

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 910**

51 Int. Cl.:

C09K 3/00	(2006.01) C08K 9/02	(2006.01)
C01G 23/00	(2006.01) G02B 5/08	(2006.01)
C01G 25/02	(2006.01) G02B 1/02	(2006.01)
C01G 33/00	(2006.01)	
C08K 3/22	(2006.01)	
C08L 101/00	(2006.01)	
C09D 5/33	(2006.01)	
C09D 7/12	(2006.01)	
C09D 201/00	(2006.01)	
C01G 25/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2009 PCT/JP2009/059317**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2009 WO09142254**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2009 E 09750616 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2284240**

54 Título: **Material reflectante de infrarrojos y método de producción del mismo, y pintura y composición de resina que contiene el mismo**

30 Prioridad:

23.05.2008 JP 2008135937
20.10.2008 JP 2008269972
05.02.2009 JP 2009025393

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2018

73 Titular/es:

ISHIHARA SANGYO KAISHA, LTD. (100.0%)
3-15, Edobori 1-chome, Nishi-ku, Osaka-shi
Osaka 550-0002, JP

72 Inventor/es:

TAKAOKA YOICHI;
SANEFUJI NORIHIKO y
OHTA EMI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 677 910 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material reflectante de infrarrojos y método de producción del mismo, y pintura y composición de resina que contiene el mismo

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere al uso de un óxido complejo de tipo perovskita como un material reflectante de infrarrojos, y a un método para producir dicho óxido complejo de tipo perovskita.

Técnica anterior

- 10 Los materiales reflectantes de infrarrojos son materiales que reflejan los rayos infrarrojos incluidos en la luz solar, o similares. Los materiales reflectantes de infrarrojos se utilizan para disminuir un fenómeno de isla de calor, aumentar la eficacia del aire acondicionado de los edificios en verano, y similares porque los materiales reflectantes de infrarrojos pueden reducir la cantidad de rayos infrarrojos absorbidos por una superficie de suelo revestida con asfalto, hormigón, o similares, edificios y similares.

- 15 Como este material reflectante de infrarrojos, por ejemplo, son conocidos (véase el Documento de patente 1) los compuestos que contienen cromo tales como Cr_2O_3 , óxidos complejos de Cu-Cr, óxidos complejos de Fe-Cr, óxidos complejos de Co-Fe-Cr y óxidos complejos de Cu-Cr-Mn como materiales negros. También son conocidos los compuestos que no contienen cromo que incluyen óxidos complejos de un elemento metal alcalinotérreo y manganeso tales como óxidos complejos de Ca-Mn, óxidos complejos de Ba-Mn, y óxidos complejos de Ba-Mn dopados con 4% en peso de dióxido de titanio (véase el Documento de patente 2) y un óxido complejo de un elemento de tierras raras y manganeso tal como óxido complejo de Y-Mn (véase el Documento de patente 3). También se están desarrollando compuestos tales como óxido de titanio en forma de varilla (véase el Documento de Patente 4) como materiales blancos.

- 20 El Documento de patente 5 describe una composición de cerámica dieléctrica de alta frecuencia que comprende un óxido complejo de tipo perovskita representado por la fórmula $(1-x)\text{MeTi}_a\text{O}_{1+2a-x}\text{Ln}(\text{Ma}_{1/2}\text{Mb}_{1/2})_b\text{O}_{(3+3b)/2}$, en la que Ln es un elemento de tierras raras, Ma es la menos uno de Mg y Zn, Mb es al menos uno de Sn y Zr, Me es al menos uno de Ca y Sr, x es la fracción en moles, y $0,950 \leq a \leq 1,050$, $0,900 \leq b \leq 1,050$, y $0,300 \leq x \leq 0,500$.

- 25 El Documento de patente 6 describe un óxido complejo de tipo perovskita representado por la fórmula $(\text{A}_1)_x(\text{A}_2)_{(1-x)}\text{TiO}_{3+\delta}$, en la que $0 \leq x \leq 1$, $0,98 \leq Y \leq 1,02$, $0 \leq \delta \leq 0,05$, y A1 y A2 cada uno es un átomo seleccionado de un grupo que consiste en Ca, Sr, Ba, Pb y Mg y son diferentes entre sí. El óxido complejo de tipo perovskita se usa en materiales electrónicos tales como, por ejemplo, materiales dieléctricos y materiales piezoeléctricos.

- 30 El Documento de patente 7 describe una composición de cerámica que comprende un óxido complejo de tipo perovskita representado por la fórmula $\text{A}_2(\text{B}_x\text{C}_{1-x})_2\text{O}_y$, en la que A representa un tipo de elemento seleccionado del grupo de La, Ce, Sm, Sr, Ba y Nb, cada uno de B y C representa un tipo de elemento seleccionado del grupo de Ti, Ta, Zr y Nb, $0 \leq x \leq 1$, y $6 \leq y \leq 8$. La composición se usa para revestir la superficie de un material basado en una aleación resistente al calor para formar una película de revestimiento de protección frente al calor con una estructura de perovskita de tipo $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$.

- 35 El Documento de patente 8 describe un pigmento negro que tiene la capacidad de reflejar la luz infrarroja, componiéndose dicho pigmento de un óxido compuesto que contiene Fe, Co, Al y además uno o más metales seleccionados de Li, Mg, Ca, Cr, Ba, Ti, Mn, Zn, Sn, Zr, Si y Cu, y tiene un tamaño medio de partículas de 0,02-5,0 μm . La reflectancia media en la longitud de onda de la región de luz infrarroja de 780-2.500 nm es $\geq 30\%$.

- 40 El Documento de patente 9 describe una composición reflectante de infrarrojos que contiene óxido de cinc como principal componente, y 2-6% en peso de un óxido elemental de Grupo III, en la que el óxido elemental de Grupo III es la menos uno seleccionado del grupo que consiste en óxido de aluminio, óxido de boro, óxido de galio, óxido de indio y óxido de itrio.

Lista de citas

- 45 Documentos de patente
- Documento de patente 1: JP 2000-72990 A
- Documento de patente 2: USP 6.416.868
- Documento de patente 3: JP 2002-038048 A
- Documento de patente 4: JP 2006-126468 A
- 50 Documento de patente 5: EP 1 093 180 A2

Documento de patente 6: US 2006/0078492 A1

Documento de patente 7: JP 2003-277952 A

Documento de patente 8: JP 2008-044805 A

Documento de patente 9: JP H11-293228 A

5 Compendio de la invención

Problemas a resolver por la invención

Si bien muchos de los materiales negros reflectantes de infrarrojos contienen un metal pesado tal como Cu, Cr, y Co, el uso de materiales que contienen un metal tan pesado hace que sea retenido. El desarrollo de materiales que no usan Cr es urgentemente necesario, especialmente debido a los problemas de seguridad. Sin embargo, un problema es que el óxido complejo de un elemento de metal alcalinotérreo y manganeso tiene una gran cantidad de metal alcalinotérreo para ser eluido con agua, y por lo tanto la reflectividad infrarroja se reduce junto con la elución. En el óxido complejo de un elemento de tierras raras y manganeso, un problema que se señala es el alto coste debido al uso de un elemento costoso de tierras raras como material de partida. Además, se requiere mucha más mejora en la reflectancia sobre un lado de longitud de onda larga de una región infrarroja del óxido de titanio en forma de varilla, que es uno de los materiales blancos reflectantes de infrarrojos.

Medios para resolver los problemas

Con el desarrollo de un nuevo material reflectante de infrarrojos, los autores de la presente invención descubrieron que un óxido complejo de tipo perovskita que contiene un elemento de metal alcalinotérreo y al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio tiene alta reflectividad infrarroja. Los autores de la presente invención también descubrieron que un óxido complejo que contiene este óxido complejo y un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro sirve como un material negro que tiene suficiente reflectividad infrarroja. Además, los autores de la presente invención descubrieron que los dos óxidos complejos tienen mayor reflectividad infrarroja cuando un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como aluminio y galio y un elemento de cinc están presentes en los dos óxidos complejos.

Los autores de la presente invención también descubrieron que el material reflectante de infrarrojos se puede producir mezclando un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y cociendo una mezcla de los mismos; y en el caso en el que están presentes un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro o un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica y un elemento de cinc, el material reflectante de infrarrojos se puede producir mezclando posteriormente un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro o un compuesto del Grupo IIIa

Si bien muchos de los materiales negros reflectantes de infrarrojos contienen un metal pesado tal como Cu, Cr, y Co, el uso de materiales que contienen un metal tan pesado hace que sea retenido. El desarrollo de materiales que no usan Cr es urgentemente necesario, especialmente debido a los problemas de seguridad. Sin embargo, un problema es que el óxido complejo de un elemento de metal alcalinotérreo y manganeso tiene una gran cantidad de metal alcalinotérreo para ser eluido con agua, y por lo tanto la reflectividad infrarroja se reduce junto con la elución. En el óxido complejo de un elemento de tierras raras y manganeso, un problema que se señala es el alto coste debido al uso de un elemento costoso de tierras raras como material de partida. Además, se requiere mucha más mejora en la reflectancia sobre un lado de longitud de onda larga de una región infrarroja del óxido de titanio en forma de varilla, que es uno de los materiales blancos reflectantes de infrarrojos.

Medios para resolver los problemas

Con el desarrollo de un nuevo material reflectante de infrarrojos, los autores de la presente invención descubrieron que un óxido complejo de tipo perovskita que contiene (a) un elemento de metal alcalinotérreo, (b) al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y (c) un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro sirve como un material negro que tiene suficiente reflectividad infrarroja. Además, los autores de la presente invención descubrieron que el óxido complejo tiene mayor reflectividad infrarroja cuando está presente un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como aluminio y galio y un elemento de cinc.

Los autores de la presente invención también descubrieron que el material reflectante de infrarrojos se puede producir (i) mezclando (a) un compuesto de metal alcalinotérreo con (b) un compuesto de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y (c) un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro, y (ii) cociendo una mezcla de los mismos; y en el caso en el que están presentes un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica y un elemento de cinc, el material reflectante de infrarrojos se puede producir mezclando posteriormente un compuesto del elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica y un compuesto de cinc cuando el compuesto de metal alcalinotérreo se mezcla con el compuesto de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio y el compuesto de manganeso y/o el compuesto de hierro, y cociendo la mezcla. Los autores de la presente invención descubrieron que debido a que el óxido complejo de tipo perovskita así obtenido está en forma de un polvo, el óxido complejo de tipo perovskita se

puede mezclar con un material de revestimiento o una composición de resina a usar en diversas aplicaciones, y completar la invención.

La invención se define mediante las reivindicaciones.

Ventajas de la invención

- 5 El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención es un óxido complejo de tipo perovskita que contiene (a) al menos un elemento de metal alcalinotérreo, (b) al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y (c) un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro, y tiene suficiente reflectividad infrarroja. Además, el óxido complejo de tipo perovskita tiene mayor reflectividad infrarroja cuando está presente un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como aluminio y galio y un elemento de cinc.
- 10 Este material reflectante de infrarrojos tiene alta estabilidad térmica y resistencia al calor debido a que se utilizan componentes inorgánicos estables con respecto al calor, y no existen motivos de preocupación sobre la seguridad y los problemas medioambientales porque el cromo no está presente. Además, el material reflectante de infrarrojos es resistente a la disolución en agua, y la reducción en la reflectividad infrarroja causada por la elución es pequeña.
- 15 Por esa razón, el material reflectante de infrarrojos se puede utilizar para reducir el fenómeno de isla de calor y similares al aplicar el material reflectante de infrarrojos a techos y paredes exteriores de edificios, o al aplicar el material reflectante de infrarrojos a carreteras y pavimentos.

Asimismo, el material reflectante de infrarrojos se puede producir de forma relativamente económica ya que no se utiliza ningún material de partida costoso, y porque el material reflectante de infrarrojos se puede producir en el aire.

Breve descripción de los dibujos

- 20 La Figura 1 es una micrografía electrónica que muestra una forma de partículas de la Muestra g obtenida en el Ejemplo 33;
- La Figura 2 es una micrografía electrónica que muestra una forma de partículas de la Muestra i obtenida en el Ejemplo 35;
- 25 La Figura 3 es una micrografía electrónica que muestra una forma de partículas de la Muestra j obtenida en el Ejemplo 36; y
- La Figura 4 es un diagrama que muestra la distribución del tamaño de partícula de la Muestra g obtenida en el Ejemplo 33 (expresada con ■ en el diagrama), y la de la Muestra i obtenida en el Ejemplo 35 (expresada con ● en el diagrama).

Descripción de las realizaciones

- 30 Un material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención es un óxido complejo de tipo perovskita que contiene un elemento de metal alcalinotérreo, al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y un elemento de oxígeno. Los ejemplos de la estructura de tipo perovskita incluyen una estructura de tipo ABO_3 (en la que A es uno o más elementos de metal alcalinotérreo, B es al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio, y niobio, y O es un elemento de oxígeno); y una estructura de tipo perovskita estratificada $(n(ABO_3)) \cdot AO$ (en la que A, B, y O son los mismos que los anteriormente mencionados, la estructura de tipo perovskita estratificada puede expresarse como $A_{n+1}B_nO_{3n+1}$, y tiene una estructura de modo que una capa AO esté interpuesta entre dos unidades de perovskita de ABO_3 . Específicamente, los ejemplos de la estructura de tipo perovskita estratificada incluyen $Ca_3Ti_2O_7$ y $Ca_4Ti_3O_{10}$)). Por este motivo, el contenido del elemento de metal alcalinotérreo y el contenido de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio se ajustan adecuadamente para formar la estructura de tipo perovskita deseada. El elemento de metal de tierra, al menos uno seleccionado de calcio, estroncio, y bario es preferible porque tienen alta reflectividad infrarroja, y forman un óxido complejo que tiene una estructura de tipo perovskita. El magnesio es un elemento de metal alcalinotérreo. Debido a que el uso individual de magnesio generalmente no puede formar la estructura de tipo perovskita pero forma una estructura de tipo ilmenita, por lo tanto no es preferible. Sin embargo, se obtiene un óxido complejo que tiene una estructura de tipo perovskita usando un elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio, por ejemplo, calcio, estroncio, y bario, en combinación con un
- 35 elemento de magnesio como un elemento de metal alcalinotérreo. Además, el óxido complejo tiene una reflectividad infrarroja más alta que la de aquellos a los que no se agrega magnesio, y tiene una reflectividad en el infrarrojo cercano particularmente alta. Por consiguiente, es preferible la adición de magnesio. El contenido de magnesio se puede ajustar adecuadamente de acuerdo con el rendimiento deseado de reflectividad infrarroja o similar. La relación atómica del elemento de magnesio (Mg) con respecto a un metal alcalinotérreo (A) distinto de magnesio (la relación del número de átomos de magnesio con respecto al número de átomos de metal alcalinotérreo distintos del magnesio, y a veces denominada relación en moles) es preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq Mg/A \leq 0,20$, y más preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq Mg/A \leq 0,12$. En este caso, "Mg" designa el número de moles del elemento de magnesio, y "A" designa el número de moles del elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio.
- 40
- 45
- 50

Un óxido complejo que es un óxido complejo de tipo perovskita que contiene al menos un elemento de metal alcalinotérreo y al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y que no contiene un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro mencionado más adelante es un material blanco, y tiene alta reflectancia. Específicamente, cuando la reflectividad en el infrarrojo cercano está representada por la reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm (en lo sucesivo denominada reflectancia solar, la cual se calcula multiplicando un factor de ponderación que expresa la distribución de la energía de la luz solar por una reflectancia espectral de acuerdo con JIS R 3106), la reflectancia solar es preferiblemente no inferior al 70%, más preferiblemente no inferior al 80%, y aún más preferiblemente no inferior al 90%. La blancura del óxido complejo es preferiblemente no inferior a 75, más preferiblemente no inferior a 80, y aún más preferiblemente no inferior a 85, cuando la blancura es expresada mediante un valor L^* de luminosidad de CIE 1976 Lab (sistema de color $L^* a^* b^*$) (la blancura es mayor a medida que el valor de L^* es mayor). De este modo, el material reflectante de infrarrojos puede tener un valor L^* de luminosidad incrementado, y por lo tanto se puede usar como un pigmento blanco.

Adicionalmente, un valor a^* y un valor b^* del sistema de color $L^* a^* b^*$ determinado de la misma manera que en el caso del valor L^* son índices que muestran tono y saturación. El valor a^* más alto hacia el lado positivo muestra que el color es más rojo, mientras que el valor a^* más alto hacia el lado negativo muestra que el color es más verde. El valor de b^* más alto hacia el lado positivo muestra que el color es más amarillo, mientras que el valor de b^* más alto hacia el lado negativo muestra que el color es más azul. En el óxido complejo, el valor a^* puede suprimir el enrojecimiento para que sea, por ejemplo, aproximadamente de -3 a 10, y el valor b^* puede suprimir el amarillamiento para que sea de aproximadamente -1 a 10.

El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención contiene además un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro en el óxido complejo de tipo perovskita que contiene el elemento de metal alcalinotérreo, al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y un elemento de oxígeno. El contenido del elemento de manganeso y/o el elemento de hierro aumenta la negrura. El elemento de manganeso y el elemento de hierro pueden estar presentes en la superficie de la partícula del óxido complejo de tipo perovskita y/o dentro de las partículas del mismo, y preferiblemente están presentes dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita. El contenido del elemento de manganeso y el elemento de hierro se puede ajustar apropiadamente de acuerdo con los rendimientos, tales como los valores deseados de reflectividad infrarroja y negrura. En el caso en el que el elemento de manganeso está presente, está preferiblemente presente en una cantidad de $0,01 \leq \text{Mn/B} \leq 3,0$ en la relación atómica (relación en moles) de manganeso (Mn) con respecto a al menos un elemento (B) seleccionado de titanio, circonio y niobio. En este caso, "Mn" expresa el número de moles del elemento de manganeso, y "B" expresa el número de moles del al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio y niobio. Un valor de la relación atómica (relación en moles) Mn/B en el intervalo de 0,01 a 3,0 es preferible desde el punto de vista de la reflectividad infrarroja y la negrura, más preferiblemente de $0,05 \leq \text{Mn/B} \leq 3,0$, aún más preferiblemente de $0,1 \leq \text{Mn/B} \leq 3,0$, y lo más preferible de $0,3 \leq \text{Mn/B} \leq 3,0$. Debido al efecto insuficiente de adición y oscuridad insuficiente, no es preferible un valor de Mn/B menor que 0,01. Debido a que el metal alcalinotérreo tiende a eluirse fácilmente cuando un valor de Mn/B es mayor que 3,0, no es preferible un valor de Mn/B mayor que 3,0. Además, en el caso en que el elemento de hierro está presente, está preferiblemente presente en una cantidad de $0,01 \leq \text{Fe/B} \leq 1,0$ en la relación atómica (relación en moles) de hierro (Fe) con respecto a al menos un elemento (B) seleccionado de titanio, circonio, y niobio. En este caso, "Fe" designa el número de moles del elemento de hierro, y "B" designa el número de moles del al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio, y niobio. Un valor de la relación atómica (relación en moles) Fe/B en el intervalo de 0,01 a 1,0 es preferible desde el punto de vista de la reflectividad infrarroja y la negrura, más preferiblemente de $0,05 \leq \text{Fe/B} \leq 0,8$, y aún más preferiblemente de $0,07 \leq \text{Fe/B} \leq 0,8$. Debido al efecto insuficiente de adición y oscuridad insuficiente, no es preferible un valor de Fe/B menor que 0,01. Debido a que la síntesis como una sola fase es imposible, no es preferible un valor de Fe/B mayor que 1,0. Tanto el elemento de manganeso como el elemento de hierro también pueden estar presentes. Desde el punto de vista de la reflectividad infrarroja y la negrura, es preferible que el contenido del elemento de manganeso y el del elemento de hierro estén en los intervalos respectivos anteriormente mencionados. En el caso en el que el elemento de manganeso y el elemento de hierro están presentes, como elemento de metal alcalinotérreo, es preferible al menos un elemento seleccionado de calcio, estroncio y bario debido a la alta reflectividad infrarroja, y porque éstos pueden formar un óxido complejo que tenga una estructura de tipo perovskita. Se obtiene un óxido complejo que tiene una estructura de tipo perovskita usando un elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio, por ejemplo, calcio, estroncio y bario, en combinación con un elemento de magnesio como un elemento de metal alcalinotérreo. Además, el óxido complejo tiene una reflectividad infrarroja más alta que la de aquellos a los que no se agrega magnesio, y tiene una reflectividad particularmente alta en el infrarrojo cercano. En consecuencia, la adición de magnesio es más preferida. El contenido de magnesio se puede ajustar apropiadamente de acuerdo con los rendimientos, tal como la reflectividad infrarroja deseada. La relación atómica (relación en moles) del elemento de magnesio (Mg) con respecto a un metal alcalinotérreo (A) distinto de magnesio es preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq \text{Mg/A} \leq 0,20$, y más preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq \text{Mg/A} \leq 0,12$. En este caso, "Mg" designa el número de moles del elemento de magnesio, y "A" designa el número de moles del elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio.

Igualmente, el material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención puede contener además un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como boro, aluminio, galio, e indio en el óxido complejo de tipo perovskita que contiene un elemento de metal alcalinotérreo, al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio

y niobio, el elemento de oxígeno, y el elemento de manganeso y/o el elemento de hierro. El contenido del elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica es más preferible porque la reflectividad infrarroja es más alta que la de aquellas a las que no se agrega el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica. El contenido de al menos uno seleccionado entre aluminio y galio entre los elementos del Grupo IIIa de la tabla periódica es más preferible debido a que se obtiene una reflectividad en el infrarrojo cercano particularmente alta. El elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica puede estar presente en la superficie de la partícula del óxido complejo de tipo perovskita y/o dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita, y preferiblemente está presente dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita. El contenido del elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica se puede establecer apropiadamente de acuerdo con los rendimientos, tal como la reflectividad infrarroja deseada. Está preferiblemente presente una cantidad de $0,0005 \leq \text{Al/B} \leq 1,5$ en la relación atómica (relación en moles) del elemento del Grupo IIIa (Al) de la tabla periódica con respecto a al menos un elemento (B) seleccionado de titanio, circonio, y niobio. En este caso, "Al" designa el número de moles del elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, y "B" designa el número de moles del al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio, y niobio. Un valor de la relación atómica (relación en moles) de éstos Al/B está preferiblemente en el intervalo de 0,0005 a 1,5 desde el punto de vista de la reflectividad infrarroja y la negrura, más preferiblemente de $0,01 \leq \text{Al/B} \leq 1,3$, aún más preferiblemente de $0,005 \leq \text{Al/B} \leq 1,0$. Debido a un efecto insuficiente de adición, no es preferible un valor de Al/B menor que 0,0005. Debido a que se inicia la producción de otra fase o el color del polvo se desvía significativamente, no es preferible un valor de Al/B mayor que 1,5.

Asimismo, el material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención puede contener además un elemento de cinc en el óxido complejo de tipo perovskita que contiene el elemento de metal alcalinotérreo, el al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio, y niobio, el elemento de oxígeno, y el elemento de manganeso y/o el elemento de hierro, o en el óxido complejo de tipo perovskita que contiene además un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como boro, aluminio, galio, e indio. El contenido del elemento de cinc es preferible porque la reflectividad infrarroja es más alta que la de aquellos a los que no se agrega el elemento de cinc. El elemento de cinc puede estar presente en la superficie de la partícula del óxido complejo de tipo perovskita y/o dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita, y preferiblemente está presente dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita. El contenido del elemento de cinc se puede ajustar apropiadamente de acuerdo con los rendimientos, tal como la reflectividad infrarroja deseada. Preferiblemente, está presente en una cantidad de $1,0 \times 10^{-6} \leq \text{Zn/B} \leq 0,20$ en la relación atómica (relación en moles) del elemento de cinc (Zn) con respecto a al menos un elemento (B) seleccionado entre titanio, circonio, y niobio. En este caso, "Zn" designa el número de moles del elemento de cinc, y "B" designa el número de moles del al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio, y niobio. Un valor de la relación atómica (relación en moles) de éstos Zn/B está preferiblemente en el intervalo de $1,0 \times 10^{-6}$ a 0,2 porque se obtiene una alta reflectividad infrarroja, más preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq \text{Zn/B} \leq 0,15$, y aún más preferiblemente de $1,0 \times 10^{-6} \leq \text{Zn/B} \leq 0,12$. Debido a un efecto insuficiente de la adición, no es preferible un valor de Zn/B menor que $1,0 \times 10^{-6}$. Debido a que se inicia la producción de otra fase o se observa un cambio drástico en el color del polvo, no es preferible un valor de Zn/B mayor que 0,20.

En el caso en el que el material reflectante de infrarrojos tiene la estructura de tipo perovskita de tipo ABO_3 , la relación α/β normalmente se ajusta para que sea 1 cuando el contenido del elemento metal alcalinotérreo es α mol, y el contenido total de al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio, y niobio, el elemento de manganeso y/o el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, y el elemento de cinc es β mol. Una composición en la que $1 < \alpha/\beta \leq 1,5$, es decir, el contenido del elemento de metal alcalinotérreo de más de 1 vez y no más de 1,5 veces es más preferible porque la composición tiene una reflectividad infrarroja más alta que la de la composición de $\alpha/\beta = 1$ y tiene una reflectividad en el infrarrojo cercano particularmente alta. Un intervalo aún más preferible es de $1 < \alpha/\beta < 1,1$.

El color del polvo cambia a negro en el óxido complejo de tipo perovskita que contiene al menos un elemento de metal alcalinotérreo, al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio, y niobio, y un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro. La negrura del óxido complejo es preferiblemente no más de 45, más preferiblemente no más de 40, y aún más preferiblemente no más de 32, cuando la negrura es expresada por un valor L^* de luminosidad de CIE 1976 Lab (sistema de color $L^* a^* b^*$), que es el mismo que se mencionó anteriormente, (la negrura es mayor ya que el valor L^* es más pequeño). De este modo, el material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención puede tener un valor de luminosidad L^* reducido y, por lo tanto, se puede usar como un pigmento negro.

En el valor a^* y el valor b^* del sistema de color $L^* a^* b^*$ determinado de la misma manera que el valor L^* , el valor a^* puede suprimir, por ejemplo, el enrojecimiento para que sea de aproximadamente 0 a 20, y el valor b^* puede suprimir el amarillamiento para que sea de aproximadamente -1 a 10. La reflectividad infrarroja cambia de acuerdo con el color del polvo. Un polvo negro que absorbe fácilmente los rayos infrarrojos tiene una reflectividad infrarroja relativamente más pequeña que la de un polvo blanco que refleja los rayos infrarrojos. A partir de esto, el óxido complejo que contiene el elemento de manganeso y/o el elemento de hierro tiene preferiblemente la reflectancia solar de no menos del 10%, más preferiblemente no menos del 12%, aún más preferiblemente no menos del 15%, aún más preferiblemente no menos del 20%, y lo más preferible no menos del 25%.

Las cantidades del metal alcalinotérreo, el al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, el elemento de manganeso, el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, y el elemento de cinc presentes en el óxido complejo se determinan mediante análisis espectrográfico por fluorescencia de rayos X. Se calcula la

cantidad de oxígeno necesaria para mantener el equilibrio de carga en función de la valencia de esos componentes. La estructura cristalina del óxido complejo también se puede verificar con difracción de rayos X.

En el material reflectante de infrarrojos como se usa la presente invención, se cree que los átomos de soluto forman una disolución sólida y están presentes dentro de las partículas del óxido complejo o en la superficie de las partículas del óxido complejo formando una disolución sólida de sustitución en la que los átomos de disolvente sobre los puntos de la estructura reticular del óxido complejo de tipo perovskita (específicamente, un metal alcalinotérreo, átomos de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio) son reemplazados por los átomos de soluto (específicamente, de manganeso, átomos de hierro, átomos del Grupo IIIa de la tabla periódica, o átomos de cinc), o formando una disolución sólida intersticial en la cual los átomos de soluto entran en los espacios de la estructura reticular del óxido complejo de tipo perovskita. Más específicamente, se imagina que se forma una disolución sólida en la que los átomos de disolvente de al menos uno seleccionado de titanio, circonio, y niobio son reemplazados por los átomos de soluto del manganeso y/o el hierro, los átomos del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el cinc. El óxido complejo mantiene preferiblemente la estructura de tipo perovskita. En la estructura de tipo ABO_3 , con un contenido del elemento de manganeso en el intervalo anteriormente mencionado de $0,01 \leq Mn/B \leq 3,0$, X en A:B:O:átomos de manganeso = 1:1 - X:3:X está aproximadamente en el intervalo de 0,01 a 0,75 en la relación atómica (relación en moles). En el caso en el que el elemento de hierro está presente, con el contenido anteriormente mencionado de $0,01 \leq Fe/B \leq 1,0$, Y en A:B:O:átomos de hierro = 1:1 - Y:3:Y está aproximadamente en el intervalo de 0,01 a 0,5 en la relación atómica (relación en moles). El contenido del elemento de manganeso, el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el elemento de cinc se puede comprobar basándose en el resultado de la difracción de rayos X en el que no aparece ningún pico de una fase distinta al óxido complejo.

Las impurezas derivadas de diversos materiales de partida se pueden mezclar inevitablemente en el material reflectante de infrarrojos. Preferiblemente, Cr no está presente en la medida de lo posible. Incluso si Cr está presente como impurezas, el contenido del mismo no es más de 1% en peso. Particularmente, el contenido de Cr^{6+} que causa preocupación sobre la seguridad es preferiblemente no más de 10 ppm.

El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención puede tener diversas formas de partículas y tamaños de partículas al cambiar las condiciones de producción. La forma de las partículas puede ser, por ejemplo, tabular, granular, aproximadamente esférica, similar a una aguja, e indefinida. Preferiblemente, un tamaño medio de partícula (valor de media aritmética del diámetro más grande en una partícula) medido a partir de una micrografía electrónica es de aproximadamente 0,02 a 20,0 μm . A un tamaño medio de partícula que excede 20,0 μm , el poder de tinción se reduce debido a que el tamaño de partícula es demasiado grande. A un tamaño medio de partícula de menos de 0,02 μm , la dispersión en un material de revestimiento puede ser difícil. Por este motivo, el tamaño medio de partícula es preferiblemente de 0,1 a 5,0 μm , más preferiblemente de 0,2 a 4,5 μm , y aún más preferiblemente de 0,3 a 4,0 μm .

Además, preferiblemente, un valor de superficie específica BET del material reflectante de infrarrojos (método de punto único de acuerdo con la absorción de nitrógeno) es aproximadamente de 0,05 a 80 m^2/g . A un valor de superficie específica BET de menos de 0,05 m^2/g , las partículas son gruesas, o las partículas se sinterizan mutuamente y, por lo tanto, se reduce el poder de tinción. Más preferiblemente, el valor de superficie específica BET es de 0,2 a 15 m^2/g , y aún más preferiblemente de 0,3 a 5 m^2/g . La superficie específica BET se puede medir con un MONOSORB MS-18 (fabricado por Yuasa-Ionics Company, Limited). A partir de este valor de superficie específica BET, el tamaño medio de partícula en el que la forma de la partícula se considera esférica se puede calcular con la siguiente expresión 1. Preferiblemente, el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor de superficie específica BET es de aproximadamente 0,02 a 30 μm . Sin embargo, éste puede ser diferente del tamaño medio de partícula calculado a partir de la micrografía electrónica debido a una influencia de la forma de la partícula, la distribución del tamaño de partícula, y similares.

$$\text{Expresión 1: } L = 6/(p \cdot S),$$

en la que L es un tamaño medio de partícula (μm), p es una densidad de una muestra (g/cm^3), y S es un valor de superficie específica BET de la muestra (m^2/g).

El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención se puede usar para revestir materiales, tintas, plásticos, cerámicas, materiales electrónicos, y similares. Con el fin de mejorar la dispersabilidad en un disolvente y en una resina a mezclar, etc., la superficie de la partícula del mismo se puede revestir con un compuesto inorgánico y/o un compuesto orgánico cuando sea necesario. Los ejemplos del compuesto inorgánico incluyen preferiblemente un compuesto de al menos uno seleccionado entre silicio, circonio, aluminio, titanio, antimonio, fósforo y estaño. Silicio, circonio, aluminio, titanio, antimonio y estaño son más preferiblemente un compuesto de óxido, óxido hidratado, o hidróxido. El fósforo es más preferiblemente un compuesto de ácido fosfórico o fosfato. Los ejemplos del compuesto orgánico incluyen compuestos orgánicos de silicio, compuestos organometálicos, polioles, alcanolaminas o derivados de los mismos, ácidos grasos superiores o sales metálicas de los mismos, e hidrocarburos superiores o derivados de los mismos. Se puede utilizar al menos uno seleccionado entre éstos.

El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención contiene un elemento de metal alcalinotérreo, y al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y un elemento de manganeso y/o un

elemento de hierro, y contiene un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica tal como boro, aluminio, galio e indio, y un elemento de cinc cuando sea necesario. Los elementos de metal alcalinotérreo, el elemento de manganeso, el elemento de hierro y similares se pueden eluir con agua, y se eluyen con facilidad particularmente con agua ácida. Por este motivo, en el caso en el que las propiedades de elución con agua necesitan ser controladas, es eficaz que la superficie de la partícula del material reflectante de infrarrojos sea revestida con un compuesto inorgánico. Los ejemplos de dicho compuesto inorgánico incluyen un compuesto de al menos uno seleccionado entre silicio, circonio, aluminio, titanio, antimonio, fósforo, y estaño. Silicio, circonio, aluminio, titanio, antimonio, y estaño son más preferiblemente un compuesto de óxido, óxido hidratado, o hidróxido. El fósforo es más preferiblemente un compuesto de ácido fosfórico o fosfato. Particularmente, son preferibles los óxidos, los óxidos hidratados, o los hidróxidos de silicio y aluminio. Más preferiblemente, los óxidos, los óxidos hidratados, o los hidróxidos de silicio (a los que a continuación se hace referencia algunas veces como sílice) forman sílice de alta densidad o sílice porosa. De acuerdo con el intervalo de pH en el momento del tratamiento con revestimiento de sílice, la sílice utilizada para el revestimiento se vuelve porosa o no porosa (alta densidad). Sin embargo, la sílice de alta densidad forma fácilmente un revestimiento fino, y tiene un alto efecto de control de las propiedades de elución con agua del material reflectante de infrarrojos, y por lo tanto es más preferible. Por ese motivo, puede estar presente una primera capa de revestimiento de sílice de alta densidad en la superficie de la partícula del material reflectante de infrarrojos, y puede estar presente una segunda capa de revestimiento de sílice porosa o un óxido, óxido hidratado, e hidróxido de aluminio (en adelante denominado a veces alúmina) sobre la otra. El revestimiento de sílice se puede observar con un microscopio electrónico. La cantidad del compuesto inorgánico que se va a aplicar se puede ajustar correctamente. Por ejemplo, es preferible de 0,1 a 50% en peso basado en el material reflectante de infrarrojos, y es más preferible de 1,0 a 20% en peso. La cantidad del compuesto inorgánico se puede medir mediante un método ordinario tal como análisis espectrográfico por fluorescencia de rayos X y espectrometría de emisión óptica ICP.

El material reflectante de infrarrojos descrito en la presente invención se puede producir usando un método convencional para producir un óxido complejo de tipo perovskita. Específicamente, se pueden usar los siguientes métodos o similares: el denominado método de síntesis en fase sólida que comprende mezclar un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio, y cocer la mezcla usando un horno eléctrico, horno giratorio, o similar; el denominado método de oxalato que comprende sintetizar un metal alcalinotérreo con un oxalato de al menos uno seleccionado entre titanio, circonio y niobio en un sistema de agua, y posteriormente cocer la mezcla; el denominado método de citrato que comprende sintetizar un metal alcalinotérreo y un citrato de al menos uno seleccionado entre titanio, circonio y niobio en un sistema de agua, y posteriormente cocer la mezcla; y el denominado método de síntesis hidrotérmica que comprende mezclar una disolución acuosa de un compuesto de metal alcalinotérreo y un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio con una disolución acuosa alcalina, y realizar un procedimiento hidrotérmico, seguido de filtración, lavado, y secado. De acuerdo con la invención, puesto que están presentes un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro, opcionalmente un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica y opcionalmente un elemento de cinc, se puede realizar lo expuesto a continuación. Se puede agregar y mezclar un compuesto de manganeso, un compuesto de hierro, un compuesto de un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o un compuesto de cinc en el momento de mezclar un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio. Se puede agregar un compuesto de manganeso, un compuesto de hierro, un compuesto de un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o un compuesto de cinc, o mezclarlo en el momento de sintetizar oxalato o similar en el sistema de agua. Alternativamente, se puede agregar o cocer un compuesto de manganeso, un compuesto de hierro, un compuesto de un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o un compuesto de cinc en el momento de cocer una mezcla de un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de titanio, o cocer un producto sintetizado.

Es preferible un método de síntesis en fase sólida que comprende mezclar y cocer un compuesto de metal alcalinotérreo y un compuesto de al menos uno seleccionado entre titanio, circonio y niobio porque se obtiene un óxido complejo de tipo perovskita que tiene un tamaño de partícula apropiado. En el caso en el que se usa un elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio como elemento de metal alcalinotérreo y un elemento de magnesio en combinación, es preferible un método de síntesis en fase sólida que comprende mezclar y cocer un compuesto de dicho metal alcalinotérreo y un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio porque se obtiene un óxido complejo de tipo perovskita que tiene un tamaño de partícula apropiado. De acuerdo con la invención, puesto que está presente un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro, es preferible un método que comprende añadir y mezclar un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro y cocer la mezcla en el momento de mezclar un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio porque se obtiene un óxido complejo de tipo perovskita que tiene un tamaño de partícula apropiado. Además, en el caso en el que está presente un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica o un elemento de cinc, es preferible un método que comprende añadir y mezclar el compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica o un compuesto de cinc y cocer la mezcla en el momento de mezclar el compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio y con un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro porque se obtiene un óxido complejo de tipo perovskita que tiene un tamaño de partícula apropiado. Al agregar y mezclar un compuesto de manganeso, un compuesto de hierro, un compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, o un compuesto de cinc en el momento de mezclar un compuesto de metal alcalinotérreo con un compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio, el elemento de manganeso, el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el elemento de cinc se encuentran fácilmente dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita, y es preferible.

En el método de síntesis en fase sólida, se pueden usar óxidos, hidróxidos, carbonatos, y similares como el compuesto de metal alcalinotérreo, y se pueden usar óxidos, hidróxidos, carbonatos, y similares como el compuesto de al menos uno seleccionado de titanio, circonio, y niobio. Los óxidos de los mismos, los hidróxidos de los mismos, los carbonatos de los mismos, y similares se pueden usar como el compuesto de manganeso, el compuesto de hierro, el compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el compuesto de cinc. A continuación, se pesa, y se mezcla cada uno de los compuestos de material de partida. Un método de mezclamiento puede ser cualquiera seleccionado entre un método de mezclamiento en seco que comprende mezclar compuestos de material de partida en estado de un polvo, y un método de mezcla en húmedo que comprende mezclar compuestos de material de partida en estado de una suspensión, y se puede realizar usando los mezcladores convencionales tales como máquinas de mezclamiento y agitación. El mezclamiento también se puede realizar usando varios tipos de trituradores, secadores por aspersión, granuladores, máquinas de moldeo y similares en el momento del triturado, secado, granulación, y moldeo. De acuerdo con la invención, puesto que se mezclan un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro, opcionalmente un compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, y opcionalmente un compuesto de cinc, y además las cantidades de estos compuestos son pequeñas, se hace que estos compuestos estén incluidos de antemano dentro de la superficie de la partícula del compuesto de al menos uno seleccionado entre titanio, circonio y niobio y/o de las partículas de los mismos. Esto es preferible porque la reacción de síntesis en fase sólida se realiza uniformemente y de este modo se obtiene fácilmente un material reflectante de infrarrojos uniforme. A partir de esto, al depositar de antemano el compuesto de manganeso, el compuesto de hierro, el compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el compuesto de cinc sobre la superficie de las partículas del compuesto tal como óxidos, óxidos hidratados, hidróxidos, y similares de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio, y al hacer que estos compuestos estén incluidos en las mismas o al hacer que estos compuestos estén incluidos previamente dentro de las partículas de dicho compuesto, el elemento de manganeso, el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el elemento de cinc se incluyen fácilmente dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita, y es preferible. El método no está particularmente limitado, y se puede usar un método conocido.

A continuación, la mezcla de los compuestos de material de partida se granula y moldea cuando es necesario, y posteriormente se cuece. La temperatura de cocción puede ser al menos una temperatura a la cual los compuestos de material de partida producen una reacción en fase sólida. Por ejemplo, la temperatura puede estar en el intervalo de 1.000 a 1.500°C. Si bien la atmósfera en el momento de la cocción puede ser cualquier atmósfera, es preferible la cocción al aire para mantener una reflectividad infrarroja suficiente. En el momento de la cocción, se puede agregar un agente de fusión como cloruro de sodio y cloruro de potasio. Se puede establecer apropiadamente un tiempo de cocción, y es preferiblemente de 0,5 a 24 horas y más preferiblemente de 1,0 a 12 horas. En un tiempo de cocción inferior a 0,5 horas, a menudo la reacción no progresa lo suficiente. Por otro lado, en un tiempo de cocción superior a 24 horas, la dureza de las partículas puede aumentar por sinterización, o se pueden producir partículas inusualmente gruesas.

Adicionalmente, en el método de síntesis en fase sólida, para realizar la reacción de cocción más uniformemente o para hacer el tamaño de partícula del material reflectante de infrarrojos más uniforme, se puede agregar un agente de tratamiento de cocción (agente regulador del tamaño de partícula) a la mezcla de compuestos de material de partida y cocer. Como agente de tratamiento de cocción, también se pueden utilizar los compuestos de metal alcalino, los compuestos de silicio tales como sílice y silicato, los compuestos de estaño tales como óxido de estaño e hidróxido de estaño, y los compuestos de los elementos del Grupo IIIa de la tabla periódica tales como boro, aluminio, galio, e indio. Sin embargo, el agente de tratamiento de cocción no es secadores, granuladores, máquinas de moldeo y similares en el momento del triturado, secado, granulación, y moldeo. En el caso en el que se mezclan un compuesto de manganeso, un compuesto de hierro, un compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, o un compuesto de cinc, y las cantidades de estos compuestos son pequeñas, se hace que estos compuestos estén incluidos de antemano dentro de la superficie de la partícula del compuesto de al menos uno seleccionado entre titanio, circonio y niobio y/o de las partículas de los mismos. Esto es preferible porque la reacción de síntesis en fase sólida se realiza uniformemente y de este modo se obtiene fácilmente un material reflectante de infrarrojos uniforme. A partir de esto, al depositar de antemano el compuesto de manganeso, el compuesto de hierro, el compuesto del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el compuesto de cinc sobre la superficie de las partículas del compuesto tal como óxidos, óxidos hidratados, hidróxidos, y similares de al menos uno seleccionado de titanio, circonio y niobio, y al hacer que estos compuestos estén incluidos en las mismas o al hacer que estos compuestos estén incluidos previamente dentro de las partículas de dicho compuesto, el elemento de manganeso, el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, o el elemento de cinc se incluyen fácilmente dentro de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita, y es preferible. El método no está particularmente limitado, y se puede usar un método conocido.

A continuación, la mezcla de los compuestos de material de partida se granula y moldea cuando es necesario, y posteriormente se cuece. La temperatura de cocción puede ser al menos una temperatura a la cual los compuestos de material de partida producen una reacción en fase sólida. Por ejemplo, la temperatura puede estar en el intervalo de 1.000 a 1.500°C. Si bien la atmósfera en el momento de la cocción puede ser cualquier atmósfera, es preferible la cocción al aire para mantener una reflectividad infrarroja suficiente. En el momento de la cocción, se puede agregar un agente de fusión como cloruro de sodio y cloruro de potasio. Se puede establecer apropiadamente un tiempo de cocción, y es preferiblemente de 0,5 a 24 horas y más preferiblemente de 1,0 a 12 horas. En un tiempo de cocción inferior a 0,5 horas, a menudo la reacción no progresa lo suficiente. Por otro lado, en un tiempo de cocción superior a

24 horas, la dureza de las partículas puede aumentar por sinterización, o se pueden producir partículas inusualmente gruesas.

Adicionalmente, en el método de síntesis en fase sólida, para realizar la reacción de cocción más uniformemente o para hacer el tamaño de partícula del material reflectante de infrarrojos más uniforme, se puede agregar un agente de tratamiento de cocción (agente regulador del tamaño de partícula) a la mezcla de compuestos de material de partida y cocer. Como agente de tratamiento de cocción, también se pueden utilizar los compuestos de metal alcalino, los compuestos de silicio tales como sílice y silicato, los compuestos de estaño tales como óxido de estaño e hidróxido de estaño, y los compuestos de los elementos del Grupo IIIa de la tabla periódica tales como boro, aluminio, galio, e indio. Sin embargo, el agente de tratamiento de cocción no se limita a éstos, y se pueden usar diversos compuestos inorgánicos o compuestos orgánicos. Si bien la cantidad del agente de tratamiento de cocción (agente de regulación del tamaño de partícula) que se va a añadir se puede establecer de manera apropiada, es preferible una cantidad que no reduzca la reflectividad infrarroja. Particularmente, es preferible la adición del compuesto de metal alcalino a la mezcla del compuesto de material de partida y la cocción porque se obtiene fácilmente un material reflectante de infrarrojos que tiene un tamaño de partícula más uniforme. Además, la adición del compuesto de metal alcalino también tiene la ventaja de que la trituration después de la cocción es relativamente fácil. Incluso si el compuesto de metal alcalino permanece en el material reflectante de infrarrojos obtenido, no se reconoce ninguna influencia adversa sobre la reflectividad infrarroja, y el compuesto de metal alcalino remanente se puede disolver enjuagando para eliminarlo. Como el compuesto de metal alcalino, se pueden usar los compuestos de potasio tales como cloruro de potasio, sulfato de potasio, nitrato de potasio y carbonato de potasio, los compuestos de sodio tales como cloruro de sodio, sulfato de sodio, nitrato de sodio y carbonato de sodio, y los compuestos de litio tales como cloruro de litio, sulfato de litio, nitrato de litio y carbonato de litio, y similares. La cantidad del compuesto de metal alcalino a añadir en términos de conversión de un metal alcalino en un óxido (K_2O , Na_2O , Li_2O , o similar) es preferiblemente de 0,01 a 15 partes en peso basado en 100 partes en peso de la mezcla de los compuestos de material de partida, y más preferiblemente de 0,1 a 6 partes en peso.

La cristalinidad del óxido complejo se incrementa posteriormente mediante la cocción del óxido complejo obtenido por el método, particularmente de nuevo mediante el método de síntesis en fase sólida. Esto puede suprimir las propiedades de elución con agua de los elementos de metal alcalinotérreo, el elemento de manganeso, y el elemento de hierro, y es preferible. La temperatura de cocción del óxido complejo de nuevo está preferiblemente en el intervalo de 200 a 1.500°C, y más preferiblemente de 400 a 1.200°C. Mientras que la atmósfera en el momento de cocer el óxido complejo puede ser de nuevo cualquier atmósfera, la cocción al aire es preferible para mantener una reflectividad infrarroja suficiente. El tiempo de cocción del óxido complejo de nuevo se puede establecer de manera apropiada, y es preferiblemente de 0,5 a 24 horas y más preferiblemente de 1,0 a 12 horas.

Se puede usar un método de tratamiento de superficie convencional usado para un pigmento de dióxido de titanio o similar con el fin de revestir la superficie de las partículas con el material reflectante de infrarrojos así obtenido con un compuesto inorgánico o un compuesto orgánico. Específicamente, es preferible añadir un compuesto inorgánico o un compuesto orgánico a una suspensión del material reflectante de infrarrojos para revestir, y más preferiblemente que el compuesto inorgánico o el compuesto orgánico se neutralice en la suspensión a aplicar como revestimiento. Alternativamente, el compuesto inorgánico o el compuesto orgánico se pueden añadir al polvo del material reflectante de infrarrojos, y mezclar para aplicar.

Específicamente, para realizar un revestimiento de sílice de alta densidad sobre la superficie de las partículas del material reflectante de infrarrojos, primero, se ajusta una suspensión acuosa del material reflectante de infrarrojos a un pH de no menos de 8 y preferiblemente de 8 a 10, por ejemplo, con un compuesto alcalino tal como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y amoníaco. Luego, la suspensión acuosa se calienta a no menos de 70°C y preferiblemente a una temperatura de 70 a 105°C. A continuación, se agrega un silicato a la suspensión acuosa del material reflectante de infrarrojos. Como el silicato, se pueden usar diversos silicatos tales como silicato de sodio y silicato de potasio. La adición del silicato por lo general se realiza preferiblemente durante no menos de 15 minutos, y más preferiblemente durante no menos de 30 minutos. A continuación, una vez que se completa la adición del silicato, adicionalmente se realiza una agitación y un mezclamiento exhaustivos cuando sea necesario. Luego, la suspensión se neutraliza con un ácido mientras la temperatura de la suspensión se mantiene a no menos de 80°C y más preferiblemente a no menos de 90°C. Los ejemplos del ácido usado en este caso incluyen ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico y ácido acético. Estos pueden ajustar el pH de la suspensión preferiblemente a no más de 7,5 y más preferiblemente a no más de 7, de modo que la superficie de las partículas del material reflectante de infrarrojos se puede revestir con sílice de alta densidad.

Asimismo, para realizar un revestimiento de sílice porosa sobre la superficie de las partículas del material reflectante de infrarrojos, primero, se agrega un ácido tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, y ácido acético a una suspensión acuosa del material reflectante de infrarrojos para ajustar el pH a un intervalo de 1 a 4 y preferiblemente de 1,5 a 3. La temperatura de la suspensión se ajusta preferiblemente a un intervalo de 50 a 70°C. A continuación, mientras el pH de la suspensión se mantiene en el intervalo, se añaden un silicato y un ácido para formar un revestimiento de sílice porosa. Como el silicato, se pueden usar diversos silicatos tales como silicato de sodio y silicato de potasio. La adición del silicato por lo general se realiza preferiblemente durante no menos de 15 minutos, y más preferiblemente durante no menos de 30 minutos. Después de completar la adición del silicato, se

agrega un compuesto alcalino cuando sea necesario para ajustar el pH de la suspensión a un valor aproximado de 6 a 9. Por lo tanto, la superficie de la partícula del material reflectante de infrarrojos se puede revestir con sílice porosa.

Por otra parte, para realizar el revestimiento de alúmina sobre la superficie de las partículas del material reflectante de infrarrojos, preferiblemente, primero, se neutraliza una suspensión del material reflectante de infrarrojos a un pH de 8 a 9 con un compuesto alcalino tal como hidróxido de sodio, y se calienta a una temperatura de no menos de 50°C, y a continuación, se añaden al mismo tiempo un compuesto de aluminio y un ácido acuoso. Como el compuesto de aluminio, se pueden usar adecuadamente aluminatos tales como aluminato de sodio y aluminato de potasio. Como el ácido acuoso, se pueden usar adecuadamente disoluciones acuosas de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, y similares. La adición simultánea significa un método para añadir continua o intermitentemente una pequeña cantidad del compuesto de aluminio y una pequeña cantidad del ácido acuoso por separado a un reactor. Específicamente, es preferible agregar el compuesto de aluminio y el ácido acuoso simultáneamente durante aproximadamente 10 minutos a 2 horas, mientras que el pH en el reactor se mantiene entre 8,0 y 9,0. Preferiblemente, después de añadir el compuesto de aluminio y el ácido acuoso, se agrega adicionalmente el ácido acuoso para ajustar el pH a un valor aproximado de 5 a 6.

De nuevo, la cristalinidad del óxido complejo se incrementa posteriormente al cocer el óxido complejo revestido con el compuesto inorgánico o el compuesto orgánico. Esto puede suprimir las propiedades de elución con agua de los elementos de metal alcalinotérreo, el elemento de manganeso, y el elemento de hierro, y es preferible. La temperatura de cocción del óxido complejo de nuevo está preferiblemente en el intervalo de 200 a 1.500°C, y más preferiblemente en el intervalo de 400 a 1.200°C. Mientras que la atmósfera en el momento de calentar el óxido complejo puede ser de nuevo cualquier atmósfera, siendo preferible la cocción al aire para mantener una reflectividad infrarroja suficiente. El tiempo de cocción del óxido complejo de nuevo se puede establecer de manera apropiada, y es preferiblemente de 0,5 a 24 horas y más preferiblemente de 1,0 a 12 horas.

El óxido complejo obtenido por el método se puede usar en diversas formas tales como polvo y un cuerpo moldeado. En el caso en el que el óxido complejo se usa como polvo, éste se puede moler apropiadamente cuando sea necesario para ajustar el tamaño de partícula del mismo. En el caso en el que el óxido complejo se usa como un cuerpo moldeado, el polvo del mismo se puede moldear en un tamaño y forma apropiados. Como molino, se pueden usar, por ejemplo, molinos de impacto tales como molinos de martillo y molinos de púas, molinos trituradores tales como molinos de rodillos y pulverizadores, y molinos de corriente tal como molinos de chorro. Como máquina de moldeo, se pueden usar, por ejemplo, máquinas de moldeo de uso general tales como máquinas de extrusión y granuladores.

Igualmente, aunque el material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención tiene suficiente reflectividad infrarroja, la mezcla de un compuesto que tiene otra reflectividad infrarroja o un compuesto que tiene una capacidad (absorción) de protección frente a la radiación infrarroja puede mejorar aún más la reflectividad infrarroja, o puede complementar el rendimiento de reflectividad en una longitud de onda específica. Como el compuesto que tiene reflectividad infrarroja o el compuesto que tiene una capacidad (absorción) de protección frente a la radiación infrarroja, se pueden usar los que se usan convencionalmente. Específicamente, sus ejemplos incluyen los compuestos inorgánicos tales como dióxido de titanio, óxido de estaño dopado con antimonio, óxido de wolframio, y boruro de lantano, y polvos metálicos tales como polvo metálico de plata y polvo metálico de cobre. El dióxido de titanio y el polvo metálico son más preferibles. El tipo y la proporción de mezcla del compuesto que tiene reflectividad infrarroja o el compuesto que tiene una capacidad (absorción) de protección frente a la radiación infrarroja se puede seleccionar apropiadamente de acuerdo con la aplicación del mismo.

Además, el material reflectante de infrarrojos descrito en la presente invención tiene un color blanco o negro. La mezcla de otro pigmento a esto puede fortalecer aún más la blancura o la negrura, o puede producir un material reflectante de infrarrojos que tenga un color tal como rojo, amarillo, verde, azul, y colores intermedios de los mismos. Como el pigmento, se pueden usar pigmentos inorgánicos, pigmentos orgánicos, pigmentos de lacas, y similares. Específicamente, los ejemplos del pigmento inorgánico incluyen pigmentos blancos tales como dióxido de titanio, blanco de cinc, y sulfato de bario precipitado, pigmentos rojos tal como óxido de hierro, pigmentos azules tales como azul ultramar y azul de Prusia (ferrocianuro férrico de potasio), pigmentos negros tal como negro de carbono, y pigmentos tal como polvo de aluminio. Los ejemplos del pigmento orgánico incluyen compuestos orgánicos tales como antraquinona, perileno, ftalocianina, compuestos azo, y compuestos azo metázo. El tipo y la proporción de mezcla del pigmento se pueden seleccionar correctamente de acuerdo con el color y el tono.

Un material de revestimiento puede contener el material reflectante de infrarrojos, incluyendo el material de revestimiento una composición denominada tinta. Además, una composición de resina puede contener el material reflectante de infrarrojos.

El material reflectante de infrarrojos está presente en resinas para materiales de revestimiento, tintas y productos moldeados de plástico tal como películas. De ese modo, se puede obtener una composición que usa la excelente reflectividad infrarroja del material reflectante de infrarrojos. Dichos materiales de revestimiento, tintas y composiciones de resina pueden contener una cantidad arbitraria del material reflectante de infrarrojos basado en la resina. La cantidad del material reflectante de infrarrojos es preferiblemente no inferior a 0,1% en peso, más preferiblemente no inferior a 1% en peso, y aún más preferiblemente no inferior a 10% en peso. Además, se puede mezclar un material de formación de composición utilizado en cada campo, y se pueden mezclar posteriormente diversos tipos de aditivos.

En el caso en el que el material reflectante de infrarrojos se usa como el material de revestimiento y la tinta, específicamente, que no sea un material formador de película de revestimiento o un material formador de película de tinta, se pueden mezclar un solvente, un agente dispersante, un pigmento, una carga, un agregado, un espesante, un agente de control de fluidez, un agente de nivelación, un agente de curado, un agente de reticulación, un catalizador para el curado, y similares. Como el material formador de película de revestimiento, se pueden usar, por ejemplo, componentes orgánicos tales como resinas acrílicas, resinas alquídicas, resinas de uretano, resinas de poliéster y resinas aminicas, y componentes inorgánicos tales como organosilicato, organotitanato, cemento, y yeso. Como el material formador de película de tinta, se pueden usar resinas de uretano, resinas acrílicas, resinas de poliamida, resinas de acetato de vinilo y sal, resinas de propileno clorado, y similares. Se pueden usar, sin limitación, diversos tipos de resinas tales como resinas curables por calor, resinas curables a temperatura ambiente, y resinas curables por radiación ultravioleta tanto para el material de formación de película de revestimiento como para el material de formación de película de tinta. Al usar una resina curable por luz ultravioleta de un monómero o un oligómero, se mezclan un iniciador de fotopolimerización y un fotosensibilizador. La mezcla obtenida se aplica, e irradia con luz ultravioleta para curar la resina curable por radiación ultravioleta. De ese modo, sin aplicar carga térmica al material de base, se obtiene preferiblemente una película de revestimiento que tiene alta dureza y adhesión.

El material de revestimiento se puede aplicar sobre un material de base para producir un reflector de infrarrojos. Este reflector de infrarrojos se puede utilizar como un material de protección frente a la radiación infrarroja y como un material de aislamiento térmico. Como el material de base, se pueden usar materiales de diversos tipos y calidades. Específicamente, se pueden usar diversos materiales de construcción, materiales de ingeniería civil, y similares. El reflector de infrarrojos producido se puede usar como un material de techo, un material de paredes, y un material de suelo para casas y fábricas, y como material de pavimentación que forma carreteras y pavimentos. El espesor del reflector de infrarrojos se puede establecer arbitrariamente de acuerdo con diversas aplicaciones. Por ejemplo, en el caso en el que el reflector de infrarrojos se usa como material de techo, el espesor del mismo es habitualmente de 0,1 a 0,6 mm, y preferiblemente de 0,1 a 0,3 mm. En el caso en el que el reflector de infrarrojos se usa como material de pavimentación, el espesor del mismo es habitualmente de 0,5 a 5 mm y preferiblemente de 1 a 5 mm. Con el fin de aplicar el material de revestimiento sobre el material de base, es posible utilizar un método de aplicación o pulverización y un método de aplicación con espátula. Después de la aplicación, el revestimiento se puede secar, quemar, o curar cuando sea necesario.

En el caso en el que el material reflectante de infrarrojos se usa como una composición de resina, una resina, un pigmento, un tinte, un agente dispersante, un lubricante, un material antioxidante, un agente absorbente de radiación ultravioleta, un estabilizante a la luz, un agente antiestático, un retardante de llamas, un desinfectante, y similares se amasan con el material reflectante de infrarrojos, y se moldean en una forma arbitraria tal como una forma de película, una forma de lámina, y una forma de placa. Como la resina, se pueden usar resinas termoplásticas tales como resinas de poliolefina, resinas de poliestireno, resinas de poliéster, resinas acrílicas, resinas de policarbonato, fluororesinas, resinas de poliamida, resinas celulósicas, y resinas polilácticas, y resinas curables por calor tales como resinas de fenol y resinas de uretano. Dicha composición de resina se puede moldear de una forma arbitraria tal como una película, una lámina y una placa, y se puede usar como reflectores de infrarrojos para usos industriales, usos agrícolas, y usos domésticos. La composición se puede usar también como un material de aislamiento térmico que protege de los rayos infrarrojos.

Ejemplos

De aquí en adelante, la presente invención se describirá usando ejemplos y ejemplos comparativos, pero la presente invención no estará limitada a esos ejemplos.

Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención)

3,68 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,94 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio (CaTiO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra A).

La superficie específica de la Muestra A fue de 1,03 m^2/g , y el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor fue de 0,72 μm . El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 2 (no de acuerdo con la invención)

4,02 g de carbonato de estroncio SrCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,18 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de estroncio (SrTiO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra B).

La superficie específica de la Muestra B fue de 1,33 m^2/g . El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 3 (no de acuerdo con la invención)

- 5 4,23 g de carbonato de bario BaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 1,71 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de bario (BaTiO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra C).

La superficie específica de la Muestra C fue de 1,39 m²/g. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 4 (no de acuerdo con la invención)

- 10 3,68 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,94 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio (CaTiO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra D).
- 15 La superficie específica de la Muestra D fue de 0,59 m²/g, y el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor fue de 1,23 µm. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 5 (no de acuerdo con la invención)

- 20 2,79 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 3,43 g de óxido de circonio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener circonato de calcio (CaZrO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra E). El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 6 (no de acuerdo con la invención)

- 25 3,25 g de carbonato de estroncio SrCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,72 g de óxido de circonio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener circonato de estroncio (SrZrO_3) que tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra F). El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.
- 30

Ejemplo 7 (no de acuerdo con la invención)

- 35 6,87 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 3,65 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, como agente de fusión, se añadieron 5,26 g de cloruro de sodio NaCl (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 5,26 g de cloruro de potasio KCl (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza de 99,99%), y además se mezclaron y agitaron suficientemente con el mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, se coció a 1.400°C durante 4 horas y se lavó con agua para obtener titanato de calcio ($\text{Ca}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$) que tenía una estructura de tipo perovskita estratificada (Muestra G). El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.
- 40

Ejemplo 8 (no de acuerdo con la invención)

- 45 3,68 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,93 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de óxido de aluminio Al_2O_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener un titanato de calcio que contenía aluminio ($\text{CaTiO}_3\cdot\text{Al}$) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra H). La relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,005. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

- 50 Ejemplo 9 (no de acuerdo con la invención)

3,70 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 2,86 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), y 0,06 g de óxido de aluminio Al_2O_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada

de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener aluminio que contenía titanato de calcio (CaTiO_3 : Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra I).

La superficie específica de la Muestra I fue de 0,13 m^2/g , y el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor fue de 11 μm . La relación atómica (relación en moles) (Al/Ti) del aluminio con respecto al titanio fue de 0,03. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplos 10 a 16

Con respecto al carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), el dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), y el dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), se pesaron las cantidades respectivas descritas en la Tabla 1, y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de cada mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestras J a P).

Las relaciones atómicas (relación en moles) (Mn/Ti) del manganeso con respecto al titanio en las muestras J a P fueron 0,11, 0,25, 0,41, 0,67, 0,96, 1,5, y 2,22, respectivamente, obtenidas a partir de los resultados del análisis espectrográfico por fluorescencia de rayos X (RIX2100, fabricado por Rigaku Corporation). El contenido de cromo en cada muestra no fue más que un límite de detección de la medición. La Tabla 1 muestra cada superficie específica de las muestras J, L, N y P, y cada tamaño medio de partícula calculado a partir del valor de la superficie específica.

Tabla 1

	Muestra	Carbonato de calcio (g)	Dióxido de titanio (g)	Dióxido de Manganeso (g)	Superficie específica (m^2/g)	Tamaño medio de partícula (μm)
Ejemplo 10	J	3,66	2,63	0,32	1,54	0,86
Ejemplo 11	K	3,64	2,33	0,63	—	—
Ejemplo 12	L	3,62	2,02	0,94	1,03	1,38
Ejemplo 13	M	3,61	1,73	1,25	—	—
Ejemplo 14	N	3,59	1,43	1,68	0,75	1,86
Ejemplo 15	O	3,57	1,14	1,86	—	—
Ejemplo 16	P	3,55	0,85	2,16	0,32	4,25

Ejemplos 17 a 20

Con respecto al carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), el dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), y el sesquióxido de hierro Fe_2O_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), se pesaron las cantidades respectivas descritas en la Tabla 2, y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de cada mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía hierro y tenía una estructura de tipo perovskita (muestras Q a T).

Las relaciones atómicas (relación en moles) del hierro con respecto al titanio (Fe/Ti) en las muestras Q a T fueron 0,12, 0,28, 0,43 y 0,70, respectivamente, obtenidas a partir de los resultados del análisis espectrográfico por fluorescencia de rayos X (RIX2100, fabricado por Rigaku Corporation). El contenido de cromo en cada muestra no fue más que un límite de detección de la medición.

Tabla 2

	Muestra	Carbonato de calcio (g)	Dióxido de titanio (g)	Sesquióxido de hierro (g)
Ejemplo 17	Q	3,66	2,63	0,29
Ejemplo 18	R	3,64	2,32	0,58
Ejemplo 19	S	3,62	2,02	0,87
Ejemplo 20	T	3,60	1,72	1,15

Ejemplo 21

- Se pesaron 3,59 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,02 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), 0,94 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de óxido de magnesio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y magnesio (CaTiO_3 : Mn, Mg) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra U). La relación atómica (relación en moles) del magnesio con respecto al calcio (Mg/Ca) fue de 0,01, y la relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 0,43. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 22

- Se pesaron 3,62 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,02 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), 0,94 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía aluminio y manganeso (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra V).
- La superficie específica de la Muestra V fue de 0,50 m²/g, y el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor fue de 2,86 μm . La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 0,43 y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,007. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 23

- En el Ejemplo 23, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 22 excepto que se usaron 0,02 g de α -alúmina en lugar de 0,01 g, para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra W). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 0,43, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,014. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 24

- En el Ejemplo 24, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 22, excepto que se usaron 0,03 g de óxido de galio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) en lugar de 0,01 g de α -alúmina, para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y galio (CaTiO_3 : Mn, Ga) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra X). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 0,43 y la relación atómica (relación en moles) del galio con respecto al titanio (Ga/Ti) fue de 0,014. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 25

- Se pesaron 3,59 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 1,43 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), 1,56 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra Y).
- La superficie específica de la muestra Y fue de 0,74 m²/g, y el tamaño medio de partícula calculado a partir del valor fue de 1,88 μm . La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,01. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 26

- Se pesaron 3,64 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 1,16 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), 1,27 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,19 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de

calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra Z). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,25 y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,25. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

5 Ejemplo 27

Se pesaron 3,60 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 1,87 g de dióxido de titanio de alta pureza (PT-301 fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., pureza del 99,99%), 0,94 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,15 g de óxido de cinc ZnO (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y cinc (CaTiO_3 : Mn, Zn) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra a). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 0,77 y la relación atómica (relación en moles) del cinc con respecto al titanio (Zn/Ti) fue de 0,08. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 28

3,31 g de carbonato de estroncio SrCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,48 g de óxido de circonio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,19 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener circonato de estroncio que contenía manganeso (SrZrO_3 : Mn) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra b). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al circonio (Mn/Zr) fue de 0,11. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

25 Ejemplo 29

3,31 g de carbonato de estroncio SrCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,48 g de óxido de circonio (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 0,19 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.400°C durante 4 horas para obtener circonato de estroncio que contenía manganeso y aluminio (SrZrO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra c). La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al circonio (Mn/Zr) fue de 0,11, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al circonio (Al/Zr) fue de 0,006. El contenido de cromo no fue más que un límite de detección de la medición.

Ejemplo 30

Se pesaron 7,18 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,83 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas (Al/Ti = 0,03)), 3,12 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,02 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra d).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040. El calcio fue 1 mol basado en 1 mol de la cantidad total de titanio, manganeso, y aluminio.

Ejemplo 31

Se pesaron 7,48 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,79 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas (Al/Ti = 0,03)), 3,07 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,02 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra e).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040. El calcio fue 1,06 moles basado en 1 mol de la cantidad total de titanio, manganeso, y aluminio.

Ejemplo 32

- 5 Se pesaron 7,67 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,76 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas (Al/Ti = 0,03)), 3,03 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,02 g de α -alúmina $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra f).

- 15 La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040. El calcio fue 1,10 moles basado en 1 mol de la cantidad total de titanio, manganeso, y aluminio.

Ejemplo 33

- 20 Se pesaron 2,87 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 1,13 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas (Al/Ti = 0,03)), 1,25 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,01 g de hidróxido de aluminio Al(OH)_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. La mezcla obtenida se transformó en una suspensión con agua, y posteriormente se evaporó a sequedad. A continuación, el sólido obtenido se trituró con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra g).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040.

Ejemplo 34

- 30 En el Ejemplo 34, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 33 excepto que se usaron 1,11 g de dióxido de titanio (TTO-55N fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd.) sin hidróxido de aluminio en la superficie de las partículas en lugar de dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en la superficie de las partículas, y se usaron 0,04 g de hidróxido de aluminio Al(OH)_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%). Por lo tanto, se obtuvo titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra h).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040.

Ejemplo 35

- 40 En el Ejemplo 35, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 33 excepto que se añadieron 0,31 g de carbonato de potasio K_2CO_3 (fabricado por Kishida Chemical Co., Ltd., pureza del 99,5%) a la suspensión de la mezcla, y posteriormente se evaporó a la sequedad. Por lo tanto, se obtuvo titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra i).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040.

- 45 Ejemplo 36

En el Ejemplo 36, se realizó el mismo procedimiento que en el Ejemplo 33 excepto que se añadieron 0,17 g de carbonato de litio Li_2CO_3 (fabricado por Kishida Chemical Co., Ltd., pureza del 99,99%) a la suspensión de la mezcla, y posteriormente se evaporó a la sequedad. Por lo tanto, se obtuvo titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra j).

- 50 La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,01, y la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040.

Ejemplo 37

Se pesaron 7,00 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,46 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas ($\text{Al/Ti} = 0,03$)), 3,04 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 0,03 g de hidróxido de aluminio Al(OH)_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,53 g de dióxido de estaño SnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso, aluminio, y estaño (CaTiO_3 : Mn, Al, Sn) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra k).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,12, la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040, y la relación atómica (relación en moles) del estaño con respecto al titanio (Sn/Ti) fue de 0,11.

Ejemplo 38

Se pesaron 7,07 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,51 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas ($\text{Al/Ti} = 0,03$)), 3,07 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 0,03 g de hidróxido de aluminio Al(OH)_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,44 g de dióxido de circonio ZrO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso, aluminio, y circonio (CaTiO_3 : Mn, Al, Zr) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra l).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,12, la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040, y la relación atómica (relación en moles) del circonio con respecto al titanio (Zr/Ti) fue de 0,11.

Ejemplo 39

Se pesaron 7,19 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 2,78 g de dióxido de titanio (TTO-55A fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd., dióxido de titanio que tenía hidróxido de aluminio en una superficie de las partículas ($\text{Al/Ti} = 0,03$)), 3,12 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), 0,03 g de hidróxido de aluminio Al(OH)_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y 0,04 g de dióxido de silicio SiO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso, aluminio, y silicio (CaTiO_3 : Mn, Al, Si) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra m).

La relación atómica (relación en moles) del manganeso con respecto al titanio (Mn/Ti) fue de 1,03, la relación atómica (relación en moles) del aluminio con respecto al titanio (Al/Ti) fue de 0,040, y la relación atómica (relación en moles) del silicio con respecto al titanio (Si/Ti) fue de 0,021.

Ejemplo 40

La muestra g obtenida en el Ejemplo 33 se suspendió en agua pura, y se sometió a dispersión ultrasónica durante 10 minutos para preparar una suspensión.

Esta suspensión fue calentada. Mientras la suspensión se mantuvo a 75°C, bajo agitación, se añadió 10% en peso de silicato de sodio como SiO_2 a la suspensión durante 60 minutos. A continuación, la suspensión se agitó durante 30 minutos a 90°C. Luego, se añadió ácido sulfúrico al 2% durante 80 minutos hasta que el pH de la suspensión alcanzó 8. Una temperatura predeterminada se ajustó a 60°C, y posteriormente la suspensión se maduró durante 60 minutos.

A continuación, el pH de la suspensión se ajustó a 9. Luego, a la temperatura de la suspensión de 60°C, se añadieron simultáneamente 2% en peso de aluminato de sodio como Al_2O_3 y ácido sulfúrico durante 60 minutos. La suspensión se maduró durante 30 minutos y luego se filtró, lavó, y secó para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita y se revistió con 10% en peso de sílice en una primera capa y 2% en peso de alúmina en una segunda capa (Muestra n).

Ejemplo 41

Se colocó una cantidad predeterminada de la Muestra n obtenida en el Ejemplo 40 en un crisol de alúmina, y se coció de nuevo a 700°C durante 1 hora para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita y se revestió con sílice y alúmina (Muestra o).

5 Ejemplo 42

Se colocó una cantidad predeterminada de la Muestra g obtenida en el Ejemplo 33 en un crisol de alúmina, y se coció de nuevo a 900°C durante 4 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra p).

El valor de la superficie específica BET fue de 1,23 m²/g.

10 Ejemplo 43

Una cantidad predeterminada de la Muestra g obtenida en el Ejemplo 33 se colocó en un crisol de alúmina, y se coció de nuevo a 800°C durante 2 horas para obtener titanato de calcio que contenía manganeso y aluminio (CaTiO_3 : Mn, Al) y tenía una estructura de tipo perovskita (Muestra q).

Ejemplo comparativo 1

15 El dióxido de titanio fabricado por Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd. (material blanco para la reflexión en el infrarrojo cercano) se usó como la Muestra comparativa r.

Ejemplo Comparativo 2

20 2,94 g de óxido de itrio Y_2O_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) y 2,27 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., pureza del 99,99%) se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina, y se coció a 1.200°C durante 4 horas para obtener manganato de itrio (YMnO_3) (Muestra comparativa s).

Ejemplo comparativo 3

25 Se usaron los materiales de negro de óxido reflectante de infrarrojos comercialmente disponibles Pigment Black 17 $\langle\text{Cr}_2\text{O}_3\rangle$ y Pigment Black 27 $\langle(\text{Co,Fe})(\text{Fe,Cr})_2\text{O}_4\rangle$ como la Muestra comparativa t y la Muestra comparativa u, respectivamente.

Como resultado de la difracción de rayos X de las muestras de A hasta Z y de a hasta q, excepto la Muestra f, sólo se pudo identificar un compuesto correspondiente a cada composición, y se descubrió que la composición es de una sola fase.

30 Las muestras de A hasta I y la Muestra comparativa r se molieron suficientemente con un mortero de ágata. Luego, cada una de las muestras se colocó en un anillo de aluminio que tenía un diámetro de 30 mm, y se moldeó a presión a una carga de 9,8 MPa. El color del polvo se midió con un medidor de blancura NW-1 (fabricado por Nippon Denshoku Industries Co., Ltd.). Los resultados se muestran en la Tabla 3.

35 Además, cada una de las muestras de A hasta I y la Muestra comparativa r se colocaron en una celda específica, y la reflectancia espectral (reflectancia de la luz a una longitud de onda de 350 a 2.100 nm) se midió con un espectrofotómetro de infrarrojo cercano ultravioleta-visible V-570 (fabricado por JASCO Corporation, utilizando un Spectralon $\langle$ fabricado por Labsphere Inc. $\rangle$ como placa reflectora estándar). A continuación, de acuerdo con JIS R 3106, se calculó la reflectancia solar (reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos a la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm), y se muestra en la Tabla 3.

40 Se descubrió que las muestras de A hasta I obtenidas en los ejemplos tienen un valor L^* no inferior a 75, y tienen suficiente blancura. También se descubrió que las muestras de A hasta F, H, e I tienen un valor L^* no inferior a 90, que es aproximadamente el mismo o mayor que el de la Muestra comparativa r, y tienen una blancura elevada. Además, las muestras de A hasta F, H, e I muestran un tono en el que el valor a^* es aproximadamente de -3 a 10, y el valor b^* es aproximadamente de 1 a 10. Estos ponen en evidencia que las muestras se pueden usar como un material blanco.

También se descubrió que las reflectancias solares de las muestras de A hasta I son todas superiores a la de la Muestra comparativa r, el valor relativo es de 109 a 124 en donde la reflectancia solar de la Muestra comparativa r es 100, y las muestras de A hasta I todas tienen suficiente reflectividad infrarroja. También se reconoció que el contenido de aluminio mejora la reflectancia solar.

50

Tabla 3

	Color del polvo			Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra p es "100"
	L*	a*	b*		
Muestra A	94,6	2,7	1,9	82,8	109
Muestra B	97,0	0,0	3,0	85,7	113
Muestra C	98,7	-2,2	4,5	87,3	115
Muestra D	94,0	1,5	1,9	84,0	111
Muestra E	98,2	-2,6	1,8	93,6	124
Muestra F	96,3	-1,3	3,3	92,1	122
Muestra G	78,8	9,4	9,8	87,5	116
Muestra H	94,0	1,6	2,0	91,7	121
Muestra I	93,8	2,1	4,2	92,0	122
Muestra comparativa r	94,4	-2,4	2,0	75,9	100

El color de los polvos de las muestras (de J hasta Z y de a hasta c, y las muestras comparativas de s hasta u) se midió por el método, y los resultados se muestran en la Tabla 4. Además, la reflectancia solar (reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm) se calculó mediante el método, y se muestra en la Tabla 4.

Las muestras de J hasta P (titanato de calcio que contiene manganeso) tienen suficiente negrura. Particularmente, las muestras de K hasta P muestran el valor L* de no más de 40 y un tono en el que el valor a* es aproximadamente de 0 a 20, y el valor b* es aproximadamente de -1 a 10. Estos ponen en evidencia que las muestras se pueden usar como un material negro. También se descubrió que las reflectancias solares de las muestras de J hasta P son todas más altas que la de la Muestra comparativa u, siendo un valor relativo de 117 a 249 en las muestras de K hasta P en donde la reflectancia solar de la Muestra comparativa u es 100 y las muestras de J hasta P todas tienen suficiente reflectividad infrarroja. Además, se descubrió que las muestras de K hasta M pueden ser comparables con las muestras comparativas s y t, y son un material negro que tiene alta reflectividad infrarroja.

Además, las muestras de Q hasta T (titanato de calcio que contiene hierro) tienen suficiente negrura, y el valor de L* no es superior a 40. Asimismo, las muestras de Q hasta T presentan un tono en el que el valor a* es aproximadamente de 0 a 10, y el valor b* es aproximadamente de 1 a 5. Estos ponen en evidencia que las muestras se pueden usar como un material negro. Aunque las reflectancias solares de las muestras de Q hasta T no excedieron a las de la Muestra comparativa u, las muestras de Q hasta T tienen la ventaja de que no contienen cromo. Particularmente, se descubrió que la Muestra Q tiene aproximadamente la misma reflectancia solar y negrura que la de la Muestra comparativa u.

En el titanato de calcio que contiene manganeso, se reconoció una mejora en la reflectancia solar al contener magnesio, aluminio, galio, y cinc en las muestras de U hasta Z y a.

También en el circonato de estroncio, se confirmó que se podía obtener negrura al contener manganeso, y que la reflectancia solar se podía mejorar al contener aluminio.

Tabla 4

	Color del polvo			Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra s es "100"
	L*	a*	b*		
Muestra J	41,2	16,7	19,5	70,7	284
Muestra K	34,7	15,1	9,9	62,0	249
Muestra L	31,0	9,0	3,3	52,1	209
Muestra M	28,1	4,4	0,3	43,8	176
Muestra N	28,1	1,6	-0,6	36,8	148

	Color del polvo			Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra es "100"
	L*	a*	b*		
Muestra O	29,1	1,1	0,1	33,0	133
Muestra P	29,3	0,0	0,1	29,1	117
Muestra Q	28,5	7,3	2,1	23,2	93
Muestra R	26,1	2,1	1,2	14,5	58
Muestra S	26,7	1,2	1,1	13,8	55
Muestra T	30,4	2,2	4,1	16,1	65
Muestra U	30,3	7,9	2,1	57,3	230
Muestra V	31,4	8,4	2,3	59,6	239
Muestra W	30,8	8,5	2,3	59,6	239
Muestra X	28,7	7,5	1,7	58,9	237
Muestra Y	28,9	0,0	-0,6	48,4	194
Muestra Z	26,7	6,7	1,9	49,3	198
Muestra a	32,9	9,6	5,5	57,3	230
Muestra b	24,8	3,7	2,0	20,7	83
Muestra c	26,0	6,2	3,6	28,0	112
Muestra comparativa s	23,7	-3,9	-7,8	40,8	164
Muestra comparativa t	24,9	4,3	0,9	36,6	147
Muestra comparativa u	24,1	3,6	0,6	24,9	100

Usando las muestras desde d hasta f, se calcularon mediante el método descrito las reflectancias solares (las reflectancias de los rayos infrarrojos cercanos de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm y la reflectancia de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 300 a 2100 nm), y se muestran en la Tabla 5. El color de los polvos de las muestras desde d hasta f se midió por el método, y los resultados se muestran en la Tabla 6.

Se descubrió que la reflectancia solar de la Muestra e (titanato de calcio que contiene manganeso y aluminio en donde $\alpha/\beta = 1,06$) es de aproximadamente 104 como un valor relativo en el que la reflectancia solar de la Muestra d (titanato de calcio que contiene manganeso y aluminio en donde $\alpha/\beta = 1,00$) es 100, y la Muestra e es un pigmento negro que tiene mayor reflectividad infrarroja. Por otro lado, aunque la reflectancia solar de la Muestra f (titanato de calcio que contiene manganeso y aluminio en donde $\alpha/\beta = 1,10$) fue alta, se reconoció la producción de otra fase.

Tabla 5

	Reflectancia solar (300 a 2.100 nm)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (300 a 2.100 nm) de la Muestra d es "100"	Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra d es "100"
Muestra d	32,7	100	47,4	100
Muestra e	33,7	103	49,1	104
Muestra f	34,8	106	51,2	108

Tabla 6

	Color del polvo		
	L*	a*	b*
Muestra d	26,6	2,1	-0,5

	Color del polvo		
	L*	a*	b*
Muestra e	25,9	4,7	-0,1
Muestra f	26,3	5,7	0,9

Usando las muestras desde g hasta j, se calculó mediante el método descrito la reflectancia solar (reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm), y se muestra en la Tabla 7.

- 5 Al comparar la Muestra g con la Muestra h, se descubrió que la Muestra g que contiene dióxido de titanio en la que se hace que el hidróxido de aluminio esté incluido de antemano en la superficie de las partículas de dióxido de titanio tiene mayor reflectancia solar y mayor reflectividad infrarroja.

La reflectancia solar de la Muestra i (a la que se agregó un compuesto de potasio) y la de la Muestra j (a la que se agregó un compuesto de litio) fueron aproximadamente iguales a la de la Muestra g (a la que no se agregó compuesto de potasio ni de litio).

- 10 Las figuras 1 a 3 muestran micrografías electrónicas de las muestras g, i, y j. Se descubrió que las muestras i y j tienen un tamaño de partícula más uniforme que el de la Muestra g. La Figura 4 muestra el resultado obtenido al medir la distribución del tamaño de partícula de la Muestra i y la Muestra g con un aparato de procesamiento de imágenes (LUZEX AP, fabricado por Seishin Enterprise Co., Ltd.). Se descubrió que la Muestra i (que se muestra con ● en el diagrama) tiene una distribución del tamaño de partícula más estrecha que la de la Muestra g (que se muestra con ■ en el diagrama). Además, se descubrió que el tamaño medio de partícula de la Muestra i es de 1,23 μm y menor que el tamaño medio de partícula de la Muestra g, que es de 1,65 μm.

Tabla 7

	Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)
Muestra g	46,1
Muestra h	25,3
Muestra i	46,0
Muestra j	46,2

- 20 Usando las muestras desde k hasta m, se calcularon por el método descrito las reflectancias solares (la reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm y la reflectancia de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 300 a 2.100 nm), y se muestran en la Tabla 8,

Se descubrió que las muestras desde k hasta m son un pigmento negro que tiene una reflectividad infrarroja mayor que la de la Muestra comparativa u (Pigment Black 27 <(Co,Fe) (Fe,Cr)₂O₄>).

Tabla 8

	Reflectancia solar (300 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (300 a 2.100 nm) de la Muestra comparativa u es "100"	Reflectancia solar (700 a 2.100 nm) (%)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra comparativa u es "100"
Muestra k	27,3	140	37,7	151
Muestra l	31,0	159	44,1	177
Muestra m	27,6	142	38,5	155
Muestra comparativa u	19,5	100	24,9	100

- 25 Usando la Muestra g obtenida en el Ejemplo 33, se mezcló una cantidad predeterminada de la Muestra g con la Muestra comparativa r (material blanco de dióxido de titanio para la reflexión del infrarrojo cercano) con el fin de obtener una mezcla. Como comparación, se mezclaron una cantidad predeterminada de negro de carbono comercialmente disponible (Muestra comparativa v, fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd.) y una cantidad predeterminada de la Muestra comparativa r para obtener una mezcla comparativa. Se calcularon mediante

el método descrito las reflectancias solares de estas mezclas (la reflectancia de los rayos infrarrojos cercanos a la luz solar en una longitud de onda en el intervalo de 700 a 2.100 nm y la reflectancia de la luz solar a una longitud de onda en el intervalo de 300 a 2.100 nm); y se muestran en la Tabla 9. Además, el color del polvo de la mezcla se midió por el método, y el resultado se muestra en la Tabla 10.

- 5 Cuando la muestra comparativa r (dióxido de titanio) se mezcla con la Muestra g, como la proporción de la Muestra comparativa r es mayor, la reflectancia solar aumenta gradualmente mientras que el valor de L^* aumenta gradualmente. El mismo resultado se obtiene incluso cuando la Muestra comparativa r (dióxido de titanio) se mezcla con negro de carbono (Muestra comparativa v). Sin embargo, al comparar las muestras que tienen el valor L^* de 72 a 74, se descubrió que la reflectancia solar es mayor en aquellas en las que se mezcla la Muestra g.

10

Tabla 9

Proporción mezclada de la Muestra g (% en peso)	Proporción mezclada de la Muestra comparativa v (% en peso)	Proporción mezclada de la Muestra comparativa r (% en peso)	Reflectancia solar (300 a 2.100 nm)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (300 a 2.100 nm) de la Muestra g es "100"	Reflectancia solar (700 a 2.100 nm)	Valor relativo en el que la reflectancia solar (700 a 2.100 nm) de la Muestra g es "100"
100	0	0	32,0	100	46,1	100
70	0	30	37,8	118	50,6	110
50	0	50	42,4	133	54,0	117
20	0	80	53,4	167	61,8	134
10	0	90	59,4	186	66,1	143
5	0	95	65,6	205	70,6	153
0	50	50	35,6	111	34,8	75
0	20	80	37,1	116	36,2	79
0	10	90	42,4	133	41,4	90
0	5	95	50,2	157	49,4	107
0	0	100	75,9	237	77,8	169

Tabla 10

Proporción mezclada de la Muestra g (% en peso)	Proporción mezclada de la Muestra comparativa v (% en peso)	Proporción mezclada de la Muestra comparativa r (% en peso)	Color del polvo		
			L^*	a^*	b^*
100	0	0	26,6	2,1	-0,5
70	0	30	37,4	1,1	-1,5
50	0	50	46,3	0,6	-1,8
20	0	80	63,6	-0,5	-2,3
10	0	90	72,5	-0,9	-2,1
5	0	95	80,6	-1,5	-1,5
0	50	50	57,8	-1	-0,5
0	20	80	62,9	-1,2	-0,2
0	10	90	67,0	-1,1	0,1
0	5	95	74,3	-1,5	-0,1
0	0	100	90,4	-3	0,6

Las propiedades de elución con agua de la Muestra L obtenida en el Ejemplo 12 y la del manganato de calcio (Ca_2MnO_4) preparado con un método descrito a continuación se evaluaron usando el siguiente método.

Se colocaron 5 g de cada muestra en una disolución acuosa de 500 ml ajustada a pH de 3 con ácido clorhídrico. Mientras el pH se mantuvo en 3 usando un controlador de pH (FD-02, fabricado por Tokyo Glass Kikai Co., Ltd.), el muestreo se realizó después de 10 minutos, 40 minutos, 120 minutos y 330 minutos. Cada suspensión muestreada se filtró con un filtro de membrana (A045A047A, fabricado por ADVANTEC) para recuperar un filtrado. La concentración de ion de calcio incluida en el filtrado recuperado se midió con un espectrómetro de emisión óptica multi-ICP (fabricado por Varian Technologies Japan Ltd., tipo 730-ES). La Tabla 11 muestra los valores obtenidos al restar un valor inicial a la concentración de ion calcio después de 40 minutos, desde ahí hasta 120 minutos, y desde ahí hasta 330 minutos donde la concentración de ion calcio después de 10 minutos es el valor inicial.

Se confirmó que la cantidad de Muestra L en el Ejemplo 12 a eluir con agua fue significativamente menor que la del manganato de calcio, y la Muestra L tenía una elevada resistencia a la elución con agua.

Método para preparar el manganato de calcio

Se pesaron 5,03 g de carbonato de calcio CaCO_3 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., 99,99%) y 2,18 g de dióxido de manganeso MnO_2 (fabricado por Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd., 99,99%), y se mezclaron y agitaron suficientemente con un mortero de ágata. A continuación, se colocó una cantidad predeterminada de la mezcla en un crisol de alúmina y se coció a 1.200°C durante 4 horas para sintetizar el manganato de calcio (Ca_2MnO_4).

Tabla 11

Concentración de ion de calcio (ppm)	Muestra L	Ca_2MnO_4
Después de 40 minutos	3	287
Después de 120 minutos	5	621
Después de 330 minutos	10	1.189

La Tabla 12 muestra los resultados de la reflectancia solar a 700 a 2.100 nm en las muestras g y n hasta q. Además, la Tabla 13 muestra los resultados obtenidos al evaluar las propiedades de elución con agua de las muestras g, o, y p mediante el método.

Se descubrió que las reflectancias solares de las muestras desde n hasta q son comparables con la de la Muestra g. También se confirmó que la cantidad de calcio a eluir con agua en las muestras g, o, y p fue significativamente menor que la de la Muestra g en el Ejemplo 33, y las muestras g, o, y p tienen una alta resistencia a la elución con agua.

Tabla 12

	Reflectancia solar (700 a 2100 nm) (%)
Muestra g	46,1
Muestra n	45,5
Muestra o	40,5
Muestra p	43,8
Muestra q	43,7

Tabla 13

Concentración de ion de calcio (ppm)	Muestra g	Muestra n	Muestra o
Después de 10 minutos	21	4	5
Después de 40 minutos	32	5	14
Después de 120 minutos	55	6	25
Después de 240 minutos	70	9	37

Además, la Tabla 14 muestra los resultados obtenidos al evaluar las propiedades de elución con agua de las muestras g, p, y q mediante el siguiente método.

Se colocaron 5 g de cada muestra en una disolución acuosa de 500 mL de ácido clorhídrico ajustada a 0,2 mol/L (concentración, 10 g/L). La suspensión se agitó durante 2 horas mientras la temperatura de la misma se mantuvo a 40°C. Luego, la suspensión se filtró con un filtro de membrana (A045A047A, fabricado por ADVANTEC) para recuperar un filtrado. La concentración de ion de calcio incluida en el filtrado recuperado se midió con un espectrómetro de emisión óptica multi-ICP (fabricado por Varian Technologies Japan Ltd., tipo 730-ES) (primera medición).

A continuación, el polvo que permaneció en el filtro de membrana se secó a 60°C durante 2 horas, y se volvió a colocar en una disolución acuosa de ácido clorhídrico de 500 mL ajustada a 0,2 mol/L (concentración; 10 g/L). Se realizó agitación durante 2 horas a 40°C. Se recuperaron el polvo y un filtrado usando el filtro de membrana. La concentración de ion calcio en el filtrado se midió con el espectrómetro de emisión óptica ICP anteriormente mencionado (segunda medición).

Posteriormente, se repitió esta operación, y se midió la concentración del ion calcio 4 veces en total. La Tabla 14 muestra los valores de diferencia obtenidos restando los valores medidos de la concentración de ion calcio de la Muestra p a los valores medidos de la concentración de ion calcio de la Muestra g y los valores de diferencia obtenidos restando los valores medidos de la concentración de ion calcio de la Muestra q a los valores medidos de la concentración de ion calcio de la Muestra g.

Como resultado, se confirmó que la cantidad de calcio a eluir con agua en las muestras p y q fue más pequeña que la de la Muestra g, y que las muestras p y q tienen una alta resistencia a la elución con agua.

Tabla 14

Valor diferencial de la concentración de ion de calcio (ppm)	Muestra p	Muestra q
Primera medición	27	9
Segunda medición	19	14
Tercera medición	17	2
Cuarta medición	22	20

Se confirmó que las muestras de A hasta Z y de a hasta q son polvo, y se pueden mezclar con un material de revestimiento o una composición de resina.

Aplicabilidad industrial

El material reflectante de infrarrojos como se usa en la presente invención es un óxido complejo de tipo perovskita que contiene al menos un elemento de metal alcalinotérreo y al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro, y que contiene un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica o un elemento de cinc cuando sea necesario. El material reflectante de infrarrojos tiene suficiente reflectividad infrarroja y, además, tiene excelentes características tales como alta estabilidad térmica y resistencia al calor, y está exento de problemas de seguridad y medioambientales. En consecuencia, el material reflectante de infrarrojos se puede usar para diversas aplicaciones reflectantes de infrarrojos.

Particularmente, debido a que el material reflectante de infrarrojos es resistente a la disolución en agua y la reducción en la reflectividad infrarroja causada por la elución es pequeña, el material reflectante de infrarrojos se puede usar para disminuir el fenómeno isla de calor o similar, por ejemplo, aplicando el material reflectante de infrarrojos sobre los techos y las paredes exteriores de los edificios, utilizando el material reflectante de infrarrojos como una composición de resina para películas y láminas, o aplicando el material reflectante de infrarrojos sobre carreteras y pavimentos.

REIVINDICACIONES

1. El uso de un óxido complejo de tipo perovskita que contiene (a) al menos un elemento de metal alcalinotérreo, (b) al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y (c) un elemento de manganeso y/o un elemento de hierro, como un material reflectante de infrarrojos.
- 5 2. El uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el elemento de metal alcalinotérreo es al menos uno seleccionado de calcio, estroncio, y bario.
3. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el óxido complejo de tipo perovskita contiene al menos un elemento de magnesio; un elemento de metal alcalinotérreo distinto de magnesio; y al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio, y niobio.
- 10 4. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el óxido complejo de tipo perovskita comprende además un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica.
5. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica es al menos uno seleccionado de aluminio y galio.
- 15 6. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el óxido complejo de tipo perovskita comprende además un elemento de cinc.
7. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que $1 < \alpha/\beta \leq 1,5$ en el que el contenido del elemento de metal alcalinotérreo es α mol, y un contenido total de al menos un elemento seleccionado entre titanio, circonio, y niobio, el elemento de manganeso y/o el elemento de hierro, el elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica, y el elemento de cinc es β mol.
- 20 8. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el óxido complejo de tipo perovskita tiene una estructura de tipo perovskita estratificada.
9. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que una superficie de las partículas del óxido complejo de tipo perovskita está revestida con un compuesto inorgánico y/o un compuesto orgánico.
- 25 10. El uso de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el compuesto inorgánico es un compuesto de al menos uno seleccionado de silicio, circonio, aluminio, titanio, antimonio, fósforo, y estaño.
11. Un método para producir un óxido complejo de tipo perovskita para usar como un material reflectante de infrarrojos, que comprende las etapas de:
(i) mezclar (a) al menos un compuesto de metal alcalinotérreo con (b) un compuesto de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio, y (c) un compuesto de manganeso y/o un compuesto de hierro para producir una mezcla, y
30 (ii) cocer la mezcla.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende las etapas de:
(i) mezclar al menos un compuesto de magnesio y un compuesto de metal alcalinotérreo distinto de magnesio con un compuesto de al menos un elemento seleccionado de titanio, circonio y niobio para producir una mezcla, y
35 (ii) cocer la mezcla.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que un compuesto de un elemento del Grupo IIIa de la tabla periódica se mezcla posteriormente en la etapa (i).
14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que un compuesto de cinc se mezcla posteriormente en la etapa (i).
- 40 15. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que un compuesto de metal alcalino se mezcla posteriormente en la etapa (i).
16. Un método de producir un óxido complejo de tipo perovskita para usar como un material reflectante de infrarrojos, que comprende de nuevo cocer un óxido complejo de tipo perovskita producido mediante el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15.
- 45 17. El uso del óxido complejo de tipo perovskita como se define de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, como un material reflectante de infrarrojos en un material de revestimiento.
18. El uso del óxido complejo de tipo perovskita como se define de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, como un material reflectante de infrarrojos en una composición de resina.

19. El uso de acuerdo con la reivindicación 17, en el que el material de revestimiento se aplica sobre un material de base de un reflector de infrarrojos.

FIG. 1

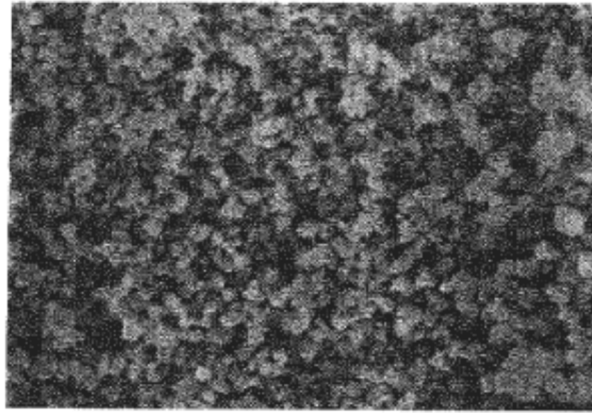


FIG. 2

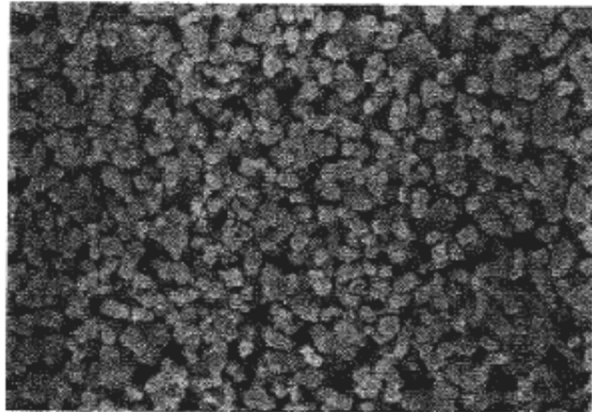


FIG. 3

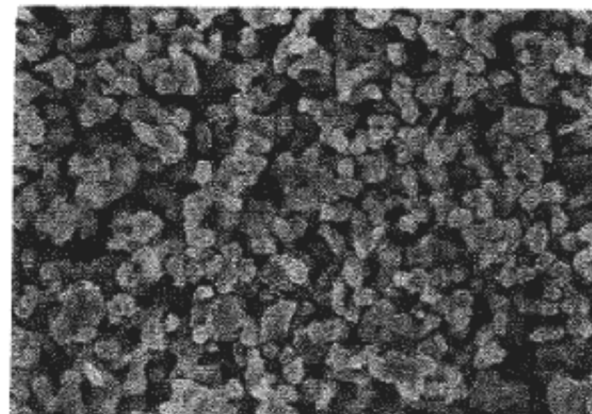


FIG. 4

