

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 168**

51 Int. Cl.:

B22C 9/10 (2006.01)

B22C 9/00 (2006.01)

B22D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2008 E 08748941 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2012 EP 2136943**

54 Título: **Material de soporte para la producción de piezas de trabajo**

30 Prioridad:

16.04.2007 DE 102007017754

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

19.02.2013

73 Titular/es:

**HERMLE MASCHINENBAU GMBH (100.0%)
INDUSTRIESTRASSE 8-12
78559 GOSHEIM, DE**

72 Inventor/es:

DIRSCHERL, MARKUS

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 396 168 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 de soporte para la producción de piezas de trabajo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción de una pieza de trabajo con al menos un espacio libre u otra parte no rellena y un material de soporte adecuado para esto.

10 Piezas de trabajo con partes no rellenas, tales como cavidades, escotaduras, entalladuras, muescas, espacios huecos etc., que se denominan por motivos de simplicidad en lo sucesivo de forma general "espacio libre", comprendiendo esta expresión también espacios que no están rodeados por una pared por todos los lados, tales como muescas.

15 En un procedimiento adecuado para la producción de formas complejas se inyectan una tras otras capas que estructuran el cuerpo. En los puntos en los que se debe producir en el cuerpo terminado un espacio libre se usa un material que se puede extraer después de la terminación del cuerpo. Para que un material se pueda utilizar para tales procedimientos, se tiene que poder retirar después de la terminación del cuerpo para la formación del espacio libre, debiéndose realizar la retirada de forma sencilla y económica.

20 Por norma general se trata de material desprendible que se puede desprender después de terminar el conformado. El uso de medios que contienen agua que están fácilmente disponibles y que son fáciles de desechar por tanto es deseado.

El material desprendible usado como "espaciador" se denomina también "núcleo perdido" o "molde perdido".

25 Un material que se pueda usar para núcleos perdidos tiene que cumplir diversos requisitos, entre otras cosas tiene que resistir esfuerzos mecánicos y térmicos. Estos requisitos no se cumplen por las sales solubles en agua deseables para núcleos perdidos. A pesar de que las sales son un material interesante en vista de su solubilidad y disponibilidad, su uso no es posible debido a su fragilidad en procedimientos con sollicitación mecánica, tales como inyección térmica, inyección con gas frío o compactación. Las sales no pueden resistir debido a su fragilidad el esfuerzo mecánico que se produce en tales procedimientos.

35 Por tanto, para este caso se tiene que encontrar otro material que por un lado resista esfuerzos mecánicos durante la producción de la pieza de trabajo sin daño, sin embargo, que por otro lado se pueda retirar después de la terminación sin destruir la pieza de trabajo.

40 En el documento DE 19 716 524 se propone proporcionar para la producción de cuerpos con al menos un espacio hueco un núcleo soluble en agua de una aleación de aluminio o magnesio. El objeto de esta solicitud es usar aleaciones de magnesio o aluminio cuyo contenido de óxido se ajuste de tal forma que, por un lado, la resistencia mecánica sea lo suficientemente alta y, por otro lado, la solubilidad sea suficiente para poder desprender a continuación el núcleo. Para cumplir este objetivo fue necesario usar aleaciones y añadir a las mismas una gran parte de óxidos.

45 Después de la terminación del cuerpo conformado, entonces, esta aleación se debe desprender con agua o una solución ácida o básica. Se observó que este material conocido no es adecuado para todos los procedimientos de conformado.

50 El documento US 3 722 574 A desvela un óxido de magnesio utilizado como un núcleo soluble en agua para producir partes de superaleación huecas mediante técnicas de colada a la cera perdida. El núcleo se puede formar mezclando suspensiones de óxido de magnesio y oxiclورو de magnesio, permitiendo a la mezcla endurecerse y después cociendo el cuerpo para formar el óxido correspondiente.

55 El documento US 3 701 379 A describe una colada de metal que tiene pasos internos y aberturas. Se puede formar vertiendo metal fundido en un molde que tiene dispuesto en el mismo un núcleo de óxido de magnesio. El núcleo se puede preparar formando una mezcla de óxido de magnesio y una resina evanescente y conformando esta mezcla mediante técnicas de moldeo adecuadas. Después, la resina evanescente se volatiliza lentamente para dejar un núcleo de MgO sustancialmente puro que se puede sinterizar para formar un cuerpo autoportante sin material carbonáceo. Después se prepara una colada alrededor del núcleo, se puede retirar lavando la colada en un medio no corrosivo tal como agua o ácido acético diluido.

60 Ahora era objetivo de la invención proporcionar un material de soporte que se pudiese llevar a prácticamente cualquier forma, se pudiese usar para prácticamente cualquier procedimiento de conformado para la formación de núcleos perdidos, que después de la terminación de la forma se pudiese retirar con complejidad razonable y esencialmente sin dañar el cuerpo de moldeo y cuya retirada cargase lo menor posible el medio ambiente. El material también se tiene que poder retirar cuando se trata de formas muy complejas o muy delicadas, por ejemplo, canales estrechos.

Además, el objetivo de la invención era proporcionar un material que se pudiese procesar también con procedimientos de inyección térmicos, particularmente inyección cinética o inyección de gas frío, que, por tanto, se pudiese someter a esfuerzo mecánicamente de forma suficiente y estuviese disponible de forma sencilla.

5 Estos objetivos se resuelven con un material de soporte que se puede usar como espaciador en la estructuración de piezas de trabajo con al menos un espacio libre, que está compuesto de un material corrosible compactado, siendo el material corrosible una mezcla o aleación de al menos dos metales, Mel y Mell, siendo el potencial normal de Mell en condiciones de reacción inferior al de Mel.

10 El material de soporte compactado de acuerdo con la invención contiene preferentemente al menos un metal Mell que con contacto con un medio corrosivo en condiciones definidas se puede corroer en un periodo de tiempo de 30 minutos a 10 horas al menos el 35, preferentemente al menos el 55 y de forma particularmente preferente al menos el 70%. La retirada del metal menos noble Mell depende de la geometría de la pieza de trabajo y del espacio libre. Si el espacio libre es, por ejemplo, un canal o una perforación alargada, como Mell se usa preferentemente un
15 componente de metal que con el contacto con un medio corrosivo conduce a una retirada de al menos 1 mm por 24 horas, preferentemente al menos 1 mm por 10 horas, particularmente al menos 1 mm por 5 horas o incluso 1 mm por hora o se retira incluso más rápidamente. Expresado en otras palabras, se prefiere un componente de metal que en una perforación alargada se disuelva por 24 horas, preferentemente 10 horas, más preferentemente 5 horas y particularmente 1 hora 1 mm en dirección longitudinal, de tal manera que el espacio libre "penetra" de forma correspondiente en el tiempo indicado 1 mm. El material de soporte de acuerdo con la invención tiene una estructura compactada que se puede obtener de forma adecuada mediante un procedimiento compactador de forma mecánica. Debido a esta estructura se obtiene una combinación de propiedades interesantes, que resuelve los objetivos que se han mencionado anteriormente.

25 Sorprendentemente se halló que se puede retirar un espaciador de una pieza de trabajo utilizando una reacción corrosiva electroquímica.

En la presente descripción a este respecto por "corrosión" se entiende cualquier reacción electroquímica de un metal Mell con un medio corrosivo líquido en presencia de un metal Mel o un componente de metal que contiene Mel, que
30 en condiciones de reacción tiene un mayor potencial normal que Mell, que conduce a una disolución considerable o completa de Mell con formación de gas. Como medio corrosivo se denomina un líquido que contiene iones que disuelve Mell debido a una reacción electroquímica en presencia de Mel.

La expresión "potencial normal" se refiere a este respecto siempre al potencial normal de un metal o un componente de metal en las condiciones de reacción (con respecto a temperatura, presión, tipo y cantidad de los iones de la solución, etc.) y no a la ubicación en la serie de tensión electroquímica.

La reacción electroquímica de Mell y el medio corrosivo tiene lugar en presencia de otro componente de metal Mel. La expresión "componente de metal" indica particularmente metales o aleaciones de metal que favorecen la reacción de corrosión.

De acuerdo con la invención se utiliza una combinación de un metal corrosible y al menos otro componente de metal que también puede ser, pero no tiene por qué ser corrosible, que con el contacto con un medio corrosivo tal como agua o un medio acuoso pierde muy rápidamente su estructura, disolviéndose al menos el metal corrosible y
45 permaneciendo otros metales existentes dado el caso al menos parcialmente en forma de partículas. El material de acuerdo con la invención tiene una estructura que aún una combinación de propiedades interesantes. Por un lado, el material ofrece una resistencia suficiente para poder servir en los más diversos procedimientos como espaciador, que también resiste una sollicitación mecánica que se realiza, por ejemplo, en el marco del conformado y/o procesamiento. Por otro lado, con el contacto con un medio corrosivo, el material se descompone muy rápidamente.

50 Estas propiedades se producen por un lado debido a las propiedades metálicas y mecánicas de los metales y, por otro lado, debido a la capacidad de corrosión del material en condiciones definidas.

Sin quedar ligado a ninguna teoría se supone que mediante un procesamiento con esfuerzo mecánico del material de soporte de acuerdo con la invención que aparece, por ejemplo, durante el conformado del espaciador, por ejemplo, mediante compactación, la capa de óxido o hidróxido que por lo demás protege al metal corrosible se altera de tal manera que a continuación con contacto con un líquido corrosivo las partículas de metal o la estructura son atacadas de forma muy sencilla, lo que conduce a una rápida corrosión. Por otro lado, debido al procesamiento compactador, el otro metal más noble se lleva a un contacto tan estrecho con el metal corrosible que la reacción corrosiva puede realizarse de forma muy rápida.

Se halló que una mezcla o aleación compactada de al menos dos metales o componentes de metal, Mel y Mell, cuyos potenciales normales electroquímicos en las condiciones de reacción presentan una diferencia, pudiéndose corroer al menos uno de los metales con el contacto con un medio corrosivo líquido en condiciones definidas en un periodo de tiempo predeterminado que puede ser, por ejemplo, de 30 minutos a 10 horas, hasta al menos el 35%, preferentemente al menos el 55% y de forma particularmente preferente al menos el 70%, es un material de soporte

5 ideal para formar un núcleo perdido. Como se ha indicado anteriormente, la retirada del metal menos noble Mell depende de la geometría de la pieza de trabajo y del espacio libre. Expresado en otras palabras se prefiere un componente de metal que en una perforación alargada por 24 horas, preferentemente 10 horas, más preferentemente 5 horas y particularmente 1 hora se disuelva al menos 1 mm en dirección longitudinal, de tal manera que el espacio libre de forma correspondiente "penetra" en el tiempo indicado o incluso más rápidamente 1 mm.

10 En otras palabras, de acuerdo con la invención se utiliza una reacción electroquímica para disolver una mezcla compactada de un metal corrosible menos noble y al menos un metal más noble mediante contacto con un medio corrosivo, por norma general agua o un medio acuoso, a la velocidad deseada. Esta reacción es particularmente marcada cuando se usa como medio corrosivo una solución que contiene muchos iones. Esta capacidad de corrosión en sí conocida se utiliza de acuerdo con la invención para retirar un material de soporte después de la terminación de una pieza de trabajo de forma sencilla y de forma relativamente cuidadosa con el medio ambiente.

15 Para esto, el material de soporte después de la terminación de la pieza de trabajo se pone en contacto con un medio corrosivo, disolviéndose al menos el metal corrosible y eliminándose mediante lavado el material de soporte no disuelto junto con el medio que contiene el metal corroído a continuación del molde formado.

20 Sin quedar ligado a ninguna teoría se supone que mediante la compactación de los componentes de metal se produce un material cuyas partículas tienen suficiente contacto para favorecer una reacción electroquímica. Al mismo tiempo posiblemente debido a esfuerzo o deformación la capa protectora que envuelve a las partículas se rompe, de tal forma que puede tener lugar la reacción y no se ve impedida. En cualquier caso se comprobó que cuando los polvos de metal están presentes en forma compactada, con un medio corrosivo, por norma general agua o un medio acuoso, se consigue la corrosión a la velocidad deseada. Particularmente, con el material de soporte de acuerdo con la invención se puede ajustar de forma dirigida la velocidad de la reacción de corrosión. Cuando se utilizan frente a esto mezclas en polvo con elevada porosidad que se hinchan con la adición de agua, la consecuencia puede ser un desarrollo incontrolable de la reacción.

30 Por tanto, preferentemente se usa de acuerdo con la invención un material cuya porosidad no sea superior al 20% en volumen, de forma particularmente preferente no superior al 5% en volumen. En una forma de realización particularmente adecuada, la porosidad es menor del 1% en volumen.

35 Si se pone en contacto un material de acuerdo con la invención, es decir, una mezcla o aleación que contiene un metal corrosible y un componente de metal más noble en comparación con esto, que anteriormente se ha compactado, con un medio corrosivo, preferentemente un medio acuoso conductor (que contiene iones) en condiciones definidas, el metal corrosible se disuelve al menos considerablemente. De acuerdo con la invención, este efecto se utiliza para retirar un material de soporte después de la terminación de una pieza de trabajo poniéndose en contacto la mezcla con un medio corrosivo y retirándose mediante lavado el material de soporte y el medio a continuación del molde formado.

40 La diferencia de los potenciales normales puede aparecer en solución básica y/o neutra y/o ácida dependiendo de las condiciones a las que está expuesto el material de soporte con el contacto con el medio corrosivo.

45 La invención posibilita que de esta forma se pueda utilizar como material de soporte un material que se puede someter mucho a esfuerzo mecánicamente y que después de la terminación se puede retirar de forma sencilla. Este material se puede utilizar de muchas formas, particularmente como núcleo perdido para los más diversos procedimientos. Es muy particularmente adecuado el material de soporte de acuerdo con la invención para la producción de piezas de trabajo con escotaduras, entalladuras, muescas y espacios huecos, particularmente para la producción de cuerpos huecos o piezas de trabajo con muescas con aplicación de procedimientos de inyección térmicos.

50 La velocidad de la corrosión depende de distintos factores o el ajuste de condiciones definidas, de tal manera que con medidas rutinarias es posible averiguar y utilizar el material respectivamente óptimo o las condiciones óptimas. A los factores que influyen en la disolución pertenece la temperatura, la combinación de los metales, el tipo y la cantidad de los iones contenidos en el medio usado para la disolución, las proporciones de superficie y la sollicitación mecánica de las superficies así como la sobretensión de hidrógeno.

60 La temperatura es un parámetro importante, ya que la reacción se desarrolla más rápidamente cuanto mayor sea la temperatura. La reacción electroquímica de los metales con agua es exotérmica. Por tanto, la velocidad de la disolución, en caso necesario o deseado, se puede ajustar controlándose la temperatura de la reacción. De este modo, la reacción se puede ajustar mediante o la evacuación de calor, es decir, se pueden adaptar las condiciones. El suministro y la evacuación de calor se realizan en el caso más sencillo mediante el uso de un medio atemperado correspondientemente como disolvente.

65 Un factor importante adicional es la combinación de los componentes de metal aplicados en el material de soporte. Para la invención es esencial que al menos esté contenido un metal Mell corrosible en condiciones definidas y un

componente de metal Mel correspondientemente más noble que favorece la corrosión. Por tanto, de acuerdo con la invención se utiliza una aleación o mezcla de al menos dos componentes de metal, cuyos potenciales normales se diferencian. Dependiendo de los metales seleccionados, la reacción de corrosión de Mell es más o menos intensa. Mediante selección del otro o de los otros componentes de metal por tanto se puede influir en la rapidez de la disolución.

Se puede aumentar la capacidad de corrosión si al menos otro componente de metal que es más noble con respecto a Mell, es decir, en las condiciones de reacción tiene un mayor potencial normal que Mell, se añade a la aleación o se añade mediante mezcla. Cada metal o cada componente de metal que tiene un potencial normal o estándar mayor que Mell y que favorece la reacción electroquímica por tanto es adecuado para el material de soporte de acuerdo con la invención. Se descubrió que sobre todo en combinación con magnesio los metales hierro, níquel y cobre tienen una influencia particularmente elevada sobre la capacidad de corrosión, que por tanto en el material de soporte de acuerdo con la invención se usan preferentemente en solitario o en combinación como Mell, preferentemente con magnesio como Mell. De forma particularmente preferente se usa una combinación de magnesio y hierro.

Un factor importante adicional es la sollicitación mecánica del material de soporte. El material de soporte de acuerdo con la invención se produce a partir de al menos dos componentes de metal mediante compactación. Se halló que cuando antes o durante el conformado el material y, con ello, las partículas individuales se sollicitan intensamente, la corrosión avanza muy rápidamente. Esto debería deberse, sin quedar ligado a ninguna teoría, a que debido a la sollicitación las capas de hidróxido u óxido presentes dado el caso, que protegen el metal corrosible Mell, se alteran o se destruyen, de tal manera que el ataque corrosivo después se puede realizar de forma más rápida e intensa.

Se ha visto que es particularmente adecuado un procesamiento de los al menos dos componentes de metal, preferentemente en forma de sus polvos, mediante inyección térmica. En un procesamiento con inyección térmica se compactan las partículas individuales y, por tanto, se llevan a un contacto muy estrecho. Por tanto, esta etapa del procedimiento es particularmente adecuada.

Un factor adicional que puede acelerar la reacción de corrosión es la parte de iones que está contenida en el medio corrosivo, preferentemente acuoso, que se usa para la disolución. Se halló que la corrosión y, por tanto, la disolución del metal Mell se realiza más rápidamente cuantos más iones estén disponibles. Son particularmente reactivos en este contexto los iones cloruro, nitrato y sulfato. Estos iones con muchos metales llevan a la formación de sales fácilmente solubles que aceleran la disolución.

Otra influencia sobre la reacción de corrosión tiene la conductividad de la solución corrosiva, preferentemente acuosa, que a su vez está influida por la parte de iones. Un medio acuoso con alta conductividad o una elevada parte de iones conduce a una disolución más rápida. Por tanto se usan preferentemente medios acuosos que contienen muchos iones para la disolución. Más preferentemente se usa debido a su disponibilidad y rentabilidad una solución que contiene cloruro sódico. El agua marina es, por ejemplo, un medio muy adecuado. Por motivos económicos y medioambientales también es muy ventajosa el agua residual que contiene iones de otros procesos, que de este modo se puede reutilizar muy bien.

Un factor adicional que tiene influencia sobre la reacción de corrosión es la proporción de superficies de partículas que actúan anódicamente con respecto a partículas que actúan catódicamente y la distancia entre las partículas que actúan anódica y catódicamente. La reducida distancia entre el ánodo y el cátodo se puede establecer mediante el procesamiento compactador, que genera la estructura del material de soporte de acuerdo con la invención, y mediante el ajuste de la proporción de a Mell a Mel.

Un factor adicional que influye en la velocidad de disolución y el desarrollo de la reacción es el movimiento del medio. Si el medio se mueve tras el comienzo de la reacción, se impide la formación de una capa de cubrimiento cerrada de hidróxidos u óxidos sobre las partículas de Mell, de tal manera a su vez se continúa favoreciendo la corrosión.

También la sobretensión de hidrógeno tiene influencia sobre la corrosión, particularmente para la corrosión de magnesio. Se observó que algunos metales con baja sobretensión de hidrógeno representan un cátodo eficaz. Por tanto se utilizan preferentemente como Mell para favorecer la reacción. A los metales con baja sobretensión de hidrógeno pertenecen níquel, cobre y hierro que, por tanto, se prefieren particularmente en combinación con magnesio.

Por tanto, de acuerdo con la invención es posible mediante ajuste de los factores que se han mencionado anteriormente ajustar de forma dirigida el desarrollo de la reacción que disuelve el metal corrosible. Por tanto se puede adaptar la velocidad al procedimiento, pudiéndose ajustar uno o varios de los factores que se han mencionado anteriormente.

Para la explicación de la producción de una pieza de trabajo con el material de soporte de acuerdo con la invención se hace referencia al procedimiento de inyección sin limitar a esto la invención. Debido a sus excelentes

propiedades mecánicas y químicas, el material de soporte de acuerdo con la invención se puede aplicar para procedimientos de conformado de cualquier tipo. El material de acuerdo con la invención se caracteriza particularmente por su capacidad de conformado, capacidad de desprendimiento de virutas, formación de capa fiel al contorno, propiedades de representación y compatibilidad con otros materiales. Se puede utilizar ventajosamente en particular cuando se forman moldes mediante estructuración de capas, que después se repasan mecánicamente para la formación de cuerpos sencillos y complejos, también de tipo delicado, que sirven de espaciadores para cualquier tipo de espacio hueco incluyendo muescas en materiales de cualquier tipo. Los moldes complejos o de tipo delicado se pueden formar mediante mecanizado mecánico, por norma general mecanizado con desprendimiento de virutas, del material. Las capas formadas a partir del material de soporte de acuerdo con la invención siguen al fondo sobre el cual se aplican de forma fiel al contorno y permanecen adheridas en ese lugar. Por tanto, el material de acuerdo con la invención se puede utilizar de diversa forma.

Cuando se producen piezas de trabajo con una escotadura mediante inyección, el cuerpo se estructura por capas y en las zonas que posteriormente deben formar la escotadura se aplica el material de acuerdo con la invención, que se puede retirar mediante lavado después de la terminación de la pieza de trabajo.

Incluso cuando se trata de aleaciones "verdaderas" es importante la compactación. Se denominan aleaciones los materiales que están estructurados a partir de al menos dos componentes y que contienen al menos un metal, estando disuelto el segundo constituyente de la aleación en el metal y distribuido en el mismo homogéneamente o estando disuelto solo de forma limitada, de forma que se produce una segunda fase más rica en aleación. En cualquier caso, cuando el segundo u otros constituyentes de la aleación también son metálicos, se trata de compuestos intermetálicos, es decir, los átomos de uno de los metales están incluidos en la matriz del otro metal. Las propiedades macroscópicas de la aleación se diferencian de las de los polvos de metal individuales. De acuerdo con la invención es esencial que se utilice un material compactado, ya que el mismo proporciona la reactividad y el contacto estrecho que son necesarios para la reacción de corrosión.

El material de soporte de acuerdo con la invención contiene al menos dos polvos de metal Mel y Mell, cuya propiedad esencial es que se diferencian en su potencial normal. La diferencia de potencial asciende al menos a 0,4 y preferentemente es mayor de 1. Debido a la diferencia de potencial con la adición de agua o un medio acuoso se produce una reacción redox que lleva a que se disuelva el metal menos noble. Ya que la reacción por norma general hace que la solución más básica, los dos polvos de metal Mel y Mell deben presentar un potencial normal diferente en solución básica y neutra con respecto a Mell. Para la disolución se puede usar también un medio acuoso que contiene ácido, de tal manera que entonces en un caso dado la reacción se realiza en el intervalo de pH ácido y se tiene que determinar el potencial normal con un valor de pH ácido.

Para la retirada del material de soporte se utiliza de acuerdo con la invención esta diferencia en el potencial normal, es decir, en otras palabras, la reacción redox en la que se basa la corrosión o disolución de un metal menos noble. Para esto se combinan dos componentes de metal, de los cuales uno es más noble y el otro menos noble, de tal manera que se produce una mezcla de metal que después se compacta de tal manera que se puede someter mecánicamente a esfuerzo.

Adicionalmente a los dos componentes de metal puede estar contenido un tercer componente que aporta otras propiedades deseadas. Este componente se puede seleccionar entre los diferentes materiales a condición de que no destruya la construcción de la estructura ni la descomposición electroquímica de la misma. De este modo, por ejemplo, se puede añadir otro material inerte con respecto a la reacción electroquímica, que tiene influencia sobre las propiedades mecánicas, por ejemplo, se puede añadir como tercer componente un material más duro para mejorar la adherencia durante la compactación cinética.

Además también es posible añadir como componente adicional un material que cataliza la reacción electroquímica para influir en el inicio y/o el desarrollo de la reacción. En caso de que se use un tercer componente para el material de soporte de acuerdo con la invención, su parte no debe superar el 25 por ciento en volumen. La cantidad respectivamente más adecuada se puede comprobar mediante ensayo rutinario por el experto. La parte no debe de ser tan alta que altere la configuración de la estructura y el desarrollo de la reacción. Por otro lado, la cantidad tiene que ser suficiente para conseguir el efecto deseado.

Los polvos de metal que estructuran el material de acuerdo con la invención son variables con respecto al tamaño de grano y la forma de grano. La forma de las partículas no es crítica, se consideran formas tanto esféricas como de tipo copo u otras. El tamaño de partícula no es crítico con la condición de que las partículas no deben ser mayores que el espacio libre a rellenar. Preferentemente, el tamaño de partícula es menor de 0,5 mm, de forma particularmente preferente, el tamaño de partícula es menor de 0,25 mm.

Mediante el tamaño de partícula de los dos componentes también se puede influir en el comportamiento de disolución, de tal manera que se puede seleccionar para cada aplicación el material adecuado de forma óptima con ensayos rutinarios. Además se puede influir en el comportamiento de compactación y la estructura mediante selección de los tamaños de partícula de los dos polvos y su proporción. Por tanto, el tamaño de partícula se puede seleccionar de forma dirigida para un polvo o para ambos de tal manera que se producen las propiedades deseadas

con respecto a la estructura y disolución.

5 Cuando la pieza de trabajo está estructurada de forma terminada se añade agua o una solución acuosa, lo que conduce a que se ponga en marcha una reacción redox mediante la cual se oxida el metal menos noble Mell, se producen iones hidróxido y al mismo tiempo se produce hidrógeno. Por ello se disuelve una parte del material de soporte, la estructura se destruye y se liberan las partículas del metal más noble no disuelto. Después, estas partículas se eliminan mediante lavado junto con la solución que contiene disuelto el metal menos noble. Mediante la formación de gas se produce suficiente movimiento para mantener en marcha la reacción incluso cuando se trata de canales estrechos o de escotaduras de tipo delicado.

10 En la reacción electroquímica de acuerdo con la invención, el valor de pH se puede desplazar al intervalo ácido o básico dependiendo del material y el medio utilizados. Cuando, por tanto, para la producción de la pieza de trabajo se utiliza un material que tiende a corrosión, el mismo se puede proteger seleccionándose correspondientemente el material y/o el medio. De este modo, por ejemplo, la creación de una solución básica es ventajosa cuando el material que forma el cuerpo conformado es acero, ya que la solución básica en este caso actúa al mismo tiempo como protección contra herrumbre. Para otros materiales puede ser más ventajoso un valor de pH ligeramente ácido, que se puede conseguir mediante el medio utilizado.

20 Por tanto, de acuerdo con la invención se proporciona un material de soporte que no se disuelve completamente, sino que cuya estructura se destruye con el contacto con agua, ya que se disuelve solo una parte que, no obstante, es suficiente para eliminar mediante lavado todo el material. Para esto son necesarios al menos dos componentes de metal que se usan preferentemente en la forma más pura posible. Preferentemente, ambos componentes son metales y están presentes en forma pura. Por puro a este respecto se entiende en el sentido de la presente invención que los polvos están compuestos sobre todo de un metal y como mucho contienen pequeñas partes de impurezas o constituyentes de aleación o partes pequeñas debidas a la producción o debidas al procesamiento de óxidos u otros compuestos. Se observó que se pueden conseguir los mejores resultados si los dos metales están presentes en la forma existente después de la aplicación como partículas en estructura compactada. Una estructura de este tipo se produce, por ejemplo, mediante procedimientos de inyección térmicos, compactación cinética o inyección con gas frío. En este caso se consigue una estructura en la que no se funden las partículas, sino que forman una matriz compactada. Preferentemente, el material aplicado mediante inyección cinética tiene una porosidad por debajo del 20% en volumen, de forma particularmente preferente por debajo del 5% en volumen, de forma particularmente preferente por debajo del 1% en volumen. Cuando la porosidad del material y, por ello, la parte de poros abiertos es demasiado elevada, el material de soporte se podría hinchar con el medio acuoso y, dependiendo de las condiciones de reacción y los compañeros de reacción, disolverse tan rápidamente que se produciría una reacción incontrolable con una elevada presión de gas, lo que es indeseado. Además, debido al aumento de volumen del hidróxido, el transporte de salida de las partículas no disueltas puede estar alterado.

35 De forma ideal, la matriz formada a partir de los dos metales es tan densa que las superficies de las partículas tienen suficiente contacto para favorecer la reacción electroquímica con adición de un líquido corrosivo.

40 Los dos componentes de metal usados para el material de soporte tienen que presentar una diferencia en el potencial normal para posibilitar la reacción electroquímica que da lugar a la disolución de uno de los componentes. En este caso se considera el potencial normal en las condiciones existentes en el lugar de la reacción, por ejemplo, en solución acuosa neutra, ácida o básica. Puede ser ventajoso que los dos componentes de metal usados en condiciones de reacción tengan una diferencia de los potenciales normales de al menos 0,4, preferentemente de más de 1.

50 La selección de los dos componentes de metal se orienta según la diferencia de sus potenciales normales y según los factores que se han indicado anteriormente así como según su capacidad de reacción, que entre otras cosas se ve influida por formación de óxido, sin embargo, también según la disponibilidad. Además, para la selección, además de la rentabilidad también se puede recurrir a consideraciones con respecto a la compatibilidad con el medio ambiente. Preferentemente se usan metales que están fácilmente disponibles y cuyo desecho no da problemas.

55 Como metales más nobles se tienen en cuenta debido a su disponibilidad y sus propiedades electroquímicas particularmente cobre, hierro, estaño y níquel. En una forma de realización adicional, como metal Mel se pueden usar polvos de metal que están compuestos de partículas que están envueltas con un metal noble, mientras que el núcleo puede estar compuesto de cualquier material. Dado el caso, el material de núcleo entonces también puede aportar propiedades mecánicas que no presenta el metal noble. Son adecuados para la envoltura de tales partículas, por ejemplo, oro, platino, plata, cobre, hierro o níquel, etc.

60 El metal menos noble Mell puede ser cualquier metal con un potencial normal menor o más negativo en comparación con Mel en condiciones de reacción. Se prefieren magnesio, aluminio, cinc, estaño y hierro. Se ha visto que es particularmente adecuada una combinación de magnesio y hierro.

65 En una forma de realización preferente, por tanto, como material de soporte se aplica una combinación de hierro y/o cobre y/o níquel como Mel y magnesio como Mell.

Los dos polvos de metal se utilizan en tales proporciones que la reacción electroquímica se desarrolla en el alcance deseado. Con la adición a un medio corrosivo, por ejemplo, un medio acuoso, el metal menos noble se disuelve al menos parcialmente, mientras que permanece como polvo el metal más noble. Por tanto, el metal menos noble tiene que estar presente en tal proporción que mediante su retirada por disolución la estructura formada anteriormente mediante compactación se disuelva o destruya de tal forma que se pueda eliminar mediante lavado el material producido.

Sí, por tanto, la proporción de Mel en esta combinación es demasiado elevada, es difícil retirar el material de soporte. Por otro lado, la proporción de Mel no debe ser demasiado reducida para que la reacción electroquímica se pueda desarrollar lo suficientemente rápida. Preferentemente se combinan los polvos de metal en una proporción de volumen de Mel a Mell de 1:250 a 10:1, preferentemente de 1:5 a 10:1 y de forma particularmente preferente de 3:1 a 1:3. De forma particularmente preferente se combinan los polvos de metal de Mel a Mell en partes en volumen aproximadamente iguales.

Con el contacto con el medio corrosivo se descompone mediante disolución de la parte de Mell la estructura, lo que conduce a que se puede retirar mediante lavado el material de soporte. Para eso se puede usar un líquido corrosivo, por ejemplo, cualquier medio corrosivo. El medio corrosivo, preferentemente acuoso, no es crítico y en este caso es adecuado cualquier medio que esté compuesto sobre todo por agua. Se tiene que tener en cuenta que en el agua no esté contenido ningún ingrediente que incluya negativamente en la reacción electroquímica. De forma preferente se usa como medio corrosivo un medio acuoso que favorece la reacción electroquímica, particularmente una solución que contiene iones. Son adecuadas soluciones que contienen iones ácidas, neutras y básicas, por ejemplo, soluciones salinas. Se pueden utilizar también ácidos o bases diluidos. Ya que no son importantes los iones contenidos en la solución salina, se puede utilizar también un medio que contiene iones que se produce como agua residual. Esto se prefiere por motivos de la protección del medio ambiente y por motivos de costes. Por tanto se puede utilizar tanto agua del grifo como agua residual de otros procesos, que preferentemente contiene sal, siempre que no perjudique la reacción redox.

Además es objeto de la invención un procedimiento para la producción de una pieza de trabajo con al menos una escotadura, en el que el espacio que forma el espacio libre se llena con un material de soporte que se elimina mediante lavado después de la terminación, siendo el material de soporte un material como se define en la reivindicación 1.

Se ha comprobado que el material de soporte de acuerdo con la invención es muy adecuado para formar un núcleo perdido para un procedimiento de conformado, en el que se forman piezas de trabajo con al menos un espacio libre. El material de soporte de acuerdo con la invención se caracteriza por su capacidad de esfuerzo mecánico, de tal manera que se puede utilizar siempre donde sea necesario un material que se pueda someter mecánicamente a esfuerzo. Además se puede mecanizar con procedimientos de conformado, particularmente se puede conformar hasta dar formas complejas con procedimientos con desprendimiento de virutas.

El material de soporte de acuerdo con la invención es particularmente adecuado para el procesamiento con compactación cinética o inyección con gas frío.

De forma particularmente preferente se usa el material de acuerdo con la invención para un procedimiento para la producción de cuerpos conformados, en el que se realiza una estructuración por capas mediante inyección térmica, repasándose entonces todavía con desprendimiento de virutas en un caso dado las capas.

Por tanto, de acuerdo con la invención se proporciona un procedimiento para la producción de una pieza de trabajo, en el que mediante inyección térmica se configura una estructura, formándose las zonas que en el cuerpo terminado deben formar una escotadura con el material de soporte de acuerdo con la invención, retirándose el material de soporte después de la terminación de la pieza de trabajo mediante contacto con un medio acuoso.

El material de soporte de acuerdo con la invención se puede utilizar también para otros procedimientos, sin embargo, es particularmente ventajoso para procedimientos en los que se utiliza inyección térmica. De forma preferente se realiza la inyección térmica mediante inyección cinética, no fundiéndose esencialmente las partículas.

Sorprendentemente se comprobó que el material de soporte de acuerdo con la invención es muy adecuado para formar núcleos perdidos. Se puede procesar hasta dar diversas formas. Después de la terminación de la pieza de trabajo se destruye mediante contacto con un medio acuoso la matriz producida durante la aplicación del material mediante una reacción electroquímica y mediante el movimiento debido a la formación de gas durante la reacción electroquímica se produce suficiente intercambio de agua para hacer avanzar de forma adecuada la reacción electroquímica. El polvo que permanece con la destrucción de la matriz del metal más noble entonces se puede eliminar mediante lavado de forma sencilla junto con la solución producida y, dado el caso, volver a usarse.

La reacción electroquímica y, por tanto, la disolución del metal menos noble y la destrucción de la estructura se pueden favorecer en una forma de realización preferente, aportando durante y después de la adición del medio corrosivo un movimiento del medio. Esto puede tener lugar, por ejemplo, mediante enjuagado, mediante movimiento

de la pieza de trabajo o mediante tratamiento por ultrasonidos.

- 5 De acuerdo con la invención, por tanto, se proporciona un material de soporte que debido a su capacidad de esfuerzo mecánico así como ductilidad y su capacidad de reacción electroquímica proporciona una combinación ideal de propiedades. Además se pone a disposición un procedimiento con el que se pueden producir también formas muy complicadas, ya que es posible estructurar las piezas de trabajo por capas mediante procedimientos de inyección y a continuación formar incluso escotaduras complicadas, cavidades, entalladuras, espacios huecos, muescas u otras partes no rellenas mediante eliminación por lavado del material de soporte.
- 10 Sorprendentemente se observó que el material de acuerdo con la invención que se ha descrito anteriormente es muy adecuado para cualquier forma de espaciador. Debido a las propiedades mecánicas y electroquímicas ventajosas, el material de soporte de acuerdo con la invención se puede utilizar siempre que sea necesario dejar libre un espacio a lo largo de un determinado periodo de tiempo y retirar a continuación el material del espaciador.
- 15 Particularmente, el material de soporte de acuerdo con la invención es adecuado cuando el espaciador en su función se solicita mecánicamente, por ejemplo, está expuesto a esfuerzos. Además de para el uso que se ha mencionado anteriormente para la producción de piezas de trabajo con espacios huecos y cavidades, por tanto, el material de soporte de acuerdo con la invención se puede utilizar también como pieza distanciadora, separador, espaciador y núcleo perdido en cualquier forma.
- 20 De forma particularmente preferente se usa para esto una combinación de magnesio y al menos uno de los metales hierro, níquel o cobre. Precisamente estas combinaciones presentan una unión óptima de capacidad de esfuerzo mecánico y capacidad de corrosión. La combinación de magnesio y hierro es particularmente preferente, ya que al disolver el material de soporte se produce una suspensión acuosa que contiene solo magnesio, o sus productos de degradación producidos mediante corrosión, y hierro como metales.
- 25 Esta combinación es respetuosa con el medio ambiente y se puede desechar de forma sencilla como agua residual sin cargar el medio ambiente o, sin embargo, reciclarse. Si se utilizan otros metales adicionalmente a hierro o en lugar de hierro, entonces puede ser necesario preparar antes del desecho la suspensión producida.
- 30 Las propiedades mecánicas y el respeto con el medio ambiente del producto producido después de la disolución contribuyen a que el material de soporte de acuerdo con la invención sea particularmente ventajoso.
- 35 Como ya se ha indicado anteriormente, el material de soporte de acuerdo con la invención, que está compuesto de magnesio y al menos otro componente de metal, que está seleccionado entre hierro, níquel y cobre, se compacta mediante un procedimiento con esfuerzo mecánico. Los mismos procedimiento como se han indicado anteriormente y las mismas proporciones de los componentes como se han indicado anteriormente en general también son adecuados para el uso del material de soporte como espaciador. También la eliminación mediante disolución del espaciador se realiza de la misma forma como se ha indicado anteriormente, de hecho con una solución acuosa que contiene iones, particularmente un medio acuoso que contiene aniones activos. Como adecuados en este contexto se pueden mencionar medios acuosos con iones cloruro, nitrato y/o sulfato. Debido a su buena disponibilidad, por
- 40 ejemplo, el agua marina es un medio muy adecuado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Material de soporte que se puede usar como espaciador durante la estructuración de piezas de trabajo con al menos un espacio libre, comprendiendo el término espaciador también núcleo perdido o molde perdido, que no están rodeados por todos los lados por una pared y comprendiendo la expresión espacio libre también espacios que no están rodeados por todos los lados por una pared, tales como cavidades, escotaduras, muescas, espacios huecos, que está compuesto de un material corrosible compactado, siendo el material corrosible una mezcla o aleación de al menos dos componentes de metal Mel y Mell, siendo el potencial normal de Mell en condiciones de reacción inferior al de Mel.
- 10 2. Material de soporte de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** Mell y Mel están presentes en una proporción de volumen de 250:1 a 1:10.
- 15 3. Material de soporte de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** Mell y Mel están presentes en una proporción de volumen de 5:1 a 1:10.
- 20 4. Material de soporte de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el material se puede producir mediante inyección térmica.
- 25 5 Material de soporte de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el procedimiento compactador es inyección cinética o inyección con gas frío o por que el procedimiento compactador es prensado o sinterización.
6. Material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se puede mecanizar con desprendimiento de virutas y/o es deformable.
7. Material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** tiene una porosidad por debajo del 20% en volumen, particularmente por debajo del 5% en volumen o por debajo del 1% en volumen.
- 30 8. Material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** Mel es cobre, hierro, níquel o estaño.
- 35 9. Material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** Mell es magnesio, aluminio, cinc, estaño o hierro.
- 40 10. Material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el polvo de metal con mayor potencial normal es un polvo que está compuesto de partículas cuya envoltura está compuesta de un metal más noble con respecto a Mell, estando formado el núcleo a partir de cualquier material.
- 45 11. Procedimiento para la producción de una pieza de trabajo con un procedimiento de inyección térmico o procedimiento compactador, formándose para la producción de la pieza de trabajo al menos un espacio libre o cualquier parte no rellena de un material de soporte, comprendiendo la expresión espacio libre también espacios que no están rodeados por todos lados por una pared, tales como cavidades, escotaduras, muescas, espacios huecos, pudiéndose retirar el material de soporte después de la terminación sin dañar el cuerpo mediante puesta en contacto con un medio acuoso y eliminación mediante lavado de la suspensión acuosa de material de soporte y medio acuoso, estando formado el material de soporte de al menos dos metales diferentes, cuyos potenciales normales se diferencian, y pudiéndose obtener el material de soporte compactándose los polvos de metal.
- 50 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** la producción de la pieza de trabajo se realiza con inyección cinética o inyección con gas frío o por que la producción de la pieza de trabajo se realiza con sinterización o prensado.
- 55 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** la velocidad de la disolución se ajusta mediante atemperado del medio corrosivo.
- 60 14. Uso de una mezcla de dos componentes de metal Mel y Mell, que pueden ser metales o componentes de metal, siendo el potencial normal de Mell en condiciones de reacción menor que el de Mel para la producción de un molde perdido mediante aplicación con un procedimiento compactador.
15. Uso de un material de soporte de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 como núcleo perdido para procedimientos de técnica de laminación o procedimientos de revestimiento.