

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 470**

51 Int. Cl.:

B22D 11/115 (2006.01)

B22D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2013 PCT/JP2013/072861**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14034658**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2013 E 13833216 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2808103**

54 Título: **Aparato de agitación electromagnética y método de colada continua**

30 Prioridad:

29.08.2012 JP 2012188933

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

12.04.2018

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**IKEDA, TATSUHIKO;
OKADA, NOBUHIRO;
HAYASHI, HIROSHI y
YAMAZAKI, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 663 470 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

Aparato de agitación electromagnética y método de colada continua

5 Campo Técnico

La presente invención está relacionada con un agitador electromagnético capaz de controlar de manera uniforme el flujo de acero fundido en una pluralidad de lingoteras en un aparato de colada continua para palanquillas que tienen sección transversal redonda o angular, y con un método de colada continua que utiliza el agitador electromagnético.

10 Técnica Anterior

Las palanquillas coladas, cada una de las cuales tiene una sección transversal redonda o angular, que atraviesan etapas de fabricación de tubos y de laminación, se utilizan como materiales de tuberías sin soldaduras y de perfiles de acero que tienen diferentes tamaños en sección transversal. Dado que las tuberías sin soldaduras y los perfiles de acero tienen diferentes tipos de tamaños de producto y diferentes etapas de laminación, las palanquillas coladas que serán sus materiales base también tienen una variedad de formas en sección transversal. Por lo tanto, se lleva a cabo una colada en la cual el número de lingoteras se determina dependiendo de la capacidad de producción.

En esta memoria, entre desbastes planos de colada producidos por medio de una colada continua o entre lingotes de acero para laminación después de una colada de lingotes, un desbaste plano de colada o un lingote que tiene una sección transversal con forma de cuadrado regular o una sección transversal redonda se define como una palanquilla, y un desbaste plano de colada o un lingote que tiene una sección transversal redonda se define como un desbaste. Asimismo, en la palanquilla, una palanquilla que tiene una sección transversal con forma cuadrada regular se define como una palanquilla cuadrada, y una palanquilla que tiene una sección transversal circular se define como una palanquilla redonda.

Se describirá una colada continua con referencia a la Figura 1 que es una vista en sección transversal longitudinal de un ejemplo de configuración de un sistema 100 de colada continua para palanquilla al cual se puede aplicar la presente invención, en la cual el sistema 100 de colada continua se ve desde un lado lateral. En la Figura 1, 1 es una artesa de colada, 2 es un acero fundido, 3 es una boquilla sumergida, 4 es una lingotera, 5 es un agitador electromagnético, 6 es un rodillo de colada situado justo debajo de la lingotera, 7 es una zona de tableros de rodillos que incluye una zona de pulverización de refrigeración secundaria, 8 es una costra que se está solidificando, 9 son rodillos transportadores, y 10 es un desbaste plano de colada.

En la colada continua, el acero 2 fundido vertido desde una cuchara a la artesa 1 de colada se cuela a la lingotera 4 a través de la boquilla 3 sumergida. Mientras el acero 2 fundido colado a la lingotera 4 es estirado a lo largo de un grupo de rodillos 6 de colada mediante el accionamiento en giro de los rodillos 9 transportadores, la superficie de la costra 8 que se está solidificando es refrigerada por la segunda zona de pulverización de refrigeración para continuar la solidificación, mediante lo cual se fabrica el desbaste plano 10 de colada.

En la colada continua, es extremadamente importante controlar el flujo de acero fundido en una lingotera en vista de funcionamiento y calidad del desbaste plano de colada, por ejemplo en vista de estabilización del fundido de polvo de molde por suministro de calor al menisco y de eliminación de inclusiones en una superficie del desbaste plano de colada. Como método para controlar el flujo de acero fundido en una lingotera, es ampliamente conocida una agitación electromagnética aplicando fuerza electromagnética al acero fundido de la lingotera y agitando el acero fundido. En un caso en el que la agitación electromagnética se realiza con una pluralidad de lingoteras, es necesario aplicar la fuerza electromagnética a cada una de la pluralidad de lingoteras de tal manera que las lingoteras tengan un flujo uniforme.

Como métodos para aplicar la fuerza electromagnética para agitación electromagnética, se presentan como ejemplos un tipo de campo magnético que se desplaza de forma giratoria y un tipo de campo magnético que se desplaza de forma lineal.

El tipo de campo magnético que se desplaza de forma giratoria se aplica a coladas continuas de palanquilla, de desbaste y similares, y el tipo de campo magnético que se desplaza de forma giratoria es un método para obtener un flujo uniforme aplicando un campo magnético giratorio al interior de una lingotera por medio de una pluralidad de polos magnéticos proporcionados a lo largo de toda la circunferencia de la lingotera (por ejemplo, Documento de Patente 1).

Sin embargo, en un caso en el que el tipo de campo magnético que se desplaza de forma giratoria se aplica a una pluralidad de lingoteras, dado que se necesita un agitador electromagnético para cada una de las lingoteras, el número de instalación del agitador electromagnético se incrementa y la pluralidad de lingoteras se vuelven incapaces de compartir una línea debido a un aumento de tamaño de las lingoteras, lo cual provoca un aumento del coste del equipo.

Por otro lado, como el tipo de campo magnético que se desplaza de forma lineal, el solicitante de la presente invención ha propuesto, en el Documento de Patente 2, una bobina electromagnética en la cual a un núcleo 11 de

un núcleo de hierro de una bobina se le proporcionan dos dientes 12 de una manera tal que se proyectan hacia un lado de una lingotera 4, se aplica un arrollamiento interior a cada uno de los dos dientes 12, y además, se aplica un arrollamiento exterior al exterior de los dos dientes 12 para unificar los dos dientes 12. La bobina electromagnética propuesta en el Documento de Patente 2 se describirá con referencia a la Figura 2A. Esta bobina electromagnética crea un campo magnético que se desplaza de una manera lineal, por aplicación de corrientes alternas trifásicas A, B y C, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás, a un arrollamiento 13 interior y a un arrollamiento 14 exterior como se muestra en la Figura 2A. En lo que sigue, a esta bobina electromagnética se le denomina bobina electromagnética con forma de tarta.

Un agitador electromagnético que incluye esta bobina electromagnética con forma de tarta tiene un flujo magnético grande dado que el campo magnético en una fase en la que se aplica el arrollamiento exterior va en la misma dirección, y en un caso en el que se aplica una fuerza electromagnética a una lingotera que tiene una sección transversal grande, es posible obtener una fuerza electromagnética favorable a lo largo de toda la circunferencia de la lingotera (véase la Figura 6A).

Sin embargo, en un caso en el que una pluralidad de lingoteras, cada una de las cuales tiene una pequeña sección transversal, están instaladas entre las bobinas electromagnéticas con forma de tarta, dado que el espacio L entre las bobinas electromagnéticas con forma de tarta se vuelve estrecho, la componente del flujo magnético que atraviesa la lingotera 4 se vuelve demasiado fuerte, por lo cual se vuelve difícil conseguir el desplazamiento del campo magnético, lo cual produce como resultado una creación de una región discontinua en la fuerza electromagnética (véase la distorsión de la fuerza electromagnética en la parte que fluye de manera no uniforme en la Figura 6B).

Lista de Referencias

Documentos de Patente

Documento de Patente 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N° H10-230349

Documento de Patente 2: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública N° S60-44157

Resumen de la Invención

Problemas que deben ser Resueltos por la Invención

Un problema que debe ser resuelto por la presente invención es que, en un caso en el que agitadores electromagnéticos del tipo de campo magnético que se desplaza de forma giratoria se aplican a una pluralidad de lingoteras, dado que se necesita un agitador electromagnético para cada una de las lingoteras, el número de instalación del agitador electromagnético aumenta, y la pluralidad de lingoteras no pueden compartir una línea debido al aumento de tamaño de las lingoteras. Asimismo, otro problema que debe ser resuelto por la presente invención es que, en un caso en el que se instalan una pluralidad de lingoteras, cada una de las cuales tiene una pequeña sección transversal, el espacio entre bobinas se vuelve estrecho, la componente de flujo magnético que atraviesa las lingoteras se vuelve demasiado fuerte, por lo cual se vuelve difícil conseguir desplazar el campo magnético, lo que produce como resultado la creación de una región discontinua en la fuerza electromagnética, lo cual puede ocurrir en un agitador electromagnético que incluya una bobina electromagnética con forma de tarta.

Medios para Resolver los Problemas

La presente invención tiene las siguientes configuraciones, para una pluralidad de lingoteras, a fin de estabilizar la calidad del desbaste plano aplicando una fuerza electromagnética uniforme para enderezar el flujo del acero fundido en el interior de las lingoteras utilizando un agitador electromagnético que tiene un par de bobinas electromagnéticas con forma de tarta.

Es decir, un primer aspecto de la presente invención es un agitador electromagnético 5, que incluye bobinas electromagnéticas C1 y C2, en el cual una pluralidad de lingoteras 4 que incluyen una pluralidad de líneas están situadas entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2 a intervalos predeterminados, y se aplican corrientes alternas trifásicas, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás.

Esta vez, como bobinas electromagnéticas C1 y C2, se emplean bobinas electromagnéticas C1 y C2 con forma de tarta, teniendo las bobinas electromagnéticas C1 y C2 con forma de tarta una configuración en la cual: dos partes 12 de diente se proporcionan a un núcleo 11 de cada una de las bobinas electromagnéticas C1 y C2 de una manera tal que se proyectan hacia un lado de una lingotera 4 (al núcleo 11 de cada una de las bobinas electromagnéticas C1 y C2 se le proporcionan dos partes 12 convexas que se proyectan hacia el lado de la lingotera 4); un arrollamiento 13 interior se aplica al exterior de cada una de las partes 12 de diente; y un arrollamiento 14 exterior se aplica además al exterior de las dos partes 12 de diente con el arrollamiento 13 interior para unificar las dos partes 12 de diente.

Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 2A y 2B, corrientes trifásicas A, B y C, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás, se aplican a las bobinas electromagnéticas C1 y C2 con forma de tarta que tienen la configuración descrita anteriormente. La dirección hacia la derecha y hacia la izquierda del plano

del papel de las Figuras 2A y 2B es una dirección de colada. El método mostrado en la Figura 2A es un método en el cual las corrientes A, B y C se aplican de una manera tal que el flujo magnético del arrollamiento exterior está orientado en una misma dirección aplicando las corrientes en una misma dirección al arrollamiento 14 exterior. El método mostrado en la Figura 2A es un método en el cual las corrientes A, B y C se aplican de la siguiente manera, para la bobina electromagnética C1 (lado inferior del plano del papel), que es una bobina del par de bobinas electromagnéticas, las corrientes A, B y C se aplican de tal manera que la dirección de las corrientes, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, se convierte en -B, +C, -C, +A, -A, +B, en el orden mencionado; y para la bobina electromagnética C2 (lado superior del plano del papel), que es la otra bobina del par de bobinas electromagnéticas, las corrientes A, B y C se aplican de tal manera que la dirección de las corrientes, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, se convierte en, -B, +A, -A, +C, -C, +B en el orden mencionado (en lo que sigue, a esta configuración se le denominará "sistema de cableado de tipo ventana"). Asimismo, el método mostrado en la Figura 2B es un método en el cual las corrientes A, B y C se aplican de la siguiente manera: para la bobina electromagnética C1 (lado inferior del plano del papel), que es una bobina del par de bobinas electromagnéticas C1 y C2, las corrientes A, B y C se aplican de tal manera que la dirección de las corrientes, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, se convierte en, -B, +C, -C, +A, -A, +B, en el orden mencionado; y para la bobina electromagnética C2 (lado superior del plano del papel), que es la otra bobina del par de bobinas electromagnéticas C1 y C2, las corrientes A, B y C se aplican de tal manera que la dirección de las corrientes, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, se convierte en, +B, -A, +A, -C, +C, -B en el orden mencionado, ya que las direcciones son simétricas con respecto a un punto que representa el centro de una sección horizontal de la lingotera 4 (en lo que sigue, a esta configuración se le denominará "sistema de cableado simétrico").

Esta vez, a fin de unificar la fuerza electromagnética que trabaja en una dirección circunferencial en una posición arbitraria en una dirección radial dentro de la lingotera 4, una distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2 situadas una enfrente de la otra se determina como menor o igual que 500 mm cuando se aplica el sistema de cableado simétrico, y mayor o igual de 500 mm cuando se aplica el sistema de cableado de tipo ventana.

En la presente invención, la razón para establecer el valor de 500 mm como la base de la división es garantizar la distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2, cuando comparten un bastidor de lingotera que depende del diámetro de la lingotera que se utilizará en una colada sencilla y en una colada doble.

Asimismo, cuando el número de lingoteras para el par de bobinas electromagnéticas (el número de lingoteras 4 situadas en la región entre una superficie de extremo de un lado de extremo y una superficie de extremo del otro lado de extremo de la dirección de colada del par de bobinas electromagnéticas C1 y C2) se define como n, cuando el tamaño externo de cada una de las lingoteras (en un caso de palanquilla redonda, el diámetro exterior de la placa de cobre de la lingotera, y en un caso de palanquilla angular, la anchura exterior del lado largo de la placa de cobre de la lingotera) se define como φ (mm), y cuando la anchura de la bobina electromagnética se define como W (mm), el número de las lingoteras se determina de manera que se cumpla la siguiente Fórmula (1).

$$n \times \varphi < W \dots(1)$$

Un segundo aspecto de la presente invención es un método de colada continua que utiliza un agitador electromagnético, incluyendo el método utilizar el agitador 5 electromagnético de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención como agitador electromagnético, y estableciendo el valor mínimo Vmin de la velocidad de flujo de acero fundido en una dirección circunferencial de lingotera en las cercanías de la lingotera después del menisco como mayor o igual de 10 cm/s (10 cm por segundo). Una configuración como esta hace que sea posible aplicar equitativamente la fuerza electromagnética a cada lingotera 4. En esta memoria, la expresión "las cercanías de la lingotera" significa un área en la que se puede aplicar flujo al acero fundido por medio del agitador electromagnético 5, y como ejemplo, una región que está situada a una distancia menor o igual de 100 mm de la superficie de la pared de la lingotera que tiene contacto con el acero fundido.

Efectos de la Invención

En la presente invención, en un aparato de colada continua en el cual se utilizan una pluralidad de lingoteras para colar al mismo tiempo, es posible aplicar la fuerza electromagnética a cada lingotera 4, por medio del agitador electromagnético 5 que incluye el par de bobinas electromagnéticas C1 y C2. Como resultado de esto, dado que no surge ninguna necesidad de instalar un agitador electromagnético de forma individual en cada lingotera, es posible mantener bajo el coste del equipo. Asimismo, dado que el sistema de cableado simétrico o el sistema de cableado de tipo ventana se aplica dependiendo de la distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2, es posible impedir que se genere una región discontinua en la fuerza electromagnética.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal longitudinal de un ejemplo de configuración de un sistema de colada continua para palanquillas visto desde un lado lateral;

La Figura 2A es una vista que muestra un esquema de una bobina electromagnética con forma de tarta y de un sistema de cableado de tipo ventana de acuerdo con ejemplos útiles para la comprensión;

La Figura 2B es una vista que muestra un esquema de la bobina electromagnética con forma de tarta y de un sistema de cableado simétrico de acuerdo con ejemplos útiles para la comprensión;

La Figura 3 es una vista que muestra una relación entre el valor mínimo de la velocidad de flujo del acero fundido en una lingotera y la incidencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada;

5 La Figura 4A es una vista que muestra un esquema de un caso en el que están instalados dos lingoteras (en un caso en el que $n=2$);

La Figura 4B es una vista que muestra un esquema de un caso en el que están instalados tres lingoteras (en un caso en el que $n=3$);

10 La Figura 5A es una vista que muestra una fuerza electromagnética en un caso en el que se emplea el sistema de cableado de tipo ventana, mostrando la vista un resultado de análisis en un caso en el que está instalado una lingotera cuyo diámetro exterior es 360 mm;

La Figura 5B es una vista que muestra una fuerza electromagnética en un caso en el que se emplea el sistema de cableado de tipo ventana, mostrando la vista un resultado de análisis en un caso en el que están instalados dos lingoteras, cada uno de los cuales tiene un diámetro exterior de 180 mm;

15 La Figura 6A es una vista que muestra una fuerza electromagnética en un caso en el que se emplea el sistema de cableado simétrico, mostrando la vista un resultado de análisis en un caso en el que está instalado una lingotera cuyo diámetro exterior es 360 mm;

20 La Figura 6B es una vista que muestra una fuerza electromagnética en un caso en el que se emplea el sistema de cableado simétrico, mostrando la vista un resultado de análisis en un caso en el que están instalados dos lingoteras, cada uno de los cuales tiene un diámetro exterior de 180 mm;

La Figura 7 es una vista que describe una velocidad V de flujo de acero fundido en una dirección circunferencial de la lingotera en las cercanías de una lingotera 4.

Modos de llevar a cabo la Invención

25 Un objeto de la presente invención es, para lingoteras que tienen diferentes tamaños, aplicar una fuerza electromagnética de manera uniforme al interior de una pluralidad de las lingoteras por medio de un agitador electromagnético compartido. La presente invención cumple las siguientes condiciones.

30 Los inventores de la presente invención llevaron a cabo análisis de campo electromagnético utilizando un modelo de cálculo, en relación con los sistemas de cableado empleados cuando las corrientes que tienen diferencias de fase se aplican a cada bobina electromagnética del agitador electromagnético (véanse las Figuras 5A a 6B). Tanto el valor " 3.500×10^{3n} " de las Figuras 5A y 6A, como el valor " 4.700×10^{3n} " de las Figuras 5B y 6B son densidad Lorenziana (N/m^3). Las flechas de las Figuras 5A, 5B, 6A y 6B muestran, cada una de ellas, una dirección de una fuerza que los aceros fundidos recibirán debido a la fuerza electromagnética.

35 Como resultado de esto, los inventores han descubierto lo siguiente. Cuando se emplea una lingotera que tiene una sección transversal pequeña en la cual la distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2 es menor o igual que 500 mm, en el sistema de cableado de tipo ventana mostrado en la Figura 2A, se forma en la fuerza electromagnética una parte estancada. Por otro lado, cambiando el sistema al sistema de cableado simétrico y aplicando las corrientes A, B y C, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás, al arrollamiento 13 interior y al arrollamiento 14 exterior, se aplica equitativamente una fuerza electromagnética sobre toda la circunferencia de la lingotera 4.

45 Se debería observar que, cuando se aplica el sistema de cableado simétrico a un caso en el que se emplea una lingotera que tiene una sección transversal grande en el cual la distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2 es mayor o igual de 500 mm, aunque no haya ninguna parte estancada de la fuerza electromagnética generada, la velocidad de flujo del acero fundido se reduce dado que la fuerza electromagnética es débil en comparación con el sistema de cableado de tipo ventana. Por lo tanto, en un caso en el que se emplea una lingotera que tiene una sección transversal grande y la distancia L entre las bobinas electromagnéticas C1 y C2 es mayor o igual de 500 mm, es preferible emplear el sistema de cableado de tipo ventana mostrado en la Figura 2A.

50 Asimismo, cuando el número de lingoteras para el par de bobinas electromagnéticas (el número de lingoteras que se deben colocar en una región entre una superficie de extremo de un lado de extremo y una superficie de extremo del otro lado de extremo de la dirección de colada del par de bobinas electromagnéticas C1 y C2) se define como n , cuando el tamaño exterior de cada lingotera se define como φ (mm), y cuando la anchura de la bobina electromagnética se define como W (mm), una razón para definir las lingoteras de manera que se cumpla la Fórmula (1) anterior es impedir una generación de una región en la que no se aplica la fuerza electromagnética como resultado de instalar una pluralidad de lingoteras, cada una de las cuales tiene un tamaño excesivo, entre el par de bobinas electromagnéticas C1 y C2, por lo cual la lingotera 4 se sale de la parte 12 de diente, la cual es un centro de generación de la fuerza electromagnética. Otra razón es, en un caso en el que también están instaladas una pluralidad de las lingoteras 4, aplicar una fuerza electromagnética uniforme a todas las lingoteras 4, considerando que la fuerza electromagnética aplicada por el agitador 5 electromagnético es aplicada en una dirección perpendicular a la parte 12 de diente.

65 Este es el agitador 5 electromagnético de la presente invención.

A continuación, los inventores de la presente invención examinaron, utilizando el sistema 100 de colada continua mostrado en la Figura 1, incluyendo el agitador 5 electromagnético de la presente invención, la relación entre la incidencia (%) de presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada y el valor mínimo (cm/s) de la velocidad de flujo del acero fundido en las cercanías de la pared de las lingoteras generada por la agitación electromagnética por medio del agitador de la presente invención.

Aquí, en relación con la incidencia de presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada, el examen se llevó a cabo centrándose en defectos de tipo polvo. Para evaluación, el número de desbastes planos de colada en los cuales el defecto de tipo polvo aparece para un número total de desbastes planos de colada de 10 a 50 (varía dependiendo del diámetro de la lingotera) de una carga de colada se define como la incidencia (%) de presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada.

En relación con la velocidad de flujo del acero fundido, se recogieron muestras de sección horizontal de las palanquillas redondas de los Ejemplos descritos más adelante, y se midieron ángulos de deflexión de dendrita generada con una distancia de 10 mm desde la piel superficial con respecto a la circunferencia completa de la lingotera con intervalos de 15 grados cada uno (24 puntos en total), y entre los valores obtenidos convirtiendo los valores de medida, se definió el valor mínimo como V_{min} .

Como resultado de esto, los inventores han descubierto que, como se muestra en la Figura 3, la incidencia de presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada aumenta a medida que disminuye el valor mínimo de la velocidad de flujo del acero fundido. Por consiguiente, han descubierto que es deseable determinar el sistema de cableado y el número de lingoteras para garantizar el valor mínimo de la velocidad de flujo del acero fundido mediante la agitación electromagnética en las cercanías de la lingotera después del menisco de 10 cm/s, de modo que la incidencia de la presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada debe ser menor o igual que 1,5%, con lo cual la presencia de defectos se puede tratar mediante rectificado. La expresión "se puede tratar mediante rectificado" significa que la parte defectuosa situada sobre la superficie de desbastes planos de colada se puede eliminar desbastando la superficie de los desbastes planos de colada en 1 a 5 mm por medio de una rectificadora y similares. El mismo significado se aplica también en lo que sigue. La Figura 7 muestra una velocidad V de flujo del acero fundido en una dirección circunferencial de la lingotera en las cercanías de la lingotera 4.

En el método de colada continua de la presente invención, en vista de reducir aún más la incidencia de la presencia de defectos superficiales en desbastes planos de colada, es preferible que el valor mínimo de la velocidad de flujo de acero fundido en las cercanías de la pared de lingotera después del menisco sea mayor o igual que 20 cm/s.

Dado que la agitación por medio del agitador electromagnético de la presente invención es una agitación electromagnética por medio de un agitador que tiene un núcleo de hierro con forma de tarta (núcleo), no se aplica un campo magnético giratorio a cada lingotera de manera individual, sino que una fuerza electromagnética es generada por el campo electromagnético que se desplaza paralelo al núcleo y por las corrientes alternas trifásicas A, B y C, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás. Por consiguiente, el acero fundido en las cercanías del agitador electromagnético 5 (el acero fundido en las cercanías de la pared de la lingotera) fluye con el desplazamiento del campo magnético, por lo tanto, no sólo en un caso útil para la comprensión en el que se utiliza una lingotera 4 como se muestra en las Figuras 2A y 2B, sino también en un caso en el que se utilizan una pluralidad de lingoteras 4 como se muestra en las Figuras 4A y 4B, el acero fundido en las cercanías del agitador electromagnético 5 (acero fundido en las cercanías de la pared de la lingotera) fluye de manera uniforme. En esta memoria, la dirección hacia la derecha y hacia la izquierda del plano del papel de las Figuras 4A y 4B es la dirección de colada.

Ejemplos

En lo que sigue, se describirán Ejemplos llevados a cabo para confirmar los efectos de la presente invención.

La presente invención aplica una fuerza electromagnética al interior de la lingotera 4 por medio del agitador electromagnético 5 para hacer que el acero fundido fluya de manera uniforme, mejorando de este modo la calidad interior de los desbastes planos de colada. El agitador electromagnético 5 está situado en una posición en la que existe un menisco, en una región entre una superficie de extremo de un lado de extremo y una superficie de extremo del otro lado de extremo de la dirección de colada de las bobinas electromagnéticas C1 y C2, cada una de las cuales tiene una anchura W en la dirección de colada.

Como agitador electromagnético 5 del sistema 100 de colada continua mostrado en la Figura 1, se utilizó el agitador electromagnético con sistema de cableado simétrico mostrado en la Figura 2B. Se utilizaron una o más las lingoteras cuyo diámetro ϕ sobre la superficie exterior (diámetro exterior ϕ) es 180 mm, una o más lingoteras cuyo diámetro exterior ϕ es 225 mm, uno o más lingoteras cuyo diámetro exterior ϕ es 265 mm, y una o más lingoteras cuyo diámetro exterior ϕ es 400 mm. Se llevó a cabo colada continua con la velocidad de colada de 0,5 a 2,0 m/min, con el valor de corriente aplicada a las bobinas electromagnéticas de 300 a 600 A, y con la intensidad de campo magnético de 50 a 150 mT (miliateslas). Los resultados de medida del flujo de acero fundido en las lingoteras se muestran en la Tabla 1.

ES 2 663 470 T3

5 Se prepararon para su utilización dos tipos de agitadores electromagnéticos con anchura W de 550 mm y 400 mm, respectivamente. Para el agitador electromagnético cuya anchura W es 550 mm, la distancia L entre las bobinas electromagnéticas $C1$ y $C2$ se estableció como dos niveles de 450 mm y 600 mm, y para el agitador electromagnético cuya anchura W es 400 mm, la distancia L entre las bobinas electromagnéticas $C1$ y $C2$ se estableció como sólo 600 mm, y entonces se llevó a cabo el ensayo.

10 Asimismo, en la Tabla 1, en relación con los Ejemplos 1 a 5 que cumplen las condiciones definidas en la presente invención y en relación con los Ejemplos Comparativos 6 a 8 que no cumplen las condiciones definidas en la presente invención, se muestra cada condición y el valor mínimo V_{\min} de la velocidad de flujo del acero fundido en la dirección de colada en las cercanías de la lingotera después del menisco.

15 En la siguiente Tabla 1, cuando la incidencia λ de presencia de defectos superficiales es $\lambda < 0,5\%$, el agitador electromagnético se calificó como "muy bueno", cuando $0,5\% \leq \lambda \leq 1,5\%$, el agitador electromagnético se calificó como "bueno", y cuando $1,5\% \leq \lambda$, el agitador electromagnético se calificó como "mediocre". La evaluación se basó en la presencia de defectos superficiales, y la presencia de defectos superficiales que se puede tratar mediante rectificado aplica a "muy bueno" o "bueno", y la presencia de defectos superficiales que no se puede tratar mediante rectificado debido a alta frecuencia de la presencia de defectos aplica a "mediocre".

[Tabla 1]

Nº	Clasificación	Sistema de Cableado	Número de Lingoteras	Tamaño Exterior de la Lingotera ϕ (mm)	$n \times \phi$	Anchura de bobina Trifásica W (mm)	Distancia Entre Bobinas Electromagnéticas L (mm)	Corriente de Agitación Electromagnética (A)	Campo Magnético (mT)	Valor Mínimo de Velocidad de Flujo del Acero Fundido V_{min} (cm/s)	Tasa de Generación de Defectos (%)	Evaluación
1	Ejemplos Comparativos	Tipo ventana	1	400	400	550	600	600	148	23	0,3	Muy buena
2		Simétrico	2	225	450	550	450	600	143	21	0,4	Muy buena
3		Tipo ventana	1	360	360	400	600	300	71	11	1,4	Buena
4		Tipo ventana	2	265	530	550	600	300	76	15	1,0	Buena
5		Simétrico	3	180	540	550	450	300	73	13	1,2	Buena
6		Simétrico	1	400	400	550	600	300	72	5	2,1	Mediocre
7		Tipo ventana	2	265	530	550	450	300	69	0	6,2	Mediocre
8		Tipo ventana	3	225	675	550	450	300	77	0	7,1	Mediocre

5 Como se muestra en la Tabla 1, los Ejemplos 1 a 5 en los cuales el valor mínimo V_{min} de la velocidad de flujo de acero fundido en la dirección de colada en las cercanías de la lingotera después del menisco es mayor o igual de 10 cm/s tenían cada uno de ellos la incidencia λ de presencia de defectos superficiales menor o igual que 1,5%, y era posible tratar la presencia de defectos mediante rectificado. Por otro lado, los Ejemplos Comparativos 6 a 8 que no satisfacían las condiciones del método de colada continua de la presente invención tenían cada uno de ellos la incidencia λ de presencia de defectos superficiales en 1,5% ó más (mayor o igual que), y no era posible tratar la presencia de defectos mediante rectificado.

10 Obviamente, la presente invención no está limitada a los Ejemplos descritos anteriormente, y las realizaciones se pueden modificar adecuadamente siempre y cuando dichas realizaciones estén dentro del alcance de ideas técnicas descritas en las reivindicaciones de la presente invención.

Aplicabilidad Industrial

15 La presente invención descrita anteriormente se puede aplicar a cualquier tipo de colada continua tal como de tipo en curva, de tipo vertical, siempre y cuando sea una colada continua. Asimismo, la presente invención se puede aplicar no sólo a una colada continua para desbaste plano sino también a una colada continua para desbaste.

Descripción de los números de referencia

20	C1, C2	bobina electromagnética
	4	lingotera
	5	agitador electromagnético
	11	núcleo
	12	parte de diente
	13	arrollamiento interior
25	14	arrollamiento exterior
	100	sistema de colada continua para palanquilla (aparato de colada continua para palanquilla)

REIVINDICACIONES

1. Un agitador electromagnético configurado para controlar el flujo de acero fundido en el interior de una lingotera (4) de un aparato (100) de colada continua para palanquillas, comprendiendo el agitador electromagnético (5) un par de bobinas electromagnéticas (C1, C2) situadas la una enfrente de la otra y que incluye una pluralidad de las lingoteras (4) a intervalos predeterminados entre el par de bobinas electromagnéticas (C1, C2), en el cual:

se proporcionan dos partes (12) de diente a un núcleo de hierro de cada bobina del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2) de una manera tal que se proyectan hacia un lado de las lingoteras (4); cada una de las dos partes (12) de diente incluye un arrollamiento (13) interior en el exterior de la misma y las dos partes (12) de diente provistas de los arrollamientos (13) interiores están envueltas con un arrollamiento (14) exterior aplicado al exterior de los arrollamientos (13) interiores; y se aplican corrientes A, B y C, cada una de las cuales tiene una diferencia de fase de 120° con las demás, a los arrollamientos (13) interiores y al arrollamiento (14) exterior desde una fuente de alimentación de corriente alterna trifásica;

en el cual

cuando una distancia L entre el par de bobinas electromagnéticas (C1, C2) situadas de una manera en la que están situadas una enfrente de la otra y en la que incluyen la pluralidad de lingoteras (4) entre ellas es mayor o igual de 500 mm, la dirección de la corriente que se debe aplicar a los arrollamientos (13) interiores y al arrollamiento (14) exterior es, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, para una bobina del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2), -B, +C, -C, +A, -A, +B en el orden mencionado, y para la otra bobina del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2), -B, +A, -A, +C, -C, +B en el orden mencionado;

cuando la distancia L es menor o igual que 500 mm, la dirección de la corriente que se debe aplicar a los arrollamientos (13) interiores y al arrollamiento (14) exterior es, desde un lado de extremo al otro lado de extremo de la dirección de colada, para una bobina del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2), -B, +C, -C, +A, -A, +B y para la otra bobina del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2), +B, -A, +A, -C, +C, -B; y cuando el número de lingoteras (4) que se deben colocar en una región entre una superficie de extremo de un lado de extremo y una superficie de extremo del otro lado de extremo de la dirección de colada del par de bobinas electromagnéticas (C1, C2) se define como n, cuando el tamaño externo de cada uno de las lingoteras (4) se define como ϕ (mm), y cuando la anchura de cada una de las bobinas electromagnéticas (C1, C2) se define como W (mm), el número de lingoteras (4) cumple la siguiente fórmula:

$$n \times \phi < W.$$

2. Un método de colada continua que utiliza un agitador electromagnético (5), comprendiendo el método:

utilizar el agitador electromagnético (5) de la reivindicación 1 como el agitador electromagnético (5); y establecer V_{min} , que es el valor mínimo de flujo de acero fundido en una dirección circunferencial de una lingotera (4) en una región que está situada a una distancia menor o igual de 100 mm de la superficie de la pared de la lingotera que tiene contacto con el acero fundido después del menisco, como mayor o igual de 10 cm/s.

Fig. 1

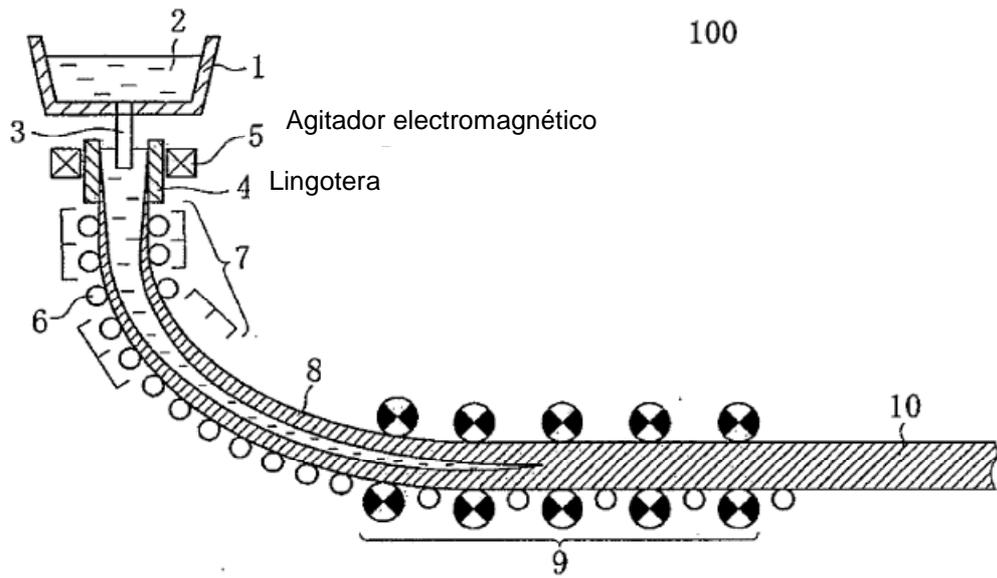


Fig. 2A

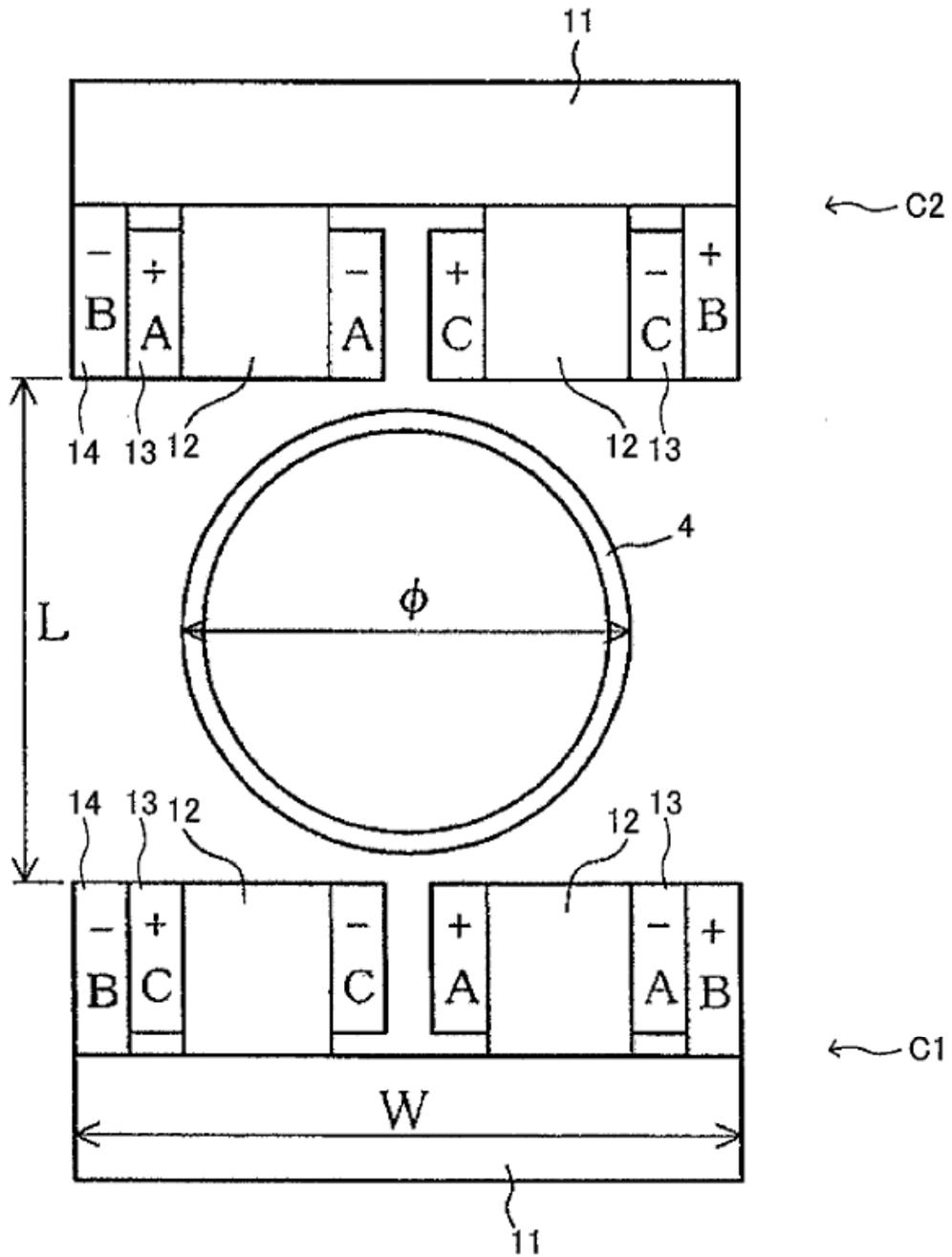


Fig. 2B

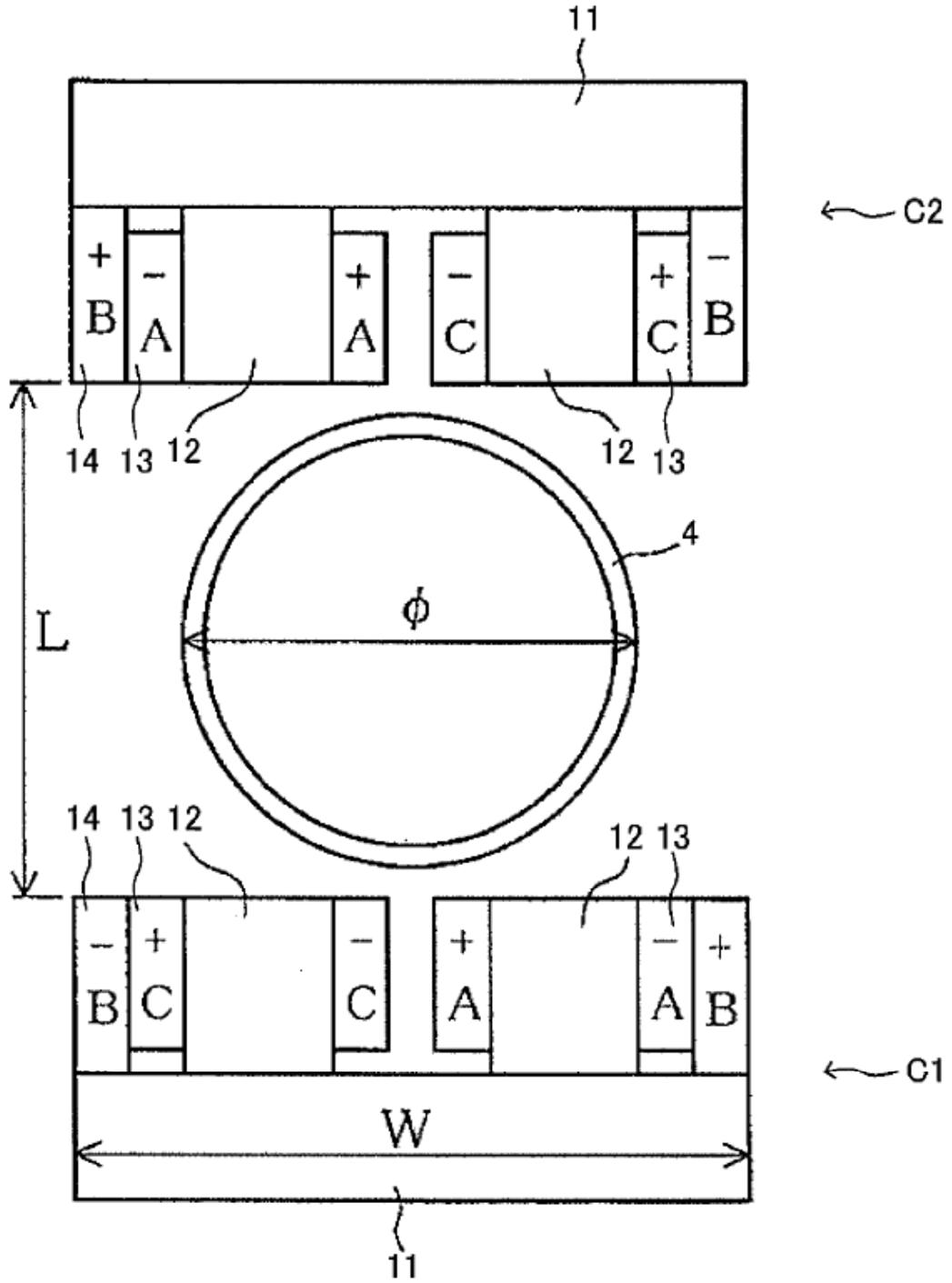


Fig. 3

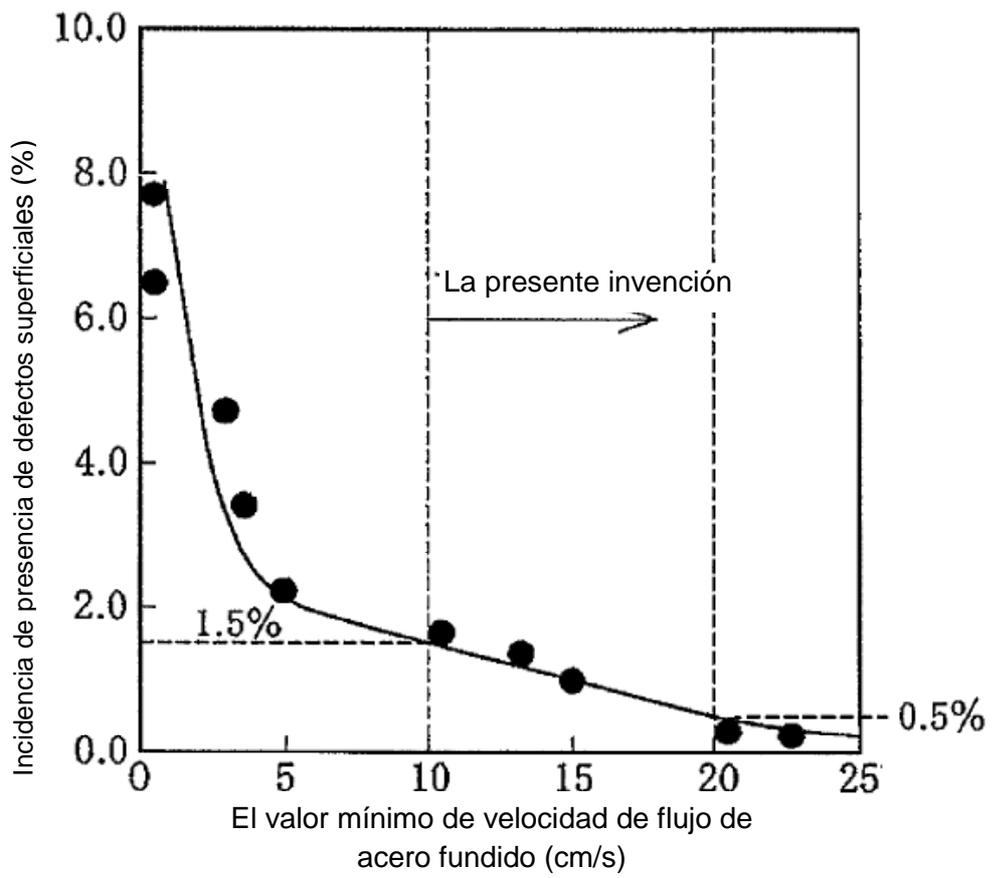


Fig. 4A

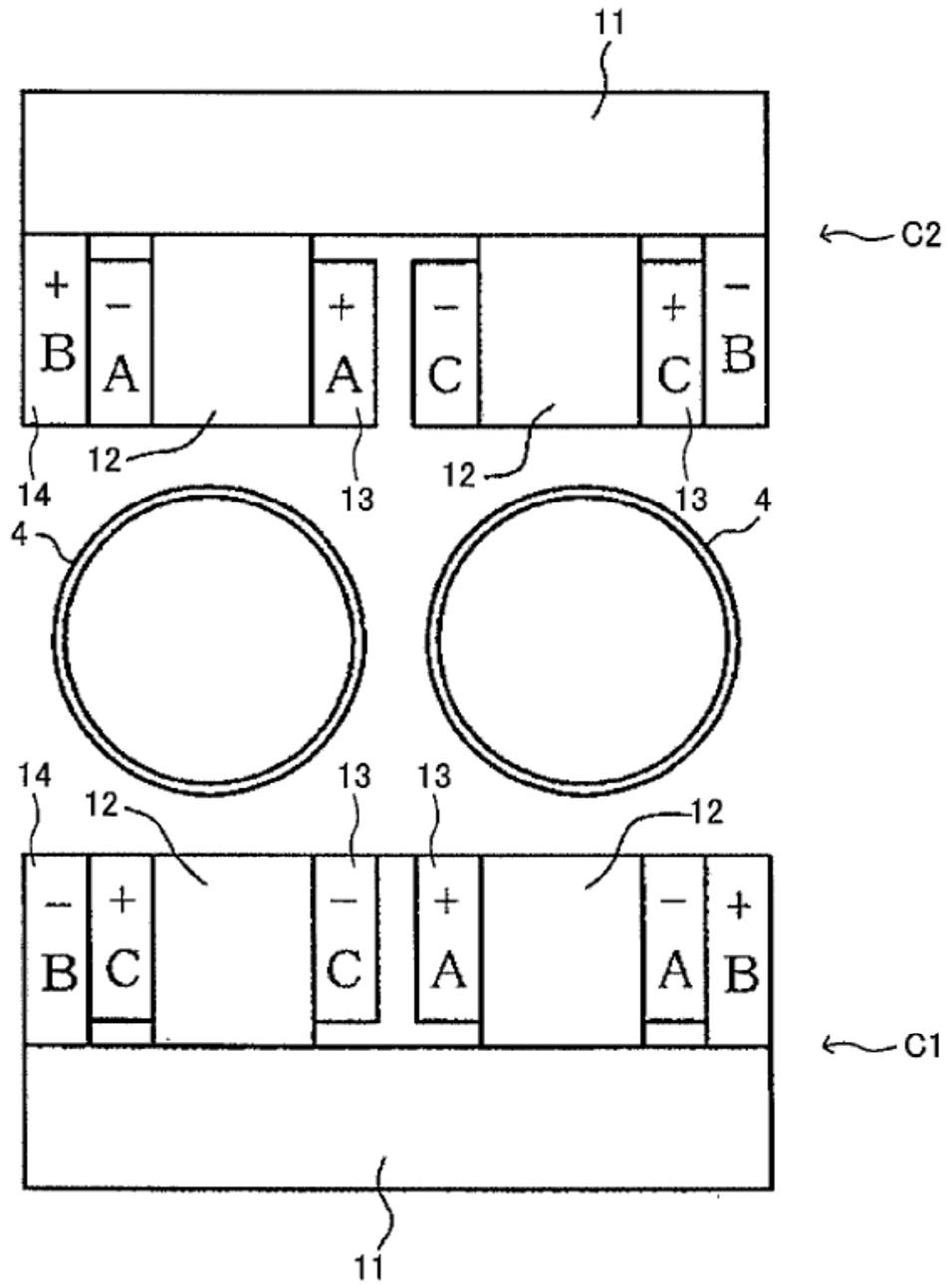


Fig. 4B

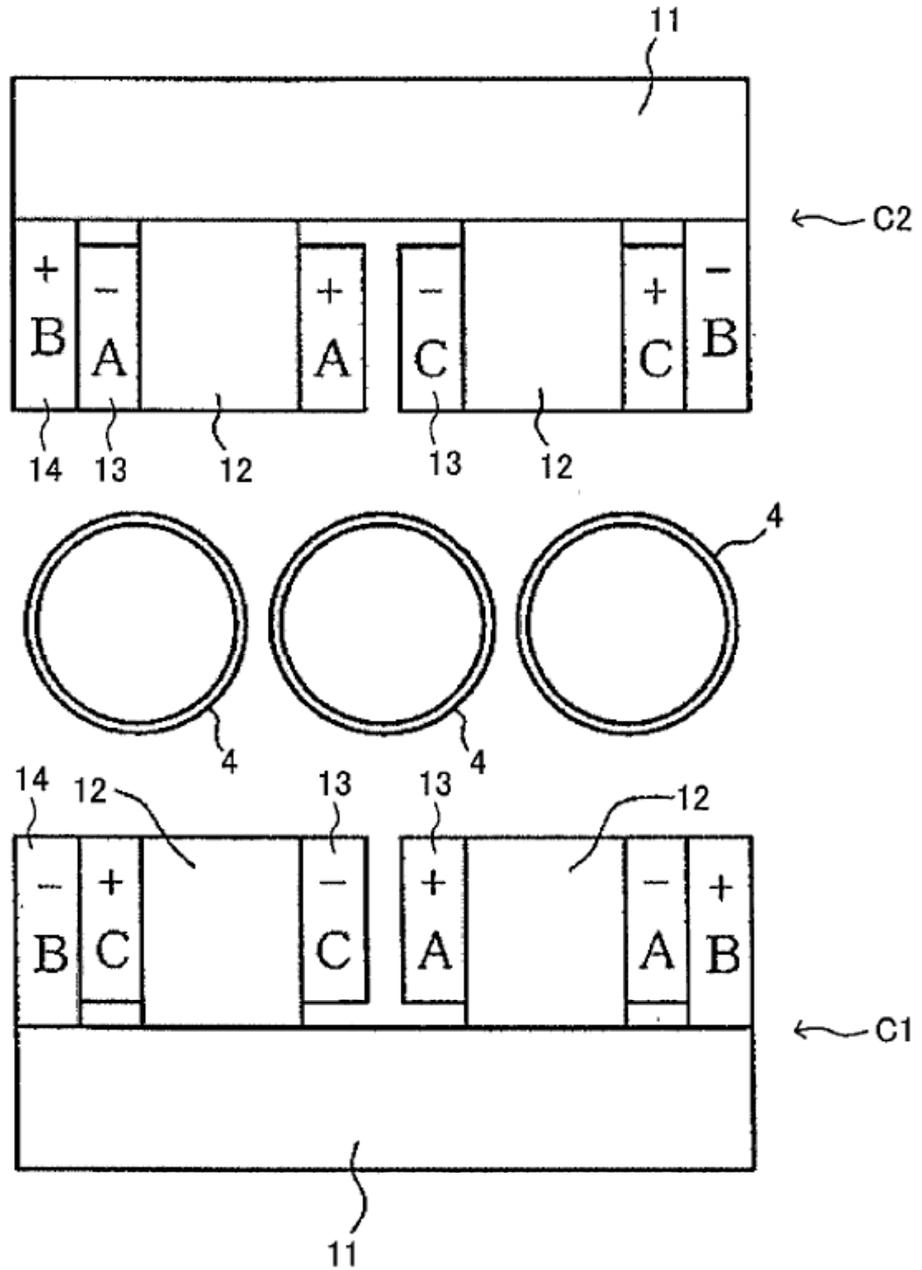


Fig. 5A

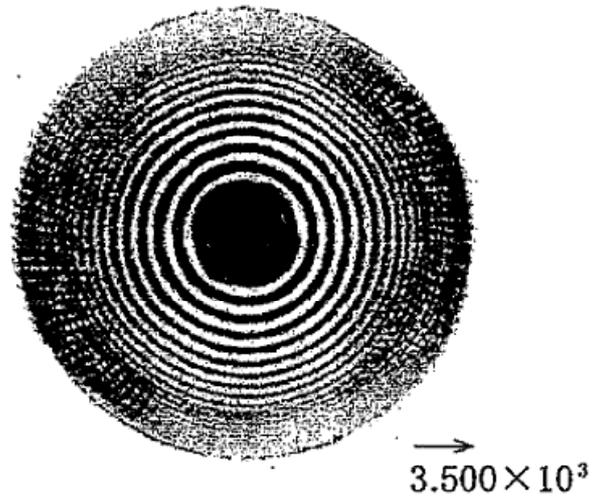


Fig. 5B

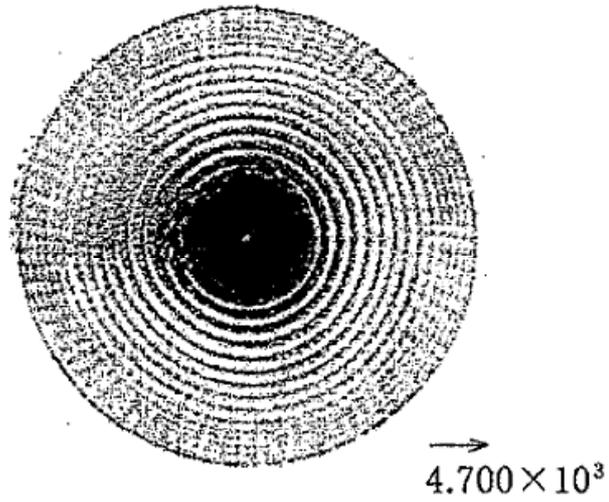


Fig. 6A

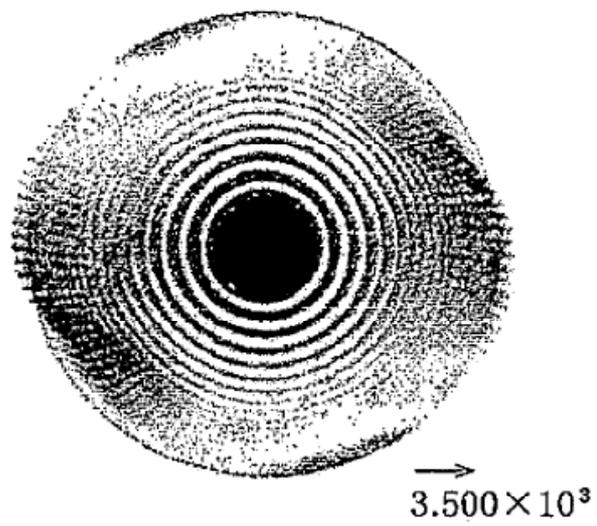


Fig. 6B

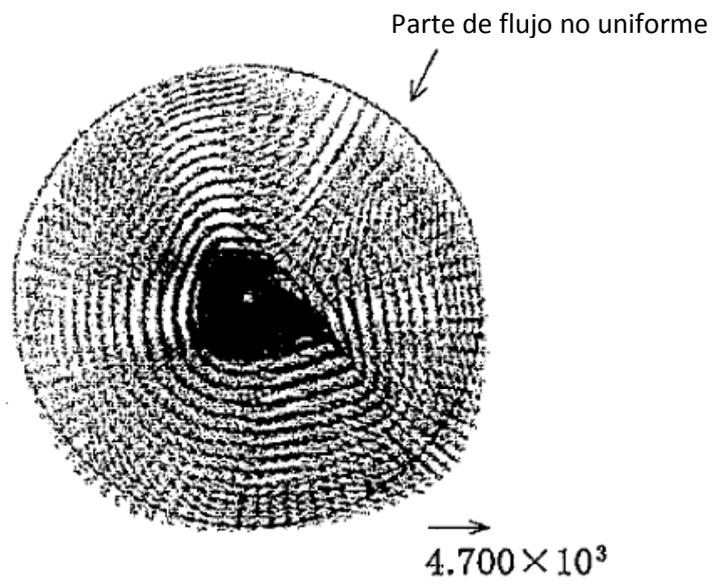


Fig. 7

