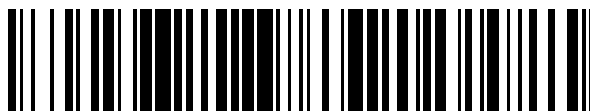


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 332**

51 Int. Cl.:
B22D 41/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09725518 .6**
96 Fecha de presentación: **09.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2279816**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.02.2011**

54 Título: **Tobera de inmersión para colada continua**

30 Prioridad:
27.03.2008 JP 2008084166
27.12.2008 JP 2008335527

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2012

73 Titular/es:
Krosaki Harima Corporation
1-1 Higashihamamachi Yahatanishi-ku
Kitakyushu-shi Fukuoka 806-8586, JP

72 Inventor/es:
KIDO, Koji;
KURISU, Joji;
OTSUKA, Hiroshi;
MIZOBE, Arito y
KURODA, Takahiro

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 386 332 T3

DESCRIPCIÓN

Tobera de inmersión para colada continua.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una tobera de inmersión para colada continua para verter acero fundido desde una artesa a un molde.

Antecedentes de la técnica

10 En un proceso de colada continua para la producción de fundición de acero de una forma predeterminada por enfriamiento y solidificación continua de acero fundido, el acero fundido se vierte en un molde a través de una tobera de inmersión de colada continua (de ahora en adelante referida también como "tobera de inmersión") colocada en el fondo de una artesa. En general, la tobera de inmersión incluye un cuerpo tubular con una parte inferior, y un par de orificios de salida dispuestos en la pared lateral en una sección inferior del cuerpo tubular. El cuerpo tubular tiene un orificio de entrada para la entrada de acero fundido dispuesto en un extremo superior y un conducto que se extiende en el interior del cuerpo tubular hacia abajo desde el orificio de entrada. El par de orificios de salida se comunican con el conducto. La tobera de inmersión se utiliza con su sección inferior sumergida en acero fundido en el molde para evitar que el acero fundido vertido salte hacia el aire y se oxide por el contacto con el aire. Más aun, el uso de la tobera de inmersión permite regular el flujo de acero fundido en el molde y por ello evita que las impurezas que flotan en la superficie del acero fundido, tales como escorias e inclusiones no metálicas, sean atrapadas en el acero fundido.

20 En los últimos años, ha existido una demanda para la mejora de la calidad y la productividad del acero en el proceso de colada continua. El aumento de la productividad del acero con instalaciones de producción existentes requiere un aumento de la tasa de vertido (caudal). Por lo tanto, con el fin de aumentar la cantidad de acero fundido que pasa a través de la tobera de inmersión, se han llevado a cabo intentos para aumentar el diámetro del conducto de la tobera y las dimensiones de los orificios de salida en el seno de un espacio limitado en el molde.

25 El aumento de las dimensiones de los orificios de salida produce desequilibrios en la distribución de la velocidad de flujo entre las corrientes de salida descargadas hacia afuera de las porciones inferiores y las porciones superiores de los orificios de salida, y entre las corrientes de salida descargadas hacia afuera del orificio de salida derecho y el orificio de salida izquierdo. Los flujos desequilibrados (derivadas) inciden en las paredes laterales estrechas del molde e inducen a continuación patrones inestables de flujo de acero fundido en el molde. Como resultado de ello, la fluctuación del nivel en la superficie del acero fundido está causada por flujos inversos excesivos, y la calidad del acero se reduce debido a la inclusión de polvo de molde, y también ocurren problemas tales como la ruptura de la costra de colada.

30 El Documento de Patente 1, por ejemplo, describe una tobera de inmersión que incluye un cuerpo tubular, donde el cuerpo tiene un par de orificios de salida opuestos en la pared lateral de una sección inferior del mismo. Los orificios de salida opuestos están divididos cada uno de ellos por proyecciones que sobresalen hacia adentro hacia dos o tres porciones dispuestas verticalmente para hacer un total de cuatro o seis orificios de salida (ver Figuras 18 (A) y (B)). El Documento de Patente 1 especifica que la tobera de inmersión inhibe la obstrucción y genera corrientes de salida más estables y controladas, lo que permite una velocidad más uniforme y una rotación y una turbulencia significativamente reducidas.

[Documento de Patente 1] Publicación Internacional N° WO 2005/049249

40 Los presentes inventores llevaron a cabo ensayos con modelo de agua en relación a la tobera de inmersión del Documento de Patente 1, a una tobera de inmersión de tipo convencional, y a una modificación de la tobera de inmersión de tipo convencional (ver Figura 19), con el fin de estudiar las variaciones en el patrón del flujo de acero fundido con cada tobera de inmersión. La tobera de inmersión de tipo convencional incluye un cuerpo tubular que tiene un par de orificios de salida opuestos en la pared lateral en una sección inferior. La tobera de inmersión de tipo convencional modificada incluye rebordes opuestos que sobresalen hacia el interior del conducto, donde los rebordes están dispuestos en el centro del conducto entre los orificios de salida opuestos.

45 Las Figuras 20 (A) y (B) muestran los resultados de los ensayos con modelo de agua en relación a las toberas de inmersión. En las Figuras 20 (A) y (B), las abscisas representan los valores medios σ_{av} de las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos en los lados derecho e izquierdo de las toberas de inmersión tal como se ven a lo largo de la pared lateral estrecha del molde. En la Figura 20 (A), la ordenada representa la diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo. En la Figura 20 (B), la ordenada representa el valor medio V_{av} de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo. Adicionalmente, la muestra A corresponde a la tobera de inmersión del Documento de Patente 1 (tobera de tipo cuatro orificios de salida), la muestra B corresponde a la tobera de inmersión de tipo convencional, y la muestra C corresponde a la tobera de inmersión de tipo modificado que incluye los rebordes en el centro del conducto (en la pared interna de la tobera y en el centro de la anchura del conducto). La Figura 20 (A) indica que la tobera de inmersión de tipo convencional mostró la mayor diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos

derecho e izquierdo, a saber, la mayor diferencia entre las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo, mientras que la tobera de inmersión del Documento de Patente 1 y la tobera de inmersión de tipo modificado con el reborde en el centro del conducto mostró unas diferencias más pequeñas entre las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo. Por otro lado, la Figura 20 (B) indica que la tobera de inmersión de tipo convencional y la tobera de inmersión del Documento de Patente 1 mostraron unos valores medios V_{av} de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo mayores, y que la tobera de inmersión de tipo modificado con el reborde en el centro del conducto mostró un valor medio V_{av} menor.

La diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo y el valor medio V_{av} de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo aumenta cuando se incrementa el caudal. Desde el punto de vista de la mejora de la calidad del acero, es deseable que $\Delta\sigma$ tenga un valor de 2 cm/seg o menos, y que V_{av} tenga un valor comprendido entre 10 cm/seg y 30 cm/seg. Nótese que el valor de $\Delta\sigma$ en todas las muestras fue de 2 cm/seg o menos, mientras que el valor de V_{av} en todas las muestras estuvo fuera del intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg.

En el caso de la tobera de inmersión del Documento de Patente 1 (tobera de tipo cuatro orificios de salida), como indican los resultados del análisis de fluidos que se presentan en las Figuras 21 (A) y (B), se encontraron valores mayores en las corrientes de salida emitidas desde las porciones inferiores de los orificios de salida, mientras que se encontraron valores menores en el caso de las porciones superiores, con el resultado de que las velocidades de los flujos inversos alcanzaron valores tan elevados como 35 cm/seg. Para el análisis de fluidos, las dimensiones del molde se fijaron en 1500 mm por 235 mm y el caudal fue ajustado a 3,0 toneladas por minuto. Más aun, la tobera de inmersión del Documento de Patente 1, que tiene cuatro o más orificios de salida, no sólo requiere un proceso de fabricación demasiado complejo, sino que también presenta el problema de inducir un desequilibrio entre las corrientes de salida en el caso de que se produzca una obstrucción o un desgaste térmico de los orificios de salida.

La presente invención se ha llevado a cabo en vista de las circunstancias anteriormente referidas, y es un propósito de la presente invención crear una tobera de inmersión para colada continua que reduce la deriva de acero fundido que fluye desde los orificios de salida de la tobera y reduce la fluctuación del nivel en la superficie del acero fundido y que es fácil de fabricar.

El propósito anteriormente descrito puede conseguirse mediante las características específicas establecidas en las reivindicaciones.

En particular, para lograr el propósito anterior, la presente invención crea: una tobera de inmersión para colada continua que incluye un cuerpo tubular con una parte inferior, donde el cuerpo tubular tiene un orificio de entrada para la entrada de acero fundido dispuesto en un extremo superior y un conducto que se extiende en el interior del cuerpo tubular hacia abajo desde el orificio de entrada; y un par de orificios de salida opuestos dispuestos en una pared lateral en una sección inferior del cuerpo tubular con el fin de comunicarse con el conducto, donde la tobera de inmersión se caracteriza por un par de rebordes opuestos que se extienden horizontalmente en una pared interna y se proyectan hacia adentro del conducto desde la pared interna entre el par de orificios de salida, donde la pared interna define el conducto. El término "que se extiende horizontalmente sobre en una pared interna", tal como se utiliza en la presente memoria, se refiere a los rebordes cada uno de los cuales se extiende horizontalmente de un lado al otro lado en la pared interna, es decir, desde un borde con un orificio de salida al otro borde con el otro orificio de salida. A lo largo de la realización, las direcciones se establecen con la tobera de inmersión dispuesta en posición vertical.

En toberas de inmersión convencionales, las corrientes de salida de las porciones inferiores de los orificios de salida tienden a ser emitidas en mayor cantidad que aquellas de las porciones superiores de los mismos, lo que conduce a un desequilibrio en la distribución de la velocidad de flujo. La tobera de inmersión de acuerdo con la realización de la presente invención, por otro lado, permite que se emitan cantidades suficientes de las corrientes de salida desde las porciones superiores de los orificios de salida debido al efecto bloqueante de los rebordes opuestos. Adicionalmente, puesto que la holgura entre los rebordes es efectiva para la regulación del flujo, el acero fundido que fluye hacia abajo entre los rebordes opuestos se convierte en bilateralmente simétrico alrededor del eje de la tobera de inmersión cuando se ve en el plano vertical paralelo a la dirección longitudinal de los rebordes. Al permitir que las corrientes de salida fluyan uniformemente hacia afuera de las áreas enteras de los orificios de salida, la tobera de inmersión reduce las velocidades máximas de las corrientes de salida que inciden en las paredes laterales estrechas del molde y, a su vez, disminuye las velocidades de los flujos inversos. Esto resuelve los problemas de la fluctuación del nivel en la superficie del acero fundido y la inclusión de polvo de molde debido a los inversos excesivos y, por tanto, evita la reducción de la calidad del acero.

En la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención, es preferible que el ratio a/a' esté comprendido en el intervalo entre 0,05 y 0,38 y el ratio b/b' esté comprendido en el intervalo entre 0,05 y 0,5, donde a' y b' representan una anchura horizontal y una longitud vertical, respectivamente, de los orificios de salida en una vista frontal; a es una altura de proyección de los rebordes en caras terminales; y b es una anchura vertical de los rebordes. Más aun, es preferible que el ratio c/b' esté comprendido en el intervalo entre 0,15 y 0,7, donde c es una distancia vertical entre bordes superiores de los orificios de salida en una vista frontal y centros verticales de los rebordes.

- En la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención, también es preferible que los rebordes tengan cada uno porciones inclinadas en extremos opuestos. Las porciones inclinadas están inclinadas hacia abajo apuntando hacia una parte exterior del cuerpo tubular. Adicionalmente, es preferible que cada orificio de salida tenga una cara terminal superior y una cara terminal inferior que se inclinen hacia abajo apuntando hacia el exterior del cuerpo tubular con el mismo ángulo de inclinación que las porciones inclinadas. Si cada orificio de salida tiene la cara terminal superior y la cara terminal inferior inclinadas hacia abajo apuntando hacia el exterior del cuerpo tubular, pero los rebordes no están inclinados hacia abajo en los extremos opuestos en la dirección longitudinal, las corrientes de salida que fluyen a través de los espacios situados por encima de los rebordes son interrumpidas por los rebordes. Como resultado de ello, las corrientes de salida se descargan fuera de los orificios de salida hacia arriba. Las corrientes de salida así descargadas chocan con los flujos inversos en la superficie del acero fundido en el molde, desestabilizando las velocidades de los flujos inversos. Por esta razón, las porciones inclinadas en los extremos opuestos de cada reborde en la dirección longitudinal se inclinan con el mismo ángulo de inclinación que la cara terminal superior y la cara terminal inferior de cada orificio de salida.
- Más aun, en la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención es preferible que el ratio L_2/L_1 esté comprendido en el intervalo entre 0 y 1, donde L_1 es una anchura del conducto, a lo largo de una dirección longitudinal de los rebordes, justamente encima de los orificios de salida; y L_2 es una longitud de los rebordes descontando las porciones inclinadas.
- Más aun, en la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención es preferible que las caras terminales superiores y las caras terminales inferiores de los orificios de salida y las porciones inclinadas de los rebordes estén inclinadas con un ángulo de inclinación comprendido en el intervalo entre 0° y 45° .
- Más aun, en la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención es preferible que los rebordes tengan cada uno de ellos caras terminales en extremos opuestos en una dirección longitudinal de los rebordes, donde las caras terminales deben ser caras verticales perpendiculares a la dirección longitudinal de los rebordes.
- Más aun, en la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención es preferible que el cuerpo tubular tenga un depósito empotrado para acero fundido en la parte inferior.
- En la presente invención, se fabrican un par de rebordes opuestos para extenderse horizontalmente en una pared interna y para proyectarse hacia adentro del conducto. La pared interna define el conducto entre el par de orificios de salida. Por consiguiente, el flujo de acero fundido puede tener una distribución más uniforme a través de todos los orificios de salida. Esto estabiliza la distribución de velocidad de flujo y la posición incidencia de las corrientes de salida que inciden en las paredes laterales estrechas del molde, y disminuye las velocidades de los flujos inversos en la superficie del acero fundido en el molde. Como resultado de ello, la fluctuación en el nivel de la superficie del acero fundido se hace más pequeña y las corrientes en los lados derecho e izquierdo de la tobera de inmersión en el molde adoptan una trayectoria más simétrica, lo que permite una mejora de la calidad y la productividad de acero en el proceso de colada continua.
- Adicionalmente, la tobera de inmersión para colada continua de la presente invención puede fabricarse de manera sencilla mediante el empleo del proceso de fabricación de orificios de salida en una tobera de inmersión tradicional, ya que la presente invención se obtiene mediante la fabricación de los rebordes opuestos en la pared interna entre el par de orificios de salida que definen el conducto.
- Ejemplos de métodos de fabricación de orificios de salida en una tobera de inmersión tradicional incluyen: un método caracterizado por fabricar orificios de salida, de un tamaño menor de lo que se pretende finalmente, y después perforar perpendicularmente los orificios de salida para agrandar los orificios de salida y formar rebordes de una dimensión de sección transversal pretendida; y CIP (Prensado Isostático en Frío, *Cold Isostatic Pressing*) caracterizan por crear ranuras en una barra hueca cuya misión es formar rebordes, a continuación cargar las ranuras con arcilla, un material utilizado para producir un cuerpo tubular, y presionar la arcilla, formando de este modo los rebordes de una dimensión de sección transversal pretendida.
- La invención se describe con detalle en conjunción con los dibujos, en lo cuales:
- Las Figuras 1 (A) y (B) son una vista lateral y una vista en sección vertical, respectivamente, de una tobera de inmersión para colada continua de acuerdo con una realización de la presente invención,
- La Figura 2 es una vista lateral parcial de la tobera de inmersión,
- Las Figuras 3 (A) y (B) son vistas parciales en sección vertical de la tobera de inmersión,
- La Figura 4 es una vista esquemática para explicar los ensayos con modelo de agua.
- Las Figuras 5 (A) y (B) muestran las relaciones entre el ratio a/a' y $\Delta\sigma$, y entre el ratio a/a' y V_{av} , respectivamente,
- Las Figuras 6 (A) y (B) muestran las relaciones entre el ratio b/b' y $\Delta\sigma$, y entre el ratio b/b' y V_{av} , respectivamente,
- Las Figuras 7 (A) y (B) muestran las relaciones entre el ratio c/b' y $\Delta\sigma$, y entre el ratio c/b' y V_{av} , respectivamente,

Las Figuras 8 (A) y (B) muestran las relaciones entre el ratio L_2/L_1 y $\Delta\sigma$, y entre el ratio L_2/L_1 y V_{av} , respectivamente,

Las Figuras 9 (A) y (B) muestran las relaciones entre el ratio R/a' y $\Delta\sigma$, y entre el ratio R/a' y V_{av} , respectivamente,

Las Figuras 10 (A) y (B) son vistas esquemáticas de modelos de simulación utilizados en el análisis de fluidos, de la tobera de inmersión de acuerdo con la realización de la presente invención y con la técnica anterior, respectivamente,

Las Figuras 11 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos de acuerdo con la realización de la presente invención,

Las Figuras 12 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos de acuerdo con la técnica anterior,

La Figura 13 muestra un gráfico de la relación entre $\Delta\theta$ y V_{av} ,

Las Figuras 14 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos ($\theta = 0^\circ$) de acuerdo con la realización de la presente invención,

Las Figuras 15 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos ($\theta = 25^\circ$) de acuerdo con la realización de la presente invención,

Las Figuras 16 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos ($\theta = 35^\circ$) de acuerdo con la realización de la presente invención,

Las Figuras 17 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos ($\theta = 45^\circ$) de acuerdo con la realización de la presente invención,

Las Figuras 18 (A) y (B) son una vista en sección vertical y una vista en sección transversal horizontal, respectivamente, de una tobera de inmersión para colada continua de acuerdo con el Documento de Patente 1,

La Figura 19 es una vista parcial en sección vertical de una tobera de inmersión para colada continua que incluye rebordes salientes en el centro del conducto entre los orificios de salida opuestos,

Las Figuras 20 (A) y (B) muestran gráficos que representan la relación entre σ_{av} y $\Delta\sigma$, y la relación entre σ_{av} y V_{av} , respectivamente, y

Las Figuras 21 (A) y (B) muestran patrones de flujo de fluido tal como se ven en un plano vertical y en un plano horizontal, respectivamente, donde ambos han sido obtenidos como resultado del análisis de fluidos llevado a cabo utilizando la tobera de inmersión de acuerdo con el Documento de Patente 1.

Descripción de los Números de Referencia

10: tobera de inmersión (tobera de inmersión para colada continua), 11: cuerpo tubular, 12: conducto, 13: orificio de entrada, 14: orificio de salida, 14a: cara terminal superior, 14b: cara terminal inferior, 15: parte inferior, 16: reborde, 16a: porción inclinada, 16b: porción horizontal, 17: depósito empotrado, 18: pared interna, 21: molde, 22: detector de velocidad de flujo, 23: pared lateral estrecha.

En referencia a los dibujos que acompañan, se describe una realización de la presente invención para una mejor comprensión de la presente invención.

Las Figuras 1 (A) y (B) muestran la estructura de una tobera 10 de inmersión para colada continua (de ahora en adelante referida también como "tobera de inmersión") de acuerdo con una realización de la presente invención. La tobera 10 de inmersión incluye un cuerpo 11 tubular cilíndrico con una parte 15 inferior. El cuerpo 11 tubular tiene un orificio 13 de entrada para la entrada de acero fundido en el extremo superior de un conducto 12 que se extiende en el interior del cuerpo 11 tubular. El cuerpo 11 tubular también tiene un par de orificios 14, 14 de salida opuestos dispuestos en la pared lateral en una sección inferior de la misma con el fin de comunicarse con el conducto 12. El cuerpo 11 tubular está fabricado de un material refractario tal como alúmina-grafito ya que se necesita que la tobera 10 de inmersión tenga resistencia a la fisura y resistencia a la corrosión.

Los orificios 14, 14 de salida tienen una configuración rectangular con esquinas redondeadas, cuando se ven en una vista frontal. El cuerpo 11 tubular tiene rebordes 16, 16 opuestos que se extienden en la dirección horizontal en una pared 18 interna y se proyectan hacia adentro del conducto 12 desde la pared 18 interna, y la pared 18 interna

define el conducto 12, entre el par de orificios 14, 14 de salida. A saber, los rebordes 16, 16 opuestos están dispuestos de manera simétrica alrededor de un plano vertical que pasa por los centros de los respectivos orificios 14, 14 de salida. La holgura entre los rebordes 16, 16 es constante. Cada reborde 16 tiene porciones 16a, 16a inclinadas en los extremos opuestos de los mismos en dirección longitudinal, que se inclinan hacia abajo apuntando hacia el exterior del cuerpo 11 tubular (véase la Figura 3). Cada orificio 14 de salida tiene una cara 14a terminal superior y una cara 14b terminal inferior que se inclinan hacia abajo apuntando hacia el exterior del cuerpo 11 tubular. En esta realización, las porciones 16a, 16a inclinadas de los rebordes 16, 16 y la cara 14a terminal superior y la cara 14b terminal inferior de los orificios 14, 14 de salida están inclinadas con el mismo ángulo de inclinación.

Cada uno de los rebordes 16, 16 se extiende horizontalmente de un lado a otro lado en la pared 18 interna, es decir, desde un borde con un orificio 14 de salida hacia el otro borde con el otro orificio 14 de salida. Preferiblemente, las caras terminales de cada reborde 16 en los extremos opuestos en la dirección longitudinal son caras verticales perpendiculares a la dirección longitudinal de los rebordes 16, 16 tal como se muestra en la Figura 3 (A). Sin embargo, si el cuerpo 11 tubular es cilíndrico, etc, las caras terminales pueden tener una curvatura que coincide con la superficie exterior del cuerpo 11 tubular, tal como se muestra en la Figura 3 (B). Las caras terminales que tengan dicha curvatura no afectan a los flujos de descarga de acero fundido.

Preferiblemente, el cuerpo 11 tubular tiene un depósito 17 empotrado en la parte 15 inferior para acero fundido. Aunque la ausencia del depósito 17 empotrado en la parte 15 inferior no influye de manera adversa en el efecto de la presente invención, el depósito 17 empotrado para acero fundido permite una distribución más uniforme y estable de acero fundido entre los orificios 14, 14 de salida ya que aguanta temporalmente en su interior el acero fundido vertido en la tobera 10 de inmersión. El hecho de que una anchura horizontal a' de los orificios 14, 14 de salida tenga o no tenga el mismo valor que la anchura del conducto 12 no influye en el efecto de la presente invención (en caso de que el conducto 12 sea cilíndrico, el diámetro del mismo).

[Ensayos con modelo de agua]

A continuación se describen los ensayos con modelo de agua que se llevaron a cabo utilizando modelos de la tobera 10 de inmersión con el fin de determinar la configuración óptima de los orificios 14, 14 de salida con los rebordes 16, 16 situados entre los mismos.

Los parámetros utilizados para determinar la configuración óptima de los orificios 14, 14 de salida con los rebordes 16, 16 situados entre los mismos se definen como sigue. La anchura horizontal y la longitud vertical de los orificios 14, 14 de salida tal como se ven en una vista frontal son a' y b' , respectivamente; la altura de proyección de los rebordes 16, 16 en las caras terminales es a y la anchura vertical de los rebordes 16, 16 es b , teniendo en cuenta que los rebordes 16, 16 tienen una sección transversal sustancialmente rectangular; y la distancia vertical entre los bordes superiores de los orificios 14, 14 de salida y los centros verticales a lo ancho de los rebordes 16, 16 es c (véase la Figura 2). Aquí, el término "sección transversal sustancialmente rectangular" pretende incluir el caso de una sección transversal rectangular con esquinas redondeadas. La anchura del conducto 12, en la dirección longitudinal de los rebordes 16, 16, justamente por encima de los orificios 14, 14 de salida es L_1 , y la longitud de los rebordes 16, 16, descontando las porciones 16a, 16a inclinadas (es decir, la longitud de las porciones 16b, 16b horizontales) es L_2 (véase la Figura 3). El ángulo de inclinación hacia abajo de las porciones 16a, 16a inclinadas en los rebordes 16, de las caras 14a, 14a terminales superiores, y de las caras 14b, 14b terminales inferiores es θ , y el radio de curvatura de las esquinas redondeadas de los orificios 14, 14 de salida es R .

La Figura 4 es una vista esquemática para explicar los ensayos con modelo de agua. Se fabricó un molde 21 a escala 1/1 a partir de una resina acrílica. El molde 21 se dimensionó de tal manera que la longitud de los lados largos (en la dirección izquierda-derecha en la Figura 4) se fijó en 925 mm y la longitud de los lados cortos (en una dirección perpendicular a la superficie de papel en la Figura 4) se fijó en 210 mm. Se hizo circular agua a través de la tobera 10 de inmersión y el molde 21 por medio de una bomba a un caudal equivalente a un caudal de extracción de 1,4 m/min.

La tobera 10 de inmersión se situó en el centro del molde 21 de tal manera que los orificios 14, 14 de salida quedaban enfrentados a las paredes 23, 23 laterales estrechas del molde 21. Se instalaron detectores 22 de velocidad de flujo de tipo hélice a una distancia de 325 mm (1/4 de la longitud de los lados largos del molde 21) fuera de las paredes 23, 23 laterales estrechas, respectivamente, del molde 21 y a 30 mm de profundidad desde la superficie del agua. A continuación, se midieron las velocidades de los flujos Fr , Fr inversos durante tres minutos. Después de eso, se calculó la diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos Fr , Fr inversos derecho e izquierdo y también la velocidad media V_{av} de los mismos y se evaluaron los resultados.

Se ofrecerá aquí una descripción referida a la correlación entre la velocidad de flujo inverso y la tasa de vertido (caudal). Los ensayos con modelo de agua se llevaron a cabo para aclarar tanto la correlación entre la diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo de la tobera de inmersión y el caudal y la correlación entre el valor medio V_{av} de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo y el caudal. Los resultados de los ensayos con modelo de agua indicaron que los valores $\Delta\sigma$ y V_{av} aumentaron proporcionalmente con el aumento en el caudal. El molde y la tobera de inmersión concebidos para los ensayos se dimensionaron de tal manera que el molde tenía una longitud comprendida en el intervalo entre 700 mm y 2000 mm

y una anchura entre 150 mm y 350 mm y el conducto de la tobera de inmersión tenía un área en sección transversal comprendida en el intervalo entre 15 cm^2 y 120 cm^2 (diámetro entre 50 mm y 120 mm), donde estas dimensiones son las que se aplican normalmente en la colada continua de losas. Cuando el caudal era inferior a 1,4 toneladas por minuto, las velocidades de los flujos inversos en la superficie del acero fundido eran demasiado lentas. Sin embargo, cuando el caudal superaba las 7 toneladas por minuto, las velocidades de los flujos inversos eran demasiado rápidas, provocando el riesgo de una reducción en la calidad del acero debido al aumento en la fluctuación de nivel en la superficie del acero fundido y debido a la inclusión de polvo de molde. Consecuentemente, era deseable que el caudal estuviese comprendido en el intervalo entre 1,4 toneladas por minuto y 7 toneladas por minuto. El ensayo demostró que el rendimiento estaba dentro del intervalo óptimo mencionado anteriormente cuando la diferencia $\Delta\sigma$ entre las desviaciones típicas de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo tenía un valor inferior o igual a 2,0 cm/seg y cuando el valor medio V_{av} de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo tenía un valor comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg. Consecuentemente, un valor de $\Delta\sigma$ inferior o igual a 2,0 cm/seg y un valor de V_{av} comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg se tomaron como intervalos críticos en la evaluación de los resultados de los ensayos con modelo de agua que se mencionan a continuación llevados a cabo para determinar el parámetro de los orificios de salida. Los caudales en los ensayos con modelo de agua se convirtieron utilizando la ecuación: peso específico del acero fundido / peso específico del agua = 7,0. De este modo, los caudales anteriores son equivalentes a los caudales de acero fundido.

La Figura 5 (A) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio a/a' y $\Delta\sigma$. La Figura 5 (B) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio a/a' y V_{av} . En estas figuras, los puntos $\blacklozenge$ representan mediciones individuales del ensayo y la línea continua representa una curva de regresión, y estas representaciones se utilizan también en las figuras que se mencionarán más adelante. Las Figuras 5 (A) y (B) indican que el valor de $\Delta\sigma$ fue inferior o igual a 2,0 cm/seg y el valor de V_{av} estaba comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg, cuando el ratio a/a' estaba dentro del intervalo entre 0,05 y 0,38. Cuando el ratio a/a' tenía un valor inferior a 0,05, los rebordes no exhiben suficientemente los efectos de interrumpir y regular el flujo, provocando (1) corrientes asimétricas en los lados derecho e izquierdo de la tobera de inmersión en el molde, y (2) unos flujos inversos que tenían velocidades por encima de 30 cm/seg. Esto podría dar lugar a una gran fluctuación en el nivel de la superficie del acero fundido, y a efectos adversos tales como la inclusión de polvo de molde. Por otro lado, cuando el ratio a/a' tenía un valor mayor de 0,38, las corrientes de salida en las porciones inferiores de los orificios de salida tenían velocidades ligeramente demasiado bajas, es decir, las corrientes de salida en las porciones superiores de los orificios de salida tenían velocidades excesivas, y los flujos inversos tenían velocidades por encima de 30 cm/seg. Esto podría dar lugar a una gran fluctuación en el nivel de la superficie del acero fundido, y a efectos adversos tales como la inclusión de polvo de molde. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $b/b' = 0,25$; $c/b' = 0,57$; $L_2/L_1 = 0,83$; $\theta = 15^\circ$; y $R/a' = 0,14$.

La Figura 6 (A) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio b/b' y $\Delta\sigma$. La Figura 6 (B) muestra un gráfico que representa la correlación entre b/b' y V_{av} . Estos números indican que cuando el ratio b/b' estaba comprendido en el intervalo entre 0,05 y 0,5, el valor de $\Delta\sigma$ fue inferior o igual a 2,0 cm/seg y el valor de V_{av} estaba comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg. Cuando el ratio b/b' estaba fuera del intervalo entre 0,05 y 0,5, se producían los mismos fenómenos que se observan cuando a/a' estaba fuera del intervalo óptimo entre 0,05 y 0,38: una amplia fluctuación en el nivel de la superficie del acero fundido, y efectos adversos tales como la inclusión de polvo de molde. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $a/a' = 0,21$; $c/b' = 0,48$; $L_2/L_1 = 0,77$; $\theta = 15^\circ$; y $R/a' = 0,14$.

La Figura 7 (A) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio c/b' y $\Delta\sigma$. La Figura 7 (B) muestra un gráfico que representa la correlación entre c/b' y V_{av} . Las Figuras 7 (A) y (B) indican que $\Delta\sigma$ fue menos sensible al cambio en el valor del ratio c/b' , mientras que el valor de V_{av} está comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg cuando c/b' estaba dentro del intervalo entre 0,15 y 0,7. Cuando el valor del ratio c/b' estaba fuera del intervalo entre 0,15 y 0,7, se producían los mismos fenómenos que se observan cuando a/a' estaba fuera del intervalo óptimo entre 0,05 y 0,38: una amplia fluctuación en el nivel de la superficie del acero fundido, y efectos adversos tales como la inclusión de polvo de molde. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $a/a' = 0,24$; $b/b' = 0,25$; $L_2/L_1 = 0,77$; $\theta = 15^\circ$; y $R/a' = 0,14$.

La Figura 8 (A) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio L_2/L_1 y $\Delta\sigma$. La Figura 8 (B) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio L_2/L_1 y V_{av} . Estos números indican que el valor de $\Delta\sigma$ fue inferior o igual a 2,0 cm/seg y el valor de V_{av} estaba comprendido en el intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg cuando el valor del ratio L_2/L_1 estaba dentro del intervalo entre 0 y 1. La condición $L_2/L_1 = 0$ significa que $L_2 = 0$, es decir, que los rebordes 16, 16 tiene forma de V invertida sin ninguna porción horizontal 16b, 16b. Si el ratio L_2/L_1 tuviese un valor superior a 1, la fabricación de la tobera de inmersión sería difícil. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $a/a' = 0,29$; $b/b' = 0,25$; $c/b' = 0,5$; $\theta = 15^\circ$; y $R/a' = 0,14$. En las Figuras 8 (A) y (B), los puntos $\blacklozenge$ representan mediciones de ensayos comparativos utilizando una tobera de inmersión que no tiene rebordes 16.

La Figura 9 (A) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio R/a' y $\Delta\sigma$. La Figura 9 (B) muestra un gráfico que representa la correlación entre el ratio R/a' y V_{av} . La condición $R/a' = 0,5$ significa que los orificios de salida tiene forma elíptica o circular. La Figura 9 (A) indica que cuando aumentó el valor del ratio R/a' , el valor de $\Delta\sigma$

creció solo ligeramente y no sufrió una variación importante. Por otro lado, la Figura 9 (B) indica que al aumentar el valor del ratio R/a' y por consiguiente al disminuir el área de los orificios de salida, las velocidades de los flujos inversos V_{av} aumentaron, pero que V_{av} estaba dentro del intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg. Por lo tanto, el ensayo demostró que los rebordes eran eficaces incluso si las esquinas redondeadas de los orificios de salida tenían un radio de curvatura grande. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,25$; $c/b' = 0,4$; $L_2/L_1 = 1$; y $\theta = 15^\circ$. El molde utilizado en el presente ensayo tenía unas dimensiones de 1500 mm por 235 mm y el caudal fue de 3,0 toneladas por minuto.

La Tabla 1 muestra los resultados de los ensayos con modelo de agua llevados a cabo utilizando las toberas de inmersión para colada continua de acuerdo con la realización de la presente invención, donde una tobera tenía el depósito empotrado para acero fundido en la parte inferior del cuerpo tubular, mientras que la otra no tenía el depósito empotrado. La Tabla 1 indica que $\Delta\sigma$ y V_{av} no variaron mucho dependiendo de la presencia o ausencia del depósito empotrado y sus valores se encontraron dentro de los intervalos óptimos. Los otros parámetros utilizados en el presente ensayo se fijaron en los siguientes valores: $a/a' = 0,14$; $b/b' = 0,33$; $c/b' = 0,5$; $L_2/L_1 = 1$; $\theta = 0^\circ$; y $R/a' = 0,14$. El molde tenía unas dimensiones de 1200 mm por 235 mm y el caudal fue de 2,4 toneladas por minuto.

[Tabla 1]

	Con depósito empotrado	Sin depósito empotrado
$\Delta\sigma$ (cm/seg)	1,17	1,32
V_{av} (cm/seg)	26,3	28,4

[Análisis de fluidos]

Se realizará una descripción en referencia al análisis de fluidos en las corrientes de salida de la tobera de inmersión para colada continua de acuerdo con la realización de la presente invención y los de una tobera de inmersión de acuerdo con la técnica anterior.

El análisis de fluidos se llevó a cabo mediante el uso de FLUENT (software de análisis de fluidos), desarrollado por la compañía Fluent Asia Pacific Co., Ltd. La Figura 10 (A) muestra un modelo de simulación de la tobera de inmersión de acuerdo con la realización de la presente invención, mientras que la Figura 10 (B) muestra un modelo de simulación de una tobera de inmersión de acuerdo con la técnica anterior. La tobera utilizada en los análisis de acuerdo con la técnica anterior incluye un cuerpo cilíndrico con una parte inferior, y un par de orificios de salida opuestos dispuestos en la pared lateral en una sección inferior del cuerpo. El par de orificios de salida opuestos se comunicaba con el conducto. La tobera de inmersión de acuerdo con la realización de la presente invención se obtuvo dotando a la tobera convencional de rebordes opuestos. Las especificaciones del reborde son las siguientes: $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,13$; $c/b' = 0,43$; $L_2/L_1 = 0,68$; y $\theta = 15^\circ$. Los análisis se llevaron a cabo con el supuesto de que el molde tenía una longitud de 1540 mm y una anchura de 235 mm y que el caudal era de 2,7 toneladas por minuto.

Las Figuras 11 (A) y (B) representan los resultados del análisis de fluidos de acuerdo con la realización de la presente invención. Las Figuras 12 (A) y (B) representan los resultados del análisis de fluidos de acuerdo con la técnica anterior. Estos números indican que el modelo de simulación de acuerdo con la realización de la presente invención redujo las derivas derecha e izquierda en el molde, y disminuyó las velocidades de los flujos inversos en la superficie del acero fundido, en comparación con el modelo de simulación de acuerdo con técnica anterior. Como resultado de ello, la fluctuación del nivel en la superficie del acero fundido se reduciría, lo que mejora la calidad de las losas y la eficiencia de la producción de losas mediante colada de alta velocidad.

La Figura 13 muestra el valor medio V_{av} que se calculó mediante el análisis de fluidos de acuerdo con la presente invención. El valor medio V_{av} es el promedio de las velocidades de los flujos inversos derecho e izquierdo cuando el ángulo de inclinación de las porciones inclinadas de los rebordes se varió en relación con el ángulo de inclinación de las caras terminales superior e inferior de los orificios de salida. En la Figura 13, la diferencia $\Delta\theta$ es la diferencia entre el ángulo de inclinación de las porciones inclinadas de los rebordes y el ángulo de inclinación de las caras terminales superiores y las caras terminales inferiores de los orificios de salida. Cuando el valor de $\Delta\theta$ es negativo, las porciones inclinadas de los rebordes son menos inclinadas que las caras terminales superior e inferior de los orificios de salida. La Figura 13 indica que el valor de V_{av} era el más pequeño cuando el valor de $\Delta\theta$ era cero, es decir, cuando las porciones inclinadas de los rebordes tenían un ángulo de inclinación igual que las caras terminales superiores y las caras terminales inferiores de los orificios de salida. La Figura 13 también muestra que el valor de V_{av} se encontraba dentro del intervalo entre 10 cm/seg y 30 cm/seg cuando el valor de $\Delta\theta$ estaba comprendido en el intervalo entre -10° y $+7^\circ$, y las velocidades de los flujos inversos eran favorables.

Con respecto a la tobera de inmersión para colada continua de acuerdo con la realización de la presente invención,

se llevaron a cabo mediante análisis de fluidos estudios adicionales acerca de los cambios en las corrientes de salida causados por variaciones en el ángulo de inclinación de las porciones inclinadas de los rebordes en sincronización con las de la caras terminales superiores y las caras terminales inferiores de los orificios de salida. Los resultados del análisis de fluidos se muestran en las Figuras 14 a 17. Las especificaciones del reborde utilizado en el análisis de fluidos s ofrecen a continuación:

En las Figuras 14 (A) y (B): $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,25$; $c/b' = 0,4$; $L_2/L_1 = 1$; $\theta = 0^\circ$; caudal = 3,0 toneladas por minuto.

En las Figuras 15 (A) y (B): $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,13$; $c/b' = 0,43$; $L_2/L_1 = 0,68$; $\theta = 25^\circ$; caudal = 2,7 toneladas por minuto.

En las Figuras 16 (A) y (B): $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,13$; $c/b' = 0,43$; $L_2/L_1 = 0,68$; $\theta = 35^\circ$; caudal = 2,7 toneladas por minuto.

En las Figuras 17 (A) y (B): $a/a' = 0,13$; $b/b' = 0,13$; $c/b' = 0,43$; $L_2/L_1 = 0,68$; $\theta = 45^\circ$; caudal = 2,7 toneladas por minuto.

Los resultados del análisis de fluidos mostrados en las Figuras 14 a 17 y los resultados del análisis de fluidos antes mencionados con $\theta = 15^\circ$ mostrados en las Figuras 11 (A) y (B) indican que las derivas en las corrientes de salida en el molde se redujeron y también las velocidades de los flujos inversos en la superficie de acero fundido se redujeron cuando el ángulo de inclinación varió entre 0° y 45° .

Aunque se ha descrito e ilustrado una realización de la invención más arriba, debe entenderse que estas realizaciones son ejemplos de la invención y no deben ser consideradas como limitantes. La presente invención incluye otras realizaciones y modificaciones realizadas sin apartarse del espíritu o alcance de la presente invención. Por ejemplo, la realización anteriormente descrita emplea una tobera de inmersión que tiene un cuerpo tubular cilíndrico, pero sin embargo el cuerpo tubular puede tener una forma angular u otros tipos de formas. Además, la realización anteriormente descrita emplea porciones inclinadas en los extremos opuestos de cada reborde, pero sin embargo la cara terminal superior y la cara terminal inferior de cada orificio de salida puede ser horizontal sin disponer de porciones inclinadas. Además, los orificios de salida de una tobera de inmersión tienen preferiblemente forma rectangular, pero pueden tener forma oval o elíptica.

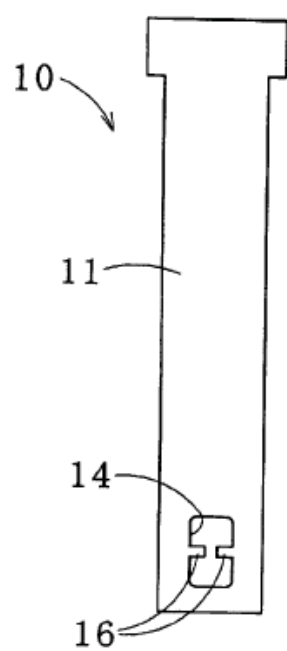
La presente invención puede ser utilizada en instalaciones de colada continua que emplean una tobera de inmersión para colada continua para verter acero fundido desde una artesa a un molde. Mediante la utilización de la presente invención, puede reducirse la fluctuación del nivel en la superficie del acero fundido y las corrientes de salida derecha e izquierda en la tobera de inmersión adoptan unas trayectorias más simétricas. Por consiguiente, es posible mejorar la calidad y la productividad del acero en el proceso de colada continua.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una tobera (10) de inmersión para colada continua, que incluye:
un cuerpo (11) tubular con una parte (15) inferior, donde el cuerpo (11) tubular tiene un orificio (13) de entrada para la entrada de acero fundido dispuesto en un extremo superior y un conducto (12) que se extiende en el interior del cuerpo (11) tubular hacia abajo desde el orificio de entrada; y
un par de orificios (14) de salida opuestos dispuestos en una pared lateral en una sección inferior del cuerpo (11) tubular a fin de comunicarse con el conducto,
la tobera (10) de inmersión caracterizada por un par de rebordes (16) opuestos que se extienden de manera horizontal en una pared (18) interna y se proyectan hacia adentro del conducto (12) desde la pared (18) interna entre el par de orificios (14) de salida, donde la pared interna define el conducto.
- 2.- La tobera de inmersión de la reivindicación 1, **caracterizada porque** el valor del ratio a/a' está comprendido en el intervalo entre 0,05 y 0,38 y el valor del ratio b/b' está comprendido en el intervalo entre 0,05 y 0,5, donde a' y b' representan una anchura horizontal y una longitud vertical, respectivamente, de los orificios (14) de salida en una vista frontal; a es una altura de proyección de los rebordes (16) en las caras terminales, y b es una anchura vertical de los rebordes (16).
- 3.- La tobera de inmersión de la reivindicación 2, **caracterizada porque** el valor del ratio c/b' está comprendido en el intervalo entre 0,15 y 0,7, donde c es una distancia vertical entre los bordes superiores de los orificios (14) de salida en una vista frontal y los centros verticales de los rebordes (16).
- 4.- La tobera de inmersión de la reivindicación 1, **caracterizada porque** los rebordes (16) tienen cada uno de ellos porciones inclinadas en extremos opuestos, donde las porciones (16a) inclinadas están inclinadas hacia abajo, apuntando hacia una parte exterior del cuerpo (11) tubular.
- 5.- La tobera de inmersión de la reivindicación 4, **caracterizada porque** cada orificio (14) de salida tiene una cara (14a) terminal superior y una cara (14b) terminal inferior que se inclinan hacia abajo apuntando hacia el exterior del cuerpo (11) tubular con el mismo ángulo de inclinación que las porciones (16a) inclinadas.
- 6.- La tobera de inmersión de la reivindicación 5, **caracterizada porque** el valor del ratio L_2/L_1 está comprendido en el intervalo entre 0 y 1, donde L_1 representa una anchura del conducto (12), a lo largo de una dirección longitudinal de los rebordes (16), justamente encima de los orificios (14) de salida; y L_2 representa una longitud de los rebordes (16b), descontando las porciones inclinadas (16a).
- 7.- La tobera de inmersión de la reivindicación 6, **caracterizada porque** las caras (14a) terminales superiores y las caras (14b) terminales inferiores de los orificios (14) de salida y las porciones (16a) inclinadas de los rebordes (16) se inclinan con un ángulo de inclinación comprendido en el intervalo entre 0° y 45° .
- 8.- La tobera de inmersión de la reivindicación 1, **caracterizada porque** los rebordes (16) tienen cada uno de ellos caras terminales en los extremos opuestos en una dirección longitudinal de los rebordes (16), donde las caras terminales son caras verticales perpendiculares a la dirección longitudinal de los rebordes (16).
- 9.- La tobera de inmersión de la reivindicación 1, **caracterizada porque** el cuerpo (11) tubular en la parte inferior tiene un depósito (17) empotrado para acero fundido.

FIG. 1

(A)



(B)

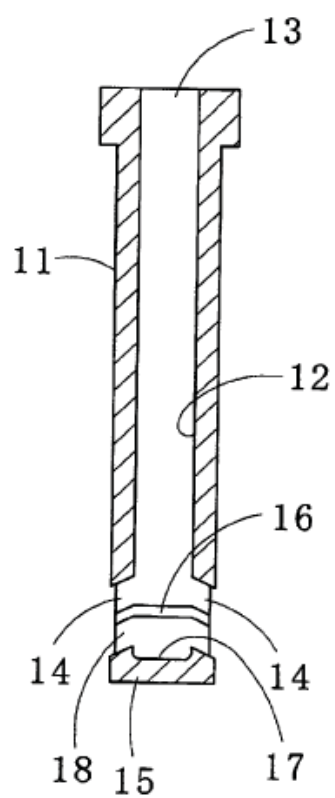


FIG. 2

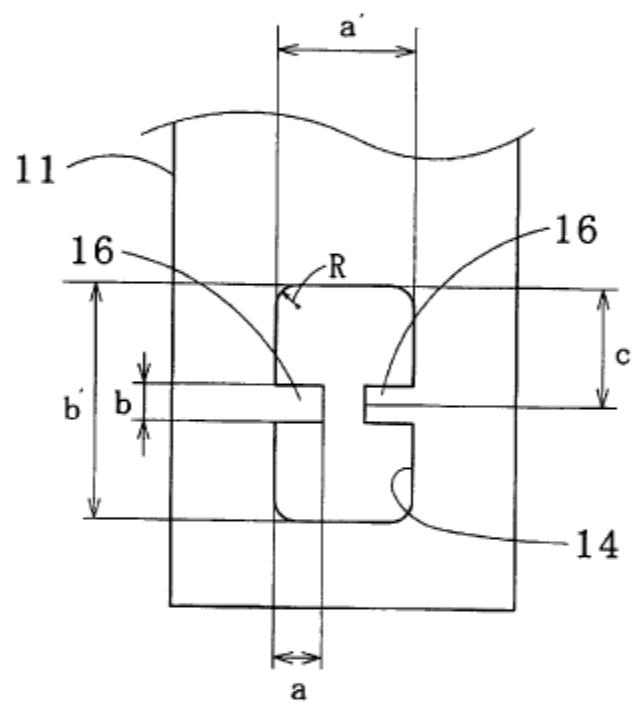


FIG. 3

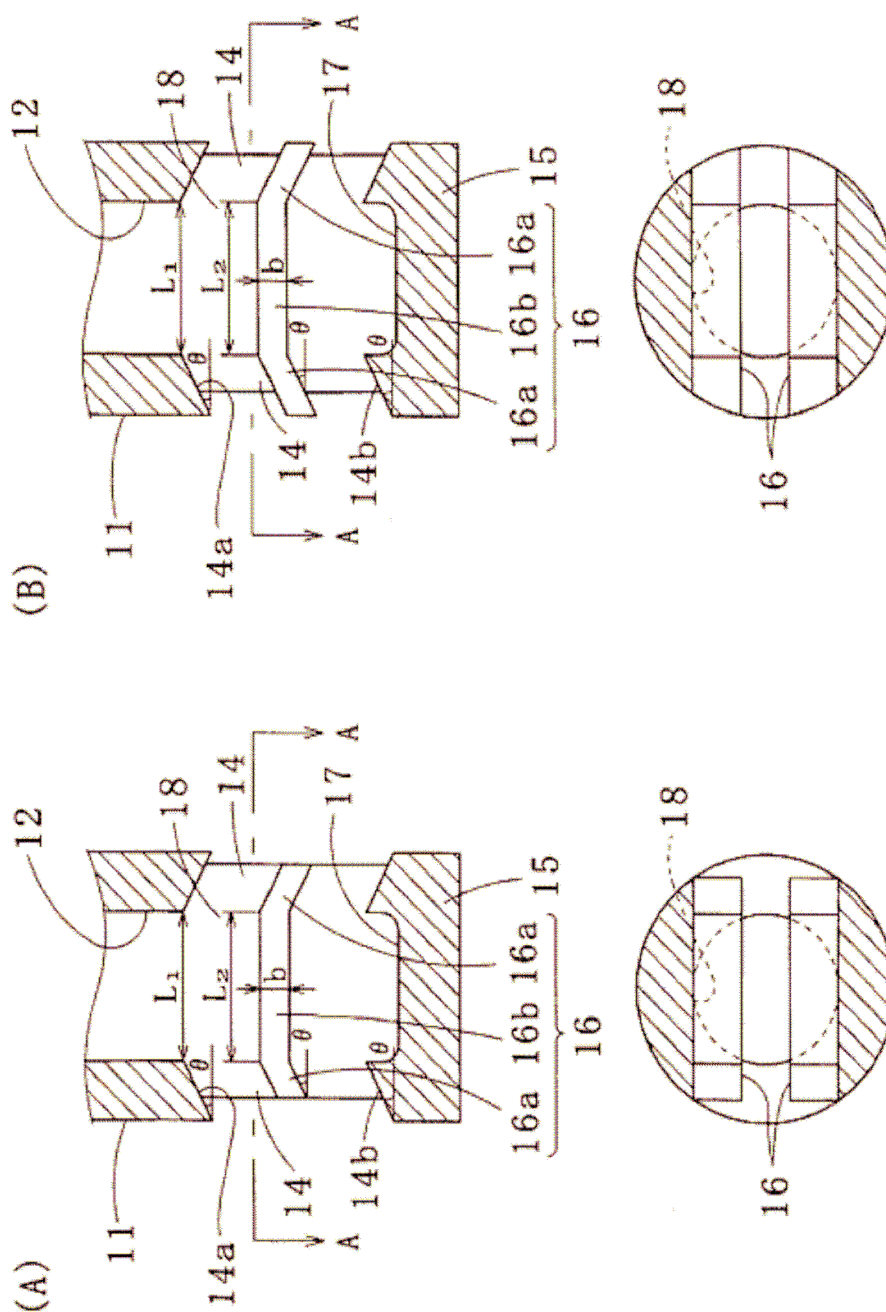


FIG. 4

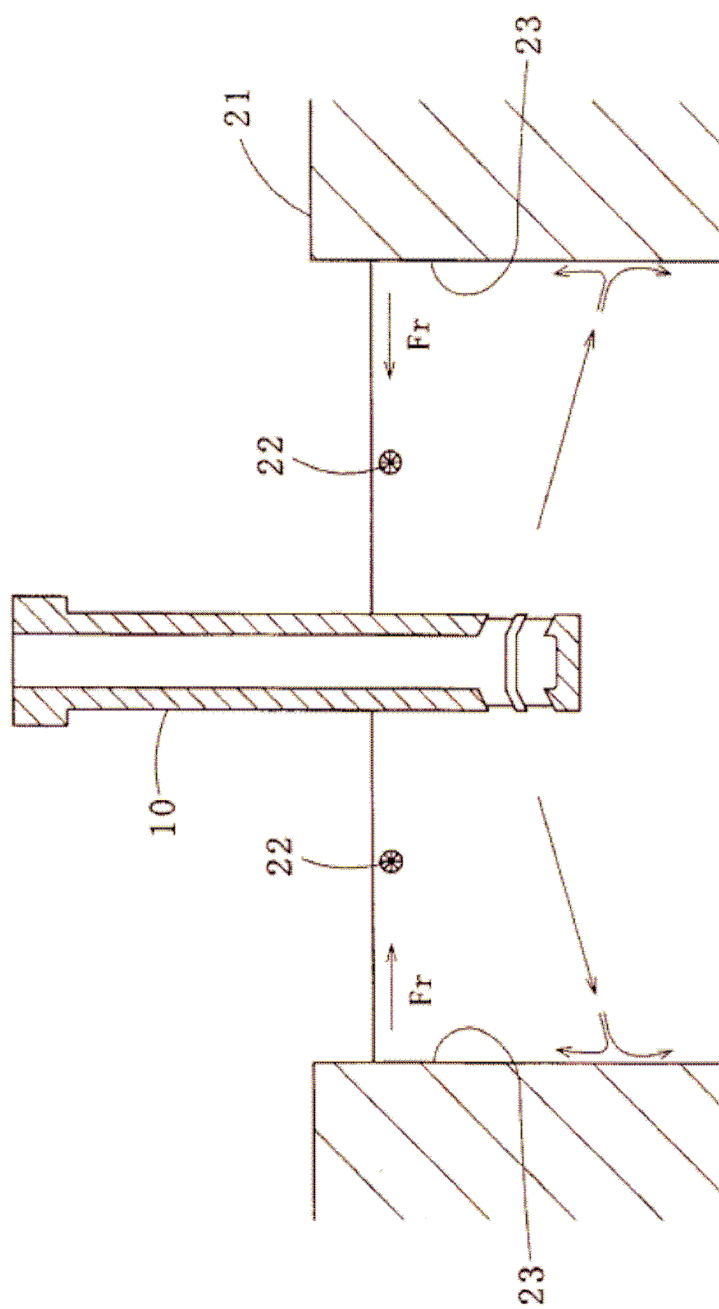
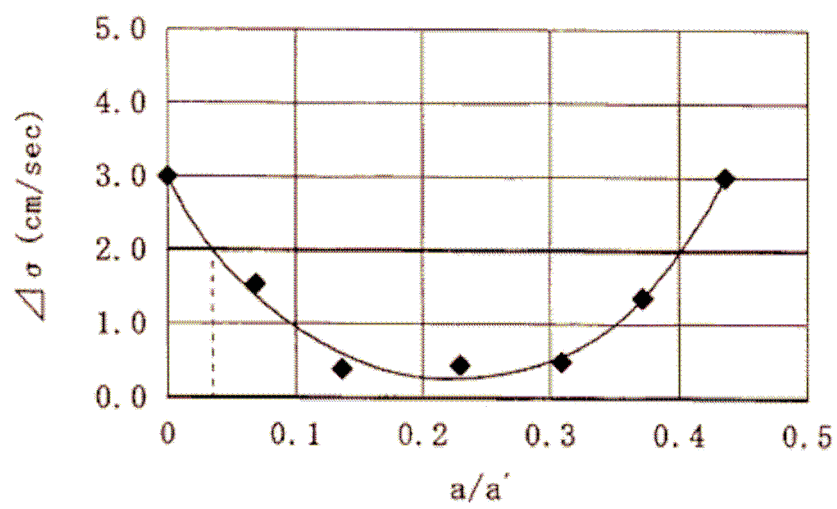


FIG. 5

(A)



(B)

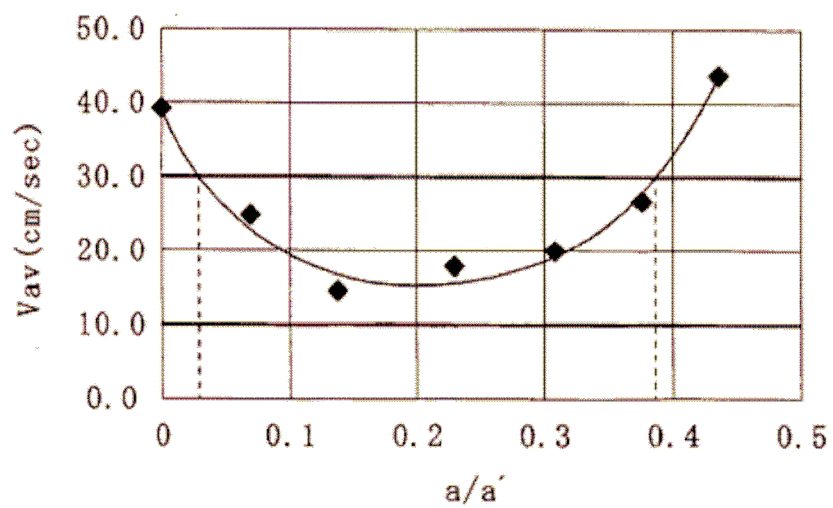
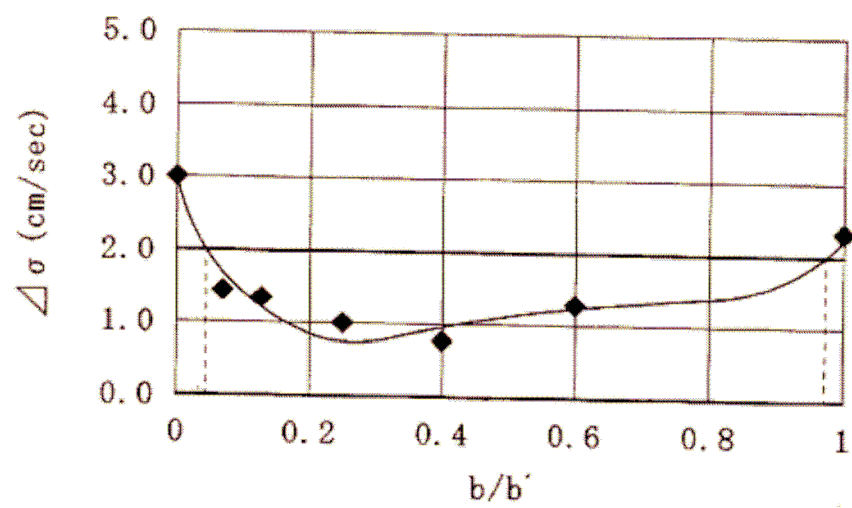


FIG. 6

(A)



(B)

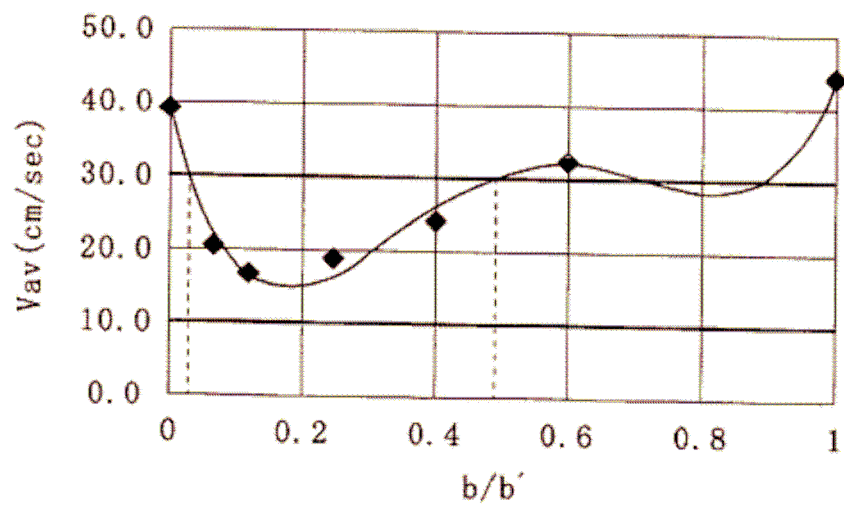
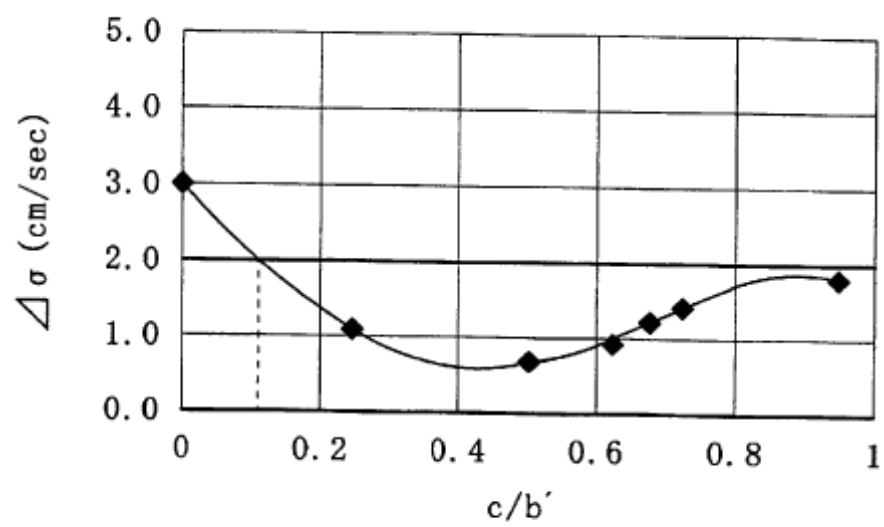


FIG. 7

(A)



(B)

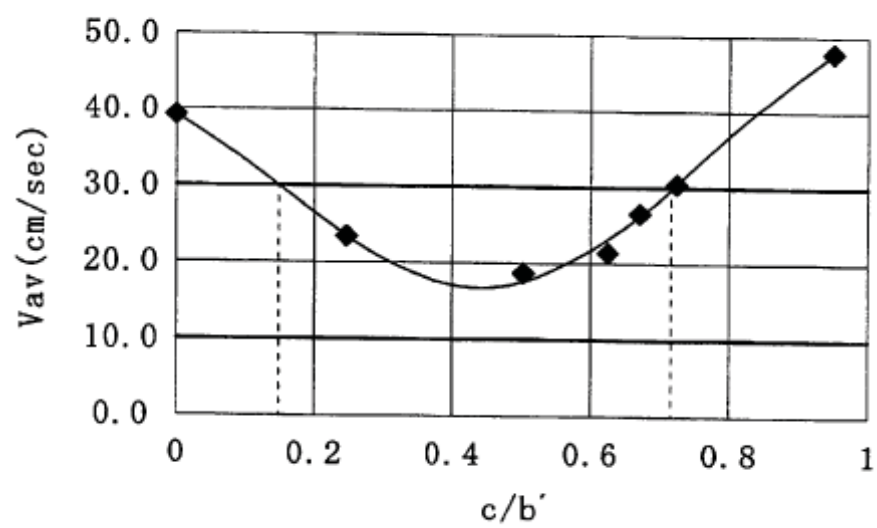
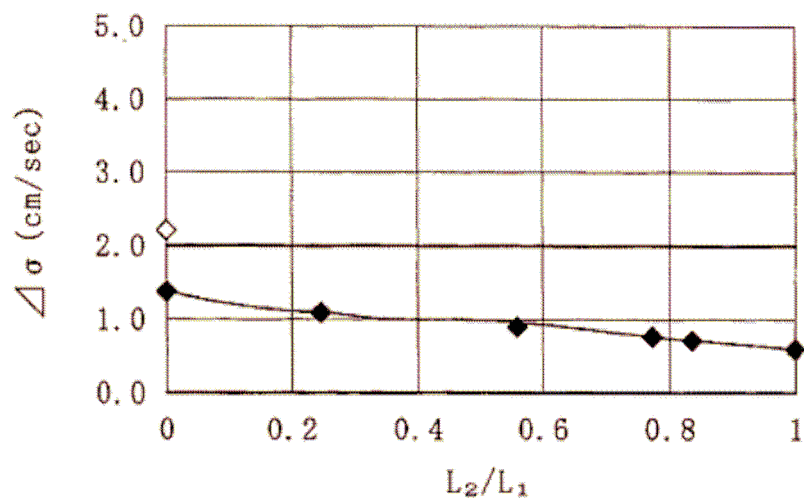


FIG. 8

(A)



(B)

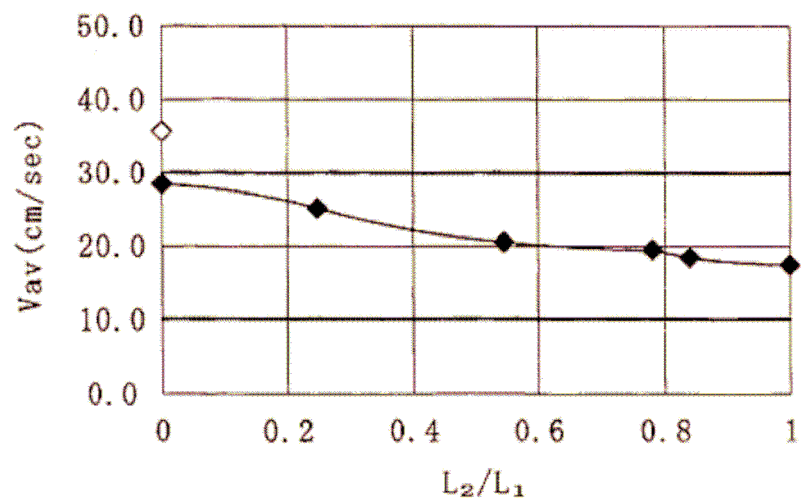
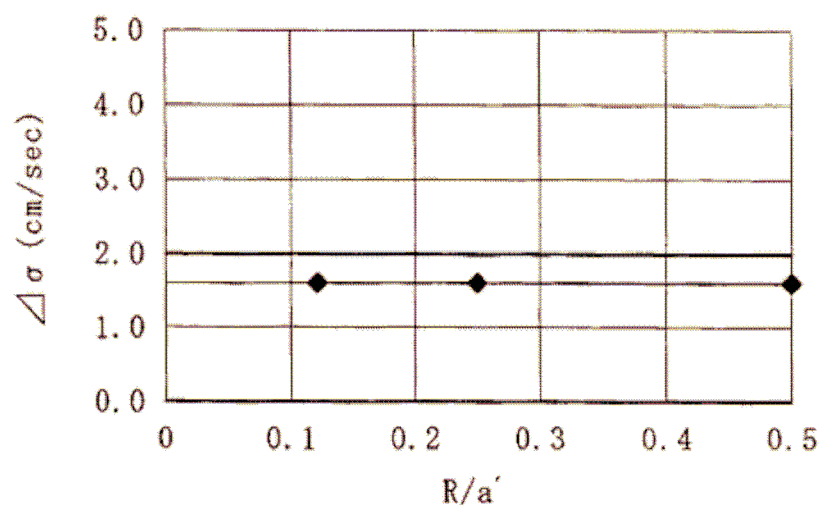


FIG. 9

(A)



(B)

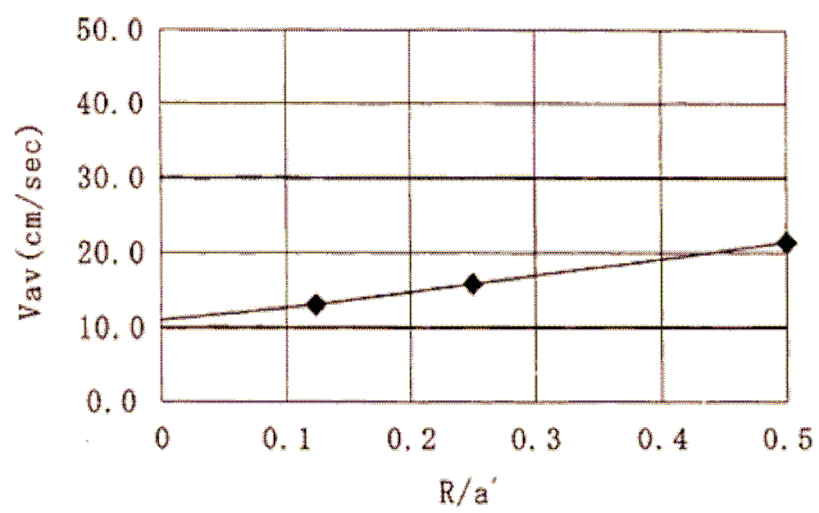
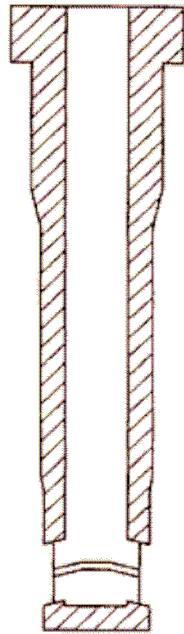


FIG. 10

(A)



(B)

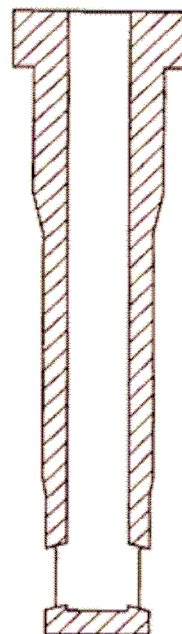
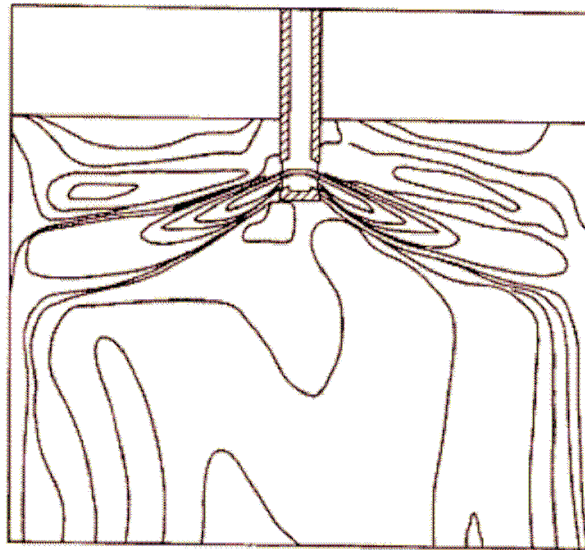


FIG. 11

(A)

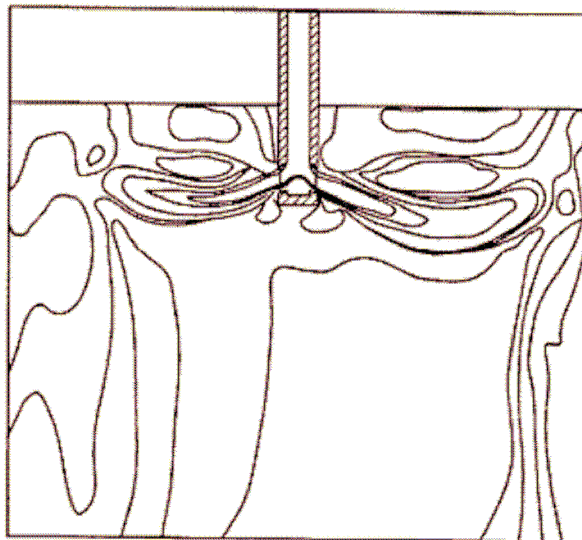


(B)



FIG. 12

(A)



(B)



FIG. 13

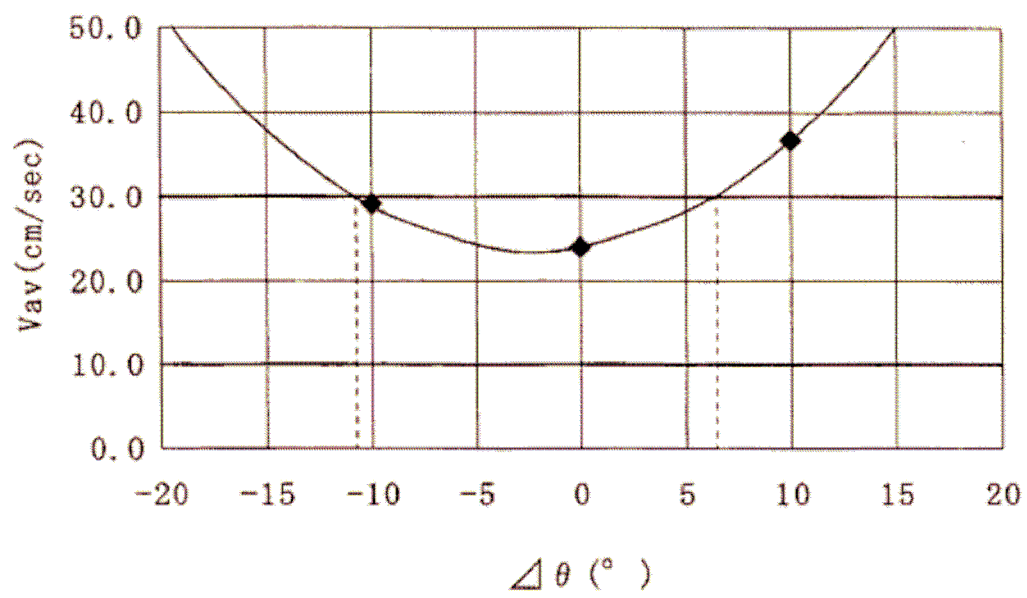
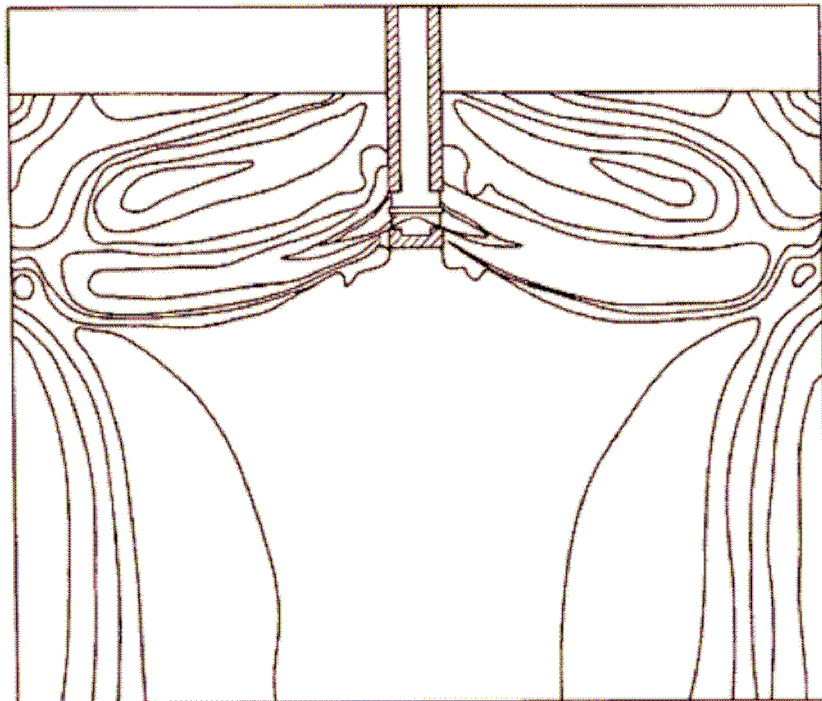


FIG. 14

(A)



(B)

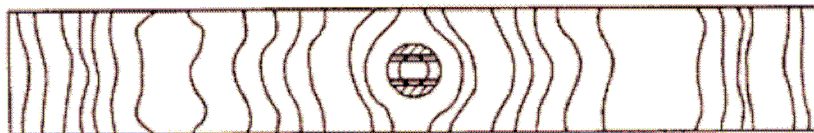
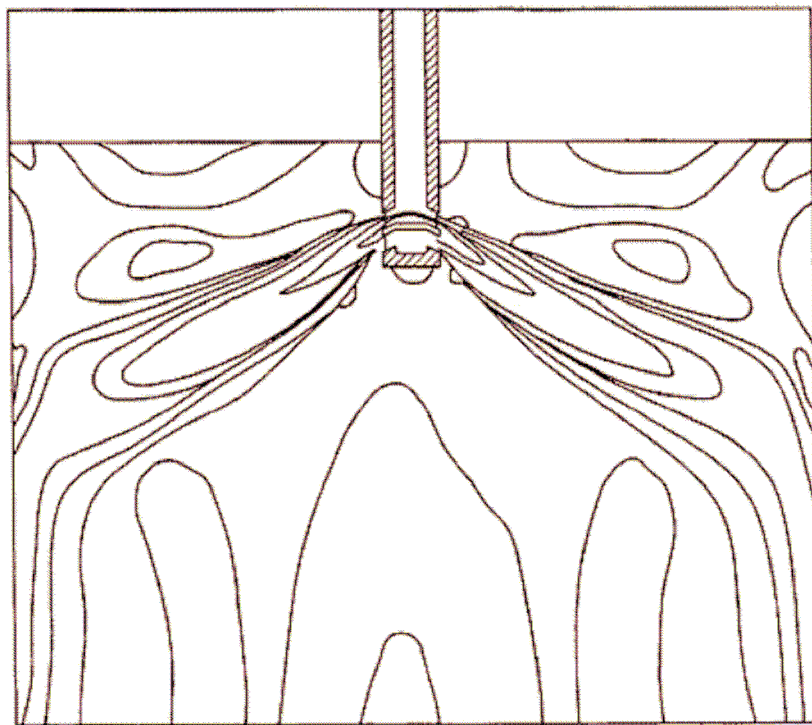


FIG. 15

(A)



(B)

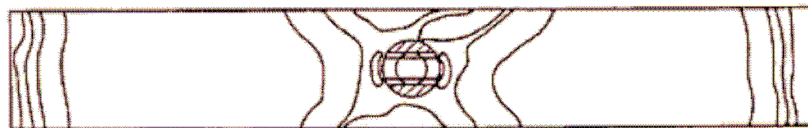
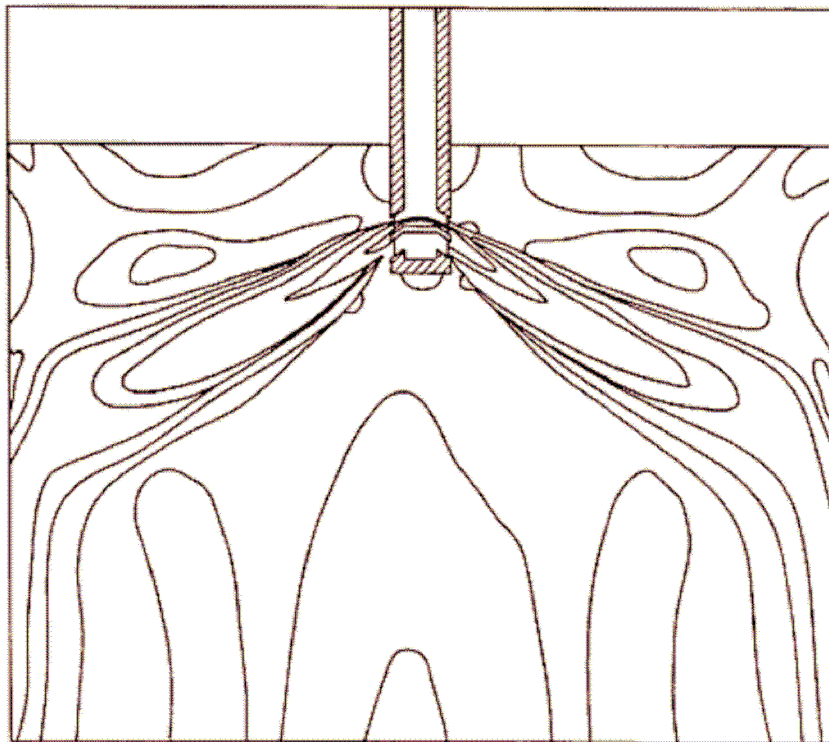


FIG. 16

(A)



(B)

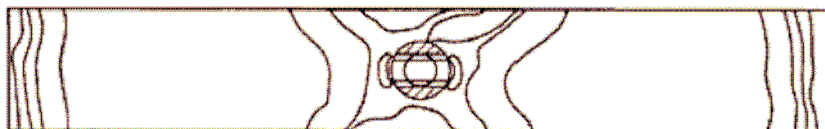
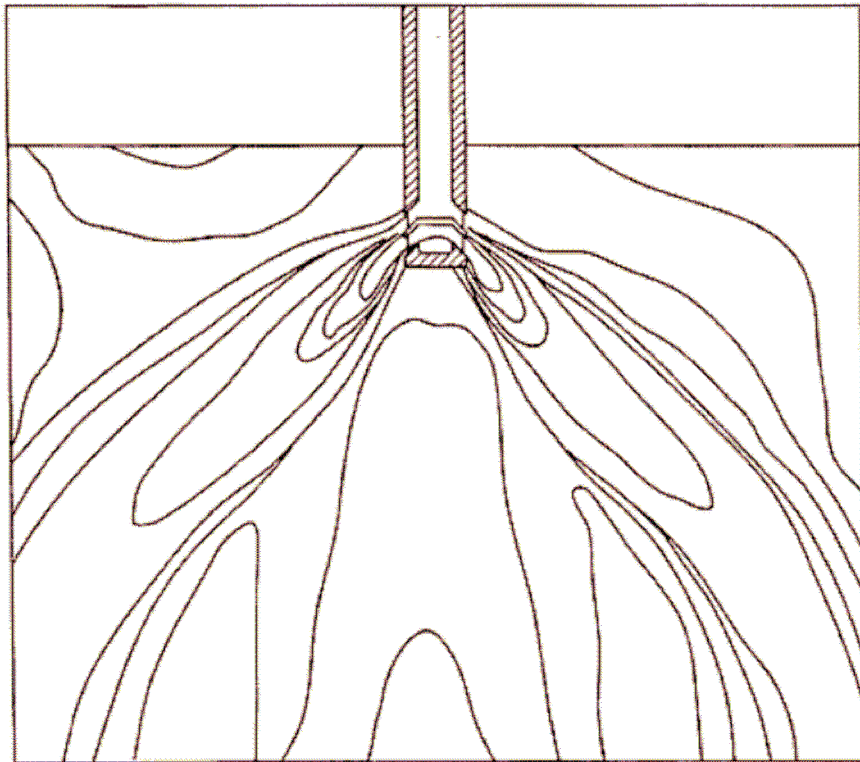


FIG. 17

(A)



(B)

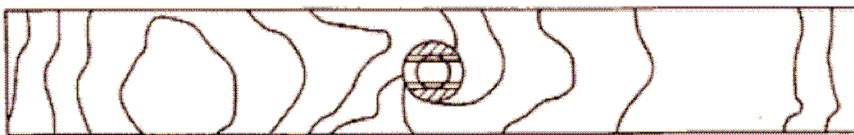
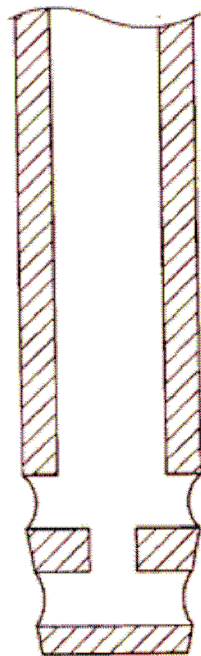


FIG. 18

(A)



(B)

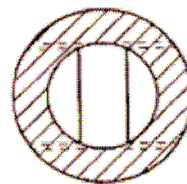


FIG. 19

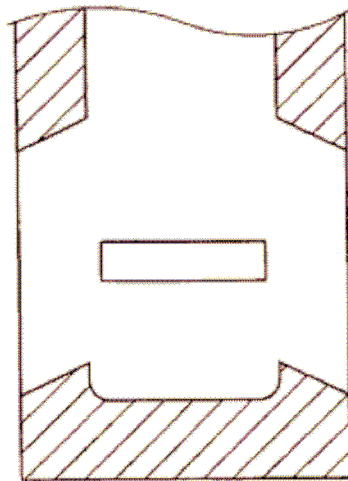
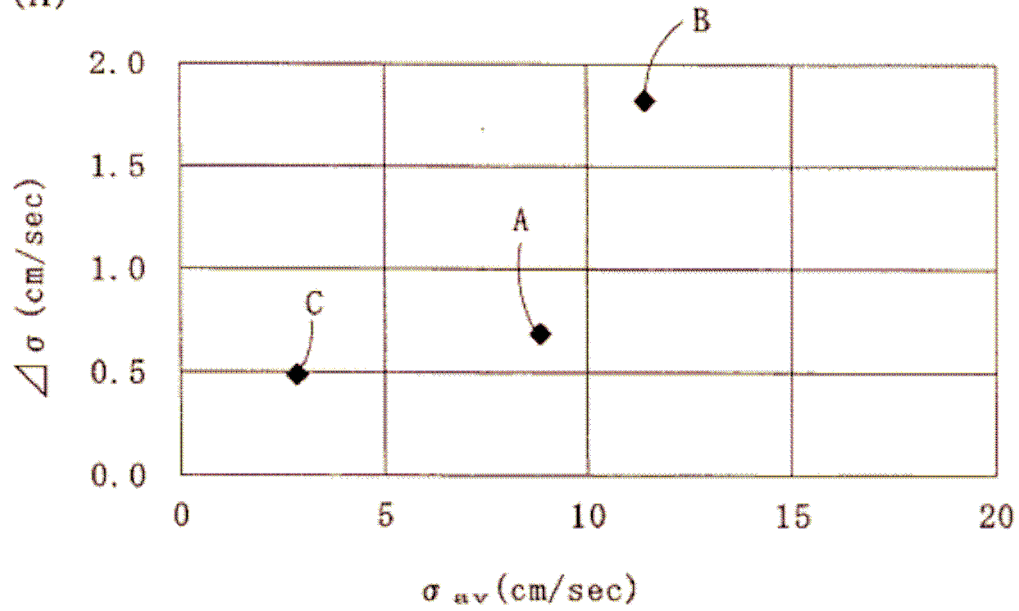


FIG. 20

(A)



(B)

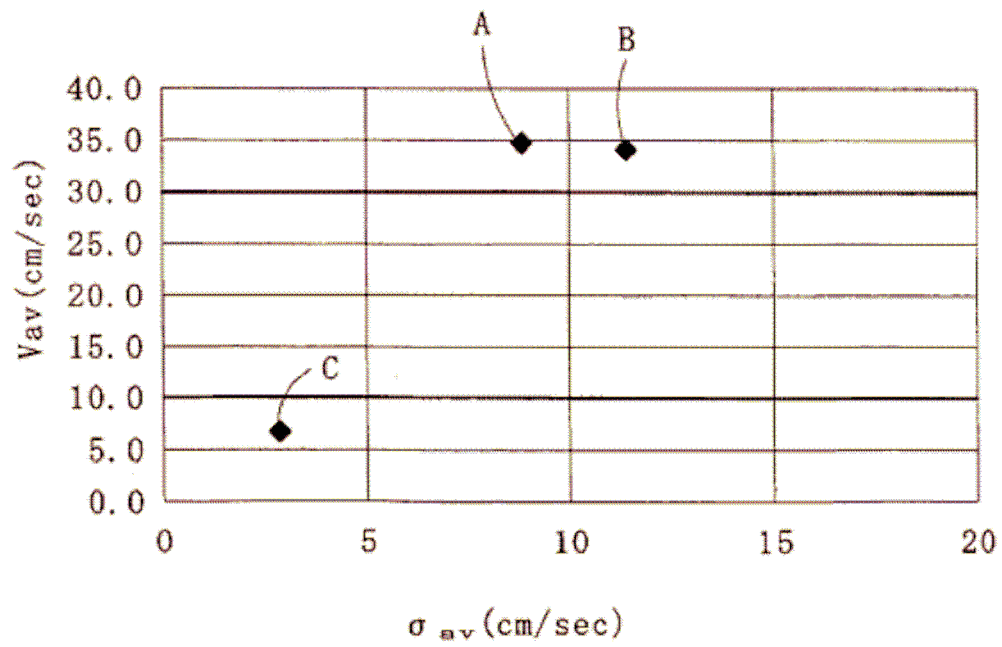
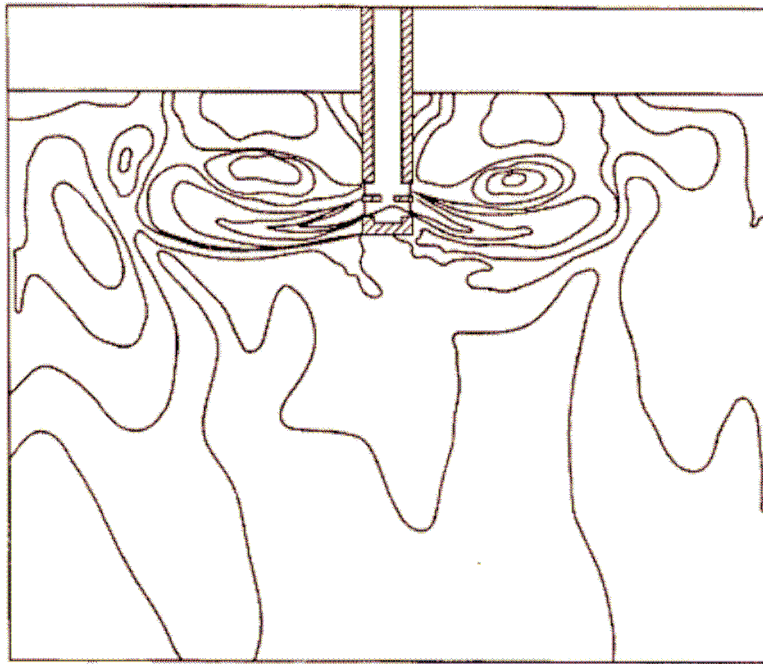


FIG. 21

(A)



(B)

