

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②①

**N° 80 27064**

---

⑤④ Moule de coulée continue de l'acier équipé de vibrateurs à ultrasons.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). B 22 D 11/04.

②② Date de dépôt..... 19 décembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : Japon, 21 décembre 1979, n° 166 365/79.

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

---

⑦① Déposant : Société dite : NIPPON KOKAN KABUSHIKI KAISHA, résidant au Japon.

⑦② Invention de : Nobuhisa Hasebe, Hiroshi Kawada et Isamu Komine.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un moule de coulée continue utilisé dans une machine de coulée continue et parfois appelé "lingotière".

La coulée continue de l'acier est en général effectuée à l'aide d'une machine de coulée continue qui comprend un panier de coulée, un moule, un groupe de rouleaux de guidage et un groupe de rouleaux de pincement. Les machines de coulée continue sont en général de deux types principaux, les machines verticales et les machines horizontales. Dans le cas d'une machine de type vertical, l'acier fondu chargé dans le panier de coulée se déverse dans une buse immergée placée dans le fond du panier de coulée, à l'intérieur du moule. L'acier fondu qui se refroidit dans le moule forme une enveloppe solidifiée. L'acier ayant ainsi cette enveloppe solidifiée est alors retiré tout en étant guidé par le groupe de rouleaux de guidage, disposés successivement sous le moule, puis parvient au groupe des rouleaux de pincement. Entre temps, l'enveloppe solidifiée qui est refroidie par de l'eau pulvérisée par plusieurs buses disposées entre les rouleaux, prend une épaisseur qui croît progressivement et forme une barre continue coulée de section ayant une configuration prédéterminée.

Dans l'opération précitée de coulée continue, l'accrochage de la surface interne du moule par l'acier fondu au moment du retrait de l'acier fondu ayant formé l'enveloppe solidifiée, pose un problème. On provoque donc habituellement la mise en vibration du moule avec une certaine amplitude, dans la direction de retrait de la barre coulée afin d'empêcher l'accrochage de l'acier fondu à la face interne du moule. Cette vibration du moule est réalisée habituellement par des mécanismes. Cependant, la mise du moule en vibration par des mécanismes nécessite des installations importantes consommant des quantités très importantes d'énergie. En outre, un mécanisme qui assure difficilement la vibration du moule à haute fréquence, fait apparaître des marques sinueuses de vibration à la surface de la barre coulée, sous l'action des

vibrations, si bien qu'il peut apparaître des fissures à la surface de la barre, ces fissures pouvant poser un problème de qualité pour la barre.

Récemment, on a utilisé industriellement des machines de coulée continue de type horizontal qui forment une barre coulée par extraction horizontale d'acier fondu ayant formé une enveloppe solidifiée, à l'aide d'un moule horizontal disposé à la partie inférieure d'une paroi latérale du panier de coulée, étant donné que les coûts d'installation sont réduits et pour d'autres avantages. Dans le cas de cette machine de type horizontal, le moule horizontal est directement raccordé à la partie inférieure d'une paroi latérale du panier de coulée. On ne peut donc pas faire vibrer le moule horizontal seul à l'aide d'un mécanisme.

La demande publiée de brevet japonais n° 86432/79 déposée le 10 juillet 1979 décrit un appareil vibratoire pour moule de coulée continue, destiné à la résolution des problèmes précités et comprenant plusieurs vibreurs ultrasonores montés à la surface externe de chaque paroi latérale d'un moule de coulée continue, à des intervalles prédéterminés en direction axiale par rapport au moule, celui-ci étant mis en vibration en direction axiale lors du fonctionnement des vibreurs ultrasonores.

On considère maintenant plus en détail une telle machine à vibreurs ultrasonores, en référence aux figures 1 et 2 qui représentent respectivement une coupe longitudinale d'une machine de coulée continue de type vertical ayant un appareil vibrant et une coupe agrandie du moule de l'appareil vibrant de la figure 1, respectivement.

Sur les figures 1 et 2, la référence 1 désigne un panier de coulée, la référence 2 un trou de sortie d'acier fondu formé au fond du panier 1 de coulée, la référence 3 un moule placé sous le trou 2 du panier 1, et la référence 8 désigne une buse immergée fixée au trou 2 de sortie d'acier fondu et ayant une extrémité inférieure placée dans le moule 3. Celui-ci est porté par un bâti 6 disposé à sa surface périphérique externe. En outre, la

référence 7 désigne un canal de circulation d'eau de refroidissement à l'intérieur du moule. Celui-ci est refroidi par de l'eau qui circule dans le canal 7.

Plusieurs vibrateurs ultrasonores 4 sont montés à la face externe de chaque paroi latérale du moule 3. Ces vibrateurs 4 sont montés, comme indiqué sur les figures 1 et 2, suivant plusieurs droites disposées à des intervalles prédéterminés dans la direction axiale du moule 3, ces droites étant placées à des intervalles prédéterminés de la face externe de chaque paroi latérale du moule 3. Sur les figures, la référence 3' désigne des saillies formées à la face externe de chaque paroi latérale du moule 3 et destinées à la fixation des vibrateurs ultrasonores 4. Sur la figure 1, la référence 5 désigne une source électrique de vibrations ultrasonores à laquelle les vibrateurs 4 sont raccordés par des fils correspondants 11.

Dans le moule 3 ayant la construction précitée, lorsque plusieurs vibrateurs ultrasonores montés sur les faces externes des parois latérales vibrent à une fréquence d'environ 20 kHz par exemple, une onde horizontale produite par cette vibration est transmise horizontalement vers le moule 3. Ainsi, l'onde émise vers le moule 3 est dirigée verticalement et, comme indiqué sur la figure 1, elle devient une onde longitudinale 10 placée en direction axiale dans le moule 3, c'est-à-dire suivant l'axe d'extraction d'une barre coulée 9, le moule 3 vibrant ainsi en direction axiale. L'onde longitudinale 10, lorsqu'elle est créée de manière que ses flancs puissent se trouver aux deux faces d'extrémité du moule 3, assure une vibration efficace du moule 3. Les vibrateurs 4 sont donc disposés à des emplacements tels que les flancs de l'onde longitudinale 10 puissent se trouver sur les deux faces d'extrémité du moule 3.

La description qui précède correspond à une machine de coulée verticale de type continu. Cet appareil vibratoire peut aussi être appliqué à une machine de coulée continue de type horizontal. Dans le cas d'un moule

horizontal de coulée continue, les vibreurs ultrasonores sont montés verticalement à la surface externe de chaque paroi latérale du moule horizontal. L'onde transmise verticalement vers le moule est déviée horizontalement de 90° et elle peut ainsi faire vibrer le moule horizontal en direction axiale, c'est-à-dire dans la direction horizontale de retrait de la barre du moule.

Dans l'appareil vibrant connu décrit ci-dessus, le moule peut vibrer en direction axiale, c'est-à-dire dans la direction d'extraction de la barre coulée, avec une fréquence élevée si bien que la barre coulée ne peut pas s'accrocher à la face interne du moule. Contrairement à un appareil vibratoire mettant en oeuvre des mécanismes, des quantités considérables d'énergie et des installations très importantes ne sont plus nécessaires, et des marques sinueuses de vibration ne sont plus formées à la surface de la barre moulée, sous l'action des vibrations du moule. Dans l'application à un moule d'une machine de coulée continue de type horizontal, les vibrations à haute fréquence du moule assurent en outre une bonne étanchéité au raccord du panier de coulée et du moulé sans fuite de l'acier fondu à ce raccord du fait de la vibration du moule.

Dans l'appareil vibrant connu cependant, les vibrations provoquées dans le moule par les vibreurs ultrasonores forment une vibration transversale du type d'une membrane puisque les vibreurs ultrasonores sont montés à la face externe de chacune des parois latérales du moule, suivant plusieurs droites, en direction axiale par rapport au moule et à des intervalles prédéterminés, ces droites étant disposées à des intervalles prédéterminés. En conséquence, l'onde vibratoire provoquée dans le moule et la vibration provoquée par les vibreurs ultrasonores individuels interfèrent dans le sens de la largeur du moule et assurent un amortissement ou un affaiblissement des ondes vibratoires. L'appareil vibrant connu pose donc des problèmes en ce que le rendement de vibrations des vibreurs ultrasonores appliquées au moule est sérieusement réduit.

L'invention concerne un moule de coulée continue qui peut vibrer avec un rendement élevé, dans une machine de coulée continue.

5 Plus précisément, l'invention concerne un moule de coulée continue qui comporte plusieurs vibreurs ultrasonores, montés à la surface externe de chacune des parois latérales du moule, suivant plusieurs droites, en direction axiale du moule et à des intervalles prédéterminés, ces droites étant placées aussi à intervalles prédéterminés ; selon l'invention, chacune des parois latérales du moule est divisée en plusieurs sections correspondant aux droites des vibreurs ultrasonores montés à la face externe de chaque paroi latérale.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels, les figures 1 et 2 ayant déjà été décrites, la figure 3 est une coupe du moule de coulée continue selon l'invention.

20 L'invention permet la résolution des problèmes précités posés par la technique connue de vibration d'un moule de coulée continue à l'aide de vibreurs ultrasonores. Le moule de coulée continue selon l'invention est du type qui comporte plusieurs vibreurs ultrasonores montés à la surface externe de chacune des parois latérales du moule, suivant plusieurs droites, en direction axiale du moule à des intervalles prédéterminés, ces droites étant disposées à des intervalles prédéterminés ; selon l'invention chaque paroi latérale du moule est divisée en plusieurs sections correspondant aux droites des vibreurs ultrasonores montés à la surface externe de chaque paroi latérale.

30 On considère maintenant l'application du moule de coulée continue selon l'invention dans un exemple.

35 La figure 3 est une coupe d'un exemple de moule selon l'invention. Sur cette figure, le moule 3 est porté par un bâti 6 placé à sa surface périphérique externe ; la référence 4 désigne plusieurs vibreurs ultrasonores

fixés à la face externe de chaque paroi latérale du moule 4, le long de plusieurs droites en direction axiale du moule 3, à des intervalles prédéterminés, ces droites étant elles-mêmes disposées à des intervalles prédéterminés.

Chaque paroi latérale du moule 3 est divisée en plusieurs sections correspondant auxdites droites des vibrateurs montés à la face externe de chaque paroi latérale du moule 3 afin que des sections indépendantes de paroi 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, 3h, 3i, 3j, 3k et 3l soient formées. Plusieurs vibrateurs ultrasonores 4 sont disposés sur les sections de paroi, suivant chacune des droites précitées et à des intervalles prédéterminés. Sur la figure 3, les références 3a', 3b', 3c', 3d', 3e', 3f', 3g', 3h', 3i', 3j', 3k' et 3l' sont des prolongements des sections de paroi destinés à la fixation des vibrateurs ultrasonores 4, ces prolongements n'étant pas cependant indispensables. Les sections de paroi sont portées individuellement par le châssis 6 et l'espace compris entre deux sections de paroi a une valeur aussi faible que 0,5 mm par exemple afin que l'acier fondu ne puisse pas s'échapper. Dans chacune des sections de paroi, la référence 7 désigne un canal de circulation d'eau de refroidissement.

Dans le moule selon l'invention, comme décrit précédemment, chaque paroi latérale est divisée en plusieurs sections correspondant auxdites droites des vibrateurs ultrasonores montés à la face externe de chaque paroi latérale, et comprend ainsi plusieurs sections de paroi qui sont indépendantes les unes des autres. Les ondes de vibration créées dans le moule par les vibrateurs n'interfèrent donc pas les unes avec les autres dans la direction de la largeur du moule. Le rendement vibratoire donné par les vibrateurs au moule est ainsi remarquablement accru et le moule peut vibrer en direction axiale avec un rendement élevé.

Dans l'exemple précité décrit en référence à la figure 3, les vibrateurs ultrasonores montés à la face ex-

terne de chaque paroi latérale du moule, en direction axiale, le long de plusieurs droites et à des intervalles prédéterminés, sont disposés suivant quatre droites, à des intervalles prédéterminés sur les grands côtés du moule et suivant deux droites à des intervalles prédéterminés sur les petits côtés du moule. Le grand côté du moule est donc divisé en quatre sections et le petit côté en deux sections, bien que le nombre de droites de montage des vibrateurs fixés sur les parois latérales et le nombre de sections qui divisent les parois puissent être fixés suivant la dimension et la configuration du moule. Lorsque les parois du moule sont divisées en plusieurs sections, il n'est pas toujours nécessaire que les parois soient divisées en totalité en sections indépendantes comme dans l'exemple de la figure 3. Les sections de paroi peuvent être formées de manière qu'une fente étroite soit délimitée entre elles.

Le moule précité convient à une machine de coulée continue de type vertical ou à une machine de type horizontal, le moule pouvant vibrer en direction axiale avec un rendement élevé.

Grâce à la construction du moule selon l'invention comme décrit en détail précédemment, le moule peut vibrer en direction axiale avec un rendement élevé, à l'aide de plusieurs vibrateurs ultrasonores montés à la face externe de chaque paroi latérale du moule, en direction axiale de celui-ci, le long de plusieurs droites, à des intervalles prédéterminés, ces droites étant elles-mêmes disposées à des intervalles prédéterminés, si bien que la barre coulée ne peut pas s'accrocher à la face interne du moule. Lorsque le moule selon l'invention est utilisé dans une machine de coulée continue de type horizontal, il peut être mis en vibration en direction axiale avec un rendement élevé, tout en assurant un joint parfaitement étanche au raccord du panier de coulée et du moule. Ainsi, le moule selon l'invention présente de nombreux avantages utiles industriellement.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art au dispositif qui vient d'être décrit uniquement à titre d'exemple non limitatif, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATION

Moule de coulée continue, du type qui comprend plusieurs vibrateurs ultrasonores montés à la face externe de chaque paroi latérale du moule, suivant plusieurs droi-  
5 tes, en direction axiale du moule, à des intervalles pré-  
déterminés, lesdites droites étant disposées à des inter-  
valles prédéterminés, ledit moule étant caractérisé en ce  
que chaque paroi latérale du moule est divisée en plusieurs  
sections correspondant auxdites droites des vibrateurs ul-  
10 trasonores fixés à la face externe de chaque paroi latérale.

FIG.1

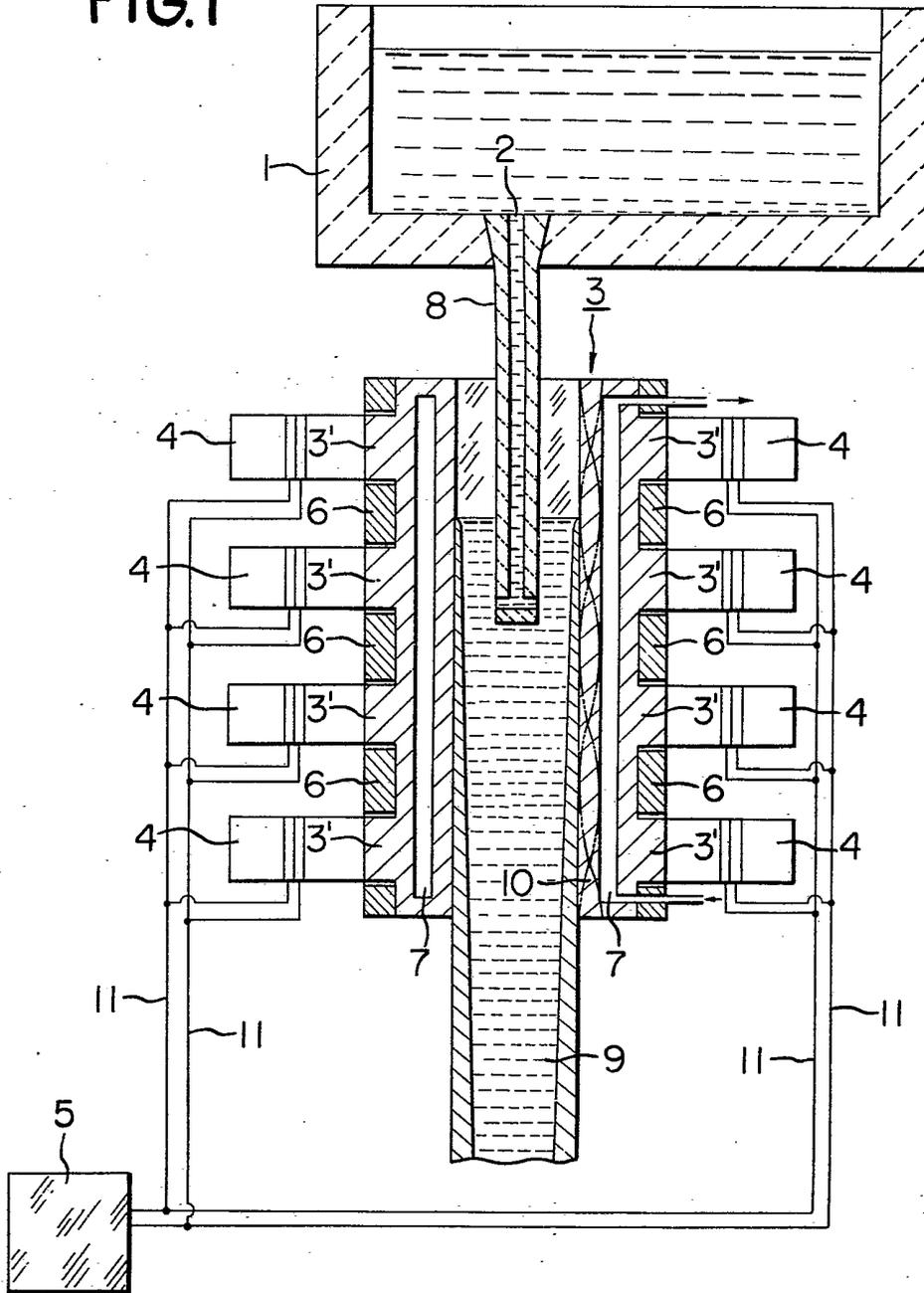


FIG.2

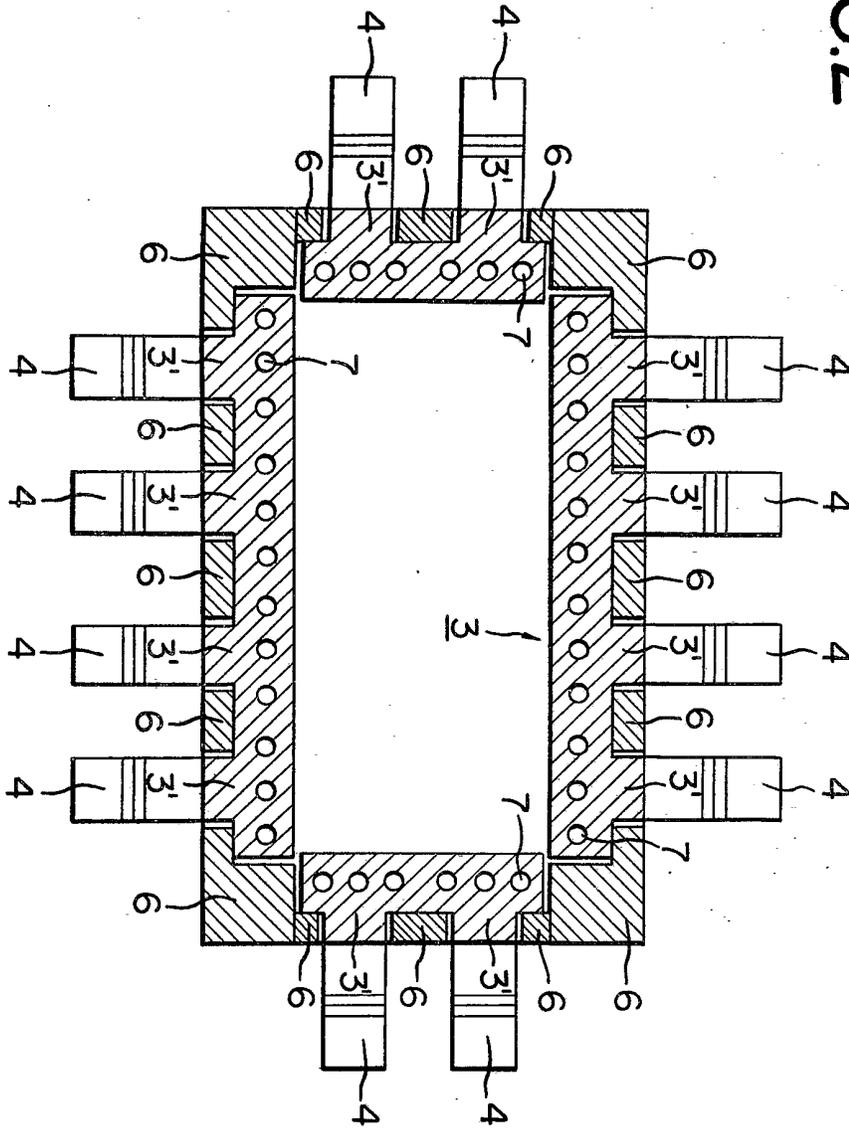


FIG. 3

