

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6037332号
(P6037332)

(45) 発行日 平成28年12月7日 (2016. 12. 7)

(24) 登録日 平成28年11月11日 (2016. 11. 11)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 2 D 11/06 (2006. 01)	B 2 2 D 11/06
B 2 2 D 27/11 (2006. 01)	B 2 2 D 27/11
B 2 2 D 18/02 (2006. 01)	B 2 2 D 18/02 B

請求項の数 8 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-55259 (P2013-55259)	(73) 特許権者	503420833
(22) 出願日	平成25年3月18日 (2013. 3. 18)		学校法人常翔学園
(65) 公開番号	特開2014-180673 (P2014-180673A)		大阪府大阪市旭区大宮五丁目16番1号
(43) 公開日	平成26年9月29日 (2014. 9. 29)	(74) 代理人	100100158
審査請求日	平成27年11月13日 (2015. 11. 13)		弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100138863
			弁理士 言上 恵一
		(74) 代理人	100145403
			弁理士 山尾 憲人
		(72) 発明者	羽賀 俊雄
			大阪府大阪市旭区大宮五丁目16番1号
			大阪工業大学内
		審査官	伊藤 寿美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属板の鑄造方法及び金属板鑄造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鑄造による金属板の製造方法において、金属の溶湯を、押圧具の押圧により追従して変形可能な側壁と冷却能を有する底板とを有する型枠内に注湯し、金属が完全に凝固する前に、冷却能を有する前記押圧具で、金属の表面を前記側壁と共に底板に向かう方向に圧下することを特徴とする金属板の製造方法。

【請求項 2】

前記押圧具が、前記一对の側壁を挟んで前記底板の上面と対向するロールであり、
前記側壁が、前記底板の上面に配置され互いに離間して一方向に延在する一对の側壁であり

溶湯を前記型枠内に注湯する溶湯供給部から金属の溶湯を注湯し、前記溶湯を、前記底板にて冷却しつつ、前記底板と、前記一对の側壁と、前記ロールと、から形成されたキャビティーに供給し、前記キャビティー内で、前記ロールにより底板に向かう方向に荷重を付与することにより、前記一对の側壁を前記ロールの外形に追従した形状に変形させると共に、前記ロールで前記溶湯をさらに冷却しながら圧下して、前記金属板を鑄造する工程と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記側壁が、耐火物の繊維材料から成り通気性を有する断熱部材から形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の製造方法。

【請求項 4】

前記底板が、複数の分割底板から構成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項5】

前記底板を冷却する冷却手段を有することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項6】

鋳造により金属板を製造する製造装置において、
押圧具の押圧により変形可能な側壁と、冷却能を有する底板とを有する型枠と、
冷却能を有し、注湯された金属が完全に凝固する前に、金属の表面を前記側壁と共に底板に向かう方向に圧下するための押圧具と、
を有することを特徴とする金属板の製造装置。

10

【請求項7】

前記押圧具が、前記一对の側壁を挟んで前記底板の上面と対向するロールであり、
前記側壁が、前記底板と、前記底板の上面に配置され互いに離間して一方向に延在する一对の側壁であり、
溶湯を前記型枠内に注湯する溶湯供給部を備えており、
前記側壁は、前記ロールにより付与された荷重により前記ロールの外形に追随した形状に変形されることを特徴とする請求項6に記載の鋳造装置。

【請求項8】

前記底板と前記ロールで冷却され鋳造された前記金属板をさらに冷却して圧下する2次冷却ロールを有することを特徴とする請求項7に記載の鋳造装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属板の鋳造方法及び鋳造装置に関し、特に、表面性状に優れた金属板を鋳造可能な鋳造装置及び鋳造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、アルミニウム、鋼、銅を含む多くの金属は、板材（例えば厚さ5mm～30mm）を得るために、スラブ、インゴット等の比較的厚い（例えば厚さ150mm程度以上）の鋳造材を得た後、必要に応じて鍛造工程を経た後、熱間圧延または冷間圧延等の加工を行っている。

30

このような、鋳造後の加工工程を行うことをなく、鋳造工程において最終製品である板材を得ることができれば、製造コストの削減および省エネルギーの実現等多くの利点を有する。

このため、例えば特許文献1～3等に示すように、双ロールキャスター、双ベルトキャスター、ブロックキャスター等の鋳造装置を用いて鋳造により板材を得る方法が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【特許文献1】特許第4873626号公報

【特許文献2】特許第2656514号公報

【特許文献3】特公平7-63813号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1～3等に示す従来の鋳造装置では、厚さ10mm以上の板材が製造できないか、できるものであっても、優れた表面性状を得ることが困難であるという問題があった。

50

より詳細には、鑄造材（板材）の表面、とりわけ板材にとって特に重要な主面（例えば、周囲６面のうち最も表面積の広い２面）が平滑にならず、肌荒れ等の凹凸を生ずる場合が多いという問題があった。

【０００５】

そこで本発明は、表面性状、とりわけ主面の表面性状に優れた板材を鑄造できる鑄造方法及び鑄造装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の鑄造方法は、金属の溶湯を、押圧具の押圧により追従して変形可能な側壁と冷却能を有する底板とを有する型枠内に注湯し、金属が完全に凝固する前に、冷却能を有する前記押圧具で、金属の表面を前記側壁と共に底板に向かう方向に圧下することを特徴とする。

10

本明細書において「溶湯」とは、完全に溶融した状態と、溶融状態と凝固状態との中間状態（半凝固状態）とを含む。

【０００７】

また、本発明の鑄造装置は、押圧具の押圧により変形可能な側壁と、冷却能を有する底板とを有する型枠と、

冷却能を有し、注湯された金属が完全に凝固する前に、金属の表面を前記側壁と共に底板に向かう方向に圧下するための押圧具と、を有することを特徴とする。

【０００８】

20

本発明の鑄造方法及び鑄造装置では、側壁が押圧具により付与された荷重によって押圧具の外形に追従した形状に変形されるので、押圧具が側壁によってつかえることがない。よって、金属板の鑄造時に押圧具にかけた荷重は、側壁によって妨げられることなく、型枠内の金属板に付加できる。

ここで、型枠内の金属板は完全に凝固する前に押圧具で圧下されるので、表面が容易に変形する。これにより、金属板の表面を容易に制御することができる。

【発明の効果】

【０００９】

本発明の製造方法及び鑄造装置によれば、表面制御を行いながら、所定の厚さの金属板を鑄造することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】図１は、実施の形態１に係る鑄造装置の部分切欠き斜視図である。

【図２】図２は、実施の形態１に係る鑄造装置の上面図である。

【図３】図３は、図２の２Ａ－２Ａ線に沿った断面図である。

【図４】図４（ａ）、（ｂ）は、実施の形態１に係る鑄造装置を用いて金属板を製造する方法を説明するための図２の２Ｂ－２Ｂ線に沿った概略断面図である。

【図５】図５（ａ）、（ｂ）は、実施の形態１に係る鑄造装置を用いて金属板を製造する方法を説明するための図２の２Ｂ－２Ｂ線に沿った概略断面図である。

【図６】図６は、実施の形態１に係る鑄造装置で金蔵板が鑄造されている状態を示す断面図である。

40

【図７】図７は、溶湯の凝固状態を説明するための図２の２Ｂ－２Ｂ線に沿った概略断面図である。

【図８】図８は、溶湯の凝固状態を説明するための概略断面図である。

【図９】図９は、溶湯の凝固状態を説明するための概略断面図である。

【図１０】図１０は、実施の形態１に係る鑄造装置の変形例を示す断面図である。

【図１１】図１１は、実施の形態１の変形例に係る鑄造装置を示す断面図である。

【図１２】図１２（ａ）、（ｂ）は、分割底板の変形例を示す概略斜視図である

【図１３】図１３は、実施の形態１の変形例に係る鑄造装置を示す断面図である。

【図１４】図１４は、実施の形態１の変形例に係る鑄造装置を示す断面図である。

50

【図 1 5】図 1 5 は、実施の形態 2 に係る鑄造装置の概略斜視図である。

【図 1 6】図 1 6 (a)、(b) は、実施の形態 2 に係る鑄造装置を用いて金属板を製造する方法を説明するための概略断面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、実施の形態 2 の変形例 1 に係る鑄造装置を示す概略斜視図である。

【図 1 8】図 1 8 (a) ~ (c) は、実施の形態 2 の変形例 1 に係る鑄造装置を用いて金属板を製造する方法を説明するための概略断面図である。

【図 1 9】図 1 9 は、実施の形態 2 の変形例 2 に係る鑄造装置を示す概略斜視図である。

【図 2 0】図 2 0 は、実施の形態 2 の変形例 3 に係る鑄造装置を示す概略斜視図である。

【図 2 1】図 2 1 (a) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 2 の金属板の外観写真であり、図 2 1 (b) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 5 の金属板の外観写真である。

10

【図 2 2】図 2 2 (a) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 1 0 の金属板の断面写真であり、図 2 2 (b) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 1 1 の金属板の断面写真である。

【図 2 3】図 2 3 (a) は、実施例 1 で製造した比較例 No. 1 の金属板の表面写真 (a) と側面写真 (b) である。

【図 2 4】図 2 4 は、実施例 2 に使用した鑄造装置の概略断面図である。図 2 4 (a) は実施の形態 2 に係る鑄造装置であり、図 2 4 (b) は、比較例に使用した鑄造装置である。

【図 2 5】図 2 5 (a) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 2 の金属板の外観写真であり、図 2 5 (b) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 5 の金属板の外観写真である。

【図 2 6】図 2 6 (a) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 1 0 の金属板の断面写真であり、図 2 6 (b) は、実施例 1 で製造した実施例 No. 1 1 の金属板の断面写真である。

20

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 1】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明では、必要に応じて特定の方向や位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」及び、それらの用語を含む別の用語）を用いる。それらの用語の使用は図面を参照した発明の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本発明の技術的範囲が限定されるものではない。また、複数の図面に表れる同一符号の部分は同一の部分又は部材を示す。

【0 0 1 2】

30

本願発明者らは、鋭意検討した結果、金属板材の鑄造を行う製造方法において、金属の溶湯を、押圧により追従して変形可能な側壁を有する型枠内に注湯し、金属が完全に凝固する前に、冷却能を有する押圧具で、金属の表面を前記側壁と共に金属板の厚み方向に圧下することで、表面性状、とりわけ主面（例えば、鑄造材の長手方向と幅方向に平行な面）の表面性状に優れた板材を鑄造できることを見出し、本願発明に至ったものである。

【0 0 1 3】

すなわち、本発明においては、側壁の上面が押圧具に接触して圧下され押圧具によって変形するので、金属を十分に圧下することができる。

【0 0 1 4】

従来の金属板鑄造装置には、次のような問題点があった。

40

特許文献 1 に開示された双ロールキャスターでは、厚さ 1 0 mm 以上の金属板は鑄造することができない。

特許文献 2 のような双ベルトキャスターでは、厚さ 1 0 mm 以上の金属板を連続鑄造することが可能であるが、装置が大変高価である。更に、高価なベルトが運転による熱と応力で変形しやすく取り替えが必要である。また、ベルトキャスターは側壁ブロックがあるため金属を十分に圧下することができないため、板の幅方向の中央部が凝固収縮により凹んだ板ができやすい。また、冷却むらが生じるため、金属組織の不均一が発生し、金属板の表面に部分的な色むらや窪みが発生しやすい。

特許文献 3 の単ベルトキャスターでは、上記特許文献 2 の問題に加え、金属板を下方向からのみ冷却するため、厚い板ができない。

50

また、一般的な鑄型法（型内で冷却して鑄造する方法）では上面を平坦にするために絶えず表面を均一に加熱しながら全体として冷却するには表面加熱装置及び熟練した技術を要する。

このように、簡易なバッチプロセスで、厚さ10mm以上で表面および内部が健全な厚板を鑄造する技術がなかった。

【0015】

また、従来の鑄造装置では、固相液相線間の広い合金材料や凝固収縮しやすい材料、例えばアルミ錫合金（Al-Sn合金）などを鑄造することが困難であり、内部に大量の巣が形成されてしまう。特に、Al-Sn合金は鑄造割れ（鑄造装置から板状で取り出した後に長手方向委に亀裂が入って割れる現象）しやすく、従来の装置では所定厚さの金属板を鑄造することができなかった。

10

【0016】

これに対して本発明の方法及び装置では、例えば5mm～30mmの厚さ、好ましくは10mm以上の厚さの金属板を、バッチプロセスでも連続鑄造でも製造することが可能である。また、本発明の方法及び装置では、Al-Sn合金でも内部に巣のない健全な金属板を鑄造することもできる。

以下に図を用いて本発明の詳細を説明する。

【0017】

<実施の形態1>

図1～図3に示す本実施の形態の鑄造装置10は、冷却能を有する底板20と、底板20の上面21に配置され互いに離間して一方向に延在する一対の側壁30（301、302）とを含む型枠と、溶湯を供給する溶湯供給部50とを備えている。また、鑄造装置10は、型枠内に供給した溶湯に荷重を付与するための押圧具（上側ロール40）を備えている。上側ロール40は、一対の側壁30を挟んで底板20の上面21と対向して配置されている。

20

【0018】

本実施の形態は、底板20と、一対の側壁30と、上側ロール40と、から形成されたキャビティー12を有している。

本明細書における「キャビティー12」とは、金属板の鑄造方向（図1、図2のx方向）に対して垂直に切った断面において4方向が囲まれている部分であり、金属板を鑄造するための鑄造空間を指す（図3および図5参照）。

30

【0019】

型枠は、少なくとも、底板20と、一対の側壁30（301、302）とで構成されている。型枠に溶湯を供給する溶湯供給部50は、両端を前記両側壁に接するように底板上に配置するのが好ましい。その場合は、溶湯供給部50が後堰（バックダム）を兼ねることになるので、後堰を別途設ける必要がない。溶湯供給部50と側壁30又は底板20との間に隙間がある場合は、この隙間から溶湯供給部50の後方（キャビティー12と反対側）に溶湯が漏出しないように、必要に応じて後堰（バックダム）等の、後方への溶湯の漏れを防ぐ部材を設けるのが望ましい。なお、後堰として別部材を設けるのではなく、底板20の延長が後堰を構成してもよい。また、底板20をキャビティー12に向けて高くなるように傾斜させる場合は、後堰がなくてもよい。

40

【0020】

前記溶湯供給部から前記キャビティーに向けて溶湯が供給される。したがって溶湯供給部50とキャビティー12との間の溶湯供給路15は、溶湯供給部50から供給される溶湯をキャビティー12に導入するための経路となる。

【0021】

底板20は、耐熱性の材料（少なくとも溶湯と接触しても著しく損傷（溶損）しない耐熱性を有している）から形成された板状体であり、本実施の形態では、x方向に伸びた長方形にされている。底板20は、1枚の板状体から構成してもよいが、図1に示すように、複数の板状体（本明細書では「分割底板」と称する）201～203をx方向に配列し

50

て構成してもよい。

また、例えば環状のベルト上に複数の板状体を配置し、ベルトを移動させることで1回の鑄造工程で、その上から一旦鑄造材を取り除いた板状体の上に再び溶湯を供給し鑄造を行ってもよい。

【0022】

なお、ここで図示した各々の分割底板201～203は、単一材料から成り、一様な厚さを有する矩形部材から構成している。しかし、各々の分割底板201～203は、別の形態とすることもできる。例えば、各々の分割底板を、異なる材料から成る複数の金属片を組み合わせて構成してもよい(図12(a))。また別の例では、各々の分割底板の厚さを部分的に変更してもよい(図12(b))。分割底板201～203の詳細については後述する。

10

【0023】

一对の側壁30(301、302)は、一方向(x方向)に延在し、y方向において互いに離間している(図1、図2)。本実施の形態のように、側壁30の一端(-x方向の端部であり、本明細書では「先端」と称する)近傍において、離間した側壁301と側壁302との間をつなぐように、y方向に伸びる前堰32を設けてもよい。

図1及び図4に示すように、側壁30は、上側ロール40により付与された荷重により上側ロール40の外形に追随した形状に変形される。すなわち、上側ロール40にかけられた荷重により変形し、ロール形状にへこむことができる。

ロールの外形に追随して変形するためには、側壁30は、上側ロール40により付与された荷重(応力)により、変形するだけでなく、上側ロール40(上側ロール40全体)が側壁30から離れる方向(例えばz方向)に動いた際にも追随できるように、上側ロール40による荷重がなくなると元の形状に近い形状に戻ることができる復元性を有することが好ましい。

20

すなわち、側壁30は、ロール等の押圧具による押圧を受けたときに追随して変形することが必須であり、さらに復元性を有することが好ましい。

【0024】

更に、溶湯が、側壁30から冷却されて固化するのを抑制しつつ、底板20及び上側ロール40から冷却されて金属板の上下方向から均等に凝固させるために、側壁30は、断熱性を有することが好ましい。なお、側壁30に断熱性が無くても、例えば側壁30を加温する等により、溶湯が側壁から冷却されるのを抑制することもできる。しかしながら、設備上、運転エネルギー消費上、断熱性を有する側壁30を用いるのが好ましい。

30

【0025】

そのような側壁30は、例えばセラミックス繊維のような耐火物の繊維材料から成り通気性を有する断熱部材(耐火物の繊維を綿状に配置した材料、例えばカオウール又はイソウール(登録商標))から形成することができる。

イソウール(登録商標)などの通気性部材を用いると、溶湯中のガスが凝固する際に発生するガスを、側壁30から排出することができる。これにより、ガス抜け不良による巣の発生を抑制することができる。

【0026】

上側ロール40は、底板20と対向して配置されている。本実施の形態では、上側ロール40の回転軸40Cがy方向と平行になるように(つまり、x方向及びz方向と直交するように)上側ロール40を配置している。上側ロール40はこの回転軸40Cを中心に回転可能である。本実施の形態のように、上側ロール40にシャフト41を設ける場合、このシャフト41を回転可能に保持する軸受け(図示せず)等を鑄造装置10に設けることにより、上側ロール40を回転可能にすることができる。シャフト41を設けた場合、シャフト41の中心軸は、上側ロール40の回転軸40Cと一致する。

40

【0027】

なお、本実施の形態では、上側ロール40は、回転軸40Cがy方向と平行で、x軸及びz軸のいずれとも直交するように配置されているが、必ずしもこれに限定されるもので

50

はない。

例えば、回転軸 40 C が y z 平面内にあり且つ y 軸に対して傾斜するように上側ロール 40 を配置してもよい。すなわち、x 方向から鑄造装置 10 を視認すると、底板 20 の上面 21 に対して上側ロール 40 のロール面が傾いており、キャビティー 12 が台形形状になる。そのような鑄造装置 10 では、断面が台形形状の金属板を鑄造することができる。

別の例では、回転軸 40 C が x y 平面内にあり且つ y 軸に対して傾斜するように上側ロール 40 を配置してもよい。x 方向から鑄造装置 10 を視認すると、底板 20 の上面 21 と上側ロール 40 のロール面とが平行であり、キャビティー 12 が長方形である。しかし、z 方向から鑄造装置 10 を視認すると、一对の側壁 30 が延在する方向（つまり y 方向）に対して、上側ロール 40 が斜めに配置されている。このような鑄造装置 10 では、溶湯に接触する上側ロール 40 の面積が広がるので、上側ロール 40 からの放熱性を向上させることができる。

10

【0028】

本実施形態では、鑄造時に上側ロール 40 が金属を応力 F で圧下するものである。よって、鑄造装置 10 には、上側ロール 40 に荷重をかける荷重付与手段（図示せず）が含まれている。荷重付与手段は、例えばバネ等が利用できる。また、バネの圧縮度を変更することにより、上側ロール 40 にかかる荷重を調節することができる。

上側ロール 40 は、例えば、耐熱鋼等の鋼により形成されたロール等のように従来から双ロール法を含む鑄造方法に用いられているロールを用いてよい。

上側ロール 40 の表面が滑らかであるのが望ましい。上側ロール 40 によって押圧される金属板の表面に、上側ロール 40 の表面性状が転写されるので、滑らかな表面の上側ロール 40 を用いると、滑らかな表面を有する金属板を製造し得る。

20

【0029】

なお、上側ロール 40 に冷却手段（例えば、上側ロール 40 の表面に冷却流体を流すためのチューブまたは内部から冷却を冷却するための冷媒流路等）を設けてもよく、長尺の金属板の鑄造等で上側ロール 40 が過熱しやすい場合や、金属板の鑄造中に上側ロール 40 と金属との間の焼付きが起りやすい場合に有効である。

また、焼付きを防止するためにロールと溶湯（または凝固シェル）との間に潤滑剤を供給する潤滑剤供給装置を設けてもよい。

【0030】

30

キャビティー 12 に溶湯を供給する溶湯供給部 50 は、例えば、樋やノズル等を含んでもよい。樋やノズルにより、溶湯をキャビティー 12 に注ぎ入れ易くなるだけでなく、溶湯が底板 20 に接触する位置からキャビティー 12 までの距離（本明細書では「凝固距離」と称する）を調節し易くなる。この凝固距離を変更すると、キャビティー 12 に到達したときの溶湯の凝固の程度（すなわち、凝固層（凝固シェル）の形態（厚さ等））が変わる。凝固距離が長ければ、キャビティー 12 に到達するまでに凝固が進行するので凝固層の割合が高くなり、その反対に凝固距離が短ければ凝固層の割合が低くなる。上側ロール 40 の荷重が同じ場合、凝固層の割合が多いほうが圧下されにくいので板厚の厚い金属板が得られ、凝固層の割合が少ないと板厚の薄い金属板が得られる。

なお、1 枚の金属板の鑄造中に板厚が変動しないように、鑄造中は、凝固距離を一定に保つ（つまり、上側ロール 40 と溶湯供給部 50 との相対位置を一定に保つ）のが好ましい。

40

【0031】

底板 20 の下側には、底板 20 を冷却するための冷却手段（例えば冷却管 60）を有してもよい。図 1 及び図 3 に示すように、冷却管 60 は、断面矩形の中空矩形管部分と中空矩形管部分に冷却流体を供給するための供給チューブとから構成されている。

冷却管 60 内に冷却流体（例えば水）を流すことにより、底板 20 を冷却して、底板 20 が一定温度以上に上がらないようにすることができ、生産性を向上できる。また、底板 20 による溶湯の冷却効率を高めることができるので、鑄造可能な金属板の厚さを厚くすることができ、さらに得られる金属板の金属組成を改善することができる。

50

また、冷却管60の代わりに、中空の底部ブロック73に冷却流体を流して、底板20を冷却する冷却手段としてもよい。

【0032】

鋳造装置10は、底板20と側壁30を収納するための固定部材70を備えてもよい。図1～図3に図示したように、固定部材70は、底板20を下側から保持する底部ブロック73と、一対の側壁30(301、302)のy方向の位置を位置決めするための一対の側板72と、底部ブロック73及び側板72を保持するためのアウターケース71とから構成してもよい。

図示した底部ブロック73は、冷却管60の供給チューブを間に配置するために、2つの部材から構成されている。

10

【0033】

図1に示すように、アウターケース71は、xy平面に広がる1つの底面と、その底面の両側に接続されているxz平面に広がる2つの側面とを有している。2つの側面の上縁は、互いに離れる方向に折り曲げられたリムを備えてもよく、アウターケース71の強度を高めることができる。

【0034】

側壁30の一端(-x方向の端部であり、本明細書では「先端」と称する)では、側壁301と側壁302との間に、y方向に伸びる前堰32を設けてもよい。前堰32は、溶湯の供給開始時に、溶湯が底板20を超えて先端方向からこぼれるのを抑制し得る(所謂、ダミーブロックとしての機能を有する)。

20

また、上述のように、側壁30の他端(x方向の端部であり、本明細書では「後端」と称する)にも、側壁301と側壁302との間に、y方向に伸びる後堰(図示せず)を設けてもよい。後堰は、溶湯が底板20を超えて後端方向からこぼれるのを抑制し得る。

【0035】

本発明の鋳造装置10は、圧縮可能な側壁30を用いているので、鋳造された金属板の表面(とりわけ主面)が優れた表面性状を有し、また金属板の厚さをより均一にすることができる。これらの効果を具体的に説明するために、以下に、図1～3に示した鋳造装置10を用いた金属板の鋳造について詳述する。

【0036】

(工程1：上側ロール40の配置)

30

図4(a)に示すように、上側ロール40が側壁30と接触しないようにz方向に離れた状態で、上側ロール40を底板20の先端の上方(z方向)に配置する。次に、上側ロール40を底板20に近付ける。このとき、底板20と上側ロール40との最小間隔(これを「キャビティー12の高さ12t」と称する)は、少なくとも圧縮前の側壁30の高さ t_1 より小さくする。

側壁30は変形可能(例えば圧縮変形可能)な材料から形成されているので、上側ロール40を底板20に近づけたときに、側壁30は上側ロール40によって変形(圧縮)され、上側ロール40の外形に沿うように凹む(図4(b))。

【0037】

(工程2：溶湯の供給)

40

次に、図5(a)に示すように、溶湯供給部50からキャビティー12に向けて溶湯M1を供給する。溶湯供給部50は例えば樋、ノズル等であり、金属を溶融する坩堝又は貯留槽52(一部図面には図示)等から溶湯部50に溶湯が供給される。溶湯供給部50から流れ出た溶湯M1は、溶湯供給路15を通してキャビティー12に到達する。溶湯M1は、キャビティー12に到達するまでの間に徐々に凝固する。凝固の様子を、図7を参照しながら説明する。

溶湯M1は底板20によって冷却されるため、底板20側の溶湯M1は、溶湯供給部50から出た直後から凝固し始める。一方、溶湯M1の表面は比較的冷却されにくいので、溶融状態を保ったまま、上側ロール40の近傍にまで到達し得る。通常、溶湯M1(溶融状態)と、溶湯が完全に凝固した部分(凝固層M3)との間には、半凝固の部分(半凝固

50

層M2)が存在している。そして、溶湯M1及び半凝固層M2(条件によってはいずれか一方の場合もある)が上側ロール40に接触すると、表面側の溶湯M1及び半凝固層Mは上側ロール40によって冷却されて、完全に凝固する。

よって、溶湯M1がキャビティ12の出口に到達する頃には、溶湯M1はほぼ無くなり(又は完全に無くなり)、多くの部分が(又は全てが)半凝固層M2と凝固層M3となる。この状態の金属を「非溶湯部」と称する。

【0038】

本発明の鑄造装置10は、板状体から成る底板20の上に溶湯M1を供給するので、双ロールキャスターに比べると、ブレイクアウト(溶湯が漏れ出すこと)が抑制され、また凝固し始めたばかりの凝固層の破断も起こりにくいので、金属板の鑄造が容易である。

10

【0039】

(工程3:上側ロール40による圧下)

溶湯の供給を続けたまま(すなわち、上側ロール40より上流側(x方向)に存在する溶湯の液面を維持したまま)、図5(a)に示すように、上側ロール40を、回転軸40Cを中心に(実際には、上側ロール40のシャフト41を中心に)、回転方向40Rに回転させる。上側ロール40の外面40Sは、側壁30及び凝固層M3と接触しているため、それらを介して底板20が-x方向(移動方向20D)に力を受ける。このとき、底板20がx方向に移動自在にされていれば、底板20は移動方向20Dに移動する。その結果、非溶湯部は、上側ロール40の直下に向かって-x方向に移動する(図5(b))。底板20と上側ロール40との間隔は、上側ロール40の直下に向かって徐々に狭くなるため、非溶湯部は上側ロール40によって徐々に圧下される。

20

【0040】

上側ロール40にかけるロール荷重は、金属板内部の巣の発生を防ぐには一定以上の荷重が必要であるが、これは鑄造する金属の種類により適宜変更してよい。

【0041】

上側ロール40の好ましい周速は、例えば約0.3~約2m/分であり、鑄造する金属板の厚さによって調節してもよい。例えば、厚さ約15mmの金属板を鑄造する場合には、0.5m/分で鑄造することができる。また、周速は、鑄造する金属の種類およびロールと接触した際の溶湯の温度等の条件に応じ適宜変更してよい。

【0042】

30

なお、本実施の形態では、上側ロール40は動力装置によって回転駆動され、底板20は上側ロール40の駆動力を受けて移動方向20Dに移動する場合を説明した。しかしながら、これに限定されず、例えば底板20が動力装置によって移動方向20Dに駆動され、上側ロール40は底板20の駆動力を受けて回転方向40Rに連れ回されて回転してもよい。また、上側ロール40の周速と底板20の移動速度とが同期するように同時に駆動されてもよい。

【0043】

このとき、非溶湯部の両側に位置する側壁30は、上側ロール40によって変形して上側ロール40の外形に沿うようにへこむ(図1)。そのため、上側ロール40が側壁30によってつかえること(つまり、側壁30が、上側ロール40の圧下を妨害すること)は起こらない。これにより、上側ロール40によって、非溶湯部と側壁30とを共に圧下することができる。

40

一方、側壁を上側ロール40の外側に設けた場合(すなわちロールが側壁の間)も上側ロールは側壁により妨害されることなく圧下を行うことができる。しかし、この場合、中央部と比べ、温度が低下しやすい(温度制御が困難な)ロールの端部(y方向の端部)に溶湯および非溶湯部が接触することとなり、非溶湯部に温度分布のばらつき(すなわち、鑄造されている材料のy方向端部の温度低下)が生ずることとなる。

すなわち、本発明では、鑄造される材料の端部(y方向端部)の温度低下を抑制した状態で上側ロール41により均一に圧下できることから(換言すると、温度分布が均一な状態で上側ロール41が被鑄造材に接触するため、被鑄造材のロール直下でのy方向にお

50

る温度、硬度等の特性のばらつきを抑制した状態で圧下が可能になるため）、得られた鋳造材の表面（とりわけ主面が）の表面性状が優れるとともに、得られた鋳造の厚さも均一にできると考えられる。

ただし、これらは現時点で得られている情報を基に本願発明者らが推定したメカニズムであって本発明の技術的範囲を制限することを意図するものではないことに留意されたい。

【0044】

また、鋳造する金属板の原料が、偏析の起こりやすい金属材料（例えばMgを含有するアルミニウム合金）の場合には、上側ロール40で圧下しながら鋳造することにより、偏析を抑制する効果も得られる。

10

さらに、図6に示すように、キャビティー12内を満たす金属板Mの上面と側壁30の上面とは共に上側ロール40によって圧下されるので、金属板Mの上面と側壁30の上面とが面一になる。よって、金属板Mの縁部に、Z方向に伸びるバリ（縦バリ）が発生することがない。

【0045】

さらに、底板20の長さを適宜調節することにより、所望の長さの金属板をバッチプロセスで鋳造することができる。よって、金属板の少量生産に適している。

しかし、本発明はバッチプロセスに限定するものではなく、例えば、上述のように環状のベルト上に複数の板状体201～203を配置すること等により連続鋳造プロセスにより鋳造を行ってもよい。

20

【0046】

また、非溶湯部の内部に半凝固層M2が存在する場合、上側ロール40で圧下することにより、半凝固層に圧力をかけることができ、半凝固層内の巣の発生と偏析とを抑制し得る。特に、側壁30が断熱性を有していると、半凝固層に圧力をかけやすくなるので好ましい。側壁30が断熱性を有する場合と断熱性ではない場合との相違を、金属内部の状態図を参照しながら説明する。

【0047】

図8は、側壁30（301、302）が断熱性を有する場合の金属内部の状態図断面図を示している。

図8（a）は、図7の7A－7A線に沿った断面図であり、非溶湯部の内部状態を示している。溶湯M1の熱は主に底板20から放熱されるため、溶湯M1は底板20に接触する部分から凝固して、凝固層M3を形成する。その上に半凝固層M2と溶湯M1が層状に積層している。ここで、側壁30が断熱性を有しているので、溶湯M1の熱は側壁30から放熱されない。よって、凝固層M3と半凝固層M2との界面及び半凝固層M2と溶湯M1との界面は、底板20と略平行になる。

30

【0048】

図8（b）は、図7の7B－7B線に沿った断面図である。ここでは、溶湯M1の表面が上側ロール40と接触しているため、表面側も凝固し始めている。別の見方では、非溶湯部がキャビティー12内に入り、上側ロール40によって圧下され始めている。上面側と下面側が凝固層M3となり、その間に半凝固層M2が挟まれた状態になっている。凝固層M3と半凝固層M2との間の2つの界面とも、底板20と略平行になる。

40

この時、非溶湯部の上面から上側ロール40によって応力Fで圧下されるので、最も軟質な半凝固層M2に応力が集中する。この状態で半凝固層M2は徐々に凝固するため、巣が生じにくい。また、図8（b）のような状態では、半凝固層M2で偏析が起こりやすいが、半凝固層M2に応力をかけることができるので、偏析状態を解消し得る。

【0049】

図8（c）は、図7の7C－7C線に沿った断面図であり、上側ロール40で圧下後の金属板Mの内部状態を示しており、表面が平坦な金属板Mが鋳造できる。

【0050】

一方、図9は、側壁30'（301'、302'）が断熱性を有していない場合の金属

50

内部の状態図断面図を示している。

図9(a)は、図7の7A-7A線に沿った断面図であり、非溶湯部の内部状態を示している。溶湯M1の熱は底板20と側壁30'とから放熱されるため、溶湯M1は底板20に接触する部分と側壁30'に接触する部分とから凝固して、凝固層M3を形成する。その内側に半凝固層M2と溶湯M1が層状に積層している。凝固層M3と半凝固層M2との界面及び半凝固層M2と溶湯M1との界面は、カップ状になる。

【0051】

図9(b)は、図7の7B-7B線に沿った断面図である。ここでは、溶湯M1の表面が上側ロール40と接触しているため、溶湯の表面側が凝固する。これにより、上面側、下面側、両側面側が全て凝固層M3となり、その中に半凝固層M2が取り囲まれた状態になっ

10

ている。このとき、非溶湯部はキャビティー12内に入り、上側ロール40によって応力Fで圧下されているが、半凝固層M2の周囲が凝固層M3になっているので、応力Fを半凝固層M2に十分に付加することができない。よって半凝固層M2内に生じやすい巣を十分に抑制できない。

【0052】

図9(c)は、図7の7C-7C線に沿った断面図であり、上側ロール40で圧下後の金属板Mの内部状態を示している。図9(b)で半凝固層M2であった領域内に、巣SCが生じている。

【0053】

20

このように、側壁30が断熱性を有することにより、溶湯M1が側壁30側から凝固するのを抑制できる。そのため、非溶湯部を上側ロール40で圧下したときに、半凝固層M2に十分な応力をかけることができ、半凝固層内での巣の発生と偏析とを抑制し得る。

【0054】

なお、本明細書において「側壁30が断熱性を有する」とは、側壁30全体として断熱性を有していればよく、側壁30の中に、熱伝導性の高い材料から成る部材が含まれていてもよい。

断熱性を有する材料として、空気層を含む材料を挙げることができる。例えば、上述したセラミックス繊維のような耐火物の繊維材料を綿状に配置した材料は、繊維と繊維と間の空間が空気層として機能することから好ましい。この空気層を通して気体が流通するので、空気層を含む側壁30は通気性を有している。

30

なお、このような材料を用いる際には、例えば、芯材として金属ワイヤを用いて、その周囲に綿状の断熱材料を巻き付けてもよい。金属ワイヤによって断熱部材の形状を整えることができるので、側壁30の形成や再生（再利用するために、圧縮変形前の状態に戻すこと）に有利であり、且つ金属ワイヤは直接溶湯M1に接触することはないので、溶湯M1の凝固を促進させることや、溶湯M1と反応して好ましくない合金を形成することがない。

また、金属ワイヤを金属製の肉薄チューブに置き換えると、さらに、断熱部材に弾力性を付与することもできる。

なお、鑄造時の熱に耐えることができれば、金属以外の材料から成る芯材も使用可能である。

40

【0055】

非溶湯部は、上側ロール40の直下を通り過ぎる頃には完全に凝固して金属板Mになる。金属板Mの厚さMtは、キャビティー12の高さ12tとほぼ一致する。

【0056】

なお、非溶湯部に対する圧下の効果を得るために、溶湯M1の高さT₁（非溶湯部の厚さとほぼ一致する）がキャビティー12の高さ12t（つまり、圧縮変形されている時の側壁30の高さ）よりも大きくなるように、溶湯の供給量を制御する。

また、溶湯M1が側壁30側から溢れるのを抑制するために、溶湯M1の高さT₁が圧縮変形前の側壁30の高さt₁よりも小さくなるように、溶湯M1の供給量を制御する。

50

【0057】

鑄造された金属板Mの長さ（x方向の寸法）が所定の長さになるまで、溶湯M1を供給しながら上側ロール40を回転させる。

【0058】

（工程4：金属板の取り出し）

金属板Mが所定の長さになったら、溶湯M1の供給を止める。そして、金属板Mがキャビティー12から完全に出たら、上側ロール40の回転を止める。そして、底板20の上で十分に冷却した後、金属板Mを底板20と側壁30とから取り外す。

これにより、表面が比較的平坦で、冷却むらによる部分的な色変化や窪みが無い金属板Mを鑄造することができる。

10

本発明の鑄造装置10では、底板20の上で金属板Mを完全に冷却させることができるので、例えば従来の双ロールキャスターに比べて、長時間にわたって金属板Mを安定した状態で冷却することができる。そのため、双ロールキャスターでは（内部まで十分に冷却できないために）鑄造が困難な厚さ10mm以上の金属板Mも、本発明の鑄造装置10では鑄造することができる。

【0059】

また、金属板Mの温度が十分に下がるまで底板20の上で冷却するので、金属板Mが自重で破断や屈曲するのを防止できる。

【0060】

なお、金属板Mの両側に位置する圧縮変形後の側壁30の高さ t_2 は、側壁30の材質によって異なる。図5（b）に図示した側壁30は、ほぼ塑性変形し、多少弾性的に形状が戻るような特性を有する材料から形成されたものであり、圧縮変形後の側壁30の高さ t_2 は、キャビティー12の高さ12tよりわずかに高い。この他にも、側壁30を、例えば完全に塑性変形する材料から形成すれば、圧縮変形後の側壁30の高さ t_2 はキャビティー12の高さ12tとほぼ一致するだろう。

20

【0061】

弾性変形する傾向の強い材料を用いて側壁30を形成すると、側壁30を再生（再利用するために、圧縮変形前の状態に戻すこと）するのが容易になるので好ましい。

一方、塑性変形する傾向の強い材料を用いて側壁30を形成すると、側壁30を廃棄する際に容積を圧縮変形できるので、再生不能な側壁30の場合に好ましい。

30

【0062】

鑄造装置10は、底板20と上側ロール40との間隔が変更可能にされていてもよい。

底板20と上側ロール40との間隔を変更可能にするためには、上側ロール40のみ昇降可能、底板20のみ昇降可能、又は上側ロール40と底板20とを共に昇降可能にすればよい。

上側ロール40を昇降可能にするには、例えばシャフト41を保持する軸受けを、従来公知の手段により上下方向に位置変更できるようにすればよい。底板20を昇降可能にするためには、底板20を支える部材を、従来公知の手段により上下方向に位置変更可能にする。

【0063】

40

図10に示すように、一对の側壁30（301、302）の間隔（y方向における側壁301、302の離間距離）を変更可能にして、金属板Mの幅（y方向の寸法）を任意に変更してもよい。なお、図10（b）のように側壁301、302の離間距離を狭くする場合には、溶湯M1を注ぎ、上側ロール40で圧下してもその離間距離が変動しないように、例えば固定部材70の側板72と側壁301、302との間にスペーサーSPを配置してもよい。

【0064】

また、図10（a）では、上側ロール40の幅（z方向の寸法）は、固定部材70の2枚の側板72のz方向の間隔とほぼ同程度にされているが、これに限定されない。例えば図11のように、上側ロール40'の幅は、（一对の側壁301、302のz方向の間隔

50

よりも広くされていれば) 2枚の側板72のz方向の間隔よりも狭くされていてもよい。

上側ロール40'は、一对の側壁301、302の間に位置する金属板Mの表面と、一对の側壁301、302のうち金属板Mと隣接する部分を押圧する。本発明では、側壁30が押圧により追従して変形可能な材料から形成されているので、一对の側壁301、302のうち金属板Mと隣接する部分は、上側ロール40'の形状に追従して変形する。一方、側壁301、302のうち、側板72側に位置する部分は、上側ロール40'によって押圧されず、上側ロール40'と側板72との隙間にはみ出した状態になる。

なお、溶湯内のガスは、上側ロール40と側板72との隙間から外部に排出されるため、上側ロール40と側板72との隙間が広くされた広い図11のような製造装置は、脱ガス効率が高い。

10

【0065】

底板20の表面及び上側ロール40の表面に離型剤を使用してもよく、溶湯M1の離型性を良好にすることができる。

【0066】

底板20を、複数の分割底板201~203から構成すると、底板20に損傷が発生したときに損傷した分割底板201~203だけを交換すればよいので、ランニングコストを抑えることができる。

底板20は、鋳造中に上面だけが溶湯に接触して高温になるため、上面と下面との膨張差によって反りを生じることがあり、反りの程度は底板20の面積が大きくなるほど顕著になる。分割底板201~203は個々の面積は小さいので、反りを抑制することができる。また、反りが抑制されるため、底板20の寿命が長くなる。

20

また、底板20の長さ(x方向の寸法)は、使用する分割底板201~203の枚数によって任意に調節できるので、例えば1m程度の短い金属板Mから、25m以上の長い金属板Mまで鋳造することができる。

【0067】

個々の分割底板201~203は、複数の金属片から構成されてもよい。例えば、図12(a)に示す分割底板201'は、第1金属片201aと、その両側に配置された第2金属片201bとから構成されている。このような分割底板201'をx方向に複数配列して底板20を形成し、底板20の上面21にy方向に伸びる一对の側壁30を配置すると、第2金属片201bの上に側壁30が配置され、第1金属片201aの上に溶湯M1が供給される。

30

ここで、第1金属片201aを熱伝導率の高い材料(例えばCu)から形成し、第2金属片201bを熱伝導率は高くないが安価な材料(例えばFe)から形成すると、溶湯M1からの放熱性を維持したまま、分割底板201'のコストを抑制することができる。

【0068】

また、図12(b)に示すように、分割底板201''の下面側の中央に、x方向に伸びる凸部を設けてもよい。凸部が形成された範囲は、分割底板201''の肉厚が厚く、他の部分に比べて熱伝導率が高い。よって、図12(a)の分割底板201'と同様に、溶湯M1からの放熱性を維持したまま、分割底板201''に使用する材料の量を減らすことができるので、分割底板201''のコストを抑制することができる。

40

【0069】

鋳造装置10は、キャビティ12で鋳造された金属板Mを押圧して冷却する2次ロール48をさらに有してもよい(図13)。上側ロール40を通過した金属板Mを2次ロール48で押圧することにより、金属板Mの冷却を促進することができる。また、金属板Mを2次ロール48にて押圧することができるので、金属板Mの反りを低減することができる。

【0070】

鋳造装置10は、底板20の下側に下側ロール45を備えてもよい(図14)。下側ロール45は、シャフト46を中心に自由に回転できるようにされていれば、これにより(下側ロール45の上に配置された)底板20が、x方向及び-x方向に自由に移動するこ

50

とができる。下側ロール４５を備えることにより、金属板を圧下するときに、より大きな荷重をかけることができる利点がある。

上側ロール４０及び下側ロール４５を備えた鑄造装置１０は、例えば既存の双ロールキャストの間に底板２０を配置することによって構成することもできる。

下側ロール４５の代わりに、ベアリング等の底板移動手段によって、底板２０が、 x 方向及び $-x$ 方向に自由に移動することもできる。

【００７１】

本発明の鑄造装置１０は、任意の金属材料の板材を鑄造するのに用いてよい。好ましい金属として、 Al 、 Pb 、 Mg 、 Sn 、 Zn 、 Cu 及びそれらの合金のような比較的融点の低い金属を挙げることができる。具体的には、新幹線等の車両に使用される Mg 金属板材の圧延原料、アルミニウム軸受け材、放射線防護用の鉛板の圧延原料等、様々な用途を例示できる。特にアルミ錫合金、特に４０質量％の錫を含有する $Al-40\%Sn$ 合金のように、液相線温度と固相線温度との差が大きく鑄造が困難とされている合金の厚板の鑄造ができる点で有用である。

しかし、例えば、ステンレス鋼、合金鋼を含む鋼等の比較的融点が高い金属にも適用可能である。

【００７２】

以下に、各部材に好適な材料を説明する。

(側壁３０（３０１、３０２）)

側壁３０は、圧縮可能な耐火材料から形成されている。具体的には、セラミック等の耐火物の繊維材料（例えば、アルミナ、シリカ等）から成り、通気性のある圧縮可能部材から形成することができる。特に、断熱性を有する材料であるのが好ましい。また、通気性のある材料を使用すると、溶湯 M 中のガスが側壁３０から抜けるので、溶湯中にボイドが発生しにくくなる。また、溶湯に対する濡れ性の低い材料であると、金属板 M から側壁３０を取り除き易くなる。また、反発力（復元性）のある材料を用いると、再生して再び側壁３０として利用でき、ランニングコストを抑えることができる。

【００７３】

側壁３０に好適な材料としては、例えば具体的にはイソウール（登録商標）ブランケット、イソウール（登録商標）ブロック、イソウール（登録商標）ボードなどが挙げられる。これらの材料は、金属との反応性が低いため、溶湯と接触しても問題ない。

【００７４】

イソウール（登録商標）ブランケットは綿状なので縮変形させるための荷重が低く設定することができる。しかしながら、形状安定性が低い。このような場合には、金属ワイヤや金属チューブなどの芯材を用いて、その周りにイソウール（登録商標）ブランケットを巻きつけて、形状安定性を高めてもよい。芯材にイソウール（登録商標）ブランケットを巻きつけてあるので、芯材が溶湯と接触することはない。よって、芯材に使用する材料は、溶湯と反応しうる材料であってもよい。

【００７５】

イソウール（登録商標）ブロックは、イソウール（登録商標）ブランケットを裁断し、積層圧縮しながら縫い合わせてブロック状にしたものであり、比較的形状安定性に優れている。また、イソウール（登録商標）ボードは、セラミック繊維を樹脂によってボードに成形されたものであり、特に形状安定性に優れている。よって、側壁３０にイソウール（登録商標）ボードを用いると、金属板 M の側面を平坦にすることができる。ただし、上側ロール４０で圧縮変形させるための荷重が高くなるので、大型の鑄造装置１０が必要となる。また、イソウール（登録商標）ボードは反発力に乏しく、元の寸法に戻すのが難しいため、再利用には適していない。

【００７６】

それらの耐熱材料は、複合的に使用することもできる。例えば、側壁３０の下側（底板２０側）をイソウール（登録商標）ブロックやイソウール（登録商標）ボードなどの形状安定性に優れた耐熱材料で形成し、側壁３０の上側（上側ロール４０）を圧縮変形性に優

れた材料で形成することもできる。このような複合的な構造を有する側壁 30 は、溶湯と接触する側壁 30 の下側は形状安定性に優れ、上側ロール 40 で圧縮される側壁 30 の上側は圧縮変形性に優れている。

【0077】

(底板 20)

底板 20 は、例えば鉄系（軟鉄鋼）、銅系などの金属から形成することができる。特に、軟鋼を用いて作製すれば安価であり、コスト的に有利である。また、図 12 (a) のように 2 種類の異なる材料を用いる場合には、第 1 金属片 201a には熱伝導率の高い銅を用い、第 2 金属片 201b には安価な軟鋼を用いてもよい。

【0078】

(上側ロール 40、下側ロール 45、2 次ロール 48)

上側ロール 40、下側ロール 45 及び 2 次ロール 48 は、例えば鉄系、銅系などの金属から形成することができる。なお、上側ロール 40 及び 2 次ロール 48 は、金属板 M に直接接触するので、鑄造する金属板 M の材料によって、その材料と反応しない金属から形成したロールを使用する。

2 次ロール 48 は、鑄造する金属板 M と直接接触しないため、任意の材料を使用し得る。なお、上側ロール 40 と下側ロール 45 は、既存の双ロールキャストを利用することもできる。

【0079】

(離型剤)

上側ロール 40 及び底板 20 に使用する離型剤としては、BN、カーボン系のものが利用できる。離型剤は、溶媒等に溶解または分散等したものを上側ロール 40 及び底板 20 の表面にスプレー等することができる。

【0080】

<変形例>

なお、本実施の形態では、底板 20 が水平配置された鑄造装置 10 を例示したが、これに限定されず、底板 20 が傾斜した鑄造装置 10、底板 20 が垂直の鑄造装置 10 も本発明に含まれる。

また、底板 20 が傾斜した鑄造装置 10 では、鑄造段階（例えば鑄造開始時、鑄造中、鑄造終了時など）に合わせて底板 20 の傾斜角度が変更可能な鑄造装置 10 であると特に好ましい。例えば、鑄造開始時は先端側が高くなるように底板 20 を傾斜させて、先端側からの溶湯漏れを抑制し、鑄造中から鑄造終了時までには、先端側が低くなるように傾斜させて、後端側からの溶湯漏れを抑制してもよい。

【0081】

<実施の形態 2>

図 15～図 16 に示す本実施の形態の鑄造装置 100 は、底板 25 と側壁 35 とから構成された型枠内に金属の溶湯 M1 を注湯し、その溶湯が完全に凝固する前（例えば半凝固状態）に、冷却能を有する押圧具 85 で、金属の表面を側壁 35 と共に金属板 M の厚み方向に圧下するものである。

【0082】

冷却能を有する底板 25 の上面には、4 つの側壁 35 が矩形に配置されており、溶湯 M1 を注ぐための型枠を構成している。側壁 35 は上側が開放されており、そこから溶湯を注ぎ入れることができる。

押圧具 85 は、上側から型枠に向かって圧力 F の荷重をかけるための部材である。この図の押圧具 85 は、金属と接触する下面 85a が平坦にされている。なお、下面 85a は滑らかな平面にされているのが好ましい。また、必要に応じて下面 85a に離型剤を塗布してもよい。

側壁 35 の外側には、側壁 35 を保持するための外枠 75 を備えていてもよい。

【0083】

鑄造装置 100 を用いて金属板 M を鑄造する場合には、まず、側壁 35 上側の開放部分

10

20

30

40

50

から、側壁 3 5 の中（型枠内）に溶湯を注湯する。次いで、押圧具 8 5 を型枠の上側から近づける。側壁 3 5 の高さは溶湯の表面位置より高いので、押圧具 8 5 はまず側壁 3 5 の上端に接触する。押圧具 8 5 に荷重をかけると、側壁 3 5 は押圧具 8 5 の形状に追従して変形する。変形した側壁 3 5 の高さが溶湯 M 1 の表面と同一になると、押圧具 8 5 の下面 8 5 a が溶湯 M 1 の表面に接触し、溶湯 M 1 の表面が凝固し始める。

このように、追従変形可能な側壁 3 5 を用いることにより、溶湯 M 1 の表面を押圧することができる。

【0084】

特に、側壁 3 5 を、断熱性を有する部材から形成すると、側壁 3 5 を外部から加熱および保温する必要がないので好ましい。それによると、溶湯 M 1 の凝固が底板 5 と押圧具 8 5 とから進行し、側壁 3 5 からは進行しないので、半凝固層が底面 5 の上面及び押圧具 8 5 の下面 8 5 b と平行に形成される（実施の形態 1、図 9 参照）。よって、押圧具により表面を十分押圧できるので、内部に巣の少ない金属板 M を形成することができる。

【0085】

押圧具 8 5 を溶湯 M 1 に接触させて、さらに押圧具 8 5 に応力 F を付加した状態（つまり、図 16（b）のような状態で）、押圧具 8 5 を振動させてもよい。これにより、溶湯 M 1 が押圧具 8 5 の下面 8 5 b に固着するのを抑制し、さらに金属板 M の金属組織が微細化して良好になる。本実施の形態では、側壁 8 5 が変形容易な材料が追従するので、押圧具 8 5 に付与した振動が金属板 M に伝わるのを制御しやすい。

【0086】

本実施の形態では、押圧具 8 5 の下面 8 5 a によって金属の溶湯 M 1 を押圧できるので、表面性状の良好な金属板 M を製造することができる。

【0087】

<変形例 1>

図 17、図 18 の鑄造装置 110 は、下面 86 a を凸状曲面にした押圧具 86 を用いている。図 17 から分かるように、押圧具 86 の凸状曲面とは、例えば円柱、楕円柱等の曲面を有する柱状体を切り取ったような曲面のことである。

押圧具 6 を溶湯に接触させる際は、まず、凸状曲面の一端（図 18（a）では右端）が下がった状態で側壁 3 5 の上端に接触させる。押圧具 86 に荷重をかけると、側壁 3 5 は押圧具 86 の形状に追従して変形する。変形した側壁 3 5 の高さが溶湯 M 1 の表面と同一になったら、押圧具 86 を回転させて、凸状曲面の右端を上げ、反対側の左端を下げる。このとき凸状曲面の最下位置が、必ず所定の高さ Mh に位置するように回転を制御する（図 18（a）～（c））。

【0088】

このような押圧具 86 の動作において、凸状曲面の最下位置は、凸状曲面の軸と平行な線状に存在している。そのような線状の最下位置が溶湯 M 1 と接触し、溶湯 M 1 は接触部分から凝固し始める。また、溶湯 M 1 に対しては押圧具 86 から応力が付加されているので、溶湯 M 1 の表面は押圧具 86 の凸状曲面によって平坦にされる。

この変形例では、溶湯 M 1 に付加される応力が、凸状曲面の最下位置にある線状部分に集中するので、比較的小さな応力を付加するだけで、表面性状の良好な金属板を製造することができる。

【0089】

<変形例 2>

図 19 は、本実施の形態の鑄造装置 100 を一方向に長く配列して、間欠的に金属板を製造できる鑄造装置 100' を示している。

一方向に沿って底板 25 を複数配列し、その底板に合わせて側壁 35 を配列して、複数の型枠を形成する。隣接する型枠の間には、それぞれの型枠を構成する側壁 35 を 1 枚ずつ（合計 2 枚）配置してもよいが、図 19 のように、1 枚の側壁 35 で隣接する型枠の側壁と機能させると、使用する側壁 35 を低減できるので経済的である。

また、型枠の上方向には、押圧具 85 が配置されている。

【0090】

この鑄造装置100'により金属板Mを鑄造する場合には、まず、各型枠に溶湯を注湯し、次に、一番端の型枠（図では左端の型枠）を、押圧具85の直下に配置する。そして、押圧具85を降下させて、一番左の型枠内の溶湯M1を押圧する（図19（a））。

十分に押圧が完了したら、押圧具85を上昇させて型枠から離す（図19（b））。この状態で、型枠を左側に型枠1つ分だけ移動させることにより、左から2番目の型枠が押圧具85の直下に配置される。

そして、押圧具85を降下させて、左から2番目の型枠内の溶湯M1を押圧する（図19（c））。これを繰り返すことにより、複数の金属板Mを半連続的に製造することができる。

10

【0091】

<変形例3>

図20は、変形例2において、側壁35により個々に分割されていた型枠を、1つの長い型枠とした鑄造装置100''を示している。

この鑄造装置100''では、実施の形態1と同様の底板25と側壁35を備えている。すなわち、一方向に沿って底板25を複数配列し、その底板の配列方向に沿って一对の側壁35を延在させて、型枠を形成する。また、この型枠に溶湯M1を注湯するための溶湯供給部50を備えてもよい。

また、型枠の上方向には、押圧具85が配置されている。

【0092】

20

この鑄造装置100''により金属板Mを鑄造する場合には、まず、型枠に溶湯を注湯し、次に、型枠の先端部（図では左端部）を、押圧具85の直下に配置する。そして、押圧具85を降下させて、先端部の溶湯M1を押圧する（図20（a））。このとき、押圧具85で押圧可能な領域を「1ブロック」と称する。

十分に押圧が完了したら、押圧具85を上昇させて型枠から離す（図20（b））。この状態で、型枠を左側に1ブロック分だけ移動させることにより、未押圧の溶湯が押圧具85の直下に配置される。そして、押圧具85を降下させて、次のブロックの溶湯M1を押圧する（図20（c））。これを繰り返すことにより、1枚の長い金属板Mを半連続的に製造することができる。

なお、この図では押圧具85を1つだけ図示しているが、これに限らず、複数の押圧具85を用いることもできる。

30

【0093】

この変形例では、枠型の移動距離を、1ブロックより僅かに短くすることにより、押圧される範囲が、先に押圧された範囲と一部重複させてもよい。これにより、隣接するブロック間に生じ得る表面の凸状部分を低減させることができる。

【0094】

なお、変形例2（図19）及び変形例3（図20）では、押圧具85を1つだけ図示しているが、これに限らず、複数の押圧具85を用いてもよい。これにより、第1の押圧具85で押圧した後、第2の押圧具85で押圧すると、第2の押圧具85で押圧している間に第1の押圧具85を冷却することができるので、押圧具85の寿命を長くすることができる。

40

【実施例1】

【0095】

実施の形態1に開示した鑄造装置10を用いて、純アルミ(JIS A1070)、Al合金(JIS AC7A)、亜鉛合金(AZC-2)、アルミ錫合金(Al-30%Sn)の金属板の鑄造を行った。各実験条件は表1に示した。また、比較例として、上側ロール40での圧下を行わずに金属板を鑄造した。

得られた金属板の板幅及び板厚を測定し、外観（金属板の表面荒れの程度）と、内部（断面を肉眼で観察したときの巣の有無）を評価した。

【0096】

50

製造装置および製造条件を以下に示す。

上側ロール40は軟鋼製で直径250mm、幅100mmの水冷ロールを用いた。

底板20は軟鋼製のものを用いた。

側壁30には、厚み20mmのイソウル（登録商標）ブランケットを用いた。側壁30の高さは溶湯の高さよりも高く（溶湯の高さの+10～20mm）なるように調節して、底板20の両端部（底板20の長手方向の両側部）に沿って延在するよう設置した。

溶湯供給部50には、側壁30間の幅（一对の側壁30間の離間距離）と同程度の幅を有する樋を用いた。樋に坩堝で溶かした溶湯を供給した。

実験中に溶湯が漏出しないように、前記樋の後ろ側の底板20上に、一方の側壁301から他方の側壁302に伸びる後堰を設けた。後堰は、側壁30と同じイソウル（登録商標）ブランケットから成り、両端が側壁30に接する長さ、側壁30と同じ高さとなされていた。

10

上側ロール40の水冷は、上側ロール40中の冷却路に水道水を循環させて行った。ロール温度は、ロール頂点を測温したが各実験中50℃以下に保たれていた。

底板20を冷却するため底板下の冷却管としては100mm幅30mm高さの軟鋼性缶を用い、供給チューブを介して水道水を缶に通水した。

【0097】

【表 1】

表 1

実施例	材料 (JIS規格)	鋳型 速度 V (m/m in)	凝固距離 L (mm)	注湯温度 T (°C)	ロール荷重 (kN/m)	板幅 W (mm)	板厚 t (mm)	外観	内部
No. 1	純アルミ (A1070)	0.5	250	750	100	60	20.5	○	○
No. 2	純アルミ (A1070)	1	250	750	20	60	12.3	○	○
No. 3	純アルミ (A1070)	1	250	750	20	60	11.4	○	○
No. 4	純アルミ (A1070)	0.5	250	760	20	60	18	○	○
No. 5	純アルミ (A1070)	1	250	750	1	60	13.7	△	△
No. 6	純アルミ (A1070)	0.2	250	720	20	60	30.2	○	○
No. 7	アルミ合金 (AC7A)	0.5	200	715	50	60	20.8	○	○
No. 8	アルミ合金 (AC7A)	1	200	715	50	60	14.8	○	○
No. 9	亜鉛合金 (AZC-2)	1	200	500	50	60	15	○	○
No. 10	アルミ錫合金	1	400	720	200	60	11	○	○
No. 11	アルミ錫合金	1	400	720	10	60	13.2	△	△
比較例 No. 1 (ロール なし)	アルミ合金 (AC7A)	1	N/A	715	N/A	60	N/A	×	△

純アルミ (A1070): 99.7mass% Al
 アルミ合金 (AC7A): Al-Mg系 (4.5mass%Mg)
 亜鉛合金 (AZC-2): Zn系 (4.1mass%Al)
 アルミ錫合金: Al-Sn系 (40mass%Sn)

金属板の外観評価において、「○」とは、金属板の表面に部分的な色むらや窪みもなく、外観が良好なことを意味し、「△」とは、表面に部分的な色むらや窪みもないが、「湯じわ」があることを意味する。湯じわとは、金属板の表面に、浅いしわ、湯流れ模様が生じていることをいう。「×」とは、上記以外に自由凝固面に特有な表面の凹凸や窪みが生じていることを意味する。

【0099】

金属板の内部評価は板をy-z面（鋳造方向であるx方向と直交する面）で切断し、断面を光学顕微鏡にて観察して行った。内部評価において「○」とは、巣が全く発生していないか、又はごく微細な巣は発生しているものの、直径が50 μ m未満である場合を意味している。「△」は、50 μ m以上100 μ m未満の巣が生じていることを意味している。10

【0100】

表1に示すように、ロール荷重が20kN/m以上の実施例No.1～4、実施例No.6～10では、様々な板厚（約10mm～約30mm）において、表面が平滑で、内部に巣のない金属板が得られた（図21（a）、図22（a））。

ロール荷重が1kN/mの実施例No.5と、ロール荷重が10kN/mの実施例No.11では、表面に湯じわが生じていた（図21（b））。湯じわは、金属板の幅方向の中央辺りに、板の長手方向に伸びて発生していた。また、実施例No.5、11では、内部に50 μ m以上100 μ m未満の巣がいくつか確認された（図22（b）参照）。

【0101】

一方、比較例では、全く荷重を与えずに鋳造したところ、表面が荒く、また部分的に2mm程度の窪みが生じていた（図23）。20

【0102】

これらのことから、ロール荷重を付与することにより、表面性状がよく、巣の少ない金属板が鋳造できることがわかった。

さらに、ロール荷重が20kN/m以上であると、表面に湯じわも生じず、内部の巣もほとんど存在しない金属板が鋳造できることがわかった。

特に、錫を40質量%含有するアルミ錫合金（実施例No.10、11）は、液相線温度と固相線温度の差が大きく、巣ができやすく鋳造が困難な材料であり、従来のベルトキャスター及び双ロールキャスターでは鋳造することが実質的にできなかった。しかしながら30

【実施例2】

【0103】

実施の形態2で開示した鋳造装置100を用いて、アルミ錫合金の金属板を鋳造した（図24（a））。また、比較例として、側壁35のない鋳造装置でアルミ錫合金の金属板を鋳造した（図24（b））。

得られた金属板の板幅及び板厚を測定し、外観と、内部を評価した。○△×の評価基準は、実施例1と同じものを用いた。なお、内部評価では、最も巣の発生しやすい金属板の中心部分（図24のMc部分）の断面を観察した。40

【0104】

鋳造装置および実験条件を以下に示す。

鋳型75は、軟鋼製の直径60mm、高さ50mm程度の円柱形で、左右分割式の鋳型を用いた。

押圧具85は、直径60mm軟鋼製の板を用い、荷重は、30トン・プレス機を用いて負荷した。

側壁35は、厚み10mmのイソウル（登録商標）ブランケットを用い、側壁35の高さは溶湯の高さ+10～20mmになるように調節して、鋳型の内側面に設置した。

それ以外の各実験条件は表2に示した。

【0105】

【表 2】

表 2

	材料	注湯温度 T(°C)	荷重 (kN/cm ²)	板寸法 φ (mm)	板厚 t (mm)	外観	内部
実施例 No. 12	アルミ 錫合金	720	10.4	40	20	○	○
比較例 No. 2 (追従して 変形する 側壁なし)	アルミ 錫合金	720	10.4	60	20	×	△

10

【0106】

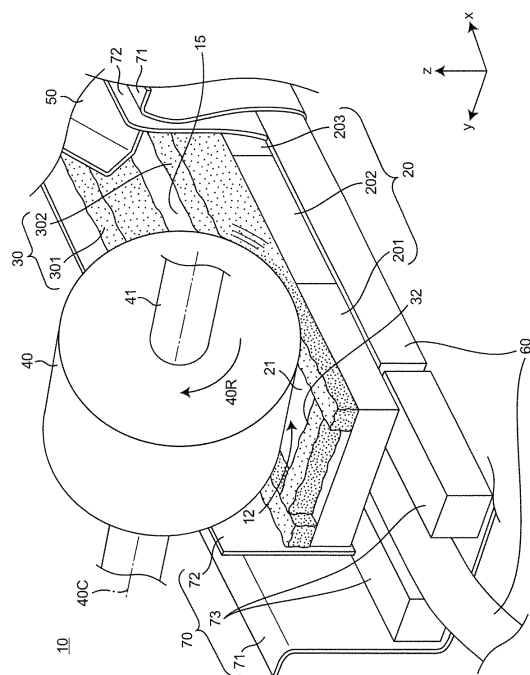
実施例No. 12では、表面が平滑で（図25（a））、内部に巣のない良好な金属板が得られた（図26（a））。一方、比較例No. 2では、表面に窪みが発生し（図25（b））、内部にも50 μm程度の巣が発生していた（図26（a））。なお、比較例No. 2の表面窪み（図25（b））は、図24のMs辺りに発生していた。

【符号の説明】

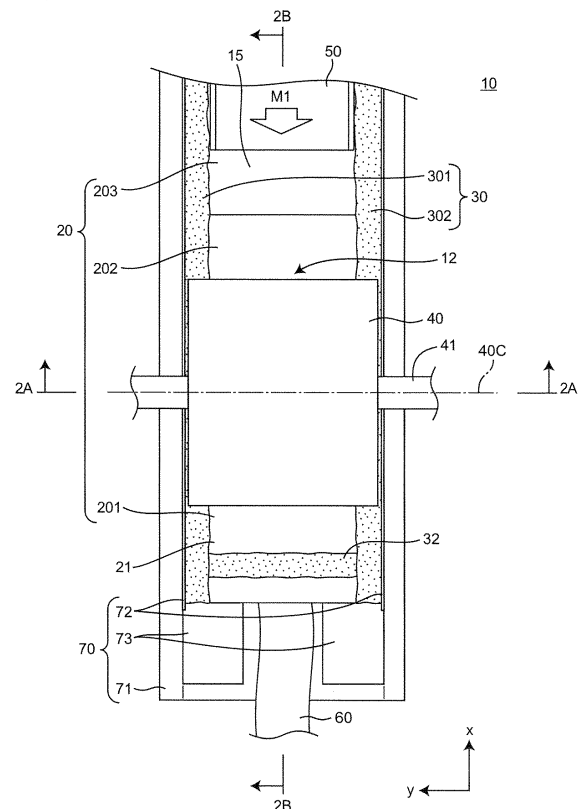
【0107】

10、100、110 鋳造装置、12 キャビティー、20、25 底板、21 底板の上面、201～205 分割底板、30（301、302） 一对の側壁、35 側壁、40 上側ロール、40C 上側ロールの回転軸、45 下側ロール、48 2次ロール、50 溶湯供給部、60 冷却管、M1 溶湯、M2 半凝固層、M3 凝固層、70 固定部材、85 押圧具、86 曲面押圧具

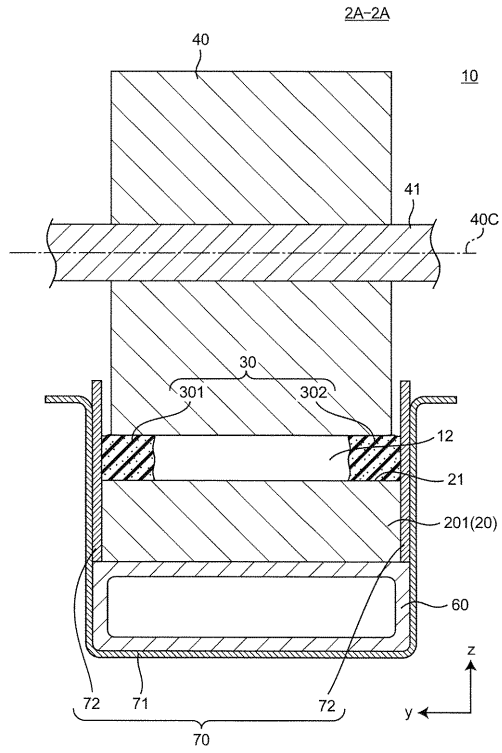
【図 1】



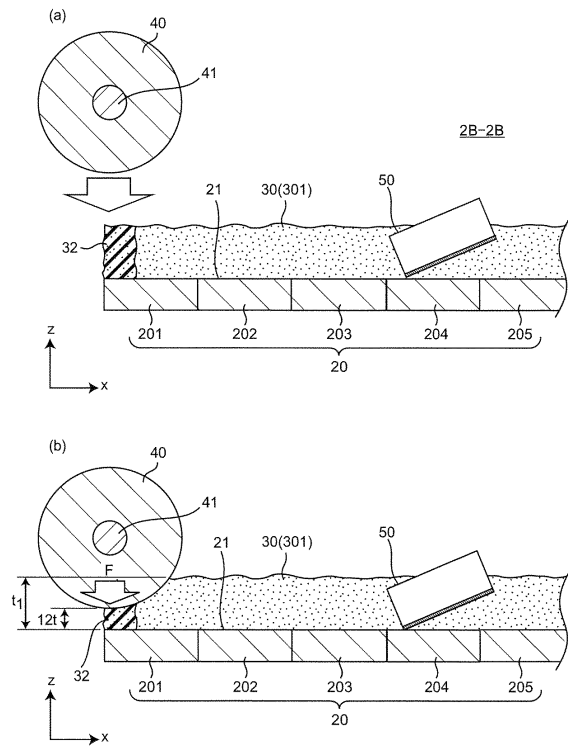
【図 2】



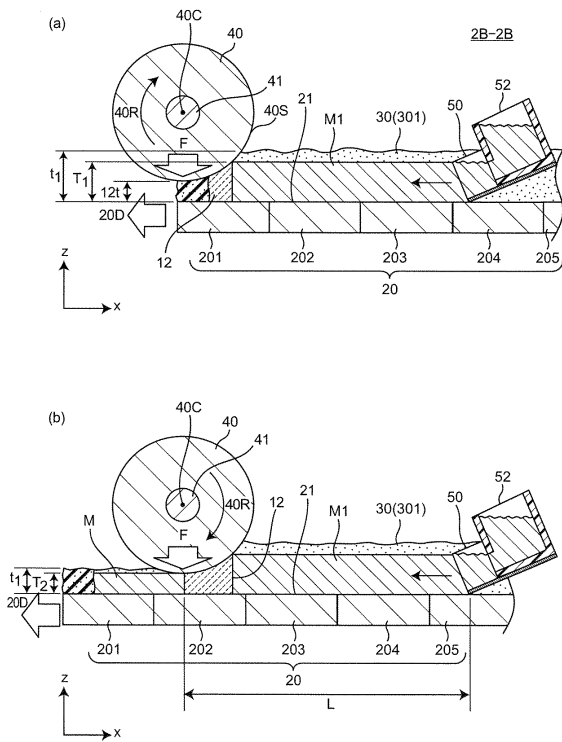
【図 3】



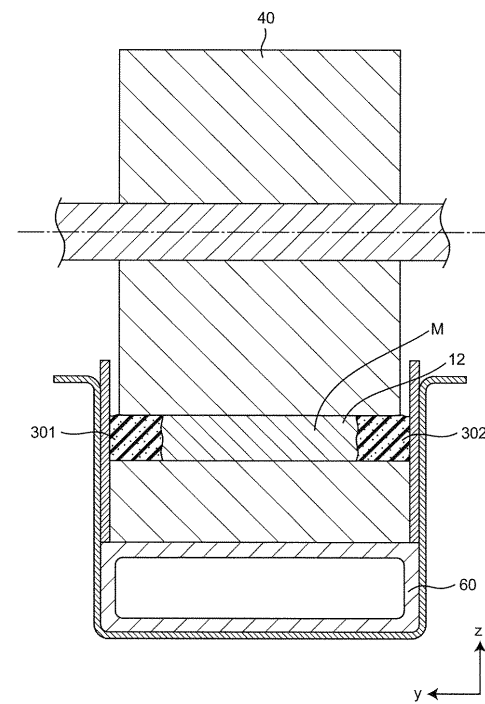
【図 4】



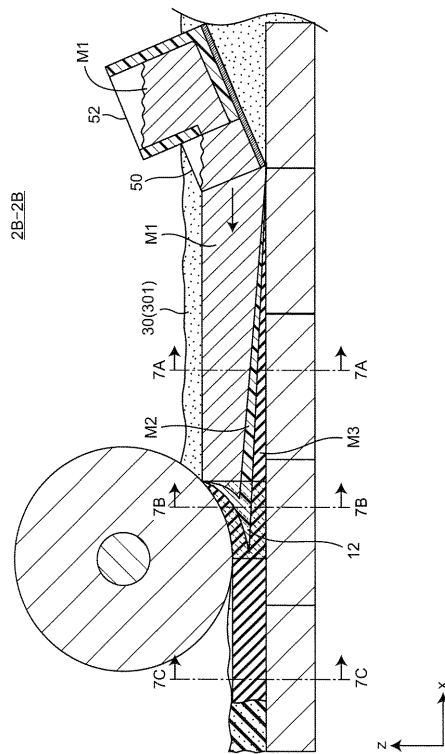
【図 5】



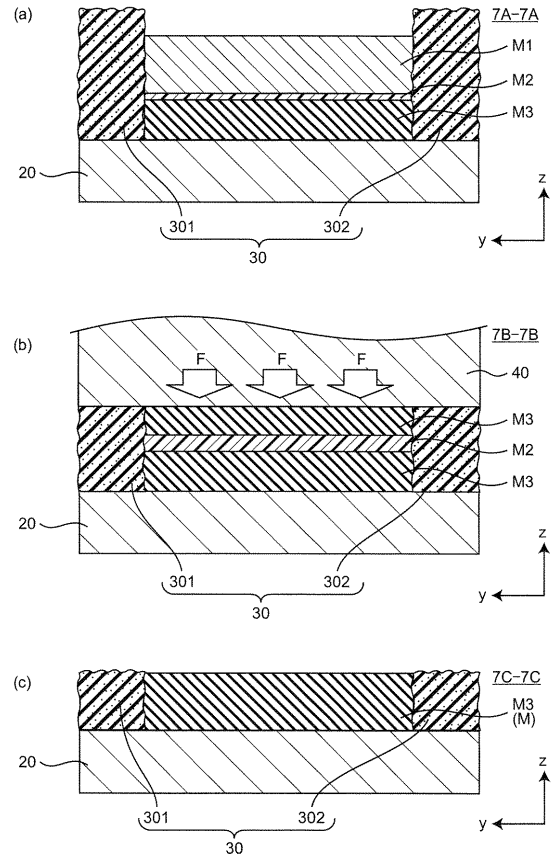
【図 6】



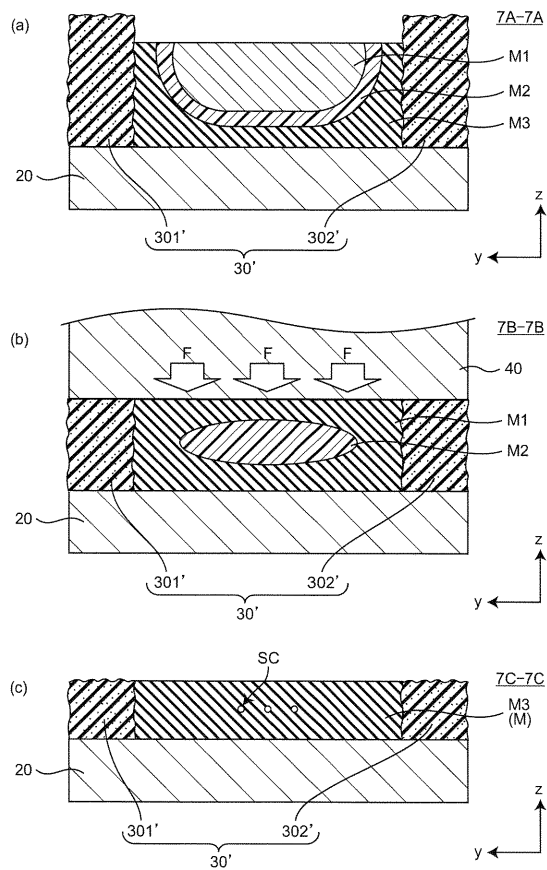
【図 7】



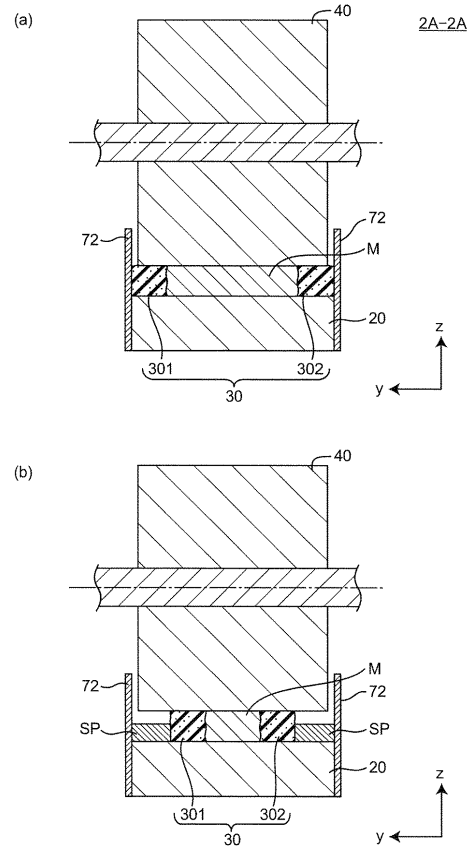
【図 8】



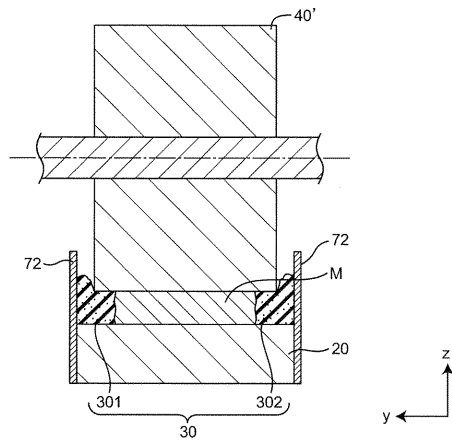
【図 9】



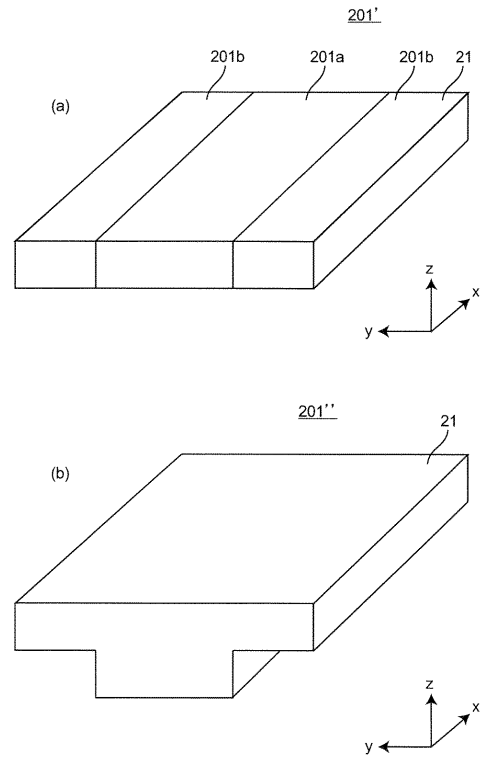
【図 10】



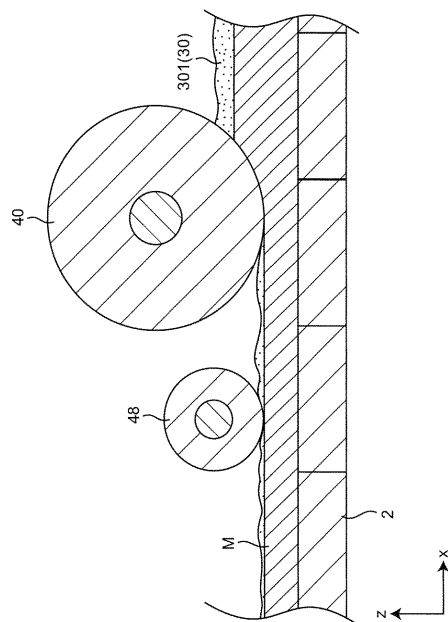
【図 1 1】



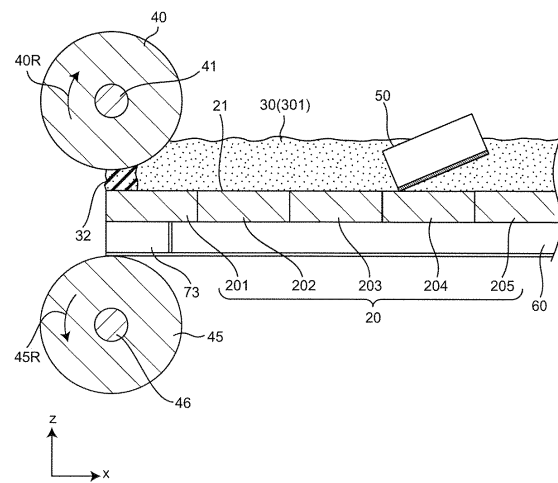
【図 1 2】



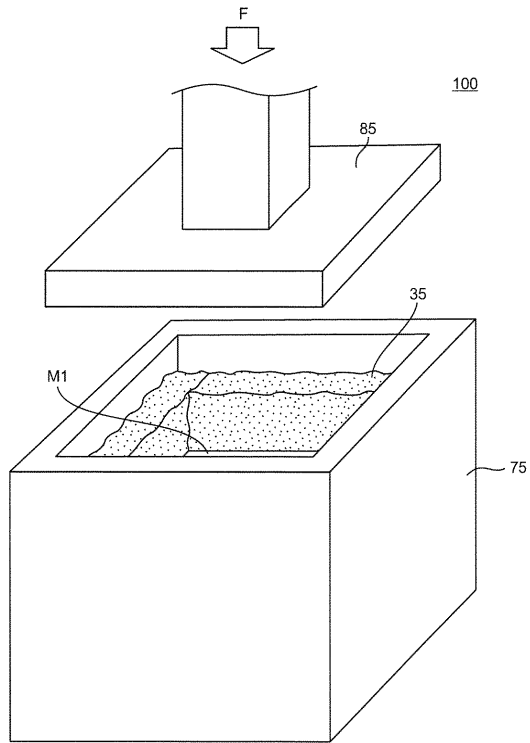
【図 1 3】



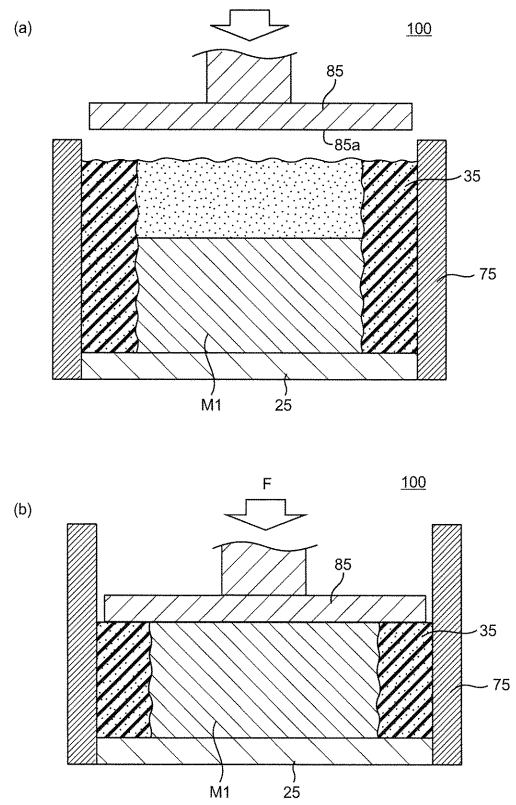
【図 1 4】



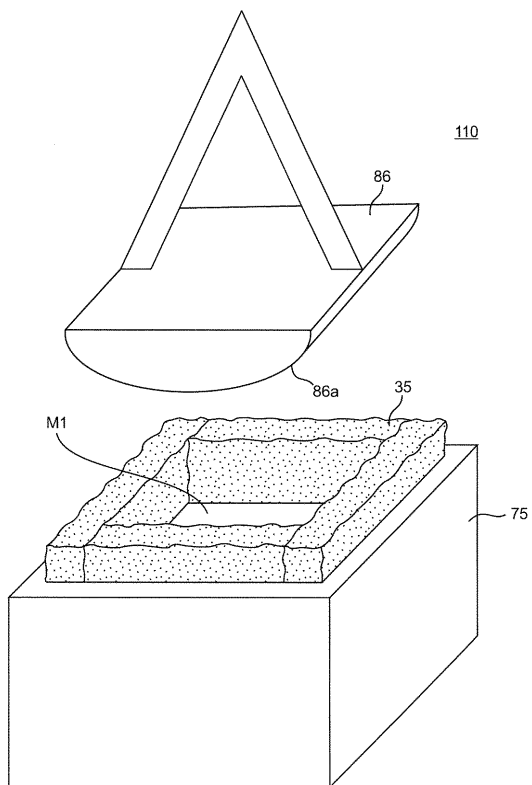
【図 15】



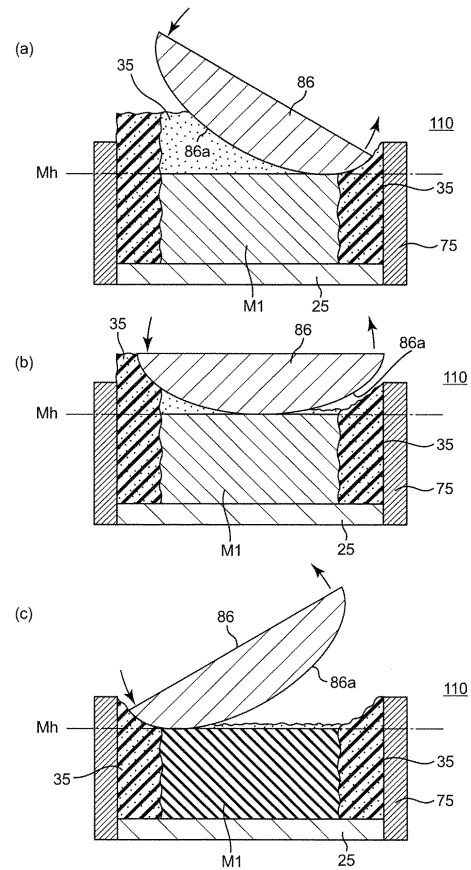
【図 16】



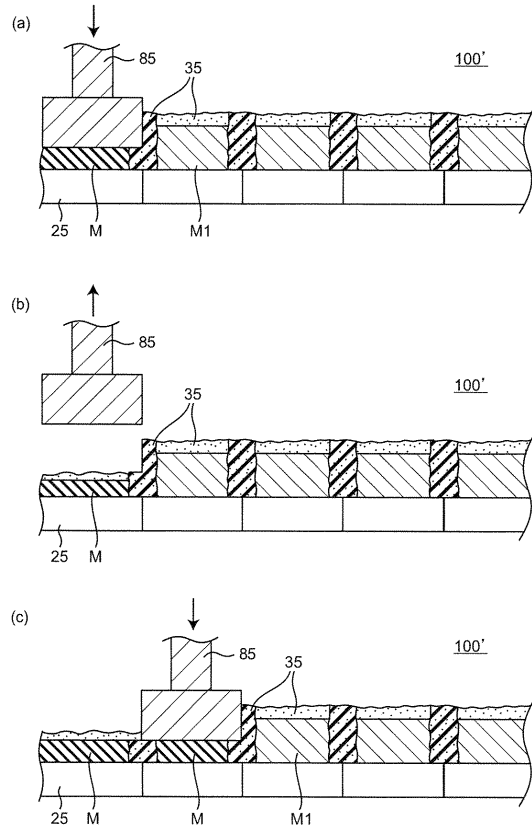
【図 17】



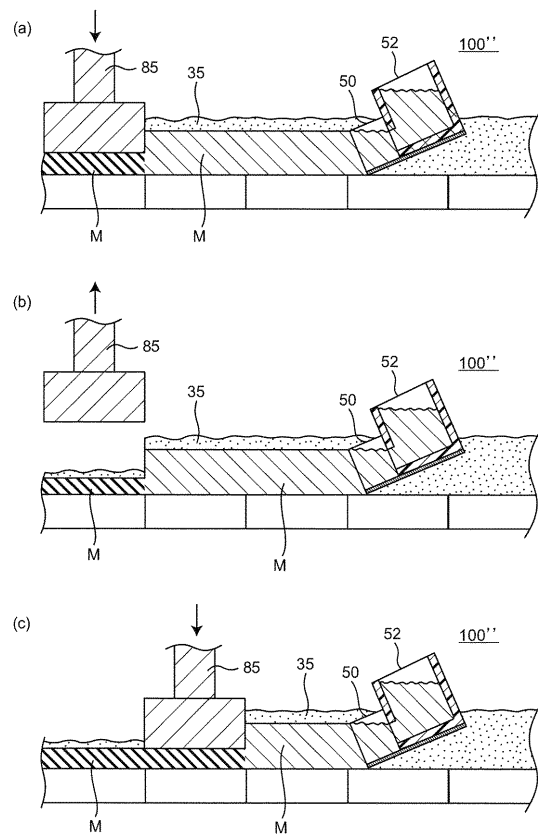
【図 18】



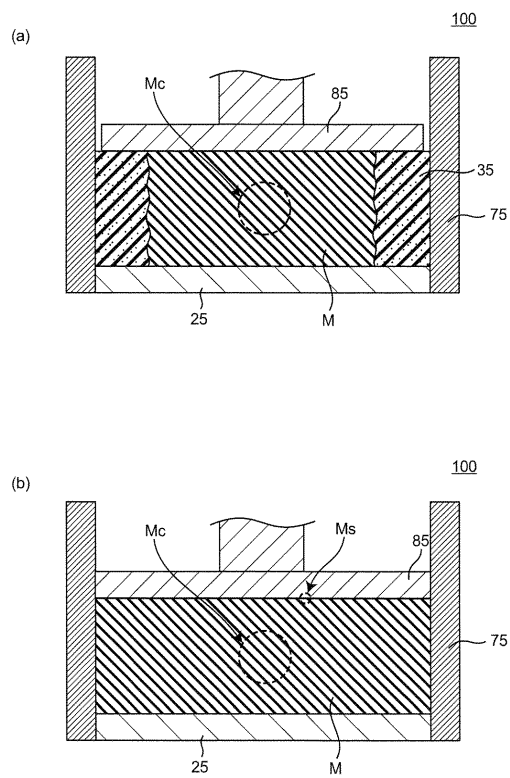
【図 19】



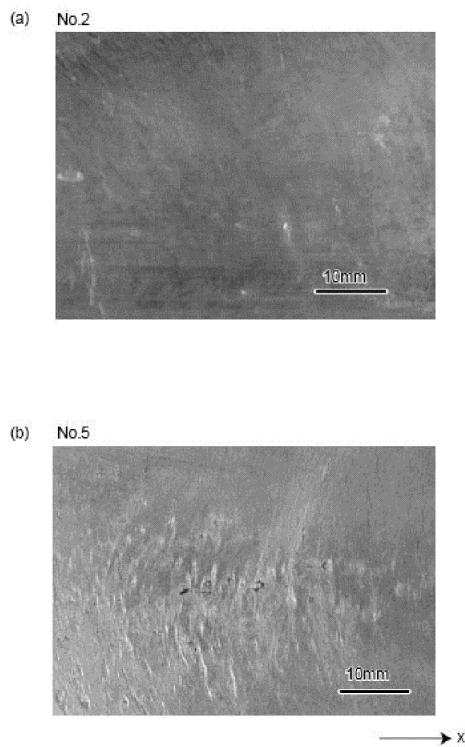
【図 20】



【図 24】

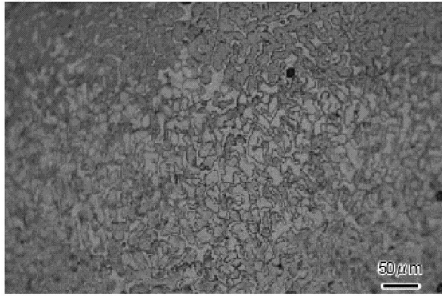


【図 21】

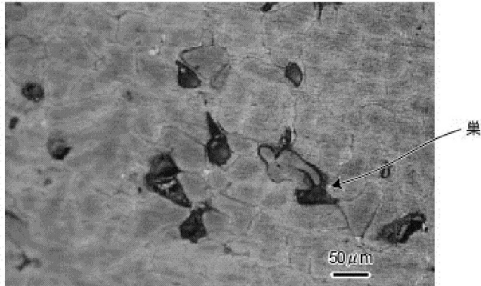


【図 2 2】

(a) No.10



(b) No.11

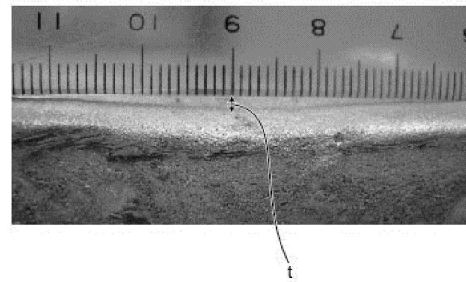


【図 2 3】

(a) 比較例No.1



(b)

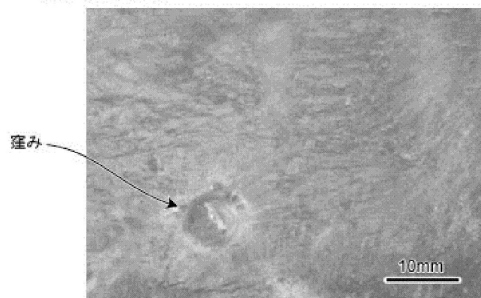


【図 2 5】

(a) No.12

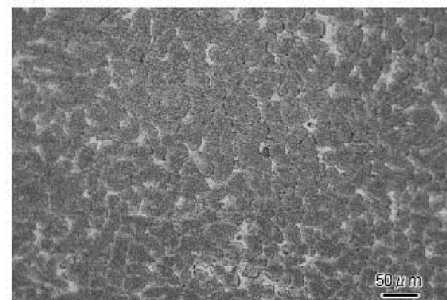


(b) 比較例No.2

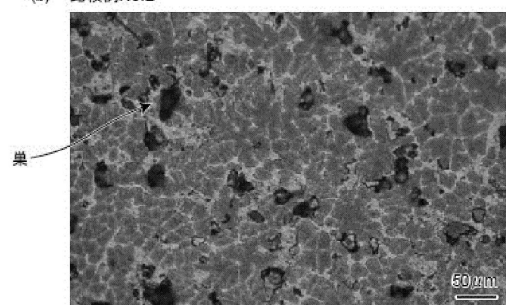


【図 2 6】

(a) No.12



(b) 比較例No.2



フロントページの続き

(56)参考文献 特公平07-063813 (JP, B2)

特開昭54-152628 (JP, A)

特開昭54-152627 (JP, A)

特開昭60-021164 (JP, A)

特開平05-277668 (JP, A)

特開平06-210410 (JP, A)

特開昭63-303659 (JP, A)

特表平11-510739 (JP, A)

特開昭57-134262 (JP, A)

特開昭63-290655 (JP, A)

特開平03-189052 (JP, A)

特開昭59-189043 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 11/00-11/22,
18/00-18/08,
27/00-27/20

B21J 1/00-13/14