

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4099062号

(P4099062)

(45) 発行日 平成20年6月11日(2008.6.11)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 D 27/02 (2006.01)

B 2 2 D 27/02

B

B 2 2 D 27/02

V

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-549411 (P2002-549411)	(73) 特許権者	503213073
(86) (22) 出願日	平成13年12月12日 (2001.12.12)		ネタンヤ・プラズマテック・リミテッド
(65) 公表番号	特表2004-520163 (P2004-520163A)		イスラエル国 4 2 5 0 4 ネタンヤ・サ
(43) 公表日	平成16年7月8日 (2004.7.8)		ウス, ポレグ・インダストリアル・エリア
(86) 国際出願番号	PCT/IL2001/001150		, ピー・オー・ボックス 8 1 1 9
(87) 国際公開番号	W02002/047850	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開日	平成14年6月20日 (2002.6.20)		弁理士 社本 一夫
審査請求日	平成16年12月1日 (2004.12.1)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	140246		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成12年12月12日 (2000.12.12)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	イスラエル (IL)		弁理士 小林 泰
早期審査対象出願		(74) 代理人	100080137
前置審査			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気放電を移動させることによる溶融金属の処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鑄造金属及び合金の品質及び鑄物収量を改良するための方法であって、
中空のアーク電極を準備し且つ型内への金属の鑄込み中又は鑄込み後に、前記アーク電極を、溶融金属の上面の若干上方へと移動させることにより前記アーク電極を位置決めするステップa)と、

前記アーク電極に電流を適用することにより、凝固しつつある溶融金属の上面にアークを適用するステップb)と、

前記アークに対して、磁場発生手段によって発生された磁場又は不活性ガスの流れを適用し、当該磁場による電磁力又は不活性ガスの流れによる駆動力により、前記アークを、前記アーク電極と溶融金属の上面との間の隙間において前記アーク電極の端部に沿って移動させて前記凝固しつつある金属内に攪拌力を惹き起こすステップc)と、を含み、

前記アークの動きは、前記アーク電極の動きに依存しないことを特徴とする方法。

【請求項 2】

鑄造金属及び合金の品質及び鑄物収量を改良するための方法であって、
細長いアーク電極を準備し且つ型内への金属の鑄込み中又は鑄込み後に、前記アーク電極を、溶融金属の上面の若干上方へと移動させることにより前記アーク電極を位置決めするステップa)と、

前記アーク電極に電流を適用することにより、凝固しつつある溶融金属の上面にアークを適用するステップb)と、

10

20

前記アークに対して磁場を適用し、当該磁場による電磁力により、前記アークを、前記アーク電極と溶融金属の上面との間の隙間において前記アーク電極の端部に沿って移動させて前記凝固しつつある金属内に攪拌力を惹き起こすステップc)と、を含み、
前記アークの動きは、前記アーク電極の動きに依存しないことを特徴とする方法。

【請求項3】

金属インゴットの鑄造のために使用する請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

鑄造パウダーの使用を含む金属インゴットの鑄造のための請求項1又は2に記載の方法であって、

鑄造されているインゴットの上面から鑄造パウダーを除去するステップと、

前記溶融金属の上面上に耐火物ガードリングを電極作用領域を包囲するように配置することによって、前記鑄造パウダーの戻りを防止するステップと、を更に含む方法。

【請求項5】

連続鑄造及び半連続鑄造のための請求項1又は2に記載の方法であって、

液体金属をタンディッシュ内へ注ぎ、同液体金属が、スラブ、ビレット又はブルームを鑄造するためにタンディッシュから型内へ連続的に鑄込まれるようにするステップを含む方法。

【請求項6】

鑄造パウダーの使用を含む連続鑄造及び半連続鑄造のための請求項1又は2に記載の方法であって、

液体金属をタンディッシュ内へ注ぎ、同液体金属が、スラブ、ビレット又はブルームを鑄造するためにタンディッシュから型内へ連続的に鑄込まれるようにするステップと、

鑄造されている溶融金属の上面から鑄造パウダーを除去するステップと、

前記上面上に耐火物ガードリングを前記電極作用領域を包囲するように配置することによって、前記鑄物粉末の戻りを防止するステップと、を含む方法。

【請求項7】

複数の押湯を有する砂型鑄物及び／又は金型鑄物のための請求項1に記載の方法であって、

少なくとも1つのアーク電極を準備し且つ押湯のうちの一つの上面の若干上方に前記少なくとも1つの電極の各々を配置するステップを含む方法。

【請求項8】

一つの大きな鑄物の上方に亘って複数のアークを適用するための請求項1に記載の方法であって、

複数のアーク電極を準備し且つ鑄物の上面の若干上方の特定の位置に同電極を配置するステップを含む方法。

【請求項9】

凝固中に溶融金属と合金との上方に亘って移動するアークを適用するための装置であって、

a) 鑄造されつつある金属鑄物の上面の上方に亘って、移動するアークを形成するための少なくとも一つの中空の電極と、

b) 鑄込み後又は鑄込み中に、前記電極を、前記溶融金属の上面の若干上方へと移動させることにより前記電極を位置決めするためのスタンドと、

c) 前記アークを含む電気回路の完備のための液体金属である第2の電極と、

d) 前記アークを制御し且つ当該アークに対して、磁場発生手段によって発生された磁場を適用するか又は不活性ガスの流れを適用し、当該磁場による電磁力又は不活性ガスの流れによる駆動力により、前記アークを前記アーク電極と溶融金属の上面との間の隙間において前記アーク電極の端部に沿って移動させて前記凝固しつつある金属内に攪拌力を惹き起こすように制御するための制御装置と、を含み、

前記アークの動きは、前記アーク電極の動きに依存しないことを特徴とする装置。

【請求項10】

凝固中に溶融金属と合金との上方に亘って移動するアークを適用するための装置であって、

a) 鑄造されつつある金属鑄物の上面の上方に亘って、移動するアークを形成するための少なくとも一つの細長い電極と、

b) 鑄込み後又は鑄込み中に、前記電極を、前記溶融金属の上面の若干上方へと移動させることにより前記電極を位置決めするためのスタンドと、

c) 前記アークを含む電気回路の完備のための液体金属である第2の電極と、

d) 前記アークを制御し且つ当該アークに対して磁場を適用し、当該磁場による電磁力により、前記アークを、前記アーク電極と溶融金属の上面との間の隙間において前記アーク電極の端部に沿って移動させて前記凝固しつつある金属内に攪拌力を惹き起こすように制御するための制御装置と、を含み、

前記アークの動きは、前記アーク電極の動きに依存しないことを特徴とする装置。

【請求項11】

請求項9に記載の装置であって、

電力を供給されると、前記鑄物の前記上面の上方に亘る前記アークの移動速度を増大させる少なくとも一つの電気コイルを前記電極に隣接して更に含んでいる、装置。

【請求項12】

請求項9に記載の装置であって、

中空の鑄造ノズル及び型をその中を貫通するように挿入できる十分な大きさとされた中空の電極が設けられている、装置。

【請求項13】

請求項9に記載の装置であって、

多数の電極が設けられており、各電極が、砂型鑄物及び／又は金型鑄物の押湯の上方に亘って、又は、独立して動くアークを形成するための大きな鑄物の上面の少なくとも一部分に亘って配置されている、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄金属及び非鉄金属の鑄造の改良に関する。より特別には、本発明は、鑄造中における金属鑄物内の介在物、収縮鑄巣、気孔及び偏析を減らし且つインゴットおよびその他の鑄物の粒子構造、機械的特性及び収量を改良するための装置及び方法を提供する。

【0002】

金属は何千年の間鑄造されて来たけれども、完全な重力鑄物を製造することの難しさは今日まで残っている。鑄造プロセス中に、液体金属が鑄造型内に注がれると、液体は、冷めて、最初に型の壁の近くで凝固し、その後、鑄物の中心においても凝縮する。冷却プロセスは、実質的な収縮を伴うので、収縮鑄巣と称されるボイドが、鑄物内、典型的にはその中心領域に形成される。鋼の製造においては、収縮鑄巣は、切り取られ且つ廃棄されるインゴットの頂部5ないし20%の不合格品を生じる。収縮鑄巣によって生じる損失を減らす一つの試みは、取鍋内の軟鋼を部分的に脱酸素して、収縮鑄巣が、後に圧延によって閉じることができるたくさんの分布せしめられた小さい鑄巣に変形されるようにすることである。この問題のより一般的な解決方法は、板か粉末によって発熱性押湯又は隔離押湯を使用することである。押湯は、溶融金属内に樹枝状結晶を給送するためにインゴットの頂部に溶融金属のリザーバを維持することを可能にする。

【0003】

同じようなタイプの廃物が通常の砂型鑄物内に起こる。型が完全に充填されることを確実にするために、いくつかの大きな押湯が使用されて、金属が型内に入るのを助ける。鑄物が鑄造工場を出て行く前に押湯は切り取られ且つ廃棄される。合金の鑄造における更なる作用は、冷却中に樹枝状結晶が形成されることであり、これらの樹枝状結晶は、凝固中に、溶融塊内の種々の点が格子構造を取り上げる際に形成される。樹枝状結晶の形成中に

10

20

30

40

50

、金属酸化物及び窒化物のような不純物が外方へ押し出されて結晶粒境界を形成し、これらは、後に、仕上げられた構成要素内に亀裂を惹き起こす部位を形成する。これらの不純物の集団は介在物と称される。注意深い型の設計及びより低い鑄込み温度は、ある程度まで介在物の形成に対抗することができる。

【0004】

液体金属中には、大気又はその他の供給源からの気体もまた存在し、これらは、鑄物の気孔の主たる原因である。水素、酸素及びその他の気体の介在物は、真空チャンバ内で液体合金を鑄造することによって大きく減じることができるが、このプロセスは、最高品質の合金の製造に対しては経済的なだけである。

【0005】

連続鑄造は、今日では、長い金属インゴット（ビレット、ブルーム及びスラブ）を製造するための主要な方法であり、この長いインゴットは、凝固が完了した後に必要な長さに切断される。最も多く使用されている装置においては、金属は、タンディッシュから水冷型内へと連続的に注がれる。鑄造されたロッドは、ローラーによって前進せしめられ且つ水噴射によって冷却される。気孔、介在物、割れ及び粗い粒度の問題は、この方法においてもまた全て現れ、これらの問題に対抗するために多くの努力が払われて来た。

【0006】

米国特許第4, 307, 280号において、E c e rは、鑄物が既に形成された後に、鑄物のボイドを充填する方法を開示している。ボイドは、検知されて測量する必要がある、その後、鑄物は、2つの電極間で押圧され、ボイドの近くでの局所的な溶融を生じさせるのに十分な電流が適用される。内部のボイドは、それによって潰され且つ表面へと移動せしめられて、充填され得る凹みを生じさせると言われている。この方法は、もちろん、硫化物及び珪酸塩のような固体含有物の排除には不適当である。連続鑄造中にインゴットにローラーの圧力を適用することは、特開昭56-050705号においてF u k u o k aらによって提案されている。圧力は、鑄造溝の底部に亀裂を生じさせるのを防止すると言われている。ローラーは、曲げられたインゴットが真っ直ぐにされる場所に配置される。この方法は介在物の低減又は金属の微細構造を改良する助けとはならないことは明らかである。

【0007】

米国特許第4, 770, 724号において、L o w r yらは、ボイド及び割れ目を排除すること及び稠密な均質性を有する製品を製造することを請求している金属のための通常の連続鑄造方法を記載している。これは、封じ込め力をも提供する電磁場によって、金属を重力に抗して上方へと流れさせることによって達成される。この方法は小さな断面積に限定されているので、大きなスラブ又はブルームに対して適用することができない。

【発明の目的】

【0008】

従って、本発明の一つの目的は、従来技術による鑄造方法の不利な点を拒み且つより良好な品質のインゴット及びその他の鑄物を製造するための改良された方法及び装置を提供することである。

【0009】

本発明の更に別の目的は、樹枝状結晶を小片に粉碎し、それによって、完成した鑄物の粒度を小さくする装置を提供することである。

本発明の更に別の目的は、均質性を改良し且つ軽い密度の介在物及び気体を鑄物の表面へと上昇させるために、凝固中に液体金属を攪拌することである。

【発明の概要】

【0010】

本発明は、金属鑄物内の収縮鑄巣、介在物、気孔及び粒度を減じるための及びその中の均質性を改良するための装置を提供することによって、上記の目的を達成する。この装置は、

a) 鑄造されている金属鑄物の上方に亘って移動するアークを形成するための少なくと

10

20

30

40

50

も一つの電極と、

b) 鑄込み中又は鑄込み後に、前記金属鑄物の上方に亘って前記アークを垂下させるためのスタンドと、

c) 前記アーク電極を含む電気回路の完備のために、鑄造のために使用されている型の金属表面に取り付けることができる第二の電極と、

d) 前記装置と電源との間に接続された電子制御装置と、を含んでいる。

【0011】

本発明の好ましい実施形態においては、複数の電極が設けられ、各々の電極が、各押湯を覆う別個に動くアークを形成するために、砂型鑄物か又は金型鑄物の押湯少なくとも一つを覆うように配置可能であるアーク鑄造装置が設けられている。

10

【0012】

本発明の好ましいプロセスにおいては、金属鑄物内の収縮鑄巣、介在物、気孔及び粒度を減じるため並びにその中の均質性及び収量を改良するための方法が提供され、この方法は、a) 液体金属を型内に注ぎ込むステップと、b) アーク電極を準備し且つ同アーク電極を溶融金属の上面の若干上方に配置するステップと、c) 液体金属を攪拌し、粗い樹枝状結晶が存在する場合にはそれを破壊し、冷却による収縮によって鑄物内に形成されたボイドを充填するために、電極に電流を付与して同電極と液体金属の上面との間にアークを形成して、金属の中心溶融池を維持するステップと、d) 電流を付与することによって、前記上面の上方に亘ってアークを連続的に移動させるステップと、を含んでいる。

20

【0013】

本発明の方法及び装置の更に別の実施形態を以下に説明する。

P r a i t o n i らに付与された米国特許第4, 756, 749号には、いくつかの鑄造注ぎ口を有するタンディッシュから鋼を連続鑄造するための方法が記載され且つ請求されている。鋼は、タンディッシュ内にある間に、請求項5において請求されている移動せしめられるアークプラズマトーチである更なる加熱を受ける。米国特許第5, 963, 579号において、H e n r y o n は、同様の方法を記載している。金属がタンディッシュから型へ注がれる間に気体の吸収が再度起こることがあり、気孔及び偏析に対する解決方法は提供されない。

【0014】

これと対照的に、本発明は、凝固中に、移動アークを鑄物の上面に直に適用するための方法及び装置を記載している。ここで説明されたこのような構造の利点は、鑄造中に型の中の金属自体の攪拌がもたらされることである。凝固の直前にこのような攪拌を行うことによって、図9に見られるように、粗い樹枝状結晶がより小さな固体に粉碎され、このようにして粒子構造が改良される。攪拌はまた、気泡を液体の頂部へ上昇させ且つ逃がす。収縮鑄巣は完全に排除され、不純物の集合物は粉碎され且つ分散される。

30

【0015】

このように、本発明の新規な装置は、鑄物の品質及び均質性を著しく改良し且つ比較写真及び図面に示されている更なるデータから明らかであるように、鑄物内部に、ばらつきのより少ない硬度を達成する役目を果たす。

【0016】

記載されるべき方法及び装置が実際に試験されたこともまた強調する。例えば、本発明の請求項8及び17によるシリンダヘッドの砂型鑄造のための12-ヘッドの装置を、本発明の目的に合うように構築し作動させた。押湯による体積減少及び増大鑄造生産性の例もまた図15に見られるであろう。

40

【0017】

本発明の例示的な好ましい実施形態を示している添付図面を参照して本発明を更に説明する。構造的詳細は、本発明の基本的な理解のために必要である限度においてのみ示されている。図面と共に説明された例によって、本発明がどのようにして実現することができるかが当業者に明らかとなるであろう。

【0018】

50

(発明の詳細な説明)

最初に図1を参照すると、この図は、型28内の液体金属12上にアーク16を付与して、鋳物内に電流の流れ5の分布を形成するアーク電極14の詳細図である。これは、鋳物を作る基本的な原理である。

【0019】

図2には、図1に関して説明される方法を使用して金属鋳物12を製造するための装置10が示されている。装置10は、図10～14に関して説明するように、少量のボイドを有するか又はボイドを含んでいない金属鋳物を製造し、介在物、気孔及び粒度を減らし、均質性を改良する。

【0020】

装置10は、アーク電極14を支持しており、アーク電極14は、電力を供給されると、鋳造されている液体金属12の上面18の上方に亘って移動するアーク16を形成する。スタンド20及びアーム22は、鋳込み後又は鋳込み中に、上面18の上方に電極14を垂下させる。アーム22は、電極14が金属表面18の上方に配置できるように高さを調整することができる。

【0021】

図3により有効に見ることができるアーク16を含んでいる電気回路30の完備のために、鋳造のために使用されている型28の金属表面26に第2の電極24が取り付けられている。

【0022】

電流及びアークの動きを制御するために使用される電子制御装置32が、装置10と電源34との間に接続されている。

電源34は、DC電流(AC電流、高周波スタビライザ等も同様に適する)を発生し、電極14のプラス端子に接続されるのが好ましく、マイナス端子は、型28の金属部品26に接続されるのが好ましい。

【0023】

残りの図面を参照すると、同様の参照番号は同じ部品を特定するために使用されている。

図3. aを参照すると、アーク鋳造装置42の詳細が示されており、この装置は、任意選択物として電極14に隣接した電気コイル44を含んでいても良い。コイル44に電力が供給されると、電気コイル44は、鋳物12の表面18の上方での回転運動におけるアーク16の径方向の動きを増大させ且つアークの速度を増大させる。

【0024】

図4は、図2に見られるように、型28内で清浄な金属鋳物を製造するための鋳造装置46の詳細を示している。電極50は中空であり且つガス供給パイプ52を収容するのに十分な大きさである。管54及び図2に見られる制御装置32は、アルゴンのような不活性ガスの流れを、電極50の中空部を介して、鋳造されているインゴット48の上面36の上方へと導く。ガス噴射56は、金属表面の酸化及び窒素の付着を防止する役目を果たし、鋳造粉末58のような非金属不純物を上面から除去する役目を果たす。

【0025】

インゴット48の上面36上に配置されているセラミック材料によって作られるのが好ましい耐火物ガードリング60が設けられるのが有利である。ガードリング60は、上面36からの鋳造粉末のような非金属不純物の排除を維持する。

【0026】

図5を参照すると、連続鋳造装置62の詳細が図示されている。中空の電極64は、上方に設けられたタンディッシュ70から金属68を受け取る鋳造ノズル66がその中へ挿入されるのを可能にするのに十分な大きさである。一つの任意選択肢として、型72の少なくとも一部分は、金属製であり且つ図1におけるように鋳物76の中心に向かってアークを磁氣的に付勢する電気回路74の一つの要素として作用する。

【0027】

図は2つの電気回路30、74を示している。内側の高出力回路30は、アーク16を形成するための電力を提供する。外側の低出力回路74は、タンディッシュ70を型72に結合させ且つアークの制御を安定化させ且つアークを型72の中心に向けて導くためのものである。

【0028】

図6は、多数の電極14が備えられた移動アーク鑄造装置78を示している。各電極14は、大きな砂型鑄物又は金型鑄物80の押湯のうちの一つ、例えば、シリンダヘッドの上方に配置される。各電極14は、別個のモーター82と電気回路30とを有しており且つ電力を供給することができ、この電極が配置される押湯の上方にそれ自体の移動アークを形成する。押湯の中の流れがアークによって大きく助長されるので、従来の鑄物と比較して、小さいサイズのより少ない押湯を使用しても良い。この主題は、押湯を見ることができる図15に更に図示されている。

10

【0029】

図1乃至図4は、アーク16の使用によって、金属鑄物内のボイド、介在物、気孔及び粒度を低減し内部の均質性を改良する方法を図示しているものとして参照される。

この方法は、以下のステップを含んでいる。

ステップA 鉄系か非鉄系の液体金属を、導電性部品26を有する型28内へと注ぐステップ

ステップB アーク電極14を準備し且つ溶融金属の上面の若干上方、典型的には2～20mmの位置に配置するステップ

20

ステップC 電極14と液体金属の上面18との間にアークを形成するために電極14に電流を付与するステップ

この好ましい方法においては、電流はDCである。アークは、電極14の下面85を連続的に移動して、液体金属を攪拌し、樹枝状結晶(図9)が存在する場合にはこれを破壊し、冷却収縮によって鑄物内に形成されるボイドを充填するために金属の中心に溶融池を維持する。アークの適用によって生じる電流は、図1において矢印5によって表されている。気泡及び低密度の介在物を鑄物の表面へと到達させるこの攪拌によって、強い渦が形成される。

【0030】

図7は、アーク16を連続的に回転させるための電極装置84を示しており、同電極装置は、グラファイト製の中空電極88の内側に、その外形の接線方向に配置された2つのアルゴンガス管86を含んでいる。垂直方向のアルゴンの噴流90は、上記したように、酸化及び窒素の除去に加えて、アーク16を連続的に回転させる。

30

【0031】

図8は、例えば、細長い型97上に、細長い開口したアーク経路が必要とされるときに、アークを単一の方法に連続的に移動させるためのナイフ形状の電極92を図示している。この装置は、一組の馬蹄形の強磁性のコア94、ナイフ形状の電極96及び一組のコイル98を含んでいる。電流を電極96に適用することによってアーク16を点火し、アークは、次いで、コイル98と強磁性コア94とによって形成された磁場によって、点火箇所93から電極の他端103まで移動するように駆動される。アーク16を点火するためには、電極の端縁93と溶融金属95の表面との間に小さい隙間を形成する必要がある。アークによる点火は、電極96、金属95及び磁石を電源34に接続する電気回路101に接続された発振器99の助けによって形成される。アークは、端部93において生じ、電極作用面に沿って点103に向かって高速で移動する。点103においてアークは止まり、それと同時に発振器は点93において別のアークを点火する。

40

【0032】

図1、図4及び図5をも参照すると、鑄造粉末58の使用を含む金属インゴット28及び72の鑄造方法(連続鑄造と同様に)が記載されている。鑄造粉末は、酸化物及び炭素を含んでおり且つ鑄込みが起こりつつある間に型28内へ導入される。粉末は、金属を酸化から守り且つ型の壁とインゴット48との間の潤滑剤として作用する。

50

【0033】

ステップA. 液体金属48又は76を型28又は72内へ注ぐこと

ステップB. その上方にアルゴンのような不活性ガスを送風することによって、鑄造されているインゴット48内の液体金属の上面36から鑄造粉末を除去すること
不活性ガスの流れは、液体金属が依然として部分的に液体である間に鑄物の酸化及び窒素の付着から保護するために、鑄物が仕上げられるまで維持されるのが好ましい。

ステップC. 鑄物の上面36上に耐火物ガードリング60を配置することによって、鑄造粉末が戻るのを防止すること

ステップD. アーク電極50を準備し且つ同電極を熔融金属の上面36の若干上方に配置すること

ステップE. 液体金属48を攪拌するために、電極50に電流を付与して電極50と上面36との間にアーク16を形成し、粗い樹枝状結晶が存在する場合にはそれを破壊し、ガスを含んでいる軽い密度の不純物を上面へ到達させ、冷却収縮によって鑄物内に形成されたボイドを充填するために金属の中心溶融池を維持すること

ステップF. アーク16を上面の上方に亘って連続的に移動させること
このような動きは、正しく形成された電極50によって自動的に発生する。

【0034】

再度図6を参照すると、以下の鑄造方法は、大きな砂型鑄物80を形成するために使用され、金属は複数の押湯を介して供給される。

ステップA. 液体金属を型80内へ鑄込むこと

ステップB. 複数の隔置されたアーク電極14を準備し且つ各電極14を各押湯の上面の若干上方に配置すること

ステップC. 電流を電極14に適用して、電極と液体金属の上面との間に移動プラズマを形成すること

【0035】

図9を参照すると、樹枝状結晶104（図示のために大きく拡大して示されている）を形成する方法における2つの鑄物100、102の凝固過程が図示されている。図は、型110の壁106及び底部108に隣接した部分の凝固状態及び熔融金属112がその中心領域に残っている状態を示している。左側に示されている型110aは、型の壁106において始まり、樹枝状結晶104内で終わっている幅の広い柱状の成長領域114aを有している従来の鑄物を含んでいる。右側に示された型110bは、本発明の方法によって製造された鑄物102を保持している。型の壁106から始まり、破壊された樹枝状結晶内の端部で終わっている狭い柱状の成長領域が示されており、枝分かれ区分118は、小さな新しい結晶を形成している。樹枝状結晶の枝分かれ部分は、移動するアークプラズマの攪拌作用によって破壊され、小さな新しい結晶化の中心を形成する役目を果たす。

【0036】

図10は、2つの10トンの工具鋼インゴットの微細構造を示している。サンプルは、各インゴットの頂部、中間及び底部の近くから取ったインゴットの中心部分から切り取った。図は50倍に拡大したエッチングである。左側には、従来の鑄造インゴットから切り取られたエッチングの写真120、122、124が示されており、これは、粗い粒状構造及び低い均質性を示している。右側には、本発明の方法によって製造された鑄造インゴットから切り取られたエッチングの写真126、128、130が示されており、これは、より細かい粒状構造及び大きく改良された均質性を示している。

【0037】

図11は、2つの10kg AlSi10Mg インゴットの微細構造を示している。サンプルは、インゴットの頂部近くの位置から切り取った。図は、125倍でのエッチングを示している。左側は、従来の鑄造インゴットから切り取られたエッチングの写真132、134、136であり、粗い粒状構造及び低い均質性が示されている。右側には、本発明の方法によって製造された鑄造インゴットから切り取ったエッチングの写真138、140、142が示されており、これは、より細かい粒状構造及び大きく改良された均質性を

10

20

30

40

50

示している。

【0038】

図12のグラフは、2つの工具鋼棒のオーステナイト結晶粒度を、長さ144、146、148に関して且つ半径に関する3つの位置で測定して、各棒に対して9つの測定値を付与している。オーステナイト又はガンマ鉄は、鉄中の炭素の固溶体であり、その粒度は、熱処理されるべきであるあらゆる鋼において重要である。四角の点を結んだグラフの線は、従来の鑄造インゴットによって作られた鋼棒を示している。丸い点を結んだ線は、本発明の方法によって処理されたインゴットを示している。粒度が全ての位置において低減されているという結果が示されており、改良は、インゴットの底部の中心での無視できる程度から頂部の中心での7倍の改良までに亘っている。

10

【0039】

図13には、図14に見られる2つの1.6トンの鋼インゴット154、156の硬度に関する比較グラフが示されている。硬度は、インゴットの底部から6つの高さにおいて各インゴットに対して外側面150と軸線領域152とにおいて測定した。図11におけるように、四角の点を結んだグラフの線は、従来の鑄物によって作られたインゴットを示しており、一方、丸い点を結んだ線は、本発明の方法によって処理されたインゴットを示している。従来の鑄物インゴットは、本発明の方法によって製造されたインゴットよりも遙かに高い変動を示している。

【0040】

図14を参照すると、中心を通過して軸線方向に切断され且つ研磨された後に、既に図13において言及した2つの1.6鋼インゴット154、156の写真が示されている。従来の鑄造方法によるインゴット154は、収縮鑄巣による実質的なボイド158を示している。本発明の方法によるインゴット鑄物156には一つのボイドも明らかではない。

20

【0041】

図15. aは、2つの鋼の砂型鑄物160、162を示しており、各々の外径寸法は約800×650mmであり、壁の厚みは50ないし75mmである。これらの鑄物160、162は、各々310kgの重量であり、各々、単一の押湯164、166によって鑄造した。左側の鑄物160は、従来の手段によって製造したものであり、廃棄された押湯164は140kgの重量であった。右側の鑄物162は、本発明の方法を使用して製造し、この方法は、押湯166の使用を可能にし、廃棄された押湯はほんの26kgの重量であった。

30

【0042】

図15. bは、2つのアルミニウムシリンダヘッドの砂型鑄物168、170を示している。これらの鑄物は、各々10個の押湯172、174を有している。鑄物168は、従来の手段及び原寸の押湯によって鑄造され、一方、鑄物170は、本発明の方法を適用して鑄造された。この方法は、図6に見られるように、各押湯を使用する装置に作用する。押湯の体積は73%だけ減った。

【0043】

本発明の範囲は、特許請求の範囲の意義に含まれる全ての実施形態を含むことを意図している。上記の実施形態は、本発明の有用な形態を図示しているが、本発明の範囲を限定するものと考えられるべきではなく、当業者は、特許請求の範囲の意義から逸脱することなく、本発明の付加的な変更例及び変形例を形成することができることが容易にわかるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】図1は、型内の液体金属の上方に亘ってアークを付与するアーク電極の詳細図及び鑄物内の電流の流れの分布を示している図である。

【図2】図2は、本発明による装置の好ましい実施形態の斜視図である。

【図3】図3は、液体金属の上方の電極の位置の詳細な断面図である。

【図3. a】図3. aは、アークの径方向の速度を増すために電磁コイルが設けられた実

50

施形態の断面図である。

【図４】図４は、アーク作用領域に鑄造粉末が到達するのを防止するための構造を備えた実施形態の断面の詳細図である。

【図５】図５は、電極の中心を介して金属が注がれる実施形態の断面図である。

【図６】図６は、多数の電極が設けられた構造の概略平面図である。

【図７】図７は、アルゴンガスによる回転アーク電極の断面図である。

【図８】図８は、ナイフ形状の移動アーク電極の斜視図である。

【図９】図９は、一般的な鑄物及び本発明による鑄物内の樹枝状結晶の比較図であり、粒度及び樹枝状結晶の大きさが大きく誇張されている。

【図１０】図１０は、１０トンの工具鋼インゴット粒子構造の比較写真である。

【図１１】図１１は、１０トンの工具鋼インゴット粒子構造の比較写真である。

【図１２】図１２は、オーステナイト結晶粒度を図示し且つ比較しているグラフである。

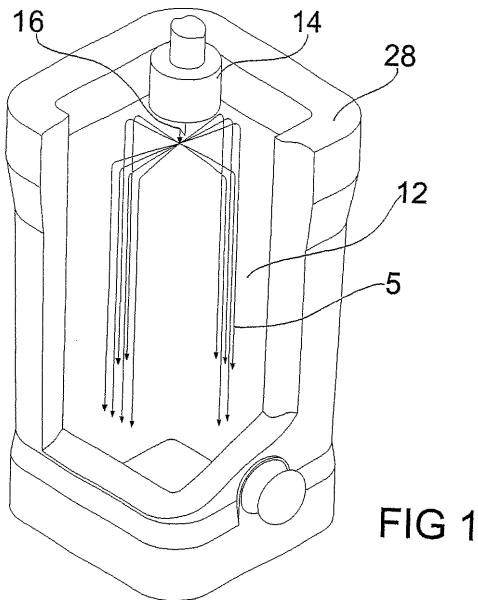
【図１３】図１３は、種々のインゴット内位置の硬度を図示し且つ比較しているグラフである。

【図１４】図１４は、従来の鑄物と本発明による鑄物とのインゴット内のボイドの比較図である。

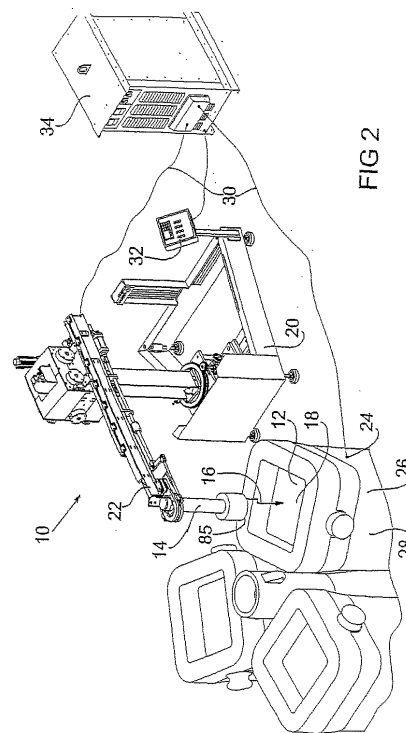
【図１５． a】図１５． aは、従来の砂型鑄物と本発明による同じ砂型鑄物内の押湯の大きさの比較図である。

【図１５． b】図１５． bは、従来の砂型鑄物と本発明による砂型鑄物との押湯の大きさの比較図である。

【図１】



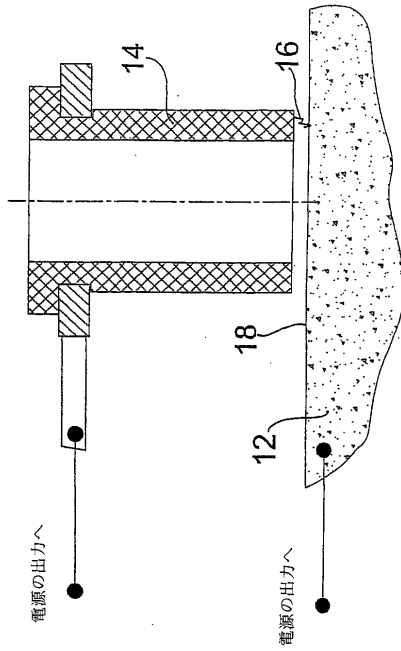
【図２】



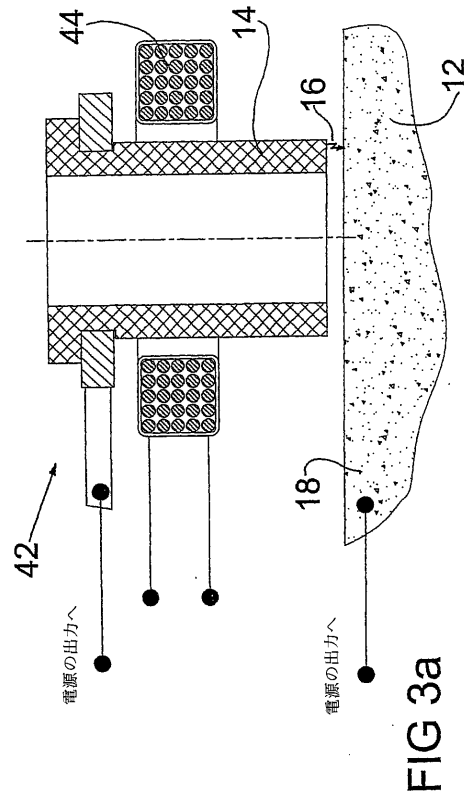
10

20

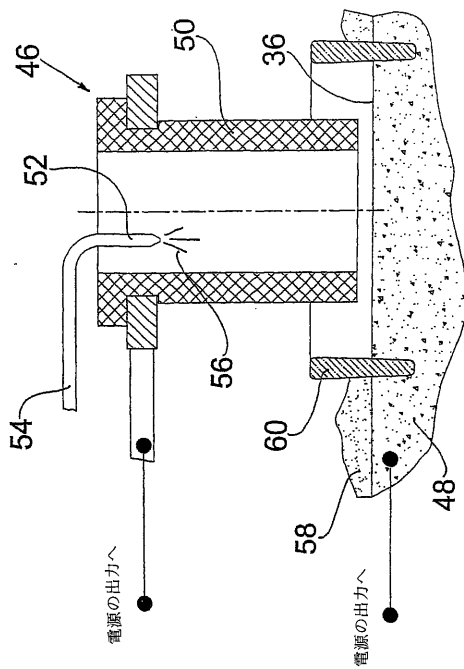
【図 3】



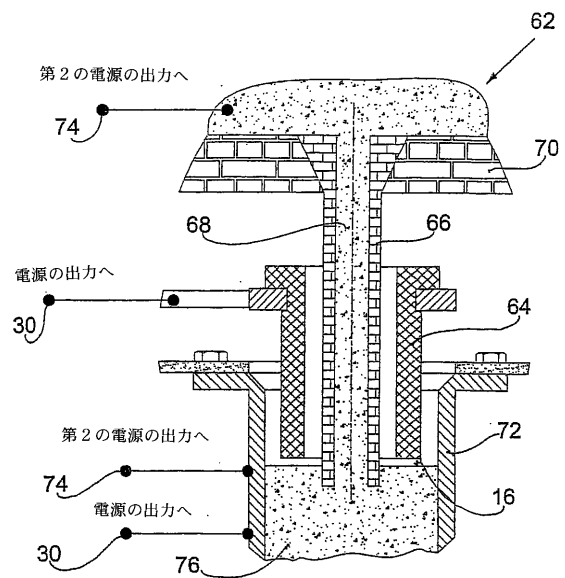
【図 3. a】



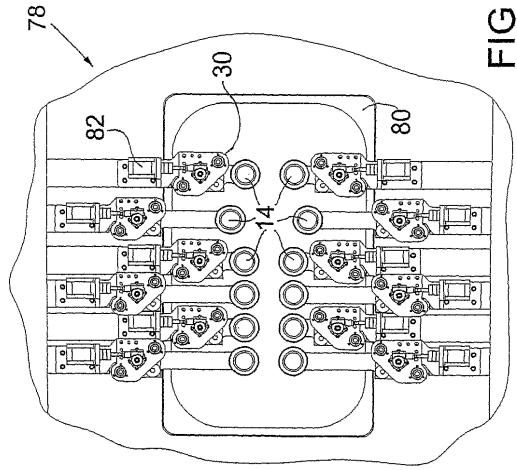
【図 4】



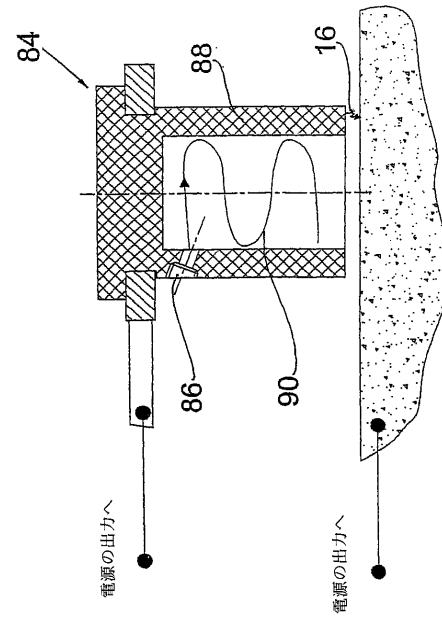
【図 5】



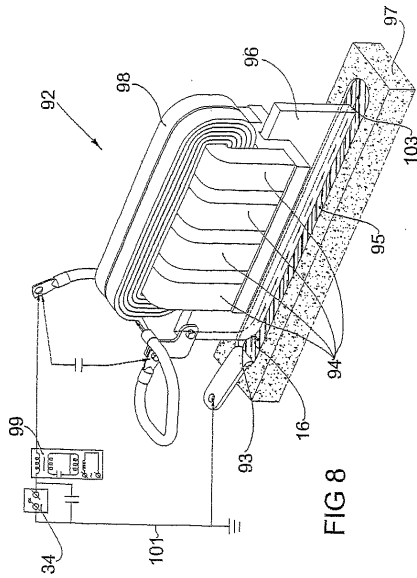
【図 6】



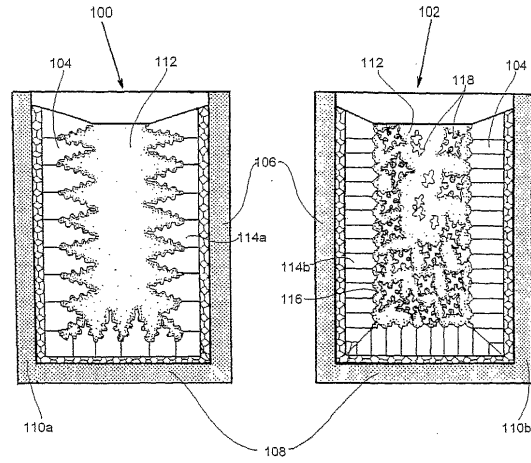
【図 7】



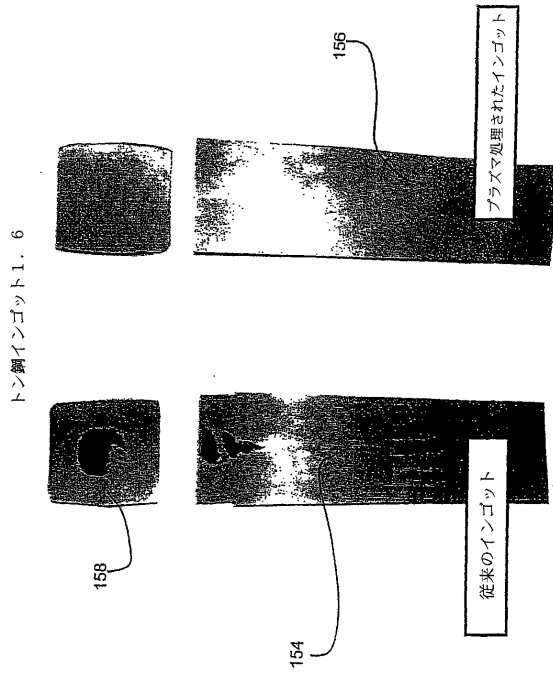
【図 8】



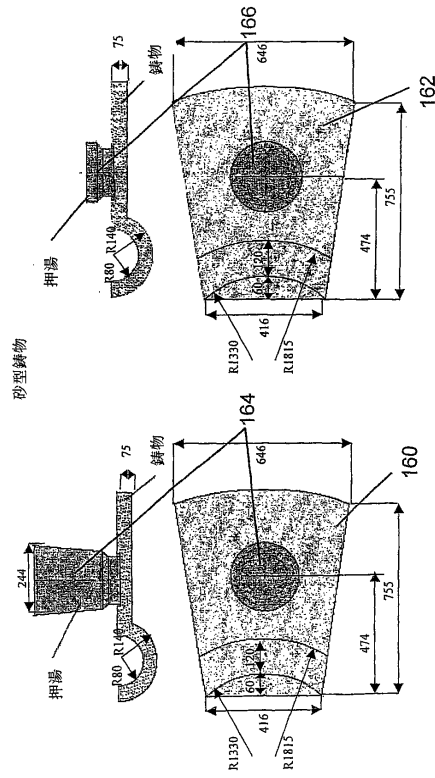
【図 9】



【図 14】



【図 15. a】



従来の鋳物
鋳物の質量 310 kg
押湯の質量 140 kg

プラスマ処理された鋳物
鋳物の質量 310 kg
押湯の質量 26 kg (82%だけ減少)

FIG 15a

【図 15. b】

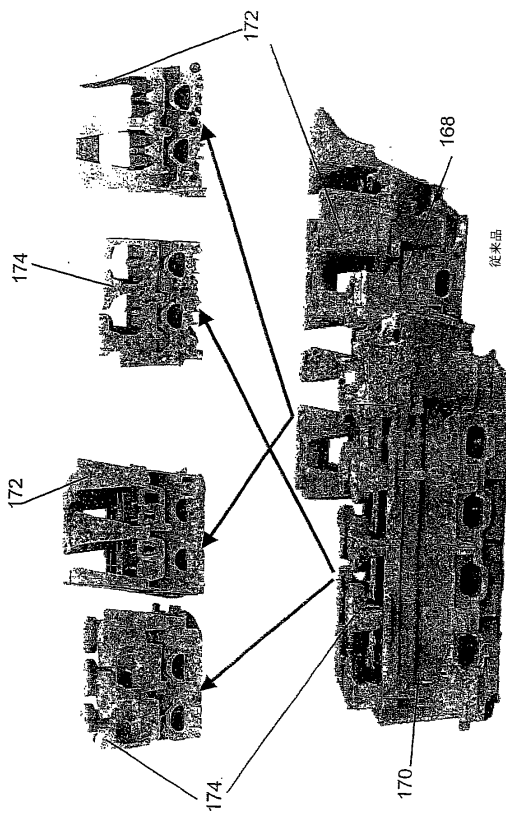


FIG 15b

PTCは押湯の質量を16.8 kgから4.5 kgへと73%減少させる

フロントページの続き

(74)代理人 100076691

弁理士 増井 忠武

(72)発明者 ドゥボスキン, ペイベル

イスラエル国 4 2 3 4 2 ネタンヤ, メンデリーーモヘール・スファリム・ストリート 4 / 1 0

(72)発明者 ズロチェブスキー, ヴァレリー

イスラエル国 4 2 4 8 0 ネタンヤ, イェフダ・ハレビー・ストリート 3 / 1 0

(72)発明者 ロッドジャック, エミル

イスラエル国 4 2 4 6 3 ネタンヤ, ハブリガダ・ハイエフディット・ストリート 2 9 / 1 2

(72)発明者 ナダム, ドロー

イスラエル国 4 0 6 9 7 エインーサリッド, ピー・オー・ボックス 2 3 4

審査官 日比野 隆治

(56)参考文献 特開昭6 2 - 1 2 7 1 6 2 (J P, A)

特許第3 4 2 6 2 4 7 (J P, B 2)

特公昭5 0 - 8 4 0 1 (J P, B 1)

特許第2 8 6 1 0 5 2 (J P, B 1)

特開平3 - 9 5 9 0 0 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

B22D 27/00-27/20