

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4393698号
(P4393698)

(45) 発行日 平成22年1月6日(2010.1.6)

(24) 登録日 平成21年10月23日(2009.10.23)

(51) Int.Cl.

F 1

B22D 11/04 (2006.01)
B22D 11/059 (2006.01)B22D 11/04 311B
B22D 11/059 11OH

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-513688 (P2000-513688)
(86) (22) 出願日	平成10年9月14日 (1998.9.14)
(65) 公表番号	特表2001-518394 (P2001-518394A)
(43) 公表日	平成13年10月16日 (2001.10.16)
(86) 國際出願番号	PCT/EP1998/005828
(87) 國際公開番号	W01999/016564
(87) 國際公開日	平成11年4月8日 (1999.4.8)
審査請求日	平成17年7月8日 (2005.7.8)
(31) 優先権主張番号	2297/97
(32) 優先日	平成9年10月1日 (1997.10.1)
(33) 優先権主張国	スイス(CH)

前置審査

(73) 特許権者	504336319 コンカスト アクチングゼルシャフト スイス国, ツェーハー-8027 チューリッヒ, テディッシュトラーゼ 9
(74) 代理人	100066692 弁理士 浅村 晃
(74) 代理人	100072040 弁理士 浅村 肇
(74) 代理人	100087217 弁理士 吉田 裕
(74) 代理人	100123180 弁理士 白江 克則
(72) 発明者	シェティリー, アードリアン スイス国, ツェーハー-8180 ピュラツハ, アイヒエンペーク 4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】包晶系の鋼を連続鋳造するための連続鋳造鋳型用の管状鋳型

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

包晶系の鋼を連続鋳造するための連続鋳造鋳型用の管状鋳型であって、所定の液体金属液面位置(h) が存在する長手方向範囲である第1の長手方向部分(1) と、前記第1の長手方向部分に隣接する第2の長手方向部分(2) とを有し、前記第1の長手方向部分(1) が、前記管状鋳型(10)の外側表面又はその近傍で少なくとも1つの断熱領域(16)を含み、かつ前記第1の長手方向部分(1) での前記管状鋳型(10)の熱抵抗性が前記第2の長手方向部分(2) に比して大きくなされている前記管状鋳型において、

前記断熱領域が断熱層(16)であり、前記断熱層(16)が、金属又は金属合金の管状体(15)に埋め込まれていて、前記管状鋳型(10)の前記外側表面(11)と、前記管状鋳型(10)の前記外側表面(11)から測定した前記管状鋳型(10)の壁厚(d_w) の最大でも75%の位置との間の領域を占有しており、

前記管状鋳型(10)が、熱工学の観点において冷却剤の適用による前記外側表面(11)の冷却を備えた連続鋳造用に構成され、前記断熱層(16)の厚み d が液体金属液面位置(h) で、以下の式、

$$d = d_w / (1-f) + w (10T_L + T_S - 11T_K) / (T_S - T_K)(1-f)$$

ここで、

d_w : 前記第1の長手方向部分(1) での前記管状鋳型(10)の壁厚

w : 前記第2の長手方向部分(2) での前記管状鋳型(10)の熱伝導度

f : 比 w / i (ここで i は前記断熱層(16)の熱伝導度である)

10

20

T_K : 臨界温度（すなわち、前記管状鋳型の軟化温度）
 T_S : 前記管状鋳型(10)の内側表面(25)での鋼の温度
 T_L : 前記冷却剤の温度
 : 前記冷却剤と前記断熱層(16)との間の伝達に関する熱伝達係数
 に従って寸法が定められ、

前記断熱層の厚み(d, b) が、前記液体金属液面位置(h) と前記第2の長さ方向部分(2)との間の中間領域で、前記第2の長さ方向部分に向かって増大していることを特徴とする管状鋳型。

【請求項2】

前記管状鋳型(10)の前記外側表面(11)が、前記第1および第2の長手方向部分(1,2)の間の境界において連続的に構成されていることを特徴とする請求項1に記載された管状鋳型。 10

【請求項3】

鋳造の際に、前記管状鋳型(10)の内側(25)での温度が、前記管状鋳型の軟化温度である臨界温度 T_K を超えないように、前記断熱層(16)の厚み(d) が調整されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載された管状鋳型。

【請求項4】

f 4 であることを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載された管状鋳型。

【請求項5】

前記管状鋳型(10)の内側(25)の温度が、前記中間領域において鋳造の際におよそ一定であるように、前記断熱層(16)の厚みの増加が調整されていることを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれか1項に記載された管状鋳型。 20

【請求項6】

前記断熱層(16)がニッケル又はクロムで形成され、かつ前記管状体(15)が銅又は銅合金で形成されていることを特徴とする請求項1から請求項5までのいずれか1項に記載された管状鋳型。

【請求項7】

請求項1から請求項6までのいずれか1項に記載された管状鋳型(10)を有する、包晶系の鋼を連続鋳造するための連続鋳造鋳型。 30

【請求項8】

前記管状鋳型(10)の前記外側表面(11)に冷却剤を施すための手段として水冷ジャケットを設けて成ることを特徴とする請求項7に記載された連続鋳造鋳型。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、特に包晶系の鋼を連続鋳造するための連続鋳造鋳型の管状鋳型、及び管状鋳型を有する連続鋳造鋳型に関する。

溶融金属の冷却により連続鋳造鋳型の鋳型孔の壁面に対して形成される、連続的に成長する厚みを有する凝固殻が存在し、鋳片が連続鋳造鋳型の流出口から連続的に引き抜かれる連続鋳造技術は、例えば炭素量が0.1 ~ 0.14%の鋼のような包晶系の鋼に適用する際に、特に製造した鋳片に欠陥のある表面品質で現れる問題をもたらすことが知られている。そのような品質の欠陥は、特に鋳片を更に加工することによりよくそれから製造した製品に許容できない品質の欠陥をもたらすため、望ましくない。 40

上記の問題の原因は、包晶系の鋼がその凝固温度の直下で受け、相当な体積収縮が合わせて発生する相転移にあると考えられることが知られている。包晶系の鋼の連続鋳造についてこの相転移は、形成中の凝固殻が依然薄い状態の凝固殻の初期凝固に起こり、低い機械的安定性を示し、相転移のため、十分に凝固した鋳片が表面で多孔性の層又は割れやすい層を有するという結果で、いくつかの箇所のみで鋳型孔の壁面に対して不均一な表面の安定を形成する。

【0002】

10

20

30

40

50

包晶系の鋼の連続鋳造に関して、液体金属液面を含む連続鋳造鋳型の領域において、溶鋼又は凝固殻からの熱流を減少することで変更される凝固殻の初期凝固により、鋳片の表面品質が改善できることが知られている。初期凝固領域におけるこの熱流の減少は従来、鋳型孔の壁面の長手方向部分の鋼側表面において熱障壁を備えた連続鋳造鋳型により行われる。その上熱流密度が初期凝固の領域において減少し、熱障壁に隣接する長手方向部分において十分高いように熱障壁の寸法を決め、長手方向部分を調整することで、鋳型孔において鋳片により覆われる全距離にわたって凝固殻の十分な成長を達成する。

鋳造の際に得られる液体金属液面位置を含む部分長さの領域において、鋳型孔の境となる表面で熱障壁を有する連続鋳造鋳型の鋳型孔の壁を形成する多くの技術思想が既知である。

10

JP 1-224 142 Aにより、包晶系の鋼の製造用の鋳型が知られていて、その鋳型孔の壁は、鋳込まれる側面に配置され、鋼又は管状体を形成する材料に比して大きな熱抵抗性を有するその他の材料で作製された、円筒状の挿入物を有する管状体からなる。熱障壁を形成する挿入物が摩耗を受けやすく、鋳造の際に受ける熱負荷により引き起こされる鋳型孔の壁の割れ又は変形を防ぐために、鋳型の製造コストに加算される特別な手段が必要となるという不利益をこの鋳型は有する。

【 0 0 0 3 】

熱障壁を形成する別の概念はJOS 1-170 550 に開示され、実施例として包晶系の鋼のスラブを製造することを意図した組立鋳型を探っている。この鋳型の銅製側壁の鋳型孔側の表面は、液体金属液面位置を含む領域において、任意にニッケル、ステンレス鋼又は適当なセラミック材料で充填される内径を備える。この別の概念に関連して、内径の充填材の摩耗感受性は別にして、適当な作業に管状鋳型の内側は限られた量だけが利用できるため、例えばビレット型のような小型の鋳片型の管状鋳型には生産工学上の理由で適用できないという不利益がある。

20

【 0 0 0 4 】

本発明は、上記の問題を解決することに寄与する目的に基づき、この目的のため、簡素な生産工学手段で製造できる熱障壁を備え、液体金属液面位置に配置され、改善された摩耗耐性を有する管状鋳型、及び管状鋳型を備えた対応する連続鋳造鋳型を製造する目的に基づく。

この目的は、請求項1の全ての特徴により特徴づけられる管状鋳型、及び請求項7の特徴を有する連続鋳造鋳型により達成される。

30

本発明による管状鋳型は、所定の液体金属液面位置が存在する長手方向範囲である第1の長手方向部分と、第1の長手方向部分に隣接する第2の長手方向部分とを有し、ここで第1の長手方向部分における管状鋳型の熱抵抗性が、第2の長手方向部分よりも大きな値を有するように大きさを決めた断熱層を、第1の長手方向部分は備える。鋳型は、断熱層が、管状鋳型の外側表面と、管状鋳型の外側表面から測定した管状鋳型の壁厚の最大でも75%の位置との間の領域を占有することを特徴とする。

【 0 0 0 5 】

本発明による管状鋳型の断熱層は、管状鋳型の外側又はその近傍に配置され、管状鋳型の内側面には届いていない。従って管状鋳型は、断熱層を備えるために外側を加工できる管状体から製造できる。加工は、小さな内径を有する管状鋳型の製造に適していて、その幾何学的寸法のため内側を加工できない又は非常に困難な管状体の場合にも、従来の方法を探ることができる。

40

【 0 0 0 6 】

鋳造の際に、第1の長手方向部分の領域において断熱層は、管状鋳型の内側で温度の上昇を確保する。管状鋳型の内側表面から断熱層までの距離が少なくとも管状鋳型の壁面厚みの25%になるということにより、鋳造の際の管状鋳型の摩耗は、第1の長手方向部分の領域における熱的及び機械的な材料負荷によるが、管状鋳型の内側に同一の厚みで断熱層を形成した管状鋳型と比較して減少する。

【 0 0 0 7 】

50

本発明による管状鋳型で、断熱層の厚み形状を適当な寸法にすることで、第1の長手方向部分の領域において鋳片殻の成長を選択的に変更するために、鋳造の際の管状鋳型の内側表面に生成される温度分布を明確に調節することが可能となる。この自由度は、本発明による鋳型について、包晶系の鋼の鋳片の製造に関して最適化するのに使用される。包晶系の鋼からの鋳造製品の品質を最適化するために、鋳造の際に管状鋳型の内側表面での温度は第1の長手方向部分の領域においてできる限り高くすべきである。溶鋼の初期凝固は、液体金属液面からの距離が離れるほど大きくなる溶鋼の静圧が、管状鋳型の内側表面から形成した鋳片殻が局所的に分離するのを増加して妨げる効果を有して、液体金属液面からできる限り離れた位置で遅れて開始し、その分離は包晶相転移により誘起され、従って円滑な鋳片表面の形成を促進する。その一方で、管状鋳型の材料特性は制限的な効果を有するので、管状鋳型の内側表面での鋳造の際の温度は、任意の値を探り得ない。例えば銅製の管状鋳型は、いわゆる軟化温度450 である臨界温度以上に加熱した後に、許容できないほど寿命を短期化することが知られている。

【0008】

本発明による管状鋳型の有利な実施態様においては、断熱層の厚みは従って、鋳造の際に管状鋳型の内側の温度が所定の臨界温度 T_K を超えないような寸法になっている。

本発明による管状鋳型の更なる実施態様においては、管状鋳型の外側表面は、第1および第2の長手方向部分の間の境界で連続的に形成されている。この実施態様は、管状鋳型の外側に水冷ジャケットを有する鋳型に使用するのに特に適している。そのような鋳型の水冷ジャケットは従来数mmの厚みであり、その厚みは管状鋳型に沿って正確に制御されなければならないので、第1および第2の長手方向部分の間の連続的な配置の移行により、特に簡素な水冷ジャケットの構成にすることが可能になる。

【0009】

本発明による管状鋳型の開発において、断熱層は、金属又は金属合金の管状体に埋め込まれる。管状体が銅又は銅合金で構成され、断熱層が金属、例えばニッケル又はクロムで構成されると、管状鋳型の望ましい熱的及び機械的特性が得られる。これらの材料はその膨張係数の点で互いによく調和するため、銅表面に施したニッケル又はクロム層は良好な付着性及び高い耐摩耗性により特徴づけられる。

【0010】

本発明による管状鋳型の更なる実施態様は、熱工学の観点において、第1の長手方向部分の領域における内側表面の温度が、最大でも所定の臨界温度にしか到達せず、少なくとも第1の長手方向部分の小部分においておよそ一定であるように構成された、冷却剤を有する管状鋳型の外側表面の冷却に関するものである。このようにして、鋳片殻の初期凝固は、液体金属液面から著しく離れた位置まで遅らせることができ、包晶相転移を通過した後に特に円滑な鋳片表面が達成されうる。長手方向においてできる限り一定な温度プロファイルを達成するために、断熱層の厚み d は、少なくとも液体金属液面位置と第2の長手方向部分との間の部分において、第2の長手方向部分に向かって増加しなければならない。

【0011】

本発明による管状鋳型の様々な実施態様は、図面により以下で説明する。

図1Aは、本発明により、鋳型孔20、鋳込み口12及び鋳片（図示せず）の引き抜き口13を有する、管状鋳型10の側面図で示した実施例を示す。鋳造の際の鋳片の引き抜き方向は矢印14で示される。管状鋳型10は、第1の長手方向部分1と第2の長手方向部分2とを含み、ここで長手方向部分1は、鋳造の際に形成される液体金属液面位置 h を含み、長手方向部分2は鋳片の引き抜き方向14に長手方向部分1と隣接する。管状鋳型10は、長手方向部分1の領域において断熱層16を有する管状体15からなる。

【0012】

図1Bと図1Cは、管状鋳型10の断面を示し、図1Bは長手方向部分1の領域における図1Aに記した平面I-I での断面であり、図1Cは長手方向部分1の領域における図1Aに記した平面II-II での断面である。図1A～Cから分かるように、断熱層16は管状体15の外側11に配置

10

20

30

40

50

されている。管状鋳型20は例えば丸い角を有する四角形の断面を有する。この選択は任意である。本発明による管状鋳型は、従来の連続鋳造において慣習的な任意の断面形状を備えることができる。

【0013】

図2A及び図2Bは図1B又は図1Cにおける線III-IIIに沿った長手方向断面を示し、本発明による管状鋳型10の2つの異なる実施態様の特徴を示し、それらは管状鋳型の長手方向における断熱層16の厚み形状の配置で異なっている。いずれの場合においても、断熱層16は、管状体15の外側の窪みに埋め込まれている。これらの実施例において、管状鋳型10の外側表面11は、長手方向部分1の端部で連続的である。

【0014】

管状体は、適当には銅又は銅合金からなる。断熱層の材料の組成を考慮すると、適当にはニッケル又はクロムのような金属があり、それらは例えばメッキ又は電気化学的処理などの従来法により管状体15に施すことができる。しかしながら例えばセラミック材料のような他の材料も、断熱層の組成として使用することができ、それは、それらが管状体15より低い熱伝導度を有し、付着特性及び耐摩耗性の点で適していればある。

10

【0015】

本発明による管状鋳型10の図2Aに示した実施態様は、断熱層16が、液体金属液面位置hと長手方向部分2と隣接するその端部との間の領域において、図2Aにおいてdで示した実質的に一定の厚みを有することを特徴とする。この幾何学的配置で、管状鋳型10の外側表面11の均一な冷却を仮定すると、特に管状鋳型10の内側表面25での長手方向部分の領域に形成される鋳片殻が、鋳片引き抜き方向14に厚みが増加し、管状鋳型10の表面25と11の間の熱流が鋳片引き抜き方向14に減少することが確保されるため、鋳造の際に管状鋳型10の内側表面での温度は、液体金属液面位置hに位置する最大温度地点から鋳片引き抜き方向14に減少する。

20

【0016】

鋳片引き抜き方向14に対応して断熱層16の厚みを変えることにより、管状鋳型10の内側表面25で得られる温度プロファイルは、鋳片殻特性を最適化するために、選択的に変更できる。本発明による管状鋳型10の図2Bに示した実施態様は、液体金属液面位置と長手方向部分2に隣接する端部との間の領域において、断熱層16が厚みdから厚みbへくさび形に増加することを特徴とする。例えば管状鋳型10の内側25での温度プロットが、鋳片の引き抜き方向14でおそ一定であり、所定の値に達するように、厚みd及びbは管状鋳型10の壁面厚み d_w に比例して選択できる。詳細な温度プロットは表面25での鋳片殻成長に関連する。

30

【0017】

管状体15は概して、最大の臨界温度（すなわち、軟化温度） T_K 以下の温度で使用するように構成されている。冷却剤の適用による外側表面の冷却を仮定すると、鋼の連続鋳造用の管状鋳型10は熱工学の観点において以下のように構成することができる。管状鋳型10の内側表面25における温度が所定の臨界温度 T_K を超えないために、液体金属液面位置hでの断熱層16の厚みdは、以下の式、

$$d = d_w / (1-f) + w (10T_L + T_S - 11T_K) / (T_S - T_K)(1-f) = d_{max} \quad (1)$$

40

に従って寸法を決めるべきであり、ここで、

d_w : 第1の長手方向部分1での管状鋳型の10の壁厚

w : 第2の長手方向部分2での管状鋳型10の熱伝導度

f : 比 w / i (ここで i は前記断熱層16の熱伝導度である)

T_K : 臨界温度（すなわち、前記管状鋳型の軟化温度）

T_S : 管状鋳型10の内側表面25での鋼の温度

T_L : 冷却剤の温度

：冷却剤と断熱層16との間の伝達に関する熱伝達係数

である。

50

【0018】

図3において、式(1)による $d = d_{max}$ が、2つのパラメータ $f=4$ と $f=10$ について壁面の厚み d_w の関数としてプロットされ、ここで $T_K = 450$ 、 $T_S = 1480$ 、及び $= 30000W(m^2*K)$ と $T_L = 40$ の水冷を代表する値を仮定している。この $T_K = 450$ は銅についての特徴的な経験値である。 $f=4$ と $f=10$ は、銅の管状体15と、ニッケル($f=4$)又は銅($f=10$)の断熱層16とを有する管状鋳型10を代表する例である。図3から分かるように、比 d_{max} / d_w は管状鋳型10の壁面厚み d_w が大きくなるほど減少する。管状鋳型10の厚み d_w が小さいほど、長手方向部分1の管状鋳型10の内側25の温度を例として $T_K = 450$ で与えた臨界温度 T_K まで上昇させるために、管状鋳型10の全厚み d_w において断熱層の厚みの割合を大きくしなければならない。その上、所定の壁面厚み d_w について f が小さいほど、すなわち断熱層の熱伝導度 λ が大きいほど、 d_{max} / d_w は大きくなる。経験によると、管状鋳型10の壁面厚み d_w は、典型的には鋳型孔20の断面の側面長さの約10%であるべきである。管状鋳型10が、約10cmの断面の側面長さを有する小さいビレット用に設計されていれば、厚み比 d_{max} / d_w は $f=4$ について約75%になる。断熱層16を収容する窪みが管状体15の外側に配置されていれば、 $d_{max} / d_w = 75\%$ 及び $f < 4$ について、塊状の管状体15からの管状鋳型10の製造は、特に管状体15の機械的安定性が不均衡に損なわれるため、問題となる。加えて、断熱層16を形成する際の困難は、特に断熱層16を適当な材料の薄い層を連続的に付与することにより堆積させる製造工程において、比 d_{max} / d_w が上昇するほど大きくなる。従って断熱層16の形成には、 $d_{max} / d_w = 75\%$ という条件に加えて、 $f = 4$ というパラメータ範囲が好ましい。

【0019】

図4において、鋳造の際に内側表面25での温度が厚み形状に沿って一定であるように決めた厚み形状により、断熱層16の厚みが、液体金属液面位置での厚み d から厚み b に鋳片を引き抜く方向14に大きくなる場合について、壁面厚み d_w の関数としていかに比 b/d_w が変化するかについて、管状鋳型10に関して示している。鋳造の際に臨界温度 T_K が厚み形状に沿って形成される場合について、式(1)と図4から比 b/d_w 及び d/d_w が決定される。図3との比較により、 $T_K = 450$ の特定の場合について、対応する値が与えられる。図4に示した曲線形状は f に依存しない。

【0020】

管状鋳型10の長さは典型的に80~100cmになる。長手方向部分1の長さは好ましくは10~15cmの範囲にあり、液体金属液面位置は好ましくは長手方向部分1の上部から4分の1の位置にある。

上記の実施態様において、断熱層16は常に、管状鋳型10の外側表面11が連続的に配置されるように、管状体15の窪みに埋め込まれている。本発明の概念の範囲において、窪みに断熱層16を埋め込むこと、又は外側表面11の連続的な配置を不要にすることもできる。本発明による管状鋳型の表面11及び25は、適当な材料の被膜を備えることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1Aは、本発明による管状鋳型の実施例を側面図で示している。

図1Bは、図1における線I-Iに沿った断面図である。

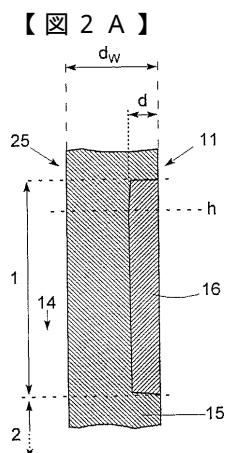
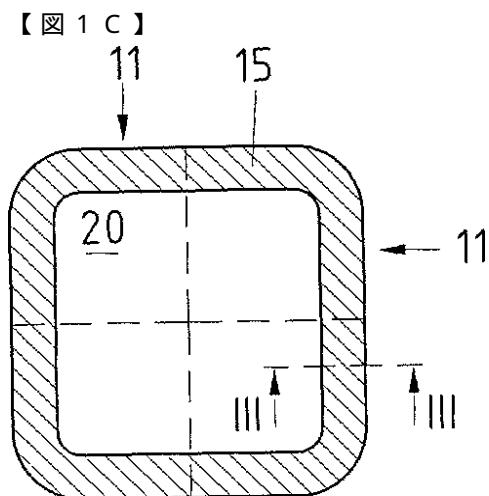
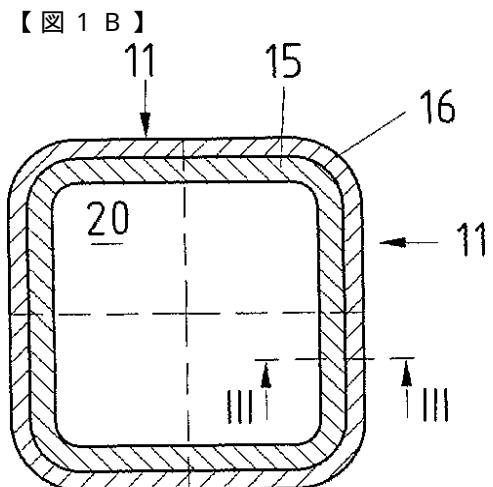
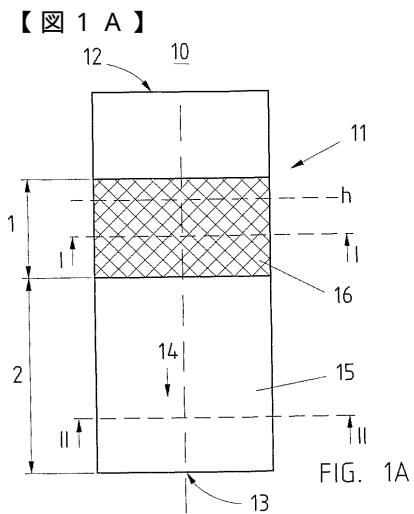
図1Cは、図1Aにおける線II-IIに沿った断面図である。

【図2】 図2Aは、特定の厚み形状の断熱層についての図1Cの線III-IIIに沿った長手方向断面図である。

図2Bは、図2Aに示したような断面図であり、断熱層の厚み形状が変化するものを示した図である。

【図3】 図3は、所定の壁面温度について管状鋳型の壁面厚み d_w の関数として図2Aによる断熱層の厚み d をプロットした図である。

【図4】 図4は、所定の壁面温度の形状について管状鋳型の壁面厚み d_w の関数として断熱層の寸法を示した図である。



【図2B】

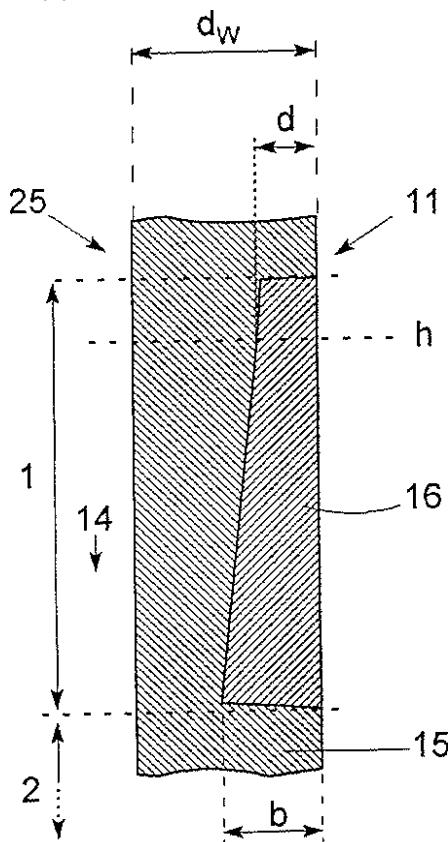


Fig. 2B

【図3】

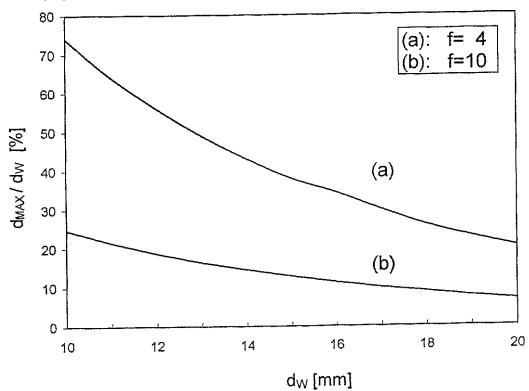


Fig. 3

【図4】

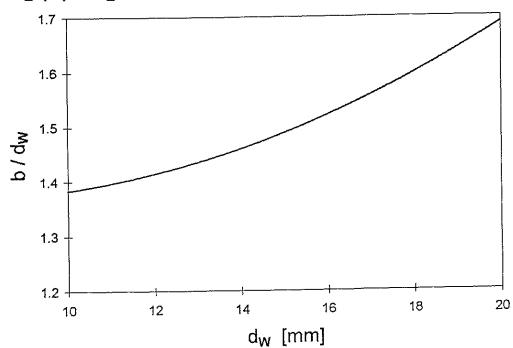


Fig. 4

フロントページの続き

審査官 日比野 隆治

(56)参考文献 特開平02-006038 (JP, A)

実開平06-077952 (JP, U)

実開平06-061353 (JP, U)

特開平09-253801 (JP, A)

特開平09-038751 (JP, A)

特開昭53-032824 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 11/04

B22D 11/059