

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5287640号
(P5287640)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 D 41/56 (2006.01)

B 2 2 D 41/56

B 2 2 D 11/10 (2006.01)

B 2 2 D 11/10 3 2 O D

B 2 2 D 11/10 3 3 O K

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-222060 (P2009-222060)
 (22) 出願日 平成21年9月28日(2009.9.28)
 (65) 公開番号 特開2011-67850 (P2011-67850A)
 (43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)
 審査請求日 平成23年8月16日(2011.8.16)

(73) 特許権者 000006655
 新日鐵住金株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100078101
 弁理士 綿貫 達雄
 (74) 代理人 100085523
 弁理士 山本 文夫
 (74) 代理人 100154461
 弁理士 関根 由布
 (74) 代理人 100161403
 弁理士 喜多 静夫
 (72) 発明者 溝口 利明
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続鋳造用ノズル及びこれを用いた鋼の連続鋳造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズル本体の上端面とその上部耐火物との間のノズル接合部を、内外二重の耐火性パッキング材と、それらの間に保持され使用状態において溶融する液体金属シールとによりシールした連続鋳造用ノズルにおいて、内外二重の耐火性パッキング材が樹脂系バインダーを含有するものであり、液体金属シールを、耐火性パッキング材の軟化温度 T_S と樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H との間に融点 T_M を持つ金属からなるものとしたことを特徴とする鋼の連続鋳造に用いられる連続鋳造用ノズル。

【請求項 2】

耐火性パッキング材の軟化温度 T_S と、樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H と、液体金属シールを構成する金属の融点 T_M とが、下記の 2 式を満足することを特徴とする請求項 1 記載の鋼の連続鋳造に用いられる連続鋳造用ノズル。

$$T_M - 250 \leq T_S \text{ (}^\circ\text{C)} \leq T_M$$

$$T_M \leq T_H \text{ (}^\circ\text{C)} \leq T_M + 250$$

【請求項 3】

液体金属シールを構成する金属として、Al または Al 合金、もしくは Sn または Sn 合金を用いることを特徴とする請求項 1 記載の鋼の連続鋳造に用いられる連続鋳造用ノズル。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の連続鋳造用ノズルを用いた鋼の連続鋳造方法であって、

10

20

ノズル接合部に与える押付け力を0.2～1.5MPaとして連続鑄造を行うことを特徴とする鋼の連続鑄造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼の連続鑄造に用いられる連続鑄造用ノズル及びこれを用いた鋼の連続鑄造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

鋼の連続鑄造においては、取鍋内の溶鋼をロングノズルを経由してタンディッシュに注湯し、さらに浸漬ノズルを経由して鑄型内に注湯している。これらのノズルとその直上の耐火物との間には不定形耐火物や難燃性のパッキング材によって接合し、溶鋼の漏れを防止している。しかし固体どうしの接触であるために外部からの空気の巻き込みを完全に防止することは困難であった。

【0003】

すなわち、ノズルの内部には溶鋼が高速度で流れているため減圧状態となり、ノズル接合部のシールが不完全であると空気が巻き込まれる。巻き込まれた空気は鑄造品に気泡を形成して製品欠陥を招いたり、空気酸化によりアルミナクラスターを生成したりし、製品欠陥やノズル詰まりなどの問題を引き起こすこととなる。

【0004】

そこでノズル内部にアルゴンガスを供給してノズル内部を正圧に維持し、空気の巻き込みを防止するとともに、アルゴンガスによりノズル内面に付着したアルミナクラスターを剥離させている。しかし鑄片に捕捉されたアルゴン気泡が製品欠陥になったり、また高価なアルゴンガスを大量に使用するため、ランニングコストが高くなるという問題があった。

【0005】

このような問題を解決するために、特許文献1にはノズル接合部をAlまたはAl合金からなる液体金属シールによってシールする技術が開示されており、特にその実施例3、4には、内外二重の難燃性パッキング材の間に液体金属シールを配置した構造が開示されている。このシール方法によれば、固体どうしの接触によるシールではないため、シール性を大幅に向上させることができる。ところが実際には、このシール構造を用いても完全なシールを行えないことがあった。シール不良を生じたノズル接合部を観察すると、液体金属シールが内外二重の難燃性パッキング材の間から外部に流失していることが観察された。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-69254号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従って本発明の目的は、液体金属シールを用いて、ノズル本体の上端面とその上部耐火物との間のノズル接合部を完全にシールすることができる連続鑄造用ノズルを提供することである。また本発明の他の目的は、この連続鑄造用ノズルを用いることにより、アルゴンガスを削減し、製品でのアルゴン気泡欠陥防止とランニングコストの引き下げを可能とした鋼の連続鑄造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するためになされた本発明は、ノズル本体の上端面とその上部耐火物との間のノズル接合部を、内外二重の耐火性パッキング材と、それらの間に保持され使用

10

20

30

40

50

状態において溶融する液体金属シールとによりシールした連続铸造用ノズルにおいて、内外二重の耐火性パッキング材が樹脂系バインダーを含有するものであり、液体金属シールを、耐火性パッキング材の軟化温度 T_s と樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H との間に融点 T_M を持つ金属からなるものとしたことを特徴とするものである。

【0009】

なお請求項2のように、耐火性パッキング材の軟化温度 T_s と、樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H と、液体金属シールを構成する金属の融点 T_M とが、下記の2式を満足することが好ましい。

$$T_M - 250 \leq T_s \text{ (}^\circ\text{C)} \leq T_M$$

$$T_M \leq T_H \text{ (}^\circ\text{C)} \leq T_M + 250$$

10

【0010】

また請求項3のように、液体金属シールを構成する金属として、Al または Al 合金、もしくは Sn または Sn 合金を用いることが好ましい。

【0011】

また本発明の鋼の連続铸造方法は、請求項1～3の何れかに記載の連続铸造用ノズルを用いた鋼の連続铸造方法であって、ノズル接合部に与える押付け力を $0.2 \sim 1.5 \text{ MPa}$ として連続铸造を行うことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、樹脂系バインダーを含有する液体金属シールを、耐火性パッキング材の軟化温度 T_s と樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H との間に融点 T_M を持つ金属からなるものとしたので、耐火性パッキング材が軟化した状態で液体金属シールが溶融を開始することとなり、両者の隙間は密着する。また使用温度が高温になると樹脂系バインダーが蒸発して硬化するが、その際にも液体金属シールは溶融状態にあるので、両者の隙間は密着する。このため、液体金属シールが内外二重の難燃性パッキング材の間から外部に流失することがなくなり、完全なシールが可能である。

20

【0013】

また、本発明の鋼の連続铸造方法によれば、上記のような連続铸造用ノズルを用いることによってアルゴンガスの使用量を従来よりも減少させ、製品でのアルゴン気泡欠陥防止とランニングコストの引き下げを図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】鋼の連続铸造設備を示す断面図である。

【図2】要部の拡大断面図である。

【図3】液体金属シールを構成する金属の融点 T_M が耐火性パッキング材の軟化温度 T_s よりも低い場合の状態説明図である。

【図4】液体金属シールを構成する金属の融点 T_M が樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H よりも高い場合の状態説明図である。

【図5】液体金属シールを構成する金属の融点 T_M が、耐火性パッキング材の軟化温度 T_s よりも高く、樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H よりも低い場合の状態説明図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に本発明の実施形態を示す。

図1は鋼の連続铸造設備を示す断面図であり、1は溶鋼を搬送する取鍋、2は取鍋の下面のスライディングノズル、3はこのスライディングノズル2を介して溶湯をタンディッシュ4に注湯するためのロングノズル、5はタンディッシュ4の下面のスライディングノズル、6はタンディッシュ4内の溶鋼をスライディングノズル5を介して鑄型7に注湯する浸漬ノズルである。本発明において連続铸造用ノズルとは上記のロングノズル3と浸漬ノズル6とを包含するものであるが、以下に浸漬ノズル6の上端面とその上部耐火物であ

50

るスライディングノズル5との間のノズル接合部について説明するが、本発明はロングノズル3の上端面のノズル接合部についてもそのまま適用することができる。

【0016】

図2はこのノズル接合部の拡大断面図であり、浸漬ノズル6の上端面とその上部耐火物であるスライディングノズル5との間に、内外二重の耐火性パッキング材11、12と、それらの間に保持され使用状態において溶融している液体金属シール13とは配置されている。耐火性パッキング材11、12はそれぞれリング状のもので、それらの間に形成されたリング状の部分に液体金属シール13が封入されている。

【0017】

耐火性パッキング材11、12は耐火材粉末と樹脂系バインダーとからなるもので、耐火材粉末としてはアルミナ系セラミックス、ジルコニア系セラミックス、マグネシア系セラミックスなどの粒径が1mm以下の粉末が用いられる。また樹脂系バインダーは耐火材粉末100質量部に対して外配で10～20質量部が加えられる。このように耐火材粉末を樹脂系バインダーで固めた耐火性パッキング材11、12は、軟化温度 T_s になると樹脂系バインダーが軟らかくなり、硬化温度 T_H に加熱されると樹脂系バインダーが蒸発して耐火材だけが残って硬く焼結する。

【0018】

本発明では液体金属シール13として、耐火性パッキング材11、12の軟化温度 T_s と、樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H との間に融点 T_M を持つ金属を用いる。具体的には、後記する実施例にも示すように、使用温度域において溶融するAlまたはAl合金、もしくはSnまたはSn合金を用いることが好ましい。Al合金としてはAl-Mg合金、Al-Mn合金、Al-Zn合金等を用いることができる。またSn合金としては、Sn-Pb合金、Sn-Zn合金などを用いることができる。

【0019】

なお、ノズル接合部には0.2～1.5MPaの押付け力が加えられる。押付け力が0.2MPa未満であると液体金属シール13が外部に流出しやすくなる。押付け力が1.5MPaを超えるとノズル接合部が損傷する可能性が生ずる。また、タンディッシュ4、スライディングノズル5、浸漬ノズル6などを構成する耐火物を通じてアルゴン等の不活性ガスが吹き込まれている。

【0020】

以下に図3～図5を参照しつつ、本発明の作用について説明する。

先ず図3は液体金属シールを構成する金属の融点 T_M が耐火性パッキング材の軟化温度 T_s よりも低い場合を示す。この場合には液体金属シールが溶融し始めても耐火性パッキング材11、12は硬化したままであるため、耐火性パッキング材11、12と浸漬ノズル6の上端面との接触部には、ミクロな隙間が存在している。このためノズル接合部が加圧されると溶融金属がこの隙間を通じて外部に流出する可能性がある。

【0021】

次に図4は液体金属シールを構成する金属の融点 T_M が樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H よりも高い場合を示す。この場合には耐火性パッキング材が硬化した後に液体金属シールが溶融し始めるため、使用状態すなわち溶融状態においては、耐火性パッキング材11、12と浸漬ノズル6の上端面との接触部に存在するミクロな隙間を通じて外部に流出する可能性がある。

【0022】

これに対して図5に示す本願発明のように金属の融点 T_M を耐火性パッキング材11、12の軟化温度 T_s と硬化温度 T_H との間の温度域とした場合には、耐火性パッキング材11、12が先ず軟化し、浸漬ノズル6の上端面との接触部が密着しミクロな隙間が存在しない状態において液体金属シールが溶融するので、耐火性パッキング材11、12と浸漬ノズル6の上端面との接触部から液体金属シールが流出しない。

【0023】

なお、耐火性パッキング材の軟化温度 T_s と液体金属シールを構成する金属の融点 T_M

とは、 $T_M - 250 \leq T_S$ (°C) $\leq T_M$ の関係にあることが好ましい。また樹脂系バインダーが蒸発後の硬化温度 T_H と、液体金属シールを構成する金属の融点 T_M とは、 $T_M \leq T_H$ (°C) $\leq T_M + 250$ の関係にあることが好ましい。これらの式を満足する場合には図5に示されるように $T_M - 250$ と $T_M + 250$ との間に T_S と T_H とが入ることとなる。 T_S と T_H がこの温度範囲に無いと、変形する温度範囲が広いため、ノズルの押付けによって耐火性パッキング材が大きく変形し、十分な液体金属厚みが確保できないことがある。

【0024】

このように本発明によれば、液体金属シールが流出することがなく完全なシールが可能となるので、アルゴンガスなどの不活性ガスの流量をノズル内を通過する単位溶鋼重量当り0~1NL/トンとして連続铸造を行うことができる。実施例のデータに示すように、従来のシール方法では不活性ガスの流量を1NL/トン未満とすると空気の巻き込みが発生するため、铸造されたスラブ内の気泡個数が増加するとともにノズルの閉塞を生じ易くなるが、本発明によれば不活性ガスの流量を0~1NL/トンにまで絞っても支障なく連続铸造を行うことができる。このためランニングコストの引き下げを図ることができる。なお不活性ガスの流量がこれよりも増加すると、スラブ段部の気泡数が増加するため好ましくない。

【実施例】

【0025】

表1に示す様々な液体金属シールと耐火性パッキング材との組み合わせについて、押付け力とアルゴンガス流量を変えて普通鋼の連続铸造実験を行い、シール残存率、スラブ段部気泡個数、ノズル閉塞状況によりノズル接合部のシール性能を評価した。使用した液体金属シールは何れも、常温における厚みが6mm、径方向の幅が10mmである。また耐火性パッキング材は何れも、常温における厚みが6mm、径方向の幅が15mmである。

【0026】

耐火性パッキング材はいずれも未焼結の加圧成形体であり、種類A~Eの内容は次の通りである。Aはアルミナ粉末、カーボン粉末、粘土、アクリル系樹脂の混合物、Bはアルミナ粉末、カーボン粉末、粘土、酢酸ビニル系樹脂の混合物、Cはアルミナ粉末、カーボン粉末、粘土、ポリスチレン系樹脂の混合物、Dはアルミナ粉末、カーボン粉末、粘土、フェノール系樹脂の混合物、Eはアルミナ粉末、カーボン粉末、粘土、ポリカーボネート系樹脂の混合物からなる。前述したように耐火材はアルミナ以外に例えばジルコニア、マグネシア、あるいはこれらの混合物などを用いても良い。また、必要とする軟化温度、および硬化温度によって、上記以外の樹脂系バインダーを使うことができる。

【0027】

耐火性パッキング材の軟化温度 T_S はバインダーが揮発して軟化し始める温度であり、押付け力により変形、減厚する。また耐火性パッキング材の硬化温度 T_H はバインダーの燃焼が完了し、残った耐火材が焼結し硬化する温度であり、押付け力を受けても変形、減厚しない。Ar流量は常温における溶鋼1トン当たりのAr流量である。

【0028】

シール残存率は、铸造後、常温での金属シール材の残存面積率である。常温まで冷却すると凝固収縮孔が生成するため、残存面積率が90%以上であれば铸造中は完全に液体シールができていたと判断した。ノズル閉塞状況は、7連連铸でノズル内部の付着物を除去する酸素洗浄を要しない場合を○、酸素洗浄を必要とした場合を×とした。

【0029】

【表 1】

No.	液体金属シール材		耐火性パッキング材		T _M -T _S	T _H -T _M	対応図	押付面圧 (Mpa)	Ar流量 (NL・トン)	シール材 残存率 (%)	スラブ段 部気泡個 数(個 /M ³)	ノズル閉 塞状況		
	組成、質量%	T _M (°C)	種類	T _S (°C)									T _H (°C)	
実施例	A1	純Al	660	A	500	800	160	140	図5	1.0	0	94	4	○
	A2	Al-10%Mg	603	A	500	800	103	197	図5	1.4	0.5	96	53	○
	A3	Al-20%Mg	552	A	500	800	52	248	図5	0.8	1	95	450	○
	A4	Al-10%Mn	765	B	650	900	115	135	図5	1.0	0	97	8	○
	A5	Al-10%Zn	646	C	380	700	266	54	図5	1.1	0.5	92	420	○
	A6	Al-20%Zn	628	C	380	700	248	72	図5	1.4	1	96	270	○
	A7	純Sn	232	D	25	450	207	218	図5	0.6	0	95	3	○
	A8	Sn-10%Pb	217	D	25	450	192	233	図5	0.7	0.5	95	125	○
	A9	Sn-20%Pb	205	D	25	450	180	245	図5	0.9	1	96	380	○
	A10	Sn-30%Pb	192	D	25	450	167	258	図5	1.4	0	91	5	○
	A11	Sn-5%Zn	217	D	25	450	192	233	図5	0.5	0.5	95	264	○
	A12	Sn-10%Zn	220	D	25	450	195	230	図5	0.7	1	97	420	○
	A13	純Sn	232	D	25	450	207	218	図5	0.3	0	92	2	○
	A14	Sn-20%Pb	205	D	25	450	180	245	図5	1.4	0.5	96	186	○
	A15	Sn-5%Zn	217	D	25	450	192	233	図5	0.9	1	95	210	○
比較例	B1	純Al	660	D	25	450	635	-210	図4	1.0	0	10	2150	×
	B2	Al-10%Mg	603	E	800	1000	-197	397	図3	1.4	0.5	42	1100	×
	B3	Al-20%Mg	552	A	500	800	52	248	図5	0.1	1	7	1050	×
	B4	Al-10%Mn	765	B	650	900	115	135	図5	0.8	1.5	96	2480	○
	B5	Al-10%Zn	646	C	380	700	266	54	図5	1.0	2	91	1430	×
	B6	Al-20%Zn	628	D	25	450	603	-178	図4	1.1	1	35	680	×
	B7	Sn-10%Pb	217	A	500	800	-283	583	図3	0.5	0	22	2230	×
	B8	Sn-20%Pb	205	D	25	450	180	245	図5	0.1	0.5	5	1240	×
	B9	Sn-30%Pb	192	D	25	450	167	258	図5	0.7	1.5	92	760	×
	B10	Sn-10%Zn	220	D	25	450	195	230	図5	0.3	2	95	2360	○

比較例 B 1 , B 6 は $T_H \leq T_M$ であり、シール残存率が小さくなっていた。比較例 B 2 , B 7 は $T_M \leq T_S$ であり、やはりシール残存率が小さくなっていた。比較例 B 3、B 8 は押付け力が低すぎるため、やはりシール残存率が小さくなっていた。比較例 B 4、B 5、B 9、B 10 はアルゴンガス流量が多く、スラブ段部の気泡数が増加している。これに対して本発明の実施例では、シール残存率は全て 90 % 以上であり、スラブ段部の気泡数は 450 個以下であり、ノズル閉塞も生じていない。

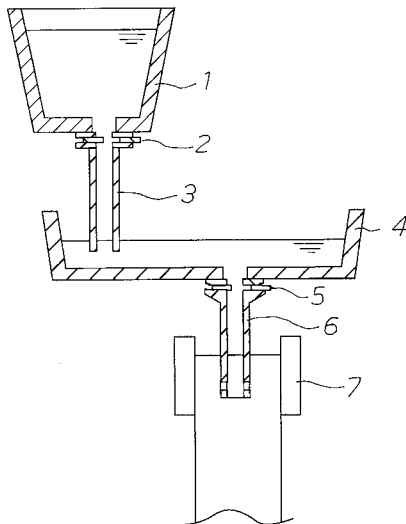
【符号の説明】

【0031】

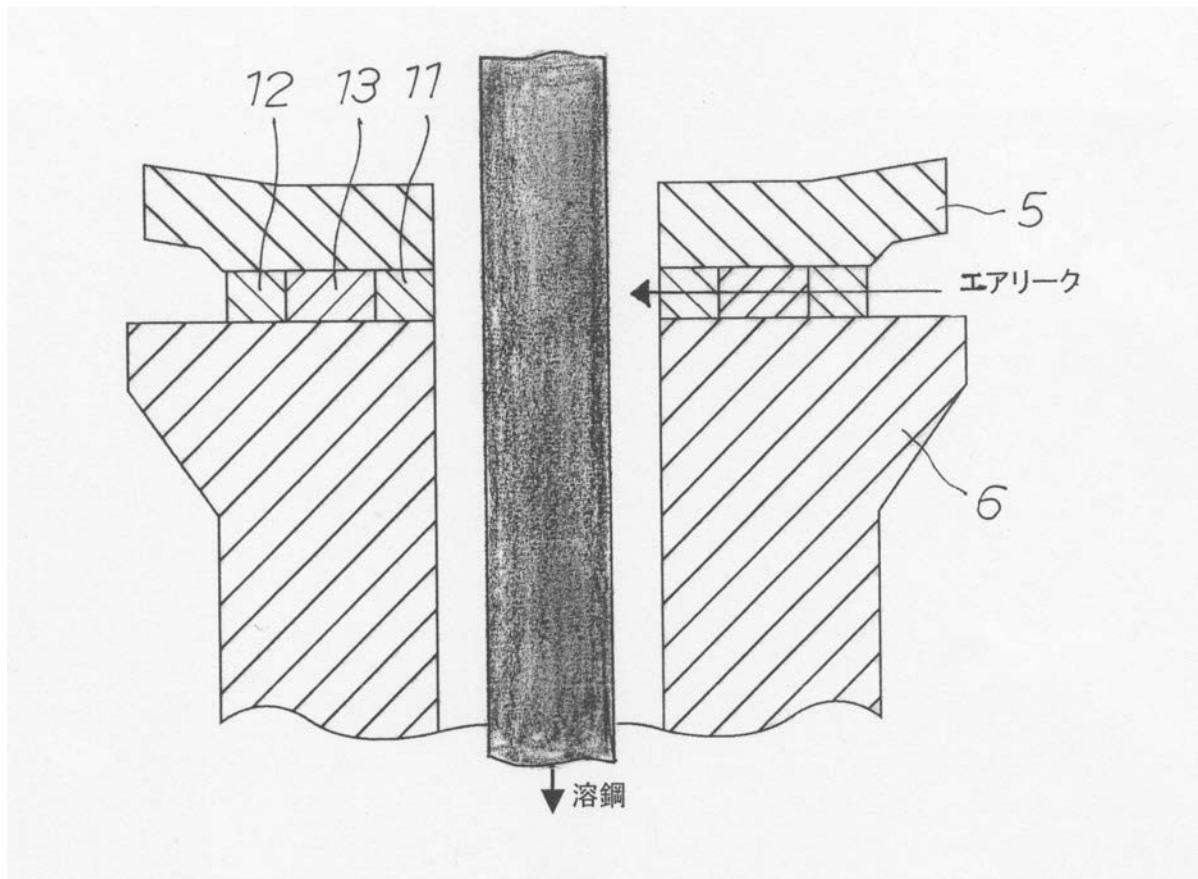
- 1 取鍋
- 2 スライディングノズル
- 3 ロングノズル
- 4 タンディッシュ
- 5 スライディングノズル
- 6 浸漬ノズル
- 11 耐火性パッキング材
- 12 耐火性パッキング材
- 13 液体金属シール

10

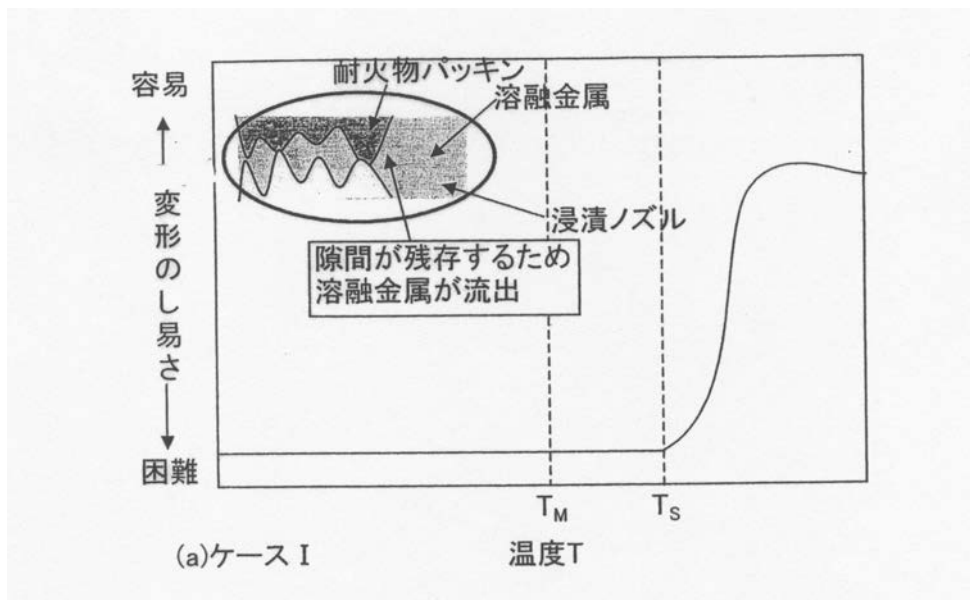
【図 1】



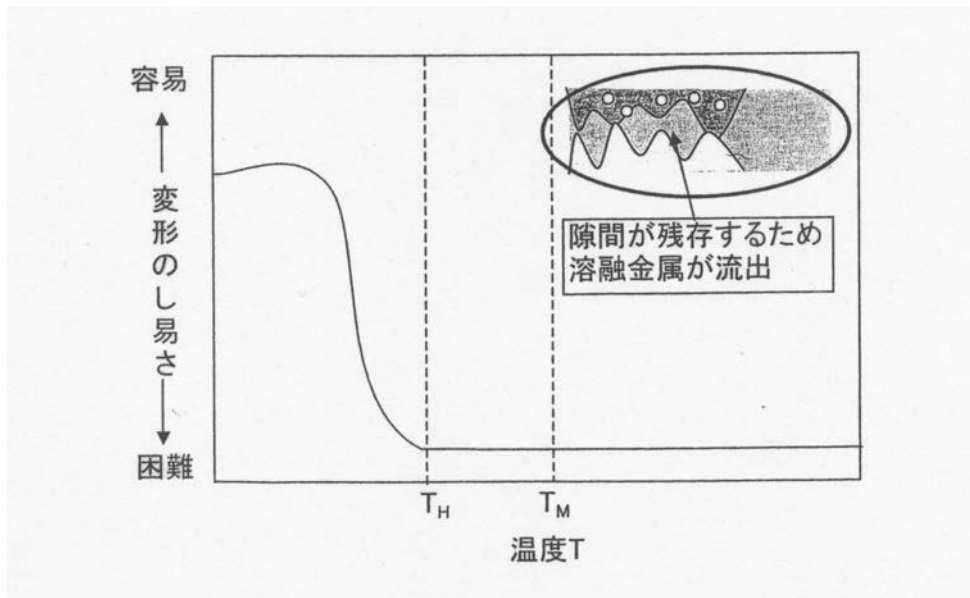
【図 2】



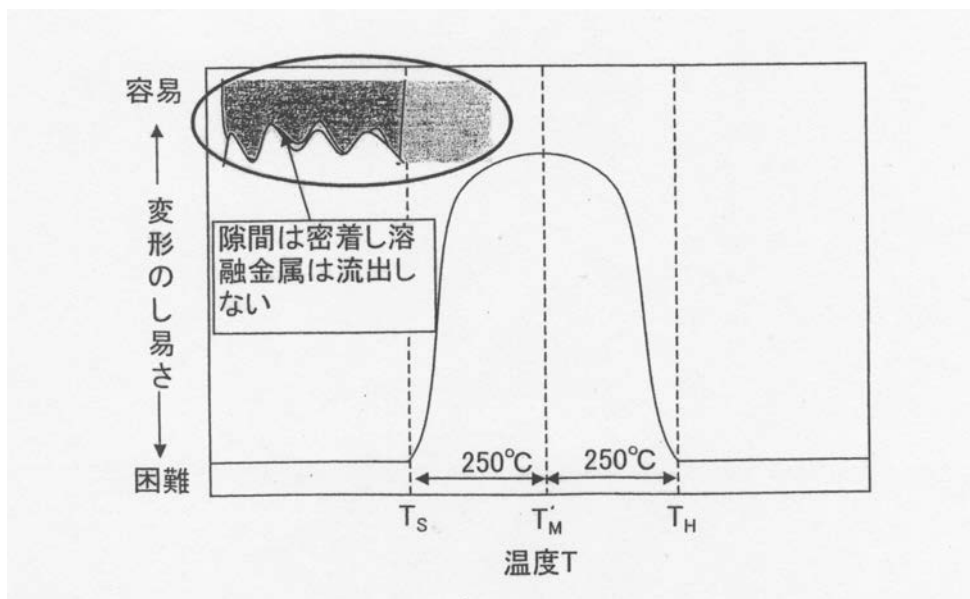
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 三木 大輔
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 内山 徳彦
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

審査官 川村 健一

- (56)参考文献 特開2009-172675 (JP, A)
特開2008-212968 (JP, A)
特開2003-025060 (JP, A)
特開2007-069254 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| B22D | 41/56 |
| B22D | 11/10 |