
溶融金属が収容された容器に、添加材を投入する方法であって、前記容器に収容された溶融金属の上方に、ノズルを配置するノズル配置工程と、添加材を、キャリアガスにより、前記ノズルへと搬送し、当該ノズルの噴出口から噴出させる添加材噴出工程と、を含み、前記ノズルにおいて、導入口の面積より前記噴出口の面積が大きい、添加材投入方法。この投入方法により、容器に収容された溶融金属の表面に対して、均一に添加材を供給して、添加材による十分な添加効果と添加材使用量の低減とを両立することができる。

明 細 書

発明の名称：

溶融金属用の添加材投入方法、および溶融金属用の添加材投入装置

技術分野

[0001] 本発明は、金属の製造過程、たとえば、製鋼の過程において、溶鋼等の溶融金属が収容された容器に、保温材等の添加材を投入する添加材投入方法および添加材投入装置に関し、より詳細には、ノズルを用いて、容器に添加材を投入する添加材投入方法および添加材投入装置に関する。

背景技術

[0002] 高炉で製造された溶銑は、適宜予備処理が施された後で、転炉を用いて脱炭処理と昇熱処理とが施され、1600℃程度の溶鋼となる。この溶鋼は、二次精錬設備を用いて、成分調整、および脱ガス処理が施される。このような製鋼過程を経た溶鋼は、連続鑄造機を用いて凝固し、スラブ、ブルーム、ビレットなどの鋼の鑄片となる。

[0003] その際、転炉をよる処理工程（以下、「転炉工程」という。）を経た溶鋼は、取鍋等の容器に収容された状態で、二次精錬設備、および連続鑄造機の順に搬送されて処理される。連続鑄造機に供給する溶鋼は、凝固温度より高い適切な温度を有することが必要である。しかし、転炉工程を実施した後は、容器内の溶鋼の温度は、放熱によって低下する。溶鋼の温度が所定の温度より低い温度まで低下した場合は、温度の低下幅に応じて、二次精錬時に、被酸化元素を添加して、この被酸化元素の酸化熱により溶鋼の温度を高めることができる。

[0004] しかし、そのような昇温処理を実施すると、二次精錬の作業時間が増大する。さらに、昇温処理の実施により、被酸化元素を起源とする酸化物が生じて溶鋼中の酸化物の量が増大する。この場合、連続鑄造機へ溶鋼を供給するノズルが詰まりやすくなって生産性が低下し、また、このような溶鋼を連続鑄造して得られる鑄片の品質は低くなる。したがって、二次精錬時に昇温処

理は実施しないことが好ましい。

[0005] 二次精錬時の昇温処理に代え、転炉工程での昇温幅を大きくし転炉からの出鋼温度を高くすることも考えられる。しかし、この場合、転炉工程での生産性が低下するとともに、転炉設備にかかる熱負荷が過剰となる。このため、出鋼温度を高くすることには制約がある。

[0006] したがって、転炉工程以降、連続鑄造を開始するまでの工程で、放熱による溶鋼温度の低下を抑制する必要がある。溶鋼温度の低下を効率的に抑制する方法として、溶鋼が収容された容器へ、保温材（溶鋼用保温材）を投入する方法がある。保温材は、粒子の集合体の形態を有し、各粒子の直径は、たとえば、数mm程度である。保温材には、以下の特性が求められる。

（１）溶鋼より密度が小さいこと。

（２）溶鋼に悪影響を及ぼす反応をしないこと。

（３）溶鋼表面を覆うことによって、溶鋼から大気への放熱を抑制できるものであること。

[0007] 上記（３）の特性が得られるようにするためには、保温材は、溶鋼表面上で凝集せずに分散することが好ましい。保温材として用いることができる材料として、具体的には、バーミキュライト（蛭石、苦土蛭石などを加熱処理したもの）、焼きもみ（焼いた粃殻）などが知られている。

[0008] 保温材は、溶鋼の表面全体に供給されることが好ましい。保温材投入方法の具体例としては、投入すべき全保温材を、それぞれが10kg以下程度の量になるように複数の投入単位に分割して投入する方法がある。この場合、保温材は、この投入単位毎に小袋に詰められ、溶鋼が収容された容器内に手作業で適宜分散させながら投入される。しかし、手作業で保温材を投入する方法では、保温材の投入に時間を要する。また、転炉から容器に移し替えられた溶鋼は1600℃以上の高い温度を有することにより、溶鋼近傍まで人が接近して作業を行うことには制約がある。

[0009] そこで、手作業によらない、保温材投入方法が開発されてきた。特許文献1には、容器の上方に、保温材を収容したホッパーを設置し、保温材を、重

力の作用により落下させる方法が開示されている。ホッパーの底部には、複数の弁片が設けられ、各弁片を開くことにより、ホッパー内の保温材を排出して容器内に投入することができる。このようにして、ホッパー底部の複数部位から保温材を投入することによって、溶鋼の表面全体に保温材が供給される。

[0010] 特許文献2には、底部が格子状に構成された箱型治具内に、フレキシブルコンテナバッグに充填された保温材を配置し、溶鋼の熱でフレキシブルコンテナバッグを破って、保温材を、重力の作用により落下させる方法が開示されている。この方法では、保温材が格子を通過することにより、保温材の落下継続時間が長くなる。このため、保温材の落下中に、クレーンにより箱型治具を水平面内で移動させることで、溶鋼の表面全面に保温材を供給することができる。

[0011] 特許文献3には、溶鋼が収容されたタンディッシュ内に、キャリアガスを用いて、保温材を投入する方法が開示されている。この方法では、タンディッシュの蓋と溶鋼の湯面との間に、ノズルの噴出口が配置され、この噴出口から、保温材が、キャリアガスとともに、溶鋼の湯面に吹付けられる。この方法によれば、溶鋼表面に対する保温材の被覆率は向上する。特許文献3では、これにより、保温材の過剰投入を回避して、保温材の投入量を適正化できるので、コスト改善に有効である、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特許第2971829号公報

特許文献2：特開昭61-219462号公報

特許文献3：特開昭63-108954号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1および2に記載の方法では、溶鋼表面に対して、保温材を、あ

る程度均一に供給することができる。しかし、これらの方法では、保温材は、重力の作用により落下して溶鋼表面に供給される。また、保温材は短時間に投入する必要があるので、保温材の分割数には制約がある。以上のことにより、満足できる程度に均一に保温材を投入することは困難である。このため、溶鋼表面に保温材からの露出部が多くなって保温効果が不十分になることがある。また、十分な保温効果を確保するべく溶鋼表面の露出を少なくしようとする、保温材の投入量が過剰となって、経済性が劣るという問題がある。

[0014] さらに、溶鋼が高温であることにより、溶鋼の表面から上昇気流が生じているため、特許文献 1 および 2 に記載の方法では、投入される保温材の一部が、上昇気流に運ばれて、設備の周囲に飛散し、環境を悪化させてしまうという問題が生じる。

[0015] これに対して、特許文献 3 の方法では、保温材は、キャリアガスとともに溶鋼表面に吹き付けられるので、溶鋼表面に均一に供給され、保温効果と保温材使用量とを適正化できる。しかし、特許文献 3 には、この方法を、上部に蓋が設けられたタンディッシュに適用する場合について記載されており、蓋が設けられていない容器で、同様の設備を適用する方法については、具体的な記載がない。蓋が設けられていない容器に、当該方法を適用すると、ノズルの噴出口が水平方向を向いていることから、保温材は上昇気流に運ばれて周囲に飛散しやすい。これにより、十分な保温効果が得られないか、保温効果確保のために保温材の使用量を増加させる必要が生じ経済性が悪化することになる。

[0016] また、溶鋼の表面にスラグ改質材またはスラグ固化材を供給することができる。この場合も、スラグ改質材またはスラグ固化材を溶鋼の表面に均一に供しなければ、スラグ改質またはスラグ固化の効果が十分に得られない。また、スラグ改質材またはスラグ固化材が飛散すると、環境および経済性が悪化する。さらに、溶鋼以外の熔融金属、たとえば、溶銑等に添加材を添加する場合も同様の問題が生じ得る。

[0017] そこで、本発明は、容器に蓋が設けられているか否かによらず、容器に収容された熔融金属の表面に対して、均一に添加材を供給して、添加材の十分な添加効果と添加材使用量の低減とを両立することができる添加材投入方法および添加材投入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

[0018] 本発明は、下記（１）の添加材投入方法、および下記（２）の添加材投入装置を要旨とする。

[0019] （１）熔融金属が収容された容器に、添加材を投入する方法であって、
前記容器に収容された熔融金属の上方に、ノズルを配置するノズル配置工程と、

添加材を、キャリアガスにより、前記ノズルへと搬送し、当該ノズルの噴出口から噴出させる添加材噴出工程と、
を含み、

前記ノズルにおいて、導入口の面積より前記噴出口の面積が大きい、添加材投入方法。

[0020] （２）熔融金属が収容された容器内に、添加材を投入する装置であって、
前記添加材を収容するコンテナと、
前記容器に収容された熔融金属の上方に配置されるノズルであって、前記ノズルの噴出口が当該ノズルの下端に設けられたノズルと、

前記ノズルと前記コンテナとを接続する添加材搬送配管と、
前記添加材搬送配管にキャリアガスを供給して、当該キャリアガスにより、前記コンテナに収容された添加材を、前記添加材搬送配管を介して前記ノズルへと搬送する、キャリアガス導入装置と、
を備え、

前記ノズルにおいて、導入口の面積より噴出口の面積が大きい、添加材投入装置。

発明の効果

[0021] この添加材投入方法および添加材投入装置により、容器に蓋が設けられて

いるか否かによらず、容器に収容された熔融金属の表面に対して、均一に添加材を供給して、添加材の十分な添加効果と添加材使用量の低減とを両立することができる。添加材の添加効果として、たとえば、添加材が保温材である場合は、十分な保温効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る保温材投入装置の断面図である。

[図2]図2は、搬送配管とキャリアガス導入装置との接続部近傍の構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 本発明者らは、蓋が設けられていない容器内の溶鋼表面に、均一に保温材を供給する方法について、種々の実験を行った。まず、蓋が設けられていない容器内の溶鋼表面に対し、下端に噴出口が形成された1本のノズルを上方に配置し、キャリアガスにより、このノズルの噴出口から、保温材を溶鋼表面に吹き付ける試験を行った。容器の開口部の直径は、3.0 m以上とした。この際、ノズルの噴出口は鉛直下方に向けた。

[0024] その結果、容器上端からノズルの噴出口までの高さ方向の距離（以下、「ノズル高さ」ともいう。）が、1.2 mより大きい場合は、以下の通りとなった。すなわち、溶鋼表面に保温材を均一に供給できる程度に保温材の使用量を増やすと、溶鋼表面からの上昇気流により飛散する保温材の量が多くなり、設備周囲の環境を悪化させた。

[0025] 一方、ノズル高さが1.2 m以下の場合は、保温材は、実質的に飛散しなかった。しかし、この場合、溶鋼表面に保温材を均一に供給することができず、溶鋼表面に堆積した保温材の量に偏りが生じた。特に、ノズル高さが0.4 m未満の場合は、溶鋼表面に堆積した保温材の量の偏りが顕著であった。

[0026] 本発明者らは、ノズル噴出口の数および形状を変更することも検討した。しかし、蓋が設けられておらず、開口部の直径が3.0 m以上である容器内の溶鋼表面に対して、保温材を均一に供給して、十分な保温効果と保温材使

用量の低減とを両立することは、単一のノズルを用いる限り、困難であることが予想された。

[0027] そこで、本発明者らは、容器に收容された溶鋼の上方に、2本のノズルを設けて、容器に保温材を投入する試験を行った。その結果、溶鋼表面に、保温材が均一に分散して供給されるとともに、溶鋼上の上昇気流による保温材の飛散が少なくなることが確認された。特に、ノズル高さを、0.4 m以上1.2 m以下としたとき、溶鋼表面に供給される保温材の均一性が高く、溶鋼上の上昇気流による保温材の飛散は実質的に生じなかった。

[0028] さらに、本発明者らは、保温材の適正使用量を検討し、溶鋼表面上に堆積する保温材の平均厚さが、5 mm以上25 mm以下であるとき、保温効果と保温材使用量とのバランスが、さらに良好になることを確認した。保温材の粒径は、一般に5 mm程度であるので、平均厚さが5 mm未満の場合は、溶鋼表面全体を被覆し得ない。平均厚さが25 mm超の場合は、平均厚さの増加に対して溶鋼を保温する効果は飽和してほぼ一定となり、保温材使用量が過剰となることによる。

本発明は、上記知見に基づいて完成したものである。

[0029] 上述のように、本発明の添加材投入方法は、熔融金属が收容された容器に、添加材を投入する方法である。この方法は、容器に收容された熔融金属の上方に、ノズルを配置するノズル配置工程と、添加材を、キャリアガスにより、ノズルへと搬送し、当該ノズルの噴出口から噴出させる添加材噴出工程とを含む。ノズルにおいて、導入口の面積より噴出口の面積が大きい。

[0030] 容器の開口部の直径は、3.0 m以上であってもよい。この場合、添加材噴出工程において、容器の上端からの噴出口までの高さ方向の距離を、0.4 m以上1.2 m以下とすることが好ましい。

[0031] 添加材は、保温材であってもよい。この場合、添加材噴出工程において、熔融金属の表面上に、添加材を5 mm以上25 mm以下の平均厚さで堆積させることが好ましい。

[0032] 導入口の面積に対する噴出口の面積の割合は、2以上であることが好まし

い。溶融金属は、溶鋼であってもよい。ノズル配置工程は、容器に收容された溶融金属の上方に、複数のノズルを配置する工程を含んでもよい。

[0033] 上述のように、本発明の添加材投入装置は、溶融金属が收容された容器内に、添加材を投入する装置である。この装置は、コンテナと、ノズルと、添加材搬送配管と、キャリアガス導入装置とを備えている。コンテナは、添加材を收容する。ノズルは、容器に收容された溶融金属の上方に配置され、ノズルの噴出口は、当該ノズルの下端に設けられている。添加材搬送配管は、ノズルとコンテナとを接続する。キャリアガス導入装置は、添加材搬送配管にキャリアガスを供給して、当該キャリアガスにより、コンテナに收容された添加材を、添加材搬送配管を介してノズルへと搬送する。ノズルにおいて、導入口の面積より噴出口の面積が大きい。

[0034] 導入口の面積に対する噴出口の面積の割合は、2以上であることが好ましい。添加材は、保温材であってもよい。溶融金属は、溶鋼であってもよい。この添加材投入装置は、複数のノズルを備えていてもよい。この場合、添加材搬送配管は、複数のノズルの各々とコンテナとを接続し、キャリアガス導入装置は、コンテナに收容された添加材を、添加材搬送配管を介して複数のノズルの各々へと搬送するものであってもよい。

[0035] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について、溶融金属が溶鋼であり添加材が保温材である場合を例として、詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る保温材投入装置の構成を示す断面図である。この保温材投入装置20は、保温材14が收容されたコンテナ15と、容器12に收容された溶鋼13の上方に配置される複数（この実施形態では2つ）のノズル11とを備えている。容器12は、溶鋼13の收容および運搬に用いられる。容器12は、蓋を備えておらず、上部が開放されている。

[0036] 各ノズル11に形成された噴出口11aは、そのノズル11の下端に位置しており、下方に向けられている。複数のノズル11は、互いに離間して、水平方向に並べられている。平面視において、容器12に收容された溶鋼1

3の表面に対して、複数のノズル11が均等に配置されることが好ましい。
各ノズル11は、搬送配管16を介して、コンテナ15に接続されている。

[0037] コンテナ15の側壁の下部には、保温材排出口15aが形成されている。
搬送配管16は、保温材排出口15aに接続されている。搬送配管16において、保温材排出口15aの近傍には、キャリアガス導入装置17が接続されている。キャリアガス導入装置17は、保温材14を搬送するためのキャリアガスを、搬送配管16へ導入する。

[0038] 図2は、搬送配管とキャリアガス導入装置との接続部近傍の構成を示す断面図である。キャリアガス導入装置17は、キャリアガスが収容されたキャリアガス収容部（図示せず）と、キャリアガス収容部に収容されたキャリアガスを搬送配管16に導入するキャリアガス導入管21とを備えている。キャリアガスとしては、アルゴンガス、または窒素ガス等の不活性ガスを用いることが好ましい。不活性ガスは、溶鋼との反応（溶鋼へのピックアップを含む。）が生じにくいためである。

[0039] 搬送配管16において、保温材排出口15aとの接続部近傍の部分（以下、「第1部分」という。）16aは、コンテナ15から離れる方向に下り傾斜が付けられており、シュートとして機能する。搬送配管16において、第1部分16aに隣接する部分（以下、「第2部分」という。）16bは、ほぼ水平になっている。キャリアガス導入管21は、搬送配管16の第2部分16bに接続されている。この接続部近傍で、キャリアガス導入管21と、接続部よりコンテナ15側の搬送配管16（第2部分16b）とは、鋭角をなす。

[0040] コンテナ15に収容された保温材14の一部は、重力の作用により、搬送配管16の第1部分16aに流入し、さらに、第2部分16bにおいて第1部分16aに隣接する部分へと流入する。この状態で、キャリアガス導入装置17を起動して、キャリアガスを搬送配管16の第2部分16bに導入すると、キャリアガスは、搬送配管16内を、主としてノズル11側へと流れる。図2に、キャリアガスの主たる流れの方向を、破線矢印で示す。これは

、搬送配管 1 6 のコンテナ 1 5 側の部分には多くの保温材 1 4 が存在して圧力損失が大きいことと、キャリアガス導入管 2 1 が、上述の角度をなして搬送配管 1 6 に接続されていることとによる。

[0041] キャリアガスが、このように搬送配管 1 6 を流れると、搬送配管 1 6 とキャリアガス導入管 2 1 との接続部よりコンテナ 1 5 の側の部分は負圧となり、これにより、保温材 1 4 は、当該接続部近傍まで引き込まれた後、キャリアガスにより搬送される。図 2 に、保温材の主たる搬送方向を、白抜きの矢印で示す。このような作用により、コンテナ 1 5 に収容された保温材 1 4 は、搬送配管 1 6 を介してノズル 1 1 へと搬送され、ノズル 1 1 の噴出口 1 1 a から噴出される。搬送配管 1 6 の長さの上限は、キャリアガス導入装置 1 7 の気送能力によって決定される。

[0042] コンテナ 1 5 に収容される保温材 1 4 の種類は、特に限定されないが、たとえば、バーミキュライトとすることができる。この場合、保温材 1 4 を構成する粒子の直径は、3 ～ 1 0 mm であることが好ましく、たとえば、約 5 mm であるものとすることができる。粒子の直径が 3 mm 未満であると、溶鋼 1 3 の上方に生じる上昇気流によって飛散する保温材 1 4 の量が無視できなくなる。粒子の直径が 1 0 mm を超えると、キャリアガスによって保温材 1 4 を円滑に搬送することが困難になる。

[0043] コンテナ 1 5 の下には、質量計（図示せず）が設けられている。質量計により、コンテナ 1 5、およびその内部に収容された保温材 1 4 の合計質量を計測できる。容器 1 2 への保温材 1 4 の単位時間あたりの投入量は、この質量計で測定される質量の経時変化から算出できる。

[0044] この保温材投入装置 2 0 は、複数のコンテナ 1 5 を備えていてもよい。この場合、各コンテナ 1 5 について、1 つまたは複数のノズル 1 1 が設けられ、各ノズル 1 1 は、キャリアガス導入装置 1 7 が接続された搬送配管 1 6 を介して、コンテナ 1 5 に接続されているものとすることができる。

[0045] ノズル 1 1 において、キャリアガスおよび保温材 1 4 の導入口 1 1 b（搬送配管 1 6 との接続部）の面積より、キャリアガスおよび保温材 1 4 の噴出

口 1 1 a の面積が大きい。ここで、導入口 1 1 b および噴出口 1 1 a について、「面積」とは、ノズル 1 1 の中心軸に沿って見たときの開口面積である。

[0046] キャリアガスが、搬送配管 1 6 からノズル 1 1 へ、 V (m^3/min) の体積速度で供給されたとする。ノズル 1 1 において、導入口 1 1 b の面積を S_1 (m^2)、噴出口 1 1 a の面積を S_2 (m^2) とする。キャリアガスの体積膨張を無視すると、導入口 1 1 b でのキャリアガスの線速度 V_1 は V/S_1 (m/min) であり、吐出口 1 1 a でのキャリアガスの線速度 V_2 は V/S_2 (m/min) である。 $S_1 < S_2$ であるので、 $V_1 > V_2$ となる。すなわち、キャリアガスの線速度は、導入口 1 1 b に比して噴出口 1 1 a で減少する。

[0047] 保温材 1 4 をノズル 1 1 まで搬送するには、搬送配管 1 6 内のキャリアガスの線速度がある程度大きい必要がある。そのような大きな線速度を有して、キャリアガスが保温材 1 4 とともに容器 1 2 内の溶鋼 1 3 表面に噴出されると、容器 1 2 の外部に飛散する保温材 1 4 の量が多くなる。ノズル 1 1 において、導入口 1 1 b の面積 S_1 と噴出口 1 1 a の面積 S_2 との関係が $S_1 < S_2$ であることにより、キャリアガスおよび保温材 1 4 の線速度が減じられて、このような飛散を抑制することができる。このような効果を十分に得るために、導入口 1 1 b の面積 S_1 に対する噴出口 1 1 a の面積 S_2 の割合 S_2/S_1 は、2 以上であることが好ましく、3 以上であることがより好ましい。

[0048] ノズル 1 1 の面積は、導入口 1 1 b から噴出口 1 1 a へと連続的に大きくなることが好ましい。すなわち、ノズル 1 1 の内面は、下方に向かって広がる形状、たとえば、円錐または円錐台の側面の形状を有することが好ましい。この場合、ノズル 1 1 内面の横断面形状は、円形となる。ノズル 1 1 内面の広がり角度は、 $60 \sim 90^\circ$ であることが好ましい。これにより、保温材 1 4 を溶鋼 1 3 の表面上に均一に供給しやすくなるとともに、保温材 1 4 が溶鋼 1 3 の上方に生じる上昇気流により飛散することを防止しやすくなる。

- [0049] ノズル 11 の内面の広がり角度が 60° 未満であると、保温材 14 は、ノズル 11 の中心軸上付近に集中して、噴出されるので、保温材 14 を溶鋼 13 の表面上に均一に供給できない。一方、ノズル 11 の内面の広がり角度が 90° を超えると、保温材 14 が噴出口 11a から広がって噴出されることにより、保温材 14 の下向きの速度成分が小さくなって、上昇気流に運ばれて飛散する保温材の量が多くなる。
- [0050] この実施形態では、搬送配管 16 およびキャリアガス導入装置 17 の個数は、ノズル 11 の個数と同じであり、複数のノズル 11 の各々に対して、互いに別のキャリアガス導入装置 17 および搬送配管 16 が設けられている。このような構成を採用せず、搬送配管 16 およびキャリアガス導入装置 17 の個数を、ノズル 11 の個数より少なくしてもよい。この場合、搬送配管 16 を分岐させることにより、いずれのノズル 11 にも、対応するキャリアガス導入装置 17 が設けられているものとすることができる。
- [0051] しかし、搬送配管 16 およびキャリアガス導入装置 17 の個数が、ノズル 11 の個数より少ない場合は、以下の問題が生じ得る。すなわち、搬送配管 16 において分岐前の部分（分岐点よりキャリアガス導入装置 17 側の部分）で保温材 14 が詰まる等のトラブルが生じると、その搬送配管 16 に接続されたノズル 11 のいずれへも、保温材 14 を搬送できなくなる。また、搬送配管 16 において、分岐前の部分を搬送される保温材 14 は、分岐後の部分（分岐点よりノズル 11 側の部分）に均等に分配されず保温材の搬送量に偏りが生じることがある。
- [0052] 搬送配管 16 およびキャリアガス導入装置 17 の個数を、ノズル 11 の個数と同じとし、1つのノズル 11 に対して、独立した1つのキャリアガス導入装置 17 および搬送配管 16 を設けることにより、上述の問題が生じないようにすることができる。
- [0053] 容器 12 の開口部の形状は、たとえば、円形であり、その直径は、たとえば、3.0 m 以上である。容器 12 の開口部の形状が円形である場合は、容器 12 は、たとえば、有底円筒状の形状を有する。

[0054] 容器 1 2 の開口部の形状は、円形ではなくてもよく、たとえば、多角形（たとえば、矩形）、楕円、または不定形であってもよい。その場合、容器 1 2 の開口部の面積と同一面積である円の直径（このように定義される直径も、以下、「開口部の直径」という。）は、たとえば、3.0 m 以上である。ノズル 1 1 の内面は、容器 1 2 の開口部の形状にあわせた形状を有してもよい。たとえば、容器 1 2 の開口部の形状が矩形である場合は、ノズル 1 1 内面の横断面の形状も矩形とすることができる。これにより、保温材 1 4 を効率的に均一に溶鋼 1 3 の表面に供給することができる。ノズル 1 1 の内面は、容器 1 2 の開口部の形状にあわせた形状を有さなくてもよい。

[0055] 開口部の直径が 3.0 m 未満であると、1 本のノズル 1 1 により、保温材 1 4 を投入しても、溶鋼 1 3 の表面に均一に保温材 1 4 を供給しやすい。容器 1 2 の開口部の直径の上限は、特に限定されない。

[0056] 以下、容器 1 2 の上端部からノズル 1 1 の噴出口 1 1 a（ノズル 1 1 の下端）までの高さ方向の距離 H を、「ノズル高さ」という。容器 1 2 の開口部の直径が 3.0 m 以上であるとき、ノズル高さ H は、0.4 m 以上 1.2 m 以下とすることが好ましい。これにより、溶鋼 1 3 の表面へ保温材 1 4 を均一に供給するとともに、保温材 1 4 の飛散を抑制することができる。各ノズル 1 1 のノズル高さ H は、他のノズル 1 1 のノズル高さ H と、同じであってもよく、異なってもよい。

[0057] 容器 1 2 の大きさおよび形状により、溶鋼 1 3 の表面上に均一に保温材 1 4 を供給できるように、ノズル 1 1 の数および配置を、適宜設定するものとする。

[0058] 次に、本発明の一実施形態に係る保温材投入方法について説明する。

以下、容器 1 2 は、転炉での吹錬が終了した後の溶鋼が注がれた取鍋であるものとするが、本発明における容器 1 2 は、これに限定されるものではない。この取鍋を、取鍋運搬台車によって、保温材投入装置 2 0 に備えられた複数のノズル 1 1 の下方に移動する。これにより、取鍋に収容された溶鋼 1 3 の上方に、複数のノズル 1 1 が配置される。この状態で、ノズル高さ H は

、好ましくは、0.4 m以上1.2 m以下である。

[0059] 次に、キャリアガス導入装置17を起動して、搬送配管16内にキャリアガスを導入する。これにより、保温材14は、搬送配管16内を搬送される。ここで、キャリアガス導入装置17は、取鍋運搬台車が停止してから起動してもよく、取鍋運搬台車が動いているときに起動してもよい。

[0060] 搬送配管16内を搬送された保温材14は、ノズル11の下端にある噴出口11aから、キャリアガスとともに噴出され、取鍋内に投入される。噴出された保温材14は、取鍋内に收容された溶鋼13の表面に均一に供給される。ノズル高さHが0.4 m以上1.2 m以下であるとき、溶鋼13の表面に供給される保温材14の均一性は、高くなる。このとき、ノズル11の内面が下方に向かって広がる形状を有していれば、溶鋼13の表面に供給される保温材14の均一性は、さらに高くなる。

[0061] 所定量の保温材14が投入された後、キャリアガス導入装置17を停止し、保温材14の投入を終了する。保温材14の投入時間は、投入量により異なるが、たとえば、10～30秒程度である。その後、取鍋を、次の工程、たとえば、二次精錬工程が実施される場所に運搬する。

[0062] 溶鋼13の表面と、溶鋼13の表面を覆う保温材14とは、特殊な計器を用いなくても、目視により識別が可能である。このため、溶鋼13の全表面に対する、保温材14で覆われた部分の面積の割合(%) (被覆率)は、適宜、取鍋内を観察して、見積もることができる。

[0063] 溶鋼13の表面上に堆積する保温材14 (保温材堆積層)の嵩密度を予め求めておけば、下記式に基づき、保温材14の投入量(質量)と、被覆率とにより、溶鋼13の表面上に堆積した保温材10の平均厚さを求めることができる。

$$[\text{平均厚さ}] (\text{mm}) = [\text{保温材の投入量}] (\text{kg}) / [\text{保温材堆積層の嵩密度}] (\text{kg} / \text{m}^3) / [\text{溶鋼の全表面積}] (\text{m}^2) \times [\text{被覆率}] (\%) \times 10$$

[0064] 保温材堆積層の平均厚が5 mm以上25 mm以下となるように、保温材1

4を投入することが好ましい。この場合、保温材14による保温効果と保温材14の使用量とのバランスが良好となる。すなわち、十分な保温効果が得られるとともに、保温材14の過剰な使用を避けることができる。

[0065] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲で、様々に変更可能である。たとえば、上記実施形態では、容器12には、蓋（覆い）が設けられていないが、本発明は、蓋が設けられた容器12についても適用することができる。この場合、ノズル11の噴出口11aが溶鋼13の表面と蓋との間に位置するように、ノズル11を配置する。

[0066] 添加材は、保温材以外に、たとえば、スラグ改質材またはスラグ固化材であってもよい。溶融金属は、溶鋼以外に、たとえば、溶銑であってもよく、鉄系以外の溶融金属であってもよい。ノズル11の数は、3本以上であってもよく、容器の開口部が十分に小さい場合は、1本であってもよい。

実施例

[0067] 本発明による効果を確認するために、異なる条件で、容器に保温材を投入する試験を行い、それぞれの場合の溶鋼の温度低下速度を測定した。いずれの場合も、まず、350t容量の上底吹き転炉で処理した350～360tの未脱酸溶鋼を、容器としての取鍋へと出鋼した。この溶鋼の出鋼後の温度は、1590～1610℃であった。出鋼時には、C、Si、Mn、Al等を含有する合金鉄の投入は行わず、生石灰のみを1.0～1.5kg/t投入した。取鍋の開口部の形状は円形であり、その直径は、4.7mであった。したがって、取鍋に収容された溶鋼の表面積は、17.3m²であった。

[0068] 次に、転炉から離れる方向に、取鍋を約10m移動して、溶鋼用温度測定プローブを、取鍋内の溶鋼に、上部より挿入して、溶鋼の温度を測定した。取鍋の移動は、取鍋運搬台車を用いて行った（以下の説明で、取鍋を移動したときも、同様）。その後、取鍋を、転炉から離れる方向にさらに約7m移動し、取鍋内に保温材を投入した。比較のため、保温材の投入を行わない試験も行った。

[0069] 保温材は、図1に示す構成を有する保温材投入装置により、投入した。ノ

ズルは、約20mの搬送配管により、コンテナに接続されていた。コンテナには、粒径を5mm以上10mm以下に整粒した製紙屑系保温材を収容していた。この保温材の嵩密度は、 0.5 t/m^3 であり、溶鋼の表面上に堆積した場合も、同じ嵩密度を有することが予想された。搬送配管として、内径が105.3mmの鋼管を用いた。搬送配管のノズル側の端部は、分離可能に構成されており、長さの異なるものに交換可能であった。ノズル高さは、搬送配管の端部を交換することで調整した。

[0070] キャリアガス導入装置により導入するキャリアガスとして、工業用窒素を用い、この工業用窒素を、流量 $10\text{ m}^3/\text{min}$ で搬送配管に導入した。

[0071] 保温材の投入が完了した後、保温材による溶鋼表面の被覆率（以下、単に、「被覆率」という。）を、目視により見積もった。その後、取鍋を、二次精錬処理のために移動し、二次精錬処理を行う前に、上記と同様の方法により溶鋼の温度を測定した。そして、溶鋼について1回目に測定した温度と2回目に測定した温度との差と、1回目の測定から2回目の測定までの経過時間とから、温度低下速度を算出した。

[0072] 表1に、試験条件（ノズルについて、数、導入口面積に対する噴出口面積の割合、および高さ、ならびに保温材の投入量）と、試験結果（被覆率、溶鋼上に堆積した保温材の平均厚さ、および溶鋼の温度低下速度）とを示す。

[0073] 条件Aによる試験では、保温材を投入しなかった。条件Bおよび条件Cによる試験では、1本のノズルのみを用いて保温材を投入した。条件D～Hによる試験では、2本のノズルを用いて保温材を投入した。条件Bによる試験では、導入口面積に対する噴出口面積の割合が1のノズルを使用し、条件C～Hによる試験では、導入口面積に対する噴出口面積の割合が3のノズルを使用した。条件C～Hによる保温材投入方法は、本発明の実施例であり、条件Aおよび条件Bによる保温材投入方法は、本発明の要件を満たさない比較例である。

[0074]

[表1]

表 1

試験条件	ノズル			保温材			溶鋼 温度低下 速度 (°C/min)
	数	噴出口面積 /導入口面積	ノズル高さ (m)	投入量 (kg)	被覆率 (%)	平均厚さ (mm)	
A	-	-	-	-	-	-	0.45
B	1	1	1.0	50	40	14	0.43
C	1	3	1.0	50	60	9	0.41
D	2	3	1.0	50	90	6	0.36
E	2	3	0.3	50	65	9	0.40
F	2	3	1.5	50	70	6	0.40
G	2	3	1.0	200	90	25	0.35
H	2	3	1.0	250	90	30	0.35

[0075] 溶鋼の温度低下速度は、試験条件 A による試験では、 $0.45^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であり、他の条件の試験に比して大きくなった。これは、保温材を投入しなかったことにより、溶鋼の表面からの放熱量が大きかったためと考えられる。

[0076] この結果から、転炉より出鋼してから 70 分経過すると、保温材を投入しない場合は、溶鋼の温度は 31.5°C 低下することになる。溶鋼の温度低下速度を、 $0.40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ まで抑制すると、保温材を投入しない場合と比較して、70 分経過後の溶鋼の温度低下を 3.5°C だけ抑制することができる。これにより、転炉からの出鋼温度を過剰に高くする必要がなくなり、転炉での溶鋼の温度を、有意なコスト低下効果が得られる程度に、低減できる。

[0077] 試験条件 B による試験では、被覆率は 40% であり、溶鋼の温度低下速度は $0.43^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であった。これに対して、試験条件 C による試験では、被覆率は 60% であり、溶鋼の温度低下速度は $0.41^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であった。この結果から導入口面積に対する噴出口面積の割合が大きいノズルを使用した方が被覆率を高くすることができ、溶鋼の温度低下速度を低減できたことが確認された。

[0078] これら 1 本のノズルを使用した場合に対して、試験条件 D～H による試験では、被覆率は、65～90% であり、溶鋼の温度低下速度は $0.35\sim 0$

、 $40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であった。この結果から、少なくとも、開口部の直径が4.7 mである取鍋を用いた場合は、1本のノズルを用いた場合に比して、2本のノズルを用いた場合は、被覆率を高くすることができ、これにより、溶鋼の温度低下速度を低減できたことが確認された。ただし、別途、開口部の直径が2 mである取鍋を用いて試験したところ、導入口面積に対する噴出口面積の割合が3である1本のノズルを用いても被覆率を十分に高くし、溶鋼の温度低下速度を低減できた。

[0079] 試験条件D～Hでは、いずれも、溶鋼の温度低下速度の抑制により、上述の有意なコスト低下効果が得られる。特に、試験条件D、GおよびHでは、被覆率は90%と大きく、また、温度低下速度は $0.35\sim 0.36^{\circ}\text{C}/\text{min}$ と小さく、十分に温度降下を抑制する効果が得られたことが確認された。

[0080] 試験条件Eによる試験では、試験条件Dによる試験に比して、被覆率が低くなった。これは、ノズル高さが、試験条件Dでは1.0 mであったのに対して、試験条件Eでは0.3 mと低かったことと関係しているものと考えられる。試験条件Fによる試験では、試験条件Dによる試験に比して、溶鋼の上方で上昇気流に運ばれて取鍋の外部に飛散する保温材の量が多かった。これは、ノズル高さが、試験条件Dでは1.0 mであったのに対して、試験条件Fでは1.5 mと高かったことと関係しているものと考えられる。

[0081] 試験条件Gによる試験では、試験条件Dによる試験に比して、溶鋼上に堆積した保温材の平均厚さが大きくなり、溶鋼の温度低下速度が抑制された。これは、保温材の投入量が、試験条件Dでは50 kgであったのに対して、試験条件Gでは200 kgと多かったことと関係している。この結果から、保温材の平均厚さが6 mmから25 mmへと増大したことにより、溶鋼の温度低下を抑制する効果が増大したことがわかる。

[0082] 試験条件Hでは、保温材の投入量は250 kgであり、試験条件Gに比して、さらに多かった。試験条件Hによる試験では、試験条件Gによる試験に比して、溶鋼上に堆積した保温材の平均厚さが大きくなったが、溶鋼の温度

低下速度は同じであった。この結果から、保温材の平均厚さを25mm以上では、溶鋼の温度低下を抑制する効果は、ほぼ飽和したことがわかる。

符号の説明

[0083] 11 : ノズル、 11a : 噴出口、 12 : 容器、 13 : 溶鋼
、 14 : 保温材、 15 : コンテナ、 16 : 搬送配管、 17
: キャリアガス導入装置、 20 : 保温材投入装置

請求の範囲

- [請求項1] 溶融金属が収容された容器に、添加材を投入する方法であって、
前記容器に収容された溶融金属の上方に、ノズルを配置するノズル配置工程と、
添加材を、キャリアガスにより、前記ノズルへと搬送し、当該ノズルの噴出口から噴出させる添加材噴出工程と、
を含み、
前記ノズルにおいて、導入口の面積より前記噴出口の面積が大きい、
添加材投入方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の添加材投入方法であって、
前記容器の開口部の直径が、3.0 m以上であり、
前記添加材噴出工程において、前記容器の上端からの前記噴出口までの高さ方向の距離を、0.4 m以上1.2 m以下とする、添加材投入方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の添加材投入方法であって、
前記添加材が保温材である、添加材投入方法。
- [請求項4] 請求項3に記載の添加材投入方法であって、
前記添加材噴出工程において、溶融金属の表面上に、添加材を5 mm以上25 mm以下の平均厚さで堆積させる、添加材投入方法。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれかに記載の添加材投入方法であって、
前記導入口の面積に対する前記噴出口の面積の割合が、2以上である、添加材投入方法。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれかに記載の添加材投入方法であって、
前記溶融金属が溶鋼である、添加材投入方法。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれかに記載の添加材投入方法であって、
前記ノズル配置工程が、前記容器に収容された溶融金属の上方に、複数の前記ノズルを配置する工程を含む、添加材投入方法。
- [請求項8] 溶融金属が収容された容器内に、添加材を投入する装置であって、

前記添加材を収容するコンテナと、
前記容器に収容された熔融金属の上方に配置されるノズルであって、
前記ノズルの噴出口が当該ノズルの下端に設けられたノズルと、
前記ノズルと前記コンテナとを接続する添加材搬送配管と、
前記添加材搬送配管にキャリアガスを供給して、当該キャリアガスにより、前記コンテナに収容された添加材を、前記添加材搬送配管を介して前記ノズルへと搬送する、キャリアガス導入装置と、
を備え、
前記ノズルにおいて、導入口の面積より前記噴出口の面積が大きい、
添加材投入装置。

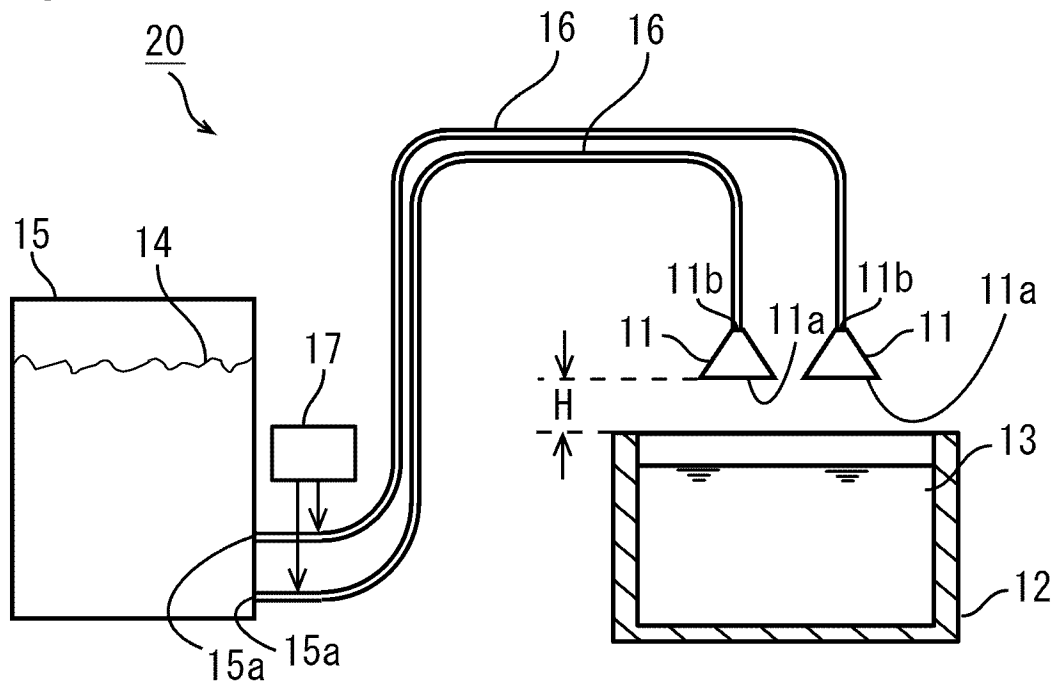
[請求項9] 請求項8に記載の添加材投入装置であって、
前記導入口の面積に対する前記噴出口の面積の割合が、2以上である、添加材投入装置。

[請求項10] 請求項8または9に記載の添加材投入装置であって、
前記添加材が保温材である、添加材投入装置。

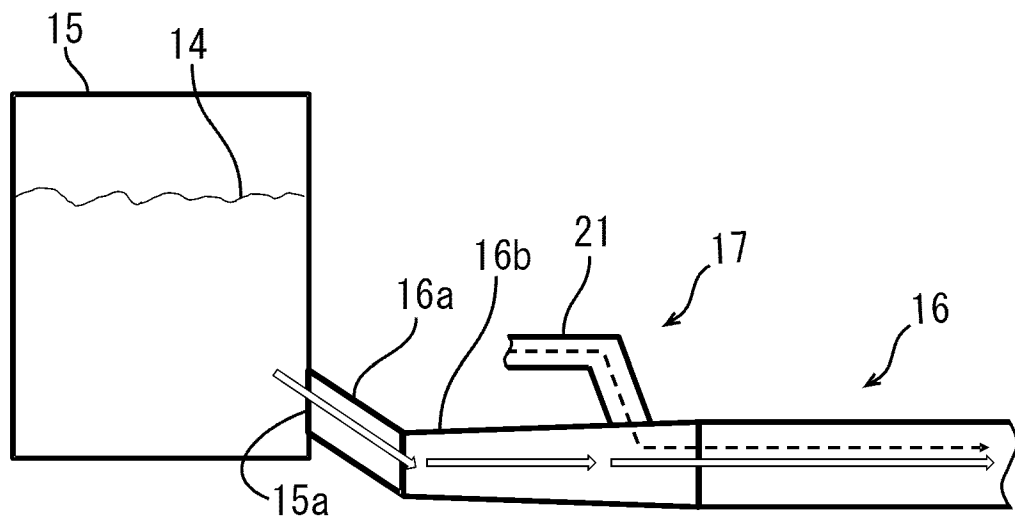
[請求項11] 請求項8～10のいずれかに記載の添加材投入装置であって、
前記熔融金属が溶鋼である、添加材投入装置。

[請求項12] 請求項8～11のいずれかに記載の添加材投入装置であって、
複数の前記ノズルを備え、
前記添加材搬送配管が、前記複数のノズルの各々と前記コンテナとを接続し、
前記キャリアガス導入装置が、前記コンテナに収容された添加材を、
前記添加材搬送配管を介して前記複数のノズルの各々へと搬送する、
添加材投入装置。

[図1]
FIG. 1



[図2]
FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22D27/06(2006.01)i, B22D1/00(2006.01)i, B22D11/108(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22D27/06, B22D1/00, B22D11/108

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-171248 A (Kawasaki Steel Corp.), 09 July 1993 (09.07.1993), paragraphs [0002], [0005] to [0012]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 5-9, 11, 12
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 92975/1982 (Laid-open No. 1449/1984) (Nippon Steel Corp.), 07 January 1984 (07.01.1984), Detailed Explanation of the Device; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 April 2017 (11.04.17)

Date of mailing of the international search report
25 April 2017 (25.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001978

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-108954 A (NKK Corp.), 13 May 1988 (13.05.1988), Detailed Explanation of the Invention; fig. 1 (Family: none)	1-12
A	JP 7-144124 A (Norsk Hydro AS), 06 June 1995 (06.06.1995), paragraphs [0008] to [0024]; fig. 1, 2 & US 5413315 A DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION; fig. 1, 2 & EP 620285 A1 & NO 931360 A & CA 2121215 A	1-12
A	JP 5-179337 A (Kawasaki Steel Corp.), 20 July 1993 (20.07.1993), paragraphs [0007] to [0014]; fig. 1 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22D27/06(2006.01)i, B22D1/00(2006.01)i, B22D11/108(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22D27/06, B22D1/00, B22D11/108

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 5-171248 A (川崎製鉄株式会社) 1993.07.09, 段落 [0002][0005]-[0012], 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 5-9, 11, 12
Y	日本国実用新案登録出願 57-92975 号 (日本国実用新案登録出願公開 59-1449 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイ クロフィルム (新日本製鐵株式会社) 1984.01.07, 考案の詳細な説 明, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-12

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.04.2017

国際調査報告の発送日

25.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川崎 良平

4 E

4661

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-108954 A (日本鋼管株式会社) 1988.05.13, 発明の詳細な説明, 第1図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 7-144124 A (ノルスク・ヒドロ・アクシエセルスカープ) 1995.06.06, 段落[0008]-[0024], 図1, 2 & US 5413315 A, DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION, Fig. 1, 2 & EP 620285 A1 & NO 931360 A & CA 2121215 A	1-12
A	JP 5-179337 A (川崎製鉄株式会社) 1993.07.20, 段落[0007]-[0014], 図1 (ファミリーなし)	1-12