

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年2月4日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/017348 A1

- (51) 国際特許分類:
C22B 1/24 (2006.01) C22B 5/10 (2006.01)
B22F 9/20 (2006.01) C22B 23/02 (2006.01)
C21B 11/00 (2006.01) C22C 33/02 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/068856
- (22) 国際出願日: 2015年6月30日(30.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-157577 2014年8月1日(01.08.2014) JP
- (71) 出願人: 住友金属鉱山株式会社 (SUMITOMO METAL MINING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058716 東京都港区新橋5-11-3 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 純一 (TAKAHASHI, Junichi); 〒1058716 東京都港区新橋5-11-3 住友金属鉱山株式会社内 Tokyo (JP). 井上 拓 (INOUE, Taku); 〒1058716 東京都港区新橋5-11-3

住友金属鉱山株式会社内 Tokyo (JP). 岡田 修二 (OKADA, Shuuji); 〒1058716 東京都港区新橋5-11-3 住友金属鉱山株式会社内 Tokyo (JP).

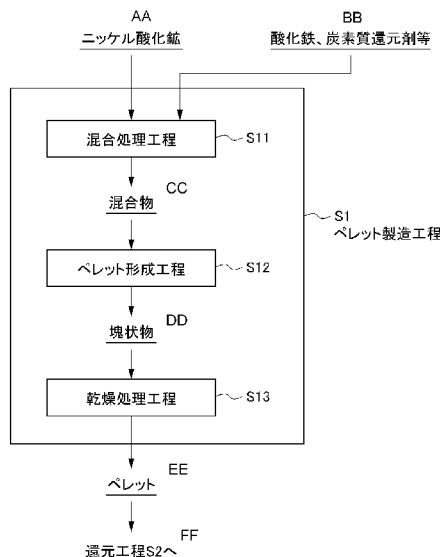
- (74) 代理人: 正林 真之, 外 (SHOBAYASHI, Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING PELLETS AND METHOD FOR PRODUCING IRON-NICKEL ALLOY

(54) 発明の名称: ペレットの製造方法、鉄-ニッケル合金の製造方法

[図2]



- S1 Pellet production step
S11 Mixing step
S12 Pellet formation step
S13 Drying step
AA Nickel oxide ore
BB Iron oxide, carbonaceous reducing agent, etc.
CC Mixture
DD Agglomerate
EE Pellets
FF To reduction step S2

(57) Abstract: Provided is a method for producing pellets by which, when nickel oxide ore is being pelletized and smelted to produce ferronickel, which is an iron-nickel alloy, it is possible to allow the smelting reaction to proceed effectively and to prevent the ferronickel obtained after the smelting reaction from becoming small in size. A method for producing pellets according to the present invention is for producing pellets which are used in producing iron-nickel alloy and which are produced by mixing raw materials including nickel oxide ore and agglomerating the resulting mixture, wherein the method comprises: a mixing step S11 for mixing at least nickel oxide ore, a carbonaceous reducing agent, and iron oxide to generate a mixture; and a pellet formation step S12 for agglomerating the resulting mixture and forming pellets. In the mixing step S11, the mixture is generated such that the total weight of nickel and iron accounts for 30 wt% or more of the total weight of the pellets formed.

(57) 要約: ニッケル酸化鉱をペレット化して製錬して鉄-ニッケル合金であるフェロニッケルを製造するにあたり、製錬反応を効果的に進行させて、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒なものになることを抑制することができるペレットの製造方法を提供する。本発明に係るペレットの製造方法は、鉄-ニッケル合金を製造するために用いられ、ニッケル酸化鉱を含む原料を混合して得られた混合物を塊状化することで製造されるペレットの製造方法であって、少なくとも、ニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する混合処理工程S11と、得られた混合物を塊状化してペレットを形成するペレット形成工程S12とを有し、混合処理工程S11では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が30重量%以上となるように混合物を生成する。



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ペレットの製造方法、鉄－ニッケル合金の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、ペレットの製造方法に関するものであり、より詳しくは、ニッケル酸化亜鉛の製錬工程にて処理する際のペレットの製造方法、並びにそれを用いた鉄－ニッケル合金の製造方法に関する。

背景技術

[0002] リモナイトあるいはサブロライトと呼ばれるニッケル酸化亜鉛の製錬方法として、熔錬炉を使用してニッケルマットを製造する乾式製錬方法、ロータリーキルンあるいは移動炉床炉を使用してフェロニッケルを製造する乾式製錬方法、オートクレーブを使用してミックスサルファイドを製造する湿式製錬方法等が知られている。

[0003] ニッケル酸化亜鉛を製錬工程に装入するにあたっては、その原料鉱石をペレット化、スラリー化等するための前処理が行われる。具体的に、ニッケル酸化亜鉛をペレット化、すなわちペレットを製造する際には、そのニッケル酸化亜鉛以外の成分、例えばバインダーや還元剤と混合し、さらに水分調整等を行った後に塊状物製造機に装入して、例えば10～30mm程度の塊状物（ペレット、ブリケット等を指す。以下、単に「ペレット」という）とするのが一般的である。

[0004] フェロニッケルは、鉄（Fe）とニッケル（Ni）との合金であり、主にステンレスの原料とされるが、上述したペレットの製錬反応（還元反応）が理想的に進めば、そのペレット1個に対してフェロニッケル粒も1個得られるので、フェロニッケル粒は比較的大きなものを得ることができる。

[0005] 還元反応後に還元炉からフェロニッケル粒を回収する効率を考慮すると、粒の大きさは重要であり、還元反応過程でフェロニッケル粒が分裂してしまうと取扱いが困難となるだけでなく、回収に手間がかかり、場合によっては新規の回収装置が必要となるのでコスト的には非常に不利となる。

[0006] 例えば、特許文献1には、移動炉床炉を利用してフェロニッケルを製造する際の前処理方法として、酸化ニッケル及び酸化鉄を含有する原料と、炭素質還元剤とを混合して混合物となす混合工程において、混合物の余剰炭素量を調整する技術が開示されている。

[0007] しかしながら、上述のようにペレットを製造する際、ニッケル酸化鉱を原料とする場合には、製錬反応が効果的に進行させるようにするためにニッケル酸化鉱以外の原料成分を調整して鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルを製造すると、製錬反応が終了した時点で、得られるフェロニッケル粒のサイズが小さくなってしまう。

[0008] 得られるフェロニッケル粒のサイズが小さくなると、そのフェロニッケルは直径10mm～30mm程度のペレットの大きさよりもはるかに小さく、数mm程度以下に分裂してしまうため、還元炉から回収する際の取り扱いが非常に困難となり、回収率が低下するという問題がある。

[0009] すなわち、ニッケル酸化鉱から鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルを製造する製錬方法においては、〔1〕製錬反応が効果的に進行し、〔2〕得られるフェロニッケルが小粒に分裂してしまうことを抑制する、という両方の条件を満たすことが好ましいが、従来の製錬技術では、特に〔2〕の条件を十分に満たすことができず、回収率の低下をもたらしていた。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2004－156140号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、このような実情に鑑みて提案されたものであり、ニッケル酸化鉱をペレット化して製錬して鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルを製造するにあたり、製錬反応を効果的に進行させて、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒なものになることを抑制することができるペレットの製造

方法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

[0012] 本発明者らは、上述した課題を解決するために鋭意検討を重ねた。その結果、ペレットを製造するにあたり、少なくとも、ニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する際に、得られるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量が所定の割合以上となるように混合物を調製することにより、製錬反応が効果的に進行し、製錬反応後に得られる鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルの分裂を抑制できるペレットとなることを見出し、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は以下のものを提供する。

[0013] (1) 本発明は、鉄－ニッケル合金を製造するために用いられ、ニッケル酸化鉱を含む原料を混合して得られた混合物を塊状化することで製造されるペレットの製造方法であって、少なくとも、前記ニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する混合処理工程と、得られた混合物を塊状化してペレットを形成するペレット形成工程とを有し、前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が30重量%以上となるように混合物を生成することを特徴とするペレットの製造方法である。

[0014] (2) また本発明は、上記(1)に係る発明において、前記ニッケル酸化鉱は、リモナイト又はサプロライトであり、前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が45重量%以下となるように混合物を生成することを特徴とするペレットの製造方法である。

[0015] (3) 本発明は、ニッケル酸化鉱から鉄－ニッケル合金を製造する鉄－ニッケル合金の製造方法であって、前記ニッケル酸化鉱からペレットを製造するペレット製造工程と、得られたペレットを所定の還元温度で加熱する還元工程とを有し、前記ペレット製造工程は、少なくとも、前記ニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する混合処理工程と

、得られた混合物を塊状化してペレットを形成するペレット形成工程とを含み、前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が30重量%以上となるように混合物を生成することを特徴とする鉄－ニッケル合金の製造方法である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、ニッケル酸化亜鉛のペレットを用いて鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルを製造するにあたり、製錬反応を効果的に進行させて、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒なものになることを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]ニッケル酸化亜鉛の製錬方法の流れを示す工程図である。

[図2]ニッケル酸化亜鉛の製錬方法におけるペレット製造工程での処理の流れを示す処理フロー図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の具体的な実施形態（以下、「本実施の形態」という）について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更が可能である。

[0019] ≪ 1. ニッケル酸化亜鉛の製錬方法 ≫

先ず、原料亜鉛石であるニッケル酸化亜鉛の製錬方法について説明する。以下では、原料亜鉛石であるニッケル酸化亜鉛をペレット化し、そのペレットを還元処理することでメタル（鉄－ニッケル合金（以下、鉄－ニッケル合金を「フェロニッケル」ともいう）とスラグとを生成させ、そのメタルとスラグとを分離することによってフェロニッケルを製造する製錬方法（フェロニッケルの製造方法）を例に挙げて説明する。

[0020] 本実施の形態に係るニッケル酸化亜鉛の製錬方法は、ニッケル酸化亜鉛のペレットを用い、そのペレットを製錬炉（還元炉）に装入して還元加熱することによって製錬する方法である。具体的に、このニッケル酸化亜鉛の製錬方法は

、図１の工程図に示すように、ニッケル酸化亜鉛からペレットを製造するペレット製造工程Ｓ１と、得られたペレットを還元炉にて所定の還元温度で加熱する還元工程Ｓ２と、還元工程Ｓ２にて生成したメタルとスラグとを分離してメタルを回収する分離工程Ｓ３とを有する。

[0021] ＜１－１．ペレット製造工程＞

ペレット製造工程Ｓ１では、原料亜鉛石であるニッケル酸化亜鉛からペレットを製造する。図２は、ペレット製造工程Ｓ１における処理の流れを示す処理フロー図である。この図２に示すように、ペレット製造工程Ｓ１は、ニッケル酸化亜鉛を含む原料を混合する混合処理工程Ｓ１１と、得られた混合物を用いて塊状物であるペレットを形成（造粒）するペレット形成工程Ｓ１２と、得られたペレットを乾燥する乾燥処理工程Ｓ１３とを有する。

[0022] （１）混合処理工程

混合処理工程Ｓ１１は、ニッケル酸化亜鉛を含む原料粉末を混合して混合物を得る工程である。具体的には、この混合処理工程Ｓ１１では、少なくとも、原料亜鉛石であるニッケル酸化亜鉛と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を得る。なお、その他、必要に応じて、フラックス成分、バインダー等を添加して混合することができる。これらの原料の粒径としては、特に限定されないが、例えば０．２ｍｍ～０．８ｍｍ程度の粒径の原料粉末を混合して混合物を得る。

[0023] ニッケル酸化亜鉛としては、特に限定されないが、リモナイト亜鉛、サフロライト亜鉛等を用いることができる。

[0024] また、炭素質還元剤としては、例えば、粉炭、粉コークス等が挙げられる。この炭素質還元剤は、上述のニッケル酸化亜鉛の粒度と同等のものであることが好ましい。

[0025] また、酸化鉄としては、例えば鉄品位が５０％程度以上の鉄亜鉛石、ニッケル酸化亜鉛の湿式製錬により得られるヘマタイト等を用いることができる。

[0026] その他、バインダーとしては、例えば、ベントナイト、多糖類、樹脂、水ガラス、脱水ケーキ等を挙げることができる。また、フラックス成分として

は、例えば、水酸化カルシウム、炭酸カルシウム、酸化カルシウム、二酸化珪素等を挙げることができる。

[0027] 下記表 1 に、一部の原料粉末の組成（重量％）の一例を示す。なお、原料粉末の組成としては、これに限定されるものではない。

[表1]

原料粉末[重量%]	Ni	Fe ₂ O ₃	C
ニッケル酸化亜鉛	1～2	10～60	—
（リモナイト）	1.0～1.2	30～60	—
鉄鉱石（酸化鉄）	—	80～95	—
炭素質還元剤	—	—	≒ 55

[0028] ここで、詳しくは後述するが、本実施の形態では、この混合処理工程 S 1 1 において、少なくとも、ニッケル酸化亜鉛と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合するにあたって、次のペレット形成工程 S 1 2 にて形成されるペレットに含まれるニッケルと鉄との合計重量が所定割合以上となるように混合物を生成する。このようにしてニッケルと鉄との合計重量が所定割合以上となるペレットを形成するために混合物を調製することによって、そのペレットを用いた次工程（還元工程 S 2）での還元加熱処理で、ペレットの製錬反応が効果的に進行し、また得られるフェロニッケルが小粒になることを抑制することができる。

[0029] （２）ペレット形成工程

ペレット形成工程 S 1 2 は、混合処理工程 S 1 1 にて得られた原料粉末の混合物を塊状物であるペレットに形成（造粒）する工程である。具体的には、混合処理工程 S 1 1 にて得られた混合物に、塊状化に必要な水分を添加して、例えば塊状物製造装置（転動造粒機、圧縮成形機、押出成形機等）等を使用し、あるいは人の手によりペレットを形成する。

[0030] ペレットの形状としては、特に限定されないが、例えば球状とすることができる。また、ペレット状にする塊状物の大きさとしては、特に限定されないが、例えば、後述する乾燥処理、予熱処理を経て、還元工程における還元

炉等に装入されるペレットの大きさ（球状のペレットの場合には直径）で10mm～30mm程度となるようにする。

[0031] 本実施の形態では、上述したように混合処理工程S11において、ニッケルと鉄との合計重量が所定割合以上となるペレットを形成するために混合物を調製している。このことによって、このペレット形成工程S12にて得られるペレットには所定の割合でニッケルと鉄との金属成分が含まれるようになっており、そのペレットを用いた次工程の還元工程S2における還元加熱処理では、ペレットの製錬反応が効果的に進行し、また得られるフェロニッケルが小粒になることを抑制することができる。なお、詳しくは後述する。

[0032] (3) 乾燥処理工程

乾燥処理工程S13は、ペレット形成工程S12にて得られた塊状物であるペレットを乾燥処理する工程である。形成されたペレット（塊状物）は、その水分が例えば50重量%程度と過剰に含まれており、べたべたした状態となっている。したがって、そのペレットの取り扱いを容易にするために、乾燥処理工程S13では、例えばペレットの固形分が70重量%程度で、水分が30重量%程度となるように乾燥処理を施すようにする。

[0033] より具体的に、乾燥処理工程S13におけるペレットに対する乾燥処理としては、特に限定されないが、例えば300℃～400℃の熱風をペレットに対して吹き付けて乾燥させる。なお、この乾燥処理時におけるペレットの温度は100℃未満である。

[0034] 下記表2に、乾燥処理後のペレットにおける固形分中組成（重量部）の一例を示す。なお、乾燥処理後のペレットの組成としては、これに限定されるものではない。

[表2]

乾燥後ペレット固形分の組成[重量部]	Ni	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	バインダー	その他
ニッケル酸化鉱	0.5～1.5	30～60	8～30	4～10	1～8	2～9	1程度	残部
リモナイト	0.4～0.7	30～60	8～30	4～10	1～8	2～9	1程度	残部

[0035] ペレット製造工程 S 1 では、上述したように原料鉱石であるニッケル酸化鉱を含む原料粉末の混合物をペレット状に造粒（塊状化）し、それを乾燥させることによってペレットを製造する。得られるペレットの大きさは、10 mm～30 mm 程度であり、形状を維持できる強度、例えば 1 m の高さから落下させた場合でも崩壊するペレットの割合が 1 % 以下程度となる強度を有するペレットが製造される。このようなペレットは、次工程の還元工程 S 2 における還元炉に装入する際の落下等の衝撃に耐えることが可能であってそのペレットの形状を維持することができ、またペレットとペレットとの間に適切な隙間が形成されるので、還元工程 S 2 における製錬反応が適切に進行するようになる。

[0036] なお、このペレット製造工程 S 1 においては、上述した乾燥処理工程 S 1 3 にて乾燥処理を施した塊状物であるペレットを所定の温度に予熱処理する予熱処理工程を設けるようにしてもよい。このように、乾燥処理後の塊状物に対して予熱処理を施してペレットを製造することによって、還元工程 S 2 にてペレットを例えば 1400℃ 程度の高い温度で還元加熱する際にも、ヒートショックによるペレットの割れ（破壊、崩壊）をより効果的に抑制することができる。例えば、還元炉に装入した全ペレットのうちの崩壊するペレットの割合を 10 % 未満と僅かな割合とすることができ、90 % 以上のペレットで形状を維持することができる。

[0037] 具体的に、予熱処理においては、乾燥処理後のペレットを 350℃～600℃ の温度に予熱処理する。また、好ましくは 400℃～550℃ の温度に予熱処理する。このように、350℃～600℃、好ましくは 400℃～550℃ の温度に予熱処理することによって、ペレットを構成するニッケル酸化鉱に含まれる結晶水を減少させることができ、約 1400℃ の還元炉に装入して急激に温度を上昇させた場合であっても、その結晶水の離脱によるペレットの崩壊を抑制することができる。また、このような予熱処理を施すことによって、ペレットを構成するニッケル酸化鉱、炭素質還元剤、酸化鉄、バインダー、及びフラックス成分等の粒子の熱膨張が 2 段階となってゆっく

りと進むようになり、これにより、粒子の膨張差に起因するペレットの崩壊を抑制することができる。なお、予熱処理の処理時間としては、特に限定されずニッケル酸化亜を含む塊状物の大きさに応じて適宜調整すればよいが、得られるペレットの大きさが10mm～30mm程度となる通常の大きさの塊状物であれば、10分～60分程度の処理時間とすることができる。

[0038] <1-2. 還元工程>

還元工程S2では、ペレット製造工程S1で得られたペレットを所定の還元温度に加熱する。この還元工程S2におけるペレットの還元加熱処理により、製錬反応が進行して、メタルとスラグとが生成する。

[0039] 具体的に、還元工程S2における還元加熱処理は、製錬炉（還元炉）等を用いて行われ、ニッケル酸化亜を含むペレットを、例えば1400℃程度の温度に加熱した還元炉に装入することによって還元加熱する。この還元工程S2における還元加熱処理では、例えば1分程度のわずかな時間で、先ず還元反応の進みやすいペレットの表面近傍においてペレット中のニッケル酸化物及び鉄酸化物が還元されメタル化して鉄-ニッケル合金（フェロニッケル）となり、殻（シェル）を形成する。一方で、殻の中では、その殻の形成に伴ってペレット中のスラグ成分が徐々に熔融して液相のスラグが生成する。これにより、1個のペレット中では、フェロニッケルメタル（以下、単に「メタル」という）と、フェロニッケルスラグ（以下、単に「スラグ」という）とが分かれて生成する。

[0040] そして、還元工程S2における還元加熱処理の処理時間をさらに10分程度まで延ばすことにより、ペレット中に含まれる還元反応に関与しない余剰の炭素質還元剤の炭素成分が鉄-ニッケル合金に取り込まれ、融点を低下させる。その結果、鉄-ニッケル合金は熔解して液相となる。

[0041] 上述したように、ペレット中のスラグは熔融して液相となっているが、既に分離して生成したメタルとスラグとは混ざり合うことがなく、その後の冷却によってメタル固相とスラグ固相との別相として混在する混合物となる。この混合物の体積は、装入するペレットと比較すると、50%～60%程度

の体積に収縮している。

[0042] 上述した製錬反応が最も理想的に進行した場合、装入したペレット 1 個に対して、メタル固相 1 個とスラグ固相 1 個とを混在させた 1 個の混合物として得られ、「だるま状」の形状の固体となる。ここで、「だるま状」とは、メタル固相とスラグ固相とが接合した形状である。このような「だるま状」の形状を有する混合物である場合、その混合物は粒子のサイズとしては最大となるので、還元炉から回収する際に、回収の手間が少なく、メタル回収率の低下を抑制することができる。

[0043] なお、上述した余剰の炭素質還元剤としては、ペレット製造工程 S 1 にてペレット中に混合されたものだけでなく、例えばこの還元工程 S 2 にて使用する還元炉の炉床にコークス等を敷き詰めることによって準備してもよい。

[0044] 本実施の形態に係るニッケル酸化亜の製錬方法においては、上述したように、ペレット製造工程 S 1 において、少なくとも、ニッケル酸化亜と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合するにあたり、形成されるペレットに含まれるニッケルと鉄との合計重量が所定量以上となるように混合物を生成している。このようにしてニッケルと鉄との合計重量が所定量以上となるペレットを形成するために混合物を調製することによって、そのペレットを用いた還元工程 S 2 での還元加熱処理において、ペレットの製錬反応が効果的に進行し、また得られるフェロニッケルが小粒になることを抑制することができる。

[0045] <1-3. 分離工程>

分離工程 S 3 では、還元工程 S 2 にて生成したメタルとスラグとを分離してメタルを回収する。具体的には、ペレットに対する還元加熱処理によって得られた、メタル相（メタル固相）とスラグ相（スラグ固相）とを含む混合物からメタル相を分離して回収する。

[0046] 固体として得られたメタル相とスラグ相との混合物からメタル相とスラグ相とを分離する方法としては、例えば、篩い分けによる不要物の除去に加えて、比重による分離や、磁力による分離、クラッシャーによる粗砕等の方法を利用することができる。また、得られたメタル相とスラグ相は、濡れ性が

悪いことから容易に分離することができ、上述した「だるま状」の混合物に対して、例えば、所定の落差を設けて落下させる、或いは篩い分けの際に所定の振動を与える等の衝撃を与えることで、その「だるま状」の混合物からメタル相とスラグ相とを容易に分離することができる。

[0047] このようにしてメタル相とスラグ相とを分離することによって、メタル相（フェロニッケル）を回収する。

[0048] ≪ 2. ペレット製造工程におけるペレットの形成 ≫

次に、ニッケル酸化亜の製錬方法におけるペレット製造工程 S 1 についてより詳細に説明する。上述したように、ペレット製造工程 S 1 は、ニッケル酸化亜を含む原料を混合する混合処理工程 S 1 1 と、得られた混合物を塊状化して塊状物であるペレットを形成するペレット形成工程 S 1 2 と、得られたペレットを乾燥する乾燥処理工程 S 1 3 とを含む。

[0049] そして、本実施の形態においては、その混合処理工程 S 1 1 において、少なくとも、ニッケル酸化亜と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合するにあたって、次のペレット形成工程 S 1 2 にて形成されるペレットに含まれるニッケルと鉄との合計重量が所定割合以上となるように混合物を生成させる。具体的には、ペレットに含まれるニッケルと鉄との金属成分の合計重量が 30 重量%以上となるように混合物を調製することを特徴としている。

[0050] このようにして混合物を調製し、その混合物を塊状化して得られたペレットは、そのペレット中の酸化鉄及び酸化ニッケルの濃度が高くなり、次工程の還元工程 S 2 における還元炉に装入されると、ペレット中の酸化鉄及び酸化ニッケルが急速に鉄－ニッケル合金、すなわちフェロニッケル（メタル）へと還元されてシェルを形成するようになる。

[0051] 上述したように、還元工程 S 2 における還元加熱処理でのシェルの形成は、理想的に製錬反応を進行させるために重要であり、これにより、装入したペレット 1 個に対して 1 個の混合物（メタル固相 1 個とスラグ固相 1 個とを混在させた混合物）として得られ、粒子のサイズとしては最大となるフェロニッケル粒を効果的に得ることができる。これにより、その還元炉からフェ

ロニッケルを回収するにあたって、回収の手間が少なく、回収率の低下を抑制することができる。また、ペレットに含まれるニッケルと鉄との金属成分の合計重量が35重量%以上となるように混合物を調製することがより好ましく、これにより安定して粒子サイズが最大となるフェロニッケル粒を得ることができる。

[0052] ペレットに含まれるニッケルと鉄との金属成分の比率として、上述したように、その合計重量が30重量%以上であれば特に限定されないが、製錬反応をより効果的に進行させるために炭素質還元剤の含有比率も考慮すると、その上限値としては55重量%以下とすることが好ましい。また、還元工程S2における還元加熱処理後に得られるフェロニッケル粒のNi品位が高い方がステンレス原料として有利であるという点から、ニッケルと鉄との金属成分の合計重量は45重量%以下となるように混合物を生成することがより好ましい。

[0053] 特に、原料鉱石のニッケル酸化鉱としてリモナイトやサプロライトを用いる場合、それらの鉱石に含まれるNi品位は1%程度と低い。そのため、鉄鉱石等の酸化鉄を加えたときの上述した金属成分（ニッケルと鉄）の合計重量は30重量%以上45重量%以下とすることが特に好ましく、これにより、得られるフェロニッケル中のNi品位が低下することを抑えることができる。

[0054] 以上のように、本実施の形態においては、還元工程S2における製錬反応に用いるペレットを製造するにあたって、少なくとも、ニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを、形成されるペレットに含まれるニッケルと鉄との合計重量が30重量%以上となるように混合して混合物を調製し、その混合物を塊状化することでペレットとする。このようにして得られたペレットを用いて鉄－ニッケル合金であるフェロニッケルを製造することにより、次工程の還元工程S2において、〔1〕製錬反応を効果的に進行させることができ、また〔2〕製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂することを抑制することができる。

実施例

[0055] 以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

[0056] [実施例 1]

原料鉱石としてのニッケル酸化鉱（リモナイト）（A）と、炭素質還元剤（B）と、酸化鉄（C）とを、所定量の水を添加しながら、その比率 A : B : C = 6 : 3 : 4 となるように混合し、さらに石灰石、珪砂のフラックス成分を $(CaO + MgO) / SiO_2 = 0.6 \sim 2.5$ となるように混合し、固形分 50 重量%、水分 50 重量%の混合物とした。下記表 3 に、使用した原料粉末であるニッケル酸化鉱と、炭素質還元剤と、酸化鉄（鉄鉱石）の成分組成を示す。

[0057] [表3]

原料粉末[重量%]	Ni	Fe ₂ O ₃	C	粒径[mm] (篩分け法にて測定)
ニッケル酸化鉱	1.0	53	—	0.5
鉄鉱石	—	85	—	0.7
炭素質還元剤	—	—	≒ 55	0.4

[0058] 続いて、得られた混合物に水を添加しながら手で捏ねて、出来上がりのペレットサイズが 10 mm ~ 30 mm 程度となるように球状の塊状物を形成した。そして、その塊状物を、固形分 70 重量%、水分 30 重量%程度となるように乾燥させてペレット形成した。

[0059] 得られたペレットの大きさ（直径）は約 17 mm であった。また、ペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は 35 重量%であった。

[0060] 形成したペレット 10 個を、還元温度 1400℃ に加熱した還元炉内に装入して還元加熱処理を施した。そして、還元炉に装入してから 10 分経過後（還元反応を終了させる）の状態を観察し、得られたフェロニッケル粒の個数を数えた。

[0061] なお、製錬反応（還元反応）の途中で分裂するとフェロニッケル粒の個数は 10 個より多くなるため、フェロニッケルの個数を計測することによって

分裂の発生を評価した。フェロニッケル粒が100個以上になった場合には多くのフェロニッケル粒が1mm以下と非常に小さくなるため、100個以上の場合は計測を中断した。

[0062] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は10個であり、またそのフェロニッケル中のNi含有率は1.7重量%であった。

[0063] このように、実施例1では、効果的に製錬反応を進行させることができ、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂することを抑制することができた。

[0064] [実施例2]

比率A : B : C = 5.5 : 3 : 4.5となるように原料粉末を混合して混合物を生成させ、その混合物を用いてペレットを製造したこと以外は、実施例1と同様にして行った。なお、得られたペレットの大きさ（直径）は約17mmであり、またペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は40重量%であった。

[0065] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は10個であり、またそのフェロニッケル中のNi含有率は1.5重量%であった。

[0066] このように、実施例2では、効果的に製錬反応を進行させることができ、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂することを抑制することができた。

[0067] [実施例3]

比率A : B : C = 6 : 3 : 3となるように原料粉末を混合して混合物を生成させ、その混合物を用いてペレットを製造したこと以外は、実施例1と同様にして行った。なお、得られたペレットの大きさ（直径）は約17mmであり、またペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は30重量%であった。

[0068] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は10個であり、またそのフェロニッケル中のNi含有率は1.7重量%であった。

[0069] このように、実施例3では、効果的に製錬反応を進行させることができ、

製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂することを抑制することができた。

[0070] [実施例 4]

比率 A : B : C = 5 : 3 : 5 となるように原料粉末を混合して混合物を生成させ、その混合物を用いてペレットを製造したこと以外は、実施例 1 と同様にして行った。なお、得られたペレットの大きさ（直径）は約 17 mm であり、またペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は 45 重量%であった。

[0071] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は 10 個であり、またそのフェロニッケル中の Ni 含有率は 1.3 重量%であった。

[0072] このように、実施例 4 では、効果的に製錬反応を進行させることができ、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂することを抑制することができた。

[0073] [比較例 1]

比率 A : B : C = 9 : 3 : 1 となるように原料粉末を混合して混合物を生成させ、その混合物を用いてペレットを製造したこと以外は、実施例 1 と同様にして行った。なお、得られたペレットの大きさ（直径）は約 17 mm であり、またペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は 25 重量%であった。

[0074] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は 83 個であり、小粒に分裂していた。なお、そのフェロニッケル中の Ni 含有率は 2.0 重量%であった。

[0075] このように、比較例 1 では、製錬反応を進行させることはできたものの、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂してしまい、取り扱いが非常に困難であった。

[0076] [比較例 2]

比率 A : B : C = 10 : 3 : 0 となるように原料粉末を混合して混合物を生成させ、その混合物を用いてペレットを製造したこと以外は、実施例 1 と

同様にして行った。なお、得られたペレットの大きさ（直径）は約 17 mm であり、またペレット中に含まれるニッケルと鉄との合計重量は 20 重量% であった。

[0077] その結果、得られたフェロニッケル粒の個数は 100 個以上であり、小粒に分裂していた。なお、そのフェロニッケル中の Ni 含有率は 4.0 重量% であった。

[0078] このように、比較例 2 では、製錬反応を進行させることはできたものの、製錬反応後に得られるフェロニッケルが小粒に分裂してしまい、取り扱いが非常に困難であった。

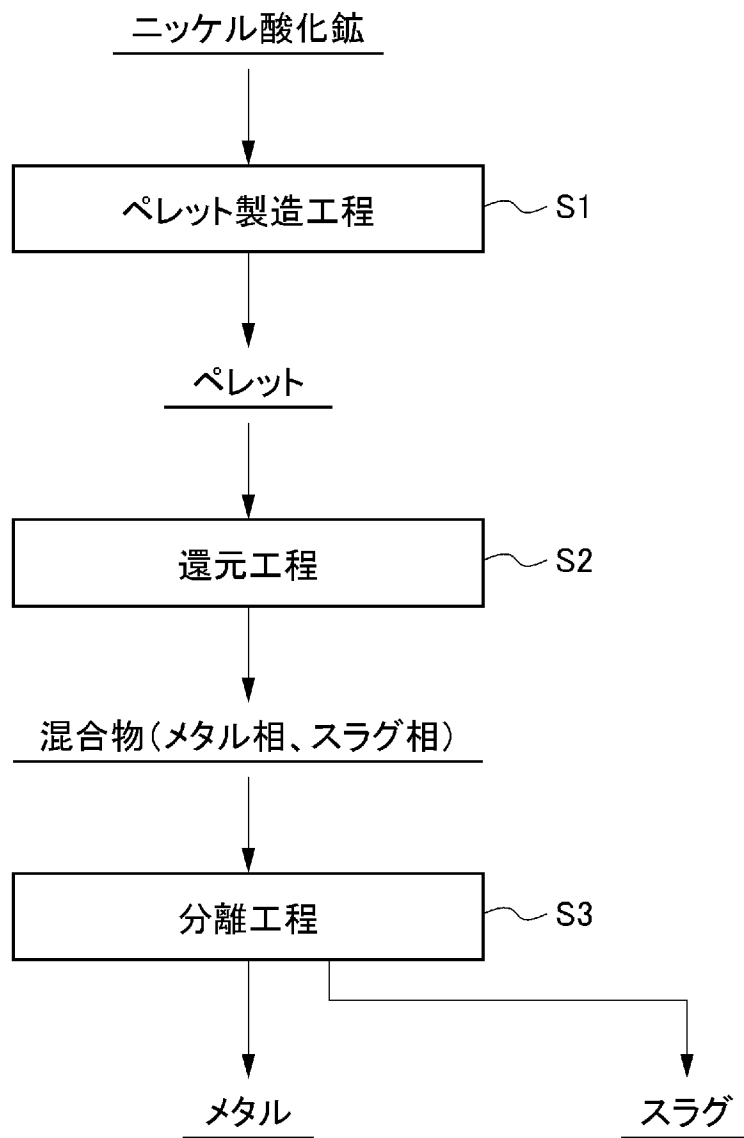
請求の範囲

- [請求項1] 鉄－ニッケル合金を製造するために用いられ、ニッケル酸化亜鉛を含む原料を混合して得られた混合物を塊状化することで製造されるペレットの製造方法であって、
- 少なくとも、前記ニッケル酸化亜鉛と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する混合処理工程と、
- 得られた混合物を塊状化してペレットを形成するペレット形成工程とを有し、
- 前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が30重量%以上となるように混合物を生成することを特徴とするペレットの製造方法。
- [請求項2] 前記ニッケル酸化亜鉛は、リモナイト又はサプロライトであり、
- 前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が45重量%以下となるように混合物を生成することを特徴とする請求項1に記載のペレットの製造方法。
- [請求項3] ニッケル酸化亜鉛から鉄－ニッケル合金を製造する鉄－ニッケル合金の製造方法であって、
- 前記ニッケル酸化亜鉛からペレットを製造するペレット製造工程と、得られたペレットを所定の還元温度で加熱する還元工程とを有し、前記ペレット製造工程は、
- 少なくとも、前記ニッケル酸化亜鉛と、炭素質還元剤と、酸化鉄とを混合して混合物を生成する混合処理工程と、
- 得られた混合物を塊状化してペレットを形成するペレット形成工程とを含み、
- 前記混合処理工程では、形成されるペレットの全重量に占めるニッケルと鉄との合計重量の割合が30重量%以上となるように混合物を

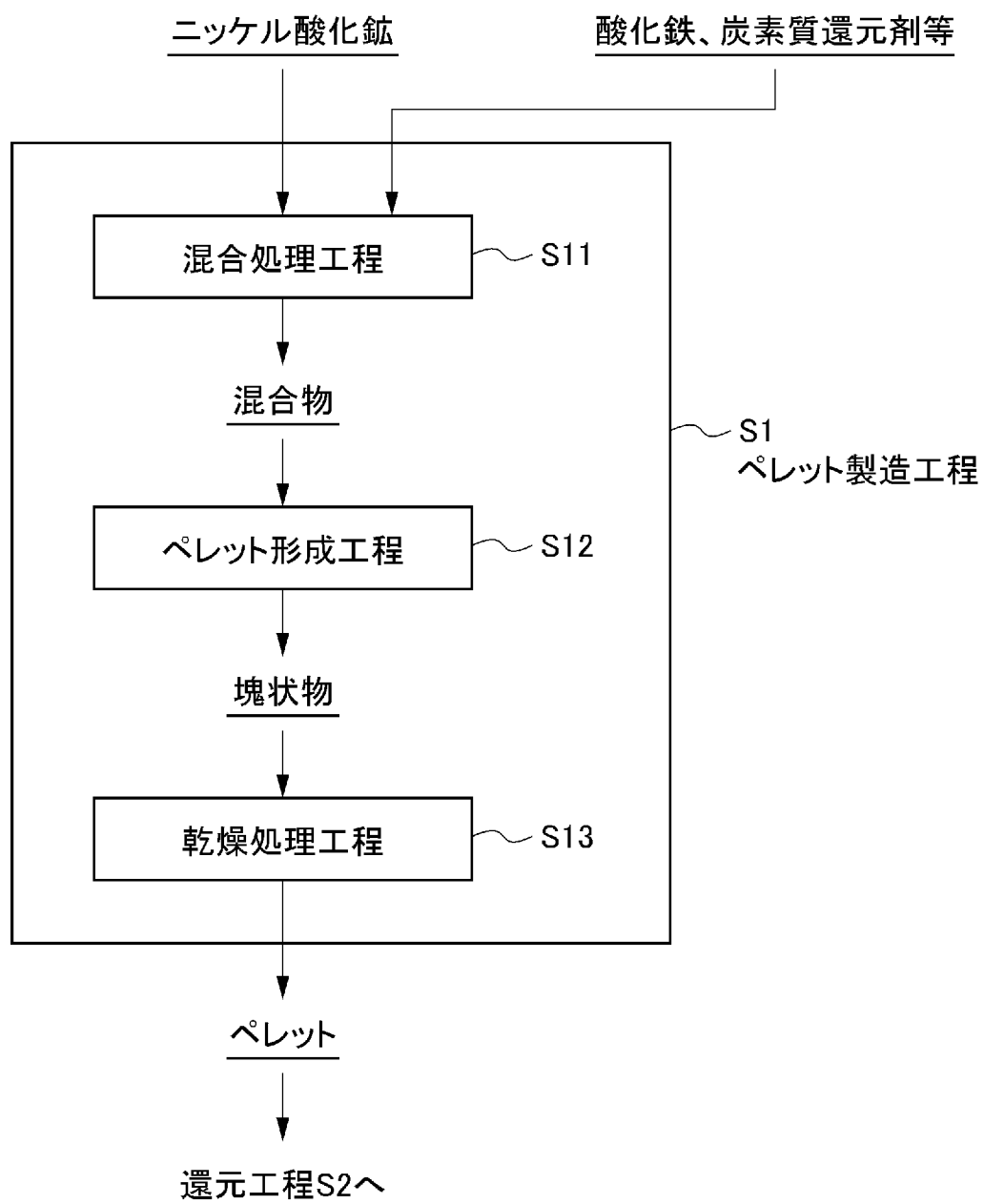
生成する

ことを特徴とする鉄－ニッケル合金の製造方法。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/068856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B1/24(2006.01)i, B22F9/20(2006.01)i, C21B11/00(2006.01)i, C21B13/00(2006.01)i, C22B5/10(2006.01)i, C22B23/02(2006.01)i, C22C33/02(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)

C22B1/24, B22F9/20, C21B11/00, C21B13/00, C22B5/10, C22B23/02, C22C33/02, C22C33/04

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 6-25770 A (Inco Ltd.), 01 February 1994 (01.02.1994), claims; paragraphs [0010] to [0011], [0017], [0019] to [0020] & US 5178666 A & FR 2684391 A & AU 2985092 A & CA 2084252 A	1-3
Y	JP 2007-169774 A (JFE Steel Corp.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraphs [0005], [0012], [0039], [0042] & JP 2012-46828 A	1-3
Y	JP 2012-62505 A (Kobe Steel, Ltd.), 29 March 2012 (29.03.2012), claims 1, 9; paragraph [0007] (Family: none)	1-3

☒ 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
10 September 2015 (10.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

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/JP2015/068856

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 49-10110 A (Nippon Yakin Kogyo Co., Ltd.), 29 January 1974 (29.01.1974), claims; tables 1, 2, 4, 5; page 8, upper right column, lines 2 to 7; page 10, upper left column, line 5 to upper right column, line 5 & US 3847601 A & FR 2186540 A & CA 972165 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22B1/24(2006.01)i, B22F9/20(2006.01)i, C21B11/00(2006.01)i, C21B13/00(2006.01)i,
C22B5/10(2006.01)i, C22B23/02(2006.01)i, C22C33/02(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（I P C））

Int.Cl. C22B1/24, B22F9/20, C21B11/00, C21B13/00, C22B5/10, C22B23/02, C22C33/02, C22C33/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	JP 6-25770 A（インコ、リミテッド） 1994.02.01, 特許請求の範囲, 【0010】－【0011】, 【0017】, 【0019】 －【0020】 & US 5178666 A & FR 2684391 A & AU 2985092 A & CA 2084252 A	1-3
Y	JP 2007-169774 A（J F E スチール株式会社） 2007.07.05, 【0005】, 【0012】, 【0039】, 【0042】 & JP 2012-46828 A	1-3

☒ 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

1 0 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

酒井 英夫

4 E

5 7 9 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

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 2012-62505 A (株式会社神戸製鋼所) 2012.03.29, 請求項 1, 9, 【0007】 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 49-10110 A (日本冶金工業株式会社) 1974.01.29, 特許請求の範囲, 第 1, 2, 4, 5 表, 第 8 頁右上欄第 2 行ー第 7 行, 第 10 頁左上欄第 5 行ー右上欄第 5 行 & US 3847601 A & FR 2186540 A & CA 972165 A	1-3