

(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
2014 年 11 月 13 日(13.11.2014)



(10) 国際公開番号

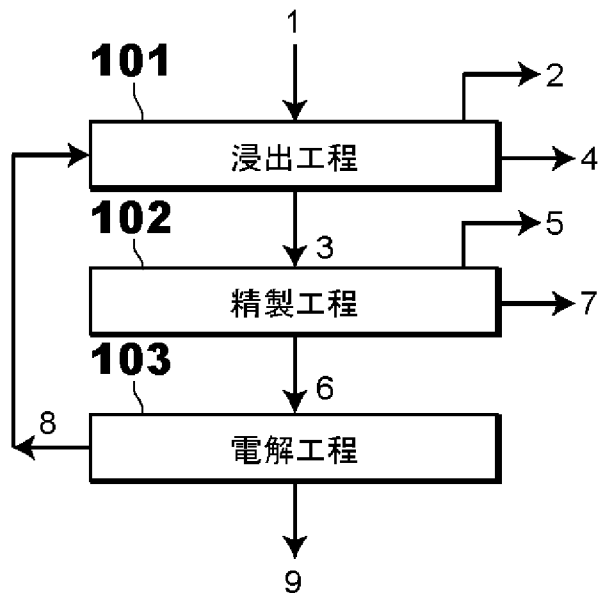
WO 2014/181833 A1

- (51) 国際特許分類:
C25C 3/34 (2006.01) C22B 19/30 (2006.01)
C22B 7/02 (2006.01) C22B 19/32 (2006.01)
C22B 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/062373
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 8 日(08.05.2014)
- (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 2013-098317 2013 年 5 月 8 日(08.05.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社キノテック・ソーラーエナジー (KINOTECH SOLAR ENERGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋 2-1-2 1 第二東洋ビル 5 F 税理士法人フィールズ内 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 庵崎 雅章(IOSAKI, Masaaki); 〒2700163 千葉県流山市南流山 6-20-1 3 Chiba (JP). 母里 修司(MORI, Shuji); 〒2510015 神奈川県藤沢市川名 6 5 0 番地 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 川本 学, 外(KAWAMOTO, Manabu et al.); 〒1120002 東京都文京区小石川 2-1-2 山京ビル 3 階 欧和特許事務所 東京事務所 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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

[続葉有]

(54) Title: ZINC PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 亜鉛製造方法



- 101 Leaching step
102 Purification step
103 Electrolysis step

(57) Abstract: A zinc production method comprises: a reaction step including a leaching step (101) of bringing electric arc furnace dust (1) containing zinc oxide or the like into contact with chlorine gas (8), thereby obtaining a zinc oxide component in the electric arc furnace dust (1) or the like in the form of crude zinc chloride (3); a purification step (102) of heating the crude zinc chloride (3) obtained in the reaction step to generate zinc chloride vapor and then cooling and condensing the zinc chloride vapor, thereby producing purified zinc chloride (6); and an electrolysis step (103) of electrolyzing the purified zinc chloride (6) which is obtained in the purification step (102) and is in a molten state, thereby producing a zinc melt (9) and chlorine gas (8).

(57) 要約: 亜鉛製造方法は、酸化亜鉛を含む電炉ダスト(1)等と塩素ガス(8)とを接触させ、電炉ダスト(1)等中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛(3)として得る浸出工程(101)等の反応工程と、反応工程で得た粗塩化亜鉛(3)を加熱して塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛(6)を得る精製工程(102)と、精製工程(102)で得た精製塩化亜鉛(6)を熔融状態で電解して亜鉛融液(9)と塩素ガス(8)とを得る電解工程(103)と、を有する。

WO 2014/181833 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 亜鉛製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、亜鉛製造方法に関し、特に、製鉄プロセスの一つである電炉法においてスクラップの溶解製錬時に発生する電炉ダスト、又は電炉ダストの一部を製鉄原料やセメント増量材としてリサイクルする際に還元炉で発生する２次ダストを原料とする亜鉛製造方法に関する。

背景技術

[0002] 製鉄プロセスの一つである電炉法では、スクラップの溶解製錬時に製鋼量の約１．５％から２．０％の、酸化亜鉛成分を含む産業廃棄物としての電炉ダストが発生する。電炉ダストは、世界では２０００万トン発生し、日本では５０万トン発生するといわれている。電炉ダストの一部は、更に還元炉で還元されて製鉄原料やセメント増量材としてリサイクルされる。還元炉から発生する排気中には、酸化亜鉛が濃縮された２次ダスト（粗酸化亜鉛）が含まれている。

[0003] 鉄スクラップの多くは、廃家電又は廃自動車である。廃家電又は廃自動車の塗装下地には、亜鉛メッキが施されている。また、スクラップの中には、塗料、プラスチック及び油分等が含まれている。このため、電炉ダストには、亜鉛又は鉛等の重金属に加えて、塩化物及びダイオキシン類等の有害な有機物も含まれている。一方で、電炉ダストには、約２０～３０％の鉄と２０～３０％の亜鉛とが含まれている。従って、電炉ダストは、資源として非常に有用である。

[0004] 現在、電炉ダストから様々なリサイクル技術により生成される粗酸化亜鉛は、乾式及び湿式の亜鉛製錬用の原料となっている。主なリサイクル技術は、ウエルズ炉法であるが、その他にも、プラズマ法、電気溶融還元法、MF炉法、又は回転床炉法等が挙げられる。

[0005] かかる状況下で、特許文献１は、亜鉛回収法に関し、電炉法鉄くず製錬炉

等から発生する酸化亜鉛を含有した電炉ダストからの金属亜鉛回収方法が開示されている。具体的には、特許文献1には、電炉ダスト又は2次ダストと、金属鉄含有粉末、還元剤、結合剤及び水とを、混合及び混練し、その後に成型し、更に、還元炉で焼成することが開示されている。これにより、特許文献1では、電炉ダスト中又は2次ダスト中の酸化亜鉛を金属亜鉛蒸気として回収する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002-105550号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、本発明者の検討によれば、特許文献1が開示する構成では、電炉ダスト中又は2次ダスト中の酸化亜鉛を金属亜鉛蒸気として回収するものであるが、粗酸化亜鉛には塩素成分が含有されているため、粗酸化亜鉛から亜鉛地金を生成する際には塩素成分の除去にコストがかかる傾向にある。

[0008] また、特許文献1が開示する構成では、回収される金属亜鉛の組成は純度3Nが限度であり、純度向上の余地がある。

[0009] また、本発明者の更なる検討によれば、粗酸化亜鉛を原料とする湿式製錬における電解方法においては、希硫酸水溶液電解を用いることとなり、その電流密度が500A/m²と低く、また、陰極表面に成長した亜鉛地金を、陰極を着脱して回収する必要があるため、回収作業とそのための設備とを必要とする傾向にある。よって、かかる湿式製錬における電解方法では、コスト低減のためには規模の利益を得るべく、大規模工場となる傾向にある。即ち、現状の電炉ダストを用いた亜鉛製造方法では、電炉ダストを粗酸化亜鉛という中間原料にすることはできるが、輸送コストを負担して粗酸化亜鉛を大規模亜鉛製錬所に搬入せざるを得ない状況にあるといえる。

[0010] 本発明者は、以上の検討を経て、電炉ダスト中又は2次ダスト中の亜鉛成分を抽出して無水塩化亜鉛とした後に蒸留精製して熔融塩電解法で処理することにより、以上述べた課題を解決できることを見出し、本発明を完成したものである。

[0011] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度4 N以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛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] 本発明は、電炉ダスト又は2次ダスト中の酸化亜鉛成分を塩素ガス若しくは塩化カルシウム等の塩素を含む塩化剤、塩酸、又はアルカリ剤と接触させて得た亜鉛を主成分とする化合物から、塩化亜鉛を主成分とする無水金属塩化物である粗塩化亜鉛を製造し、これを蒸留して精製した後に熔融塩電解法で処理する構成を有し、これにより純度4 N以上の高純度の亜鉛地金を取得することを基本的な内容とする。

[0013] 本発明における熔融塩電解浴は塩化物であるから、原料が塩素成分を含んでいても従来法のような脱塩素のための追加コストが不要であり、塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好都合である。

[0014] また、粗塩化亜鉛中の塩化亜鉛は、気化させた後に凝縮して液化させることにより、蒸気圧差を利用して、他の金属塩化物成分と相互に分離（蒸留）して精製される。純度4 N以上の金属亜鉛は、かかる精製により得られた精製塩化亜鉛を電解浴として熔融塩電解することにより得られる。

[0015] 更に、本発明の塩化亜鉛の熔融塩電解法では、電極の表面積の1 m²当たりにおいて、既存の水溶液電解では電流密度が約500 A/m²であるのと比較して、5000 A/m²以上と10倍の生産性が得られ、設備をコンパクト化できる。また、本発明の塩化亜鉛の熔融塩電解法では、電解浴の温度を金属亜鉛の融点以上に設定すれば、電解析出する亜鉛地金を、熔融状態で電解槽の底から抜き出すことができるので、水溶液電解のような陰極の着脱作業が

不要となり省力化できる。従って、電炉ダストの発生場所において、ハロゲン成分を含む電炉ダストを原料とするオンサイト型亜鉛製錬所を実現することができることになる。

[0016] つまり、以上の目的を達成すべく、本発明の第1の局面における亜鉛製造方法は、酸化亜鉛を含む電炉ダスト又は前記電炉ダストを還元炉で還元した際に発生する2次ダストにおける酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛を得る反応工程と、前記反応工程で得た前記粗塩化亜鉛を加熱して塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る精製工程と、前記精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を熔融状態で電解して亜鉛融液と塩素ガスとを得る電解工程と、を有する。

[0017] また、本発明は、かかる第1の局面に加えて、前記反応工程は、前記電炉ダスト又は前記2次ダストと、塩素ガスと、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記2次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程であることを第2の局面とする。

[0018] また、本発明は、かかる第2の局面に加えて、前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記2次ダストと、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスと、を接触させることを第3の局面とする。

[0019] ここで、これらの第2及び第3の局面においては、塩化剤として使う塩素ガスを、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、酸化カルシウム、炭酸ナトリウム、水酸化ナトリウム、酸化ナトリウム、アンモニアガス等と接触させて塩化カルシウム、次亜塩素酸カルシウム塩化アンモニウム等の形態の塩化剤に転換し、かかる塩化剤を電炉ダスト等と接触させてもよい。また、このような塩化剤としては、別途用意した塩化カルシウム等を使用してもよいことはもちろんである。

[0020] また、電炉ダスト等と炭酸カルシウム等とを予め混合した混合物を用意し、この混合物原料と塩素ガスとを接触させてもよい。また、かかる混合物の原料には、炭素やアルコール等の有機化合物を混合してもよい。

[0021] また、本発明は、かかる第2又は第3の局面に加えて、前記精製工程は、

前記浸出工程で抽出した前記粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて前記粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、前記金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、前記粗塩化亜鉛を加熱することにより、前記金属塩化物を蒸発させて分離する第1精製工程と、前記第1精製工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第2精製工程と、を有し、前記電解工程では、前記第2精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を用いることを第4の局面とする。

[0022] ここで、第4の局面においては、第1精製工程で得られる前記低沸点の金属塩化物及び／又は第2精製工程で得られる、精製塩化亜鉛を分離した残渣中の金属塩化物成分を、上述した反応工程で塩化剤として使用してもよい。

[0023] また、本発明は、かかる第4の局面に加えて、前記第1精製工程では、熔融状態の前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスと、を接触させることを第5の局面とする。

[0024] また、本発明は、かかる第1の局面に加えて、前記反応工程は、前記電炉ダスト又は前記2次ダストと、塩酸と、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記2次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程であり、前記浸出工程で抽出した前記粗塩化亜鉛を、加熱して前記粗塩化亜鉛に含まれる水を水蒸気として分離した後に塩素ガスと接触させる乾燥工程を更に有し、前記精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することを第6の局面とする。

[0025] また、本発明は、かかる第6の局面に加えて、前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記2次ダストと、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスを原料として生成された前記塩酸と、を接触させることを第7の局面とする。

[0026] また、本発明は、かかる第7の局面に加えて、前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記2次ダストと、前記塩酸と、を接触させる際に、水を併用することを第8の局面とする。

- [0027] また、本発明は、かかる第１の局面に加えて、前記反応工程は、前記電炉ダスト又は前記２次ダストと、アルカリ剤水溶液と、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記２次ダスト中の酸化亜鉛成分を水酸化亜鉛とし、前記水酸化亜鉛を含む浸出液を得る浸出工程と、前記浸出工程で得た前記浸出液から前記水酸化亜鉛を析出及び沈降させ、前記水酸化亜鉛を固体として分離回収する晶析工程と、前記晶析工程で分離回収した前記水酸化亜鉛と塩酸とを接触させて粗塩化亜鉛を得る塩化工程と、を有し、前記塩化工程で得た前記粗塩化亜鉛を、加熱して前記粗塩化亜鉛に含有されている水を水蒸気として分離した後、塩素ガスと接触させる乾燥工程を更に有し、前記精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することを第９の局面とする。
- [0028] また、本発明は、かかる第９の局面に加えて、前記浸出工程では、前記晶析工程において前記水酸化亜鉛を分離回収した後の水溶液を前記アルカリ剤水溶液として使用することを第１０の局面とする。
- [0029] また、本発明は、かかる第９又は第１０の局面に加えて、前記塩化工程では、前記晶析工程で分離回収した前記水酸化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスを原料として製造された塩酸と、を接触させることを第１１の局面とする。
- [0030] また、本発明は、かかる第９から第１１の局面のいずれかに加えて、前記アルカリ剤水溶液のアルカリ剤は、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムであることを第１２の局面とする。
- [0031] また、本発明は、かかる第６から第１２の局面のいずれかに加えて、前記乾燥工程では、水を水蒸気として分離した後の前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスと、を接触させることを第１３の局面とする。
- [0032] また、本発明は、かかる第６から第１３の局面のいずれかに加えて、前記精製工程は、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて前記粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、前記金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、前記粗塩化亜鉛を加熱する

ことにより、前記金属塩化物を蒸発させて分離する第1精製工程と、前記第1精製工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第2精製工程と、を有し、前記電解工程では、前記第2精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を用いることを第14の局面とする。

[0033] また、本発明は、かかる第6から第8又は第14の局面のいずれかの局面に加えて、前記第1精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスと、を接触させることを第15の局面とする。

[0034] また、本発明は、かかる第3から第5、第14又は第15のいずれかの局面に加えて、前記第1精製工程では、前記粗塩化亜鉛を、それに接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下の範囲内に維持した状態で、50℃以上450℃以下の温度範囲に維持することを第16の局面とする。

[0035] また、本発明は、かかる第1から第16の局面のいずれかに加えて、前記塩化亜鉛蒸気は、前記粗塩化亜鉛を加熱して溶融し、その融液相の温度を250℃以上750℃以下の範囲内に維持した状態で、前記融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持することにより生成されることを第17の局面とする。

発明の効果

[0036] 本発明の第1の局面における亜鉛製造方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト又は電炉ダストを還元炉で還元した際に発生する2次ダストにおける酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛を得る反応工程と、反応工程で得た粗塩化亜鉛を加熱して塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る精製工程と、精製工程で得た精製塩化亜鉛を溶融状態で電解して亜鉛融液と塩素ガスとを得る電解工程と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度4N以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。特に、精

製工程では、粗塩化亜鉛中にアルカリ金属成分やアルカリ土類金属成分等が共存していても、これらと塩化亜鉛成分とを、それらの蒸気圧差を利用して分離することができる。

[0037] また、本発明の第2の局面における亜鉛製造方法によれば、反応工程が、電炉ダスト又は2次ダストと、塩素ガスと、を接触させ、電炉ダスト中又は2次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程であることにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理により好適であり、純度4N以上の高純度の亜鉛地金をより確実に製造できると共に、よりコンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0038] また、本発明の第3の局面における亜鉛製造方法によれば、浸出工程では、電炉ダスト又は2次ダストと、電解工程における電解により得た塩素ガスと、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0039] ここで、これらの第2及び第3の局面の亜鉛製造方法において、塩化剤として使う塩素ガスを炭酸カルシウム等と接触させて、塩化カルシウム等の形態の塩化剤に転換してから電炉ダスト等と接触させる場合には、塩素ガスを、漏洩等の可能性が低減した取扱いの容易な形態で利用することができると共に、塩化反応装置内における塩化剤の滞留時間を長くすることが可能となる。また、塩化剤として、別途用意した塩化カルシウム等を使用する場合にも同様の効果が得られる。

[0040] また、電炉ダスト等と炭酸カルシウム等とを予め混合した混合物を用意し、この混合物原料と塩素ガスとを接触させる場合にも、塩素ガスの漏洩等の可能性を低減することができる。また、かかる混合物の原料に炭素やアルコール等の有機化合物を混合する場合には、塩素を塩化物に還元して安全性を高めることができると共に、塩化反応を行う装置内の温度を所定範囲に維持するための熱を補うことができる。

[0041] また、本発明の第4の局面における亜鉛製造方法によれば、精製工程が、

浸出工程で抽出した粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、粗塩化亜鉛を加熱することにより、金属塩化物を蒸発させて分離する第1精製工程と、第1精製工程を経た粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第2精製工程と、を有し、電解工程では、第2精製工程で得た精製塩化亜鉛を用いることにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理により好適であり、粗塩化亜鉛中に含まれる不純物をより確実に除去できて純度4N以上の高純度の亜鉛地金をより確実に製造できると共に、よりコンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。特に、第2精製工程では、粗塩化亜鉛中にアルカリ金属成分やアルカリ土類金属成分が共存していても、これらと塩化亜鉛成分とを、それらの蒸気圧差を利用して分離することができる。

[0042] ここで、第4の局面の亜鉛製造方法において、第1精製工程で得られる低沸点の金属塩化物、及び／又は第2精製工程で得られる、精製塩化亜鉛を分離した残渣中の金属塩化物成分を、上述した反応工程で塩化剤として使用する場合には、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0043] また、本発明の第5の局面における亜鉛製造方法によれば、第1精製工程は、熔融状態の粗塩化亜鉛と、電解工程における電解により得た塩素ガスとを接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0044] また、本発明の第6の局面における亜鉛製造方法によれば、反応工程が、電炉ダスト又は2次ダストと、塩酸と、を接触させ、電炉ダスト中又は2次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程であり、浸出工程で抽出した粗塩化亜鉛を、加熱して粗塩化亜鉛に含まれる水を水蒸気として分離した後に塩素ガスと接触させる乾燥工程を更に有し、精製工程では、乾燥工程を経た粗塩化亜鉛を加熱することにより、脱塩素のための追加コ

ストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理により好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金をより確実に製造できると共に、よりコンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0045] また、本発明の第 7 の局面における亜鉛製造方法によれば、浸出工程では、電炉ダスト又は 2 次ダストと、電解工程における電解により得た塩素ガスを原料として生成された塩酸と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0046] また、本発明の第 8 の局面における亜鉛製造方法によれば、浸出工程では、電炉ダスト又は 2 次ダストと、塩酸と、を接触させる際に、水を併用することにより、不純物を多く含む低品位の原料に対応できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0047] また、本発明の第 9 の局面における亜鉛製造方法によれば、反応工程は、電炉ダスト又は 2 次ダストと、アルカリ剤水溶液と、を接触させ、電炉ダスト中又は 2 次ダスト中の酸化亜鉛成分を水酸化亜鉛とし、水酸化亜鉛を含む浸出液を得る浸出工程と、浸出工程で得た浸出液から水酸化亜鉛を析出及び沈降させ、水酸化亜鉛を固体として分離回収する晶析工程と、晶析工程で分離回収した水酸化亜鉛と塩酸とを接触させて粗塩化亜鉛を得る塩化工程と、を有し、塩化工程で得た粗塩化亜鉛を、加熱して粗塩化亜鉛に含有されている水を水蒸気として分離した後、塩素ガスと接触させる乾燥工程を更に有し、精製工程では、乾燥工程を経た粗塩化亜鉛を加熱することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理により好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金をより確実に製造できると共に、よりコンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0048] また、本発明の第 10 の局面における亜鉛製造方法によれば、浸出工程では、晶析工程において水酸化亜鉛を分離回収した後の水溶液をアルカリ剤水溶液として使用することにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

- [0049] また、本発明の第１１の局面における亜鉛製造方法によれば、塩化工程では、晶析工程で分離回収した水酸化亜鉛と、電解工程における電解により得た塩素ガスを原料として製造された塩酸と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。
- [0050] また、本発明の第１２の局面における亜鉛製造方法によれば、アルカリ剤水溶液のアルカリ剤は、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムであることにより、水溶液に鉄成分を溶存せず、かつ酸化亜鉛成分を選択的に溶解できる亜鉛製造方法を実現することができる。
- [0051] また、本発明の第１３の局面における亜鉛製造方法によれば、乾燥工程では、水を水蒸気として分離した後の粗塩化亜鉛と、電解工程における電解により得た塩素ガスと、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。
- [0052] また、本発明の第１４の局面における亜鉛製造方法によれば、精製工程は、乾燥工程を経た粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、粗塩化亜鉛を加熱することにより、金属塩化物を蒸発させて分離する第１精製工程と、第１精製工程を経た粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第２精製工程と、を有し、電解工程では、第２精製工程で得た精製塩化亜鉛を用いることにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理により好適であり、粗塩化亜鉛中に含まれる不純物をより確実に除去できて純度４Ｎ以上の高純度の亜鉛地金をより確実に製造できると共に、よりコンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。特に、第２精製工程では、粗塩化亜鉛中にアルカリ金属成分やアルカリ土類金属成分等が共存する場合、これらと塩化亜鉛成分とを、それらの蒸気圧差を利用して分離することができる。
- [0053] また、本発明の第１５の局面における亜鉛製造方法によれば、第１精製工程では、乾燥工程を経た粗塩化亜鉛と、電解工程における電解により得た塩

素ガスと、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0054] また、本発明の第16の局面における亜鉛製造方法によれば、第1精製工程では、粗塩化亜鉛を、それに接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下の範囲内に維持した状態で、50℃以上450℃以下の温度範囲に維持することにより、その温度における蒸気分圧相当の低沸点成分を蒸発させることができ、粗塩化亜鉛中に含まれる不純物を除去することができる。

[0055] また、本発明の第17の局面における亜鉛製造方法によれば、塩化亜鉛蒸気が、粗塩化亜鉛を加熱して熔融し、その融液相の温度を250℃以上750℃以下の範囲内に維持した状態で、融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持することにより生成されることにより、その温度における蒸気分圧相当の塩化亜鉛蒸気を生成しこれを凝縮することができ、高純度の塩化亜鉛を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0056] [図1]本発明の実施の形態1における亜鉛製造方法の工程図である。

[図2]本発明の実施の形態2における亜鉛製造方法の工程図である。

[図3]本発明の実施の形態3における亜鉛製造方法の工程図である。

[図4]本発明の実施の形態4における亜鉛製造方法の工程図である。

[図5]本発明の実施の形態5における亜鉛製造方法の工程図である。

[図6]本発明の実施の形態6における亜鉛製造方法の工程図である。

発明を実施するための形態

[0057] 以下、図面を適宜参照して、本発明の各実施の形態における亜鉛製造方法につき、詳細に説明する。

[0058] (実施の形態1)

まず、図1を参照して、本発明の実施の形態1における亜鉛製造方法につき、詳細に説明する。

[0059] 図1は、本発明の実施の形態1に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0060] 図1に示すように、まず、浸出工程101では、塩素ガス8と、電炉ダスト1又はその一部を製鉄原料としてリサイクルする際に還元炉で発生する2次ダスト1と、を、図示を省略する管状炉内で接触させて、電炉ダスト1中又は2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を、粗塩化亜鉛3として抽出する。かかる浸出工程101は、電炉ダスト1又は2次ダスト1における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛3を得る反応工程である。なお、表1に、2次ダスト1の組成を示し、表2に、これから得られた粗塩化亜鉛3の組成を示す。

[表1]

Zn(%)	Pb(%)	Fe(%)	Cu(%)	Cd(%)	Sn(%)	Si(%)	未溶解
62.90	3.63	0.67	0.089	0.13	0.082	0.062	微量

[表2]

Zn(%)	Pb(%)	Fe(%)	Cu(%)	Cd(%)	Sn(%)	Si(%)
47.01	-	-	-	-	-	-

[0061] 具体的には、浸出工程101では、予め準備した図示を省略する熔融塩化亜鉛浴に粉体状の電炉ダスト1又は粉体状の2次ダスト1を分散浸漬し、その中に塩素ガス8を吹き込む。かかる浸出工程101では、電炉ダスト1又は2次ダスト1の中の金属酸化物を構成する酸素成分が塩素に置換される反応が進行して粗塩化亜鉛3が抽出されることから、酸素ガス2が副生される。電炉ダスト1又は2次ダスト1に含まれるFe等の金属成分に関しては、その一部は、亜鉛成分と共に抽出されて粗塩化亜鉛3中に塩化物として混入し、その残部は、残さ4として分離される。なお、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できる観点等からは、浸出工程101で使う塩素ガス8は、後述する電解工程103において陽極で副生されたものを用いることが好ましい。

[0062] 次に、精製工程102では、浸出工程101を経て得られた前述の表2の組成を有する粗塩化亜鉛3を蒸留精製して精製塩化亜鉛6を得る。

[0063] 具体的には、精製工程102では、かかる粗塩化亜鉛3をマッフル炉内に

配置されたるつぼ内に收容してマッフル炉内の温度を600℃に維持し、粗塩化亜鉛3をるつぼ内で加熱溶融してその融液を600℃に維持すると共に、マッフル炉内の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持する。すると、粗塩化亜鉛3の融液が気化して塩化亜鉛蒸気が生成され、このように生成された塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮して液化し、つまり蒸留して、表3に示す組成を有する精製塩化亜鉛6が得られる。この際、塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物成分5は、塩化亜鉛よりも先に気化して、塩化亜鉛蒸気から分離される。一方で、塩化亜鉛より高沸点の金属塩化物成分7は、塩化亜鉛が気化した後も液体としてるつぼ内に残る。

[表3]

Zn(%)	Pb(%)	Fe(%)	Cu(%)	Cd(%)	Sn(%)	Si(%)
47.60	0.00005	0.00002	0.00001	0.00001	0.00002	-

[0064] ここで、マッフル炉内の圧力は、典型的には、図示を省略する不活性ガスの供給系を自動又は手動で制御して窒素ガス等の不活性ガスその中に吹き込むことにより、粗塩化亜鉛3に接触する気相の全圧をゲージ圧で200Pa以下に維持するように制御される。また、かかる圧力は、粗塩化亜鉛3が溶融した融液から塩化亜鉛蒸気が生成されるに足る圧力であればよく、その下限値は、マッフル炉の気密性能による。すなわち、外気を吸込む恐れがない限り大気圧より減圧されてもよく、その上限値は、不活性ガスの供給系やマッフル炉の構成の簡便性を考慮するとゲージ圧で200Pa以下であることが好ましい。なお、マッフル炉内の圧力は、それが定常化した後にはるつぼ内の粗塩化亜鉛3の融液に接触する気相の圧力と等しい。

[0065] また、マッフル炉内の温度は、図示を省略する加熱機構を自動又は手動で制御して粗塩化亜鉛3を溶融してその状態を維持するに足る温度であればよく、その下限値は、るつぼ内の粗塩化亜鉛3の融液を250℃以上とする温度であることが必要であり、その上限値は、マッフル炉や図示を省略する加熱機構の構成の簡便性を考慮するとるつぼ内の粗塩化亜鉛3の融液を750℃以下とする温度であることが好ましい。なお、マッフル炉内の温度は、そ

れが定常化した後にはるつぼ内の粗塩化亜鉛 3 の融液の温度と等しい。

[0066] なお、マッフル炉及びその内部に配置されたるつぼについては、いずれも図示を省略する。また、かかるマッフル炉及びその内部に配置されたるつぼの代わりに、高温の金属塩化物に対して耐食性のあるアルミナ、又は炭化ケイ素等のセラミクスで内張りされた一般的な蒸留装置を用いて、粗塩化亜鉛 3 の蒸留を実施してもよい。

[0067] 次に、電解工程 103 では、精製工程 102 を経て得られた前述の表 3 の組成を有する精製塩化亜鉛 6 を、電解槽内に収容してその浴温度を 500℃ に維持することにより溶融し、かかる溶融状態の精製塩化亜鉛 6 を電解して、金属亜鉛を含む亜鉛融液 9 を得ると共に塩素ガス 8 が副生する。かかる金属亜鉛を含む亜鉛融液 9 を冷却固化して組成分析したところ、表 4 に示す結果を得た。なお、電解工程 103 で用いる電解槽としては、一例として、セラミクスで内張りされた容器内に炭素電極を収納した電解槽を用いることができる。

[表4]

Zn(%)	Pb(%)	Fe(%)	Cu(%)	Cd(%)	Sn(%)	Si(%)
99.99	0.0002	0.0008	0.001	0.0001	0.0002	-

[0068] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト 1 又は電炉ダスト 1 を還元炉で還元した際に発生する酸化亜鉛を含む 2 次ダスト 1 と、塩素ガス 8 と、を接触させ、電炉ダスト 1 中又は 2 次ダスト 1 中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛 3 として抽出する浸出工程 101 と、浸出工程 101 で抽出した粗塩化亜鉛 3 を加熱して塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛 6 を得る精製工程 102 と、精製工程 102 で得た精製塩化亜鉛 6 を溶融状態で電解して亜鉛融液 9 と塩素ガス 8 とを得る電解工程 103 と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0069] また、本実施の形態の方法によれば、浸出工程 101 では、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 と、電解工程 103 における電解により得た塩素ガス 8 と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0070] また、本実施の形態の方法によれば、精製工程 102 では、粗塩化亜鉛 3 を加熱して熔融し、その融液相の温度を 250℃以上 750℃以下の範囲内に維持した状態で、かかる融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で 200 Pa 以下に維持することにより、その温度における蒸気分圧相当の塩化亜鉛蒸気を生成しこれを凝縮することができ、高純度の塩化亜鉛を得ることができる。

[0071] (実施の形態 2)

次に、図 2 を参照して、本発明の実施の形態 2 における亜鉛製造方法につき、詳細に説明する。

[0072] 図 2 は、本発明の実施の形態 2 に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0073] 本実施の形態に係る亜鉛製造方法は、実施の形態 1 に係る亜鉛製造方法と比較して、精製工程 102 が共にマッフル炉及びその内部に配置されたるつばを用いる第 1 精製工程 201 及び第 2 精製工程 202 に細分化された工程を置換して有していることが、主たる相違点である。本実施の形態においては、かかる相違点に着目して説明するものとし、同一な構成要素には同じ符号を付して、その説明を省略又は簡略化する。

[0074] まず、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛 3 を得る反応工程である浸出工程 101 は、実施の形態 1 のものと同一である。

[0075] 次に、本実施の形態における第 1 精製工程 201 及び第 2 精製工程 202 について説明する。まず、実施の形態 1 で説明した精製工程 102 における蒸留は、粗塩化亜鉛 3 中の塩化亜鉛成分を気化させ、これを凝縮すると共に液化して得た精製塩化亜鉛 6 を電解浴として電解工程に 103 に供給するも

のである。

[0076] しかし、粗塩化亜鉛3に混入している不純物である金属成分には、酸化されることにより沸点が低下するものがあるため、これに対処すれば、より高純度の塩化亜鉛を得ることができることになる。

[0077] そこで、まず、本実施の形態における第1精製工程201では、実施形態1と同一の浸出工程101で得た不純物を含む粗塩化亜鉛3を、それに接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下の範囲内に維持した状態で、50℃以上450℃以下の温度範囲に維持する。そして、第1精製工程201では、かかる状態の不純物を含む粗塩化亜鉛3を塩素ガス8に接触させることにより、粗塩化亜鉛3に含有されている亜鉛以外の不純物である金属成分を酸化して塩化亜鉛よりも低沸点の金属塩化物にした後に、その加熱状態を維持したままで金属塩化物を気化溜出させる。

[0078] 具体的には、粗塩化亜鉛3に含有されている亜鉛以外の金属成分である FeCl_2 、 SnCl_2 、及び PbCl_2 は、 FeCl_3 、 SnCl_4 、及び PbCl_4 にそれぞれ酸化されて塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物成分5となり、かかる金属塩化物成分5は、塩化亜鉛よりも先に気化して、塩化亜鉛蒸気から分離される。この際、塩素ガス8は、電解工程103において陽極で副生する塩素ガス8を用いることが、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できるために好ましい。

[0079] ここで、第1精製工程201で用いるマッフル炉内の圧力は、典型的には、図示を省略する不活性ガスの供給系を自動又は手動で制御して窒素ガス等の不活性ガスその中に吹き込むことにより、粗塩化亜鉛3に接触する気相の全圧をゲージ圧で200Pa以下に維持するように制御される。また、かかる圧力は、粗塩化亜鉛3に含有される不純物に起因する金属塩化物が熔融した融液から金属塩化物蒸気が生成されるに足る圧力であればよく、その下限値は、マッフル炉の気密性能からゲージ圧で-200Paとすることが好ましい。一方で、その上限値は、不活性ガスの供給系やマッフル炉の構成の簡便性を考慮するとゲージ圧で200Pa以下であることが好ましい。

[0080] また、かかるマッフル炉内の温度は、図示を省略する加熱機構を自動又は手動で制御して粗塩化亜鉛3に含有される不純物に起因する金属塩化物を溶融してその状態を維持するに足る温度であればよく、その下限値は、るつぼ内の金属塩化物の融液を50℃以上とする温度であることが必要であり、その上限値は、マッフル炉や図示を省略する加熱機構の構成の簡便性を考慮するとるつぼ内の金属塩化物の融液を450℃以下とする温度であることが好ましい。

[0081] 次に、第2精製工程202では、第1精製工程201を経た粗塩化亜鉛3'ら塩化亜鉛成分を気化溜出させることにより、精製塩化亜鉛6を得る。

[0082] 具体的には、第2精製工程202では、粗塩化亜鉛3'の主成分である無水塩化亜鉛を加熱して溶融しながら気化させる。この際、第2精製工程202では、実施の形態1で説明した精製工程102と同様に、粗塩化亜鉛3'を加熱して溶融して、その融液相の温度を250℃以上750℃以下の範囲内に維持した状態で、その融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持し、塩化亜鉛蒸気を生成する。そして、このように生成された塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮して液化させることにより、塩化亜鉛より高沸点の金属塩化物成分7と分離された精製塩化亜鉛6が得られる。なお、塩化亜鉛より高沸点の塩化亜鉛や塩化カルシウム等主成分とする金属塩化物成分7は、塩化亜鉛が気化した後も液体としてそのまま残置される。

[0083] そして、第2精製工程202で得られた精製塩化亜鉛6は、実施の形態1のものと同一の次段の電解工程103に送られることになる。

[0084] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト1又は電炉ダスト1を還元炉で還元した際に発生する酸化亜鉛を含む2次ダスト1と、塩素ガス8と、を接触させ、電炉ダスト1中又は2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛3として抽出する浸出工程101と、浸出工程101で抽出した粗塩化亜鉛3を溶融状態で塩素ガス8に接触させて粗塩化亜鉛3中の亜鉛以外の金属成分を酸化し、金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物5にした後に粗塩化亜鉛3を加熱することにより、金属塩化物5を蒸発さ

せて分離する第1精製工程201と、第1精製工程201を経た粗塩化亜鉛3'を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛6を得る第2精製工程202と、第2精製工程202で得た精製塩化亜鉛6を熔融状態で電解して亜鉛融液9と塩素ガス8とを得る電解工程103と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度4N以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0085] また、本実施の形態の方法によれば、第1精製工程201では、粗塩化亜鉛3と、電解工程103における電解により得た塩素ガス8と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0086] また、本実施の形態の方法によれば、第1精製工程201では、粗塩化亜鉛3を、それに接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下の範囲内に維持した状態で、50℃以上450℃以下の温度範囲に維持することにより、その温度における蒸気分圧相当の低沸点成分を蒸発させることにより、粗塩化亜鉛中に含まれる不純物を除去できる。

[0087] また、本実施の形態の方法によれば、第2精製工程202では、粗塩化亜鉛3'を加熱して熔融し、その融液相の温度を250℃以上かつ750℃以下の範囲内に維持した状態で、かかる融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持することにより、その温度における蒸気分圧相当の塩化亜鉛蒸気を生成しこれを凝縮することができ、高純度の塩化亜鉛を得ることができる。

[0088] (実施の形態3)

次に、図3を参照して、本発明の実施の形態3における亜鉛製造方法につき、詳細に説明する。

[0089] 図3は、本発明の実施の形態3に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0090] 本実施の形態に係る亜鉛製造方法は、実施の形態 1 に係る亜鉛製造方法と比較して、浸出工程 101 を新たな浸出工程 301 に置換し、更に乾燥工程 302 を追加していることが、主たる相違点である。本実施の形態においては、かかる相違点に着目して説明するものとし、同一な構成要素には同じ符号を付して、その説明を省略又は簡略化する。

[0091] まず、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛 3 を得る反応工程である浸出工程 301 では、実施の形態 1 の塩素ガス 8 に代えて塩酸 10 を使用する。即ち、浸出工程 301 では、塩酸 10 と、電炉ダスト 1 又は前述の表 1 に示す組成を有する 2 次ダスト 1 と、を管状炉内で接触させて、電炉ダスト 1 中又は 2 次ダスト 1 中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛 3 として抽出する。この場合、浸出工程 301 では、酸素ガス 2 ではなく水 11 が副生することになる。また、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 に含まれる鉄等の金属成分については、その一部は、亜鉛成分と共に抽出され粗塩化亜鉛 3 中に塩化物として混入し、その残部は、残さ 4 として分離される。

[0092] また、浸出工程 301 では、塩酸 10 と共に水を併用し、粗塩化亜鉛 3 を液体として抽出してもよい。かかる水の併用の仕方としては、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 に、塩酸 10 と共に水を水蒸気として加えてもよいし、予め固体の電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 に、水を加えて混練しておいてから塩酸 10 と接触させてもよく、又は予め固体の電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 に、水を加えて調製したスラリーに塩酸（ガス）10 を吹き込んで、粗塩化亜鉛を、塩化亜鉛を主成分とする水溶液として得てもよい。また、このように塩酸 10 と共に水を併用する場合、後段の精製工程 102 では、広く工業的に実施されている湿式の浄液方法を併用して、更に不純物を多く含む低品位の原料に対応することもできる。かかる湿式浄液方法としては、アルカリ剤を粗塩化亜鉛水溶液に添加してその pH を制御することにより、不純物中の金属成分を水酸化物として沈降分離する方法が挙げられる。

[0093] また、水溶液として得た粗塩化亜鉛は、塩化亜鉛の飽和液になるよう調製

し、塩化亜鉛を結晶化させて濾別することにより補助的に分離精製されるようにすることもできる。この方法によれば、更に不純物を多く含む低品位の原料に対応することもでき、また、加熱脱水時の水分を蒸発させるための熱エネルギーの消費を低減することができる。

[0094] また、浸出工程 301 で使う塩酸 10 は、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できる観点等からは、電解工程 103 において陽極で副生する塩素ガス 8 を原料とすることが好ましい。具体的には、塩素ガス 8 と水素ガスとを反応させて合成し、塩酸 10 を生成する方法が挙げられる。かかる水素ガスは、水蒸気を用いて LP ガスを改質する等の方法で得られる。また、赤熱したコークス等の炭素原料に、水蒸気と混合した塩素ガス 8 と、を接触させて塩酸 10 を直接合成する方法を採用してもよい。なお、かかる塩酸合成時には、二酸化炭素が副生する。

[0095] 次に、乾燥工程 302 では、浸出工程 301 で副生された水 11 を、粗塩化亜鉛 3 から分離した後に、粗塩化亜鉛 3 と塩素ガス 8 とを接触させて無水塩の粗塩化亜鉛 3' ' を得る。例えば、乾燥工程 302 では、浸出工程 301 で副生された水 11 を、図示を省略する加熱機構で 400℃ に加熱して水蒸気とすることにより、粗塩化亜鉛 3 から蒸発分離させた後、その粗塩化亜鉛 3 を塩素ガス 8 に接触させて表 5 に示す組成を有する無水塩の粗塩化亜鉛 3' ' を得る。

[表5]

Zn(%)	Pb(%)	Fe(%)	Cu(%)	Cd(%)	Sn(%)	Si(%)
44.10	1.2944	0.0137	0.00006	0.00007	0.00006	0.00003

[0096] この際、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できる観点等からは、塩素ガス 8 は、電解工程 103 において陽極で副生する塩素ガス 8 を用いることが好ましい。

[0097] そして、乾燥工程 302 で得られた無水塩の粗塩化亜鉛 3' ' は、実施形態 1 と同一のものである次段の精製工程 102 に送られることになる。また、精製工程 102 の後は、実施の形態 1 及び実施の形態 2 と同一の電解工程

103が実行される。

[0098] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト1又は電炉ダスト1を還元炉で還元した際に発生する酸化亜鉛を含む2次ダスト1と、塩酸10と、を接触させ、電炉ダスト1中又は2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛3として抽出する浸出工程301と、浸出工程301で抽出した粗塩化亜鉛3を、加熱して粗塩化亜鉛3に含まれる水11を水蒸気として分離した後に塩素ガス8と接触させる乾燥工程302と、乾燥工程302を経た粗塩化亜鉛3'を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛6を得る精製工程102と、精製工程102で得た精製塩化亜鉛6を溶融状態で電解して亜鉛融液9と塩素ガス8とを得る電解工程103と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度4N以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0099] また、本実施の形態の方法によれば、浸出工程301では、電炉ダスト1又は2次ダスト1と、電解工程302における電解により得た塩素ガス8を原料として生成された塩酸10と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0100] また、本実施の形態の方法によれば、浸出工程301では、電炉ダスト1又は2次ダスト1と、塩酸10と、を接触させる際に水を併用することにより、不純物を多く含む低品位の原料に対応できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0101] また、本実施の形態の方法によれば、乾燥工程302では、水11を水蒸気として分離した後の粗塩化亜鉛3と、電解工程102における電解により得た塩素ガス8と、を接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0102] (実施の形態4)

次に、図4を参照して、本発明の実施の形態4における亜鉛製造方法につ

き、詳細に説明する。

[0103] 図4は、本発明の実施の形態4に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0104] 本実施の形態に係る亜鉛製造方法は、実施の形態1に係る亜鉛製造方法と比較して、浸出工程101を新たな浸出工程401に置換し、更に、乾燥工程402を追加すると共に、精製工程102が共にマッフル炉及びその内部に配置されたるつぼを用いる第1精製工程401及び第2精製工程402に細分化された工程を置換して有し、かつ、塩酸合成工程406を追加していることが、主たる相違点である。本実施の形態においては、かかる相違点に着目して説明するものとし、同一な構成要素には同じ符号を付して、その説明を省略又は簡略化する。

[0105] まず、電炉ダスト1又は2次ダスト1における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛3を得る反応工程である浸出工程401では、実施の形態1の塩素ガス8に代えて塩酸10を使う。即ち、かかる浸出工程401は、実施の形態3における浸出工程301と同一の工程である。

[0106] 次に、乾燥工程402では、浸出工程401で副生された水11を、図示を省略する加熱機構で400℃に加熱することにより水蒸気として分離除去して、粗塩化亜鉛3を無水塩にする。即ち、かかる乾燥工程402は、実施の形態3における乾燥工程302と同一の工程である。

[0107] 次に、第1精製工程403では、乾燥工程402で得た不純物を含む粗塩化亜鉛3' 'を塩素ガス8に接触させることにより、粗塩化亜鉛3' 'に含有されている亜鉛以外の不純物である金属成分を酸化して塩化亜鉛よりも低沸点の金属塩化物にした後に、その金属塩化物を気化溜出させる。即ち、かかる第1精製工程403は、無水塩である粗塩化亜鉛3' 'を用いるものではあるが、実施の形態2における第1精製工程201と同一の工程である。

[0108] 次に、第2精製工程404では、第1精製工程403を経た粗塩化亜鉛3' から塩化亜鉛成分を気化溜出させることにより、精製塩化亜鉛6を得る。即ち、かかる第2精製工程404は、実施の形態2における第2精製工程2

02と同一の工程である。

[0109] 次に、電解工程405では、第2精製工程404を経て得られた精製塩化亜鉛6を熔融状態で電解して、高純度の金属亜鉛を含む亜鉛融液9と、塩素ガス8と、を得る。即ち、かかる電解工程405は、実施の形態1から実施の形態3における電解工程103と同一の工程である。

[0110] 次に、塩酸合成工程406では、電解工程103において陽極で副生する塩素ガス8を原料として塩酸10を生成する。具体的には、塩酸合成工程406では、塩素ガス8と水素ガスとを反応させ合成して、塩酸10を生成する。かかる水素ガスは、水蒸気11を用いてLPガスを改質する水生ガスシフト反応等の方法で得られる。また、赤熱した炭素原料12に、水蒸気11と混合した塩素ガス8を接触させて塩酸10を直接合成する方法を採用してもよい。なお、かかる塩酸合成時には、二酸化炭素13が副生する。

[0111] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト1又は電炉ダスト1を還元炉で還元した際に発生する2次ダスト1と、塩酸10とを接触させ、電炉ダスト1中又は2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛3として抽出する浸出工程401と、浸出工程401で抽出した粗塩化亜鉛3を、加熱して粗塩化亜鉛3に含まれる水11を水蒸気として分離した後に塩素ガス8と接触させる乾燥工程402と、乾燥工程402を経た粗塩化亜鉛3'を塩素ガス8と接触させて粗塩化亜鉛3'中の亜鉛以外の金属成分を酸化し、金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物5とした後に粗塩化亜鉛3'を加熱することにより、金属塩化物5を蒸発させて分離する第1精製工程403と、第1精製工程403を経た粗塩化亜鉛3'を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛6を得る第2精製工程404と、第2精製工程404で得た精製塩化亜鉛6を熔融状態で電解して亜鉛融液9と塩素ガス8とを得る電解工程405と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度4N以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方

法を実現することができる。

[0112] また、本実施の形態の方法によれば、浸出工程401は、電炉ダスト1又は2次ダスト1と、電解工程405における電解により得た塩素ガス8を原料として生成された塩酸10とを接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0113] (実施の形態5)

次に、図5を参照して、本発明の実施の形態5における亜鉛製造方法につき、詳細に説明する。

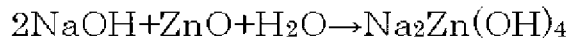
[0114] 図5は、本発明の実施の形態5に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0115] 本実施の形態に係る亜鉛製造方法は、実施の形態1に係る亜鉛製造方法と比較して、電炉ダスト1又は2次ダスト1における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛3を得る反応工程として、浸出工程101の代わりに、浸出工程501、晶析工程502及び塩化工程503を用い、更に塩酸合成工程507を追加していることが、主たる相違点である。本実施の形態においては、かかる相違点に着目して説明するものとし、同一な構成要素には同じ符号を付して、その説明を省略又は簡略化する。

[0116] まず、浸出工程501では、アルカリ剤水溶液16を使用する。即ち、浸出工程501では、電炉ダスト1又は前述の表1に示す組成を有する2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を、図示を省略するステンレスビーカー内で攪拌しながら、濃度48%で図示を省略する加熱機構で100℃に維持されたアルカリ剤水溶液16である水酸化ナトリウム水溶液と接触させることにより、電炉ダスト1中又は2次ダスト1中の酸化亜鉛成分を水酸化亜鉛とし、水酸化亜鉛を含む浸出液14として抽出する。アルカリ剤水溶液16としては、後述する晶析工程502において生成されたものを用いることが、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できるために好ましい。ここで、水酸化ナトリウム水溶液と酸化亜鉛との反応式は化学式(化1)に示され、浸出液14中の水酸化亜鉛成分は、 $Zn(OH)_4^{2-}$ のような錯イオンとして溶存する。浸出工

程 5 0 1 以降の工程では、抽出した浸出液 1 4 に含まれる亜鉛成分を塩化亜鉛に転化して得た、水 1 1 を含む粗塩化亜鉛 3 を、乾燥、及び精製して熔融塩電解法により処理することになる。

[化1]

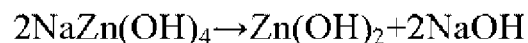


[0117] かかるアルカリ剤水溶液 1 6 のアルカリ剤としては、水溶液に鉄成分を溶存せず、かつ、酸化亜鉛成分を選択的に溶解できる、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムが好適に使用できる。よって、浸出工程 5 0 1 における処理は、鉄成分を多く含むダスト処理に特に有効であるといえる。また、浸出工程 5 0 1 を経た電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 は、酸又は塩素成分で汚染されず、また、塩素成分を含む電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 の処理の場合に、アルカリ剤水溶液 1 6 により塩素成分を溶解除去することができる。従って、本実施の形態は、浸出工程 5 0 1 を経た電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 を製鉄原料等に利用する場合に特に有効である。

[0118] また、浸出工程 5 0 1 では、電炉ダスト 1 又は 2 次ダスト 1 に含まれる鉄等の金属成分については、その一部は、亜鉛成分と共に抽出され粗塩化亜鉛 3 中に塩化物として混入し、その残部は、残さ 4 として分離される。

[0119] 次に、晶析工程 5 0 2 では、浸出液 1 4 を冷却して水酸化亜鉛の飽和液にし、水酸化亜鉛 ($\text{Zn}(\text{OH})_2$) 1 5 を固体として析出及び沈降させて図示を省略するヌッチェで濾過し分離する。ここで、かかる反応式は化学式 (化 2) に示される。

[化2]



[0120] ここで、水酸化亜鉛 1 5 を分離回収した後の浸出液 1 4 は、アルカリ剤水溶液 1 6 として繰り返し循環使用でき好都合である。水酸化亜鉛 1 5 の分離は、フィルタプレス等による濾過又は遠心分離等により行うことができる。反応速度を上げるために、浸出液 1 4 は 5 0℃以上の熱アルカリとすること

が好ましい。また、浸出液 14 及び循環使用するアルカリ剤水溶液 16 の組成及び温度等の諸条件は、原料の品位に依存するが、一般的な方法で調整することができる。

[0121] 次に、塩化工程 503 では、分離回収された水酸化亜鉛 15 の結晶に 35 %の塩酸 10 を加えて塩酸 10 と接触させることにより塩化亜鉛水溶液を得て、この塩化亜鉛水溶液を蒸発乾固させて、前述の表 1 に示す組成を有する粗塩化亜鉛 3 と、水 11 と、を得る。この際、塩酸 10 は、後述する塩酸合成工程 507 において生成した塩酸 10 を用いることが、亜鉛製造方法をクローズドサイクル化できるために好ましい。

[0122] 次に、乾燥工程 504 では、塩化工程 503 で得られた水 11 を加熱することにより水蒸気として分離脱水して、粗塩化亜鉛 3 を無水塩にする。即ち、かかる乾燥工程 504 は、実施の形態 3 における乾燥工程 302 及び実施の形態 4 における乾燥工程 402 と同一の工程である。

[0123] 次に、精製工程 505 では、乾燥工程 504 を経て得られた前述の表 2 の組成を有する粗塩化亜鉛 3' ' を蒸留精製して前述の表 3 に示す組成を有する精製塩化亜鉛 6 を得る。即ち、かかる精製工程 505 は、実施の形態 1 から実施の形態 3 における電解工程 103 と同一の工程である。

[0124] 次に、電解工程 506 では、精製工程 505 を経て得られた前述の表 3 に示す組成を有する精製塩化亜鉛 6 を熔融状態で電解して、高純度の金属亜鉛を含む亜鉛融液 9 と、塩素ガス 8 と、を得る。即ち、かかる電解工程 506 は、実施の形態 1 から実施の形態 3 における電解工程 103 及び実施の形態 4 の電解工程 405 と同一の工程である。

[0125] 次に、塩酸合成工程 507 では、電解工程 506 において陽極で副生する塩素ガス 8 を原料として塩酸 10 を生成する。即ち、かかる塩酸合成工程 507 は、実施の形態 4 の塩酸合成工程 406 と同一の工程である。

[0126] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト 1 又は電炉ダスト 1 を還元炉で還元した際に発生する 2 次ダスト 1 と、アルカリ剤水溶液 16 とを接触させ、電炉ダスト 1 中又は 2 次ダスト 1 中の酸化亜鉛成分

を水酸化亜鉛とし、水酸化亜鉛を含む浸出液 14 を得る浸出工程 501 と、浸出工程 501 で得た浸出液 14 を水酸化亜鉛の飽和液とすることにより、飽和液より水酸化亜鉛 15 を析出及び沈降させ、水酸化亜鉛 15 を固体として分離回収する晶析工程 502 と、晶析工程 502 で分離回収した水酸化亜鉛 15 と塩酸 10 とを接触させて粗塩化亜鉛 3 を得る塩化工程 503 と、塩化工程 503 で得た粗塩化亜鉛 3 を、加熱して粗塩化亜鉛 3 に含有されている水 11 を水蒸気として分離した後、塩素ガス 8 と接触させる乾燥工程 504 と、乾燥工程 504 を経た粗塩化亜鉛 3' ' を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛 6 を得る精製工程 505 と、精製工程 505 で得た精製塩化亜鉛 6 を熔融状態で電解して亜鉛融液 9 と塩素ガス 8 とを得る電解工程と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0127] また、本実施の形態の方法によれば、浸出工程 501 は、晶析工程 502 において水酸化亜鉛 15 を分離回収した後の水溶液をアルカリ剤水溶液 16 として再使用することにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0128] また、本実施の形態の方法によれば、塩化工程 503 は、晶析工程 502 で分離回収した水酸化亜鉛 15 と、電解工程 506 における電解により得た塩素ガス 8 を原料として製造された塩酸とを接触させることにより、廃棄物の発生を低減する亜鉛製造方法を実現することができる。

[0129] また、本実施の形態の方法によれば、アルカリ剤水溶液 16 のアルカリ剤は、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムであることにより、水溶液に鉄成分を溶存せず、かつ酸化亜鉛成分を選択的に溶解できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0130] (実施の形態 6)

次に、図 6 を参照して、本発明の実施の形態 6 における亜鉛製造方法につ

き、詳細に説明する。

[0131] 図6は、本発明の実施の形態5に係る亜鉛製造方法の工程を示す図である。

[0132] 本実施の形態に係る亜鉛製造方法は、実施の形態1に係る亜鉛製造方法と比較して、電炉ダスト1又は2次ダスト1における酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛3を得る反応工程として、浸出工程101の代わりに、浸出工程601、晶析工程602及び塩化工程603を用い、精製工程102が共にマッフル炉及びその内部に配置されたるつばを用いる第1精製工程605及び第2精製工程606に細分化された工程を置換して有し、かつ、更に塩酸合成工程608を追加していることが、主たる相違点である。本実施の形態においては、かかる相違点に着目して説明するものとし、同一な構成要素には同じ符号を付して、その説明を省略又は簡略化する。

[0133] 具体的には、本実施の形態において、浸出工程601、晶析工程602、塩化工程603、乾燥工程604、及び電解工程607は、実施の形態5の浸出工程501、晶析工程502、塩化工程503、乾燥工程504、及び電解工程506と各々同一である。

[0134] また、第1精製工程605では、乾燥工程604で得た不純物を含む粗塩化亜鉛3' 'を塩素ガス8に接触させることにより、粗塩化亜鉛3' 'に含有されている亜鉛以外の不純物である金属成分を酸化して塩化亜鉛よりも低沸点の金属塩化物にした後に、その金属塩化物を気化溜出させる。即ち、かかる第1精製工程605は、無水塩である粗塩化亜鉛3' 'を用いるものではあるが、実施の形態2における第1精製工程201及び実施の形態4における第1精製工程403と同一の工程である。

[0135] また、第2精製工程606では、第1精製工程605を経た粗塩化亜鉛3' から塩化亜鉛成分を気化溜出させることにより、精製塩化亜鉛6を得る。即ち、かかる第2精製工程606は、実施の形態2における第2精製工程202及び実施の形態4における第2精製工程404と同一の工程である。

[0136] 以上の本実施の形態の方法によれば、酸化亜鉛を含む電炉ダスト1又は電

炉ダスト 1 を還元炉で還元した際に発生する 2 次ダスト 1 と、アルカリ剤水溶液 1 6 とを接触させ、電炉ダスト 1 中又は 2 次ダスト 1 中の酸化亜鉛成分を水酸化亜鉛とし、水酸化亜鉛を含む浸出液 1 4 を得る浸出工程 6 0 1 と、浸出工程 6 0 1 で得た浸出液 1 4 を水酸化亜鉛の飽和液とすることにより、飽和液より水酸化亜鉛 1 5 を析出及び沈降させ、水酸化亜鉛 1 5 を固体として分離回収する晶析工程 6 0 2 と、晶析工程 6 0 2 で分離回収した水酸化亜鉛 1 5 と塩酸 1 0 とを接触させて粗塩化亜鉛 3 を得る塩化工程 6 0 3 と、塩化工程 6 0 3 で得た粗塩化亜鉛 3 を、加熱して粗塩化亜鉛 3 に含有する水 1 1 を水蒸気として分離した後、塩素ガス 8 と接触させる乾燥工程 6 0 4 と、乾燥工程 6 0 4 を経た粗塩化亜鉛 3' ' を熔融状態で塩素ガス 8 と接触させて粗塩化亜鉛 3' ' 中の亜鉛以外の金属成分を酸化し、金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物 5 にした後に粗塩化亜鉛 3' ' を加熱することにより、金属塩化物 5 を蒸発させて分離する第 1 精製工程 6 0 5 と、第 1 精製工程 6 0 5 を経た粗塩化亜鉛 3' を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛 6 を得る第 2 精製工程 6 0 6 と、第 2 精製工程 6 0 6 で得た精製塩化亜鉛 6 を熔融状態で電解して亜鉛融液 9 と塩素ガス 8 とを得る電解工程 6 0 7 と、を有することにより、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方法を実現することができる。

[0137] なお、本発明は、構成要素の形状、配置、個数等は前述の実施形態に限定されるものではなく、かかる構成要素を同等の作用効果を奏するものに適宜置換する等、発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能であることはもちろんである。

産業上の利用可能性

[0138] 以上のように、本発明においては、脱塩素のための追加コストを不要として塩素を多く含む電炉ダスト等の処理に好適であり、純度 4 N 以上の高純度の亜鉛地金を製造できると共に、コンパクトな装置で操業できる亜鉛製造方

法を提供することができるものであるため、その汎用普遍的な性格から広範に製鉄プロセスの一つである電炉法においてスクラップの溶解製錬時に発生する電炉ダスト、又は電炉ダストの一部を製鉄原料としてリサイクルする際に還元炉で発生する２次ダストを原料とする亜鉛製造方法に適用され得るものと期待される。

請求の範囲

- [請求項1] 酸化亜鉛を含む電炉ダスト又は前記電炉ダストを還元炉で還元した際に発生する２次ダストにおける酸化亜鉛成分から粗塩化亜鉛を得る反応工程と、
- 前記反応工程で得た前記粗塩化亜鉛を加熱して塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る精製工程と、
- 前記精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を熔融状態で電解して亜鉛融液と塩素ガスとを得る電解工程と、
- を有する亜鉛製造方法。
- [請求項2] 前記反応工程は、前記電炉ダスト又は前記２次ダストと、塩素ガスと、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記２次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程である請求項１に記載の亜鉛製造方法。
- [請求項3] 前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記２次ダストと、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスと、を接触させる請求項２に記載の亜鉛製造方法。
- [請求項4] 前記精製工程は、
- 前記浸出工程で抽出した前記粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて前記粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、前記金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、前記粗塩化亜鉛を加熱することにより、前記金属塩化物を蒸発させて分離する第１精製工程と、
- 前記第１精製工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第２精製工程と、
- を有し、
- 前記電解工程では、前記第２精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を用

いる請求項 2 又は 3 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項5] 前記第 1 精製工程では、熔融状態の前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスと、を接触させる請求項 4 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項6] 前記反応工程は、前記電炉ダスト又は前記 2 次ダストと、塩酸と、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記 2 次ダスト中の酸化亜鉛成分を粗塩化亜鉛として抽出する浸出工程であり、

前記浸出工程で抽出した前記粗塩化亜鉛を、加熱して前記粗塩化亜鉛に含まれる水を水蒸気として分離した後に塩素ガスと接触させる乾燥工程を更に有し、

前記精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱する請求項 1 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項7] 前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記 2 次ダストと、前記電解工程における電解により得た前記塩素ガスを原料として生成された前記塩酸と、を接触させる請求項 6 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項8] 前記浸出工程では、前記電炉ダスト又は前記 2 次ダストと前記塩酸とを接触させる際に水を併用する請求項 7 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項9] 前記反応工程は、

前記電炉ダスト又は前記 2 次ダストと、アルカリ剤水溶液と、を接触させ、前記電炉ダスト中又は前記 2 次ダスト中の酸化亜鉛成分を水酸化亜鉛とし、前記水酸化亜鉛を含む浸出液を得る浸出工程と、

前記浸出工程で得た前記浸出液から前記水酸化亜鉛を析出及び沈降させ、前記水酸化亜鉛を固体として分離回収する晶析工程と、

前記晶析工程で分離回収した前記水酸化亜鉛と塩酸とを接触させて粗塩化亜鉛を得る塩化工程と、

を有し、

前記塩化工程で得た前記粗塩化亜鉛を、加熱して前記粗塩化亜鉛に含有されている水を水蒸気として分離した後、塩素ガスと接触させる

乾燥工程を更に有し、

前記精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱する請求項 1 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項10] 前記浸出工程では、前記晶析工程において前記水酸化亜鉛を分離回収した後の水溶液を前記アルカリ剤水溶液として使用する請求項 9 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項11] 前記塩化工程では、前記晶析工程で分離回収した前記水酸化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスを原料として製造された塩酸と、を接触させる請求項 9 又は 10 に記載の亜鉛製造方法。

[請求項12] 前記アルカリ剤水溶液のアルカリ剤は、水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムである請求項 9 から 11 のいずれかに記載の亜鉛製造方法。

[請求項13] 前記乾燥工程では、水を水蒸気として分離した後の前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスと、を接触させる請求項 6 から 12 のいずれかに記載の亜鉛製造方法。

[請求項14] 前記精製工程は、
前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛を熔融状態で塩素ガスと接触させて前記粗塩化亜鉛中の亜鉛以外の金属成分を酸化して、前記金属成分を塩化亜鉛より低沸点の金属塩化物にした後に、前記粗塩化亜鉛を加熱することにより、前記金属塩化物を蒸発させて分離する第 1 精製工程と、

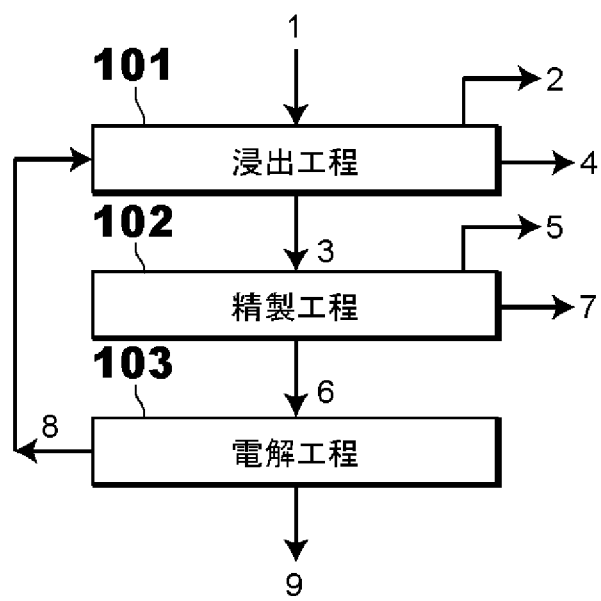
前記第 1 精製工程を経た前記粗塩化亜鉛を加熱することにより塩化亜鉛蒸気を生成し、前記塩化亜鉛蒸気を冷却すると共に凝縮させて精製塩化亜鉛を得る第 2 精製工程と、

を有し、

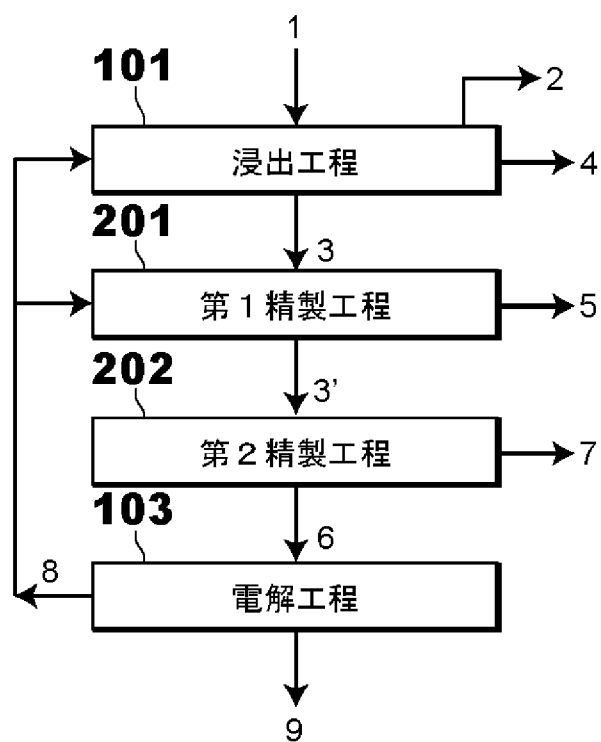
前記電解工程では、前記第 2 精製工程で得た前記精製塩化亜鉛を用いる請求項 6 から 13 のいずれかに記載の亜鉛製造方法。

- [請求項15] 前記第1精製工程では、前記乾燥工程を経た前記粗塩化亜鉛と、前記電解工程における前記電解により得た前記塩素ガスと、を接触させる請求項6から8又は14に記載の亜鉛製造方法。
- [請求項16] 前記第1精製工程では、前記粗塩化亜鉛を、それに接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下の範囲内に維持した状態で、50℃以上450℃以下の温度範囲に維持する請求項3から5、14又は15に記載の亜鉛製造方法。
- [請求項17] 前記塩化亜鉛蒸気は、前記粗塩化亜鉛を加熱して熔融し、その融液相の温度を250℃以上750℃以下の範囲内に維持した状態で、前記融液相と接する気相の圧力をゲージ圧で200Pa以下に維持することにより生成される請求項1から16のいずれかに記載の亜鉛製造方法。

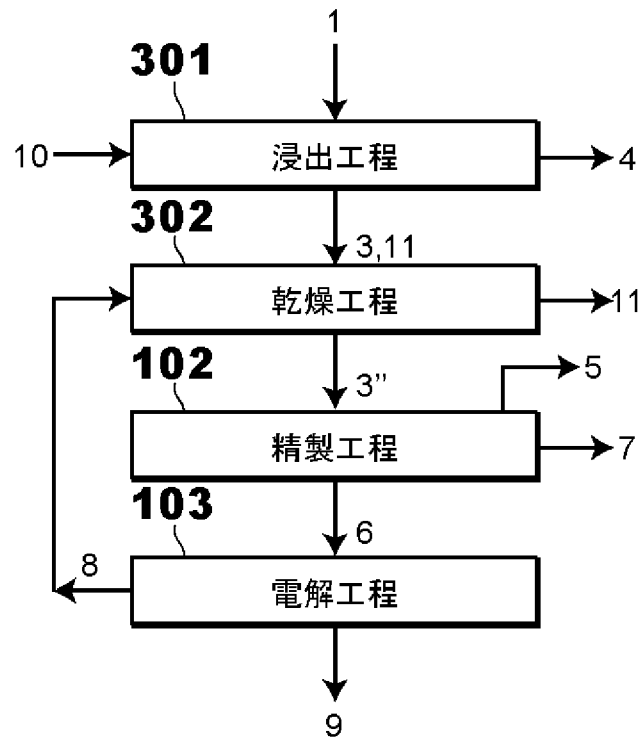
[図1]



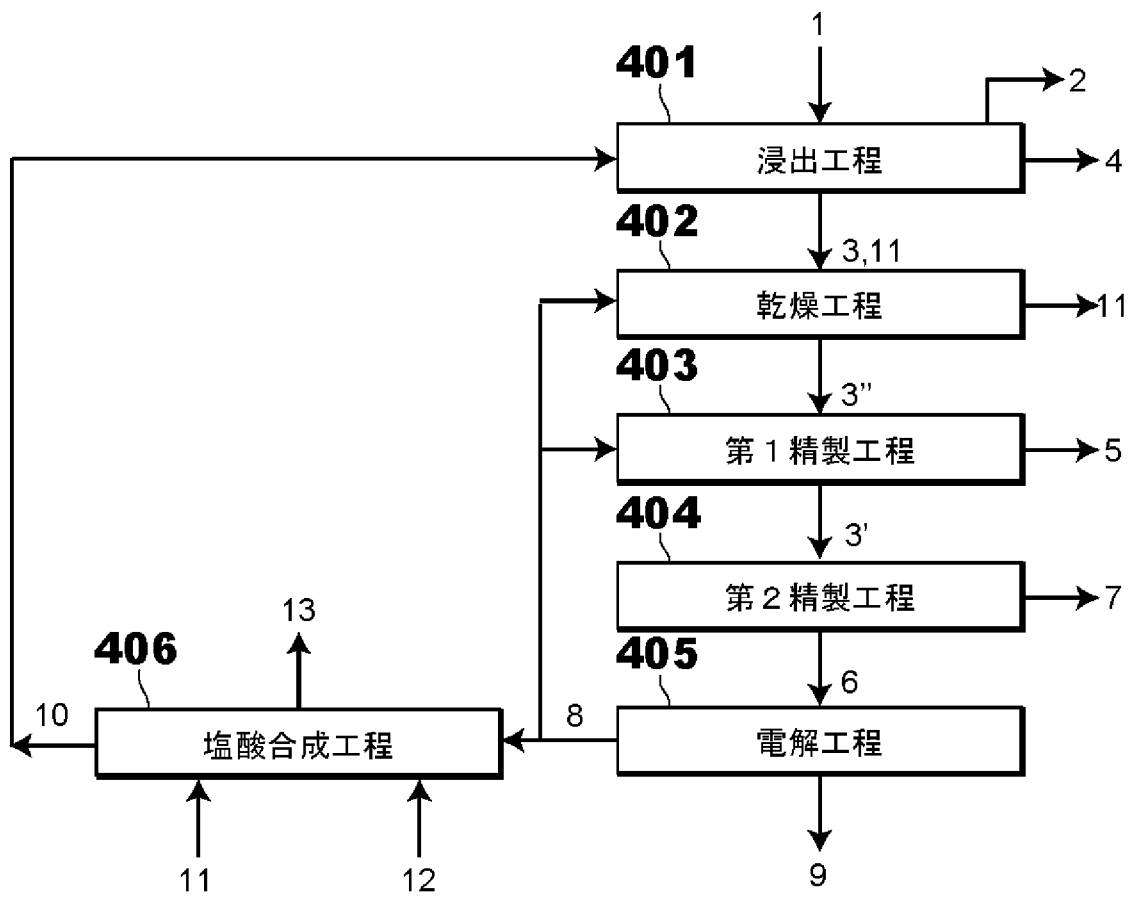
[図2]



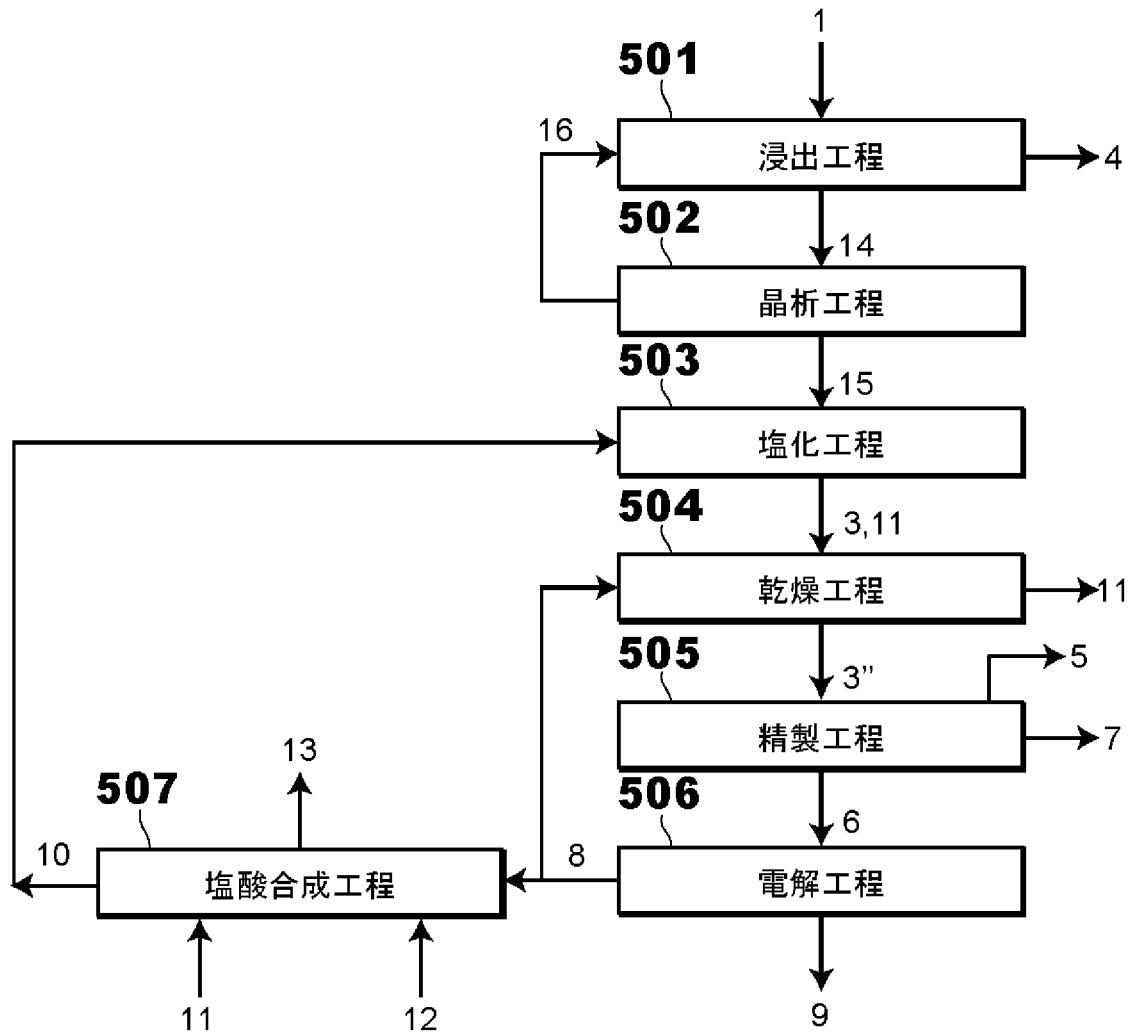
[図3]



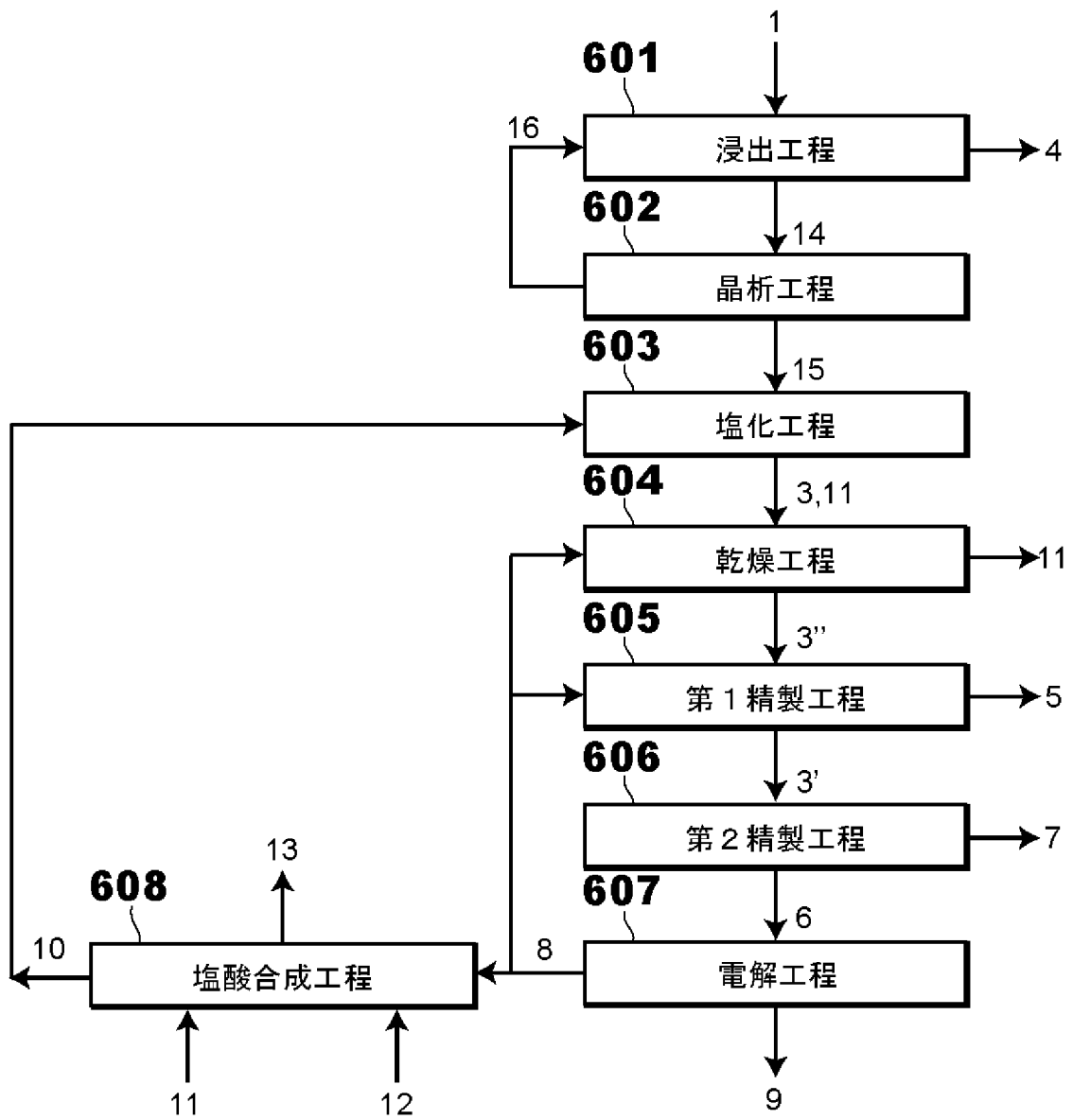
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/062373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25C3/34(2006.01)i, C22B7/02(2006.01)i, C22B9/02(2006.01)i, C22B19/30(2006.01)i, C22B19/32(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)

C25C3/34, C22B7/02, C22B9/02, C22B19/30, C22B19/32

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-290736 A (Nippon Magnetic Dressing Co., Ltd.), 17 October 2000 (17.10.2000), claims & JP 3080947 B	1-17
A	JP 2009-74132 A (DOWA Metals & Mining Co., Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), claims (Family: none)	1-17
A	ABBOTT A. P. et al., Processing metal oxides using ionic liquids, Transactions of The Institutions of Mining and Metallurgy Section C, 2006.03, Vol.115 No.1, Page.15-18	1-17

☐ 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
23 July, 2014 (23.07.14)

Date of mailing of the international search report
05 August, 2014 (05.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C25C3/34(2006.01)i, C22B7/02(2006.01)i, C22B9/02(2006.01)i, C22B19/30(2006.01)i,
C22B19/32(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. C25C3/34, C22B7/02, C22B9/02, C22B19/30, C22B19/32

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

JSTPlus(JDreamIII)

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
A	JP 2000-290736 A（日本磁力選鉱株式会社）2000. 10. 17, 特許請求の範囲 & JP 3080947 B	1-17
A	JP 2009-74132 A（DOWAメタルマイン株式会社）2009. 04. 09, 特許請求の範囲 （ファミリーなし）	1-17

☒ 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

2 3 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 8 . 2 0 1 4

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）

向井 佑

4 E

5 0 7 8

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
A	ABBOTT A. P. 他3名, Processing metal oxides using ionic liquids, Transactions of The Institutions of Mining and Metallurgy Section C, 2006.03, Vol.115 No.1, Page.15-18	1-17