

(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
2017年12月14日(14.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/212657 A1

(51) 国際特許分類:

C22B 9/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/070087

(22) 国際出願日:

2016年7月7日(07.07.2016)

(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 2016-115948 2016年6月10日(10.06.2016) JP

(71) 出願人:オリコン・エナジー株式会社(ORICON ENERGY INC.) [JP/JP]; 〒1060032 東京都港区六本木6-8-10 Tokyo (JP). 国立大学法人東京工業大学(TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 Tokyo (JP).

(72) 発明者:藤井 知(FUJII Satoshi); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 和田 雄二(WADA Yuji); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP).

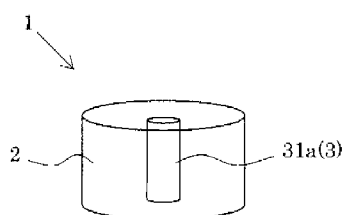
鈴木 榮一(SUZUKI Eiichi); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 米谷 真人(MAITANI Masato); 〒1538902 東京都目黒区駒場4-6-1 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP). 長南 聡(CHONAN Satoshi); 〒1060032 東京都港区六本木6-8-10 STE P六本木 オリコン・エナジー株式会社内 Tokyo (JP). 福井 美穂(FUKUI Miho); 〒1060032 東京都港区六本木6-8-10 STE P六本木 オリコン・エナジー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:坂口 信昭, 外(SAKAGUCHI Nobuaki et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿8-14-18 シミズビル8階 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,

(54) Title: SMELTING RAW MATERIAL PELLET HAVING RESONATING STRUCTURE, AND SMELTING RAW MATERIAL USING SAME

(54) 発明の名称: 共振構造を有する製錬原料ペレット及びこれを用いた製錬原料



(57) Abstract: [Problem] To obtain a smelting raw material pellet and a smelting raw material using the same whereby heating efficiency can be increased by intensively radiating microwaves to the smelting raw material pellets or smelting raw material in a metal smelting technique in which microwaves are used as a heating source. [Solution] A pellet as a raw material for smelting using microwaves as a heating source, the pellet having a configuration in which an electroconductive substance is included in a base material obtained by uniformly mixing and pelletizing a metal oxide and a reducing agent, and an electroconductive portion and a dielectric portion are provided in the pellet, whereby the pellet is configured having a microwave resonating structure.

(57) 要約: 【課題】マイクロ波を加熱源とした金属の製錬技術において、マイクロ波を製錬原料ペレット又は製錬原料に集中的に照射することによって、加熱効率を高めることができる製錬原料ペレット及びこれを用いた製錬原料を得る。【解決手段】マイクロ波を加熱源とする製錬の原料となるペレットであって、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に、導電性物質を内包させた構成であり、ペレット内に、導電性部分と誘電性部分とを設けたことによって、マイクロ波の共振構造を有する構成である。

[続葉有]



WO 2017/212657 A1

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), ユーラシア (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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

共振構造を有する製錬原料ペレット及びこれを用いた製錬原料

技術分野

[0001] 本発明は、製錬原料に関し、詳しくは、マイクロ波を加熱源とする金属の製錬技術において用いられる製錬原料ペレット及びこれらを用いた製錬原料に関する。

背景技術

[0002] 従来から、鉱石を還元することによって金属を取り出す製錬技術のうち、加熱炉を用いて鉱石を熔融し、目的の金属を得る乾式製錬が知られている。また、この乾式製錬に用いられる加熱炉として、マイクロ波を加熱源とするものが知られている。

[0003] 特許文献１（特開２０１２－１５８７９０）に記載の技術は、
『ヘマタイト又はゲーサイトの少なくともいずれかを含有する製鉄原料を、マイクロ波による加熱を除く加熱方法により１５０℃以上に予熱する第１工程と、予熱された前記製鉄原料を還元性ガスの雰囲気下で周波数２．４５ＧＨｚのマイクロ波を照射して加熱、還元する第２工程を有するマイクロ波を利用した製鉄原料の還元方法』である。

[0004] この技術によれば、鉄の製錬について、従来のような火力による原料の加熱ではなく、加熱源としてマイクロ波を利用することができる。

しかし、この技術では、マイクロ波が加熱炉内において分散し、ターゲットである原料に集中しないことから、加熱効率が悪いという問題があった。

[0005] 特許文献２（特開２０１１－０１７０８３）に記載の技術は、

『（ａ）鉱石／融剤混合物を形成するために（ｉ）４．０ｍｍ以下の最大サイズを有する所定の粒子サイズ分布を有する鉱石と（ｉｉ）融剤を混合する工程、

（ｂ）団鉱の品質および製造収率を最適化させるために、混合工程（ａ）の

前にまたは間に、鉱石の水分含量を調節する工程、

(c) 前記鉱石／融剤混合物をプレスして生団鉱にする工程、

(d) 焼成された団鉱を形成するために、前記生団鉱を硬化させる工程を含む高炉または他の直接還元炉の原料としての使用に適切な鉄鉱石団鉱を製造する方法』である。

[0006] この技術によれば、高速で焼成温度へ到達することができる原料（鉄鉱石団鉱）を得ることができるとされており、良好な団鉱の製造方法に関して開示されている。

しかし、この技術は、従来の製鉄装置である高炉や直接還元炉に関するもので、原料を火力によって加熱する技術であり、マイクロ波による加熱には適性がない。

[0007] 本発明者らは、マイクロ波を利用した金属の製錬技術において、製錬原料の構造が、マイクロ波による加熱効率に大きく関わることに注目した。

しかし、特許文献1又は2には、マイクロ波を加熱源とした製錬において、効率的な加熱を行うために最適化された製錬原料に関する言及は無く、示唆さえもされていない。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2012-158790

特許文献2：特開2011-017083

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] そこで、本発明の課題は、マイクロ波を加熱源とした金属の製錬技術において、マイクロ波を製錬原料ペレット又は製錬原料に集中的に照射することによって、加熱効率を高めることができる製錬原料ペレット及びこれを用いた製錬原料を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記本発明の課題は、下記的手段により達成される。

1. マイクロ波を加熱源とする製錬の原料となるペレットであって、
金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に、導電性物質を内包させた構成であり、

ペレット内に、導電性部分と誘電性部分とを設けたことによって、マイクロ波の共振構造を有することを特徴とする製錬原料ペレット。

[0011] 2. 導電性物質が、アンテナ形状に成形された集合体であることを特徴とする前記 1 に記載の製錬原料ペレット。

[0012] 3. 導電性物質の粒子の間隔が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/10$ 以下に構成されたことを特徴とする前記 1 又は 2 に記載の製錬原料ペレット。

ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速／使用されるマイクロ波の周波数」である。

[0013] 4. 1 辺の長さ又は周囲長が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍であることを特徴とする前記 1 又は 2 に記載の製錬原料ペレット。

ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速／使用される周波数」である。

[0014] 5. 導電性物質の集合体が、棒形状に成形されたことを特徴とする前記 2 に記載の製錬原料ペレット。

[0015] 6. 導電性物質の集合体が、コイル形状に成形されたことを特徴とする前記 2 に記載の製錬原料ペレット。

[0016] 7. 導電性物質の集合体が、リング形状に成形されたことを特徴とする前記 2 に記載の製錬原料ペレット。

[0017] 8. 導電性物質の集合体が、スプリットリング形状に成形されたことを特徴とする前記 2 に記載の製錬原料ペレット。

[0018] 9. 前記 1 ～ 8 のいずれかに記載の製錬原料ペレットを複数個用いて、1 つ

の集合体として形成された製錬原料であって、

この製錬原料の 1 辺の長さ又は周囲長が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍であることを特徴とする製錬原料。

ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速度／使用される周波数」である。

[0019] 10. 前記 1～8 のいずれかに記載の製錬原料ペレットが複数個用いられ、これらをメタマテリアルの性質を有するように配置して、メタマテリアル層を形成することで、マイクロ波の反射層が形成されると共に、

このメタマテリアル層の間に、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱にした基材層が配置された構成であり、

前記メタマテリアル層の間に配置された前記基材中で、マイクロ波の共振が生ずることを特徴とする製錬原料。

[0020] 11. 前記 5 に記載の製錬原料ペレットが複数個用いられ、

これらが、棒状に成形された導電性物質の集合体が直線状となるように配置されると共に、

この複数の製錬原料ペレットによる長さが、 $1/4$ 波長の整数倍とされることで、マイクロ波の共振構造を有することを特徴とする製錬原料。

発明の効果

[0021] 前記 1 に示す発明によれば、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に、導電性物質を内包させることによって、ペレット内に導電性部分と誘電性部分とが設けられるので、マイクロ波の共振構造を得ることができる。これにより、この製錬原料ペレットにマイクロ波を照射すると、加熱炉内において、マイクロ波が原料ペレットに対して集中して照射され、加熱効率の高い製錬原料ペレットを得ることができる。

[0022] 前記 2 に示す発明によれば、導電性物質を、マイクロ波のアンテナとなる形状（アンテナ形状）に成形した集合体とすることで、Q 値（マイクロ波吸収能の指標）の高いペレットを得ることができる。これにより、この製錬原料ペレットにマイクロ波を照射すると、加熱炉内において、マイクロ波が原

料ペレットに対して集中して照射され、加熱効率の高い製錬原料ペレットを得ることができる。

[0023] 前記 3 に示す発明によれば、導電性物質の粒子の間隔を、使用されるマイクロ波周波数の実効波長の $1/10$ 以下になるように、ペレットを形成することによって、Q 値（マイクロ波吸収能の指標）の高いペレットを得ることができる。これにより、この製錬原料ペレットにマイクロ波を照射すると、加熱炉内において、マイクロ波が原料ペレットに対して集中して照射され、加熱効率の高い製錬原料ペレットを得ることができる。

[0024] 前記 4 に示す発明によれば、ペレットの 1 辺の長さ又は周囲長を、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍に形成すれば、Q 値（マイクロ波吸収能の指標）の高いペレットを得ることができる。この場合のペレットは、基材に対して、導電性物質が均一又は偏在して内包された態様である。

これにより、この製錬原料ペレットにマイクロ波を照射すると、加熱炉内において、マイクロ波が原料ペレットに対して集中して照射され、加熱効率の高い製錬原料ペレットを得ることができる。

[0025] 前記 5 に示す発明によれば、導電性物質の集合体を、棒形状のアンテナ形状に成形し、これを金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に内包させることで、マイクロ波の共振構造を有する製錬原料ペレットを得ることができる。

[0026] 前記 6 に示す発明によれば、導電性物質の集合体を、コイル形状のアンテナ形状に成形し、これを金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に内包させることで、マイクロ波の共振構造を有する製錬原料ペレットを得ることができる。

[0027] 前記 7 に示す発明によれば、導電性物質の集合体を、リング形状のアンテナ形状に成形し、これを金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に内包させることで、マイクロ波の共振構造を有する製錬原料ペレットを得ることができる。

[0028] 前記 8 に示す発明によれば、導電性物質の集合体を、スプリットリング形状のアンテナ形状に成形し、これを金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に内包させることで、マイクロ波の共振構造を有する製錬原料ペレットを得ることができる。

[0029] 前記 9 に示す発明によれば、前記 1 ～ 8 のいずれかに記載の製錬原料ペレットを複数個用いて、共振構造を持つ製錬原料を得ることができる。

即ち、製錬原料ペレットを複数個用いて、1 つの集合体（製錬原料）を形成し、この集合体（製錬原料）の 1 辺の長さ又は周囲長を、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍に形成すれば、Q 値（マイクロ波吸収能の指標）の高い製錬原料を得ることができる。

これにより、この製錬原料はマイクロ波の共振構造となり、これにマイクロ波を照射すると、加熱炉内において、マイクロ波が製錬原料に対して集中して照射され、加熱効率の高い製錬原料を得ることができる。

[0030] 前記 10 に示す発明によれば、前記 1 ～ 8 のいずれかに記載の製錬原料ペレットを複数個用いて、共振構造を持つ製錬原料を得ることができる。

前記 10 の構成を詳述すると、先ず、複数の製錬原料ペレットを、メタマテリアルの性質を得るように配置して、メタマテリアル層を形成する。このメタマテリアル層は、マイクロ波の反射層を形成する。

次に、前記メタマテリアル層の間に、金属酸化物と還元剤を均一に混合した団鉱を挟むように配置する。かかる構成の製錬原料に、マイクロ波を照射すれば、前記メタマテリアル層の間に配置された前記団鉱中で、マイクロ波の共振が生ずることになる。

この構成によって、加熱炉内において、マイクロ波が製錬原料に集中して照射されるので、加熱効率を高めることができる。

[0031] 前記 11 に示す発明によれば、導電性物質の集合体を棒状に成形し、これを金属酸化物と還元剤を均一に混合した団鉱に内包させた製錬原料ペレットを、この棒状の導電性物質が直線状になるように配置し、この複数の製錬原料ペレットによる長さを、 $1/4$ 波長の整数倍とすることで、製錬原料がマ

マイクロ波のアンテナとなり、マイクロ波の共振構造を有する製錬原料を得ることができる。

この構成によって、加熱炉内において、マイクロ波が製錬原料に集中して照射されるので、加熱効率を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明に係る製錬原料ペレットの一実施例を表す概略構成図（アンテナ型・棒形状の例）

[図2]本発明に係る製錬原料ペレットの他の実施例を表す概略構成図（アンテナ型・コイル形状の例）

[図3]本発明に係る製錬原料ペレットの他の実施例を表す概略構成図（アンテナ型・リング形状の例）

[図4]本発明に係る製錬原料ペレットの他の実施例を表す概略構成図（アンテナ型・スプリットリング形状の例）

[図5]本発明に係る製錬原料ペレットの他の実施例を表す概略断面図（均一型の例）

[図6]本発明に係る製錬原料ペレットの他の実施例を表す概略断面図（偏在型の例）

[図7]従来の製錬原料ペレットについての電場分布のシミュレーション画像

[図8]本発明に係る製錬原料ペレットについての電場分布のシミュレーション画像

[図9]本発明に係る製錬原料の一実施例を表す概略構成図（縦方向への積み上げ）

[図10]本発明に係る製錬原料の一実施例を表す概略構成図（横方向への配列）

[図11]メタマテリアル層の例を表す概略構成図（リング形状）

[図12]メタマテリアル層の例を表す概略構成図（スプリットリング形状）

[図13]本発明に係る製錬原料の一実施例を表す概略構成図（メタマテリアル構造）

[図14]製錬装置の公知例を表す概略構成図

[図15]Q値の比較実験結果を表すグラフ

発明を実施するための形態

[0033] 本発明に係る製錬原料ペレット（以下、単に「製錬原料ペレット」ともいう。）1は、マイクロ波を加熱源とする製錬装置において、マイクロ波によって加熱・還元される金属の製錬原料を構成する小さな塊である。

マイクロ波を加熱源とする製錬装置の構成について、図14に例示する。なお、製錬原料ペレット1を加熱する製錬装置は、図14に示される構成に限定されるものではない。

[0034] 図14において例示される製錬装置101では、加熱室102に載置された原料109に対して、マイクロ波が照射される。このマイクロ波照射によって、原料109は加熱・還元される。

しかし、従来の原料にマイクロ波を照射しても、加熱効率が不十分であるという問題があった。この原因として、本発明者らは、この加熱・還元の際に、加熱室内102においてマイクロ波が分散し、原料109付近にマイクロ波が集中しないという問題があることを見出した。

そこで、本発明者らは、装置の構成ではなく、原料の構成に改良を加え、以下に記載する構成を採用することによって、前記問題を解決した。

[0035] 以下、添付の図面に従って、本発明を詳細に説明する。

製錬原料ペレット1の実施例を表す概略構成図を、図1～4に示す。

[0036] 製錬原料ペレット1は、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱にした基材2に、導電性物質3が内包された構成である。

[0037] 製錬原料ペレット1は、製錬原料4を構成する小さな塊であり、一般的には、複数の製錬原料ペレットを加熱室における原料容器等に配置して、これを1つの製錬原料4とし、これにマイクロ波が照射されて加熱・還元されるものである。ただし、本発明は、単体の製錬原料ペレット1が、マイクロ波による加熱・還元の対象とされることを除外するものではない。

[0038] 上述のとおり、基材2は、金属酸化物と還元剤を均一に混合し、これを任

意の形状に成形したものである。基材 2 の形状に限定はないが、図 1 ～ 4 に示されるように、円柱形を例示することができる。基材 2 を円柱形に成形することにより、複数の製錬原料ペレット 1 を任意の方向や間隔で配列し易いという利点がある。

[0039] 基材 2 を形成する金属酸化物は、加熱・還元によって取り出したい金属の酸化物であり、例えば、マグネシウムを取り出したい場合は、酸化マグネシウム（ドロマイト等）ということになる。

[0040] 基材 2 を形成する還元剤は、導電性の有無を問わない。還元剤の種類に限定はないが、例えば、フェロシリコンを挙げることができる。

[0041] 基材 2 に内包される導電性物質に限定はなく、公知公用の導電性を有する物質を特別の制限無く採用することができる。本発明に用いることができる導電性物質として、例えば、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム又はフェロシリコンを挙げることができる。

[0042] 導電性物質 3 は、製錬原料ペレット 1 が、マイクロ波のアンテナとなるために内包される。即ち、製錬原料ペレット 1 は、基材 2 に、導電性物質 3 が内包されることにより、ペレット内に、導電性部分と誘電性部分とが設けられ、これにより、マイクロ波の共振構造を有するものである。

本発明において、マイクロ波のアンテナ（または、単に「アンテナ」。）とは、マイクロ波を共振させる構造をいう。

[0043] 導電性物質 3 を、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱にした基材 2 に内包させる態様について、以下に説明する。

[0044] 先ず、導電性物質 3 を、マイクロ波のアンテナとなり得る形状（アンテナ形状）に成形した集合体 3 1 とし、これを基材 2 に内包させる態様を挙げることができる（以下、かかる態様を「アンテナ型」という。）。この構成により、製錬原料ペレット 1 は、マイクロ波の共振構造を有する。

導電性物質の集合体 3 1 が、アンテナ形状となるためには、例えば、図 1 に示される棒形状、図 2 に示されるコイル形状、図 3 に示されるリング形状、図 4 に示されるスプリットリング形状を挙げることができる。

- [0045] 棒形状の導電性物質の集合体 3 1 a は、図 1 に示されるように、円柱又は角柱からなる直線状の形状である。基材 2 の形状が円柱形である場合には、基材 2 と導電性物質の集合体 3 1 a の高さ方向が、同じ方向であることが好ましい。
- [0046] コイル形状の導電性物質の集合体 3 1 b は、図 2 に示されるように、螺旋状の形状であり、ループアンテナの如き形状である。基材 2 の形状が円柱形である場合には、基材 2 と導電性物質の集合体 3 1 d の高さ方向が、同じ方向であることが好ましい。
- [0047] リング形状の導電性物質の集合体 3 1 c は、図 3 に示されるように、円形状である。基材 2 の形状が円柱形である場合には、基材 2 と導電性物質の集合体 3 1 c の径方向が、同じであることが好ましい。
- [0048] スプリットリング形状の導電性物質の集合体 3 1 d は、図 4 に示されるように、円形状の一部を欠いた形状、換言すれば、C 字の如き形状である。基材 2 の形状が円柱形である場合には、基材 2 と導電性物質の集合体 3 1 d の径方向が、同じであることが好ましい。
- [0049] 導電性物質の集合体 3 1 が成形されるアンテナ形状は、図 1 ～ 4 に示される形状に限定されず、マイクロ波のアンテナとして、即ち、I S M 帯で使用が許されているマイクロ波の周波数（約 2. 4 5 G H z、約 5. 8 G H z 又は直近で使用が許可された約 9 1 5 M H z。）で共振する構造として、公知公用の形状を特別の制限なく採用することができる。
- [0050] 製錬原料ペレット 1 内の導電性物質 3 が、マイクロ波のアンテナの役割を果たせば、製錬原料ペレット 1 は、マイクロ波の共振構造となり、ここにマイクロ波が集中することになる。
- [0051] 次に、導電性物質 3 を、基材 2 に混合させる態様であって、基材 2 の中に、導電性物質の粒子 3 2 が均一に配される態様を挙げることができる（以下、かかる態様を「均一型」という。）。この構成によっても、製錬原料ペレット 1 は、マイクロ波の共振構造を有する。

図 5 に、上記した均一型の製錬原料ペレット 1 の実施例を表す概略断面図

を示す。この図では、導電性還元剤の粒子 3 2 の配置を理解するため、図 1 等のような円筒形の製錬原料ペレット 1 を、中央から縦に切った場合の断面図を示す。

図 5 に示されるように、導電性物質の粒子 3 1 が、基材 2 の中に略等間隔で均一に配されている。

[0052] 次に、導電性物質 3 を、基材 2 に混合させる態様であって、基材 2 の中に、導電性物質の粒子 3 2 が偏在して配される態様を挙げることができる（以下、かかる態様を「偏在型」という。）。この構成によっても、製錬原料ペレット 1 は、マイクロ波の共振構造を有する。

図 6 に、上記した偏在型の製錬原料ペレット 1 の実施例を表す概略断面図を示す。この図では、導電性還元剤の粒子 3 2 の配置を理解するため、図 1 等のような円筒形の製錬原料ペレット 1 を、中央から縦に切った場合の断面図を示す。

図 6 に示されるように、導電性物質の粒子 3 1 が、基材 2 の中に不規則に偏在して配されており、粒子の密度が高い箇所と低い箇所とに分かれている。

[0053] 製錬原料ペレット 1 が均一型又は偏在型である場合において、製錬原料ペレット 1 が、マイクロ波の共振構造を有するためには、以下の構成となることが好ましい。

[0054] 導電性物質 3 を含む製錬原料ペレット 1 が、マイクロ波の共振構造となるためには、導電性物質 3 の粒子 3 2 の間隔が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/10$ 以下となるように構成される。ここでいう実効波長とは、「自由空間波長 / $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」から算出され、自由空間波長は、「光速度 / 使用される周波数」から算出される。

なお、使用されるマイクロ波の周波数は、電波法の規定の範囲内であって、マイクロ波が照射される加熱炉等において漏れが生じない範囲であればよい。例えば、2.45 GHz、5.8 GHz 又は 915 MHz を挙げることができる。

[0055] 上記の構成は、均一型の製錬原料ペレット 1 に用いられることが好ましい。

[0056] 次に、導電性物質 3 を含む製錬原料ペレット 1 が、その 1 辺の長さ又は周囲長を、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍とすることが好ましい。ここでいう実効波長とは、「自由空間波長 / $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」から算出され、自由空間波長は、「光速度 / 使用される周波数」から算出される。

なお、使用されるマイクロ波の周波数は、電波法の規定の範囲内であって、マイクロ波が照射される加熱炉等において漏れが生じない範囲であればよい。例えば、2.45 GHz、5.8 GHz 又は 915 MHz を挙げることができる。

[0057] 上記の構成は、均一型又は偏在型のいずれの製錬原料ペレット 1 に用いられてもよい。なお、導電性物質の粒子 31 が偏在する（偏在型）場合には、アンテナ長が不揃い又は不規則となり、これにより、Q 値（マイクロ波吸収能の指標）に反映される。詳しくは、後述する。

[0058] 偏在型ペレットの特徴として、使用される周波数（例えば、2.45 GHz）近辺の幅広い帯域についてマイクロ波を吸収することができ、マグネトロン等の周波数が不安定な電源による製錬に適することがいえる。

[0059] 一方で、アンテナ形状の導電性物質を内包するペレット（アンテナ型）は、利用可能な周波数の帯域は狭いが、所定の周波数のマイクロ波を正確に照射した場合には、エネルギー効率が低いという利点がある。

[0060] 本発明に係る製錬原料ペレット 1 について、上記の構造でマイクロ波の共振構造となっていることを確認するために、加熱室内における電場分布のシミュレーション実験を行った。

上記電場分布のシミュレーション画像を、図 7～8 に示す。図 7 は、従来の構造の製錬原料ペレット P（金属酸化物と還元剤が均一に混合された団鉱であって、導電性物質の集合体を内包しないもの）についてのシミュレーション結果であり、図 8 は、本発明に係る製錬原料ペレット 1（金属酸化物と

還元剤が均一に混合された団鉱であって、導電性物質の集合体が内包されたもの) についてのシミュレーション結果である。

[0061] 図7では原料ペレットPを、図8では製錬原料ペレット1を、それぞれ5つ縦に積み上げている。

これらのシミュレーション結果の画像は、淡色の部分ほど電場のエネルギー密度が高く、濃色の部分ほど電場のエネルギー密度が低いことを表わしている。

[0062] まず、従来の構造の製錬原料ペレットPについて、上記シミュレーション画像について説明する。従来の構造の製錬原料ペレットPは、本発明における基材2と同じく、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱にした構成である。

図7に示されるように、電場のエネルギー密度が高い箇所が、加熱室全体に及んでおり、これにより、マイクロ波が加熱室全体に散逸することがわかった。また、このシミュレーション実験によれば、ペレットPの到達温度は、500～600℃程度であった。

[0063] 続いて、本発明に係る製錬原料ペレット1について、上記シミュレーション画像について説明する。使用された製錬原料ペレット1は、図1に示されるように、円筒形の基材2に、棒形状の導電性物質の集合体31(31a)が内包された構成である。

[0064] 図8に示されるように、製錬原料ペレット1を使用したシミュレーション実験では、従来の製錬原料ペレットPを使用した場合に比べて、電場のエネルギー密度が高い箇所が、製錬原料ペレット1の近辺に集中しており、加熱室内の他の箇所では、電場のエネルギー密度が低いことが確認された。これを換言すれば、マイクロ波が、製錬原料ペレット1の近辺に集中することが分かった。また、このシミュレーション実験によれば、製錬原料ペレット1の到達温度は、1000℃以上に達し、従来のペレットPよりも高温に加熱され、加熱効率が著しく改善されることが確認された。

[0065] 上記のとおり、製錬原料ペレット1が、マイクロ波の共振構造となること

によって、加熱室内においてマイクロ波が原料に集中し、原料の加熱・還元の効率が著しく高まることが確認された。

[0066] 次に、製鍊原料ペレット1を複数個使用し、これらを1つの製鍊原料4として加熱・還元する構成について説明する。

上述の製鍊原料ペレット1についてのシミュレーション実験により、製鍊原料4が、マイクロ波の共振構造となることによっても、この製鍊原料4にマイクロ波が集中して照射され、加熱効率は高くなることは明らかである。

[0067] 製鍊原料ペレット1は、その単体でマイクロ波の共振構造であるため、これを縦に積み上げる、横に並べる、敷き詰める等することで複数個を配置し、1つの製鍊原料4とすれば、この製鍊原料4は、マイクロ波の共振構造を有する。しかし、これだけでは、製鍊原料4の近辺へのマイクロ波の集中が安定しない。そこで、複数の製鍊原料ペレット1を、以下のように配置することが好ましく、この配置により製鍊原料4はマイクロ波の共振構造を有し、加熱室内においてマイクロ波が集中して照射される。

[0068] 図9に示される実施例は、図1に示される製鍊原料ペレット1を、棒形状の導電性物質の集合体31（31a）が一直線になるように、縦方向（垂直方向）に積み上げられた構成の製鍊原料4である。かかる構成の製鍊原料4は、縦方向の高さを、照射されるマイクロ波の1波長、 $1/2$ 波長又は $1/4$ 波長（即ち、 $1/4$ 波長の整数倍。）とすることが好ましい。この構成により、製鍊原料4は、マイクロ波の共振構造となり、マイクロ波は製鍊原料4に集中し、加熱効率を高めることができる。

[0069] また、図9に示される実施例では、製鍊原料ペレット1を縦方向に積み上げたが、図10に示されるように、棒形状の導電性物質の集合体31が一直線になるように、横方向（水平方向）に並べる構成としてもよい。この場合も、製鍊原料4の長さが、照射されるマイクロ波の1波長、 $1/2$ 波長又は $1/4$ 波長（即ち、 $1/4$ 波長の整数倍。）とされることが好ましい。

[0070] 製鍊原料ペレット1を複数個使用し、これらを1つの集合体として製鍊原料4を形成し、この製鍊原料4が共振構造を有する他の例について説明する

。

[0071] 製鍊原料ペレット 1 を複数個用いて、1 つの集合体（製鍊原料 4）を形成し、この製鍊原料 4 の 1 辺の長さ又は周囲長を、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍とすれば、この製鍊原料 4 はマイクロ波の共振構造を有する。ここで、実効波長とは、自由空間波長 $/ \sqrt{\epsilon_r}$ （導電性物質の周囲の誘電率）から算出され、自由空間波長は、光速度 $/$ 使用される周波数で算出される。

[0072] 製鍊原料ペレット 1 を、所定の間隔で並べて配置することによって、メタマテリアル構造を有する製鍊原料 4 を得ることができる。

メタマテリアル構造とするためには、アンテナ形状に成形された導電性物質の集合体 3 1 を内包させた製鍊原料ペレット 1 を、等間隔に並べて配置すればよい。

[0073] まず、図 1 1 ~ 1 2 に示されるように、製鍊原料ペレット 1 を、等間隔で並べて配置することで、メタマテリアルの性質を有するメタマテリアル層 5 を形成する。図 1 1 は、図 3 に示されるリング状の導電性物質の集合体 3 3 を、図 1 2 は、図 4 に示されるスプリットリング状の導電性物質の集合体 3 4 を内包する製鍊原料ペレット 1 を、それぞれ複数個並べて配置し、メタマテリアル層 5 を形成した例である。

このメタマテリアル層 5 を層状に重ねて配置すれば、マイクロ波の反射層、即ち、例えば 2.45 GHz の反射層を形成することができる。

[0074] 続いて、図 1 3 に示されるように、メタマテリアル層 5 の間に、金属酸化物と還元剤を均一に混合して形成した基材層 6 を、メタマテリアル層 5 に挟まれるように配置する。

上記のようにして、メタマテリアル層 5 と基材層 6 とが交互に重なり合い、層構造に形成された製鍊原料 4 に、マイクロ波を照射すれば、基材層 6 においてマイクロ波の共振が生ずることになる。この構成によって、加熱炉内において、マイクロ波が製鍊原料 4 に集中して照射されるので、加熱効率を高めることができる。

[0075] 製錬原料ペレット 1 の製造方法について、以下に説明する。

例として、導電性物質 3 の集合体 3 1 が、棒形状である場合を示す。なお、本発明に係る製錬原料ペレット 1 は、以下に記載する製造方法に限定されるものではない。

[0076] 先ず、同等粒径の金属酸化物の粒体と還元剤の粒体とを混合し、これを型に入れて加圧成形する。この加圧成形された団鉱に、ボール盤等を使用して穿穴する。この穿穴の際には、貫通しないようにし、器状の団鉱を形成する。

次に、この穴に導電性物質の粒体を詰める。そして、一度加圧成形された金属酸化物を崩し、これを用いて、導電性物質に蓋をするような要領でこの穴を塞ぐ。このような手順で、製錬原料ペレット 1 を製造することができる。

なお、上記のように穴に蓋をするのは、導電性物質が露出していると、これが零れるおそれがあるためである。なおまた、一度加圧成形された金属酸化物で蓋をするのは、加圧成形していない金属酸化物では、蓋として保持されず、金属酸化物と導電性物質が共に粒体として零れるおそれがあるためである。

[0077] 導電性物質の集合体 3 1 が、コイル形状、リング形状又はスプリットリング形状である場合には、これらの形状の導電性物質の集合体 3 1 を加圧成形等の手段により作成しておき、これを、同等粒径の金属酸化物の粒体と還元剤の粒体とを混合物に埋め込み、加圧成形することで製造することができる。また、同等粒径の金属酸化物の粒体と還元剤の粒体との混合物を加圧成形し、これに削り出しや穿穴等の手段によってコイル形状、リング形状又はスプリットリング形状の穴を設け、この所定の形状に設けられた穴に、導電性物質の粒体を流し込み、一度加圧成形された金属酸化物を崩した物等で蓋をして、全体を加圧成形する手段も採用することができる。

[0078] 次に、例として、導電性物質の粒子 3 2 が、基材 2 内に偏在した態様である偏在型の製錬原料ペレット 1 について、その製造方法を示す。

偏在型のペレットは、粒径の異なる金属酸化物、還元剤及び導電性物質の粒子 3 2 を混合し、これらの混合物を加圧成形することで製造することができる。ペレット内で、導電性物質の粒子 3 2 は不規則に配され、基材 2 の中に偏在する。

[0079] 具体例として、金属酸化物である軽焼ドロマイト ($212\sim 425\mu\text{m}$) と、導電性物質であるフェロシリコン ($100\sim 212\mu\text{m}$) の混合物を、径 13mm × 高さ 12mm の円筒形ペレットに加圧成形する方法を挙げることができる。

[0080] 例えば、これを 5 つ積み上げる又は横に並べる (図 9 ~ 10 参照) と、マイクロ波の周波数である約 2.45GHz に対して共振構造となり、効率的な加熱が可能となる。

[0081] 最後に、製錬原料ペレット 1 における導電性物質の内包手段によって、マイクロ波の吸収能に如何なる相違が発生するかを検証するため、次のような実験を行った。

[0082] 図 15 は、次に示す (1) ~ (3) の各製錬原料ペレット 1 の Q 値を導出するために、TE 103 モードを使って測定した結果を表すグラフである。Q 値とは、マイクロ波の吸収能を示す指標であり、ピーク周波数 / 帯域幅 (半値幅) から導出される。

[0083] (1) 金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材 2 に、アンテナ形状に成形された導電性物質の集合体 3 1 を内包させた構成 (アンテナ型)

(2) 金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材 2 に、多数の導電性物質の粒子 3 2 が、均一かつ略等間隔に内包された構成 (均一型)

(3) 金属酸化物と還元剤と多数の導電性物質の粒子 3 2 を混合して、導電性物質 3 が、不均一かつ不規則に偏在して内包された構成 (偏在型)

[0084] 図 15 に示されるグラフから、上記 (1) ~ (3) の各製錬原料ペレットの Q 値を導出すると、次のとおりとなった。

(1) アンテナ型 : $Q = 1003$

(2) 均一型 : $Q = 869$

(3) 偏在型 : $Q = 722$

[0085] 上記の結果より、(1)のアンテナ型は、帯域幅が狭いものの、マイクロ波の周波数を正確に合致させることによって、極めて高い吸収能を発揮でき、マイクロ波エネルギーの大半をペレットに吸収することができ、加熱効率を著しく高めることができる。

[0086] 一方、(3)の偏在型は、Q値が最も低く、マイクロ波の吸収能は低いものの、帯域幅が広いため、幅広い周波数に対応ができ、照射されるマイクロ波の周波数が不安定である場合などでも、一定の加熱効率を得ることができる。マルチモードには最適であるともいえる。

[0087] (2)の均一型は、Q値と帯域幅が共に(1)と(3)の間であり、比較的高い吸収能を発揮しつつ、対応できる周波数も比較的広いという利点がある。

符号の説明

- [0088]
- 1 製錬原料ペレット
 - 2 基材
 - 3 導電性物質
 - 3 1 導電性物質の集合体
 - 3 1 a 棒形状
 - 3 1 b コイル形状
 - 3 1 c リング形状
 - 3 1 d スプリットリング形状
 - 3 2 導電性物質の粒子
 - 4 製錬材料
 - 5 メタマテリアル層
 - 6 基材層
 - P 従来の製錬原料ペレット
 - 1 0 1 従来の製錬装置
 - 1 0 2 加熱室
 - 1 0 3 凝縮室

- 1 0 4 マイクロ波源
- 1 0 5 導波管
- 1 0 6 シールド
- 1 0 7 隔壁
- 1 0 8 蒸気出口
- 1 0 9 原材料
- 1 1 0 原材料載置台
- 1 1 1 原材料容器
- 1 1 2 マイクロ波導入口
- V 真空ポンプ

請求の範囲

- [請求項1] マイクロ波を加熱源とする製錬の原料となるペレットであって、
 金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱とした基材に、導電性物質を内包させた構成であり、
 ペレット内に、導電性部分と誘電性部分とを設けたことによって、
 マイクロ波の共振構造を有することを特徴とする製錬原料ペレット。
- [請求項2] 導電性物質が、アンテナ形状に成形された集合体であることを特徴とする請求項1に記載の製錬原料ペレット。
- [請求項3] 導電性物質の粒子の間隔が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/10$ 以下に構成されたことを特徴とする請求項1又は2に記載の製錬原料ペレット。
 ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速／使用されるマイクロ波の周波数」である。
- [請求項4] 1辺の長さ又は周囲長が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍であることを特徴とする請求項1又は2に記載の製錬原料ペレット。
 ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速／使用される周波数」である。
- [請求項5] 導電性物質の集合体が、棒形状に成形されたことを特徴とする請求項2に記載の製錬原料ペレット。
- [請求項6] 導電性物質の集合体が、コイル形状に成形されたことを特徴とする請求項2に記載の製錬原料ペレット。
- [請求項7] 導電性物質の集合体が、リング形状に成形されたことを特徴とする請求項2に記載の製錬原料ペレット。
- [請求項8] 導電性物質の集合体が、スプリットリング形状に成形されたことを特徴とする請求項2に記載の製錬原料ペレット。

[請求項9] 請求項1～8のいずれかに記載の製錬原料ペレットを複数個用いて、1つの集合体として形成された製錬原料であって、

 この製錬原料の1辺の長さ又は周囲長が、使用されるマイクロ波の周波数の実効波長の $1/4$ の整数倍であることを特徴とする製錬原料。

 ただし、「実効波長＝自由空間波長／ $\sqrt{\epsilon}$ （導電性物質の周囲の誘電率）」、「自由空間波長＝光速／使用される周波数」である。

[請求項10] 請求項1～8のいずれかに記載の製錬原料ペレットが複数個用いられ、これらをメタマテリアルの性質を有するように配置して、メタマテリアル層を形成することで、マイクロ波の反射層が形成されると共に、

 このメタマテリアル層の間に、金属酸化物と還元剤を均一に混合して団鉱にした基材層が配置された構成であり、

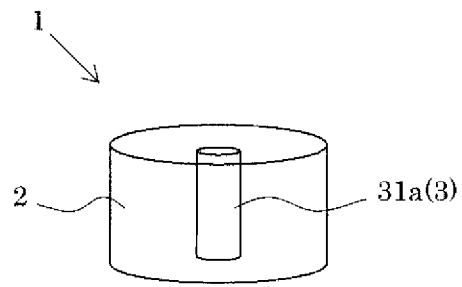
 前記メタマテリアル層の間に配置された前記基材中で、マイクロ波の共振が生ずることを特徴とする製錬原料。

[請求項11] 請求項5に記載の製錬原料ペレットが複数個用いられ、

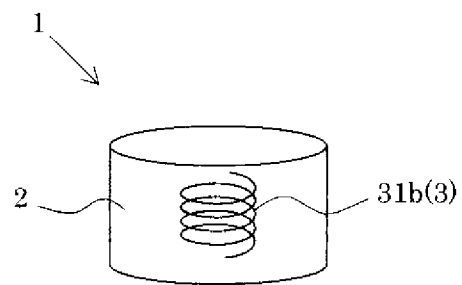
 これらが、棒状に成形された導電性物質の集合体が直線状となるように配置されると共に、

 この複数の製錬原料ペレットによる長さが、 $1/4$ 波長の整数倍とされることで、マイクロ波の共振構造を有することを特徴とする製錬原料。

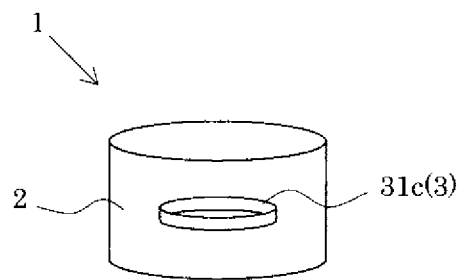
[図1]



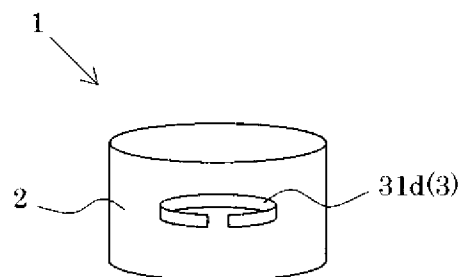
[図2]



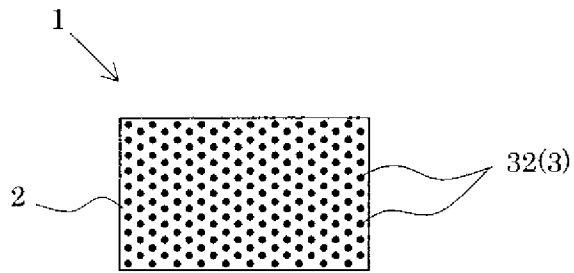
[図3]



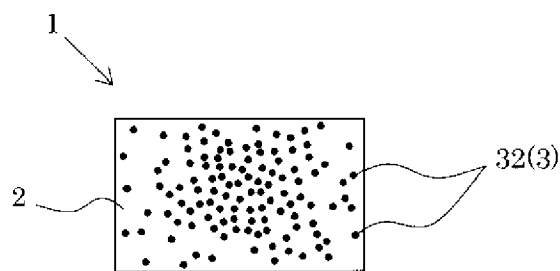
[図4]



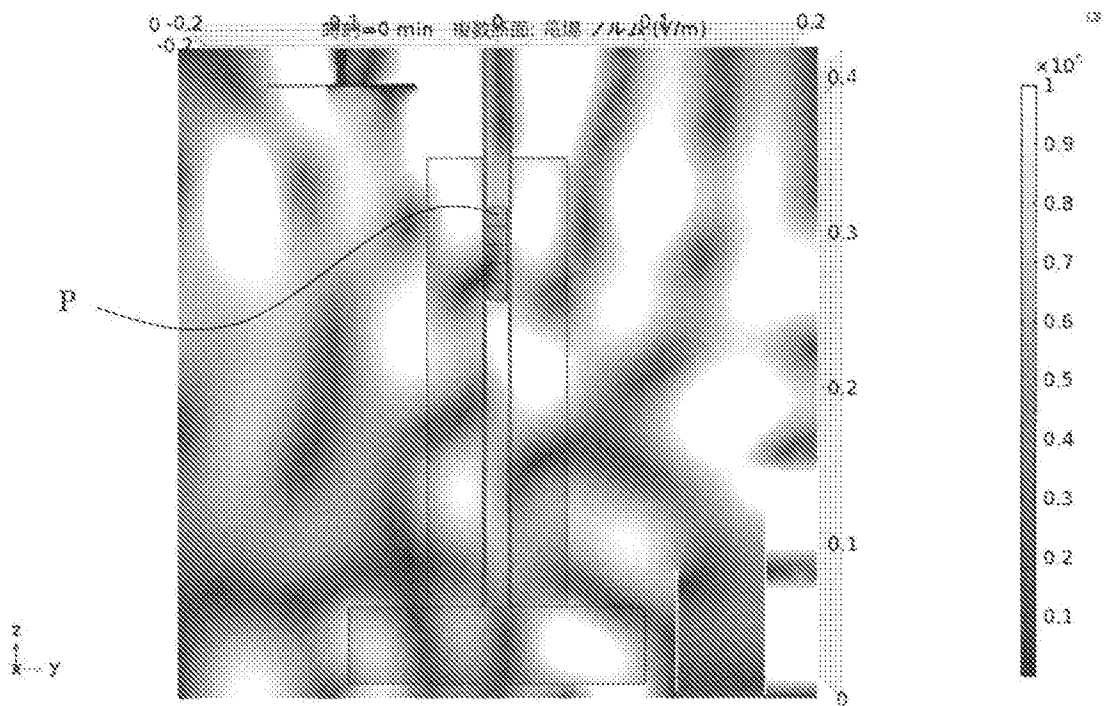
[図5]



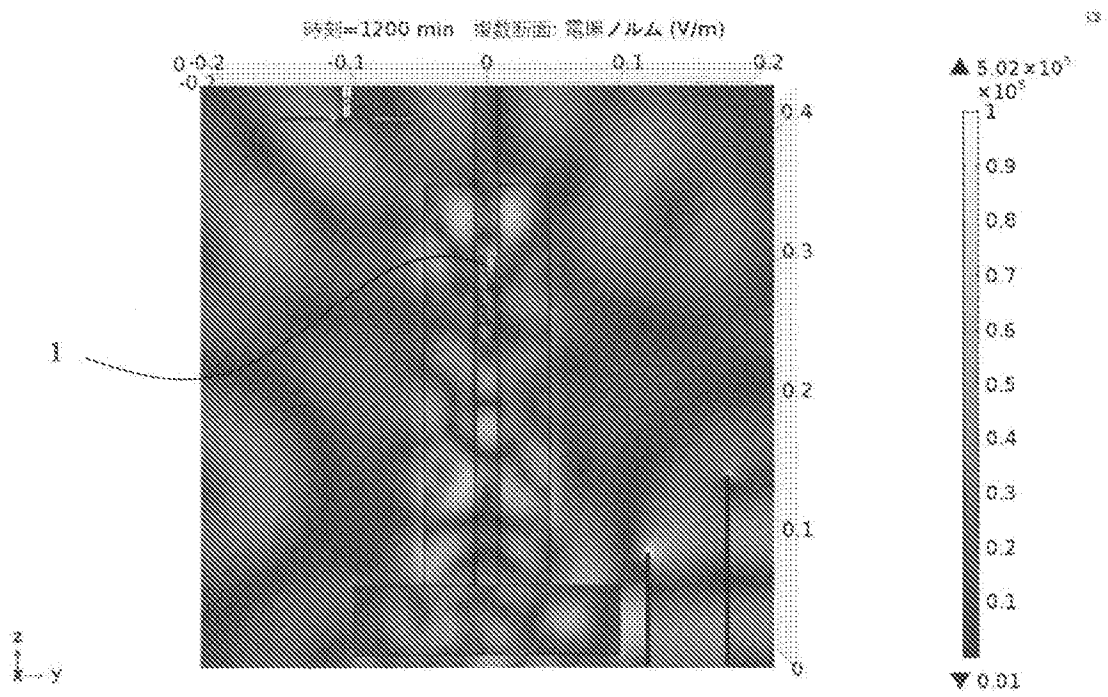
[図6]



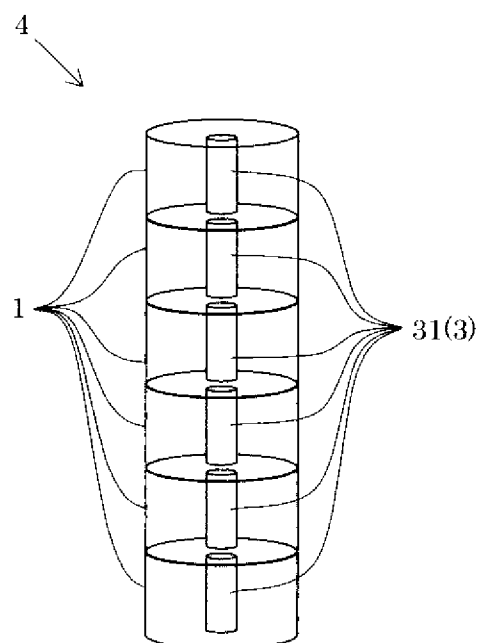
[図7]



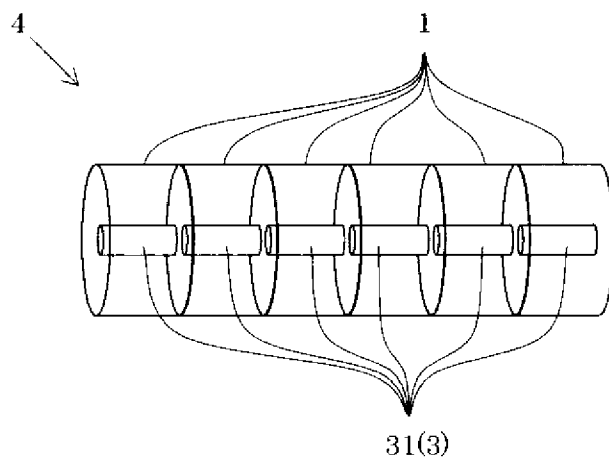
[図8]



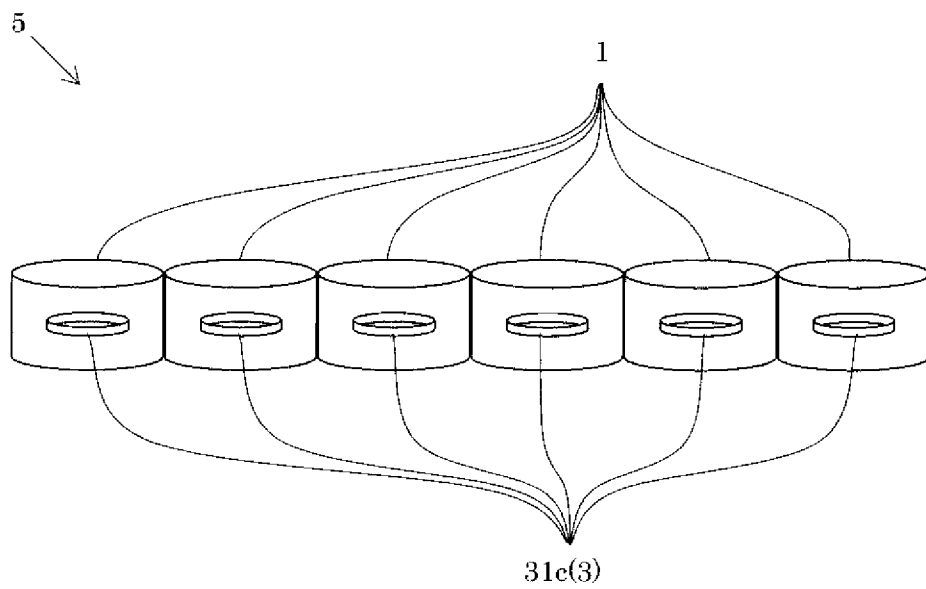
[図9]



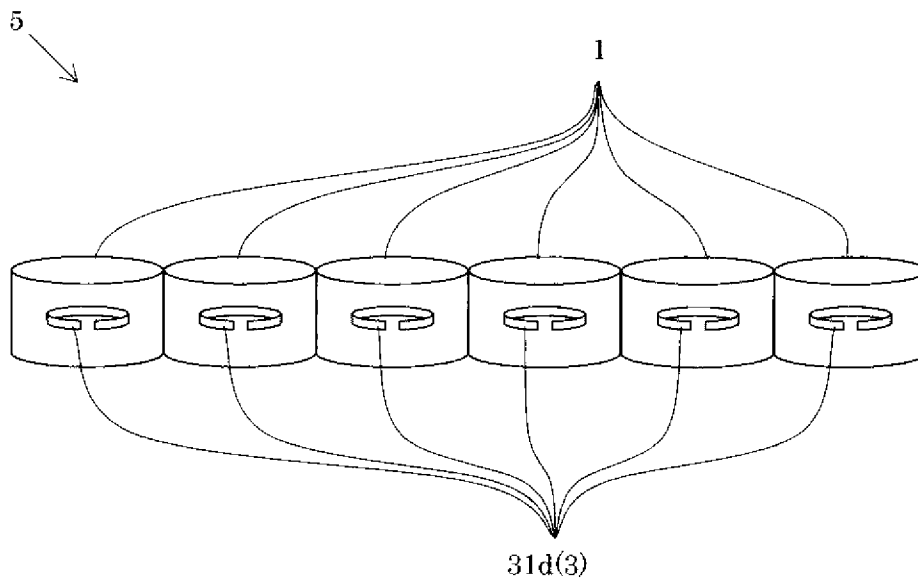
[図10]



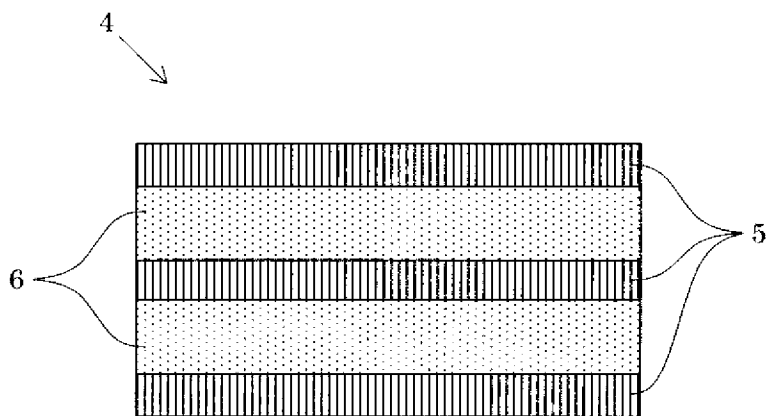
[図11]



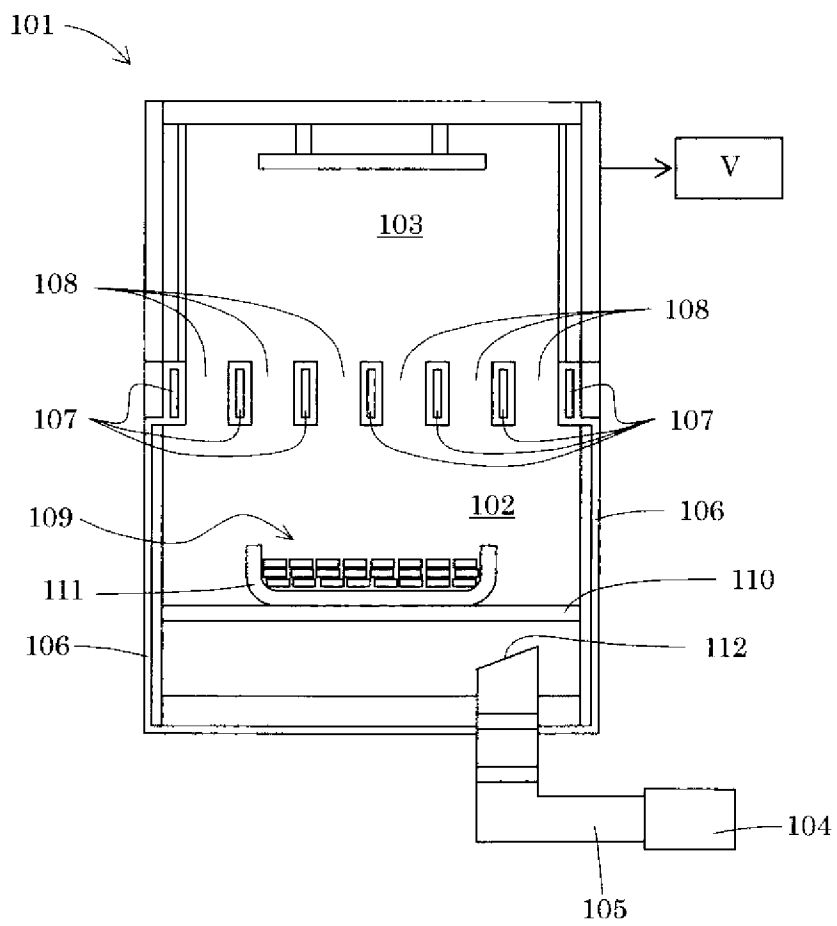
[図12]



[図13]

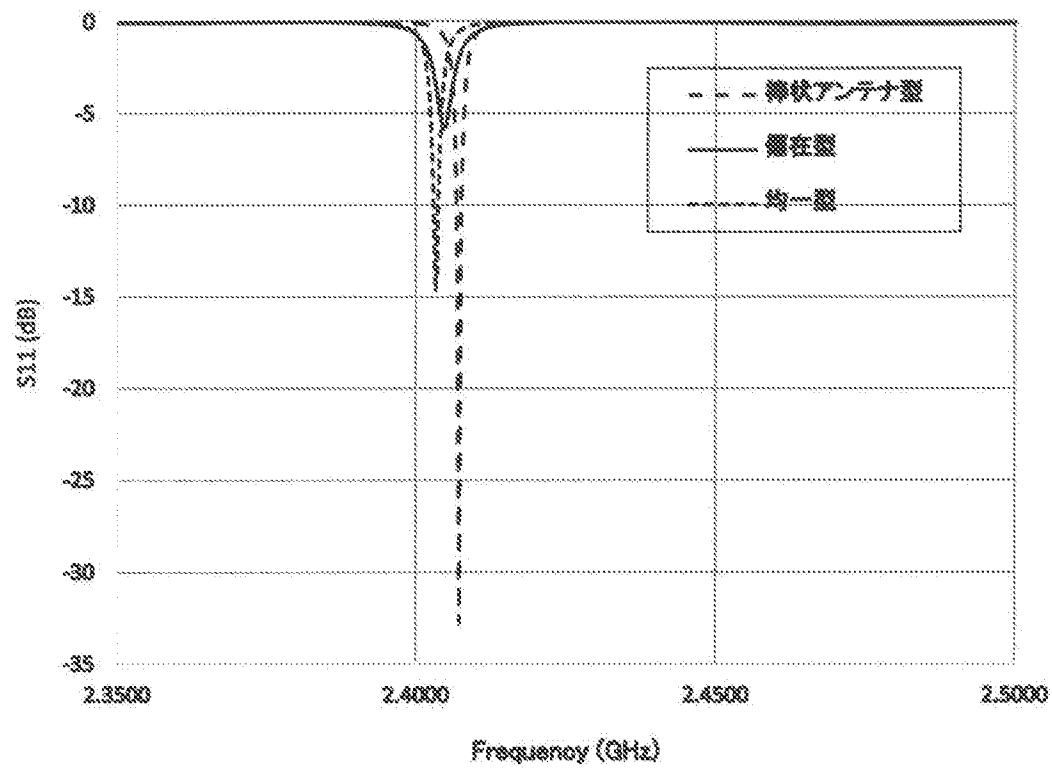


[図14]



[図15]

各ペレットのQ値評価



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B9/22(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)

C22B9/22

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	CN 101376928 A (CHONGQING GAOLING INVESTMENT (GROUP) Co., Ltd.), 04 March 2009 (04.03.2009), claims (Family: none)	1, 3 2, 4-11
X A	CN 204594220 U (SU HANG), 26 August 2015 (26.08.2015), claims; paragraphs [0011] to [0013] (Family: none)	1, 3 2, 4-11
A	JP 2014-019919 A (Kyoto University), 03 February 2014 (03.02.2014), entire text (Family: none)	1-11

☒ 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
28 July 2016 (28.07.16)

Date of mailing of the international search report
09 August 2016 (09.08.16)

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/JP2016/070087

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 2004-526864 A (Huang, Xiaodi), 02 September 2004 (02.09.2004), entire text & JP 5388398 B & US 6277168 B1 & WO 2002/079529 A1 & EP 1409754 A & CA 2448958 A & CN 1539024 A & AU 2001275064 A	1-11
A	Yoshio NIKAWA, "Shuki Kozo Baishitsunai Micro- ha Shuchu ni Kansuru Kaiseki -Micro-ha Shosha ni yoru Kagaku Hanno Kosokuka no Mechanism Kaiseki I-", Dai 3 Kai Micro-ha Koka·Oyo Symposium Koen Yoshishu, Institute of Research and Innovation, 2003, pages 68 to 69	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C22B9/22 (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. C22B9/22

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 A	CN 101376928 A (CHONGQING GAOLING INVESTMENT (GROUP) Co., Ltd) 2009.03.04, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1, 3 2, 4-11
X A	CN 204594220 U (SU HANG) 2015.08.26, 実用新案登録請求の範囲、 [0011] - [0013] (ファミリーなし)	1, 3 2, 4-11
A	JP 2014-019919 A (国立大学法人京都大学) 2014.02.03, 全文 (ファミリーなし)	1-11

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

28.07.2016

国際調査報告の発送日

09.08.2016

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)

池ノ谷 秀行

4 E

4142

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
A	JP 2004-526864 A (フアン, シャオディ) 2004.09.02, 全文 & JP 5388398 B & US 6277168 B1 & WO 2002/079529 A1 & EP 1409754 A & CA 2448958 A & CN 1539024 A & AU 2001275064 A	1-11
A	二川佳央, 周期構造媒質内マイクロ波集中に関する解析—マイクロ波照射による化学反応高速化のメカニズム解析 I —, 第3回マイクロ波効果・応用シンポジウム 講演要旨集, 産業創造研究所, 2003, pp68-69	1-11