明　細　書

発明の名称 ： 金属回収方法

技術分野

[0001]　本発明は、金属回収方法に関する。

背景技術

[0002]　太陽電池発電は、太陽光というクリーンエネルギーを利用し、環境負荷が小さいことから、再生可能エネルギーとして着目されている。この太陽電池発電に使用される太陽電池モジュールは、例えば、ガラス基板と、太陽電池セルを封止する封止材と、保護部材（いわゆるバックシート）と、太陽電池セルから配線される金属パターンと、封止材の周囲に設けられるフレーム部材と、を備えて構成される。

[0003]　これまで太陽電池モジュールは、一定期間、使用された後に廃棄処分されていたが、近年、リサイクルの観点から有価金属を回収することが求められている。有価金属としては、金属パターンに含まれる銅や銀などがある。

[0004]　そこで、太陽電池モジュールから有価金属を回収する方法として、例えば特許文献１が開示されている。特許文献１では、太陽電池モジュールを加熱してバックシートを除去したうえで、太陽電池セルを回収する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１５－７１１６２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　太陽電池モジュールのリサイクル技術に関する特許文献１では、太陽電池モジュールを加熱してバックシートを除去するため、相応の時間と手間を要する。

[0007]　この時間と手間を省略すべく本発明者は鋭意検討を行った。即ち、本発明

者らは、太陽電池モジュール、又は太陽電池モジュールを意図的に一部のみを分解した状態の太陽電池モジュール（本明細書では「太陽電池シート状構造物」と称する。詳しくは後述。）を処理対象として一定の破砕処理を行うことを知見した。

[0008] 上述のように、特許文献１のリサイクル技術では、太陽電池モジュールを一から分解するため、相応の時間と手間を要する。そのため、太陽電池モジュールを構成する部材のうち有用なフレーム部材やガラス基板を手っ取り早く回収し、残りの太陽電池シート状構造物は、良くて金属製錬の原料にされ、悪ければそのまま最終処分（埋め立て）されるのが現状である。但し、金属製錬の原料にされる場合、太陽電池シート状構造物は製錬原料として見ると不純物が多く、言い換えるとＡｇ、Ａｕ等の有価金属の含有率が低く、金属製錬の原料として適しているとは言い難い。

[0009] 上記知見に加えてそのような現状を鑑み、本発明者らは、太陽電池モジュール又はその一部分解中間体である太陽電池シート状構造物中から有価金属を濃縮した回収物を回収することを新たな課題として知見した。

[0010] 本発明は、太陽電池モジュール又はその一部分解中間体である太陽電池シート状構造物に含まれる有価金属を濃縮する技術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

[0011] 本発明者らは、太陽電池モジュール又はその一部分解中間体である太陽電池シート状構造物から有価金属を回収する際に、破砕と破砕物の物理選別とによる金属回収が有効であることを知見した。この知見は、太陽電池モジュール又は太陽電池シート状構造物において、有価金属を含む部材と、有価金属以外の元素（例えば炭素（Ｃ）など）を含む部材とは、破砕したときに形成する粉体のサイズが異なる傾向があり、区分けしやすいという新たな知見に基づいている（詳しくは後掲の実施例の項目参照）。そして、粒径が同等の場合、有価金属を多く含む粉体の方が、有価金属以外の元素を多く含む粉体よりも重い傾向にあるという知見もある。

[0012] 以上の複数の知見を基に創出されたのが以下の各態様である。

[0013] 本発明の第１の態様は、

太陽電池モジュール又は太陽電池シート状構造物を破砕して破砕物を形成する破砕工程と、前記破砕物を分離する選別工程と、を有し、

前記太陽電池シート状構造物は、太陽電池モジュールからガラス基板及びフレーム部材が取り除かれ、少なくとも、太陽電池セルと、前記太陽電池セルから配線される金属パターンと、これらを封止する封止材と、を備えることを特徴とする、金属回収方法である。

[0014] 本発明の第２の態様は、第１の態様において、

前記破砕工程が、せん断作用を与えて前記破砕物を得る。

[0015] 本発明の第３の態様は、第１又は第２の態様において、

前記選別工程が、前記破砕物を、粒径が小さな微小粉体と、粒径が大きな粗大粉体とに分級し、前記微小粉体を捕集する分級工程を含む。

[0016] 本発明の第４の態様は、第１～第３のいずれかの態様において、

前記選別工程が、風力選別工程を含む。

[0017] 本発明の第５の態様は、第４の態様において、

前記風力選別工程は、前記粗大粉体を風力選別することで、重量物と、それ以外の軽量物とに分離し、前記重量物を捕集する。

[0018] 本発明の第６の態様は、第４又は５の態様において、

前記風力選別工程では、風速を５ｍ／ｓ以上２０ｍ／ｓ以下とする。

[0019] 本発明の第７の態様は、第１～第６のいずれかの態様において、

前記破砕工程では、前記破砕物の粒径が１０ｍｍ以下となるように前記太陽電池シート状構造物又は太陽電池シート状構造物を破砕する。

[0020] 本発明の第８の態様は、第３～第７のいずれかの態様において、

前記微小粉体の粒径が４ｍｍ以下である。

[0021] 本発明の第９の態様は、第１～第８のいずれかの態様において、

前記破砕工程で、一軸破砕機を用いる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、太陽電池モジュールに含まれる有価金属を濃縮して回収することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]太陽電池シート状構造物の断面概略図である。

[図2]太陽電池モジュールの断面概略図である。

発明を実施するための形態

[0024] ＜本発明の一実施形態＞

以下、本発明の一実施形態に係る金属回収方法ついて、太陽電池モジュールの一部分解中間体である太陽電池シート状構造物からの金属回収を例に説明する。本実施形態の金属回収方法は、準備工程、破砕工程および選別工程を有する。以下、各工程について詳述する。

[0025] （準備工程）

まず、処理対象である太陽電池シート状構造物（以下、単にシート状構造物ともいう）を準備する。シート状構造物は、太陽電池モジュールからガラス基板およびフレーム部材を取り除いたものである。

[0026] 太陽電池モジュール１は、例えば図２に示すように、複数の太陽電池セル１１と、太陽電池セル１１から配線される金属パターン１２と、太陽電池セル１１および金属パターン１２を封止する封止材１３と、封止材１３の一方の面に設けられる保護部材１４と、封止材１３の他方の面に設けられるガラス基板１５と、封止材１３やガラス基板１５などの積層体の周囲を囲むフレーム部材１６と、を備えて構成される。

[0027] 太陽電池モジュール１において、太陽電池セル１１は、例えばケイ素などを含む半導体から形成される。金属パターン１２は、太陽電池セル１１から配線される金属部材であって、例えば太陽電池セル１１の表面に設けられる表面電極や太陽電池セル１１の間を電気的に接続するバスバー電極を備えて構成される。金属パターン１２は、例えば銅（Ｃｕ）や銀（Ａｇ）などの有価金属を含み、表面電極は主にＡｇから形成され、バスバー電極は主にＣｕから形成される。封止材１３は、例えばエチレン‐酢酸ビニル共重合体（Ｅ

ＶＡ）やポリエチレンなどの樹脂から形成される。保護部材１４は、例えば、ポリエチレンテレフタレートやフッ素樹脂などの樹脂から形成される。ガラス基板１５は例えばガラスから形成される。フレーム部材１６は、例えば金属や樹脂などから形成される。

[0028] シート状構造物１０は、太陽電池モジュール１からガラス基板１５およびフレーム部材１６が取り除かれて、図１のように構成される。具体的には、太陽電池セル１１と、太陽電池セル１１から配線される金属パターン１２と、これら太陽電池セル１１および金属パターン１２を封止する封止材１３と、封止材１３の一方の面に設けられる保護部材１４と、を備えて構成される。

[0029] なお、太陽電池モジュール１からのガラス基板１５やフレーム部材１６の除去方法は、特に限定されず、公知の方法を採用することができる。ガラス基板１５の除去としては、例えばホットナイフ法やロール破砕法、ショットブラスト法などを用いることができる。

[0030] （破砕工程）

続いて、シート状構造物１０を破砕する。シート状構造物１０の破砕においては、例えば樹脂のような軟質で粘りのある材料から形成される部材ほど、粗く破砕され、金属やＳｉのような硬くて脆い材料から形成される部材は、細かく破砕される傾向がある。具体的には、ケイ素を含む太陽電池セル１１は細かく破砕されやすい。また、有価金属を含む金属パターン１２は細かく破砕されやすく、金属パターン１２の中でも、太陽電池セル１１の表面に設けられる表面電極は、薄く構成されるため、太陽電池セル１１の破砕とともに破砕されやすく、バスバー電極よりも細かく破砕されやすい。一方、樹脂から形成される封止材１３や保護部材１４などは、軟質であるため、粗く破砕される。そのため、破砕物においては、粒径の小さな範囲には、樹脂などが混入しにくく、有価金属の比率が高くなる。一方、粒径の大きな範囲には、樹脂などが多く含まれるので、有価金属の比率は低くなる傾向がある。

[0031] シート状構造物１０の破砕においては、破砕物の粒径が不均一であって、

粒度分布が広く、粒径のばらつきが大きくなるように破砕することが好ましい。これにより、太陽電池セル１１や金属パターン１２（特に表面電極）は細かく破砕する一方で、封止材１３や保護部材１４を過度に細かく破砕せず、粗いままとすることができ、有価金属と樹脂とを、異なる粒径の粉体として選別しやすくできる。

[0032] 破砕物の大きさは、特に限定されないが、後述の物理選別の際に有価金属を好適に回収する観点からは、破砕物の大きさが２０ｍｍ以下となるようにシート状構造物１０を破砕することが好ましい。より好ましくは１５ｍｍ以下、さらに好ましくは１０ｍｍ以下となるように破砕するとよい。このように破砕することにより、破砕物に含まれる粉体の粒度分布を広く、その粒径を適度にばらつかせることができ、破砕物において粒径の小さい側に含まれる有価金属の割合を高くすることができる。

[0033] 破砕方法としては、破砕物に含まれる粉体の粒径を適度にばらつかせる観点から、シート状構造物１０にせん断作用を与えることができるせん断破砕が好ましい。使用する破砕機としては、例えば一軸破砕機や二軸破砕機など公知の破砕機を用いることができるが、一軸破砕機が好ましい。二軸破砕機では、破砕条件によっては破砕物が一様に細かく破砕されて、粒径が均一となりやすいのに対して、一軸破砕機では、破砕が粗く、得られる破砕物の粒径が不均一で、粒度分布が広くなるように、破砕しやすい。つまり、一軸破砕機によれば、封止材１３や保護部材１４を過度に細かく破砕することなく、樹脂が微小粉体に入り込むことを低減することが容易である。一軸破砕機としては、刃の形状によって一軸カッターミルや一軸ハンマーミルなどがあるが、せん断破砕する観点から、一軸カッターミルが好ましい。

[0034] なお、破砕条件は、特に限定されず、破砕物の粒度分布が広くなるように、破砕機における刃の数、刃のクリアランス、および刃の回転数などを適宜調整するとよい。また、シート状構造物は一段階で破砕してもよく、一次破砕、二次破砕といったように多段階で徐々に破砕してもよい。

[0035]（選別工程）

続いて、得られた破砕物を選別する。本実施形態では、破砕物に対して分級および風力選別を行う。

[0036]（分級工程）

まず、得られた破砕物を、粒径が小さな微小粉体と、粒径が大きな粗大粉体とに分級する。上述したように、ケイ素から形成される太陽電池セル１１や金属パターン１２の中でも表面電極は細かく破砕されやすく、金属パターン１２の中でもブスバー電極、樹脂から形成される封止材１３や保護部材１４は細かく破砕されにくい。そのため、粗大粉体は樹脂が多く含まれて有価金属の比率が低くなるのに対して、微小粉体は樹脂が少なく、有価金属の比率が高くなる傾向がある。本実施形態では、分級した後、有価金属の比率が高い微小粉体を捕集する。

[0037] 微小粉体の粒径、つまり、分級する際に微小粉体として捕集する粒径の範囲は、特に限定されないが、４ｍｍ以下であることが好ましく、２ｍｍ以下であることがより好ましく、１ｍｍ以下であることがさらに好ましい。粉体の粒径を小さくするほど、樹脂などの不純物の取り込みを低減し、微小粉体に含まれる有価金属の比率を高めることができる。特に、Ａｇの比率を高くできる。一方で、過度に小さくすると、微小粉体として回収できる有価金属の量が少なくなり、回収効率が低くなるおそれがある。この点、微小粉体として、４ｍｍ以下の粉体を捕集することで、有価金属の比率を高く維持しながらも、回収効率を高くすることができる。

[0038] 破砕物の分級方法としては、重力や慣性力、遠心力などを用いた乾式または湿式分級、もしくは篩を用いた篩分け分級などを採用することができる。これらの中でも、分級を容易に行えることから、篩分け分級が好ましい。

[0039]（風力選別工程）

続いて、分級工程で分級された粗大粉体に対して風力選別を行う。粗大粉体には、主に、分級工程で回収しきれなかった金属パターン１２におけるブスバー電極に由来する有価金属、封止材１３や保護部材１４に由来する樹脂が含まれる。粗大粉体に対して風を吹き付けることにより、重量物と軽量物

とに分離する。風力選別では、風を吹き付けたときに飛ばされにくい粗大粉体が重量物として分離される。このような重量物には、比重の大きい粗大粒子が多く含まれる。逆に軽量物には比重の低い粗大粒子が多く含まれる。粗大粉体のうちの軽量物には主に樹脂が含まれる。一方、重量物には有価金属が多く含まれる傾向にある。特に、Ｃｕが多く含まれる傾向がある。本実施形態では、風力選別により、粗大粉体のうちの、有価金属を多く含む重量物を捕集する。

[0040] 風力選別工程において、風速は特に限定されないが、有価金属を効率的に回収する観点からは５ｍ／ｓ以上２０ｍ／ｓ以下であることが好ましい。このような風速で風力選別を行うことにより、粗大粉体のうち、有価金属を多く含む粉体を重量物として分離することができる。なお、風速とは、粉体に当たる空気の速度を示す。

[0041] 使用する風力選別機としては、特に限定されず、循環式、エアナイフ式、吹き上げ式、吸引式もしくは密閉式など公知の選別機を用いることができる。重量物を選択的かつ効率的に捕集する観点からは、循環式、吹上式および密閉式が好ましい。風力選別の代わりに重力や慣性力、遠心力などを用いた乾式または湿式分級（比重により選別する処理）を用いることもできるが、処理能力やコストの観点から風力選別が好ましい。

[0042] 以上により、シート状構造物の破砕物から、分級により分離される微小粉体と、粗大粉体の風力選別により分離される重量物と、を捕集する。これにより、シート状構造物に含まれる有価金属を回収する。

[0043] 本実施形態では、ガラス基板１５やフレーム部材１６を除去したシート状構造物１０を破砕しているので、ガラス基板１５などに由来する異物の破砕物への混入を抑制することができる。そのため、破砕物に含まれる有価金属の比率を高くすることができ、破砕物を物理選別したときに、有価金属を含む粉体を効率的に分離することができる。具体的には、破砕物を分級して微小粉体を捕集することで、金属パターン１２のうち、表面電極に由来する有価金属を回収することができる。また、分級により分離された粗大粉体に対

して風力選別を行って重量物を捕集することにより、分級では回収しきれなかった、表面電極に由来する有価金属やブスバー電極に由来する有価金属を回収することができる。つまり、シート状構造物の破砕物に対して分級と風力選別とを行い、微小粉体や重量物を捕集することにより、樹脂などの不純物を取り除いて、有価金属を濃縮するとともに、シート状構造物１０に含まれる有価金属を高い回収率で回収することができる。

[0044] 例えば、シート状構造物１０中の有価金属を濃縮する濃縮倍率を１．５倍以上、好ましくは２．５倍以上、より好ましくは４倍以上とすることができ、有価金属を高い濃度で回収することができる。また、シート状構造物１０に含まれる有価金属を高い収率で回収することができ、例えばＡｇの回収率は９９％以上、Ｃｕの回収率は８０％以上とすることができる。なお、濃縮倍率とは、回収された有価金属の濃度を、原料の有価金属濃度で除した比率を示す。

[0045] また本実施形態の金属回収方法によれば、準備工程後から風力選別工程に至るまでに加熱処理が不要なので、環境負荷を増やすことなく、太陽電池モジュールから有価金属を回収することができる。

[0046] また、本実施形態の金属回収方法によれば、加熱処理が不要なので、太陽電池モジュールに含まれる成分によらず有価金属を回収することができる。例えば、太陽電池モジュールの保護部材にフッ素樹脂などが使用されている場合、加熱処理によりフッ化物ガスが発生するおそれがある。この点、本実施形態の金属回収方法によれば、加熱により有毒ガスが発生するおそれがないので、太陽電池モジュールに含まれる成分によらず有価金属を回収することができる。

[0047] なお、回収した微小粉体や粗大粉体の重量物は精錬工程により純度を高めるとよい。

[0048] ＜他の実施形態＞

以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可

能である。

[0049] 上述の実施形態では、粗大粉体に対して一様に風力選別を行い、重量物を捕集しているが、本発明はこれに限定されない。風力選別の際に、粗大粉体の中には、有価金属の少ない軽量物にもかかわらず、粒径が大きいために重量物と判別される粉体が含まれることがある。このような軽量物の捕集を抑制する観点からは、粗大粉体に対して一様に風力選別を行うのではなく、粗大粉体を、粒径範囲の異なる複数の群に分級した上で、それぞれの群に対して適切な風速で風力選別を行い、それぞれで得られる重量物を捕集してもよい。例えば、粗大粉体を、粒径が２ｍｍ～４ｍｍの粉体、４ｍｍ～６ｍｍの粉体、および６ｍｍ～１０ｍｍの粉体の３つのグループに分級した後、各グループに対して適切な風速で風力選別を行うとよい。

[0050] また、上述の実施形態では、太陽電池シート状構造物１０が保護部材１４を備える場合を例に説明したが、本発明はこれに限定されない。シート状構造物１０は、破砕工程前にプレヒーティングされて保護部材１４が除去されていてもよい。この場合、破砕物に含まれる樹脂成分を減量できるので、選別工程において、有価金属を含む粉体をより効率的に捕集することができる。

[0051] また、上述の実施形態では、処理対象が太陽電池シート状構造物１０であるが、本発明は太陽電池モジュール１を処理対象とすることもできる。この場合、破砕物にガラス基板１５やフレーム部材１６に由来する粉体も含まれるが、上述した分級工程および風力選別工程により、有価金属を微小粉体や重量物として選別して回収することができる。

実施例

[0052] 次に、本発明について実施例に基づき、さらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されない。

[0053]（実施例１）

処理対象として、太陽電池モジュールからガラス基板およびフレーム部材を取り除いた太陽電池シート状構造物（ＰＶシート）を準備した。続いて、

ナゲット機を用いてＰＶシートを１０ｍｍ以下に粉砕されるよう、１０ｍｍスクリーンを通過するまで粉砕し、通過しない場合は繰り返し処理した。続いて、得られたＰＶシート破砕物を目開き４ｍｍの篩機に導入した。これにより、ＰＶシート破砕物を、粒径が１ｍｍ以下の粉体、１ｍｍ～１０ｍｍの粉体に分級した。本実施例では、これらの粉体のうち、粒径が１ｍｍ以下の粉体を微小粉体として捕集した。次に、捕集しなかった粗大粉体、つまり、粒径が１ｍｍ～１０ｍｍの粉体に対して、風速８ｍ／ｓで風力選別を行った。風力選別により重量物と軽量物とを分離し、重量物を捕集した。なお、ナゲット機としては、一軸カッターミルの「ＳＫＣ－２５－５４０Ｌ」を用いた。破砕条件として、刃の数は４５個、クリアランスは２ｍｍ程度、刃の回転数は６３０ｒｐｍに調整した。また、風力選別機としては「ＡＰＳ－２５０ＲＢ」を用いた。

[0054] 捕集した粉体に含まれる有価金属の量を測定し、ＰＶシートからの回収率を求めた。

具体的には、まず、ＰＶシート破砕物に含まれるＡｇおよびＣｕを１００としたときの、粒径が１ｍｍ以下の粉体、１ｍｍ～１０ｍｍの粉体に含まれる各成分の分配比と濃縮度（分配比／質量比）を求めた。その結果を下記表１に示す。

[0055] [表1]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
1mm～10mmの粉体(粗大粉体)	57.9	0.7	99.3	1.1	87.5
1mm以下の粉体(微小粉体)	42.1	3.4	0.7	0.1	12.5

[0056] また、粗大粉体（１ｍｍ～～１０ｍｍの粉体）に対して風力選別を行ったときに得られる重量物と軽量物とに含まれるＡｇおよびＣｕの比率を求めた。その結果を下記表２に示す。なお、表２中では表１と同様、ＰＶシート破砕物に含まれる各成分を１００としたときの比率を示している。

[0057]

[表2]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
1mm～10mmの軽量物	0.7	0.0	17.2	0.2	79.1
1mm～10mmの重量物	57.2	6.8	82.1	9.8	8.4
1mm以下の粉体(微小粉体)	42.1	3.4	0.7	0.1	12.5
回収率(重量物＋微小粉体)	99.3 (A)	—	82.8 (B)	—	20.9 (C)

濃縮倍率 ＝ [(A＋B)／2]／C

[0058] 表１に示すように、篩分けにより得られる微小粉体には、ＰＶシート破砕物に含まれるＡｇの４２．１％が含まれていた。一方、Ｃｕについては、０．７％が含まれていた。このことから、ＰＶシートを１０ｍｍ以下の大きさとなるように破砕し、微小粉体を捕集することにより、ＡｇをＣｕよりも多く回収できることが確認された。Ｃｕは、微小粉体よりも粗大粉体に含まれていることが確認された。本発明では、粗大粉体の重量物と微小粉体を回収物とする。

[0059] また表２に示すように、粗大粉体に対して風力選別を行ったところ、得られる１ｍｍ以上の重量物には、ＰＶシート破砕物に含まれるＡｇの５７．２％が含まれ、Ｃｕの８２．１％が含まれることが確認された。

[0060] 表１および表２の結果によれば、分級により得られる微小粉体と、粗大粉体の風力選別により得られる重量物とを捕集することにより、ＰＶシート破砕物に含まれるＡｇの９９．３％を、Ｃｕの８２．８％を回収できることが確認された。また、最終的に得られた捕集物では、樹脂やＳｉの混入を低減し、ＰＶシートに含まれる有価金属を４．４倍に濃縮することができた。なお、濃縮倍率は、表２の下に示す算定式より求めた。

[0061] （実施例２）

粒径が２ｍｍ以下の粉体を微小粉体として捕集し、粒径が２ｍｍ～１０ｍｍの粉体を粗大粉体として捕集した以外は、実施例１と同様に有価金属を回収した。

[0062] 実施例２について、粒径が２ｍｍ以下の粉体、２ｍｍ～１０ｍｍの粉体のそれぞれに含まれる各成分の比率を求めた。その結果を下記表３に示す。また、粗大粉体（２ｍｍ～１０ｍｍの粉体）に対して風力選別を行ったときに

得られる重量物と軽量物とに含まれる各成分の比率を下記表４に示す。

[0063] [表3]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
2mm～10mmの粉体(粗大粉体)	41.7	0.5	55.9	0.7	79
2mm以下の粉体(微小粉体)	58.3	2.8	44.1	2.1	21

[0064] [表4]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
2mm～10mmの軽量物	0.6	0.0	12.8	0.2	73.9
2mm～10mmの重量物	41.1	8.1	43	8.4	5.1
2mm以下の粉体(微小粉体)	58.3	2.8	44.2	2.1	21
回収率(重量物＋微小粉体)	99.4	—	87.2	—	26.1

[0065] （実施例３）

粒径が４ｍｍ以下の粉体を微小粉体として捕集し、粒径が４ｍｍ～１０ｍｍの粉体を粗大粉体として捕集した以外は、実施例１と同様に有価金属を回収した。

また、実施例３について、粒径が４ｍｍ以下の粉体、４ｍｍ～１０ｍｍの粉体のそれぞれに含まれる各成分の比率を求めた。その結果を下記表５に示す。また、粗大粉体（４ｍｍ～１０ｍｍの粉体）に対して風力選別を行ったときに得られる重量物と軽量物とに含まれる各成分の比率を下記表６に示す。

[0066] [表5]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
4mm～10mmの粉体(粗大粉体)	32.9	0.7	22	0.5	44.2
4mm以下の粉体(微小粉体)	67.1	1.2	78	1.4	55.8

[0067] [表6]

	Ag		Cu		質量比
	分配比	濃縮度	分配比	濃縮度	[%]
PVシート破砕物	100	1	100	1	100
4mm～10mmの軽量物	0.3	0.0	0.6	0.0	41.9
4mm～10mmの重量物	32.6	14.2	21.4	9.3	2.3
4mm以下の粉体(微小粉体)	67.1	1.2	78	1.4	55.8
回収率(重量物＋微小粉体)	99.7	—	99.4	—	58.1

[0068] 表３～６に示すように、ＰＶシートに含まれる有価金属の回収率について

、Ａｇの回収率が実施例２では９９．４％、実施例３では９９．７％であった。また、Ｃｕの回収率が実施例２では８７．２％、実施例３では９９．４％であった。また、ＰＶシートの濃縮倍率は、実施例２が３．６倍、実施例３が１．７倍であった。

[0069] 実施例１～３によると、有価金属についてＡｇの回収率を９９％以上、Ｃｕの回収率を８０％以上と高くできることが確認された。また、微小粉体として捕集する粉体の粒径を小さくするほど、つまり、微小粉体として、４ｍｍ以下の粉体よりも、２ｍｍ以下の粉体、さらには１ｍｍ以下の粉体を捕集するほうが、樹脂などの不純物の混入をより低減することができ、有価金属の回収率を高く維持しながらも濃縮倍率をより高くできることが確認された。

[0070] 以上のように、本発明の金属回収方法によれば、太陽電池モジュールからガラス基板およびフレーム部材を取り除いたシート状構造物に対して、破砕、篩分け、および風力選別を行うことにより、太陽電池モジュールに含まれるＡｇやＣｕなどの有価金属を高い回収率で回収できる。また、予めガラス基板を取り除いているので、破砕物へのガラスの混入を抑制することができ、高価なＡｇのロスを少なく抑えて有価金属の濃縮率が高い回収物を高い比率で捕集することができ、その回収物からＡｇとＣｕを回収することにより、回収工程の効果を高めることができる。また、加熱処理を省いているので、環境負荷を増やすことなく、有価金属を回収することができる。

符号の説明

[0071] １ 太陽電池モジュール

１０ 太陽電池シート状構造物

１１ 太陽電池セル

１２ 金属パターン

１３ 封止材

１４ 保護部材

１５ ガラス基板

１６　フレーム部材