(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-574
(P2011-574A)
(43)公開日　平成23年1月6日(2011.1.6)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B02C 19/00	(2006.01)	B02C	19/12		4D004
B09B 3/00	(2006.01)	B09B	3/00	ZABZ	4D067

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 11 頁）

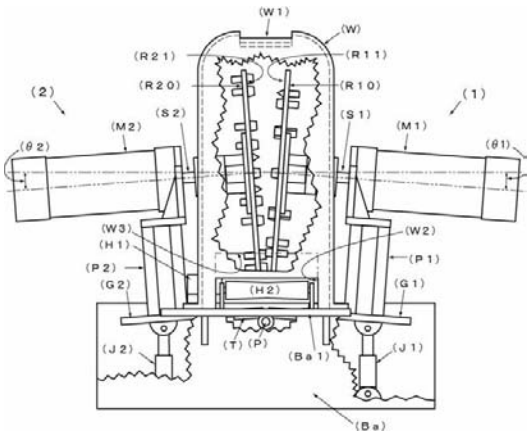
(21)出願番号　特願2009-147943 (P2009-147943)
(22)出願日　平成21年6月22日 (2009.6.22)

(71)出願人　301023238
独立行政法人物質・材料研究機構
茨城県つくば市千現一丁目２番地１
(71)出願人　301006367
有限会社押鐘
埼玉県さいたま市南区文蔵２－２７－１６
(74)代理人　100093816
弁理士　中川　邦雄
(72)発明者　原田　幸明
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内
(72)発明者　片桐　望
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】筐体分解装置とそれを用いた分解方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】半導体素子を有する使用済電子機器の分解装置と方法を提供する。
【解決手段】筐体分解装置は、回転軸に軸支され、かつ、前記回転軸に直交する端面を有する第一回転体１と第二回転体２とからなり、前記両端面Ｒ１１、Ｒ２１が相対向し、かつ、前記端面が互いに傾斜されて両回転体が配置され、前記両端面の間隔が他の箇所よりも大きい箇所が被分解物の投入口Ｗ１とされ、その他の箇所が、投入された被分解物に加圧力を与え、かつ、分解片が排出される箇所となるように構成する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体素子を有する装置を破砕するのに用いられる筐体分解装置であって、回転軸に軸支され、かつ、前記回転軸に直交する端面を有する第一回転体と第二回転体とからなり、前記両端面が相対向し、かつ、前記端面が互いに傾斜されて両回転体が配置され、前記両端面の間隔が他の箇所よりも大きい箇所が被分解物の投入口とされ、その他の箇所が、投入された被分解物に加圧力を与え、かつ、分解片が排出される箇所とされてなることを特徴とする筐体分解装置。
【請求項２】
請求項１に記載の筐体分解装置において、前記端面の少なくとも一方には、複数の突起が取り付けてあることを特徴とする筐体分解装置。
【請求項３】
請求項２に記載の筐体分解装置において、一方の端面の周囲に、排出される分解片の大きさに対応した所定の間隔を持って突起が設けられてなることを特徴とする筐体分解装置。
【請求項４】
請求項１から４のいずれかに記載の筐体分解装置を用いた分解方法であって、電子機器等の被分解物に対応して、前記投入口の間隔と、加圧力とを設定すべく、両端面の相対傾斜角並びに垂直に対する傾斜角を調整して用いることを特徴とする分解方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、筐体分解装置とそれを用いた分解方法に関し、特に使用済電子機器等の半導体素子を有する装置を分解して、主にこれら半導体素子やその配線基盤に含まれる希少元素の回収の為に供する部分を筐体から分離するのに用いる装置とを用いた分解方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
いわゆる都市鉱山を実現し、希少資源である希少元素を回収して再利用することは、地球環境の保全と、高度化された現在の文明を維持発展させるのに重要な意味を持つものである。特に、希少金属を他のものより多く有する半導体素子、表示パネルあるいは配線基盤などを、これらを含まない筐体部分と分離回収できれば、都市鉱山の効率が向上し、自然鉱山からの収集以上の効率を実現できる可能性は大いに見込めるものである。
しかし、使用済電子機器等のリサイクルにおいて、消費者の安全性や製品の信頼性の確保のために頑強に設計・製造された筐体部分を破壊し解体することは容易でなく、現在は、人による分解作業を必要とするのが現状である。その大きな理由は、特許文献１から５に示すように、投入された非破砕物のすべてを如何に効率よく破砕できるのかをテーマにして作られた従来の破砕技術を用いたのでは、筐体部分とともに希少元素を多く含む部分も同様に粉砕され、これらを分離する作業が困難となり、希少元素含有部分が余りにも微小に粉砕され、回収できない場合も生じるおそれがあるからである。
折角の粉砕作業が最終目的である希少元素の回収効率を低下する結果を招いていたので、人手による分解作業が必要とされてきた。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
本発明では、このような実情に鑑み、希少元素が多く含まれる箇所の破砕をできるだけ避け、筐体部分の人手による分解作業を軽減もしくは無くし得るようにすることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００４】

発明１の筐体分解装置は、回転軸に軸支され、かつ、前記回転軸に直交する端面を有する第一回転体と第二回転体とからなり、前記両端面が相対向し、かつ、前記端面が互いに傾斜されて両回転体が配置され、前記両端面の間隔が他の箇所よりも大きい箇所が被分解物の投入口とされ、その他の箇所が、投入された被分解物に加圧力を与え、かつ、分解片が排出される箇所とされてなることを特徴とする。

発明２は、発明１の筐体分解装置において、前記端面の少なくとも一方には、複数の突起が取り付けてあることを特徴とする。

発明３は、発明２の筐体分解装置において、一方の端面の周囲に、排出される分解片の大きさに対応した所定の間隔を持って突起が設けられてなることを特徴とする。

【０００５】

発明４は、発明１から４のいずれかの筐体分解装置を用いた分解方法であって、電子機器等の被分解物に対応して、前記投入口の間隔と、加圧力とを設定すべく、両端面の相対傾斜角並びに垂直に対する傾斜角を調整して用いることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００６】

発明１の筐体分解装置では、相対的に傾斜した端面間に投入された被分解物は、その筐体に圧力をかけてそれを破壊するが、それによって筐体内に収納された半導体基板等は、筐体から解放され、小さな分解片となる。そして、この分解片は、それ以上の圧力を受けずに、当該装置から排出されることとなる。

この結果、半導体基板等の素子や回路を破砕することなく分解することができ、従来では手作業で行っていた分解作業と同様な収率で、筐体内から半導体基板等の回収対象を取り出し回収することが可能となった。

また、発明２では、端面に適度な突起を配置することで、加圧力により筐体部分に突入した突起が、最小間隔の箇所を通過すると、それを引き離すように働くので、筐体に加圧のみならずひきはがす力も与え、内部の基板に損傷を与えずに筐体を分離する作用を生じさせ、一層効率的に筐体を分解することができるようになった。

さらに、発明３のようにすることで、筐体が適度な大きさになるまで端面間で加圧とひきはがしを繰り返し受けることとなり、一巡のみでは分解できない筐体でも、半導体基板等の素子や回路を破砕することなく確実に一定以下の小片に分解することができるようになった。

そして、発明４の方法により、被分解物の大きさやその筐体の強度あるいは、回収すべき部品の筐体内配置に適応させて、上記効果を最良の状態で発揮させることができる。

本方法により、携帯電話などの使用済家電のリサイクルにおいて困難であった筐体部分と基板部分の分解、分離が容易に進み、筐体のプラスチック、アルミ、ねじなどは素材リサイクルに回すことができ、基板部分はそのまま製錬炉での溶解による有価金属回収や、他の粉砕・分離などの方法による有価成分の濃縮へと進めることができる。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】筐体分解装置の実施例を示す一部切欠き正面図。

【図２】端面に取り付ける突起を示す正面図と平面図であって、（ａ）はサイトウ円錐形突起、（ｂ）は円錐形突起、（ｃ）は、サイコロ状突起、（ｄ）は、四角錐状突起、（ｅ）は逆サイトウ円錐形突起、及び（ｆ）は、六角柱状突起を示す正面図と平面図である。

【図３】第一回転体の端面を示す側面図と正面図。

【図４】第二回転体の端面を示す側面図と正面図。

【図５】実施例で示す方法で分解した分解物の写真。

【図６】実施例で示す方法で分解した分解物の写真。

【図７】実施例の自動制御システムのフロー。

【図８】図１の分解装置を示す一部切欠き側面図。

【符号の説明】

【０００８】

（１）第一回転体
（２）第二回転体
（Ｂａ）基盤
（Ｂａ１）（Ｂａ２）支え板
（Ｃａ）カメラ
（Ｇ１）（Ｇ２）可動基盤
（Ｈ）コンベア
（Ｈ１）モータ
（Ｈ２）コンベアベルト
（Ｈ３）コンベアの終端
（Ｊ１）（Ｊ２）油圧ジャッキ
（Ｍ１）（Ｍ２）駆動モータ
（Ｐ）兆番
（Ｐ１）（Ｐ２）駆動軸
（Ｐ１）（Ｐ２）フレーム
（ＰＣ）コンピュータ
（Ｒ１０）（Ｒ２０）回転円板
（Ｒ１１）（Ｒ２１）対向面（端面）
（Ｗ）カバー
（Ｗ１）被分解物投入口
（Ｗ２）（Ｗ３）カバー前後開口
（Ｗ４）カバー側面開口
（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）（ｄ１）（ｅ１）（ｆ１）突起
（ａ２）（ｂ２）（ｃ２）（ｄ２）（ｅ２）（ｆ２）突起の雄ネジ部
（ａ３）（ｂ３）（ｃ３）（ｅ３）ピンレンチを差し込む穴
（θ１）（θ２）傾斜角度

【発明を実施するための形態】

【０００９】

手作業による分解作業の経験から、多くの電子機器は、筐体を分解すれば、内部に収納された基板等の部品は容易に分離され、小さな部品となることが知られており、それを利用して、機械的に分解を行って、手作業を省くことを実現したのが本発明である。

特に、筐体部分の材質が高強度で変形性にも富む場合には、その特性を有効に利用し加圧力のみならず「引きちぎり」力を与えて、内部の部品に過大な圧力をかけずに、分解できるようにしたものである。

これにより、まず、多種のレアメタルなどを含む電子回路基板が、半導体チップや金メッキ部品などの脱落も少なく基板としてまとまった形で筐体部から引き剥がされ、この電子回路基板部だけを集約的に次の工程のリサイクルにかけることができる。

これは、一次分解処理として、唯一電子回路基板を意図的に取り出しえた「手解体」に変わるものであり、手解体にかかっていたリサイクルのコストを大幅に低減させ、リサイクルを推進させることができる。

また、引き剥がされた筐体材料も、引き剥がしの力とその素材の耐力の関係から、金属、プラスチックがそれぞれ別個に引き剥がされるために、これらを分離しリサイクルにかけることも容易になる。

実施例としては携帯電話機を用いたが、端面の間隔やサイズを調整することで、大小いずれのサイズにも適用でき、外殻に相対的に強度のある筐体を用いた製品ならば基本的に対応可能である。

たとえば、ＡＣアダプターのような小物に対しても、端面間隔を狭め、モーターの動力を増すことで筐体の高強度プラスチックを解体し、内部から銅線部分等を取り出すこともできる。

また、パソコン、ＤＶＤプレーヤーなども、端面の間隔を広げて操作すれば分解（筐体

を破壊して、部品ごとに分解することをいう。以下同じ）可能となることは容易に想像できる。さらに、ハードディスクなどの二次構成部品を再度処理して分解することも可能である。

【実施例１】

【００１０】

図１から４及び図８を参照して、筐体分解装置の実施例を示す。

第一回転体（１）と第二回転体（２）は、それぞれ、駆動モータ（Ｍ１）（Ｍ２）、このモータの駆動軸（Ｐ１）（Ｐ２）に固定した回転円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）と、前記モータを支持するフレーム（Ｐ１）（Ｐ２）を介してこれを支える可動基盤（Ｇ１）（Ｇ２）と、この可動基盤（Ｇ１）（Ｇ２）の一端部を接続する兆番（Ｐ）と、前記可動基盤（Ｇ１）（Ｇ２）をそれずれ、前記兆番（Ｐ）を中心に上下に揺動して、角度（θ１）（θ２）を調整する油圧ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）とにより構成してある。

前記兆番（Ｐ）の軸と、油圧ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）の下端は、基盤（Ｂａ）に固定してあって、前記基盤（Ｂａ）が、前記角度（θ１）（θ２）の起点としてある。

このようにして、前記回転円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）の対向面（端面）（Ｒ１１）（Ｒ２１）を相対向させ、その相対的な傾斜角（θ１）＋（θ２）を前記油圧ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）にて調整可能にしてある。

（Ｗ）は、前記両回転体（１）（２）の円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）の外周を覆うカバーであって、上部に被分解物投入口（Ｗ１）が設けてあり、下部には、分解片を搬出するコンベア（Ｈ）を通すための開口（Ｗ２）（Ｗ３）が設けてある。またその両側面には前記モータ（Ｍ１）（Ｍ２）を外部に位置させる開口（Ｗ４）が設けてある。この開口（Ｗ４）により、側壁をできるだけ回転円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）に近づけて、この間から飛び出した未分解物を受け止め跳ね返すようにしてある。

前記コンベア（Ｈ）は、モータ（Ｈ１）とコンベアベルト（Ｈ２）とを主たる構成部品として、エンドレスのコンベアベルト（Ｈ２）を前記モータ（Ｈ１）により走行させるローラと、遊転ローラとにより、このコンベアベルト（Ｈ２）を張設して構成してある。なお、前記ローラやモータは、前記基盤（Ｂａ）に固定した支え板（Ｂａ１）（Ｂａ２）上に保持してある。

このようにして、投入口（Ｗ１）から投入された被分解物が前記両円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）の間で分解された分解片が、前記前記コンベア（Ｈ）上に落下し、コンベアの終端（Ｈ３）から、装置の外部に排出されるようにしてある。

【００１１】

前記回転円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）には、その厚さ方向に貫通した多数のネジ穴（Ｈ）が設けてある。

このネジ穴（Ｈ）は、図２に示す突起（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）（ｄ１）（ｅ１）（ｆ１）を選択して取り付けるためのもので、この突起それぞれに、取り付けるための雄ネジ部（ａ２）（ｂ２）（ｃ２）（ｄ２）（ｅ２）（ｆ２）が一体的に設けてある。

なお、円形の突起（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）（ｅ１）には、締緩する一般的な工具であるレンチやスパナを用いるのが困難であるのでピンレンチを差し込む穴（ａ３）（ｂ３）（ｃ３）（ｅ３）が設けてある。

このようにして、被分解物の筐体の大きさ、その強度及び部品の配置や大きさなどに、対応して、適宜ひきはがし力を与えながら分解できるようにしてある。

【００１２】

図３、図４は、そのような突起を設けた例を示すものである。

図４に示すように第二回転体（２）の円板（Ｒ２０）の端面（Ｒ２１）の外周近くに、一定の間隔で突起（ａ１）を配置してあるが、このようにすることで、被分解物が分解されずに抜け落ちることを防止するとともに、その突起の間隔により、ある程度分解され小さくなったもの以外は落下しないようにしてある。

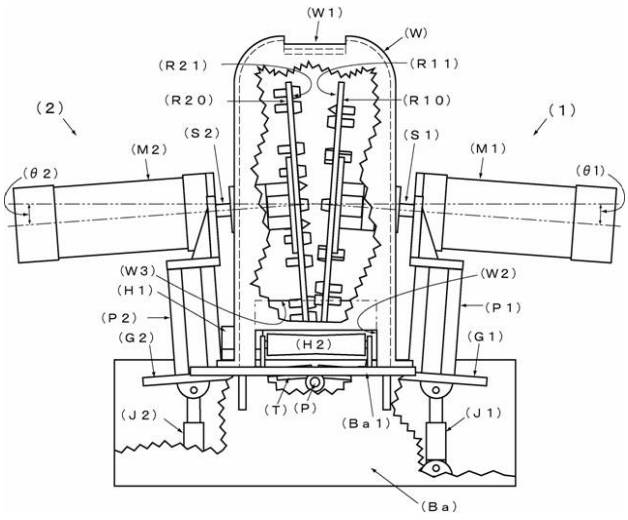
また、両回転体（１）（２）の相対回転速度を変化させることで、単位圧力のみならずひきはがし力を与えることができるので、内部の部品に過剰な圧力をかけずに、筐体を分

解できる。
　また、端面（Ｒ１１）（Ｒ２１）の間隔の内もっとも狭い箇所（下部）を回路基板の厚みのものが落下するように設定し、これを超える大きなものは落下しにくい間隔としておくと、この回路基板をほぼそのままの形で取り出すことも可能となる。
【００１３】
前記突起（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）（ｄ１）（ｅ１）（ｆ１）と回転円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）の材質は、分解すべき筐体の引っ張り耐力より大きな変形耐力を有している素材であるならば金属、セラミクス、複合材料、高強度高分子材料のいずれかもしくはその組み合わせでもよい。
【００１４】
突起（ａ１）（ｂ１）（ｃ１）（ｄ１）（ｅ１）（ｆ１）の形状
突起の形状は先端を丸めた円筒状や樽状のものが強度的に優れ、汎用性が広いが、比較的変形性に富む筐体材料を対象とする場合などは、先端の鋭い円錐状のものが柔軟な材料を固定しやすい。また先端より幹部の径を絞った突起（ｅ１）は大型筐体などで突起物をより確実に固定する効果が期待される。また硬質物質を中心とした筐体製品には先端が鋭く幹の膨らんだ突起（ｂ１）（ｄ１）等の槍状物が効果的である。
　これらの横断面は、円だけでなく多角形（ｆ１）（ｃ１）によって構成することができ、回転対称体だけでなく、長円や長方形などの非対称な形状で引きちぎり効果を調整することもできる。
【００１５】
突起の数と配置
　突起の数は目的対象物が装置内部で二か所以上固定されるのに必要な間隔を与える以上の密度となる数が必要である。また配置は、引きちぎり効果より圧縮効果を優先させたい場合には、突起を放射線状に整列させることで固定部が法線方向に位置し端面と共に動くようにし引っ張りを極力抑えることも可能である。
　一般的には、むしろ放射状から不規則性を持たせることで固定部の位置を法線方向からずらすことでより大きな引きちぎり力をもたらすことができる。
　また突起の密度を外周部を密にするか内部を密にするかで、間隔のせまい部分の固定位置間隔が変わり、これを用いて得られる分解物のサイズを調整することもできる。
【００１６】
突起の高さ
　突起の高さは、両端面の最小間隔を超えてはならない。できれば、この最小間隔の１／２以下の高さであってもよく、それを用いて厚みのある筐体部分だけを引きちぎり、内部の回路基板をほとんど影響を与えずに取り出すことも可能である。
　突起の高さは均一であってもよいが、内周部を高くすることで筐体の咬みこみを容易にし、比較的小さな筐体の製品に適合させることができる。また外周部を高くすることで離脱直前の咬みこみを深くしより強い筐体材料に対応することができる。また高さをランダムにすることで複雑な形状の筐体にも対応することができる。
【００１７】
モニタリング制御装置
本装置は、被分解物が外部に排出される前記コンベア（Ｈ）の終端近くを撮影するカメラ（Ｃａ）により分解片の形や大きさをモニタリングする為のものである。このモニタカメラ（Ｃａ）の画像をコンピュータ（ＰＣ）に入力して、以下のようなプログラムにより処理を行わせることも可能である。
　図７は、そのコンピュータ内で動作するプログラムのフローである。
　ＤＢ１には、被分解物と、それを分解したときの回転体の傾斜角（θ１）（θ２）、及び回転速度と分解片の画像とを一つのデータとして、これらの要素を変更したものをそれぞれ記憶させてある。なお、画像データはデジタル的に比較が容易なように処理されているのが望ましい。
　また、ＤＢ２には、各モータ（Ｍ１）（Ｍ２）の回転速度調整プログラムと、各油圧

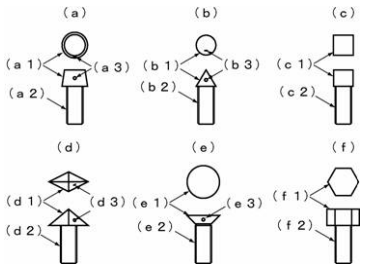
ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）の調整プログラムを記録してある。
　このようにして、前記カメラ（Ｃａ）からの入力を、前記ＤＢ１の蓄積データと同様な処理をＦＰにて行い、その処理後の画像データをＰＣ１に送り込む。ＰＣ１では、ＤＢ１の蓄積データから、Ｃａ処理画像に最も近い画像を検索し、それに関連付けられた傾斜角（θ１）（θ２）値と回転速度値及び被分解物データをＰＣ２に入力する。そして、ＰＣ２では、被分解物データの最良データをＤＢ１から検索し、これと、前記現状データとをＣＰに送り込む。ＣＰでは、送り込まれた両データから、モータの回転差分、ジャッキの差分をそれぞれ演算して、その結果をＰＣ３に送り込む。
ＰＣ３では、これら差分を修正するにふさわしい調整プログラムをＤＢ２から検索し、それをＯＵＴＰに送り込む。
　当該ＯＵＴＰには、駆動モータ（Ｍ１）（Ｍ２），油圧ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）から現状の状態を示す信号が常に入力され、ＰＣ３から送り込まれた制御プログラムにより、それぞれを制御して最良状態に向かって自動調整する。
このような自動調整を一定間隔で行うことで、投入された被分解物に応じた最良の状態で自動的に調整し得るようにしてある。
【００１８】
　試作装置
　試作した装置の例。円盤径は３００ｍｍ、軸の角度は４．２度、突起は半長円回転体状のものを片側に個ほぼ均等に配置している。挟隙部の間隔は５ｍｍから１００ｍｍの可変、モーターの能力は９０Ｗで、最高３０ｒｐｍである。
　これを用いて、分解したのが、図５、図６に示すものである。
【００１９】
携帯電話機の分解例
　携帯電話機を本装置で分解した例である。回転条件は２５ｒｐｍで処理にほぼ１３秒かかっている。
　筐体部分は引きちぎられ、そのさい螺子等の比較的強度の強い部分が支点となって引きちぎりの効果を増している。回路基板は筐体から外れ単独に取り出すことが可能となっている。また筐体材料も金属部分、プラスチック部分と強度が異なるためそれぞれ別々の部位として引きちぎられており、そのあとに引き続く分離が容易になっている。
【００２０】
携帯電話のより細かい分解例
　回転条件を２５ｒｐｍ　回転円板挟隙部間隔を１２ｍｍ　突起を３４個と条件を変えて作動させると、より細かく回路基板部分まで分解できる。そのあとの分離工程を風選などの簡略なものとして大部分を溶融炉などに挿入する場合に適した分解も行うことができる。
【実施例２】
【００２１】
　本実施例では、前記実施例１の変更例を例示する。
　ジャッキ（Ｊ１）（Ｊ２）は前記自動制御に適用しやすい油圧ジャッキを例示したが、これに限らずステップモータ式のネジ式ジャッキなども、同様に用いることができる。
【００２２】
　また、円板（Ｒ１０）（Ｒ２０）は必ずしも板状である必要はなく、豪勢補強などの為に箱状や筒状の形態とすることは容易である。
【００２３】
　突起は、図示したような形状に限るものではない。また、突起がなくとも、電子機器の種類によっては分解することが可能な場合もありうる。
【００２４】
　さらに、限定された同様な電子機器を分解する場合は、数回のトライにより回転数、傾斜角度を適正なものに設定できるので、自動制御を必要としない場合もある。
【先行技術文献】

【特許文献】
【００２５】
【特許文献１】特許３０２２３１３
【特許文献２】特許３１５７６８２
【特許文献３】特許２６９６００８
【特許文献４】特許０９７５５６９（特公昭５４－５５３１）
【特許文献５】特開２００７－３１９７６０

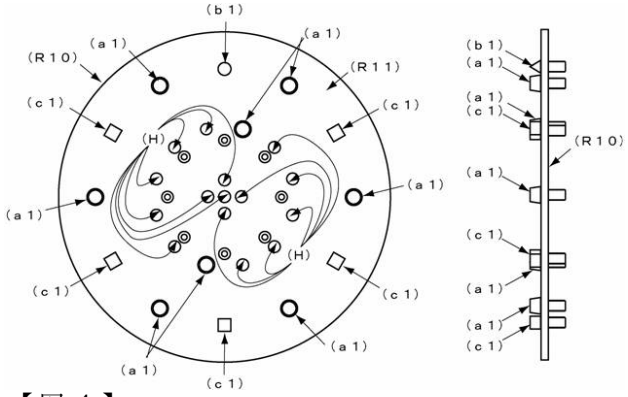
【図１】



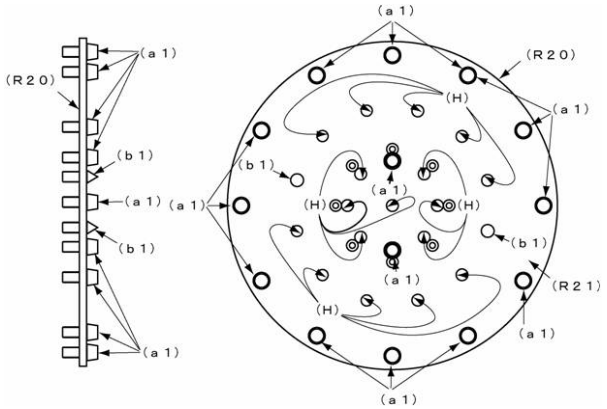
【図２】



【図３】


(b 1)
(a 1)
(R 1 0)
(a 1)
(R 1 1)
(c 1)
(c 1)
(H)
(a 1)
(a 1)
(H)
(c 1)
(c 1)
(a 1)
(a 1)
(a 1)
(c 1)
(b 1)
(a 1)
(a 1)
(c 1)
(R 1 0)
(a 1)
(c 1)
(a 1)
(a 1)
(c 1)

【図４】


(a 1)
(R 2 0)
(a 1)
(R 2 0)
(b 1)
(a 1)
(a 1)
(b 1)
(a 1)
(a 1)
(R 2 0)
(H)
(a 1)
(b 1)
(a 1)
(H)
(H)
(b 1)
(a 1)
(R 2 1)
(H)
(a 1)
(a 1)

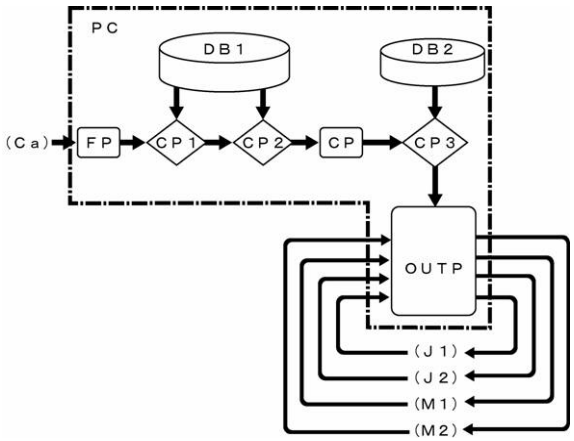
【図５】



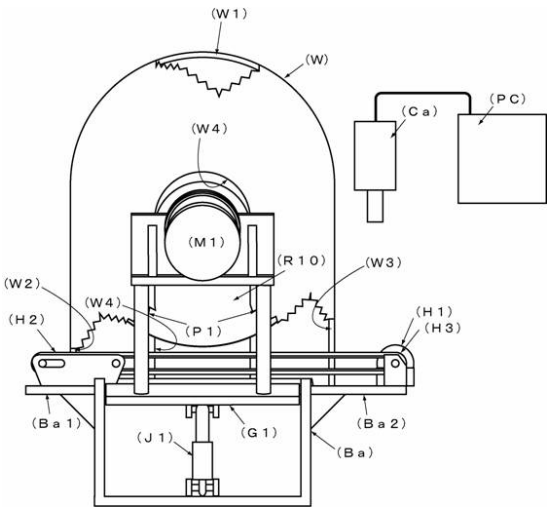
【図６】



【図７】


PC
DB1
DB2
(Ca)
FP
CP1
CP2
CP
CP3
OUTP
(J1)
(J2)
(M1)
(M2)

【図８】


(W1)
(W)
(Ca)
(PC)
(W4)
(M1)
(R10)
(W3)
(W2)
(W4)
(H1)
(H3)
(H2)
(P1)
(Ba1)
(J1)
(G1)
(Ba2)
(Ba)

フロントページの続き

(72)発明者　井出　邦和
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内
(72)発明者　井島　清
茨城県つくば市千現一丁目２番地１　独立行政法人物質・材料研究機構内
(72)発明者　押鐘　吉男
埼玉県さいたま市南区文蔵２－２７－１６　有限会社押鐘内

Ｆターム(参考) 4D004 AA22　BA05　CA02　CB13　DA02　DA20
4D067 CG07　GA20