

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年2月27日 (27.02.2003)

PCT

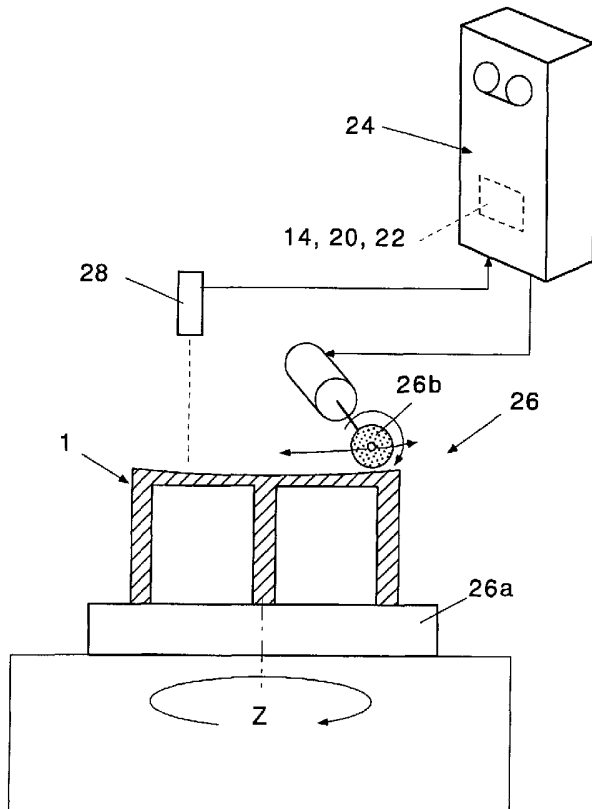
(10) 国際公開番号
WO 03/017017 A1

- (51) 国際特許分類: **G05B 19/4097, 19/4069**
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/08269
- (22) 国際出願日: 2002年8月14日 (14.08.2002)
- (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2001-246951 2001年8月16日 (16.08.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 理化学研究所 (RIKEN) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 大森 整 (OHMORI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 理化学研究所内 Saitama (JP). 安齋 正博 (ANZAI, Masahiro) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 理化学研究所内 Saitama (JP). 加瀬 究 (KASE, Kiwamu) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 理化学研究所内 Saitama (JP). 田代 英夫 (TASHIRO, Hideo) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 理化学研究所内 Saitama (JP). 牧野内 昭武 (MAKINOUCHI, Akitake) [JP/JP]; 〒351-0198 埼玉県 和光市広沢 2番1号 理化学研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 堀田 実 (HOTTA, Minoru); 〒108-0014 東京都 港区 芝 4丁目 15番6号 ハラビル 2 3階 Tokyo (JP).

[続葉有]

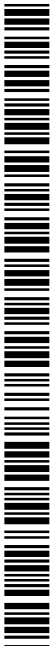
(54) Title: ULTRA-PRECISION MACHINING METHOD AND DEVICE FOR HETEROGENEOUS MATERIAL

(54) 発明の名称: 非均質材料の超精密加工方法および装置



(57) Abstract: (A) V-CAD data for work (1) is prepared, (B) a machined surface shape after NC-machining is predicted through simulation by using the V-CAD data, (C) the work is NC-machined under a specified NC-program and the machined surface shape after NC-machining is measured on the machine, and (D) machining correction data is determined from the difference between a machined surface shape by simulation and that by on-machine measurement to correct the NC program. Accordingly, ultra-precision machining is possible despite low-rigidity work and tool and their varying deformations.

[続葉有]



WO 03/017017 A1



(81) 指定国 (国内): CA, JP, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

(A) 対象物 (1) のV-CADデータを準備し、(B) V-CADデータを用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測し、(C) 対象物を所定のNCプログラムによりNC加工し、NC加工後の加工面形状を機上で計測し、(D) シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する。これにより、ワークやツールの剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、超精密加工を可能にする。

明細書

非均質材料の超精密加工方法および装置

発明の背景

発明の技術分野

本発明は、ワークやツールの剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、超精密加工ができる非均質材料の超精密加工方法および装置に関する。

関連技術の説明

図1Aは、宇宙空間で使用する大型反射望遠鏡用の大口径軽量ミラーの加工工程を示す模式図である。この大口径軽量ミラー1は、軽量化のため、薄い（例えば3～5mm厚）の反射板2をハニカム構造体3で支持するようになっている。この大口径軽量ミラーの直径は例えば300～700mmの大径であり、それにもかかわらずその重量は150kg未満に抑えられている。

上述した大口径軽量ミラー1の表面に高精度かつ鏡面のような高品質（以下単に超精密と呼ぶ）の反射面を加工する場合、従来の加工手段では、大口径軽量ミラー1をその軸心Zを中心に回転させながら、加工ツール4（例えば円筒形の研削用砥石）をNC制御で所定の曲線（例えば放物線）に沿って移動させ、加工ツールで反射板2を加工していた。

しかし、図1Aにおいて、反射板2はハニカム構造体3により部分的に支持されているにすぎず、ハニカム構造体3で支持されていない部分の反射板2の剛性は極めて低い。そのため、加工ツールによる研削中において、加工ツールと反射板2（ワーク）との接触弧長さは、加工位置により大きく変化し、加工抵抗も大きく変動するため、ワーク自体の変形も部分的に異なり、例えば図1Bに細線2'で模式的に示すような変形となる。

この結果、加工工具をNC制御で精密に位置制御してワークを加工しているにもかかわらず、ワークやツールの剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合には、超精密加工が困難であった。

発明の要約

本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、ワークやツールの剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、超精密加工を可能にする非均質材料の超精密加工方法および装置を提供することにある。

本発明の発明者等は、形状と物性を統合した実体データを小さい記憶容量で記憶することができる「実体データの記憶方法」を創案し出願した（特願2001-025023、未公開）。

この実体データの記憶方法は、対象物の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体の内部セルと境界セルに分割し、各セル毎に種々の物性値を記憶するものである。この方法により、物体の形状・構造・物性情報・履歴を一元的に管理し、設計から加工、組立、試験、評価など一連の工程に関わるデータを同じデータで管理することができ、CADとシミュレーションを一元化することできる特徴を有している。なお、以下この方法による形状と物性を統合した実体データを「V-CADデータ」と呼ぶ。

本発明は、上述したV-CADデータを用い、シミュレーションと機上計測を併用して非均質材料の超精密加工を行うものである。すなわち、本発明によれば、(A) 対象物(1)の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル(13)に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル(13a)と境界面を含む境界セル(13b)とに区分したV-CADデータを準備し、(B) V-CADデータを用いてNCプログラムを生成し、該NCプログラムにより対象物をNC加工する、ことを特徴とする非均質材料の超精密加工方法が提供される。

本発明の好ましい実施形態によれば、(C) V-CADデータを用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測し、(D) NC加工後の加工面形状を機上で計測し、(E) 前記シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する。

また、本発明によれば、対象物（１）の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル（１３）に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル（１３ａ）と境界面を含む境界セル（１３ｂ）とに区分したV-CADデータ（１４）と、V-CADデータを用いてシミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測するシミュレーションプログラム（２０）と、NCプログラムを補正するデータ補正プログラム（２２）とを記憶する記憶装置（２４）と、対象物を所定のNCプログラムによりNC加工するNC加工装置（２６）と、NC加工後の加工面形状を機上で計測する機上計測装置（２８）とを備え、シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する、ことを特徴とする非均質材料の超精密加工装置が提供される。

上述した本発明の方法及び装置によれば、対象物（１）の外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル（１３）に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル（１３ａ）と境界面を含む境界セル（１３ｂ）とに区分したV-CADデータを記憶するので、セルの階層として小さい記憶容量で外部データを記憶することができる。

また、このV-CADデータを用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測するので、対象物が非均質材料であり、その剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、各部分の物性を加味して正確なシミュレーションを行うことができる。

更に、対象物を所定のNCプログラムにより実際にNC加工し、この加工後の加工面形状を機上で計測し、シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正するので、シミュレーションで予測できない加工特性も次のNCプログラムに加味することができる。

従って、ワーク以外のツール等の剛性が低い場合や、加工システム自体に誤差要因がある場合でも、これらの影響を回避して、超精密加工が可能となる。

本発明の好ましい実施形態によれば、前記シミュレーションにおいて、対象物の取付け時の応力、加工時の負荷ならびに発熱・振動による変形量、粗さ、および透過率、ならびに加工用ツール、加工システムの変形量をシミュレーションし、

これにより、対象物の各部位における変形量、粗さ、および透過率の予測データを生成する。また、前記シミュレーションは、対象物のV-CADデータに基づくメッシュ生成により有限要素法を用いて行われる。更に、前記シミュレーションは、前記加工用ツールおよび加工システムのモデリングとメッシュ生成を経て有限要素法を用いて行われる。

これらの方法により、シミュレーションによる予測精度を高めることができる。

また、前記機上計測において、NC加工後の対象物の各部位における形状ならびに寸法誤差、粗さ、透過率の計測データの生成を行う。更に、前記機上計測は、低接触圧の接触式プローブ、もしくはレーザー、原子間力による非接触式プローブによる表面計測、ならびに光学的に透過率の計測を行う。

これらの計測手段を用いることにより、機上計測の精度を高めることができる。

また、前記NC加工は、切削加工、研削加工、またはこれらの複合プロセスからなる。更に、前記研削加工は、メタルボンド砥石による電解ドレッシングを用いる。

かかる加工手段を用いることにより、高精度かつ高品質の超精密加工が可能となる。

本発明のその他の目的及び有利な特徴は、添付図面を参照した以下の説明から明らかになる。

図面の簡単な説明

図1A及び図1Bは、従来の超精密加工手段の模式図である。

図2は、本発明による超精密加工装置の全体構成図である。

図3は、本発明の超精密加工におけるデータ構造の説明図である。

図4は、本発明による分割方法を二次元で示す模式図である。

図5は、ワーク1（対象物）をV-CADデータで示した模式図である。

好ましい実施例の説明

以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。

図2は、本発明による超精密加工装置の全体構成図である。この図に示すように、本発明の超精密加工装置は、V-CADデータ14、シミュレーションプログラム20、およびデータ補正プログラム22を記憶する記憶装置24と、NC加工装置26と、機上計測装置28とを備える。

ワーク（対象物1）は、図1に例示した大口径軽量ミラーでもよく、その他の剛性が低く、かつその変形量が一定でない非均質材料でもよい。また、本発明は、かかる材料に限定されず、剛性が高い均質材料にも同様に適用することができる。

NC加工装置26は、この例では、被加工物すなわちワーク（対象物1）をその鉛直軸心Zのまわりに回転駆動する回転テーブル26aと、ワーク1を加工するための加工ツール26bとからなり、ワーク1をその軸心Zを中心に回転させながら、円筒形の加工ツール26bをNC制御で所定の曲線（例えば放物線）に沿って移動させ、加工ツール26bでワーク1の表面を加工するようになっている。加工ツール26bは、例えば円筒形、球状、平面状である。

本発明において、NC加工は、砥石を用いた研削加工に限定されず、切削加工、研磨加工、またはこれらを組み合わせた複合プロセスであってもよい。更に、研削加工の場合に、メタルボンド砥石による電解ドレッシングを用いることにより、高精度かつ高品質の超精密加工を高能率に行うことができる。

機上計測装置28は、例えばレーザー式の非接触プローブであり、NC加工後の加工面形状を機上で計測する。なお、本発明は、レーザー式に限定されず、低接触圧の接触式プローブ又は原子間力による非接触式プローブを用いてもよく、或いは光学的に透過率の計測を行ってもよい。また、加工面形状の機上計測に加えて、NC加工後の対象物の各部位における形状の寸法誤差や粗さ、光学素子の透過率の計測、等も行うのがよい。

V-CADデータ14は、対象物1の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル13に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル13aと境界面を含む境界セル13bとに区分

したものである。

また、シミュレーションプログラム20は、V-CADデータ14を用いてシミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測するようになっている。

更に、データ補正プログラム22は、シミュレーションと机上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正するようになっている。

図3は、本発明の超精密加工におけるデータ構造の説明図である。V-CADデータ14では、修正された八分木（オクトリー、Octree）による空間分割を行う。オクトリー表現、すなわち八分木による空間分割とは、目的の立体（対象物）を含む、基準となる直方体13を8分割し（A）、それぞれの領域の中に立体が完全に含まれるか、含まれなくなるまで再帰的に8分割処理を（B）（C）（D）のように繰り返す。この八分木分割によりボクセル表現よりも大幅にデータ量を減らすことができる。

八分木による空間分割により分割された一つの空間領域をセル13とよぶ。セルは境界平面が直交する直方体である。セルによる階層構造、分割数もしくは分解能によって空間中に占める領域を表現する。これにより空間全体の中で対象は大きさの異なるセルを積み重ねたものとして表現される。

すなわち、本発明の方法では、外部データから境界と内部の物性を以下の実体データ14（V-CADデータ）に変換する。境界データは、厳密に（たとえば、平面であれば含まれる3点で厳密に再構成できる）、もしくは指定した許容差（位置、接線、法線、曲率およびそれらの隣接部分との接続性に対して指定された閾値）内に近似する。

補間曲面の特別な場合がMarching Cubeである。本発明では、必ず稜線上の切断点で表現できるまで、法線や主曲率および連続性を満たすまで再分割する。また、2次曲面までを厳密表現、自由曲面は平面もしくは2次曲面によるセル内曲面で近似、これにより幾何固有量のみを保存する。

図4は、本発明による分割方法を二次元で示す模式図である。本発明では、分割された各セル13を対象物の内側に位置する内部セル13aと、境界面を含む境界セル13bとに区分する。

すなわち本発明では境界セル13bを表現するために修正された八分木を使い、完全に内部に含まれるものはその最大の大きさをもつ内部セル13a（直方体）により構成され、外部データからの境界情報を含むセルは境界セル13bとして構成している。各境界セル13bは3次元では12本、2次元では4本の稜線上の切断点15（図中に白丸で示す）により厳密に、もしくは近似的に置き換えられる。

外部データに含まれる境界を構成する境界形状要素（平面、2次曲面などの解析曲面に対しては厳密に、その他の自由曲面や離散点群で表現される境界形状要素については近似的に）が再構成できる十分な切断点15が得られるまで、境界セル13bは八分木分割される。

例えば一つの線分ならばその上にある2点がセルの稜線上の切断点15となるまで、平面であれば3点が切断点となるまで、2次曲線であれば3点が、2次曲面であれば4点、以下多項式曲面、有理式曲面のそれぞれに対し、外部データの表現式が既知の場合は必要十分な点とセルの稜線がその定義されている範囲の間で見つかるまで空間を階層的に八分割してゆく。

すなわち、再分割する箇所は、境界（表面）部分で指定分解能を満たすまで、或いは各セルが持つ解析結果の値（応力、ひずみ、圧力、流速など）の変化率が指定閾値を超えなくなるまで行う。

また、複数の境界形状要素を含む境界セル13bの角点16（図中に黒丸で示す）についてはその内部の境界を、隣接する境界セル（再構成に十分な切断点を有し、完全に境界要素が横断するまで分割されている）が保有する切断点15で表現される境界の交線として間接的に表現できるので必要以上に分割しない。

従って、V-CADデータ14は、セル内部に蓄えられる形状に関する情報として、セルの位置を表す指標、階層における詳細度を表す分割数または分解能、隣接セルを表すポインタ、切断点の数と座標値など、および用途に応じて、法線や曲率等となる。

また、V-CADとしては最下層ではEuler的に節点情報や結果の値を保持する。再分割の際の最小分解能がなるべく大きくなるように、境界の位置、法線、接線の連続性および曲率のそれぞれ連続性に関する閾値（許容差）の決め方を定

義する。

図5は、ワーク1（対象物）をV-CADデータで示した模式図である。図2に示した装置を用い、本発明の方法では、まずワーク1のV-CADデータを準備する。すなわち、図5に示すように、ワーク1は、V-CADデータにおいて内部セル13aと境界セル13bとに区分する。このV-CADデータ14は、設計データ、デジタル等による計測データ、あるいはボクセルデータを変換して用い、更に、シミュレーションや機上計測の都度、新たなV-CADデータを再構築する。

本発明の方法では、次にV-CADデータ14を用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測する。また、これと並行して、あるいはこれと交互に、対象物1を所定のNCプログラムによりNC加工し、NC加工後の加工面形状を機上で計測する。

次にシミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する。

シミュレーションにおいて、対象物の取付け時の応力、加工時の負荷ならびに発熱・振動による変形量、粗さ、および透過率、ならびに加工用ツール、加工システムの変形量をシミュレーションし、これにより、対象物の各部位における変形量、粗さ、および透過率の予測データ等を生成するのがよい。

また、シミュレーションによる予測精度を高めるために、シミュレーションは、対象物のV-CADデータに基づくメッシュ生成により有限要素法を用いて行い、かつシミュレーションにおける加工用ツールおよび加工システムのモデリングとメッシュ生成も有限要素法を用いて行うのがよい。

また、機上計測の精度を高めるために、機上計測において、NC加工後の対象物の各部位における形状ならびに寸法誤差、粗さ、透過率の計測データの生成を行うのがよい。

上述した本発明の方法及び装置によれば、対象物1の外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル13に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル13aと境界面を含む境界セル13bとに区分したV-CADデータ14を記憶するので、セルの階層として小さい記憶容量で外部

データを記憶することができる。

また、このV-CADデータ14を用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測するので、対象物が非均質材料であり、その剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、各部分の物性を加味して正確なシミュレーションを行うことができる。

更に、対象物を所定のNCプログラムにより実際にNC加工し、この加工後の加工面形状を機上で計測し、シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正するので、シミュレーション自体の誤差やシミュレーションで予測できない加工特性も次のNCプログラムに修正して加味することができる。

従って、ワーク以外のツール等の剛性が低い場合や、加工システム自体に誤差要因がある場合でも、これらの影響を回避して、超精密加工が可能となる。

上述したように、本発明の非均質材料の超精密加工方法および装置は、ワークやツールの剛性が低く、かつその変形量が一定でない場合でも、超精密加工を可能にできる、等の優れた効果を有する。

なお、本発明をいくつかの好ましい実施例により説明したが、本発明に含まれる権利範囲は、これらの実施例に限定されないことが理解されよう。反対に、本発明の権利範囲は、添付の請求の範囲に含まれるすべての改良、修正及び均等物を含むものである。

請求の範囲

1. (A) 対象物(1)の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル(13)に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル(13a)と境界面を含む境界セル(13b)とに区分したV-CADデータを準備し、

(B) V-CADデータを用いてNCプログラムを生成し、該NCプログラムにより対象物をNC加工する、ことを特徴とする非均質材料の超精密加工方法。

2. (C) V-CADデータを用いて、シミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測し、

(D) NC加工後の加工面形状を機上で計測し、

(E) 前記シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する、ことを特徴とする請求項1に記載の非均質材料の超精密加工方法。

3. 前記シミュレーションにおいて、対象物の取付け時の応力、加工時の負荷ならびに発熱・振動による変形量、粗さ、および透過率、ならびに加工用ツール、加工システムの変形量をシミュレーションし、これにより、対象物の各部位における変形量、粗さ、および透過率の予測データを生成する、ことを特徴とする請求項2に記載の非均質材料の超精密加工方法。

4. 前記シミュレーションは、対象物のV-CADデータに基づくメッシュ生成により有限要素法を用いて行われる、ことを特徴とする請求項2に記載の非均質材料の超精密加工方法。

5. 前記シミュレーションは、前記加工用ツールおよび加工システムのモデリングとメッシュ生成を経て有限要素法を用いて行われる、ことを特徴とする請求項2に記載の非均質材料の超精密加工方法。

6. 前記機上計測において、NC加工後の対象物の各部位における形状ならびに寸法誤差、粗さ、透過率の計測データの生成を行う、ことを特徴とする請求項2に記載の非均質材料の超精密加工方法。

7. 前記機上計測は、低接触圧の接触式プローブ、もしくはレーザー、原子間力による非接触式プローブによる表面計測、ならびに光学的に透過率の計測を行う、ことを特徴とする請求項2に記載の非均質材料の超精密加工方法。

8. 前記NC加工は、切削加工、研削加工、またはこれらの複合プロセスからなる、ことを特徴とする請求項1に記載の非均質材料の超精密加工方法。

9. 前記研削加工は、メタルボンド砥石による電解ドレッシングを用いる、ことを特徴とする請求項8に記載の非均質材料の超精密加工方法。

10. 対象物(1)の境界データからなる外部データを八分木分割により境界平面が直交する直方体のセル(13)に分割し、分割された各セルを対象物の内側に位置する内部セル(13a)と境界面を含む境界セル(13b)とに区分したV-CADデータ(14)と、V-CADデータを用いてシミュレーションによりNC加工後の加工面形状を予測するシミュレーションプログラム(20)と、NCプログラムを補正するデータ補正プログラム(22)とを記憶する記憶装置(24)と、

対象物を所定のNCプログラムによりNC加工するNC加工装置(26)と、NC加工後の加工面形状を機上で計測する機上計測装置(28)とを備え、シミュレーションと機上計測による加工面形状の差から加工補正データを求めNCプログラムを補正する、ことを特徴とする非均質材料の超精密加工装置。

1/5

図1A

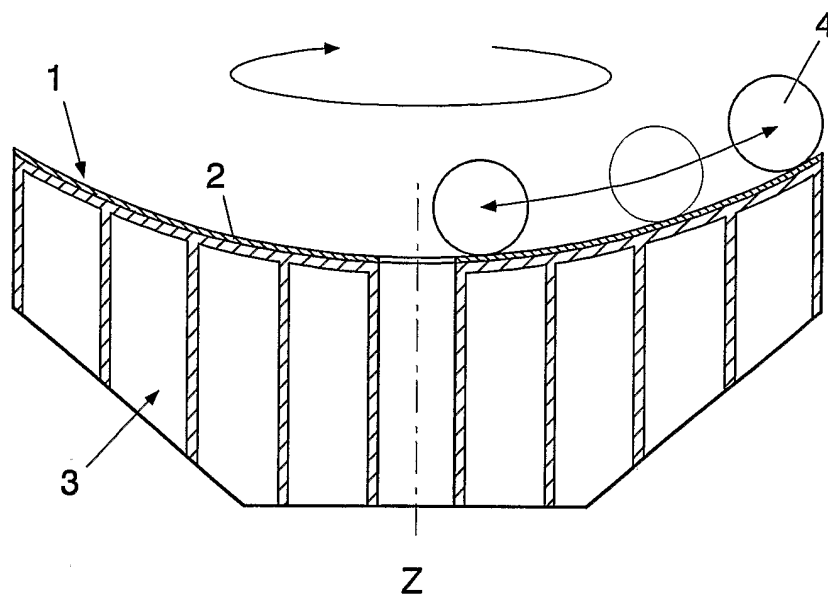


図1B

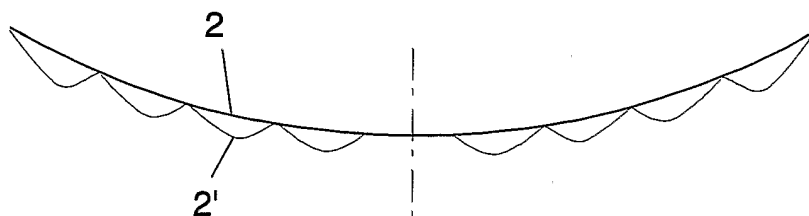


図2

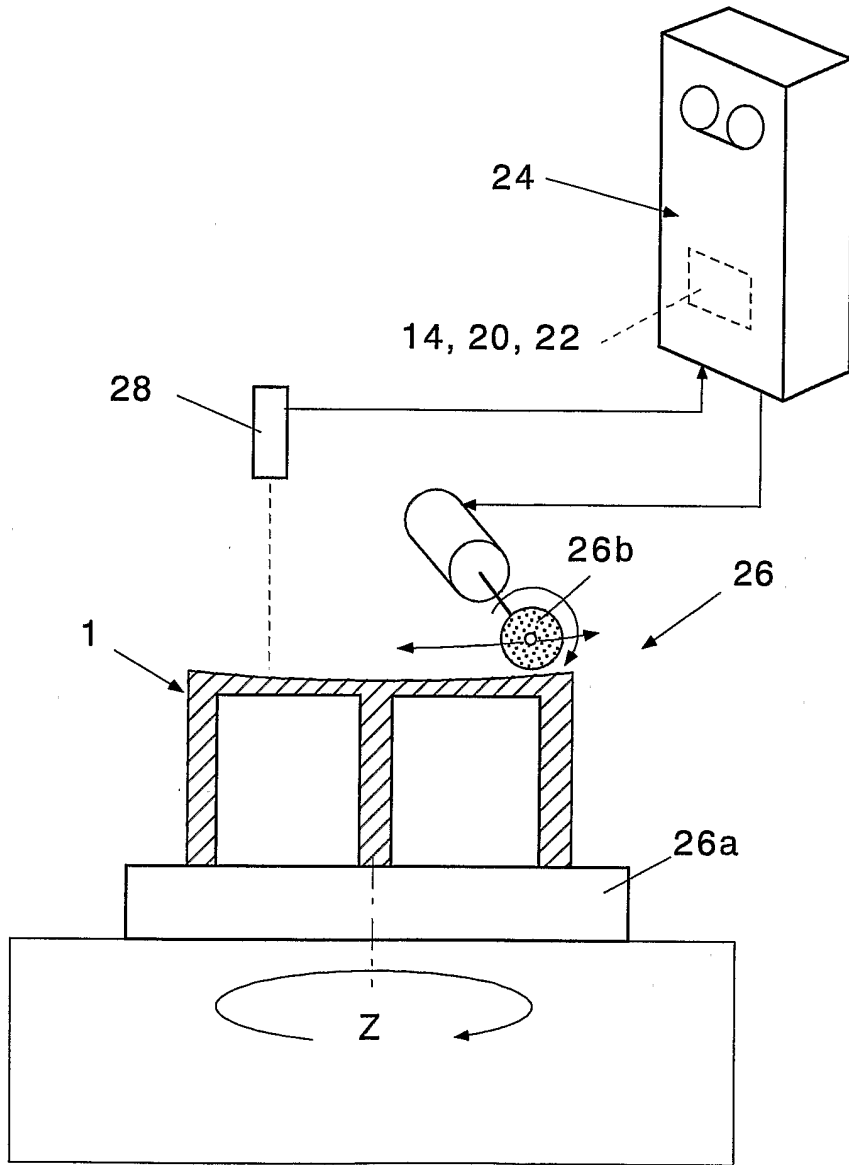


図3

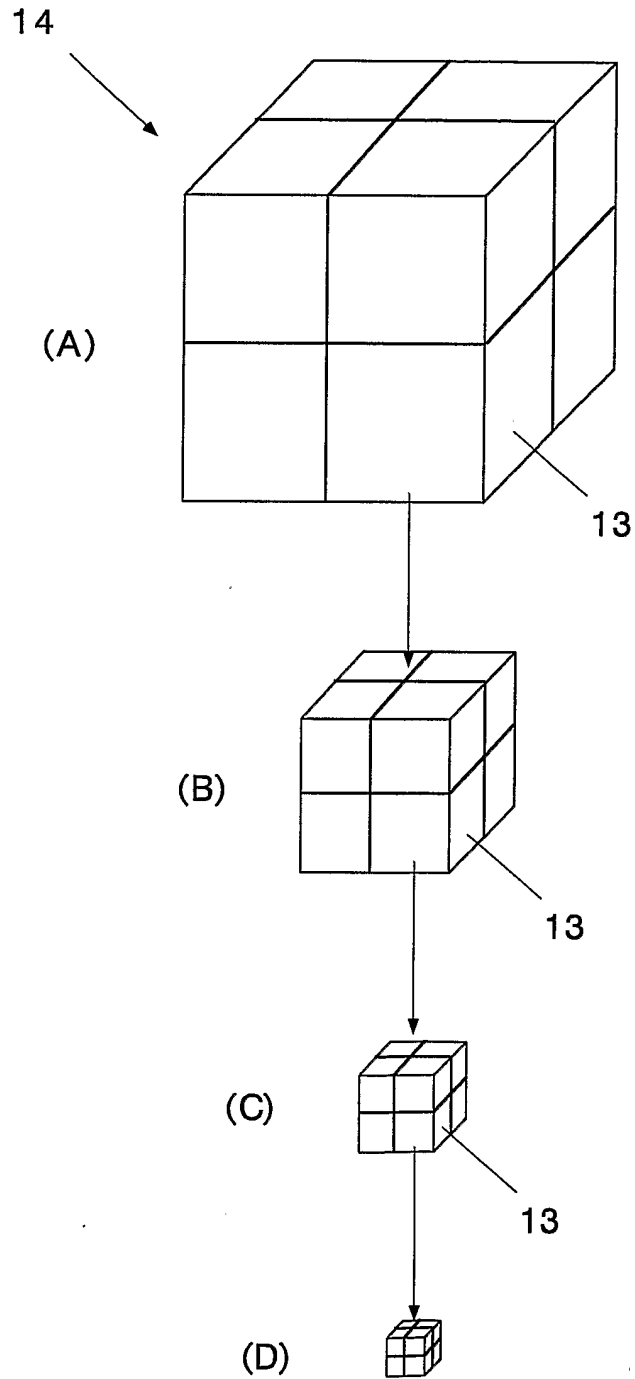


図4

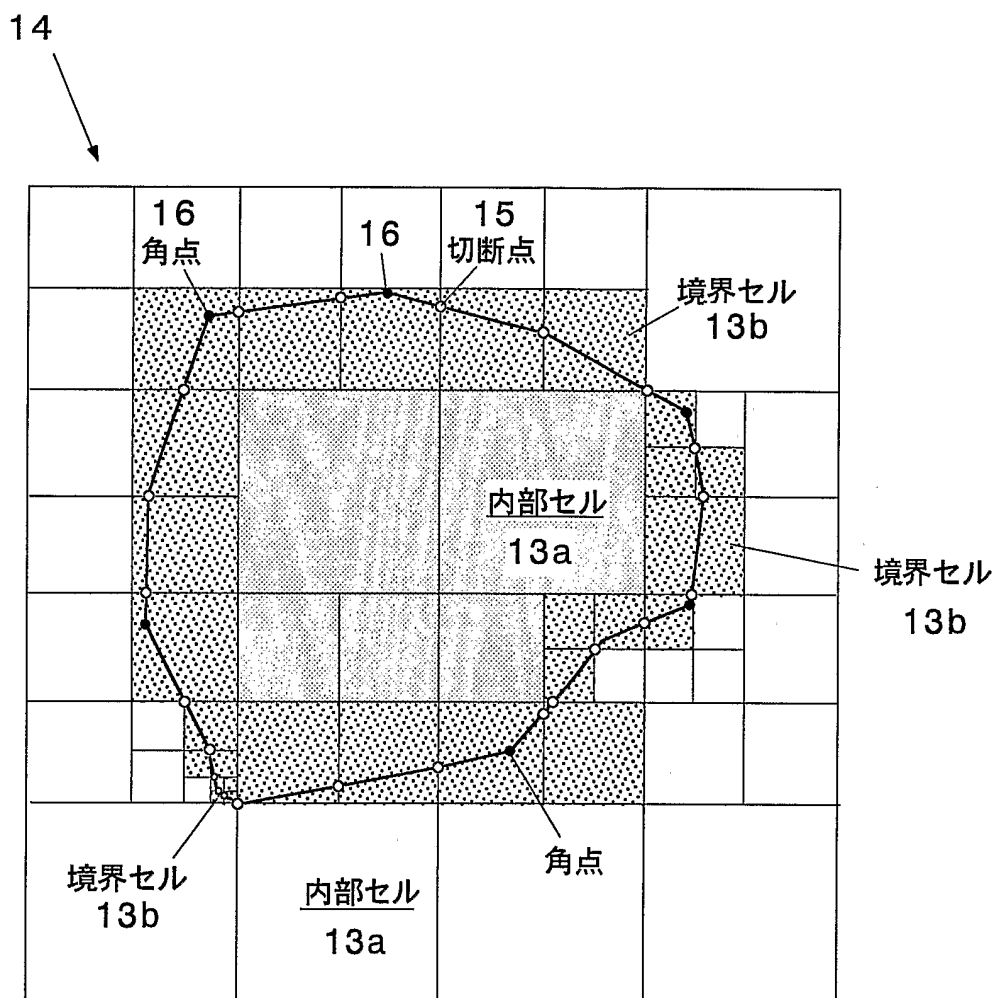
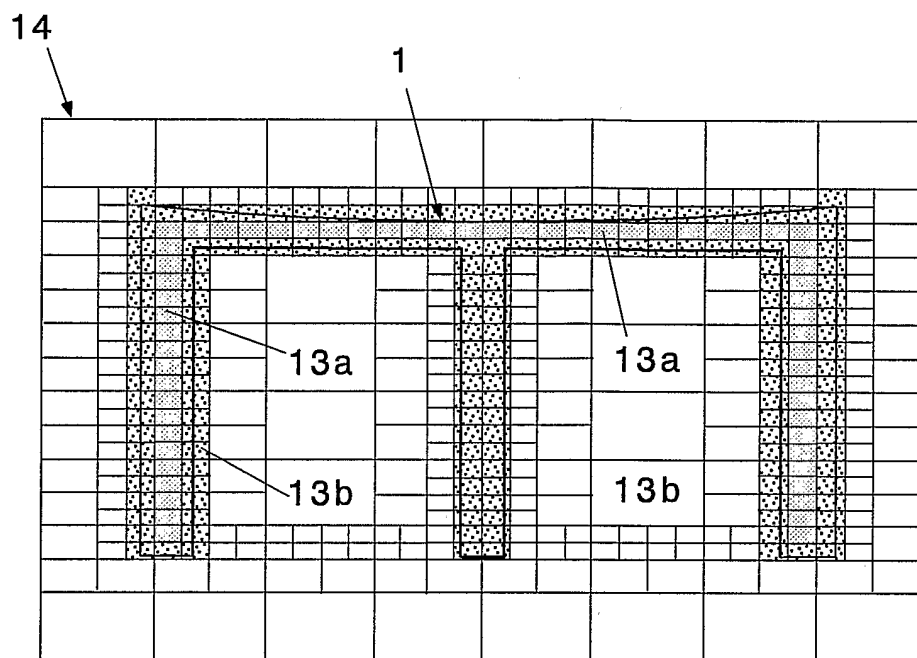


図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G05B19/4097, 19/4069

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)
Int.Cl⁷ G05B19/18-19/46, G06F17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

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 A	JP 2000-340476 A (Semiconductor Leading Edge Technologies, Inc.), 08 December, 2000 (08.12.00), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1, 2, 4, 5, 8-10 3, 6, 7
Y	JP 6-315849 A (Nikon Corp.), 15 November, 1994 (15.11.94), Abstracts; Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 4, 5, 8-10
Y	JP 7-334541 A (Hitachi, Ltd.), 22 December, 1995 (22.12.95), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	4, 5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
06 November, 2002 (06.11.02)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2002 (19.11.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08269

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 938949 A (The Institute of Physical & Chemical Research), 01 September, 1999 (01.09.99), Abstracts; Fig. 3 & JP 11-239970 A & US 6162348 A & SG 74122 A	9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int Cl⁷ G05B19/4097, 19/4069

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 Cl⁷ G05B19/18-19/46, G06F17/50

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 1926-1996年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002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 請求の範囲の番号
Y A	JP 2000-340476 A (株式会社半導体先端テクノ ジーズ), 2000. 12. 08, 全文, 図1-10 (ファミリー なし)	1, 2, 4, 5, 8-10 3, 6, 7
Y	JP 6-315849 A (株式会社ニコン) 1994. 11. 15, 要約, 図1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 8-10
Y	JP 7-334541 A (株式会社日立製作所) 1995. 12. 22, 全文, 図1-13 (ファミリーなし)	4, 5

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 06. 11. 02

国際調査報告の発送日 19.11.02

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)
 八木 誠  3C 9348
 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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 請求の範囲の番号
Y	EP 938949 A (THE INSTITUTE OF PHYSICAL & CHEMICAL RESEARCH) , 1999. 09. 01, 要約, 図3&JP 11-239970 A&US 6162348 A&SG 74122 A	9