

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4732800号  
(P4732800)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C 59/02 (2006.01)

B29C 59/02

Z

B81C 99/00 (2010.01)

B81C 5/00

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/30 502D

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願2005-152738 (P2005-152738)

(22) 出願日

平成17年5月25日 (2005.5.25)

(65) 公開番号

特開2006-326980 (P2006-326980A)

(43) 公開日

平成18年12月7日 (2006.12.7)

審査請求日

平成20年3月26日 (2008.3.26)

(73) 特許権者 000003458

東芝機械株式会社

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100100712

弁理士 岩▲崎▼ 幸邦

(74) 代理人 100100929

弁理士 川又 澄雄

(74) 代理人 100108707

弁理士 中村 友之

(74) 代理人 100095500

弁理士 伊藤 正和

(74) 代理人 100101247

弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジンバル機構を備えた転写装置及び同装置を用いた転写方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

以下の構成を有することを特徴とする、ジンバル機構を備えた転写装置：

- (a) 被成形材料を搭載するテーブル、
- (b) 同テーブル面に対向して配置された転写用の型を固定保持する型保持体、
- (c) 前記型保持体を一方の面側に保持すると共に他方の面側に凸球面部を形成してなる第1のジンバル部材、
- (d) 前記第1のジンバル部材の凸球面部と対接する凹球面部を形成した第2のジンバル部材、
- (e) 前記第2のジンバル部材を保持し、前記テーブル面に対し垂直方向に進退可能な可動体、
- (f) 前記可動体を垂直方向に進退駆動せしめるサーボモータを含む可動体駆動手段、
- (g) 前記第1のジンバル部材の姿勢を調整保持するための姿勢調整及び保持手段、
- (h) 前記姿勢調整手段は、ピエゾ素子と2つの慣性量の異なる慣性体および、流体圧シリンダを組み合わせてなるピエゾハンマーを備え、前記第1および第2のジンバル部材との間に少なくともその3個を円周部分に均等配置してなる前記姿勢調整手段。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の転写装置において、前記可動体は、前記第2のジンバル部材が取り付けられる回転部と、前記回転部を回転可能に保持する非回転部とを有し、前記姿勢調整手段は、前記可動体の非回転部と回転部との間の周縁部分に対向配置される前記ピエゾハン

10

20

マーとは別の少なくとも一対のピエゾハンマーを有することを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の転写装置において、前記姿勢調整及び保持手段は、前記第 1 のジンバル部材を前記第 2 のジンバル部材に向けて真空引きするため前記第 2 のジンバル部材内部に形成され且つ前記凹球面部に開口された真空引き用の管路と同管路に接続された真空引き装置を有することを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 4】

請求項 1, 2 または 3 に記載の転写装置において、前記姿勢調整及び保持手段は、さらに前記第 2 のジンバル部材から前記第 1 のジンバル部材に向けてエアーを噴射するため前記第 2 のジンバル部材内部に形成され且つ前記凹球面部に開口されたエアー噴出用の管路と同管路に接続されたエアー源を有することを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の転写装置において、前記真空引き装置は、真空による吸引力を調整する調整手段を有することを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の転写装置において、前記真空による吸引力の調整手段は、前記管路に与えられる真空度を調整するものであることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

20

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載の転写装置において、前記真空による吸引力の調整手段は、前記真空引き用の管路を増減自在に備えることにより真空度を調整する構成であることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の転写装置において、前記テーブルは水平面内の X, Y 方向にそれぞれ移動可能であることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の転写装置において、前記第 1 のジンバル部材は前記凸球面部に隣接して形成された張出し傾斜面を有しており、前記姿勢調整及び保持手段はさらに、前記張出し傾斜面に圧縮気体を噴射供給する圧縮気体供給管路を前記第 2 のジンバル部材内部に形成してなることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の転写装置において、前記第 2 のジンバル部材と前記可動体との間に設けられ、前記可動体に対し前記第 2 のジンバル部材をその中心軸周りに回転せしめる回動手段を設けたことを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の転写装置において、前記第 1 のジンバル部材に形成された凸球面部の球面中心位置は前記第 1 のジンバル部材の中心軸上であって且つ前記型保持体に固定支持された型の端面にあることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

40

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の転写装置において、前記型の端部が前記テーブル上の前記成形用基板の上面近傍に接近したことを検知する検出手段を備え、同検出手段からの信号に応答して前記可動体の速度を遅くすることを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の転写装置において、略 L 字型のフレームと、

このフレームの下部に一体的に設けられた下部フレームと、

50

この下部フレームに一端を固着され前記L字型の垂直部に互いに平行に伸びる複数のタイバーと、

これらのタイバーの他端に固着された上部フレームと、

前記下部フレームと上部フレームとの間にあって前記タイバーに沿って移動自在に配置された前記可動体と、

前記フレームから前記可動体の左右両側面のほぼ中央位置まで突出したフレーム突出部と、

この突出部と前記可動体の左右両側面のほぼ中央位置とを前記タイバーに沿って移動自在に係合接続する案内手段と、

前記上部フレームに取り付けられ、前記可動体を前記案内手段に沿って移動させるための前記サーボモータを含む可動体駆動手段を有することを特徴とするジンバル機構を備えた転写装置。 10

#### 【請求項14】

請求項1に記載の転写装置を用いて微細転写を行なう方法であって、前記可動体の下降中で型が基板に接触する直前の所定下降位置までは前記ジンバル機構の第1のジンバル部材の姿勢を保持し、前記所定下降位置に達したとき前記第1のジンバル部材の姿勢をフリー状態とし、且つ低速にして成形材料に対する成形動作を行なうことを特徴とする転写方法。

#### 【請求項15】

請求項14に記載の転写方法において、前記第1のジンバル部材の姿勢を調整保持するための姿勢調整及び保持手段が第1のジンバル部材を第2のジンバル部材に真空吸引することからなり、前記第1のジンバル部材の姿勢保持は真空吸引を強くして吸着状態となし、当該姿勢のフリー状態は真空吸引を弱めることにより遂行されることを特徴とする転写方法。 20

#### 【請求項16】

請求項14または15に記載の転写方法において、転写動作の完了後前記型を成形用基板から離形する初期の段階において前記ピエゾハンマーに対して少なくとも1回または複数回のハンマー動作を与えることを特徴とする転写方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

30

##### 【0001】

本発明は、リソグラフィ技術を用いて型の表面に形成された微細な凹凸パターンを被成形品の表面に転写する転写装置に係り、特に型と被成形品の位置ずれ（横ずれ）を小さく抑えることのできる転写装置に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

近年、電子線描画法などで石英基板等に超微細なパターンを形成して型（テンプレート、スタンパ）を作成し、被成形品として被転写基板表面に形成されたレジスト膜に前記型を所定の圧力で押圧して、当該型に形成されたパターンを転写するナノインプリント技術が研究開発されている（非特許文献1参照）。 40

##### 【0003】

ところで、テンプレート、スタンパ等の型にリソグラフィ技術を用いて形成された超微細な凹凸のパターンを被成形品に押圧し転写するとき、前記パターンが形成された型の転写面と被成形品の表面とが密着しつつ均一に接触し、型に形成された微細な凹凸のパターンが被成形品に精確に転写されるように、被成形品の表面に対して前記型の姿勢を高精度に微調整する必要がある。

##### 【0004】

型の上記微調整を行う構成として、前記非特許文献1においては、型を保持する保持部をフレキシブルな素材によって構成し、型の転写面を被成形品の表面へ押圧したときに、被成形品の表面に倣って型の保持部を従動的に被成形品の表面に追従させる構成である。 50

## 【0005】

このように、従動的に型の姿勢を微調整する構成の場合、型を被成形品の表面に押圧したとき、被成形品に損傷を与えないようにできるだけ小さな圧力で押圧する必要があり、型の保持部は姿勢制御用の小さな圧力をもとに構成されている。

## 【0006】

したがって、被成形品の表面に対する型の姿勢の微調整を行った後に、型の転写面に形成されているパターンを被成形品の表面に転写するには大きな圧力を加える必要がある。ところが、前述したように型の保持部が姿勢制御用の小さな圧力に対応するように構成されている場合には、転写に必要な大きな圧力を印加することができないという難点・課題がある。また、被成形品には用途に応じて色々な素材があり、型に形成したパターンを被成形品に転写する際にも転写圧を種々変更する必要がある。10

## 【0007】

また、この種の転写装置は、型と被成形品の互いに接触する表面の平行度を厳密に保つと共に型の押し付け、及び型離し時に型と被成形品の相互の押圧方向に対して直交する方向の位置ずれ（横ずれ）を抑える必要がある。

## 【0008】

このため、従来、特開2004-34300号公報に記載の装置が提案されている。この装置は、図9に示すように、L字型のフレーム101の下部水平部101AにXYステージ102を設けてその上に被成形品（公報では被加工材と称している）支持部103を搭載し、フレーム101の垂直部101Bの上部に上下方向の移動機構104を介して型支持部105を設けている。20

## 【0009】

そして、上記被成形品支持部103は、支持部材（被加工材支持部材）106とその上に設けられた磁性体107とからなり、この磁性体107の上に被成形品108をセットする。また、上記型支持部105は、移動機構104によって上下動される支持部材109と、その下面に弾性体110を介在させて取り付けられた磁石111を有し、この磁石111の下面に型112をセットする。

## 【0010】

この従来装置は、弾性体110を介在させて平行度のずれを吸収すると共に、型112と被成形品108とを互いに押し付ける際、型112を支持する支持部材109と被成形品108を支持する支持部材106との間に、磁石111と磁性体107により磁気吸引力を働かせて、押し付け方向と直交する方向への相対移動、すなわち位置ずれ（横ずれ）を防止するようにしたものである。30

## 【特許文献1】特開2004-34300号公報

【非特許文献1】Precision Engineering Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology 25(2001) 192-199

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

特許文献1に開示された装置は、磁石111と磁性体107による磁気吸引力により型112を被成形品108に押し付ける場合には、位置ずれ（横ずれ）を抑えることはできるが、磁気吸引力に加えて移動機構104により型112をより強く押し付けると、その反力によりフレーム101の垂直部101Bの上部が図9において左方へ反り、位置ずれ（横ずれ）を生じる。また、温度変化によりフレーム101が変形した場合にも、位置ずれ（横ずれ）を生じるという難点・課題がある。40

## 【0012】

さらに、型を被成形品から離形させる際に超音波振動を与えて離形を容易にする試みがあるが、超音波振動の振幅が前記微細な凹凸形状よりも大きい場合、離形を容易にするが、一方で微細な凹凸形状を損傷することがあり必ずしも超音波振動の付与が好ましいとはいえないという問題がある。50

## 【0013】

本発明は、前述した課題を解決し、型を保持するためのフレキシブルな素材に代えてジンバル機構を採用して構造をシンプルにすると共に、押し付け力や温度変化等による位置ずれ（横ずれ）をより小さく抑えることのでき、さらに微細な凹凸形状の場合でも成形された凹凸形状を損傷することなく離形を容易にする転写装置および転写方法を提供することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明は、前述のごとき従来の問題に鑑みて、被成形材料の供給される成形用の基板を搭載するテーブルと、同テーブル面に対向して配置された転写用の型を固定保持する型保持体と、前記型保持体を一方の面側に保持すると共に他方の面側に凸球面部を形成してなる第1のジンバル部材と、前記第1のジンバル部材の凸球面部と対接する凹球面部を形成した第2のジンバル部材と、前記第2のジンバル部材を保持し、前記テーブル面に対し垂直方向に進退可能な可動体と、前記可動体を垂直方向に進退駆動せしめるサーボモータを含む可動体駆動手段と、前記第1のジンバル部材の姿勢を調整保持するための姿勢調整及び保持手段と、前記姿勢調整手段は、ピエゾ素子と2つの慣性量の異なる慣性体および、流体圧シリンダを組み合わせてなるピエゾハンマーを備え、前記第1および第2のジンバル部材との間に少なくともその3個を円周部分に均等配置してなる前記姿勢調整手段と、を備えていることを特徴とするものである。

## 【0015】

また、前記構成の転写装置を用いて微細転写を行なう方法であって、前記可動体の下降中で型が基板に接触する直前の所定下降位置までは前記ジンバル機構の第1のジンバル部材の姿勢を保持し、前記所定下降位置に達したとき前記第1のジンバル部材の姿勢をフリー状態とし、且つ低速にして成形材料に対する成形動作を行なうことを特徴とするものである。

## 【発明の効果】

## 【0016】

この発明によれば、可動体は、両側面のほぼ中央位置で案内手段により支持されているため、フレームが温度変化により変形しても可動体の位置ずれ（横ずれ）をより小さく抑えることができる。このため、押し付け力や温度変化に対する型と被成形品との位置ずれ（横ずれ）をより小さく抑えることができる。

## 【0017】

また、型保持体を取り付けた第1のジンバル部材はピエゾハンマーによりその姿勢を極めて高精度に調整することができるのみならず、流体圧シリンダによりその調整範囲をピエゾ素子のみからなる場合に比べ格段に大きくすることが可能となる。

## 【0018】

さらに、離形動作中にピエゾハンマーによる加振により、きわめて小さな振幅の振動を与えることが可能となり、微細な凹凸形状を有する成形品に対し、損傷することなく離形を容易にすることが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

図1～図3は本発明の実施形態に係る転写装置の全体的構成を例示するものであって、図1、図2において、符号1は転写装置、3は本体フレームである。本体フレーム3は、図1に示すように、側面視した場合の形状は概ねL字型をしており、下部側にベースフレームとしての四角形状の下部フレーム7が一体的に取り付けられている。下部フレーム7の4隅には、それぞれタイバー9が本体フレーム3の垂直部と平行に立設され、タイバー9の上端には、駆動手段を支持するための支持フレームとしての四角形状の上部フレーム5が取り付けられている。タイバー9には、前記上部フレーム5と下部フレーム7との間ににおいて、四角形状の可動体19がタイバー9に沿う方向すなわち上下に移動自在に配置されている。

10

20

30

40

50

## 【0020】

本体フレーム3の上部は、上部フレーム5及び可動体19の左右両側面における前後方向のほぼ半分(中間)の位置に達するように前方(図1において右方)に突出し、その先端には上下に伸びるリニアガイド(案内手段)21が取り付けられている。上部フレーム5と可動体19の左右両側面には、リニアガイド21に係合して、例えば零クリアランスの状態で上下に精密に案内移動されるスライダ23, 24が取り付けられている。

## 【0021】

上記説明より理解されるように、前記本体フレーム3は、前記下部フレーム(ベースフレーム)7を支持するフレーム支持部3Aを一端側(下端側)に備えることにより、側面視したときに、図1に示すように概ねL字形を呈するものである。そして、前記本体フレーム3の他端側(上端側)の左右両側(図1において紙面に垂直な方向の両側)に、前記リニアガイド21を備えたガイドフレーム3Bを前方に突出して備えることにより、上端側(他端側)に凹部を形成した構成である。

10

## 【0022】

そして、前記上部フレーム5及び前記可動体19は、図3に示すように、本体フレーム3における左右の前記ガイドフレーム3Bの間に配置してあり、前記上部フレーム5, 可動体19に備えた前記スライダ23, 24は、上部フレーム5, 可動体19の前後方向(図1, 図3において左右方向)及び左右方向(図1において紙面に垂直な方向、図3において上下方向)の中心を中心として対称的な位置において前記リニアガイド21に移動可能に係合してある。なお、図1には、前記リニアガイド21は、前記スライダ23, 24に共通化してあるが、前記スライダ23, 24にそれぞれ対応したリニアガイドを別個に設けることも可能である。しかし、加工の容易性、互いの平行度の加工精度を考慮すると、スライダ23, 24に対してリニアガイド21を共通に設けることが望ましいものである。

20

## 【0023】

ここに、上部フレーム5は、タイバー9を介して下部フレーム7及び本体フレーム3に固定されているが、後述する型の押し付け力や温度変化等によりタイバー9が伸縮したとき、上部フレーム5の上下動を許すと共に、タイバー9の曲がりや伸縮によって生じるタイバー9と垂直な面内における上部フレーム5の位置ずれ(横ずれ)を防止するために、上記リニアガイド21とスライダ23が設けられている。これは、上部フレーム5の位置ずれ(横ずれ)をより確実に防止するためのものであり、上部フレーム5は、本体フレーム3から切り離し、タイバー9により下部フレーム7に連結固定するのみでもよい。

30

## 【0024】

可動体19は、上記のようにタイバー9には遊嵌されているため、リニアガイド21とスライダ24により上下方向への移動を精密に案内される。

## 【0025】

上記リニアガイド21及びスライダ23, 24は、上部フレーム5及び可動体19自体の温度変化による位置ずれ(横ずれ)を防止するため、上部フレーム5及び可動体19の前後左右の中心に対して対称の位置に配置することが好ましい。

40

## 【0026】

下部フレーム7の上面中央には、上に向かって垂直に伸びる固定台10が取り付けられている。固定台10の上には、図2に示すように、X, Yテーブル等のX, Y方向(前後左右方向)へ移動可能かつ微調整して位置決め可能な可動テーブル11が設けられ、この可動テーブル11の上には、被成形品13を支持する支持台15が設けられている。なお、可動テーブル11は、リニアガイドとスライダにより案内され、サーボモータにより駆動されるもので、公知の構成であるため、詳述を避ける。

## 【0027】

被成形品13は、例えば、シリコン、ガラス、セラミック等の適宜な材料よりなる基板の上面に紫外線硬化樹脂等からなる被成形層(図示せず)を数10nm~数μmの厚さに塗布した薄膜を備えた構成である。なお、この上記被成形層は、熱可塑性樹脂よりなるレ

50

ジストを用いる場合もあるため、支持台 15 には、上記被成形層を加熱軟化させて成形を容易にするためのヒータのような加熱手段（図示せず）を内蔵させてもよい。

【0028】

図2に示すように、可動体19の下面中央（前記ベースフレームに対向した対向面の中央）には、ロードセル46を介して旋回台47が可動体19の下面中央を中心として旋回可能かつ所定の角度位置に固定可能に取り付けられている。この旋回台47には、ジンバル機構45を介して型保持体としての型支持プレート43が取り付けられ、この型支持プレート43に型41が着脱可能に装着される。

【0029】

ジンバル機構45は、型41の型表面（図2において下面）中央を中心とする球面を有し、詳細な図示は省略するが、この球面を空気軸受で支持し、型41を上記型表面の中央を中心として自在に傾動可能にすると共に、空気軸受を負圧にして型41の姿勢を不動状態に固定可能な構成となっている。

【0030】

型41は、型表面（図2において下面）にリソグラフィ技術を用いて微細な凹凸のパターンが形成されており、この実施形態においては紫外線を透過し易い透明の石英ガラスからなっている。

【0031】

上記型支持プレート43、ジンバル機構45、旋回台47及びロードセル46は、いずれも中央に貫通穴43A等を有し、可動体19には、紫外線光源42から光ファイバ42A及び反射ミラー42Bを介して紫外線を上記貫通穴から型41の背面へ導く貫通穴42Cが設けられている。すなわち導光路が備えられている。

【0032】

支持フレームとしての前記上部フレーム5には、前記可動体19を移動するための駆動手段の一例としてのサーボモータ33が装着支持されている。サーボモータ33の出力軸35は、軸受29により上部フレーム5に回転のみ自在に取り付けられた中空軸31に連結され、中空軸31の下端には、ボールネジ機構25を構成するボールネジナット26が取り付けられている。このボールネジナット26には、可動体19の前後左右の中央部（中心）に垂直に取付固定されたボールネジ軸27が係合し、可動体19を所定の速度及びトルクで上下に移動させるようになっている。なお、参照符号33Aはサーボモータ33の回転位置を検出するロータリーエンコーダである。

【0033】

上部フレーム5には、バランス取り手段の一例としてのバランスシリンダ50が、図3に示すように、可動体19の中心を中心として対称な位置に複数設けられている。これらのバランスシリンダ50のピストンロッド52は、それぞれ可動体19に連結され、重力による可動体19の下向きの荷重を相殺するようになっている。

【0034】

可動体19の下面には、型支持プレート43等を囲むリング状の上カバー54が取り付けられている。他方、下部フレーム7側には、下端を固定台10の周面に移動可能に係合され、上端を上記上カバー54の下端に当接可能に形成されて可動テーブル11等を囲む同じくリング状の下カバー56が取り付けられている。この下カバー56は、下部フレーム7に取り付けられた上下動用アクチュエータの一例としての複数のシリンダ58により上下に移動され、上カバー54とにより、型支持プレート43及び可動テーブル11の周囲に開閉可能な成形室60を形成するようになっている。

【0035】

次いでこの転写装置の作用について説明する。上下動用アクチュエータとしてのシリンダ58により下カバー56を下降させて成形室60を開き、型41を型支持プレート43に取り付け、型41の中央を中心とする水平な回転方向の取付角度（型の方向性）を旋回台47により微調整する。なお、この型41の取付角度調整は、型取付時のみでなく、マークを用いた公知の位置合わせ手段により、支持台15上にセットされた被成形品13に

10

20

30

40

50

合わせてその都度、自動的に微調整するようにしてもよい。

【0036】

上記のように型41をセットした後、上面に紫外線硬化樹脂からなる被成形層を塗布した被成形品13を支持台15上にセットする。

【0037】

次いでシリンダ58により下カバー56を上昇させて成形室60を閉じ、サーボモータ33のトルクを比較的小さな値に設定した状態で可動体19を下降させて型41を被成形品13に接近移動し、型41を被成形品13の上面に比較的小さな押し付け力で押圧する。

【0038】

このとき、可動体19は、左右両側方に配置されたリニアガイド21及びスライダ24により、移動方向に対して直交する方向への位置ずれ（横ずれ）をより小さく抑えられて下降し、被成形品13の所定位置に向けて押し付けられる。また、このとき、可動体19は、バランスシリンダ50により重力による下向きの荷重を相殺されているため、サーボモータ33はより小さなトルクで作動可能であり、トルク及び速度をより正確に制御されて下降する。

【0039】

型41が被成形品13に押し付けられる際、両者の当接面（接触面）の平行度にずれがあると、型41はジンバル機構45により傾動自在に支持されているため、被成形品13の上面に倣って型41の全面が均一な面圧で押し付けられる。このとき、ジンバル機構45は、型41の型表面（図2において下面）中央を中心とする球面により、型表面の中央を中心として傾動するため、横方向（水平方向）の位置ずれを生じない。

【0040】

上記押し付け力は、ロードセル46により検出され、サーボモータ33にフィードバックされて所定の値に保たれる。このときにも、可動体19の荷重は、バランスシリンダ50により相殺され、サーボモータ33のトルクはより小さな値であるため、トルク制御がより正確に行われる。

【0041】

こうして比較的小さな押し付け力による押し付けが完了したところで、ジンバル機構45の空気軸受を負圧にして型41の姿勢を不動状態に固定した後、サーボモータ33のトルクを増加させる。このトルク増加により型41は、被成形品13の上面に塗布された紫外線硬化樹脂からなる被成形層に強く押し付けられ、型41の表面に形成された微細な凹凸のパターンを被成形品13の被成形層に転写する。

【0042】

この型41の強い押し付け力により、タイバー9は極くわずかではあるが伸び、上部フレーム5を上方向へ変位させる。この上部フレーム5の変位はリニアガイド21とスライダ23により吸収され、本体フレーム3の上部を図1において左方へ反らせるような不具合は生じない。そこで、型41の押し付けに伴う型41の移動方向に対して直交する方向の位置ずれ（横ずれ）が抑えられる。

【0043】

また、上部フレーム5は、上記リニアガイド21とスライダ23により支持されているため、複数のタイバー9の伸びに差が生じるような場合にも、上部フレーム5の位置ずれ（横ずれ）は小さく抑えられ、型41の位置ずれ（横ずれ）を小さく抑える。

【0044】

なお、このタイバー9の伸びの差は、型41の押し付け力が比較的小さい場合には、極めてわずかであるため、上記リニアガイド21とスライダ23による上部フレーム5の案内手段は省略してもよい。

【0045】

上記転写の後、紫外線光源42から光ファイバ42A及び反射ミラー42B等による導光路を通して紫外線を型41の背面へ所定時間照射する。型41の背面へ照射された紫

10

20

30

40

50

外線は、型 4 1 が透明の石英ガラスからなっているため、これを透過して被成形品 1 3 の上面に塗布された紫外線硬化樹脂からなる被成形層に照射され、この被成形層を硬化させる。

【 0 0 4 6 】

こうして被成形層を硬化させた後、型 4 1 の姿勢を固定したままサーボモータ 3 3 により可動体 1 9 を上昇させて型 4 1 を被成形品 1 3 から離す。次いでシリンダ 5 8 により下カバー 5 6 を下降させて成形室 6 0 を開き、被成形品 1 3 を取り出して一連の転写動作を終了する。

【 0 0 4 7 】

図 4 ~ 図 6 は、前記ジンバル機構 4 5 の部分の詳細を示す。

10

【 0 0 4 8 】

図 4 はジンバル機構 4 5 の垂直方向縦断面図、図 5 は図 4 における Z 矢視図、図 6 は図 4 の B - B 線矢視図である。

【 0 0 4 9 】

図 4 において、それぞれ中心部に貫通孔を備えて、凸球面部を有する下側ジンバル部材 2 0 1 と凹球面部を有する上側ジンバル部材 2 0 3 が対接配置されている。下側ジンバル部材 2 0 1 の下面には断熱材 2 0 7 を介して型保持体 2 0 5 が固定されている。同型保持体 2 0 5 の下面には型 4 1 が取付けられている。またその内部にはヒータ 2 0 9 が内蔵されている。また内部にヒータ 2 0 9 に加え、冷却装置（図示せず）を内蔵することも可能である。

20

【 0 0 5 0 】

上側ジンバル部材 2 0 3 には前記対接面に開口する吸引用管路 2 1 1 が形成され、真空引き装置（負圧発生手段）2 1 5 へ真空度調整装置（負圧調整手段）2 1 7 を介して接続されている。この吸引用管路 2 1 1 の詳細が図 6 に例示されている。さらに、上側ジンバル部材 2 0 3 には浮上用管路 2 1 3 が設けられており、同管路 2 1 3 には圧縮エアー供給源からライン L 1 を通り圧縮エアーが下側ジンバル部材 2 0 1 の凸球面部に隣接して形成された張出し部の傾斜面 2 1 9（浮上面）に噴射するようになっている。

【 0 0 5 1 】

より詳細には、前記傾斜面 2 1 9 は、図 4 に示すように、下側ジンバル部材 2 0 1 の軸心に対して上側が離反するように傾斜した傾斜面又は上部側が大径となるテーパ面に形成してある。そして、前記浮上用管路 2 1 3 のエアー噴出孔は、前記傾斜面 2 1 9 に対向して上側ジンバル部材 2 0 3 に形成した傾斜面又はテーパ面に開口してある。

30

【 0 0 5 2 】

なお、参照符号 2 1 8 は調整ライナであって、傾斜面 2 1 9 と下側ジンバル部材 2 0 1 の対向面との間隔を調整するものである。

【 0 0 5 3 】

参照符号 2 2 1 はピエゾハンマーであってそのフレーム 2 2 1 F は上側ジンバル部材 2 0 3 の下方傾斜面 S の周囲 3 ケ所に均等配置して取付けられる。図示のように、ピエゾハンマー 2 2 1 は、エアーシリンダ 2 2 3 のロッドに大きい慣性体 2 2 7 と先端部にハンマ 2 3 1 を取付けた小さい慣性体 2 2 5 を有し、両慣性体の間にはピエゾ（圧電）素子 2 2 9 が接続結合されている。従って、ピエゾ素子 2 2 9 に所定のパルス状電圧を与えることにより、両慣性体の慣性の差に基づいてハンマ 2 3 1 が瞬時に下側ジンバル部材 2 0 1 の前記傾斜面に配置してある硬質材の埋込みブロック 2 3 3 を打つようになっている。これにより下側ジンバル部材 2 0 1 の傾斜面 2 1 9 がハンマ 2 3 1 により軸方向に変位するとその分だけエアーシリンダ 2 2 3 によりピエゾ素子 2 2 9 及び両慣性体が変位するようになっている。このような構成によりピエゾハンマー 2 2 1 は比較的少ない積層によるピエゾ素子であっても大きなストロークを移動可能である。

40

【 0 0 5 4 】

上側ジンバル部材 2 0 3 の上面には回動部材 2 3 5 が固定されており、同回動側部材 2 3 5 の内周側には回転軸受 2 3 7 を介して内側固定部材 2 3 9 が配設されている。さらに

50

、内側固定部材 239 の上面にはプレート 241 が取り付け固定されている。前記プレート 241 及び内側固定部材 239 にはライン L2 を介して圧縮エアーを導入する管路 243 が形成されている。この圧縮エアーは図示の如く回動部材 235 を静圧的に浮上させていている。

【0055】

図 5 に示されているように、回動部材 235 は一対のピエゾハンマー 221A、221B により時計方向及び反時計方向に回動されることが可能である。なお、ピエゾハンマー 221A、221B はそのフレームがプレート 241 に固定されている。

【0056】

なお、前記ピエゾハンマー 221、221A、221B に代えて、圧電素子を積層した所<sup>10</sup>謂、ピエゾアクチュエータを用いることも可能である。その場合にはピエゾハンマーとは異なり、ピエゾアクチュエータの先端部位置を電気的に保存することが可能でありジンバル機構の姿勢を再現することが可能である。すなわち、ピエゾハンマー 221 の代わりにピエゾアクチュエータ（図示せず）を当該位置に配置した場合には、その各ピエゾアクチュエータへの指令電気信号を制御することにより 3 つのピエゾアクチュエータ自体によって下側ジンバル部材 201 の姿勢を固定し、保持することが可能である。また、一旦固定し保持したときの各ピエゾアクチュエータへの指令電気信号の値をメモリに保存しておくことにより、いつでもその保存されている値を読み出すことで下側ジンバル部材 201 の姿勢を再現することが可能である。

【0057】

なお、このピエゾアクチュエータの場合、成形動作中（離形も含め）常時、下側ジンバル部材 201 を所定の姿勢に固定支持することも可能であるし、後述するピエゾハンマーのように、テーブルに接近した所定位置でフリー状態とすることも可能である。<sup>20</sup>

【0058】

図 4 において、プレート 241 の上面にはロードセル 46 が設けられている。参照符号 46A は信号取出し用端子である。可動体 19 の内部には、図 2 で説明したように、紫外線発生装置 42 から紫外線強度調整装置 255 を介して光ファイバ 42A の束がレンズ系 253 に導かれ、ここで均一な紫外線分布に形成され反射ミラー 42B に照射されるようになっている。同ミラー 42B で反射された紫外線はシール用のガラス材 251 を経てジンバル機構 45 の中心軸 a x に同心状に形成された貫通孔 43A を通って下方に向かうようになっている。紫外線硬化形の樹脂を成形材料とする場合は、前記型保持体 205 及び型 41 は石英などの紫外線透過が可能な材料により形成されることは当然である。また、その場合には前記ヒータ 209 は不要である。<sup>30</sup>

【0059】

なお、参照符号 261 は下側ジンバル部材 201 の貫通孔内周に形成したネジ部である。貫通孔 43A 上方からの紫外線は完全に平行ではないためある程度広がりを有する。従って、下方へ向かう紫外線が特に下側ジンバル部材 201 の貫通孔内周面にて反射しながら型 41 を通過すると当該紫外線の分布が不均一となるのでこれを避けるため、前記ネジ部 261 のネジ面にて下方への反射を阻止するものである。その場合、当該ネジ面を反射率の少ない材料でコーティングしておくことが好ましい。<sup>40</sup>

【0060】

上述した貫通孔 43A 及びレンズ系 253、紫外線発生装置 42 等は成形材料である樹脂が紫外線硬化形の場合に利用されるが、紫外線硬化形樹脂を使用しない場合にはこれら貫通孔 43A 及びレンズ系 253、紫外線発生装置 42 等はなくてもよい。

【0061】

上述のピエゾハンマー 221A、221B はオプションとして設けることができる。即ち、ジンバル機構 45 の旋回、回動をさせる必要がない場合は前記回動部材 235、内側固定部材 239 及びピエゾハンマー 221A、221B を省略することが可能である。

【0062】

以下、前記ピエゾハンマー 221 及び前記回動部材 235、内側固定部材 239 及びビ

10

20

30

40

50

エゾハンマー 221A、221B を装備していない場合の動作について説明する。

【0063】

この場合には、成形品は、典型的には、CD、DVD などのように円周上に微細な凹凸を形成されたもので、中心点が一致しておればその回転方向位置の影響を受けない成形品が好適である。可動テーブル 11 上に配置された基板の中心をジンバル機構 45 の中心軸  $a_x$  と一致するように当該テーブル 11 を X, Y 方向に位置決めする。可動体 19 を下降させる際には、ジンバル機構の吸引力を最大にして下側ジンバル部材 201 を上側ジンバル部材 203 に吸着した状態とする。

【0064】

この状態で、型 41 が基板上の樹脂に接触する直前の所定位置まで降下したとき、下降速度を低速にすると共に真空引きの吸引力を弱め、下側ジンバル部材 201 をフリーな状態にして成形圧力をゆっくり与える。即ち、下側ジンバル部材 201 に取付け固定されている型保持体 205 及び型 41 は下側ジンバル部材 201 と共に前記テーブル上面に配置された基板上の樹脂を下方へ押し付けつつ最終的には基板と平行な姿勢に倣うようになっている。その場合ジンバル機構 45 の凸及び凹の球面中心がジンバル機構の中心軸  $a_x$  上で型の下端面に一致するように配置されているのでこの押圧成形過程では水平方向のずれが生じない。

【0065】

ところで、前述のように真空引きの吸引力を弱めて下側ジンバル部材 201 をフリーな状態にするとき、上側ジンバル部材 203 の凹球面部に開口したエアー噴出口（図示省略）から下側ジンバル部材 201 に向けて少量のエアーを噴出する構成とすることが望ましい。このような構成とすることにより、上側ジンバル部材 203 と下側ジンバル部材 201 との間の摩擦抵抗がより小さくなり、下側ジンバル部材 201 をより軽く円滑に動かすことができ、型 41 の転写面を基板に対して平行にすることが容易であって、基板上の樹脂に対する押圧がより正確に行われるようになるものである。

【0066】

また、図 6 に示した複数の吸引用管路 211 を個別に、又は適宜の複数組み毎にグループ化して、上側ジンバル部材 203 の凹球面部に形成された複数の環状溝の適数本に選択的に吸引力を作用するようとする。例えば小さな真空度での吸引力の場合には例えば奇数番目の環状溝あるいは少数の環状溝に吸引力を作用し、大きな真空度での吸引力の場合には多数の又は全ての環状溝に吸引力を作用するようとする。

【0067】

すなわち、吸引力を作用する環状溝の本数を選択する構成（各吸引用管路 211 を個別にあるいはグループ毎に、真空引き装置に対してバルブ等によって連通遮断自在な構成）とすることにより、真空引きによる吸引力の調整を行うことができるものである。

【0068】

なお、前記型 41 が基板上の樹脂に接触する直前の所定位置の検出のためにサーボモータ 33 に結合されているロータリーエンコーダ 33A の信号を利用するが、たとえば、テーブル 11 または型保持体 205 上に、電気的な導通・非導通を行なわせる部材を設けて検出することも可能である。

【0069】

また、ピエゾハンマー 221を装着した場合、このピエゾハンマー 221を機能させるのは、例えば、次のような場合である。即ち、基板上に樹脂を供給する前に、ジンバル機構 45 を前述と同様に、吸着状態で下降し、型 41 を基板に押し当てて接触させる。このときその接触状態が完全に平行でなく不均一である場合、吸引力を弱めた状態でその不均一な状態を修正するために 3 つのピエゾハンマー 221に適宜の数の電圧パルスを与えて修正を行なう。このように、予め微調整を行うことにより均一状態となったときにジンバル機構を吸着状態に戻したのち、成形動作を開始する。また、成形品の成形後、型を樹脂から離形する場合にピエゾハンマー 221を高い周波数で振動させながら上方へ引き上げると離形動作をスムーズに行なうことが可能である。この場合、振動の振幅は超音波等に

10

20

30

40

50

比べ格段に小さいので離形中に成形された樹脂を損傷することもない。その場合、ハンマーの回数は1回又は複数回を短時間で、すなわち高い周波数で与えることが可能である。

【0070】

一方、ジンバル機構45を旋回、回動させるための一対のピエゾハンマー221A、221Bを備える場合には、このピエゾハンマーを機能させるのは例えば次のような場合である。即ち、基板がテーブル上で、X、Y方向に一致せず回転成分を有する場合であって、且つ中心点が一致していてもその回転方向位置の影響を受けるような成形品の場合である。この場合にはその回転方向位置即ち、角度を予め測定しておけば、その値に対応する電圧パルスをピエゾハンマー221A、221Bに与えてジンバル機構45を旋回した状態で吸着させるのである。

10

【0071】

なお、前記角度及び平行度不均一の測定用として、可動テーブル上面、基板、型保持体の下面等にマーキングを設けてこれらマーキングを物理的（例えば光学的、電磁気的）に検出し前記回転方向位置や不均一性を算出することが可能である。

【0072】

ところで、前記可動体19は前記リニアガイド21に案内されて垂直に上下動するものの、可動テーブル11上に載置された被成形品13の上面と型41の下面との関係が相対的に僅かに傾斜した関係にあると、前述したように、ジンバル機構45を介して型41が被成形品13の上面に倣って容易に傾斜し、型41の下面（転写面）と被成形品13の上面（被転写面）とが平行になって転写が行われる。

20

【0073】

前記ピエゾアクチュエータを用いてジンバル機構の姿勢を制御するときは以下のようない方法を用いる。

【0074】

図7にジンバル機構にピエゾアクチュエータを取り付けた一実施例を示す。

【0075】

ここでは3本のピエゾアクチュエータを120度ずつ位相をずらせて等間隔に配置し、アクチュエータの変位する方向とジンバル機構の側面が垂直になるように取り付けている。3本のアクチュエータの取り付け位置をそれぞれP1、P2、P3とする。各ピエゾアクチュエータは変位量ゼロの平衡状態にあるとき、型板は水平状態にあるものとする。

30

【0076】

図7に示したようにジンバル機構の回転中心O（図4の型板41の下面の中心点CP）を原点としたX-Y-Z座標系を用いたとき、平衡状態におけるP1、P2、P3の各点におけるピエゾアクチュエータとジンバル機構側面との接点の座標値は次のようになる。

【0077】

【数1】

$$P_1 (0, r, h)$$

$$P_2 \left( -\frac{\sqrt{3}}{2} r, -\frac{1}{2} r, h \right)$$

$$P_3 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} r, -\frac{1}{2} r, h \right)$$

40

【0078】

ここでrはP1、P2、P3を結ぶ円のピッチサークル半径、hは型板下面からP1、P2、P3で作られる水平面までの高さを表している。

50

## 【0079】

ジンバルの姿勢を変えて型板下面の傾きを微調整するには、各ピエゾアクチュエータに電圧を加えて変位させる必要がある。

## 【0080】

しかし、ジンバル機構との関係で幾何学的な制約条件があるため、各アクチュエータに対してはお互いに関連をもった変位指令を与える必要がある。

## 【0081】

図8に示したように型板下面の単位法線ベクトルの垂直軸( Z 軸)に対する傾き角をとし、この法線の X - Y 平面への射影を  $\rho$  、この射影の X - Y 平面における偏角を  $\zeta$  とすると、  $\rho = \sin \zeta$  となる。型板を希望する姿勢に制御する際、この  $\rho$  と  $\zeta$  を指定して傾きを指示するものとすると、各ピエゾアクチュエータに対して、次のように 120 度位相のずれた変位を指令すると、希望する姿勢が得られる。ここで  $\Delta 1$  ,  $\Delta 2$  ,  $\Delta 3$  は各ピエゾアクチュエータの平衡状態からの変位量を表している。 10

## 【0082】

## 【数2】

$$\Delta 1 = \rho \sqrt{r^2 + h^2} \sin \zeta$$

$$\Delta 2 = \rho \sqrt{r^2 + h^2} \sin \left( \zeta + \frac{2}{3} \pi \right) \quad 20$$

$$\Delta 3 = \rho \sqrt{r^2 + h^2} \sin \left( \zeta - \frac{2}{3} \pi \right)$$

## 【0083】

この値に比例した電圧  $V 1$  ,  $V 2$  ,  $V 3$  を各微調整用アクチュエータとしての各ピエゾハンマー( 221 - A , 221 - B , 221 - C )に加えることにより型に対して必要な微小回転( 微小揺動 )を与えることができる。なお、前記演算は、制御装置において行われるものである。 30

## 【0084】

本発明は、前述したごとき実施形態のみに限るものではなく、適宜の変更を行うことにより、その他の形態で実施可能である。すなわち、

( A ) 被成形層は、上記紫外線硬化樹脂、熱可塑性樹脂のほか、いずれのものでもよい。被成形層の材料に応じてその軟化及び / 又は硬化手段を選定することができる。

## 【0085】

( B ) 型41を下部フレーム7側にセットし、被成形品13を可動体19側に取り付けるようにしてもよい。このとき、被成形層の軟化及び / 又は硬化手段も合わせて変更する。 40

## 【0086】

( C ) ジンバル機構45は、被成形品13がX及び / 又はY方向へ移動しない場合には、被成形品13を装置する側に配置してもよく、この場合、及び型41を下部フレーム7側にセットする場合、ジンバル機構45は下部フレーム7側に取り付けてもよい。

## 【0087】

( D ) 図1 , 図2に示した構成を上下逆にすることや、横にすることも可能である。すなわち、前記説明においては縦型の構成の場合について例示したが、縦型であって上下逆の構成や横型の構成とすることも可能であり、種々の構成を採用することができる。

## 【0088】

( E ) 前述した実施形態例では、テーブルが下方に配置され、ジンバル機構および可動

体は上方に配置される構成としてあるが、これらを上下逆に配置されるようにしてもよい。このように上下を逆に配置した場合には、第1のジンバル部材には重力により常時下方への力が作用するので、その下にある第2のジンバル部材への吸引または吸着力は、図4の構成の場合の配置に比べ小さくすることが可能であるか、又は、当該重力そのものを利用して吸引または吸着力を別途発生させる必要をなくすことも可能となり、その際には圧縮空気による浮上力のみを制御すればよい。

## 【0089】

(F) 前述した実施形態例では、下側ジンバル部材201(本発明における第1のジンバル部材に対応する)を上側ジンバル部材203(本発明における第2のジンバル部材に対応する)へ吸引するため真空すなわち減圧を利用する方式としたが、その場合、下方に配置される成形室60を真空引きする構成とするとそれらの減圧が相殺されるので吸引効果が期待できないこととなる。この対策として、たとえば、前記両ジンバル201, 203を電磁石、永久磁石を用いて成形室60での減圧に基づく吸引力より大きな吸引力を発生させるようにしてもよい。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0090】

【図1】この発明による転写装置の一実施形態例を示す左側面図である。

【図2】図1のA-A線による断面図である。

【図3】図1の平面図である。

【図4】本発明のジンバル機構の垂直方向の縦断面図である。

20

【図5】図4におけるZ矢視図である。

【図6】図4のB-B線矢視図である。

【図7】ジンバル機構にピエゾアクチュエータを取り付けた場合の説明図である。

【図8】ジンバル機構の姿勢制御の説明図である。

【図9】従来の転写装置の構成を示す説明図である。

## 【符号の説明】

## 【0091】

1 転写装置

3 本体フレーム

5 上部フレーム(支持フレーム)

30

7 下部フレーム(ベースフレーム)

9 タイバー

10 固定台

11 可動テーブル

13 被成形品

15 支持台

19 可動体

21 リニアガイド(案内手段)

23, 24 スライダ(案内手段)

25 ボールネジ機構

40

26 ボールネジナット

27 ボールネジ軸

29 軸受

31 中空軸

33 サーボモータ

35 出力軸

41 型

42 紫外線光源

42A 光ファイバ

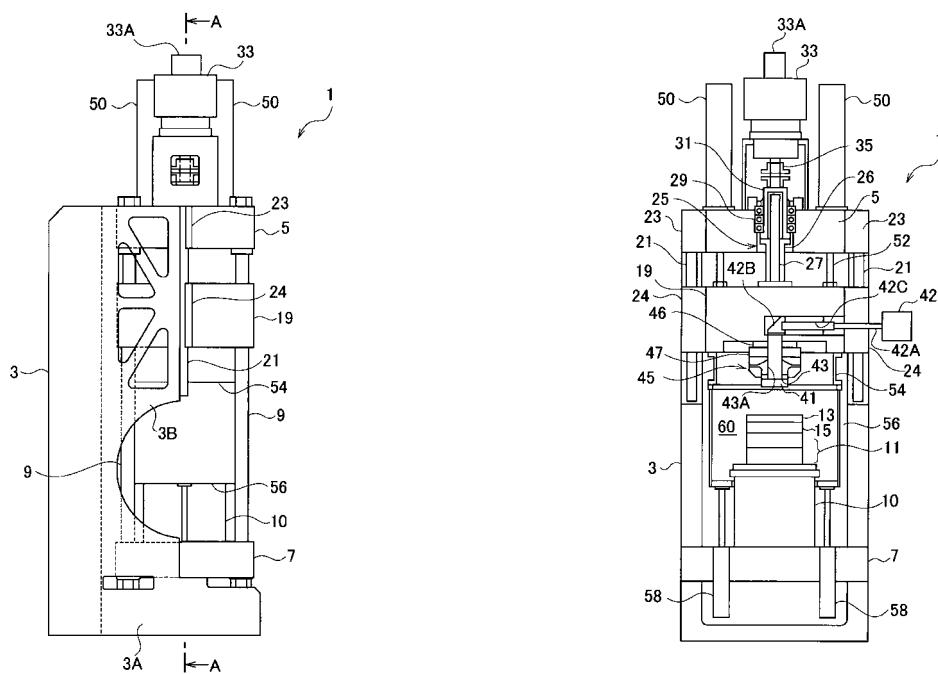
42B 反射ミラー

50

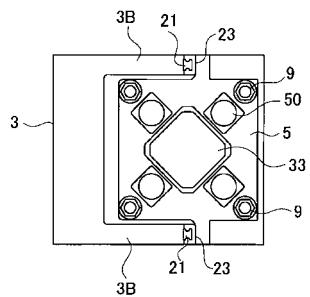
4 2 C , 4 3 A	貫通穴	
4 3	型支持プレート(型保持体)	
4 5	ジンバル機構	
4 6	ロードセル	
4 7	旋回台	
5 0	バランスシリンダ(バランス取り手段)	
5 2	ピストンロッド	
5 4	上カバー	
5 6	下カバー	
5 8	シリンダ	
6 0	成形室	
2 0 1	下側ジンバル部材	10
2 0 3	上側ジンバル部材	
2 0 5	型保持体	
2 0 7	断熱材	
2 0 9	ヒータ	
2 1 1	吸引用管路	
2 1 3	浮上用管路	
2 2 1 , 2 2 1 A , 2 2 1 B	ピエゾハンマー	
2 3 5	回動部材	20
2 3 9	内側固定部材	
2 4 1	プレート	
2 5 3	レンズ系	
2 5 5	紫外線強度調整装置	
2 6 1	ネジ部	

(  1 )

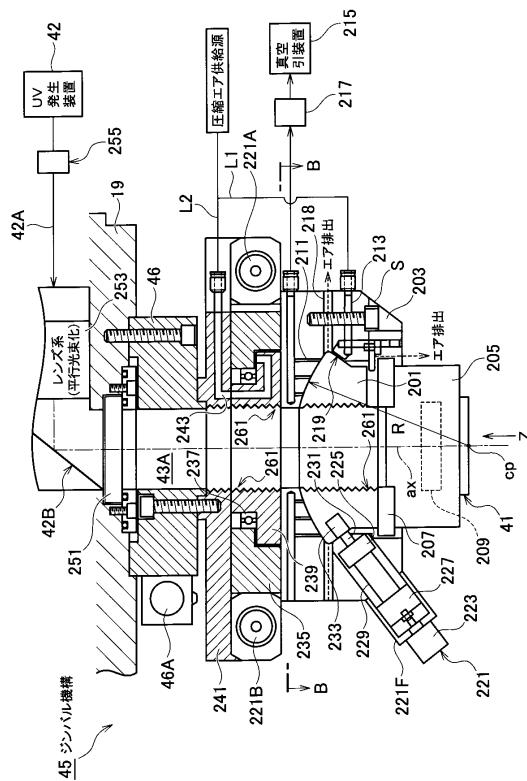
〔 叴 2 〕



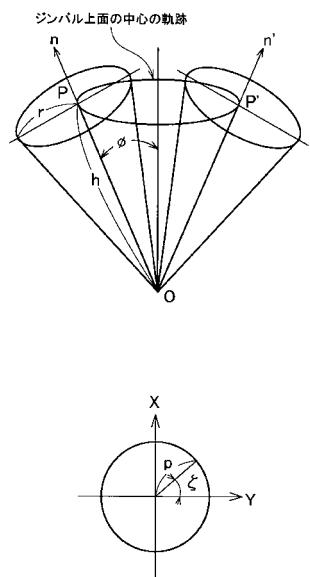
【図3】



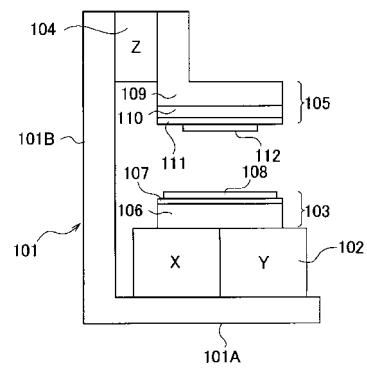
【図4】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 小久保 光典

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式会社内

(72)発明者 石橋 健太郎

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式会社内

審査官 大村 博一

(56)参考文献 特開平04-319414 (JP, A)

特開平08-259245 (JP, A)

特開昭63-261405 (JP, A)

特開2005-052841 (JP, A)

特開2004-291607 (JP, A)

特開2001-135634 (JP, A)

特開2004-103232 (JP, A)

特開2005-101201 (JP, A)

特開2007-296530 (JP, A)

国際公開第2004/093171 (WO, A1)

特開2003-224154 (JP, A)

特開平11-314231 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 59/00-59/18

B29C 43/00-43/58

B29C 33/00-33/76

H01L 21/00-21/16

G11B 5/84

B81B 1/00- 7/04

B81C 1/00- 99/00

G03F 9/00- 9/02