

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4661551号
(P4661551)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 2 F 3/105 (2006.01)

B 2 2 F 3/105

B 2 2 F 3/16 (2006.01)

B 2 2 F 3/16

B 2 2 F 3/24 (2006.01)

B 2 2 F 3/24

G

B 2 9 C 67/00 (2006.01)

B 2 9 C 67/00

C 0 4 B 35/64 (2006.01)

C 0 4 B 35/64

M

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-341226 (P2005-341226)
 (22) 出願日 平成17年11月25日 (2005.11.25)
 (65) 公開番号 特開2007-146216 (P2007-146216A)
 (43) 公開日 平成19年6月14日 (2007.6.14)
 審査請求日 平成20年7月3日 (2008.7.3)

(73) 特許権者 000005832
 パナソニック電気株式会社
 大阪府門真市大字門真1048番地
 (74) 代理人 100087767
 弁理士 西川 恵清
 (72) 発明者 峠山 裕彦
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電気株式会社内
 (72) 発明者 阿部 諭
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電気株式会社内
 (72) 発明者 東 喜万
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元形状造形物製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

造形用のステージが設けられた造形部及びこの造形部に粉末を供給して粉末層を形成するための粉末供給部とを有する造形機、上記造形部に対して光ビームを照射して粉末層の所定箇所の粉末を焼結させるための光学機器、焼結層の積層物としての造形物の表面の仕上げ加工を少なくとも造形途中に行う加工機で構成された三次元形状造形物製造装置であって、上記加工機は少なくとも3軸制御可能な汎用の数値制御工作機械であり、上記造形機は上記加工機におけるテーブル上にセットされ、上記光学機器は上記加工機における主軸台に着脱自在に取り付けられていることを特徴とする三次元形状造形物製造装置。

【請求項 2】

前記光学機器と前記主軸台との間に振動吸収材を介在させていることを特徴とする請求項 1 記載の三次元形状造形物製造装置。

【請求項 3】

造形機は加工機におけるテーブル上に着脱自在に取り付けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の三次元形状造形物製造装置。

【請求項 4】

造形機は不活性雰囲気下の焼結を可能とする密閉構造であり且つ加工機による加工時用に開閉自在な蓋を備えていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の三次元形状造形物製造装置。

【請求項 5】

10

20

光学機器は光ビームを発する発振部とスキャン用の光学系ユニットとが分離しているとともに両者が光ファイバーで接続されたものであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の三次元形状造形物製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は粉末層に光ビームを照射して焼結層を形成するとともにこの焼結層を積層することで所望の三次元形状造形物を製造する三次元形状造形物製造装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

無機質あるいは有機質の粉末材料から三次元形状造形物を製造するにあたり、ステージ上に形成した粉末層に光ビーム（指向性エネルギービーム、例えばレーザー）を照射して焼結層を形成し、この焼結層の上に新たな粉末層を形成して光ビームを照射することで焼結層を形成するということを繰り返して焼結層を積層することで三次元形状造形物を製造するとともに、焼結層の積層で三次元形状造形物を製造する途中に、焼結層の積層物としての造形物の表面の仕上げ加工を漸次行うことが特開 2002 - 115004 公報（特許文献 1）に示されている。

【0003】

上記製造法で三次元形状造形物を製造するには、造形用のステージが設けられた造形部及びこの造形部に粉末を供給して粉末層を形成するための粉末供給部、造形部に対して光ビームを照射するための光学機器、仕上げ加工のための加工機が必要であるが、これらを有機的に結び合わせた状態で造形物を製造することから、従来の製造装置は、造形部と粉末供給部を有するとともに光学機器が付設されている造形機内に専用の加工機を設置したものとっていた。

【0004】

この場合、装置全体が専用構成ということになるために、どうしてもコストが高くなり、製造する三次元形状造形物の値段も高くなる。

【特許文献 1】特開 2002 - 115004 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は上記の従来の問題点に鑑みて発明したものであって、低コストの三次元形状造形物製造装置を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

しかして本発明に係る三次元形状造形物製造装置は、造形用のステージが設けられた造形部及びこの造形部に粉末を供給して粉末層を形成するための粉末供給部とを有する造形機、上記造形部に対して光ビームを照射して粉末層の所定箇所の粉末を焼結させるための光学機器、焼結層の積層物としての造形物の表面の仕上げ加工を少なくとも造形途中に行う加工機で構成された三次元形状造形物製造装置であって、上記加工機は少なくとも 3 軸制御可能な汎用の数値制御工作機械であり、上記造形機は上記加工機におけるテーブル上にセットされ、上記光学機器は上記加工機における主軸台に着脱自在に取り付けられていることに特徴を有している。汎用の数値制御工作機械を利用できるようにしたものであり、殊に加工機における主軸台に着脱自在に取り付けているために、焼結させるための光ビームのスポット径の調整を主軸台の移動によって行ったりすることができるようにしたものである。

【0007】

上記光学機器と前記主軸台との間に振動吸収材を介在させることも好ましい。

【0008】

10

20

30

40

50

上記造形機は加工機におけるテーブル上に着脱自在に取り付けられていることが好ましい。加工機を他の用途にも使うことを簡便に行うことができる。

【 0 0 0 9 】

造形機は不活性雰囲気下の焼結を可能とする密閉構造であり且つ加工機による加工時用に開閉自在な蓋を備えていることが、焼結時の雰囲気の確保による安定した焼結を得られると同時に、仕上げ加工を問題なく行うことができるものとなる点で好ましい。

【 0 0 1 0 】

また、光学機器は光ビームを発する発振部とスキャン用の光学系ユニットとが分離していると同時に両者が光ファイバーで接続されたものであると、配置の自由度が高くなるとともに、発振部を振動の影響を受けない場所に設置することができるものとなる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明は、汎用の数値制御工作機械を利用できるために、装置コストを低減することができ、これ故に製造した三次元形状造形物のコストも低減することができる。また、加工機における主軸台に着脱自在に取り付けているために、焼結させるための光ビームのスポット径の調整を主軸台の移動によって行ったりすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

以下本発明を実施の形態の一例に基づいて詳述すると、図 1 に示す三次元形状造形物製造装置は、造形用のステージ 1 1 が設けられた造形部 1 0 及びこの造形部 1 0 に粉末を供給して粉末層を形成するための粉末供給部 1 3 とを有する造形機 1、造形部 1 0 に対して光ビームを照射するための光学機器 2、仕上げ加工のための加工機 3 で構成されているのは従来と同じであるが、ここにおける加工機 3 はテーブル（マシニングテーブル）3 0 と少なくとも 3 軸制御が可能な主軸台 3 1 とを備える汎用の数値制御工作機械であり、そのスピンドルヘッド 3 2 には仕上げ加工のためのエンドミル 3 3 がセットされている。そして上記造形機 1 はテーブル 3 0 上にセットされ、上記光学機器 2 は主軸台 3 1 にセットされたものとなっている。

20

【 0 0 1 3 】

図 2 はここで用いている造形機 1 の一例を示しており、密閉可能な筐体 1 8 内に造形部 1 0 と粉末供給部 1 3 とを納めたものとして構成されている。上記造形部 1 0 は上下に昇降させることができるステージ 1 1 を備え、また粉末供給部 1 3 は粉末を納めた粉末タンク 1 4 と該粉末タンク 1 4 内に上下に昇降自在に配された昇降テーブル 1 5、粉末タンク 1 4 内の粉末を造形部 1 0 側に供給するとともに均すスキージング用ブレード 1 6 からなるものとして形成されている。また上記筐体 1 8 内には余剰粉末回収部 1 7 が設けられている。

30

【 0 0 1 4 】

さらに上記筐体 1 8 はその上面が図 3 に示すようにシリンダーやソレノイド等の駆動機構 4 0 にて開閉される蓋 1 9 を備えているとともに、該蓋 1 9 には上記光学機器 2 から出力される光ビームを透過させる窓 1 9 0 が設けられている。図中 1 8 0 は蓋 1 9 の部分の密閉用のパッキンである。なお、光ビームが Y A G レーザである場合には上記窓 1 9 0 に透明ガラスを用いればよいが、炭酸ガスレーザであるばあいには、Z n S e からなるものを用いる。

40

【 0 0 1 5 】

上記粉末供給部 1 3 は、造形タンク 1 4 内で上昇する昇降テーブル 1 5 で押し上げられた粉末の最上部の粉末をブレード 1 6 が造形部 1 0 側へとスライド移動することで造形部 1 0 側に供給するものであり、また上記ブレード 1 6 で造形部 1 0 上の粉末を均すことで所定厚みの粉末層を造形部 1 0 に形成する。

【 0 0 1 6 】

主軸台 3 1 の側面に取り付けられた光学機器 2 は、レーザー発振器から出力されたレー

50

ザーをビーム形状補正手段及びガルバノミラー等のスキャン光学系を介して投射して、上記窓 190 を通じて造形部 10 における粉末層に照射する。上記光学系には使用するレーザーの波長に応じたものを用いるのはもちろんである。

【0017】

このものにおける三次元形状造形物の製造は、蓋 19 を閉めて密閉した筐体 18 内に不活性ガス（窒素）を満たした状態で、ステージ 11 上面に粉末タンク 14 から溢れさせた粉末をブレード 16 で供給すると同時にブレード 16 で均すことで第 1 層目の粉末層を形成し、図 1 (b) に示すように造形部 10 の上方に位置させた光学機器 2 からのレーザー L を上記粉末層の硬化させたい箇所に照射して粉末を焼結させて焼結層 5 を形成する。

【0018】

この後、ステージ 11 を所定量だけ下げて再度粉末を供給してブレード 16 で均すことで第 1 層目の粉末層（と焼結層）の上に第 2 層目の粉末層を形成し、この第 2 層目の粉末層の硬化させたい箇所にレーザー L を照射して粉末を焼結させて下層の焼結層 5 と一体化した焼結層 5 を形成する。

【0019】

ステージ 11 を下降させて新たな粉末層を形成し、レーザーを照射して所要箇所を焼結層とする工程を繰り返すことで、焼結層 5 の積層物として目的とする三次元形状造形物を製造するものであり、光ビームとしては炭酸ガスレーザーを好適に用いることができ、粉末層の厚みとしては、得られた三次元形状造形物を成形用金型などに利用する場合、0.05 mm 程度とするのが好ましい。

【0020】

光ビームの照射経路（ハッチング経路）は、予め三次元 CAD データから作成しておく。すなわち、三次元 CAD モデルから生成した STL データを等ピッチ（粉末層の厚みを 0.05 mm とした場合、0.05 mm ピッチ）でスライスした各断面の輪郭形状データを用いる。この時、三次元形状造形物の少なくとも最表面が高密度（気孔率 5 % 以下）となるように焼結させることができるように光ビームの照射を行い、内部は低密度となるように焼結させることで、つまりは形状モデルデータを予め、表層部と内部とに分割しておき、内部についてはポーラスとなるような焼結条件、表層部はほぼ粉末が溶融して高密度となる条件で光ビームを照射することで、緻密な表面を持つ造形物を高速に得ることができる。

【0021】

そして、上記粉末層を形成しては光ビームを照射して焼結層 5 を形成することを繰り返していくのであるが、焼結層 5 の全厚みがたとえば加工機 3 におけるエンドミル 33 の工具長さなどから求めた所要の値になれば、図 1 (a) に示すようにエンドミル 33 を造形部 10 の上方に位置させるとともに前記蓋 19 を開き、エンドミル 33 によってそれまでに造形した造形物の表面（主として上部側面）を切削する。たとえば、エンドミル 33 の工具（ボールエンドミル）が直径 1 mm、有効刃長 3 mm で深さ 3 mm の切削加工が可能であり、粉末層の厚みが 0.05 mm であるならば、60 層の焼結層 5 を形成した時点でエンドミル 33 を作動させる。

【0022】

この加工機 3 による切削仕上げ加工により、造形物表面に付着した粉末による余剰硬化部を除去すると同時に、高密度部まで削り込むことで、造形物表面に高密度部を全面的に露出させることができる。この加工が終了すれば、蓋 19 を閉めて筐体 18 内に不活性ガスを満たし、再度粉末層の形成と焼結とを繰り返す。

【0023】

加工機 3 による切削加工経路は、レーザー L の照射経路と同様に予め三次元 CAD データから作成しておく。この時、等高線加工を適用して加工経路を決定するが、Z 方向（上下方向）ピッチは焼結時の積層ピッチにこだわる必要はなく、緩い傾斜の場合は Z 方向ピッチをより細かくして補間することで、滑らかな表面を得られるようにしておく。

【0024】

10

20

30

40

50

図 4 に上記工程のフローチャートを、図 5 (a)(b) に図 4 中の焼結準備工程及び切削準備工程のフローチャートを示す。

【 0 0 2 5 】

ここにおいて、加工機 3 は前述のように汎用の数値工作機械であり、これに造形機 1 及び光学機器 2 を付加したものと構成されているために、数値工作機械を既に所有している場合は、ハード的には造形機 1と光学機器 2 を導入するだけでよいものであり、また数値工作機械も新たに導入するとしても、テーブル 3 0 上にボルトナット等の固定具 3 9 で固定された造形機 1を取り外せばそれだけで加工機 3 を他のものの製造にも利用することができるために、やはりコスト的に有利となる。このために造形機 1 はテーブル 3 0 上に簡便に着脱できるようにしておくことが望ましい。

10

【 0 0 2 6 】

また、光学機器 2 を主軸台 3 1 に取り付けた図示例のものでは、光学機器 2 を上下方向に動かすことができるために、レーザー L の加工面でのスポット径を調整することができる。

【 0 0 2 7 】

光学機器 2 を主軸台 3 1 に取り付けるにあたっては、簡便に着脱が行えるようにしておくことも好ましい。図 6 はこの場合の一例を示しており、テーパ型の誘い込み部を有する連結部 5 1, 5 2 を主軸台 3 1 と光学機器 2 側とに設けて、爪 5 3 でチャッキングすることで光学機器 2 の取り付けを行えるようにしている。電磁力を利用した固定でもよい。どのような連結手段を用いるにせよ、振動吸収シート等の振動吸収材 5 4 を光学機器 2 と主軸台 3 1 との間に介在させておくことが好ましい。

20

【 0 0 2 8 】

また、図 7 に示すように、主軸台 3 1 のスピンドルヘッド 3 2 における工具固定用のコレットチャックを利用して光学機器 2 を工具（エンドミル 3 3 ）に代えて取り付けられるようにしておいてもよい。レーザー照射時と加工時とで主軸台 3 1 をほぼ同じ位置においておくことができ、主軸台 3 1 側面に光学機器 2 を装着する場合に比して主軸 3 1 の全移動範囲を小さくすることができ、相対的に大きい造形物を製造することができる。

【 0 0 2 9 】

図 8 に他例を示す。これはテーブル 3 0（もしくはベース）上にアクチュエータによる X Y 駆動の可動テーブル 3 5 を備えた加工機 3 において、その可動テーブル 3 5 上に造形機 1を設置するとともに加工機 3 から立設した支柱上に光学機器 2 を配したものであり、この場合における主軸台 3 1 は可動テーブル 3 5 側が X Y の 2 軸についての自由度を有するために、上下軸方向にのみ可動となっているものであってもよい。

30

【 0 0 3 0 】

そしてレーザー L による焼結時には可動テーブル 3 5 によって図 8 (b) に示すように、光学機器 2 の下方側に造形機 1の造形部 1 0 を移動させ、加工時には主軸台 3 1 の直下に造形部 1 0を移動させる。

【 0 0 3 1 】

このものではレーザスキャン座標系と加工機 3 における切削座標系とを整合させる必要があることから、両座標系の軸方向及び造形機 1の移動軸方向を合わせておくことが好ましい。また、上記座標軸合わせを簡単にするために、光学機器 2 の配置位置を微小調整するための精密テーブル（X Y Z 及び Z 軸回りの回転ができるものが好ましい）を介して光学機器 2 をセットしておいてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

光学機器 2 が図 9 に示すように造形機 1における筐体 1 8 に取り付けられていてもよい。この場合、加工機 3 による加工時に光学機器 2 が邪魔になることがないように、光学機器 2 は造形部 1 0 の直上位置からスライド移動もしくは図 1 0 に示すように回転移動して退去させることができるようにしておく。図 1 0 の 5 6 は光学機器 2 の回転移動のための回転軸、5 7 は不活性ガス充填口である。

【 0 0 3 3 】

50

なお、図示例では可動テーブル 35 上に光学機器 2 付きの造形機 1 をセットしているが、図 1 に示したテーブル 30 上に光学機器 2 付き造形機 1 をセットしたものであってもよいのはもちろんである。

【0034】

更に、光学機器 2 は図 11 に示すようにそのレーザー発振器 21 とスキャン光学系の光学系ユニット 22 とが分離されて両者が光ファイバー 23 で接続されているものであってもよい。この場合、光学機器 2 における造形部 10 の上方に配置すべき部分を光学系ユニット 22 のみとし、レーザー発振器 21 は他の箇所に設置することができるために、図 9、図 10 に示したもののよう、加工機 3 による加工時に光学機器 2 を退去移動させなくてはならないものにおいて、移動させなくてはならない距離を小さくすることができる。なお、上記光ファイバー 23 には前記窓 190 と同様に、使用するレーザーの種類に応じて適切な材質からなるものを用いる。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】(a)(b)は共に本発明の実施の形態の一例の概略断面図である。

【図 2】(a)(b)は同上の造形機の概略断面図と蓋を外した状態の平面図である。

【図 3】同上の造形機における蓋の開閉構造を示す概略断面図である。

【図 4】同上のフローチャートである。

【図 5】(a)(b)は同上の焼結準備工程及び切削準備工程のフローチャートである。

【図 6】(a)(b)は光学機器取り付け部の概略断面図と拡大断面図である。

20

【図 7】(a)(b)は他例の概略断面図である。

【図 8】(a)(b)は他の実施の形態の一例の概略断面図である。

【図 9】(a)(b)は別の実施の形態の一例の概略断面図である。

【図 10】(a)(b)は同上の他例の概略断面図である。

【図 11】同上の光学機器の他例のブロック図である。

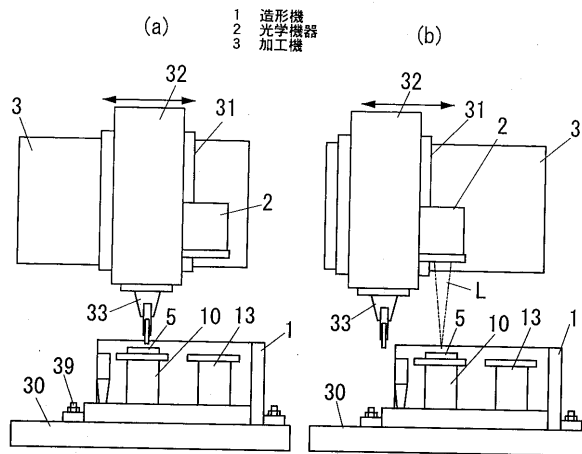
【符号の説明】

【0036】

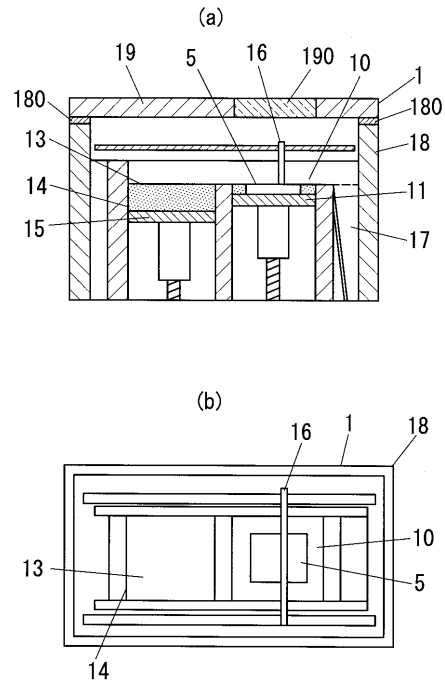
- 1 造形機
- 2 光学機器
- 3 加工機

30

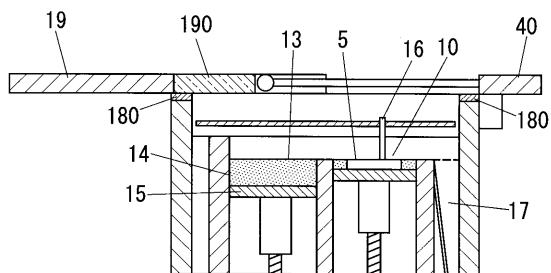
【図 1】



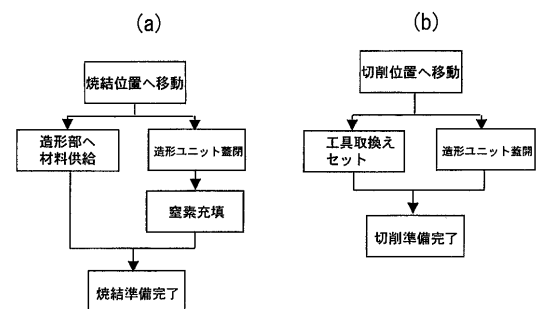
【図 2】



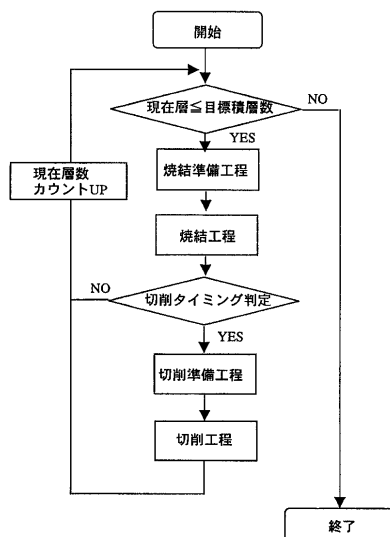
【図 3】



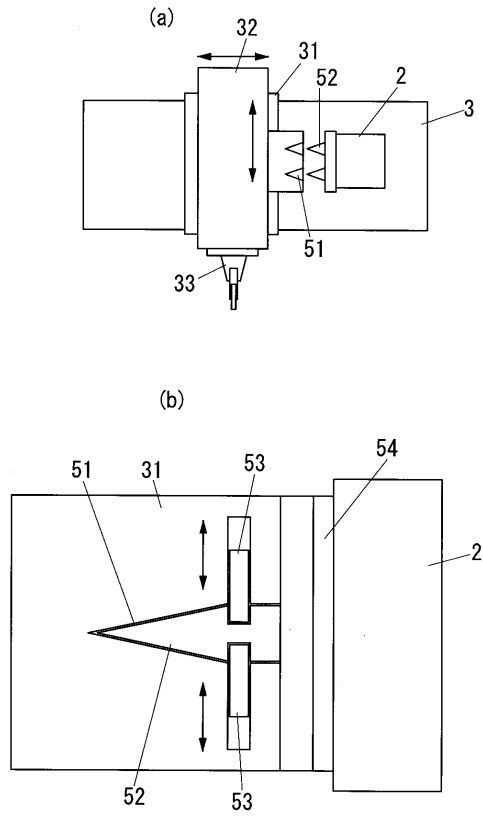
【図 5】



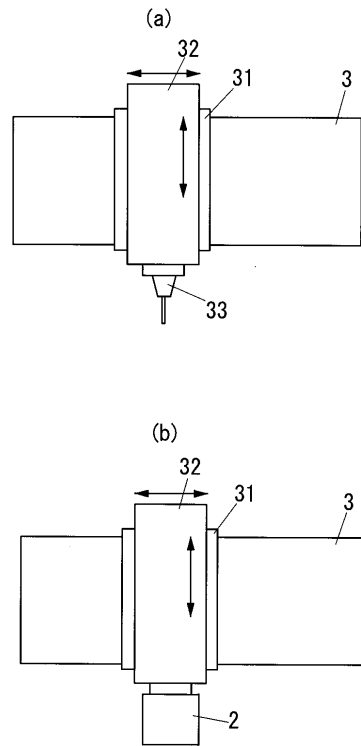
【図 4】



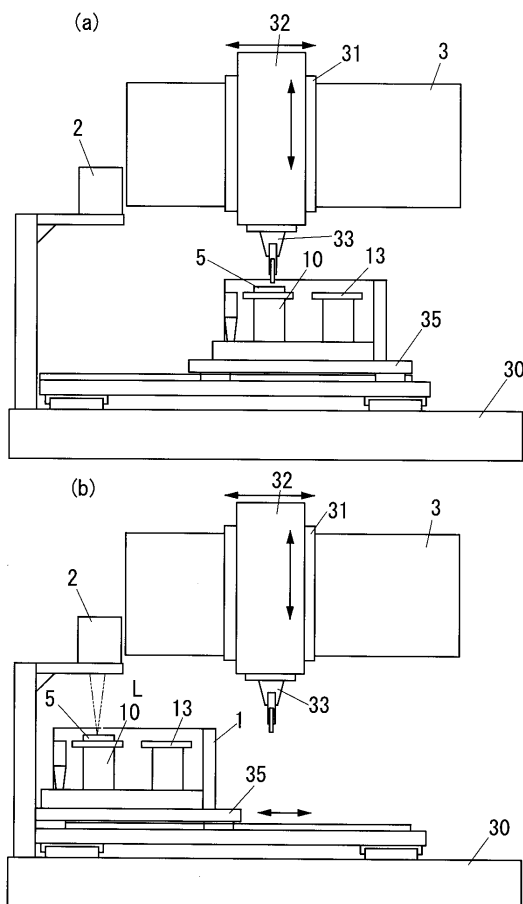
【図 6】



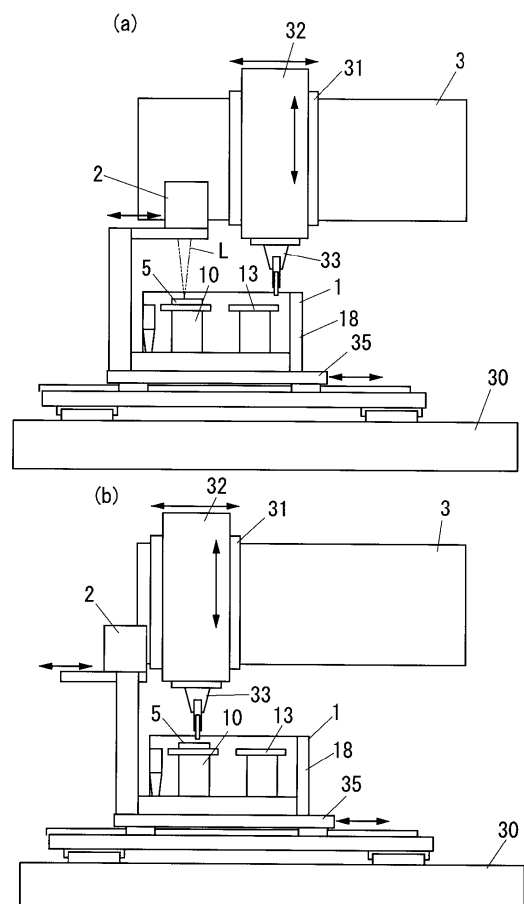
【図 7】



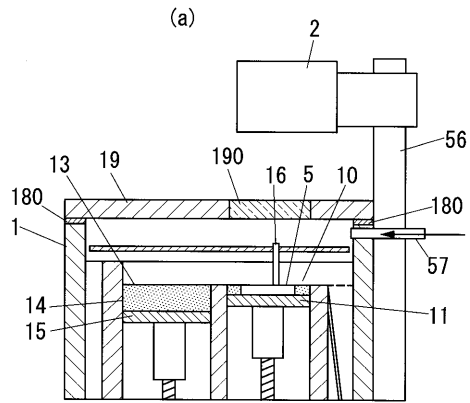
【図 8】



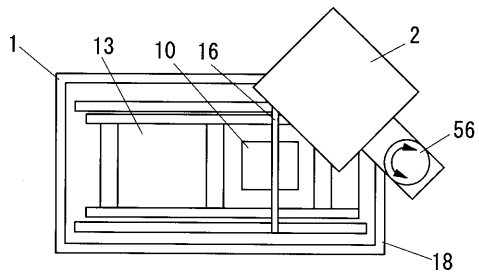
【図 9】



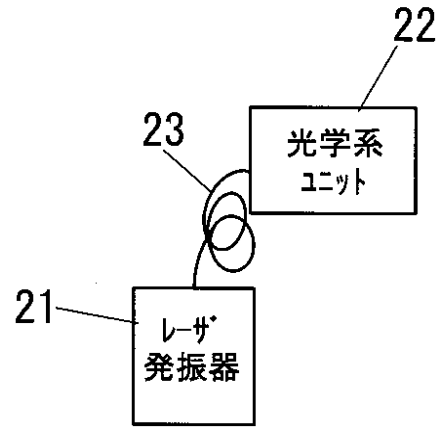
【図 10】



(b)



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 清水 俊
大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

審査官 浅井 雅弘

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 6 2 2 1 (W O , A 1)
特開平 0 6 - 1 5 2 0 3 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 7 7 8 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 2 F 3 / 1 0 5
B 2 2 F 3 / 1 6
B 2 9 C 6 7 / 0 0