

(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 1
B 22 F 3/105	(2006.01) B 22 F 3/105
B 22 F 3/16	(2006.01) B 22 F 3/16
B 22 F 3/24	(2006.01) B 22 F 3/24 G
B 29 C 67/00	(2006.01) B 29 C 67/00
C 04 B 35/64	(2006.01) C 04 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 パナソニック電工株式会社 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	嵐山 裕彦 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
(72) 発明者	阿部 諭 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
(72) 発明者	東 喜万 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

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】

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】

10

【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）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なうことが特開2002-115004公報（特許文献1）に示されている。

【0003】

20

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なっていた。

【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】

30

【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な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なったりすることができるようになしたものである。

【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】

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。

【0009】

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。

【0010】

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とも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ることが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】

【0011】

本発明は、汎用の数値制御工作機械を利用してするために、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】

【0012】

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11が設けられた造形部10及びこの造形部10に粉末を供給して粉末層を形成するための粉末供給部13とを有する造形機1、造形部10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)30と少なくとも3軸制御が可能な主軸台31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32には仕上げ加工のためのエンドミル33がセットされている。そして上記造形機1はテーブル30上にセットされ、上記光学機器2は主軸台31にセットされたものとなっている。

20

【0013】

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18内に造形部10と粉末供給部13とを納めたものとして構成されている。上記造形部10は上下に昇降させることができるステージ11を備え、また粉末供給部13は粉末を納めた粉末タンク14と該粉末タンク14内に上下に昇降自在に配された昇降テーブル15、粉末タンク14内の粉末を造形部10側に供給するとともに均すスキージング用ブレード16からなるものとして形成されている。また上記筐体18内には余剰粉末回収部17が設けられている。

30

【0014】

さらに上記筐体18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40にて開閉される蓋19を備えているとともに、該蓋19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190が設けられている。図中180は蓋19の部分の密閉用のパッキンである。なお、光ビームがYAGレーザである場合には上記窓190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、ZnSeからなるものを用いる。

40

【0015】

上記粉末供給部13は、造形タンク14内で上昇する昇降テーブル15で押し上げられた粉末の最上部の粉末をブレード16が造形部10側へとスライド移動することで造形部10側に供給するものであり、また上記ブレード16で造形部10上の粉末を均すことで所定厚みの粉末層を造形部10に形成する。

【0016】

主軸台31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 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。

【0025】

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を付加したものとして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30上にボルトナット等の固定具39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30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

【0026】

また、光学機器2を主軸台31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。

【0027】

光学機器2を主軸台31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51, 52を主軸台31と光学機器2側とに設けて、爪53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54を光学機器2と主軸台31との間に介在させておくことが好ましい。

20

【0028】

また、図7に示すように、主軸台31のスピンドルヘッド32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33)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31をほぼ同じ位置においておくことができ、主軸台31側面に工学機器2を装着する場合に比して主軸31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。

【0029】

図8に他例を示す。これはテーブル30(もしくはベース)上にアクチュエータによるXY駆動の可動テーブル35を備えた加工機3において、その可動テーブル35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31は可動テーブル35側がXYの2軸についての自由度を有するため、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

【0030】

そしてレーザーLによる焼結時には可動テーブル35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10を移動させ、加工時には主軸台31の直下に造形部10を移動させる。

【0031】

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(XYZ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

【0032】

光学機器2が図9に示すように造形機1における筐体18に取り付けられていてよい。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10の直上位置からスライド移動もしくは図10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10の56は光学機器2の回転移動のための回転軸、57は不活性ガス充填口である。

【0033】

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、図9、図10に示したもののように、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】

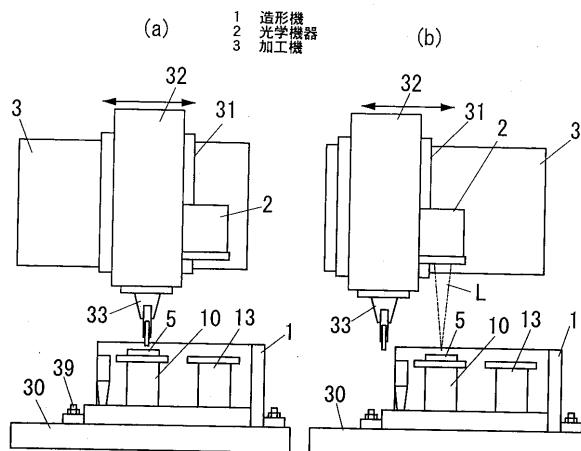
1 造形機

2 光学機器

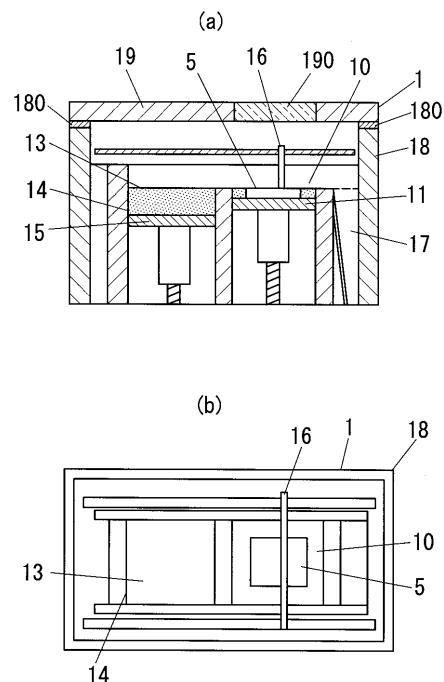
3 加工機

30

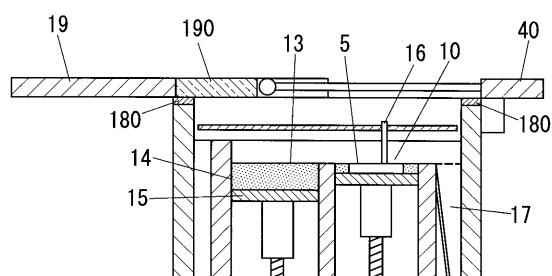
【図1】



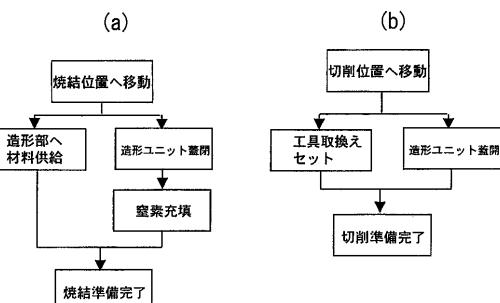
【図2】



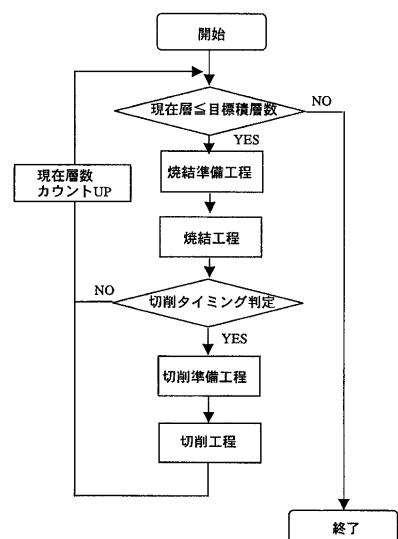
【図3】



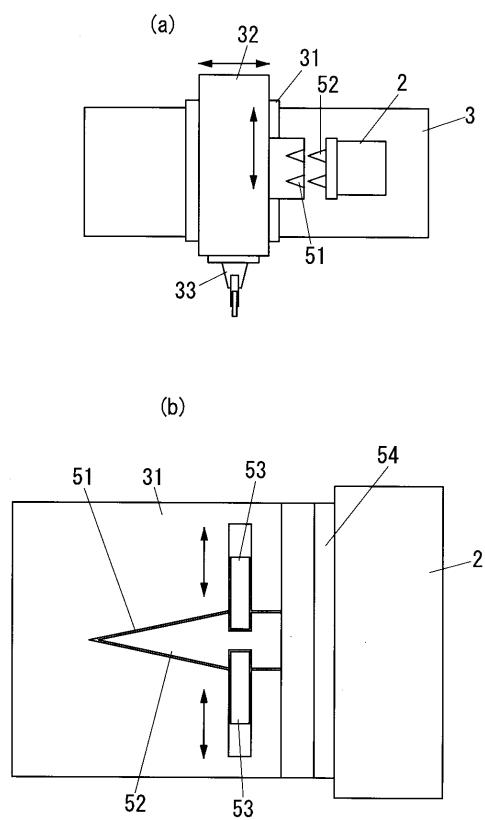
【図5】



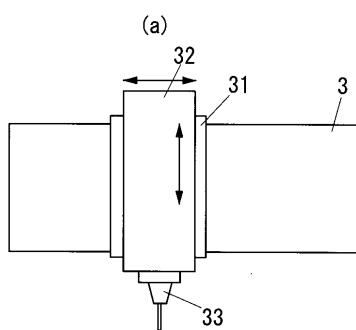
【図4】



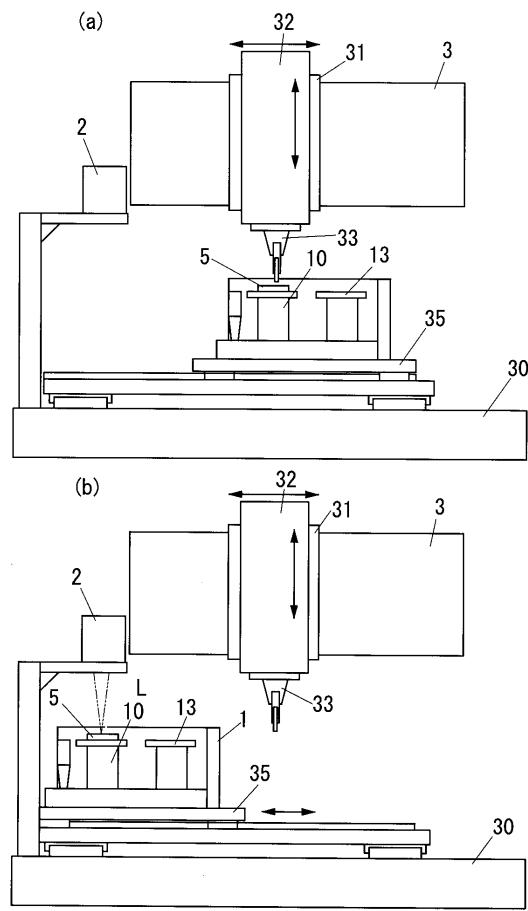
【図6】



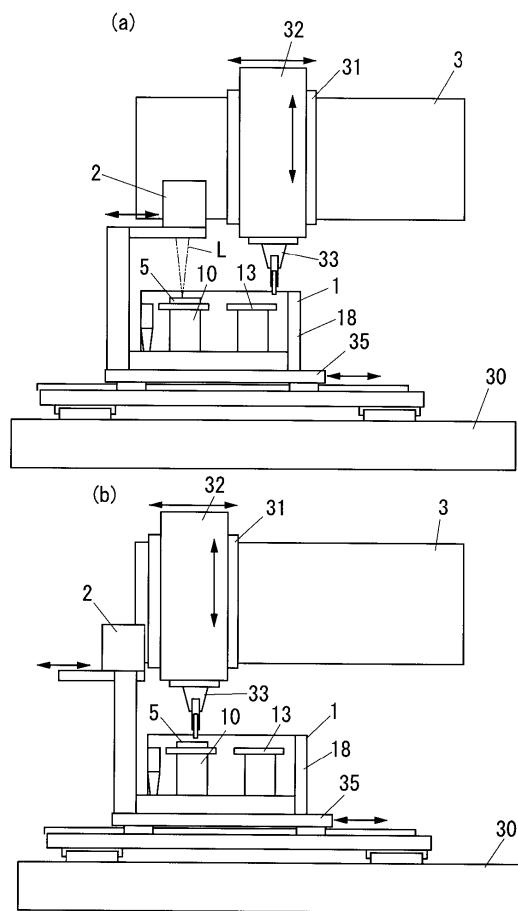
【図7】



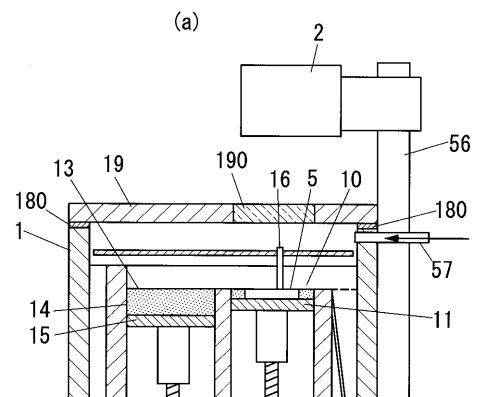
【図8】



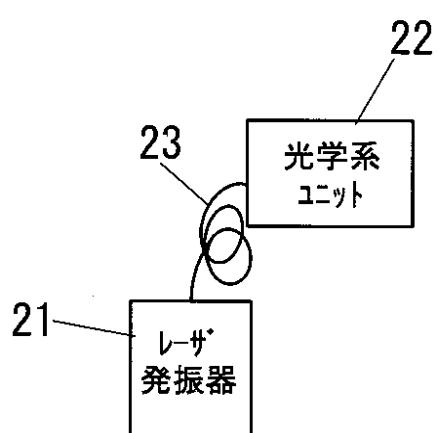
【図9】



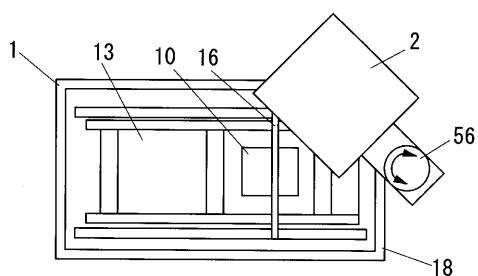
【図10】



【図11】



(b)



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1048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2005/056221 (WO, A1)
特開平06-152036 (JP, A)
特開2004-277878 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22F 3/105
B22F 3/16
B29C 67/00