

(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2005-336547  
(P2005-336547A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

B22F 3/105  
B22F 3/16  
B22F 3/24  
B23K 26/02  
B29C 67/00

F1

B22F 3/105  
B22F 3/16  
B22F 3/24  
B23K 26/02  
B29C 67/00

テーマコード(参考)

2H045  
4E068  
4F213  
4K018

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-156941 (P2004-156941)  
(22) 出願日 平成16年5月26日(2004.5.26)

(71) 出願人 000005832  
松下電工株式会社  
大阪府門真市大字門真1048番地  
(71) 出願人 000146087  
株式会社松浦機械製作所  
福井県福井市漆原町1字沼1番地  
(74) 代理人 100087767  
弁理士 西川 恵清  
(74) 代理人 100085604  
弁理士 森 厚夫  
(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

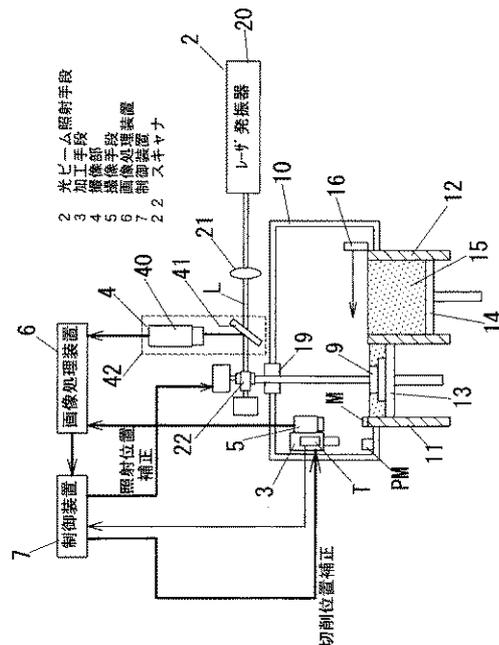
(54) 【発明の名称】 三次元形状造形物の製造装置及びその光ビーム照射位置及び加工位置の補正方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光ビームの照射位置ずれや加工手段による加工位置ずれを的確に補正して精度の高い造形物を製造する。

【解決手段】 造形テーブル13上に形成された粉末層に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段2と、粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段3とを備える。造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された基準マークMの位置を光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて計測する第1の計測手段4と、加工手段に付設されて基準マークの位置を計測する第2の計測手段5と、造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる基準マークの位置情報から光ビームの照射位置の補正量及び加工手段による加工位置の補正量を演算して光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正する制御手段7を備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置において、造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準マークと、該基準マークの位置を上記光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて計測する第1の計測手段と、上記加工手段に付設されて上記基準マークの位置を計測する第2の計測手段と、造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる基準マークの位置情報から光ビームの照射位置の補正量及び加工手段による加工位置の補正量を演算して光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えていることを特徴とする三次元形状造形物の製造装置。

10

**【請求項 2】**

制御手段は、所定位置に向けて照射された光ビームの照射跡を第1の計測手段で計測することで得た光ビームの照射位置補正量に基づいて光ビームの照射位置の補正を行うものであることを特徴とする請求項1記載の三次元形状造形物の製造装置。

**【請求項 3】**

造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置において、造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準マークと、該基準マークの位置及び所定位置に向けて照射された光ビームの照射跡の位置とを計測する第1の計測手段と、上記加工手段に付設されて上記基準マークの位置を計測する第2の計測手段と、造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる基準マークの位置情報から光ビームの照射位置の補正量及び加工手段による加工位置の補正量を演算して光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えていることを特徴とする三次元形状造形物の製造装置。

20

**【請求項 4】**

第2の計測手段が第1の計測手段を兼用していることを特徴とする請求項3記載の三次元形状造形物の製造装置。

30

**【請求項 5】**

造形テーブルの熱影響を受けない位置に設置されるとともに第1の計測手段及び第2の計測手段で位置計測がなされる少なくとも1つの不動基準マークを備えるとともに、制御手段は造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる不動基準マークの位置情報を補正量の取得に用いるものであることを特徴とする請求項1～3のいずれかの項に記載の三次元形状造形物の製造装置。

**【請求項 6】**

第1の計測手段は、その計測時に光ビームの照射光路中に挿入され、非計測時に光ビームの照射光から退避する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の製造装置。

40

**【請求項 7】**

造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置における光ビーム照射位置及び加工手段による加工位置の補正方法であって、造形開始前に造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準マークの位置を上記光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて計測する第1の計測手段で計測す

50

るとともに、加工手段に付設された第2の計測手段によって上記基準マークの位置を計測し、造形途中に第1の計測手段による上記基準マークの位置計測及び第2の計測手段による上記基準マークの位置計測を行い、造形途中の位置計測結果と造形開始前の位置計測結果とから光ビームの照射位置補正量及び加工手段による加工位置の補正量を求めて光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正することを特徴とする三次元形状造形物の製造装置における光ビーム照射位置及び加工位置の補正方法。

【請求項8】

造形テーブルの熱影響を受けない位置に設置された少なくとも1つの不動基準マークの位置を造形開始前及び造形途中に第1の計測手段及び第2の計測手段で計測して、その計測結果を光ビームの照射位置補正量及び加工手段による加工位置の補正量の演算に用いることを特徴とする請求項7記載の三次元形状造形物の製造装置における光ビーム照射位置及び加工位置の補正方法。

10

【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の製造装置、殊に造形途中に造形物の表面の除去加工を行う加工手段を備えている三次元形状造形物の製造装置とその変位補正方法に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

造形テーブル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にあたっては、造形開始前に光ビームの照射位置較正を行っていても、温度変化による光源の位置ずれや光ビーム偏向手段の温度・湿度によるドリフト等の影響で照射位置がずれてくることから、造形途中で照射位置の位置ずれの補正を行うことが特開平8-318574号公報などで提案されている。

【0003】

また、三次元形状造形物の造形途中に、焼結層の積層物としての造形物の表面や不要部の除去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。この除去加工のための加工手段を備えた製造装置においては、光ビーム照射に関する座標系と、加工手段の座標系とを一致させておかななくてはならない。また、光ビームの照射位置のずれに加えて、加工手段の主軸発熱や環境温度変化による機械変形などに起因する切削座標のずれが造形物の加工精度に大きな影響を与える。

30

【0004】

更に高エネルギーの光ビームの照射の影響や加工手段による除去加工時の発熱等を受けて造形テーブルも温度が上昇するとともに変位が生じる。特に加工中に造形テーブルが変位したならば、変位する前に造形していた部分に対して、光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置の双方にずれが生じることになる。

40

【特許文献1】特開平8-318574号公報

【特許文献2】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、各種要因に基づく光ビームの照射位置ずれや加工手段による加工位置ずれを的確に補正することができて精度の高い造形物を製造することができる三次元形状造形物の製造装置と、この製造装置の位置ずれ解消のための補正を簡便に行うことができる光ビーム照射位置及び加工位置の補正方法を提供することを課題とするものである。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するために本発明に係る三次元形状造形物の製造装置は、造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置において、造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準マークと、該基準マークの位置を上記光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて計測する第1の計測手段と、上記加工手段に付設されて上記基準マークの位置を計測する第2の計測手段と、造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる基準マークの位置情報から光ビームの照射位置の補正量及び加工手段による加工位置の補正量を演算して光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えていることに特徴を有している。造形開始前に計測した基準マークの位置座標と、造形途中に計測した基準マークの位置座標とから、光ビームの照射位置の補正及び加工手段による加工位置の補正を行うのである。

10

## 【0007】

上記制御手段は、所定位置に向けて照射された光ビームの照射跡を第1の計測手段で計測することで得た光ビームの照射位置補正量に基づいて光ビームの照射位置の補正を行うものであってもよい。より正確な補正を行うことができる。

## 【0008】

また、造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置において、造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準マークと、該基準マークの位置及び所定位置に向けて照射された光ビームの照射跡の位置とを計測する第1の計測手段と、上記加工手段に付設されて上記基準マークの位置を計測する第2の計測手段と、造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる基準マークの位置情報から光ビームの照射位置の補正量及び加工手段による加工位置の補正量を演算して光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えていることに特徴を有している。この場合においても、光ビームの照射位置の補正及び加工手段による加工位置の補正を的確に行うことができる。この場合、第2の計測手段が第1の計測手段を兼用していてもよい。

20

30

## 【0009】

また、造形テーブルの熱影響を受けない位置に設置されるとともに第1の計測手段及び第2の計測手段で位置計測がなされる少なくとも1つの不動基準マークを備えるとともに、制御手段は造形開始前及び造形中の上記両計測手段から得られる不動基準マークの位置情報を補正量の取得に用いるものであってもよい。より正確な補正量を得ることができる。

## 【0010】

さらには、第1の計測手段は、その計測時に光ビームの照射光路中に挿入され、非計測時に光ビームの照射光から退避するものであることが好ましい。

40

## 【0011】

そして本発明に係る三次元形状造形物の製造装置における光ビーム照射位置及び加工位置の補正方法は、造形テーブル上に形成された粉末層の所定箇所に光ビームを照射して照射位置の粉末を焼結する光ビーム照射手段と、造形テーブル上及び既に焼結された焼結層上に粉末層を供給する粉末層形成手段と、焼結層の形成の繰り返しの間に焼結層の積層物としての造形物の表面の機械加工を行う加工手段とを備えた三次元形状造形物の製造装置における光ビーム照射位置及び加工手段による加工位置の補正方法であって、造形開始前に造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された少なくとも1つの基準

50

マークの位置を上記光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて計測する第1の計測手段で計測するとともに、加工手段に付設された第2の計測手段によって上記基準マークの位置を計測し、造形途中に第1の計測手段による上記基準マークの位置計測及び第2の計測手段による上記基準マークの位置計測を行い、造形途中の位置計測結果と造形開始前の位置計測結果とから光ビームの照射位置補正量及び加工手段による加工位置の補正量を求めて光ビームの照射位置及び加工手段による加工位置を補正することに特徴を有している。

【0012】

造形テーブルの熱影響を受けない位置に設置された少なくとも1つの不動基準マークの位置を造形開始前及び造形途中に第1の計測手段及び第2の計測手段で計測して、その計測結果を光ビームの照射位置補正量及び加工手段による加工位置の補正量の演算に用いるものであってもよい。

10

【発明の効果】

【0013】

請求項1の発明に係る製造装置においては、造形テーブルもしくは造形テーブルを外包する位置に設置された基準マークの位置を光ビーム照射手段におけるスキャン光学系を通じて第1の計測手段で計測することと、加工手段に付設された計測手段で計測することとを、造形開始前及び造形途中に行うために、造形テーブルの熱変形や光ビーム照射手段におけるスキャン光学系の熱変形あるいは温度ドリフト、加工手段の主軸発熱等に起因する変形等の各種原因を含む位置ずれの補正を行うことができるものであり、このために正確な造形を行うことができる。

20

【0014】

また請求項3の発明においては、第1の計測手段が基準マークの位置及び所定位置に向けて照射された光ビームの照射跡の位置とを計測するために、やはり各種原因を含む位置ずれの補正を行うことができるものであり、このために正確な造形を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明を添付図面に示す実施形態に基いて説明すると、図1は本発明に係る三次元形状造形物の製造装置を示しており、内部空間を窒素雰囲気等の不活性状態に保持するチャンパー10内には造形タンク11と材料タンク12、材料タンク12とともに粉末層形成手段を構成するスキージングブレード16、加工手段3等が配設されている。図中13は造形タンク11内で上下動を行う造形テーブル、14は材料タンク12内で上下動を行う昇降テーブルである。

30

【0016】

上記チャンパー10上には、光ビーム照射手段2におけるレーザ発振器20から出力されて集光レンズ21を経た光ビームLを光透過窓19を通じて上記造形テーブル13上に導くガルバノメータからなるスキャナ22が配設されている。

【0017】

また、光ビーム照射手段2の光ビームLの光路中で集光レンズ21とスキャナ22との間には、反射ミラー41と撮像手段40とこの両者を移動させるための一軸テーブルのような移動機構42とからなる撮像部4が配設されている。第1の計測手段を構成する該撮像部4は、光ビームLを出力して光造形を行っている間は、図2(b)に示すように、上記光路から退避しており、光ビームLの照射位置補正のために位置ずれ検出を行う時、図2(a)に示すように上記光路中に挿入される。

40

【0018】

上記反射ミラー41に代えてハーフミラーを光路中に常時挿入しておくことも考えられるが、この場合、上記移動機構42は不要になるものの、ハーフミラーの屈折率による照射位置の位置ずれや、透過率による光ビームLの減衰の問題があるために、ここでは撮像部4を光路中に出し入れするようにしている。図3に示すように、移動機構42で移動するテーブル上にレーザ発振器20及び集光レンズ21と撮像手段40とを載せて、切り替

50

えるようにしてもよい。この場合、反射ミラー 4 1 は不要となる。

【 0 0 1 9 】

前記加工手段 3 は、造形テーブル 1 3 上の造形途中や造形完了後の造形物 9 の表面を切削加工するためのもので、X Y 駆動機構で切削加工位置を可変としている切削加工機で構成されており、その主軸軸頭には第 2 の計測手段である撮像手段 5 が付設されている。

【 0 0 2 0 】

そして上記撮像部 4 及び撮像手段 5 から得られる画像出力は、画像処理装置 6 に導かれ、画像処理装置 6 による画像処理で生成された位置情報が、光ビーム照射手段 2 や加工手段 3 を含む本製造装置の動作制御を司る制御装置 7 に送られる。

【 0 0 2 1 】

このものにおける三次元形状造形物の製造は、次のようにして行われる。すなわち、昇降テーブル 1 4 の上昇で材料タンク 1 2 から溢れさせた材料粉末を造形テーブル 1 3 上面の造形用ベース表面にブレード 1 6 で供給すると同時にブレード 1 6 で均すことで第 1 層目の粉末層を形成し、この粉末層の硬化させたい箇所に光ビーム L を照射して金属粉末を焼結させてベース 2 2 と一体化した焼結層を形成する。

【 0 0 2 2 】

この後、造形テーブル 1 3 を少し下げて再度金属粉末を供給してブレード 1 6 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光ビーム L を照射して粉末を焼結させて下層の焼結層と一体化した焼結層を形成する。

【 0 0 2 3 】

造形テーブル 1 3 を下降させて新たな粉末層を形成し、光ビーム L 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 L の照射経路（ハッチング経路）は、造形物の三次元 CAD データから作成する。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（例えば粉末層の厚みを 0 . 0 5 mm とする場合、0 . 0 5 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。

【 0 0 2 4 】

また、上記粉末層を形成しては光ビーム L を照射して焼結層を形成することを繰り返していく間に、複数の焼結層の厚みがたとえば加工手段 3 における切削加工工具の工具長さなどから求めた所要の値になれば、いったん加工手段 3 を作動させ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、切削加工工具（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 . 0 5 mm であるならば、6 0 層以下の焼結層を形成した時点で、加工手段 3 を作動させる。この加工手段 3 による切削加工により、造形物表面に付着した粉末による低密度表面層の除去を含む表面仕上げを行う。加工手段 3 による切削加工経路は、光ビーム 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。

【 0 0 2 5 】

このように、光ビーム L の照射による造形と、加工手段 3 による切削加工とを併用することから、この製造装置による造形物の製造に際しては、まず光ビーム照射に関する座標系と、加工手段の座標系とを一致させる初期位置補正を行うが、ここでは初期位置補正を済ませた後に生ずる位置ずれ量の検出とその補正について説明すると、上記造形テーブル 1 3 またはこれを外包する造形タンク 1 1 の所定位置には、基準マーク M を設置してある。また、造形タンク 1 1 や材料タンク 1 2 外で前記の撮像部 4 がスキャナー 2 2 を介して撮像することができるのと同時に加工手段 3 に付設された撮像手段 5 が撮像することができる範囲内のところに、不動基準マーク P M を設置してある。この不動基準マーク P M は、光ビーム照射時や加工手段 3 による加工時の熱的影響を受けない上に、造形テーブル 1 3 を高温にする場合もその熱的影響を受けない位置に設置してある。なお、基準マーク M や不動基準マーク P M には、金属ブロック表面に直径 1 mm 程度の孔を明けたものを用いているが、この形態に限定されるものではない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

そして、造形を開始するにあたっては、まず撮像部 4 を光路中に挿入するとともに、スキャナ 2 2 を不動基準マーク P M が撮像部 4 の撮像視野内に入る角度（この角度（ $G \times 0$  ,  $G y 0$ ）は予め求めておく）として、不動基準マーク P M を撮像部 4 で撮像し、図 5 に示すように、得られた画像内の不動基準マーク画像 P M 0 の座標（ $S \times 0$  ,  $S y 0$ ）を画像処理装置 6 において求める。同様に、スキャナ 2 2 を基準マーク M が撮像部 4 の撮像視野内に入る角度（この角度（ $G \times 1$  ,  $G y 1$ ）は予め求めておく）として、基準マーク M を撮像部 4 で撮像し、図 6 に示すように、得られた画像内の基準マーク画像 M 0 の座標（ $S \times 1$  ,  $S y 1$ ）を画像処理装置 6 において求める。

## 【 0 0 2 7 】

さらに加工手段 3 に付設された撮像手段 5 においても、不動基準マーク P M が撮像手段 5 の撮像視野内に入る位置（この位置（ $C \times 0$  ,  $C y 0$ ）は予め求めておく）として、不動基準マーク P M を撮像手段で撮像し、得られた画像内の不動基準マーク画像 P M 0 の座標（ $T \times 0$  ,  $T y 0$ ）を画像処理装置 6 において求める。同様に、基準マーク M が撮像手段 5 の撮像視野内に入る位置（この位置（ $C \times 1$  ,  $C y 1$ ）は予め求めておく）として、基準マーク M を撮像手段 4 で撮像し、得られた画像内の基準マーク画像 M 0 の座標（ $T \times 1$  ,  $T y 1$ ）を画像処理装置 6 において求める。

## 【 0 0 2 8 】

このように初期位置を求めておいた後、実際の加工を行い、所定時間が経過した時点や加工手段 3 による加工の開始前もしくは開始後、あるいは加工手段 3 に設置した熱電対などの温度計測手段 T で常時計測される加工手段 3 の温度（加工手段 3 の駆動用モータの発熱温度等）が所定値になった時などに、再度、スキャナ 2 2 を上記角度（ $G \times 0$  ,  $G y 0$ ）,（ $G \times 1$  ,  $G y 1$ ）にした状態での不動基準マーク画像 P M 0 ' の座標（ $S \times 0$  ' ,  $S y 0$  '）及び基準マーク画像 M 0 ' の位置座標（ $S \times 1$  ' ,  $S y 1$  '）を求めるとともに、加工手段 3 を上記位置（ $C \times 0$  ,  $C y 0$ ）,（ $C \times 1$  ,  $C y 1$ ）にした時の不動基準マーク画像 P M 0 ' の位置座標（ $T \times 0$  ' ,  $T y 0$  '）及び基準マーク画像 M 0 ' の位置座標（ $T \times 1$  ' ,  $T y 1$  '）を求める。

## 【 0 0 2 9 】

そして不動基準マーク画像 P M 0 の座標（ $S \times 0$  ,  $S y 0$ ）と不動基準マーク画像 P M 0 ' の座標（ $S \times 0$  ' ,  $S y 0$  '）の図 5 に示す差分（ $X 0$  ,  $Y 0$ ）、基準マーク画像 M 0 の座標（ $S \times 1$  ,  $S y 1$ ）と基準マーク画像 M 0 ' の座標（ $S \times 1$  ' ,  $S y 1$  '）の図 6 に示す差分（ $X 1$  ,  $Y 1$ ）として求められる光ビーム L の照射位置の位置ずれ量を検出してこれを光ビーム照射に関する補正量とするものであり、また不動基準マーク画像 P M 0 , P M 0 ' の座標（ $T \times 0$  ,  $T y 0$ ）,（ $T \times 0$  ' ,  $T y 0$  '）の差分、基準マーク画像 M 0 , M 0 ' の座標（ $T \times 1$  ,  $T y 1$ ）,（ $T \times 1$  ' ,  $T y 1$  '）の差分として求められる加工手段 3 による加工位置の位置ずれ量を検出してこれを加工に関する補正量とする。

## 【 0 0 3 0 】

これら補正は、不動基準マーク P M の座標（ $S \times 0$  ,  $S y 0$ ）（ $T \times 0$  ,  $T y 0$ ）を原点として行う。なお、基準マーク M の位置ずれ量が造形テーブル 1 1 上に形成される造形物の熱影響による位置ずれ量と同一ではない場合もあるが、これは予め求めておいた両者の相関係数を乗ずることとする。

## 【 0 0 3 1 】

上記差分（ $X 0$  ,  $Y 0$ ）は、スキャナ 2 2 に起因する位置ずれであり、差分（ $X 1$  ,  $Y 1$ ）はスキャナ 2 2 に起因する位置ずれと造形タンク 1 1 の変形によるずれとを含んだものとなり、更に不動基準マーク画像 P M 0 , P M 0 ' の座標（ $T \times 0$  ,  $T y 0$ ）,（ $T \times 0$  ' ,  $T y 0$  '）の差分は加工手段 3 の主軸発熱等に起因する加工手段 3 の位置ずれ、基準マーク画像 M 0 , M 0 ' の座標（ $T \times 1$  ,  $T y 1$ ）と座標（ $T \times 1$  ' ,  $T y 1$  '）の差分は加工手段 3 の熱変形と造形タンク 1 1 側の熱変形を含んだものとなるために、スキャナ 2 2 の変形や温度ドリフト、造形タンク 1 1 側の熱変形、加工手段 3 の熱変形

10

20

30

40

50

等の各要因を全て含んだ位置ずれ量を求めることができ、位置ずれの影響を受けることがない造形を行うことができる。なお、基準マークMは1点だけでなく、たとえば造形タンク11の対角線上などに一対設けてこれらの位置を計測することで、より確実な位置ずれ量の検出及び補正を行うことができる。

#### 【0032】

なお、上記補正は、スキャナ22を角度( $G \times 0, G \times 1$ ), ( $G \times 0, G \times 1$ )にセットした時、光ビームLの照射位置が夫々不動基準マークPMの位置及び基準マークMの位置にくることを前提としているとともに、このようになるように、光ビームLの光軸と撮像部4の光軸とを合わせているが、実際には少々ずれてしまうことから、光ビーム照射装置2の座標系と加工手段3の座標系とを一致させる初期較正時にこのずれは補正しておく。この補正は、たとえばアクリル板や感熱紙などを不動基準マークPMの位置及び基準マークMの位置に置いた状態で、スキャナ22を上記角度( $G \times 0, G \times 1$ ), ( $G \times 0, G \times 1$ )にセットして光ビームLを照射して照射跡LM0, LM1を形成し、次いでスキャナ22の角度を上記の値としたままで照射跡LM0, LM1を撮像部4で撮像して画像処理することで照射跡LM0, LM1の座標( $X_0, Y_0$ ), ( $X_1, Y_1$ )を求めて、これら座標( $X_0, Y_0$ ), ( $X_1, Y_1$ )と上記座標( $S \times 0, S \times 1$ ), ( $S \times 0, S \times 1$ )との差分( $X, Y$ ), ( $X', Y'$ )を求めてこの差分に基づいて行う(図5, 6参照)。

10

#### 【0033】

造形途中にもスキャナ22を角度( $G \times 0, G \times 1$ ), ( $G \times 0, G \times 1$ )にセットして光ビームLを照射した時の照射跡LM0', LM1'の位置を求めることで、造形中に光ビーム照射装置2と撮像部4との間に光軸ずれが生じて、これに対処することができる。この補正の詳細については後述する。

20

#### 【0034】

ところで、上述したところから明らかなように、不動基準マークPMの測定は絶対に必要なものではなく、基準マークMの測定だけで補正を行うようにしてもよい。この場合、スキャナ22のみに起因するずれ量や、加工手段3の熱変形のみ起因するずれ量を求めることはできないが、基準マークMの座標を求めることで、スキャナ22や加工手段3の主軸発熱による熱変形を含んだ補正を行うことができる。また、基準マークMの測定だけで補正を行う場合にも、基準マークMと照射跡LM1との測定を行うことによる差分( $X', Y'$ )に基づいた補正が有効なのはもちろんである。

30

#### 【0035】

加えるに、基準マークMとこの基準マークMに向けて光ビームLを照射したことで形成された照射跡LM1とを加工開始前及び造形途中に撮像部4で撮像することにより光ビームの照射位置の補正量を求め、撮像手段5で基準マークMの位置を加工開始前及び造形途中に撮像することで、加工手段3による加工位置の補正量を求めることもできる。

#### 【0036】

また、光ビーム照射装置2の補正のためのずれ量を撮像部4で撮像した画像から求める場合を示したが、スキャナ22を角度( $G \times 0, G \times 1$ ), ( $G \times 0, G \times 1$ )にセットして光ビームLを照射することで照射跡LMを形成する場合、撮像部4も必須のものではない。切削手段3に付設された撮像手段5で照射跡LMと基準マークMとを造形開始前及び造形途中で夫々撮影してその座標から位置ずれ量を得ることで、光ビーム照射装置2の補正を行うことができるからである。この場合、光ビーム照射装置2の補正のために得た補正量から加工手段3の熱変形の影響を取り除くために、撮像手段5による不動基準マークPMの座標取得は必須となる。

40

#### 【0037】

基準マークM及び不動基準マークPMがそれぞれ一つである場合について示したが、前述のように基準マークMを複数設けてもよい。不動基準マークPMについても同様である。次に不動基準マークPMが一つ、基準マークMが二つである場合の補正の具体例について説明する。

50

## 【 0 0 3 8 】

今、図 7 に示すように、造形開始前と造形途中の不動基準点 P M の位置が  $(X_{m1}, Y_{m1})$ 、 $(X_{m10}, Y_{m10})$ 、造形開始前と造形途中の第 1 基準点 M の位置が  $(X_2, Y_2)$ 、 $(X_{20}, Y_{20})$ 、造形開始前と造形途中の第 2 基準点 M の位置が  $(X_3, Y_3)$ 、 $(X_{30}, Y_{30})$  であった場合、不動基準点 P M の位置から求めた  $X_0 = X_{m1} - X_{m10}$ 、 $Y_0 = Y_{m1} - Y_{m10}$  の値だけ、第 1 基準点 M の位置及び第 2 基準点 M の位置を平行移動させて軸の原点出しを行う。つまり、 $X_2' = X_2 + X_0$ 、 $Y_2' = Y_2 + Y_0$ 、 $X_3' = X_3 + X_0$ 、 $Y_3' = Y_3 + Y_0$  を求め、更に第 1 基準点 M 及び第 2 基準点 M の初期位置との差分  $X_2$ 、 $Y_2$ 、 $X_3$ 、 $Y_3$  ( $X_2 = X_2' - X_{20}$ 、 $Y_2 = Y_2' - Y_{20}$ 、 $X_3 = X_3' - X_{30}$ 、 $Y_3 = Y_3' - Y_{30}$ ) を求める。

10

## 【 0 0 3 9 】

次いでオフセット補正值としての平行移動成分  $x_p = (X_2 + X_3) / 2$ 、 $y_p = (Y_2 + Y_3) / 2$  を求め、更に拡大縮小成分  $L_x = X_{20} - X_{30}$ 、 $L_y = Y_{20} - Y_{30}$ 、 $L_x = X_2' - X_3'$ 、 $L_y = Y_2' - Y_3'$  を求め、X 軸についてのゲイン補正倍率  $K_x = L_x / L_{x0}$  及び Y 軸についてのゲイン補正倍率  $K_y = L_y / L_{y0}$  を求める。そして光ビーム照射位置は  $(x_p, y_p)$  ずらして  $(K_x, K_y)$  倍することで照射するのである。

## 【 0 0 4 0 】

なお、基準マーク M 及び不動基準マーク P M がそれぞれ一つである場合の補正は、求めた補正量だけ位置をずらす処理をすればよい。

20

## 【 0 0 4 1 】

次に光ビーム照射跡を用いるとともに撮像部 4 ではなく加工手段 3 に設けた撮像手段 5 を利用して補正を行う場合について図 8 に基づいて詳述する。切削座標系と光ビーム照射の座標系とを一致させた状態において、撮像手段 5 によって不動基準点 P M 及び基準点 M を撮像して画像処理によってその位置を求める。この時に得られた不動基準点 P M の位置  $(x_{10}, y_{10})$  及び基準点 M の位置  $(x_{20}, y_{20})$  が切削加工座標系の初期値となる。

## 【 0 0 4 2 】

ついで、アクリル板や感熱紙などを予め定めた位置に置いて光ビーム L を照射して照射跡 L M 0 を形成し、そして撮像手段 5 を上記の定めた位置に移動させて照射跡 L M 0 の位置  $(x_0, y_0)$  を計測する。

30

## 【 0 0 4 3 】

この後、造形途中で再度照射跡不動基準マーク P M の位置及び基準マーク M の位置の撮像手段 5 による位置の再計測を行う。この時の不動基準点 P M の位置を  $(x_1, y_1)$ 、基準点 M の位置  $(x_2, y_2)$  とする。

## 【 0 0 4 4 】

さらに再度アクリル板や感熱紙などを予め定めた位置に置いて光ビーム L を照射して照射跡 L M 0 を形成し、そして撮像手段 5 を上記の定めた位置に移動させて照射跡 L M 0 の位置  $(X, Y)$  を計測する。

40

## 【 0 0 4 5 】

補正量は次のように算出する。まず不動基準点 P M の初期値からの位置ずれ量  $X_1 = x_1 - x_{10}$ 、 $Y_1 = y_1 - y_{10}$  を求めて、この値で上記 X、Y の位置及び基準点 M の位置をずらす。つまり  $X' = X + X_1$ 、 $Y' = Y + Y_1$ 、 $x_2' = x_2 + X_1$ 、 $y_2' = y_2 + Y_1$  を求める。

## 【 0 0 4 6 】

さらに初期値との差分  $A = X' - X_0$ 、 $B = Y' - Y_0$  を求める。これが光ビーム照射系についてのみの補正量となる。

## 【 0 0 4 7 】

また、基準点 M の変動分を加えることで、切削系の補正量  $C = x_2' - x_{20}$ 、 $D$

50

=  $y_2' - y_2_0$  を求める。

【0048】

基準点Mの変動を含めた光ビームの補正量は  $A + C$ 、  $B + D$ となる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の実施の形態の一例におけるブロック図である。

【図2】(a)(b)は同上の第1の計測手段である撮像部の動作を示す側面図である。

【図3】同上の他例の部分側面図である。

【図4】同上のフローチャートである。

【図5】同上の動作説明図である。

【図6】同上の動作説明図である。

【図7】同上の動作説明図である。

【図8】同上の動作説明図である。

【符号の説明】

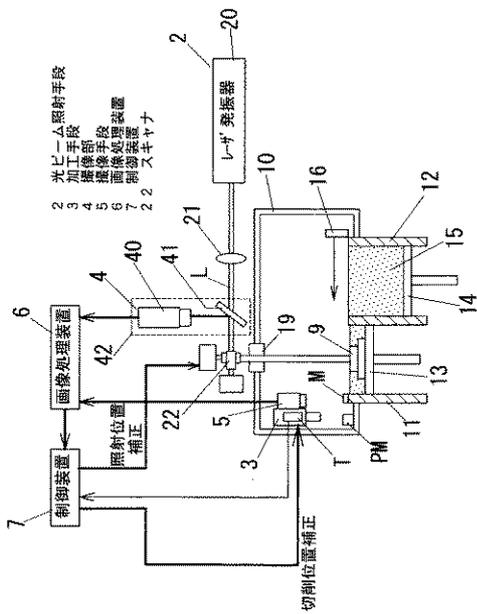
【0050】

- 2 光ビーム照射手段
- 3 加工手段
- 4 撮像部
- 5 撮像手段
- 6 画像処理装置
- 7 制御装置
- 22 スキャナ

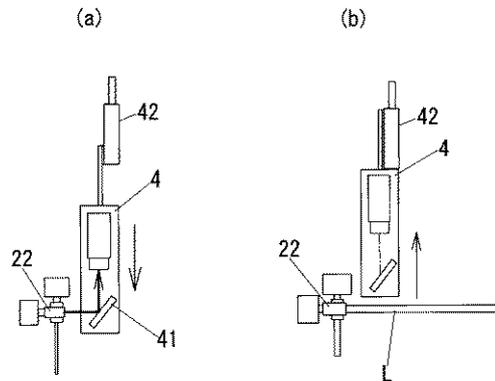
10

20

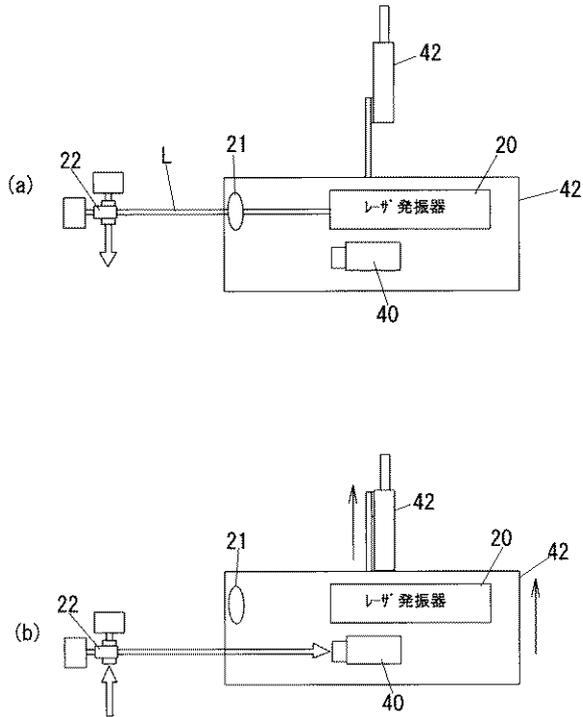
【図1】



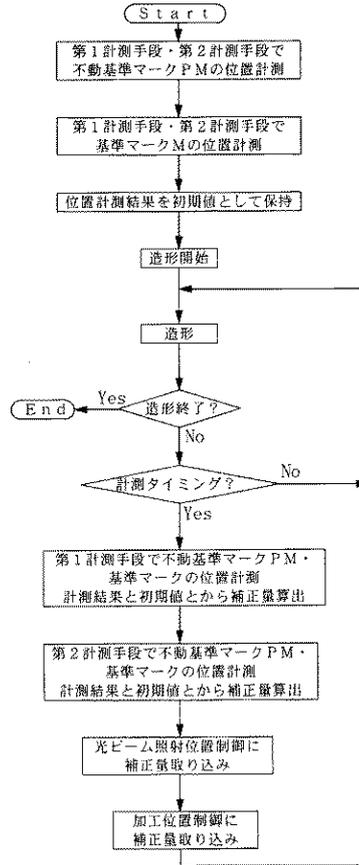
【図2】



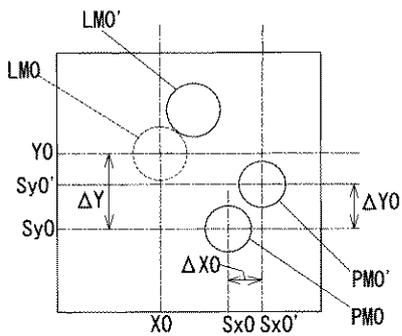
【 図 3 】



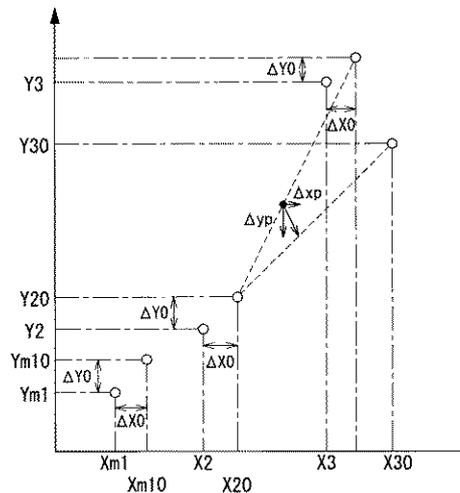
【 図 4 】



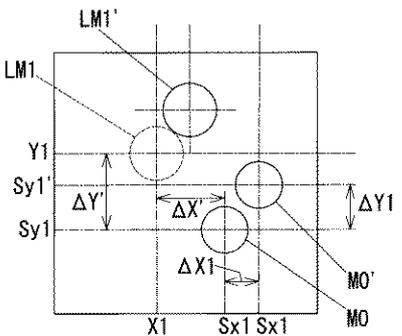
【 図 5 】



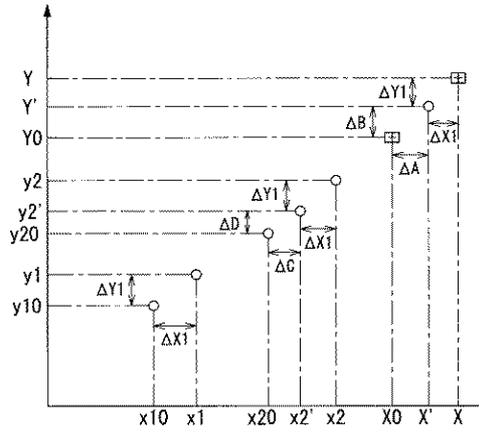
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード(参考)  
 G 0 2 B 26/10 G 0 2 B 26/10 C

- (72)発明者 峠山 裕彦  
 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
- (72)発明者 阿部 諭  
 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
- (72)発明者 不破 勲  
 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
- (72)発明者 富田 誠一  
 福井県福井市漆原町 1 字沼 1 番地 株式会社松浦機械製作所内
- (72)発明者 前田 敏男  
 福井県福井市漆原町 1 字沼 1 番地 株式会社松浦機械製作所内
- (72)発明者 滝波 範男  
 福井県福井市漆原町 1 字沼 1 番地 株式会社松浦機械製作所内

F ターム(参考) 2H045 AB54 DA11  
 4E068 AH02 CA14 CB02 CB09 CC02 DB01  
 4F213 AC04 AP06 AR07 WA22 WA25 WA97 WB01 WL02 WL12 WL34  
 WL43 WL76 WL85  
 4K018 CA44 DA23 EA51 FA06 HA10