

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年12月8日 (08.12.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/115663 A1

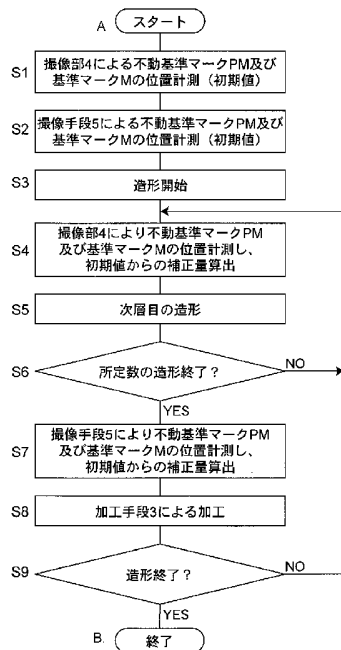
- (51) 国際特許分類: B22F 3/105, 3/24, B29C 67/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/009552
- (22) 国際出願日: 2005年5月25日 (25.05.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-156941 2004年5月26日 (26.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電工株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 Osaka (JP). 株式会社松浦機械製作所 (MATSUURA MACHINERY CORPORATION) [JP/JP]; 〒9108530 福井県福井市漆原町1字沼1番地 Fukui (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 東喜万 (HIGASHI, Yoshikazu) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 峠山裕彦 (TOGEYAMA, Hirohiko) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 阿部諭 (ABE, Satoshi) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 不破勲 (FUWA, Isao) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 富田誠一 (TOMITA, Seichi) [JP/JP]; 〒9108530 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 Fukui (JP). 前田敏男 (MAEDA, Toshio) [JP/JP]; 〒9108530 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 Fukui (JP). 滝波範男 (TAKINAMI, Norio) [JP/JP]; 〒9108530 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 Fukui (JP).

[続葉有]

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL SHAPE MODEL PRODUCING METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 三次元形状造形物の製造方法及び製造装置



- A... START
- S1... MEASURE POSITIONS OF FIXED REFERENCE MARK PM AND REFERENCE MARK M BY MEANS OF IMAGING SECTION 4 (INITIAL VALUES)
- S2... MEASURE POSITIONS OF FIXED REFERENCE MARK PM AND REFERENCE MARK M BY MEANS OF IMAGING SECTION 5 (INITIAL VALUES)
- S3... START MODELING
- S4... MEASURE POSITIONS OF FIXED REFERENCE MARK PM AND REFERENCE MARK M BY MEANS OF IMAGING SECTION 4 AND CALCULATE CORRECTIONS FROM INITIAL VALUES
- S5... PERFORM MODELING OF NEXT LAYER
- S6... MODELING OF PREDETERMINED NUMBER ENDED?
- S7... MEASURE POSITIONS OF FIXED REFERENCE MARK PM AND REFERENCE MARK M BY MEANS OF IMAGING MEANS 5 AND CALCULATE CORRECTIONS FROM INITIAL VALUES
- S8... PERFORM MACHINING BY MACHINING MEANS 3
- S9... MODELING ENDED?
- B... END

(57) Abstract: Before modeling, the initial position of at least one interlock reference mark provided near a model is measured by first position measuring means, and the initial position of the interlock reference mark is measured by second position measuring means disposed to machining means. During modeling, the position of the interlock reference mark is measured by the first and second position measuring means. According to the initial position of the interlock reference mark before modeling and the positions of the interlock reference mark measured by the first and second position measuring means during modeling, the position to which a light beam is applied and the position of the machining by the machining means are corrected.

[続葉有]

WO 2005/115663 A1



(74) 代理人: 河宮 治, 外(KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 I M P ビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

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: 造形前に、第 1 の位置計測手段により造形物の近傍に設けられた少なくとも 1 つの連動基準マークの初期位置を計測するとともに、加工手段に設けられた第 2 の位置計測手段により上記連動基準マークの初期位置を計測し、造形途中に上記第 1 の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測及び上記第 2 の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測を行い、造形前の上記連動基準マークの初期位置と造形途中に上記第 1 及び第 2 の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置とに基づい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ようにした。

明 細 書

三次元形状造形物の製造方法及び製造装置

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技術に関し、さらに詳しくは、造形途中に造形物の表面の除去加工を行う場合において、光ビームの照射位置及び造形物表面の加工位置を補正するようにした三次元形状造形物の製造方法及び製造装置に関するものである。

背景技術

- [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)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新たな焼結層を形成し、このような操作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際し、造形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、例えば特許文献1に提案されている。
- [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、例えば特許文献2に開示されている。

特許文献1:特開平8-318574号公報

特許文献2:特開2002-115004号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、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。

[0005] さらに、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すると、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。

[0006] 本発明は、従来技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、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、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方法及び製造装置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

[0007] 上記目的を達成するため、本発明は、粉末層の所定箇所に光ビームを照射して焼結層を形成し、該焼結層上に新たな粉末層を供給してその所定箇所に光ビームを照射して別の焼結層を形成し、形成された複数層の焼結層の表面の機械加工を行うことにより目的の三次元形状造形物を製造する方法であって、造形前に、第1の位置計測手段により造形物の近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークの初期位置を計測するとともに、加工手段に設けられた第2の位置計測手段により上記連動基準マークの初期位置を計測し、造形途中に上記第1の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測及び上記第2の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測を行い、造形前の上記連動基準マークの初期位置と造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置とに基づい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ようにしたことを特徴とする。

[0008] また、上記連動基準マークより離隔した不動基準マークの位置を造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測して、造形前の上記連動基準マークと上記不動基準マークとの差分、及び、造形途中の上記連動基準マークと上記不動基準マークとの差分に基づい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ようにしている。

[0009] また、上記光ビームの照射位置の補正を少なくとも1層毎に行う一方、上記加工手段による加工位置の補正を複数層毎に行うのが好ましい。

- [0010] さらに、本発明は、造形テーブルと、該造形テーブル上に粉末を供給して粉末層を形成する粉末層形成手段と、該粉末層形成手段により形成された粉末層の所定箇所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、該光ビーム照射手段により形成された複数層の焼結層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であって、上記造形テーブルの近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークと、光ビームの照射経路を介して上記連動基準マークの位置を計測する第1の位置計測手段と、上記加工手段に設けられ上記連動基準マークの位置を計測する第2の位置計測手段と、造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置に基づいて光ビームの照射位置及び上記加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えたことを特徴とする。
- [0011] また、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上記第1の位置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。
- [0012] また、三次元形状造形物の製造装置は、造形テーブルの近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークと、該連動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の位置計測手段と、上記加工手段に設けられ上記連動基準マークの位置を計測する第2の位置計測手段と、造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置に基づいて光ビームの照射位置及び上記加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えた構成でもよい。
- [0013] この場合、上記第2の位置計測手段は上記第1の位置計測手段を兼用することもできる。
- [0014] また、上記連動基準マークと離隔し、上記第1及び第2の位置計測手段により位置計測される不動基準マークを上記造形テーブルの外部に設け、上記制御手段は造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段から得られる上記不動基準マークの位置情報に基づいて光ビームの照射位置及び加工位置を補正することもできる。

[0015] 好ましくは、上記第1の位置計測手段は、計測時に光ビームの照射経路中に挿入され、非計測時に光ビームの照射経路から退避するように構成されている。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、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、正確な造形を達成することができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]図1は本発明に係る三次元形状造形物の製造装置の概略図である。
[図2A]図2Aは図1の装置に設けられた撮像部の動作を示す側面図である。
[図2B]図2Bは撮像部の別の動作を示す側面図である。
[図3A]図3Aは図1の装置の変形例の一部の動作を示す側面図である。
[図3B]図3Bは図3Aに示される部分の別の動作を示す側面図である。
[図4]図4は図1の装置において行われる補正方法を示すフローチャートである。
[図5]図5は光ビームの照射跡と不動基準マークのずれを示す説明図である。
[図6]図6は光ビームの照射跡と連動基準マークのずれを示す説明図である。
[図7]図7は連動基準マークが二つある場合の連動基準マークと不動基準マークのずれを示す説明図である。
[図8]図8は光ビーム照射跡を用いて連動基準マークと不動基準マークのずれを求める場合の説明図である。

符号の説明

- [0018] 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、 9 造形物、 10 チャンバ、
11 造形タンク、 12 材料タンク、 13 造形テーブル、
14 昇降テーブル、 16 スキージングブレード、 19 光透過窓、
20 レーザ発振器、 21 集光レンズ、 22 スキャナ、 23 ベース、
40 撮像手段、 41 反射ミラー、 42 移動機構。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

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バ10を備え、その底部には造形タンク11と材料タンク12が配設されており、チャンバ10内部には材料タンク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と加工手段3等が配設されている。また、造形タンク11内には上下動を行う造形テーブル13が設けられ、材料タンク12内にも同様に上下動を行う昇降テーブル14が設けられている。

[0020] チャンバ10上には光ビーム照射手段2が配設され、光ビーム照射手段2は、レーザ発振器20と、レーザ発振器20から出力された光ビームを収束させる集光レンズ21と、集光レンズ21を経た光ビームLを光透過窓19を通じて造形テーブル13上に導くガルバノメータからなるスキャナ22とを備えている。

[0021] また、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の位置計測手段を構成する撮像部4は、光ビームLを出力して焼結層の形成を行っている間は、図2Bに示すように、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2Aに示すように光路中に挿入される。

[0022] 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でき、この場合、移動機構42は不要になる。

[0023] あるいは、図3A及び図3B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とを載置して、切り替えるようにしてもよい。この場合も、反射ミラー41は不要となる。

[0024] 加工手段3は、造形テーブル13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、3軸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、その主軸ヘッドには第2の位置計測手段である撮像手段5が付設されている。

[0025] 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に入力され、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に入力される。

- [0026] 上記構成の三次元形状造形物の製造装置において、昇降テーブル14の上昇で材料タンク12から溢れさせた材料粉末を造形テーブル13上面の造形用ベース表面にブレード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、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23と一体化した焼結層を形成する。
- [0027] この後、造形テーブル13を所定の高さだけ下降させて、再度金属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。
- [0028] すなわち、造形テーブル13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が製造される。
- [0029] 光ビームLの照射経路は、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0.05mmとする場合、0.05mmピッチ)でスライスした各断面の輪郭形状データを作成するとともに、このデータに照射経路生成処理を行って照射経路データを生成し、輪郭形状データとともに製造装置に入力すればよい。
- [0030] また、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例えば加工手段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。例えば、切削加工工具(ボールエンドミル)が直径1mm、有効刃長3mmで深さ3mmの切削加工が可能であり、粉末層の厚みが0.05mmであるならば、60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。

- [0031] 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13またはこれを外包する造形タンク11の所定位置には、連動基準マークMを設置してある。また、造形タンク11や材料タンク12外で前記の撮像部4がスキャナ22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PMを設置してある。この不動基準マークPM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ることがない上に、造形テーブル13を高温にする場合もその熱的影響を受けることがない位置に設置してある。なお、連動基準マークMや不動基準マークPMには、金属ブロック表面に直径1mm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。
- [0032] 図1の製造装置において行われる補正につき、図4のフローチャート、図5及び図6を参照しながら以下説明する。
- [0033] 造形を開始するに際し、まずステップS1において、撮像部4を光路中に挿入するとともに、スキャナ22を不動基準マークPMが撮像部4の撮像視野内に入る角度(この角度(G_x0 , G_y0)は予め求めておく)として、不動基準マークPM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PM0の座標(S_x0 , S_y0)を画像処理装置6において求める。同様に、スキャナ22を連動基準マークMが撮像部4の撮像視野内に入る角度((この角度(G_x1 , G_y1)は予め求めておく)として、連動基準マークMを撮像部4で撮像し、図6に示すように、得られた画像内の連動基準マーク画像M0の座標(S_x1 , S_y1)を画像処理装置6において求める。
- [0034] 次のステップS2において、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PMが撮像手段5の撮像視野内に入る位置(この位置(C_x0 , C_y0)は予め求めておく)として、不動基準マークPMを撮像手段5で撮像し、得られた画像内の不動基準マーク画像PM0の座標(T_x0 , T_y0)を画像処理装置6において求める。同

様に、連動基準マークMが撮像手段5の撮像視野内に入る位置((この位置(Cx1, Cy1)は予め求めておく)として、連動基準マークMを撮像手段5で撮像し、得られた画像内の連動基準マーク画像M0の座標(Tx1, Ty1)を画像処理装置6において求める。

- [0035] このようにして初期位置を求めた後、ステップS3において、第1層目の造形を開始し、次のステップS4において、再度、スキャナ22を上記角度(Gx0, Gy0), (Gx1, Gy1)にした状態での不動基準マーク画像PM0'の座標(Sx0', Sy0')及び連動基準マーク画像M0'の位置座標(Sx1', Sy1')を求め、ステップS1で求めた初期値との差分($\Delta X0$, $\Delta Y0$)、差分($\Delta X1$, $\Delta Y1$)を光ビームLの照射位置の位置ずれ量として算出し、これを光ビーム照射に関する補正量とする。
- [0036] この補正量に基づいて光ビームLの照射位置を補正した後、ステップS5において次の層の造形を行い、ステップS6において、所定数の造形が終了したかどうかを判定する。ステップS6において所定数の造形が終了していないと判定されると、ステップS4に戻る一方、所定数の造形が終了したと判定されると、ステップS7に移行する。
- [0037] なお、ここでいう所定数は、例えば粉末層の厚みが0.05mmで、加工手段3で60層までの粉末層の加工が可能な場合、60以下に設定される。
- [0038] ステップS7においては、加工手段3を上記位置(Cx0, Cy0), (Cx1, Cy1)にした時の不動基準マーク画像PM0'の位置座標(Tx0', Ty0')及び連動基準マーク画像M0'の位置座標(Tx1', Ty1')を求め、ステップS2で求めた初期値との差分を加工手段3による加工位置の位置ずれ量として算出し、これを加工に関する補正量とする。
- [0039] この補正量に基づいて加工手段3の加工位置を補正した後、ステップS8において、加工手段3による加工を行い、ステップS9において、すべての造形が終了したかどうかを判定する。ステップS9において、すべての造形が終了していないと判定されると、ステップS4に戻る一方、すべての造形が終了したと判定されると、プログラムは終了する。
- [0040] なお、図4のフローチャートにおいては、1層の造形が終了するたびに光ビームLの照射位置の位置ずれ量を算出するようにしたが、複数層の造形が終了するたびに光

- ビームLの照射位置の位置ずれ量を算出し、位置ずれを補正するようにしてもよい。
- [0041] また、図1に示されるように、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)を計測する熱電対等の温度計測手段Tを設け、温度計測手段Tにより計測した温度が所定値を超えた場合に、加工手段3による加工位置の位置ずれ量を算出し、位置ずれを補正することもできる。
- [0042] さらに、本実施の形態においては、連動基準マークMは造形タンク11の周囲の縁部に設けられているが、できるだけ造形物に近い方が望ましい。
- [0043] また、上記差分($\Delta X0$, $\Delta Y0$)は、スキャナ22に起因する位置ずれであり、差分($\Delta X1$, $\Delta Y1$)はスキャナ22に起因する位置ずれと造形タンク11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PM0, PM0'の座標($Tx0$, $Ty0$), ($Tx0'$, $Ty0'$)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、連動基準マーク画像M0, M0'の座標($Tx1$, $Ty1$)と座標($Tx1'$, $Ty1'$)の差分は加工手段3の熱変形と造形タンク11側の熱変形を含んだものとなるために、スキャナ22の変形や温度ドリフト、造形タンク11側の熱変形、加工手段3の熱変形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ない造形を行うことができる。
- [0044] なお、連動基準マークMは1点だけでなく、例えば造形タンク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。
- [0045] なお、上記補正は、スキャナ22を角度($Gx0$, $Gy0$), ($Gx1$, $Gy1$)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の位置及び連動基準マークMの位置にくることを前提としており、このように設定するために光ビームLの光軸と撮像部4の光軸とを合わせている。しかしながら、この調整は容易ではなく実際には多少ずれてしまう場合があるので、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、アクリル板や感熱紙等の照射跡形成部材を不動基準マークPM及び連動基準マークMの近傍に配置した状態で、スキャナ22を上記角度($Gx0$, $Gy0$), ($Gx1$, $Gy1$)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(X0, Y0), (X1, Y1)を求めて、これら座標(X0, Y0), (X1, Y1)と上記座標(Sx0, Sy0), (Sx1, Sy1)との差分(ΔX , ΔY), ($\Delta X'$, $\Delta Y'$)を求めてこの差分に基づいて行う(図5, 6参照)。

- [0046] なお、照射跡形成部材は、不動基準マークPM及び連動基準マークMの近傍以外でも、不動基準マークPM及び連動基準マークMとの位置関係が明確となっている位置であればよい。また、照射跡形成部材としては、アクリル板や感熱紙以外にも光ビームでマーキングできるものであれば採用可能である。例えば、表面に白色塗料を塗布したアルミ板や鉄板を使用すると、表面塗料が焼けてマーキング跡が黒くなり、コントラストが明確になる。また、鉄板だけでも使用できる。
- [0047] 造形途中にもスキャナ22を角度($Gx0$, $Gy0$), ($Gx1$, $Gy1$)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。
- [0048] ところで、上記説明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、連動基準マーク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、連動基準マーク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(造形物に対するスキャナ22と加工手段3の相対的な位置ずれの補正)を行うことができる。また、連動基準マークMの測定だけで補正を行う場合にも、連動基準マークMと照射跡LM1との測定を行うことによる差分($\Delta X'$, $\Delta Y'$)に基づいた補正が有効なのはもちろんである。
- [0049] 要するに、連動基準マークMとこの連動基準マークMに向けて光ビームLを照射して形成された照射跡LM1とを加工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で連動基準マークMの位置を加工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。
- [0050] 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($Gx0$, $Gy0$), ($Gx1$, $Gy1$)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と連動基準マークMとを造形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。

- [0051] さらに詳述すると、撮像手段5により連動基準マークMの初期位置を計測し、連動基準マークMの近傍に設けた照射跡形成部材の所定位置に光ビームを照射して、その照射跡を撮像手段5により初期位置として計測する。その後、各層を造形する毎に撮像手段5により連動基準マークMの位置及び照射跡形成部材に形成された照射跡の位置を計測して、光ビーム照射装置2の補正を行えばよい。この場合、照射跡形成部材に複数の照射跡が形成されることになり、同じ位置に光ビームを照射すると、照射跡が重なるおそれがあるので、光ビーム照射位置を1方向あるいは直交する2方向に所定のピッチでずらすとともに、撮像手段5も同様に所定のピッチで移動すればよい。
- [0052] 以上、連動基準マーク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、前述のように連動基準マーク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、連動基準マークMが二つである場合の補正の具体例について説明する。
- [0053] 今、図7に示すように、造形前と造形途中の不動基準マークPMの位置が($Xm1$, $Ym1$), ($Xm10$, $Ym10$)、造形前と造形途中の第1連動基準マークMの位置が($X2$, $Y2$), ($X20$, $Y20$)、造形前と造形途中の第2連動基準マークMの位置が($X3$, $Y3$), ($X30$, $Y30$)であった場合、不動基準マークPMの位置から求めた $\Delta X0 = Xm1 - Xm10$, $\Delta Y0 = Ym1 - Ym10$ の値だけ、第1連動基準マークMの位置及び第2連動基準マークMの位置を平行移動させて軸の原点出しを行う。つまり、 $X2' = X2 + \Delta X0$, $Y2' = Y2 + \Delta Y0$, $X3' = X3 + \Delta X0$, $Y3' = Y3 + \Delta Y0$ を求め、更に第1連動基準マークM及び第2連動基準マークMの初期位置との差分 $\Delta X2$, ΔY

2, $\Delta X3$, $\Delta Y3$ ($\Delta X2 = X2' - X20$, $\Delta Y2 = Y2' - Y20$, $\Delta X3 = X3' - X30$, $\Delta Y3 = Y3' - Y30$) を求める。

- [0054] 次いでオフセット補正值としての平行移動成分 $\Delta xp = (\Delta X2 + \Delta X3) / 2$, $\Delta yp = (\Delta Y2 + \Delta Y3) / 2$ を求め、更に拡大縮小成分 $Lx0 = X20 - X30$, $Ly0 = Y20 - Y30$, $Lx = X2' - X3'$, $Ly = Y2' - Y3'$ を求め、X軸についてのゲイン補正倍率 $Kx = Lx / Lx0$ 及びY軸についてのゲイン補正倍率 $Ky = Ly / Ly0$ を求める。そして光ビーム照射位置は $(\Delta xp, \Delta yp)$ ずらして (Kx, Ky) 倍することで照射するのである。
- [0055] なお、連動基準マーク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。
- [0056] 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によって不動基準マークPM及び連動基準マーク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マークPMの位置 $(x10, y10)$ 及び連動基準マークMの位置 $(x20, y20)$ が切削加工座標系の初期値となる。
- [0057] ついで、照射跡形成部材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LM0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LM0の位置 $(x0, y0)$ を計測する。
- [0058] この後、造形途中で再度照射跡不動基準マークPMの位置及び連動基準マークMの位置の撮像手段5による位置の再計測を行う。この時の不動基準マークPMの位置を $(x1, y1)$ 、連動基準マークMの位置 $(x2, y2)$ とする。
- [0059] さらに再度照射跡形成部材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LM0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LM0の位置 (X, Y) を計測する。
- [0060] 補正量は次のように算出する。まず不動基準マークPMの初期値からの位置ずれ量 $\Delta X1 = x1 - x10$, $\Delta Y1 = y1 - y10$ を求めて、この値で上記 X, Y の位置及び連動基準マークMの位置をずらす。つまり $X' = X + \Delta X1$, $Y' = Y + \Delta Y1$, $x2' = x2$

+ $\Delta X1, y2' = y2 + \Delta Y1$ を求める。

[0061] さらに初期値との差分 $\Delta A = X' - X0, \Delta B = Y' - Y0$ 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。

[0062] また、連動基準マークMの変動分を加えることで、切削系の補正量 $\Delta C = x2' - x20, \Delta D = y2' - y20$ を求める。

[0063] 連動基準マークMの変動を含めた光ビームの補正量は $\Delta A + \Delta C, \Delta B + \Delta D$ となる。

産業上の利用可能性

[0064] 本発明に係る三次元形状造形物の製造方法及び製造装置によれば、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るので、高精度の造形物を製造する場合に有用である。

請求の範囲

- [1] 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して焼結層を形成し、該焼結層上に新たな粉末層を供給してその所定箇所に光ビームを照射して別の焼結層を形成し、形成された複数層の焼結層の表面の機械加工を行うことにより目的の三次元形状造形物を製造する方法であって、
- 造形前に、第1の位置計測手段により造形物の近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークの初期位置を計測するとともに、加工手段に設けられた第2の位置計測手段により上記連動基準マークの初期位置を計測し、造形途中に上記第1の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測及び上記第2の位置計測手段による上記連動基準マークの位置計測を行い、造形前の上記連動基準マークの初期位置と造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置とに基づい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ようにしたことを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。
- [2] 上記連動基準マークより離隔した不動基準マークの位置を造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測して、造形前の上記連動基準マークと上記不動基準マークとの差分、及び、造形途中の上記連動基準マークと上記不動基準マークとの差分に基づい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ようにしたことを特徴とする請求項1に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [3] 上記光ビームの照射位置の補正を少なくとも1層毎に行うようにした請求項1あるいは2に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [4] 上記加工手段による加工位置の補正を複数層毎に行うようにした請求項1乃至3のいずれか1項に記載の三次元形状造形物の製造方法。
- [5] 造形テーブルと、該造形テーブル上に粉末を供給して粉末層を形成する粉末層形成手段と、該粉末層形成手段により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、該光ビーム照射手段により形成された複数層の焼結層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であって、

上記造形テーブルの近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークと、光ビームの照射経路を介して上記連動基準マークの位置を計測する第1の位置計測手段と、上記加工手段に設けられ上記連動基準マークの位置を計測する第2の位置計測手段と、造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置に基づいて光ビームの照射位置及び上記加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えたことを特徴とする三次元形状造形物の製造装置。

[6] 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上記第1の位置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ことを特徴とする請求項5に記載の三次元形状造形物の製造装置。

[7] 造形テーブルと、該造形テーブル上に粉末を供給して粉末層を形成する粉末層形成手段と、該粉末層形成手段により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、該光ビーム照射手段により形成された複数層の焼結層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であって、

上記造形テーブルの近傍に設けられた少なくとも1つの連動基準マークと、該連動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の位置計測手段と、上記加工手段に設けられ上記連動基準マークの位置を計測する第2の位置計測手段と、造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段により計測された上記連動基準マークの位置に基づいて光ビームの照射位置及び上記加工手段による加工位置を補正する制御手段を備えたことを特徴とする三次元形状造形物の製造装置。

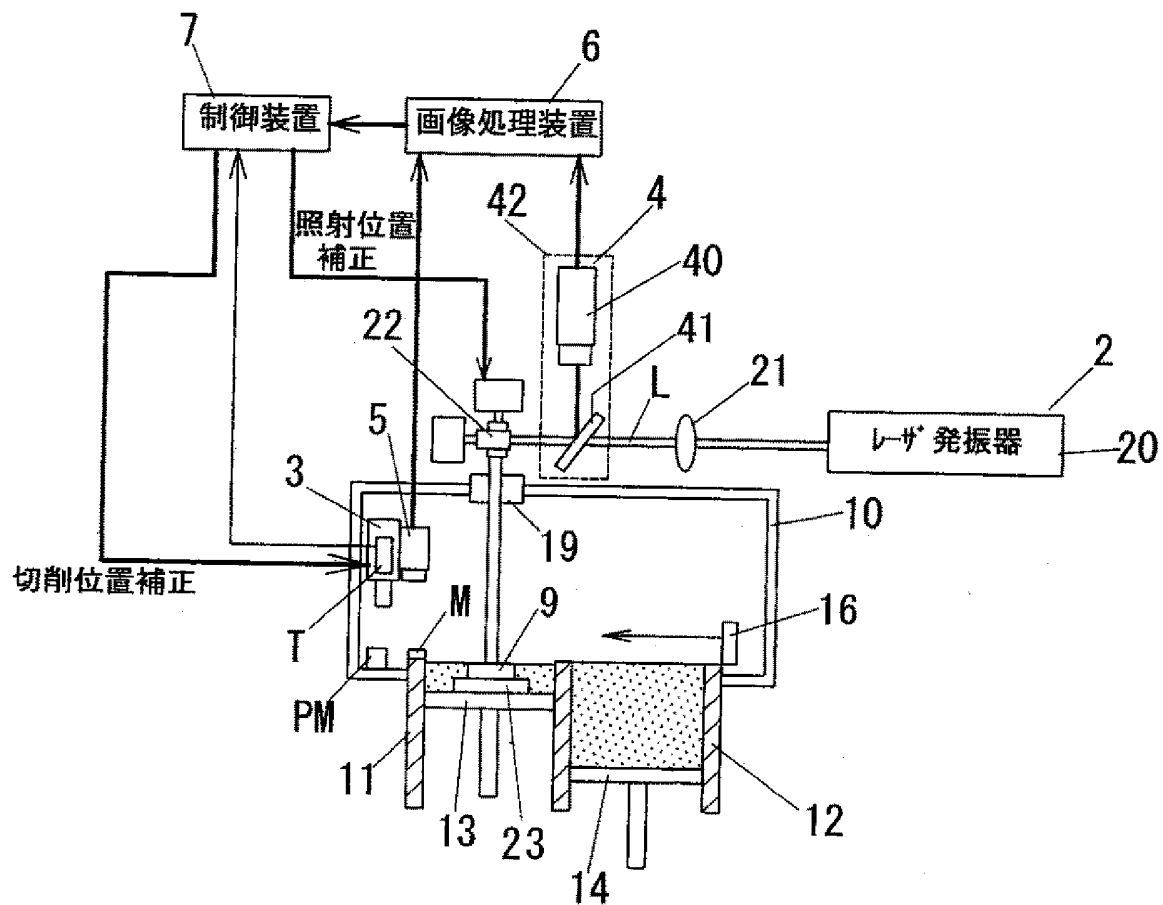
[8] 上記第2の位置計測手段が上記第1の位置計測手段を兼用することを特徴とする請求項7に記載の三次元形状造形物の製造装置。

[9] 上記連動基準マークと離隔し、上記第1及び第2の位置計測手段により位置計測される不動基準マークを上記造形テーブルの外部に設け、上記制御手段は造形前及び造形途中に上記第1及び第2の位置計測手段から得られる上記不動基準マーク

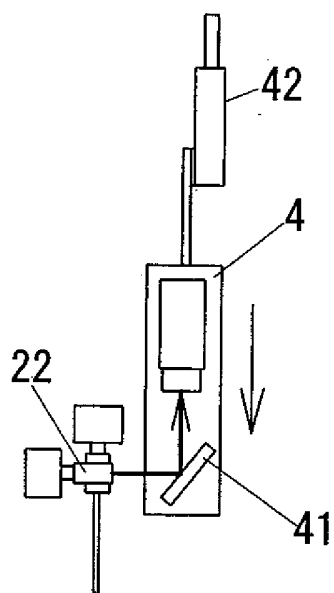
の位置情報に基づいて光ビームの照射位置及び加工位置を補正することを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の三次元形状造形物の製造装置。

- [10] 上記第1の位置計測手段は、計測時に光ビームの照射経路中に挿入され、非計測時に光ビームの照射経路から退避することを特徴とする請求項5乃至8のいずれか1項に記載の三次元形状造形物の製造装置。

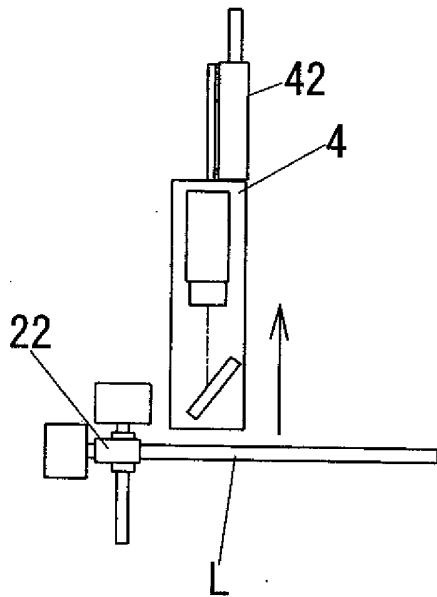
[図1]



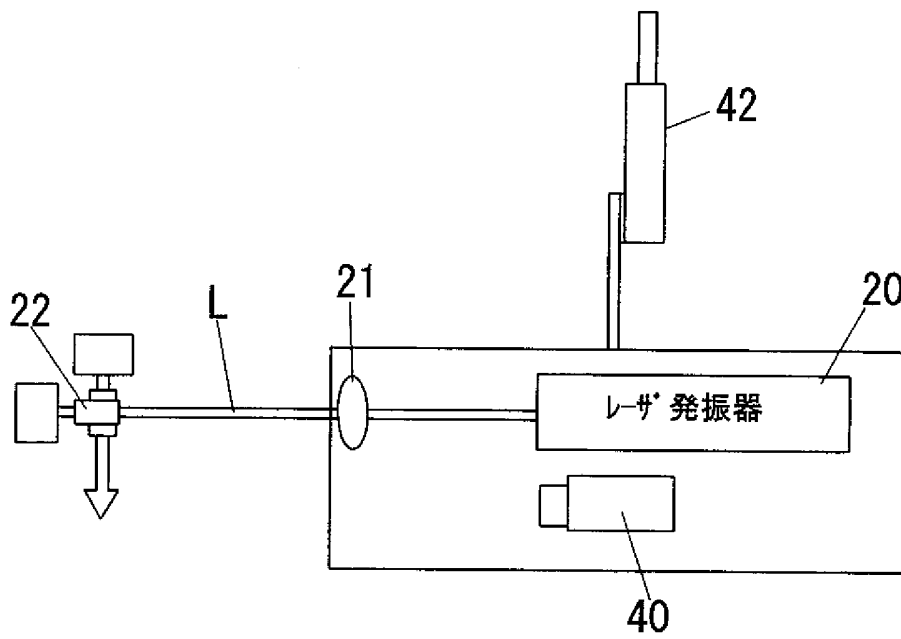
[図2A]



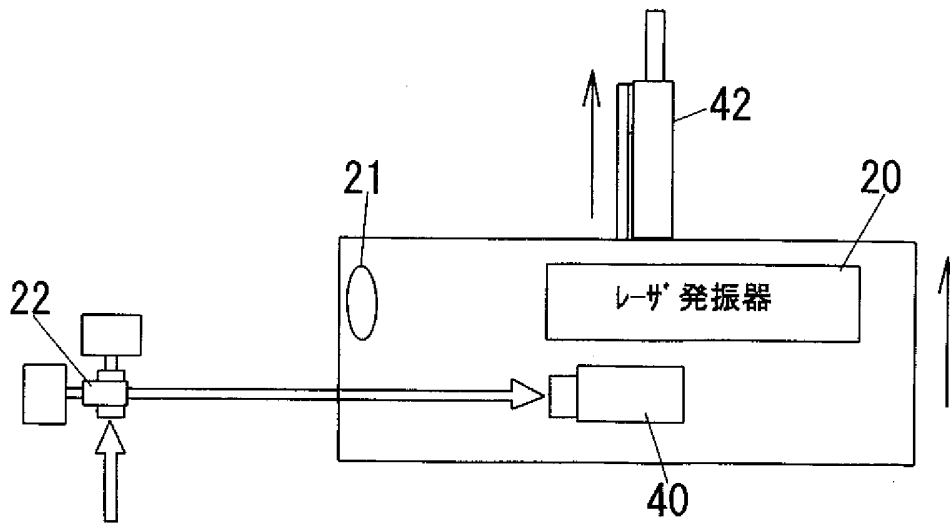
[図2B]



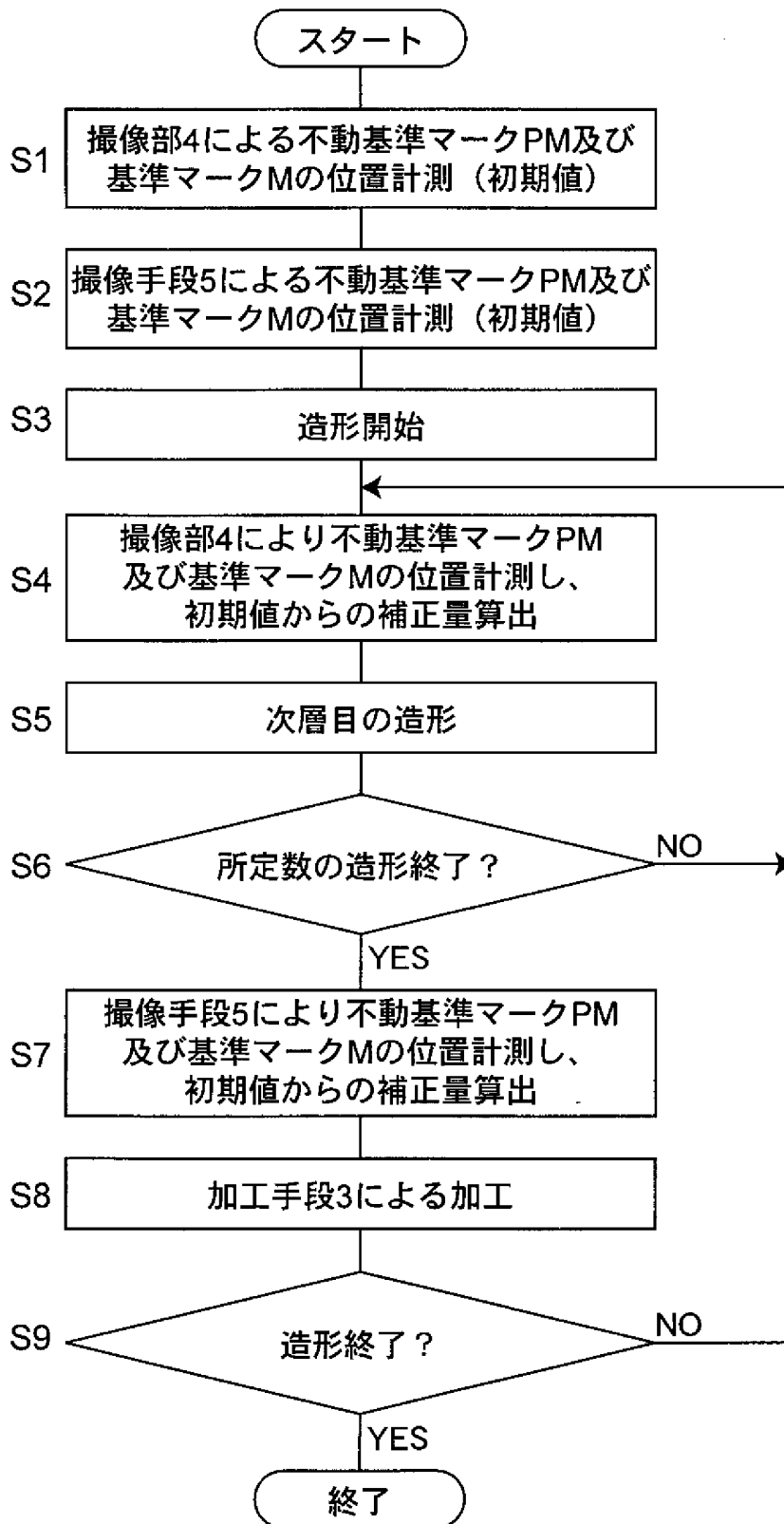
[図3A]



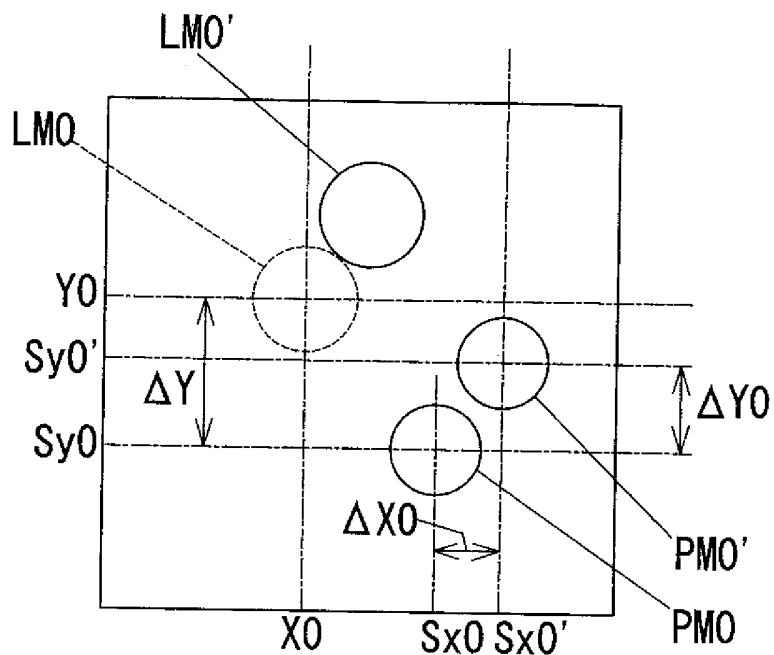
[図3B]



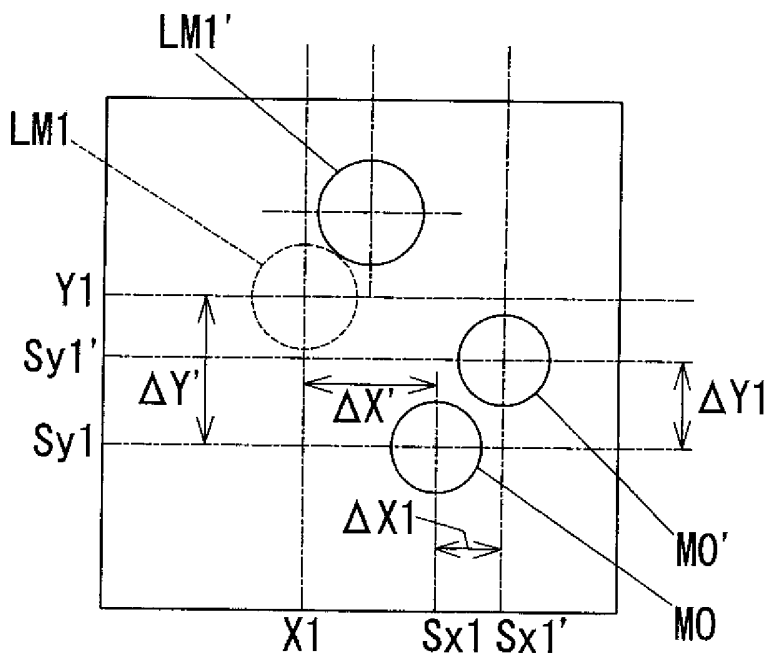
[図4]



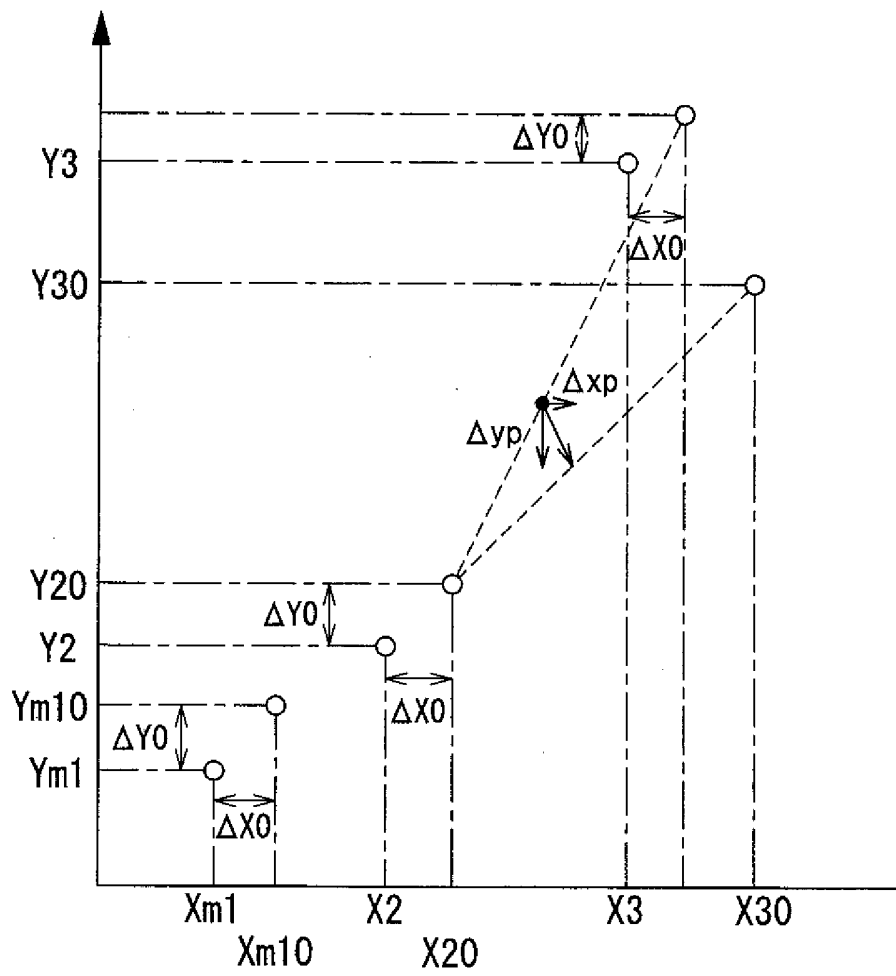
[図5]



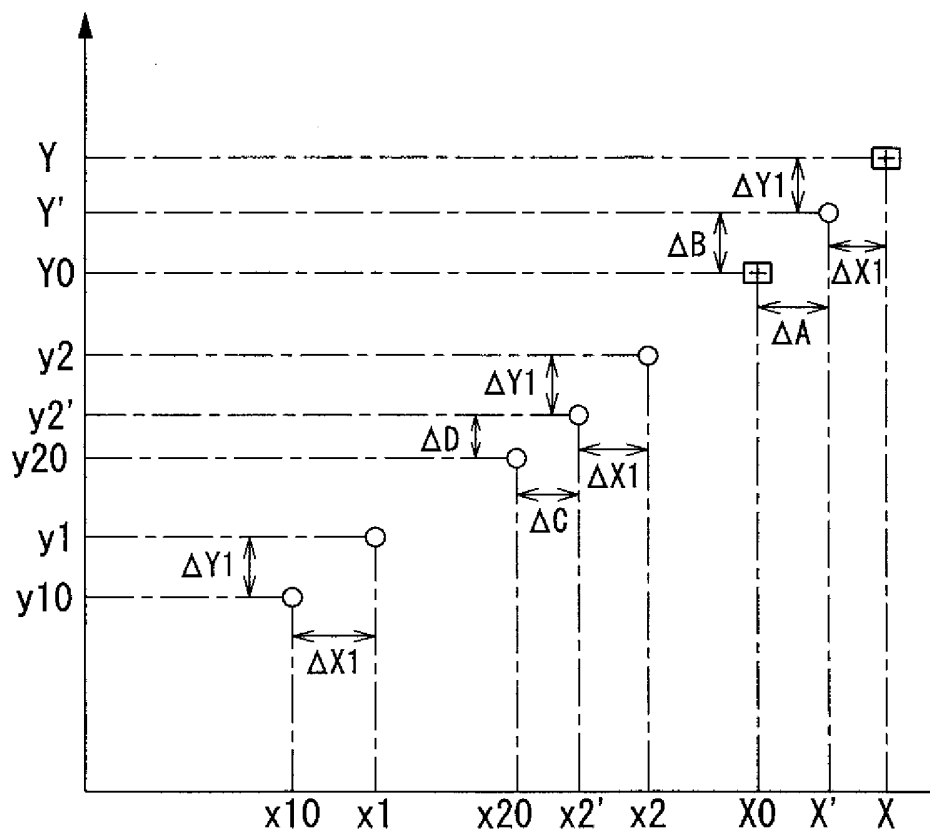
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/009552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B22F3/105, 3/24, B29C67/00

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.Cl.⁷ B22F3/105, 3/24, B29C67/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
A	JP 2002-115004 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 19 April, 2002 (19.04.02), & US 2002-41818 A	1-10
A	JP 2003-1715 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 08 January, 2003 (08.01.03), (Family: none)	1-10

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 August, 2005 (22.08.05)Date of mailing of the international search report
13 September, 2005 (13.09.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B22F3/105, 3/24, B29C67/00

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.Cl.⁷ B22F3/105, 3/24, B29C67/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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
A	JP 2002-115004 A (松下電工株式会社) 2002.04.19 & US 2002-41818 A1	1-10
A	JP 2003-1715 A (松下電工株式会社) 2003.01.08 (ファミリーなし)	1-10

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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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) | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日
22.08.2005

国際調査報告の発送日
13.9.2005

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)
井上 猛
4K 9269
電話番号 03-3581-1101 内線 3435