

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6030597号
(P6030597)

(45) 発行日 平成28年11月24日 (2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日 (2016.10.28)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00
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

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2014-77413 (P2014-77413)	(73) 特許権者	000146087
(22) 出願日	平成26年4月4日 (2014.4.4)		株式会社松浦機械製作所
(65) 公開番号	特開2015-199197 (P2015-199197A)		福井県福井市漆原町 1 字沼 1 番地
(43) 公開日	平成27年11月12日 (2015.11.12)	(74) 代理人	100084696
審査請求日	平成26年5月8日 (2014.5.8)		弁理士 赤尾 直人
審判番号	不服2015-2425 (P2015-2425/J1)	(72) 発明者	前田 敏男
審判請求日	平成27年2月9日 (2015.2.9)		福井県福井市漆原町 1 字沼 1 番地 株式会
早期審査対象出願			社松浦機械製作所内
		(72) 発明者	石本 孝介
			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	武澤 泰則
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元造形装置及び三次元形状造形物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粉末供給装置によって金属製の粉末層を形成する積層工程と、レーザ走査手段によってレーザビームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返すようにし、かつ被造形物内部側にレーザビームの走査経路となる造形パスを、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路によって予め設定し、当該造形パスに沿って前記レーザビーム走査手段によるレーザビームを連続的に照射するようにしたことを特徴とする三次元造形装置において、相互に隣接し合う 2 個の直線状又は曲線状による造形パスを設定した上で、隣接し合う走査経路の間隔がレーザビームの照射径よりも大きい状態にあり、かつ前記照射径の 10 倍以下の状態にあり、前記造形パスが、所定の角度を伴って結合している複数の直線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態、又は連続した 1 個の曲線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態である三次元造形装置。

【請求項 2】

金属製の粉末材料を供給して粉末層を形成する積層工程と、レーザビームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返すようにし、かつ被造形物内部側におけるレーザビームの走査経路となる造形パスを、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路によって予め設定し、当該造形パスに沿ってレーザビームを連続的に照射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において、相互に隣接し合う 2 個の直線状又は曲線状による造形パス

を設定した上で、隣接し合う走査経路の間隔がレーザビームの照射径よりも大きい状態にあり、かつ前記照射径の10倍以下の状態にあり、前記造形パスが、所定の角度を伴って結合している複数の直線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態、又は連続した1個の曲線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態である三次元形状造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属製の粉末材料を積層し焼結して三次元形状の造形物を製造する三次元造形装置及び三次元形状造形物の製造方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来、この種の発明では、粉末供給装置から金属製の粉末材料を供給して粉末層を形成する工程と、該工程によって形成された粉末層の所定領域に光ビーム又は電子ビームを照射して前記所定領域の粉末を焼結する工程とを繰り返すことにより、多数の焼結層からなる三次元形状の造形物を製造するようにしている。

【0003】

ところで、前記従来技術では、光ビーム又は電子ビームを照射するために、ガルバノスキャナ装置を用いる場合が多い。例えば、特許文献1に記載の発明では、レーザ発振器(20)から出射される光ビーム又は電子ビームを、単一のガルバノスキャナ装置(スキャナ22)に反射させるとともにその反射方向を変化させて金属製の粉末層に照射している。光ビーム又は電子ビームの走査経路は造形パスと呼称され、予め設定され制御回路に記憶されている。このような構成によれば、ガルバノスキャナ装置によって高速に光ビーム又は電子ビームの照射位置を移動させることが可能となり、造形時間の短縮に効果がある。

20

【0004】

しかしながら、前記従来技術によれば、図3に示すように、先ず、一端側から他端側へ向かう直線状の走査経路a1となるようにガルバノスキャナ装置を動作させ、この後、光ビーム又は電子ビームの発振器を一端オフ状態にし、ガルバノスキャナ装置の照射位置を、前記一端側の所定箇所に位置決めする(破線部参照)。さらにこの後、レーザ発振器を再度オン状態にして、一端側から他端側へ向かうとともに前記走査経路a1に略平行な走査経路a2となるようにガルバノスキャナ装置を動作させる。そして、前記走査を多数回繰り返すことで、金属製の粉末層上の被造形領域Eを、ハッチングするようにして焼結させる。このため、多数回の前記位置決め等による待ち時間が、造形時間を長引かせる要因になっている。

30

【0005】

また、光ビーム又は電子ビームによる前記走査は、その走査の最初の方と最後の方で時間差があるため、例えば、光ビーム又は電子ビームが、最後の方の走査経路に位置する時、この走査経路の温度は光ビーム又は電子ビームにより上昇するが、最初の方の走査経路の温度は外気等に冷却されて下降している場合がある。このため、前記のような温度差に起因して、造形物全体の温度分布が不均一になり、造形物に反り等の形状変形が生じるおそれがある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-336547号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記従来事情を課題の一例とし、その目的は、造形効率を向上すること、及

50

び造形物に形状変形が生じるのを抑制すること等である。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明の基本構成は、

(1) 粉末供給装置によって金属製の粉末層を形成する積層工程と、レーザービーム走査手段によってレーザービームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返すようにし、かつ被造形物内部側におけるレーザービームの走査経路となる造形パスを、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路によって予め設定し、当該造形パスに沿って前記レーザービーム走査手段によるレーザービームを連続的に照射するようにしたことを特徴とする三次元造形装置において、相互に隣接し合う2個の直線状又は曲線状による造形パスを設定した上で、隣接し合う走査経路の間隔がレーザービームの照射径よりも大きい状態にあり、かつ前記照射径の10倍以下の状態にあり、前記造形パスが、所定の角度を伴って結合している複数の直線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態、又は連続した1個の曲線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態である三次元造形装置、

10

(2) 金属製の粉末材料を供給して粉末層を形成する積層工程と、レーザービームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返すようにし、かつ被造形物内部側におけるレーザービームの走査経路となる造形パスを、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路によって予め設定し、当該造形パスに沿ってレーザービームを連続的に照射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において、相互に隣接し合う2個の直線状又は曲線状による造形パスを設定した上で、隣接し合う走査経路の間隔がレーザービームの照射径よりも大きい状態にあり、かつ前記照射径の10倍以下の状態にあり、前記造形パスが、所定の角度を伴って結合している複数の直線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態、又は連続した1個の曲線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態である三次元形状造形物の製造方法からなる。

20

【発明の効果】

【0009】

上記基本構成による本発明においては、連続する経路に沿ったレーザービームの照射によって造形効率を向上すると共に、造形物に形状変形が生じるのを抑制することができ、しかも被造形領域における温度分布の偏りを軽減して、高品質な三次元形状造形物を製造することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施例の造形パスを示す平面図であり、(a)は順次内側に向かう態様を示しており、(b)は順次外側に向かう態様を示している。

【図2】本発明の技術的前提である三次元造形装置の一例を模式的に示す斜視図である。

【図3】従来の造形パスを示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0011】

前記基本構成のうち、装置に関する構成(1)においては、粉末供給装置によって金属製の粉末層を形成する積層工程と、レーザービーム走査手段によってレーザービームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返すようにした三次元造形装置において、被造形物内部側におけるレーザービームの走査経路となる造形パスを、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路によって予め設定し、当該造形パスに沿って前記レーザービーム走査手段によるレーザービームを連続的に照射するようにしている。

【0012】

上記構成によれば、被造形物内部側のレーザービームの走査経路を、同一線上を通らない

50

連続する経路とし、この経路に沿うレーザービームの照射を連続的に行うようにしているため、従来技術の場合のような位置合わせによる待ち時間の発生を少なくし、造形時間を短縮化することができ、かつこの点は方法に関する基本構成(2)においても同様である。

【0013】

前記基本構成(1)、(2)においては、相互に隣接し合う2個の直線状又は曲線状による造形パスを設定した上で、隣接し合う走査経路の間隔がレーザービームの照射径(例えば、200 μ m)よりも大きい状態にあることを特徴としている。

【0014】

上記構成によれば、相互に隣接し合う走査経路の間に形成される隙間により、温度分布が不均一になるのを軽減し、造形物に反り等の形状変形が生じるのを抑制することができる。

10

【0015】

しかも、前記間隔を、レーザービームの照射径よりも大きく且つ同照射径の10倍以下としている。

【0016】

前記間隔の範囲は、本願発明者らが試行錯誤の上実験的に見出した好適な範囲であり、前記間隔を前記範囲よりも小さくした場合には、交差方向に隣接する走査経路間の温度上昇等により温度分布が不均一になり、造形物に反り等の形状変形が顕著に大きくおそれがある。また、前記間隔を前記範囲よりも大きくした場合には、相互に隣接し合う走査経路間の焼結密度が小さくなり、造形物の品質低下を招くおそれがある。

20

【0017】

前記基本構成(1)、(2)の技術的前提につき、図面に基づいて詳細に説明する。

【0018】

三次元造形装置1は、図2に示すように、昇降可能な造形テーブル10と、該造形テーブル10の上方側に設けられたレーザービーム走査手段20と、造形テーブル10の昇降や各レーザービーム走査手段20の動作等を制御するコントローラ30と、造形テーブル10上に金属製の粉末材料を供給する粉末供給装置40とを具備し、金属製の粉末材料を供給して金属製の粉末層を形成する積層工程と、レーザービームを前記粉末層に照射するとともにその照射位置を移動させて前記粉末層を焼結する焼結工程とを交互に繰り返して三次元形状造形物を製造する。

30

【0019】

造形テーブル10は、上面を平坦状に形成したテーブルであり、図示しない昇降機構によって昇降するように構成されている。

【0020】

この造形テーブル10は、後述する粉末供給装置40及びレーザービーム走査手段20により金属製の粉末層の形成と該粉末層の部分的な焼結が繰り返される毎に、下方へ所定量移動する。

【0021】

なお、他例としては、この造形テーブル10を昇降不能に固定し、粉末供給装置40を昇降させる構造とすることも可能である。

40

【0022】

レーザービーム走査手段20は、レーザービーム発信装置(図示せず)から発せられるレーザー又は電子ビームを、二つの反射ミラー21、21により反射させて、造形テーブル10上の金属製の粉末層の上面に照射するとともにその照射位置を平面方向へ移動させる二軸式のガルバノスキャナ装置である。

【0023】

各レーザービーム走査手段20は、コントローラ30からの操作指令に応じて、二つの反射ミラー21、21を、それぞれモーター22、22により独立して回転させ、この回転により、金属製の粉末層上面に照射されるレーザービームを、CCDカメラ等の撮像装置(図示せず)により撮像した造形テーブル10上の基準位置を原点にしてXY方向へ走査す

50

る。

【 0 0 2 4 】

なお、図 2 中、符号 2 3 は、コントローラ 3 0 の制御電圧を増幅して各レーザービーム走査手段 2 0 へ供給するアンプである。

【 0 0 2 5 】

また、前記レーザービーム発信装置は、レーザー光源から出射されるレーザー光を、レーザービーム走査手段 2 0 の反射ミラー 2 1 へ照射する構成とすればよい。

【 0 0 2 6 】

コントローラ 3 0 は、加工プログラム及び加工データ等を記憶する記憶部、CPU、及び入出力インターフェース等を具備した制御回路であり、例えば、マイコンやプログラムブルコントローラ、その他の電子回路により構成すればよい。

10

【 0 0 2 7 】

このコントローラ 3 0 には、図示しないCAD/CAMシステムにより生成された三次元データ（例えば、STL形式データ等）や、レーザービームの照射径、レーザービームの照射出力等のデータが入力される。そして、コントローラ 3 0 は、前記データを予め記憶した加工プログラムに基づき演算処理し、その処理結果に応じて、レーザービーム発信装置（図示せず）や、造形テーブル 1 0 の昇降機構（図示せず）、レーザービーム走査手段 2 0 等を制御する。

【 0 0 2 8 】

レーザービームの照射径を変更する手段は、レーザービームの光路中に、ビーム径を変えることが可能な絞り機構を具備すればよい。この絞り機構は、例えば、径の異なる複数の絞り孔を有するマスク板を備え、このマスク板を移動させて、前記複数の絞り孔を選択的にレーザービームの光路上に移動させる構造とすればよい。

20

【 0 0 2 9 】

また、粉末供給装置 4 0 は、水平に移動しながら平面上に金属製の粉末材料を供給しスキージングすることで、略平坦状の金属製の粉末層を形成する周知の装置である。この造形テーブル 1 0 は、造形テーブル 1 0 の上方側を略水平に移動するように設けられ、造形テーブル 1 0 上面に金属製の粉末層を形成したり、該粉末層上にさらに金属製の粉末層を積層したりする。

【 0 0 3 0 】

以下、実施例に即して説明する。

30

【実施例】

【 0 0 3 1 】

実施例においては、図 1 (a)、(b) に示すように、前記造形パスが、所定の角度を伴って結合している複数の直線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態、又は連続した 1 個の曲線による順次内側若しくは順次外側に向かう配列状態であることを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

図 2 に即して、上記配列状態を実現する状態を具体的に説明するに、まず、コントローラ 3 0 は、予め記憶した加工プログラムに基づき、粉末供給装置 4 0 を動作させ、造形テーブル 1 0 上に金属製の粉末層を形成する。この後、コントローラ 3 0 は、レーザービーム走査手段 2 0 を動作させて、前記粉末層の上表面にレーザービームを照射する。

40

【 0 0 3 3 】

詳細に説明すれば、コントローラ 3 0 は、図 1 (a) に示すように、造形テーブル 1 0 上に、前記三次元データ等に基づき、被造形領域 E を設定する。

【 0 0 3 4 】

被造形領域 E は、当該三次元造形装置 1 によって製造される三次元形状造形物を、造形テーブル 1 0 に平行する平面で切断した断面に対応しており、前記三次元形状造形物の形状に応じて、複数の粉末層毎に異なる形状となる場合や、複数の粉末層で同一形状となる場合等がある。

50

【 0 0 3 5 】

次に、コントローラ 30 は、図 1 (a) に示すように、レーザビーム走査手段 20 による レーザビーム を、同じ粉末層における被造形領域 E 上の所定位置に照射するとともに、その照射部分 x を、予め設定された造形パスに沿って移動させるように、レーザビーム走査手段 20 の動作を制御する。前記照射部分 x は、粉末層上において レーザビーム が照射された瞬時の領域であり、上記絞り機構により調整された照射径を有する。

【 0 0 3 6 】

前記造形パスは、コントローラ 30 が前記三次元データ等に基づき設定した レーザビーム の走査経路であり、所定の記憶領域に記憶されている。

【 0 0 3 7 】

この造形パスには、被造形領域 E の輪郭に沿って レーザビーム を走査させるためのベクトル造形パス P 1 と、被造形領域 E の内側の領域をハッチングするようにして レーザビーム を走査させるためのラスト造形パス P 2 との 2 種類があり、それぞれ、粉末層毎に設定される。

【 0 0 3 8 】

ベクトル造形パス P 1 は、被造形領域 E の輪郭に沿って無端輪状に連続する経路である。

【 0 0 3 9 】

また、ラスト造形パス P 2 は、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路であり、図 1 (a) に示す一例によれば、被造形領域 E の輪郭寄りから複数の直線を所定の角度 (図 1 (a) の場合には直角) を伴って結合したうえで、順次外側から内側に向かう状態にて配列した状態による走査経路である。

【 0 0 4 0 】

そして、このラスト造形パス P 2 は、被造形領域 E 内の全領域をハッチングするようにして、渦巻き状に形成される。なお、図 1 (a) に示す一例によれば、ラスト造形パス P 2 を、矩形状の被造形領域 E の各辺に平行な複数の直線により形成しているが、他例として、被造形領域 E において、円及び情円を組み合わせたことによる連続した 1 個の曲線を外側から内側に向けて配列した場合には、ラスト造形パス P 2 を、徐々に中心部へ近づく曲線渦巻き状に形成する。

【 0 0 4 1 】

ベクトル造形パス P 1 とラスト造形パス P 2 に沿う レーザビーム の照射は、図示例によれば、単一の レーザビーム走査手段 20 によって順番に行うようにしているが、他例としては、レーザビーム走査手段 20 を 2 つ設け、その一方によりベクトル造形パス P 1 に沿う走査を行い、他方によりラスト造形パス P 2 に沿う走査を行うようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

レーザビーム の照射は、ベクトル造形パス P 1 又はラスト造形パス P 2 に沿う経路中、途中で中断されることなく、連続的に行われる。

【 0 0 4 3 】

前記のようにして造形パス P 1 , P 2 に沿って レーザビーム の走査が行われると、金属製の粉末層上面の被造形領域 E がレーザビームの熱により焼結する。この後、コントローラ 30 は、造形テーブル 10 を粉末層の厚み分だけ下降させ、被造形領域 E を含む粉末層の上面に対し、粉末供給装置 40 により新たな 金属製の粉末層 を形成する。

【 0 0 4 4 】

そして、コントローラ 30 は、上述した最初の 金属製の粉末層 に対する加工と同様に、前記新たな 金属製の粉末層 の上面に、被造形領域 E を設定し、この被造形領域 E 上に レーザビーム走査手段 20 による レーザビーム を照射するとともに、その照射部分 x を造形パス P 1 , P 2 に沿って移動させるように、レーザビーム走査手段 20 の動作を制御する。よって、新たな 金属製の粉末層 の被造形領域 E が焼結するとともに、この焼結部分が、先の 金属製の粉末層 の焼結部分と一体化する。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

以降、造形テーブル 10 の下降と、粉末供給装置 40 による金属製の粉末層の形成と、レーザービーム走査手段 20 のレーザービーム走査による焼結とが順番に繰り返されることで、所定の三次元形状造形物 M (図 2 参照) が製造される。なお、前記行程中、焼結層の外周部は、必要に応じて、図示しない切削加工装置により高精度に切削加工される。

【0046】

図 1 (b) に示す態様では、渦巻き状のラスタ造形パス P2 における走査方向を、先の実施例に対し逆方向にしたものである。すなわち、この態様のラスタ造形パス P2 は、同一線上を通過せず、かつ交点を形成せずに連続する経路であり、被造形領域 E の中心部側から同被造形領域 E において、複数の直線を所定の角度 (図 1 (b) の場合には直角) を伴って結合したうえで、順次内側から外側に向かう状態にて配列することによって走査経路が形成される。

10

【0047】

よって、図 1 (b) に示す態様によれば、先の実施例と同様にして、位置合わせ等による待ち時間の発生を少なくし、造形時間を短縮化することができる上、温度分布の偏りを軽減し、造形物の反り等の形状変形を抑制することができる。

【0048】

また、図 2 では、単一のレーザービーム走査手段 20を用いる構成としたが、他例としては、複数のレーザービーム走査手段 20を設け、これらレーザービーム走査手段 20による複数のレーザービームを被造形領域 E に照射し走査することも可能である。

【0049】

20

実施例においては、図 1 (a)、(b)、及び図 2 に示す造形パスを設定したが、これらの造形パスを適宜に組み合わせてなる造形パスを設定し、この造形パスに沿ってレーザービームを途中で中断することなく連続的に照射させることも可能である。

【産業上の利用可能性】

【0050】

以上の実施形態及び実施例からも明らかなように、本発明は、造形効率の向上及び造形物の形状変更を抑制し得ることから、三次元造形分野においてその利用価値は絶大である。

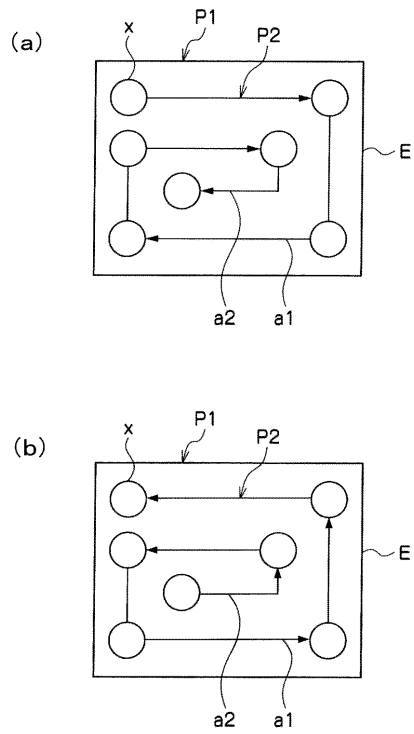
【符号の説明】

【0051】

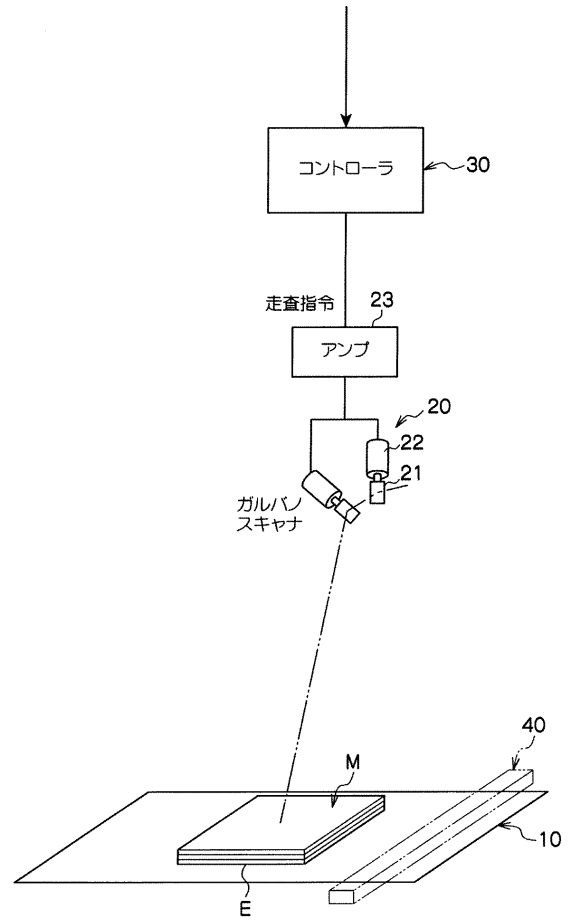
30

- 10 : 造形テーブル
- 20 : レーザービーム走査手段
- 30 : コントローラ
- 40 : 粉末供給装置
- E : 被造形領域
- P1 : ベクトル造形パス
- P2 : ラスタ造形パス
- a1 ~ a4 : 走査経路

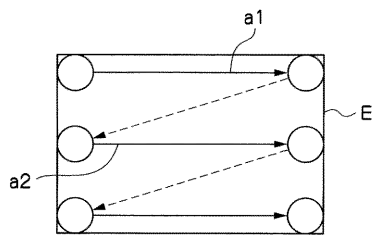
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 敏彦
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 天谷 浩一
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

合議体

審判長 加藤 友也

審判官 山本 英一

審判官 大島 祥吾

- (56)参考文献 特開2006-095807(JP,A)
特開2004-009573(JP,A)
特開2009-132127(JP,A)
特開2009-108350(JP,A)
特開平09-286058(JP,A)
特開2013-169796(JP,A)
特開平10-211656(JP,A)
特開平05-008307(JP,A)
特開2005-081809(JP,A)
特開平05-038763(JP,A)
特開2011-121364(JP,A)
特開平11-042713(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 67/00 - 67/24

B22F 3/00 - 3/26

B23K 26/00 - 26/70