

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7659578号
(P7659578)

(45)発行日 令和7年4月9日(2025.4.9)

(24)登録日 令和7年4月1日(2025.4.1)

(51)国際特許分類	F I
B 2 2 F 10/366 (2021.01)	B 2 2 F 10/366
B 2 2 F 10/28 (2021.01)	B 2 2 F 10/28
B 2 2 F 10/36 (2021.01)	B 2 2 F 10/36
B 2 2 F 12/70 (2021.01)	B 2 2 F 12/70
B 2 9 C 64/153 (2017.01)	B 2 9 C 64/153

請求項の数 22 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2022-572729(P2022-572729)	(73)特許権者	523394734
(86)(22)出願日	令和3年5月5日(2021.5.5)		ニコン エスエルエム ソリューションズ
(65)公表番号	特表2023-528010(P2023-528010 A)		アクチェンゲゼルシャフト
(43)公表日	令和5年7月3日(2023.7.3)		ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/061786	(74)代理人	100099759
(87)国際公開番号	WO2021/239411		弁理士 青木 篤
(87)国際公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(74)代理人	100123582
審査請求日	令和4年12月26日(2022.12.26)		弁理士 三橋 真二
(31)優先権主張番号	102020114340.0	(74)代理人	100092624
(32)優先日	令和2年5月28日(2020.5.28)		弁理士 鶴田 準一
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)	(74)代理人	100117019
前置審査			弁理士 渡辺 陽一
		(74)代理人	100108903
			弁理士 中村 和広

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方法であって、

付加式積層造形法において材料層を横切って走査されるビーム照射の照射を受ける前記材料層上に照射区分を画定することと、

前記材料層を横切って前記照射ビームを走査するために前記照射区分内に2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを画定することであって、前記照射区分内の全ての走査ベクトルが相互に対して平行又は実質的に平行である、画定することと、
を含み、

前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記画定に基づいて、

前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1走査ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第1場所と、

前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2走査ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第2場所と、
を接続するラインが得られ、

前記第1走査ベクトルと前記第2走査ベクトルが隣り合う走査ベクトルであり、前記第1場所と前記第2場所との間の距離が、(i)第1場所と、前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記第2走査ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第3場所との間の距離、及び/又は(ii)第2場所と、前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記第1走査ベクトルのた

10

20

めの前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第4場所との間の距離、より小さく、90度とは異なる角度が、

(a) 前記付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく、かつ、

(b) 前記照射区分の向きに対する前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの向きに関係なく、

(i) 前記第1走査ベクトルと前記ラインとの間、及び/又は(ii) 前記第2走査ベクトルと前記ラインとの間、に形成され、

前記方法が、更に、前記2つ又はそれ以上の走査ベクトルにしたがって前記照射ビームで前記材料層を照射することを含み、

前記照射区分が、前記付加式積層造形法を使用して前記材料層から製造される前記工作物の張出し輪郭エリアを含むように画定され、

前記張出し輪郭エリアの張出し角度が閾値角度を上回るとき、前記照射が前記張出し輪郭へ向かう一方向照射を含み、

前記張出し輪郭エリアの前記張出し角度が前記閾値角度以下であるときは、前記照射は二方向照射を含む、方法。

【請求項2】

90度とは異なる前記角度が、前記2つ又はそれ以上の走査ベクトルの各対の隣り合う走査ベクトルに基づいて形成される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記角度が、90度とは少なくとも5度異なる、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

照射エネルギー密度の前記変化が、それぞれの前記場所における前記走査ベクトルの始点及び/又は終点を含む、請求項1～3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

90度とは異なるように形成される前記角度が、

a) 前記2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記第1走査ベクトルと前記第2走査ベクトルを、

(i) それぞれの異なる長さ及び/又は

(ii) それぞれの異なる始点及び/又は

(iii) それぞれの異なる終点

を持つように画定すること、及び/又は

b) 前記走査ベクトルの前記第1走査ベクトル及び前記第2走査ベクトルの一方の前記始点が、前記走査ベクトルの前記第1走査ベクトル及び前記第2走査ベクトルの他方の走査ベクトルの前記終点とは異なること、

に基づく、

請求項1～4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

更に前記照射区分内のエリアを画定することを含み、前記第1場所及び前記第2場所が、前記2つ又はそれ以上の走査ベクトルの前記それぞれの第1走査ベクトル及び前記2つ又はそれ以上の走査ベクトルの前記第2走査ベクトルがその上に画定されるそれぞれの直線に沿って前記エリア内に位置する、請求項1～5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】

前記第1場所及び前記第2場所が、前記エリア内にランダムに配列される、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記場所が前記エリア内に均等に分散する、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

1つおきの走査ベクトルの前記場所の接続線が直線を形成する、請求項6に記載の方法。

【請求項10】

前記場所が波状曲線にしたがって前記材料層上に位置する、請求項6に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記場所が、ジグザクパターンにしたがって前記材料層上に位置する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 場所と前記第 2 場所との間の距離が予設定閾値を上回る、請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 3】

前記 2 つ又はそれ以上の各々の長さが、(i) 最小長さに等しく又はこれより大きく、かつ / 又は (i i) 最大長さに等しい又はこれより小さい、請求項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 1 4】

請求項 6 に従属する場合、前記エリアの寸法が、前記最大長さと前記最小長さとの間の差に等しい、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記輪郭が前記材料層から形成されるエリアの中の前記走査ベクトルの始点が、前記材料層のすぐ下に在る層において材料がすでに凝固したところに位置し、かつ前記走査ベクトルの終点が、前記材料層のすぐ下に在る前記層において材料が凝固していないところに位置する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記照射が二方向照射を含むとき、前記工作品の中心又は中心領域へ向かう前記走査ベクトルの長さが閾値長さを上回り、かつ / 又は前記照射エネルギー密度が前記工作品の前記中心又は中心領域へ向かう前記走査ベクトルの始点から前記走査ベクトルの終点まで増大する、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 1 7】

前記照射ビームが、前記材料層の下の材料がすでに凝固しているが前記材料層の下の材料がまだ凝固していない場所から予設定距離内の場所において前記材料層を横切って走査されるとき、前記照射エネルギー密度の変化の前記第 1 場所及び / 又は第 2 場所が、前記材料層の下の材料がすでに凝固している前記場所において前記材料層上に画定される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の方法と組み合わせて、付加式積層造形法を使用して三次元工作物を製造するための方法であって、前記方法が、

30

前記付加式積層造形法を使用して前記材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上で照射区分を画定することと、

前記照射区分内において、前記材料層を横切って前記照射ビームを走査するために 1 つ又は複数の走査ベクトルを画定することであって、前記走査ベクトルが、照射を受ける前記材料層のすぐ下又は間接的に下に在る層がすでに凝固している前記材料層の第 1 エリア及び照射を受ける前記材料層のすぐ下又は間接的に下に在る前記層がまだ凝固していない前記材料層の第 2 エリアに在るとき、走査ベクトルに従った前記照射ビームの照射ビームエネルギー密度の変化が、前記走査ベクトルが前記第 1 エリアに在るところに位置する、画定することと、

40

を含む、方法。

【請求項 1 9】

コンピュータプログラム製品が 1 つ又は複数のコンピューティング機器において実行される時請求項 1 ~ 1 8 のいずれか 1 項に記載の方法を実行するためのプログラムコード部分を含む、コンピュータプログラム製品。

【請求項 2 0】

コンピュータ可読記録媒体に記憶される、請求項 1 9 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 2 1】

50

付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置であって、前記装置が、
 前記三次元工作物を製造するための材料を受けるように構成されたキャリアと、
 前記キャリア及び／又は前記キャリアの上の１つ又は複数の先行材料層へ材料を供給するように構成された材料供給ユニットと、
 前記供給された材料を前記キャリア及び／又は前記キャリアの上の前記１つ又は複数の先行材料層の上に材料層に形成するための層堆積機構と、
 前記三次元工作物を製造するために前記キャリア及び／又は前記キャリアの上の前記１つ又は複数の先行材料層へ供給された前記材料を凝固するように構成された凝固機器と、
 前記凝固機器によって凝固される前記材料層のエリアヘシールドガスを供給するように構成されたガス供給ユニットと、
 前記ガス供給ユニットと前記凝固機器とを備えるプロセス室と、
 請求項 20 に記載の、前記コンピュータプログラム製品が記憶されるコンピュータ可読記録媒体と、
 を備える、装置。

10

【請求項 22】

請求項 21 に記載の装置を使用して、請求項 1 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の方法を実現するためのデータを提供することを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、概略的に、付加式積層造形法 (additive layer manufacturing process) において材料層を照射するために使用される 2 つ以上の走査ベクトルを画定する方法、コンピュータプログラム製品が 1 つ又は複数のコンピューティング機器で実行されるとき方法を実施するプログラム部分を含むコンピュータプログラム製品、付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置及び付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置を使用して上記の方法を実現するためのデータを提供することを含む方法、に関する。

【背景技術】

【0002】

30

付加式積層造形法において、工作物は、一連の凝固し相互接続された工作物の層を生成することによって層ごとに生産される。このようなプロセスは、原材料のタイプ及び／又は工作物を製造するために前記原材料を凝固する方式によって区別できる。

【0003】

例えば、粉末床溶融は、粉末状特に金属及び／又はセラミック原材料を複雑な形状の三次元工作物に加工できる一種の付加式積層法である。このために、原材料粉末層は、キャリアに塗布されて、例えば製造される工作物の所望の形状に応じてサイト選択的にレーザー放射を受ける。粉末層へ浸透するレーザー放射は、原材料粉末粒子の加熱を、したがってその融解又は焼結を生じる。工作物が所望の形状およびサイズを持つまで、すでにレーザー処理を受けたキャリア上の層に更なる原材料粉末層が塗付されて、加工される。選択的レーザー融解又はレーザー焼結は、特に CAD データに基づくプロトタイプ、ツール、交換部品、又は例えば義歯、整形外科用プロテーゼなどの医療用プロテーゼの製造に使用できる。

40

【0004】

一方、溶解積層法又は材料噴射法は、別のタイプの付加式積層法を代表する。この場合、非凝固原材料が、キャリア上に材料を堆積させるプリンティングヘッドに供給され、ここで材料は凝固する。

【0005】

付加式積層造形法の重要なパラメータは、製造される工作物の品質である。品質は様々なパラメータの影響を受ける可能性があるため、既知の解決法は、必ずしもいつも所望の品質を得られない。

50

【 0 0 0 6 】

現在、ストライプ幅（材料層を横切って照射ビームを走査するための走査ベクトルの幅）はストライプスキャン法において画定される。これらのストライプ内に、工作物形状に応じて等しい又は変動する長さの走査ベクトルがある。走査ベクトルの視点及び終点は、工作物の形状に実質的に関係なく、相互に隣りに在り、ストライプの間にラインを形成する（図1）。ほとんどの場合、工作物内部のストライプは、実質的に等しい長さのベクトルを持ち、工作物の輪郭エリアのストライプは、工作物形状に応じて変動する長さのベクトルを持つ。

【 0 0 0 7 】

2つのストライプの間の重なり又は距離は、ストライプオフセットによって調節できる。正の値のストライプオフセットは、2つのストライプの間の距離となり、負の値のストライプオフセットは重なりとなる。

10

【 0 0 0 8 】

発明者は、この値が最適に設定されない又は環境の影響（例えばガスフローの変化、圧力変動）のせいで付加式積層造形工程中にメルトプールのサイズが増大する場合、2つのストライプの間の重なり又は距離が大きすぎると（図1の点）、欠損又は気孔が生じる可能性があることを確認した。走査ベクトルの始点及び終点が一線上にあるので、いくつかの線形に配列された鎖状欠損又は気孔が生じる可能性がある（図1の取り囲まれたエリアの線形の点）。

【 0 0 0 9 】

発明者は、統計的に配列された気孔又は欠損は、ある程度まで工作物の質を下げず、欠損又は気孔の線形配列は回避すべきであると認識した。これは、このような線形配列の欠損又は気孔が工作物に一度又は何度も存在する場合、統計的に配分された気孔と異なり、鎖状欠損又は気孔が荷重を受けると線形欠損、クラック及び一種の予設定破壊点を形成するので、工作物の早期の機械的に繋がる可能性があるためである。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の目的は、特に、付加式積層造形法を使用して製造される三次元工作物の品質を改良することである。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明は、独立請求項において規定される。本発明の好ましい実施形態は、従属請求項において概説される。

【 0 0 1 2 】

説明する本発明の方法は、付加式積層造形法において材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上に照射区分特に照射ストライプを画定すること、及び、材料層を横切る前記照射ビームのための前記走査のために照射区分内に2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを画定することを含み、照射区分内の全ての走査ベクトルが相互に平行又は実質的に平行であり、2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記画定に基づいて、2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第1場所と2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第2場所を接続するラインが得られ、第1走査ベクトルと第2走査ベクトルが隣り合わせの走査ベクトルであり、第1場所と第2場所との間の距離が、(i)第1場所と2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第3場所との間の距離、及び/又は(ii)第2場所と2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第4場所との間の距離、より小さく、かつ、(a

40

50

)付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なくかつ(b)照射区分の向きに対する2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの向きに関係なく、90度とは異なる角度が(i)第1走査ベクトルとラインとの間に及び/又は(ii)第2走査ベクトルとラインとの間に、形成される。

【0013】

付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく90度とは異なる角度は、例えば、工作物を製造するとき2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルが材料層のどこに配列されるかに関係なく、角度が90度とは異なることを意味する。特に、付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく90度とは異なる角度は、例えば、2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルが工作物の輪郭上又は輪郭エリアに画定されるか否かに関係なく(即ち、その中に2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルが画定される照射区分が、工作物の輪郭に又は輪郭エリアに画定されるか否かに関係なく)、角度が90度とは異なることを意味する。輪郭又は輪郭エリアにおいて、走査ベクトルは、非輪郭エリアにおいて画定される走査ベクトルより短い長さに画定される場合があることが分かるはずである。

10

【0014】

照射区分の向きに対する2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの向きに関係なく90度とは異なる角度は、例えば、照射区分の縁の1つ又はそれ以上に対して平行又は実質的に平行になるように走査ベクトルが画定されるか否か又は照射区分の縁の1つ又はそれ以上に対して走査ベクトルが平行でない又は実質的に平行ではないか否かに関係なく、角度が90度とは異なることを意味する。いくつかの実施例において、照射区分は、照射区分内の走査ベクトルが正方形又は長方形の照射区分の縁に対して平行に(又は、実質的に平行に)なれるように正方形又は長方形照射区分として画定されるか、又は走査ベクトルは照射区分の縁に対して角度を成す(即ち平行ではない)。但し、本明細書において説明する実現例によれば、この例において(正方形又は長方形の照射区分を持つ)走査ベクトルが照射区分の縁に対して平行であるか否かに関係なく、角度は90度とは異なる。

20

【0015】

いくつかの実施例において、照射区分の向きは、例えば照射区分が正方形又は長方形のとき、照射区分の縁に基づいて画定される。他の実施例において、照射区分は、照射区分の向きを長円形の照射区分の長短の軸線によって画定できるように長円形とすることができる。

30

【0016】

この方法を使用して、線形配列の気孔又は欠損を回避でき(少なくとも一定程度まで)、それによって、付加式積層造形法を使用して製造される工作物の品質を改良できる。なぜなら、照射ビームの照射エネルギー密度の変化(いくつかの例において、照射エネルギー密度のゼロからゼロより大きい値へ又はその逆へ、又はその代わりに又はこれに加えて、ゼロ以外の第1値からゼロ以外で第1値より小さい又は大きい第2値へ)は、凝固した材料において最終的に気孔又は欠損を生じる可能性があるからである。

【0017】

照射エネルギー密度の変化は、例えば、エネルギー源のパワーの変化、作業面におけるビーム直径(即ち、作業面上のビームスポットのサイズ)の変化、ビームスポットの移動速度又は軌跡の変化、隣り合うベクトル(即ち、隣り合う移動トレース)の間の距離、隣り合うベクトルの間の距離及びビームスポットのサイズから生じる隣り合う照射トレースの重なり、及び照射区分における走査ベクトルの数、を変化させることによって得ることができる。照射エネルギー密度の変化のために、上記のパラメータの1つ、それ以上又はその全てを変化できる。

40

【0018】

いくつかの実施例において、全ての走査ベクトルのうちの一部のみが、前記走査ベクトルとラインとの間に形成される角度が90度とは異なるという上述の条件を満たすように

50

、照射区分内で画定される。他のいくつかの実施例において、照射区分内の全ての（隣り合う）走査ベクトルが、前記走査ベクトルとラインとの間に形成される角度が90度とは異なるという上述の条件を満たすように画定される。

【0019】

本明細書において説明する方法の実現例は、したがって、照射エネルギー密度の変化のそれぞれの場所を隣り合う平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの間で変動できるようにする。したがって、線形の鎖状気孔又は欠損を回避して、それによって付加式積層造形法を使用して製造される三次元工作物の品質を改良できる。

【0020】

上述の方法のいくつかの実施例において、前記の90度とは異なる角度は、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの各対の隣り合う走査ベクトルに基づいて形成される。これによって、照射区分全体において線形の鎖状気孔又は欠損が回避される。

10

【0021】

方法のいくつかの実施例において、角度は、少なくとも5度、好ましくは少なくとも10度、更に好ましくは少なくとも15度、90度とは異なる。2つはそれ以上の走査ベクトルのそれぞれ第1ベクトル及び第2ベクトルに関する照射エネルギー密度のそれぞれの変化の第1及び第2場所の変動は、増大できるので、配列ができる限り線形配列とは異なるように前記場所を材料層上に与えることができる。したがって、線形の鎖状気孔又は欠損はできる限り回避され、それによって付加式積層造形法を使用して製造される三次元工作物の品質を改良する。

20

【0022】

方法のいくつかの実施例において、照射エネルギー密度の前記変化は、それぞれの前記場所における前記走査ベクトルの始点及び/又は終点を含む。方法は、気孔及び欠損が特に照射ビームがまず材料層に衝突するとき及び/又は特定の場所において照射ビームがもはや材料層に衝突しないとき（即ち、照射ビームが材料層を横切って走査されなくなる）に生じるので、特に有利である可能性がある。深刻である可能性のある気孔及び/又は欠損は、このようにして線形配列で凝固した材料上に生じるのを回避できる。

【0023】

方法のいくつかの実施例において、90度とは異なるように形成される角度は、a) 2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルが(i)それぞれ異なる長さ及び/又は(ii)それぞれ異なる始点及び/又は(iii)それぞれ異なる終点、を持つように画定すること、及び/又は(b)走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルの一方の前記始点が走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルの他方の終点とは異なること、に基づく。2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルのそれぞれの始点異なることは、それぞれの始点の間の接続線が、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトルに対して直交せず、かつ/又は2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第2ベクトルに対して直交しないことを意味できる。同様に、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルのそれぞれの終点異なることは、それぞれの終点の間の接続線が、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトルに対して直交せずかつ/又は2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第2ベクトルに対して直交しないことを意味できる。同様に、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルの一方の始点が2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトル及び第2ベクトルの他方のベクトルの終点と異なることは、始点と終点との間の接続線が2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第1ベクトルに対して直交せずかつ/又は2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第2ベクトルに対して直交しないことを意味できる。方法のこのような実現例を使用することによって、鎖状気孔及び/又は欠損を回避でき、それによって、付加式積層造形法を使用して製造される三次元工作物の品質を改良できる。

30

40

【0024】

いくつかの実施例において、方法は、更に、照射区分内に1つのエリアを画定することを含み、第1場所及び第2場所は、2つ又はそれ以上の走査ベクトルのそれぞれ第1ベク

50

トル及び2つ又はそれ以上の走査ベクトルの第2ベクトルが画定されるそれぞれの直線に沿ってエリア内に位置する。鎖状気孔及びノ又は欠損は、前記第1走査ベクトルとラインとの間及びノ又は第2走査ベクトルとラインとの間の角度が90度とは異なるという条件が満たされるように、照射区分内のこのエリア内に走査ベクトルの始点と終点（又は、概略的に、照射エネルギー密度の変化のそれぞれの場所）を画定することによって、回避できる。

【0025】

方法のいくつかの実施例において、第1場所及び第2場所は、エリア内でランダムに配列される。エリア内で第1場所及び第2場所がランダムに配列されることにより、鎖状気孔及びノ又は欠損は、確率的配列から見て回避できる。

10

【0026】

方法のいくつかの実施例において、第1場所及び第2場所は、エリア内に均等に分散され、それによって、このエリア内で鎖状気孔及びノ又は欠損を有利に回避する。均等の分散は、場所の間（例えばエリア内の全ての走査ベクトルの照射エネルギー密度の変化の場所の間）の平均距離が閾値距離を上回ることを含む。

【0027】

方法のいくつかの実施例において、1つおきの走査ベクトルの前記場所の接続線が直線を形成する。走査ベクトルの1つ又はそれ以上について、始点は直線上に位置し、走査ベクトルの他方の1つ又は複数について、終点は直線状に位置できる。いくつかの実施例において、2つの直線が形成され、第1直線は第1組の走査ベクトル（例えば、第1走査ベクトル、第3走査ベクトル、第5走査ベクトルなど）に基づき、第2直線は、第2組の走査ベクトル（例えば、第2走査ベクトル、第4走査ベクトル、第6走査ベクトルなど）に基づく。これは、照射ビームの照射エネルギー密度のそれぞれの変化の場所を分散できるようにし、エリア内での相互接続された線形の鎖状気孔及びノ又は欠損を回避する。

20

【0028】

方法のいくつかの実施例において、前記場所は、波形曲線特に正弦波曲線にしたがって材料層上に位置する。線形の鎖状気孔及びノ又は欠損は、このようにして、凝固した材料層において回避できる。

【0029】

発明のいくつかの実施例において、前記場所は、ジグザグパターンにしたがって材料層上に配置される。線形の鎖状気孔及びノ又は欠損は、このようにして、設定規模だけ×番目の走査ベクトルごとに前記場所をオフセットさせることによって、少なくともある程度凝固した材料層において回避できる。

30

【0030】

方法のいくつかの実施例において、第1場所と第2場所との間の距離は、予設定閾値を上回る。線形の鎖状気孔及びノ又は欠損は、第1場所と第2場所が少なくともある程度相互に離間して配列されるので回避できる。

【0031】

方法のいくつかの実施例において、2つ又はそれ以上の走査ベクトルの各々の長さは、(i)最小長さに等しいか又はこれより大きく、かつノ又は(ii)最大長さに等しいか又はこれより小さい。これによって、エネルギー入力が過剰に（即ち頻繁過ぎる）又充分ではない頻度で変動しないようにできる。そうでなければ、凝固した材料層に他の欠陥を生じる可能性がある。

40

【0032】

方法のいくつかの実施例において、エリアの寸法は、最大長さと最小長さのとの差に等しい。第1場所及び第2場所が位置するエリアは、走査ベクトルの最小長さ及び最大長さを考慮に入れながら画定できる。

【0033】

いくつかの実施例において、方法は、更に、2つ又はそれ以上の走査ベクトルにしたがって照射ビームを材料層に照射することを含む。

50

【 0 0 3 4 】

方法のいくつかの実施例において、照射区分は、付加式積層造形法を使用して材料層から製造される工作物の輪郭エリア特に張出し輪郭エリアを含むように画定される。これによって、特に、工作物の輪郭に沿った又は輪郭が配列されるエリアにおける線形の鎖状気孔及びノ又は欠損を有利に回避できる。これによって、特に、製造される工作物の張出し輪郭エリアに支持形体が与えられる範囲を減少できる。張出し輪郭エリアは、工作物の凝固部分の上ではなく未凝固粉末の上に在るエリアであり、オーバーハング又はダウンスキンとも呼ばれる。

【 0 0 3 5 】

方法のいくつかの実施例において、照射区分は、工作物の基礎輪郭エリアを含むように画定される。これによって、特に、工作物の輪郭に沿った又は輪郭が配列されるエリアにおいて線形の鎖状気孔及びノ又は欠損を有利に回避できる。基礎輪郭エリアは、工作物の凝固部分内部ではなく後続層を加工した後に未凝固粉末の下に在るエリアである。これはアップスキンとも呼ばれる。

10

【 0 0 3 6 】

方法のいくつかの実施例において、照射区分が前記張出し輪郭エリアを含むように画定され、張出し輪郭エリアの張出し角度（三次元工作物が層ごとに製造されるときに垂直方向に対して画定される）が、閾値角度を上回るとき、前記照射は、張出し輪郭へ向かう一方向照射を含む。閾値角度は、材料及びノ又は層の厚み及びノ又は照射源パラメータに依存する可能性があり、例えば、65度未満であり、より好ましくは50度未満、最も好ましくは40度未満が好ましい可能性がある。これによって、張出し輪郭エリアを含むエリアにおける照射を均等にでき、それによって、このエリアの工作物の品質を改良できる。

20

【 0 0 3 7 】

方法のいくつかの実施例において、張出しエリアが材料層から形成されるエリアにおいて前記走査ベクトルの始点は、材料層のすぐ下に在る層において材料がすでに凝固しているところに位置し、走査ベクトルの終点は、材料層のすぐ下に在る層において材料が凝固していないところに位置する。前記走査ベクトルにしたがってこれから凝固する材料層のすぐ下に在る層において材料がすでに凝固している場所に走査ベクトルの始点があると、欠損及びノ又は気孔ができない、又は、始点がこれから凝固する材料層の下に在る層が凝固していない場所にある場合と比べて少なくなる。これは、非凝固材料が、基本的に分離層として作用し、これから凝固する層の下に非凝固材料が、凝固層（非凝固材料に比べてが高い）を非凝固層の中へ沈めることになるせいである。これを防止して、工作物の品質を改良できる。

30

【 0 0 3 8 】

方法のいくつかの実施例において、照射が二方向照射を含む場合、工作物の中心又は中心領域へ向かう前記走査ベクトルは、閾値長さを上回り、かつノ又は照射エネルギー密度は、走査ベクトルの始点から走査ベクトルの終点まで工作物の中心又は中心領域へ向かって増大する。工作物の品質は、したがって、異常（例えば、欠損及びノ又は気孔）を回避できるので改良できる。これは、特に短い走査ベクトルが隣接する照射区分ノ走査ベクトルと合併されるような閾値を下回る幅を持つ照射区分の場合に言える。

40

【 0 0 3 9 】

方法のいくつかの実施例において、照射ビームが、材料層の下の材料が既に凝固しているが、材料層の下の材料がまだ凝固していない場所から予設定された距離内の場所において材料層を横切って走査されるとき、照射エネルギー密度の変化の第1場所及びノ又は第2場所は、材料層の下の材料が既に凝固している場所において材料層上に画定される。その結果、欠損及びノ又は気孔ができないか、又は前記場所がこれから凝固する材料層の下にある層がまだ凝固していないところに在る場合に比べて、欠損又は気孔が少ない。したがって、工作物の品質を改良できる。いくつかの実施例において、2つの走査ベクトルは、照射区分内で前後に配列でき、照射エネルギー密度は、下の材料が固形であるエリアに在る第1ベクトルにおいて減少し、第2走査ベクトルは、張出しエリアをカバーして、減

50

少しした照射ビームエネルギー密度から始まる。

【0040】

更に、方法について説明する。方法は、

付加式積層造形法において材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上で照射区分特に照射ストライプを画定することと、

照射区分内において、材料層を横切って前記照射ビームを走査するための3つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを画定することであって、照射区分内の全ての走査ベクトルが相互に平行又は実質的に平行である、画定することと、

を含み、

前記3つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルに基づいて、

3つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第1場所と、

3つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第2場所と、

3つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第3ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第3場所と、

が得られ、第1走査ベクトル、第2走査ベクトル及び第3走査ベクトルが隣り合わせの走査ベクトルであり、第1場所、第2場所及び第3場所が、第1走査ベクトル、第2走査ベクトル及び第3走査ベクトルの(それぞれの)中心を通過する曲線に関して同じ側に在り、

第1直線が、第1場所と第2場所を接続し、第2直線が、第1場所と第3場所を接続し、第1直線と第2直線が平行ではない。

【0041】

この方法は、本開示全体において説明する実現形態例のいずれか1つ又はそれ以上と、特に前に説明した方法の実施例と組み合わせることができる。

【0042】

方法のいくつかの実施例において、照射区分は、付加式積層造形法を使用して材料層から製造される工作物の輪郭エリア特に張出し又は基礎輪郭エリアを含むように画定される。

【0043】

方法のいくつかの実施例において、照射区分が前記輪郭エリアを含むように画定されると、第1ベクトル、第2ベクトル及び第3ベクトルの(それぞれの)中心を通過する曲線に対する第1場所、第2場所及び第3場所は、工作物の輪郭とは反対の曲線の側に在る。

【0044】

方法のいくつかの実施例において、第1直線の全ての平行直線は、工作物輪郭のコースに対して接線ではなく、第2直線の全ての平行の直線は、工作物輪郭のコースに対して接線ではない。方法のいくつかの実施例において、第1直線の全ての平行直線及び第2直線の全ての平行直線は、工作物輪郭のコースに対して接線ではない。

【0045】

更に、コンピュータプログラム製品が1つ又は複数のコンピューティング機器において実行されるとき本開示全体で説明する実現例のいずれか1つ又はそれ以上にしたがって概説する方法を実施するためのプログラムコード部分を含むコンピュータプログラム製品を説明する。いくつかの実施例において、コンピュータプログラム製品は、コンピュータ可読記録媒体に記憶される。

【0046】

更に、付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置を説明する。装置は、三次元工作物を製造するための材料を受けよう構成されたキャリアと、キャリアへ及び/又はキャリアの上の1つ又は複数の先行材料層へ材料を供給するよう構成された材料供給ユニットと、供給された材料をキャリアの上及び/又はキャリアの上の1つ又は複数の先行材料層の上の材料層に形成するための層堆積機構と、三次元工作物を製造するためにキャリアに及び/又はキャリア上の1つ又は複数の先行材料層に供給された材料

10

20

30

40

50

を凝固するように構成された凝固機器と、凝固機器によってこれから凝固される材料層のエリアへシールドガスを供給するように構成されたガス供給ユニットと、ガス供給ユニットと凝固機器とを備えるプロセス室と、コンピュータプログラム製品が上述のように記憶されるコンピュータ可読記録媒体と、を備える。

【0047】

装置は、本開示全体において説明する実現例のいずれか1つ又はそれ以上にしたがって方法を実現するように構成できる。

【0048】

更に、付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置特に上記の装置を使用して、本開示全体において説明する実現例のいずれか1つ又はそれ以上に従った方法を実現するためのデータを提供することを含む方法を説明する。

10

【0049】

更に、付加式積層造形法を使用して三次元工作物を製造するための方法を説明する。方法は、付加式積層造形法を使用して材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上で照射区分特に照射ストライプを画定することと、照射区分内において、材料層を横切って前記照射ビームを走査するための1つ又は複数の（例えば、平行の又は実質的に平行の）走査ベクトルを画定することと、を含み、前記走査ベクトルが、照射を受ける材料層の下に（例えば、すぐ下に）在る層がすでに凝固している材料層の第1エリアに及び照射を受ける材料層の下（例えばすぐ下）に在る層が凝固していない材料層の第2エリア（即ち工作物の張出しエリア）に在るとき、走査ベクトルにしたがった照射ビームの照射ビームエネルギー密度の変化は、走査ベクトルが第1エリアに在るところに位置する。方法は、本開示全体において説明する方法の実現例のいずれか1つ又はそれ以上と組み合わせることができる。欠損又は気孔は、工作物の輪郭エリアにおいて発生するのを防止でき、それによって、製造される工作物の品質を改良できる。

20

【0050】

本発明のこれらの及びその他の形態について、添付図面を参照しながら例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】図1は、先行技術に従った走査法の概略図である。

30

【図2】図2は、先行技術に従った走査法の概略図である。

【図3】図3は、本開示全体において説明する実現例に従った走査法の概略図である。

【図4】図4は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図5】図5は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図6】図6は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図7】図7は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図8】図8は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図9】図9は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

【図10】図10は、本開示全体において説明する実現例に従った別の走査法の概略図である。

40

【図11】図11は、本開示全体において説明する実現例に従った方法のフローチャートである。

【図12】図12は、本開示全体において説明する実現例に従った装置の概略的ブロック図である。

【図13】図13は、本開示全体において説明する実現例に従った方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0052】

上で概説するように、図1は、先行技術に従った走査法の概略図である。この例において、照射を受ける材料層の照射区分は、それぞれ方形及び円形を持つ。他の形状も可能で

50

あることが分かるはずである。

【0053】

この例において、走査ベクトル（矢印）は、幅102を有する照射ストライプ内で画定される。走査ベクトルの長さは、製造される工作物の形状に応じて画定される。

【0054】

図から分かるように、走査ベクトルの始点及び終点は、図示する2つの例の各々について一線上にある。発明者は、その結果気孔及び/又は欠損の可能性がある位置106がエリア104内において線形に配列される可能性があることを確認した。

【0055】

図2は、先行技術に従った別の走査法の概略図である。

10

【0056】

この例において、照射を受ける現在の層の下に在る層202は凝固している。この例においては、付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状ゆえに、張出し204が生成される。

【0057】

照射ビームが位置 t_0 から t_2 まで走査されるとき、フィリングベクトル206は、 t_1 において照射エネルギー密度が減少することが示される。同様に、輪郭ベクトル208は、位置 z_1 において照射エネルギー密度が減少し、位置 z_4 において再び上昇することが示される。

【0058】

図から分かるように、張出しが生成されるエリアにおいて、照射ビームエネルギー密度は、張出しを持つエリアについて減少する。

20

【0059】

この例において、様々なベクトルの始点及び終点は、一線上（この例においては位置 t_0 が位置するところ）に在る。

【0060】

ストライプの間に欠損が生じないようにパラメータが最適化されても、鎖状気孔は凝固した材料層において繰返し発生した。

【0061】

したがって、本開示に従った実現例は、特に、いくつかの実施例にしたがって照射ストライプの幅及び/又は走査ベクトルの長さを変動できる走査法に関する。

30

【0062】

概略的に、本明細書において説明する実現例に従った走査法の目的は、隣り合うベクトルの始点と終点又はストライプ内の隣り合うベクトルにおける照射エネルギー密度の変化の点が、相互に直接隣り合わせでなく、いくつかの場合には、可能な限り離れるようにし、かつ、いくつかの走査ベクトルに亘って点が一線上に配列されないようにすることである。

【0063】

ストライプ又は隣り合うストライプの走査ベクトルの始点と終点が配列されるエリア内においてベクトル長さを変動することによって（付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく）、列状に並ぶ気孔又は欠損は回避できる。これによって、そうでなければ破壊点を生じる可能性を減少することによって、機械的特性を改良できる。

40

【0064】

更に、本明細書において説明するタイプの走査法は、ハードウェア又はプロセスの影響に対する許容差を増大できる。ビーム直径を僅かに変動させる（機械ごとに）又は溶解プールのサイズを変動させる影響（これは短期的なガス流不足、したがって吸収の減少などの様々なプロセスの影響によって生じる）は、最小限に抑えることができる。更に、照射ビームの移動とシンクロしない様々な走査ベクトルの影響も、最小限に抑えられる。更に、光学機器（例えば、走査光学機器）及び/又は凝固機器（例えば、レーザー）の変動は、有利に相殺できる。

50

【 0 0 6 5 】

図 3 は、本開示全体において説明する実現例に従った走査法の概略図である。

【 0 0 6 6 】

この実施例において、その中で材料層がこれから凝固する照射区分 3 0 1 a 及び 3 0 1 b が画定される。

【 0 0 6 7 】

各照射区分は、この例においては、ストライプ幅 3 0 2 を持つストライプの形状である。

【 0 0 6 8 】

照射区分の各々内に複数の走査ベクトルが与えられる。各走査ベクトルは、最小ベクトル長さ 3 0 4 及び最大ベクトル長さ 3 0 6 を持つ。

10

【 0 0 6 9 】

この実施例において、ストライプの走査ベクトルの始点及び終点は、画定されたエリア 3 2 0 内にランダムに分散される。

【 0 0 7 0 】

この実施例においては走査ベクトル 3 0 8 の始点 3 1 6 と走査ベクトル 3 1 0 の始点 3 1 8 との間に想像上のライン 3 1 2 が形成される。この実施例において、ライン 3 1 2 と走査ベクトル 3 0 8 (及び同様にライン 3 1 2 と走査ベクトル 3 1 0) は、その間に、9 0 度とは異なる角度 3 1 4 を形成する。この実施例において、角度は約 1 0 度である。

【 0 0 7 1 】

この実施例において、画定されたエリア 3 2 0 のサイズは、定められた最低及び最高走査ベクトル長さによって決まる。

20

【 0 0 7 2 】

画定されたエリア 3 2 0 内で走査ベクトルの始点及び終点はランダムに分散するので、欠損又は気孔は、その線形配列を回避できるように均等に分散する。

【 0 0 7 3 】

図 4 は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【 0 0 7 4 】

この実施例において、走査ベクトルの始点及び終点は、幅 4 0 2 を持つ走査ストライプの走査ベクトル 1 つおきに移動する。又、この実施例において、最小走査ベクトル長さ 4 0 4 及び最大走査ベクトル長さ 4 0 6 が提示される。走査ベクトルの始点及び終点は、走査ベクトル 1 つおきに同じ高さに在る。

30

【 0 0 7 5 】

この実施例において、間隔が近い気孔又は欠損をある程度減少できる。

【 0 0 7 6 】

図 5 は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【 0 0 7 7 】

この実施例において、走査ベクトルの始点及び終点は、幅 5 0 2 を持つ走査ストライプにおいて正弦波上に在る。可能性のある欠損又は気孔で構成される直線は、この走査法を使用することによって回避できる。

【 0 0 7 8 】

又、この実施例において、最小走査ベクトル長さ 5 0 4 及び最大走査ベクトル長さ 5 0 6 が提示される。

40

【 0 0 7 9 】

図 6 は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【 0 0 8 0 】

この実施例において、幅 6 0 2 を持つストライプの走査ベクトルの始点及び終点は、ジグザグパターンに配列される。走査ベクトル x 番目ごと (この実施例においては走査ベクトル 4 つごと) にオフセットされることによって、気孔又は欠損の線形配列は妨害できる。

【 0 0 8 1 】

又、この実施例において、最小走査ベクトル長さ 6 0 4 及び最大走査ベクトル長さ 6 0

50

6 が提示される。

【 0 0 8 2 】

概略的に、本開示に従った様々な実現例において、画定されたエリアにおいて、始点及び終点（照射区分の特定エリア内に位置する）は、可能な限り均等に分散する。走査ベクトルの始点及び / 又は終点は、本明細書において説明する実現例のいずれにおいても、走査ベクトルの走査経路に沿った照射ビームエネルギー密度の変化（ゼロとは異なる第 1 値から、第 1 値より大きい又は小さいゼロとは異なる第 2 値まで）を表すと言える。

【 0 0 8 3 】

本明細書において説明する実現例に従った走査法を使用して、任意の欠損又は気孔の間の距離を増大できる。

【 0 0 8 4 】

本明細書において説明する走査法は、特に、付加式積層造形法を使用して製造される工作物の張出し輪郭エリアにとってに有利である可能性がある。近い輪郭の張出し工作物エリアの製造は、従来通りに支持できる。工作物に加えなければならないこのような支持構造は、粉末消費量を増加し、製造時間を長くし、工作物の加工後の注力を増大する可能性がある。

【 0 0 8 5 】

本明細書において説明する実現例に従った走査法は、（近）輪郭の張出しエリアに使用するために有利な走査法によって必要とされる支持構造を減少できる。工作物の固形部分における特定の走査法は、又、異常を排除するのに役立つ可能性がある。

【 0 0 8 6 】

本開示全体において説明する実現例に従った走査法は、特に張出し輪郭エリアの製造が一線の上に配列された異常を防止できるようにできる（そうでなければ、工作物構成成分を脆弱にする可能性がある）。

【 0 0 8 7 】

図 7 は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【 0 0 8 8 】

この実施例において、幅 7 0 2 を持つ走査ストライプは、張出しエリアをカバーし、第 1 部分は、照射を受ける層の下の凝固層（ドットエリア）及び照射を受ける層の下の未凝固層（ブランクエリア）を含む。

【 0 0 8 9 】

図から分かるように、この実施例において、照射ビームエネルギー密度は、照射を受ける層の下に凝固材料層を持つエリアを越えると減少する（照射ビームエネルギー密度対ファイリングベクトルの場所 7 0 6 を参照）。同じことが輪郭ベクトル 7 0 8 に当てはまり、例えば位置 z 1 において照射ビームエネルギー密度は減少する。図を明確にするために、1 つの輪郭ベクトル 7 0 8 しか示さないが、いくつかの実施例において、工作物輪郭において照射はもっと近接する経路例えば 3 つの平行の経路又は 5 つ又はそれ以上の近接経路に従うことが可能であることが分かるはずである。輪郭とは反対側に工作物の内部を指すベクトルの場合、照射ビームエネルギーは、照射を受ける層の下に凝固材料層を持つエリアを越えるまで増大しない。

【 0 0 9 0 】

図 8 は、本開示全体において説明する別の実現例に従った好ましい走査法の概略図である。

【 0 0 9 1 】

この実施例において、張出しエリアをカバーする照射ストライプに関して、走査ベクトルは、少なくともいくつかの走査ベクトルについて波形で様々な始点及び終点を持つように画定される。これに加えて、照射ビームエネルギー密度は、図 7 の実施例に示すように、下に非凝固材料層を持つエリアにおいて減少できる。特に、張出しエリアをカバーする照射ストライプの走査ベクトルの照射ビームエネルギー密度は、固形材料を覆う照射ストライプの走査ベクトルの照射ビームエネルギー密度より低い一定のエネルギー密度とする

10

20

30

40

50

ことができる。

【0092】

図9は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【0093】

この実施例において、走査ベクトルは、工作物の輪郭の方向に一方向に配列されるように画定される。図7及び/又は図8の走査法は、更に図9の走査法において実現できる。

【0094】

図10は、本開示全体において説明する別の実現例に従った走査法の概略図である。

【0095】

この実施例において、張出しエリアをカバーする照射ストライプは、部分的に前後に配列された走査ベクトルを含み、工作物の輪郭をカバーする第2走査ベクトルは、照射を受ける層の下に凝固材料を持つエリアを覆って全体に配列される第1走査ベクトルと比較して、小さい照射エネルギー密度を持つように画定される。

10

【0096】

上述の実施例に基づいて、フィリングベクトルは、構造物の形状に応じて異なる照射エネルギー密度変化の場所（例えば、走査ベクトルの始点及び/又は終点）を持つ照射ストライプの中の隣り合う走査ベクトルとして画定できる。これによって、例えば、異なる走査ベクトルの長さ及び/又は始点及び/又は終点が得られる。

【0097】

いくつかの実施例において、長さ、始点及び/又は終点は、上述のようにランダムに又は特有のパターン（例えば、任意の振幅及び周波数を持つ正弦曲線）で画定できる。これは、特に、張出し輪郭に沿って位置する照射ストライプにとって有利である可能性がある。

20

【0098】

張出し輪郭エリアに沿って実行されるとき、本開示に従った数個の照射ストライプを、相互に隣り合わせに配置することが好ましい。

【0099】

図示する実施例は、隣り合わせの照射エリア即ち照射ストライプにおいて、同じ距離を持つ同じ数のベクトルを含むが、照射エリアが、照射エリア間で照射エネルギー密度を変えるために異なる距離を持つ異なる数のベクトルを含むことが可能であることが分かるはずである。特に、張出し輪郭エリアにおける照射エリアは、固形材料上の照射エリアとは異なる数のベクトルを含むことができる。又、（その代わりに又はこれに加えて）上述のように照射エネルギー密度を制御するための他のパラメータを変動できることが明らかである。

30

【0100】

特定の張出し角度まで二方向照射で、その後工作物輪郭の方向の一方向照射が好ましい場合がある。これによって、工作物輪郭のエリアにおいて均等の照射が可能であり、それによって工作物の品質を改良できる。

【0101】

連続的初期片勾配（initial superelevation）又は異常の問題を回避するために、特に一方向走査ベクトルのために異なる始点（及び/又は終点）を選択できる。

40

【0102】

隣り合う走査ベクトルの異なる点において張出し輪郭エリアの前のエリアにおける照射ビームパワー/エネルギー密度の急激な減少が、考えられる気孔又は欠損の線形配列を回避するために好ましい場合がある。

【0103】

照射ビームパワー減少の代わりに又はこれに加えて、走査ベクトルをすぐ前後に照射を受ける2つの走査ベクトルに分割することができ、最初のベクトルは通常の照射ビームパワーに曝され、その後のベクトルは減少した照射ビームパワーに曝される。

【0104】

二方向照射の場合、工作物の内部/中心部分へ向かう照射のために長い走査ベクトルを

50

選択することが好ましい場合がある。比較的浅い照射区分/ストライプは、このようにして回避でき、それによって、可能な限り考えられる欠損または気孔を分散できる。

【0105】

二方向照射の場合、工作物輪郭から離れて内へ向かう走査ベクトルの照射ビームエネルギー密度は、特定の場所から先へ増大する場合がある。これは、工作物輪郭から外向きに向かう走査ベクトルの減少に類似するかも知れない。

【0106】

外部輪郭の場合、ほとんどの一般的ケースにおいて、輪郭は、凝固した基盤/層を持つエリアに沿って並びに下にまだ凝固しない層を持つエリアに沿って延びる可能性がある。これらの輪郭エリアの間の移行部において、照射ビームパワー/エネルギー密度は、付加式積層造形法を使用して工作物を製造するための走査法において、ハッチングのための手順にしたがって変化する可能性がある。エネルギー照射の衝突点が、固形部分において(即ち照射を受ける層の下の材料が固形)まだ凝固していないエリア(照射を受ける層の下の)への移行部近くにいる場合、照射ビームパワーは、それでも輪郭照射の固形部分において変化する可能性がある。エネルギー照射の場所がまだ凝固していないエリアに在り、凝固エリアへの移行が切迫している場合、照射ビームパワーは、固形エリアの通常値へ変化する可能性がある - これはフィリングベクトル及び/又は輪郭ベクトルに適用できる。各層の移行が固形サブエリアの様々な場所で確実に行われるようにするために、場所は層から層へ変動でき、それによって、固形エリアから非凝固エリアへの輪郭エリアの実際の移行場所からのエネルギー密度入力変更場所の距離は、ゼロとは異なる。

【0107】

本明細書において説明する実現例に従った走査法は、ハッチング境界に沿った異常を防止するので、より均質の材料構造及び特に線形配列の欠損又は気孔を回避できるようにする。

【0108】

図11は、本開示全体において説明する実現例に従った方法1100のフローチャートである。

【0109】

この実施例において、照射区分は、ステップS1102において、付加式積層造形法において材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上で画定される。

【0110】

ステップS1104において、材料層を横切る前記照射ビームを走査するための2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルが、照射区分内に画定される。

【0111】

2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを前記のように画定することによって、2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第1場所を、2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2ベクトルのための前記照射ビームの材料層上における照射エネルギー密度の変化の第2場所を接続するラインが画定される。第1走査ベクトルと第2走査ベクトルは隣り合う走査ベクトルであり、第1場所と第2場所との間の距離は、(i)第1場所と2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第2ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第3場所との間の距離、及び/又は(ii)第2場所と2つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第1ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第4場所との間の距離より小さく、かつ付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく90度とは異なる角度が、(i)第1走査ベクトルとラインとの間に及び/又は(ii)第2走査ベクトルとラインとの間に、形成される。いくつかの実施例において、1つ又は複数の走査ベクトルでその後充填される1つ又は複数のハッチを画定した後に、1つ又は複数の走査ベクトルの長さがチェックされる。1つ又は複数のハッチは、その後、走査ベクトルが予設定閾値を下回る長さを持つのを回避するために調

10

20

30

40

50

整できる。

【0112】

ステップS1106において、材料層は、画定された2つ又はそれ以上の走査ベクトルにしたがって照射を受ける。

【0113】

図12は、本開示全体において説明する実現例に従った装置1200の概略的ブロック図である。

【0114】

この実施例において、装置1200は、付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するために使用される。

【0115】

装置1200は、三次元工作物を製造するための材料を受けよう構成されるキャリア1202を備える。装置1200は、更に、キャリア1202及び/又はキャリア1202の上の1つ又は複数の先行材料層へ材料を供給するように構成された材料供給ユニット1204を備える。

【0116】

層堆積機構1206が、供給された材料をキャリア1202及び/又はキャリア1202の上の1つ又は複数の先行材料層の上の材料層に形成するために設置される。

【0117】

装置1200は、この実施例において、更に、三次元工作物を製造するためにキャリア1202及び/又はキャリア1202の上の1つ又は複数の先行材料層に供給された材料を凝固するように構成された凝固機器1208を備える。凝固機器1208は、1つ又は複数のレーザー及び/又は1つ又は複数の粒子(例えば、電子)ビーム源を備えることができる。

【0118】

装置1200は、この実施例において、更に、凝固機器1208によって凝固される材料層のエリアへシールドガスを供給するように構成されたガス供給ユニット1210を備える。

【0119】

装置1200は、この実施例において、更に、付加式積層造形法を使用して三次元工作物を製造できるプロセス室1212を備える。いくつかの実施例において、キャリア1202及び/又は材料供給ユニット1204及び/又は層堆積機構1206及び/又は凝固機器1208及び/又はガス供給ユニット1210は、プロセス室1212内に設置できる。

【0120】

装置1200は、この実施例において、更に、コンピュータプログラム製品が1つ又は複数のコンピューティング機器において実行されるとき本明細書において説明する実現例のいずれか1つにしたがって方法を実施するために、プログラムコード部分を備えるコンピュータプログラム製品が含まれるコンピュータ可読記録媒体1214を備える。

【0121】

図13は、本開示全体において説明する実現例に従った方法1300のフローチャートである。

【0122】

この実施例において、照射区分及び走査ベクトルは、方法1100のステップS1102及びS1104において上で概説するように画定される。方法1300は、更に、付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置特に図12に示す装置を使用して、本明細書において説明するように実現例のいずれか1つに従った方法を実現するためのデータを提供することを含む。

【0123】

疑う余地なく、多くの他の効果的対策が当業者には分かるだろう。本発明は、説明する

10

20

30

40

50

実施形態及び実現例に限定されず、当業者には明白で本明細書に添付される請求項の範囲内に在る修正を包括することが分かるはずである。

なお、本開示には以下の態様も含まれる。

〔態様 1〕

方法であって、

付加式積層造形法において材料層を横切って走査されるビーム照射の照射を受ける前記材料層上に照射区分特に照射ストライプを画定することと、

前記材料層を横切って前記照射ビームを走査するために前記照射区分内に 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを画定することであって、前記照射区分内の全ての走査ベクトルが相互に対して平行又は実質的に平行である、画定することと、
10
を含み、

前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記画定に基づいて、

前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 1 ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第 1 場所と、

前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 2 ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第 2 場所と、

を接続するラインが得られ、

前記第 1 走査ベクトルと第 2 走査ベクトルが隣り合う走査ベクトルであり、前記第 1 場所と前記第 2 場所との間の距離が、(i) 第 1 場所と、前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 2 ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第 3 場所との間の距離、及び / 又は (i i) 第 2 場所と、前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 1 ベクトルのための前記照射ビームの照射エネルギー密度の変化の第 4 場所との間の距離、より小さく、
20

90 度とは異なる角度が、

(a) 前記付加式積層造形法を使用して製造される工作物の形状に関係なく、かつ、

(b) 前記照射区分の向きに対する前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの向きに関係なく、

(i) 前記第 1 走査ベクトルと前記ラインとの間、及び / 又は (i i) 前記第 2 走査ベクトルと前記ラインとの間、に形成される、
30

方法。

〔態様 2〕

90 度とは異なる前記角度が、前記 2 つ又はそれ以上の走査ベクトルの各対の隣り合う走査ベクトルに基づいて形成される、態様 1 に記載の方法。

〔態様 3〕

前記角度が、90 度とは少なくとも 5 度、好ましくは少なくとも 10 度、更に好ましくは少なくとも 15 度異なる、態様 1 又は 2 に記載の方法。

〔態様 4〕

照射エネルギー密度の前記変化が、それぞれの前記場所における前記走査ベクトルの始点及び / 又は終点を含む、態様 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

〔態様 5〕

90 度とは異なるように形成される前記角度が、

a) 前記 2 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記第 1 ベクトルと前記第 2 ベクトルを、

(i) それぞれの異なる長さ及び / 又は

(i i) それぞれの異なる始点及び / 又は

(i i i) それぞれの異なる終点

を持つように画定すること、及び / 又は

b) 前記走査ベクトルの前記第 1 ベクトル及び前記第 2 ベクトルの一方の前記始点が、前記走査ベクトルの前記第 1 ベクトル及び前記第 2 ベクトルの他方のベクトルの前記終点とは異なること、
40
50

に基づく、

態様 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法。

〔態様 6〕

更に前記照射区分内のエリアを画定することを含み、前記第 1 場所及び前記第 2 場所が、前記 2 つ又はそれ以上の走査ベクトルの前記それぞれの第 1 ベクトル及び前記 2 つ又はそれ以上の走査ベクトルの前記第 2 ベクトルがその上に画定されるそれぞれの直線に沿って前記エリア内に位置する、態様 1 ~ 5 のいずれかに記載の方法。

〔態様 7〕

前記第 1 場所及び前記第 2 場所が、前記エリア内にランダムに配列される、態様 6 に記載の方法。

〔態様 8〕

前記場所が前記エリア内に均等に分散する、態様 6 に記載の方法。

〔態様 9〕

1 つおきの走査ベクトルの前記場所の接続線が直線を形成する、態様 6 に記載の方法。

〔態様 10〕

前記場所が波状曲線特に正弦波曲線にしたがって前記材料層上に位置する、態様 6 に記載の方法。

〔態様 11〕

前記場所が、ジグザクパターンにしたがって前記材料層上に位置する、態様 6 に記載の方法。

〔態様 12〕

前記第 1 場所と前記第 2 場所との間の距離が予設定閾値を上回る、態様 1 ~ 11 のいずれかに記載の方法。

〔態様 13〕

前記 2 つ又はそれ以上の各々の長さが、(i) 最小長さに等しく又はこれより大きく、かつ / 又は (i i) 最大長さに等しい又はこれより小さい、態様 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法。

〔態様 14〕

態様 6 に従属する場合、前記エリアの寸法が、前記最大長さと前記最小長さとの間の差に等しい、態様 13 に記載の方法。

〔態様 15〕

更に、前記 2 つ又はそれ以上の走査ベクトルにしたがって前記照射ビームで前記材料層を照射することを含む、態様 1 ~ 14 のいずれかに記載の方法。

〔態様 16〕

前記照射区分が、前記付加式積層造形法を使用して前記材料層から製造される前記工作物の輪郭エリア特に張出し又は基礎輪郭エリアを含むように画定される、態様 15 に記載の方法。

〔態様 17〕

前記照射区分が前記張出し輪郭エリアを含むように画定されかつ前記張出し輪郭エリアの張出し角度が閾値角度を上回るとき、前記照射が前記張出し輪郭へ向かう一方向照射を含む、態様 16 に記載の方法。

〔態様 18〕

前記輪郭が前記材料層から形成されるエリアの中の前記走査ベクトルの始点が、前記材料層のすぐ下に在る層において材料がすでに凝固したところに位置し、かつ前記走査ベクトルの終点が、前記材料層のすぐ下に在る前記層において材料が凝固していないところに位置する、態様 16 又は 17 に記載の方法。

〔態様 19〕

前記照射が二方向照射を含むとき、前記工作品の中心又は中心領域へ向かう前記走査ベクトルの長さが閾値長さを上回り、かつ / 又は前記照射エネルギー密度が前記工作品の前記中心又は中心領域へ向かう前記走査ベクトルの始点から前記走査ベクトルの終点まで増

10

20

30

40

50

大する、態様 16 ~ 18 のいずれか 1 つに記載の方法。

〔態様 20〕

前記照射ビームが、前記材料層の下の材料がすでに凝固しているが前記材料層の下の材料がまだ凝固していない場所から予設定距離内の場所において前記材料層を横切って走査されるとき、前記照射エネルギー密度の変化の前記第 1 場所及び / 又は第 2 場所が、前記材料層の下の材料がすでに凝固している前記場所において前記材料層上に画定される、態様 16 ~ 19 のいずれか 1 つに記載の方法。

〔態様 21〕

特に態様 1 ~ 20 のいずれか 1 つに記載の方法と組み合わせて、付加式積層造形法を使用して三次元工作物を製造するための方法であって、前記方法が、

10

前記付加式積層造形法を使用して前記材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける材料層上で照射区分特に照射ストライプを画定することと、

前記照射区分内において、前記材料層を横切って前記照射ビームを走査するために 1 つ又は複数の走査ベクトルを画定することであって、前記走査ベクトルが、照射を受ける前記材料層のすぐ下又は間接的に下に在る層がすでに凝固している前記材料層の第 1 エリア及び照射を受ける前記材料層のすぐ下又は間接的に下に在る前記層がまだ凝固していない前記材料層の第 2 エリアに在るとき、走査ベクトルに従った前記照射ビームの照射ビームエネルギー密度の変化が、前記走査ベクトルが前記第 1 エリアに在るところに位置する、画定することと、

を含む、方法。

20

〔態様 22〕

特に態様 1 ~ 21 のいずれか 1 つ又はそれ以上に記載の方法と組み合わせた方法であって、前記方法が、

前記付加式積層造形法を使用して材料層を横切って走査される照射ビームの照射を受ける前記材料層上で照射区分特に照射ストライプを画定することと、

前記区分内において、前記材料層を横切って前記照射ビームを走査するために 3 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルを画定することであって、前記照射区分内の全ての走査ベクトルが、相互に対して平行又は実質的に平行である、画定することと、

を含み、

30

前記 3 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの前記画定に基づいて、

前記 3 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 1 ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第 1 場所と、

前記 3 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 2 ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第 2 場所と、

前記 3 つ又はそれ以上の平行の又は実質的に平行の走査ベクトルの第 3 ベクトルのための前記照射ビームの前記材料層上における照射エネルギー密度の変化の第 3 場所と、

が得られ、

前記第 1 走査ベクトル、前記第 2 走査ベクトル及び前記第 3 走査ベクトルが隣り合う走査ベクトルであり、

40

前記第 1 場所、前記第 2 場所及び前記第 3 場所が、前記第 1 走査ベクトル、前記第 2 走査ベクトル及び前記第 3 走査ベクトルのそれぞれの中心を通過する曲線に対して同じ側に在り、

第 1 直線が、前記第 1 場所と前記第 2 場所を接続し、第 2 直線が前記第 1 場所と前記第 3 場所を接続する結果となり、かつ

前記第 1 直線と前記第 2 直線が平行ではない、

方法。

〔態様 23〕

コンピュータプログラム製品が 1 つ又は複数のコンピューティング機器において実行されるとき態様 1 ~ 22 のいずれか 1 つに記載の方法を実行するためのプログラムコード部

50

分を含む、コンピュータプログラム製品。

〔態様 2 4〕

コンピュータ可読記録媒体に記憶される、態様 2 3 に記載のコンピュータプログラム製品。

〔態様 2 5〕

付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置であって、前記装置が、前記三次元工作物を製造するための材料を受けよう構成されたキャリアと、

前記キャリア及び/又は前記キャリアの上の 1 つ又は複数の先行材料層へ材料を供給するように構成された材料供給ユニットと、

前記供給された材料を前記キャリア及び/又は前記キャリアの上の前記 1 つ又は複数の先行材料層の上に材料層に形成するための層堆積機構と、

前記三次元工作物を製造するために前記キャリア及び/又は前記キャリアの上の前記 1 つ又は複数の先行材料層へ供給された前記材料を凝固するように構成された凝固機器と、

前記凝固機器によって凝固される前記材料層のエリアヘシールドガスを供給するように構成されたガス供給ユニットと、

前記ガス供給ユニットと前記凝固機器とを備えるプロセス室と、

態様 2 4 に記載の、前記コンピュータプログラム製品が記憶されるコンピュータ可読記録媒体と、

を備える、装置。

〔態様 2 6〕

付加式積層造形法によって三次元工作物を製造するための装置特に態様 2 5 に記載の装置を使用して、態様 1 ~ 2 2 のいずれか 1 つに記載の方法を実現するためのデータを提供することを含む、方法。

【図面】

【図 1】

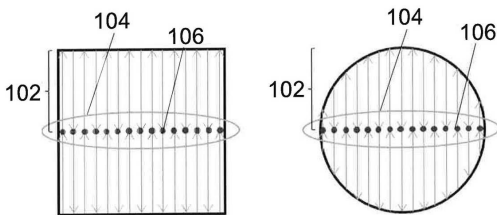


Figure 1 (先行技術)

【図 2】

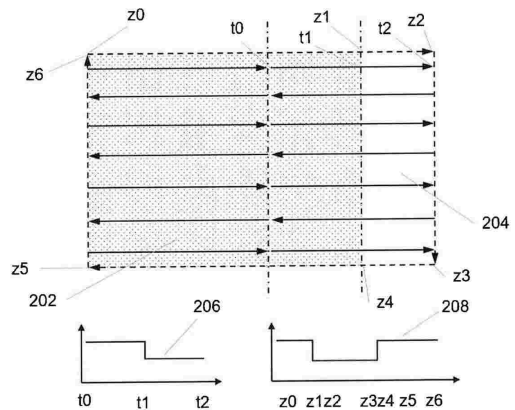


Figure 2 (先行技術)

10

20

30

40

50

【 図 3 】

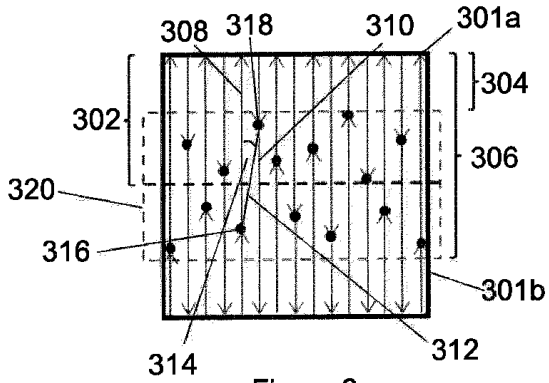


Figure 3

【 図 4 】

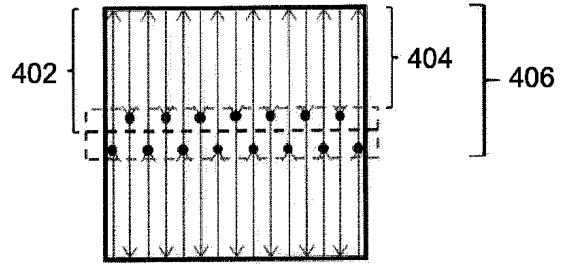


Figure 4

10

【 図 5 】

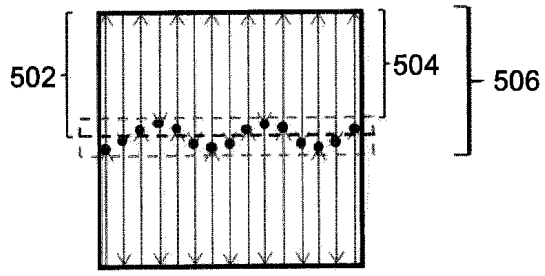


Figure 5

【 図 6 】

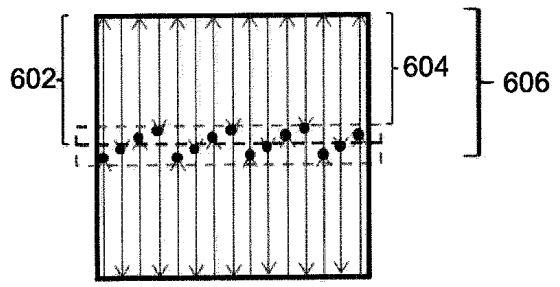


Figure 6

20

30

40

50

【 図 7 】

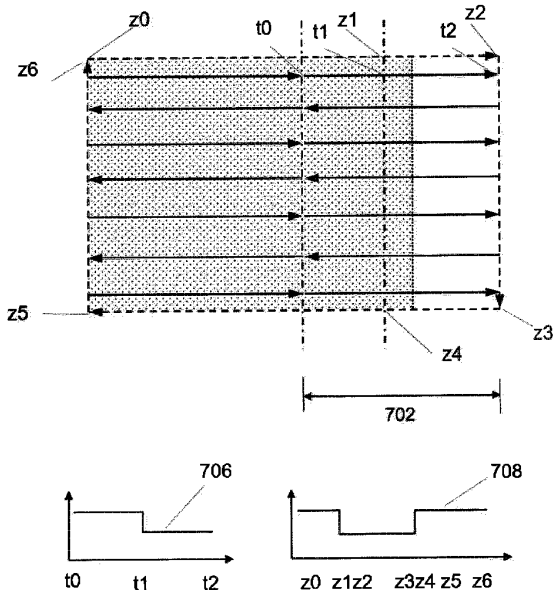


Figure 7

【 図 8 】

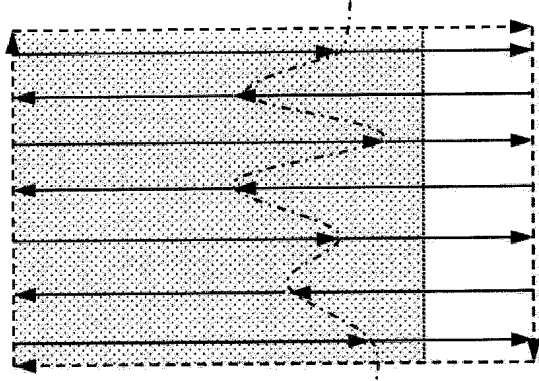


Figure 8

10

【 図 9 】

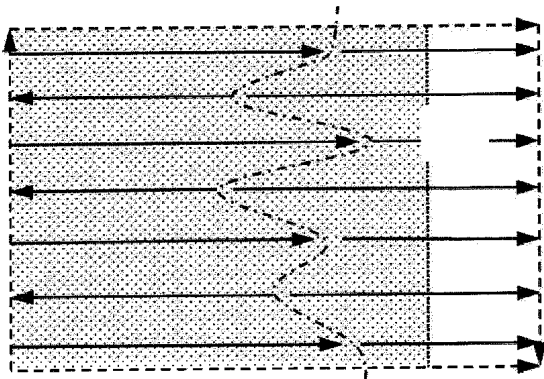


Figure 9

【 図 10 】

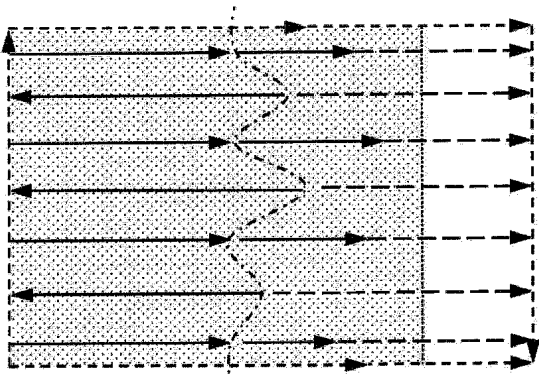


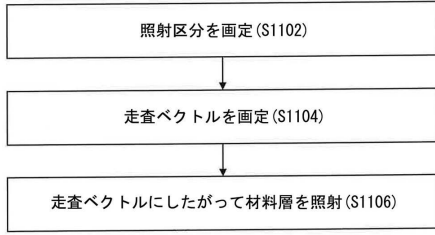
Figure 10

30

40

50

【図 1 1】



1100

Figure 11

【図 1 2】

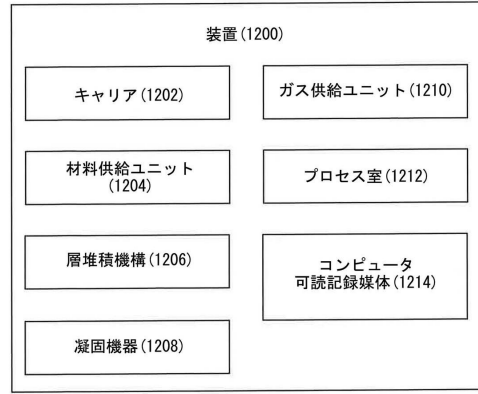
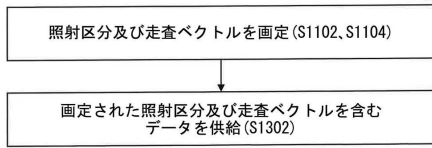


Figure 12

10

【図 1 3】



1300

Figure 13

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C	64/393 (2017.01)	B 2 9 C	64/393
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00
B 3 3 Y	30/00 (2015.01)	B 3 3 Y	30/00
B 3 3 Y	50/02 (2015.01)	B 3 3 Y	50/02
B 2 9 C	64/386 (2017.01)	B 2 9 C	64/386

(74)代理人 100114018

弁理士 南山 知広

(72)発明者 ゲサ ローリンク

ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4, ツェー/オー エスエル
エム ソリューションズ グループ アーゲー

(72)発明者 チアチュン チェン

ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4, ツェー/オー エスエル
エム ソリューションズ グループ アーゲー

(72)発明者 アンドレアス ホッペ

ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4, ツェー/オー エスエル
エム ソリューションズ グループ アーゲー

(72)発明者 ルーカス レースゲン

ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4, ツェー/オー エスエル
エム ソリューションズ グループ アーゲー

(72)発明者 ディーター シュバルツェ

ドイツ連邦共和国, 2 3 5 6 0 リューベック, エストラントリング 4, ツェー/オー エスエル
エム ソリューションズ グループ アーゲー

審査官 岡田 隆介

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 9 / 0 9 4 2 9 1 (W O , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 0 3 3 8 3 5 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 2 F 1 0 / 3 6 6

B 2 2 F 1 0 / 8 5

B 2 9 C 6 4 / 1 5 3

B 2 9 C 6 4 / 3 9 3

B 3 3 Y 5 0 / 0 2