

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6947940号
(P6947940)

(45) 発行日 令和3年10月13日(2021.10.13)

(24) 登録日 令和3年9月21日(2021.9.21)

(51) Int. Cl.	F I	
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	
G 0 2 B 26/08 (2006.01)	G 0 2 B 26/08	E
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	
B 2 2 F 3/10 (2006.01)	B 2 2 F 3/10	I O I
B 2 9 C 64/153 (2017.01)	B 2 9 C 64/153	
請求項の数 13 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2020-540671 (P2020-540671)	(73) 特許権者	514298748
(86) (22) 出願日	平成29年10月9日 (2017.10.9)		エスエルエム ソリューションズ グループ
(65) 公表番号	特表2020-537049 (P2020-537049A)		アーゲー
(43) 公表日	令和2年12月17日 (2020.12.17)		ドイツ連邦共和国、23560 リューベック、エストラントリング 4
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/075631	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02019/072359		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成31年4月18日 (2019.4.18)	(74) 代理人	100123582
審査請求日	令和2年4月8日 (2020.4.8)		弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100147555
			弁理士 伊藤 公一
		(74) 代理人	100160705
			弁理士 伊藤 健太郎
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 3次元ワークピースを作製する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

3次元ワークピースを作製する装置であって、
 前記装置は、素材(4)の複数の層を受容すべく構成されたキャリア(2)と、
 放射線ビーム(6)を生成すべく、且つ、前記素材(4)の最上層の所定の部位にて該素材(4)を固化させるために前記放射線ビーム(6)を前記所定の部位に対して指向させるべく構成された照射ユニットと、
 を備え、
 前記照射ユニットは、
 前記放射線ビーム(6)を生成すべく構成された放射線源(10)と、
 前記放射線ビーム(6)を受容すると共に、該放射線ビーム(6)を、前記素材(4)の最上層の第1照射領域(26)の全体に互り走査させるべく構成された第1走査ユニット(12)と、
 前記放射線ビーム(6)を受容すると共に、該放射線ビームを、前記素材(4)の前記最上層の第2照射領域(28)の全体に互り走査させるべく構成された第2走査ユニット(14)と、
 前記放射線源(10)により生成された放射線ビーム(6)を前記第1走査ユニット(12)または前記第2走査ユニット(14)に対して指向させるべく構成された切換ユニット(16)と、
 を備え、

前記装置は、
前記放射線ビーム（６）が前記第２走査ユニット（１４）に対してではなく前記第１走査ユニット（１２）に対して指向されるという第１切換え状態から、前記放射線ビーム（６）が前記第１走査ユニット（１２）に対してではなく前記第２走査ユニット（１４）に対して指向されるという第２切換え状態へと切換わる前記切換えユニット（１６）の制御を実施すべく構成された制御ユニット（１８）を更に備え、

前記第１走査ユニット（１２）は、前記第１照射領域（２６）の全体に互り前記放射線ビーム（６）を走査させるために、該放射線ビーム（６）の方向を、第１の方向に沿い、且つ、該第１の方向に対して直交する第２の方向に沿い変化させるべく構成され、

前記第２走査ユニット（１４）は、前記第２照射領域（２８）の全体に互り前記放射線ビーム（６）を走査させるために、該放射線ビーム（６）の方向を、前記第１の方向に沿い且つ前記第２の方向に沿い変化させるべく構成され、

前記第１走査ユニット（１２）及び前記第２走査ユニット（１４）のそれぞれは、前記放射線ビームの方向を前記第１の方向及び前記第２の方向に沿って変化させるために、少なくとも１つの可動ミラーを備える、装置。

【請求項２】

前記切換えユニット（１６）は、前記第１切換え状態に対応する第１位置から前記第２切換え状態に対応する第２位置へと移動されるべく構成された光指向部材を備え、

前記第１位置において、前記光指向部材は前記放射線ビーム（６）と干渉せず、且つ、前記第２位置において、前記光指向部材は、前記放射線ビーム（６）を前記第２走査ユニット（１４）に対して指向すべく、且つ、前記第１走査ユニット（１２）に対するビーム経路を遮断すべく構成される、請求項１記載の装置。

【請求項３】

前記光指向部材は可動ミラーである、請求項２記載の装置。

【請求項４】

前記装置はガス吐出口（２０）およびガス取入口（２２）を更に備え、流れ方向に沿い前記ガス吐出口（２０）と前記ガス取入口（２２）との間でガス流を生成し、

前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）は、実質的に前記流れ方向に沿って配置される、請求項１～３の何れか一項に記載の装置。

【請求項５】

前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）は各々、前記素材（４）の最上層に対して平行な方向に関して静止的に配備される、請求項１～４の何れか一項に記載の装置。

【請求項６】

更なる第１走査ユニット（１２）および更なる第２走査ユニット（１４）が、前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）と並置して配備され、

前記更なる第１走査ユニット（１２）および前記更なる第２走査ユニット（１４）は、前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）が配置される方向に対して平行な方向に沿って配置される、請求項１～５の何れか一項に記載の装置。

【請求項７】

前記照射ユニットは、更なる放射線ビーム（６）を生成すべく構成された更なる放射線源（１０）と、前記更なる放射線ビーム（６）を前記更なる第１走査ユニット（１２）または前記更なる第２走査ユニット（１４）に対して指向させるべく構成された更なる切換えユニットとを備える、請求項６記載の装置。

【請求項８】

前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）が配置される前記方向に対して直交する方向に沿い、少なくとも３台の第１走査ユニット（１２）が配備され、且つ、

前記第１走査ユニット（１２）および前記第２走査ユニット（１４）が配置される前記方向に対して直交する前記方向に沿い、少なくとも３台の第２走査ユニット（１４）が配

10

20

30

40

50

備される、請求項6または7に記載の装置。

【請求項9】

前記制御ユニット(18)は、前記第1照射領域(26)における、および/または、前記第2照射領域(28)における溶融残渣(24)の存在に基づいて、前記第1切換え状態から前記第2切換え状態への切換えを制御すべく構成される、請求項1~8の何れか一項に記載の装置。

【請求項10】

3次元ワークピースを作製する方法であって、
前記方法は、

素材(4)の複数の層をキャリア上に適用するステップと、

照射ユニットにより放射線ビーム(6)を生成すると共に、前記素材(4)の最上層の所定の部位にて前記素材(4)を固化させるために前記放射線ビーム(6)を前記所定の部位に対して指向させるステップであって、前記照射ユニットは、前記放射線ビーム(6)を生成すべく構成された放射線源(10)を備える、ステップと、

前記放射線ビーム(6)を第1走査ユニット(12)により受容すると共に、前記放射線ビーム(6)を、前記素材(4)の前記最上層の第1照射領域(26)の全体に互り走査させるステップと、

前記放射線ビーム(6)を第2走査ユニット(14)により受容すると共に、該放射線ビーム(6)を、前記素材(4)の前記最上層の第2照射領域(28)の全体に互り走査させるステップと、

前記放射線ビーム(6)が前記第2走査ユニット(14)に対してではなく前記第1走査ユニット(12)に対して指向されるという第1切換え状態から、前記放射線ビーム(6)が前記第1走査ユニット(12)に対してではなく前記第2走査ユニット(14)に対して指向されるという第2切換え状態へと切換わる切換えユニット(16)の制御を実施するステップと、

を備え、

前記第1走査ユニット(12)は、前記第1照射領域(26)の全体に互り前記放射線ビーム(6)を走査させるために、該放射線ビーム(6)の方向を、第1の方向に沿い、且つ、該第1の方向に対して直交する第2の方向に沿い変化させ、且つ、

前記第2走査ユニット(14)は、前記第2照射領域(28)の全体に互り前記放射線ビーム(6)を走査させるために、該放射線ビーム(6)の方向を、前記第1の方向に沿い且つ前記第2の方向に沿い変化させ、

前記第1走査ユニット(12)及び前記第2走査ユニット(14)のそれぞれは、前記放射線ビームの方向を前記第1の方向及び前記第2の方向に沿って変化させるために、少なくとも1つの可動ミラーを備える、3次元ワークピースを作製する方法。

【請求項11】

前記方法は、前記第1切換え状態に対応する第1位置から前記第2切換え状態に対応する第2位置へと、光指向部材を移動させるステップを更に備え、

前記第1位置において、前記光指向部材は前記放射線ビーム(6)と干渉せず、且つ、前記第2位置において、前記光指向部材は、前記放射線ビーム(6)を前記第2走査ユニット(14)に対して指向し、且つ、前記第1走査ユニット(12)に対するビーム経路を遮断する、請求項10記載の方法。

【請求項12】

前記方法は、流れ方向に沿うガス流を生成するステップを更に備え、

前記第1走査ユニット(12)および前記第2走査ユニット(14)は、実質的に前記流れ方向に沿って配置される、請求項10または11に記載の方法。

【請求項13】

前記第1切換え状態から前記第2切換え状態への切換えは、前記第1照射領域(26)における、および/または、前記第2照射領域(28)における溶融残渣(24)の存在に基づいて制御される、請求項10~12の何れか一項に記載の方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、3次元ワークピースを作製する装置および方法に関する。特に、本発明は、3次元ワークピースを作製する装置であって、少なくとも2台の走査ユニットを含む照射ユニットを備えるという装置に関する。

【背景技術】

【0002】

粉末床溶融結合 (powder bed fusion) は、粉末状の、特に金属および/またはセラミックの素材が複雑な形状の3次元ワークピースへと加工される付加的積層プロセスである。その目的の為に、素材粉末層がキャリア上に適用されると共に、粉末層は、作製されるべきワークピースの所望の幾何学形状に依存して、部位選択的な様式で (たとえば、レーザもしくは粒子放射線などの) 放射線に対して委ねられる。粉末層内へと侵入する放射線は素材の粉末粒子の加熱を、従って、溶融もしくは焼結を引き起こす。上記ワークピースが所望の形状およびサイズを獲得するまで、上記キャリア上ですでに放射線処理に委ねられた上記層に対しては、更なる素材粉末層が順次的に適用される。粉末床溶融結合は、CADデータに基づき、試作品、工具、交換部品、高価値の構成要素、または、たとえば歯科のもしくは整形外科的なプロテーゼの如き医学的プロテーゼの作製に対して採用され得る。粉末床溶融結合技術の例としては、選択的レーザ溶融 (SLM) および選択的レーザ焼結 (SLS) が挙げられる。

【0003】

上述の粉末床溶融結合技術に加え、他の積層造形技術が知られており、それに依れば、複数層の素材が放射線ビームにより固化され、その場合、素材は、必ずしも粉末形態で提供されるのではなく、たとえば、複数層の流体として提供され得る。

【0004】

斯かる積層造形技術の最近の展開においては、作製されるワークピースの最大サイズを、全ての3つの次元において増大させることが望まれるが、これは、更に大きな面積の素材を配備することを必要とする。故に、とりわけ、素材が適用されるキャリアのサイズが増大される。素材のこの増大する面積を取扱うために、夫々の装置の照射ユニットは、実質的に素材の最上層全体を照射する必要がある。

【0005】

この問題を解決するひとつの選択肢は、照射ユニットと素材の最上層との間の (z 方向における) 距離を増大させると共に、照射ユニットの一部として一台の走査ユニットを配備して上記面積全体に互り走査することである。別の選択肢は、移動可能な照射ユニットを配備することであり、この場合、照射ユニットの走査ユニットは、キャリアに対して平行である方向、すなわち、x方向および/またはy方向において、素材の面積の全体に互り移動される。しかし、これらの解決手段のひとつの欠点は、放射線ビームが指向される位置の精度が低下することから、作製されるワークピースの品質が低下することである。

【0006】

別の選択肢は、対応する走査ユニットに対して各々が放射線ビームを発する複数の放射線源を配備することである。しかし、この解決手段は、高コストであると共に、同時に適用されるのでなければ、それほど効率的ではない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上述の問題、および/または、他の関連する問題を解決する装置および方法を提供するという目的に向けられている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、請求項1に係る装置により、且つ、請求項11に係る方法により対処され

10

20

30

40

50

る。

【0009】

第1の態様に依れば、3次元ワークピースを作製する装置が提供される。装置は、素材の複数の層を受容すべく構成されたキャリアと、放射線ビームを生成すべく、且つ、上記素材の最上層の所定の部位にて素材を固化させるために上記放射線ビームを上記所定の部位に対して指向させるべく構成された照射ユニットと、を備える。上記照射ユニットは、上記放射線ビームを生成すべく構成された放射線源と、上記放射線ビームを受容すると共に、放射線ビームを、上記素材の最上層の第1照射領域の全体に互り走査させるべく構成された第1走査ユニットと、上記放射線ビームを受容すると共に、放射線ビームを、上記素材の上記最上層の第2照射領域の全体に互り走査させるべく構成された第2走査ユニットと、上記放射線源により生成された放射線ビームを上記第1走査ユニットまたは上記第2走査ユニットに対して指向させるべく構成された切換えユニットと、を備える。上記装置は、上記放射線ビームが上記第2走査ユニットに対してではなく上記第1走査ユニットに対して指向されるという第1切換え状態から、上記放射線ビームが上記第1走査ユニットに対してではなく上記第2走査ユニットに対して指向されるという第2切換え状態へと切替わる上記切換えユニットの制御を実施すべく構成された制御ユニットを更に備える。

10

【0010】

上記装置は、素材の層の固化が完了された後に上記キャリアを（負のz方向において）降下させるべく構成された第1垂直移動デバイスを備え得る。この降下の後、前回の層上には素材の新たな層が適用され得ると共に、この新たな層は放射線ビームにより照射され得る。付加的もしくは代替的に、上記装置は、素材の層の固化が完了された後に、上記照射ユニットを、または、少なくとも照射ユニットの各走査ユニットを（正のz方向において）上昇させるべく構成された第2垂直移動デバイスを備え得る。

20

【0011】

上記照射ユニットは、レーザ機器を備え得ると共に、放射線ビームはレーザ・ビームである。放射線ビームは、周囲の雰囲気を通し、且つ、選択的に、ミラー、レンズ、プリズムなどの如き光学的構成要素により、対応する走査ユニットに対して指向され得る。付加的もしくは代替的に、放射線ビームは、一本以上の光ファイバを介して、対応する走査ユニットに対して指向され得る。放射線ビームが、夫々の走査ユニットに対して指向され得ることから、上記放射線源は必ずしも、（たとえば、同一の支持部材上などで）各走査ユニットの直近に配備される必要はない。

30

【0012】

上記第1照射領域および上記第2照射領域は各々、実質的に矩形の形状を有し得る。上記第1照射領域および上記第2照射領域は、対応する走査ユニットの可動ミラーの最大偏向範囲により定義され得る。換言すると、各照射領域は、対応する走査ユニットより照射され得る最大の可能的な面積として定義される。上記第1照射領域および上記第2照射領域が重なり合う区域には、重なり合い領域が配備される。

【0013】

上記切換えユニットは、それが、放射線ビームを、同時に一台を超える照射ユニットに対してではなく、同一の時点にて一台の走査ユニットに対してのみ指向し得る如く構成され得る。当然乍ら、本開示内容全体に依れば、上記切換えユニットおよび上記制御ユニットは、第1切換え状態から第2切換え状態へと切替えるべく構成され得るだけでなく、第2切換え状態から第1切換え状態へと切替える様にも構成される。

40

【0014】

ひとつの放射線源により生成された放射線ビームを、同一の時点にて、第1および第2の走査ユニットの内的一方のみに対して指向させることにより、上記放射線源は効率的に使用され得、且つ、放射線ビームが、同時に行われている別の溶融プロセスにより生成された溶融残渣により不都合に影響されることが回避される。

【0015】

上記切換えユニットは、上記第1切換え状態に対応する第1位置から上記第2切換え状

50

態に対応する第2位置へと移動されるべく構成された光指向部材を備え、上記第1位置において、上記光指向部材は上記放射線ビームと干渉せず、且つ、上記第2位置において、上記光指向部材は、上記放射線ビームを上記第2走査ユニットに対して指向すべく、且つ、上記第1走査ユニットに対するビーム経路を遮断すべく構成される。

【0016】

上記第2位置において、上記光指向部材は上記第1走査ユニットに対するビーム経路を遮断することから、放射線ビームは、同一の時点にて、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットに対しては指向され得ない。故に、斯かる光指向部材を配備することは、第1および第2の切換え状態間で切換えを行う切換えユニットを提供する容易で効率的な様式を意味する。

【0017】

上記光指向部材は、可動ミラーである。可動ミラーは、たとえば、移動軸心に沿い、放射線ビームに対して出し入れ移動され得る。代替的に、上記可動ミラーは、回転軸心に関し、放射線ビームに対して出し入れして回転される(すなわち、折返され)。

【0018】

上記装置は、流れ方向に沿い当ガス吐出口とガス取入口との間でガス流を生成するガス吐出口およびガス取入口を更に備え、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットは、実質的に上記流れ方向に沿って配置される。

【0019】

上記ガス吐出口および上記ガス取入口は、夫々、開口の形態で配備される。たとえば、上記ガス吐出口および/または上記ガス取入口は、スリットを備える。上記ガス吐出口および/または上記ガス取入口は、たとえば、上記装置のプロセス・チャンバの壁部に配備され得る。更に、上記ガス吐出口および/または上記ガス取入口は、夫々、ガス吐出口アームおよびガス取入口アームにて配備される。上記ガス吐出口アームおよび/または上記ガス取入口アームは、それらが、素材の最上層の直近にガス流を生成するために素材の最上層の直近にもたらされる如く、構成される。上記流れ方向は、素材の最上層に対して平行である。たとえば、上記流れ方向は、(正または負の) x 方向である。ガス流が一方のみにおける層流でないことは事実であるが、ガス流は、上記流れ方向に対応するひとつの実質的に好適な方向を有することを理解すべきである。たとえば、上記流れ方向は、上記ガス取入口および上記ガス吐出口が沿行して配置される方向として定義され得る。上記ガス流に対して使用されるガスは、窒素の如き不活性ガスである。ガス流を生成することにより、放射線ビームの固化プロセスにより生成された熔融残渣を排除する(すなわち、取り除く)ことが可能である。

【0020】

上記第1走査ユニットは、上記第1照射領域の全体に互り上記放射線ビームを走査させるために、放射線ビームの方向を、第1方向に沿い、且つ、第1方向に対して直交する第2方向に沿い変化させるべく構成される。上記第2走査ユニットは、上記第2照射領域の全体に互り上記放射線ビームを走査させるために、放射線ビームの方向を、上記第1方向に沿い且つ上記第2方向に沿い変化させるべく構成される。

【0021】

上記第1方向および上記第2方向は、いずれも、素材の最上層に対して平行である。たとえば、上記第1方向は x 方向であると共に、上記第2方向は y 方向である(または、その逆である)。上記放射線ビームの方向を上記第1および第2の方向に沿い変化させるために、上記第1走査ユニットおよび/または上記第2走査ユニットは、少なくとも2つの可動ミラーを備える。第1可動ミラーは上記第1方向に沿い運動すべく構成されると共に、第2可動ミラーは上記第2方向に沿い運動すべく構成される。代替的に、第1および第2の方向の両方において運動可能であるひとつの可動ミラーが配備される。第1および第2の方向に沿い方向を変化させる可能性に加え、放射線ビームの焦点位置を、ビーム経路に沿う方向において、すなわち、素材の最上層に対して実質的に直交する方向(z 方向)において、変化させるべく構成された焦点合わせ用光学機器が配備される。焦点合わせ用

10

20

30

40

50

光学機器は、上記第1および第2の走査ユニットに対して配備される必要があるのは一台の焦点合わせ用光学機器のみである如く、上記第1および第2の走査ユニットの上流にて上記ビーム経路内に配備される。更に、上記第1および第2の走査ユニット内には、夫々、第1および第2の焦点合わせ用光学機器が一体化される。

【0022】

上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットは各々、上記素材の最上層に対して平行な方向に関して静止的に配備される。

【0023】

換言すると、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットは、それらが、素材の最上層に対して平行な方向（たとえば、xおよびy方向）に関して移動可能でない様に配備される。但し、上記第1走査ユニットおよび/または上記第2走査ユニットは、素材の最上層に対して直交する方向（たとえば、z方向）に関して移動可能である。上記第1照射領域の箇所および上記第2照射領域の箇所は、ワークピースの構築プロセス全体の間において変化しなくてよい。上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが静止的に配備されたとき、素材の最上層に関して放射線ビームを位置決めする精度は向上される。

【0024】

上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットと並置して、更なる第1走査ユニットおよび更なる第2走査ユニットが配備され得、上記更なる第1走査ユニットおよび上記更なる第2走査ユニットは、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される上記方向に対して平行な方向に沿って配置される。

【0025】

たとえば、上記更なる第1走査ユニットは、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される方向に対して直交する方向に沿い、上記第1走査ユニットに並置して配備される。たとえば、上記更なる第2走査ユニットは、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される上記方向に対して直交する方向に沿い、上記第2走査ユニットに並置して配備される。

【0026】

上記更なる第1走査ユニットおよび上記更なる第2走査ユニットは、所定の時点にて、両方の更なる走査ユニットではなく、更なる第1走査ユニットまたは更なる第2走査ユニットの何れかが放射線ビームを発する如く構成される。この目的のために、対応する更なる切換えユニットが配備されると共に、上記制御ユニットは、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットの切換えと同様に、対応する切換えを実施すべく構成される。付加的もしくは代替的に、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される方向に沿う位置に、第3走査ユニットが配備される。その場合、上記切換えユニットおよび上記制御ユニットは、3つの切換え状態の間で切換えが実施される如く構成され、その場合、第1切換え状態においては、第1切換えユニットのみが放射線ビームを発すると共に第2および第3の切換えユニットは放射線ビームを発することが無く、第2切換え状態においては、第2切換えユニットのみが放射線ビームを発すると共に第1および第3の切換えユニットは放射線ビームを発することが無く、且つ、第3切換え状態においては、第3切換えユニットのみが放射線ビームを発すると共に第1および第2の切換えユニットは放射線ビームを発することが無い。それに加え、且つ、同様の様式で、第4、第5などの走査ユニットが配備される。

【0027】

上記照射ユニットは、更なる放射線ビームを生成すべく構成された更なる放射線源と、上記更なる放射線ビームを上記更なる第1走査ユニットまたは上記更なる第2走査ユニットに対して指向させるべく構成された更なる切換えユニットとを備える。

【0028】

上記更なる切換えユニットは、第1切換え状態において、上記更なる放射線ビームが上記更なる第2走査ユニットに対してではなく上記更なる第1走査ユニットに対してのみ指向され、且つ、第2切換え状態において、上記更なる放射線ビームが上記更なる第1走査

10

20

30

40

50

ユニットに対してではなく上記更なる第2走査ユニットに対してのみ指向される如く構成される。上記更なる放射線源は、(付加的なレーザー機器の如き)付加的な物理的放射線源により、または、(主要レーザー機器の如き)主要放射線源により生成された主要ビーム経路から分岐された更なるビーム経路により、表される。更なる放射線源および更なる切換えユニットを配備することにより、上記更なる放射線源は効率的に使用される。

【0029】

上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される上記方向に対して直交する方向に沿い、少なくとも3台の第1走査ユニットが配備される。上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットが沿行して配置される上記方向に対して直交する上記方向に沿い、少なくとも3台の第2走査ユニットが配備される。

10

【0030】

少なくとも3台の第1走査ユニットおよび/または少なくとも3台の第2走査ユニットを配備することにより、複数列の走査ユニットが配備されると共に、素材の最上層の領域は効率的に照射される。

【0031】

上記制御ユニットは、上記第1照射領域における、および/または、上記第2照射領域における溶融残渣の存在に基づいて、上記第1切換え状態から上記第2切換え状態への切換えを制御すべく構成される。

【0032】

本開示内容において、「溶融残渣」という表現は、素材の溶融プロセス、溶着プロセス、および/または、固化プロセスにおいて生じる(たとえば、金属蒸気の如き蒸気、凝縮物、および/または、飛散粉末などの形態の)任意の種類残渣に対して使用される。溶融残渣は、放射線ビームが素材に衝突する箇所にて、固化プロセスにより生成される。上記ガス流は、溶融残渣を取り除くために、上記ガス取入口を介して提供される。上記第1照射領域が上記ガス流に関して上記第2照射領域の下流に配置される場合、上記第1照射領域における溶融残渣は、上記第1走査ユニットにより発せられた放射線ビームにより、および/または、上記第2走査ユニットにより発せられた放射線ビームにより生成される。同様に、上記第2照射領域が上記ガス流に関して上記第1照射領域の下流に配置される場合、上記第2照射領域における溶融残渣は、上記第2走査ユニットにより発せられた放射線ビームにより、および/または、上記第1走査ユニットにより発せられた放射線ビームにより生成される。上記制御ユニットは、それが、たとえば、先行する較正測定または試運転に基づき、上記第1および/または第2の照射領域における溶融残渣の存在を認識する如くプログラムされる。

20

30

【0033】

第2の態様に依れば、3次元ワークピースを作製する方法が提供される。方法は、素材の複数の層をキャリア上に適用するステップと、照射ユニットにより放射線ビームを生成すると共に、上記素材の最上層の所定の部位にて素材を固化させるために上記放射線ビームを上記所定の部位に対して指向させるステップであって、上記照射ユニットは、上記放射線ビームを生成すべく構成された放射線源を備えるというステップとを備える。上記方法は更に、上記放射線ビームを第1走査ユニットにより受容すると共に、放射線ビームを、上記素材の上記最上層の第1照射領域の全体に互い走査させるステップと、上記放射線ビームを第2走査ユニットにより受容すると共に、放射線ビームを、上記素材の上記最上層の第2照射領域の全体に互い走査させるステップと、上記放射線ビームが上記第2走査ユニットに対してではなく上記第1走査ユニットに対して指向されるという第1切換え状態から、上記放射線ビームが上記第1走査ユニットに対してではなく上記第2走査ユニットに対して指向されるという第2切換え状態へと切換わる切換えユニットの制御を実施するステップと、を備える。

40

【0034】

上記第1の態様に関して上記で論じられた詳細は、適切な場合、上記第2の態様に対しても適用される。特に、上記第2の態様により定義された方法は、上記第1の態様に係る

50

上記装置により3次元ワークピースを作製する方法である。

【0035】

上記方法は、上記第1切換え状態に対応する第1位置から上記第2切換え状態に対応する第2位置へと、光指向部材を移動させるステップを更に備え、上記第1位置において、上記光指向部材は上記放射線ビームと干渉せず、且つ、上記第2位置において、上記光指向部材は、上記放射線ビームを上記第2走査ユニットに対して指向し、且つ、上記第1走査ユニットに対するビーム経路を遮断する。

【0036】

上記方法は、流れ方向に沿うガス流を生成するステップを更に備え、上記第1走査ユニットおよび上記第2走査ユニットは、実質的に上記流れ方向に沿って配置される。

10

【0037】

上記第1走査ユニットは、上記第1照射領域の全体に互り上記放射線ビームを走査させるために、放射線ビームの方向を、第1方向に沿い、且つ、第1方向に対して直交する第2方向に沿い変化させる。上記第2走査ユニットは、上記第2照射領域の全体に互り上記放射線ビームを走査させるために、放射線ビームの方向を、上記第1方向に沿い且つ上記第2方向に沿い変化させる。

【0038】

上記第1切換え状態から上記第2切換え状態への切換えは、上記第1照射領域における、および/または、上記第2照射領域における溶融残渣の存在に基づいて制御される。

【0039】

本発明の好適実施例は、添付の概略図を参照して更に詳細に記述される。

20

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】図1は切換えユニットが第1切換え状態に在るといふ、本開示内容に係る装置の概略的側面図である。

【図2】図2は切換えユニットが第2切換え状態に在るといふ、図1の装置の概略的側面図である。

【図3】図3は複数台の第1走査ユニットおよび複数台の第2走査ユニットが配備された本開示内容に係る装置の概略的平面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0041】

図1は、本開示内容に係る、3次元ワークピースを作製する装置の概略的側面図を示している。装置は、素材4の複数の層を受容すべく構成されたキャリア2を備える。構築プロセスの間、キャリア2上には、上記装置の(不図示の)素材適用デバイスにより素材4の第1層が適用される。本実施例において、素材4は(たとえば金属粉末)などの素材粉末であり、これは放射線ビーム6により溶融されて固化される。この場合、上記素材適用デバイスは、粉末適用デバイスである。但し、他の実施例においては、素材4として(たとえば、異なる材料、および/または、異なる組織構造などの)異なる素材が使用される。

【0042】

40

放射線ビーム6は、作製されるべきワークピース8のCADデータに従う部位選択的な様式で素材4を固化させるために、素材4の第1層に対して指向される。故に、放射線ビーム6が指向される素材4の最上層における各箇所は、作製されるべきワークピース8の幾何学形状に対応する。素材4の層の固化プロセスが完了された後にキャリア2を降下させるために、キャリア2は(図1における矢印により表された)z方向に沿い移動可能である。キャリア2が降下された後、素材4の新たな層が適用されると共に、この新たな層の固化プロセス(すなわち、照射プロセス)が始まる。故に、層毎に、ワークピース8はキャリア2上で構築される。

【0043】

上記装置は更に、放射線源10と、第1走査ユニット12と、第2走査ユニット14と

50

、切換えユニット16とを備える照射ユニットを備える。垂直に移動可能であるキャリア2に加え、または、その代替策として、少なくとも、第1走査ユニット12および第2走査ユニット14は、キャリア2に関して(z方向において)垂直に移動可能である。キャリア2を降下させることの代替策として、走査ユニット12および14は、素材4の層の固化プロセスが完了された後に、上昇される。これにより、走査ユニット12、14と、素材4の最上層との間の距離は、実質的に一定に維持される。

【0044】

本実施例に依れば、放射線源10はレーザー機器であり、且つ、発せられた放射線ビーム6はレーザー・ビームである。更に厳密には、放射線源10は、約1,070~1,080nmの波長を有するレーザー光を発するダイオード励起イッテルビウム・ファイバ・レーザー機器を備える。上記照射ユニットは、放射線ビーム6を、キャリア2上の素材4上へと選択的に照射すべく構成される。上記照射ユニットにより、素材4は、作製されるべきワークピース8の所望の幾何学形状に依存した部位選択的な様式でレーザー放射線に対して委ねられる。

【0045】

本実施例の走査ユニット12および14は、放射線ビーム6をキャリア2と平行な方向、すなわち、素材4の最上層と平行な方向へと指向させる可動ミラーを備える。換言すると、放射線ビーム6の箇所は、x方向およびy方向の両方において変化される。代替実施例においては、放射線ビーム6をx方向およびy方向に偏向させる種々の技術が実施される。

【0046】

上記装置は更に、構築プロセスの前、その間、および、その後に装置の機能性を制御する制御ユニット18を備える。特に、制御ユニット18は、以下に詳細に記述される如く、第1切換え状態から第2切換え状態へ、または、第2切換え状態から第1切換え状態への、切換えユニット16の切換えを制御すべく構成される。制御ユニット18は更に、キャリア2の垂直移動、素材適用デバイスによる素材の適用、以下に記述されるガス流、走査ユニット12および14の走査、および、放射線源10の如き、上記デバイスの他の機能性を制御すべく構成される。

【0047】

走査ユニット12、14に加え、放射線ビーム6を案内および/または処理する更なる光学的構成要素が配備される。たとえば、放射線ビーム6を拡開させるビーム・エキスパンダが配備される。(放射線ビーム6のビーム経路に関して)走査ユニット12および14の前または後には、焦点合わせ用光学機器が配備される。代替的に、走査ユニット12および14の各々内に、焦点合わせ用光学機器が一体化される。いずれの場合においても、焦点合わせ用光学機器は、放射線ビーム6のビーム経路に沿うことから、実質的にz軸に沿う、放射線ビーム6の焦点位置を調節すべく構成される。更に、走査ユニット12および14の各々の背後には、対物レンズが配備される。対物レンズは、f 対物レンズである。

【0048】

更に、上記装置は、ガス吐出口20およびガス取入口22を備える。図1に示された如く、ガス吐出口20はガス吐出口アームにて配備されると共に、ガス取入口22はガス取入口アームにて配備される。ガス吐出口20は、不活性ガスが開口を貫通して構築チャンバ内へと放出されるという、ガス吐出口アームにおける開口である。ガス取入口22は、不活性ガスが開口を介して吸引されるという、ガス取入口アームにおける開口である。図1において矢印により表される如く、ガス吐出口20とガス取入口22との間には、ガス流が生成される。図1に依れば、ガス流の方向は、負のx方向に対応する。

【0049】

上記ガス流は、放射線ビーム6が素材4に衝当して素材4を固化させるための溶融池を生成するという溶融プロセスにより生成された溶融残渣24を取り去るべく構成される。溶融残渣24は、ガス流の方向へと吹き寄せられると共に、不活性ガスと共にガス取入口

10

20

30

40

50

22内へと吸引される。溶融残渣24はガス流により取り除かれる、と言うのも、溶融残渣24の存在は、以下の固化プロセスに不都合に影響するからである。特に、固化プロセスが生ずる区域に溶融残渣24が存在する場合、放射線ビーム6は溶融残渣24により、部分的に、吸収、散乱および/または偏向されることがある。

【0050】

上記装置は、素材4の大面積の最上層を照射するべく、故に、大寸のワークピース8を生成するべく、第1走査ユニット12および第2走査ユニット14を備える。大面積の照射を可能とするために、第1走査ユニット12は第1照射領域26の全体に互り放射線ビーム6を走査させるべく構成され、且つ、第2走査ユニット14は第2照射領域28の全体に互り放射線ビーム6を走査させるべく構成される。故に、照射領域26および28は各々、夫々の走査ユニット12もしくは14により発せられた放射線ビーム6により到達される面積を表す。図1に示された如く、第1照射領域26および第2照射領域28が重なり合うという重なり合い領域が配備される。

10

【0051】

以下においては、素材4の層の固化プロセスの間において切換えユニット16の切換えが制御ユニット18により如何にして制御されるかが記述される。図1は、第1切換え状態に在る装置を示している。第1切換え状態において、放射線源10により発せられた放射線ビーム6は、第1走査ユニット12に対して指向される。放射線ビーム6は、第1走査ユニット12により受容されると共に、ワークピース8の所望の幾何学形状に従い、第1照射領域26の全体に互り走査される。この固化プロセスの間に生成された溶融残渣24は、上記ガス流を介して取り除かれる。第1切換え状態において、放射線源10により生成された放射線ビーム6は、走査ユニット14の如き他の一切の走査ユニットに対してではなく、走査ユニット12に対してのみ指向される。第1切換え状態において、切換えユニット16の光指向部材(可動ミラー)は、それが放射線ビーム6と干渉しないように位置決めされる。これにより、放射線ビーム6は第1走査ユニット12まで進行する。図1に示された実施例において、切換えユニット16は、制御ユニット18の制御に基づいて放射線ビーム6のビーム経路に出し入れ移動される光指向部材としての可動ミラーを備える。

20

【0052】

第1照射領域26における固化プロセスが完了した後、制御ユニット18は、図1に示された第1切換え状態から図2に示された第2切換え状態への切換えユニット16の切換えの制御を実施する。図2は、第2切換え状態に在る装置を示している。第2切換え状態において、切換えユニット16の光指向部材は、放射線ビーム6内へと移動されることで、放射線ビーム6を第2走査ユニット14に対して指向させる。図2に示された如く、切換えユニット16の光指向部材は、第1走査ユニット12に至るビーム経路を遮断することから、放射線ビーム6は、第1走査ユニット12に対してではなく、第2走査ユニット14に対してのみ指向される。

30

【0053】

第2切換え状態において、第2走査ユニット14は、作製されるべきワークピース8の所望の幾何学形状に従い、第2照射領域28の照射を実施する。溶融プロセスの間に生成された溶融残渣24は、上記ガス流を介して取り除かれる。これにより、図2に示された如く、溶融残渣24は第1照射領域26を通過する。第1照射領域26におけるこの溶融残渣24の故に、第2照射領域28において溶融プロセスが行われるのと同時に第1照射領域26において溶融プロセスが開始されることはない。換言すると、同一の時点においては、ガス流に沿って配置された走査ユニット12、14の一方の溶融プロセスのみを実施することにより、異なる溶融プロセスにより生成された溶融残渣24による溶融プロセスに対する不都合な影響が回避される。但し、図3に関して以下に説明される如く、上記ガス流に対して実質的に直交する方向、または、基本的にガス流から発散する方向に配置された複数台の走査ユニットによれば、個々の溶融プロセスが同時に実施される。

40

【0054】

50

第2照射領域28の照射プロセスが完了したとき、キャリア2上には素材4の新たな層が適用され得、且つ/又は、制御ユニット18は、図1に示された第1切換え状態へと切換えユニット16を戻し切換えする制御を実施する。

【0055】

図3は、3つの放射線源10、3台の第1走査ユニット12、および、3台の第2走査ユニット14を備える、本開示内容に係る装置の実施例の平面概観を示している。図3に示されたデバイスの機能性は、図1および図2に関して記述されたのと同様である。更に、図3のデバイスは、図1および図2に関して記述された全ての要素を備えることから、図3および以下の記述において、これらの要素の幾つかは省略される。

【0056】

図3のデバイスにおいては、(矢印により表された)負のx方向にガス流が生成される。ガス流は、複数のガス吐出口20および複数のガス取入口22により、または、たとえば複数のスリット開口の形態である、ひとつの寸のガス吐出口20およびひとつの寸のガス取入口22により、提供される。

【0057】

図3は、第2切換え状態に在る装置を示しており、放射線源10の各々により発せられた放射線ビーム6は、対応する一台の第2走査ユニット14に対して指向される。各走査ユニット14は、対応する第2照射領域の固化プロセスを実施する。これらの固化プロセスにより生成された溶融残渣24は、上記ガス流により取り除かれる。図3に示された如く、各放射線ビーム6は、第1走査ユニット12に対してではなく、第2走査ユニット14に対してのみ指向される。但し、複数の放射線源10の各々の第1走査ユニット12および第2走査ユニット14は、制御ユニット18の制御下で、対応する切換えユニットにより個別に切換えられる。故に、図3の装置は、3台の個別に制御可能な切換えユニットを備える。

【0058】

作製されるべきワークピース8の幾何学形状に基づき、且つ、構築プロセスの効果的な処理手順を達成するために、同時に、各切換えユニットの内の一以上が第1切換え状態であり、且つ、各切換えユニットの内の一以上が第2切換え状態であることが可能である。図3に示された如く、上記装置の各照射領域は、ガス流の方向に直交しているのではなく、この方向に沿う他の照射領域における溶融プロセスによってのみ影響される。

【0059】

図3に示されたデバイスは、走査ユニット12および14の配置に対する一例にすぎないことを理解すべきである。図3に示された配置から出発すると、任意台数の第1走査ユニット12および任意台数の第2走査ユニット14が、夫々、ガス流に対して直交する方向(y方向)に沿い、一列に並べて相次いで配備される。同様に、第1走査ユニット12、第2走査ユニット14、および、一台以上の更なる走査ユニット(第3走査ユニット、第4走査ユニットなど)が配備される如く、ガス流の方向に沿い、(一台より多い)任意台数の走査ユニットが配備される。その場合、一台の切換えユニットが配備されると共に、制御ユニット18は、所定の時点にて、第1、第2、第3などの走査ユニットの内の一のみが放射線ビーム6を受容する如く、上記切換えユニットの切換えを実施する。これにより、溶融残渣24によりいずれの照射領域も不都合に影響されないことが保証される。

。

10

20

30

40

【 図 1 】

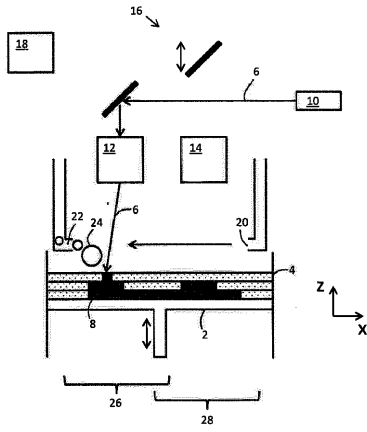


Fig. 1

【 図 2 】

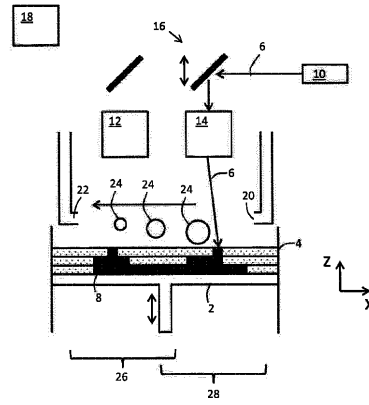


Fig. 2

【 図 3 】

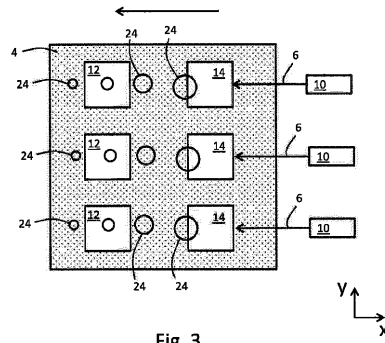


Fig. 3

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I
<i>B 2 9 C</i>	<i>64/268 (2017.01)</i>	<i>B 2 9 C 64/268</i>
<i>B 2 9 C</i>	<i>64/364 (2017.01)</i>	<i>B 2 9 C 64/364</i>
<i>B 3 3 Y</i>	<i>10/00 (2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y 10/00</i>
<i>B 3 3 Y</i>	<i>30/00 (2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y 30/00</i>

(72)発明者 ベルント ミュラー
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, ツェーノオー 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 河口 展明

(56)参考文献 特開平05 - 2 3 7 9 4 3 (J P , A)
特開平05 - 2 2 9 0 1 7 (J P , A)
欧州特許出願公開第0 2 9 7 9 8 4 9 (E P , A 1)
特表2 0 1 7 - 5 2 2 2 0 4 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 1 7 7 5 5 7 (J P , A)
特表2 0 1 6 - 5 2 7 1 0 1 (J P , A)
独国特許出願公開第1 0 2 3 5 4 2 7 (D E , A 1)
特開2 0 0 9 - 0 0 6 5 0 9 (J P , A)
特表2 0 1 6 - 5 1 6 8 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 2 2 F 3 / 1 0 5 , 3 / 1 6
B 3 3 Y 3 0 / 0 0
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0