

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2017-512896
(P2017-512896A)

(43) 公表日 平成29年5月25日 (2017.5.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	4 E 1 6 8
B 2 3 K 26/21 (2014.01)	B 2 3 K 26/21 Z	4 K 0 1 8
B 2 3 K 26/34 (2014.01)	B 2 3 K 26/34	
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-553522 (P2016-553522)	(71) 出願人	516248680
(86) (22) 出願日	平成27年2月20日 (2015.2.20)		ディーエムジー モリ アドバンスド ソ
(85) 翻訳文提出日	平成28年10月5日 (2016.10.5)		リューションズ デベロップメント
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/016910		DMG MORI ADVANCED S
(87) 国際公開番号	W02015/127272		OLUTIONS DEVELOPMEN
(87) 国際公開日	平成27年8月27日 (2015.8.27)		T
(31) 優先権主張番号	61/942, 453		米国, 60192, イリノイ州, ホフマン
(32) 優先日	平成26年2月20日 (2014.2.20)		エステーツ ハンティントン・ブールバード
(33) 優先権主張国	米国 (US)		2400 シカゴ テクニカル センター
			Chicago Technical C
			enter 2400 Huntingt
			on Blvd. Hoffman Es
			tates, Illinois 601
			92 United States of
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 付加加工用の工作機械システム及び方法

(57) 【要約】

工作機械を用いて付加加工処理を行う方法及び装置は、処理ヘッドの向きを制御して、加工エネルギー光線の接線角度、供給紛体ノズル、またはその両方を制御することを含むことができる。エネルギー光線を工具経路の幅に渡ってより均一に分布させるように非円形エネルギー光線の向きを制御することができる。加えて、またはあるいは、供給紛体ノズルの向きを制御して、光線対象から間隔を隔てた紛体対象に向けて照射することができる。エネルギー光線により形成される光線スポットの後縁に紛体対象を向けて、エネルギー光線により形成されるメルトプールに組み込まれる紛体の量を増加させることができる。あるいは、光線スポットの前縁に紛体対象を向けて、先の追加材料層に生じた厚み誤差に対処する自己修正特徴を与えることができる。

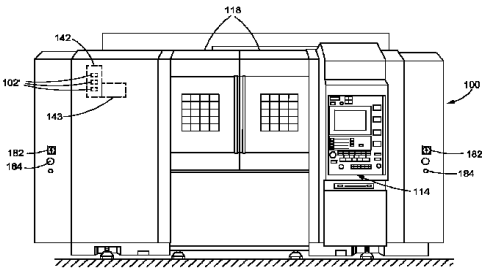


FIG.1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

加工エネルギー供給装置及び供給紛体／プロペラント供給装置とともに使用される工作機械を用いて基板に材料を堆積させる方法であって、

基板を第 1 工具ホルダに固定することと、

前記加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された非円形形状の加工エネルギー出口及び前記供給紛体／プロペラント供給装置に操作可能に連結されたノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリを第 2 工具ホルダに固定することと、

前記加工エネルギー出口の非円形形状に対応する非円形形状のプロファイルを有するエネルギースポットを前記基板の対象領域に形成するように加工エネルギー光線を前記加工エネルギー出口から前記基板に照射することと、

供給紛体／プロペラントを前記ノズル出口から前記基板の前記対象領域に照射することと、

前記エネルギースポットが前記基板に沿って工具経路を進行するように前記第 1 工具ホルダと前記第 2 工具ホルダとを相対移動させ、前記エネルギースポットの移動により前記エネルギースポットの瞬間進行方向に延びるスポット向きベクトルが定義されるとともに前記工具経路により前記工具経路に接して延びる工具経路ベクトルが定義されることと、

前記工具経路ベクトルに対する前記スポット向きベクトルの向きに基づいて前記第 2 工具ホルダの向きを制御することを含む方法。

【請求項 2】

前記第 2 工具ホルダの向きを制御することは、前記スポット向きベクトルが前記工具経路ベクトルに対してスポット角度をなして延びるように前記第 2 工具ホルダの向きを決めることである請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記スポット角度はゼロである請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記スポット角度はゼロより大きい請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

前記スポット角度は前記工具経路に沿って一定である請求項 2 記載の方法。

【請求項 6】

前記スポット角度は前記工具経路に沿って変化する請求項 2 記載の方法。

【請求項 7】

供給紛体／プロペラント供給装置及び加工エネルギー供給装置とともに使用される工作機械であって、

基板を支持する第 1 工具ホルダと、

第 2 工具ホルダと、

前記第 2 工具ホルダに連結され、

前記供給紛体／プロペラント供給装置に操作可能に連結された供給紛体／プロペラントインタフェース、

前記加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギーインタフェース

、
前記加工エネルギーインタフェースに操作可能に連結された非円形形状の加工エネルギー出口、

前記供給紛体／プロペラントインタフェースと流体連通するノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリと、

前記第 1 工具ホルダ及び前記第 2 工具ホルダに動作可能に連結され、1 つ以上の中央処理装置と、1 つ以上のメモリデバイスとを備えた機械制御回路とを備え、

前記 1 つ以上のメモリデバイスには、前記 1 つ以上の中央処理装置により実行されると、前記機械制御回路に、

加工エネルギー光線を、非円形プロファイルを有するエネルギースポットを前記基板の

10

20

30

40

50

対象領域に形成するように、前記加工エネルギー出口から前記基板に向けるように且つ供給紛体 / プロペラントを前記ノズル出口から前記基板の前記対象領域に向けるように前記第 1 工具ホルダ及び前記第 2 工具ホルダを位置決めさせ、

前記エネルギースポットが前記基板に沿って工具経路を進行するように前記第 1 工具ホルダと前記第 2 工具ホルダの相対移動を行わせ、前記エネルギースポットの移動により前記エネルギースポットの瞬間進行方向に延びるスポット向きベクトルが定義されるとともに前記工具経路により前記工具経路に接して延びる工具経路ベクトルが定義され、

前記工具経路ベクトルに対する前記スポット向きベクトルの向きに基づいて前記第 2 工具ホルダの向きを制御させる指示が格納されている工作機械。

【請求項 8】

前記指示は、さらに、前記機械制御回路に、前記スポット向きベクトルが前記工具経路ベクトルに対してスポット角度をなして延びるように前記第 2 工具ホルダの向きを決めさせる請求項 7 記載の工作機械。

【請求項 9】

前記指示は、さらに、前記機械制御回路に、前記スポット角度をゼロ度に維持させる請求項 8 記載の工作機械。

【請求項 10】

前記指示は、さらに、前記機械制御回路に、前記スポット角度をゼロ度より大きい角度に維持させる請求項 8 記載の工作機械。

【請求項 11】

前記指示は、さらに、前記機械制御回路に、前記スポット角度を前記工具経路に沿って一定の値に維持させる請求項 8 記載の工作機械。

【請求項 12】

前記指示は、さらに、前記機械制御回路に、前記スポット角度を前記工具経路に沿って変化させる請求項 8 記載の工作機械。

【請求項 13】

加工エネルギー供給装置及び供給紛体 / プロペラント供給装置とともに使用される工作機械を用いて基板に材料を堆積させる方法であって、

基板を第 1 工具ホルダに固定することと、

前記加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギー出口及び前記供給紛体 / プロペラント供給装置に操作可能に連結されたノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリを第 2 工具ホルダに固定することと、

前記基板上の光線対象にエネルギースポットを形成するように加工エネルギー光線を前記加工エネルギー出口から前記基板に照射することと、

供給紛体 / プロペラントを前記ノズル出口から前記基板上の、前記光線対象からオフセット距離だけ間隔を隔てた紛体対象に向けて照射することと、

前記エネルギースポットが前記基板を横断する工具経路に沿って進行方向に進行するように前記第 1 工具ホルダと前記第 2 工具ホルダとを相対移動させることと、

前記エネルギースポットが前記工具経路を進行するときに前記光線対象と前記紛体対象との間の前記オフセット距離を維持するように前記第 2 工具ホルダの向きを制御することを含む方法。

【請求項 14】

前記エネルギースポットは前記進行方向に対する後縁を画定し、前記紛体対象は前記エネルギースポットの前記後縁と一致する請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記エネルギースポットは前記進行方向に対する前縁を画定し、前記紛体対象は前記エネルギースポットの前記前縁と一致する請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

前記エネルギー対象は光線軸に沿って配設され、前記紛体対象は前記光線軸に対して角度をなして延びる紛体軸に沿って配設される請求項 15 記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

供給紛体 / プロペラント供給装置及び加工エネルギー供給装置とともに使用される工作機械であって、

基板を支持する第 1 工具ホルダと、

第 2 工具ホルダと、

前記第 2 工具ホルダに連結され、

前記供給紛体 / プロペラント供給装置に操作可能に連結された供給紛体 / プロペラントインタフェース、

前記加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギーインタフェース、

10

前記加工エネルギーインタフェースに操作可能に連結された加工エネルギー出口、

前記供給紛体 / プロペラントインタフェースと流体連通するノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリと、

前記第 1 工具ホルダ及び前記第 2 工具ホルダに動作可能に連結され、1 つ以上の中央処理装置と、1 つ以上のメモリデバイスとを備えた機械制御回路とを備え、

前記 1 つ以上のメモリデバイスには、前記 1 つ以上の中央処理装置により実行されると、前記機械制御回路に、

加工エネルギー光線を、前記基板上の光線対象にエネルギースポットを形成するように、前記加工エネルギー出口から前記基板に向けるように且つ供給紛体 / プロペラントを前記ノズル出口から前記基板上の、前記光線対象からオフセット距離だけ間隔を隔てた紛体対象に向けるように前記第 1 工具ホルダ及び前記第 2 工具ホルダを位置決めさせ、

20

前記エネルギースポットが前記基板を横断する進行方向に工具経路を進行するように前記第 1 工具ホルダと前記第 2 工具ホルダの相対移動を行わせ、

前記エネルギースポットが前記工具経路を進行するときに前記光線対象と前記紛体対象との間の前記オフセット距離を維持するように前記第 2 工具ホルダの向きを制御させる指示が格納されている工作機械。

【請求項 18】

前記エネルギースポットは前記進行方向に対する後縁を画定し、前記紛体対象は前記エネルギースポットの前記後縁と一致する請求項 17 記載の工作機械。

【請求項 19】

30

前記エネルギースポットは前記進行方向に対する前縁を画定し、前記紛体対象は前記エネルギースポットの前記前縁と一致する請求項 17 記載の工作機械。

【請求項 20】

前記エネルギー対象は光線軸に沿って配設され、前記紛体対象は前記光線軸に対して角度をなして延びる紛体軸に沿って配設される請求項 19 記載の工作機械。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、概して、コンピュータ数値制御工作機械に関し、特に、工作機械で付加加工を行う方法及び装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

従来、荒加工技術（例えば、鋳造、転造、鍛造、押し出し、スタンピング）と仕上げ加工技術（例えば、機械加工、溶接、はんだ付け、研磨）の組み合わせにより材料を所望の形状や組立部品に処理している。最終的な使用可能な形態（「ネットシェイプ」）の複雑な組立部品を製造するためには、適切な形状に形成された適切な材料を必要とするだけでなく、適切な冶金的特性（例えば、様々な熱処理、加工硬化、複雑な微細構造）の組み合わせ有することを必要とするという条件のため、通常、時間、工具及び労力の点でかなりの投資が必要とされる。

50

【 0 0 0 3 】

上記荒処理及び仕上げ処理のうちの1つまたは複数は、コンピュータ数値制御（CNC）工作機械を用いて行うことができる。このような工作機械には、旋盤、フライス加工機、研削加工機や他の種類の工作機械が含まれる。最近では、複数の種類の工具を有し、複数の異なる機械加工処理を行うことができる単一の機械を提供するマシニングセンタが開発されている。マシニングセンタは、通常、主軸保持部や1つ以上の工具を保持するタレット保持部などの1つ以上の工具保持部と、一对のチャックといったワーク保持部とを含むことができる。ワーク保持部は、工具がワークに接触して、ワークから材料が除去される除去加工処理が行われる間、静止していても移動（並進移動及び/または回転）してもよい。

10

【 0 0 0 4 】

原価、費用、複雑さやその他の要因から、最近では、従来の材料加工手順の一部またはすべてを付加加工技術で置き換えることができる代替技術に関心が集まっている。ワークから材料を精密に除去することにフォーカスした除去加工処理とは対照的に、付加加工処理は、通常はコンピュータ制御環境において、材料を精密に付加するものである。付加加工技術は、効率を高めて無駄を減らすことができる一方で、従来の加工技術を用いた場合は複数の構成部品から組み立てなくてはならないような複雑な構造を継ぎ目なく構成することを可能にするなどして加工可能性を拡大することもできる。本明細書及び添付の請求項においては、「複数」という語は、常に、「二つ以上」を意味すると解釈される。除去処理を付加技術で置き換える機会は、付加処理での使用が可能な材料の範囲、付加技術を用いて達成可能なサイズ及び表面仕上げ、材料の付加が可能な速度などのいくつかの要因に依存する。付加処理は、すぐに使用できる状態の複雑な精密ネットシェイプ構成要素の加工が可能であることが有利である。しかしながら、付加処理は、ある程度の仕上げ加工を必要とする「ニアネットシェイプ」製品を生成することができる場合もある。

20

【 0 0 0 5 】

概して、付加処理技術と除去処理技術は、実質的にそれぞれ独立して発展してきたため、これら2種類の性質が異なる処理やこれらを行うための装置を組み合わせることにより得られる相乗効果が見落とされてきた。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 6 】

本開示の一態様によれば、加工エネルギー供給装置及び供給紛体/プロペラント供給装置とともに使用される工作機械を用いて基板に材料を堆積させる方法であって、基板を第1工具ホルダに固定することと、加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された非円形状の加工エネルギー出口及び供給紛体/プロペラント供給装置に操作可能に連結されたノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリを第2工具ホルダに固定することを含む方法が提供される。加工エネルギー光線が加工エネルギー出口から基板に照射されて、加工エネルギー出口の非円形状に対応する非円形状のプロファイルを有するエネルギースポットが基板の対象領域に形成され、また、供給紛体/プロペラントがノズル出口から基板の対象領域に照射される。この方法は、さらに、エネルギースポットが基板に沿って工具経路を進行するように第1工具ホルダと第2工具ホルダとを相対移動させることを含み、エネルギースポットの移動により該エネルギースポットの瞬間進行方向に延びるスポット向きベクトルが定義されるとともに工具経路により該工具経路に接して延びる工具経路ベクトルが定義される。工具経路ベクトルに対するスポット向きベクトルの向きに基づいて第2工具ホルダの向きが制御される。

40

【 0 0 0 7 】

本開示の別の実施形態によれば、供給紛体/プロペラント供給装置及び加工エネルギー供給装置とともに使用される工作機械が提供される。この工作機械は、基板を支持する第1工具ホルダと、第2工具ホルダと、該第2工具ホルダに連結された処理ヘッドアセンブリとを含み、該処理ヘッドアセンブリは、供給紛体/プロペラント供給装置に操作可能に

50

連結された供給紛体／プロペラントインタフェースと、加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギーインタフェースと、該加工エネルギーインタフェースに操作可能に連結された非円形形状の加工エネルギー出口と、前記供給紛体／プロペラントインタフェースと流体連通するノズル出口を画定するノズルとを含む。機械制御回路が第１工具ホルダ及び第２工具ホルダに動作可能に連結されており、該機械制御回路は、１つ以上の中央処理装置と１つ以上のメモリデバイスとを備え、該１つ以上のメモリデバイスには、１つ以上の中央処理装置により実行されると、機械制御回路に、加工エネルギー光線を、非円形プロファイルを有するエネルギースポットを基板の対象領域に形成するように、加工エネルギー出口から基板に向けるように且つ供給紛体／プロペラントをノズル出口から基板の対象領域に向けるように第１工具ホルダ及び第２工具ホルダを位置決めさせ、エネルギースポットが基板に沿って工具経路を進行するように第１工具ホルダと第２工具ホルダの相対移動を行わせ、エネルギースポットの移動によりエネルギースポットの瞬間進行方向に延びるスポット向きベクトルが定義されるとともに工具経路により工具経路に接して延びる工具経路ベクトルが定義され、工具経路ベクトルに対するスポット向きベクトルの向きに基づいて第２工具ホルダの向きを制御させる指示が格納されている。

10

【０００８】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、第２工具ホルダの向きを制御することは、スポット向きベクトルが工具経路ベクトルに対してスポット角度をなして延びるように第２工具ホルダの向きを決めることである。

20

【０００９】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、スポット角度はゼロである。

【００１０】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、スポット角度はゼロより大きい。

【００１１】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、スポット角度は工具経路に沿って一定である。

【００１２】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、スポット角度は工具経路に沿って変化する。

30

【００１３】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、加工エネルギー供給装置及び供給紛体／プロペラント供給装置とともに使用される工作機械を用いて基板上に材料を堆積させる方法であって、基板を第１工具ホルダに固定することと、加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギー出口及び供給紛体／プロペラント供給装置に操作可能に連結されたノズル出口を画定するノズルを含む処理ヘッドアセンブリを第２工具ホルダに固定することと、基板上の光線対象にエネルギースポットを形成するように加工エネルギー光線を加工エネルギー出口から基板に照射することと、供給紛体／プロペラントをノズル出口から基板上の、光線対象からオフセット距離だけ間隔を隔てた紛体対象に向けて照射することと、エネルギースポットが基板を横断する工具経路に沿って進行方向に進行するように第１工具ホルダと第２工具ホルダとを相対移動させることと、エネルギースポットが工具経路を進行するときに光線対象と紛体対象との間のオフセット距離を維持するように第２工具の向きを制御することを含む方法が提供される。

40

【００１４】

本開示の、ここに特定される他の態様の１つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、供給紛体／プロペラント供給装置及び加工エネルギー供給装置とともに使用される工作機械が提供される。この工作機械は、基板を支持する第１工具ホルダと、第２工

50

具ホルダと、該第 2 工具ホルダに連結された処理ヘッドアセンブリとを含み、該処理ヘッドアセンブリは、供給紛体 / プロペラント供給装置に操作可能に連結された供給紛体 / プロペラントインタフェースと、加工エネルギー供給装置に操作可能に連結された加工エネルギーインタフェースと、該加工エネルギーインタフェースに操作可能に連結された加工エネルギー出口と、前記供給紛体 / プロペラントインタフェースと流体連通するノズル出口を画定するノズルとを含む。機械制御回路が第 1 工具ホルダ及び第 2 工具ホルダに動作可能に連結されており、該機械制御回路は、1 つ以上の中央処理装置と、1 つ以上のメモリデバイスとを備え、該 1 つ以上のメモリデバイスには、1 つ以上の中央処理装置により実行されると、機械制御回路に、加工エネルギー光線を、基板上の光線対象にエネルギースポットを形成するように、加工エネルギー出口から基板に向けるように且つ供給紛体 / プロペラントをノズル出口から基板上の、前記光線対象からオフセット距離だけ間隔を隔てた紛体対象に向けるように第 1 工具ホルダ及び第 2 工具ホルダを位置決めさせ、エネルギースポットが基板を横断する進行方向に工具経路を進行するように第 1 工具ホルダ及び第 2 工具ホルダの相対移動を行わせ、エネルギースポットが工具経路を進行するときに光線対象と紛体対象との間のオフセット距離を維持するように第 2 工具ホルダの向きを制御させる指示が格納されている。

【0015】

本開示の、ここに特定される他の態様の 1 つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、エネルギースポットは進行方向に対する後縁を画定し、紛体対象はエネルギースポットの後縁と一致する。

【0016】

本開示の、ここに特定される他の態様の 1 つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、エネルギースポットは進行方向に対する前縁を画定し、紛体対象はエネルギースポットの前縁と一致する。

【0017】

本開示の、ここに特定される他の態様の 1 つ以上と組み合わせることができる別の態様によれば、エネルギー対象は光線軸に沿って配設され、紛体対象は光線軸に対して角度をなして延びる紛体軸に沿って配設される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

開示される方法及び装置をより完全に理解するために、添付の図面により詳細に図示された実施形態を参照すべきである。

【0019】

【図 1】本開示の一実施形態にかかるコンピュータ数値制御機械を、安全扉を閉じた状態で示した正面立面図である。

【図 2】図 1 に図示したコンピュータ数値制御機械を、安全扉を開いた状態で示した正面立面図である。

【図 3】図 1 及び図 2 に図示したコンピュータ数値制御機械のある内部構成要素の斜視図であり、加工主軸、第 1 チャック、第 2 チャック及びタレットを示している。

【図 4】図 3 を拡大した斜視図であり、加工主軸並びに、主軸を並進移動させる際に使用することができる水平に配設されたレール及び垂直に配設されたレールを図示している。

【図 5】図 1 に図示したマシニングセンタの第 1 チャック、加工主軸及びタレットの側面図である。

【図 6】図 5 と同様の図であるが、加工主軸を Y 軸方向に並進移動させた図である。

【図 7】図 1 に図示したコンピュータ数値制御機械の主軸、第 1 チャック及び第 2 チャックの正面図であり、主軸の回転移動の許容経路を示す線を含む。

【図 8】図 3 に図示した第 2 チャックの斜視図であり、図 3 を拡大したものである。

【図 9】図 2 に図示した第 1 チャック及びタレットの斜視図であり、図 2 におけるタレットの位置に対する、タレット及びタレット台の Z 軸方向の移動を示している。

【図 10】図 1 のコンピュータ数値制御機械の、正面扉を開いた状態の正面図である。

【図 1 1】図 1 のコンピュータ数値制御機械とともに使用される材料堆積アセンブリの概略説明図である。

【図 1 2】取り外し可能な堆積ヘッドを有する材料堆積アセンブリの側面立面図である。

【図 1 3】取り外し可能な堆積ヘッドを有する材料堆積アセンブリの代替実施形態の側面立面図である。

【図 1 4】図 1 2 の材料堆積アセンブリで使用される下部処理ヘッドを、一部断面図で示した側面立面図である。

【図 1 5】従来のエネルギー光線及び変形エネルギー光線の概略説明図と、これらに関する工具経路の幅にわたる暴露時間のグラフィック表示である。

【図 1 6】不規則な工具経路を進行する変形エネルギー光線の概略説明図である。

【図 1 7】完全なパターン層を形成する不規則な工具経路を進行する変形エネルギー光線の概略説明図である。

【図 1 8】複数の図 1 7 に示したパターン層により形成される 3 次元物体の斜視図である。

【図 1 9】(a) 乃至 (c) は、関連の工具経路ベクトルに対して角度をなして延びるスポットベクトルを有する変形エネルギー光線の概略説明図である。

【図 2 0】(a) 乃至 (h) は、様々なノズル出口構成を有する矩形状の加工エネルギー出口を有するノズルの代替実施形態を示した概略説明図である。

【図 2 1】供給紛体 / プロペラントがエネルギースポットが後縁に向けられた代替実施形態の概略説明図である。

【図 2 2】エネルギースポットが通過するときの基板上の一点の温度を示したグラフィック説明図である。

【図 2 3】図 2 1 の実施形態のエネルギースポット、メルトプール及び紛体対象の拡大概略説明図である。

【図 2 4】(a) 乃至 (c) は、供給紛体 / プロペラントがエネルギースポットの前縁に向けられたさらに別の実施形態の概略説明図である。

【0020】

各図面は必ずしも同じ縮尺で示されていないこと、開示される実施形態は、図式的に、また、部分的な図で図示される場合があることが理解されるべきである。ある例では、開示される方法及び装置の理解に必要な、または他の詳細の認知を困難にする詳細は省略されていることもある。当然のことながら、本開示は、ここに図示される特定の実施形態に限定されるものではないことが理解されるべきである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

任意の適切な装置をここに開示される方法と合わせて採用することができる。いくつかの実施形態では、図 1 乃至図 1 0 に概略的に図示されたコンピュータ数値制御機械を用いて方法が実施される。コンピュータ数値制御機械自体は他の実施形態において提供される。図 1 乃至図 1 0 に図示された機械 100 は、複数のバージョンを本願の譲受人である DMG / Mori Seiki USA から入手可能である NT シリーズの機械である。あるいは、DMG / Mori Seiki の DMU - 65 工作機械 (5 軸立形工作機械) や様々な向きのまたは多数の軸を有する他の工作機械をここに開示される装置及び方法と合わせて用いることができる。

【0022】

概して、図 1 乃至図 3 に図示された NT シリーズの機械を参照すると、適切なコンピュータ数値制御機械 100 は、少なくとも、それぞれ工具保持部 (主軸 144 にかかる主軸保持部またはタレット 108 にかかるタレット保持部等) またはワーク保持部 (チャック 110, 112 等) とすることができる第 1 保持部及び第 2 保持部を有する。上記図に図示された実施形態では、コンピュータ数値制御機械 100 は、主軸 144 と、タレット 108 と、第 1 チャック 110 と、第 2 チャック 112 とを備える。コンピュータ数値制御機械 100 は、以下により詳細に説明するように、第 1 保持部及び第 2 保持部を制御する

ためにこれらに動作可能に連結されたコンピュータ制御システムも有する。一部の実施形態では、コンピュータ数値制御機械 100 は上記構成要素のすべてを含んでいなくてもよく、他の実施形態では、コンピュータ数値制御機械 100 はここに指定される構成要素以外の付加的な構成要素を含むことができることが理解される。

【0023】

図 1 及び図 2 に示されているように、コンピュータ数値制御機械 100 は、通常はワーク（図示せず）に対して様々なオペレーションが行われる機械チャンバ 116 を有する。主軸 144、タレット 108、第 1 チャック 110 及び第 2 チャック 112 は、それぞれその全体または一部を機械チャンバ 116 内に設けることができる。この示された実施形態では、2 つの可動安全扉 118 によりユーザと機械チャンバ 116 とを隔ててユーザの負傷やコンピュータ数値制御機械 100 の動作への干渉を防止している。図 2 に図示されているように、安全扉 118 は、機械チャンバ 116 にアクセスさせるために開くことが可能である。コンピュータ数値制御機械 100 は、ここでは、図 4 に示して以下により詳細に説明する直交に方向づけられた 3 つの直線軸（X、Y 及び Z）に関して説明される。X、Y 及び Z 軸を中心とした回転軸は、それぞれ“ A ”、“ B ”及び“ C ”回転軸とする。

【0024】

コンピュータ数値制御機械 100 は、該コンピュータ数値制御機械内の様々な手段を制御するためのコンピュータ制御システムを備える。図示の実施形態では、機械は、ユーザインタフェースシステム（図 1 において 114 で概略的に示す）からなる第 1 コンピュータシステムと、該第 1 コンピュータシステムに動作可能に接続された第 2 コンピュータシステム（図示せず）の 2 つの相互連結されたコンピュータシステムを備える。第 2 コンピュータシステムは、機械の主軸、タレット及びその他の手段の動作を直接制御し、一方、ユーザインタフェース 114 は、オペレータに第 2 コンピュータシステムを制御させるものである。全体として、機械制御システム及びユーザインタフェースシステムは、機械におけるオペレーションの制御のための様々な機構と併せて、1 つのコンピュータ制御システムと考えることができる。

【0025】

コンピュータ制御システムは、メインメモリに接続された中央処理装置（CPU）を有する機械制御回路を含むことができる。CPU は、Intel や AMD により作られたものなどの任意の適切なプロセッサを含むことができる。一例として、CPU は、マスタプロセッサ、スレーブプロセッサ及びセカンダリまたはパラレルプロセッサを含む複数のマイクロプロセッサを含むことができる。ここで用いられるような機械制御回路は、バスや別のコンピュータ、プロセッサ、装置、サービスまたはネットワークと通信するように、またはこれらと機械 100 との間のデータの転送を制御するように構成された、機械 100 内外に配設されたハードウェア、ソフトウェアまたはファームウェアの任意の組み合わせからなる。機械制御回路、より具体的には CPU は、1 つ以上のコントローラまたはプロセッサを含んでおり、このような 1 以上のコントローラまたはプロセッサは、互いに隣接して配設される必要はなく、異なる装置内または異なる場所に設けることができる。機械制御回路、より具体的にはメインメモリは、互いに隣接して配設される必要がなく異なる装置内または異なる場所に設けることができる 1 つ以上のメモリデバイスを含んでいる。機械制御回路は、ここに開示される様々な工作機械方法及び他の処理のすべてを実行するように操作することが可能である。

【0026】

一部の実施形態では、ユーザがユーザインタフェースシステムを操作して機械にプログラミングを伝え、他の実施形態では、外部ソースを用いて機械にプログラムをロードまたは転送することが可能である。例えば、PCMCIA インタフェース、RS-232 インタフェース、ユニバーサルシリアルバスインタフェース（USB）またはネットワークインタフェース、特に TCP/IP ネットワークインタフェースを用いてプログラムをロードすることができると考えられる。他の実施形態では、従来の PLC（プログラマブルロ

10

20

30

40

50

ジックコントローラ)機構(図示せず)を用いて機械を制御することができる。

【0027】

図1及び図2にさらに図示されているように、コンピュータ数値制御機械100は、工具マガジン142と工具交換装置143とを有することができる。これらは、主軸144と協働して、該主軸が複数の工具のうちのいずれか1つとともに動作することを可能にする。通常、多種多様な工具を設けることができ、一部の実施形態では、同じ種類の工具を複数設けることができる。

【0028】

主軸144は、X軸及びZ軸に沿った並進移動を許容する往復台アセンブリ120及び、該主軸144をY軸方向に移動させるラム132に取り付けられる。ラム132には、以下により詳細に記述するように、主軸をB軸回転させるモータが備え付けられている。図示のように、往復台アセンブリは第1往復台124を有し、第1往復台124は、2つのねじ状の垂直レール(一方のレールを126で示す)に沿って移動し、第1往復台124及び主軸144をX軸方向に並進移動させる。往復台アセンブリは第2往復台128も含んでおり、第2往復台128は、2つの水平に配設されたねじ状のレール(一方を図3に130で示す)に沿って移動し、第2往復台128及び主軸144をZ軸方向に移動させる。各往復台124, 128は、複数ボールねじ装置を介してレールに係合しており、これにより、レール126, 130を回転させると、往復台がそれぞれX方向またはZ方向に並進移動する。レールには、それぞれ、水平に配設されたレール及び垂直に配設されたレールのためのモータ170及び172が備え付けられている。

【0029】

主軸144は、主軸接続部及び工具保持部106により工具102を保持する。主軸接続部145(図2に示す)は、主軸144に接続されており、主軸144内に収容されている。工具保持部106は、主軸接続部に接続されており、工具102を保持する。当該技術分野では様々なタイプの主軸接続部が知られており、これらをコンピュータ数値制御機械100とともに用いることが可能である。通常、主軸接続部は、主軸の寿命の間、主軸144内に収容されている。主軸144へのアクセスプレート122を図5及び図6に示す。

【0030】

第1チャック110は爪136を備えており、コンピュータ数値制御機械100のベース111に対して静止している台150に配設されている。第2チャック112も爪137を備えているが、第2チャック112はコンピュータ数値制御機械100のベース111に対して移動可能である。具体的には、機械100は、前述のようにボールねじ機構を用いて第2台152をZ方向に並進移動させるためのねじ状のレール138及びモータ139を備えている。削り屑の除去を補助するために、第2台152は、傾斜遠心面174と、Z方向傾斜面177, 178を有するサイドフレーム176とを備えている。チャック110, 112のための油圧制御手段及び関連のインジケータ、例えば図1及び図2に示した圧力計182及び制御つまみ184を設けることができる。各台は、チャックを回転させるためのモータ(それぞれ161, 162)を備えている。

【0031】

タレット108は、図5、図6及び図9に最良に示されているが、同じくレール138に係合し、同様にボールねじ装置を用いてZ方向に並進移動させることができるタレット台146(図5)に取り付けられている。タレット108は、図9に図示されているように、様々なタレットコネクタ134を備えている。各タレットコネクタ134は、工具保持部135または工具を接続するための他の接続部に接続することが可能である。タレット108は多種多様なタレットコネクタ134及び工具保持部135を有することが可能であるため、多種多様な異なる工具をタレット108により保持して操作することが可能である。タレット108をC'軸回転させて、工具保持部のうちの様々な工具保持部(ひいては、多くの実施形態では、様々な工具)をワークに対して提示することができる。

【0032】

かくして、広範囲の汎用的動作を行うことができることが分かる。工具保持部 106 に保持された工具 102 については、このような工具 102 をチャック 110 及び 112 の一方または両方に保持されたワーク（図示せず）の上から押しつけることができる。工具 102 の交換が必要なまたは望ましいときは、交換用の工具 102 を工具交換装置 143 を使って工具マガジン 142 から取り出すことができる。図 4 及び図 5 を参照すると、主軸 144 を X 及び Z 方向（図 4 に示す）並びに Y 方向（図 5 及び図 6 に示す）に並進移動させることができる。図 7 に B 軸回転が示されており、図示の実施形態は、垂直線の両側に 120 度の範囲での回転を許容している。Y 方向の移動及び B 軸回転は、往復台 124 の裏に設けられたモータ（図示せず）により動力供給される。

【0033】

通常、図 2 及び図 7 に見られるように、機械は、機械チャンバ 116 の壁を画定するとともに削り屑がこのチャンバから出ないようにするための複数の垂直に配設された板 180 及び水平に配設された板 181 を備えている。

【0034】

機械 100 の構成要素は前述した構成要素に限定されない。例えば、一部の例では、付加的なタレットを設けることができる。他の例では、付加的なチャック及び / または主軸を設けることができる。通常、機械は、クーラント液を機械チャンバ 116 内に導入するための 1 つ以上の機構を備えている。

【0035】

図示の実施形態では、コンピュータ数値制御機械 100 は多くの保持部を備えている。チャック 110 が爪 136 と合わさって保持部を形成しており、同様にチャック 112 は爪 137 と合わさって保持部を形成している。多くの例では、これらの保持部はワークを保持するためにも用いられるだろう。例えば、チャック及びその関連の台は、旋盤状の態様では、回転するワークのための主軸台及び任意的な心押台として機能するだろう。主軸 144 及び主軸接続部 145 が別の保持部を形成している。同様に、タレット 108 は、複数タレットコネクタ 134 が備えつけられた場合、複数の保持部（図 9 に示す）を提供する。

【0036】

コンピュータ数値制御機械 100 は、当該技術分野において既知の、または適当であると認められる、種類の異なる多数の工具のいずれかを使用することができる。例えば、工具 102 は、フライス加工工具、穴あけ加工工具、研削加工工具、ブレード工具、ブローチ加工工具、旋削加工工具などの切削工具、または、コンピュータ数値制御機械 100 との関連で適切であると見なされる他の種類の切削工具とすることができる。加えて、または代わりに、工具は、以下により詳細に論じるように、付加加工技術用に構成されていてもよい。いずれにしても、コンピュータ数値制御機械 100 は、一種類以上の工具を備えることができ、主軸 144 に、工具交換装置 143 及び工具マガジン 142 の機構を用いて工具を交換させることができる。同様に、タレット 108 は 1 つ以上の工具 102 を備えることができ、オペレータは、タレット 108 を回転させて新たなタレットコネクタ 134 を適切な位置に配置することにより、工具 102 を入れ替えることができる。

【0037】

図 10 に、コンピュータ数値制御機械 100 を安全扉が開いた状態で図示する。図に示されているように、コンピュータ数値制御機械 100 は、少なくとも、主軸 144 に配設された工具保持部 106 と、タレット 108 と、1 つ以上のチャックまたはワーク保持部 110, 112 と、コンピュータ数値制御機械 100 のコンピュータ制御システムとインタフェース接続するように構成されたユーザインタフェース 114 とを備えることができる。工具保持部 106、主軸 144、タレット 108 及びワーク保持部 110, 112 は、それぞれ、加工領域 190 内に配設することができ、選択的に回転可能及び / または、様々な軸のうちの 1 つ以上に沿って相対的に移動可能とすることができる。

【0038】

図 10 に示されているように、例えば、X、Y 及び Z 軸は直交する移動方向を示すこと

10

20

30

40

50

ができ、一方、A、B及びC軸は、それぞれX、Y及びZ軸を中心とした回転方向を示すことができる。これらの軸は3次元空間での移動の説明を容易にするために提供されるものであり、よって、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく他の座標方式を用いることができる。加えて、移動の説明にこれらの軸を用いることは、実際の物理的な軸と、仮想的な軸とを包含することを意図している。尚、実際の物理的な軸は互いに直交しており、一方、仮想的な軸は物理的に直交していない場合もあるが、工具経路は、該仮想的な軸方向に、これらの軸が物理的に直交であるかのように動作するようにコントローラにより操作される。

【0039】

図10に示した軸に関して、工具保持部106は、これを支持している主軸144のB軸を中心として回転させることができ、一方、主軸144自体は、X軸、Y軸及びZ軸に沿って移動可能とすることができる。タレット108は、実質的にX軸に平行なXA軸及び実質的にZ軸に平行なZA軸に沿って移動可能とすることができる。ワーク保持部110、112は、C軸を中心として回転可能とすることができる。さらに、加工領域190に対して1つ以上の軸に沿って独立して並進移動可能とすることができる。コンピュータ数値制御機械100は6軸機械として示されているが、該機械は、本願特許請求の範囲から逸脱することなく、6軸より少ない軸方向に移動可能とすることも多い軸方向に移動可能とすることもできるため、上記移動軸の数は単なる例であることが理解される。

【0040】

コンピュータ数値制御機械100は、付加加工処理を行うための材料堆積アセンブリを含むことができる。図11に、例示的な材料堆積アセンブリ200を、基板204に向けることが可能なエネルギー光線202を含めて概略的に図示する。基板204は、1つ以上のワーク保持部、例えばチャック110、112により支持することができる。材料堆積アセンブリ200は、さらに、集中エネルギー光線208を基板204に向けることができる光学機器206を含むことができるが、該光学機器206は、エネルギー光線202が十分に高いエネルギー密度を有する場合は省略することができる。エネルギー光線202は、レーザビーム、電子ビーム、イオンビーム、クラスタービーム、中性粒子ビーム、プラズマジェットまたは単純放電（アーク）とすることができる。集中エネルギー光線208は、蒸発、飛び散り、浸食、衝撃波干渉、または他の動的作用により基板材料を失わないように、成長表面基板204の小部分を溶解してメルトプール210を形成するのに十分なエネルギー密度を有することができる。集中エネルギー光線208は、連続的であっても断続的にパルス化されてもよい。

【0041】

メルトプール210は、基板204から液化された材料と、追加された供給材料とを含むことができる。供給材料は、1つ以上のノズル214から吐出される供給粉体/プロペラントガス混合物212の状態メルトプール210に向けられる供給粉体として提供することができる。ノズル214は、供給粉体貯留槽216及びプロペラントガス貯留槽218と流体連通することができる。ノズル214は、供給粉体がメルトプール210に組み込まれるように頂点215または物理的断面が最小である領域に実質的に集束することができる供給粉体/プロペラントガス混合物212のフローパターンを作る。材料堆積アセンブリ200は基板204に対して移動されるため、該アセンブリは基板204上のビード層を形成する工具経路を進行する。最初のビード層に隣接してまたはその上面にさらにビード層を形成して、固体の3次元物体を加工することができる。

【0042】

使用される材料及び求められる物体公差によって、多くの場合、ネットシェイプ物体、または意図された適用のためにさらなる加工を必要としない（研磨等は許容される）物体を形成することが可能である。材料堆積アセンブリ200により得られるものより精密な公差が求められるのであれば、除去的な仕上げ処理を用いることができる。付加的な仕上げ処理が必要な場合は、このような仕上げ前の材料堆積アセンブリ200により生成された物体をここでは「ニアネットシェイプ」と称し、加工処理を完了するには若干の材料ま

10

20

30

40

50

たは加工が必要であることを示す。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 に最良に示されているように、材料堆積アセンブリ 2 0 0 はコンピュータ数値制御機械 1 0 0 に組み込むことができる。この例示的な実施形態では、材料堆積アセンブリ 2 0 0 は、上部処理ヘッド 2 1 9 a と下部処理ヘッド 2 1 9 b とを有する処理ヘッドアセンブリ 2 1 9 を含んでいる。下部処理ヘッド 2 1 9 b は上部処理ヘッド 2 1 9 a に着脱自在に連結することができ、上部処理ヘッド 2 1 9 a を様々な下部処理ヘッド 2 1 9 b とともに使用することが可能である。下部処理ヘッド 2 1 9 b を変更可能であることは、様々な堆積特性が求められる場合、例えば、様々な形状及び / または様々な加工エネルギー光線 2 0 2 の密度及び / または様々な供給粉体 / プロペラントガス混合物 2 1 2 が必要な場合などに有利であろう。

10

【 0 0 4 4 】

具体的には、上部処理ヘッド 2 1 9 a は主軸 1 4 4 を含むことができる。複数のポートを主軸 1 4 4 に連結させることができ、これらのポートは接続時に下部処理ヘッド 2 1 9 b とインタフェース接続するように構成される。例えば、主軸 1 4 4 は、供給粉体貯留槽とプロペラント貯留槽とを含むことができる供給粉体供給装置（図示せず）と流体連通する供給粉体 / プロペラントポート 2 2 0 を支持することができる。加えて、主軸 1 4 4 は、シールドガス供給装置（図示せず）と流体連通するシールドガスポート 2 2 2 及びクーラント供給装置（図示せず）と流体連通するクーラントポート 2 2 4 を支持することができる。供給粉体 / プロペラントポート 2 2 0、シールドガスポート 2 2 2 及びクーラントポート 2 2 4 は、個別に、または導管アセンブリ 2 2 6 のようなハーネスでまとめられた導管を介して、それぞれの供給装置に接続することができる。

20

【 0 0 4 5 】

上部処理ヘッド 2 1 9 a は、さらに、加工エネルギー供給装置（図示せず）に動作可能に連結された加工エネルギーポート 2 2 8 を含むことができる。図示の実施形態では、加工エネルギー供給装置は、主軸 1 4 4 のハウジング内を延びるレーザファイバ 2 3 0 により加工エネルギーポート 2 2 8 に接続されたレーザである。レーザファイバ 2 3 0 は主軸 1 4 4 の本体内を進むことができ、この場合、加工エネルギーポート 2 2 8 は主軸 1 4 4 の下部に形成されたソケット 2 3 2 内に設けることができる。したがって、図 1 2 の実施形態では、加工エネルギーポート 2 2 8 はソケット 2 3 2 内に配設され、一方、供給粉体 / プロペラントポート 2 2 0、シールドガスポート 2 2 2 及びクーラントポート 2 2 4 はソケット 2 3 2 に隣接して配設される。上部処理ヘッド 2 1 9 a は、さらに、コリメーションレンズ、部分反射ミラーまたは曲面ミラーなどの、エネルギー光線を形づけるための付加的な光学機器を含むことができる。

30

【 0 0 4 6 】

上部処理ヘッド 2 1 9 a は、複数の下部処理ヘッド 2 1 9 b のうちの 1 つに選択的に連結することができる。図 1 2 に示されているように、例示的な下部処理ヘッド 2 1 9 b は、通常、ベース 2 4 2 と、光学機器チャンバ 2 4 4 と、ノズル 2 4 6 とを含むことができる。加えて、ノズル調整アセンブリを設けて、ノズル 2 4 6 をエネルギー光線に対して並進移動または回転させる、あるいはノズル 2 4 6 の位置及び / または向きをエネルギー光線に対して調節することができる。ベース 2 4 2 は、下部処理ヘッド 2 1 9 b と上部処理ヘッド 2 1 9 a とが解除可能に係合できるようにソケット 2 3 2 内に密接に嵌合するように構成されている。図 1 2 の実施形態では、ベース 2 4 2 は、加工エネルギーポート 2 2 8 に着脱自在に連結するように構成された加工エネルギーインタフェース 2 4 8 も含んでいる。光学機器チャンバ 2 4 4 は、空であっても、最終光学装置、例えば所望の集中エネルギー光線を提供するように構成された集束光学機器 2 5 0 を含んでもよい。下部処理ヘッド 2 1 9 b は、さらに、それぞれ供給粉体 / プロペラントポート 2 2 0、シールドガスポート 2 2 2 及びクーラントポート 2 2 4 と動作可能に連結するように構成された供給粉体 / プロペラントインタフェース 2 5 2、シールドガスインタフェース 2 5 4 及びクーラントインタフェース 2 5 6 を含むことができる。

40

50

【0047】

ノズル246は、供給粉体/プロペラントを所望の対象領域に向けてるように構成することができる。図13に図示した実施形態では、ノズル246は、内側ノズル壁272から間隔を隔てた外側ノズル壁270を含んでおり、該外側ノズル壁270と内側ノズル壁272との間の空間に供給粉体/プロペラントチャンバ274を画定している。供給粉体/プロペラントチャンバ274は、一端が供給粉体/プロペラントインタフェース252と流体連通しており、反対端はノズル出口開口部276となっている。例示的な実施形態では、ノズル出口開口部276は環状形であるが、他のノズル出口開口部276は、本開示の範囲を逸脱することなく他の形状を有することができる。供給粉体/プロペラントチャンバ274及びノズル出口開口部276は、1つ以上の供給粉体/プロペラントジェットを所望の集束角度で提供するように構成することができる。図示の実施形態のノズル246は、1つの円錐形の供給粉体/プロペラントガスジェットを供給することができる。しかしながら、ノズル出口開口部276は、複数の個別の供給粉体/プロペラントガスジェットを提供するように構成することもできることが認識されるであろう。さらに、生じる供給粉体/プロペラントガスジェットは、円錐形以外の形状を有することができる。

10

【0048】

ノズル246は、さらに、加工エネルギー光線が対象領域に向けて進む際にノズル246内を通過できるように構成することができる。図14に最良に示されているように、内側ノズル壁272は、光学機器チャンバ244及び任意で設けられる集束光学機器250と一直線に並ぶ加工エネルギー出口282を有する中央チャンバ280を画定している。かくして、このノズル246により、加工エネルギーの光線はノズル246内を通過して下部処理ヘッド219bから出ていくことが可能になる。

20

【0049】

代替実施形態では、図13に最良に示されているように、上部処理ヘッド219a'は、主軸144のハウジングの外に設けられた加工エネルギーポート228を有することができる。この実施形態では、加工エネルギーポート228は、主軸144の横に設けられた筐体260上に設けられており、よって、上記の実施形態とは異なり、このポートはソケット232内に設けられていない。筐体260は、加工エネルギーを主軸144のソケット232の下方の地点に向けてための第1ミラー262を含んでいる。代替の下部処理ヘッド219b'は、加工エネルギーレセプタクル264を含む光学機器チャンバ244を含んでおり、加工エネルギーは加工エネルギーレセプタクル264を通過して筐体260から光学機器チャンバ244の内部まで進むことができる。光学機器チャンバ244は、さらに、ノズル246を通過して所望の対象場所に向かう加工エネルギーの方向を変えるための第2ミラー266を含んでいる。

30

【0050】

複数の下部処理ヘッド219bのうちのいずれか1つと選択的に連結するように構成された上部処理ヘッド219aを有する処理ヘッドアセンブリ219であれば、コンピュータ数値制御機械100を、速やかに且つ容易に様々な付加加工技術用に構成し直すことができる。工具マガジン142は一組の下部処理ヘッド219bを保持することができ、各下部処理ヘッドは特定の付加加工処理に適した独自の仕様を有する。例えば、下部処理ヘッドは、基板上に材料を堆積させる態様を変える様々なタイプの光学機器、インタフェース及びノズル角度を有することができる。ある部分を様々な付加加工技術を用いて形成しなくてはならない場合（または、複数の異なる技術を使うとより速く効率的に形成することができる場合）、工具交換装置143を用いて、主軸144に連結された堆積ヘッドを速やかに且つ容易に交換することができる。図12及び図13に図示した例示的な実施形態では、単一の取り付け工程を用いてエネルギー供給装置、供給粉体/プロペラントガス供給装置、シールドガス供給装置及びクーラント供給装置を堆積ヘッドに接続することができる。同様に、取り外しも単一の切り離し工程で行われる。かくして、機械100は、より速やかに且つより容易に様々な材料堆積技術に合わせて変更することができる。

40

【0051】

50

図 1 2 及び図 1 3 には、上部処理ヘッドから取り外し可能な下部処理ヘッドを有する処理ヘッドアセンブリの例示的な実施形態を図示しているが、このように取り外し可能であることは必須ではなく、よって、すべての処理ヘッド構成要素を一体的なハウジングに組み込んだ従来の処理ヘッドなどの他の処理ヘッドアセンブリを本開示の範囲を逸脱することなく用いることができることが認識されるであろう。

【 0 0 5 2 】

付加的な実施形態では、コンピュータ数値制御機械 1 0 0 は、基板に照射されると、非円形プロファイルを有するエネルギースポットを形成する変形エネルギー光線を生成するように構成された材料堆積アセンブリを含むことができ、機械 1 0 0 は、以下により詳細に論じるように、変形エネルギー光線の経路方向及び回転向きを制御して、より均一に加熱されるビードを生じさせるとともに、複雑な幾何学形状を有する部品をより効果的且つ効率的に生成することができる。

【 0 0 5 3 】

従来の材料堆積処理は、通常、基板上に円形プロファイル 2 7 1 (図 1 5) を有するエネルギースポットを形成するエネルギー光線を採用している。したがって、従来のエネルギー光線は、回転させても基板上に形成されるエネルギースポットのプロファイルは大きく変形することがないため、その回転向きは重要でない。加えて、円形エネルギースポットが基板に沿った工具経路を進行する際、これが形成するビードは不均一に加熱される。具体的には、従来の暴露時間グラフィック 2 7 3 (図 1 5) により示されるように、プロファイルが円形であるため、工具経路の横縁はエネルギー光線にさらされることが少なく、経路の中央はエネルギー光線に多くさらされることになる。結果として、基板上に円形プロファイルを有するエネルギースポットを形成する従来のエネルギー光線を用いると、効率が下がるとともに、形成可能な部品幾何学形状が制限される可能性がある。

【 0 0 5 4 】

以上を鑑みて、一部の実施形態では、コンピュータ数値制御機械 1 0 0 は非円形プロファイルを有するエネルギースポットを有する変形エネルギー光線を生成することができる材料堆積アセンブリを含む。図 1 5 に概略的に図示した実施形態では、材料堆積アセンブリは、矩形プロファイル 3 0 2 を有するエネルギースポット 3 0 0 を形成する変形エネルギー光線を生成するように構成されている。工具経路 3 0 4 に対して横に延びるように向きを決められると、暴露時間グラフィック 3 0 5 により示されているように、工具経路 3 0 4 の各部分は実質的に均一な量のエネルギー光線にさらされる。一部の実施形態では、楕円形プロファイルを用いて矩形エネルギースポットプロファイルに近似させることができる。環状プロファイル 3 0 7 を有するエネルギースポット 3 0 6 のさらなる実施形態も図 1 5 に概略的に図示しており、これに関する暴露時間グラフィック 3 0 8 は、工具経路 3 0 9 の横方向に略一定レベルのエネルギーが分布していることを示している。矩形及び環状プロファイルを例として図示しているが、楕円形、正方形、他の非円形形状などの他の周囲形状を用いることができることが認識されるであろう。

【 0 0 5 5 】

エネルギースポット 3 0 0 が工具経路に対して実質的に一定の角度向きを維持するように主軸 1 4 4 を制御することができる。図 1 6 は非円形パターンを有する工具経路 3 1 0 を図示している。各瞬間点において、工具経路 3 1 0 により、当該点における工具経路 3 1 0 に接して延びる矢印 3 1 2 により概略的に図示されている工具経路ベクトルが画定される。エネルギースポット 3 0 0 の向きは、エネルギースポット 3 0 0 の瞬間進行方向に延びるスポット向きベクトル 3 1 4 を参照して表すことができ、図示の実施形態では、スポット向きベクトル 3 1 4 はエネルギースポット外周の前縁 3 1 1 及び後縁 3 1 3 に直交している。図 1 6 の実施形態では、工具経路ベクトル 3 1 2 とスポット向きベクトル 3 1 4 は、横方向に向きを決められたエネルギースポット 3 0 0 を全工具経路 3 1 0 に沿って維持するために実質的に一致している。

【 0 0 5 6 】

図 1 7 は閉パターン層を形成する複雑な工具経路 3 2 0 を図示している。図 1 6 に示し

10

20

30

40

50

た工具経路については、エネルギースポット 300 のスポット向きベクトル 322 は、工具経路 320 に沿ってすべての点で工具経路ベクトル 324 と一致している。先に形成された層の上にさらに複数の層を堆積させて、図 18 に最良に示されているように、基板 328 の上に三次元部品 326 を生成することができる。

【0057】

他の代替実施形態では、エネルギースポット 300 を、スポット向きベクトル 330 が工具経路ベクトル 332 に対して角度をなして維持されるように構成することができる。図 19 (a) に図示されているように、例えば、エネルギースポット 300 が工具経路 334 に沿って進行する際、スポット向きベクトル 330 は工具経路ベクトル 332 に対してスポット角度 α をなして位置決めされる。この向きでは、工具経路 334 の極横縁がエネルギー光線にさらされる時間が少なく、工具経路 334 の中央部分はエネルギー光線にさらされる時間が実質的に均一となる。スポット角度 α は、均一なビード幅を形成するために、全工具経路 334 に沿って実質的に一定に維持することができる。

【0058】

あるいは、図 19 (b) 及び図 19 (c) に示されているように、幅が変化するビードを形成するために、スポット角度 α を工具経路に沿って進行する際に変化させることができる。図 19 (b) は直線の工具経路 442 を進行するエネルギースポット 440 を図示している。エネルギースポット 440 のスポット向きベクトル 444 は工具経路ベクトル 446 に対してスポット角度 α をなして延びている。図 19 (b) に図示されているように、スポット角度 α は、エネルギースポット 440 が工具経路 400 を進行するにつれて徐々に大きくなっている。

【0059】

あるいは、スポット角度は緩やかな変化ではなくステップ変化をさせてもよい。図 19 (c) に図示されているように、エネルギースポット 450 は直線の工具経路 452 を進行することができる。エネルギースポット 450 のスポット向きベクトル 454 は、工具経路ベクトル 456 に対してスポット角度 α に沿って向きを決められる。工具経路 452 に沿った中間点において、スポット角度 α を急に変えてエネルギースポット 450 が進行する経路の幅を狭くしている。

【0060】

上記各実施形態では、エネルギースポットの外周形状は、加工エネルギー出口の形状に対応させることができる。例えば、矩形形状を有する加工エネルギー出口は、矩形外周を有するエネルギー光線を生じさせることになる。図 20 (a) 乃至図 20 (h) は、様々なノズル出口構成を有する矩形形状の加工エネルギー出口を有するノズルの代替実施形態を概略的に図示している。

【0061】

具体的には、図 20 (a) は、対向する前縁 354 及び後縁 356 並びに対向する第 1 測縁 358 及び第 2 測縁 360 を画定する矩形形状である加工エネルギー出口 352 を有するノズル 350 を図示している。ノズル出口開口部 362 は、加工エネルギー出口 352 の外周の周囲に連続的に延びており、同じく矩形形状である。

【0062】

図 20 (b) は、上記と同じ加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、加工エネルギー出口開口部 352 の外側に後縁 356 に隣接して位置決めされたノズル出口開口部 368 を有するノズル 366 を図示している。ノズル出口開口部 368 は矩形形状である。

【0063】

図 20 (c) は、上記加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、後縁 356 の外側にこれに隣接して位置決めされた円形状のノズル出口開口部 372 を有するノズル 370 を図示している。

【0064】

図 20 (d) は、同じ加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、後縁 356 に

10

20

30

40

50

隣接して位置決めされた複数の円形状のノズル出口開口部 376 からなるノズル出口を有するノズル 374 を図示している。

【0065】

図 20 (e) は、上記加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、第 1 ノズル出口 380 と第 2 ノズル出口 382 とを有するノズル 378 を図示している。第 1 ノズル出口 380 は、後縁 356 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 1 ノズル出口開口部 384 を含んでおり、一方、第 2 ノズル出口 382 は、前縁 354 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 2 ノズル出口開口部 386 を含んでいる。

【0066】

図 20 (f) は、上記加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、第 1 ノズル出口 390 と、第 2 ノズル出口 391 と、第 3 ノズル出口 392 と、第 4 ノズル出口 393 とを有するノズル 388 を図示している。第 1 ノズル出口 390 は、後縁 356 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 1 ノズル出口開口部 394 を含んでいる。第 2 ノズル出口 391 は、前縁 354 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 2 ノズル出口開口部 395 を含んでいる。第 3 ノズル出口 392 は、第 1 側縁 358 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 3 ノズル出口開口部 396 を含んでいる。最後に、第 4 ノズル出口 393 は、加工エネルギー出口 352 の第 2 測縁 360 に隣接して位置決めされた一組の円形状の第 4 出口開口部 397 を含んでいる。

【0067】

図 20 (g) は、同じ加工エネルギー出口 352 を有するノズルであるが、後縁 356 に隣接して位置決めされた矩形形状の第 1 ノズル出口開口部 402 と、前縁 354 に隣接して位置決めされた矩形形状の第 2 ノズル出口開口部 404 とを有するノズル 400 を図示している。

【0068】

最後に、図 20 (h) は、上記加工エネルギー出口 352 を有するが、第 1 側縁 358 に隣接して位置決めされた円形状の第 1 ノズル出口開口部 412 と、第 2 測縁 360 に隣接して位置決めされた円形状の第 2 ノズル出口開口部 414 とを有するノズル 410 を図示している。

【0069】

上述の付加加工処理では、供給紛体 / プロペラントガスは、通常、エネルギー光線の焦点の中心に向けられる。例えば、図 11 に図示した実施形態では、供給紛体 / プロペラントガスの頂点 215 は、集中エネルギー光線 208 の焦点 217 と一致している。しかしながら、本開示のある態様によれば、エネルギー光線が基板を進行するとき、供給紛体 / プロペラントガスを焦点 217 の中心ではなくエネルギー光線の焦点からオフセットされた対象に向けることが有利となることがある。

【0070】

一部の適用では、供給紛体 / プロペラントガスをエネルギー光線の後縁に向けて、より効率的に供給紛体を形成された表面に組み込むことができる。図 21 乃至図 23 に図示した例示的な実施形態では、処理ヘッド 500 は、加工エネルギー源に操作可能に連結され、基板 506 に向けて照射されるエネルギー光線 504 が通過する加工エネルギー出口 502 を含んでいる。エネルギー光線 504 は、基板 506 上に、光線対象 510 を中心としたエネルギースポット 508 を形成する。処理ヘッド 500 が方向 511 に移動すると、エネルギースポットは工具経路 512 に沿って基板 506 を進行する。進行方向 511 に基づき、エネルギースポット 508 は、図 23 に最良に示されているように、前縁 514 と後縁 516 とを有することになる。

【0071】

エネルギースポット 508 が基板 506 上のある一点を通過するとき、図 22 に概略的に図示されているように、基板 506 上の当該箇所の温度は、急速に上昇し、その後徐々に下降する。温度が基板材料の融点を越える高い温度である間、当該温度により、供給紛体を組み込んで基板 506 の上に材料の層 520 を形成することができるメルトプール 5

10

20

30

40

50

08が形成される。メルトプール518の形成前に、基板506上の所与の点を所与の時間だけエネルギースポット508にさらすことができる。図21及び図23に示されているように、例えば、メルトプール518は、通常、エネルギースポット508の後縁516に生じることになる。後縁516は、エネルギースポット508の、進行方向511とは反対側の縁と定義される。

【0072】

処理ヘッド500は、さらに、供給紛体/プロペラントガス源に操作可能に連結され、供給紛体/プロペラントガスジェット532を基板506上の紛体対象524に向けるように向きを決められたノズル530を含んでいる。紛体対象524は、光線対象510からオフセット距離“D”だけ間隔を隔てている。具体的には、紛体対象524は、より大きい割合で供給紛体がメルトプール518に組み込まれるようにエネルギースポット508の後縁516と一致させることができる。処理ヘッド500の向きは、紛体対象524と光線対象または光線対象510との間のオフセット距離“D”を維持するように制御することができる。例えば、処理ヘッド500の向きは、エネルギースポット508が工具経路512を進行するとき紛体対象524が後縁516と一致したままであるように制御することができる。

【0073】

さらに他の代替実施形態では、供給紛体/プロペラントガスはエネルギー光線の前縁に向けることができ、これにより形成された構造物の高さの誤差を自動的に修正することができる。図24に図示した例示的な実施形態では、処理ヘッド550は、加工エネルギー源に操作可能に連結され、光線軸555に沿って基板556に向けて照射されるエネルギー光線554が通過する加工エネルギー出口552を含んでいる。エネルギー光線554は、光線対象560にエネルギースポットを形成する。処理ヘッド550が方向561に移動すると、エネルギースポットは工具経路に沿って基板556を進行する。進行方向561に基づき、エネルギースポット558は前縁564を有することになる。

【0074】

処理ヘッド550は、さらに、供給紛体/プロペラントガス源に操作可能に連結され、供給紛体/プロペラントガスジェットを紛体軸581に沿って基板556上の紛体対象574に向けるように向きを決められたノズル580を含んでいる。紛体軸581は、光線軸555に対して角度をなして延びることができる。紛体対象574は、光線対象560からオフセット距離だけ間隔を隔てている。具体的には、通常の条件下では、紛体対象574はエネルギースポットの前縁564と一致されることができる。処理ヘッド550の向きは、エネルギースポット558が工具経路512を進行するとき紛体対象574が前縁564と一致したままであるように制御することができる。

【0075】

処理ヘッド550は、基板556に対して指令高さ“H”に維持することができる。処理ヘッドが所望の厚さの形成構造物590を生成するとき、図24(a)に図示されているように、処理ヘッド550と構造物表面592との間には通常の距離が与えられ、その結果、供給紛体/プロペラントガスはエネルギースポットの前縁564に向けられる。

【0076】

先の層の堆積中の操作上のまたはその他のエラーにより、図24(b)に図示されているように、形成構造物590が厚くなりすぎた場合には、処理ヘッド550と構造物表面592との間に与えられる距離が小さくなり、これにより、供給紛体/プロペラントガスがエネルギースポットの前縁564より前に向けられる。この条件が存在するとき、メルトプールに到達する供給紛体は少なくなり、これにより、形成構造物590にこの時に付加されている層の厚みが小さくなり、構造物590の先の層に堆積された過度に大きい厚みの少なくとも一部分が解消される。

【0077】

あるいは、先の層の堆積中の操作上のまたはその他のエラーにより、図24(c)に図示されているように、形成された構造物590が薄くなりすぎた場合には、処理ヘッド5

10

20

30

40

50

50と構造物表面592との間に与えられる距離が大きくなり、これにより、供給紛体/プロペラントガスがエネルギースポットの後縁566に向けられる。これらの条件下では、メルトプールに到達する供給紛体が多くなり、これにより、形成構造体590にこの時に付加されている層の厚みが大きくなり、構造物の前の層に堆積された過度に小さい厚みの少なくとも一部分が解消される。かくして、処理ヘッド550が指令高さ“H”に維持されるとき、供給紛体/プロペラントをエネルギースポットの前縁に向けることで、付加処理は先に堆積された材料層の厚さの誤差を自動的に自己修正することになる。

【0078】

供給時、装置は、工具またはワークを備えていても備えていなくてもよい。工具及びワークを受けるように構成された装置は、ここに挙げられる請求項の範囲に含まれると見なされる。加えて、すでに工具及びワークを備えた装置も添付の請求項の範囲に含まれると見なされる。特に請求されている場合を除いて、本願請求項はここに示されたいずれかの工具に限定されるとは見なされない。

10

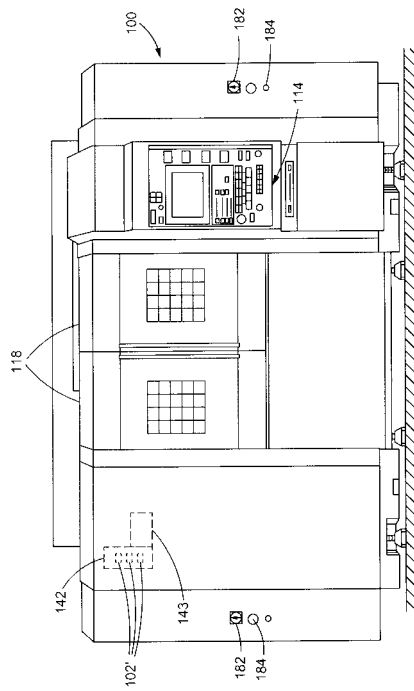
【0079】

ここで引用される、公開公報、特許出願及び特許を含むすべての参照文献は、言及により編入されるものとする。ある実施形態を「好ましい」実施形態とする記述及び、その他の、実施形態、特徴または範囲を好ましいものとする言及は、限定的なものとは見なされず、本願請求項は、本開示では好ましが劣ると考えられる実施形態も包含すると見なされる。ここに説明されるすべての方法は、ここに別段の指示がない限り、または文脈により明らかに否定されない限り、あらゆる適切な順序で実施可能である。ここに提供されるすべての例または例示的な文言（例えば、「等」）の使用は、開示される主題をわかりやすくすることを意図したものであり、本願請求項の範囲を限定するものではない。ここでの、例示的な実施形態の性質または利益に関するいずれの記載も、限定的であることを意図したものではなく、添付の請求項は、このような記載により限定されると見なされるべきではない。より一般的には、本明細書中すべての文言は、請求されていない要素を、請求された主題の実施に必要不可欠であると示していると解釈されるべきでない。本願請求項の範囲は、適用可能な法律により認められているように、そこに挙げられた主題のあらゆる変更形態及び同等形態を含む。さらに、ここに別段の指示がない限り、または文脈により明らかに否定されない限り、すべての可能な変形形態における上述の要素のあらゆる組み合わせが本願請求項に包含される。ここでの参照文献または特許の記述は、それが「先行」と特定されていても、このような参照文献または特許が本開示に対する先行技術として利用可能であるという容認となることを意図したものではない。

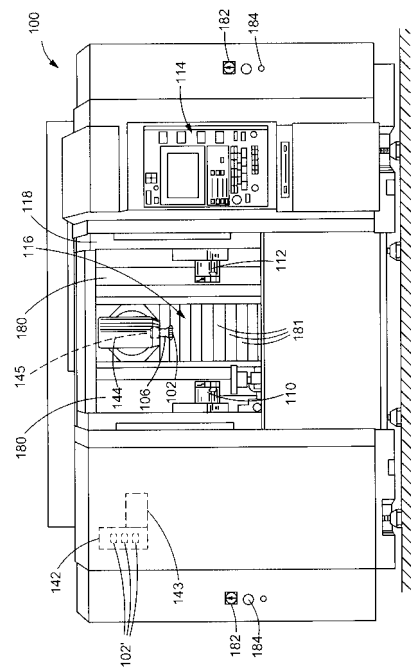
20

30

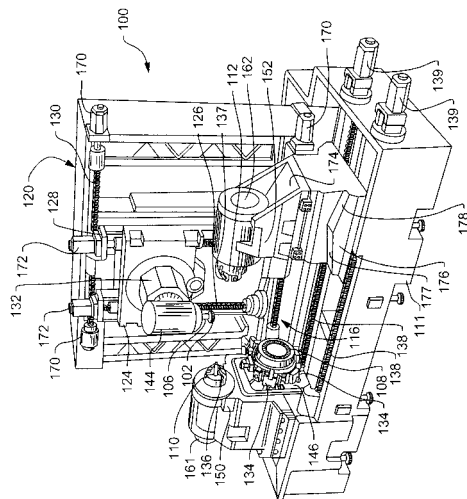
【図 1】



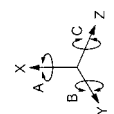
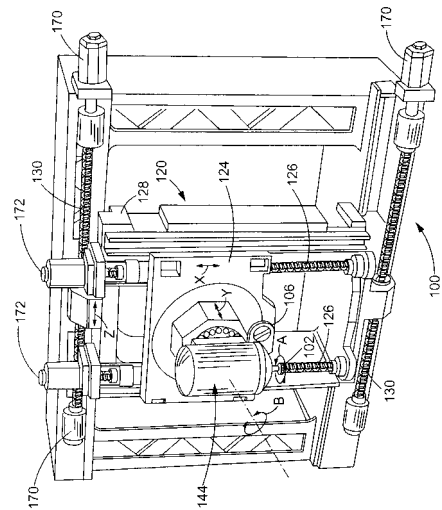
【図 2】



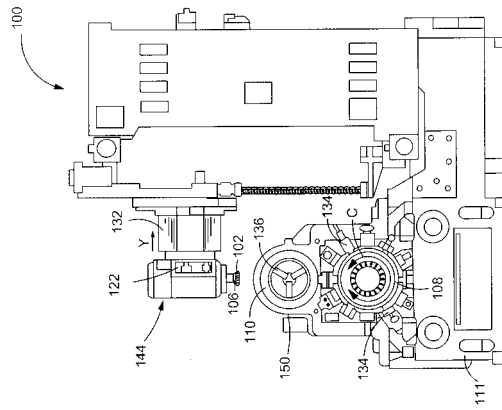
【図 3】



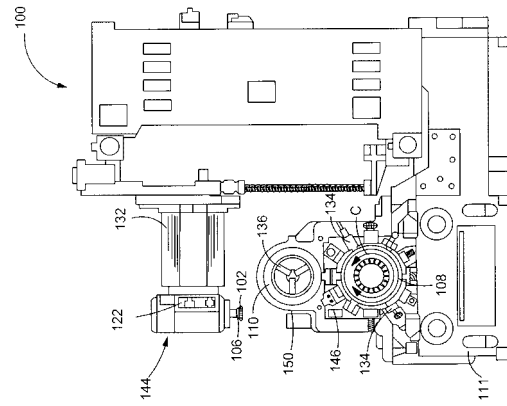
【図 4】



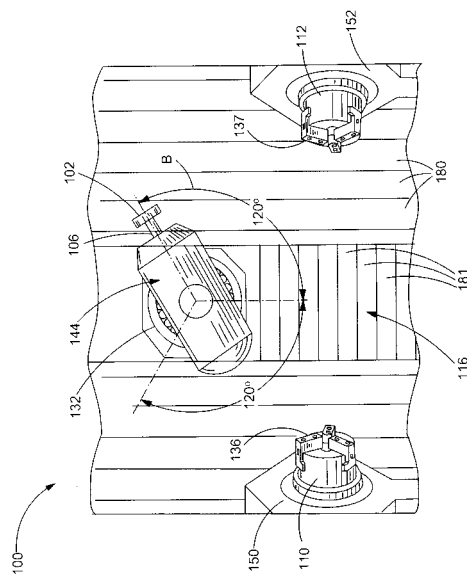
【図 5】



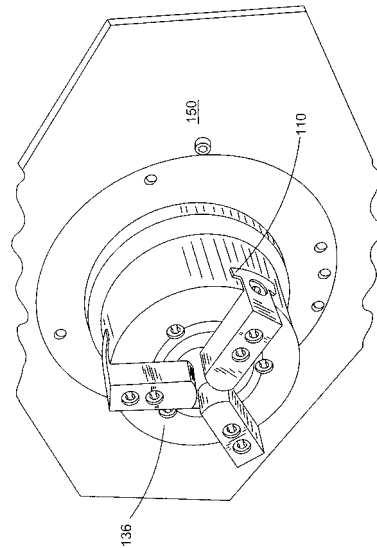
【図 6】



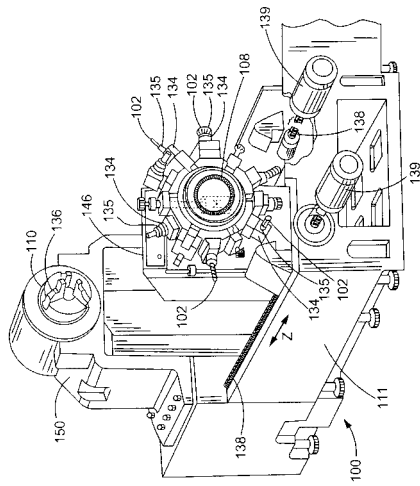
【図 7】



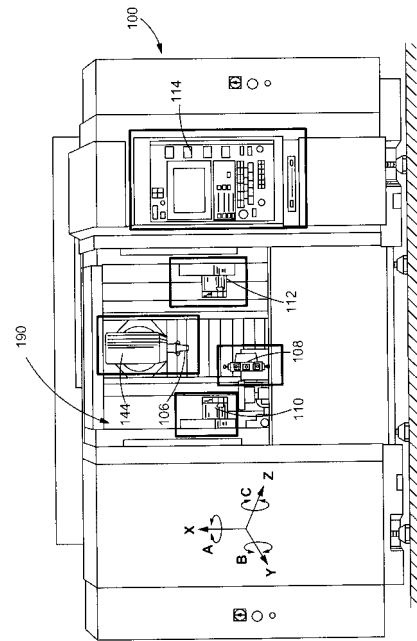
【図 8】



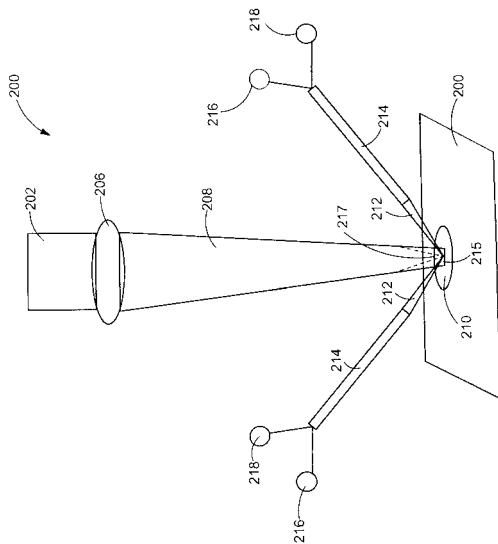
【図 9】



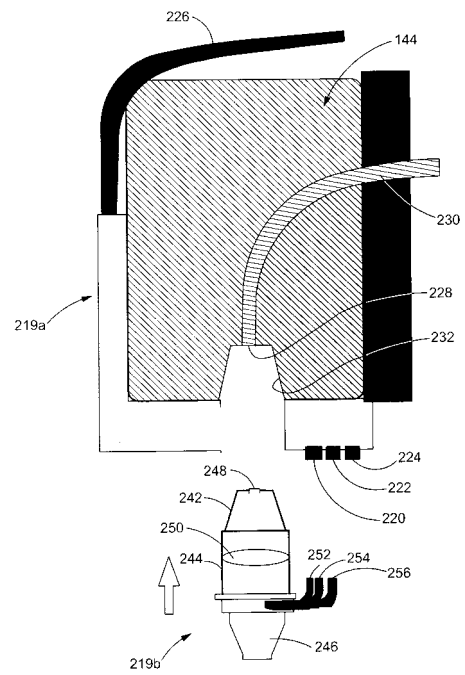
【図 10】



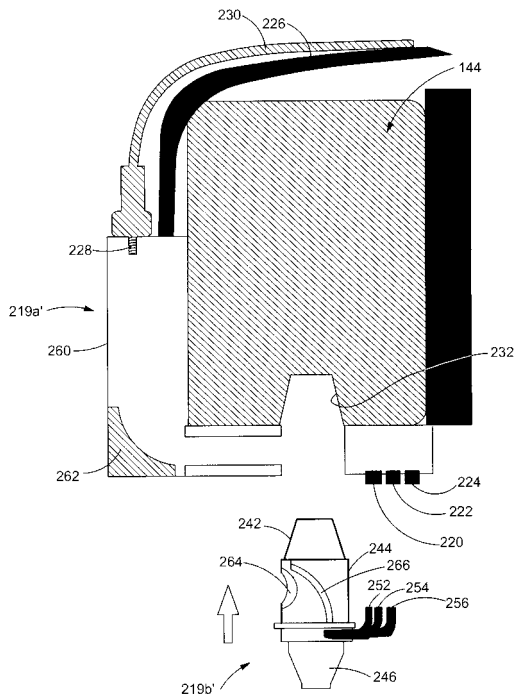
【図 11】



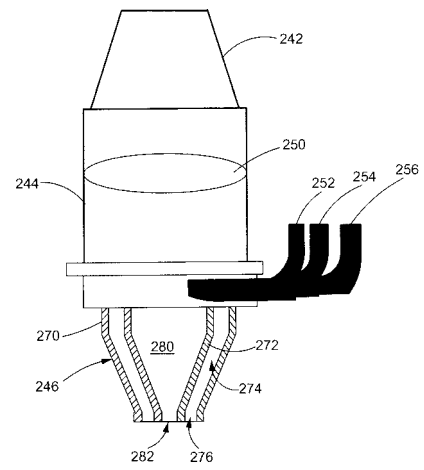
【図 12】



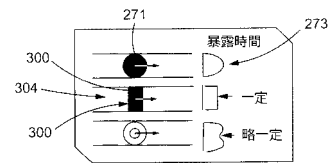
【図 13】



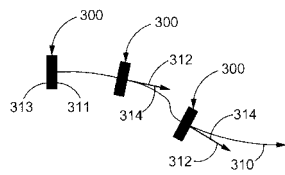
【図 14】



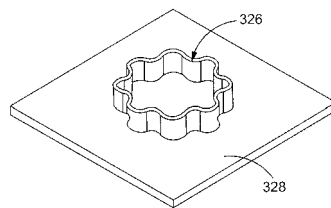
【図 15】



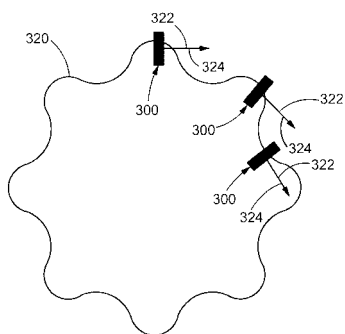
【図 16】



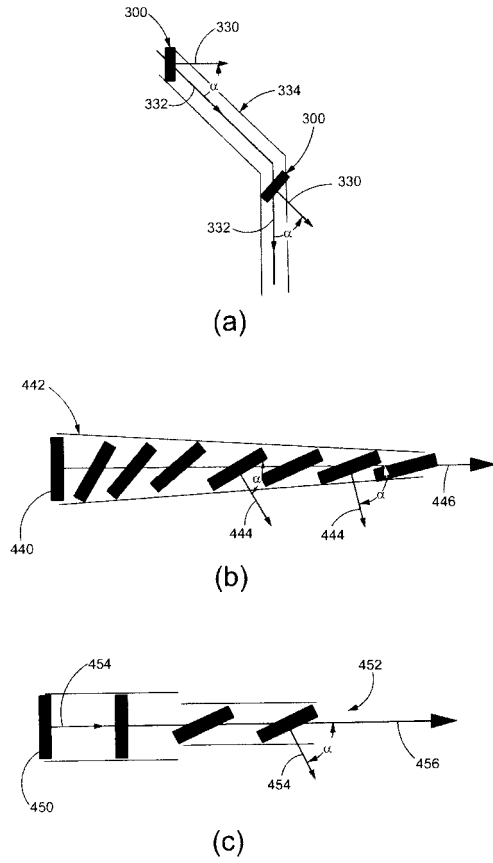
【図 18】



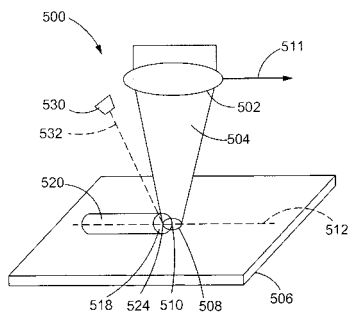
【図 17】



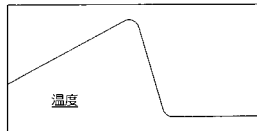
【図 19】



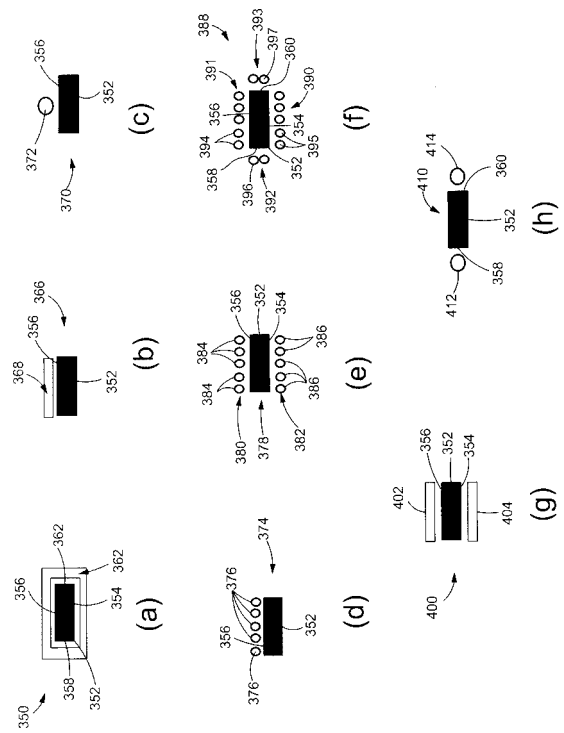
【図 21】



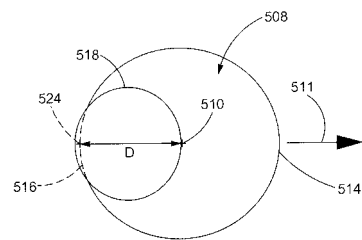
【図 22】



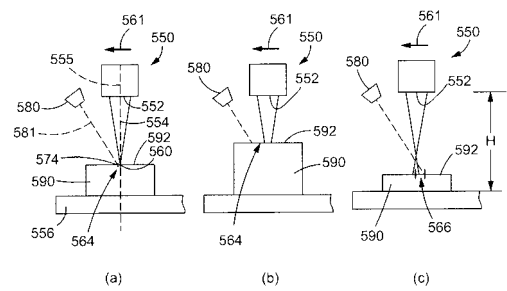
【図 20】



【図 23】



【図 24】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2015/016910
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B29C 67/00 (2015.01) CPC - B29C 67/0051 (2015.01) 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) IPC(8) - B22F 3/105; B23K 26/144; B29C 67/00 (2015.01) USPC - 219/76.14, 121.13, 121.31, 121.63, 121.64, 121.82; 264/401, 497; 700/119, 188 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - B22F 3/1055, 2003/1056, 1057; B23K 26/1411; B29C 67/0051, 0074, 0077, 0081, 0085, 0088 (2015.01)(keyword delimited) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Orbit, Google Patents, Google Scholar. Search terms used: machine tool, additive process, manufacturing, control, orientation, angle, path, vector, powder, beam, nozzle, non circular, rectangular, leading edge, trailing edge		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/0114939 A1 (STECKER et al) 19 May 2011 (19.05.2011) entire document	13-20
Y	US 2011/0061591 A1 (STECKER) 17 March 2011 (17.03.2011) entire document	1-12
Y	US 2012/0199564 A1 (WASHKO JR et al) 09 August 2012 (09.08.2012) entire document	1-12
Y	US 2005/0173380 A1 (CARBONE) 11 August 2005 (11.08.2005) entire document	1-12
A	US 2011/0089151 A1 (MIYAGI et al) 21 April 2011 (21.04.2011) entire document	1-20
A	US 2011/0240607 A1 (STECKER et al) 06 October 2011 (06.10.2011) entire document	1-20
A	US 2013/0105447 A1 (HAAKE) 02 May 2013 (02.05.2013) entire document	1-20
A	US 2005/0288813 A1 (YANG et al) 29 December 2005 (29.12.2005) entire document	1-20
A	US 7,168,935 B1 (TAMINGER et al) 30 January 2007 (30.01.2007) entire document	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* 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 20 April 2015		Date of mailing of the international search report 15 MAY 2015
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)		B 3 3 Y 30/00	
B 2 3 P 23/04 (2006.01)		B 2 3 P 23/04	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(71)出願人 516248680
 ディーエムジー モリ アドバンスト ソリューションズ デベロップメント
 DMG MORI ADVANCED SOLUTIONS DEVELOPMENT
 米国, 60192, イリノイ州, ホフマンエステーツ ハンティントン・ブルバード 2400
 シカゴ テクニカル センター
 Chicago Technical Center 2400 Huntington Blvd.
 Hoffman Estates, Illinois 60192 United States of America

(74)代理人 100104662

弁理士 村上 智司

(72)発明者 ハイアット エイ グレゴリー
 米国, 60010, イリノイ州, サウス バーリントン グレゴリー・レーン 9

(72)発明者 チャファルカー ニティン
 米国, 60193, イリノイ州, シャンパーグ レオナルド・ドライブ 1326

(72)発明者 フランカ カール
 米国, 60618, イリノイ州, シカゴ ユニット 3 ウェスト・ベルモント・アベニュー 2
 633

(72)発明者 パンツアレツラ ジェイ マイケル
 米国, 60101, イリノイ州, アディソン ウェスト・パイロン・アベニュー 1324

Fターム(参考) 4E168 BA35 BA81 DA33 DA42 DA43 EA17 FA01 FB01 KA16 KB03

KB05

4K018 CA44 EA51 EA60