

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7638139号  
(P7638139)

(45)発行日 令和7年3月3日(2025.3.3)

(24)登録日 令和7年2月20日(2025.2.20)

(51)国際特許分類 F I  
 B 2 3 K 26/70 (2014.01) B 2 3 K 26/70  
 B 2 3 K 26/146 (2014.01) B 2 3 K 26/146  
 B 2 3 K 26/38 (2014.01) B 2 3 K 26/38 Z

請求項の数 19 外国語出願 (全25頁)

(21)出願番号	特願2021-71452(P2021-71452)	(73)特許権者	521170213 プリマ インドゥストリー ソシエタ ペル アチオニ PRIMA INDUSTRIE Spa イタリア、10093トリノ、コッレー ニョ、ヴィア・トリノ-ピアネツツァ3 6番
(22)出願日	令和3年4月20日(2021.4.20)	(74)代理人	100106518 弁理士 松谷 道子
(65)公開番号	特開2021-181117(P2021-181117 A)	(74)代理人	100111039 弁理士 前堀 義之
(43)公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)	(72)発明者	ピサヌ, エンリコ イタリア、イ-10093コッレーニョ (トリノ)、ヴィア・トリノ-ピアネツ ツァ36、プリマ・インドゥストリー・ 最終頁に続く
審査請求日	令和6年3月26日(2024.3.26)		
(31)優先権主張番号	102020000008386		
(32)優先日	令和2年4月20日(2020.4.20)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	イタリア(IT)		

(54)【発明の名称】 レーザーエンドエフェクタ、および対応するレーザー加工ツールと製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザービーム(L)を光軸(OP)に沿って作業面(16)上に向けるように構成され  
たレーザー加工工程用の工作ツール(10)用のエンドエフェクタ(20)であって、

前記エンドエフェクタ(20)は、

前記レーザービーム(L)の伝播の前記光軸(OP)の少なくとも一部分に平行な軸を  
有するダクト(26)を含む支持体(22)を備え、

前記支持体(22)は、前記ダクト(26)を、出口部(24)、特に前記レーザービ  
ーム(L)の伝播の前記光軸(OP)の少なくとも一部分に平行な軸を有するさらなるダ  
クト(28)を含むセンサコーンに結合して、前記レーザービーム(L)の出口を前記作  
業面(16)に向けて提供するように構成され、

前記エンドエフェクタ(20)の前記支持体(22)は、一体に形成され、

レーザー加工工程で使用されるそれぞれの流体を前記作業面(16)に向けるように構  
成され、前記出口部(24)に結合するように構成された一組の補助流体ダクト(520  
、522、523、524)と、

前記支持体(22)の前記ダクト(26)の少なくとも一部分を囲む容積(400a、  
400b)を占めるように前記支持体(22)内に配置される冷却システム(40)用の  
熱交換器(400)と、

をさらに含み、

前記熱交換器(400)は、冷却流体の通過のために互いに連通する入口チャンバ(2

24) および出口チャンバ(225)を含み、

前記熱交換器(400)は、前記入口チャンバ(224)と前記出口チャンバ(225)との間で前記熱交換器(400)内に冷却流体を通過させるように構成された熱伝導性要素(402)の格子構造を有する、  
エンドエフェクタ(20)。

【請求項2】

前記一組の補助流体ダクト(520、522、523、524)のうちの少なくとも1つの補助流体ダクト(520)が、前記出口部(24)の前記さらなるダクト(28)内に流体の実質的に均一な流れを供給するように、前記出口部(24)に結合するように構成された複数の分岐(520a、520b、520c、520d)を含む、  
請求項1に記載のエンドエフェクタ(20)。

10

【請求項3】

前記支持体(22)に位置する冷却システム(40)用の前記熱交換器(400)、および前記一組の補助流体ダクト(520、522、523、524)が、金属材料の層を融合するように構成された付加製造技術、好ましくは粉末床融合タイプ、によって一体に形成される、  
請求項1または2に記載のエンドエフェクタ(20)。

【請求項4】

前記エンドエフェクタ(20)が、金属材料としてアルミニウム、チタン、およびニッケルからなるグループから選択される金属の少なくとも1つの合金を含む、  
請求項1-3のいずれか1つに記載のエンドエフェクタ(20)。

20

【請求項5】

前記熱交換器(400)の前記格子構造が、前記入口チャンバ(224)と前記出口チャンバ(225)との間で前記熱交換器(400)に冷却流体を通過させるように構成された三次元ネットワークを形成するように配置された熱伝導性要素(402)の格子構造を含む、  
請求項1-4のいずれか1つに記載のエンドエフェクタ(20)。

【請求項6】

前記熱交換器(400)タンクの熱伝導性要素の三次元格子構造が、熱伝導性要素(402)の一組の三次元のセルを含み、前記セルは互いに実質的に同一である、  
請求項5に記載のエンドエフェクタ(20)。

30

【請求項7】

熱伝導性要素(402)の前記セルの各セルは、格子構造の単一セルは、多面体の骨格、好ましくは菱形または台形菱形12面体の骨格、の構造を有する、  
請求項6に記載のエンドエフェクタ(20)。

【請求項8】

前記熱交換器(400)タンクの前記格子構造の前記熱伝導性要素が実質的に円筒形であり、好ましくは、0.5mmから1mmの間の直径(D)を備える、  
請求項5-7のいずれか1つに記載のエンドエフェクタ(20)。

【請求項9】

三次元のセルの組が、好ましくは、4mmから10mmの間の特定の周期的な空間的反復ピッチ(P)を有する熱伝導性要素(402)の三次元のセルの周期的な空間的反復を含む、  
請求項5-8のいずれか1つに記載のエンドエフェクタ(20)。

40

【請求項10】

実質的に同一のセルの組が、作業面(16)に対して特定の角度( )、好ましくは40°よりも大きい角度( )、で傾斜したセルを含む、  
請求項5-9のいずれか1つに記載のエンドエフェクタ(20)。

【請求項11】

前記容積(400a、400b)が、特に、中央ダクト(26)と前記支持体(22)の

50

壁との間の空間に部分的または全体的に設定される、タンクの一部（４００ a）を含む、請求項 １ - １ ０ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ２】

前記容積（４００ a、４００ b）が、前記ダクト（２ ６）の周囲に配置された管形状を有する少なくとも １ つの部分（４００ b）を含む、

請求項 １ - １ １ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ３】

さらなるダクト（２ ８）を含む前記出口部（２ ４）も、金属材料の層を融合するように構成された付加製造技術、好ましくは粉末床融合タイプ、によって得られる、

請求項 １ - １ ２ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

10

【請求項 １ ４】

前記少なくとも １ つの補助流体ダクト（５ ２ ０）の複数の分岐（５ ２ ０ a、５ ２ ０ b、５ ２ ０ c、５ ２ ０ d）が、前記出口部（２ ４）の前記さらなるダクト（２ ８）の円周に沿って等間隔に離間したポイントにおいて前記出口部（２ ４）に結合するように構成された ４ つの分岐（５ ２ ０ a、５ ２ ０ b、５ ２ ０ c、５ ２ ０ d）を含む、

請求項 １ - １ ３ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ５】

レーザー加工工程で使用される流体を向けるように構成された前記一組の補助流体ダクト（５ ２ ０、５ ２ ２、５ ２ ３、５ ２ ４）が、

例えば酸素などの、レーザー切断補助ガスを搬送するように構成された第 １ の補助流体ダクト（５ ２ ０）、

20

水アシスト切断（WAC）用のアシスト流体を搬送するように構成された第 ２ の補助流体ダクト（５ ２ ２）、

例えば窒素穿孔用の窒素ガスなどの、さらなる補助ガスを搬送するように構成された第 ３ の補助流体ダクト（５ ２ ３）、および

冷却空気を搬送するように構成された第 ４ の補助流体ダクト（５ ２ ４）、のうちの少なくとも １ つを含む、

請求項 １ - １ ４ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ６】

前記支持体（２ ２）の前記ダクト（２ ６）が、直径が可変の管状体を有し、

30

前記ダクト（２ ６）の第 １ の近位部分は、第 １ の直径（W）を有し、

前記ダクト（２ ６）の第 ２ の中央部分は、前記第 １ の直径（W）よりも大きい第 ２ の直径（Wm）を有し、保護ガラス（２ ６ ２）などとして使用される実質的に円筒状のガラス体のためのハウジング（２ ６ ０）を提供するように構成され、前記第 ２ の直径（Wm）は、保護ガラス（２ ６ ２）として使用される前記実質的に円筒状のガラス体の直径に実質的に等しく、

前記ダクト（２ ６）の第 ３ の遠位部分が、前記第 １ の直径（W）に等しいか、それよりも小さい直径を有する、

請求項 １ - １ ５ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ７】

40

前記支持体（２ ２）の前記ダクト（２ ６）の内部との連通を提供するように予め配置された開口部（２ ６ ８）をさらに含み、

前記開口部（２ ６ ８）は、前記支持体（２ ２）の前記ダクト（２ ６）の第 １ の部分に光センサ（１ ３ ０ ０）のハウジングを提供するために予め配置され、

前記ハウジング（２ ６ ８）は、光センサ（１ ３ ０ ０）、好ましくはフォトダイオード、を収容するように予め配置され、保護ガラス（２ ６ ２）の保存状態を検出するように配向（ ）される、

請求項 １ - １ ６ のいずれか １ つに記載のエンドエフェクタ（２ ０）。

【請求項 １ ８】

レーザー加工工程、好ましくはレーザー切断工程、のための加工ツール（１ ０）であって、

50

前記加工ツール（１０）は、

少なくとも１つのレーザービーム（Ｌ）を生成するように構成された少なくとも１つのレーザー源（１２、１４）と、

請求項１－１７のいずれか１つに記載のエンドエフェクタ（２０）と、

前記エンドエフェクタ（２０）に結合した１つ又は複数のアクチュエータによって動かされる１つまたは複数の軸と、

少なくとも１つの数値制御ユニット（６０）を含み、少なくとも１つのレーザー加工工程を実行するために、前記アクチュエータを作業面（１６）上の前記エンドエフェクタ（２０）を移動させるよう駆動する、レーザー加工ツール（１０）の前記１つ又は複数のアクチュエータと結合した処理モジュール（３０）と、  
を含む加工ツール（１０）。

10

【請求項１９】

レーザー加工工程の加工装置（１０）のための請求項１－１７のいずれか１つに記載のエンドエフェクタ（２０）を製造する方法であって、

前記方法は、

レーザー加工工程で使用されるそれぞれの流体を前記作業面（１６）に向けるように構成された前記一組の補助流体ダクト（５２０、５２２、５２３、５２４）と、前記支持体（２２）内に位置する冷却システム（４０）のための前記熱交換器（４００）を、金属材料の層を融合するように構成された付加製造技術、好ましくは粉末床融合タイプ、によって単一ピースで得るステップを含む、方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、レーザービームの伝播の光軸に沿ってレーザービームを作業面上に向けるように構成されたレーザー加工ツール用のエンドエフェクタに関する。

【０００２】

上記エンドエフェクタは、レーザービームの伝播の光軸の少なくとも一部分に平行な軸を有するダクトを有する支持体を含み、エンドエフェクタはさらなるダクトを有し、支持体に連結されてレーザービームの出口を提供するように構成される。

【０００３】

１つまたは複数の実施形態は、レーザー切断機などのレーザー加工ツールに適用されてもよい。

30

【背景技術】

【０００４】

レーザー加工の分野では、電磁放射を伝達する複数の装置が存在し、レーザー加工ツールのエンドエフェクタとして動作する「レーザー（加工）ヘッド」と通常呼ばれる。それぞれのタイプのレーザーヘッドは、一度に一定の数または一定のセットのレーザー加工作業を行うために特化されている場合がある。例えば、レーザー溶接用のレーザーヘッドが存在する場合があるが、使用される光路が異なり得るため、レーザー切断用のレーザーヘッドとは異なる。

40

【０００５】

このタイプのレーザーヘッドは、例えば、本出願人の名義で出願された文書番号 E P 1 1 3 4 0 5 2 A 1 から知られている。

【０００６】

材料を加工するためにワークピースと接触して設定することができる加工ビームの形で、放射線源、特にレーザー源を提供する装置が知られている。

【０００７】

レーザービームが材料の加工に使用されている間、レーザーから放出されるパワーの一部は、（使用されたオプティクスのコーティングによる）光の回折と拡散のために、加工ツールのエンドエフェクタ内にあるレーザービームを誘導するためのダクト内で、熱の形

50

で散逸する。

【0008】

そのため、それぞれのレーザーヘッドは、特定の特性を持つレーザー放射源から照射されたレーザービームを向けるように設計されてもよい。例えば、様々なレーザーヘッドでは、使用可能なパワーの値が20kWに制限され、従来の冷却方法に頼っている。

【0009】

レーザーヘッドは、レーザービームを用いて加工中（例えば、切断中）に、作業面に向けると便利な不活性ガスなどの加工処理ガスを分配するためのダクトに連結するように構成されてもよい。

【0010】

レーザーヘッドと、それに連結する、ガスを分配するためのチャンネルとで形成される集合体は、かなり嵩張る可能性がある。また、レーザーヘッドはかなりの重量があり、作業平面での動力学の観点で困難をもたらす可能性がある。

【0011】

前述のレーザーヘッドを軽量化するには、例えばその製造に使用される材料の量を減らすことで、あまり邪魔にならないようにして、動力的な改善をすることができるが、熱冷却慣性を犠牲にすることになる。この犠牲は、機械加工に使用できるレーザー出力のさらなる制限につながる可能性がある。

【発明の概要】

【0012】

1つまたは複数の実施形態の目的は、先に述べた技術的な問題を考慮に入れた解決策を提供することである。

【0013】

1つ以上の実施形態によれば、上記の目的は、下に続く請求項に記載された特徴を有するエンドエフェクタによって達成することができる。レーザー工作ツールの工具として使用されるように構成されたエンドエフェクタ（またはレーザーヘッド）は、そのような工具装置の一例であり得る。

【0014】

1つまたは複数の実施形態は、対応する装置に関するものでもよい。本明細書で説明したレーザーヘッドを備える工作ツールは、そのような装置の一例であり得る。

【0015】

1つまたは複数の実施形態は、付加製造（*additive manufacturing*）の方法と、その方法を用いて得られる対応するレーザーヘッドに関し得る。

【0016】

本開示およびそれに続く請求項において、「付加製造」という用語は、レーザービームなどのエネルギー源を用いて、様々なサイズの材料の粉末の層を選択的に融合させて、金属材料またはプラスチック材料の部品を層ごとに形成する、当技術分野では既知の技術のことを意味する。

【0017】

いくつかの実施形態では、冷却のために、レーザー照射ガイドダクトの表面をできるだけ広く囲む（*lap*）熱交換器を使用する、という利点が提供される。

【0018】

1つまたは複数の実施形態により、レーザー切断などのレーザー加工作業に使用できるレーザー出力の従来の限界を克服することが可能になる。

【0019】

1つまたは複数の実施形態では、冷却液を流すための複数の流路を含み、流路はそれぞれ、熱交換の表面を増やすために曲がりくねった経路に沿って延びている、新しい構成の熱交換器を想定している。

【0020】

1つまたは複数の実施形態により、熱交換器の同じ総容量あたりの熱交換の効率を向上

10

20

30

40

50

させることが可能となる。

【0021】

1つまたは複数の実施形態により、既知の装置と比較して、同じ熱交換効率あたり、より軽い構造を有する熱交換器を提供することが可能になる。

【0022】

特許請求の範囲は、実施形態を参照して本明細書に記載されている技術的教示の不可欠な部分を形成する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

以下、添付の図面を参照しながら、1つまたは複数の実施形態を純粹に例示として説明する。

10

【0024】

【図1】図1は、レーザー加工装置を例示する模式図である。

【図2】図2は、図1のレーザー加工装置の制御モジュールを例示する模式図である。

【図3】図3は、1つ又は複数の実施形態に係るレーザーヘッドの、部分的に断面された斜視図である。

【図4】図4は、図3のレーザーヘッドの支持体の斜視図である。

【図5】図5は、図4の支持体内のダクトの部分断面図である。

【図6】図6は、図4の矢印V Iのボックスで示される部分の図である。

【図7】図7は、図6の矢印V I Iのボックスで示される部分の斜視図である。

20

【図8】図8は、1つ又は複数の実施形態の動作原理を図示するダイアグラムである。

【図9】図9は、図3のレーザーヘッドのさらなる斜視図である。

【図10】図10は、1つ又は複数の実施形態に係るレーザーヘッドの部分的に断面された斜視図である。

【図11】図11は、図10の線X I - X Iに沿って切った断面図である。

【図12】図12は、図10のレーザーヘッドの一部の拡大斜視図である。

【図13】図13は、図10の線X I I I - X I I Iに沿う面の断面図である。

【図14】図14は、図10の線X I I I - X I I Iに沿った断面の斜視図である。

【図15】図15は、1つ又は複数の実施形態に係る支持体の斜視図である。

【図16】図16は、図15の線X V I - X V Iに沿った断面の斜視図である。

30

【図17】図17は、図15の線X V I I - X V I Iに沿った断面図である。

【図18】図18は、図15の線X V I I I - X V I I Iに沿った断面図である。

【図19】図19は、図15の線X I X - X I Xに沿った一部の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

続く説明では、本開示の実施形態の例を深く理解できるように、1つまたは複数の具体的な詳細を例示している。実施形態は、1つまたは複数の具体的な詳細がなくても、または他の方法、構成要素、材料などで得られてもよい。他のケースでは、実施形態の特定の態様が不明瞭にならないように、既知の操作、材料、または構造が図示されず、詳細に説明されない。

40

【0026】

本明細書の枠組みにおいて、「ある実施形態」または「一実施形態」への言及は、その実施形態を参照して記述された特定の構成、構造、または特性が、少なくとも1つの実施形態において構成されることを示すことを意図している。したがって、本明細書の1つまたは複数の箇所が存在する可能性のある「ある実施形態において」または「一実施形態において」などの表現は、必ずしも1つの同じ実施形態そのものを指すものではない。

【0027】

さらに、特定の形態、構造、または特性は、1つまたは複数の実施形態において、任意の適切な方法で組み合わせられ得る。本明細書で使用されている参考文献は、単に利便性のために提供されており、したがって、保護の範囲または実施形態の範囲を定義するもの

50

ではない。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示されるのは、レーザー加工装置 1 0、あるいはレーザー加工ツールの斜視図であり、以下を含む。

- 光路に沿って伝播するレーザービーム L を生成するように構成された、電磁放射のレーザー源 1 2 ；
- レーザービーム L の光路に沿って配置され、その方向を変えるように構成され、光軸 O P に沿って、加工される部品が置かれ得る作業面 1 6 に向けてレーザービーム L を導く一組の光学部品 1 4 ；および、
- レーザーヘッド（あるいはエンドエフェクタ）2 0 であって、レーザービームを向けるように構成され、光軸 O P に沿ったレーザービーム L の光路の少なくとも一部分を囲む中央ダクト 2 6 を有し、この部分は、レーザービームを作業面 1 6 に向けて導くように構成されており、レーザーヘッド 2 0 は、レーザー工作ツール 1 0 のエンドエフェクタとして使用されるように構成されている、レーザーヘッド 2 0 。

10

【 0 0 2 9 】

例えば、このような工作ツール 1 0 は、搬送構造を含んでいてもよく、この搬送構造は、レーザーヘッド 2 0 を移動および/または回転させるように構成されており、カンチレバタイプ、ロボットアーム（擬人口ロボット）タイプ、または、それ自体が周知の他のタイプのものであってもよく、分野の当業者には明らかである。

【 0 0 3 0 】

前述したように、レーザーヘッド 2 0 は、光軸 O P に沿って伝播するレーザービーム L を受け取り、その内部で、（中央）ダクト 2 6 内で、作業面 1 6 上での使用を可能にする出口開口部まで誘導または搬送するために、予め配置される。

20

【 0 0 3 1 】

特に、図 1 に例示した装置 1 0 は、複数の異なるレーザー機械加工を柔軟に行うために予め配置されていてもよく、特に、レーザー切断、溶接、被覆加工（cladding）、直接エネルギー堆積法（DED）による付加製造、切除（ablation）、熱処理、表面加工（texturing）などが挙げられる。

【 0 0 3 2 】

前述の可能なレーザー加工のリストと、光源（source）を使った前述の加工の組み合わせは、純粹に例として提示されたものであり、本装置を柔軟に動作させるために事前に手配できるレーザー加工の種類については、いかなる限定もないことに留意されたい。

30

【 0 0 3 3 】

本明細書において、「付加製造」とは、粉末材料の層を順番に堆積させ、レーザービームなどのエネルギー源を用いて、堆積された粉末材料の層の選択的な領域を融合（fuse）または焼結（sinter）させ、特定の材料（例えば、金属またはプラスチック）の部品を層ごとに形成することを想定した、当技術分野で知られている方法のことを意味する。粉末の層は、例えば、レーザービームが選択的に作用して融合または焼結する粉末層であってもよいし、また、レーザービームの作用領域にノズルを介して堆積された粉末のストリップやスポットであってもよい。

40

【 0 0 3 4 】

例えば、図 1 に示されているように、前述のレーザーヘッド 2 0 は、支持構造を有していてもよく、この支持構造は以下を含む。

- 例えばチューブ状の中央ダクト 2 6 を含む支持体 2 2 であって、この支持体は、ヘッド 2 0 を搬送構造、例えば工作ツール 1 0 のロボットアームに機械的に連結するように構成されたカブラを含んでいてもよく、チューブ状の中央ダクト 2 6 は、図示の例ではその主軸が作業面 1 6 に対して実質的に垂直であり、レーザービーム L を受けて作業面 1 6 に向かって誘導するように構成されている支持体；および、
- 支持体 2 2 の中央ダクト 2 6 の下流側に、レーザービーム L を受ける円錐形状のダクトの底面（major base）を構成する入口開口部と、レーザービーム L を伝送す

50

るために作業面 16 に面する出口開口部 28a、すなわち上面 (minor base) とからなる円錐台形状のダクト 28 を内部に備える出口部、もしくはセンサコーン (sensor cone) 24。

【0035】

様々な実施形態において、レーザーヘッド 20 は、その中に光学部品 14 を含んでもよい。これらの光学部品 (またはモジュール) は、これまで述べたように、レーザー源 12 から来るレーザービーム L を、通常は表面 16 に対して実質的に垂直である光軸 OP に従って、作業面 16 に衝突するように搬送する。光学部品 14 は、加工工程の特定の機能を実行するために、また、特に工作ツール 10 の搬送構造によって決定されるレーザーヘッド 20 の動きに追従するために、レーザービーム L を作業面 16 に向けるように、方向付け可能 (すなわち、移動可能) であってもよい。一連の光学部品 14 は、例えば以下を含んでもよい。

- レーザーヘッド 20 によってレーザービームが作業面 16 に照射されると、レーザービーム L に光軸 OP を中心とした少なくとも 1 つの振動の動的な動きを与えるように構成された、図 1 で 14' と指定されている、レーザービームを方向付けるためのモジュールであって、図 1 で特に示されているのは、固定ミラー 14'' であり、光源 12 から発せられたビームをモジュール 14' に初めて偏向させ、ダクト 26 内でレーザービーム L を方向付けるように制御され;

- レーザービーム L の (共振) モードを変化させる、すなわち、作業面の領域に照射されるレーザービームのパワー分布を選択的に変化させるように構成されたビームシェーピング光学系、例えば、回折レンズ; および、

- 作業面 16 の領域にレーザービーム L を照射して、領域にレーザービームの集束スポットを形成するように構成された集束レンズ (focusing lens)。

【0036】

一般的に、「作業面 / 作業平面」16 とは、処理が行われる高さの面 / 平面を意味し、特に、機械加工が行われる支持体または要素の面 / 平面を意味することもある。

【0037】

光学要素 14 のセットは単に例示の目的のみで示されるが、一方で、様々な実施形態において、実施される機械加工の種類に応じて装置 10 を構成できるように、ユーザの要求に応じて、1 つ以上の要素 14 を異なるものとしたり、不使用としたりできることが理解されるべきである。

【0038】

1 セットの光学モジュール 14 におけるレーザービームを配向させるためのモジュールは、例えば、それに連結された 1 つまたは複数のアクチュエータ、例えば、光スキャナを介して少なくともその傾斜角を変化させるように構成されたガルバノメトリックアクチュエータを介して配向可能なミラーを含んでいてもよい。例えば、光スキャナは、ミラーの反射面に垂直な軸と、レーザービーム L の伝播方向、すなわち光軸 OP との間の少なくとも 1 つの角度を周波数で変化させることによって、レーザービーム L に動的な動きを与える手順に従って、配向可能なミラーの少なくとも 1 つのアクチュエータを駆動することを想定している。このような手順は、例えば、それ自体周知の方法で実施することができる。

【0039】

前述の光学部品はヘッド内に構成されていると説明されたが、様々な実施形態において、これらの部品が存在しなかったり、ヘッドの外側に設けられていたりする可能性があることに留意されたく、特に、レーザービームを方向付けるためのモジュールは、ヘッドの入口に配置されるが、そこから機械的に切り離されている可能性がある。

【0040】

図 1 に例示されているように、装置 10 は、以下で説明するように、例えばレーザーヘッド 20 の支持体 22 に組み込まれた熱交換器などの冷却システム 40 をさらに含む。冷却システムは、以下で説明するように、支持体 22 内のそれぞれの入口および出口チャン

10

20

30

40

50

バへの入口および出口で、例えば水などの冷却流体の流れを供給するように構成されてもよい。

#### 【0041】

いくつかのレーザー加工工程は、レーザービームに加えて、加工作業を行うための流体やガスを使用する。図1に例示されているように、装置10は、したがって、そのような補助ガスを分配するためのシステム50を含んでもよい。特に、レーザー切断作業の場合には、レーザーヘッド20が、以下で説明するように、レーザービームLと同じ出口穴28からガスが出るように（例えば、それと同軸に）、レーザーヘッド20の端部24に導入可能な、加工工程のための補助ガスを供給するように構成された一体型ダクトを含むことが可能である。したがって、図1に例示されるような装置10におけるレーザーヘッド20は、1つ以上の可撓性チューブ52に接続されており、チューブ52が中央ダクト26にガスの流れを供給することができる。

10

#### 【0042】

様々な実施形態において、本装置は、例えば、以下のうちの1つ以上を駆動するための制御モジュール30など、さらなるモジュールを含んでもよい。

- 所定の特性を有するビームLを生成するための、レーザー光源10、
- 例えば、それら自体が既知の方法で、改善された加工結果を得るために、ビームに急速な振動を加えるための光学部品14、
- 作業面16上のワークピースにプログラムされた加工作業を行うために、レーザーヘッド20を移動させるための構造、および、
- 冷却システム40、またはガス分配システム50。

20

#### 【0043】

装置10の様々な実施形態では、例えば、レーザービームLの一部をそらせて分析し、場合によっては、分析の関数として制御モジュール30を介して光源10にフィードバックを適用してもよい。

#### 【0044】

様々な実施形態において、制御モジュール30は、図2に例示されているように、数値制御ユニット60を含んでもよい。

#### 【0045】

数値制御ユニット60は、アクチュエータ、すなわち、その軸を移動させる搬送構造のモータなどのモータや、レーザービーム配向モジュール14を移動させるモータ、冷却システム40や補助ガスを分配するシステム50などのさらなるシステムの制御を管理するように構成されてもよい。

30

#### 【0046】

上記ユニット60は、第2のコンピュータ62に命令やコマンドを送るためのユーザインタフェースとして動作する第1のコンピュータ61を含んでもよい。第2のコンピュータは、機械10の管理のためのリアルタイムタイプの拡張62bに関連したオペレーティングシステム62aを含むことが好ましい。オペレーティングシステムは、例えば、Linux（登録商標）タイプ、WinCEタイプであってもよいし、その他、独自の解法を介して得られるものであってもよい。

40

#### 【0047】

コンピュータ62およびサーボコントロールカード63に実装されているのは、例えば、装置10を駆動するための手順である。コンピュータ62は、アクチュエータを制御するためのサーボコントロールカード63に対して、たどるべき経路を提供してもよい。

#### 【0048】

図3は、レーザーヘッド20の斜視図であり、その中に、支持体22の内部断面が見えている。

#### 【0049】

支持体22は、金属材料で作られてもよく、アルミニウム合金、チタン合金、またはニッケル合金が好ましい。

50

## 【 0 0 5 0 】

特に、支持体 2 2 は、以下に述べるように、そこに統合された複雑な構造を容易に得ることができるように、付加製造の工程を介して得ることができる。

## 【 0 0 5 1 】

以下では、簡単にするために、粉末床融合タイプ ( powder - bed - fusion type ) の付加製造技術を用いて得られた支持体 2 2 を含むヘッド 2 0 を参照するが、一方で、使用されるこのタイプの付加技術は、純粋に非限定的な例として提供されていることが明らかであることに変わりはない。

## 【 0 0 5 2 】

様々な実施形態を提供するにあたり、バインダの噴射、電子ビーム溶融、材料の押し出し、材料の噴射など、それ自体は当業者に知られている他の付加製造工程を使用することが可能である。

10

## 【 0 0 5 3 】

好ましくは、支持体 2 2 は、 $30 \mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m} = 1 \text{ミクロン} = 10^{-6} \text{m}$ ) に実質的に等しい厚さを有する材料の層を融合するように構成された付加製造技術を用いて得ることができる。

## 【 0 0 5 4 】

図 3 に例示されているように、この例では平行六面体の形状を有する支持体 2 2 は、その内部に、中央ダクト 2 6 を取り囲むタンク 4 0 0 を含む。図 4 または図 1 6 でより明確に見える中央ダクト 2 6 は、実質的に平行六面体の形状を有し、中央ダクト 2 6 の断面と一致する断面を実質的に有するそれ自体の円筒形の穴を備えた位置決めトレイ 2 3 の下に位置して、レーザービーム L を集束するための光学系を含み、その位置を規制する。

20

## 【 0 0 5 5 】

さらに図 3 は、支持体 2 2 が、レーザー加工を補助する流体を搬送するための一組の管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 3、5 2 4 をさらに含んでいることを示す。管状ダクトの組は、ガスやその他の加工補助要素を分配するための 1 つ以上のシステム 5 0 に連結されていてよい。

## 【 0 0 5 6 】

例えば、図 3 に例示されているように、一組の管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 3、5 2 4 は、以下を含んでもよい。

30

- 酸素などのレーザー切断補助ガスを搬送するように構成された第 1 の管状ダクト 5 2 0、
- 任意で、水補助切断 ( W A C ) を行うためのレーザー切断補助液を搬送するように構成された第 2 の管状ダクト 5 2 2、
- 任意で、窒素穿孔用の窒素ガスなどのさらなる補助ガスを搬送するように構成された第 3 の管状ダクト 5 2 3、および、
- 冷却空気を搬送するように構成された第 4 の管状ダクト 5 2 4。

## 【 0 0 5 7 】

そのような 4 つの管の組は、純粋に非限定的な例として提供されていることは明らかであり、一方で、様々な実施形態において、ガスや他の補助要素 5 2 0、5 2 2、5 2 3、5 2 4 を分配するための任意の数のダクトが、レーザーヘッド 2 2 に連結され、そこに統合されてもよいことが理解されるべきであることに変わりはない。

40

## 【 0 0 5 8 】

図 3 に例示されているように、レーザーヘッド 2 0 は、ダクト 2 6 内での配置や、その結果としての光路 O P に沿って伝播するレーザービーム L の光学的集束の特性を繊細な方法で変化させるように、一般的に光学素子 1 4 の一部を形成するトレイ 2 3 の 1 つまたは複数の光学的集束素子に連結されるように構成された 1 つまたは複数のレギュレータ 7 0、すなわちねじ式レギュレータをさらに含む。

## 【 0 0 5 9 】

図 4 は、レーザーヘッド 2 4 の支持体 2 2 だけの正面図であり、その中に熱交換器 4 0

50

0の容積の一部が描かれている(支持体22の構造の外側の構造は破線で表されている)。

【0060】

図4に例示されているように、上記熱交換器400は、支持体22を通過する管状ダクト26を取り囲んでいる。

【0061】

様々な実施形態において、図4に例示されているように、冷却システム40は、入口で冷却液を受け取り、出口で冷却液を送り返すようにそれぞれ構成された入口チャンバ224および出口チャンバ225を介して支持体22に連結されてもよい。

【0062】

後述するように、熱交換器400の容積は、その内部に格子構造またはメッシュ構造を含む。格子構造は、図6または図7に示されるように、例えば3次元ネットワークに配置された、熱伝導性コネクタ要素の複数のセルを含んでもよい。変形実施形態では、この配置は2次元ネットワークを形成してもよい。メッシュまたは格子は、ダクト26の壁に放散される熱を伝達するように構成された広い熱伝導性表面を提供してもよい(例えば、1つまたは複数の機械加工動作中にレーザービームLによって横断される間)。

10

【0063】

冷却装置40から供給された冷却液は、入口チャンバ224と出口チャンバ225の間を通過して熱交換器400の内部を流れる。流れている間、液体は、熱交換器400が囲むダクト26の部分から直接熱を抽出し、および、後述するような(例えば図8を参照して)、冷却液体が格子の網目の隙間を通過することにより、格子の構造(タンクの3次元容積を占める)によって「運び去られる」熱の両方を抽出する。

20

【0064】

図5は、いくつかの実施形態による支持体22内のダクト26の内容容積を示す部分的に断面された斜視図である。

【0065】

図5に例示されているように、ダクト26は、内部が円筒形の筒状になっており、その一部260は、レーザービームLを集束するための光学レンズなどの上流の光学部品を加工時の潜在的な損傷から保護するガラス製の円筒体(以下、「ガラス」ともいう)262のハウジング260として機能するように膨らみを持っている。

【0066】

ダクト26の円筒管は、例えば、第1の直径Wを有しているが、ガラス262の環状体の(toroidal)ハウジング260は、第1の直径Wよりも大きい第2の直径Wmを有している。

30

【0067】

有利なことに、膨らみがあることで、機械的なスロット機構を介して支持体22のダクト26に保護ガラスを挿入することが容易になり、その結果、連結機構を簡素化することができる。図6は、図4の矢印VIで示されたボックス内のタンク400の内部構造の一部を示している。

【0068】

図6に例示されているように、熱交換器400の格子構造またはメッシュ構造は、複数の熱伝導性要素、すなわちコネクタ要素402、すなわち、特に実質的に円筒形で中実の金属材料で作られ、相互に接続された直線状のセグメント(すなわち、ロッドまたはバーの形態)から構成されている。セグメントは、熱伝導性を有し、単位セルの周期的な空間的反復(例えば、2次元または3次元の空間的反復)によって得られる3次元容積を占めるネットワークを形成するように配置される。網目または格子は、ダクト26の壁に存在する熱の放散のための表面を提供するが、後者は、1つまたは複数の機械加工動作中にレーザービームLによって横断される。言い換えれば、熱交換器400の格子構造は、冷却液が流れる隙間の多孔質壁として機能する。

40

【0069】

熱交換器400の格子構造は、実質的に同一のセルの集合を含んでもよい。例えば

50

、各セルは、多面体の骨格の形状を有していてもよく、そのうちコネクタ402はエッジを表している。実施形態の変化例では、各セルは、さらに、2次元または3次元の形状、規則的または不規則な形状、多角形または多面体の形状を有していてもよい。

【0070】

図7は、互いに実質的に同一の複数のセルのうち、単一のセル、例えば、図6のボックスVII内のセルの三次元構造を示す斜視図である。

【0071】

図6に例示されているように、タンク400の格子構造の単一セルは、菱形または台形菱形12面体の骨格の形状を有していてもよい。

【0072】

一方で、このような多面体形状は単なる例示であり、タンク400の格子構造の個々のセルは、規則的か不規則的かを問わず、事実上あらゆる形状、特に付加製造プロセスによって得られるあらゆる形状を有することが理解されるべきことに変わりはない。

【0073】

タンクの格子構造は、セルの寸法に応じてパラメータ化されてもよく、図7に例示するように、コネクタ402の直径D、長さまたはピッチP、および平面（例えば、水平面）に対する傾斜角  $\theta$  を含んでいてもよい。

【0074】

様々な実施形態において、セルのコネクタ402の直径Dは、熱交換器タンク400の格子構造における冷却液の通過用ダクト内での冷却液の流れを可能にするように、0.5 mmから1 mm ( $1 \text{ mm} = 1 \text{ ミリメートル} = 10^{-3} \text{ m}$ ) の間で構成されることが好ましい。

【0075】

1つまたは複数の実施形態では、格子は、好ましくは、4 mmから10 mmの間で構成されるメッシュピッチPを有する。

【0076】

様々な実施形態において、熱交換器タンク400の格子のセルは、水平面に対して傾斜していてもよく、好ましくは40°よりも大きい角度  $\theta$  で傾斜している。

【0077】

上記の実施形態では、熱交換器400の断面の単位面あたりの熱伝導性コネクタの数が非常に多く、その結果、同じ容積であれば熱交換面の値が非常に高くなるという利点がある。

【0078】

図8は、入口チャンバ224および出口チャンバ225を介して冷却システム40に連結された支持体22の熱交換器タンク400内で発生し得る、例えば水などの冷却液の流れのシミュレーションである。

【0079】

図8に例示されているように、冷却システム40は、第1の温度、例えば $T_i$ 、の液体を入口チャンバ224に供給し、そこから複雑な流線に沿って流れ、支持体22内部のダクト26の側壁を囲み、タンク400の三次元容積を占めるネットワークのメッシュ内を伝播し、機械加工中に散逸したレーザーのパワーによって存在し得る熱をそこから抽出する。その後、冷却液の流れは、排出室225に向かって進み、そこから第1の温度 $T_i$ よりも高い第2の温度 $T_o$ で冷却システム40に戻される。

【0080】

図8に例示されているように、冷却液、例えば水は、一種のタンクとして動作する熱交換器400の容積を横断する。冷却液は、これまで述べてきたように、入口チャンバ224から出口チャンバ225へと通過するので、熱交換器400の内部容積は、冷却液が流れる管の2つの部分を介して、タンク400内の流れの循環を可能にするような方法で、冷却システム40に連結されている。

【0081】

10

20

30

40

50

タンク 400 内のチューブ内を流れる冷却液、例えば水は、ダクト 26 の壁から、光路 OP をたどるレーザービームによって発生した熱を運び去る。このことは、特に、集束光学系およびガラス 262 の特性を保護することに貢献することができ、レーザーの集束のためのガラス 262 の焦点距離は、例えば、温度変化に対して特に敏感であり得る。さらに、このことは、レーザーヘッド 20 の機械的特性を保護することにも貢献する。

【0082】

格子熱交換器 400 が、ダクト 26 内（およびレンズ 262 内）のレーザーによって発生した熱を放散する効果が高まることで、一般的に使用されているものよりも高い出力のレーザーの使用が容易になり、例えば、レーザービーム L の出力が約 20 kW (1 kW =  $10^3$  W = 1 キロワット) に達する。

10

【0083】

付加製造技術の採用により、熱交換器 400 のコネクタ 402 の構造を、支持体 22 の内部に得ることができ、このことは、他の技術では低コストで得ることが困難であった。また、付加製造技術により、熱交換器 400 の本体に、従来の熱交換器とは異なる、所望の形状を全体として持たせることも可能となる。

【0084】

図 9 は、支持体 22 の外側の構造が破線で描かれ、一組の管状ダクト 520、522、523、524 のレーザーヘッド 20 の内部の構造が見えるレーザーヘッド 20 の斜視図である。

【0085】

上記管状ダクト 520、522、523、524 は、支持体 22 の上部から、互いに実質的に平行で直線的に延びて、支持体 22 内部のダクト 26 および / またはセンサコーン 24 と連結するためのインタフェースの内部に出るまで、ほぼ本体の底まで延びる。

20

【0086】

図 9 に例示されているように、センサコーン 24 は、レーザービームを案内するためのその管状の内部ダクト 28 を、円形の底部を有する中央プレート 240、またはフランジの位置に対して 2 つの部分に分割してもよい。本体 22 は、ダクト 26 の下の自身の底部に、対応する円形の座部 222 を有し、その中に、センサコーン 24 を本体 22 に連結するためにフランジが挿入される。座部 222 は、センサコーン 24 が存在しない図 4 にも見える。

30

【0087】

例えば、図 14 にさらに例示されているように、センサコーン 24 の内部のダクト 28 は、以下を含んでもよい。

- 第 1 のダクト部分 242 であって、外壁および内壁の両方が実質的に円筒形であり、例えばプレート 240 に対する上部であり、レーザーヘッド 20 内部のダクト 26 の端部と連結するように構成され、管状ダクトの少なくとも 1 つ、例えば 520 で指定されたものと連結するための複数のチャンバ 520'、522'、524' を備え、チャンバ 520'、522'、524' は、順番にセンサコーン 24 の内部、すなわち、特に、ダクト 28 に通じるチャンバの穴 521 を介してダクト 28 と連通している。

- 第 2 のダクト部分 244、例えばプレート 240 の下に設定された部分であって、レーザービーム L の出口穴までテーパした遠位部分 246 を有し、第 2 の部分 244 の内部では、ダクト 29 も同様に、実質的に円錐台形の形状に従って、下方に向かって直径が徐々に狭くなっている。

40

【0088】

様々な実施形態において、図 9 に例示されているように、支持体 22 のダクト 26 に連結するように構成されたセンサコーンの第 1 の部分 242 の近傍では、管状ダクトの少なくとも 1 つ、例えば第 1 の管状ダクト 520 が、複数の分配サブダクトに分岐している。

【0089】

例えば、第 1 の管状ダクト 520 は、4 つの内部分配サブダクトに分岐してもよく、そのうちの 2 つが、以下で議論されるように（例えば、図 11 に関して）、参照符号 520

50

a、520 bによって指定されて見えている。

【0090】

図10は、レーザーヘッド20の斜視図であり、支持体22の部分断面が見えている。

【0091】

図10に例示されているように、レーザーヘッド20は、加工補助ガスまたは他の補助液を供給するためのシステム50の1つまたは複数の管52、および熱交換器400の入口/出口チャンバ224、225と接続するための冷却液を分配するための冷却システム40の管を、ヘッド22のそれぞれのダクトに向けて搬送するように構成されたコレクタ526を含んでもよい。

【0092】

例えば、コレクタ526は、レーザー切断補助ガスを分配するシステムを、レーザーヘッド20内部のそれぞれの分配ダクト、例えば、支持体22内部に配置された一組の分配ダクト520、522、524、523の第1分配ダクト52に連結するためのダクトを含んでいてもよい。

【0093】

図11は、図10のレーザーヘッド20の矢印X I - X Iで示される線を通る平面X Y (レーザービームLの伝播の光軸O Pに直交する)に沿った断面を上方から見た図である。

【0094】

図11の図では、センサコーンの内部ダクト28の第2の部分の内部、特にガスとレーザービームのための出口ノズルのためのハウジングを形成するテーパ部246または先端が見えている。

【0095】

上記水平断面で強調されているのは、管状ダクト520、522、524が通過するタンク400 aである。

【0096】

図11に例示されているように、加工補助ガス用の分配ダクト520は、センサコーン24の円筒状の内部ダクト28の第1の部分242に、内部ダクト28の第1の部分242の円形エッジによって特定される円周上の1つの同じ高さに配置されたそれぞれの4つの点で、互いに等しい距離で連結するように構成されてもよい4つの分岐520 a、520 b、520 c、520 dを含んでいてもよく、すなわち、2つの点の間の円周の各円弧は、直角の中心角に対応し、円形エッジ上に位置する。したがって、このようにして、補助ガス、例えば酸素は、チャンバ内で均一に分配される。したがって、分岐520 a、520 b、520 c、520 dの構成は、特にセンサコーン24内のダクト28の部分において、レーザービームの伝播のためのダクト26、28内でのレーザー加工補助流体の均一な分配を容易にするような方法でなされてもよく、さもなければ、必要とされる他の構成に従う方法でなされてもよい。

【0097】

付加製造工程を用いれば、柔軟な分岐の形状を得ることができ、少なくとも仮想的には、任意の個数と形状を持つことができる。

【0098】

これまで述べてきたように、レーザー切断補助ガスを分配するための管状ダクトの一組の分岐520 a、520 b、例えば4つの分岐を有することは、ガスを減速させ、その乱流を減少させ、したがって、センサコーン24と実施例との間の流体力学的連結自体を容易にすることができる。

【0099】

様々な実施形態において、センサコーンは、付加技術、または従来技術を用いて得ることができる。

【0100】

センサコーン24を斜視図で示す図12、およびダクト26に連結されたセンサコーン24自体の部分断面を示す図14に例示されているように、センサコーン24は、ダクト

10

20

30

40

50

26内に嵌合する円筒部242を有する。円筒部242の外径は、ダクト28の内径と実質的に同じであるが、挿入による連結を可能にするための公差が考慮される。円筒部242は、自身の外壁に複数の環状の溝を有しており、各環状の溝は、円筒部242の主軸に垂直な平面内に横たわり、部分242がダクト28に挿入されたときに、各溝がダクト28の内壁とともに、部分242の周囲の環状のチャンバを特定するように、溝が互いに配置されている。

【0101】

図12に示されているのは、3つのチャンバ520'、522'、524'であり、上部から順に、管状ダクト520が連結されている切断補助ガス用の領域520'、管状ダクト522が連結されている冷却空気用の領域522'、管状ダクト524が連結されている切断エマルジョン用の領域524'に分かれている。図12に例示されているように、これらの領域は、チャンバを画定するように、流体、特にガスに関して気密性を確保するために、一方の溝と他方の溝の間の溝無し部分にガスケット、例えばOリングによって分離され、隔離されている

10

【0102】

図14に例示されているように、管状ダクト520、522、524は、上のそれぞれの領域またはチャンバ520'、522'、524'に出て、その後、部分242の壁にそれぞれの穴521を含んで、センサコーン24への進入を可能とする。

【0103】

図12は、同様に、補助流体ダクト523の分配領域を画定するチャンバ523'を示しており、例えば窒素穿孔用の窒素などのさらなる補助ガスを搬送するように構成されている。

20

【0104】

付加技術を用いた1つ以上の実施形態を得ることで、センサコーン24の非常に限られた領域に、これらすべての供給品をコンパクトな方法で配置することが容易になる。

【0105】

このようにして得られたセンサコーン24と実施例との連結自体により、高圧時のガスの流量を増加させることができる。さらに、高圧/低圧のガスの流量を制御して変化させるために、連結を提供することで、設計者が利用可能なパラメータに高い柔軟性が得られる。

30

【0106】

図13は、レーザーヘッド20の支持体22の光軸を通る平面での断面図を例示している。図13に例示されるように、エンドエフェクタ20の支持体22は、ダクト26の内部を、開口部268を介して外部と連通するように予め配置された開口部をさらに含む。

【0107】

このような開口部は、保護ガラス262用のハウジング260の上流側のダクト26の第1部分に、光センサ1300用のハウジング、特にフォトダイオードを提供するために予め配置されてもよい。

【0108】

例えば、ハウジングは、センサ1300が、特に、レーザー加工中に保護ガラス262の上壁で反射した後にセンサ1300に到達する光の監視を容易にする角度を形成するように設定されてもよい。この角度は、例えば、ガラスの水平面とセンサ1300の光軸との間で測定される45°にほぼ等しく、保護ガラス262の保存状態を検出して、最も効果的な時期に、最も効果的な方法での交換を可能にすることができる。

40

【0109】

開口部268は、例えば、支持体22に、ねじでヒンジ付けされた接続手段を意図的に備えた移動式ハッチ270を介して、光センサ1300が一旦挿入されると閉じられることができることは明らかである。

【0110】

図15に斜視図で示されているのは本体22であり、この本体22は、概して付加製造

50

を介して単一ピースのみで製造され、本体 2 2 の中に熱交換器 4 0 0 と管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 3、5 2 4 との両方を含む。本体 2 2 は、実質的に平行六面体の形状を有しており、コレクタ 5 2 6 によって覆われた後壁 2 2 a を有している。本体 2 2 の側壁 2 2 d 同士の間には、天井壁 2 2 b に設けられた U 字型または C 字型のハウジング 2 2 c があり、このハウジングは前壁 2 2 e に向かって開いており、図示の例では湾曲している、ハウジングの後壁は、後壁 2 2 a との間に隙間を画定しており、その隙間の底部にはダクト 2 6 が開口しており、後者の口は、したがって、本体 2 2 の約半分の高さで、天井 2 2 b よりも低いレベルに設定されている。このハウジング 2 2 c は、図 3 に見える位置決めトレイ 2 3 を受ける。

【 0 1 1 1 】

本体 2 2 を軸線 O P に平行な垂直面に沿って断面した斜視図を示す図 1 6 から、管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 4 が、後壁 2 2 a に沿ってその近傍を垂直に通過していることに留意されたい。断面図で見える格子構造によって識別される熱交換器 4 0 0 は、後壁 2 2 a とハウジング 2 2 c の後壁との間の隙間にあるタンク部分 4 0 0 a と、タンク 4 0 0 a から延び、実質的にその中央部分の高さでダクト 2 6 を取り囲む、実質的に円形の管状部 4 0 0 b とを含む。

【 0 1 1 2 】

このことは、管状部 4 0 0 b の大径部を通る水平面における断面図である図 1 7 においても見える。

【 0 1 1 3 】

図 1 7 の断面図は、付加製造中の成長層の表示に対応し得ることに留意されたい。

【 0 1 1 4 】

さらに、図 1 6 では、タンク部分 4 0 0 b がダクト 2 6 の長さ全体に渡って延びており、部分 2 6 0 の下、すなわち部分 2 4 2 が挿入されている部分では、垂直に下に降りる管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 4 が湾曲して実質的に水平な位置に到達し、センサコーン 2 4 上のそれぞれのチャンバ 5 2 0'、5 2 2'、5 2 4' が前述のチャンバ 5 2 0'、5 2 2'、5 2 4' 上にそれぞれの出口開口部がつながるように配置されていることにも留意されたい。

【 0 1 1 5 】

図 1 8 は、本体 2 2 の正面図であり、熱交換器 4 0 0 がダクト 2 6 を取り囲む様子をさらに強調している。

【 0 1 1 6 】

図 1 9 は、後壁 2 2 a に平行な垂直面における断面図であり、後壁 2 2 a の近傍、すなわち管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 4 の大径部を通過し、管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 4 が、流体ラインの対応する接続入口を含むコレクタ 5 2 6 に水平に入り、その後、タンク 4 0 0 の内部で、下方に湾曲して、部分 2 4 2 が一旦挿入されると、コーン 2 4 の部分 2 4 2 が配置されている高さまで垂直につながり、図 1 6 に示すように、再び湾曲して部分 2 4 2 に水平に到達する様子を示している。付加製造によって、熱交換器、特にタンク 4 0 0 a と、プロセスで使用される流体の分配のための連結の要件に応じて、内部を通過して図示のように湾曲する前述の管状ダクト 5 2 0、5 2 2、5 2 4 の両方を得ることが可能である有利性が強調されている。

【 0 1 1 7 】

その結果、上で強調されたことから、いくつかの実施形態によれば、エンドエフェクタは、熱交換器 4 0 0 を含み、この熱交換器は、中央ダクト 2 8 と本体 2 2 の壁との間に含まれる空間、特に後壁 2 2 a とそれに面するダクト 2 8 の少なくとも外壁との間の隙間、に部分的または全体的に予め配置されたタンク部分 4 0 0 a を含む。

【 0 1 1 8 】

さらに、いくつかの実施形態によれば、エンドエフェクタは、中央ダクト 2 8 の周囲に配置された管状の形状 4 0 0 b を有する少なくとも 1 つの部分を含む。実施形態の変化例では、ダクト 2 8 の周りに多数の管状部があってもよい。

10

20

30

40

50

## 【0119】

本発明の基本的な原理を損なうことなく、詳細および実施形態は、添付の特許請求の範囲で定義される保護範囲から逸脱することなく、純粹に例示として記述されたものに対して変化する可能性があり、その変化は著しいものでもあり得る。

## 【0120】

本明細書の一態様によれば、記載されている解決策は、一組のダクト520～524と熱交換器400との間のエンドエフェクタ20の支持体22が、例えば付加製造を介して一体的に、一組の補助流体ダクト520、522、524、523のみを含むエンドエフェクタを目的とし得ることが指摘され、一組の補助流体ダクト520、522、524、523は、レーザー加工で使われるそれぞれの流体を作業面16に向けるように構成され、かつ、出口部24に連結するように構成され、特に、一組の補助流体ダクト520、522、524、523のうちの少なくとも1つの補助流体ダクト520が、複数の分岐520a、520b、520c、520dを含み、これらの分岐は、出口部24のさらなるダクト28内に流体の実質的に均一な流れを供給するように、出口部24に連結するように構成される。

10

## 【0121】

したがって、この方法によれば、例えば酸素などの補助ガスは、チャンバ520'内に均一に分配される。分岐520a、520b、520c、520dの構成は、このようにして、特にセンサコーン24内のダクト28の部分において、レーザービームの伝播のためのダクト26、28内でのレーザー加工補助流体の均一な分配を容易にするような方法で提供することができ、もしくは、必要とされる他の構成に従って提供することもできる。

20

## 【0122】

上記の解決策は、特に付加製造工程を使用して得られる本体内のチャンネルを、柔軟な形状、特に、少なくとも仮想的には任意の数と形状を持つことができる分岐の形状と統合することにより、邪魔にならない点、および重量の点で利点を提供する。この形状は、例えば、レーザー切断補助ガスを分配するための管状のダクトにおいて、ガスを減速させ、乱流を減少させ、その結果、センサコーンと実施例の間の流体力学的な連結自体を促進することができる。

## 【0123】

本開示のさらなる態様によれば、記載された解決策は、一組のダクト520～524と熱交換器400との間のエンドエフェクタ20の支持体22が、例えば付加製造を介して一体的に、支持体22の管状ダクト26の少なくとも一部分を取り囲む容積400a、400bを占めるように支持体22に配置された冷却システム40用の熱交換器400のみを含むエンドエフェクタを目的とし得ることが指摘され、

30

熱交換器400は、冷却流体の通過のために互いに連通する入口チャンバ224および出口チャンバ225を含み、

熱交換器400は、入口チャンバ224と出口チャンバとの間で熱交換器400に冷却流体を通過させるように構成された三次元ネットワークを形成するように配置された熱伝導性要素402の格子構造を有し、

特に、熱交換器タンク400内の熱伝導性要素の三次元格子構造は、熱伝導性要素402のセル（例えば、三次元セル）の組を含み、

40

セルは互いに実質的に同一であり、例えば、各セルは多面体の骨格の構造を有している。

## 【0124】

上記の解決策は、レーザー放射を導くためのダクト表面の可能な限りの部分を囲む、冷却を行うための熱交換器を使用することで、レーザー切断などのレーザー加工作業に使用できるレーザー出力の従来の限界を克服することができるという利点を提供する。

## 【0125】

さらに、上記の解決策では、格子構造と冷却流体がダクトを囲むことにより、熱交換器の同じ総容積あたりで、熱交換効率を向上させることができ、既知の装置と比較して、同じ熱交換効率で、より軽量の構造の熱交換器を得ることができる。

50

## 【0126】

前述の熱交換器400または補助ダクト520、522、523、524の組も同様に、金属材料の層を融合するように構成された粉末床融合タイプの付加製造技術によって、本体22内にそれぞれ一体に形成される。

## 【0127】

したがって、一般に、上述した2つの態様は、個別にまたは組み合わせて使用することができる。組み合わせにおいて、本明細書に記載され、請求される解決策は、特に、レーザービームLを光軸OPに沿って作業面16上に向けるように構成されたレーザー加工工程の工作ツール10用のエンドエフェクタ20の実施形態に関し、

エンドエフェクタ20は、レーザービームLの伝播の光軸OPの少なくとも一部分に平行な軸を有するダクト26を含む支持体22を備え、

支持体22は、ダクト26を、出口部に、特にレーザービームLの伝播の光軸OPの少なくとも一部分に平行な軸を有する更なるダクト28を含むセンサコーン24に連結して、レーザービームLの出口を作業面16に向けて提供するように構成され、

エンドエフェクタ20の支持体22は、一体に形成され、

- レーザー加工工程で使用されるそれぞれの流体を作業面16に向けるように構成され、出口部24に連結するように構成された一組の補助流体ダクト520、522、524、523と、

- 支持体22の管状ダクト26の少なくとも一部分を囲む容積400a、400bを占めるように支持体22内に配置される冷却システム40用の熱交換器400と、

をさらに含み、

熱交換器400は、冷却流体の通過のために互いに連通する入口チャンバ224および出口チャンバ225を含み、

熱交換器400は、入口チャンバ224と出口チャンバとの間で熱交換器400内に冷却流体を通過させるように構成された熱伝導性要素402の格子構造を有する。

## 【0128】

前述の単一ピースは、特に付加製造によって得られる。

## 【0129】

上記の解決策は、特に複数の分岐を持つダクトと格子構造の熱交換器を単一ピースに一体にすることで、全体として有利に、エンドエフェクタの重量や熱慣性を損なうことなく、効果的な冷却を可能にするエンドエフェクタを得ることができ、したがって、レーザー切断などのレーザー加工作業で使用できるレーザー出力の従来の限界を克服することも可能とする。

## 【0130】

さらに、特に付加製造によってエンドエフェクタの中央ボディを単一ピースで製造することで、ピースの数を減らし、機械加工の数を減らし、1つのスケジュールで管理することが可能となる。特に、付加製造では、接触可能な面をシールする必要がない（汚染の低減が得られる）。汚染の低減は、故障率の低減をもたらすという点で、エンドエフェクタの性能にとって有利である。

## 【0131】

さらに、この解決策は、前記支持体22の前記ダクト26が、直径が可変の管状体を有するエンドエフェクタを目的としてもよく、

ダクト26の第1の近位部分は、第1の直径Wを有し、

ダクト26の第2の中央部分は、第1の直径Wよりも大きい第2の直径Wmを有し、保護ガラス262として使用される円筒状ガラス体のためのハウジング260を提供するように構成されており、

第2の直径Wmは、保護ガラス262として使用される円筒状ガラス体の直径に実質的に等しく、

ダクト26の第3の遠位部分が、第1の直径Wに等しいか、それよりも小さい直径を有しており、

10

20

30

40

50

エンドエフェクタが、レーザービーム L の伝播の光軸 O P の少なくとも一部分に平行な軸を有し、支持体に配置されたダクト 2 6 の内部との通信を提供するように予め配置された開口部 2 6 8 をさらに含み、

開口部は、エンドエフェクタの支持体のダクトの第 1 の部分に光センサのためのハウジングを提供するように予め配置され、

ハウジングは、保護ガラスの保存状態を検出するように配向された光センサ、好ましくはフォトダイオードを収容するように予め配置されている。

【 0 1 3 2 】

上記の解決策は、ダクトがヘッド本体と一体化しており、センサごとにカスタマイズできるため、ヘッド本体に固定用のサポートを追加することなく、光センサの設置が容易になる。

10

20

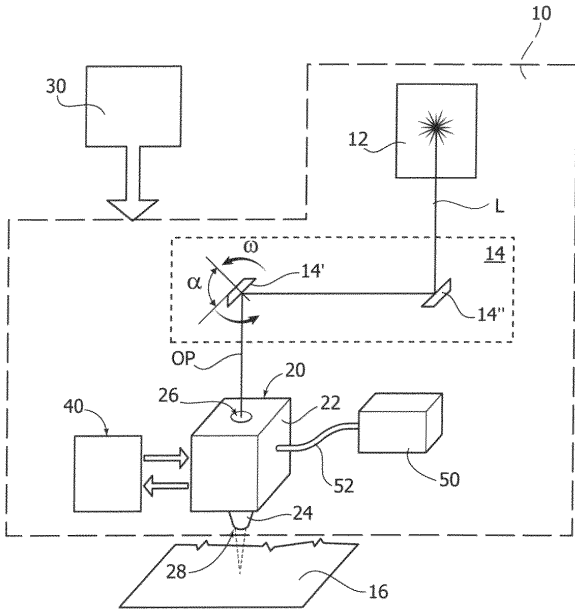
30

40

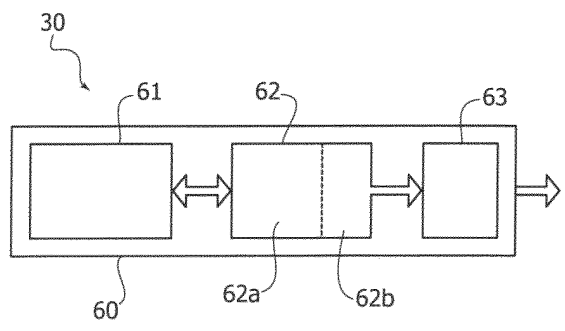
50

【図面】

【図 1】



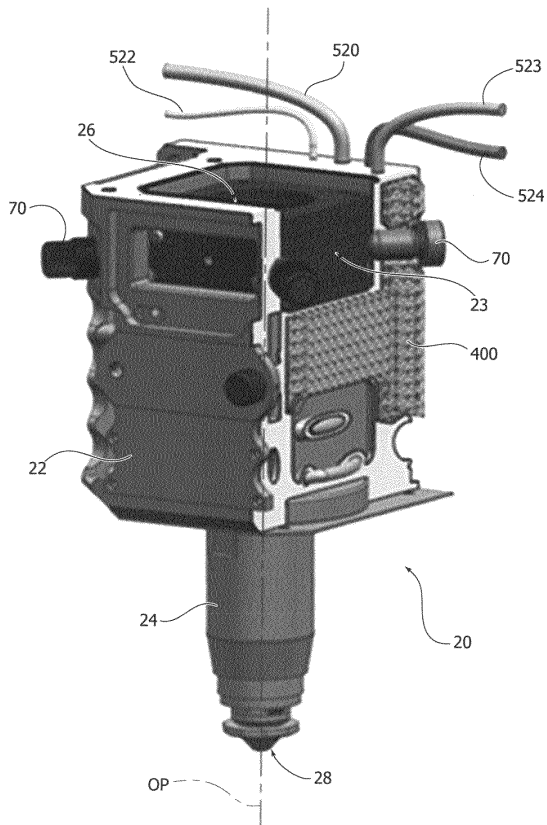
【図 2】



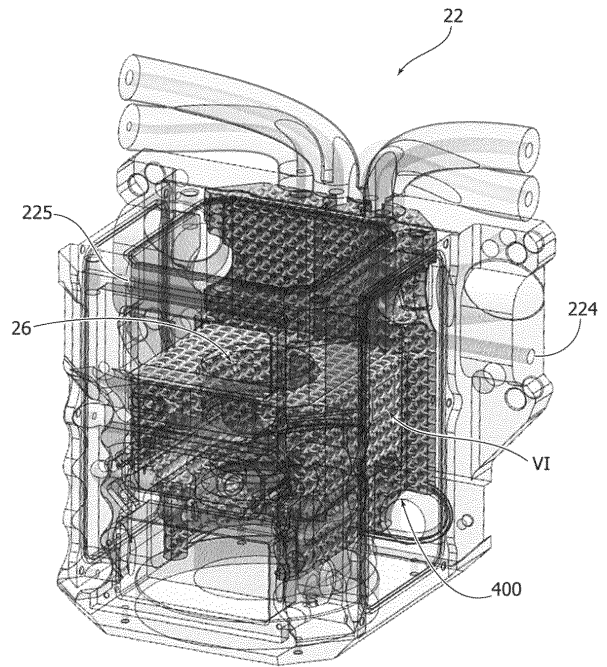
10

20

【図 3】



【図 4】

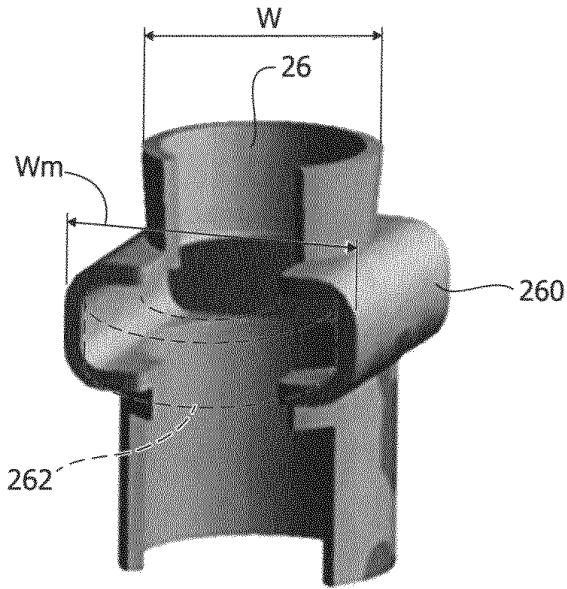


30

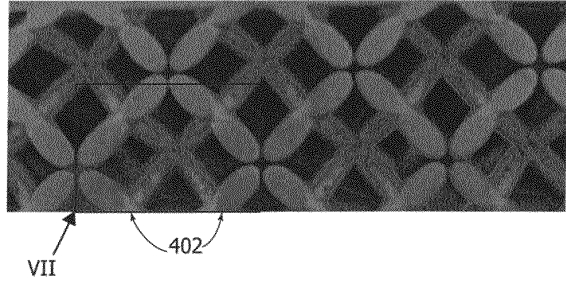
40

50

【 図 5 】

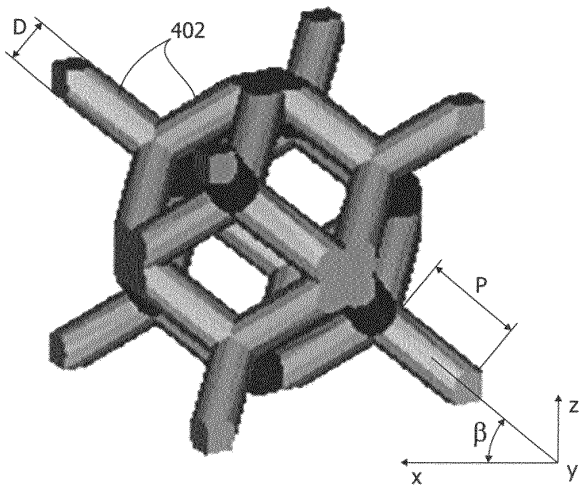


【 図 6 】

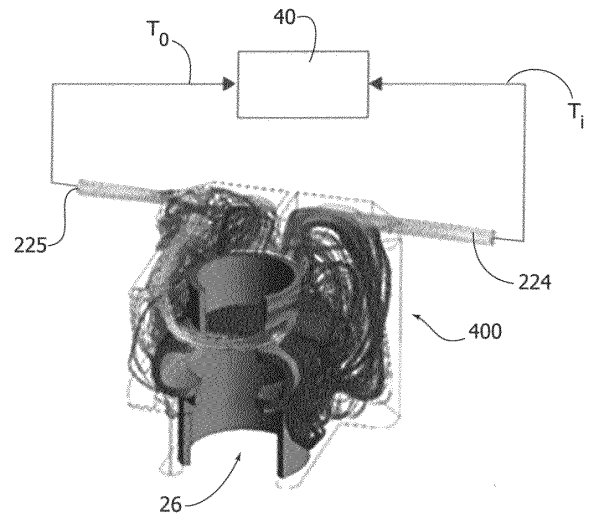


10

【 図 7 】



【 図 8 】



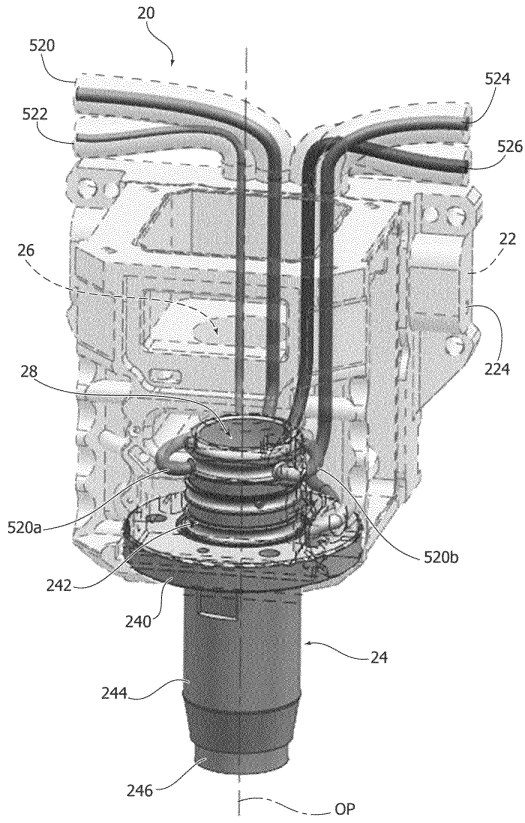
20

30

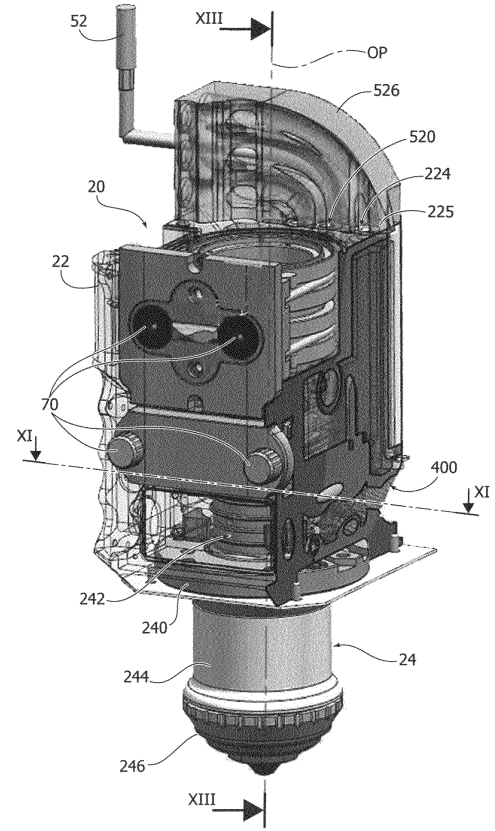
40

50

【 図 9 】



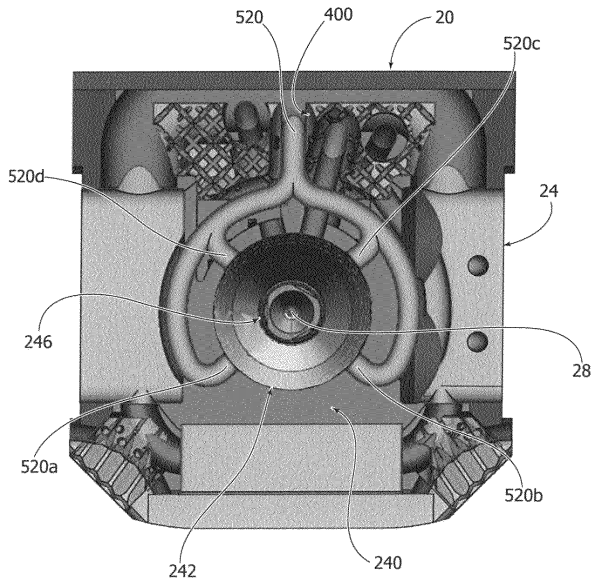
【 図 10 】



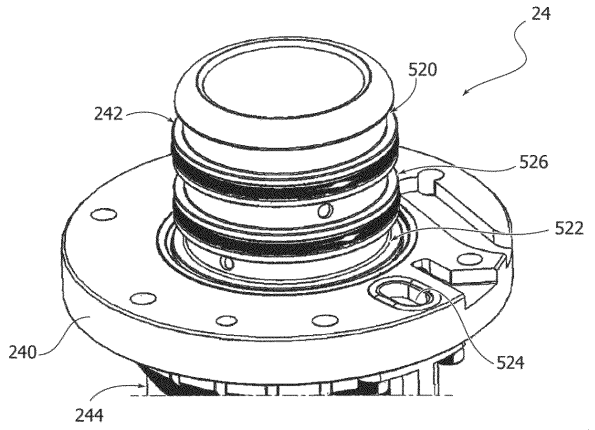
10

20

【 図 11 】



【 図 12 】

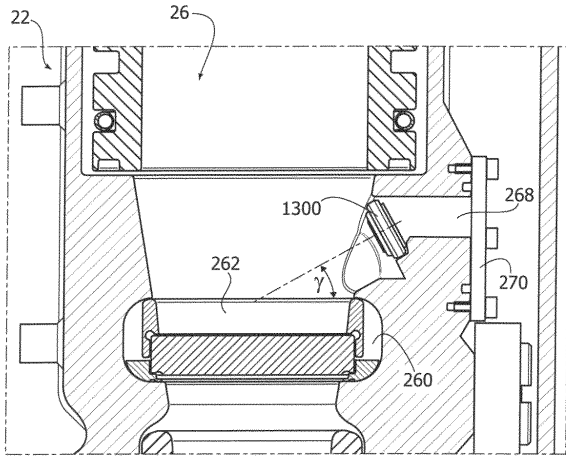


30

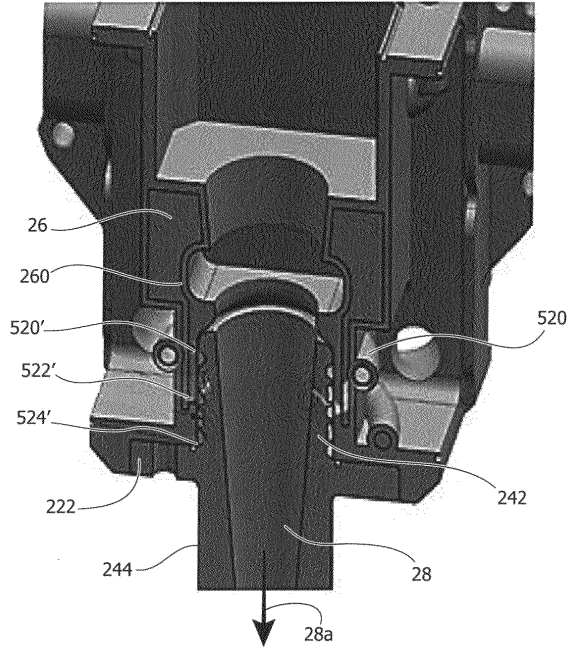
40

50

【 図 1 3 】



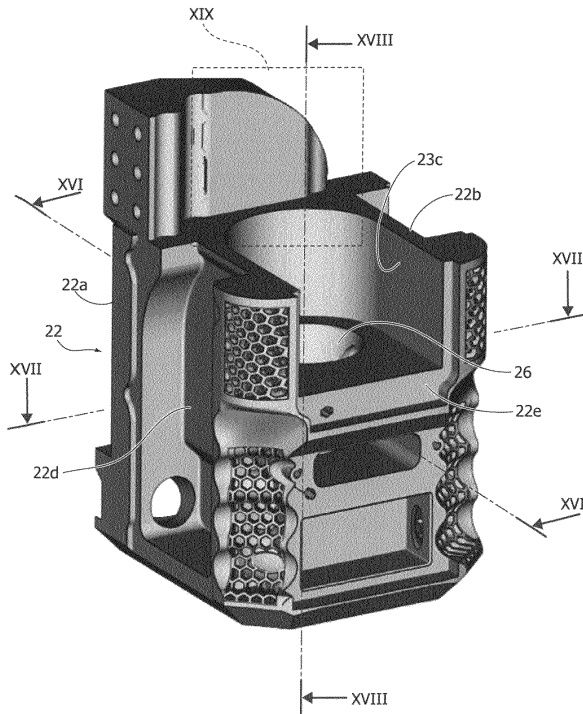
【 図 1 4 】



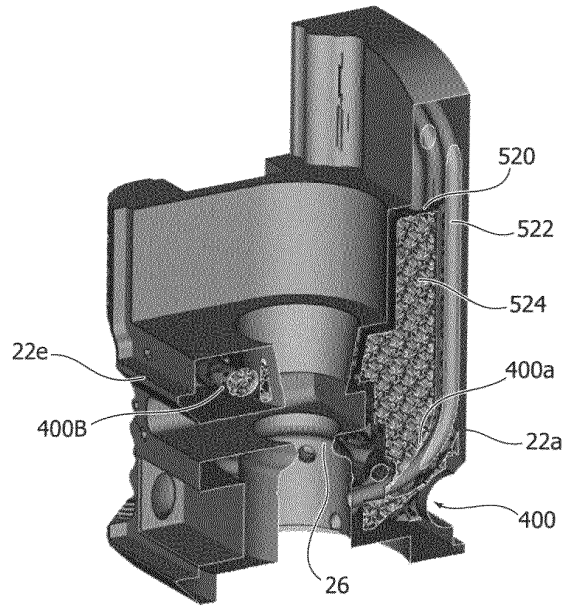
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

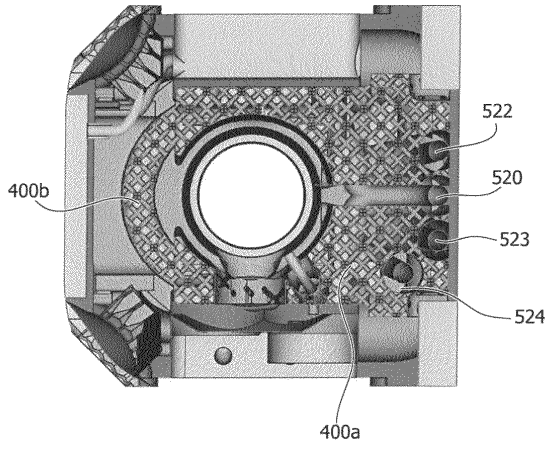


30

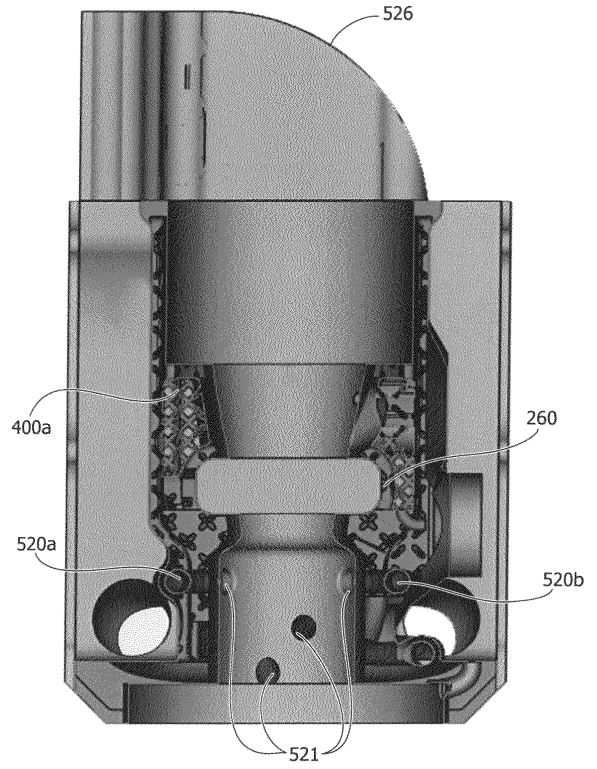
40

50

【 17 】



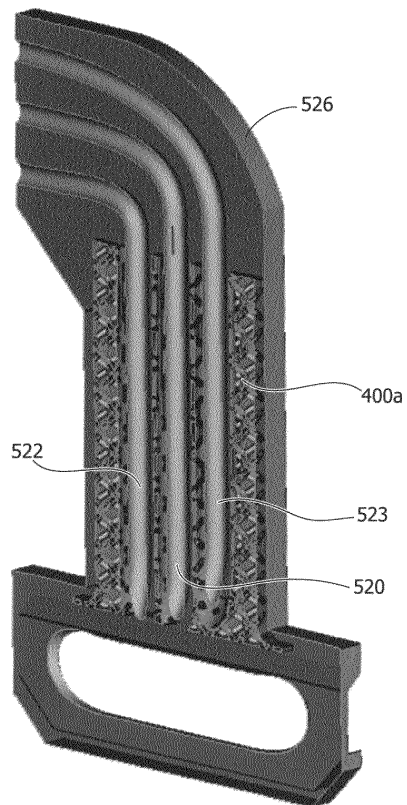
【 18 】



10

20

【 19 】



30

40

50

## フロントページの続き

- ソチエタ・ペル・アツィオーニ内  
(72)発明者 パリーゼ, シルヴィオ  
イタリア、イ - 1 0 0 9 3 コッレニョ (トリノ)、ヴィア・トリノ - ピアネッツァ 3 6、プリマ  
・インドゥストリー・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内
- 審査官 山内 隆平  
(56)参考文献 特開昭 5 9 - 1 4 2 5 2 0 ( J P , A )  
中国特許出願公開第 1 0 7 2 4 5 7 1 5 ( C N , A )  
中国実用新案第 2 0 7 9 1 4 8 2 4 ( C N , U )  
特開 2 0 1 3 - 2 1 5 8 0 1 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 3 / 1 6 3 3 9 8 ( W O , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)  
B 2 3 K 2 6 / 7 0  
B 2 3 K 2 6 / 1 4 6  
B 2 3 K 2 6 / 3 8