

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-24006

(P2018-24006A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
<b>B 2 3 K</b>	<b>26/34</b>	<b>(2014.01)</b>	B 2 3 K	26/34	4 E 1 6 8
<b>B 2 3 P</b>	<b>23/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 P	23/04	4 K 0 1 8
<b>B 2 3 K</b>	<b>26/21</b>	<b>(2014.01)</b>	B 2 3 K	26/21	Z
B 2 2 F	3/105	(2006.01)	B 2 2 F	3/105	
B 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F	3/16	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-158402 (P2016-158402)  
 (22) 出願日 平成28年8月12日 (2016.8.12)

(71) 出願人 000146847  
 DMG森精機株式会社  
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 大多和 毅  
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D  
 MG森精機株式会社内  
 (72) 発明者 白塚山 泰光  
 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D  
 MG森精機株式会社内  
 Fターム(参考) 4E168 BA35 BA81 BA87 CB07 CB08  
 DA35 DA38 EA17 EA24 KA13  
 4K018 AA13 AA15 BA07 CA44 EA51  
 EA60 GA01

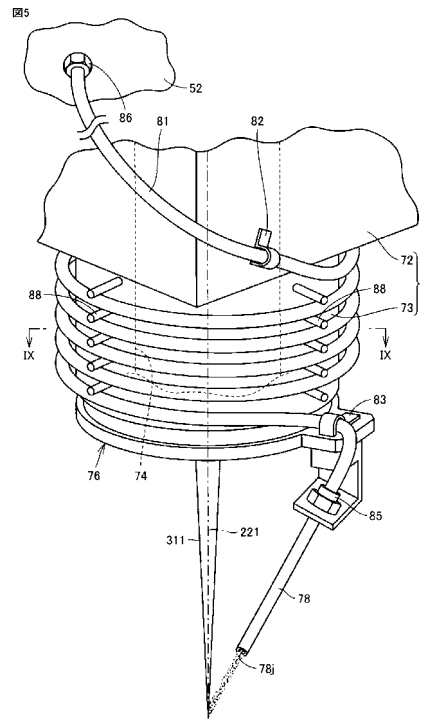
(54) 【発明の名称】 付加加工用ヘッドおよび加工機械

(57) 【要約】

【課題】 周方向に移動するノズルに材料を供給する機構を、簡易な構成により実現するとともに、ノズルの移動に伴ってワークへの材料の供給量が変動することを抑制する付加加工用ヘッド、および、そのような付加加工用ヘッドを備える加工機械、を提供する。

【解決手段】 付加加工用ヘッドは、材料粉末が導入される連結部52と、ワークに向けて照射されるレーザー光311の周りで周方向に移動可能に設けられ、材料粉末を吐出するノズル78と、連結部52およびノズル78の間に設けられ、連結部52に導入された材料粉末をノズル78に向けて供給するチューブ81とを備える。チューブ81は、可撓性を有し、レーザー光311の周りで周回するように設けられる。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ワークに対して材料を吐出するとともにエネルギー線を照射しながら相対移動可能な付加加工用ヘッドであって、

材料が導入される導入部と、

ワークに向けて照射されるエネルギー線の周りで周方向に移動可能に設けられ、材料を吐出するノズルと、

前記導入部および前記ノズルの間に設けられ、前記導入部に導入された材料を前記ノズルに向けて供給する管部材とを備え、

前記管部材は、可撓性を有し、エネルギー線の周りで周回するように設けられる、付加加工用ヘッド。 10

## 【請求項 2】

前記管部材を、エネルギー線の周りで周回する形態に保持する保持部をさらに備える、請求項 1 に記載の付加加工用ヘッド。

## 【請求項 3】

前記管部材は、前記導入部および前記ノズルの間に着脱可能に設けられる、請求項 1 または 2 に記載の付加加工用ヘッド。

## 【請求項 4】

前記管部材は、エネルギー線の周りで複数回、周回するように設けられる、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の付加加工用ヘッド。 20

## 【請求項 5】

前記管部材は、エネルギー線の軸方向に沿って螺旋状に設けられる、請求項 4 に記載の付加加工用ヘッド。

## 【請求項 6】

前記ノズルが接続され、前記ノズルをエネルギー線の周りで周方向に移動させるように、 $\pm A^\circ$  の範囲で回転する回転部材と、

エネルギー線が通される中空部を有し、前記回転部材の回転軸方向において前記回転部材と連設される固定部材とをさらに備え、

前記管部材は、前記固定部材の周りで周回するように設けられ、

前記回転部材が  $0^\circ$  の位相位置にある時の前記管部材の周回径を基準にして、前記回転部材が  $0^\circ$  から  $+A^\circ$  の位相位置に向けて回転する間、前記管部材は、その周回径が大きくなるように変形し、前記回転部材が  $0^\circ$  から  $-A^\circ$  の位相位置に向けて回転する間、前記管部材は、その周回径が小さくなるように変形する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の付加加工用ヘッド。 30

## 【請求項 7】

前記回転部材が  $-A^\circ$  の位相位置にある時、前記管部材は、前記固定部材と接触する、請求項 6 に記載の付加加工用ヘッド。

## 【請求項 8】

ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械であって、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の付加加工用ヘッドと、 40

ワークを保持するワーク保持部と、

ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部とを備える、加工機械。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、付加加工用ヘッドおよび加工機械に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

付加加工を実施するための従来装置として、たとえば、特開平 11 - 775 号公報には、レーザ照射部の位置がどのように変化しても、同一量の粉末を安定して供給すること 50

を目的とした、レーザクラディング装置が開示されている（特許文献1）。

【0003】

特許文献1に開示されたレーザクラディング装置は、材料上に、金属、高分子材料またはセラミックス等の粉末を供給し、この粉末をレーザビームにより加熱溶解することによって、クラッド層を形成する。このようなレーザクラディング装置において、材料上に供給する粉末の粉末供給管が複数、設けられるとともに、これらの粉末供給管の先端部が、ホルダの旋回收束溝に連結される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-775号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

材料を付着することによってワークに3次元形状を作成するものとして、付加加工法（Additive manufacturing）がある。付加加工では、加工前後でワークの質量が増加する。このような付加加工を用いたワークの加工工程では、ワークおよび付加加工用ヘッドを相対移動させながら、付加加工用ヘッドからワークに向けて、材料を吐出するとともにレーザ光や電子ビーム等のエネルギー線を照射する。この際、ワークおよび付加加工用ヘッドの相対移動方向と、ワークに対する材料の吐出方向との間には、ワークへの材料の付着効率が良好となる最適な角度関係が存在する。

【0006】

一方、ワークおよび付加加工用ヘッドの相対移動方向は、加工の進行とともに変化する。このため、ワークおよび付加加工用ヘッドの相対移動方向と、ワークに対する材料の吐出方向との間で最適な角度関係を保つには、材料を吐出するノズルをエネルギー線の周りで周方向に移動させる必要がある。

【0007】

しかしながら、ノズルがエネルギー線の周りで周方向に移動する付加加工用ヘッドにおいては、ノズルに材料を供給するための機構を簡易な構成とすることが困難である。また、付加加工の加工精度を高く維持するため、ノズルの移動に伴う材料の供給量の変動を抑制することが求められる。

【0008】

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、周方向に移動するノズルに材料を供給する機構を、簡易な構成により実現するとともに、ノズルの移動に伴ってワークへの材料の供給量の変動を抑制する付加加工用ヘッド、および、そのような付加加工用ヘッドを備える加工機械を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に従った付加加工用ヘッドは、ワークに対して材料を吐出するとともにエネルギー線を照射しながら相対移動可能な付加加工用ヘッドである。付加加工用ヘッドは、材料が導入される導入部と、ワークに向けて照射されるエネルギー線の周りで周方向に移動可能に設けられ、材料を吐出するノズルと、導入部およびノズルの間に設けられ、導入部に導入された材料をノズルに向けて供給する管部材とを備える。管部材は、可撓性を有し、エネルギー線の周りで周回するように設けられる。

【0010】

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、ノズルの周方向における移動に伴って、エネルギー線の周りで周回する管部材が変形することにより、導入部およびノズル間の相対的な位置関係の変化を吸収することができる。これにより、周方向に移動するノズルに材料を供給する機構を、簡易な構成により実現することができる。また、ノズルの周方向における移動に伴って、管部材の管路長が変化することがない。このため、ワークへ

10

20

30

40

50

の材料の供給量の変動することを抑制できる。

【0011】

また好ましくは、付加加工用ヘッドは、管部材を、エネルギー線の周りで周回する形態に保持する保持部をさらに備える。

【0012】

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、ノズルの周方向における移動に伴って、管部材をエネルギー線の周りでより円滑に変形させることができる。

【0013】

また好ましくは、管部材は、導入部およびノズルの間に着脱可能に設けられる。

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、管部材の交換が容易になる。これにより、付加加工用ヘッドのメンテナンス性を向上させることができる。

【0014】

また好ましくは、管部材は、エネルギー線の周りで複数回、周回するように設けられる。

【0015】

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、ノズルの周方向における移動に伴う管部材の変形量が小さく抑えられる。これにより、付加加工用ヘッドをコンパクトに構成することができる。

【0016】

また好ましくは、管部材は、エネルギー線の軸方向に沿って螺旋状に設けられる。

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、エネルギー線の軸中心に対する半径方向において、付加加工用ヘッドをコンパクトに構成することができる。

【0017】

また好ましくは、付加加工用ヘッドは、ノズルが接続され、ノズルをエネルギー線の周りで周方向に移動させるように、 $\pm A^\circ$ の範囲で回転する回転部材と、エネルギー線が通される中空部を有し、回転部材の回転軸方向において回転部材と連設される固定部材とをさらに備える。管部材は、固定部材の周りで周回するように設けられる。回転部材が $0^\circ$ の位相位置にある時の管部材の周回径を基準にして、回転部材が $0^\circ$ から $+A^\circ$ の位相位置に向けて回転する間、管部材は、その周回径が大きくなるように変形し、回転部材が $0^\circ$ から $-A^\circ$ の位相位置に向けて回転する間、管部材は、その周回径が小さくなるように変形する。

【0018】

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、管部材が、固定部材の周りにおける周回径が変化するように変形することにより、導入部およびノズル間の相対的な位置関係の変化を吸収することができる。

【0019】

また好ましくは、回転部材が $-A^\circ$ の位相位置にある時、管部材は、固定部材と接触する。

【0020】

このように構成された付加加工用ヘッドによれば、エネルギー線の軸中心に対する半径方向において、付加加工用ヘッドをコンパクトに構成することができる。

【0021】

この発明に従った加工機械は、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械である。加工機械は、上述のいずれかに記載の付加加工用ヘッドと、ワークを保持するワーク保持部と、ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部とを備える。

【0022】

このように構成された加工機械によれば、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械が備える付加加工用ヘッドにおいて、周方向に移動するノズルに材料を供給する機構を、簡易な構成により実現するとともに、ノズルの周方向における移動に伴ってワークへの材料の供給量の変動することを抑制できる。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0023】

以上に説明したように、この発明に従えば、周方向に移動するノズルに材料を供給する機構を、簡易な構成により実現するとともに、ノズルの移動に伴ってワークへの材料の供給量が変動することを抑制する付加加工用ヘッド、および、そのような付加加工用ヘッドを備える加工機械を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0024】

【図1】この発明の実施の形態における付加加工用ヘッドを備える加工機械を示す斜視図である。

10

【図2】図1中の付加加工用ヘッドの内部構造を示す斜視図である。

【図3】図1中の付加加工用ヘッドの内部構造を示す別の斜視図である。

【図4】図1中の付加加工用ヘッドの光学系を模式的に表した図である。

【図5】図1中の付加加工用ヘッドの先端部を示す斜視図である。

【図6】付加加工時のワーク表面を拡大して示す断面図である。

【図7】ワークに行なわれる付加加工の一例を示す斜視図である。

【図8】図7中の付加加工において、ワークおよび付加加工用ヘッドの相対移動方向と、材料粉末の吐出方向との関係を示す図である。

【図9】図5中のI X - I X線上の矢視方向から見たレーザツールを示す断面図である。

【図10】図5中のI X - I X線上の矢視方向から見たレーザツールを示す別の断面図である。

20

【図11】図5中のI X - I X線上の矢視方向から見たレーザツールを示すさらに別の断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0025】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

## 【0026】

図1は、この発明の実施の形態における付加加工用ヘッドを備える加工機械を示す斜視図である。図1中には、加工機械の加工エリア内の様子が示されている。

30

## 【0027】

図1を参照して、加工機械100は、ワークの付加加工（AM（Additive manufacturing）加工）と、ワークの除去加工（SM（Subtractive manufacturing）加工）とが可能で、AM/SMハイブリッド加工機である。加工機械100は、SM加工の機能として、固定工具を用いた旋削機能と、回転工具を用いたミーリング機能とを有する。

## 【0028】

加工機械100の全体構造について説明すると、加工機械100は、第1主軸台111と、第2主軸台（不図示）と、工具主軸121と、下刃物台（不図示）とを有する。第1主軸台111、第2主軸台、工具主軸121および下刃物台は、スブラッシュガード206により囲われた加工エリア200内に設けられている。

40

## 【0029】

第1主軸台111は、固定工具を用いた旋削加工時にワークを回転させるための主軸112を有する。主軸112は、水平方向に延びるZ軸に平行な中心軸201を中心に回転可能に設けられている。主軸112には、ワークを着脱可能に保持するためのチャック機構が設けられている。第2主軸台（不図示）は、第1主軸台111と同様の構造を有し、Z軸方向において第1主軸台111と対向して設けられている。

## 【0030】

工具主軸（上刃物台）121は、回転工具を用いたミーリング加工時に回転工具を回転させる。工具主軸121は、鉛直方向に延びるX軸に平行な中心軸203を中心に回転可能に設けられている。工具主軸121には、回転工具を着脱可能に保持するためのクラン

50

ブ機構が設けられている。

【0031】

工具主軸121は、図示しないコラム等によりベッド上に支持されている。工具主軸121は、コラム等に設けられた各種の送り機構や案内機構、サーボモータなどにより、X軸方向、水平方向に延び、Z軸方向に直交するY軸方向、およびZ軸方向に移動可能に設けられている。工具主軸121がX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向に移動することによって、工具主軸121に装着された回転工具による加工位置は、3次元的に変位する。工具主軸121は、さらに、Y軸に平行な中心軸204を中心に旋回可能に設けられている。

【0032】

下刃物台（不図示）は、旋削加工のための複数の固定工具を装着する。下刃物台は、いわゆるタレット形であり、複数の固定工具が放射状に取り付けられ、旋回割り出しを行なう。下刃物台は、図示しないサドル等によりベッド上に支持されている。下刃物台は、サドル等に設けられた各種の送り機構や案内機構、サーボモータなどにより、X軸方向およびZ軸方向に移動可能に設けられている。

【0033】

加工機械100は、付加加工用ヘッド21を有する。付加加工用ヘッド21は、ワークに対して材料粉末を吐出するとともにエネルギー線を照射することにより付加加工を行なう（指向性エネルギー堆積法（Directed Energy Deposition））。エネルギー線としては、代表的に、レーザー光および電子ビームが挙げられる。本実施の形態では、付加加工にレーザー光が用いられる。

【0034】

付加加工用ヘッド21は、工具主軸121に着脱可能に設けられている。付加加工時、付加加工用ヘッド21は、工具主軸121に装着される。工具主軸121が、X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向に移動することによって、付加加工用ヘッド21による付加加工の加工位置が3次元的に変位する。さらに本実施の形態では、工具主軸121が中心軸204を中心に旋回することによって、付加加工用ヘッド21による付加加工の向き（ワークに対するレーザー光の照射方向）が変化する。除去加工時、付加加工用ヘッド21は、工具主軸121から離脱される。

【0035】

なお、付加加工用ヘッド21を加工エリア200内で移動させるためのヘッド移動機構が、工具主軸121とは別に設けられてもよい。

【0036】

付加加工用ヘッド21は、ヘッド本体（本体部）22と、レーザーツール（エネルギー線出射部）26と、ケーブル継手23とから構成されている。

【0037】

ヘッド本体22には、レーザー光および材料粉末が導入される。付加加工用ヘッド21のうちヘッド本体22が、工具主軸121に着脱可能に設けられている。レーザーツール26は、ワークに向けてレーザー光を出射するとともに、ワークにおけるレーザー光の照射領域を定める。

【0038】

なお、本実施の形態では、ワークにおけるレーザー光の照射領域を定める手段がレーザーツール26に設けられる場合について説明するが、このような構成に限られず、レーザー光の照射領域を定める手段の全部または一部が、ヘッド本体22および/またはケーブル継手23に設けられてもよい。

【0039】

ケーブル継手23は、ケーブル24をヘッド本体22に接続するための継手として設けられている。ケーブル24は、加工エリア外に設置されたレーザー発振装置（不図示）から付加加工用ヘッド21に向けてレーザー光を導くための光ファイバと、加工エリア外に設置された材料粉末供給装置（不図示）から付加加工用ヘッド21に向けて材料粉末を導くた

10

20

30

40

50

めの配管と、これらを収容する管部材とから構成されている。

【0040】

なお、付加加工用ヘッド21を備える加工機械は、上記のAM/SMハイブリッド加工機械に限られない。たとえば、付加加工用ヘッド21を備える加工機械は、旋盤ベースのAM/SMハイブリッド加工機械であってもよいし、マシニングセンタベースのAM/SMハイブリッド加工機械であってもよい。マシニングセンタベースのAM/SMハイブリッド加工機械の場合、ワークを保持するワーク保持部としてテーブルが用いられる。また、付加加工用ヘッド21を備える加工機械は、付加加工のみ実行可能な加工機械であってもよい。

【0041】

続いて、図1中の付加加工用ヘッドの構造についてより詳細に説明する。図2は、図1中の付加加工用ヘッドの内部構造を示す斜視図である。図3は、図1中の付加加工用ヘッドの内部構造を示す別の斜視図である。図中には、レーザツール26がヘッド本体22から分離された状態が示されている。

【0042】

図2および図3を参照して、まず、ヘッド本体22およびレーザツール26の連結機構について説明する。ヘッド本体22およびレーザツール26は、それぞれ、連結部51および連結部52を有する。連結部51および連結部52には、クランプ機構が内蔵されており、ヘッド本体22に対するレーザツール26の装着時、そのクランプ機構が作動することによって、連結部51および連結部52が互いに連結される。クランプ機構の一例として、パネ力によりクランプ状態を得て、油圧によりアンクランプ状態を得る機構が挙げられる。

【0043】

次に、付加加工用ヘッド21においてワークに対してレーザ光を照射するための機構について説明する。ヘッド本体22は、光ファイバ41、レーザ光入射管42、レーザ光通路筐体43、レーザ光通路管44およびレーザ光通路筐体45を有する。

【0044】

光ファイバ41には、図1中のケーブル24からレーザ光が導かれる。光ファイバ41は、レーザ光入射管42に接続されている。レーザ光入射管42、レーザ光通路筐体43、レーザ光通路管44およびレーザ光通路筐体45は、挙げた順に連なって設けられている。レーザ光入射管42、レーザ光通路筐体43、レーザ光通路管44およびレーザ光通路筐体45は、ヘッド本体22におけるレーザ光の通路を形成している。

【0045】

レーザツール26は、レーザ光通路筐体48およびレーザ光出射筐体49を有する。レーザ光通路筐体48およびレーザ光出射筐体49は、連なって設けられている。レーザ光通路筐体48およびレーザ光出射筐体49は、レーザツール26におけるレーザ光の通路を形成している。

【0046】

ヘッド本体22およびレーザツール26は、それぞれ、接続部46および接続部47を有する。ヘッド本体22に対するレーザツール26の装着時、接続部46に接続部47が接続されることによって、ヘッド本体22およびレーザツール26間でレーザ光の通路が連通する。

【0047】

図4は、図1中の付加加工用ヘッドの光学系を模式的に表した図である。図2から図4を参照して、ヘッド本体22は、コリメーションレンズ61、反射鏡62、反射鏡63および保護ガラス64を有する。

【0048】

コリメーションレンズ61は、レーザ光入射管42に収容されている。コリメーションレンズ61は、光ファイバ41から入力されたレーザ光を平行光にして、反射鏡62および反射鏡63に向けて送る。反射鏡62および反射鏡63は、それぞれ、レーザ光通路筐

10

20

30

40

50

体 4 3 およびレーザ光通路筐体 4 5 に収容されている。反射鏡 6 2 および反射鏡 6 3 は、  
 コリメーションレンズ 6 1 からのレーザ光を反射させてレーザツール 2 6 に向けて送る。

【 0 0 4 9 】

保護ガラス 6 4 は、接続部 4 6 に設けられている。保護ガラス 6 4 は、ヘッド本体 2 2  
 に内蔵された光学部品を外部雰囲気から保護するために設けられている。

【 0 0 5 0 】

レーザツール 2 6 は、保護ガラス 6 5、集光レンズ 6 6 および保護ガラス 6 7 を有する。  
 集光レンズ 6 6 は、レーザ光通路筐体 4 8 に収容されている。集光レンズ 6 6 は、レー  
 ザ光をワーク上に集光するためのレンズであり、ワークにおけるレーザ光の照射領域を定  
 める光学部品として設けられている。ワークにおけるレーザ光の照射領域を定める光学部  
 品は、集光レンズ 6 6 に限られず、たとえば、ミラーであってもよい。

10

【 0 0 5 1 】

保護ガラス 6 5 および保護ガラス 6 7 は、それぞれ、接続部 4 7 およびレーザ光出射筐  
 体 4 9 に設けられている。保護ガラス 6 5 および保護ガラス 6 7 は、レーザツール 2 6 に  
 内蔵された光学部品を外部雰囲気から保護するために設けられている。

【 0 0 5 2 】

ヘッド本体 2 2 には、実行する付加加工の条件に合わせて、複数のレーザツール 2 6 (   
 図 4 中では、レーザツール 2 6 A、レーザツール 2 6 B およびレーザツール 2 6 C ) のう  
 ちいずれか 1 つのレーザツール 2 6 が選択的に装着される。複数のレーザツール 2 6 は、  
 ワーク上に定められるレーザ光の照射領域の形状や大きさが互いに異なる。

20

【 0 0 5 3 】

図 4 中に示す例でいえば、レーザツール 2 6 A は、集光レンズ 6 6 A を有し、この集光  
 レンズ 6 6 A によって、ワーク上に直径 2 mm の円形の照射領域を定める。レーザツール  
 2 6 B は、ホモジナイザー 6 8 および集光レンズ 6 6 B を有し、このホモジナイザー 6 8  
 および集光レンズ 6 6 B によって、ワーク上に 3 mm x 8 mm の矩形の照射領域を定める  
 。レーザツール 2 6 C は、集光レンズ 6 6 C を有し、この集光レンズ 6 6 C によって、ワ  
 ーク上に直径 4 mm の円形の照射領域を定める。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、図 1 中の付加加工用ヘッドの先端部を示す斜視図である。図 2 から図 5 を参照  
 して、次に、付加加工用ヘッド 2 1 においてワークに対して材料粉末を吐出するための機  
 構について説明する。

30

【 0 0 5 5 】

レーザツール 2 6 は、固定部材 7 1、回転部材 7 6 およびノズル 7 8 を有する ( 図 2 お  
 よび図 3 中では、ノズル 7 8 の図示が省略されている ) 。

【 0 0 5 6 】

固定部材 7 1 は、レーザ光出射筐体 4 9 と隣り合って設けられている。固定部材 7 1 は  
 、レーザ光出射筐体 4 9 に対して、レーザ光通路筐体 4 8 の反対側に設けられている。固  
 定部材 7 1 は、レーザツール 2 6 を構成する他の部品に固定して設けられている。

【 0 0 5 7 】

回転部材 7 6 は、中心軸 2 2 1 ( 図 5 を参照のこと ) を中心に回転可能に設けられてい  
 る。中心軸 2 2 1 は、レーザツール 2 6 からワークに向けて照射されるレーザ光 3 1 1 の  
 光軸に沿った方向に延びる。本実施の形態では、中心軸 2 2 1 が、レーザ光 3 1 1 の光軸  
 と重なる。回転部材 7 6 は、中心軸 2 2 1 の軸方向において、固定部材 7 1 と連設されて  
 いる。すなわち、回転部材 7 6 および固定部材 7 1 は、中心軸 2 2 1 の軸方向において並  
 んで設けられている。

40

【 0 0 5 8 】

固定部材 7 1 には、中空部 7 4 が形成されている ( 図 5 を参照のこと ) 。回転部材 7 6  
 には、中空部 7 7 が形成されている ( 図 3 を参照のこと ) 。レーザ光 3 1 1 は、中空部 7  
 4 および中空部 7 7 を通り、レーザツール 2 6 からワークに向けて照射される。

【 0 0 5 9 】

50

固定部材 7 1 および回転部材 7 6 の構造についてより具体的に説明すると、固定部材 7 1 は、基部 7 2 および円筒部 7 3 から構成されている。基部 7 2 は、レーザ光出射筐体 4 9 と隣り合って設けられている。円筒部 7 3 は、中空部 7 4 を備えた円筒形状を有する。円筒部 7 3 は、基部 7 2 からレーザ光 3 1 1 の光軸方向に沿って円筒状に延出するように設けられている。回転部材 7 6 は、基部 7 2 から円筒状に延出する円筒部 7 3 の先端に設けられている。回転部材 7 6 は、中空部 7 7 を備えた円板形状を有する。

【 0 0 6 0 】

ノズル 7 8 は、回転部材 7 6 に接続されている。ノズル 7 8 は、ワークに向けて材料粉末を吐出する。図 1 中のケーブル 2 4 から付加加工用ヘッド 2 1 に導かれた材料粉末は、後述するチューブ 8 1 を通じてノズル 7 8 に供給される。

10

【 0 0 6 1 】

ノズル 7 8 は、回転部材 7 6 からレーザ光 3 1 1 の光軸方向に沿って延出している。ノズル 7 8 は、中心軸 2 2 1 (レーザ光 3 1 1 の光軸) からその半径方向に離れた位置に設けられている。ノズル 7 8 は、回転部材 7 6 から延出する先端に、材料粉末を吐出する吐出口 7 8 j を有する。吐出口 7 8 j は、中心軸 2 2 1 (レーザ光 3 1 1 の光軸) からその半径方向に離れた位置で開口している。吐出口 7 8 j は、ワーク上に形成されるレーザ光 3 1 1 の照射領域 (スポット) と対向して開口している。

【 0 0 6 2 】

ノズル 7 8 は、回転部材 7 6 が中心軸 2 2 1 を中心に回転するのに伴って、ワークに向けて照射されるレーザ光 3 1 1 の周りで周方向に移動する。特に本実施の形態では、回転部材 7 6 の回転中心である中心軸 2 2 1 が、レーザ光 3 1 1 の光軸と重なるため、ノズル 7 8 はレーザ光 3 1 1 の光軸を中心に回転移動する。

20

【 0 0 6 3 】

ヘッド本体 2 2 は、回転駆動源としてのサーボモータ 3 1 と、クラッチ板 3 2 とを有する。レーザツール 2 6 は、クラッチ板 3 3 と、回転シャフト 3 4 と、プーリベルト 3 5 とを有する。

【 0 0 6 4 】

クラッチ板 3 2 は、サーボモータ 3 1 の出力軸に接続されている。回転シャフト 3 4 は、クラッチ板 3 3 に接続されている。ヘッド本体 2 2 に対するレーザツール 2 6 の装着時、クラッチ板 3 3 がクラッチ板 3 2 に摩擦係合することにより、サーボモータ 3 1 から出力された回転が回転シャフト 3 4 に伝達される。プーリベルト 3 5 は、回転シャフト 3 4 および回転部材 7 6 に設けられたプーリ (不図示) 間に掛け渡されている。回転シャフト 3 4 の回転がプーリベルト 3 5 を介して回転部材 7 6 に伝達されることによって、回転部材 7 6 が中心軸 2 2 1 を中心に回転する。

30

【 0 0 6 5 】

図 6 は、付加加工時のワーク表面を拡大して示す断面図である。図 6 を参照して、付加加工時、付加加工用ヘッド 2 1 が装着された工具主軸 1 2 1 の移動、および/または、ワーク 4 0 0 を保持する第 1 主軸台 1 1 1 の主軸 1 1 2 の回転によって (図 1 を参照のこと)、レーザツール 2 6 をワーク 4 0 0 に対向させつつ、付加加工用ヘッド 2 1 およびワーク 4 0 0 を相対的に移動させる。このとき、付加加工用ヘッド 2 1 (レーザツール 2 6) からワーク 4 0 0 に向けて、レーザ光 3 1 1 と、材料粉末 3 1 2 と、シールドおよびキャリア用のガス 3 1 3 とが吐出される。これにより、ワーク 4 0 0 の表面に溶融点 3 1 4 が形成され、その結果、材料粉末 3 1 2 が溶着する。

40

【 0 0 6 6 】

具体的には、ワーク 4 0 0 の表面に肉盛層 3 1 6 が形成される。肉盛層 3 1 6 上には、肉盛素材 3 1 5 が盛られる。肉盛素材 3 1 5 が冷却されると、ワーク 4 0 0 の表面に加工可能な層が形成された状態となる。材料粉末としては、アルミニウム合金およびマグネシウム合金等の金属粉末や、セラミック粉末を利用することができる。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態における付加加工用ヘッド 2 1 においては、サーボモータ 3 1 の制御によ

50

って、ワークに対する付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向を基準にして、材料粉末がノズル 7 8 からワークに向けて吐出される方向が一定となるように、ノズル 7 8 が回転駆動される。以下、そのような制御が行なわれる理由について説明する。

【 0 0 6 8 】

図 7 は、ワークに行なわれる付加加工の一例を示す斜視図である。図 8 は、図 7 中の付加加工において、ワークおよび付加加工用ヘッドの相対移動方向と、材料粉末の吐出方向との関係を示す図である。

【 0 0 6 9 】

図 7 および図 8 を参照して、付加加工用ヘッド 2 1 による付加加工により、ワーク 4 0 0 の表面上に波形状の肉盛層 4 0 1 を形成する場合が想定されている。この場合、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 を波状に相対移動させながら、肉盛層 4 0 1 を積層してゆく。このとき、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向は、図 8 中の矢印 2 1 3 に示す方向となり、加工の進行とともに連続的に変化する。

【 0 0 7 0 】

材料粉末は、ノズル 7 8 の吐出口 7 8 j からワーク 4 0 0 上のレーザ光 3 1 1 のスポット 3 1 1 p に向けて吐出される。レーザ光 3 1 1 の光軸方向から見て、ワーク 4 0 0 に対する材料粉末の吐出方向は、図 8 中の矢印 2 1 4 に示す方向となる。この際、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向と、ワーク 4 0 0 に対する材料粉末の吐出方向との間には、ワーク 4 0 0 への材料粉末の付着効率が良好となる最適な角度関係が存在する。このような角度関係は、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向と、ワーク 4 0 0 に対する材料粉末の吐出方向との角度を変えながら、ワーク 4 0 0 への材料粉末の付着状況を調べることによって特定することができる。図中に示す付加加工の一例では、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向と、ワーク 4 0 0 に対する材料粉末の吐出方向とがなす角度が である場合に、ワーク 4 0 0 への材料粉末の付着効率が最も良好となる（たとえば、ノズル 7 8 からの材料粉末の吐出量に対して 7 0 ~ 9 0 % の割合）。

【 0 0 7 1 】

本実施の形態における付加加工用ヘッド 2 1 においては、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向の変化にかかわらず、ワーク 4 0 0 および付加加工用ヘッド 2 1 の相対移動方向と、ワーク 4 0 0 に対する材料粉末の吐出方向とがなす角度が に保たれるように、ノズル 7 8 がレーザ光 3 1 1 の周りで回転駆動される。

【 0 0 7 2 】

これにより、付加加工の全体に渡ってワーク 4 0 0 への材料粉末の付着効率が良好となり、材料粉末の歩留まりを向上させることができる。また、ワーク 4 0 0 への材料粉末の付着効率にばらつきが生じないため、周方向において一定の厚みを備えた肉盛層 4 0 1 を形成することができる。

【 0 0 7 3 】

続いて、付加加工用ヘッド 2 1 におけるノズル 7 8 への材料粉末の供給機構について説明する。

【 0 0 7 4 】

図 2、図 3 および図 5 を参照して、付加加工用ヘッド 2 1 に導かれた材料粉末は、ヘッド本体 2 2 から、レーザツール 2 6 における連結部 5 2 に導入される。レーザツール 2 6 は、チューブ 8 1 を有する。チューブ 8 1 は、連結部 5 2 およびノズル 7 8 の間に設けられている。チューブ 8 1 は、連結部 5 2 に導入された材料粉末をノズル 7 8 に向けて供給する。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態では、チューブ 8 1 が、連結部 5 2 およびノズル 7 8 の間に着脱可能に設けられている。より具体的には、連結部 5 2 には、配管継手 8 6 が接続されている。ノズル 7 8 の端部（吐出口 7 8 j とは反対側の端部）には、配管継手 8 5 が接続されている。チューブ 8 1 の一方端が配管継手 8 6 を介して連結部 5 2 に接続され、チューブ 8 1 の他

10

20

30

40

50

方端が配管継手 8 5 を介してノズル 7 8 に接続されている。

【 0 0 7 6 】

このような構成によれば、材料粉末の供給路を形成するチューブ 8 1 の内壁が摩耗した場合であっても、チューブ 8 1 を容易に交換することができる。これにより、付加加工用ヘッド 2 1 のメンテナンス性を向上させることができる。

【 0 0 7 7 】

チューブ 8 1 は、可撓性を有する。チューブ 8 1 は、たとえば、樹脂製のフレキシブルチューブである。チューブ 8 1 の内周面には、耐摩耗性を向上させるためのコーティング層が設けられてもよい。

【 0 0 7 8 】

チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の周りで周回するように設けられている。チューブ 8 1 の周回中心軸は、レーザ光 3 1 1 の光軸に略一致する。チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の周りで複数回、周回するように設けられている。図 5 中に示す例では、チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の周りで 5 回、周回するように設けられている。チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の光軸方向に沿って螺旋状に設けられている。すなわち、チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の光軸方向にずれながらレーザ光 3 1 1 の周りを周回している。

【 0 0 7 9 】

チューブ 8 1 は、固定部材 7 1 (より具体的には、円筒部 7 3) の周りで周回するように設けられている。チューブ 8 1 の周回中心軸は、回転部材 7 6 の回転中心である中心軸 2 2 1 に略一致する。

【 0 0 8 0 】

固定部材 7 1 (より具体的には、基部 7 2) には、留め具 8 2 が取り付けられている。回転部材 7 6 には、留め具 8 3 が取り付けられている。チューブ 8 1 は、レーザ光 3 1 1 の周りで周回する区間の一方端にて、留め具 8 2 により固定部材 7 1 に支持され、レーザ光 3 1 1 の周りで周回する区間の他方端にて、留め具 8 3 により回転部材 7 6 に支持されている。

【 0 0 8 1 】

レーザツール 2 6 は、複数の保持ピン 8 8 を有する。複数の保持ピン 8 8 は、チューブ 8 1 をレーザ光 3 1 1 (円筒部 7 3) の周りで周回する形態に保持するように構成されている。

【 0 0 8 2 】

より具体的には、保持ピン 8 8 は、ピン形状を有する。保持ピン 8 8 は、円筒部 7 3 の外周面から径方向外側に突出するように設けられている。複数の保持ピン 8 8 は、円筒部 7 3 におけるチューブ 8 1 の経路に沿って設けられている。すなわち、複数の保持ピン 8 8 は、中心軸 2 2 1 の軸方向に位置をずらしながら、中心軸 2 2 1 の周方向に所定間隔 (本実施の形態では、90°間隔) を隔てて設けられている。チューブ 8 1 は、中心軸 2 2 1 の軸方向に隣り合う保持ピン 8 8 の間に位置決めされることにより、レーザ光 3 1 1 の周りで周回する形態に保持されている。

【 0 0 8 3 】

なお、周方向において保持ピン 8 8 が設けられる間隔は、特に限定されず、たとえば、120°間隔であってもよいし、60°間隔であってもよい。周方向において保持ピン 8 8 が設けられる間隔は、等間隔であることが好ましい。チューブ 8 1 をレーザ光 3 1 1 の周りで周回する形態に保持する機構は、上記のピン構造に限られず、たとえば、円筒部 7 3 の外周面上において中心軸 2 2 1 を中心に螺旋状に延びるリブ構造であってもよい。

【 0 0 8 4 】

チューブ 8 1 は、直線状のチューブ材であってもよいし、予め螺旋状に成形されたチューブ材であってもよい。

【 0 0 8 5 】

図 9 から図 1 1 は、図 5 中の I X - I X 線上の矢視方向から見たレーザツールを示す断面図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 6 】

図5および図9から図11を参照して、本実施の形態では、回転部材76が、中心軸211を回転中心として $\pm 180^\circ$ の範囲で回転する。図9中には、回転部材76が $0^\circ$ の位相位置にある時のノズル78の吐出口78jおよびチューブ81が示され、図10中には、回転部材76が $+180^\circ$ の位相位置にある時のノズル78の吐出口78jおよびチューブ81が示され、図11中には、回転部材76が $-180^\circ$ の位相位置にある時のノズル78の吐出口78jおよびチューブ81が示されている。

## 【 0 0 8 7 】

付加加工用ヘッド21においては、ノズル78の周方向における移動に伴って、材料粉末が導入される連結部52と、材料粉末を吐出するノズル78との間の相対的な位置関係が変化する。これに対して、レーザ光311の周りを周回するチューブ81が、ノズル78の移動方向に合わせて拡径方向または縮径方向に変形することによって、連結部52およびノズル78間の相対的な位置関係を吸収することができる。

10

## 【 0 0 8 8 】

より具体的には、回転部材76が $0^\circ$ の位相位置にある時のチューブ81の周回径を基準にして、回転部材76が $0^\circ$ から $+180^\circ$ の位相位置に向けて回転する間、チューブ81は、その周回径が大きくなるように変形する(図9に示すチューブ81から図10に示すチューブ81への変形)。回転部材76が $0^\circ$ から $-180^\circ$ の位相位置に向けて回転する間、チューブ81は、その周回径が小さくなるように変形する(図9に示すチューブ81から図11に示すチューブ81への変形)。

20

## 【 0 0 8 9 】

この際、チューブ81をレーザ光311の周りで複数回、周回させる構成によって、ノズル78の移動に伴うチューブ81の周回径の変化量を小さく抑えることができる。これにより、付加加工用ヘッド21をコンパクトに構成することができる。また、チューブ81は、レーザ光311の光軸方向に沿って螺旋状に設けられるため、特にレーザ光311の光軸に対する半径方向(中心軸211の半径方向)において、付加加工用ヘッド21をコンパクトに構成することができる。

## 【 0 0 9 0 】

さらに本実施の形態では、回転部材76が $-180^\circ$ の位相位置にある時、チューブ81が、固定部材71(円筒部73の外周面)に接触する。このような構成によれば、ノズル78の移動に伴って変化するチューブ81の周回径の最大値を小さく抑えることができる。

30

## 【 0 0 9 1 】

なお、回転部材76の回転範囲は、上記の $\pm 180^\circ$ に限られず、付加加工時におけるレーザ照射の軌跡などを考慮して適宜、設定してもよい。この際、回転部材76の回転範囲に合わせて、チューブ81の周回数や全長などを変更してもよい。

## 【 0 0 9 2 】

チューブ81の周回形態は、上記のレーザ光311の光軸方向に沿った螺旋状に限られず、たとえば、レーザ光311の光軸を中心とする渦巻き形状であってもよい。

## 【 0 0 9 3 】

本発明が適用される付加加工法は、指向性エネルギー堆積法に限られず、たとえば、材料上に原料ガスを供給しながらレーザ光を照射するレーザCVD法であってもよい。

40

## 【 0 0 9 4 】

以上に説明した、この発明の実施の形態における付加加工用ヘッド21および加工機械100の構造を、本発明の構成と対応させて説明すると、本実施の形態における付加加工用ヘッド21は、ワークに対して材料としての材料粉末を吐出するとともにエネルギー線としてのレーザ光311を照射しながら相対移動可能な付加加工用ヘッドである。付加加工用ヘッド21は、材料粉末が導入される導入部としての連結部52と、ワークに向けて照射されるレーザ光311の周りで周方向に移動可能に設けられ、材料粉末を吐出するノズル78と、連結部52およびノズル78の間に設けられ、連結部52に導入された材料

50

粉末をノズル 7 8 に向けて供給する管部材としてのチューブ 8 1 とを備える。チューブ 8 1 は、可撓性を有し、レーザ光 3 1 1 の周りで周回するように設けられる。

【 0 0 9 5 】

また、加工機械 1 0 0 は、ワークの除去加工および付加加工が可能な加工機械である。加工機械 1 0 0 は、付加加工用ヘッド 2 1 と、ワークを保持するワーク保持部としての第 1 主軸台 1 1 1 および第 2 主軸台と、ワークの除去加工のための工具を保持する工具保持部としての工具主軸 1 2 1 および下刃物台とを備える。

【 0 0 9 6 】

このように構成された、この発明の実施の形態における付加加工用ヘッド 2 1 および加工機械 1 0 0 によれば、周方向に移動するノズル 7 8 に材料粉末を供給する機構を、簡易な構成により実現するとともに、ノズル 7 8 の移動に伴ってワークへの材料粉末の供給量が変動することを抑制できる。

10

【 0 0 9 7 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 9 8 】

この発明は、たとえば、指向性エネルギー堆積法による付加加工を実行するための付加加工用ヘッドに適用される。

20

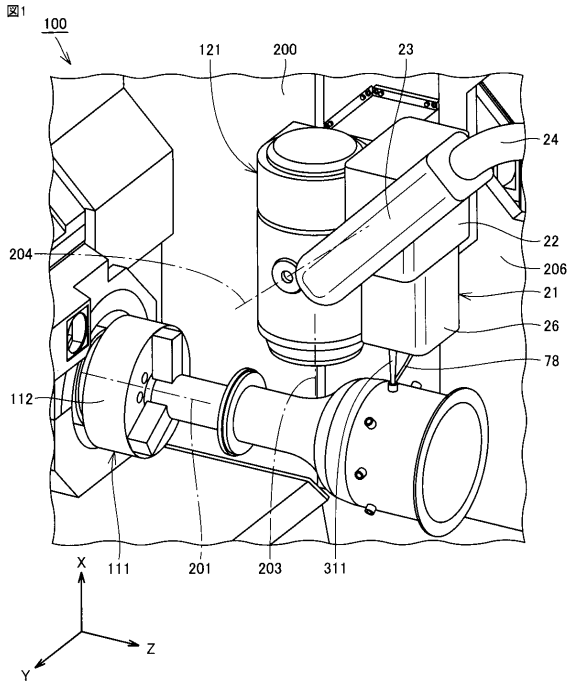
【 符号の説明 】

【 0 0 9 9 】

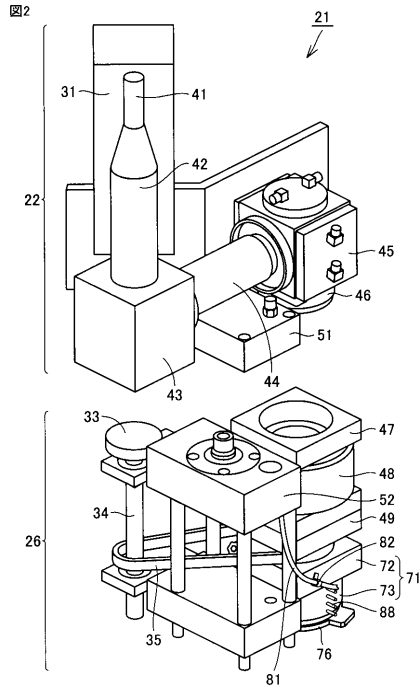
2 1 付加加工用ヘッド、2 2 ヘッド本体、2 3 ケーブル継手、2 4 ケーブル、2 6 , 2 6 A , 2 6 B , 2 6 C レーザツール、3 1 サーボモータ、3 2 , 3 3 クラッチ板、3 4 回転シャフト、3 5 プーリベルト、4 1 光ファイバ、4 2 レーザ光入射管、4 3 , 4 5 , 4 8 レーザ光通路筐体、4 4 レーザ光通路管、4 6 , 4 7 接続部、4 9 レーザ光出射筐体、5 1 , 5 2 連結部、6 1 コリメーションレンズ、6 2 , 6 3 反射鏡、6 4 , 6 5 , 6 7 保護ガラス、6 6 , 6 6 A , 6 6 B , 6 6 C 集光レンズ、6 8 ホモジナイザー、7 1 固定部材、7 2 基部、7 3 円筒部、7 4 , 7 7 中空部、7 6 回転部材、7 8 ノズル、7 8 j 吐出口、8 1 チューブ、8 2 , 8 3 留め具、8 5 , 8 6 配管継手、8 8 保持ピン、1 0 0 加工機械、1 1 1 第 1 主軸台、1 1 2 主軸、1 2 1 工具主軸、2 0 1 , 2 0 3 , 2 0 4 , 2 1 1 , 2 2 1 中心軸、2 0 6 スブラッシュガード、3 1 1 レーザ光、3 1 1 p スポット、3 1 2 材料粉末、3 1 3 ガス、3 1 4 溶融点、3 1 5 肉盛素材、3 1 6 , 4 0 1 肉盛層、4 0 0 ワーク。

30

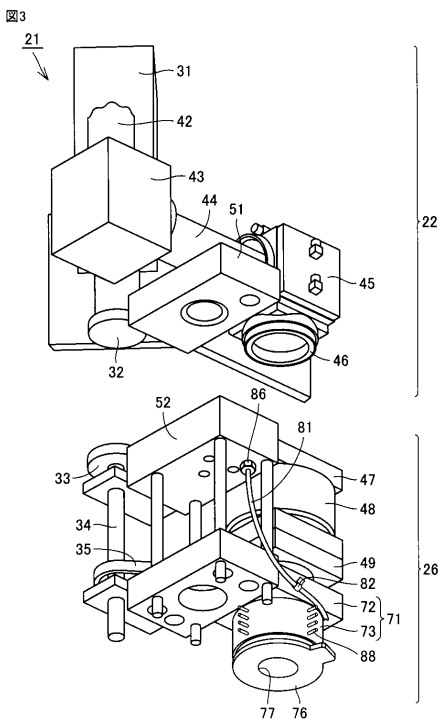
【 図 1 】



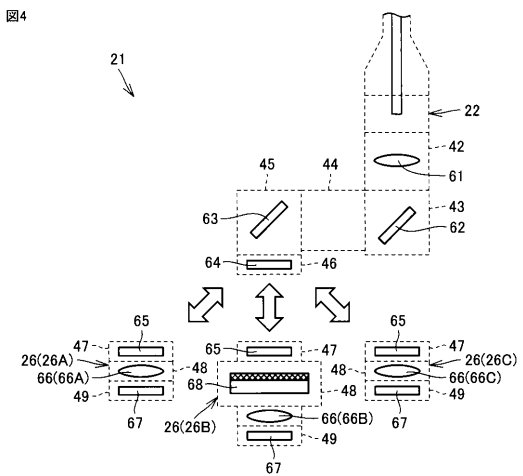
【 図 2 】



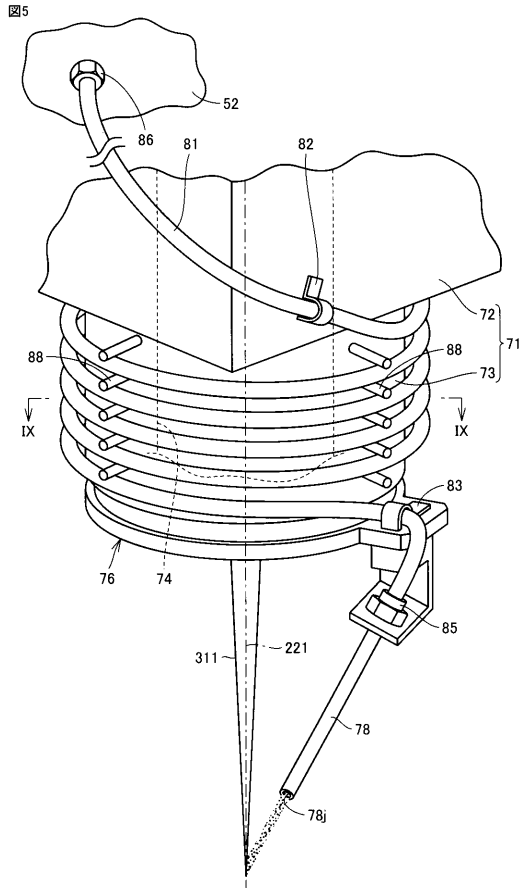
【 図 3 】



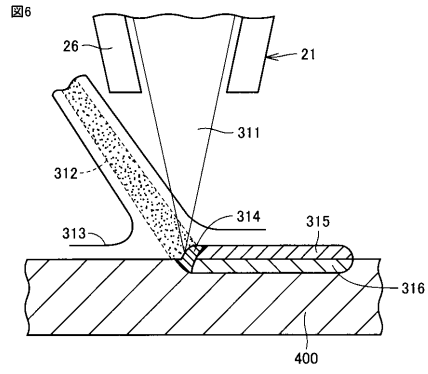
【 図 4 】



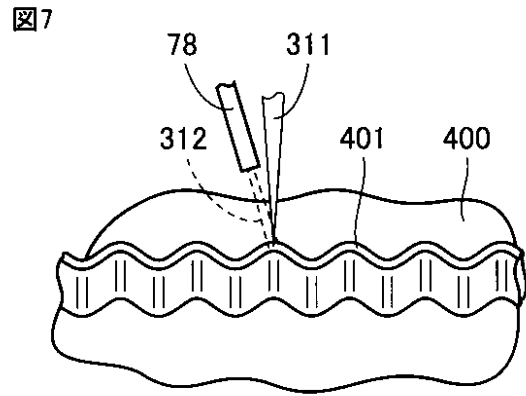
【 図 5 】



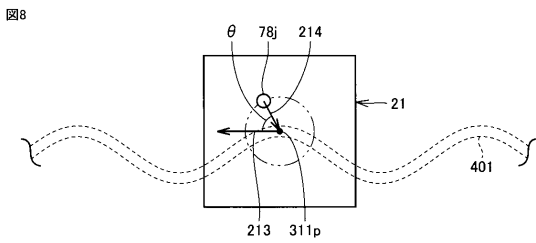
【 図 6 】



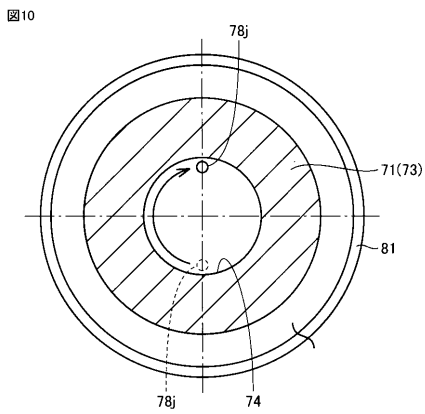
【 図 7 】



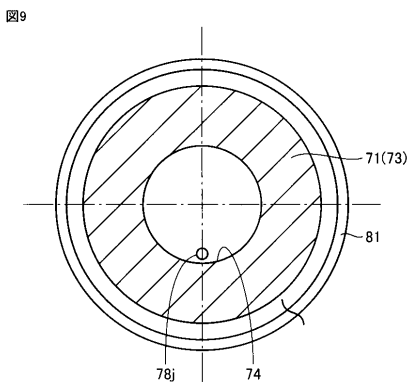
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】



【 図 11 】

