

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加工部位に対してレーザビームを照射するとともに、該加工部位のレーザビーム照射部に粉末材料を吐出するレーザ加工ヘッドに装着する同軸状の粉末金属肉盛ノズルであって

内部に前記粉末金属を充填する円環状の粉末金属充填空間を有する本体部と、該本体部に接続され前記粉末金属充填空間に連通し前記粉末金属を吐出する吐出口に開口する複数の吐出通路を有するノズル部とからなり、前記粉末金属充填空間を前記本体部に穿設され前記粉末金属充填空間に開口する粉末金属を供給する複数の供給路の各供給路に対応する充填領域に分割することを特徴とする粉末金属肉盛ノズル。

10

【請求項 2】

前記粉末金属充填空間は前記本体部の外側部材に内側部材を内嵌して形成されており該内側部材に前記粉末材料充填空間を分割する分割部を有する請求項 1 に記載の粉末金属肉盛ノズル。

【請求項 3】

前記吐出通路は前記ノズル部の外側ノズル部材に外周部に複数の溝部を有する内側ノズル部材を内嵌して形成される請求項 1 または 2 に記載の粉末金属肉盛ノズル。

【請求項 4】

前記供給路は前記粉末金属を前記充填領域の円弧の中心方向に充填するように前記円弧の中央部に設ける請求項 1 または 2 に記載の粉末金属肉盛ノズル。

20

【請求項 5】

前記内側ノズル部材の先端面を前記外側ノズル部材の先端面に対して軸線方向に所定量後退させて嵌合する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の粉末金属肉盛ノズル。

【請求項 6】

前記分割部は前記内側部材とは別体の着脱可能な分割部材である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の粉末金属肉盛ノズル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吐出した粉末金属にレーザビームを照射して加工部位に粉末金属を肉盛りする粉末金属肉盛ノズルに関する。

30

【背景技術】

【0002】

粉末金属肉盛ノズルとしては図 19 に示すレーザによる粉末金属クラディングノズルが知られている（特許文献 1）。

【0003】

図 19 に示す粉末金属クラディングノズル 100 は、フロントユニット 101 にリアユニット 102 を螺着して構成されており、リアユニット 102 はフロントユニット 101 から後方（図では上方）に延びるビーム通路 103 を有し、フロントユニット 101 は、先端にビーム通路 103 に正合する開口 104 を有している。また、フロントユニット 101 に内嵌しているリアユニット 102 の外側面 105 と、フロントユニット 101 の内側面 106 とで円錐状の通路 107 が形成されており、円錐状の通路 107 の上部には粉末金属の供給路 108 が開口している。

40

【0004】

以上のように構成された粉末金属クラディングノズルにおいては、粉末金属が供給路 108 から通路 107 へ供給され、供給された粉末金属は通路 107 に沿って移動して開口 104 から加工部位 W へ放出される。また、レーザ発生装置 109 から発生したビームはレンズなどの光学系 110 で集光されビーム通路 103 を通って開口 104 から加工部位 W へ照射される。レーザビームは放出された粉末金属を溶融する。このように図の粉末金属クラディングノズルを用いることにより加工部位にクラッド層を形成することが

50

できる。

【特許文献1】特表平10-501463号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記の粉末金属クラディングノズルでは、ノズルの軸線を鉛直方向に保持してクラディングする場合には良好なクラッド層を得ることができるが、ノズルの軸線を鉛直方向に対して傾斜した姿勢で使用する場合には、ノズル100の通路107内で重力により粉末金属が偏ってしまい、開口104から粉末金属を均一に放出することができない。その結果、良好なクラッド層を得ることができないと云う問題があった。

10

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、加工部位に対してレーザービームを照射するとともに、該加工部位のレーザービーム照射部に粉末材料を吐出するレーザー加工ヘッドに装着する同軸状の粉末金属肉盛ノズルであって、鉛直方向に対して軸線を傾斜しても粉末金属をノズル先端の吐出口の周縁に沿って均等に吐出できる粉末金属肉盛ノズルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、加工部位に対してレーザービームを照射するとともに、該加工部位のレーザービーム照射部に粉末材料を吐出するレーザー加工ヘッドに装着する同軸状の粉末金属肉盛ノズルであって、内部に前記粉末金属を充填する円環状の粉末金属充填空間を有する本体部と、該本体部に接続され前記粉末金属充填空間に連通し前記粉末金属を吐出する吐出口に開口する複数の吐出通路を有するノズル部とからなり、前記粉末金属充填空間を前記本体部に穿設され前記粉末金属充填空間に開口する粉末金属を供給する複数の供給路の各供給路に対応する充填領域に分割することを特徴とする。

20

【0008】

上記の構成によれば、粉末金属充填空間を粉末金属を供給する各供給路に対応する充填領域に分割するとともに、ノズル部先端の吐出口に開口する粉末金属の吐出通路とを有するので、各充填領域に充填された粉末金属を、各充填領域の範囲で吐出口まで誘導して吐出口の周縁から均一に吐出することができる。

30

【0009】

請求項2に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、請求項1に記載の粉末金属肉盛ノズルにおいて、前記粉末金属充填空間は前記本体部の外側部材に内側部材を内嵌して形成されており該内側部材に前記粉末材料充填空間を分割する分割部を有することを要旨とする。

【0010】

粉末金属充填空間は本体部の外側部材に内側部材を内嵌して形成されているので、内側部材に分割部を有することにより粉末金属充填空間を各供給路に対応する充填領域に分割することができる。

40

【0011】

請求項3に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、請求項1または2に記載の粉末金属肉盛ノズルにおいて、前記吐出通路は前記ノズル部の外側ノズル部材に外周部に複数の溝部を有する内側ノズル部材を内嵌して形成されることを要旨とする。

【0012】

粉末金属の吐出通路を内側ノズル部材の外周部に形成した溝部とすることで、吐出通路の形成と保守管理とを容易に行うことができる。

【0013】

請求項4に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、

50

請求項 1 または 2 に記載の粉末金属肉盛ノズルにおいて、前記供給路は前記粉末金属を前記充填領域の円弧の中心方向に充填するように前記円弧の中央部に設けることを要旨とする。

【0014】

供給路を充填領域の円弧の中心に向かって、かつ円弧の中央部に設けることにより、粉末金属は充填領域内で左右に分散するように充填される。従って、粉末金属を吐出口の周縁からさらに均一に吐出することができる。

【0015】

請求項 5 に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の粉末金属肉盛ノズルにおいて、前記内側ノズル部材の先端面を前記外側ノズル部材の先端面に対して軸線方向に所定量後退させて嵌合することを要旨とする。

10

【0016】

内側ノズル部材の先端面を外側ノズル部材の先端面に対して軸線方向に所定量後退させて嵌合することにより、加工部位へ吐出される粉末材料の集中範囲が広がることにより粉末材料のパウダ効率を向上することができる。

【0017】

請求項 6 に記載の粉末金属肉盛ノズルに係わる発明は、上記の目的を達成するために、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の粉末金属肉盛ノズルにおいて、前記分割部は前記内側部材とは別体の着脱可能な分割部材であることを要旨とする。

20

【0018】

分割部を内側部材とは別体の着脱可能な分割部材とすることにより、適宜所望の大きさの充填領域に分割することができるので、レーザ加工ヘッドを傾斜して肉盛り加工する場合に傾斜角度に合わせて肉盛り層の形状を調整することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の実施の形態を図 1 ~ 図 6 を参照しながら説明する。ここで、図 1 は粉末金属肉盛ノズルの全体構成を示す断面模式図であり、これらのうち図 2 は図 1 の A - A 断面、図 3 は図 1 の B - B 断面を示す模式図である。また、図 4 と図 5 はノズル本体部の内側部材であって、図 4 は断面図であり、図 5 は C 視正面図である。図 6 はノズル部の内側ノズル部材の側面図である。

30

【0020】

この粉末金属肉盛ノズル 1 は、円柱状の本体部 2 と、本体部 2 に同軸状に結合されたノズル部 3 とからなる。

【0021】

本体部 2 は外側部材 4 と外側部材 4 の中央空間に嵌めこまれた内側部材 5 とを備えており、外側部材 4 と内側部材 5 との間には不活性ガスを充填する円環状のガス充填空間 6 と、キャリアガスとともに粉末金属を充填する粉末金属充填空間 7 とが形成されている。

【0022】

ガス充填空間 6 には、外側部材 4 に穿設されたガス供給路 8 と、内側部材の内壁に穿孔して形成した複数のガス吐出路 9 とが開口しており、ガス供給路 8 とガス吐出路 9 とはガス充填空間 6 を介して連通している。

40

【0023】

粉末金属充填空間 7 には複数の供給路 10 が開口しており、粉末金属充填空間 7 は分割部 11 によって各々の供給路 10 に対応する充填領域 12 に分割されている。

【0024】

また、粉末金属充填空間 7 の底部には粉末金属をノズル部へ誘導する多数の誘導孔 13 が底部の円周に沿って軸線 H と平行に外側部材 4 の下面に開口するように形成されている。

【0025】

50

ノズル部 3 は前記の本体部 2 に結合した外側ノズル部材 1 4 と、外側ノズル部材 1 4 に内嵌された内側ノズル部材 1 5 とで構成されている。ノズル部 3 は結合部材 1 7 で本体部 2 に螺合されている。外側ノズル部材 1 4 と内側ノズル部材 1 5 との間には本体部 2 に形成された誘導孔 1 3 に連通する複数の粉末金属の吐出通路 1 8 がノズル部 3 の吐出口 1 9 に開口するように設けられている。吐出通路 1 8 は、外側ノズル部材 1 4 の内周面、または、内側ノズル部材 1 5 の外周面、あるいはこれらの両面に形成した溝部とすることができる。図 6 に外周面に溝部 2 0 を形成した内側ノズル部材 1 5 の一例を示す。溝部 2 0 は、内側ノズル部材 1 5 の先端部に平滑部 5 を残して形成してもよい。また、内側ノズル部 1 5 の内部には本体部 2 の内側部材 5 の中央空間に連通したレーザ L が通過するレーザ通路 2 1 が形成されており、レーザ通路 2 1 は内側ノズル部材 1 5 の先端で開口して照射口 2 2 を形成している。また、レーザ通路 2 1 はガス吐出路 9 から吐出された窒素ガスなどの不活性ガスの通路も兼ねており、不活性ガスは照射口 2 2 から加工部位 W へ噴射される。なお、図 1 の は Oリングなどのシール材であり、本体部 2 の外側部材 4 と内側部材 5 とで形成されるガス充填空間 6 や粉末金属充填空間 7 などの気密性を保持するようになっている。また、シール材は本体部 2 とノズル部 3 との当接面の適宜の位置にも設けられている。

10

20

30

40

50

【0026】

以上のように構成された粉末金属肉盛ノズル 1 は、レーザ加工ヘッドのレーザビーム発生手段と結合され、さらに、本体部 2 の粉末金属の供給路 1 0 を図示しない粉末金属供給管を介して粉末金属供給源（以下、フィーダという）に接続されることによって以下のよ

【0027】

粉末金属肉盛ノズル 1 の本体部 2 の上方に接続されたレーザビーム発生手段から出射されたレーザビーム L は、レーザ通路 2 1 を通過して照射口 2 2 から加工部位 W へ照射される。

【0028】

一方、フィーダからキャリアガスとともに粉末金属供給管を介して粉末金属の供給路 1 0 に供給された粉末金属 P は、粉末金属充填空間 7 の分割部 1 1 で区画されたそれぞれの充填領域 1 2 へ等分に充填される。充填された粉末金属 P は、誘導孔 1 3 と吐出通路 1 8 を通って吐出口 1 9 から加工部位 W の周辺へ吐出される。吐出された粉末金属 P は、レー

【0029】

本発明の粉末金属肉盛ノズル 1 は、本体部 2 に形成された粉末金属充填空間 7 が分割部 1 1 で供給路 1 0 に対応するように区画されているので、粉末金属 P を円周状の吐出口 1 9 のそれぞれの充填領域に対応する範囲から均等に吐出することができる。

【0030】

上記のように粉末金属 P はキャリアガスとともに各供給路 1 0 から対応するそれぞれの領域に充填されるので、粉末金属 P の吐出口 1 9 からの吐出状態は、充填領域 1 2 への粉末金属の充填方向、つまり充填領域 1 2 に対する供給路 1 0 の配設態様によって異なる。ここでは、4 箇所の供給路 1 0 から分割部 1 1 によって 4 分割された各充填領域 1 2 へ粉

【0031】

第 1 の態様は、粉末金属 P を円弧状の充填領域 1 2 の接線方向となるように充填する態様であり、図 7 に概念図で示す。各供給路 1 0 は対応する充填領域 1 2 の端部に配置されており、円弧の接線方向に開口している。この第 1 の態様のノズルについて、加工部位 W から見た粉末金属 P の吐出状態を図 8 に概念図で示す。粉末金属 P は、吐出口 1 9 の円周上で分割部 1 1 に対応するそれぞれの p 1 ~ p 4 の部位から集中して均一に吐出される。

【0032】

第 2 の態様は、各充填領域 1 2 の円弧を二等分する位置から円弧の中心 O に向かって粉末金属 P を充填する態様であり、図 9 に概念図で示す。粉末金属 P を円弧の中心 O 方向に

キャリアガスとともに充填することにより、粉末金属 P は充填領域 1 2 の内部部材 5 の壁面に沿って左右に分散される。従って、粉末金属 P は各充填領域 1 2 内で第 1 の態様よりも分散した状態で充填されるので吐出口 1 9 の周囲からさらに均等に吐出されることとなる。この第 2 の態様のノズルについて、加工部位 W から見た粉末金属 P の吐出状態を図 1 0 に概念図で示す。粉末金属 P は、吐出口 1 9 の円周上で楕円 p のように第 1 の態様よりもさらに均等に吐出される。

【 0 0 3 3 】

なお、粉末金属 P を吐出口 1 9 の円周上で同時に吐出するために、粉末金属 P を供給する粉末金属供給源（以下、フィーダという）から各供給路 1 0 までの距離は、図 1 1 に示すように等距離であることが望ましい。図 1 1 は、粉末金属 P の供給経路を示す概念図である。キャリアガス G によってフィーダ F から送出された粉末金属 P は、送給経路 R の途中に設けられたチーズなどの分岐手段 r 1、r 2 で順次等分に分岐されながら供給路 1 0 を通って各充填領域 1 2 へ充填される。この時、フィーダ F の送出口 J から各供給路 1 0 までの送給距離が等しくなるようにする。各充填領域 1 2 へ粉末金属を供給する供給距離を等しくすることにより、粉末金属 P は各充填領域 1 2 から加工部位 W へ同時に吐出されるので、安定した肉盛り加工を実施することができる。

10

【 0 0 3 4 】

第 3 の態様は、各充填領域の大きさを異なったものとし、粉末金属を円弧の中心 O に向かって充填する態様である。第 1 および第 2 の態様では、いずれも粉末金属充填空間 7 を分割部 1 1 で均等に分割して充填領域 1 2 を同一の大きさとした。しかし、各充填領域 1 2 の大きさをノズル 1 の傾斜時の位置によって異なる大きさとしてもよい。図 1 2 にその一例を概念図で示す。

20

【 0 0 3 5 】

図 1 2 は、供給路 1 0 a と 1 0 c とを水平方向とし、供給路 1 0 b を上方に、供給路 1 0 d を下方となるように粉末金属肉盛りノズル 1 を傾斜して肉盛り加工を行う場合である。この時、上方の供給部 1 0 b に対応する充填領域 1 2 b を広く、また、下方の供給路 1 0 d に対応する充填領域 1 2 d を狭くなるように本体 2 の内側部材 5 の分割部 1 1 を形成したものである。

【 0 0 3 6 】

このように、充填領域の大きさを異なったものとするにより、各充填領域へ供給される粉末金属の流速が同じであっても、吐出口から吐出される粉末金属の流速を吐出口の周縁の部位によって変化させることができるので、加工部位に形成される肉盛り層の形状を所望の形状に制御することができる。

30

【 0 0 3 7 】

なお、この態様においては、各充填領域 1 2 の大きさを所望によって容易に変更できるように、内側部材 5 の分割部 1 1 を内側部材と別体の着脱自在の分割部材 3 0 とすることも好ましい。別体とした分割部材 3 0 の一例を図 1 3 に斜視図で示す。分割部材 3 0 は、底部に設けたピン 3 1 を粉末金属充填空間 7 の底部に開口している多数の誘導孔 1 3 の所望の位置に挿着することで、粉末金属充填空間 7 を任意の大きさの充填領域 1 2 に分割することができる。

40

（試験例）

以下、試験例によって本発明をさらに詳しく説明する。

（ 1 ）試験例 1

試験例 1 では、ノズル部の外側ノズル部材と寸法の異なる内側ノズル部材とを組み合わせ準備した 3 種類の粉末金属肉盛りノズルについて、加工部位における粉末金属の集中度と、肉盛り層を形成した時の粉末金属の歩留まり（以後、パウダ効率という）とを求めた。なお、本体部の粉末材料充填空間は図 7 に示す第 1 の態様のようにならに等分に 4 分割したものをを用い、内側ノズル部材は、図 6 に示す外側部材と嵌合して吐出通路 1 8 を形成する溝部 2 0 を有するものを使用した。

【 0 0 3 8 】

50

粉末金属の集中度は、粉末金属を吐出するノズルの先端から加工部位までの垂直距離（以下、吐出距離という）によって変化する。一般的には、吐出距離が小さいほど粉末金属の集中度は高い。しかし、吐出距離が小さいと、肉盛り層形成による加工部位からの輻射熱やスパッタなどの影響を受けやすい。このため、ある程度の吐出距離をとることが必要となる。ここでは、先端から加工部位までの吐出距離が15mmの外部ノズル部材に、吐出距離がそれぞれ15mm、20mm、25mmと異なる3個の内部ノズル部材を組み合わせて、3種類の粉末金属肉盛ノズルA、B、Cを準備した。なお、粉末金属肉盛ノズルAの内側ノズル部材は、その先端5mmに溝部を形成していない平滑部Sを有するものであった。

(1-1) 粉末金属の集中度

粉末材料の集中度は、粉末金属肉盛ノズルを鉛直下向きに配置し、粉末金属の焦点位置に直径5mmのアーチャを設置して、粉末金属の供給量X1に対するアーチャを通過した通過量X2の重量百分率（ $X2 / X1 \times 100$ ）とした。なお、ノズル先端からアーチャまでの距離（吐出距離）は15mmとした。

【0039】

この様に設置した粉末金属肉盛ノズルに、キャリアガス（窒素ガス）の流量：14L/min、粉末金属の供給速度：0.9g/minで、粉末金属：CuLS50を供給して、吐出された粉末金属の集中度を測定した。結果を表1に示す。なお、表1では粉末金属の集中度を粉末金属肉盛ノズルAで得られた測定値を1とした相対値で表示した。

【0040】

すなわち、粉末金属の集中度示は、粉末金属肉盛ノズルA（内側ノズル部材の吐出距離：15mm）では1、粉末金属肉盛ノズルB（同：20mm）では0.98、粉末金属肉盛ノズルC（同：25mm）では0.93となり、外側ノズル部材と内側ノズル部材との吐出距離の差が小さいほど集中度の高いことが分かった。

【0041】

【表1】

ノズルの種類	集中度	パウダ効率	
		時計回り	反時計回り
A	1	0.89	0.86
B	0.98	0.96	1
C	0.93	0.86	0.94

【0042】

(1-2) パウダ効率

まず、この試験で使用したレーザ肉盛加工装置についてその概要を説明する。

【0043】

図17はレーザ肉盛加工装置の全体構成を示す斜視図である。レーザ肉盛加工装置70は、シリンダヘッドHのバルブシート部にレーザ肉盛加工を行うレーザ肉盛加工装置であ

10

20

30

40

50

って、シリンダヘッドHを傾動して保持するシリンダヘッド保持手段72と、加工部位にレーザビームを照射するとともに粉末金属を吐出するレーザ加工ヘッド74と、レーザ加工ヘッド74を鉛直方向に傾斜して保持し鉛直線周りに回転する回転手段76と、レーザ加工ヘッド76に粉末金属を供給する粉末金属供給手段78とから構成されている。

【0044】

次に、上記のレーザ肉盛加工装置70のレーザ加工ヘッド74の概略構成を図18に示す。図18はレーザ加工ヘッド74の正面概要図であり、レーザ加工ヘッド74は、レーザビームを発生するレーザビーム発生手段82と、発生したレーザビームを通過するとともに粉末金属を吐出する粉末金属肉盛ノズル84とを備えている。レーザビーム発生手段82と粉末金属肉盛ノズル84とはレーザビームを集光する光学系部86を介して一体的に接続されている。粉末金属肉盛ノズル84には粉末金属Pを供給する供給ホース88が接続されて、供給ホース88は粉末金属供給手段78に接続されている。

10

【0045】

以上のように構成されるレーザ加工ヘッド74の粉末金属肉盛ノズル84として、上記の粉末金属肉盛ノズルA、B、Cを装着してバルブシート試験片に肉盛り層を形成し、各粉末金属肉盛ノズルのパウダ効率を確認した。

【0046】

ここで、パウダ効率は、粉末金属の供給重量Wに対するクラッド前のバルブシート試験片の重量W1とクラッド後のバルブシート試験片の重量W2との差の百分率($(W2 - W1) / W \times 100$)として求めた。

20

【0047】

パウダ効率はレーザ加工ヘッドの回転方向によって異なるので、回転方向を加工部位に対して時計回りと反時計回りの2方向として各々のパウダ効率を求めた。なお、クラッド条件は、レーザ出力：2.6kw、加工速度：0.9m/min、キャリアガス(窒素ガス)流量：14L/min、センタガス流量：6L/min、粉末金属供給速度：0.9g/sec、粉末金属の種類：CuLS70(#52)とした。この時、レーザ加工ヘッドの傾斜角度は鉛直方向下向きに対して35°であった。結果を表1に併記する。なお、表1では最も高い値の得られた粉末金属肉盛ノズルBの反時計回りのパウダ効率を1とした相対値で表示した。

【0048】

粉末金属肉盛ノズルA(内側ノズル部材の吐出距離：15mm)では、回転方向による差は小さいもののパウダ効率は低い。粉末金属肉盛ノズルB(同：20mm)では、回転方向によって0.04の違いが認められるが、いずれの回転方向でも0.96以上の高いパウダ効率を得られた。粉末金属肉盛ノズルC(同：25mm)では、回転方向によるパウダ効率の差が0.08と大きなものであり、かつ粉末金属肉盛ノズルBに比べて低いパウダ効率しか得られなかった。

30

【0049】

前記の集中度測定では、粉末金属肉盛ノズルAの方が粉末金属肉盛ノズルBよりも高い集中度を得ることができた。しかし、パウダ効率では、粉末金属肉盛ノズルBのほうが粉末金属肉盛ノズルAよりも高いパウダ効率を得られた。一般的に、粉末金属の集中度とパウダ効率とは比例関係にあると考えられるが、前記のような相違はそれぞれのズル部の先端構造の違いによるものと推察される。

40

【0050】

図14に粉末金属肉盛ノズルAと粉末金属肉盛ノズルBとの先端形状を拡大して示す。図14で、Xは加工部位の肉盛加工面を示し、肉盛加工面Xを挟んで上がノズル先端の概念図であり、下には加工部位Wへ吐出された粉末材料Pの集中状態を推測して示した正面図である。点線で示した円Wは加工部位の範囲であり、この試験では直径5mmの円である。また、実線で囲ったpは各充填領域に対応して吐出される粉末金属の集中範囲を示している。

【0051】

50

粉末金属肉盛ノズル A (図 1 4 の左図) の先端は、外側ノズル部材 1 4 と内側ノズル部材 1 5 との吐出距離 D がそれぞれ 1 5 mm と同一距離となっている。しかし、内側ノズル部材 1 5 の先端部 5 mm は溝部 2 0 が形成されていない平滑部 S となっている。一方、粉末金属肉盛ノズル B (図 1 4 の右図) の内側ノズル部材 1 5 は吐出距離が 2 0 mm であるが、吐出先端まで溝部 2 0 が形成されている。従って、溝部 2 0 の先端 Q から加工部位 W までの距離 d は、粉末金属肉盛ノズル A、B とともに 2 0 mm で等しい。

【 0 0 5 2 】

粉末金属肉盛ノズル A では、 Q 点まで誘導された粉末金属 P は溝部 2 0 が形成されていない平滑部 S によってさらに誘導されて吐出口 1 9 から加工部位 W へ吐出される。その結果、粉末金属 P は、加工部位 W のそれぞれに独立した範囲 $p 1 \sim p 4$ へ集中して吐出されるものと考えられる。

10

【 0 0 5 3 】

一方、粉末金属肉盛ノズル B では、内側ノズル部材 1 5 の先端は外側ノズル部材 1 4 の先端より軸方向に 5 mm 後退しているため、溝部 2 0 の Q 点から吐出された粉末金属 P は、加工部位 W ではお互いに重なり合う範囲 $p 5 \sim p 8$ に分散して吐出される。このため、粉末金属 P は肉盛加工時の溶湯プールに取り込まれ易くなり高いパウダ効率が得られたものと推測される。

【 0 0 5 4 】

すなわち、内側ノズル部材の先端面を外側ノズル部材に対して軸方向に所定量後退させることによりパウダ効率を高めることができるわけである。

20

(2) 試験例 2

傾斜して保持した粉末金属肉盛ノズルについて、本体部の粉末金属充填空間の分割方法を図 1 2 のように上方の充填領域を広く、下方の充填領域を狭く設定した粉末金属肉盛ノズル D を用いて、バルブシート試験片に肉盛り層を形成した。また、比較のために粉末金属充填空間を 4 等分した粉末金属肉盛ノズル E を用いて同様に肉盛り層を形成して、得られた各肉盛り層の断面形状を比較した。

なお、バルブシート試験への肉盛加工には、試験例 1 と同様の図 1 7、1 8 に示すレーザ肉盛加工装置を使用した。

【 0 0 5 5 】

粉末金属肉盛ノズル D は、図 1 2 に示すように、粉末金属充填空間を上方の充填領域 1 2 b を広く (分割部 1 1、1 1 と軸心 O とのなす角度: $b = 150^\circ$)、下方の充填領域 1 2 d を狭く (同: $d = 30^\circ$)、水平方向の充填領域 1 2 a 、1 2 c は均等 (同: $a = 90^\circ$ 、 $c = 90^\circ$) に分割し、ノズル部は、試験例 1 の粉末金属肉盛ノズル B と同様のノズル組合せで構成したものである。また、比較のための粉末金属肉盛ノズル E は、粉末金属充填空間を 4 等分し (同: $= 90^\circ$)、ノズル部は、試験例 1 の粉末金属肉盛ノズル B と同様のノズル組合せで構成したものである。

30

【 0 0 5 6 】

以上の構成からなる粉末金属肉盛ノズル D と E とを図 1 8 に示すレーザ加工ヘッド 7 4 に装着してシリンダヘッドのバルブシート用の溝部 (外径: 3 3 mm、内径: 2 1 mm) にレーザ肉盛加工を施した。

40

【 0 0 5 7 】

なお、レーザ肉盛加工装置の主な仕様は、レーザ: 3 k w 半導体レーザ、レーザ加工ヘッド傾斜角度: 鉛直に対して 3 5 度、レーザ加工ヘッドの回転: 正転逆転 4 2 0 度 (オーバラップ 6 0 度)、レーザ加工時間: 7 秒、であった。また、主な肉盛加工条件は、加工速度: 0 . 9 m / m i n、レーザ出力: 2 . 6 k w、粉末金属供給速度: 0 . 9 g / s e c、粉末金属の種類: C u L S 5 0 (銅系粉末)、キャリアガス (窒素ガス) 流量: 1 0 L / m i n、センタガス流量: 6 L / m i n であった。

【 0 0 5 8 】

各肉盛り層の断面観察結果を図 1 5 および図 1 6 に示す。図 1 5 は、粉末金属肉盛ノズル D を用いた試験例 2 であり、図 1 6 は粉末金属肉盛ノズル E を使用した比較例である。

50

【 0 0 5 9 】

c は、形成された肉盛り層であり、点線で示す f は加工部位 W の肉盛り加工前の試験片の表面である。また、鎖線で示す s は形成された肉盛り層を製品形状に仕上げ加工する加工面である。

【 0 0 6 0 】

図 1 6 に示すように粉末金属肉盛ノズル E で形成された肉盛り層は、肉盛り層 c の下部 a が垂れ下がった形状となった。このため肉盛り層 c の上部 b では加工面 s に対して加工代を確保することができず、加工後に黒皮が残ることがあり、バルブシートの品質が低下することが分かる。また、この場合には、上部 b 付近で母材アルミの溶融量が増大し、肉盛り層のアルミ希釈濃度は 1 重量% 以上と大きなものとなった。

10

【 0 0 6 1 】

一方、図 1 5 に示す試験例 2 では、肉盛り層 c は加工面 s に対してほぼ平行に形成されている。このため黒皮は仕上げ加工によってすべて除去されるので良好なバルブシートの得られることがわかる。なお、試験例 2 で形成された肉盛り層のアルミ希釈濃度は、0.5 重量% 以下であった。

【 0 0 6 2 】

粉末金属肉盛ノズルを傾斜して肉盛り加工する場合には、試験例 2 のように、粉末金属肉盛ノズルの本体部 2 において、上方の充填領域に比べて下方の充填領域を狭くすることにより、粉末金属の流速が上昇して肉盛り層の垂れ下がり防止する効果のあることが分かった。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 3 】

本発明の粉末金属肉盛ノズルは、レーザ肉盛り加工装置のレーザ加工ヘッドに装着して、シリンダヘッドのバルブシートの形成や、ポアのコーティングなどに好適に用いることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 4 】

【 図 1 】 本発明になる粉末金属肉盛ノズルの構成を示す断面模式図である。

【 図 2 】 図 1 の A - A 断面を俯瞰して示す模式図である。

【 図 3 】 図 1 の B - B 断面を俯瞰して示す模式図である。

30

【 図 4 】 本体部 2 の内側部材 5 の断面を示す模式図である。

【 図 5 】 本体部 2 の内側部材 5 の C 視正面を示す模式図である。

【 図 6 】 内側ノズル部材の一例を示す側面模式図である。

【 図 7 】 第 1 の態様を示す概念図である。

【 図 8 】 第 1 の態様における吐出口 1 9 からの粉末金属の吐出状態を示す概念図である。

【 図 9 】 第 2 の態様を示す概念図である。

【 図 1 0 】 第 2 の態様における吐出口 1 9 からの粉末金属の吐出状態を示す概念図である。

【 図 1 1 】 第 2 の態様における粉末材料供給系路 R を示す概念図である。

【 図 1 2 】 第 3 の態様を説明する概念図である。

40

【 図 1 3 】 分割部材の一例を示す斜視図である。

【 図 1 4 】 粉末金属肉盛ノズルの先端形状と、粉末金属の集中度およびパウダ効率との関係を説明する説明図である。

【 図 1 5 】 粉末金属肉盛ノズル D を用いて形成した肉盛り層の断面を示すスケッチである。

【 図 1 6 】 粉末金属肉盛ノズル E を用いて形成した肉盛り層の断面を示すスケッチである。

【 図 1 7 】 試験例で用いたレーザ肉盛り加工装置の全体構成を示す斜視図である。

【 図 1 8 】 図 1 7 のレーザ加工ヘッドの構成を示す概要図である。

【 図 1 9 】 従来技術になる粉末金属クラディングノズルの断面模式図である。

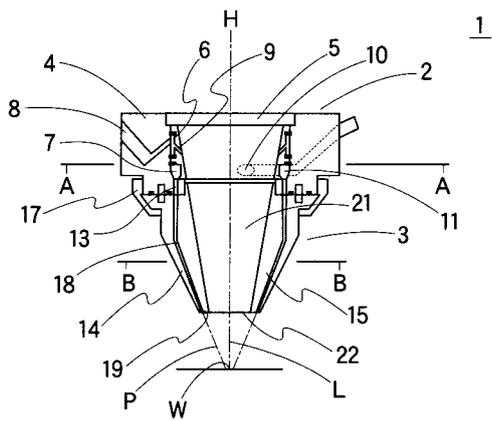
50

【符号の説明】

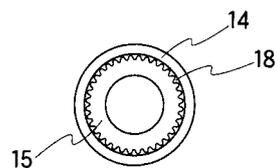
【0065】

- 1 (8 4) : 粉末金属肉盛ノズル 2 : 本体部 3 : ノズル部 4 : 外側部材 5 : 内側部材 6 : ガス充填空間
 7 : 粉末金属充填空間 10 : 供給路 11 : 分割部 12 : 充填領域 13 : 誘導孔
 14 : 外側ノズル部材 15 : 内側ノズル部材 18 : 吐出通路 19 : 吐出口 20 : 溝部
 21 : レーザビーム通路 (不活性ガス通路) 22 : 照射口 30 : 分割部材 7
 2 : シリンダヘッド保持手段 74 : レーザ加工ヘッド 76 : 回転手段 78 : 粉末材料供給手段 82 : レーザビーム発生手段 88 : 粉末金属供給管

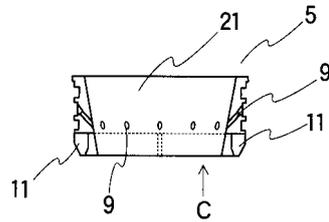
【図1】



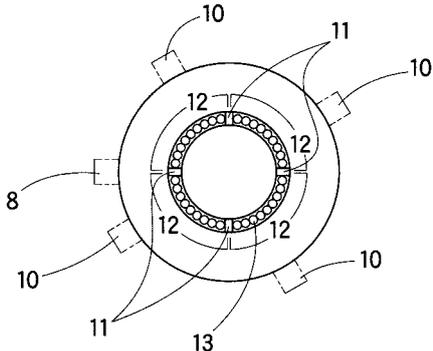
【図3】



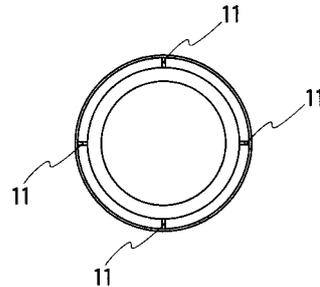
【図4】



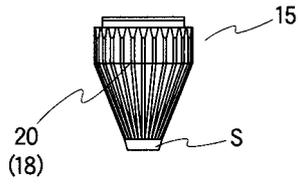
【図2】



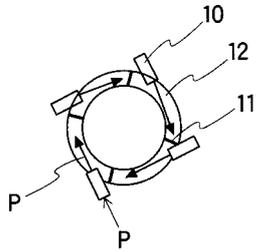
【図5】



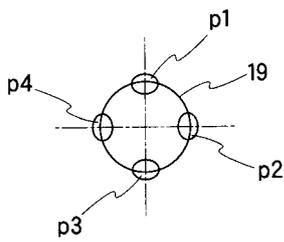
【 図 6 】



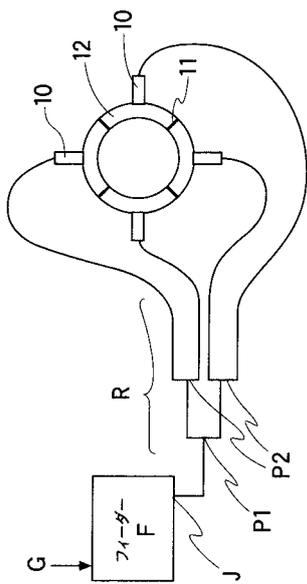
【 図 7 】



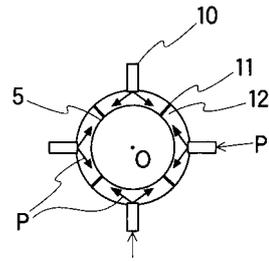
【 図 8 】



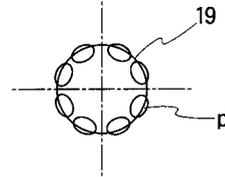
【 図 11 】



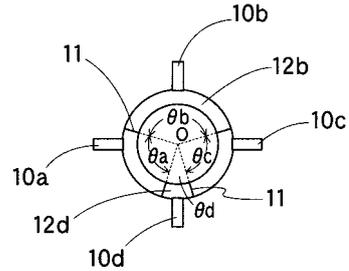
【 図 9 】



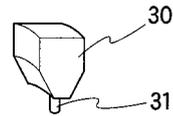
【 図 10 】



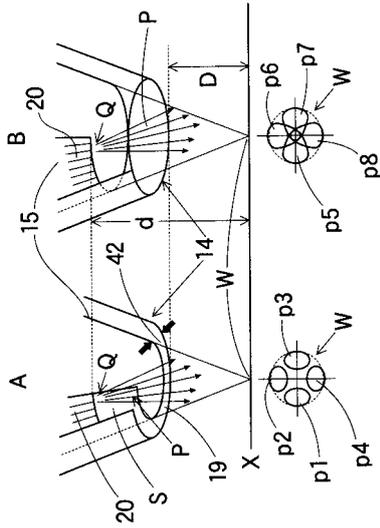
【 図 12 】



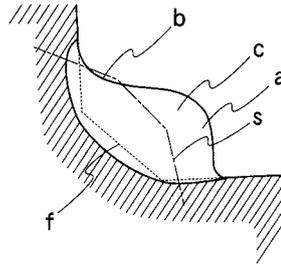
【 図 13 】



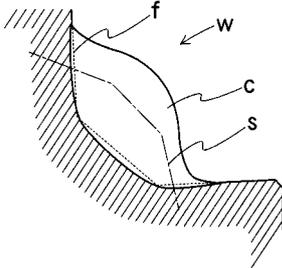
【 図 1 4 】



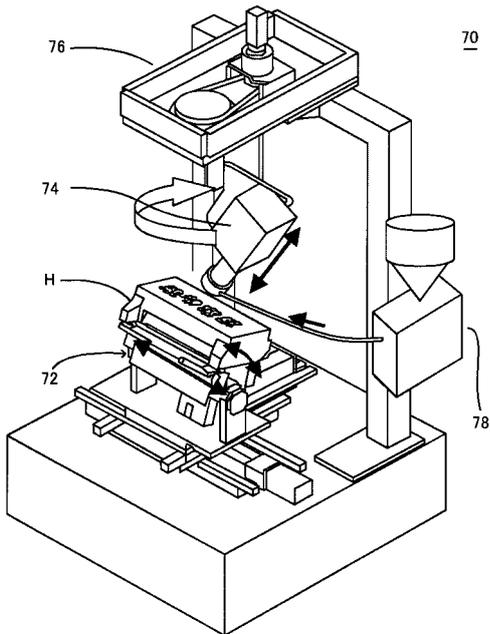
【 図 1 6 】



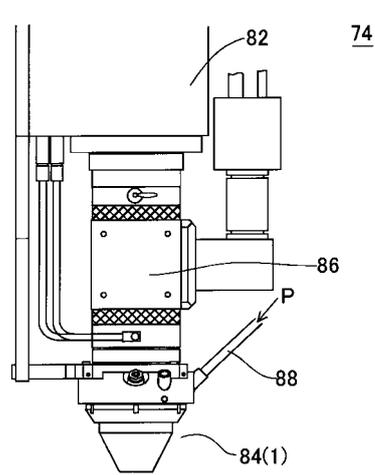
【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

