

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5873978号
(P5873978)

(45) 発行日 平成28年3月1日(2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 26/38 (2014.01)	B 2 3 K 26/38 A
B 2 3 K 26/03 (2006.01)	B 2 3 K 26/03
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00 N
	B 2 3 K 26/00 G

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-8254 (P2014-8254)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成26年1月21日(2014.1.21)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(62) 分割の表示	特願2009-286386 (P2009-286386) の分割		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
原出願日	平成21年12月17日(2009.12.17)	(74) 代理人	100120156
(65) 公開番号	特開2014-144485 (P2014-144485A)		弁理士 藤井 兼太郎
(43) 公開日	平成26年8月14日(2014.8.14)	(74) 代理人	100106116
審査請求日	平成26年1月21日(2014.1.21)		弁理士 鎌田 健司
(31) 優先権主張番号	特願2009-136070 (P2009-136070)	(74) 代理人	100170494
(32) 優先日	平成21年6月5日(2009.6.5)		弁理士 前田 浩夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	中奥 洋
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	赤松 謙一
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法、およびノズルの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め行われたテスト加工で穴内壁に凹部が観察された場合に前記凹部が観察されなくなるまでレーザ強度を上げる調整を行い、前記調整されたレーザ強度が 640 mJ/mm² 以上のレーザを用いて加工対象物に穴を形成する、
レーザ加工方法。

【請求項2】

前記加工対象物がマルテンサイト系ステンレス鋼または析出硬化ステンレス鋼の板で、前記レーザがパルスレーザである、
請求項1に記載のレーザ加工方法。

【請求項3】

前記加工対象物がSUS430の板で、前記レーザがパルスレーザである、
請求項1に記載のレーザ加工方法。

【請求項4】

加工された穴のアスペクト比が4以上である、
請求項2または3に記載のレーザ加工方法。

【請求項5】

予め行われたテスト加工で穴内壁に加工された凹部が観察された場合に前記凹部が観察されなくなるレーザ強度である第1のレーザ強度までレーザ強度を上げる調整を行い、前記調整された第1のレーザ強度により第1の本加工を行い、その後、第1のレーザ強度よ

りも低い第2のレーザ強度にて第2の本加工を行うことで前記加工対象物に穴を形成する、
請求項1～4いずれか1項に記載のレーザ加工方法。

【請求項6】

前記加工対象物がノズルであり、

請求項1～5いずれか1項に記載のレーザ加工方法を用いて前記ノズルを製造する、
ノズルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザを用いた加工方法、および、その加工方法によるノズルの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ディスプレイパネルなどの塗布対象物に対し、蛍光体ペーストなどの塗液を塗布する場合、ノズルを用い、そのノズルの穴から塗液を吐出させる方法が用いられている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

しかしながら、ディスプレイパネルは、1日あたり、数千、数万枚製造されるものであって、さらに、ディスプレイの微細化が進んでいるため、1枚のパネルに対して塗布ヘッドを走査させる距離も長くなっている。

【0004】

そのため、塗布に用いるノズルの経時劣化が発生する可能性が高くなり、経時劣化し難いノズルが求められている。

【0005】

しかしながら、経時劣化し難いノズルを形成するために、硬度の高い材料を用いると、そのノズルの穴を高精度に形成することが、困難である。

【0006】

ノズルの穴の加工方法としては、例えば、ドリルを用いた穴加工や、レーザを用いた穴加工が存在する。一般に、レーザを用いた穴加工は、ドリルを用いた穴加工に対して、より硬度の高い材料に対して穴加工できるとされている。

【0007】

従来のレーザによる穴加工法としては、大きく分類して、熱による加工と、アブレーションと呼ばれる直接分解あるいは蒸発による加工とがある。熱加工で一般的に用いられるレーザとしては、連続あるいはパルス炭酸ガスレーザや、連続あるいはパルスYAGレーザの赤外レーザである。また、アブレーション加工に使われるレーザは、パルス幅が非常に短いレーザで、エキシマレーザやピコ秒レーザが知られている。

【0008】

精密な穴をレーザを用いて加工する技術として、例えば、パルスレーザによるアブレーション加工で、穴の中心から外側に向かって加工してゆき、最後に穴形状を決める外周加工をする方法がある（例えば、特許文献2参照）。

【0009】

図11は、従来のレーザによる穴加工法を示す図である。図11に示す穴加工法は、インクジェット式ノズルの加工のため、被加工物上に貫通穴をレーザ加工する方法であって、所望の開口の外周線930より内側で、外周線930を実質上最初に加工しないように、外周線930から十分に離れた一点のアブレーション開始点910でレーザビームを用いて被加工物の表面を最初に照射する工程と、外周線930が変形しないよう制御された可変速度で、ほぼ外周線930の方向にレーザビームを駆動する工程と、外周線930内の材料をほぼ取り除くよう設計されたレーザ駆動パターン920で前記加工物の材料を加工することによって開口を形成する工程を含む方法である。この方法により、穴出口面9

10

20

30

40

50

00外周のカケなどの欠陥を防ぎ、精密な穴加工を行うことができるとされている。また、この場合のレーザー強度は、加工表面の面粗度を維持するため、50mJ/mm²程度である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2002-192043号公報

【特許文献2】特表2005-533662号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

しかしながら、前述した従来のレーザーによる穴加工法では、アスペクト比（穴の径と穴の深さの比）の高い穴加工を行った場合、穴出口に外周のカケなどの欠陥が発生し、目的の穴形状を加工することができない。このため、加工の歩留まりが悪くなる。例えば、厚さ400μmのSUS430の板に直径100μm（アスペクト比：4）の穴を開ける場合に、穴外周にカケ等の欠陥が発生し、目的の穴形状が得られない。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記の目的を達成するために、本発明のレーザー加工方法は、予め行われたテスト加工で穴内壁に凹部が観察された場合に前記凹部が観察されなくなるまでレーザー強度を上げる調整を行い、前記調整されたレーザー強度が640mJ/mm²以上のレーザーを用いて加工対象物に穴を形成することを特徴とする。

20

【0013】

また、本発明のノズルの製造方法は、前記加工対象物がノズルであり、前述のレーザー加工方法を用いて前記ノズルを製造することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

以上のように、本発明によれば、アスペクト比（穴の径と穴の深さの比）の高い穴加工を行った場合でも、穴出口に外周のカケなどの欠陥が発生する可能性を軽減し、目的の穴形状を加工することが可能になるという効果を奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施の形態1におけるディスプレイパネルへの塗布装置を示す概略図

【図2】本発明の実施の形態1に用いるノズルの穴の上面図（a）と断面図（b）の概略を示す図

【図3】本発明の実施の形態1に用いるノズルのレーザー加工システムの説明図

【図4】図3のノズルのレーザー加工システムによる穴加工の経過の説明図

【図5】ノズルの穴加工の欠陥例（a）、（b）を示す説明図

【図6】ノズルの穴加工の欠陥例（a）、（b）を示す説明写真を示す図

【図7】ノズルの穴内面を割断して観察した写真を示す図

40

【図8】溶融現象により穴内面に発生する小穴の説明図

【図9】本発明の実施の形態1におけるノズルのレーザー穴加工法のフローチャート

【図10】本発明の実施の形態2におけるノズルのレーザー穴加工法のフローチャート

【図11】従来のレーザーによる穴加工法を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明における実施の形態を説明する。なお、以下の説明において、同じ構成には同じ符号を付して、適宜説明を省略している。

【0017】

（実施の形態1）

50

図1は、本発明の実施の形態1におけるディスプレイパネルへの塗布装置を示す概略図である。本実施の形態1では、塗布対象となるディスプレイパネルがプラズマディスプレイパネルの場合について説明するが、その他のディスプレイパネルにも適宜条件変更することにより、適用可能である。

【0018】

図1において、ディスプレイパネル4への塗布装置1は、図のy方向に往復移動自在な移動テーブル2と、図のx方向に往復移動自在なヘッドベース3などを有するものである。

【0019】

塗布装置1は、移動テーブル2およびこれに載置したディスプレイパネル4と、ヘッドベース3は、相対的にxy方向に移動する。このヘッドベース3には、ノズルユニット5が装着されており、ディスプレイパネル4に対して2次元座標に基づく数十 μm オーダーの蛍光体ペーストの塗布が可能になっている。

【0020】

なお、移動テーブル2、ヘッドベース3、ノズルユニット5の動作は、図示しない制御部により制御される。この制御部は、その記憶部(図示せず)に格納された制御プログラムに基づいて、タンクホルダー6に装着されたペーストホルダー(塗液タンク)7に加圧するポンプ(図示せず)の駆動をも制御し、蛍光体ペーストを塗布するプロセスを実行する。

【0021】

また、ヘッドベース3は、図のz方向に高さ調整可能であり、ノズルユニット5は、R、G、Bの各蛍光体ペーストのペーストホルダー7と接続されている。

【0022】

図1に示すノズルユニット5のノズル部に、図2(a)、(b)に示す穴を形成する。図2(a)は、ノズルユニット5のノズル部の一部を図1のz軸方向から見た図であり、図2(b)は、ノズルユニット5のノズル部の一部を図1のxz平面の断面図である。図2(a)、(b)に示すように、本実施の形態1のノズルユニット5は、そのノズル部に複数形成された穴8を有し、この穴8より蛍光体ペーストを吐出するものである。図2(b)に示すように、本実施の形態1のノズルユニット5の穴8は、蛍光体ペーストの供給側となるレーザーが照射される側のユニット表面5aにテーパ形状を有する。また、ノズルユニット5の穴8は、蛍光体ペースト吐出側となるユニット裏面5bにはテーパなどが存在しないストレート形状を有する。

【0023】

なお、本実施の形態1のノズルユニット5の穴8は、z軸方向から見た場合に、円形状のものを用いているが、この形状としては、楕円形状や、長穴形状(長方形に半円を2つ付けた形状)を用いることも可能である。

【0024】

続いて、ノズルユニット5のノズル部に穴8を形成する方法を説明する。

【0025】

図3は、本発明の実施の形態1において、レーザーによる穴加工法によって塗布用のノズルにレーザー加工を行うことが可能なレーザー加工システム101の構成を示している。ノズルのレーザー加工システム101は、パルスレーザー光を出力するレーザー発生装置105と、レーザー発生装置105を制御するレーザー制御装置(図示せず)と、後述するレンズ等で構成される光学システム106と、光学システム106を制御する光学システム制御装置(図示せず)とを備えている。

【0026】

光学システム106は、レーザー発生装置105から出力されたパルスレーザー光107を反射する第1ミラー104と、シャッター110と、アッテネータ115と、第2ミラー108と、ビームエキスパンダ120と、波長板125と、スキャンミラー130と、テレセントリックレンズ140とを備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

パルスレーザー光 1 0 7 の最終端には、被加工物 1 5 5 であるノズルユニット 5 のノズル部が設置される。アッテネータ 1 1 5 は、位相板及び偏光板を備えており、パルスレーザー光 1 0 7 の強度を調整するために用いられる。

【 0 0 2 8 】

レーザー発生装置 1 0 5 から出力されたパルスレーザー光 1 0 7 の一部は、第 1 ミラー 1 0 4 で反射する。第 1 ミラー 1 0 4 で反射されたパルスレーザー光 1 0 7 は、シャッター 1 1 0 を通った後に、アッテネータ 1 1 5 を通過する。アッテネータ 1 1 5 を通過したパルスレーザー光 1 0 7 は、第 2 ミラー 1 0 8 で反射し、ビームエキスパンダ 1 2 0 によって適当な倍率で拡大されて、コリメート光となる。そして、コリメート光となったパルスレーザー光 1 0 7 は、偏光方向を調整するための波長板 1 2 5 を通過し、スキャンミラー 1 3 0 で反射した後、テレセントリックレンズ 1 4 0 によって集光され、被加工物 1 5 5 に到達する。そして、集光されたビームによって、被加工物 1 5 5 の加工が行われる。ここで、スキャンミラー 1 3 0 を揺動させながら加工を行うと、被加工物 1 5 5 に対するビームの到達位置が変化する。そのため、被加工物 1 5 5 の表面を層状に削りとることができ、任意の 3 次元形状に加工することができる。

10

【 0 0 2 9 】

図 4 は、ノズルのレーザー加工システム 1 0 1 を用いて、被加工物 1 5 5 である板厚 4 0 0 μm の SUS 4 3 0 (フェライト系ステンレス鋼) を用いたノズルユニット 5 のノズル部に、直径 1 0 0 μm の貫通穴加工を行った際の加工経過を、穴中心軸を含む平面で切断して図示したものである。図 3 に示すレーザー発生装置 1 0 5 から出力されたレーザーはピコ秒レーザーで、波長は 1 0 5 3 nm、パルス幅約 2 0 ps、繰り返し周波数 2 kHz のものを用いた。テレセントリックレンズ 1 4 0 は焦点距離が 2 0 0 mm のものを用い、その焦点位置は被加工物表面に設定した。図 4 において、2 0 2 は被加工物表面、2 0 4 はレーザー入射方向、2 0 5 は被加工物底面、2 1 0 は本来加工されるべき穴形状、2 1 5 は加工中における所定の時点での加工面である。

20

【 0 0 3 0 】

ここで、実験として、スキャンミラー 1 3 0 を揺動させることによって被加工物表面 2 0 2 に入射したパルスレーザー光 1 0 7 を約 4 0 0 $\mu\text{m}/\text{s}$ の速度で渦を描くように移動させることにより、被加工物 1 5 5 を層状にアブレーション加工した。これを複数回、例えば 1 0 回繰り返すことにより、穴形状 2 1 0 を得るという方法で、2 0 0 0 個の穴加工を行った。

30

【 0 0 3 1 】

その結果、図 5 (a) , (b) に示すような穴出口の欠陥が 5 0 % の貫通穴に発生した。図 5 (a) はノズルの穴外周に発生するカケの断面図であり、3 0 5 が穴出口の外周に発生するカケである。また、図 5 (b) は穴出口近傍に発生するサテライトと呼ばれる欠陥の断面図である。サテライトとは、穴出口側に、本来の加工形状に近接して加工される穴のことであり、このサテライトの直径は本来の加工形状の直径に対して 1 / 1 0 程度である。図 5 (b) において、3 0 6 がサテライトである。このサテライト 3 0 6 の穴内面を観察したところ、穴内壁に凹部 (横穴) 3 0 7 が生成され、そこから穴出口まで貫通していることがわかった。

40

【 0 0 3 2 】

図 6 (a) は図 5 (a) を穴出口側から観察した写真であり、また図 6 (b) は図 5 (b) を穴出口側から観察した写真である。前述した渦を描くように移動させる加工方法では、このような欠陥が発生することにより、目的の穴形状 2 1 0 が得られない。

【 0 0 3 3 】

ここで、穴外周のカケ及びサテライトの発生メカニズムについて考察する。従来、カケは穴が貫通する瞬間に発生すると考えられ、穴の外周からではなく穴中心付近より貫通させることによってカケの発生を抑制することができると考えられていた。しかしながら、今回の加工対象であるアスペクト比の高い穴加工を行った場合、穴外周のカケだけでなく

50

、図5(b)に示すように、ノズルの穴のレーザ出口側に、ノズルの穴外周のカケ及び本来の加工形状に近接して、直径が1/10程度のサテライトと呼ばれる穴が加工される場合があることがわかった。

【0034】

このサテライトの発生原因としては、穴貫通後に、穴を通過したレーザがステージ等に反射して発生した場合や、レーザが光路上の反射ミラーの裏面反射等で分岐した等の理由で分岐した場合等の理由が考えられる。しかしながら、前者に関してはステージを充分ワーク裏面から離してもサテライトが発生することから除外され、また後者に関しては加工条件によってはサテライトの発生確率が約10%と低いため除外された。

【0035】

図7は、ノズルの穴外周のカケ及びサテライトの発生原因を探るため、穴外周のカケ及びサテライトが発生する条件で加工された穴を被加工物表面202と垂直な面で切断し、穴内壁を観察したものである。図7において、501はレーザ入口側、502はレーザ出口側、307は穴内壁に形成された凹部(横穴)である。穴外周のカケ305及びサテライト306の発生は、この穴内壁に形成された凹部307によるものであると考えられる。

【0036】

このノズルの穴内壁に形成された凹部307は、アスペクト比の高い穴加工をレーザによるアブレーション加工で行う場合、レーザによる熱の蓄積により被加工物155の一部が溶融し、その部分だけ急速に加工が進むことにより発生すると考えられる。この溶融現象は、アスペクト比の低い穴の場合は熱の蓄積が小さく、通常のアブレーション加工のみ行われるため発生しない。この溶融現象は、図8に示すように、直径10μm程度の円錐状の小穴605が加工面215に生成されることで発生する。その場所に再度レーザが照射されると、小穴605内部でレーザが反射を繰り返し、深さ方向及び横方向に小穴605が成長する。この小穴605が横方向に成長したものが穴内壁に形成された凹部(横穴)307であり、さらに深さ方向に成長して穴中心から半径程度離れた場合は穴外周のカケ305となり、穴形状の半径より大きく離れた場合はサテライト306となると考えられる。

【0037】

これらの実験による考察に基づいて、本実施の形態1では、ノズルの小穴605の発生を抑えるために、溶融現象の発生を抑えることが必要であると考えた。

【0038】

当初は、溶融現象を抑えるために加工時のレーザ強度(パワー)を小さくして、ノズルへの熱の蓄積を少なくしようと試みた。しかしながら、レーザ強度を小さくしても、ノズルの穴外周のカケ305及びサテライト306の発生を抑えることはできなかった。そこで、逆に加工時のレーザ強度(パワー)を大きくして加工を行うと、ノズルの穴外周のカケ305及びサテライト306の発生を抑えることができた。

【0039】

ここで、レーザ強度を大きくすることで、ノズルの穴外周のカケ305及びサテライト306の発生が抑えられることについて、その理由を考察する。

【0040】

レーザ強度が小さい場合、ノズルに加工される穴が深くなると、加工粉や穴側壁によってレーザが加工面215まで到達しにくくなり、アブレーション加工が十分に行われず、レーザのエネルギーの一部が熱としてワークに蓄積される。ある一定の深さ(アスペクト比:2程度)に達すると、蓄積された熱により溶融が発生し、ノズルの加工面215に前述の小穴605が発生すると考えられる。一方、レーザ強度が大きい場合は、ノズルの穴が深くなってもレーザが十分に加工面215まで到達し、十分にアブレーション加工が行われるためレーザのエネルギーは熱としてノズルに蓄積されず、小穴605の発生が起らないと考えられる。

【0041】

つまり、レーザにより被加工物 155 の加工面 215 に熱が蓄積し、被加工物 155 の一部が溶融し、小穴 605 が発生する。その状態で小穴 605 内にレーザが照射されることでレーザが小穴 605 内部で内部反射を起こして小穴 605 を成長させ、本来の加工形状よりも外側に成長することで穴内壁に加工された凹部（横穴）307 となり、さらに成長して被加工物底面 205 に達する。このようなメカニズムにより、穴出口外周のカケ 305 や、サテライト 306 といった穴形状 210 の欠陥が発生すると考えられる。そのため、穴内壁の窪み（小穴 605）が発生しない条件で加工を行うことができれば、最終的に欠陥のないノズルの穴加工を行うことができるということがわかる。

【0042】

図 9 は、本実施の形態 1 のレーザによるノズルの穴加工法を示すフローチャートである。図 9 に示ように、まず、ステップ S701 において、本加工の前に予めレーザ強度を決定するためのテスト加工を行う。続いて、ステップ S702 において、加工された穴内壁を割断する（またはプローブ等を使用して検査する）ことで、加工された穴内壁での凹部（横穴）307 の有無を確認する。

10

【0043】

ステップ S702 で加工された穴内壁に凹部（横穴）307 が観察された場合は、ステップ S710 によりレーザ強度を上げる。また、ステップ S702 で加工された穴内壁に凹部（横穴）307 が観察されなくなった場合、ステップ S720 により本加工用の被加工物 155 を供給し、ステップ S725 により本加工を行う。

【0044】

（表 1）にレーザ強度と加工された穴内壁に凹部（横穴）307 発生の関係を示す。

20

【0045】

【表 1】

レーザ強度(mJ/mm ²)	320	530	640	800
凹部発生確率	90%	50%	0%	0%

（表 1）に示すように、レーザ強度 640 mJ/mm² 以上では穴出口外周のカケ 305 や、サテライト 306 といった穴形状 210 の欠陥が発生しないということがわかる。レーザ強度 640 mJ/mm² により再度 2000 個の穴加工する本加工を行ったところ、2000 個全ての穴において、穴出口外周のカケ 305 及びサテライト 306 等の欠陥のない形状を得ることができた。この結果から、レーザ強度 640 mJ/mm² 以上とすることで、穴形状の欠陥が発生しないノズルの穴加工が可能であることが分かる。

30

【0046】

このようにしてレーザにより加工したノズルを用いて、プラズマディスプレイパネルに蛍光体ペーストを塗布して、種々の処理を行うことにより、プラズマディスプレイパネルを作成する。

【0047】

なお、発明者らの追加の実験により、本実施の形態 1 に記載したフェライト系ステンレス鋼（例えば、SUS430）だけでなく、フェライト系ステンレス鋼よりもさらに硬度の高い、マルテンサイト系ステンレス鋼（例えば、SUS420J2）や析出硬化ステンレス鋼（例えば、SUS630）にも適用することができることが分かった。

40

【0048】

一般に、フェライト系ステンレス鋼はドリルを用いることで穴を加工することも可能であるが、マルテンサイト系ステンレス鋼や析出硬化ステンレス鋼はドリルで穴を加工することは非常に困難である。そのため、本発明を用いることにより、これらマルテンサイト系ステンレス鋼や析出硬化ステンレス鋼をノズルに用いることを可能とし、さらに硬度の高いノズルを提供することが可能である。

50

【 0 0 4 9 】

(実施の形態 2)

図 10 は、本発明の実施の形態 2 におけるレーザによるノズルの穴加工法を示すフローチャートである。本実施の形態 2 について、図 10 に示すフローチャートに沿って説明する。

【 0 0 5 0 】

図 10 において、まず、ステップ S 8 0 1 において、本加工の前に予めレーザ強度を決定するためのテスト加工を行う。続いて、ステップ S 8 0 2 において、加工された穴内壁を割断する（またはプローブ等を使用して検査する）ことで、加工された穴内壁での凹部（横穴）307の有無を確認する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 8 0 2 で穴内壁に形成された凹部（横穴）307が観察された場合は、ステップ S 8 1 0 によりレーザ強度を上げる。また、ステップ S 8 0 2 で穴内壁に加工された凹部（横穴）307が観察されなくなかった場合、ステップ S 8 2 0 により本加工用の被加工物 155 を供給し、ステップ S 8 2 5 により本加工を開始する。

【 0 0 5 2 】

そして、ステップ S 8 3 0 により第 1 のレーザ加工、すなわち第 1 レーザ強度による下穴加工を開始し、ステップ S 8 3 5 により第 1 のレーザ加工から第 2 のレーザ加工にレーザ強度を変化させ、ステップ S 8 4 0 により第 2 のレーザ加工、すなわち第 2 レーザ強度による仕上げ加工を行う。

【 0 0 5 3 】

第 2 のレーザ加工においては、第 1 のレーザ加工と比較してレーザ強度の低いレーザを使用する。これは、第 1 のレーザ強度（前記実施の形態 1 でのレーザ強度）では、穴内壁の表面粗さや形状精度が十分に調整できない場合があり、いわゆる仕上げのレーザ加工を行なう必要があるためである。これにより、ノズルの穴内壁の表面粗さや形状精度を向上させた穴加工を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、本実施の形態 2 のレーザによるノズルの穴加工法によれば、レーザによるアスペクト比の高い穴加工において、ノズルの穴出口にカケ等の欠陥のない精密な穴加工が可能となる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 5 】

本発明に係るレーザ加工方法およびノズルの製造方法は、硬度の高いノズルを用いる場合でも、経時劣化を抑えることができるため、このようなノズルの製造においても適用することができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 6 】

- 1 塗布装置
- 2 移動テーブル
- 3 ヘッドベース
- 4 ディスプレイパネル
- 5 ノズルユニット
- 6 タンクホルダー
- 7 ペーストホルダー
- 8 穴
- 101 レーザ加工システム
- 104 第 1 ミラー
- 105 レーザ発生装置
- 106 光学システム
- 107 パルスレーザ光

10

20

30

40

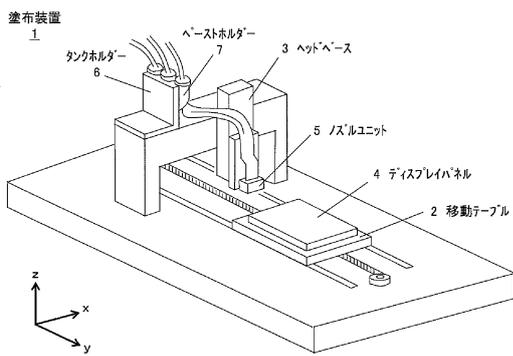
50

- 1 0 8 第 2 ミラー
- 1 0 9 レーザ計測装置
- 1 1 0 シャッター
- 1 1 5 アッテネータ
- 1 2 0 ビームエキスパンダ
- 1 2 5 波長板
- 1 3 0 スキャンミラー
- 1 4 0 テレセントリックレンズ
- 1 5 5 被加工物
- 2 0 2 被加工物表面
- 2 0 4 レーザ入射方向
- 2 0 5 被加工物底面
- 2 1 0 穴形状
- 2 1 5 加工面
- 3 0 5 カケ
- 3 0 6 サテライト
- 3 0 7 凹部
- 5 0 1 レーザ入口側
- 5 0 2 レーザ出口側
- 6 0 5 小穴
- 9 0 0 穴出口面
- 9 1 0 アブレーション開始点
- 9 2 0 レーザ駆動パターン
- 9 3 0 外周線

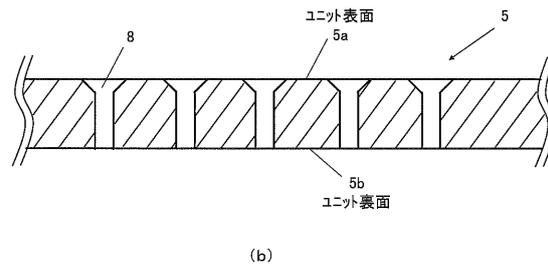
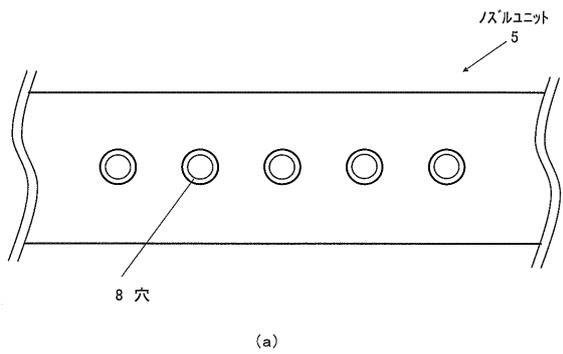
10

20

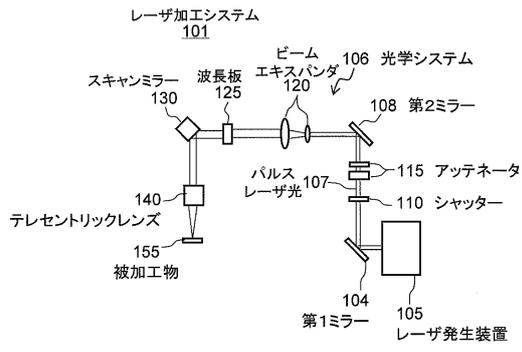
【図 1】



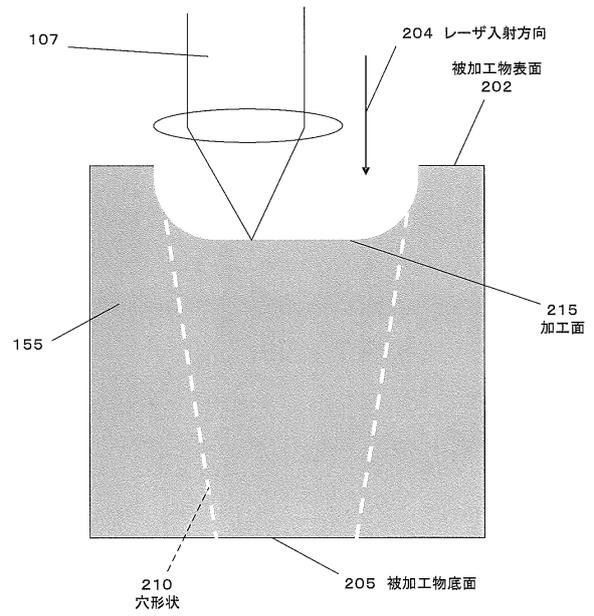
【図 2】



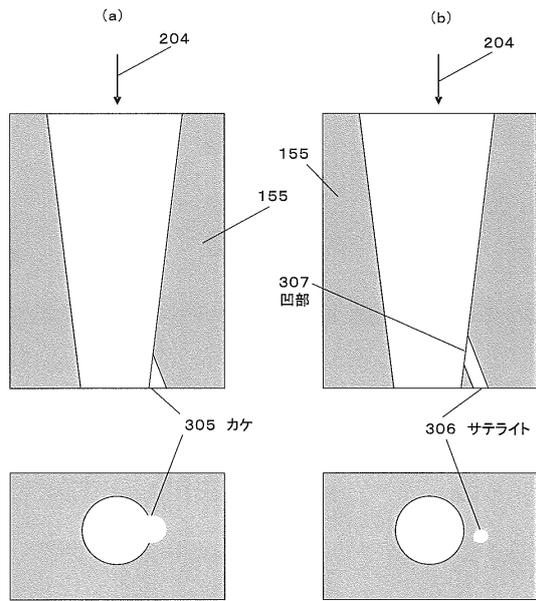
【図3】



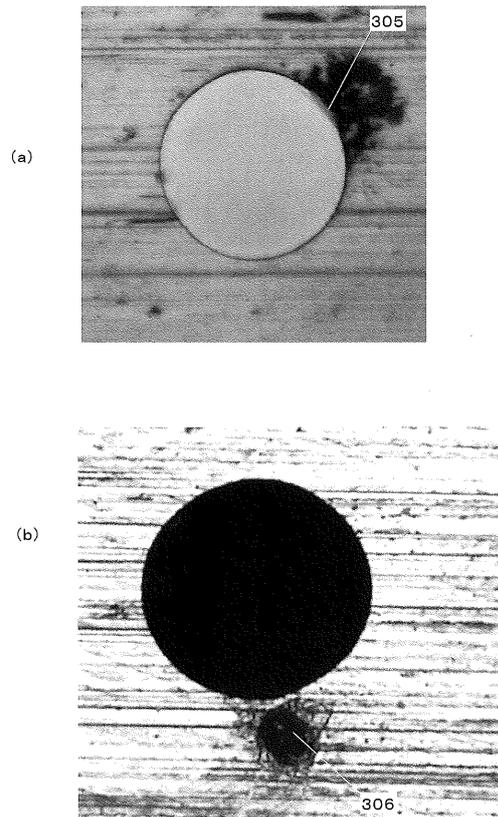
【図4】



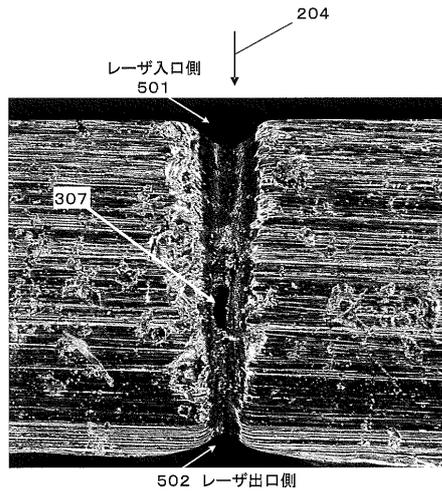
【図5】



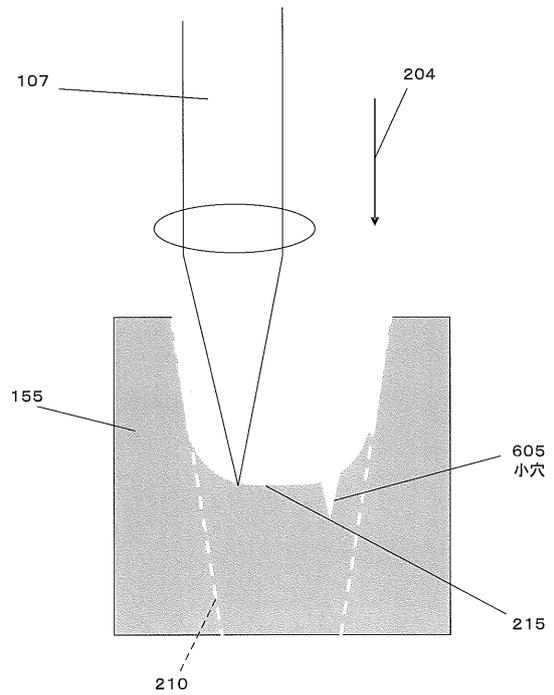
【図6】



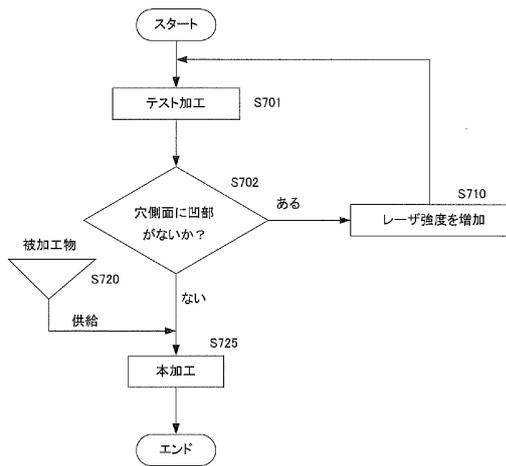
【図7】



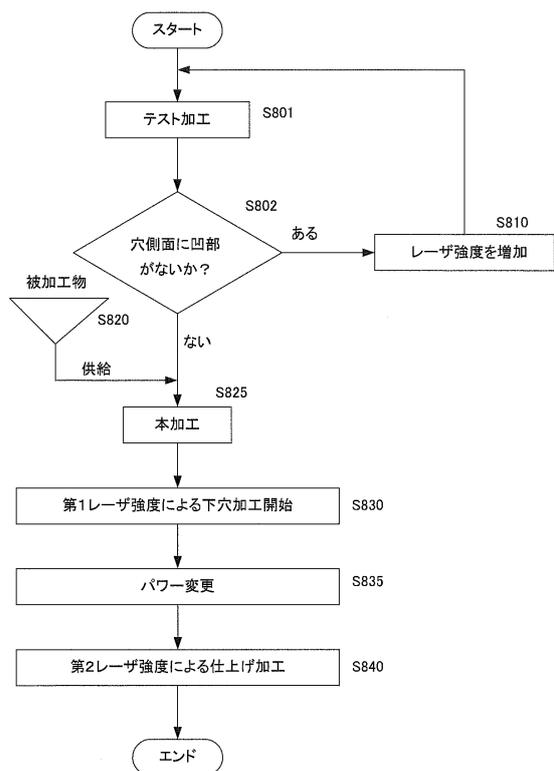
【図8】



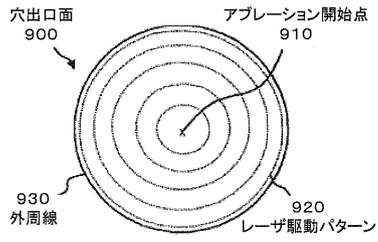
【図9】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 英秋
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開2002-292879(JP,A)
特開平10-113781(JP,A)
特開2002-104686(JP,A)
国際公開第98/042474(WO,A1)
特開平11-145581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 26/00 - 26/70