

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6803177号
(P6803177)

(45) 発行日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(24) 登録日 令和2年12月2日(2020.12.2)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	21/268	(2006.01)	HO 1 L	21/268	G
HO 1 L	21/20	(2006.01)	HO 1 L	21/20	
HO 1 L	21/677	(2006.01)	HO 1 L	21/68	A
B 6 5 G	49/06	(2006.01)	B 6 5 G	49/06	Z

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-166962 (P2016-166962)	(73) 特許権者	000004215 株式会社日本製鋼所 東京都品川区大崎一丁目11番1号
(22) 出願日	平成28年8月29日(2016.8.29)	(74) 代理人	100103894 弁理士 冢入 健
(65) 公開番号	特開2018-37449 (P2018-37449A)	(72) 発明者	鈴木 祐輝 神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号 株式会社日本製鋼所内
(43) 公開日	平成30年3月8日(2018.3.8)	審査官	桑原 清
審査請求日	令和1年5月27日(2019.5.27)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ照射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれがガスを上向きに噴射して板状のワークを浮上させると共に、所定の間隔で並べられた第1及び第2の浮上ユニットと、

前記第1の浮上ユニットと前記第2の浮上ユニットとの間の間隙において、前記第1の浮上ユニットから前記第2の浮上ユニットに向かって浮上搬送される前記ワークに対して上側からレーザビームを照射するレーザ照射部と、を備え、

前記第1及び第2の浮上ユニットは、それぞれ、

紫外線を透過しない金属製の台座と、

前記台座の上面に接着層により接合された多孔質板と、を有し、

前記台座が、少なくとも前記間隙に面した外周縁に、上側に突出した立ち上がり部を有すると共に、前記多孔質板が、前記立ち上がり部と嵌合する切欠き部を有し、

前記接着層が、前記切欠き部と嵌合した前記立ち上がり部の内壁に沿って形成された、レーザ照射装置。

【請求項2】

前記立ち上がり部が、前記台座の外周縁全体に形成されている、請求項1に記載のレーザ照射装置。

【請求項3】

前記第1及び第2の浮上ユニットは、それぞれ、

前記多孔質板と平行に前記台座の内部に収容された中板をさらに備え、

前記中板には、前記多孔質板に形成された複数の第 1 の貫通孔のそれぞれに接続された複数の第 2 の貫通孔が形成されており、

前記多孔質板から噴射するガスを加圧する加圧室と、前記複数の第 1 及び第 2 の貫通孔を介してガスを吸引する減圧室とが、前記中板によって仕切られている、
請求項 1 に記載のレーザ照射装置。

【請求項 4】

前記減圧室を構成する空洞が前記台座に形成されており、
前記空洞の周縁にザグリ溝が形成されており、当該ザグリ溝に前記中板が嵌め込まれ、
接着されている、
請求項 3 に記載のレーザ照射装置。

10

【請求項 5】

前記多孔質板がセラミックス製である、
請求項 3 に記載のレーザ照射装置。

【請求項 6】

前記中板が金属製であって、
前記第 1 の貫通孔の直径よりも前記第 2 の貫通孔の直径が小さい、
請求項 5 に記載のレーザ照射装置。

【請求項 7】

前記第 1 の貫通孔の直径が 1 mm よりも大きく、
前記第 2 の貫通孔の直径が 1 mm 以下である、
請求項 6 に記載のレーザ照射装置。

20

【請求項 8】

前記多孔質板が、長手方向において第 1 の板と第 2 の板とに分割されている、
請求項 5 に記載のレーザ照射装置。

【請求項 9】

前記第 1 の板における前記第 2 の板との突き合わせ端面の下側に凸部が形成されていると共に、前記第 2 の板における前記第 1 の板との突き合わせ端面の上側に凸部が形成されており、

前記第 1 の板の凸部と前記第 2 の板の凸部との間において、前記第 1 の板と前記第 2 の板とが接着されている、
請求項 8 に記載のレーザ照射装置。

30

【請求項 10】

前記ワークが、上面にアモルファスシリコン膜が形成された基板であって、
前記アモルファスシリコン膜に前記レーザビームを照射して多結晶化するエキシマレーザアニール装置である、
請求項 1 に記載のレーザ照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はレーザ照射装置に関し、例えば、板状のワークを浮上搬送しつつレーザビームを照射するレーザ照射装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

板状のワークを浮上搬送しつつ、当該ワークに対してレーザビームを照射するレーザ照射装置が知られている。

ところで、特許文献 1、2 には、水平に載置された多孔質板からガスを上向きに噴出させることにより、板状のワークを浮上させる技術が開示されている。ここで、多孔質板は、特許文献 1、2 に開示されているように、台座に対して接着剤により接合されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 1 1 0 8 5 2 号公報

【特許文献 2】特許第 5 5 1 2 0 5 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

発明者は、板状のワークを浮上搬送しつつレーザービームを照射するレーザー照射装置の開発に際し、様々な課題を見出した。

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

一実施の形態に係るレーザー照射装置では、第 1 及び第 2 の浮上ユニットは、それぞれ、台座と、台座の上面に接着層により接合された多孔質板と、を有し、台座が、少なくとも間隙に面した外周縁に、上側に突出した立ち上がり部を有すると共に、多孔質板が、立ち上がり部と嵌合する切欠き部を有し、接着層が、切欠き部と嵌合した立ち上がり部の内壁に沿って形成されている。

【 0 0 0 6 】

他の実施の形態に係るレーザー照射装置では、多孔質板に形成された複数の第 1 の貫通孔及び金属製の中板に形成された複数の第 2 の貫通孔を介してガスが吸引され、複数の第 1 の貫通孔の直径は複数の第 2 の貫通孔の直径より大きい。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

前記一実施の形態によれば、例えばレーザーアニール装置等に好適であって、良質なレーザー照射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】実施の形態 1 に係るレーザー照射装置の概要を示す模式的断面図である。

【図 2】浮上ユニット 3 0 a、3 0 b と板状ワーク 1 0 0 との位置関係を示す平面図である。

30

【図 3】実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V - V 断面図に対応する図である。

【図 4】実施の形態 1 の比較例 2 に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V - V 断面図に対応する図である。

【図 5】図 2 の V - V 断面図である。

【図 6】台座 3 1 に形成された接着層 3 4 を示す平面図である。

【図 7】図 5 において一点鎖線で囲われた部分の拡大図である。

【図 8】実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニットの断面図である。

【図 9】台座 3 1 に形成された接着層 3 4 を示す平面図である。

【図 1 0】実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V - V 断面図に対応する図である。

40

【図 1 1】実施の形態 2 に係る浮上ユニットの斜視図である。

【図 1 2】実施の形態 2 に係る浮上ユニットの分解斜視図である。

【図 1 3】実施の形態 2 に係る浮上ユニットの分解斜視図である。

【図 1 4】図 1 1 の X I V - X I V 断面図である。

【図 1 5】台座 3 1 に形成された接着層 3 4 a、3 4 d を示す平面図である。

【図 1 6】短尺多孔質板 3 2 a、3 2 b の接合部の拡大図である。

【図 1 7】吸引経路（多孔質板 3 2 の貫通孔 3 2 3 及び中板 3 3 の貫通孔 3 3 3）、減圧室 3 6、及び減圧用貫通孔 3 1 3 を模式的に示した断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0009】

以下、具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、以下の実施の形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜簡略化されている。

【0010】

(実施の形態1)

<レーザー照射装置の全体構成>

まず、図1を参照して、実施の形態1に係るレーザー照射装置の全体構成について説明する。図1は、実施の形態1に係るレーザー照射装置の概要を示す模式的断面図である。実施の形態1に係るレーザー照射装置は、ガラス基板上に形成されたアモルファスシリコン膜にレーザービームを照射して多結晶化するエキシマレーザーアニール装置に好適である。あるいは、実施の形態1に係るレーザー照射装置は、ガラス基板上に形成された剥離層に基板側からレーザービームを照射して剥離層を剥離するレーザー剥離装置などに適用することもできる。

10

【0011】

図1に示すように、実施の形態1に係るレーザー照射装置1は、レーザー照射部10、局所シール部20、浮上ユニット30a、30bを備えている。実施の形態1に係るレーザー照射装置1は、例えばガラス基板などの板状ワーク100を浮上搬送しつつレーザービームLBを照射する。

なお、図1に示した右手系xyz座標は、構成要素の位置関係を説明するための便宜的なものである。通常、xy平面が水平面であって、z軸プラス向きが鉛直上向きとなる。

20

【0012】

レーザー照射部10は、レーザー発振器11、及び光学系モジュール12を備えている。レーザー発振器11は、レーザー光源であって、例えばエキシマレーザーや固体レーザーなどの紫外線レーザー発振器である。レーザー発振器11において生成されたレーザー光が、レンズやミラーから構成された光学系モジュール12に導入される。光学系モジュール12から出射されたレーザービームLBは、浮上搬送されている板状ワーク100上に集光される。なお、図2を参照して後述するように、レーザービームLBは、板状ワーク100上において、y軸方向を長手方向とするラインビームである。

【0013】

局所シール部20は、光学系モジュール12の下側において、レーザービームLBを囲うように設けられている。板状ワーク100におけるレーザービームLBの照射領域に向けて、局所シール部20から窒素ガスなどの不活性ガスが噴射される。そのため、例えば板状ワーク100上においてレーザービームLBによりアニールされたシリコン膜の酸化を抑制することができる。なお、局所シール部20は、必須ではない。

30

【0014】

浮上ユニット30a、30bは、水平に設置された板状の部材であって、上面から上向きにガスを噴射して板状ワーク100を水平に浮上させる。例えば、板状ワーク100を200μm程度浮上させる。浮上ユニット30a、30bは、所定の間隔で板状ワーク100の搬送方向(x軸方向)に並んで配置されている。浮上ユニット(例えば、第1の浮上ユニット)30aと浮上ユニット(例えば、第2の浮上ユニット)30bとの間の間隙において、レーザービームLBが照射される。

40

【0015】

浮上ユニット30a、30bは、それぞれ台座31と多孔質板32とを有している。板状の台座31の上面に多孔質板32が貼り付けられている。台座31は、例えばアルミニウムやステンレスなどの金属製の板状部材である。台座31に加圧されたガスが導入され、そのガスが多孔質板32の内部の微細な気孔(すなわち細孔)を通過して多孔質板32の上面から噴射される。

【0016】

多孔質板32は、板状ワーク100の搬送時に、板状ワーク100と対向している。

50

多孔質板 32 は、例えば、多孔質セラミックス、多孔質カーボン、多孔質金属などからなる。カーボンは、使用時に板状ワーク 100 との接触で削れてしまったり、レーザービーム LB の照射領域でパーティクルが発生してしまう虞がある。また、多孔質カーボンは高価である。そのため、削れやパーティクルが発生し難く、安価なセラミックスを使用することが好ましい。例えば、気孔径 0.1 ~ 50 μm (好ましくは 1 ~ 10 μm)、気孔率 10 ~ 60 % (好ましくは 35 ~ 45 %) のアルミナセラミックスを使用することができる。

【0017】

ここで、図 2 を参照して、浮上ユニット 30 a、30 b と板状ワーク 100 との平面視における位置関係について説明する。図 2 は、浮上ユニット 30 a、30 b と板状ワーク 100 との位置関係を示す平面図である。さらに、図 2 には、板状ワーク 100 上におけるレーザービーム LB が二点鎖線で示されている。なお、図 2 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。

10

【0018】

図 2 に示すように、浮上ユニット 30 a、30 b は、それぞれ矩形状の平面形状を有している。図 2 の例では、板状ワーク 100 の搬送方向 (x 軸方向) が、浮上ユニット 30 a、30 b の長手方向に一致しており、y 軸方向が、浮上ユニット 30 a、30 b の幅方向に一致している。

【0019】

上述の通り、レーザービーム LB は、y 軸方向を長手方向とするラインビームであって、浮上ユニット 30 a、30 b の間隙に照射される。レーザービーム LB の y 軸方向の長さは、例えば、板状ワーク 100 の y 軸方向の長さ (すなわち板状ワーク 100 の幅) と同程度もしくはそれ以下である。レーザービーム LB の照射位置は固定されているが、板状ワーク 100 が x 軸プラス方向に搬送される。そのため、板状ワーク 100 の表面全体にレーザービーム LB を照射することができる。なお、1 回の搬送で板状ワーク 100 の表面全体にレーザービーム LB を照射するのではなく、複数回の搬送に分割して板状ワーク 100 の表面全体にレーザービーム LB を照射してもよい。また、必ずしも板状ワーク 100 の表面全体にレーザービーム LB を照射する必要はない。

20

【0020】

<実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニット>

30

次に、図 3 を参照して、発明者が事前に検討した実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニットについて説明する。図 3 は、実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V-V 断面図に対応する図である。なお、図 3 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。

【0021】

実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニット 300 b は、台座 310 と多孔質板 320 とを有している。ここで、台座 310 及び多孔質板 320 は、いずれも単純な板形状を有している。多孔質板 320 は、樹脂接着剤からなる接着層 340 により、板状の台座 310 の上面に貼り付けられている。接着層 340 は台座 310 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

40

【0022】

そのため、台座 310、多孔質板 320、接着層 340 に囲まれた空間である加圧室 350 が形成される。台座 310 には上面と下面とを貫通する加圧用貫通孔 311 が形成されている。加圧用貫通孔 311 を介して、加圧室 350 に加圧されたガスが導入され、そのガスが多孔質板 320 の内部の微細な気孔を通過して多孔質板 320 の上面から噴射される。そのため、板状ワーク 100 を浮上させることができる。

【0023】

図 3 に示すように、実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニット 300 b では、接着層 340 が台座 310 の外周縁に沿って形成されている。そのため、レーザービーム LB の照射に伴って発生する紫外線が容易に接着層 340 に到達し、接着層 340 が劣化する。接

50

着層 340 が劣化すると、加圧室 350 の気密性が低下し、多孔質板 320 の上面から噴射されるガスが減少する。そのため、板状ワーク 100 を精度よく浮上させることができなくなる。また、接着層 340 が劣化する際に樹脂接着剤自体からガスが発生し、レーザービーム LB の照射結果に悪影響を及ぼす。

【0024】

<実施の形態 1 の比較例 2 に係る浮上ユニット>

次に、図 4 を参照して、発明者等が事前に検討した実施の形態 1 の比較例 2 に係る浮上ユニットについて説明する。図 4 は、実施の形態 1 の比較例 2 に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V - V 断面図に対応する図である。なお、図 4 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。

10

【0025】

図 3 に示した比較例 1 では、台座 310 が単純な板形状を有していたのに対し、図 4 に示した比較例 2 では、台座 310 の外周縁に上側に突出した立ち上がり部 312 が形成されている。立ち上がり部 312 は台座 310 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

【0026】

また、図 3 に示した比較例 1 では、多孔質板 320 が台座 310 と同じ大きさであったのに対し、図 4 に示した比較例 2 では、多孔質板 320 が台座 310 よりも一回り小さく、立ち上がり部 312 の内側に配置されている。

【0027】

そして、図 3 に示した比較例 1 では、接着層 340 が台座 310 の外周縁に沿って形成されていたのに対し、図 4 に示した比較例 2 では、接着層 340 が立ち上がり部 312 の内壁に沿って形成されている。

20

【0028】

図 4 に示すように、実施の形態 1 の比較例 2 に係る浮上ユニット 300 b では、接着層 340 が立ち上がり部 312 の内壁に沿って内側に形成されている。そのため、レーザービーム LB の照射に伴って発生する紫外線が、立ち上がり部 312 により遮られ、第 1 の比較例よりも接着層 340 の劣化を抑制することができる。しかしながら、台座 310 の立ち上がり部 312 と多孔質板 320 との間の隙間から侵入した紫外線が接着層 340 に到達し、接着層 340 が劣化する虞があった。

30

【0029】

<実施の形態 1 に係る浮上ユニット>

次に、図 5、図 6 を参照して、実施の形態 1 に係る浮上ユニットの詳細について説明する。図 5 は、図 2 の V - V 断面図である。図 6 は、台座 31 に形成された接着層 34 を示す平面図である。図 7 は、図 5 において一点鎖線で囲われた部分の拡大図である。なお、図 5 ~ 図 7 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。浮上ユニット 30 a、30 b は、y z 平面に関して鏡面对称の構成を有しており、同様であるため、浮上ユニット 30 b の構成について説明する。

【0030】

実施の形態 1 に係る浮上ユニット 30 b は、台座 31 と多孔質板 32 とを有している。

40

図 5 に示すように、実施の形態 1 に係る台座 31 は、図 4 に示した比較例 2 に係る台座 310 と同様に、外周縁に上側に突出した立ち上がり部 312 が形成された板状部材である。図 6 に示すように、立ち上がり部 312 は台座 31 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

また、台座 31 には設置精度が要求されるため、台座 31 の下面は研磨される。台座 31 の下面を精度良く研磨するには、台座 31 の厚さ t1 を例えば 10 mm 程度以上にすることが好ましい。

【0031】

実施の形態 1 に係る多孔質板 32 は、図 5 に示すように、台座 31 と同じ大きさである。また、図 7 に示すように、外周縁に沿って台座 31 の立ち上がり部 312 と嵌合する切

50

欠き部 3 2 1 が形成されている。切欠き部 3 2 1 は多孔質板 3 2 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

【 0 0 3 2 】

図 5 に示すように、多孔質板 3 2 は、樹脂接着剤からなる接着層 3 4 により、台座 3 1 の上面に貼り付けられている。ここで、図 7 に示すように、接着層 3 4 は、多孔質板 3 2 の切欠き部 3 2 1 と嵌合した台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って形成されている。

図 6 に示すように、接着層 3 4 は台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って平面視で四角環状に形成されている。ここで、接着層 3 4 は、立ち上がり部 3 1 2 の内壁に密着している必要はない。接着層 3 4 を構成する樹脂接着剤としては、例えばエポキシ系接着剤を使用することができる。

10

【 0 0 3 3 】

図 5 に示すように、台座 3 1、多孔質板 3 2、接着層 3 4 に囲まれた空間である加圧室 3 5 が形成される。台座 3 1 には上面と下面とを貫通する加圧用貫通孔 3 1 1 が、x 軸方向プラス側の端部に形成されている。加圧用貫通孔 3 1 1 を介して、加圧室 3 5 に加圧されたガスが導入され、そのガスが多孔質板 3 2 の内部の微細な気孔を通過して多孔質板 3 2 の上面から噴射される。そのため、板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができる。なお、図示しないが、加圧用貫通孔 3 1 1 には配管を介してコンプレッサやブロワなどの加圧装置が接続されている。

【 0 0 3 4 】

20

上述の通り、実施の形態 1 に係る浮上ユニット 3 0 b では、台座 3 1 の外周縁に上側に突出した立ち上がり部 3 1 2 が形成されている。また、多孔質板 3 2 の外周縁に台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 と嵌合する切欠き部 3 2 1 が形成されている。そして、切欠き部 3 2 1 と嵌合した立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って、接着層 3 4 が形成されている。

【 0 0 3 5 】

通常、多孔質板 3 2 の切欠き部 3 2 1 と台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 とは密着しているため、レーザービーム L B の照射に伴って発生する紫外線が、接着層 3 4 に到達することはない。仮に、切欠き部 3 2 1 と立ち上がり部 3 1 2 との間に隙間が生じ、当該隙間から紫外線が侵入したとしても、切欠き部 3 2 1 と嵌合した立ち上がり部 3 1 2 の内側に形成された接着層 3 4 までは到達し難い。従って、このような構成により、接着層 3 4 の劣化

30

【 0 0 3 6 】

< 実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニット >

次に、図 8、図 9 を参照して、実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニットの詳細について説明する。図 8 は、実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニットの断面図である。図 8 は、図 5 に対応している。図 9 は、台座 3 1 に形成された接着層 3 4 を示す平面図である。

【 0 0 3 7 】

図 6 に示すように、実施の形態 1 に係る浮上ユニット 3 0 b の台座 3 1 は、外周縁全体に立ち上がり部 3 1 2 が形成されている。これに対し、図 8、図 9 に示すように、実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニット 3 0 b の台座 3 1 は、レーザービーム L B が照射される隙間に面した外周縁のみに立ち上がり部 3 1 2 が形成されている。その他の外周縁には、立ち上がり部 3 1 2 が形成されていない。すなわち、図 9 に示すように、立ち上がり部 3 1 2 が、x 軸方向マイナス側の外周縁に沿って、y 軸方向に直線状に形成されている。

40

【 0 0 3 8 】

また、図 8 に示すように、実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニット 3 0 b の多孔質板 3 2 は、レーザービーム L B が照射される隙間に面した外周縁のみに立ち上がり部 3 1 2 と嵌合する切欠き部 3 2 1 が形成されている。その他の外周縁には、切欠き部 3 2 1 が形成されていない。すなわち、切欠き部 3 2 1 が、x 軸方向マイナス側の外周縁に沿って、y 軸方向に直線状に形成されている。

【 0 0 3 9 】

50

図 8 に示すように、多孔質板 3 2 は、樹脂接着剤からなる接着層 3 4 により、台座 3 1 の上面に貼り付けられている。ここで、図 8、図 9 に示すように、接着層 3 4 は、多孔質板 3 2 の切欠き部 3 2 1 と嵌合した台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って内側に形成されている。他方、図 9 に示すように、レーザービーム L B が照射される隙間に面していない外周縁には立ち上がり部 3 1 2 は形成されておらず、当該外周縁に接着層 3 4 が形成されている。そのため、接着層 3 4 は、平面視で四角環状に形成されている。

【 0 0 4 0 】

上述の通り、実施の形態 1 に係る浮上ユニット 3 0 b では、レーザービーム L B が照射される隙間に面した台座 3 1 の外周縁に上側に突出した立ち上がり部 3 1 2 が形成されている。また、レーザービーム L B が照射される隙間に面した多孔質板 3 2 の外周縁に立ち上がり部 3 1 2 と嵌合する切欠き部 3 2 1 が形成されている。そして、切欠き部 3 2 1 と嵌合した立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って内側に、接着層 3 4 が形成されている。

10

【 0 0 4 1 】

通常、多孔質板 3 2 の切欠き部 3 2 1 と台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 とは密着しているため、レーザービーム L B の照射に伴って発生する紫外線が、接着層 3 4 に到達することはない。仮に、切欠き部 3 2 1 と立ち上がり部 3 1 2 との間に隙間が生じ、当該隙間から紫外線が侵入したとしても、切欠き部 3 2 1 と嵌合した立ち上がり部 3 1 2 の内側に形成された接着層 3 4 までは到達し難い。従って、接着層 3 4 の劣化を効果的に抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

20

なお、実施の形態 1 の変形例に係る浮上ユニット 3 0 b では、レーザービーム L B が照射される隙間に面していない外周縁には立ち上がり部 3 1 2 は形成されておらず、当該外周縁に接着層 3 4 が形成されている。しかしながら、レーザービーム L B が照射される隙間に面していないため、外周縁に接着層 3 4 が形成されていても、接着層 3 4 には紫外線がほとんど到達しない。

【 0 0 4 3 】

(実施の形態 2)

次に、実施の形態 2 に係るレーザー照射装置について説明する。実施の形態 2 に係るレーザー照射装置の全体構成は、図 1、図 2 に示した実施の形態 1 に係るレーザー照射装置の全体構成と同様であるため、説明を省略する。実施の形態 2 に係るレーザー照射装置は、浮上ユニットの構成が実施の形態 1 に係るレーザー照射装置と異なる。

30

【 0 0 4 4 】

<実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニット>

まず、図 1 0 を参照して、発明者が事前検討した実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニットについて説明する。図 1 0 は、実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニットの断面図であって、図 2 の V - V 断面図に対応する図である。なお、図 1 0 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。

【 0 0 4 5 】

図 1 0 に示すように、実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニット 3 0 0 b は、図 3 に示した実施の形態 1 の比較例 1 に係る台座 3 1 0 と多孔質板 3 2 0 に加え、両者の間に中板 3 3 0 を備えている。ここで、中板 3 3 0 は、台座 3 1 0、多孔質板 3 2 0 と同様に、単純な板形状を有している。中板 3 3 0 は、台座 3 1 0 と同様に、例えばアルミニウムやステンレスなどの金属製の板状部材であって、台座 3 1 0 と同じ大きさである。中板 3 3 0 の厚さ t 2 は、台座 3 1 0 の厚さ t 1 よりも小さい。

40

【 0 0 4 6 】

多孔質板 3 2 0 は、接着層 3 4 0 a により、板状の中板 3 3 0 の上面に貼り付けられている。接着層 3 4 0 a は中板 3 3 0 の上面の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

中板 3 3 0 は、接着層 3 4 0 d により、台座 3 1 0 の上面に貼り付けられている。接着層 3 4 0 d は台座 3 1 0 の上面の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

50

【 0 0 4 7 】

図 1 0 に示すように、多孔質板 3 2 0、中板 3 3 0 及び接着層 3 4 0 a に囲まれた空間である加圧室 3 5 0 が形成される。台座 3 1 0 には上面と下面とを貫通する加圧用貫通孔 3 1 1 が、x 軸方向プラス側の端部に形成されている。中板 3 3 0 には、加圧用貫通孔 3 3 4 が形成されている。そして、台座 3 1 0 の加圧用貫通孔 3 1 1 と中板 3 3 0 の加圧用貫通孔 3 3 4 とは、対応した位置に形成されており、環状の接着層 3 4 0 e により接続されている。また、接着層 3 4 0 a により、加圧室 3 5 0 と減圧室 3 6 0 とが仕切られ、それぞれの気密性が維持されている。

【 0 0 4 8 】

台座 3 1 0 の加圧用貫通孔 3 1 1、接着層 3 4 0 e、及び中板 3 3 0 の加圧用貫通孔 3 3 4 を介して、加圧室 3 5 0 に加圧されたガスが導入され、そのガスが多孔質板 3 2 0 の内部の微細な気孔を通過して多孔質板 3 2 0 の上面から噴射される。そのため、板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができる。

10

【 0 0 4 9 】

他方、図 1 0 に示すように、台座 3 1 0、中板 3 3 0、接着層 3 4 0 d に囲まれた空間である減圧室 3 6 0 が形成される。台座 3 1 0 には上面と下面とを貫通する減圧用貫通孔 3 1 3 が、中心部に形成されている。減圧用貫通孔 3 1 3 を介して、減圧室 3 6 0 のガスが排気される。

【 0 0 5 0 】

ここで、減圧室 3 6 0 を構成する中板 3 3 0 には、略全面に亘って、多数の貫通孔 3 3 3 が形成されている。また、多孔質板 3 2 0 にも、略全面に亘って、多数の貫通孔 3 2 3 が形成されている。そして、多孔質板 3 2 0 の貫通孔 3 2 3 と中板 3 3 0 の貫通孔 3 3 3 とは、対応した位置に形成されており、環状の接着層 3 4 0 b により接続されている。従って、多孔質板 3 2 0 上のガスが、多孔質板 3 2 0 の貫通孔 3 2 3、接着層 3 4 0 b、及び中板 3 3 0 の貫通孔 3 3 3 を介して吸引される。そのため、板状ワーク 1 0 0 を吸引することができる。また、接着層 3 4 0 b により、加圧室 3 5 0 と減圧室 3 6 0 とが仕切られ、それぞれの気密性が維持されている。

20

【 0 0 5 1 】

すなわち、実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニット 3 0 0 b は、多孔質板 3 2 0 の気孔からガスを噴射して板状ワーク 1 0 0 を浮上させつつ、多孔質板 3 2 0 の貫通孔 3 2 3 からガスを吸引して板状ワーク 1 0 0 を吸引している。このように、ガスの加圧による浮上と、ガスの減圧による吸引とをバランスさせることにより、図 3 に示した実施の形態 1 の比較例 1 に係る浮上ユニット 3 0 0 b より精度よく板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができる。具体的には、レーザビーム L B の焦点位置に、より精度よく板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができる。

30

【 0 0 5 2 】

図 1 0 に示すように、実施の形態 2 の比較例に係る浮上ユニット 3 0 0 b では、接着層 3 4 0 a が中板 3 3 0 の上面の外周縁に沿って形成されており、接着層 3 4 0 d が台座 3 1 0 の上面の外周縁に沿って形成されている。そのため、レーザビーム L B の照射に伴って発生する紫外線が容易に接着層 3 4 0 a、3 4 0 d に到達し、接着層 3 4 0 a、3 4 0 d が劣化する。

40

【 0 0 5 3 】

接着層 3 4 0 a が劣化すると、加圧室 3 5 0 の気密性が低下し、多孔質板 3 2 0 の上面から噴射されるガスが減少する。他方、接着層 3 4 0 d が劣化すると、減圧室 3 6 0 の気密性が低下し、多孔質板 3 2 0 の貫通孔 3 2 3 から吸引されるガスが減少する。そのため、精度よく板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができなくなる。

【 0 0 5 4 】

< 実施の形態 2 に係る浮上ユニット >

次に、図 1 1 ~ 図 1 5 を参照して、実施の形態 2 に係る浮上ユニットについて説明する。図 1 1 は、実施の形態 2 に係る浮上ユニットの斜視図である。図 1 2、図 1 3 は、実施

50

の形態 2 に係る浮上ユニットの分解斜視図である。図 1 4 は、図 1 1 の X I V - X I V 断面図である。図 1 4 は、図 2 の V - V 断面図に対応している。図 1 5 は、台座 3 1 に形成された接着層 3 4 a、3 4 d を示す平面図である。

なお、図 1 1 ~ 図 1 5 に示した右手系 x y z 座標は、図 1 と一致している。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 に示すように、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 3 0 b も、外見上は、実施の形態 1 に係る浮上ユニット 3 0 b と同様に、台座 3 1 に多孔質板 3 2 が接合された構成を有している。ここで、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 3 0 b では、多孔質板 3 2 が長手方向 (x 軸方向) の中央部において、2 つに分割されている。すなわち、2 枚の短尺多孔質板 3 2 a、3 2 b が長手方向中央部で接合されることにより、長尺の多孔質板 3 2 が構成

10

【 0 0 5 6 】

他方、図 1 2 に示すように、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 3 0 b は、台座 3 1 と多孔質板 3 2 に加え、中板 3 3 を備えている。中板 3 3 は、台座 3 1 と同様に、例えばアルミニウムやステンレスなどの金属製の板状部材である。図 1 3 に示すように、中板 3 3 は台座 3 1 よりも一回り小さく、台座 3 1 に収容されている。

【 0 0 5 7 】

図 1 2 に示すように、実施の形態 2 に係る多孔質板 3 2 には、略全面に亘って、多数の貫通孔 (第 1 の貫通孔) 3 2 3 が長手方向 (x 軸方向) 及び幅方向 (y 軸方向) に等間隔

20

に配置されている。中板 3 3 にも、略全面に亘って、多数の貫通孔 (第 2 の貫通孔) 3 3 3 が長手方向 (x 軸方向) 及び幅方向 (y 軸方向) に等間隔に配置されている。多孔質板 3 2 の貫通孔 3 2 3 と中板 3 3 の貫通孔 3 3 3 とは、対応した位置に設けられている。

台座 3 1 には、加圧用貫通孔 3 1 1 に加え、減圧用貫通孔 3 1 3 が形成されている。加圧用貫通孔 3 1 1 は、x 軸方向プラス側の端部中央に形成されている。減圧用貫通孔 3 1 3 は、中心部に形成されている。

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 4、図 1 5 を参照して、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 3 0 b の構成についてさらに説明する。

30

図 1 4 に示すように、実施の形態 2 に係る台座 3 1 は、図 5 に示した実施の形態 1 に係る台座 3 1 と同様に、外周縁に上側に突出した立ち上がり部 3 1 2 が形成された板状部材である。図 1 5 に示すように、立ち上がり部 3 1 2 は台座 3 1 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

また、台座 3 1 には設置精度が要求されるため、台座 3 1 の下面は研磨される。台座 3 1 の下面を精度良く研磨するには、台座 3 1 の厚さ t 1 を例えば 1 0 m m 程度以上にすることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

図 1 4 に示すように、実施の形態 2 に係る多孔質板 3 2 は、2 枚の短尺多孔質板 3 2 a、3 2 b が長手方向中央部で接着層 3 4 c により接合されたものである。接着層 3 4 c により加圧室 3 5 の気密性が保たれている。ここで、図 1 6 は、短尺多孔質板 3 2 a、3 2 b の接合部の拡大図である。図 1 6 に示すように、短尺多孔質板 (第 1 の板) 3 2 a における短尺多孔質板 (第 2 の板) 3 2 b との突き合わせ端面には、下側に凸部 3 2 2 a が形成されている。また、短尺多孔質板 3 2 b における短尺多孔質板 3 2 a との突き合わせ端面には、上側に凸部 3 2 2 b が形成されている。そして、短尺多孔質板 3 2 a の凸部 3 2 2 a と、短尺多孔質板 3 2 b の凸部 3 2 2 b との間に接着層 3 4 c が形成されている。

40

【 0 0 6 0 】

図 1 4 に示すように、短尺多孔質板 3 2 a、3 2 b の接合部は、レーザビーム L B の照射位置から離れているため、レーザビーム L B の照射に伴って発生する紫外線は当該接合部まで到達し難い。また、仮に、紫外線が当該接合部まで到達したとしても、図 1 6 に示

50

すように、短尺多孔質板 3 2 b の凸部 3 2 2 b によって遮られ、接着層 3 4 c の劣化を効果的に抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 に示すように、多孔質板 3 2 は、台座 3 1 と同じ大きさである。また、外周縁に沿って台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 と嵌合する切欠き部 3 2 1 が形成されている。切欠き部 3 2 1 は多孔質板 3 2 の外周縁に沿って平面視で四角環状に形成されている。多孔質板 3 2 は、樹脂接着剤からなる接着層 3 4 a により、台座 3 1 の上面に貼り付けられている。ここで、接着層 3 4 a は、多孔質板 3 2 の切欠き部 3 2 1 と嵌合した台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って形成されている。図 1 5 に示すように、接着層 3 4 a は台座 3 1 の立ち上がり部 3 1 2 の内壁に沿って平面視で四角環状に形成されている。

10

【 0 0 6 2 】

また、図 1 4 に示すように、実施の形態 2 に係る台座 3 1 では、接着層 3 4 a によって囲まれた領域が下側に掘り込まれており、減圧室 3 6 を構成する空洞が形成されている。この空洞の周縁にはザグリ溝 3 1 4 が設けられている。このザグリ溝 3 1 4 に中板 3 3 が嵌め込まれると共に、ザグリ溝 3 1 4 上に形成された接着層 3 4 d によって中板 3 3 が台座 3 1 に接着されている。ここで、中板 3 3 の上面は、接着層 3 4 a が形成された台座 3 1 の上面に一致している。すなわち、中板 3 3 は、多孔質板 3 2 の下方において多孔質板 3 2 と平行に台座 3 1 の内部に収容されている。当然のことながら、中板 3 3 の厚さ t_2 は、台座 3 1 の厚さ t_1 よりも小さい。

【 0 0 6 3 】

20

図 1 5 に示すように、接着層 3 4 d は接着層 3 4 a の内側に沿って平面視で四角環状に形成されている。ここで、加圧用貫通孔 3 1 1 は、接着層 3 4 a の内側かつ接着層 3 4 d の外側に位置している。

なお、減圧室 3 6 にザグリ溝 3 1 4 の底面と同じ高さの突起を複数設け、当該突起の上面に接着層 3 4 d を形成することにより、台座 3 1 と中板 3 3 との接着面積を大きくしてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 1 4 に示すように、中板 3 3 の上側には、台座 3 1、多孔質板 3 2、中板 3 3 及び接着層 3 4 a に囲まれた空間である加圧室 3 5 が形成される。台座 3 1 には上面と下面とを貫通する加圧用貫通孔 3 1 1 が、 x 軸方向プラス側の端部に形成されている。加圧用貫通孔 3 1 1 を介して、加圧室 3 5 に加圧されたガスが導入され、そのガスが多孔質板 3 2 の内部の微細な気孔を通過して多孔質板 3 2 の上面から噴射される。そのため、板状ワーク 1 0 0 を浮上させることができる。なお、図示しないが、加圧用貫通孔 3 1 1 には配管を介してコンプレッサやブロワなどの加圧装置が接続されている。

30

【 0 0 6 5 】

他方、図 1 4 に示すように、中板 3 3 の下側には、台座 3 1、中板 3 3、接着層 3 4 d に囲まれた空間である減圧室 3 6 が形成される。このように、中板 3 3 により加圧室 3 5 と減圧室 3 6 とが仕切られている。台座 3 1 には上面と下面とを貫通する減圧用貫通孔 3 1 3 が、中心部に形成されている。減圧用貫通孔 3 1 3 を介して、減圧室 3 6 のガスが排気される。なお、図示しないが、減圧用貫通孔 3 1 3 には配管を介して真空ポンプやエジェクタなどの減圧装置が接続されている。

40

【 0 0 6 6 】

ここで、減圧室 3 6 を構成する中板 3 3 には、略全面に亘って、多数の貫通孔 3 3 3 が形成されている。また、多孔質板 3 2 にも、略全面に亘って、多数の貫通孔 3 2 3 が形成されている。そして、多孔質板 3 2 の貫通孔 3 2 3 と中板 3 3 の貫通孔 3 3 3 とは、対応した位置に形成されており、環状の接着層 3 4 b により接続されている。従って、多孔質板 3 2 上のガスが、多孔質板 3 2 の貫通孔 3 2 3、接着層 3 4 b、及び中板 3 3 の貫通孔 3 3 3 を介して減圧室 3 6 に吸引される。そのため、板状ワーク 1 0 0 を吸引することができる。

【 0 0 6 7 】

50

すなわち、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 30 b は、多孔質板 32 の気孔からガスを噴射して板状ワーク 100 を浮上させつつ、多孔質板 32 の貫通孔 323 からガスを吸引して板状ワーク 100 を吸引している。このように、ガスの加圧による浮上と、ガスの減圧による吸引とをバランスさせることにより、実施の形態 1 に係る浮上ユニット 30 b より精度よく板状ワーク 100 を浮上させることができる。具体的には、レーザビーム LB の焦点位置に、より精度よく板状ワーク 100 を浮上させることができる。例えば、板状ワーク 100 を 20 ~ 50 μm 程度において精度よく浮上させることができる。

【0068】

ここで、板状ワーク 100 を精度良く浮上させるには、多孔質板 32 の全面において均一に、気孔からガスを噴射しつつ、貫通孔 323 からガスを吸引することが好ましい。

10

多孔質板 32 の気孔径は例えば数 μm 程度と極めて微細であるから、ガス経路の抵抗が大きいと、加圧室 35 内の圧力分布を均一にすることができる。その結果、多孔質板 32 の全面において均一にガスを噴射することができる。

【0069】

他方、多孔質板 32 の全面において均一にガスを吸引するには、吸引経路（多孔質板 32 の貫通孔 323 及び中板 33 の貫通孔 333）の径を小さくし、ガス経路の抵抗を大きくする必要がある。これにより、減圧室 36 内の圧力分布を均一にすることができ、多孔質板 32 の全面において均一にガスを吸引することができる。

【0070】

実施の形態 2 に係る浮上ユニット 30 b では、吸引経路を細径化することにより、減圧室 36 内の圧力分布を均一にすることができるため、減圧用貫通孔 313 及びこれに接続する配管を 1 つ（単数）にすることができる。そのため、減圧用貫通孔 313 を複数設ける場合に比べ、構造がシンプルになると共に、製造が容易になり、製造コストも削減することができる。

20

【0071】

反対に、吸引経路の径が大きいと、減圧室 36 内の圧力分布が不均一になってしまい、多孔質板 32 の全面において均一にガスを吸引することができない。具体的には、台座 31 の減圧用貫通孔 313 に近い吸引経路からのガスの吸引量が多くなり、台座 31 の減圧用貫通孔 313 から遠い吸引経路からのガスの吸引量が少なくなってしまう。

【0072】

30

図 17 を参照して、多孔質板 32 の全面において均一にガスを吸引可能なメカニズムについてさらに詳細に説明する。図 17 は、吸引経路（多孔質板 32 の貫通孔 323 及び中板 33 の貫通孔 333）、減圧室 36、及び減圧用貫通孔 313 を模式的に示した断面図である。図 17 においては、接着層 34 a 及び加圧室 35 は省略されている。

【0073】

多孔質板 32 の全面において均一にガスを吸引するには、多孔質板 32 の貫通孔 323 から吸引するガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ を等しくする必要がある。そのため、複数設けられた吸引経路（多孔質板 32 の貫通孔 323 及び中板 33 の貫通孔 333）の径がいずれも同じであれば、貫通孔 333 の減圧室 36 側の開口端における圧力 $P_1 \sim P_7$ を等しくする必要がある。

40

【0074】

そこで、実施の形態 2 に係る浮上ユニット 30 b では、吸引経路（多孔質板 32 の貫通孔 323 及び中板 33 の貫通孔 333）を細径化し、ガス経路の抵抗を大きくする。このような構成により、多孔質板 32 の貫通孔 323 から吸引するガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ の合計よりも、減圧用貫通孔 313 を介して減圧室 35 から排気されるガス流量 Q_t が著しく大きくなる。数式で表現すると、 $Q_t \gg Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$ が成立する。そのため、減圧室 36 内の圧力分布が均一になり、圧力 $P_1 \sim P_7$ が互いに等しくなる。その結果、多孔質板 32 の貫通孔 323 から吸引するガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ も互いに等しくなる。なお、実際には、吸引経路（多孔質板 32 の貫通孔 323 及び中板 33 の貫通孔 333）の径に加工ばらつきが生じるため、ガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ も完全には等しく

50

ならず、多少ばらつきが生じる。

【0075】

上述した吸引経路（多孔質板32の貫通孔323及び中板33の貫通孔333）の細径化は、吸引経路の全長に亘って細径化する必要はなく、吸引経路の一部を細径化すれば足りる。ここで、耐久性向上やパーティクル抑制の観点から多孔質板32がセラミック製であることが好ましい。その場合、加工性の問題から貫通孔323を微小径（例えば1mm以下）にすることが難しい。そのため、実施の形態2に係る浮上ユニット30bでは、吸引経路を細径化するに当たり、金属製の中板33の貫通孔333の直径を微小径とし、セラミック製の多孔質板32の貫通孔323の直径よりも小さくしている。すなわち、上述のガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ は、より細かい径を有する中板33の貫通孔333の径によって定まり、中板33の貫通孔333の径の加工ばらつきがガス流量 $Q_1 \sim Q_7$ に影響する。

10

多孔質板32の全面において均一にガスを吸引するため、中板33の貫通孔333の直径は、1mm以下であることが好ましく、0.5mm以下であることがさらに好ましい。他方、セラミック製の多孔質板32の貫通孔323の直径は、加工を容易にするため、例えば1mm以上とすることが好ましい。

【0076】

上述の通り、実施の形態2に係る浮上ユニット30bでは、台座31の外周縁に上側に突出した立ち上がり部312が形成されていると共に、多孔質板32の外周縁に沿って台座31の立ち上がり部312と嵌合する切欠き部321が形成されている。そして、切欠き部321と嵌合した立ち上がり部312の内壁に沿って内側に、接着層34aが形成されている。

20

【0077】

通常、多孔質板32の切欠き部321と台座31の立ち上がり部312とは密着しているため、レーザビームLBの照射に伴って発生する紫外線が、接着層34aに到達することはない。仮に、切欠き部321と立ち上がり部312との間に隙間が生じ、当該隙間から紫外線が侵入したとしても、切欠き部321と嵌合した立ち上がり部312の内側に形成された接着層34aまでは到達し難い。従って、接着層34aの劣化を効果的に抑制することができる。

【0078】

また、実施の形態2に係る浮上ユニット30bでは、中板33が台座31の内部に収容されている。そのため、中板33を台座31に接着する接着層34dも台座31の内部に収容されている。従って、接着層34dの劣化を効果的に抑制することができる。

30

さらに、中板33が台座31の内部に収容されているため、図10に示した比較例よりも、浮上ユニット30bの厚さ（高さ）を、少なくとも中板33の厚さ t_2 分だけ、小さくすることができる。

【0079】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は既に述べた実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることはいうまでもない。

【符号の説明】

40

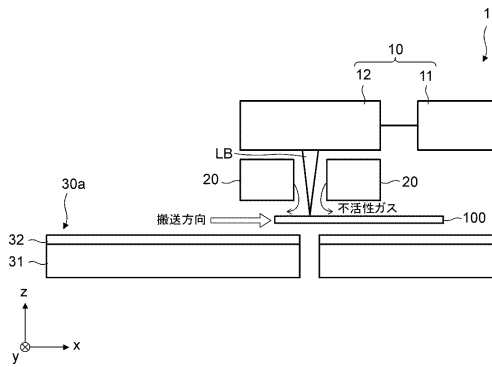
【0080】

- 1 レーザ照射装置
- 10 レーザ照射部
- 11 レーザ発振器
- 12 光学系モジュール
- 20 局所シール部
- 30a、30b 浮上ユニット
- 31 台座
- 32 多孔質板
- 32a、32b 短尺多孔質板

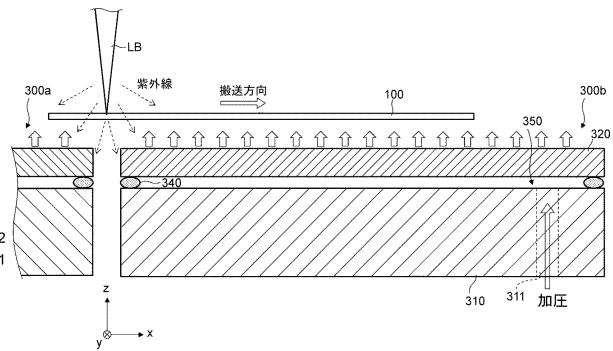
50

- 3 3 中板
- 3 4、3 4 a、3 4 b、3 4 c、3 4 d 接着層
- 3 5 加圧室
- 3 6 減圧室
- 1 0 0 板状ワーク
- 3 1 1 加圧用貫通孔
- 3 1 2 立ち上がり部
- 3 1 3 減圧用貫通孔
- 3 1 4 ザグリ溝
- 3 2 1 切欠き部
- 3 2 3 貫通孔
- 3 2 2 a、3 2 2 b 凸部
- 3 3 3 貫通孔

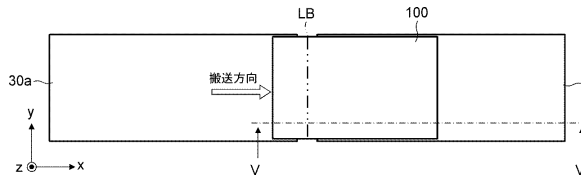
【図1】



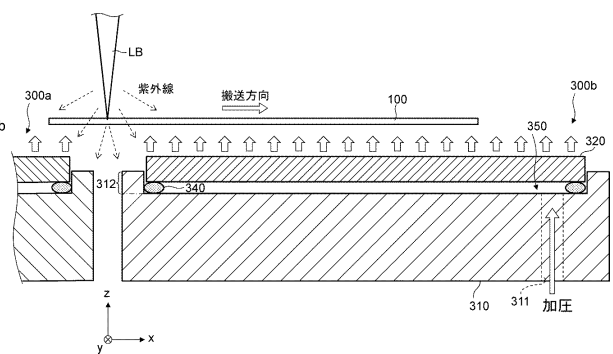
【図3】



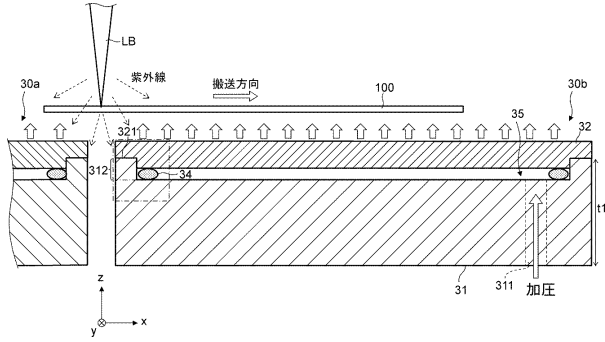
【図2】



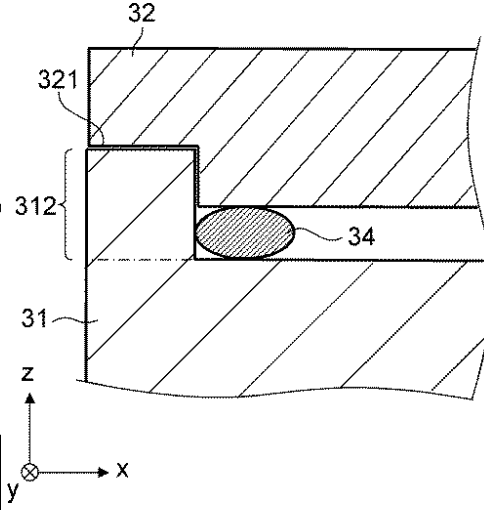
【図4】



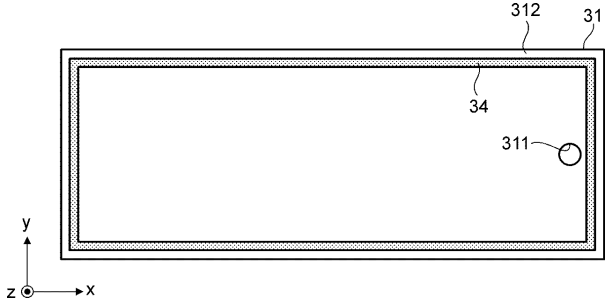
【図5】



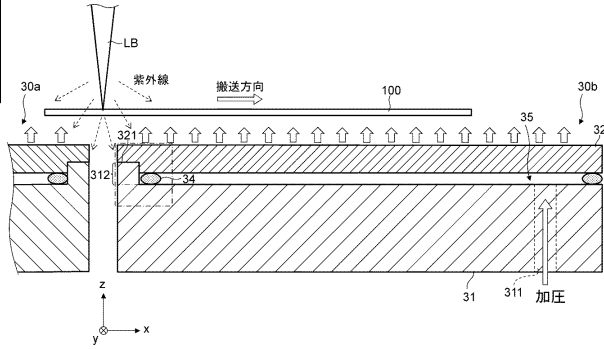
【図7】



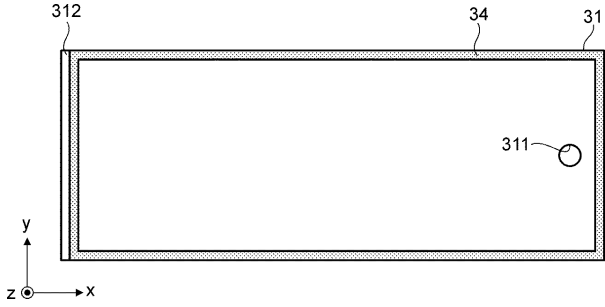
【図6】



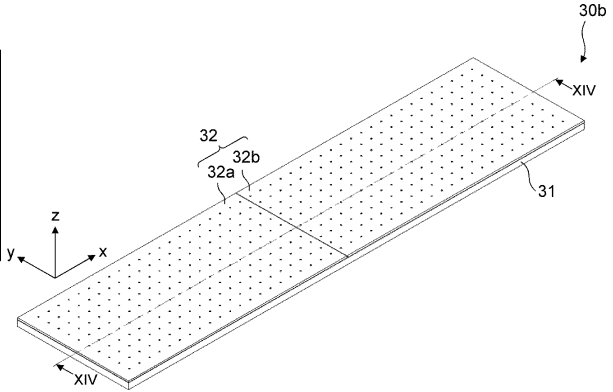
【図8】



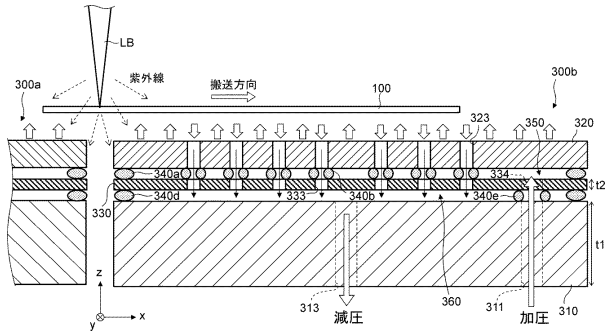
【図9】



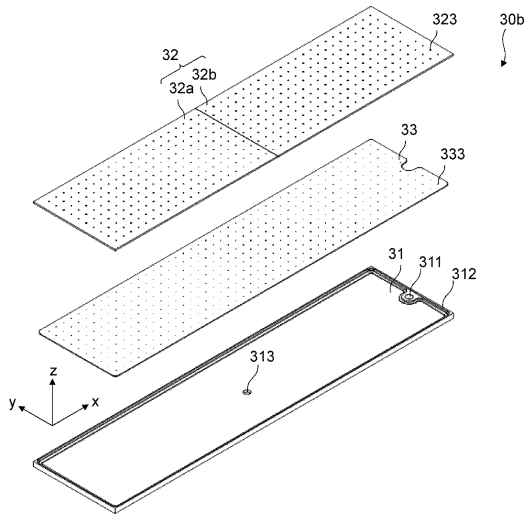
【図11】



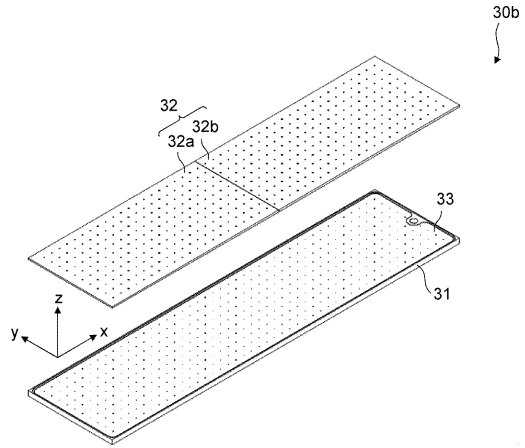
【図10】



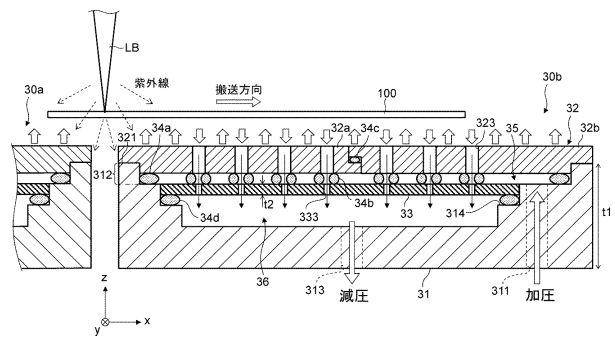
【図12】



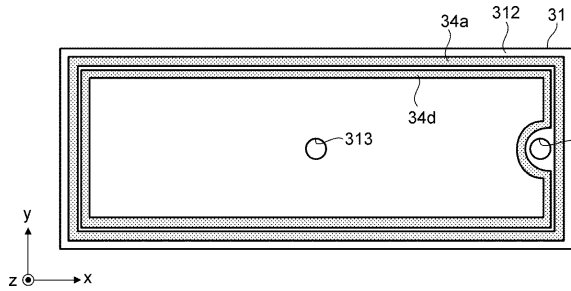
【図13】



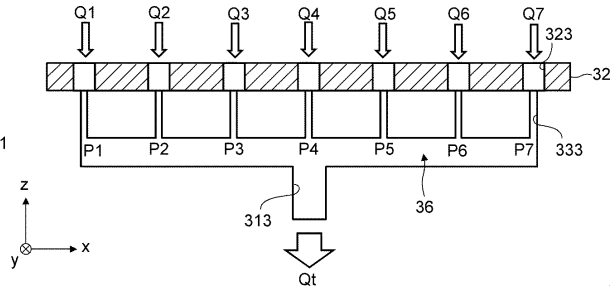
【図14】



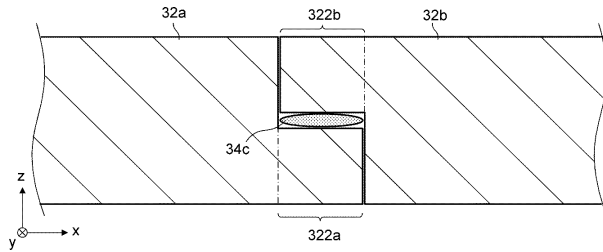
【図15】



【図17】



【図16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-135430(JP,A)
特開2009-194370(JP,A)
特開2002-231654(JP,A)
特許第5512052(JP,B2)
特開2008-110852(JP,A)
特開2013-251524(JP,A)
特開2009-161283(JP,A)
特開2011-225355(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/268
H01L 21/20
H01L 21/677
B65G 49/06