

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4354376号
(P4354376)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 3 K 26/067	(2006.01)	B 2 3 K 26/067	
B 2 3 K 26/06	(2006.01)	B 2 3 K 26/06	A
H O 1 L 21/301	(2006.01)	H O 1 L 21/78	
B 2 3 K 101/40	(2006.01)	B 2 3 K 101:40	

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-280870 (P2004-280870)	(73) 特許権者	000134051 株式会社ディスコ 東京都大田区大森北二丁目13番11号
(22) 出願日	平成16年9月28日(2004.9.28)	(74) 代理人	100075177 弁理士 小野 尚純
(65) 公開番号	特開2006-95529 (P2006-95529A)	(74) 代理人	100113217 弁理士 奥貫 佐知子
(43) 公開日	平成18年4月13日(2006.4.13)	(72) 発明者	小林 賢史 東京都大田区東糀谷2丁目14番3号 株式会社ディスコ内
審査請求日	平成19年8月15日(2007.8.15)	(72) 発明者	能丸 圭司 東京都大田区東糀谷2丁目14番3号 株式会社ディスコ内
		審査官	青木 正博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加工物を保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された被加工物に該被加工物に対して透過性を有するレーザ光線を照射するレーザ光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザ光線照射手段とを相対的に加工送りする加工送り手段とを具備し、

該レーザ光線照射手段は、レーザ光線発振手段と、該レーザ光線発振手段が発振するレーザ光線を伝送する光学伝送手段と該光学伝送手段によって伝送されたレーザ光線を集光せしめる一つの集光レンズを備えた伝送・集光手段とを含んでいる、レーザ加工装置において、

該伝送・集光手段は、該レーザ光線発振手段から発振されたレーザ光線を該一つの集光レンズを通して該加工送り方向および該チャックテーブルに保持された被加工物の厚さ方向に変位せしめられた少なくとも2個の集光点に集光せしめる、

ことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】

該光学伝送手段は、該レーザ光線発振手段が発振するレーザ光線を第1のレーザ光線と第2のレーザ光線とに分けるビームスプリッタと、該第1のレーザ光線の集光点と該第2のレーザ光線の集光点を該加工送り方向に変位せしめる集光点位置変位手段と、該第1のレーザ光線と該第2のレーザ光線の一方の集光点を該チャックテーブルに保持された被加工物の厚さ方向に変位せしめる集光点深さ変位手段とを具備している、請求項1記載のレ

ーザ加工装置。

【請求項 3】

集光点位置変位手段は複数個のミラーを含んでおり、該複数個のミラーの設置角度を変更することにより該第 1 のレーザ光線の集光点と該第 2 のレーザ光線の集光点との該加工送り方向の変位量を変更する、請求項 2 記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】

該集光点深さ変位手段は、レーザ光線のビーム広がり角を変更する、請求項 2 記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、被加工物に対して透過性を有するパルスレーザ光線等のレーザ光線を照射し、被加工物の内部に変質層を形成するレーザ加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造工程においては、シリコン基板、サファイア基板、炭化珪素基板、リチウムタンタレート基板、ガラス基板或いは石英基板の如き適宜の基板を含むウエーハの表面に格子状に配列されたストリートと呼ばれる分割予定ラインによって複数の領域が区画され、この区画された領域に IC、LSI 等の回路（機能素子）を形成する。そして、ウエーハを分割予定ラインに沿って切断することにより回路が形成された領域を分割して個々の半導体デバイスを製造している。ウエーハを分割するための方法としては、レーザ光線を利用する種々の様式が提案されている。

20

【0003】

下記特許文献 1 および 2 には、ウエーハの厚さ方向中間部にパルスレーザ光線を集光させてパルスレーザ光線とウエーハとを分割予定ラインに沿って相対的に移動せしめ、これによって分割予定ラインに沿ってウエーハの厚さ方向中間部に変質層を形成し、しかる後にウエーハに外力を加えてウエーハを変質層に沿って破断せしめる、ウエーハ分割方法が開示されている。

【特許文献 1】米国特許第 6, 211, 488 号明細書

【特許文献 2】特許第 3 408 805 号公報

30

【0004】

しかるに、ウエーハの厚さ方向中間部に変質層を形成することのみならず、ウエーハの厚さ方向中間部に代えて或いはこれに加えて裏面から所定深さまでの部分或いは表面から所定深さの部分に分割ラインに沿って変質領域を成形することも意図され得るが、いずれの場合においても、ウエーハに外力を加えて分割ラインに沿って精密に破断せしめるためには、変質層の厚さ、即ちウエーハの厚さ方向における変質層の寸法を比較的大きくすることが必要である。変質層の厚さはパルスレーザ光線の集光点近傍において 10 ~ 50 μ m であるため、変質層の厚さを増大せしめるためにはパルスレーザ光線の集光点の位置をウエーハの厚さ方向に変位せしめて、パルスレーザ光線とウエーハとを分割予定ラインに沿って繰り返し相対的に移動せしめることが必要である。従って、特にウエーハの厚さが比較的厚い場合、ウエーハを精密に破断するのに必要な厚さの変質層の形成に長時間を要する。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した問題を解決するために本出願人は、パルスレーザ光線を光軸方向に変位せしめられた少なくとも 2 個の集光点に集光せしめるように構成したレーザ加工装置を特願 2003 - 273341 号として提案した。このレーザ加工装置によれば、被加工物即ちウエーハの厚さ方向に変位せしめられている少なくとも 2 個の集光点の部位に変質層を同時に形成することができる。しかしながら、このレーザ加工装置は、レーザ光線がウエーハの

50

厚さ方向において同一光軸上に集光点を変位して照射されるため、集光点が浅いレーザー光線が集光点が深いレーザー光線の照射を阻害し、所望の変質層を形成することができないという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記事実を鑑みてなされたものであり、その主たる技術的課題は、集光点が浅いレーザー光線が集光点が深いレーザー光線の照射を阻害することなく、複数の変質層を所望の厚さで同時に形成することができるレーザー加工装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記主たる技術的課題を解決するために、本発明によれば、被加工物を保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された被加工物に該被加工物に対して透過性を有するレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段とを相対的に加工送りする加工送り手段とを具備し、

該レーザー光線照射手段は、レーザー光線発振手段と、該レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を伝送する光学伝送手段と該光学伝送手段によって伝送されたレーザー光線を集光せしめる一つの集光レンズを備えた伝送・集光手段とを含んでいる、レーザー加工装置において、

該伝送・集光手段は、該レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線を該一つの集光レンズを通して該加工送り方向および該チャックテーブルに保持された被加工物の厚さ方向に変位せしめられた少なくとも2個の集光点に集光せしめる、

ことを特徴とするレーザー加工装置が提供される。

【 0 0 0 8 】

上記光学伝送手段は、レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を第1のレーザー光線と第2のレーザー光線とに分けるビームスプリッタと、第1のレーザー光線の集光点と第2のレーザー光線の集光点を加工送り方向に変位せしめる集光点位置変位手段と、第1のレーザー光線と第2のレーザー光線の一方の集光点を上記チャックテーブルに保持された被加工物の厚さ方向に変位せしめる集光点深さ変位手段とを具備している。集光点位置変位手段は複数個のミラーを含んでおり、該複数個のミラーの設置角度を変更することにより第1のレーザー光線の集光点と第2のレーザー光線の集光点との加工送り方向の変位量を変更する。また、集光点深さ変位手段は、レーザー光線のビーム広がり角を変更する。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明のレーザー加工装置においては、レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線を光軸方向および加工送り方向に変位せしめられた少なくとも2個の集光点に集光せしめるので、一方の集光点に生成された変質が他方の集光点におけるレーザー光線の照射を阻害することはなく、所望の厚さを有する複数の変質層を同時に形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明に従って構成されたレーザー加工装置の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】

図1には、本発明に従って構成されたレーザー加工装置の概略構成図が示されている。図示の加工装置は、被加工物であるウエーハ2を保持するためのチャックテーブル3と全体を番号4で示すレーザー光線照射手段とを具備している。

【 0 0 1 2 】

チャックテーブル3は、例えば多孔質部材から形成され或いは複数個の吸引孔又は溝が形成された吸着チャック31を具備しており、該吸着チャック31が図示しない吸引手段に連通されている。従って、吸着チャック31上に被加工物であるウエーハ2のウエーハ回路面側に貼着された保護テープ21側を載置し、図示しない吸引手段を作動することにより、ウエーハ2はチャックテーブル3上に吸引保持される。このように構成されたチャ

10

20

30

40

50

ックテーブル3は、図示しない加工送り手段によって図1において矢印Xで示す加工送り方向に移動せしめられるように構成されている。従って、チャックテーブル3とレーザ光線照射手段4は、矢印Xで示す加工送り方向に相対的に移動可能である。

【0013】

レーザ光線照射手段4は、パルスレーザ光線発振手段5と、このパルスレーザ光線発振手段5が発振するパルスレーザを伝送し集光せしめる伝送・集光手段6とを含んでいる。パルスレーザ光線発振手段5は、被加工物であるウエーハ2に対して透過性を有するパルスレーザ光線10を発振する。このパルスレーザ光線発振手段5は、ウエーハ2がシリコン基板、炭化珪素基板、リチウムタンタレート基板、ガラス基板或いは石英基板を含むウエーハである場合、例えば波長が1064nmであるパルスレーザ光線10を発振するYVO4パルスレーザ発振器或いはYAGパルスレーザ発振器を用いることができる。

10

【0014】

図1を参照して説明を続けると、レーザ光線照射手段4における伝送・集光手段6は、パルスレーザ光線発振手段5とチャックテーブル3上に保持された被加工物であるウエーハ2との間に配設されている。図示の実施形態における伝送・集光手段6は、パルスレーザ光線発振手段5が発振するパルスレーザ光線を伝送する光学伝送手段7と、該光学伝送手段7によって伝送されたパルスレーザ光線を集光せしめる対物レンズ等の集光レンズ8を含んでいる。光学伝送手段7は、ビームスプリッタ71と、レーザ光線の集光点を上記チャックテーブル3に保持された被加工物であるウエーハ2の厚さ方向(図1において矢印Zで示す方向)に変位せしめる集光点深さ変位手段72と、該集光点深さ変位手段72

20

【0015】

上述したレーザ加工装置においては、パルスレーザ光線発振手段5から発振されたパルスレーザ光線10は、ビームスプリッタ71によって2本のパルスレーザ光線10aと10bに、即ちビームスプリッタ71を透過して直進する第1のパルスレーザ光線10aとビームスプリッタ71によって反射されて実質上直角に方向変換される第2のパルスレーザ光線10bとに分離される。第1のパルスレーザ光線10aは、ビームスプリッタ73

30

【0016】

一方、第2のパルスレーザ光線10bは、集光点深さ変位手段72としての凸レンズ721を通過することによってビーム広がり角が変更せしめられる。図示の実施形態においては、第2のパルスレーザ光線10bは凸レンズ721を通過することによってその広がり角が凸レンズ72から遠ざかるに従って径が漸次減少される。凸レンズ72を通過することによってビーム広がり角が変更せしめられ第2のパルスレーザ光線10bは、第1のミラー731と第2のミラー732の設置角度に対応して反射し、ビームスプリッタ733の設置角度に対応して反射される。そして、ビームスプリッタ733の設置角度に対応して反射された第2のパルスレーザ光線10bは、その光軸L2が上記第1のパルスレーザ光線10aの光軸L1に対して所定の角度をもって集光レンズ8に至る。なお、集光レンズ8に入射される第2のパルスレーザ光線10bは、上記集光点深さ変位手段72としての凸レンズ721を通過することによってビーム広がり角が変更せしめられているので、ビーム径も変更されている。そして、集光レンズ8を通過した第2のパルスレーザ光線10bは、被加工物であるウエーハ2の内部における集光点Pbに集光せしめられる。

40

【0017】

第2のパルスレーザ光線10bの集光点Pbは、上述したように集光レンズ8に入光する第2のパルスレーザ光線10bの光軸L2が第1のパルスレーザ光線10aの光軸L1に対して所定の角度をもっているため、第1のパルスレーザ光線10aの集光点Paに対

50

して図1において矢印Xで示す加工送り方向に距離Sだけ変位する。この変位量Sは、第1のミラー731と第2のミラー732の設置角度を変更することによって適宜変更することができる。また、対物集光レンズ8に入射する第2のパルスレーザ光線10bは、集光点深さ変位手段72としての凸レンズ721を通過することによってビーム広がり角が変更せしめられ、第1のミラー731と第2のミラー732およびビームスプリッタ733を介して集光レンズ8に向けてビーム径が漸次増大せしめられているので、集光点Pbは第1のパルスレーザ光線10aの集光点Paより深い位置(図1において下方位置)、即ち対物集光レンズ8から光軸方向に離れた位置となる。この集光点Pbの深さ位置は、集光点深さ変位手段72としての凸レンズ721を光軸方向に移動せしめることによって適宜調整することができる。

10

【0018】

第1のパルスレーザ光線10aが集光点Paに集光せしめられると、これに起因して集光点Paの近傍、通常は集光点Paから上方に向かって厚さT1を有する領域で被加工物であるウエーハ2に変質層W1が形成される。また、第2のパルスレーザ光線10bが集光点Pbに集光せしめられると、集光点Pb近傍、通常は集光点Pbから上方に向かって厚さT2を有する領域で被加工物であるウエーハ2に変質層W2が生成される。このとき、第2のパルスレーザ光線10bの集光点Pbは第1のパルスレーザ光線10aの集光点Paに対して図1において矢印Xで示す加工送り方向に距離Sだけ変位しているため、第1のパルスレーザ光線10aと第2のパルスレーザ光線10bが干渉することはない。従って、第1のパルスレーザ光線10aの集光点Pa近傍および第2のパルスレーザ光線10bの集光点Pb近傍にそれぞれ所望の深さの変質層W1およびW2を形成することができる。被加工物であるウエーハ2に形成される変質層はウエーハ2の材質或いは集光せしめられるパルスレーザ光線10aおよび10bの強度にも依存するが、通常は溶融再固化(即ち、パルスレーザ光線10aおよび10bが集光されている時に溶融されパルスレーザ光線10aおよび10bの集光が終了した後に固化される)、ポイド或いはクラックである。

20

【0019】

図示の実施形態におけるレーザ加工装置は、上述したようにパルスレーザ光線を照射しつつチャックテーブル3(従って、チャックテーブル3に保持された被加工物であるウエーハ2)を、図1において例えば左方に移動せしめる。この結果、ウエーハ2の内部には、図2に示すように所定の分割予定ラインに沿って厚さT1およびT2を有する2個の変質層W1およびW2が同時に形成される。このように、図示の実施形態におけるレーザ加工装置によれば、単一のレーザ光線照射手段4によって、被加工物であるウエーハ2にその厚さ方向に変位せしめられた2個の領域に厚さT1およびT2を有する変質層W1およびW2を同時に形成することができる。なお、変質層W1とW2を厚さ方向に連続して形成させたい場合には、例えば集光点深さ変位手段72としての凸レンズ721を図1において左方に移動し、第2のパルスレーザ光線10bの集光点Pbを上方に移動させる。そして、集光点Pbを第1のパルスレーザ光線10aの集光点Paより厚さT2だけ下方位置に合わせる。

30

40

【0020】

なお、上記レーザ加工における加工条件は、例えば次のように設定されている。

光源	: LD励起QスイッチNd:YVO ₄ パルスレーザ
波長	: 1064nm
パルス出力	: 2.5μJ
集光スポット径	: 1μm
パルス幅	: 40ns
繰り返し周波数	: 100kHz
加工送り速度	: 100mm/秒

【0021】

50

なお、被加工物であるウエーハ 2 の厚さが厚く、厚さ T 1 および T 2 を有する変質層 W 1 および W 2 では分割ラインに沿ってウエーハ 2 を精密に分割するには不十分である場合には、レーザ光線照射手段 4 とチャックテーブル 3 とを光軸方向、即ち図 1 において矢印 Z で示す上下方向に相対的に所定距離移動せしめ、これによって集光点 P a および集光点 P b を光軸方向、従って被加工物であるウエーハ 2 の厚さ方向に変位せしめ、レーザ光線照射手段 4 からパルスレーザ光線を照射しつつチャックテーブル 3 を図 1 において矢印 X で示す加工送り方向に移動せしめる。この結果、被加工物であるウエーハ 2 には、上記変質層 W 1 および W 2 に加えて厚さ方向に変位した部位に厚さ T 1 および T 2 を有する変質層 W 1 および W 2 形成することができる。

【 0 0 2 2 】

次に、集光点深さ変位手段 7 2 の他の実施形態について、図 3 を参照して説明する。

図 3 に示す集光点深さ変位手段 7 2 は、光軸方向に間隔を置いて配設された第 1 の凸レンズ 7 2 2 と第 2 の凸レンズ 7 2 3 とからなっている。図 3 に示す集光点深さ変位手段 7 2 においては、第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b は第 1 の凸レンズ 7 2 2 および第 2 の凸レンズ 7 2 3 を通過することにより、その広がり角が第 2 の凸レンズ 7 2 3 から遠ざかるに従ってビーム径が漸次増大する構成となっている。なお、第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の広がり角および上記集光レンズ 8 入射時のビーム径、即ち集光点深さ変位手段 7 2 を通過し上記集光レンズ 8 によって集光される第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の集光点 P b の深さ位置は、第 1 の凸レンズ 7 2 2 または第 2 の凸レンズ 7 2 3 を光軸方向に移動せしめることによって適宜に調整することができる。

【 0 0 2 3 】

次に、集光点深さ変位手段 7 2 の更に他の実施形態について、図 4 を参照して説明する。

図 4 に示す集光点深さ変位手段 7 2 は、間隔を置いて配設された第 3 の凸レンズ 7 2 4 および第 4 の凸レンズ 7 2 5 と、該第 3 の凸レンズ 7 2 4 と第 4 の凸レンズ 7 2 5 との間に配設された第 1 のミラー対 7 2 6 および第 2 のミラー対 7 2 7 とからなっている。第 1 のミラー対 7 2 6 は互いに平行に配設された第 1 のミラー 7 2 6 a と第 2 のミラー 7 2 6 b とからなり、該第 1 のミラー 7 2 6 a と第 2 のミラー 7 2 6 b は互いの間隔を維持した状態で図示しないミラー保持部材に固定されている。第 2 のミラー対 7 2 7 も互いに平行に配設された第 1 のミラー 7 2 7 a と第 2 のミラー 7 2 7 b とからなっており、該第 1 のミラー 7 2 7 a と第 2 のミラー 7 2 7 b は互いの間隔を維持した状態で図示しないミラー保持部材に固定されている。このように構成された図 4 に示す集光点深さ変位手段 7 2 においては、第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b は第 3 の凸レンズ 7 2 4、第 1 のミラー対 7 2 6 の第 1 のミラー 7 2 6 a および第 2 のミラー 7 2 6 b、第 2 のミラー対 7 2 7 の第 1 のミラー 7 2 7 a および第 2 のミラー 7 2 7 b、第 4 の凸レンズ 7 2 5 を通過することにより、第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の広がり角が第 4 の凸レンズ 7 2 5 から遠ざかるに従ってビーム径が漸次増大せしめられる構成となっている。なお、第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の広がり角および上記集光レンズ 8 の入射時のビーム径、即ち集光点深さ変位手段 7 2 を通過し上記集光レンズ 8 によって集光される第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の集光点 P b の深さ位置は、第 1 のミラー対 7 2 6 および第 2 のミラー対 7 2 7 の設置角度を変更して光路長を変更することにより適宜に調整することができる。この設置角度の調整は、第 1 のミラー対 7 2 6 および第 2 のミラー対 7 2 7 をそれぞれ保持する図示しないミラー保持部材を、それぞれ第 1 のミラー 7 2 6 a と第 2 のミラー 7 2 6 b および第 1 のミラー 7 2 7 a と第 2 のミラー 7 2 7 b が点対称の位置となる点を中心として回転する。

【 0 0 2 4 】

以上、本発明を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は実施形態のみに限定されるものではなく、本発明の趣旨の範囲で種々の変形は可能である。例えば、図示の実施形態においては、集光点深さ変位手段としての凸レンズ 7 2 を第 2 のパルスレーザ光線 1 0 b の経路に配設した例を示したが、集光点深さ変位手段は第 1 のパルスレーザ光線 1 0 a の経路に配設してもよい。また、集光点深さ変位手段としてのレンズは、凹レンズまた

10

20

30

40

50

は組み合わせレンズを用いてもよい。更に、図示の実施形態においてはパルスレーザー光線を用いた例を示したが、本発明はCO₂レーザー光線のような連続波レーザー光線を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明に従って構成されたレーザー加工装置の概略構成図。

【図2】図1のレーザー加工装置によって被加工物の内部に2個の変質層を同時に形成した状態を示す説明図。

【図3】図1のレーザー加工装置に装備される集光点深さ変位手段の他の実施形態を示す概略構成図。

【図4】図1のレーザー加工装置に装備される集光点深さ変位手段の更に他の実施形態を示す概略構成図。

【符号の説明】

【0026】

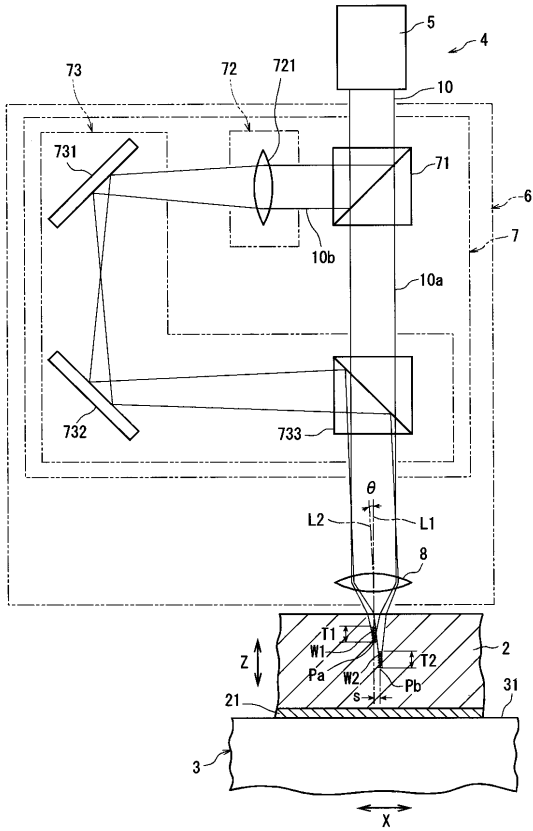
- 2：ウエーハ（被加工物）
- 3：チャックテーブル
- 31：吸着チャック
- 4：レーザー光線照射手段
- 5：パルスレーザー光線発振手段
- 6：伝送・集光手段
- 7：光学伝送手段
- 71：ビームスプリッタ
- 72：集光点深さ変位手段
- 721：凸レンズ
- 722：第1の凸レンズ
- 723：第2の凸レンズ
- 724：第3の凸レンズ
- 725：第4の凸レンズ
- 726：第1のミラー対
- 727：第2のミラー対
- 73：集光点位置変位手段
- 731：第1のミラー
- 732：第2のミラー
- 733：ビームスプリッタ
- 8：集光レンズ

10

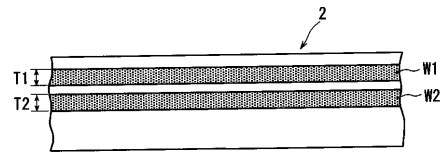
20

30

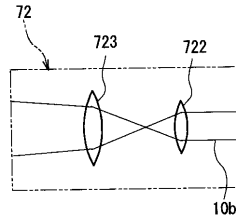
【 図 1 】



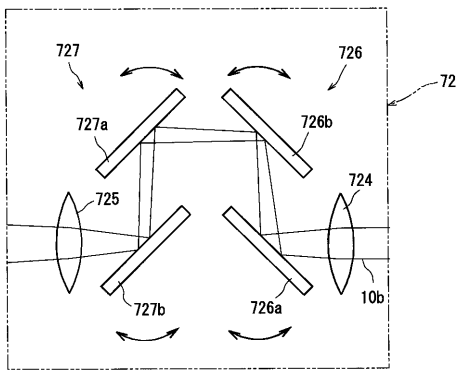
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-273592(JP,A)
特開平07-050672(JP,A)
特開2004-111601(JP,A)
特開2003-334684(JP,A)
特開2003-334685(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 26/00 - 26/42
H01L 21/78