

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4467632号
(P4467632)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int. Cl.	F I	
B 2 3 K 26/10 (2006.01)	B 2 3 K 26/10	
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00	D
B 2 3 K 26/14 (2006.01)	B 2 3 K 26/00	H
B 2 3 K 26/16 (2006.01)	B 2 3 K 26/14	Z
H O 1 L 21/28 (2006.01)	B 2 3 K 26/16	

請求項の数 4 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-67020 (P2009-67020)	(73) 特許権者	592145785 丸文株式会社 東京都中央区日本橋大伝馬町八番一号
(22) 出願日	平成21年3月18日(2009.3.18)	(74) 代理人	100104547 弁理士 栗林 三男
(65) 公開番号	特開2010-75995 (P2010-75995A)	(72) 発明者	仲田 悟基 東京都中央区日本橋大伝馬町八番一号 丸 文株式会社内
(43) 公開日	平成22年4月8日(2010.4.8)	(72) 発明者	山岡 裕 東京都中央区日本橋大伝馬町八番一号 丸 文株式会社内
審査請求日	平成21年5月13日(2009.5.13)	(72) 発明者	木野本 亮 東京都中央区日本橋大伝馬町八番一号 丸 文株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2008-75067 (P2008-75067)		
(32) 優先日	平成20年3月24日(2008.3.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2008-217849 (P2008-217849)		
(32) 優先日	平成20年8月27日(2008.8.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビーム加工装置、ビーム加工方法およびビーム加工基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の一方の面に形成された被加工層にビームを照射して加工するビーム加工装置であって、

気体を噴出することにより前記基板を略平らに浮かせた状態に支持する気体浮上機構と

前記基板の一方の面に形成された被加工層にビームを照射し、前記被加工層を加工するビーム照射手段と、

を備え、

前記気体浮上機構は、気体を噴出する気体噴出機構を有し、前記基板を当該基板の前記被加工層が形成された一方の面を下にして略平らに浮かせた状態に支持するステージと、前記基板の側縁部に係合して前記基板を前記ステージ上で一方向に移動させる搬送機構とを備え、

前記ビーム照射手段は、前記基板に垂直にビームを照射するヘッドと、当該ヘッドを前記基板の搬送方向と直交するX軸方向に沿って移動させるX軸移動機構と、当該X軸移動機構によりX軸方向に移動する前記ヘッドをX軸方向に直交するY軸方向に沿って移動させるY軸移動機構とを備え、

当該ビーム照射手段は、前記基板の被加工層の加工に際し、当該基板の他方の面の上側から当該基板を介してビームを前記被加工層に照射し、かつ、前記Y軸移動機構を用いて前記ヘッドを移動させることにより、前記基板の移動に同期してビーム照射位置を前記基

板の移動方向に沿った方向に移動するとともに、前記X軸移動機構を用いて前記ヘッドを移動させることにより、当該ビーム照射位置を前記基板の移動方向に直交する方向に移動し、

前記搬送機構により前記基板を移動している状態で、前記ビーム照射手段によるビーム照射により、前記基板の前記被加工層を加工することを特徴とするビーム加工装置。

【請求項2】

前記搬送機構により移動中の前記基板に対して、前記ビーム照射手段が複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向に沿って当該基板の所定の搬送速度と同じ速度で移動し、かつ、同時に、前記基板の前記被加工層の一方の側縁側から他方の側縁側に向かって搬送方向に直交する方向に移動することで、前記基板に前記ビーム照射位置の数となる本数の加工を施す順方向等速加工制御工程と、

10

当該順方向等速加工制御工程後に、前記ビーム照射手段が前記基板の前記被加工層の他方の側縁側で前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向と逆方向に移動するように制御して搬送中の前記基板の前記順方向等速加工制御工程で複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も後側となる前記ビーム照射位置で加工された部分から前記所定間隔離れた位置に、複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も先側となる前記ビーム照射位置から照射されるビームを照射可能に移動する他側縁側照射位置合わせ制御工程と、

前記他側縁側照射位置合わせ制御工程後に、前記ビーム照射手段が搬送中の前記基板に対して複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向に沿って当該基板の所定の搬送速度と同じ速度で移動し、かつ、同時に、前記基板の前記被加工層の他方の側縁側から一方の側縁側に向かって搬送方向に直交する方向に移動することで、前記基板に前記ビーム照射位置の数となる本数の加工を施す逆方向等速加工制御工程と、

20

前記逆方向等速加工制御工程後に前記基板の前記被加工層の一方の側縁側で複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向と逆方向に移動するように制御して搬送中の前記基板の前記逆方向等速加工工程で複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も後側となる前記ビーム照射位置で加工された部分から前記所定間隔離れた位置に、複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も先側となる前記ビーム照射位置から照射されるビームを照射可能に移動する一側縁側照射位置合わせ制御工程とからなる制御工程で複数の前記ビーム照射位置を移動させるように前記ビーム照射手段を制御するビーム照射位置移動制御手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のビーム加工装置。

30

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載のビーム加工装置により前記基板の被加工層を加工することを特徴とするビーム加工方法。

【請求項4】

請求項1または請求項2に記載のビーム加工装置により加工された被加工層を有することを特徴とするビーム加工基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス基板等の基板上に例えば光電効果を利用した発電システムとなる半導体素子を形成する際に、半導体素子を構成する薄膜をビーム（レーザ等）によりパターニングする場合に好適に用いることができるビーム加工装置、ビーム加工方法および当該ビーム加工装置により加工された被加工層（薄膜）を有するビーム加工基板に関する。

40

【背景技術】

【0002】

一般に、シリコン系アモルファスを用いた前記発電システムの製造においては、大きなガラス基板上に最初に透明電極（例えば、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛等）層を形成してパターニングを行い、次いで、ガラス基板上にアモルファスシリコン層（光電変換層）を形成してパターニングを行い、次いで、ガラス基板上に金属電極を形成してパターニングを行う。

50

この際の各パターンングを、湿式ではなく、レーザービームを用いたレーザーパターンングで行う方法が確立されている。

【0003】

ここでのレーザーパターンングは、ガラス基板上に順次形成される各薄膜層にそれぞれ順次溝（スリット）をつけて溝を境に薄膜層を電氣的に絶縁して、多数の電池セルに分割するためのものであり、レーザースクライプとも称される。

このようなレーザースクライプにおいて、ガラス基板に形成された透明電極層に、ガラス基板側からレーザービームを照射することにより溝を形成している（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

すなわち、レーザービームを、ガラス基板の被加工層が形成された面側ではなく、その反対側となる面から照射することになる。この場合に、例えば、ガラス基板の上側からレーザービームを照射する構成とすると、例えば、台上にガラス基板を、被加工層を下にした状態で配置することとなる。この場合に、被加工層が台上面に接触することから、被加工層が傷ついたり、加工時に台の影響（例えば、温度や、レーザーの反射）を受けたりする可能性がある。

【0005】

そこで、ガラス基板の周辺部を支持して、ガラス基板を吊った状態として、上からレーザーを照射することが行われている。

この場合に、ガラス基板を周辺部から吊った状態で一方向に搬送し、レーザーの照射位置をガラス基板の搬送方向に略直交する方向に移動することで、ガラス基板上の被加工層にストライプ状に溝を形成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-54254号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、光電効果を利用した発電システムの製造や、プラズマディスプレイ等のパネルディスプレイの製造等においては、コスト削減のために、ガラス基板の大型化が進められている。

ガラス基板の大型化に際し、基本的にガラス基板を厚くすることはないので、大型化されたガラス基板を周辺部で支持すると、ガラス基板が下側に大きく撓むことになる。これにより、ガラス基板の左右側部の高さ位置と、左右の中央部の高さ位置とが大きく異なることになる。

【0008】

また、レーザーを照射する際には、光学素子により、レーザーを被加工層上で集光もしくは結像することになる。上側からレーザーを照射する際に、上述のようにガラス基板の位置によって、その高さ位置が大きく違う場合には、照射位置となるいずれかの場所で光学素子の焦点を合わせても、照射位置を移動すると、焦点がずれてしまうことになる。

【0009】

そこで、従来、レーザースクライプ用のレーザービーム加工装置においては、例えば、ガラス基板に対して焦点を常時合わせるためのオートフォーカス機構が設けられていた。すなわち、上述のように撓むガラス基板のレーザー照射位置の高さ位置（光学素子としての対物レンズからの距離）を測定し、測定結果に基づいて光学素子としての対物レンズを上下動することにより、常に被加工層が光学素子の焦点範囲内となるように対物レンズを上下に動かしていた。

【0010】

ここで、ガラス基板の撓んで湾曲する方向（左右方向）と、レーザーの照射位置の移動方

10

20

30

40

50

向（左右方向）とが一致するため、加工中には、常に対物レンズが焦点位置を合わせるために、上下に移動した状態となる。

したがって、レーザスクライプ開始時に、対物レンズの高さ位置を合わせた後には、対物レンズの高さ位置を代えることなく、レーザスクライプを続行するようなことができない。

【 0 0 1 1 】

このようなオートフォーカス機構を設けることで、レーザスクライプを行うレーザビーム加工装置の構造が煩雑化するとともにコストが高くなっていた。また、レーザスクライプを行う際に、被加工層の高さ位置の測定とそれに伴う対物レンズの高さ位置の変更がレーザスクライプ作業の作業速度のボトルネックとなる可能性もあり、この場合に、レーザスクライプ作業の高速化がオートフォーカス機構により阻害されることになる。

10

また、レーザスクライプを行うと、溝を形成する際に昇華または液化した被加工層を構成する物質が固化した粉末、もしくはレーザにより剥離された粉末が発生する。上述のように、ガラス基板を被加工層を下にした状態でかつ空中に吊った状態であれば、レーザ加工によって発生した粉末がガラス基板上に降り落ちてくるような状態とはならないが、ガラス基板の下側に粉末が降り積もる状態となる。

これにより、ビーム加工装置においては、頻繁に清掃が必要となる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、オートフォーカスによりビームの焦点位置を常時調整する必要がないビーム加工装置、ビーム加工方法および前記ビーム加工装置に加工された被加工層を有するビーム加工基板を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

請求項 1 に記載のビーム加工装置は、基板の一方の面に形成された被加工層にビームを照射して加工するビーム加工装置であって、

気体を噴出することにより前記基板を略平らに浮かせた状態に支持する気体浮上機構と

、前記基板の一方の面に形成された被加工層にビームを照射し、前記被加工層を加工するビーム照射手段と、

を備え、

30

前記気体浮上機構は、気体を噴出する気体噴出機構を有し、前記基板を当該基板の前記被加工層が形成された一方の面を下にして略平らに浮かせた状態に支持するステージと、前記基板の側縁部に係合して前記基板を前記ステージ上で一方向に移動させる搬送機構とを備え、

前記ビーム照射手段は、前記基板に垂直にビームを照射するヘッドと、当該ヘッドを前記基板の搬送方向と直交する X 軸方向に沿って移動させる X 軸移動機構と、当該 X 軸移動機構により X 軸方向に移動する前記ヘッドを X 軸方向に直交する Y 軸方向に沿って移動させる Y 軸移動機構とを備え、

当該ビーム照射手段は、前記基板の被加工層の加工に際し、当該基板の他方の面の上側から当該基板を介してビームを前記被加工層に照射し、かつ、前記 Y 軸移動機構を用いて前記ヘッドを移動させることにより、前記基板の移動に同期してビーム照射位置を前記基板の移動方向に沿った方向に移動するとともに、前記 X 軸移動機構を用いて前記ヘッドを移動させることにより、当該ビーム照射位置を前記基板の移動方向に直交する方向に移動し、

40

前記搬送機構により前記基板を移動している状態で、前記ビーム照射手段によるビーム照射により、前記基板の前記被加工層を加工することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 1 に記載の発明においては、気体浮上機構により、基板を被加工層を下にして平らに浮かせた状態に支持し、基板全体が噴出する気体で支持された状態なので、基板が自重により撓むのを防止することができる。したがって、基板が気体浮上機構により撓まず

50

にほぼ平面状で支持された状態で、ビームを照射するので、基板の位置によって、ビームの照射位置が上下に大きくずれることがない。

【0015】

したがって、ビームの照射位置が基板に対して相対的に移動しても、ビームの焦点位置を変更することなく、被加工層を焦点範囲内に含めることが可能となり、例えば、ビーム照射開始時やメンテナンス時等において、一回、ビームの焦点位置を調整すれば、作業中にビームの焦点位置を随時変更する必要がなくなる。

これにより、オートフォーカス機構を省略することができ、ビーム加工装置のコストを大幅に削減できるとともに、ビーム加工装置の対物光学装置の焦点調整部分の構造を大幅に簡略化することができる。

10

【0016】

また、オートフォーカス機構がないことから、オートフォーカス機構の制御による作業の遅延が発生することがなく、作業の高速化を図る際の障害要因をなくすることができる。

また、基板の被加工層を下にする場合でも、被加工層はステージ等に対して非接触で、かつ、ステージとの間に気体層が形成された状態なので、被加工層が接触することによる破損や、ビームにより加工される被加工層がステージから影響を受けるのを防止することができる。例えば、ステージによる温度や、ビームの反射等の影響を抑制することができる。

【0017】

また、ビームでの基板の被加工層の加工に際し、基板を搬送した状態でビームを照射して被加工層を加工できるので、ビーム照射による加工時に基板の搬送開始と搬送停止を短い間隔で繰り返す必要がない。ここで、例えば、短い間隔で繰り返し直線状の加工を行うことで、ストライプ状に多数のラインを加工するような場合に、基板が大型化されて重量が大きくなると、慣性力も大きくなり、搬送開始、搬送停止時に大きな力を必要とするとともに、移動機構（搬送機構）に大きな負荷がかかることになる。移動機構に強度が高く駆動力の大きなものが必要となり、設備コストおよびランニングコストが高くなる。また、搬送開始時、搬送停止時に移動機構だけではなく、大型化した基板にも大きな負荷がかかる可能性があり、基板に負荷がかかりすぎないようにする対策が必要となる虞がある。

20

【0018】

すなわち、基板を浮上させた状態で搬送するので、搬送の開始と停止とを繰り返すことなく等速で搬送した状態とするならば、移動機構は、大きな駆動力を必要としないとともに、大きな強度も必要とせず、コストの低減を図ることができる。また、大型の基板を浮上させた状態で等速で搬送しながら被加工層を加工することで、基板に大きな負荷がかかることもなく、良好な状態を維持したまま基板を加工することができる。

30

また、搬送しながら加工することで、加工時間の短縮を図ることができる。

【0026】

請求項2に記載のビーム加工装置は、請求項1に記載の発明において、前記搬送機構により移動中の前記基板に対して、前記ビーム照射手段が複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向に沿って当該基板の所定の搬送速度と同じ速度で移動し、かつ、同時に、前記基板の前記被加工層の一方の側縁側から他方の側縁側に向かって搬送方向に直交する方向に移動することで、前記基板に前記ビーム照射位置の数となる本数の加工を施す順方向等速加工制御工程と、

40

当該順方向等速加工制御工程後に、前記ビーム照射手段が前記基板の前記被加工層の他方の側縁側で前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向と逆方向に移動するように制御して搬送中の前記基板の前記順方向等速加工制御工程で複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も後側となる前記ビーム照射位置で加工された部分から前記所定間隔離れた位置に、複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も先側となる前記ビーム照射位置から照射されるビームを照射可能に移動する他側縁側照射位置合わせ制御工程と、

前記他側縁側照射位置合わせ制御工程後に、前記ビーム照射手段が搬送中の前記基板に対して複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向に沿って当該基板の所定の搬送速

50

度と同じ速度で移動し、かつ、同時に、前記基板の前記被加工層の他方の側縁側から一方の側縁側に向かって搬送方向に直交する方向に移動することで、前記基板に前記ビーム照射位置の数となる本数の加工を施す逆方向等速加工制御工程と、

前記逆方向等速加工制御工程後に前記基板の前記被加工層の一方の側縁側で複数の前記ビーム照射位置を前記基板の搬送方向と逆方向に移動するように制御して搬送中の前記基板の前記逆方向等速加工工程で複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も後側となる前記ビーム照射位置で加工された部分から前記所定間隔離れた位置に、複数の前記ビーム照射位置の前記搬送方向の最も先側となる前記ビーム照射位置から照射されるビームを照射可能に移動する一側縁側照射位置合わせ制御工程とからなる制御工程で複数の前記ビーム照射位置を移動させるように前記ビーム照射手段を制御するビーム照射位置移動制御手段を備えることを特徴とする。

10

【0027】

請求項3に記載のビーム加工方法は、請求項1または請求項2に記載のビーム加工装置により前記基板の被加工層を加工することを特徴とする。

【0028】

請求項3に記載の発明においては、請求項1または請求項2に記載の発明と同様の作用効果を得ることができる。

【0029】

請求項4に記載のビーム加工基板は、請求項1または請求項2に記載のビーム加工装置により加工された被加工層を有することを特徴とする。

20

【0030】

請求項4に記載の発明においては、請求項1または請求項2に記載の発明と同様の作用効果を得ることができる。

【0031】

また、請求項1に記載のビーム加工装置において、前記気体浮上機構は、気体を噴出する気体噴出機構を有し、前記基板を平らな状態に浮かせて支持するステージと、前記基板を前記ステージ上で少なくとも一方向に移動させる移動機構とを備え、前記ビーム照射手段は、前記ビームの照射位置を前記基板の1つの移動方向に交差する一方向に沿って往復動自在とされ、前記ステージには、前記ビーム照射手段によるビーム照射位置の移動範囲に前記被加工層のビーム照射による加工によって生じる粉体を吸引する粉体除去手段が設けられ、前記粉体除去手段は、前記ステージの前記ビーム照射位置の往復動範囲を含む部分でステージを途切れた状態としたスリット部と、当該スリット部から前記粉体を吸引する吸引手段とを備えるものとしてもよい。

30

【0032】

この場合に、基板の下側に気体噴出機構が存在するため、ビーム加工によって、昇華または液化した被加工層が固化した粉末、もしくは剥離した粉末が発生した場合に、例えば、噴出する気体によって、粉末が吹き飛ばされる可能性がある。これにより、作業場全体を頻繁に清掃する必要が生じることになるが、本発明では、気体を噴出して基板を支持するステージの、ビーム照射位置の範囲が途切れた状態のスリット部とされ、スリット部に粉末を吸引する吸引手段があるので、ビーム照射位置で昇華または液化して、その近傍で固化する粉末が直ぐに吸引されることになる。

40

これにより、粉末が噴出する気体により吹き飛ばされて飛散する前に回収することができる。

したがって、ビーム加工装置や作業場を頻繁に清掃しなくとも、ビーム加工装置およびその周辺を清浄な状態に保持することができる。

また、ビームの照射により昇華して発生した被加工層の気体も吸引されることになるので、昇華した被加工層が基板の近傍で固化して基板に付着するのを抑制することができる。

【発明の効果】

【0033】

50

本発明のビーム加工装置、ビーム加工方法およびビーム加工基板によれば、被加工層を加工するビームを基板の反対側から照射するために、基板の被加工層を下にした際に、被加工層を他の部材に接触させない状態で、基板の自重による撓みを防止することができる。基板の被加工層を他の部材に接触させることなく、基板を平面状に保持できることから、撓む基板に対応してビームの照射位置の焦点を合わせるためのオートフォーカス機構を必要とせず、ビーム加工装置を簡略化してコストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るビーム加工装置の概略を示す平面図である。

【図2】前記ビーム加工装置の概略を示す側面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係るビーム加工装置の概略を示す平面図である。

【図4】第2の実施の形態に係るビーム加工装置の概略を示す正面図である。

【図5】第2の実施の形態のビーム照射方法を説明するための図面である。

【図6】第3の実施の形態に係るビーム加工装置を示す概略図である。

【図7】第3の実施の形態に係るビーム加工装置を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、添付した図面を参照しながら、本発明の第1の実施の形態を説明する。

図1および図2は、本発明の第1の実施の形態に係るビーム加工装置の概略構成を示すものである。

この例のビーム加工装置は、例えば、前記発電システムや、プラズマディスプレイ等の製造に好適に用いられるもので、ガラス基板等の透明基板上に形成された薄膜層をビーム（ここではレーザービーム）により、パターニングするものであり、基板上の薄膜層（被加工層）にレーザービームを照射して昇華、液化、剥離させることにより溝を形成し、当該溝で薄膜層を分断した状態とすることで、薄膜層を任意の形状にするものであるが、ここでは、例えば、ストライプ状やマトリックス状となるように薄膜に溝を形成する。

【0036】

この例では、最終的な製品をアモルファスシリコン用いた前記発電システムとした場合について説明する。前記発電システムでは、大きな電圧を得られないことから、ガラス基板等の透明基板上に、例えば、ストライプ状に多数のセルを形成するとともに、これを直列で接続した状態とすることにより、必要な電圧を出力可能としている。

【0037】

そして、製造に際しては、まず、ガラス基板側から太陽光を取り入れるので、ガラス基板側に透明電極の薄膜を形成する。そして、この透明電極の薄膜に所定間隔で溝を形成することにより、ストライプ状の透明電極を形成する。次いで、透明電極状に光電変換を行う半導体素子としてのアモルファスシリコンの薄膜を形成する。なお、この部分は例えば、PN接合やPIN接合を有する半導体素子となっている。

【0038】

そして、ストライプ状にパターニングされた透明電極の薄膜層上に光電変換層として複数層からなるアモルファスシリコン層を成膜した後に、再び、レーザービームにより、溝を形成する。なお、この溝は、上述の透明電極の薄膜層に形成した溝に隣接するように形成される。

【0039】

次に、金属電極の薄膜層を形成し、同様にレーザービームにより溝を形成する。この際には、上述のアモルファスシリコン層に形成された溝に隣接するとともに、アモルファスシリコン層に形成された溝に隣接する透明電極に形成された溝とは、反対側でアモルファスシリコン層の溝に隣接するように、金属電極の溝が形成される。すなわち、各層の溝は、透明電極層の溝、アモルファスシリコン層の溝、金属電極層の溝の順に並んで隣接した状態に形成される。

【0040】

10

20

30

40

50

そして、以上のような各薄膜への溝の形成に本発明のビーム加工装置が用いられる。

図1および図2に示すようにビーム加工装置は、気体を噴出することにより前記基板（ガラス基板2）を平らに浮かせた状態に支持する気体浮上機構10と、前記基板の一方の面に形成された被加工層3にビームを照射し、前記被加工層3を加工するビーム照射手段50とを備える。

【0041】

気体浮上機構10は、例えば、板状で後述のガラス基板2の搬送方向に沿って長く延在するステージ11と、ステージ11上にほぼ均等に散在するように配置された多数の気体噴出板12と、ステージ11の両側部に配置されて、ガラス基板2の左右両側部に係合するとともに、ガラス基板2を一つの搬送方向に沿って搬送するための移動機構14とを備える。

10

【0042】

前記ステージ11は、基本的に板状であるが、例えば、搬送方向に沿って延在する複数の板体からストライプ状の構成となってもよい。また、ステージ11は、ビーム照射手段50の後述の対物光学装置51の搬送方向に沿った線状のレーザビーム照射位置の部分で、搬送方向におけるレーザビーム照射位置の後側（手前側）と、前側（先側）とに2分割された状態となっており、この後側のステージ11aと、前側のステージ11bとの間にスリット状の間隔であるスリット部11cが形成されている。

【0043】

このスリット部11cは、後側のステージ11aと、前側のステージ11bとを分割した状態として、これらステージ11aとステージ11bとの間に形成される。なお、ステージ11を2分割せずに、レーザビーム照射位置にスリット状の開口部を設け、これをスリット部としてもよい。

20

【0044】

各ステージ11には、上述の気体噴出板12が配置されている。

また、気体噴出板12は、多孔質性のセラミック板からなるか、もしくは多数の孔が設けられた金属板もしくは樹脂板からなっている。

そして、気体噴出板12の裏面側は当該気体噴出板12側を除いて密封された状態の空間を構成する図示しない容器状の裏部材が取り付けられ、圧縮気体を供給する配管が接続され、この配管に例えば圧縮気体供給手段であるコンプレッサや、ガスポンプが接続されて、圧縮気体を供給するようになっている。

30

【0045】

この気体噴出板12と当該気体噴出板12に圧縮気体を供給する圧縮気体供給手段と、当該圧縮気体供給手段と、気体噴出板12との間をつなぐ配管等から気体噴出機構が形成されている。

なお、圧縮気体としては、例えば、空気や窒素ガスなどが用いられるが、加工される被加工層3に影響を与えない気体を用いられることが好ましく、例えば、酸素で被加工層3が酸化されてしまうような場合には、窒素ガス等の不活性ガスを用いることが好ましい。

【0046】

また、気体噴出板12において、気体を噴出する噴出口と、気体を吸引する吸引口とを有する構成とするか、気体噴出板12に加えて気体吸引板15を設ける構成としてもよい。

40

これは、気体の噴出と気体の吸引を行うとともに、気体の噴出量と、気体の吸引量との少なくとも一方を制御することにより、浮上した状態のガラス基板2の高さを一定に保つように制御するための構成である。

【0047】

気体を噴出するだけとして、気体の噴出量でガラス基板2の浮上高さをおよそ調節することができるが、高い精度でかつ迅速にガラス基板2の浮上高さを制御する上では、気体を噴出するだけでなく、吸引も同時に行うことで、例えば、ガラス基板2が上に移動した場合に、単に気体の噴出量を減少させるのではなく、気体を吸引することで、ガラス

50

基板 2 を迅速に下に戻すことができる。

【 0 0 4 8 】

この際に、気体噴出板 1 2 と気体吸引板 1 5 が例えば互い違いに分散配置されることが好ましい。また、気体噴出板 1 2 より気体吸引板 1 5 が少ない構成としてもよい。また、気体吸引板 1 5 がビーム加工時に発生する粉体を吸引しないように、ガラス基板 2 のビーム加工位置の近傍となる部分に気体吸引板 1 5 を配置しないことが好ましい。

【 0 0 4 9 】

なお、本発明では、後述のように、レーザー照射位置となるスリット部 1 1 c に、レーザービーム加工により生じる粉体を吸引する後述の吸引手段 1 3 を備えており、この吸引手段 1 3 の気体の吸引量と、レーザー照射位置の近傍に配置された気体噴出板 1 2 における気体噴出量とを制御して、レーザー照射位置におけるガラス基板 2 の高さを略一定に保持するようにしてもよい。

【 0 0 5 0 】

なお、気体の噴出と吸引とを用いたガラス基板 2 の高さ調整においては、例えば、レーザー照射位置となる直線上の部分もしくはその近傍で、ガラス基板 2 の高さ位置（例えば、下側を向く面の高さ位置）を測定し、当該測定結果としてのガラス基板 2 の高さに基づいて、気体の噴出量と気体の吸引量とを調節するように制御する。基本的にガラス基板 2 の高さ位置が上昇傾向となったら、気体の噴出量を減少し、気体の吸引量を増加する。また、下降傾向となったら気体の噴出量を増加し、気体の吸引量を減少させることになる。

【 0 0 5 1 】

また、移動機構 1 4 は、例えば、ガラス基板 2 の左右の側縁部に係合し、ガラス基板 2 を搬送方向に移動するものである。なお、移動方法は、例えば、ボールねじ機構のようなものや、ワイヤを用いたものや、リニアモータを用いたものなど、一般に被加工物を一方向に移動させる機構を用いることができる。ガラス基板 2 は、前記ステージ 1 1 を有する気体浮上機構 1 0 により浮上した状態とされているので、移動機構 1 4 がガラス基板 2 を吊った状態に完全に保持する必要はなく、搬送方向に押したり引いたりできる程度に保持する構造となっていればよい。

【 0 0 5 2 】

前記ステージ 1 1 には、ビーム照射手段 5 0 によるビーム照射位置の後述の移動範囲に前記被加工層 3 のビーム照射による加工によって生じる粉体を吸引する粉体除去手段 1 6 が設けられている。そして、粉体除去手段 1 6 は、上述のステージ 1 1 に設けられたスリット部 1 1 c と、スリット部 1 1 c に設けられて粉体を吸引する吸引手段 1 3 を備えている。すなわち、スリット部 1 1 c は、粉体を吸引して除去するために形成されたものであり、粉体除去手段 1 6 の一部となる。

【 0 0 5 3 】

吸引手段 1 3 は、スリット部 1 1 c 内に配置される吸引口 1 3 a と、吸引を行うためのコンプレッサと、当該コンプレッサと吸引口 1 3 a とを接続する配管と、当該配管の途中に設けられて固気分離（粉体分離）を行うためのサイクロン装置（図示略）とを備える。

吸引口 1 3 a は、前記スリット部 1 1 c にスリット部 1 1 c の長さ方向、すなわち、ガラス基板 2 の搬送方向に直交する方向に、複数並んで設けられている。

【 0 0 5 4 】

そして、吸引口 1 3 a で吸引された粉体もしくは粉体となる前の昇華した気体（吸引中に固体となる）は、コンプレッサで吸引されてサイクロン装置に至る。

サイクロン装置は、周知の粉体分離用のサイクロンであり、渦巻き状の気流により、固体が気体から遠心分離されて、略気体だけが排出される。この気体は、コンプレッサに至ることになる。

【 0 0 5 5 】

また、サイクロンで回収された固体は、再利用もしくは廃棄される。

ビーム照射手段 5 0 は、この例においてレーザーの光源装置等を有し、レーザーを生成する図示しないレーザー生成部と、レーザービームをガラス基板に照射するための光学系とを備え

10

20

30

40

50

るものである。

光源装置は、例えば、レーザとして、YAGレーザ、CO₂レーザや、その他の気体レーザ、固体レーザ、半導体レーザ、液体レーザ、ファイバーレーザ、薄膜ディスクレーザ等の少なくとも何れか1つを用いることができる。

【0056】

ここでは、例えば、可視光のレーザとして波長532nmのYAGレーザを用いる。

また、YAGレーザは、基本的に波長が1064nmであるが、これを半分の532nmとする技術が知られており、532nmの可視光とすることで、ガラス基板を効率的に透過することができる。

【0057】

なお、光源は、YAGレーザ用のものに限定されるものではなく、かつ、レーザビームの波長も532nmに限定されるものではないが、レーザビームは、ガラス基板2等の被加工層3を有する基板を透過する波長である必要があり、例えば可視光を透過し、かつ、可視光領域以外の電磁波を透過しにくい基板においては、可視光のビームを用いることが好ましい。また、被加工層3では、ビームが効率的に吸収されて、ビームにより効率的に加工が可能なが好ましく、ビームとされる電磁波の波長は、基板を透過（吸収率が低く）し易く、かつ、被加工層3に吸収されやすい波長を選択する必要がある。

【0058】

また、基板が透明で、被加工層3が透明電極のような場合には、例えば、可視光で、かつ、基板側には吸収のピークがなく、透明電極側には吸収のピークがあるような波長を選択しても良いし、可視光領域とその周辺領域、例えば、近赤外線領域や、近紫外線領域で基板側は透過しやすく、被加工層3側は透過しにくい波長を選択してもよい。

また、レーザビームは、パルスであってもよい。

また、ビーム照射手段50の光学系は、対物光学装置（対物レンズ）51を備え、対物光学装置51により、被加工層に集光もしくは結像の焦点が合わされ、ビームが照射されるようになっている。

【0059】

対物光学装置51は、例えば、上述のステージ11のスリット部11c上にスリット部11cに沿って（ガラス基板2の搬送方向に直交して）設けられたガイドレール53に移動自在に支持されており、ガラス基板2の搬送方向に直交する方向にガイドレール53に案内された状態で移動自在となっている。また、図示しない駆動装置により、ガイドレール53に沿って、対物光学装置51が往復動可能となっている。

【0060】

また、対物光学装置51へのレーザビームの供給は、例えば、ミラーやプリズムを用いて、対物光学装置51に向けて光源装置側からレーザを照射し、対物光学装置51で、ビームの照射方向を、ガラス基板2側に向けるとともに、ガラス基板2にビームを照射する。例えば、光源装置からミラーやプリズムを介して、上述のガイドレール53に沿ってレーザを照射する状態とし、ガイドレール53に沿って移動する対物光学装置51に常時レーザを照射可能な状態とする。

【0061】

なお、対物光学装置51にレーザを照射する際に光ファイバを経由して、レーザを照射する構成としてもよい。

また、各対物光学装置51は、それぞれ、例えば、高さ位置の変更等などの周知の方法により、焦点位置を調整可能となっているが、オートフォーカス機能は設けられておらず、一度、焦点位置を調整した後のレーザビーム加工中に、自動でレーザビームの焦点を変更する必要はないものとなっている。

【0062】

また、レーザの照射により、溝を形成して被加工対象物をストライプ状に加工する際に、対物光学装置51をガラス基板2の搬送方向に沿って複数並べて、一度に複数本のレーザビームを同時に照射する構成としてもよい。

10

20

30

40

50

すなわち、被加工層 3 に形成する溝どうしの間隔に対応して、レーザを照射できるように対物光学装置 5 1 を並べて配置し、これら対物光学装置からレーザビームを同時に照射することにより、同時に複数の溝を形成して、作業時間の短縮を図るようにしてもよい。

【 0 0 6 3 】

この際にも、ガラス基板 2 のほぼ全体が、気体によりほぼ平面状に支持されているので、各対物光学装置 5 1 にオートフォーカス機能を設ける必要がない。

以上のような、ビーム加工装置を用いたビーム加工方法を説明する。

この例では、上述のようにアモルファスシリコンを用いた前記発電システムの製造に本発明を応用しており、ガラス基板 2 上に透明電極層、光電変換層、金属電極層をそれぞれ形成する毎にビーム加工が行われる。

10

【 0 0 6 4 】

ビーム加工においては、前記気体浮上機構 1 0 と同様の気体浮上機構 1 0 を有する搬送経路を用いて、ビーム加工装置にガラス基板 2 が搬入される。この際にレーザビームにより加工される被加工層 3 は、ガラス基板 2 の下側となっている。すなわち、ガラス基板 2 は、被加工層が形成された面を下にして、気体浮上機構 1 0 のステージ 1 1 上で僅かに浮上した状態とされる。そして、ガラス基板 2 は、ビーム加工装置において、気体浮上機構 1 0 のステージ 1 1 上で移動機構 1 4 に接続され、対物光学装置 5 1 の移動方向と直交する搬送方向に搬送される。

【 0 0 6 5 】

そして、ガラス基板 2 の搬送方向の先端側となる端部が、ステージ 1 1 の上述のスリット部 1 1 c に達し、ガラス基板 2 に形成された被加工層 3 の溝形成位置が、ガイドレール 5 3 に支持された対物光学装置 5 1 に達したところで、搬送を停止する。

20

そして、レーザを出力した状態で、対物光学装置 5 1 をガイドレール 5 3 に沿って被加工層 3 の一方の側縁から他方の側縁まで一方向に移動することで溝を形成して、溝で被加工層 3 を分断した状態とする。

【 0 0 6 6 】

また、この際には、粉体除去手段 1 6 の吸引手段 1 3 を作動させて、対物光学装置 5 1 の移動範囲の下側に設けられたスリット部 1 1 c からその上側に配置されたガラス基板 2 の被加工層 3 側の気体を吸引する。これにより、レーザビームが照射されることで、昇華または液化した被加工層を構成する物質が固化した粉体、剥離によって生じた粉体が吸引手段 1 3 に吸引される。

30

【 0 0 6 7 】

これで、レーザビーム加工により粉体が発生しても、粉体が噴出する気体により飛び散って、ビーム加工装置やその周囲を汚染させることがなく、清浄な状態に保持することができる。

また、ステージ 1 1 とガラス基板 2 とが僅かな距離だけ離間した状態、言い換えれば、ステージ 1 1 とガラス基板 2 とが近接した状態で、ステージ 1 1 のスリット部 1 1 c からガラス基板 2 のスリット部 1 1 c 側を向く被加工層 3 で発生する被加工層 3 の気体や粉体を吸引可能となるので、効率的にこれら気体や粉体を吸引することができる。すなわち、確実に粉体を除去可能となる。

40

【 0 0 6 8 】

次に、再び、次の溝形成位置がレーザビーム照射位置となるまで、移動機構によりガラス基板 2 を搬送して停止する。

そして、レーザビームを出力しながら、対物光学装置 5 1 をガイドレール 5 3 に沿って、前の回のレーザ照射の際の移動方向と逆方向に移動し、被加工層 3 に溝を形成する。

以上の操作を被加工層 3 の溝加工すべき部分のすべてに溝を形成するまで繰り返すことにより、一つの被加工層 3 に対する溝を形成する。次いで、被加工層 3 上に次の被加工層 3 を形成した後に、上述のビーム加工を再び行う。

【 0 0 6 9 】

そして、上述のように透明電極層、光電変換層（アモルファスシリコン層）、金属電極

50

層を形成するとともに、これらの層のすべてにビーム加工による溝を形成する。これにより、ガラス基板 2 上に多数のセルに分割されるとともに直列に接合された前記発電システムが製造される。

この際には、ガラス基板 2 が撓むことがないように噴出する気体により浮上した状態となっているので、上述のようにガラス基板 2 の自重による撓みに対応するためにオートフォーカス機構によるビーム加工中の焦点調整を必要とせず、オートフォーカス機構を設ける必要がなく、ビーム加工装置のコストダウンを図ることができる。

【 0 0 7 0 】

また、オートフォーカス機構がないことから、オートフォーカスの制御が、ビーム加工の速度のボトルネックとなることがなく、ビーム加工の遅延要因が減少し、ビーム加工のさらなる高速化を図ることができる。

10

また、ステージ 1 1 にレーザビームの照射位置の移動範囲（対物光学装置の移動範囲）に対応するスリット部 1 1 c を設け、このスリット部 1 1 c において、当該スリット部 1 1 c の直上でビーム照射により昇華または液化する被加工層を気体もしくは粉体として吸引し、ビーム加工により生じる粉体を飛び散らせることなく回収可能としているので、ビーム加工装置およびその周辺を清浄に保つことができる。

【 0 0 7 1 】

また、ステージ 1 1 上から噴出する気体と、スリット部 1 1 c で吸引する気体とから気流が発生し、ガラス基板 2 のビーム照射位置で昇華または液化された被加工層 3 が、ビーム照射位置で再び固化し、形成された溝に再付着してしまうのを抑制することができる。

20

これにより、より精度の高いビーム加工が可能となり、それに基づいて被加工層 3 をアモルファスシリコンを用いた前記発電システムとした場合に、当該発電システムの発電効率を高めることができる。

【 0 0 7 2 】

また、複数の対物光学装置 5 1 を用いて、複数のビームを同時に照射して、被加工層に複数の溝を同時に形成することで、ビーム加工の迅速化を図った場合も、ガラス基板 2 が撓まないように噴出気体で支持されているので、複数のビームのそれぞれの焦点位置が被加工層 3 から外れる可能性が低く、かつ、より高い精度で、ビームの焦点位置を合わせることが可能となることから、複数同時にビーム加工することにより、発生する加工精度のばらつきを抑制し、より、高い精度でビーム加工を行うことができる。また、この高い精度のビーム加工により、前記発電システムの発電効率の向上を図ることができる。すなわち、ビーム加工の精度が低下すると、製造される前記発電システムの発電効率が低下することが知られており、ビーム加工の精度の向上により、発電効率の低下を防止し、より高い発電効率の前記発電システムを製造することが可能となる。

30

【 0 0 7 3 】

また、本発明のビーム加工装置で加工された被加工層 3 を有するビーム加工基板は、従来の気体浮上機構 1 0 を持たないビーム加工装置と、ほぼ同様の条件で製造されても加工精度の向上を図ることができ、それに基づく性能の向上を見込むことができる。

【 0 0 7 4 】

図 3 および図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るビーム加工装置の概略構成を示すものである。また、図 5 はビームを照射するヘッドの移動を説明するための図面である。

40

この第 1 の実施の形態では、ガラス基板 2 の搬送を停止した状態でビーム加工を行っていたのに対して、第 2 の実施の形態では、ガラス基板 2 と同様の基板 1 0 1 を搬送した状態のまま停止せずにビーム加工を行うようになっており、ビーム照射手段におけるビームの照射位置を移動させる機構が異なるが、それ以外の構成は第 1 の実施の形態とほぼ同様の構成となっており、同様の構成要素については説明を簡略化する。

【 0 0 7 5 】

第 2 の実施の形態のビーム加工装置は、第 1 の実施の形態と同様の用途で用いることが可能で、かつ同様の加工が可能なるものであり、第 1 の実施の形態と同様に光電効果を利用した発電システムを製造することができる。

50

【0076】

図3および図4に示すようにビーム加工装置は、基板101の一方の面に形成された被加工層102（薄膜層）にビーム103を照射して加工するものであって、前記基板101を一方向に搬送する搬送機構（移動機構）104と、当該搬送機構104に搬送されている前記基板101の他方の面側から当該基板101の一方の面に形成された被加工層102に当該基板101を透過してビーム103を照射するとともに、ビーム照射に際して当該基板101に垂直にビームを照射するヘッド110を有するビーム照射装置111（ビーム照射手段）と、前記ヘッド110を前記搬送機構104で搬送される基板101に平行な面に沿い、かつ、互いに交差する二方向に同時に移動させることが可能なヘッド移動装置120とを備えている。

10

【0077】

この例における基板101および基板101の被加工層102は、たとえば、第1の実施の形態と同様のものである。また、搬送機構104は、第1の実施の形態における気体浮上機構10の移動機構14と同様のものである。また、第2の実施の形態においても、気体浮上機構10が用いられるものとなっており、第1の実施の形態のステージ11と同様のステージ141が用いられ、気体を噴出することにより、基板101を浮上させるようになっている。

なお、基板101にストライプ状に加工されて形成される被加工層102の溝の方向に対して、搬送機構104による基板の搬送方向は、直交する方向となっている。

すなわち、形成すべき溝の方向に対して直交して搬送されるように、搬送機構104に基板101をセットする必要がある。

20

【0078】

そして、ヘッド110を有するビーム照射装置111は、レーザを生成する光源装置112と、当該光源装置112からレーザをヘッド110に導くビーム誘導系とを備えている。

光源装置112は、例えば、第1の実施の形態と同様のレーザを出力する。

【0079】

なお、この例では、ヘッド110は複数のレーザビームを被加工層102に同時に照射するようになっており、複数の対物光学装置113、ここではたとえば4つの対物光学装置113が設けられている。なお、照射するビームの数に対応して光源装置112においても、4つのビームを出力するようになっている。

30

そして、光源装置112からヘッド110にレーザを導くビーム誘導系は、この例では複数のミラー115、116、117、128、129によって構成される。

【0080】

また、ビーム照射装置111のビーム誘導系には、光源装置112からヘッド110の光路長をヘッド110の移動位置に拘わらずほぼ一定に保持する光路長調整装置114が設けられている。

この例では、ヘッド110は、基板101の搬送方向としてのY軸方向に直交する基板101の幅方向としてのX軸方向に沿って略基板101の幅程度の距離を移動するようになっており、基板101が大型のガラス基板の場合に、ヘッド110の移動により光源装置112からヘッド110までの距離が大きく変化する。

40

【0081】

ここで光源装置112から出力されるレーザビームは、たとえば、コリメートレンズにより平行光に変換されているが、完全な平行光とはならず、回折等により僅かに拡散してビーム径が徐々に大きくなる。したがって、ミラーを用いてヘッド110にレーザビームを導く場合に、ヘッド110が光源装置112から大きく離れたり、近づいたりする構造だと、離れた場合と近づいた場合で、対物光学装置113に入射するレーザビームのビーム径に明らかな違いが生じ、たとえば、これにより、焦点位置の変動や、ビーム強度の変動が生じ、精密な加工が阻害される。

【0082】

50

そこで、この例では、レーザビームを光路長調整装置 114 に迂回させて導くようになっている。

なお、前記ビーム誘導系は、基本的には、光源装置 112 から出力されるレーザビームを X 軸方向に導く第 1 のミラー 115 と、ヘッド 110 と一体に X 軸方向に移動し、かつ、Y 軸方向には移動しない部分としての後述の X 軸スライダ 122 に設けられ、さらに、第 1 のミラー 115 からのレーザビームを Y 軸方向に沿うように 90 度曲げてヘッド 110 に導く第 2 のミラー 116 とがあれば良いが、この例では、第 1 のミラー 115 と、第 2 のミラー 116 との間のレーザビームの光路に光路長調整装置 114 が設けられている。

【0083】

なお、この例においては、光軸を Y 軸方向に沿って配置された光源装置 112 の隣にヘッド 110 の X 軸方向の移動に対して光路長を調整するために光路長調整装置 114 が設けられるが、光路長調整装置 114 へ入射されるレーザビームと、光路長調整装置 114 から出射されるレーザビームの向きを X 軸方向ではなく、Y 軸方向としている。また、光路長調整装置 114 を第 1 のミラー 115 と第 2 のミラー 116 との間ではなく、これらの外側でかつ第 1 のミラー 115 側となる位置に設けている。したがって、第 1 のミラー 115 から第 2 のミラー 116 に向かう X 軸方向に沿ったレーザビームを第 1 のミラー 115 が第 2 のミラー 116 側ではなく、その反対側に向けて反射するようになっている。

また、第 1 のミラー 115 から反射されるレーザビームを X 軸方向から Y 軸方向に 90 度まげて光路長調整装置 114 に入射させる第 3 のミラー 128 と、光路長調整装置 114 から出射される Y 軸方向に沿ったレーザビームを X 軸方向に曲げるとともに第 2 のミラー 116 に反射させる第 4 のミラー 129 とが備えられている。

【0084】

そして、光路長調整装置 114 には、導かれて入射したレーザビームの方向と平行な方向にレーザビームを反射して出力するためのミラー 117, 117 が設けられている。ミラー 117, 117 は、たとえば、二枚設けられ、入射したレーザビームを 90 度曲げて反射するミラー 117 と、当該曲げられたレーザビームをさらに 90 度まげて、前述のミラー 117 と合わせて 180 度曲げるようになっている。これで、入射したレーザビームと平行な方向へ、入射したレーザビームを反射して返すことができる。なお、入射するレーザビームの位置と、これに平行に反射されて出射されるレーザビームの位置とははずれがあり、入射するレーザビームは光源装置 112 側の第 1 のミラー 115 および第 3 のミラー 128 を順番に反射されたもので、出射したレーザビームは、第 4 のミラー 129 を介してヘッド 110 を支持する X 軸スライダ 122 の第 2 のミラー 116 に向かうようになっている。

【0085】

また、ここで、光路長調整装置 114 におけるレーザビームを反射する二枚のミラーは、光路長調整装置 114 において、互いに平行な入射するレーザビームと、出射するレーザビームとの光軸にそって、これらレーザビームと平行な方向、すなわち、光軸方向に沿って移動自在となっている。

【0086】

すなわち、光路長調整装置 114 は、前記二つのミラー 117, 117 が搭載されたスライダ部 118 と、当該スライダ部 118 を、前記光軸方向 (Y 軸方向) に移動自在に案内するレール部 119 と、前記スライダ部 118 をレール部 119 に沿って移動させる図示しない駆動源とを備えている。なお、駆動源は、ベルト、ワイヤ、ボールねじ等の回転運動を直線運動に変換可能な伝動機構を有する回転モータや、リニアモータなど、スライダ部 118 を直線方向に往復移動可能なものならばよい。

【0087】

そして、この光路長調整装置 114 を有するビーム誘導系は、光源装置 112 から出力されるレーザビームを X 軸方向に導くとともに、光路長調整装置 114 の前記二枚のミラー 117, 117 の一方のミラー 117 に向ける第 1 のミラー 115 および第 3 のミラー

10

20

30

40

50

128と、光路長調整装置114から出力されるレーザービームを対物光学装置113に向ける第2のミラー116および第4のミラー129を備える。なお、光路長調整装置114に入射するレーザービームおよび光路長調整装置114から出射されるレーザービームをX軸方向に沿ったものとするれば、光路長調整装置114のためにレーザービームをY軸方向とX軸方向との間で変換する第3のミラー128および第4のミラー129は必要ではない。また、ミラー117、117の代わりにコーナーキューブやリトロリフレクタなどといった逆反射プリズムを用いてもよい。

【0088】

また、実際には、第2のミラー116で反射された光は、たとえば、上述の対物光学装置113に設けられた図示しないミラーで、Z軸方向に反射され、対物光学装置113の対物レンズに入射されることになる。

10

また、図3では、一つのレーザーの光路しか示されていないが、ここでは、Z軸方向に間隔を空けて複数、たとえば、4本のレーザーが同様の光路を通して光源装置112から対物光学装置113に導かれるようになっており、4つの対物光学装置113でそれぞれX軸方向に変換される。なお、第2のミラー116で反射された光のうちのZ軸方向（高さ方向）で最も低い位置のレーザービームが第2のミラー116に最も近い対物光学装置113に入射され、それからレーザービームが高くなる順に、第2のミラー116から遠くなる対物光学装置113に入射される構造となる。

【0089】

また、ヘッド移動装置120は、基板101の被加工層102の溝加工の方向となるX軸方向に沿った幅より僅かに広い範囲に渡ってヘッド110の移動を可能とするX軸移動機構123と、X軸移動機構123に設けられたX軸スライダ122に設けられてヘッド110をY軸方向に沿って移動可能とするY軸移動機構124とを有する。

20

【0090】

この例では、X軸移動機構123およびY軸移動機構124は、それぞれリニアモータからなっており、たとえば、リニアサーボモータやリニアステッピングモータを用いることにより、精密にヘッド110の移動を制御可能となっている。

そして、X軸移動機構123は、X軸方向に沿って延在するリニアモータの固定子を有するX軸ガイド部125と、当該固定子に沿って移動する移動子を有するX軸スライダ122とを有する。

30

【0091】

X軸ガイド部125はX軸スライダ122をX軸方向に案内するとともに固定子が移動子をX軸方向に駆動することになる。

また、X軸スライダ122に設けられるY軸移動機構124は、Y軸方向に沿って延在するリニアモータの固定子を有するガイド部127と、当該固定子に沿って移動する移動子を有するヘッド110とを有する。

【0092】

以上のような構成により、ヘッド110は、基板101に形成される被加工層102の幅を含む範囲でX軸方向に移動可能となっている。また、ヘッド110のY軸方向への移動可能な距離は、ヘッド110における各ビーム出射部の間隔が、基板101の被加工層102に形成される溝の間隔と等しくされている場合に、ビーム出射部（対物光学装置113）の数の溝の間隔を乗算した程度の距離となっている。

40

【0093】

たとえば、4本のビームにより、4つの溝を同時に形成する場合に、基板101がY軸方向に溝同士の間隔に同時に照射されるビームの数としての4を乗算した距離を搬送される前に被加工層のX軸方向に沿ったヘッド110の移動を終了して、4つの溝の加工が終わっている必要がある。

したがって、基本的には、ヘッド110のY軸方向への移動距離は、上述のようにヘッド110から出射されるビーム数に加工すべき溝同士の間隔を乗算した長さ以上は必要ないことになる。

50

【 0 0 9 4 】

なお、後述のように、ヘッド 1 1 0 の Y 軸方向の移動速度と、基板 1 0 1 の Y 軸方向の移動速度は等しく制御されるが、移動継続する基板 1 0 1 に対してヘッド 1 1 0 は、溝を形成する動作毎に逆方向に戻って停止してから、再び、Y 軸方向（順方向）に移動開始することから、ヘッド 1 1 0 の Y 軸方向の移動速度を基板 1 0 1 の移動速度まで加速するための加速距離を必要とする。

【 0 0 9 5 】

また、基板 1 0 1 がヘッド 1 1 0 による一回の溝を作製するための動作で作製される溝から各溝間の間隔分だけ進んでしまうと、ヘッド 1 1 0 による次の溝作製が間に合わなくなるので、ヘッド 1 1 0 の Y 軸方向への移動距離は、最大でも上述の距離だけあれば足りることになる。

10

【 0 0 9 6 】

したがって、Y 軸移動機構 1 2 4 によるヘッド 1 1 0 の Y 軸方向の移動距離は、基板 1 0 1 のサイズに比較して極めて短いものとなっている。

そして、このような X 軸移動機構 1 2 3 および Y 軸移動機構 1 2 4 を有するヘッド移動装置 1 2 0 によるヘッド 1 1 0 の移動を伴うビーム加工方法について説明する。

なお、ヘッドの移動制御は、図示しない移動制御装置（移動制御手段）によって行われる。

【 0 0 9 7 】

移動制御装置は、リニアモータからなる X 軸移動機構 1 2 3 および Y 軸移動機構 1 2 4 を制御するもので、基本的には周知のサーボモータ制御もしくはステッピングモータ制御として制御が行われることになる。

20

そして、ビーム加工方法においては、まず、基板 1 0 1 が搬送機構 1 0 4 により所定速度 S K で基板 1 0 1 が移動しているものとする。また、基板 1 0 1 には、ヘッド 1 1 0 におけるビームの照射数に対応する本数の溝毎にビーム照射開始位置が設定されることになる。なお、ビーム照射開始位置は、被加工層 1 0 2 の左側縁側と右側縁側とに交互に設定されることになる。

そして、ビーム照射開始位置がヘッド 1 1 0 のビーム照射部のうちのたとえば基板 1 0 1 の搬送方向に対して最も後側となるビーム照射部のビーム照射位置となった際にヘッド 1 1 0 におけるビームの照射が開始されることになる。なお、レーザビームは、被加工層 1 0 2 を加工する際にだけ照射し、加工以外でヘッド 1 1 0 が移動している際には、照射を止めた状態としてもよいが、被加工層 1 0 2 を加工していない状態でもレーザビームを出力させたままとして、レーザビームを安定した状態とするものとしてもよい。

30

【 0 0 9 8 】

この際にヘッド 1 1 0 の Y 軸方向に沿った移動速度と、基板 1 0 1 の Y 軸方向に沿った移動速度が同じとなって同期している必要がある。

そこで、移動制御においては、まず、ヘッド 1 1 0 がたとえば搬送方向に移動する基板 1 0 1 の左側にあり、かつ、搬送される基板 1 0 1 の次にビームを照射すべきビーム照射開始位置が、左側にあるものとする。また、ヘッド 1 1 0 は、Y 軸方向の原点位置、基本的には、搬送方向の最も後側にあるものとする。また、ヘッド 1 1 0 は、X 軸方向の左右どちらかの原点位置にあるものとする。なお、X 軸方向に関しては、ヘッド 1 1 0 の移動に際して最も左側となる原点位置と、最も右側となる原点位置とがある。

40

【 0 0 9 9 】

また、原点位置は、ヘッド 1 1 0 の構造的な移動可能範囲の最も端となっている必要はなく、溝加工に際する移動範囲内において最も端となっていればよい。この際にヘッド 1 1 0 の構造的な移動可能範囲は、溝加工に際しヘッド 1 1 0 が移動する移動範囲より大きなものとする。

そして、基板 1 0 1 の前記ビーム照射開始位置が、ヘッド 1 1 0 の最も搬送方向の後側となるビーム出射部のビーム照射位置より所定距離手前となった段階で、ヘッド 1 1 0 の Y 軸方向への移動を開始し、ヘッド 1 1 0 の移動速度を基板 1 0 1 の搬送速度と等しくな

50

るまで加速し、等しくなったところで、速度一定とする。

また、この速度一定となった際に、基板 101 の前記ビーム照射開始位置と、ヘッド 110 の前記ビーム照射位置とが等しくなっている必要がある。

【0100】

そして、図 5 (a) に示すように、ヘッド 110 からのビーム照射位置は Y 軸方向に矢印 Y 1 に沿って加速移動する。ヘッド 110 の移動速度が基板 101 の搬送速度に等しくなるとともに、ビーム照射開始位置と、ビーム照射位置が等しくなった時点で、ビームの照射を開始するとともに、ヘッド 110 を X 軸方向に沿って移動する。これにより、図 5 (a) に示すようにヘッド 110 から照射される 4 本のビームの照射位置は、矢印 Y 2 に沿って右斜め前に移動する状態となる。なお、X 軸方向移動にも加速期間が必要となるので、実際には、前記ビーム照射開始位置と、前記ビーム照射位置とが等しくなる前にヘッド 110 の X 軸方向への移動を開始する必要がある。

10

【0101】

この際の X 軸方向への移動は、基本的に等速移動となるが、最初に上述のように加速が必要で最後に減速が必要となる。特に、加速や減速による速度の違いにより、レーザービームによる加工に影響が生じる場合には、X 軸移動の開始位置と、停止位置を被加工層 102 の左右側縁より外側とし、X 軸移動の開始位置でヘッド 110 が X 軸方向に加速しながら移動開始し、被加工層 102 の側縁の外側から側縁に達した段階で X 軸方向への移動速度が所定の速度 S_X となった状態とし、それ以降ビームが被加工層 102 上に照射されている間は、所定速度で等速に移動するものとする。

20

なお、X 軸方向における被加工層 102 の外側での加速時に同時に Y 軸方向の加速が行われるものとする。

【0102】

ここで、ヘッド 110 が Y 軸方向および X 軸方向に加速している段階が、一側縁側加速工程 (左側縁側加速工程) となる。

そして、上述のようにヘッド 110 が Y 軸方向に基板 101 の搬送速度 S_K で等速移動し、X 軸方向に所定速度 S_X で等速移動している段階が、順方向等速加工工程となる。

そして、レーザービームの照射位置が被加工層 102 の反対側の側縁に達したところで、ヘッド 110 の X 軸方向の移動における速度を減速して停止させるようにすればいい。

【0103】

そして、X 軸方向の等速移動が終了した段階、すなわち、Y 軸方向の等速移動も終了した段階で、ヘッド 110 を Y 軸方向で基板 101 の搬送方向で逆方向に移動する。この際には、ヘッド 110 は、Y 軸方向の移動において、減速してから停止し、そして逆方向に移動することになる。この際に X 軸方向の移動も減速されて停止する。このヘッド 110 の原点位置に復帰する工程が他側縁側原点復帰工程となる。

30

また、この際に基板 101 において、上述のようレーザービームの照射が行われたビーム照射開始位置の次となるビーム照射開始位置が上述の所定の搬送速度 S_K で移動していることになる。

【0104】

それに対してヘッド 110 を Y 軸方向に沿って搬送方向の逆方向に移動して原点位置に戻すことになる。X 軸方向では、左右に原点位置があり、左の原点位置の逆となる右の原点位置でヘッド 110 が停止した状態となる。

40

この際に、図 5 (a) の矢印 Y 3 に示すように、Y 軸方向に沿って上述の Y 軸方向の原点位置までヘッド 110 を戻すことになるが、この際に、基板 101 の次にビーム照射開始位置が、ヘッド 110 の前記ビーム照射位置よりも未だ後方にある必要がある、上述のようにヘッド 110 が移動開始して所定速度となった際にヘッド 110 の前記ビーム照射位置に基板 101 のビーム照射開始位置が追いついた状態となる必要がある。

【0105】

なお、加速や減速を考慮しなければ、この状態で、基板 101 の次のビーム照射開始位置をヘッド 110 のビーム照射位置に合わせることになるが、実際には再び X 軸方向およ

50

びY軸方向に沿ってヘッド110を移動開始するとともに加速する他側縁側加速工程を経てビーム照射開始位置をヘッド110のビーム照射位置に合わせることになる。そして、この他側縁側原点復帰工程と他側縁側加速工程とを合わせて他側縁側照射位置合わせ工程となる。なお、他側縁側加速工程においては、基本的に左右位置が逆となる以外は、上述の一側縁側加速工程と同様の処理が行われる。

すなわち、図5(b)の矢印Y4に示すように、Y軸方向に加速することになる。

【0106】

また、X軸方向においても、上述のX軸方向の移動開始となる左側の原点位置に対して右側の原点位置から、上述の場合と逆に右から左に移動する以外は同様に加速することになる。

そして、他側縁側加速工程において、Y軸方向の移動速度が前記基板101の搬送速度SKとなり、X軸方向の移動速度も所定の速度となり、かつ、基板101のビーム照射開始位置がヘッド110の照射開始位置となった際に、逆方向等速加工工程として、順方向等速加工工程の場合とX軸方向を逆方向に等速で移動し、かつ、Y軸方向に等速で移動してレーザビームによる加工を行う。すなわち、図5(b)の矢印Y5方向に移動する。

【0107】

そして、上述の場合と同様にX軸方向およびY軸方向への等速移動が終了し、X軸方向で減速して停止し、Y軸方向で減速停止した後にヘッド110をY軸方向に沿って矢印Y6に示すように原点位置に戻す一側縁側原点復帰工程を行う。

そして、ヘッド110をY軸方向の搬送方向の逆方向に戻して原点位置とした後に、最初の工程に戻るようになる。

そして、一側縁側原点復帰工程と最初の一側縁側加速工程とが、基板101のビーム照射開始位置にヘッド110のビーム照射位置を合わせる一側縁側照射位置合わせ工程となる。

【0108】

以上のようなビーム加工方法において、ヘッド110の移動は、概略図5(c)に示すように蝶ネクタイ状の移動となる。すなわち、左側から右前側に斜めに移動した後に、後側に真っ直ぐ戻り、右側から左前側に斜めに移動した後に後側に真っ直ぐ戻ることにより、移動形状が蝶ネクタイ状となる。

また、このような移動において、左側から右前側の移動における前側、すなわちY軸方向の移動における速度が基板101の搬送速度と一致し、右側から左前側の移動における前側、すなわち、Y軸方向の移動における速度が基板101の搬送速度と一致することから、基板101の被加工層102における加工形状は、ストライプ状に溝が等間隔で並んだものとなる。

なお、図5において、実線が順方向(ここでは、左から右)の加工を示し、破線が逆方向(ここでは、右から左)の加工を示すものとなっている。

【0109】

このようなビーム加工方法を行うためのヘッド110の移動制御は、前記移動制御装置により、Y軸方向とX軸方向の処理が同時に行われることになり、以下に示す概略工程で制御が行われることになる。

ヘッド110の位置をY軸原点位置およびX軸左側原点位置(右側原点位置でも可)とする。なお、サーボ制御においては、X軸移動機構123およびY軸移動機構124において、固定子側に移動子の位置を計測するセンサを設け、当該センサによりY軸移動機構124およびX軸移動機構123でそれぞれ移動子の位置を計測することでヘッドの位置を計測可能としている。

【0110】

所定のヘッド位置にない場合には、ヘッド110を移動することになる。また、ヘッド110の動作中も前記センサにより求められた位置によりフィードバック制御が行われる。

搬送機構104が連動して基板101の搬送が行われ、基板101が所定速度SKまで

10

20

30

40

50

加速し、所定速度 S_K で搬送される。

【0111】

そして、基板 101 の被加工層の上述のビーム照射開始位置が所定位置に達した際、すなわち、ビーム照射開始位置から原点位置にあるヘッド 110 のビーム開始位置に対して所定距離 L_1 だけ手前にある位置となった際に、以下の処理を行う。

すなわち、Y 軸移動機構 124 において移動子を速度 0 から所定速度 S_K まで加速するとともに、この際の加速度は移動子が所定距離だけ移動する所定期間で所定速度 S_K に達する加速度に設定されている。

【0112】

ここで、所定速度 S_K は、搬送機構 104 における搬送速度 S_K と同じ速度となる。また、この際に基板 101 は前記所定距離に加えて前記所定期間中に所定速度 S_K で基板 101 が搬送される距離分だけ移動し、この際に前記ビーム開始位置がヘッドのビーム照射位置となるように設定されている。

また、X 軸移動機構 123 において移動子を速度 0 から所定速度 S_X まで加速する。この際に、ヘッド 110 のビーム照射位置は、被加工層 102 の外側から被加工層 102 の側縁の上述のビーム照射開始位置に達する。

【0113】

この状態で Y 軸移動機構 124 の移動子の速度が所定速度 S_K となり、X 軸移動機構 123 の移動子の速度が所定速度 S_X となるとともに、ヘッド 110 の位置はそのビーム照射位置が基板 101 のビーム照射開始位置となる。この制御工程が、一側縁側加速制御工程となる。

この状態で被加工層 102 の他方の側縁の加工終了位置となるまで、上述の状態のまま X 軸移動機構 123 の移動子と、Y 軸移動機構 124 の移動子とが移動を継続する。これが順方向等速加工制御工程となる。

そして、加工終了位置に達すると、Y 軸移動機構 124 における移動子が急減速し、かつ、停止した後に逆方向に急加速移動して Y 軸原点位置に戻るとともに、Y 軸原点位置近傍で再び急減速して Y 軸原点位置で停止する。

同様に X 軸移動機構 123 でも移動子が急減速し、かつ、停止して X 軸右側原点位置で停止する。これが他側縁側原点復帰制御工程となる。

【0114】

次に、再び、上述の Y 軸移動機構 124 における移動子の加速工程と、X 軸移動機構 123 における移動子の加速工程とを行う。すなわち、他側縁側加速制御工程を行う。なお、上述の他側縁側原点復帰制御工程と、他側縁側加速制御工程とを合わせた工程が、基板 101 の被加工層 102 の他方の側縁側でヘッド 110 を基板 101 の搬送方向と逆方向に移動するように制御して搬送中の基板 101 の順方向等速加工制御工程でヘッド 110 の搬送方向の最も後側となるビーム出射部（対物光学装置 113）で加工された部分から所定間隔離れた位置に、ヘッド 110 の搬送方向の最も先側となるビーム出射部から照射されるビームを照射可能に移動する他側縁側照射位置合わせ制御工程となる。

なお、X 軸移動機構 123 における進行方向は、上述の加速工程とは逆方向となる。

そして、Y 軸移動機構 124 における移動子の移動速度が所定速度 S_K となり、X 軸移動機構 123 における移動の移動速度が所定速度 S_X となる。また、ヘッド移動装置 120 により移動したヘッド 110 のビーム照射位置が、基板 101 の次のビーム照射開始位置となる。

【0115】

この段階で、上述の順方向等速加工制御工程と同様で X 軸方向の進行方向だけが逆となる逆方向等速加工制御工程での処理が行われる。すなわち、ヘッド 110 がレーザビームを照射しながら Y 軸方向に所定速度 S_K で移動し、X 軸方向に所定速度 S_X で移動する。

そして、ヘッド 110 のビーム照射位置が、基板 101 の被加工層 102 の一方の側縁のビーム照射終了位置に達した際に、上述の他側縁側原点復帰制御工程と同様の一側縁側原点復帰制御工程が行われる。なお、X 軸移動機構 123 においては、原点が左右にあり

10

20

30

40

50

、前の他側縁側原点復帰制御工程と逆の左右位置の原点に復帰することになる。

ここでは、最初のX軸移動機構123の左の原点位置に戻ることになる。

そして、上述の最初の状態に戻るとともに、上述の工程を繰り返すことで、さらに溝加工を継続することができる。なお、この一側縁側原点復帰制御工程と、最初の一側縁側加速制御工程とを合わせた工程が、上述の他側縁側照射位置合わせ制御工程と同様の一側縁側照射位置合わせ制御工程となる。なお、他側縁側照射位置合わせ制御工程と一側縁側照射位置合わせ制御工程とではX軸方向の左右位置が逆になる。

【0116】

以上のようなビーム加工装置によるビーム加工方法によれば、ヘッド110を上述のように移動することで、基板101の搬送を停止することなく被加工層102にストライプ状に溝を形成することができるので、前記発電システム等の製造において、作業期間の大幅な短縮を行うことができる。

10

また、基板101の搬送機構104においては、頻繁に加速、減速、停止を繰り返すことがないので、搬送される基板101が大型で重量が大きなものであっても、搬送機構104に大きな強度が要求されたりすることがなく、搬送機構104のコストの低減を図ることができる。

また、搬送される基板101に大きな負荷がかかるのも防止することができる。

【0117】

また、ヘッド110を蝶ネクタイの外周に示されるような形状に沿って移動しながら、基板101に垂直にレーザービームを照射することができるので、基板101の他方の面側から一方の面側の被加工層にレーザービームを照射して加工する際に、例えば、ガルバノミラーを用いて斜めに照射するとともに照射角度が変化するような場合と比較して基板101とたとえば周囲の雰囲気となる空気やその他の気体との界面における屈折率による反射率や照射角度の変化がなく、精密で略一定した加工が可能となり、これにより前記発電システムの製造においては発電効率の向上が望める。

20

【0118】

また、これにより加工時間のさらなる短縮を図ることができる。

また、ストライプ状に多くの直線状の加工を狭い間隔で繰り返し行える構成とした場合に、ヘッド110のX軸方向への移動速度や、Y軸方向における上述の減速、原点復帰工程の際、移動速度が基板101の搬送速度に対して十分に速い必要があるが、一度に複数のレーザービームを用いて複数の溝を加工することで、たとえば、基板101の搬送速度を一定とした場合にヘッド110のX軸方向の移動速度の低減や、Y軸方向の減速、停止、加速に必要な期間の長期化を図ることができ、これによってヘッド移動装置120のコストの低減を図ることができる。

30

【0119】

また、逆に、基板101の搬送速度を速くしてさらなる加工時間の短縮を図ることも可能となる。

また、このようなビーム加工装置におけるビーム加工方法で製造されたビーム加工基板においては、上述のビーム加工装置のコスト低減による製造設備のコスト低減と、製造時間の短縮によるコストの低減を図ることができる。このようにコストの低減を図っても精密で安定したビーム加工により、高い品質を有するビーム加工基板となり、たとえば、光電効果を利用した発電システムのパネルに応用した場合に発電効率の高いものとすることができる。

40

【0120】

また、ビーム照射位置が蝶ネクタイ状に移動することから、ステージ141に設けられて吸引手段が配置されるスリット部は、例えば、蝶ネクタイ状のビーム照射位置全体に対応するものとなる。

また、上述のように蝶ネクタイ状にビームの照射位置を移動する際に、ガルバノミラーを用いてもよい、この際にf レンズを用いるものとしてもよい。この場合に、基板101に斜めにビームが入射する場合に、基板101のビームが入射する面の反対側の面に被

50

加工層 102 があるので、入射角度と屈折率の違いによりビームが照射される面と、被加工層 102 が設ける面とビームの照射位置がずれることになる。そこでガルバノミラーにより、ビームの照射位置を移動する際に、被加工層 102 側のビーム照射位置の精度を高める必要があり、基板 101 へのビームの入射角度と基板 101 の屈折率と基板 101 の周囲の雰囲気ガスとの屈折率とからビーム照射位置を調整する必要がある。

【0121】

図 6 (a) , (b) および図 7 は、本発明の第 3 の実施形態のビーム加工装置の概略を説明するものである。

第 1 および第 2 の実施の形態において、基板 2 (101) の被加工層 3 (102) 側を下として基板 2 (101) の上側からレーザを照射していたのに対して、第 3 の実施の形態では、基板 101 の被加工層 102 (図 4 に図示) 側を上として、基板 101 の下側からレーザを照射する構成となっている。

【0122】

第 3 の実施の形態では、第 1 および第 2 の実施の形態と搬送機構 204 の構造が異なり、さらに、ビーム照射手段のヘッド 210 が搬送機構 204 上の基板 101 の下側に配置されるとともに、ヘッド 210 の移動機構や、ヘッド 210 にレーザビームを誘導するビーム誘導系が搬送機構 204 上の基板 101 に対して下側に配置される点で第 1 および第 2 の実施の形態と異なるが、この基板 101 に対する位置関係以外は、第 1 の実施の形態もしくは第 2 の実施の形態と同様のビーム照射手段 (ビーム照射装置 211) を用いることができる。

第 3 の実施の形態のビーム加工装置は、第 1 および第 2 の実施の形態と同様の用途で用いることが可能で、かつ同様の加工が可能なものであり、第 1 の実施の形態と同様に光電効果を利用した発電システムを製造することができる。

【0123】

第 3 の実施の形態の搬送機構 204 は、気体浮上機構 10 を備えておらず、支持手段としてのローラ 203 を備えている。また、ローラ 203 は、それぞれローラ支持部材 205 により回転自在に支持されている。また、ローラ 203 は、その回転中心が搬送機構 204 による基板 101 の搬送方向と直交する方向に配置されており、基板 101 を搬送方向にそって移動自在に支持している。

【0124】

また、ローラ 203 は、搬送方向に沿って複数列に配置されているとともに、搬送方向と直交する幅方向にそって複数列に配置されており、基板 101 を下側から基板 101 が撓まないように支持している。

すなわち、搬送機構 204 は、基板 101 を平らな状態となるように支持していることになる。なお、ローラ 203 を基板 101 の幅方向 (当該基板 101 の搬送方向に直交する方向) に対して複数並べて配置するのではなく、ローラ 203 を基板 101 と同じ程度の長さとして、基板 101 の撓みを防止する構造としてもよい。

【0125】

ローラ 203 は、基板 101 の下面に接触することになるが、基板 101 は被加工層 102 を上側に向けて搬送機構 204 に配置されるので、ローラ 203 に被加工層 102 が接触することがなく、ローラ 203 との接触により、被加工層 102 が傷つくことがない。なお、これらローラ 203 は、全ての上端部がほぼ水平な 1 つの平面内に配置されるようになっており、基板 101 をほとんど撓ませることなく平に支持した状態となる。

【0126】

また、ローラ 203 は、基本的に気体浮上機構 10 と同様に基板 101 を搬送方向に移動可能に支持しているだけで、基板 101 の移動は、第 1 および第 2 の実施形態と同様に図示しない移動機構により行われる。移動機構は、例えば、第 1 の実施の形態の移動機構 14 と同様のものである。

また、搬送機構 204 は、気体浮上機構 10 と同様に、スリット部 201 を備えている。スリット部 201 は、搬送方向に直交しており、基板 101 の幅と同じ程度もしくはそ

10

20

30

40

50

れ以上の長さを有するものとなっている。

【0127】

そして、スリット部201の下側では、後述するようにヘッド210が基板101の搬送方向であるY軸方向と、搬送方向に直交するX軸方向に移動自在となっている。

また、スリット部201の上側には、第1の実施の形態と略同様の構成を有する吸引手段207が設けられている。この吸引手段207が第3の実施の形態の粉体除去手段となるものである。

【0128】

吸引手段207は、第1の実施の形態と同様のものであるが、基板101の下側ではなく、基板101の上側から基板101の被加工層102に近接して吸引を行うものとなっている。吸引手段207は、前記スリット部201の上側に配置されている。また、スリット部201で下側からのレーザービームの照射により被加工層102のビームで加工される部分全体を覆うように配置されている。これにより、レーザービーム照射により、上述のように生じた粉体(粉塵)が吸引除去されるので、基板101の被加工層102に粉塵が再付着したり、被加工層102が汚れた状態となるのを防止することができる。なお、吸引手段207をヘッド210の移動範囲(搬送機構204において基板101がレーザー照射を受ける範囲)全体に渡って粉体を吸引できるように固定的に設けるものとしたが、レーザーの照射位置の移動に対応して吸引手段207が移動するものとしてもよい。

10

【0129】

第3の実施の形態におけるビーム照射装置211は、基本的に第2の実施の形態のビーム照射装置111と同様のものであり、レーザービームを生成する光源装置212と、当該光源装置212からヘッド210にレーザービームを導くビーム誘導系を備えている。

20

【0130】

なお、図6および図7に示す概略図に基づいて、ビーム誘導系を説明すると、光源装置212からX軸方向に沿って照射されたレーザービームは、ミラー215によりY軸方向に向けられ、第2の実施の形態の光路長調整装置114と同様の光路長調整装置214に導入された状態となる。光路長調整装置214に導入されたレーザービームは、ミラー216によりY軸方向からX軸方向に向きを変えられる。ミラー216のX軸方向先側には、光路長調整装置214のリトロリフレクタ217がX軸方向に移動自在に配置されている。リトロリフレクタ217は、光路長調整ステージ213上でX軸方向に移動自在に支持されている。

30

【0131】

リトロリフレクタ217は、第1の実施の形態の光路長調整装置114の2枚のミラー117, 117の代わりに設けられたもので、所定の方向から光が入射すると、入射した光と平行になるように光を反射して出射させるようになっている。そして、リトロリフレクタ217がヘッド210の移動に合わせて当該リトロリフレクタ217に入射する光(出射する光)の方向に移動することで、レーザービームの光路長を略一定に保つようになっている。

【0132】

リトロリフレクタ217から出射された光は、ミラー218を介してミラー219に照射され、ミラー219は、X軸方向にそってヘッド210に光を照射する。

40

ヘッド210は、搬送機構204のスリット部201の下側に設けられたX軸ステージ209上で、X軸方向に沿って移動自在に支持されている。

ヘッド210は、X軸方向に沿って搬送機構204のスリット部201の下側を移動するが、このヘッド210にミラー219からレーザービームが照射された状態が保持される。

また、これらの構成要素からなるビーム照射装置211は、ベース220上に配置された状態で、搬送機構204の内部に収納された状態となっており、上述のようにヘッド210をX軸方向に移動させるX軸ステージ209が搬送機構204のスリット部201の真下に配置されるようになっている。

50

【 0 1 3 3 】

なお、ヘッド 2 1 0 は、上述の第 2 の実施の形態と同様に僅かな距離だけ Y 軸方向にも移動するものであるが、図 6 および図 7 では、Y 軸方向への移動する構成を省略している。また、ヘッド 2 1 0 は、複数のレーザビームを同時に照射するものとしてもよい。この際にレーザビームは、Y 軸方向に並んだ状態となっている。

そして、この例のビーム加工装置におけるビーム加工方法は、基板 1 0 1 が被加工層 1 0 2 を上に向けている点と、ヘッド 2 1 0 が基板 1 0 1 の下側に配置されて、基板 1 0 1 の下側から上に向けてレーザビームを照射している点以外は、第 1 の実施の形態もしくは第 2 の実施の形態と同様に行われることになる。

【 0 1 3 4 】

すなわち、第 1 の実施の形態と同様に、搬送機構 1 0 4 が基板 1 0 1 を停止と搬送とを繰返し行う状態とされ、基板 1 0 1 が停止した状態で、基板 1 0 1 の搬送方向と直交する方向にレーザビームを移動しながら照射することにより、基板 1 0 1 の被加工層 1 0 2 にストライプ上に溝を形成することができる。

【 0 1 3 5 】

また、第 2 の実施の形態と同様に、搬送機構 1 0 4 で基板 1 0 1 を一定速度で搬送している状態で、基板 1 0 1 の搬送に同期して、上述のようにヘッド 2 1 0 によるレーザビームの照射位置を蝶ネクタイ状に移動する構成としてもよい。

この例では、被加工層 1 0 2 を上側にして基板 1 0 1 を配置することで、被加工層 1 0 2 を傷つけることなく基板 1 0 1 を下側から支持して、基板 1 0 1 の撓みを防止することができる。また、レーザビームを基板 1 0 1 の下側から照射することで、基板 1 0 1 を通過したレーザビームで被加工層 1 0 2 の加工を行うことができる。

【 0 1 3 6 】

したがって、基板 1 0 1 を下側から支持することで、基板 1 0 1 を平に保持した状態で、レーザ加工が行えるので、第 1 の実施の形態と略同様の作用効果を得ることができる。

また、被加工層 1 0 2 を上にした場合に、被加工層 1 0 2 の加工によって生じる粉体が基板 1 0 1 に付着してしまう虞があるが、基板 1 0 1 の上側から粉体を吸引除去することで、基板 1 0 1 への被加工層 1 0 2 の加工で生じる粉体の付着を防止することができる。

これにより、基板 1 0 1 の下側から基板 1 0 1 の上面側の被加工層 1 0 2 を加工するものとしても問題が生じることがなく、被加工層 1 0 2 の加工を行うことができる。

また、第 2 の実施の形態と同様のビーム加工方法を用いることで、第 2 の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。

なお、基板 1 0 1 の下側を支持する部材は、基板 1 0 1 の撓みを防止でき、かつ、基板 1 0 1 を傷つけることなく、円滑に搬送方向に移動可能ならばどのようなものであってもよく、例えば、ベルトにより搬送するような構造であってもよい。

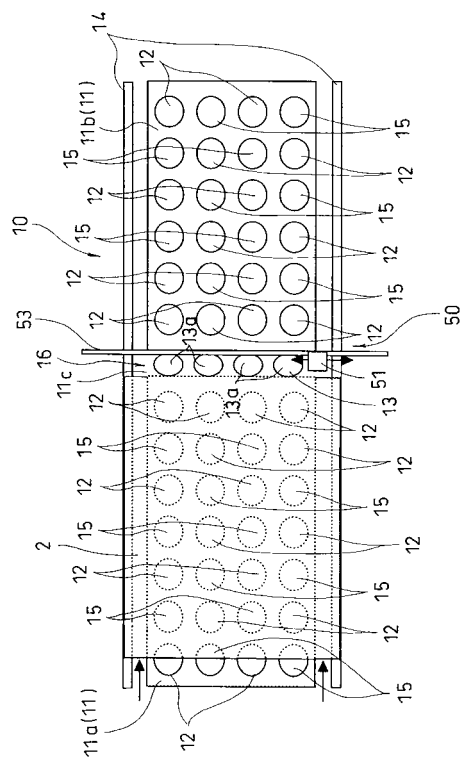
【 符号の説明 】

【 0 1 3 7 】

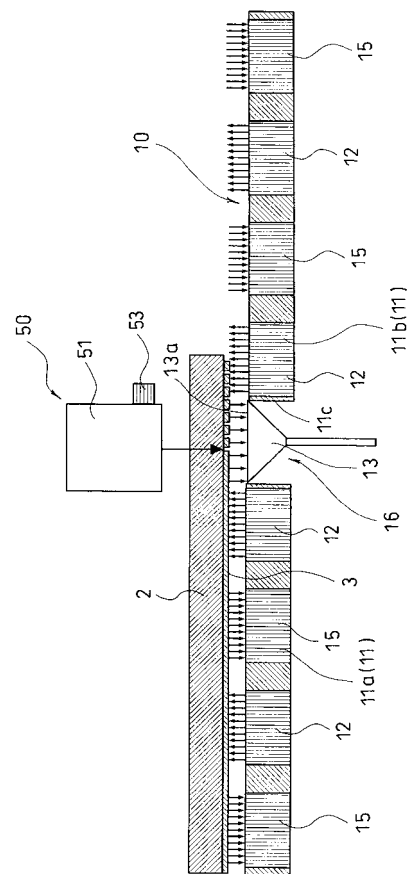
2	ガラス基板（基板）	
3	被加工層	
1 0	気体浮上機構	40
1 1	ステージ	
1 1 c	スリット部	
1 2	気体噴出板（気体噴出機構）	
1 3	吸引手段	
1 6	粉体除去手段	
5 0	ビーム照射手段	
1 0 1	基板	
1 0 2	被加工層	
1 1 0	ヘッド	
1 1 1	ビーム照射装置（ビーム照射手段）	50

- 1 1 2 光源装置
- 1 2 0 ヘッド移動装置
- 1 2 3 X軸移動機構
- 1 2 4 Y軸移動機構
- 1 0 4 搬送機構（移動機構）
- 1 4 1 ステージ
- 2 0 3 ローラ（支持手段）
- 2 0 4 搬送機構
- 2 0 7 吸引手段（粉体除去手段）
- 2 1 0 ヘッド
- 2 1 1 ビーム照射装置（ビーム照射手段）
- 2 1 2 光源装置

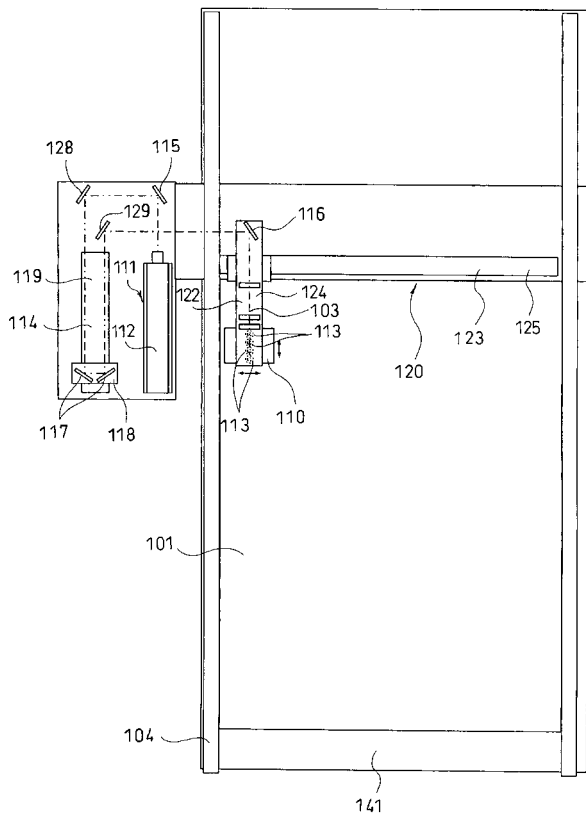
【図1】



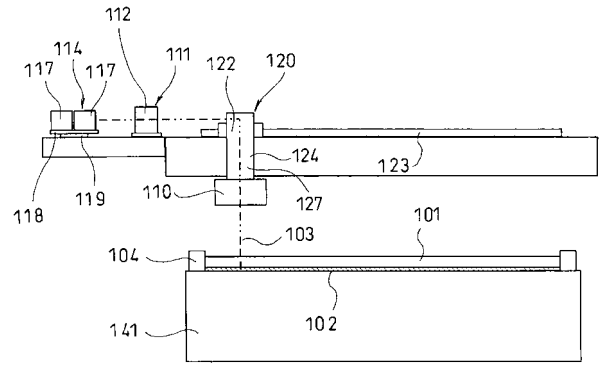
【図2】



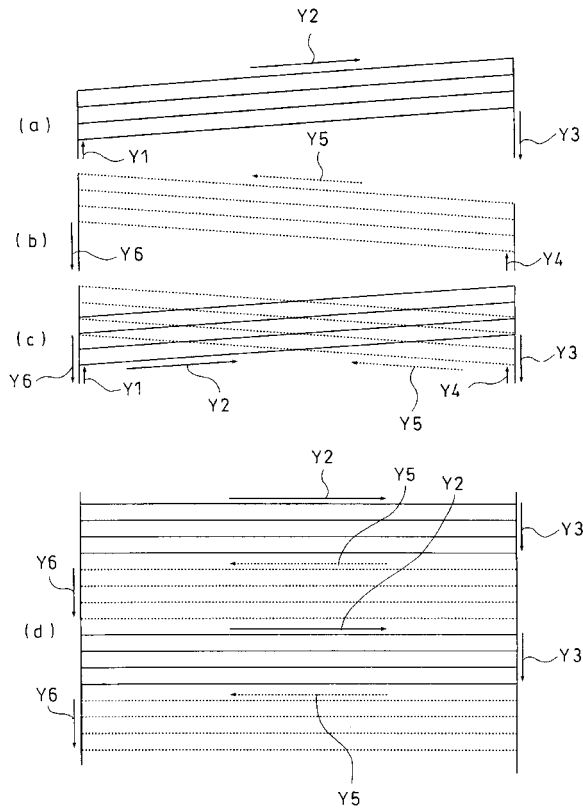
【図3】



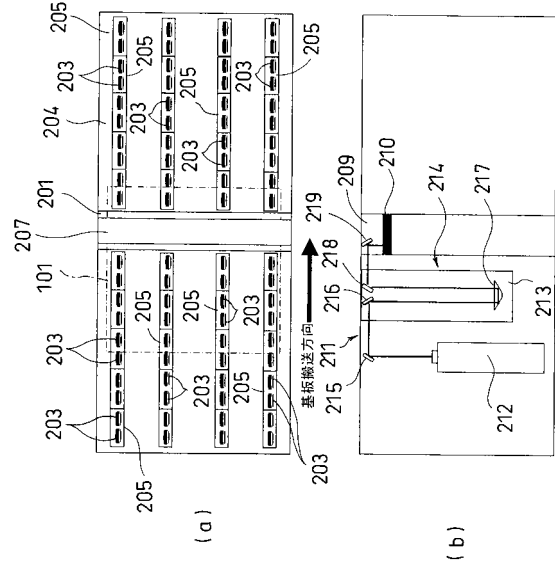
【図4】



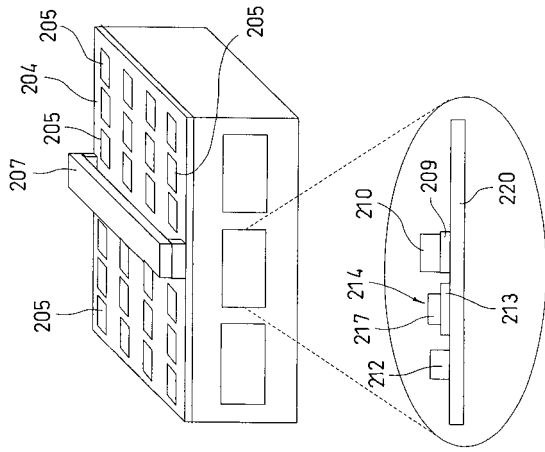
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/3205 (2006.01) H 0 1 L 21/28 Z
H 0 1 L 21/88 B

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開2006-315030(JP,A)
特開2002-280321(JP,A)
特開2001-079681(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 4 2
H 0 1 L 2 1 / 2 8
H 0 1 L 2 1 / 3 2 0 5