

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6388931号  
(P6388931)

(45) 発行日 平成30年9月12日 (2018. 9. 12)

(24) 登録日 平成30年8月24日 (2018. 8. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

**B 2 3 K 26/082 (2014. 01)**  
**B 2 3 K 26/53 (2014. 01)**  
**B 2 3 K 26/064 (2014. 01)**  
**H O 1 S 3/00 (2006. 01)**

B 2 3 K 26/082  
 B 2 3 K 26/53  
 B 2 3 K 26/064 N  
 H O 1 S 3/00 B

請求項の数 27 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-521305 (P2016-521305)  
 (86) (22) 出願日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)  
 (65) 公表番号 特表2016-539806 (P2016-539806A)  
 (43) 公表日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2014/051423  
 (87) 国際公開番号 W02015/052475  
 (87) 国際公開日 平成27年4月16日 (2015. 4. 16)  
 審査請求日 平成29年3月30日 (2017. 3. 30)  
 (31) 優先権主張番号 1317773.8  
 (32) 優先日 平成25年10月8日 (2013. 10. 8)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 512104823  
 エムーソルヴ・リミテッド  
 イギリス・オックスフォードシャー・オクス  
 フォード・キッドリントン・ラングフォー  
 ド・ロックス・オクソニアン・パーク・ (番地なし)  
 (74) 代理人 110000154  
 特許業務法人はるか国際特許事務所  
 (72) 発明者 ミルン デイビッド チャールズ  
 英国 オックスフォードシャー チッピング  
 グ・ノートン エンストーン クリーブリ  
 ー ロード 31  
 (72) 発明者 ラムズビー フィリップ トーマス  
 英国 オックスフォードシャー ウッドス  
 トック ブラドン ヒース レーン 5  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザー取り外し用レーザー走査システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザービームで基板表面を走査するレーザー走査システムであって、  
 前記基板、  
 レーザービームを生成するレーザー源、  
 前記基板を支持する基板支持台、  
 前記レーザービームを選択的に再導光するプログラム可能な光学系を含む走査モジュール、  
 前記走査モジュールを制御して前記レーザービームで前記基板表面を走査する制御モジュール、及び、  
 前記走査モジュールと前記基板との間の前記レーザービームのビーム路内のある位置で、前記基板へ向かう前記レーザービームの入射方向を制御するように構成される再導光ユニット、を有し、  
 前記基板は、レーザー取り外し層を介して製品層に取り付けられた担体層を有し、かつ、  
 前記レーザービームによる前記レーザー取り外し層の材料への照射が、該照射領域内での前記担体層からの前記製品層の取り外しを生じさせるのに有効となるように、前記レーザービームは構成され、

前記制御モジュール及び前記再導光ユニットは、前記基板上の所定の領域にわたって、該領域の各部分が複数の異なる入射方向からの前記レーザービームによって露光されるよ

うに、前記レーザービームを走査させるように構成される、システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、

前記再導光ユニットが第 1 再導光素子と第 2 再導光素子を有し、

前記第 1 再導光素子は、前記第 2 再導光素子とは異なる方位をとり、

前記制御モジュールは、第 1 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 1 再導光素子を介して前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成され、かつ、前記第 1 入射方向とは異なる第 2 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 2 再導光素子を介して前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成される、システム。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシステムであって、前記第 1 再導光素子と前記第 2 再導光素子が平坦な反射面を有する、システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のシステムであって、前記基板支持台の表面に対して平行な、前記第 1 再導光素子の反射面の法線の成分が、前記基板支持台の表面に対して平行な、前記第 2 再導光素子の反射面の法線の成分と  $180^\circ$  ではない角をなす、システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のシステムであって、

前記再導光ユニットが、第 1 位置と第 2 位置との間で移動可能な再導光素子を有し、

前記再導光素子は、前記第 1 位置と前記第 2 位置とで異なる方位をとり、かつ、

前記制御モジュールは、第 1 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 1 位置において前記再導光素子を介して前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成され、かつ、前記第 1 入射方向とは異なる第 2 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 2 位置において前記再導光素子を介して前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成される、システム。

20

【請求項 6】

請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載のシステムであって、反射、屈折、又は回折によって前記レーザービームの伝播方向を変化させるように構成される、システム。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のシステムであって、

前記基板支持台が、前記レーザービームの走査中に前記基板を移動させるように構成され、

30

前記制御モジュールは、前記基板が第 1 移動方向に移動されているときに第 1 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光し、かつ、後続の期間では、前記基板が前記第 1 移動方向とは異なる第 2 移動方向に移動されているときに前記第 1 入射方向とは異なる第 2 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するように構成される、システム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のシステムであって、

前記基板支持台が、前記レーザービームの走査中に前記基板を移動させるように構成され、

40

前記制御モジュールは、前記基板が単一の移動方向にのみ移動する期間中に、複数の異なる方向から前記領域の各部を露光するように構成される、システム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のシステムであって、前記制御モジュールが、前記基板が前記単一の移動方向に移動する間、前記単一の移動方向に対して各々が斜めとなる 2 つの異なる方向に、前記レーザー源に対して直線的に前記レーザービームを走査させるように構成される、システム。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のシステムであって、前記レーザー源が、ダイオ

50

ードによりポンピングされる固体レーザーモジュールを含む、システム。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか一項に記載のシステムであって、前記レーザービームの波長が UV 帯域内である、システム。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載のシステムであって：

前記レーザービームの偏光を選択的に変化させるプログラム可能な偏光子をさらに有し

、  
前記制御モジュールは、前記偏光子に、前記基板への前記レーザービームの入射方向によって前記レーザービームの偏光を変化させるように構成される、システム。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載のシステムであって、

前記制御モジュールが前記レーザービームを第 1 入射方向及び第 2 入射方向から前記領域の一部分へ導光するように構成される場合において、前記制御モジュールは、前記レーザービームが前記第 1 入射方向から前記一部分へ導光されるときに前記基板によって支持される界面からの前記レーザービームの反射が、前記レーザービームが同一の偏光で前記第 2 入射方向から前記一部分へ導光されたときの反射よりも小さくなるように、前記偏光子に、前記レーザービームの偏光を変化させるように構成される、システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載のシステムであって、

前記制御モジュールが前記レーザービームを第 1 入射方向及び第 2 入射方向から前記領域の一部分へ導光するように構成される場合において、前記制御モジュールは、前記レーザービームが前記第 2 入射方向から前記一部分へ導光されるときに前記基板によって支持される界面からの前記レーザービームの反射が、前記レーザービームが同一の偏光で前記第 1 入射方向から前記一部分へ導光されたときの反射よりも小さくなるように、前記偏光子に、前記レーザービームの偏光を変化させるように構成される、システム。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 2 乃至 1 4 のいずれか一項に記載のシステムであって、前記制御モジュールは、前記レーザービームが前記基板へ入射するときの前記レーザービームの電場成分が、前記レーザービームの伝播方向及び前記基板の表面の法線と実質的に同一平面をなすように、前記偏光子に、前記レーザービームを偏光させるように構成される、システム。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載のシステムであって、前記レーザービームの断面強度プロファイルを均一化するビームホモジナイザをさらに有する、システム。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれか一項に記載のシステムであって、前記基板へ入射する前記レーザービームの入射方向が、前記基板へ入射する前記レーザービームの他の入射方向のうちの前記基板表面に平行な成分に対して平行又は反平行となる前記基板表面に平行な成分を有しない、ように前記再導光ユニットが構成される、システム。

【請求項 1 8】

レーザービームで基板表面を走査する方法であって、

レーザー源を用いてレーザービームを生成する段階、

走査モジュールを用いて前記基板表面にわたって前記レーザービームを走査させる段階であって、前記基板が、レーザー取り外し層を介して製品層に取り付けられた担体層を有し、かつ、前記レーザービームによる前記レーザー取り外し層の材料への照射が、該照射領域内での前記担体層からの前記製品層の取り外しを生じさせるのに有効となるように、前記レーザービームは構成される、段階、

40

前記走査モジュールと前記基板との間の前記レーザービームのビーム路内のある位置で再導光ユニットを用いて、前記基板へ向かう前記レーザービームの入射方向を制御する段階であって、前記基板上の所定の領域にわたって、該領域の各部分が複数の異なる入射方

50

向からの前記レーザービームによって露光されるように、前記レーザービームが走査される段階、を有する方法。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の方法であって、

前記再導光ユニットは第 1 再導光素子と第 2 再導光素子を有し、

前記第 1 再導光素子は、前記第 2 再導光素子とは異なる方位をとり、かつ、

前記レーザービームは、第 1 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 1 再導光素子を介して前記領域にわたって走査され、かつ、前記第 1 入射方向とは異なる第 2 入射方向から前記基板の前記領域の各部を露光するため、前記第 2 再導光素子を介して前記領域にわたって走査される、方法。

10

【請求項 20】

請求項 18 又は 19 に記載の方法であって、前記レーザー源が、ダイオードによりポンピングされる固体レーザーモジュールを含む、方法。

【請求項 21】

請求項 18 乃至 20 のいずれか一項に記載の方法であって、前記レーザービームの波長が UV 帯域内である、方法。

【請求項 22】

請求項 18 乃至 21 のいずれか一項に記載の方法であって、前記レーザービームの偏光が、前記基板への前記レーザービームの入射方向に応じて制御される、方法。

20

【請求項 23】

請求項 22 に記載の方法であって、

前記再導光ユニットが第 1 再導光素子と第 2 再導光素子を有し、

前記第 1 再導光素子は、前記第 2 再導光素子とは異なる方位をとり、かつ、

前記レーザービームが前記第 1 再導光素子を介して前記基板へ導光されるのか、又は、前記第 2 再導光素子を介して前記基板へ導光されるのかに応じて、前記レーザービームの偏光が制御される、方法。

【請求項 24】

請求項 18 乃至 23 のいずれか一項に記載の方法であって、前記基板へ入射する前記レーザービームの電場成分が、前記レーザービームの伝播方向及び前記基板の表面の法線と実質的に同一平面をなすように、前記レーザービームの偏光が制御される、方法。

30

【請求項 25】

請求項 18 乃至 24 のいずれか一項に記載の方法であって、前記レーザービームが、前記基板又は前記基板によって支持される界面へ、前記基板の表面又は前記基板によって支持される前記界面のブルースター角の  $25^{\circ}$  以内の角度で導光される、方法。

【請求項 26】

請求項 18 乃至 25 のいずれか一項に記載の方法であって、前記複数の異なる入射方向が、前記基板の表面の法線から見て、互いに  $0^{\circ}$  でも  $180^{\circ}$  でもない角度をなす、方法。

【請求項 27】

40

請求項 18 乃至 26 のいずれか一項に記載の方法であって、前記レーザービームが前記基板に到達する前に、前記レーザービームの断面強度プロファイルが均一化される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に剛性担体層からの可撓性製品層のレーザー取り外しを実行する目的で、基板をレーザーで走査する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

剛性担体層上に可撓性電子部品 - たとえば可撓性電気泳動又はOLEDディスプレイ - を含む可撓性製品層を設けることによってその電子部品を製造することが知られている。処理中での製品層と担体層との間での接続は、レーザー取り外し層によって維持される。処理後、製品層は、通常は担体層を介してレーザー取り外し層を適切に照射することによってその担体層から取り外されてよい。レーザー取り外し層はたとえばポリイミド層を含んでよい。担体層は、ガラス - たとえばTF-TLCD処理施設で典型的に用いられる種類のディスプレイガラス - で構成されてよい。

【0003】

剛性担体層を用いて、可撓性製品層を剛性デバイスと同じように処理装置を通り抜けるように運ぶことを可能にすることによって、製造プロセスは容易になる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

UVエキシマレーザーは、ポリイミド層と相互作用するのに一般的に用いられている。しかしこれらの型のレーザーは、購入や動作に多くの費用がかかる。

【0005】

レーザーが担体層を介してポリイミド層へ当てられる場合、ポリイミド層は、担体層の表面上若しくはその内部の不純物又は欠陥によって遮られた局在領域内では適切に照射されない恐れがある。このため、担体層からの製品層の取り外しが不完全なものとなってしまう、製造プロセス中に製品層への損傷及び製造歩留まりの低下を生じさせる恐れがある。

20

【0006】

本発明の目的は、上述した従来技術に係る問題のうちの少なくとも1つを解決する、基板をレーザービームで走査する方法及び装置を供することである。特に本発明の目的は、レーザー取り外しプロセスを、より安価に、より高い信頼性で、及び/又は、より効率的に実行することを可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の態様によると、レーザービームで基板表面を走査するレーザー走査システムが供される。当該システムは、レーザービームを生成するレーザー源、前記基板を支持する基板支持台、前記レーザービームを選択的に再導光するプログラム可能な光学系を含む走査モジュール、前記走査モジュールを制御して前記レーザービームで前記基板表面を走査する制御モジュール、及び、前記走査モジュールと前記基板との間の前記レーザービームのビーム路内のある位置で、前記基板へ向かう前記レーザービームの入射方向を制御するように構成される再導光ユニットを有する。前記制御モジュール及び前記再導光ユニットは、前記基板上の所定の領域を、該領域の各部分が複数の異なる入射方向からの前記レーザービームによって曝露されるように、前記レーザービームで走査するように構成される。

30

【0008】

よって、多数のレーザーシステム及び/又は前記レーザー走査システムの部品の大きな移動を必要とすることなく、前記基板の所与の領域が少なくとも2つの異なる方向から照射され得る装置が供される。

40

【0009】

本発明の実施形態では、前記走査モジュールは、前記異なる入射方向を実現するため、2つの異なる再導光素子のうちの1つへ前記レーザービームを選択的に導光するのに用いられる。前記走査モジュールは、いかなる場合でも、レーザービームを再導光するように構成される。その理由は、これは、前記レーザービームで走査する動作を実行するのに必要だからである。従って、この実施形態を実施するのに前記走査モジュールを適合させる必要は(ほとんど)ない。他の実施形態では、前記走査モジュールからの出力は、前記異なる入射方向の各々について等しくてよい。このとき前記入射方向を変化させるすべての

50

制御は、前記走査モジュールの後ろで実行される。たとえば、前記再導光ユニットは可動素子を有して良い(たとえば、互いに異なる方位を有する2つの再導光素子が前記ビーム路へ入り込むように選択的に可動となるように構成されてよいし、あるいは、1つの再導光素子がそれ自身で異なる方位をとるように可動となるように構成されてもよい)。

【0010】

本発明の結果として、前記基板(及び/又は前記基板内部の界面 - たとえば担体層の下に設けられるレーザー取り外し層(供されている場合) - )は、たとえ前記基板上若しくはその内部に不純物又は欠陥が存在していても効率的かつ高い信頼性で照射され得る。さらにこの機能は、前記レーザー走査システムの全体的な機械的複雑さを顕著に増大させることなく実現される。よって信頼性が改善され、かつ、コストが抑制される。

10

【0011】

本発明の実施例では、前記レーザー源は、好適にはUV帯で動作するダイオード励起固体(DPSS)レーザーモジュールを含む。好適には、前記DPSSレーザーモジュールは多モードDPSSレーザーモジュールである。前記レーザーモジュールは、多くの従来技術に係る装置においてレーザー取り外し層の照射に用いられる同等の出力のUVエキシマレーザーよりも購入及び動作コストが顕著に低い(たとえば50%未満)。

【0012】

好適には、前記レーザービームの断面は、前記基板にわたって均一な放射線照射を行うように均一化される。

【0013】

20

好適には、前記ビームの偏光は、前記担体と空気との間の界面での反射を抑制し、かつ、前記基板内の前記取り外し層に到達するエネルギーを最大にするように制御される。

【0014】

本発明の実施形態では、前記基板面に平行な前記再導光素子から反射されるレーザービームの伝播方向の複数の成分が互いに180°ではない角をなすように、前記再導光素子は配置される。この構成によって、細長い形態を有する不純物若しくは欠陥が前記基板上又はその内部に存在する場合に前記レーザー走査システムの実効性が増大する。

【0015】

本発明の態様によると、基板表面をレーザービームで走査する方法が供される。当該方法は、レーザー源を用いてレーザービームを生成する段階、走査モジュールを用いて基板表面を前記レーザービームで走査する段階、及び、前記走査モジュールと前記基板との間であって前記レーザービームのビーム路中の位置で再導光ユニットを用いて、前記基板への前記レーザービームの入射方向を制御する段階を有する。前記基板上の所定の領域は、該領域の各部分が複数の異なる入射方向からの前記レーザービームによって曝露されるように、前記レーザービームで走査される。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】どのようにして担体層表面上の不純物が、レーザー取り外し層の領域のシャドーイングが起こるのかを概略的に示している。

【図2】レーザー放射線が、シャドーイング効果を緩和するように異なる斜め方向から当てられる装置を表している。

40

【図3】レーザー放射線が各異なる斜め方向から当てられるときでさえも、担体層表面上の細長い不純物がレーザー取り外し層のシャドーイングを引き起こす状況を表している。

【図4】レーザービームが、2つの異なる方位をとる再導光(反射)素子を選択的に介して基板に当てられるレーザー走査システムを表している。

【図5】2つの再導光素子の相対方位を示す図4に表された型の装置を基板に垂直な方向から見た図である。

【図6】第1入射方向から基板上の一部を曝露するための第1走査方向での基板に対する第1再導光素子の運動を表す。

【図7】第2入射方向から基板上の一部を曝露するための第2走査方向での基板に対する

50

第2再導光素子の運動を表す。

【図8】第1再導光素子と第2再導光素子に対する単一方向での基板の運動中に基板上の一部が各異なる方向から曝露される装置を表している。

【発明を実施するための形態】

【0017】

ここで本発明の実施形態について、添付図面を参照しながら例示のみによって説明する。図中、対応する参照符号は対応する部材を示す。

【0018】

図1は、製品層6と担体層2との間に挟まれたレーザー取り外し層4を照射することによって担体層2から製品層6を取り外す目的で基板1へ照射するように構成されるレーザーシステム8を表している。上述したように、レーザー取り外し層4はたとえばポリイミドを含んでよい。製品層6はたとえば、可撓性電気泳動ディスプレイ又はOLEDディスプレイを含んでよい。担体層2は剛性ガラスを含んでよい。レーザーシステム8は、UV帯内の波長を有する放射線を出力するように構成されてよい。典型的には、従来技術によるレーザーシステム8は、UVエキシマレーザーを用いて実施される。基板1は、レーザーシステム8の下で直線的に走査されてよい(矢印18)。

【0019】

担体層2の基板表面上の不純物又は欠陥10は、レーザー取り外し層4の領域12のシャドーイングを生じさせる恐れがある。図示された装置では、陰の領域は、破線11と13との間に位置するレーザー取り外し層4の部分によって定義される。そのようなシャドーイングは、製品層6からの担体層2の取り外しを不正確にしてしまう恐れがある。

【0020】

図2は、レーザーシステム8が、2つの異なる方向から斜角で基板1へ放射線を導光するように構成される装置を表している。図示された装置では、2つの異なるレーザーシステム8が供される。これは、スループットは増大するかもしれないが、さらなる装置を必要とするため費用を増大させてしまう傾向にある。他の装置では、単一のレーザーシステム8が用いられるが、その時々で図2に示された2つの方位の各々に位置設定され得るように可動である。図示された装置では、右側のレーザーシステム8にとっての陰の領域は破線15と17との間に存在し、かつ、左側のレーザーシステム8にとっての陰の領域は破線19と21との間に存在することがわかる。2つのレーザーシステム8の各異なる方位は、陰となっているレーザー取り外し層4の領域14が2つのレーザーシステム8で異なっていることを意味する。よって複数の領域14のうちの一は、レーザーシステム8のうちの一で影となっても、他のレーザーシステム8によって曝露されている。このようにして、レーザー取り外し層4のすべては、2つのレーザーシステム8のうち少なくとも1つによって曝露され得る。しかしこのような成功は、不純物又は欠陥10が相対的に点状であることに依拠している。

【0021】

図2に示された装置では、レーザーシステム8は、互いに180°をなすように配置されている。つまり基板1の表面に垂直な方向から見たときに、2つのレーザーシステム8からの放射線の伝播方向が互いに反平行である。この装置は、点状不純物又は欠陥10にとって有効である。しかし本願発明者等は、そのような装置が他の種類の不純物又は欠陥には有効でないことに気付いた。具体的には、不純物又は欠陥が、基板1の表面に平行な2つのレーザー源8からの放射線の伝播方向の成分に対して平行な方向に顕著に延びる場合には、その方法は有効ではない。

【0022】

図3は、レーザー放射線が図2の装置でのように異なる斜め方向から基板へ付与されるときでさえも、このように延びる不純物又は欠陥10が、どのようにしてレーザー取り外し層4の領域のシャドーイングを生じさせ得るのかを表している。図示された例では、不純物又は欠陥10は、基板1の面に対して平行なレーザーシステム8からの放射線の伝播方向の成分に対して平行な方向に延びる細長い形状を有する。担体層2の表面上又は表明

10

20

30

40

50

中のひっかき傷、クラック、又はヒトの毛髪は、たとえば不純物若しくは欠陥を生成又は生じさせるおそれがある。見てわかるように、右手側のレーザーシステム 8 からのシャドーイング領域は破線 15 と 17 との間で、かつ、左手側のレーザーシステム 8 からのシャドーイング領域は破線 19 と 21 との間である。レーザー取り外し層 4 の領域 16 は、2 つのレーザーシステム 8 のいずれによっても露光され得ないので、照射プロセス中に完全に影になってしまう。この状況では、製品層 6 は、処理の終了時に担体層 2 から適切に取り外され得ず、損傷又はスループットの低下を引き起こしてしまう。

【0023】

図 4 は、上述の問題の一部を解決する本発明の実施形態を表している。

【0024】

この実施形態によると、レーザービームで基板 1 の表面全体にわたって走査させるレーザー走査システムが供される。当該レーザー走査システムは、たとえばラスタパターンでビームを走査させるように構成されてよい。ある実施形態では、当該レーザー走査システムは、たとえば往復させながらレーザービームを直線的に走査させるように構成される一方で、基板 1 は、下でたとえばレーザービームの往復走査に対して垂直な方向に走査される。

【0025】

当該レーザー走査システムは、レーザービームを生成するレーザー源 20 を有する。好適にはレーザー源は、ダイオードによりポンピングされる固体レーザー (DPSS) モジュールを含む。DPSS レーザーは、エキシマレーザーよりもかなり手頃な価格である。好適には DPSS レーザーモジュールは、UV 帯 - たとえば 355 nm - で動作するように構成される。ある実施形態では、レーザーは、担体層から製品層が取り外されるようにポリイミド層とレーザーとの相互作用及びポリイミド層の揮発を引き起こす目的でポリイミド層を照射するのに適するように構成される。

【0026】

UV エキシマレーザーは一般的に、高強度で一時的かつ均一に大面積を照射することができるので、レーザー取り外しに用いられる。しかし本願発明者等は、はるかに安価な DPSS レーザーもまた、基板表面全体にわたってレーザービームを迅速にラスタ走査させることによってレーザー取り外しを有効に実施するのに用いられ得ることに気付いた。DPSS によって瞬時に照射され得る基板の領域がエキシマレーザーの場合よりもはるかに小さいとはいえ、DPSS レーザーのパルスレートは、基板全体にわたって DPSS レーザービームを高速で走査させることによって同程度の照射量が付与され得るのに十分迅速である。

【0027】

DPSS レーザーからの出力は一般的に、かなり不均一な断面強度プロファイルを有するレーザービームであるため、均一な照射が重要であるレーザー取り外し層の最適な照射には適さない。しかしこの課題は、レーザー源 20 からのレーザービーム出力の強度プロファイルを均一化する役割を果たすビームホモジナイザ 25 をレーザー走査システム内に含めることによって解決可能であることに、本願発明者等は気付いた。ビームホモジナイザからの出力は、たとえば「トップハット」関数に相似させてよい。ある実施形態では、ビームホモジナイザ 25 は、回折光学素子 (DOE) を用いて実装される。

【0028】

ある実施形態では、基板 1 を支持する基板支持台 40 が供される。基板支持台 40 は、レーザー源 20 に対して基板 1 を 1 次元的又は 2 次元的に移動させるように構成されてよい。いかにして基板 1 がレーザー源 20 に対して移動され得るのかの例について、以降の図 6 乃至図 8 を参照しながら詳細に説明する。

【0029】

ある実施形態では、レーザー走査システムは、レーザービームのラスタ走査を実行するため、レーザービームを選択的に再導光する走査モジュール 24 を有する。ある実施形態では、走査モジュール 24 はプログラム可能な光学系を有する。ある実施形態では、レー

10

20

30

40

50



ザー走査システムは、基板 1 の表面全体にわたってレーザービームを走査させるように走査モジュール 2 4 を制御する制御モジュール 3 6 をさらに有する。制御モジュール 3 6 は、要求されるレーザービームの走査を実現するため、たとえば走査モジュール 2 4 のプログラム可能な光学系を制御して良い。

【 0 0 3 0 】

ある実施形態では、レーザー走査モジュールは、走査モジュール 2 4 と基板 1 との間のレーザービームのビーム路中でのある位置に再導光ユニット 7 0 をさらに有する。再導光ユニット 7 0 は、レーザービームの基板 1 への入射方向を制御するように構成される。ある実施形態では、制御モジュール 3 6 と再導光ユニット 7 0 は、レーザービームを基板 1 上の所定の領域にわたって走査させるように構成される。この構成では、所定の領域の各部は、複数（たとえば 2 ）の異なる入射方向からのレーザービームによって露光される。

10

【 0 0 3 1 】

ある実施形態では、再導光ユニット 7 0 は、反射、（たとえばプリズムを用いた）屈折、（たとえば回折光学素子を用いた）回折のうちの 1 つ以上を用いることによって伝播方向を変化させるように構成される。

【 0 0 3 2 】

ある実施形態では、再導光ユニット 7 0 は第 1 再導光素子 2 7 と第 2 再導光素子 3 1 を有する。再導光素子 2 7 と 3 1 のいずれも、走査モジュール 2 4 と基板 1 との間のビーム路中に設けられる。再導光素子 2 7 と 3 1 は互いに異なる方位を有する。制御モジュール 3 6 は、第 1 再導光素子 2 7 から再導光（たとえば反射）を介して基板 1 上のある領域にわたってレーザービームを走査させる（ことによって基板表面に対して斜め入射角を実現し）、それに続いて、第 2 再導光素子 3 1 から再導光（たとえば反射）を介して基板 1 上の同じ領域にわたってレーザービームを走査させる（ことによって基板表面に対して斜めに入射するが、第 1 再導光素子 2 7 からの放射線と比較して異なる方向からの斜め入射角を実現する）ように構成される。2 つの再導光素子間での切り換えは、走査モジュール 2 4 からのビーム出力方向を変化させる（ことで、たとえば放射線を 2 つの再導光素子の一方のみに選択的に導光する）こと、及び／又は、1 つ若しくは 2 つの再導光素子を移動させる（ことで、たとえば 2 つの再導光素子の一を選択的にビーム路内へ移動する）ことによって実現されてよい。

20

【 0 0 3 3 】

図 4 に示された特別な例では、出力ビーム 2 6 は、そのビームが走査モジュール 2 4 から第 1 再導光素子 2 7 へ導光される場合を表している。第 1 再導光素子 2 7 からの再導光（たとえば反射）がビーム 2 8 によって表されている。同様に出力ビーム 3 0 は、そのビームが走査モジュール 2 4 から第 2 再導光素子 3 1 へ導光される場合を表している。第 2 再導光素子 3 1 からの再導光（たとえば反射）はビーム 3 2 によって表されている。

30

【 0 0 3 4 】

代替実施形態では、再導光ユニット 7 0 は、第 1 位置と第 2 位置との間で移動可能な再導光素子を有して良い。前記再導光素子は、前記第 1 位置と前記第 2 位置とで異なる方位をとる。たとえば再導光素子は、この場合、基板 1 の表面に対する法線に対して回転可能となるように載置されてよい。よって単一の再導光素子は、上述の第 1 再導光素子 2 7 と第 2 再導光素子 3 1 に同等の機能を供して良い。制御モジュール 3 6 はこの場合、再導光素子が第 1 位置に位置しているときには、第 1 入射方向から基板 1 上のある領域の各部を露光するため、前記再導光素子を介して基板 1 の前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成され、かつ、前記再導光素子が第 2 位置に位置しているときには、前記第 1 入射方向とは異なる第 2 入射方向から基板 1 の同じ領域の各部を露光するため、前記再導光素子を介して基板 1 の前記領域にわたってレーザービームを走査させるように構成されてよい。再導光素子を正確に移動させる手段を供する必要があるためにシステムの複雑さは増大する。しかし装置全体は、特に走査モジュール 2 4 と基板 1 との間のビーム路の領域においてより小型になり得る。

40

【 0 0 3 5 】

50

よって異なる方向から基板 1 の同じ領域へ照射することが可能なレーザー走査モジュールが供される。上で図 2 を参照しながら説明したように、これにより、基板 1 上若しくは基板 1 中に不純物又は欠陥が存在しても、基板又は基板 1 によって支持される界面を高い信頼性で照射することが可能となる。この実施形態によると、この機能は、複数のレーザーシステムを供する必要なく、かつ、レーザー走査システムの重要部品の方位を再設定する必要なく実現される。レーザー走査システムが異なる方向から放射線を付与するのに要求されることは、たとえば（たとえば 2 つの再導光素子 27, 31 が走査モジュールに対して完全に静止した状態で保持されている場合に）走査モジュール 24 に、その出力を 2 つの再導光素子 27, 31 の一方へ再導光させる、及び/又は、（たとえば再導光が再導光素子 27, 31 の一方若しくは両方を移動させることによって部分的又は完全に実施される場合に）走査モジュール 24 に、そのような再導光が起こったことを考慮させるような制御モジュール 36 の小規模な再プログラミングである。

10

#### 【0036】

ある実施形態では、再導光ユニット 70 は、異なる入射方向が、基板の法線から見て互いに  $180^\circ$  とならない（好適には  $10^\circ$  乃至  $170^\circ$  で、好適には  $30^\circ$  乃至  $150^\circ$  で、好適には  $60^\circ$  乃至  $120^\circ$  で、好適には実質的に  $90^\circ$  となる）ように構成される。たとえば、再導光ユニット 70 が、平坦な反射面を有する再導光素子 27, 31 を備える場合、基板支持台 40 の表面に対して平行な、第 1 再導光素子 27 の反射面の法線の成分が、基板支持台 40 の表面に対して平行な、第 2 再導光素子 31 の反射面の法線の成分と  $180^\circ$  ではない角をなす。結果として、第 1 再導光素子 27 を介して基板 1 へ入射するレーザービームのどの入射方向も、第 2 再導光素子 31 を介して基板へ入射するレーザービームの任意の入射方向のうちの基板表面に対して平行な成分に対して平行又は反平行である基板表面に対する平行な成分を有しない。このようにして、たとえ不純物又は欠陥 10 が図 3 に表され、かつ、上で述べたような種類の細長い形状を有していても、基板の領域又は基板内部の界面のシャドーイングの可能性は減少又は回避される。

20

#### 【0037】

図 5 は、この種類の典型的な構成を表す担体層 2 の表面に垂直な軸から見た図である。ここで、基板支持台 40 の表面に対して平行な、再導光素子 27, 31 の反射面に対する法線の成分が、矢印 28 と 32 でそれぞれ表されている。図からわかるように、これらの成分間での角 34 は  $180^\circ$  ではない角度である。この例では、角度 34 は約  $100^\circ$  である。

30

#### 【0038】

ある実施形態では、レーザー走査システムは、基板 1 全体にわたって走査されるべきレーザービームの偏光を選択的に変化させるプログラム可能な偏光子を有する。そのような実施形態における制御モジュール 36 は、偏光子 22 に、基板へのレーザービームの入射方向によってレーザービームの偏光を変化させるように構成されてよい。再導光ユニット 70 が第 1 再導光素子 27 と第 2 再導光素子 31 を有する場合、制御モジュール 36 は、偏光子 22 に、レーザービームが、第 1 再導光素子 27 を介して基板 1 へ導光されるのか、又は、第 2 再導光素子 31 を介して基板 1 へ導光されるのかによってレーザービームの偏光を変化させるように構成されてよい。

40

#### 【0039】

このようにレーザービームの偏光を変化させることで、大気から担体界面への反射又は関心対象の層の上方で基板によって支持される任意の界面からの反射を抑制するため、基板 1 への期待される入射方向に従って偏光を最適化することが可能となる。よって関心対象の層によるレーザー放射線の吸収は最大となり得る。たとえば図 4 に図示された実施形態では、偏光は、担体層 2 と該担体層 2 上方の大気との間の界面からの反射を抑制することで、最大量の放射線が担体層 2 を介してレーザー取り外し層 4 へ向かって伝播するように調節されてよい。

#### 【0040】

この方法は、レーザー源が、出力が一般的に偏光し、かつ、偏光の変化が、わずかなレ

50

ーザー強度の減少しか伴わずに効率的に実現されるDPSSレーザーモジュールを含むときに特に有効である。エキシマレーザーは偏光していないので、斜め角での基板からの放射線の反射が顕著（たとえば最大20%）である。

#### 【0041】

ある実施形態では、制御モジュール36がレーザービームを第1入射方向及び第2入射方向からある領域の一部分へ導光するように構成される場合において、制御モジュール36は、そのレーザービームが第1入射方向から前記一部分へ導光されるときに基板によって支持される界面からのそのレーザービームの反射が、そのレーザービームが同一の偏光で第2入射方向から前記一部分へ導光されたときの反射よりも小さくなるように、偏光子22に、そのレーザービームの偏光を変化させるように構成される。同様に、制御モジュール36は、それに加えて又はその代わりに、そのレーザービームが第2入射方向から前記一部分へ導光されるときに基板によって支持される界面からのそのレーザービームの反射が、そのレーザービームが同一の偏光で第1入射方向から前記一部分へ導光されたときの反射よりも小さくなるように、偏光子22に、そのレーザービームの偏光を変化させるように構成されてもよい。

10

#### 【0042】

たとえば、再導光ユニット70が第1再導光素子27と第2再導光素子31を有する実施形態では、制御モジュール36は、レーザービームが第1再導光素子27を介して導光されるときに基板1によって支持される界面（たとえば担体層2と該担体層2上方の環境との間の界面）からのそのレーザービームの反射が、そのレーザービームが同一の偏光で第2再導光素子31を介して導光されたときの反射よりも小さくなるように、偏光子22に、そのレーザービームの偏光を変化させるように構成される。同様に、制御モジュール36は、それに加えて又はその代わりに、レーザービームが第2再導光素子31を介して導光されるときに基板1によって支持される界面からのそのレーザービームの反射が、そのレーザービームが同一の偏光で第1再導光素子27を介して導光されたときの反射よりも小さくなるように、偏光子22に、そのレーザービームの偏光を変化させるように構成される。

20

#### 【0043】

ある実施形態では、制御モジュールは、レーザービームが基板1へ入射するときのそのレーザービームの電場成分が、そのレーザービームの伝播方向及び基板1の表面の法線と実質的に同一平面をなすように、偏光子22に、そのレーザービームを偏光（所謂p偏光）させるように構成される。

30

#### 【0044】

ある実施形態では、レーザービームは、基板によって支持される界面（たとえば担体層2と該担体層2上方の環境との間の界面）へ、その界面のブルースター角の25°以内の角度で、好適にはブルースター角の10°以内の角度で、好適にはブルースター角の1°以内の角度で導光される。ブルースター角では、p偏光した放射線の反射はゼロとなる。

#### 【0045】

ある実施形態では、基板1は、たとえば基板全体にわたってレーザービームを走査させる間、レーザー源に対して直線的に動かされる。これは、様々な異なる方法で実現されてよい。

40

#### 【0046】

図6と図7は、基板表面の法線から見た典型的な再導光ユニット70を図示し、かつ、基板1上のある領域が2つの別個の期間中に露光される典型的な方法を表している。図示された実施形態では、再導光ユニット70は、互いに直角をなすように配置されて（とはいえ他の角が用いられてもよい）、かつ、コネクタ41（任意）によって一つとなるように堅く接続される第1再導光素子27と第2再導光素子31を有する。

#### 【0047】

図6は、複数の期間のうちの間の基板1の移動46を表している。この実施形態では、基板の移動は第1再導光素子27に対して垂直である。制御モジュール36は、第

50

1再導光素子27全体にわたって往復するようにレーザービームを走査させるように構成される。この実施形態では、往復走査42の方向もまた移動方向46に垂直である。往復走査の速度と基板移動速度は、所望の方法で基板1上のある領域を露光するように調整される。図示された概略図では、領域44は、第1反射素子27上の経路42に沿って（たとえばAからBへ向かって）レーザービームを走査させることによって露光される領域を表す。基板1の適切な移動及び第1反射素子27全体にわたるレーザービームの反復走査によって、移動方向46に沿って伸びる広い長方形領域が露光され得ることがわかる。

【0048】

図7は、後続の期間中での基板1の移動52を表す。基板の移動52はこの場合、第2反射素子31に対して垂直である。制御モジュール36は、第2反射素子31全体にわたって往復するようにレーザービームを走査させるように構成される。この実施形態では、往復走査48の方向もまた移動方向52に垂直である。この場合、領域50は、第2反射素子31上の経路48に沿って（たとえばCからDへ向かって）レーザービームを走査させることによって露光される領域を表す。基板の適切な移動及び第2反射素子31全体にわたるレーザービームの反復走査によって、先の期間中に露光される領域（図6に表されている）と重なる又は同一である、移動方向52に沿って伸びる広い長方形領域が露光され得る。基板1の適切な移動及び第1反射素子27全体にわたるレーザービームの反復走査によって、移動方向46に沿って伸びる広い長方形領域が露光され得ることがわかる。

【0049】

よってある領域は、第1反射素子27からの反射を介する第1期間中、及び、第2反射素子31からの反射を介する第2期間中に露光される。従って露光された領域の各部は2回2つの異なる方向から露光される。

【0050】

図6と図7の方法は効率的である。なぜなら基板表面に付与される実質的にすべてのレーザービームエネルギーが、異なる方向からの露光の一部に用いられ得るからである。換言すると、2つの期間の各々の間に露光される領域が互いに完全に重なることが可能である（とはいえこのことは本質的ではない）。

【0051】

図8は、基板表面の法線から見た他の典型的な再導光ユニット70を図示し、かつ、基板を1つの移動方向で移動させている間に基板1上のある領域が異なる方向から露光される他の典型的な方法を表す。図示された実施形態では、再導光ユニット70は、互いに直角をなすように配置されて、かつ、コネクタ41によって一つとなるように堅く接続される第1再導光素子27と第2再導光素子31を有する。

【0052】

この実施形態では、第1再導光素子27と第2再導光素子31は、基板1の移動方向60に対して同一の角度（図示された例では45°）で供される。他の実施形態では、第1再導光素子27と第2再導光素子31は、互いに異なる角度で供されてよい。領域56は、第1反射素子27上の経路54に沿って（たとえばEからFへ向かって）レーザービームを走査させることによって露光される領域を表す。領域58は、第2反射素子31上の経路54に沿って（たとえばGからHへ向かって）レーザービームを走査させることによって露光される領域を表す。よって反射素子27, 31の両方全体にわたるEからHへのレーザービームの走査は、基板上に十字形状を生成する。このとき中心部65は、走査中、2つの異なる方向からの入射放射線を受ける。基板の移動60は、垂直方向に十字を走査し、かつ、破線62と64との間に位置する基板上の領域の露光を可能にする。ある実施形態では、基板の移動は、2つの再導光素子27, 31のレーザービームの往復走査（たとえばEからHへ向かって再度反対方向へ向かう）に対して調整される。破線内の露光される領域は、再導光素子27, 31の両方によって露光された領域を含むことがわかる。例外は、基板の移動経路の終端部での三角形領域である。図6及び図7の装置と比較すると、所与の方向での基板1の移動の全体的な要求される長さは、これらの三角形領域を考慮するため、わずかに長くなり得る。しかし後続の露光処理では、基板が異なる方向に

10

20

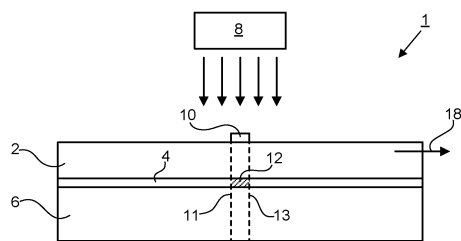
30

40

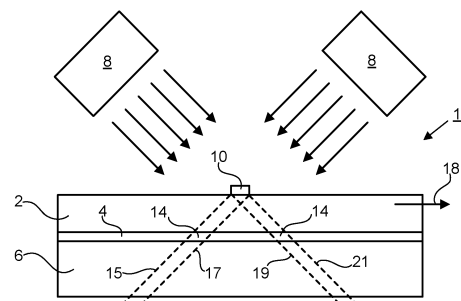
50

再度移動する必要はない。従って異なる方向からの放射線に基板上の領域を曝露するのに必要な全体としての基板の移動操作は単純化される。

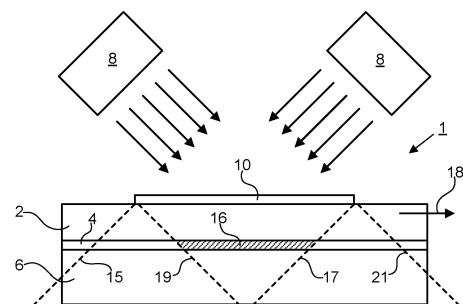
【図 1】



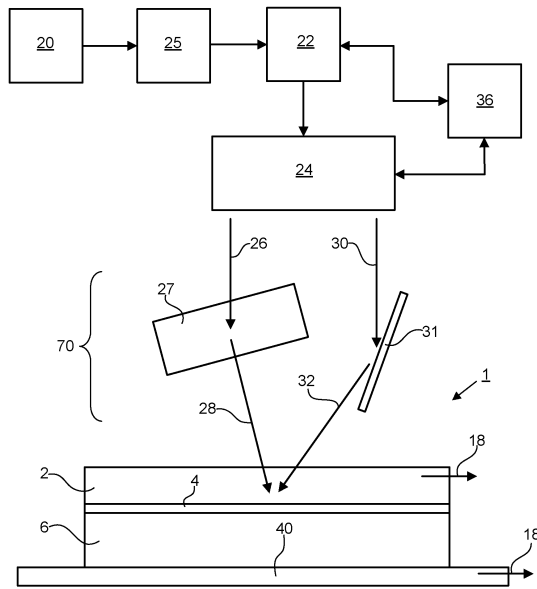
【図 2】



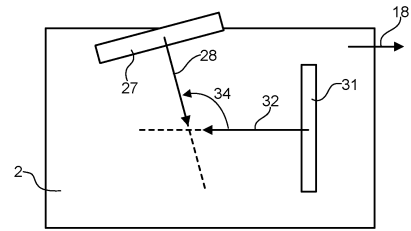
【図 3】



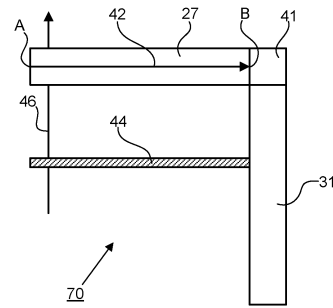
【 図 4 】



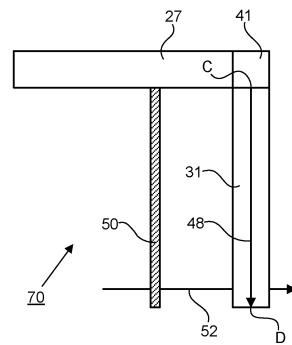
【 図 5 】



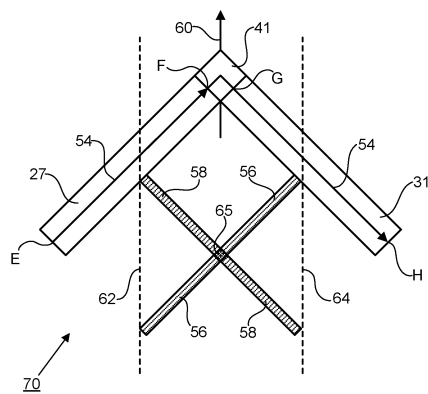
【 図 6 】



【 圖 7 】



【圖 8】



---

フロントページの続き

審査官 黒石 孝志

(56)参考文献 特開平 8 - 1 3 2 2 6 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 4 5 8 9 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 4 / 0 2 0 1 4 0 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 7 0  
H 0 1 S 3 / 0 0