

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-526533

(P2017-526533A)

(43) 公表日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.

B23K 26/073 (2006.01)
B23K 26/082 (2014.01)
B23K 26/00 (2014.01)
H05K 3/00 (2006.01)

F 1

B 2 3 K 26/073
B 2 3 K 26/082
B 2 3 K 26/00
H 0 5 K 3/00

テーマコード(参考)

4 E 1 6 8

M
N

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2016-575502 (P2016-575502)
(86) (22) 出願日 平成27年8月19日 (2015.8.19)
(85) 翻訳文提出日 平成29年2月21日 (2017.2.21)
(86) 國際出願番号 PCT/GB2015/052413
(87) 國際公開番号 WO2016/030665
(87) 國際公開日 平成28年3月3日 (2016.3.3)
(31) 優先権主張番号 1415083.3
(32) 優先日 平成26年8月26日 (2014.8.26)
(33) 優先権主張国 英国(GB)

(71) 出願人 512104823
エムーソルヴ・リミテッド
イギリス・オ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
イギリス オクスフォードシャー チッピ
ング ノートン エンストーン クリーブ
リー ロード 31
ラムズビー フィリップ トマス
イギリス オクスフォードシャー ウッド
ストック ブラ頓 ヒース レーン 5
最終頁に続く

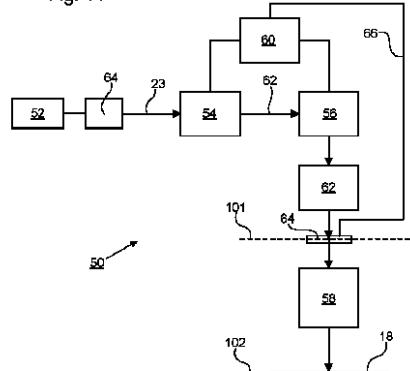
(54) 【発明の名称】基板上でレーザーアブレーションを実行する装置及び方法

(57) 【要約】

レーザーアブレーションを実行する装置及び方法が開示されている。典型的な装置では、空間光変調器が、固体レーザーからのパルスレーザーを変調させるのに用いられる。二段階縮小プロセスは、中間結像面内のフィードバックセンサへのアクセスを可能にする一方で、前記空間光変調器での放射線強度を相対的に低く維持することを可能にするのに用いられる。

【選択図】図11

Fig. 11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板上でレーザープリントを実行する装置であって、
パルスレーザービームを供するように構成される固体レーザー、
プログラム可能な空間光変調器であって、該空間光変調器へ入力される制御信号によつて定められるパターンによって前記パルスレーザービームを変調させるように構成される空間光変調器、

第1結像面内の複数のとり得る場所のうちの一で選択的に前記パターンの像を生成するように構成される走査システム、及び、

前記第1結像面内の各異なる場所で複数の前記パターンの像を順次生成するように前記走査システムと前記空間光変調器を制御するように構成される制御装置、

を有する装置。

10

【請求項 2】

前記基板が前記第1結像面内に設けられる、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記基板上の各異なる位置に前記パターンの複数の像を生成するように構成される投影系をさらに有する請求項2に記載の装置であつて、

前記投影系の最終素子は、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像が生成される一方で、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成される、装置。

20

【請求項 4】

前記第1結像面内に生成される前記像を縮小、かつ、第2結像面内の前記基板上へ前記の縮小された像を投影するように構成される投影系をさらに有する請求項1に記載の装置であつて、

前記投影系は、前記第1結像面内の各異なる位置に生成される前記パターンの複数の像を、前記基板上の対応する複数の位置へ投影するように構成される、装置。

【請求項 5】

前記投影系の最終素子が、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像が生成される一方で、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成される、請求項4に記載の装置。

30

【請求項 6】

前記第1結像面内に生成される前記像の特性を測定するように構成されるセンサをさらに有する、請求項4又は5に記載の装置。

【請求項 7】

前記制御装置が、前記センサによって測定された特性を用いて、前記変調器と前記走査システムの一方又は両方の動作を制御するように構成される、請求項6に記載の装置。

【請求項 8】

前記走査システムが、前記第1結像面内で生成される前記パターンの像が前記空間光変調器での前記パターンに対して縮小されるように、構成される、請求項1乃至7のうちいずれか一項に記載の装置。

40

【請求項 9】

前記制御装置は、前記の順次生成された像の各々が前記固体レーザーからの各異なる単一パルスから生成され得るように構成される、請求項1乃至8のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 10】

前記プログラム可能な空間光変調器が、前記固体レーザーからの連続するパルス間での各異なるパターンによって前記パルスレーザービームを変調させることが可能となるように構成され、

前記パターンは一のパルスから次のパルスまで変化され得る、

50

請求項 1 乃至 9 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 1】

前記制御装置は、前記パターンが生成されるべき前記第1結像面内の位置の関数として、前記第1結像面内に生成される前記パターンを調節するように構成される、

請求項 1 乃至 10 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 2】

前記空間光変調器がミラーのアレイを有する、請求項 1 乃至 11 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記各異なる位置が前記プログラム可能な空間光変調器の参照フレーム内において互いに異なる、請求項 1 乃至 12 のうちいずれか一項に記載の装置。 10

【請求項 1 4】

前記走査システムが前記パターンの像を生成可能な前記第1結像面内の複数のとり得る位置は、前記プログラム可能な空間光変調器の参照フレーム内において互いに異なる複数の位置である、請求項 1 乃至 13 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記走査システムが2次元ビームスキャナを有する、請求項 1 乃至 14 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記プログラム可能な空間光変調器が複数のアドレス指定可能な素子を有する、請求項 1 乃至 15 のうちいずれか一項に記載の装置。 20

【請求項 1 7】

前記プログラム可能な空間光変調器が個別にアドレス指定可能な素子の2次元アレイを有する、請求項 1 6 に記載の装置。

【請求項 1 8】

前記プログラム可能な空間光変調器が、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像を生成する間に静止したままとなるように構成される、請求項 1 乃至 17 のうちいずれか一項に記載の装置。

【請求項 1 9】

基板上でレーザーアブレーションを実行する方法であって、
固体レーザーを用いてパルスレーザービームを供する段階、
プログラム可能な空間光変調器へ制御信号を入力することで、パターンによって前記パルスレーザービームを変調させる段階、及び、
前記空間光変調器によって定められるパターンの複数の像を第1結像面内の各異なる位置で順次生成する段階、
を有する方法。 30

【請求項 2 0】

前記基板が前記第1結像面内に設けられる、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

投影系が、前記基板上の各異なる位置に前記パターンの複数の像を生成するのに用いられ、かつ、
前記投影系の最終素子が、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像が生成される一方で、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成される、
請求項 1 9 又は 2 0 に記載の方法。 40

【請求項 2 2】

前記第1結像面内の前記像の縮小版を、第2結像面内の前記基板上へ投影する段階をさらに有する請求項 1 9 乃至 2 1 のうちいずれか一項に記載の方法であって、

前記第1結像面内の各子となる位置に存在する像は、前記基板上の対応する格異なる位置へ投影される、
方法。 50

【請求項 2 3】

投影系が、前記第1結像面内の前記像の縮小版を、前記基板上へ投影するのに用いられ、かつ、

前記投影系の最終素子が、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像が生成される一方で、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成される、

請求項22に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記第1結像面内に生成される前記像の特性を測定する段階、及び、

前記の測定された特性を用いて、前記変調器と前記走査システムの一方又は両方の動作を制御する段階、

をさらに有する請求項19乃至23のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記第1結像面内で生成される前記パターンの像の各々が、前記アレイでの前記パターンに対して縮小される、請求項19乃至24のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記第1結像面内で生成される像が互いにぴったり合う形状をとる、請求項19乃至25のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記各異なる位置が前記プログラム可能な空間光変調器の参照フレーム内において互いに異なる、請求項19乃至26のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 8】

2次元ビームスキャナが、前記各異なる位置で前記空間光変調器によって画定されるパターンの像を生成するのに用いられる、請求項19乃至27のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記プログラム可能な空間光変調器が複数の個別にアドレス指定可能な素子を有する、請求項19乃至28のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記プログラム可能な空間光変調器が個別にアドレス指定可能な素子の2次元アレイを有する、請求項29に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記プログラム可能な空間光変調器が、前記第1結像面内の各異なる位置に前記パターンの複数の像を生成する間、静止して保持される、請求項19乃至30のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 2】

先に添付図面の図9を参照して、かつ／あるいは、図9で表されているように実質的に動作するように構成されるレーザーアブレーションを実行する装置。

【請求項 3 3】

先に添付図面の図9を参照して、かつ／あるいは、図9で表されているように実質的に動作するように構成されるレーザーアブレーションを実行する方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、固体レーザー及びプログラム可能な空間光変調器を用いた基板上でのレーザーアブレーションの実行に関する。

【背景技術】**【0002】**

レーザーは、最新のプリント回路基板（PCB）の製造に広く用いられている。特に周知の例は、多層PCB中でのブラインドコンタクトホール - いわゆるマイクロビア - の穴開けである。この場合、紫外（UV）固体レーザーは通常、下側の銅の層へのコンタクト

10

20

30

40

50

を可能にするように上側の銅の層と下地の誘電層を貫通する穴を開けるのに用いられる。場合によっては、このプロセスの費用対効果は、2つの異なる材料を除去する2つの異なるレーザープロセスを用いることによって改善される。UVダイオード励起固体(DPS)_Sレーザーは通常、上側の銅の層中に穴を開けて下側の誘電層を曝露するのに用いられ、かつ別なプロセスでは、CO₂レーザーが、各穴の下で曝露される誘電材料を除去するのに用いられる。

【0003】

近年、新たな型の高密度多層回路基板製造技術が提案された。特許文献1及びヒューメラー(Huemeler)他による2006年に太平洋マイクロエレクトロニクスシンポジウム(2006 Pacific Micro-electronics Symposium)での発表“Unveiling the next generation in substrate technology”は、「レーザー埋め込み回路技術」の概念について説明している。この新たな技術では、レーザーは、有機誘電基板内に微細な溝、大面積のパッドとコンタクトホールを直接的にアブレーションによって生成するのに用いられる。溝はパッド及びコンタクトホールに接続する。それによりレーザー成形及び後続の金属メッキ後に、誘電層の上側表面内に埋め込まれた微細導体とパッドの複雑なパターンで構成される第1層が、下側の金属層へ接続する深いコンタクトホールで構成される第2層と共に形成される。この新たな技術の進展に関するさらなる情報は、2011年11月9~11日に台湾で開催された第12回電子回路世界大会(Electronic Circuit World Convention)での論文EU165(デビッド・バロン)とTW086-2(ユー・リンリーとバーバラ・ウッド)で発表された。
10

【0004】

現在まで、パルスUVレーザーが、直接描画法又はマスクイメージング法のいずれかを用いることによって単一プロセスにおいて溝、パッド、及びコンタクトホールを形成する方法で用いられてきた。

【0005】

直接描画法は一般的に、ビームスキャナを用いることによって、基板表面にわたってレーザーからの集束ビームを移動させることで、スクライビングによって溝を形成し、かつ、パッドとコンタクトホールをも形成する。この直接描画法は、高ビーム品質のUVダイオード励起固体(DPSS)レーザーからの高集束ビームを用いるので、微細な溝のスクライビングに非常によく適している。また直接描画法は、パッド及びコンタクトホールの構造に関して層の深さがそれぞれ異なることが求められても巧く処理できる。この方法によって、各異なる深さの溝、パッド、及びコンタクトホールは容易に形成され得る。しかしUV DPSSレーザーの低パルスエネルギーは、アブレーションを可能にするに非常に小さな集束スポットを求める - これは狭いトラック及び穴の形成にとって便利である - ため、この方法は、大面積の部位及び底面から材料を除去するのに効率的な方法ではない。この直接描画法ではまた、溝とパッドとの間の共通部で一定の深さを維持することが困難である。埋め込み導体に基づいてPCBを作製するのに適した直接レーザー描画装置の説明は、2011年11月9~11日に台湾で開催された第12回電子回路世界大会(Electronic Circuit World Convention)での論文TW086-9(ウェミ・チェンとマーク・ウンラス)で発表された。
30
40

【0006】

マスクイメージング法は一般的に、UVエキシマレーザーを用いて、回路設計の一の層又は階層の完全な詳細を含むマスクに照射する。マスクの像は、誘電材料をアブレーションするのに十分なエネルギーレベルのレーザーパルスで、その層上の回路の全領域が基板上に再現されるように縮小される。形成される回路が大きい場合、マスクと基板との同期した相対運動が、全パターンを転写するのに用いられる。大きな基板面積を網羅するエキシマレーザーマスク投影及び関連方法は、長年にわたって知られてきた。非特許文献1は、この方法について説明している。

【0007】

マスクの全面積が像転写プロセス中に照射されるので、この方法は、形成される個々の構造の全面積の影響を受けにくく、そのため微細な溝、大面積のパッドと底面の形成に非常に適している。溝とパッドとの間の共通部で一定の深さを維持する点でも優れている。しかし回路が極端に密な場合を除くと、このマスクイメージング法は、直接描画法よりも顕著にコストがかかる。その理由は、エキシマレーザーの購入及び動作コストのいずれも非常に高いからである。マスクイメージングはまた、回路の各層について新たなマスクを用いる必要がある点で、非常に不自由である。

【0008】

後者の制約は特許文献2で説明された装置によって克服される。この場合、エキシマレーザー走査マスク投影システムは、絶縁層中で同一の深さの溝及びパッドで構成される層を形成するのに用いられ、かつ、別のプロセスにおいて、別のビーム供給システムによって供給される第2レーザーを用いることによって、下地の金属層へより深く入り込むコンタクトホールが形成される。この二段階プロセスは、構造が様々な深さを有しなければならないという要求に対処する方法である。しかしこの二段階プロセスも依然として、エキシマレーザーの使用に係る高コストに悩まされる。

10

【0009】

特許文献3は、固体レーザーによって生成されるスポットがマスク全体にわたってラスター式キャンされる代替方法を開示している。固体レーザーによって照射されるマスクパターンの像は、基板上に投影され、かつ、そのマスクパターンに対応する構造はアブレーションによって生成される。この方法は、高価なエキシマレーザーを必要としないが、依然としてマスクを用いることに伴う不自由さに悩まされる。構造の各層を生成するには、異なるマスク又はマスク上の各異なる領域が必要である。生成されている構造への修正が必要な場合、全く新しいマスクが必要となる恐れがある。マスクパターンに属する誤りが生成されている構造中に検出される場合、新しいマスクが必要となる恐れがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0041398 A1号公報

30

【特許文献2】米国特許出願公開第2008/0145567 A1号公報

【特許文献3】国際公開第2014/0688274 A1号公報

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】Proc SPIE 1997, vol. 3223, p 26 (Harvey & Rumsby)

【非特許文献2】Proc SPIE., 1996 (2921), p684

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、上述の従来技術の問題の1つ以上を少なくとも部分的に解決することである。具体的に本発明の目的は、高スループット、低コスト、高い自在性、並びにノ/又は、高レベルの制御性及びノ/若しくは信頼性を可能にするレーザーアブレーションを実行する装置並びに方法を供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の態様によると、パルスレーザービームを供するように構成される固体レーザー、プログラム可能な空間光変調器であって、該空間光変調器へ入力される制御信号によって定められるパターンによって前記パルスレーザービームを変調させるように構成される空間光変調器、第1結像面内の複数のとり得る場所のうちの一で選択的に前記パターンの像を生成するように構成される走査システム、及び、前記第1結像面内の各異なる場所で複数の前記パターンの像を順次生成するように前記走査システムと前記空間光変調器を制

50

御するように構成される制御装置を有する、基板上でレーザープリントを実行する装置が供される。

【0014】

エキシマレーザーではなく固体レーザーを用いることで、所有者のコストは顕著に減少する。それに加えて、エキシマレーザーは一般的には、前記空間光変調器を損傷させないために最大出力未満で動作させなければならないので、効率が低下する。

【0015】

空間光変調器を用いることで、前記基板上でのプリントの前記パターンを動的に変化させることが可能となるので、自由度と制御力が増大する。

【0016】

空間光変調器を用いる高解像度の従来技術に係るシステムは、前記パターンの標的（たとえば基板）上へ前記空間光変調器によって定められたパターンを投影する固定された光学系（つまり走査能を備えない）を用いる傾向にある。前記固定された光学系は、前記基板上に生成された前記パターンが前記空間光変調器で定められた前記パターンを小さくしたものとなるように縮小されてよい。前記縮小は、前記基板に十分高いエネルギー密度を供して前記基板の表面をプリントする一方で、前記空間光変調器への損傷を避けるため、前記空間光変調器には十分低いパルスエネルギー密度で照射する。前記縮小はまた、前記基板上に微細な部位を生成することも容易にする。前記空間光変調器によって定められるパターンが前記基板上の各異なる場所で生成される必要がある場合、前記基板は、前記空間光変調器に対して走査されてよい。前記固定された光学系を用いることで、前記光学系の設計要求が簡略化され、かつ、高精度でのパターンの生成が容易になる。しかしレーザープリントの文脈では、高速で前記基板の大領域を照射できることが望ましい。これを実現する一の方法は、非常に多数の個別にアドレス指定可能な素子（たとえば多数のマイクロミラー）を空間光変調器に供することである。このようにして、前記基板の各場所での前記基板上へ投影され得る前記パターンの面積の大きさは、少数の素子を備える空間光変調器を用いて可能な面積よりも大きくなり得る。しかしそれ多くの素子を有する空間光変調器を供することはより高価になる恐れがある。前記空間光変調器は大きくされる必要があると思われる。大きくなることで前記空間光変調器は、正確に（たとえば均一に）照射することが難しくなる恐れがある。そのような空間光変調器によって定められた前記パターンを前記基板上へ照射することは難しくなる恐れがある。

【0017】

代替方法は前記基板をより迅速に走査することである。しかしこれは、必要な加速及び位置の精度を供するため、洗練されたモーターと基板載せ台を必要とする。

【0018】

DPSLレーザーはたとえば、そのパラメータ設定において広範に調節可能である。このため前記DPSLレーザーは、全出力を維持しながら、相対的に低いパルスエネルギーを高周波数で供給することが可能となる。前記高周波数で前記レーザーの全出力を利用することで一般的には、毎秒数メートルのオーダーの前記基板と前記ビームとの間での相対速さが求められると思われる。そのような相対速さを基板の走査のみを用いて実現することは難しい。

【0019】

本願実施形態によって供される解決策は、前記基板の走査の代わりに（又はそれに加えて）前記空間光変調器からの像を走査する。このようにして、非常に多数の素子を有する空間光変調器も、前記基板を迅速に走査するための複雑な機構も必要とすることなく（ただしのような空間光変調器や複雑な機構が用いられてもよい）、複雑なパターンが前記基板上の広範な領域にわたって迅速に生成され得る。前記空間光変調器の像の走査は、一般的には固定された（非走査）光学系の場合よりも複雑な光学系を必要とする。しかし本願発明者等は、前記空間光変調器及び／又は前記基板走査システム（もしあるのであれば）においてスループットの増大並びに／又はコスト及び複雑さの減少という利点は、前記のより複雑な光学系の実装に係る課題を上回ると認識していた。上述の例では、毎秒数メートルのオーダーの前記基板と前記ビームとの間での相対速さが求められると思われる。そのような相対速さを基板の走査のみを用いて実現することは難しい。

10

20

30

40

50

ートルのオーダーの速さで前記基板を動かすことを必要とするD P S S レーザーの利用が提案されている。この速さで前記基板を動かすのは非現実的であると考えられる一方で、レーザービームを走査するビームスキャナの使用に基づいて等価な走査速度を実現することは、現在利用可能なレーザービームスキャナの動作範囲内で十分である。

【 0 0 2 0 】

本願の実施形態では、前記基板は前記第1結像面内に設けられる。前記第1結像面内に前記基板を設けることで、当該装置の全体の光学に関する要件が簡略化される。

【 0 0 2 1 】

本願の実施形態では、当該装置はさらに、前記基板上の各異なる位置で前記パターンの複数の像を生成するように構成される投影系を有し、かつ、前記パターンの複数の像が前記第1結像面内の各異なる位置で生成されている一方で、前記投影系の最終素子は、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成される。よって前記投影系の最終素子はいかなる走査プロセスにも直接巻き込まれない。前記投影系の静止した最終素子（又は完全に静止した投影系）を有することで、前記アブレーションプロセスによって生成される残余物を除去する装置（たとえば吸引装置）の配置が容易になる。

10

【 0 0 2 2 】

代替実施形態では、前記基板は第2結像面内に供され、かつ、当該装置は、前記第1結像面内の像の縮小版を、前記第2結像面内の前記基板上に投影する投影系をさらに有する。

20

【 0 0 2 3 】

よって前記空間光変調器の像は、前記基板と前記空間光変調器との間の中間位置に存在する結像面（本願では前記第1結像面と指称する）内に生成される。このような配置は、前記第1結像面が中間位置に供されていない場合には不可能な方法で、センサ又は他の装置による前記第1結像面へのアクセスを可能にする。前記基板が前記第1結像面に供されるとき、たとえば前記基板の存在は、センサ又は他の装置によるアクセスを阻害する。前記空間光変調器によって生成される像へのセンサ又は他の装置によるアクセスが可能となることで、前記像の特性を測定することが可能となる。たとえば前記像の品質に関するパラメータが測定され得る。前記測定は、たとえばフィードバック配置において前記走査システム及び／又は前記空間光変調器の動作の制御に用いられてよい。

30

【 0 0 2 4 】

前記像が走査及び／又は縮小された後に（前記第1結像面内の）前記像の特性を測定することで、（複数の）前記走査及び／又は縮小プロセスによって導入される誤りを検出することが可能となる。アクセス可能な中間結像面を有しない空間光変調器を用いるシステムでは、前記像は、前記空間光変調器の出力及び／又は前記基板自身でしかチェックされ得ない。

【 0 0 2 5 】

この型の実施形態では、前記投影系の最終素子はまた、前記パターンの複数の像が前記第1結像面内の各異なる位置に生成される一方で、前記空間光変調器に対して静止して保持されるように構成されてよい。よって前記投影系の最終素子は、如何なる走査プロセスにも巻き込まれない。上述したように、前記投影系の静止した最終素子（又は完全に静止した投影系）を有することで、前記アブレーションプロセスによって生成される残余物を除去する装置の配置が容易になる。

40

【 0 0 2 6 】

本願の実施形態では、前記第1結像面内に生成される前記パターンの像が前記空間光変調器での前記パターンに対して縮小されるように、前記走査システムは構成される。前記空間光変調器での前記パターンを縮小することで、前記基板でのアブレーションの実行を可能にするのに前記空間光変調器で必要とされる強度は減少する。多くの型の空間光変調器では、損傷又は寿命が短くなる危険性なしに前記空間光変調器によって処理され得る放射線強度には制限が存在する。前記空間光変調器と前記第1結像面との間で前記パターンを縮小することで、前記基板上でより微細な構造を生成することも容易になる。

50

【0027】

本願の実施形態では、前記基板が第2結像面内に供され、かつ、当該装置は、前記第1結像面内の像の縮小版を前記第2結像面内の前記基板上に投影する投影系をさらに有する実施形態の状況において、前記空間光変調器と前記第1結像面との間での前記パターンの縮小は実行される。よって二段階縮小プロセスが用いられる。前記二段階縮小プロセスの利用はさらに、任意の一の段階の縮小要求を緩和することによって、前記空間光変調器と前記基板との間での全体的な縮小を望ましくすることを容易にし、かつ、自由度をも改善することをも容易にする。前記全体の縮小は、2つの段階のうちの一を置換又は修正して、前記2つの段階のうちの他を置換又は修正しないことによって要求に従った調節がなされてよい。

10

【0028】

本発明の他の態様によると、固体レーザーを用いてパルスレーザービームを供する段階、プログラム可能な空間光変調器へ制御信号を入力することで、パターンによって前記パルスレーザービームを変調させる段階、及び、前記空間光変調器によって定められるパターンの複数の像を第1結像面内の各異なる位置で順次生成する段階を有する方法が供される。

20

【0029】

上述の実施形態では、前記基板は前記第1結像面内に設けられてよい。上述の実施形態では、代わりに前記基板は第2結像面内に供され、かつ、当該方法は、前記第1結像面内の像の縮小版を前記第2結像面内の前記基板上へ投影する段階をさらに有してよい。

ここで添付図面を参照しながら単なる例示によって本発明を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】内部に生成されることが要求される構造の型を示す典型的なHDIプリント回路基板の斜視図である。

30

【図2】プリント回路基板が上側誘電層と下側誘電層を有する図1と同様の斜視図である。

【図3】上に薄い保護層又は犠牲層が生成された他の典型的なプリント回路基板の断面図である。

【図4】誘電層内に埋め込み構造を生成する既知の装置の概略図である。

【図5】誘電層内に埋め込み構造を生成する他の既知の装置の概略図である。

【図6】誘電層内に埋め込み構造を生成するさらに他の既知の装置の概略図である。

【図7】誘電層内に埋め込み構造を生成するさらに他の既知の装置の概略図である。

【図8】誘電層内に埋め込み構造を生成するさらに他の既知の装置の概略図である。

【図9】本願の実施形態によるアブレーションを実行する装置の概略図である。

【図10】本願の他の実施形態によるアブレーションを実行する装置の概略図である。

【図11】本願の他の実施形態によるアブレーションを実行する装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

図1は、高密度インターフェクト(HDI)プリント回路基板(PCB)又は集積回路(ASIC)基板の断面を示し、かつ、生成が要求される「埋め込み」構造の型を示唆している。電気回路を構成するようにパターニングされた銅の層1が、誘電コア層2上で支持されている。銅の層1は、内部に様々な構造がレーザーアブレーションによって生成された上側誘電層3によってオーバーコーティングされる。溝4, 4', 4'', 大きなパッド5、及び小さなパッド6と7はすべて、上側誘電層3の全厚さ未満の同一厚さを有する。ASIC基板では、要求される溝の幅とパッドの直径は一般的にそれぞれ、5~15 μm及び100~300 μmで、深さは5~10 μmである。HDI PCBでは、溝はより広くかつ深くてよい。パッド7内部のコンタクトホール(又はビア)8は、レーザーアブレーションによってより深くまで生成される。それによりすべての上側誘電層材料は、下に位置するある面積の銅の回路を曝露するように除去される。コンタクトホールの深さは一般

40

50

的に、パッド及び溝の深さの2倍であってよい。

【0032】

図2は、図1と同様のHDI PCB又はIC基板の断面を示している。しかしこの場合、銅の層の上部の上側誘電層は、異なる材料の2つの層、上側誘電層9、及び下側誘電層10で構成される。溝4, 4', 4'', 大きなパッド5、及び小さなパッド6と7はすべて、上側の層9を貫通するが、下側の層10へは顕著に入り込まない。コントクトホール8は、下に存在するある面積の銅の回路を曝露するように下側誘電層10を貫通する。

【0033】

図3は、構造のレーザーパターニング前に材料の薄い保護層又は犠牲層11が誘電層3の上側に付与されたHDI PCBの断面を示している。そのような保護層は一般的にせいぜい数ミクロンの厚さで、かつ、そのような保護層の主目的は、レーザーアブレーションプロセス中に誘電層3の上側表面を損傷から保護することである。構造のレーザーアブレーション中、ビームは、保護層の材料へ入り込み、かつ、下に存在する誘電層3中の材料を要求される深さまで除去する。レーザーアブレーションプロセスの完了後であって後続のプロセス前に、保護層は通常、誘電材料を曝露するように除去される。

【0034】

図4は、誘電層中に埋め込み構造を生成するのに広く用いられている既知の装置を示している。エキシマレーザー12はパルスUVビーム13を放出する。パルスUVビーム13は、ホモジナイザユニット14によって整形され、ミラー15によって向きを変えられ、かつ、マスク16の全体を均一に照射する。投影系17は、誘電体によってコーティングされた基板18の表面上でマスクの像を縮小する。それにより基板18でのビームのエネルギー密度は、誘電材料をアブレーションし、かつ、マスクパターンに対応する層中の構造を生成するのに十分となる。

【0035】

レンズ19は、レンズ17が最適に機能するようにレンズ17へ入射するビームを制御する役割を果たすフィールドレンズである。各レーザーパルスでは、マスク上のパターンが誘電体の表面上に十分明確な深さまで加工される。典型的には、各レーザーパルスによって加工される深さは、数分の一ミクロンであるため、何ミクロンもの深さを有する溝とパッドを生成するには多くのレーザーパルスが必要となる。各異なる深さの部位が基板表面に加工されることが要求される場合、第1高さを画定するマスクは、低い高さを画定する他のマスク20と交換される。その後レーザーアブレーションプロセスが反復される。

【0036】

各マスクの全面積と基板上の対応する領域を一のレーザーパルスで照射するには、レーザーからの高エネルギーを有するパルスが必要となる。たとえばデバイスのサイズが $10 \times 10 \text{ mm}^2$ (1 cm^2)で作られる場合、効率的なアブレーションに要求されるパルスエネルギー密度は約 0.5 J/cm^2 なので、基板で必要とされるパルスあたりの合計エネルギーは 0.5 J である。光学系内での損失のため、レーザーからは顕著に大きなパルスあたりのエネルギーが必要となる。UVエキシマレーザーはこの用途には非常に適している。なぜなら一般的にはUVエキシマレーザーは、低繰り返し周波数では高パルスエネルギーで動作するからである。最大 300 Hz の繰り返し周波数で最大 1 J の出力パルスエネルギーを放出するエキシマレーザーは容易に利用可能である。大きなデバイスの製造又は低パルスエネルギーでのエキシマレーザーの利用を可能にするための様々な光学的取り組みが考えられてきた。

【0037】

図5は、ビーム整形光学系21がマスク16の表面で線ビームを生成するように構成される場合を表す従来技術を示している。この線ビームは、マスクの全幅を網羅するのに十分な長さである。線ビームは、ミラー15の1D運動によって、マスクの表面にわたって線に対して垂直な方向に走査される。位置22から22'までの線でミラー15を動かすことによって、マスクの全面積は順次照射され、それに対応して、基板上の加工されるべ

10

20

30

40

50

き全面積が順次処理される。マスク、投影系、及び基板はすべて、ミラー 15 が動いている間は静止した状態で維持される。

【0038】

ミラーは、正確な数のレーザーパルスを基板の各領域へ衝突させることで要求された深さの構造を生成することを可能にする速さで動かされる。たとえば、300 Hz で動作するエキシマレーザー、及び、基板で 1 mm の幅を有する線ビームでは、各レーザーパルスが深さ 0.5 ミクロンの材料を除去する場合、10 ミクロンの深さを有する構造を生成するのに単位面積あたり 20 のレーザーパルスが必要となる。係る構成では、15 mm/s の速さで基板全体にわたって線ビームを動かすことが必要となる。マスクでのビームの速さは、レンズの縮小率に等しい因子を乗じた分、基板でのビームの速さよりも速い。

10

【0039】

図 6 は、他の既知の構成を示し、かつ、レーザーパルスエネルギーが制限される問題に対処する代替方法を表している。これは、静止しているビームに対して正確に関連するようマスクと基板の両方を動かす段階を含む。ビーム整形光学系 21 は、マスクの全幅を広げる長さを有する線ビームを生成する。この場合図示されているように、ミラー 15 は静止したままで、かつ、マスク 16 は直線的に動かされる。基板上にマスクの正確な像を生成するため、図示されているように、結像レンズ 17 の縮小率をマスクの速さに乗じたものに関連する速さで基板 18 をマスクとは反対の方向に動かすことが必要である。そのようなマスクと基板が関連する 1D 運動システムは、半導体製造用のエキシマレーザー・エハ露光装置において周知である。

20

【0040】

エキシマレーザーはまた、処理されるべきデバイスの面積が非常に大きく、かつ、各レーザーパルスのエネルギーがそのデバイスの全幅にわたって線ビームを生成するのに不十分である状況では、2D マスク及び基板走査法と併用されてきた。非特許文献 2 は、そのようなシステムについて記載している。係るシステムは、高精度のマスクと試料台の制御を必要とし、それに加えて、走査帯の重なりの制御が非常に難しい場合に、基板上の領域内で均一なアブレーション深さを得るために複雑である。

20

【0041】

図 7 は、UV エキシマレーザーの代わりに固体レーザーが用いられる既知の構成を示している。その構成は、マスク投影光学系が、基板内の回路層の構造を画定するのに用いられること以外は図 4、図 5、及び図 6 に示した構成と同様である。

30

【0042】

レーザー 52 は出力ビーム 23 を放出する。出力ビーム 23 は、マスク 16 で適切なサイズの円形又は他の形状のスポットを生成するように、光学系 24 によって整形される。その結果レンズ 17 によって基板表面 18 上に結像した後、エネルギー密度は基板表面 18 上の材料をアブレーションするのに十分となる。2D スキャナユニット 25 は、マスク 16 の全面積が網羅されるように 2D ラスタスキャンでマスク 16 全体にわたってスポットを動かす。それに対応して基板 18 で処理される全面積もまた網羅されることで、基板表面へマスク 16 上のパターンの像がインプリントされる。レンズ 17 は、画像側で望遠機能を有してよい。このことは、基板までの距離の変動が像のサイズを変えないように、平行ビームがレンズによって生成されることを意味する。これにより、光軸に沿って高い精度で基板を位置設定する必要がなくなり、かつ、基板の非平坦性に適応することが可能となる。

40

【0043】

望遠機能の条件が満たされるようにスキャナ 25 の複数のミラーの間に存在する面をレンズ 17 の入射瞳 26 へ結像するレンズ 19 が供される。レンズ 17 が、誘電層の表面に 5 μm 以下の明確に確定された構造を正確に生成するのに十分な光学解像度を有することが重要である。解像度は、波長と開口数によって決定される。355 nm のレーザー波長では、これは、約 0.15 以上の開口数に相当する。

【0044】

50

レンズ 17 についての他の要求は、基板でのレーザーパルスのエネルギー密度は材料をアブレーションするのに十分な高さだが、マスクでのエネルギー密度はマスク材料・石英基板上のパターニングされたクロム層であってよい - が損傷を受けない程度に低くなるよう、マスク上のパターンを基板上で縮小することである。レンズの倍率は 3 倍以上がほとんどの場合において適切であることがわかった。基板でのエネルギー密度が 0.5 J / cm² であれば一般的には、ほとんどのポリマー誘電材料をアブレーションするのに十分である。よって 3 倍のレンズ縮小率で、かつ、レンズでの適当な損失があると考えれば、マスクでの対応するエネルギー密度は 0.07 J / cm² で、これはクロム又は石英マスクの損傷レベルを十分下回るレベルである。

【0045】

10

図 8 は、図 7 の構成を用いた 2 層構造を生成する一の方法を示している。第 1 マスク 16 の全面積が、上側層の溝とパッド構造を生成するように走査される。それに続いて、第 1 マスク 16 は、構造を介して下側層に係るパターンを有する第 2 マスク 33 に置き換えられる。マスクの正確な位置合わせは当然のこととして、2 つのレーザーによって加工されるパターンが基板表面上で正確に重なることを保証することが求められる。そのような多重連続走査法 (a multiple, sequential scanned mask approach) は、下側層のパターンが有する部位が高密度であることで、下側層のマスクの全部又は大部分の走査が効率的となるときに好ましい。他方、ほんのわずかな深い部位 - たとえば上側層のマスクによって画定されたパッド領域内部に位置するビア - が必要な場合、他の方法が考えられる。たとえば、レーザーが、ビアの位置で長期間静止して保持される「ポイント & シュート」法 ("point and shoot" method) が用いられて良い。

20

【0046】

本発明の実施形態が以降の図 9 で示され、かつ、後述される。

【0047】

30

基板 18 上でレーザーアブレーションを実行する装置 50 が供される。装置 50 は固体レーザー 52 を有する。固体レーザーは、パルスレーザービームを供するように構成されてよい。固体レーザー 52 は、Q スイッチ CW ダイオード励起固体 (DPSS) レーザーであってよい。係るレーザーは、エキシマレーザーとは非常に異なり、高い (数 kHz ~ 100 kHz) の繰り返し周波数で低エネルギー (たとえば 0.1 mJ ~ 数十 mJ) のパルスを放出するように動作をする。多くの型の Q スイッチ DPSS レーザーが現在容易に利用可能である。本願の実施形態では、UV 領域で動作する多モード DPSS レーザーが用いられている。UV は、広範な誘電材料のアブレーションに適し、かつ、結像レンズの光学解像度は UV よりも長い波長よりも優れている。それに加えて、多モードレーザービームのインコヒーレントな性質によって、回折効果に悩まされることなく高解像度の像を照射することが可能となる。単一モードレーザーは像の照射には適さない。とはいえたモードレーザーは別個の小さなスポットへの集束にはよい。より波長が長く、かつ、よりモードビーム出力の低い他のパルス DPSS レーザーが用いられてもよい。

【0048】

40

たとえば、約 10 kHz の繰り返し周波数で 20, 40, 又は 80 W の出力を与えることで、それぞれ 2, 4, 及び 8 mJ の出力パルスエネルギーを与えるように 355 nm の波長で動作可能な UV MM CV ダイオード励起固体レーザーが用いられて良い。他の例は、6 kHz の繰り返し周波数で 40 W、つまりパルスあたり 6.7 mJ を与える MM UV DPSS レーザーである。さらに他の例は、約 100 kHz の繰り返し周波数で 20 又は 28 W の出力を与えることで、それぞれ 0.2 及び 0.28 mJ の出力パルスエネルギーを与えるように 355 nm の波長で動作可能な UV 低モード CW ダイオード励起固体レーザーである。

【0049】

50

レーザー 52 からの出力ビーム 23 は、直接的又は間接的にプログラム可能な空間光変調器 54 へ導光される。(図示されているように) 本願の実施形態では、装置 50 はビ-

ム整形器 64 を有する。ビーム整形器 64 は、出力ビーム 23 のエネルギープロファイルを修正するように構成されてよい。たとえばビーム整形器 64 は、トップハット型の強度プロファイルをビーム 23 へ与えるように構成されてよい。

【 0 0 5 0 】

空間光変調器は、空間的に変化する変調を光ビームへ与える機能を備える。プログラム可能な空間光変調器は、制御信号に応じて変調を変化させることが可能な変調器である。制御信号はコンピュータによって供されてよい。本願の実施形態では、変調器 54 はマイクロミラーのアレイを有する。本願の実施形態では、アレイは 2 次元アレイである。マイクロミラーの各々は個別にアドレス指定可能である。そのため制御信号は、各ミラーについて、そのミラーが、基板へ到達する方向へ放射線を反射させるか、又は、(たとえば代わりに放射線が吸収される放射線シンクへ放射線を導光することによって) 基板への到達を妨げる方向へ放射線を反射させるかを独立に特定することができる。他の空間光変調器の形態もまた当技術分野において既知であり、本発明の実施形態の状況において用いられる得る。

10

【 0 0 5 1 】

図示された実施形態では、変調器 54 は、制御装置 60 によって供される制御信号によって定められるパターンでパルスレーザービームを変調させるように構成される。変調器 54 からの出力ビーム 62 は走査システム 56 へ入力される。走査システム 56 はたとえば 2 次元ビームスキャナを有してよい。走査システム 56 は、第 1 結像面 101 内の複数のとり得る位置のうちの一でパターンの像を選択的に生成するように構成される。本願の実施形態では、複数のとり得る位置は、変調器 54 の参照フレーム内において互いに異なる。制御装置 60 は、走査システム 56 と変調器 54 を制御して第 1 結像面内の各異なる位置での複数のパターンの像を順次(異なる時期にたとえば次々に)生成するように構成される。本願の実施形態では、各異なる位置は、変調器 54 の参照フレーム内において互いに異なる。本願の実施形態では、変調器 54 は、第 1 結像面内の各異なる位置で複数の像を生成する間、静止したままである。図 9 に示された実施形態では、基板 18 は第 1 結像面 101 内に供される。他の実施形態では、後述するように、基板 18 は異なる面内に供されてよい。一連の像は、ラスタスキャンパターンで生成されてよい。任意で像は、互いにぴったり合う形状をとる。このようにして、個々の像よりも大きな領域は、走査された一連の像によって連続的に(ギャップなしで) パターニングされてよい。たとえば個々の像の各々は正方形又は長方形で、かつ、像は、より大きな正方形又は長方形で構成される領域を連続的に網羅するように走査されてよい。

20

【 0 0 5 2 】

本願の実施形態では、走査システム 56 は、第 1 結像面 101 内で生成されるパターンの像が、空間光変調器 54 でのパターンに対して縮小されるように、構成される。よって空間光変調器 54 上で生成されたパターンよりも小さなパターンの像が、第 1 結像面 101 上に生成される。図 9 に示された例では、縮小は、投影系 58 内で適切に配置された 1 つ以上の光学素子によって実現される。

30

【 0 0 5 3 】

本願の実施形態では、投影系 58 の最終素子(つまり基板へ導かれる光路に沿った最後の素子)は、基板 18 にわたる像の走査中に変調器 54 に対して静止して保持されるように構成される。従ってアブレーションは、(静止した最終素子の直下の) 局在化した領域内で起こる。最終素子が、たとえば基板にわたるパターンの走査に関与するように動けるとすると、アブレーションは、より広い位置の範囲で起こるだろう。アブレーションが起こり得る位置の範囲を制限することで、実効的に残余物を除去する配置が容易になる。残余物除去装置は、小型及び/又は単純に(たとえばリアルタイムでアブレーションプロセスを追跡するために移動可能にするのではなく恒久的な位置をとるように) 載置可能であってよい。

40

【 0 0 5 4 】

本願の実施形態では、制御装置は、基板 18 上に生成される一連の像中の各像が、レー

50

ザー 5 2 からの各異なる单一パルスから生成されるように構成される。これは本質的なことではない。他の実施形態では、制御装置 6 0 は、レーザーからの 2 つ以上の異なるパルスによって、生成される一連の像中の 1 つ以上の像の各像を準備してよい。本願の実施形態では、変調器 5 4 は、レーザー 5 2 の連続するパルス間での異なるパターンによってパルスレーザービームを変調させることが可能である。これにより、パターンが一のパルスから次のパルスまでで変化することで、基板上の複雑なパターン（たとえば、一連の像のうちの少なくともその一部をなす像の群について、一の像から次の像へ変化する一連の像から生成されるパターン）の照射が容易になり得る。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、基板 1 8 が第 2 結像面 1 0 2 内に供される装置の例を表している。第 2 結像面 1 0 2 は、ビーム伝播方向から見て第 1 結像面 1 0 1 の向こうに存在する。図 9 の実施形態同様、走査システム 5 6 も、第 1 結像面 1 0 1 内の複数のとり得る位置で変調器 5 4 によって生成されるパターンの像を選択的に生成するように構成される。第 2 結像面 1 0 2 内の基板 1 8 へ第 1 結像面 1 0 1 内の像の縮小版を投影する投影系 6 2 が供される。投影系 6 2 は、第 1 結像面 1 0 1 内の各異なる位置に生成されるパターンの複数の像を、基板 1 8 上の対応する複数の位置へ投影する。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 に示された特別な例では、装置 5 0 は、第 1 投影系 5 8 と第 2 投影系 6 2 の 2 つの投影系を有する。第 2 投影系 6 2 は、図 9 を参照しながら上で説明した第 1 投影系 5 8 と同一又は同様に構成されてよい。第 1 投影系 5 8 はたとえば、変調器 5 4 上に生成されるパターンの縮小像を第 1 結像面 1 0 1 内に生成して良い。上述したように第 2 投影系は、第 1 結像面 1 0 1 内の像の縮小版を基板 1 8 上に投影する。従ってこの実施形態は、二段階縮小プロセスを供する。

【 0 0 5 7 】

本願明細書の導入部で述べたように、第 1 結像面 1 0 1 が基板 1 8 と変調器 5 4 との間の中間位置に存在するように装置 5 0 の光学系を配置することで、第 1 結像面 1 0 1 へのアクセス可能性は増大する。たとえば、第 1 結像面 1 0 1 が中間位置に供されない場合には不可能な方法で、センサ又は他のデバイスによる第 1 結像面 1 0 1 へのアクセスが可能（又は容易）となる。基板 1 8 が第 1 結像面 1 0 1 に供されるとき、たとえば基板 1 8 の存在がセンサ又は他のデバイスによるアクセスを阻害する。

【 0 0 5 8 】

本願の実施形態では、センサ 6 4 は、第 1 結像面 1 0 1 内又はそれに隣接して供される。係る実施形態の例が図 1 1 に示されている。センサ 6 4 は、第 1 結像面 1 0 1 内に生成される像の特性を測定するように構成されてよい。前記特性はたとえば、集束量の指標、パターン中の 1 つ以上の部位の位置の精度、たとえばラインのような部位の幅又はライン間の間隔（たとえば最小ライン幅又は間隔）の指標、強度の精度の指標（同一強度を有することが意図される領域にわたる強度の均一性）のうちの 1 つ以上を有してよい。

【 0 0 5 9 】

本願の実施形態では、制御装置 6 0 は、センサ 6 4 によって測定された特性を用いて、変調器 5 4 と走査システム 5 6 の一方又は両方の動作を制御するように構成される。たとえば制御装置 6 0 は、走査システムの動作特性 - たとえば公称走査経路 - を調節することによって、センサ 6 4 によって検出される像の品質におけるずれに応答するように構成されてよい。あるいはその代わりに又はそれに加えて、制御装置 6 4 は、変調器 5 4 の動作特性を調節することによってずれに応答してよい。たとえば変調器 5 4 上に生成される像は、センサ 6 4 によって第 1 結像面 1 0 1 内で検出される歪み又は誤りを補償するように修正されてよい。センサ 6 4 は、接続線 6 6 を介して制御装置 6 0 へ接続されてよい。センサ 6 4 はフィードバックループ内で動作するように構成されてよい。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 の実施形態は、センサ 6 4 及びセンサ 6 4 と制御装置 6 0 との間の接続線 6 6 の存在を除けば、図 1 0 を参照しながら上述した実施形態と同一である。

10

20

30

40

50

【0061】

第1結像面101内の各異なる位置にわたる変調器54によって画定される像の走査は、その像へ歪みを導入する恐れがある。これはたとえば、変調器54と第1結像面101内の各異なる位置との間に存在する光路長がそれぞれ異なることに起因して起こり得る。歪みは、光軸に近い走査位置よりも、光軸から離れた走査位置で大きくなり得る。本願の実施形態では、これら及び／又は他の歪みは、パターンの像が第1結像面101内の生成されるべき位置の関数として、変調器54によって画定されるパターンを調節することによって、少なくとも部分的に補正され得る。変調器54によって画定されるパターンをどのように調節すべきかを明確にする校正データを得るために校正測定が実行されてよい。

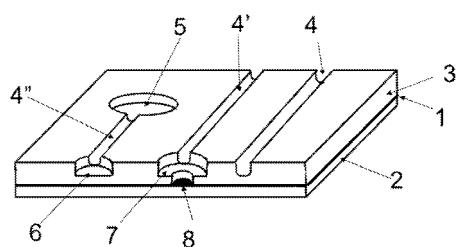
【0062】

上述の実施形態のいずれ又は他の実施形態においても、走査システム56は1D、2D、又は3D走査システムであってよい。走査システムはたとえば、1D、2D、又は3Dビームスキャナ、及び、該ビームスキャナからの出力から像を生成するように構成される付属の光学（たとえばレンズ）系を有してよい。走査システム56が1D走査システムであるとき、走査システム56は、変調器54上で走査線（たとえば直線）に沿ってパターンの像を走査するように構成され、かつ、当該装置は、走査線に対して垂直な方向に沿って基板18を動かすように構成されてよい。係る構成はたとえば、基板18上で像のラスタスキャンを生成するのに用いられてよい。走査システム56が2D走査システムであるとき、走査システム56は、第1結像面内において光軸に対して垂直な2つの互いに垂直な軸に対して任意に変位する変調器54上のパターンの像を位置設定する機能を有してよい。走査システム56が3D走査システムであるとき、走査システム56は、第1結像面の領域内において3次元で変調器上のパターンの像を位置設定する機能を有してよい。この構成は、2D走査システムと同じように像を位置設定する機能を有し得るが、光軸に平行な方向に沿って集束位置を変化させる付加的可能性をも有し得る。この機能は、光軸から離れた第1結像面内の位置での光路の増大に起因して起こり得る集束誤差を補正するのに有用となり得る。

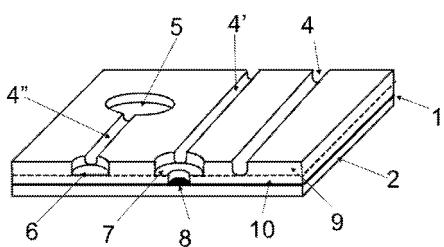
10

20

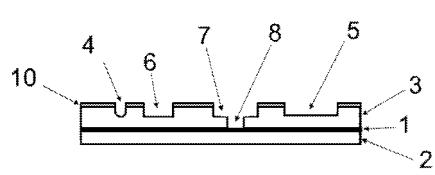
【図 1】



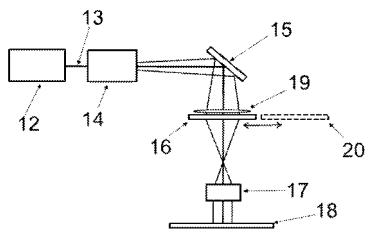
【図 2】



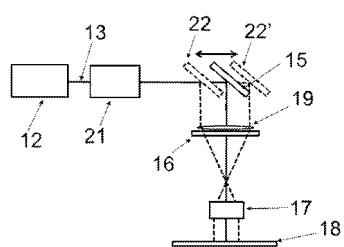
【図 3】



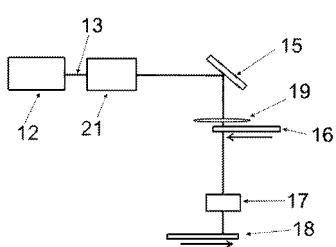
【図 4】



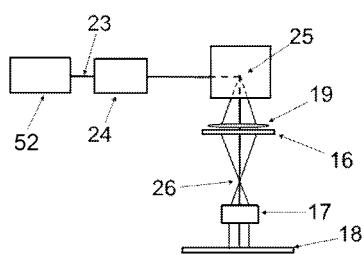
【図 5】



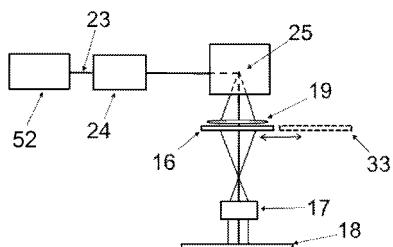
【図 6】



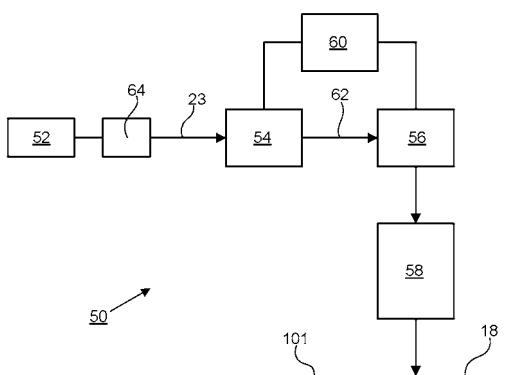
【図 7】



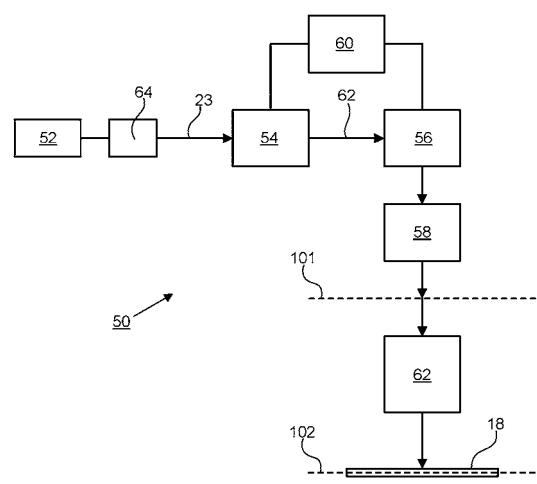
【図 8】



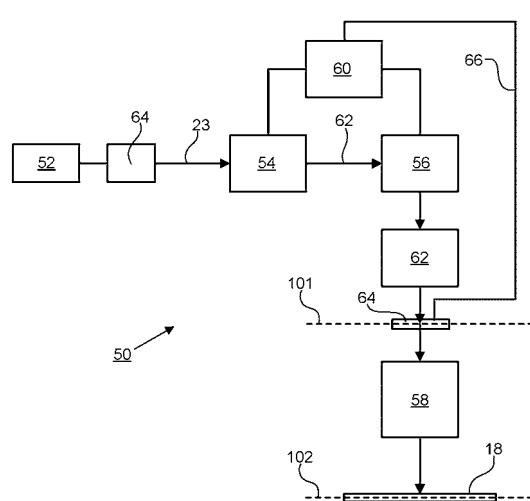
【図 9】



【図10】



【図11】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/GB2015/052413															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B23K26/06 B23K26/386 H05K3/00 B23K26/082 ADD. B23K101/42																	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K H05K																	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2008/218817 A1 (GRYGIER ROBERT K [US] ET AL) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraphs [0044] - [0052]; claims 1-35</td> <td style="padding: 2px;">1-25, 27-33</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 2006/169677 A1 (DESHI TAN [CN]) 3 August 2006 (2006-08-03) paragraphs [0022], [0023], [0034], [0091] - [0093]; claims 1-60; figure 12</td> <td style="padding: 2px;">1-5,9, 10, 13-21, 23,26-33</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2011/240611 A1 (SANDSTROEM TORBJOERN [SE]) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraph [0052]; claims 1-30; figure 2</td> <td style="padding: 2px;">1,19</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- ----</td> <td style="padding: 2px;">-/-</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2008/218817 A1 (GRYGIER ROBERT K [US] ET AL) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraphs [0044] - [0052]; claims 1-35	1-25, 27-33	X	US 2006/169677 A1 (DESHI TAN [CN]) 3 August 2006 (2006-08-03) paragraphs [0022], [0023], [0034], [0091] - [0093]; claims 1-60; figure 12	1-5,9, 10, 13-21, 23,26-33	A	US 2011/240611 A1 (SANDSTROEM TORBJOERN [SE]) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraph [0052]; claims 1-30; figure 2	1,19		---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- ----	-/-
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	US 2008/218817 A1 (GRYGIER ROBERT K [US] ET AL) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraphs [0044] - [0052]; claims 1-35	1-25, 27-33															
X	US 2006/169677 A1 (DESHI TAN [CN]) 3 August 2006 (2006-08-03) paragraphs [0022], [0023], [0034], [0091] - [0093]; claims 1-60; figure 12	1-5,9, 10, 13-21, 23,26-33															
A	US 2011/240611 A1 (SANDSTROEM TORBJOERN [SE]) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraph [0052]; claims 1-30; figure 2	1,19															
	---- ---- ---- ---- ---- ---- ---- ----	-/-															
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.															
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																	
Date of the actual completion of the international search 15 December 2015		Date of mailing of the international search report 04/01/2016															
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Hernanz, Sonsoles															

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/GB2015/052413

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/041398 A1 (HUEMOELLER RONALD PATRICK [US] ET AL) 24 February 2005 (2005-02-24) paragraph [0015]; figures 1-4B ----- A GB 2 507 542 A (M SOLV LTD [GB]) 7 May 2014 (2014-05-07) claims 1-22; figures 1-12 -----	1,19
1		

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/GB2015/052413

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2008218817	A1	11-09-2008	US	2008218817 A1		11-09-2008
			WO	2008109618 A2		12-09-2008
US 2006169677	A1	03-08-2006	US	2006169677 A1		03-08-2006
			US	2009194516 A1		06-08-2009
US 2011240611	A1	06-10-2011	EP	2542943 A2		09-01-2013
			JP	2013521131 A		10-06-2013
			US	2011240611 A1		06-10-2011
			WO	2011107602 A2		09-09-2011
US 2005041398	A1	24-02-2005		NONE		
GB 2507542	A	07-05-2014	CN	104105569 A		15-10-2014
			EP	2828028 A1		28-01-2015
			GB	2507542 A		07-05-2014
			KR	20150067084 A		17-06-2015
			TW	201419964 A		16-05-2014
			US	2015230341 A1		13-08-2015
			WO	2014068274 A1		08-05-2014

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 マイルズ デイヴィッド トーマス エドモンド
イギリス オクスフォードシャー オクスフォード ブルック ストリート ウォーターマンズ
リーチ 12 a

F ターム(参考) 4E168 AD04 AD18 CA02 CB04 DA04 DA33 DA37 DA43 EA11 JA04
JA27 KA02