

(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2009-535222
(P2009-535222A)

(43) 公表日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(51) Int.Cl.

B23K 26/42 (2006.01)
B23K 26/02 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01)
B23K 26/10 (2006.01)

F 1

B 2 3 K 26/42
B 2 3 K 26/02
B 2 3 K 26/38
B 2 3 K 26/00
B 2 3 K 26/00

A
330
C
D

テーマコード(参考)

4 E 0 6 8

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-510034 (P2009-510034)
(86) (22) 出願日 平成19年5月1日 (2007.5.1)
(85) 翻訳文提出日 平成20年12月22日 (2008.12.22)
(86) 國際出願番号 PCT/US2007/067945
(87) 國際公開番号 WO2007/130986
(87) 國際公開日 平成19年11月15日 (2007.11.15)
(31) 優先権主張番号 11/417,269
(32) 優先日 平成18年5月2日 (2006.5.2)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 593141632
エレクトロ サイエンティフィック イン
ダストリーズ インコーポレーテッド
アメリカ合衆国 97229 オレゴン州
ポートランド エヌ ダブリュ サイエ
ンス パーク ドライブ 13900
(74) 代理人 100091096
弁理士 平木 祐輔
(74) 代理人 100105463
弁理士 関谷 三男
(74) 代理人 100102576
弁理士 渡辺 敏章
(74) 代理人 100100169
弁理士 大塙 剛

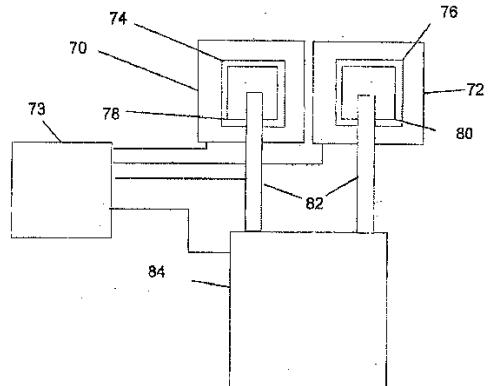
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工のための方法および装置

(57) 【要約】

加工物をレーザビーム(89)を用いて加工する方法および装置は、加工物(78, 80)を保持するための第1および第2ステージ(74, 76)と第1および第2レーザビーム経路とを含む。第1加工物は、第1レーザビーム経路と位置合せされる第1ステージ上にロードされ、かつ加工が開始される。第1加工物が第1レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、第2加工物は、第2レーザビーム経路に関して準備される。第2加工物の加工は、レーザビームが加工に使用可能になるとすぐ開始される。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1および第2加工物を、レーザビームと前記第1および第2加工物を保持するための第1および第2ステージとを用いて加工する方法であって、

レーザビーム経路を提供するステップと、

前記第1加工物を前記第1ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップと、

前記第2加工物を前記第2ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物が前記レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して準備するステップと、

前記第2加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとを含む、方法。 10

【請求項 2】

前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して準備するステップは、前記レーザビームが前記第1加工物に入射している間に行われる前記第2加工物の前記準備ステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記レーザビーム経路に関して基準点(datum)を与えるステップをさらに含み、前記第2加工物の前記準備ステップは、前記基準点に関して前記第2加工物またはレーザビームをインデックス(index)するステップを含む、請求項1に記載の方法。 20

【請求項 4】

前記第2加工物の前記準備ステップは、前記第2加工物を前記レーザビーム経路と位置合せするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記加工ステップは、1個又は複数個のピアを形成するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

前記加工ステップは、半導体リンクを除去するステップを含む、請求項1に記載の方法。 30

【請求項 7】

前記加工ステップは、受動電子部品をトリミングするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記加工ステップは、基板をスクライプするまたはシンギュレートするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記準備ステップは、前記第2加工物の一表面上の一組の点の位置を測定して、前記第2加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 10】

前記第2加工物の最終位置合せを行うステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。 40

【請求項 11】

加工物を、レーザビーム経路に対応するレーザビームと前記加工物を保持するための2つのステージとを用いて加工する方法であって、

第1加工物を前記第1ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記レーザビーム経路を前記第1加工物の方に向けるステップと、

前記第1加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップと、

第2加工物を第2ステージ上にロードするステップと、

前記レーザビーム経路が前記第1加工物の方に向けられている間に、前記第2加工物を 50

前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記レーザビーム経路と前記第2加工物との間の位置合せを実質的に維持しつつ前記レーザビーム経路を前記第2加工物の方に向け、かつ前記レーザビーム経路が前記第2加工物に向けられた後前記第1加工物が前記レーザビーム経路と位置合せされたままである間に前記第1加工物に対してさらなる加工ステップを行う、ステップとを含む、方法。

【請求項12】

前記第1加工物または前記第2加工物を検査するステップをさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

複数の加工物をレーザビームを用いて加工するレーザ加工装置であって、
ベースと、

前記ベースによって支持され、前記レーザビームを生成するためのレーザと、
各々が前記ベースによって支持され、各々前記加工物を保持するための第1ステージおよび第2ステージと、

前記レーザビームと前記第1ステージとの間の第1空間的関係と、
前記レーザビームと前記第2ステージとの間の第2空間的関係とを含み、
前記第1空間的関係は、前記第2空間的関係が実質的に変化しないままである間に変化するようにされている、装置。

【請求項14】

前記加工は、1個又は複数個のビアを形成することを含む、請求項13に記載の装置。

【請求項15】

前記加工は、半導体リンクを除去することを含む、請求項13に記載の装置。

【請求項16】

前記加工は、受動電子部品をトリミングすることを含む、請求項13に記載の装置。

【請求項17】

前記加工は、基板をスクライプするまたはシンギュレートすることを含む、請求項13に記載の装置。

【請求項18】

前記加工物のうちの一つの一表面上の一点の位置を測定して、前記一つの加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するように適合されているアライメントサブアセンブリをさらに備える、請求項13に記載の装置。

【請求項19】

前記アライメントサブアセンブリは、前記レーザビームの前記第1または第2ステージとの最終位置合せを行うように適合されている、請求項18に記載の装置。

【請求項20】

第1および第2加工物をレーザビームを用いて加工する方法であって、前記第1および第2加工物を保持するための第1および第2ステージおよびレーザビーム経路を設けるステップと、前記第1加工物を前記第1ステージ上にロードするステップと、前記第1加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、かつ前記第1加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとを含み、
前記第2加工物を前記第2ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物が前記レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して準備するステップと、

前記第2加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとをさらに含むことを特徴とする、方法。

【請求項21】

前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して準備するステップは、前記レーザビームが前記第1加工物に入射している間に行われる前記第2加工物の前記準備ステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

10

20

30

40

50

前記レーザーム経路に関して基準点を与えるステップをさらに含み、前記第2加工物の前記準備ステップは、前記基準点に関して前記第2加工物またはレーザームをインデックスするステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記第2加工物の前記準備ステップは、前記第2加工物を前記レーザーム経路と位置合せするステップを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項24】

前記準備ステップは、前記第2加工物の一表面上の一組の点の位置を測定して、前記第2加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

10

【請求項25】

前記第2加工物の最終位置合せを行うステップをさらに含む、請求項20に記載の方法。

【請求項26】

複数の加工物をレーザームを用いて加工するレーザ加工装置であって、ベースと、前記ベースによって支持される、前記レーザームを生成するためのレーザと、各々が前記ベースによって支持され、各々前記加工物を保持するための第1ステージおよび第2ステージと、前記レーザームと前記第1ステージとの間の第1空間的関係と、前記レーザームと前記第2ステージとの間の第2空間的関係とを有し、

前記第1空間的関係は、前記第2空間的関係が実質的に変化しないままである間に変化するように適合されていることを特徴とする、装置。

20

【請求項27】

前記加工物のうちの一つの一表面上の一点の位置を測定して、前記一つの加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するようにされているアライメントサブアセンブリをさらに備える、請求項26に記載の装置。

【請求項28】

前記アライメントサブアセンブリは、前記レーザームの前記第1ステージとの最終位置合せを行うように適合されている、請求項26に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

一般に、本発明は、加工物をレーザ加工することに関する。特に、少なくとも2つの実質的に独立した加工物ホルダーを提供するレーザ加工装置に関する。より特定的には、2つ以上の加工物を同時に異なる加工ステップを経ることができるようにする少なくとも2つの実質的に独立な加工物ホルダーを操作することができるレーザ加工装置に関する。加工ステップは、加工物をロードする、位置合せする、微細機械加工する、検査する、またはアンロードすることを含んでもよい。本発明により、加工全体を実質的に変化させるまたは遅延させることなく、一つ以上のさらなる加工物が他の加工ステップを経ている間に、一つ以上の加工物を微細機械加工することが可能となる。

【背景技術】

40

【0002】

レーザ加工は、さまざまな電子デバイスで使用されて、さまざまな効果を達成している。典型的に、電子デバイスは、それぞれの製造のさまざまな段階で、加工物と呼ばれる実質的には同一部品の平面アレイとして現れる。加工物の例としては、数ある中で、半導体ウエハ、印刷されたまたはエッチングされた配線回路基板、またはセラミックまたはシリコン基板上に構築される受動または能動部品アレイが挙げられる。一般に、加工物は、自動的にアンロードするおよびロードすることができるカセットまたはマガジンに頻繁に搭載されて、別々にまたはパッチ単位にレーザ加工を行う特定の装置までおよび特定の装置から搬送される。レーザ加工という用語には、加工物を装置上にロードする、加工物を装置と位置合せする、レーザ加工を行う、次に加工物を装置からアンロードすることが含ま

50

れる。さまざまな工程を行うさまざまなレーザを用いて、多数の異なる加工物に対して、レーザ加工を行うことができる。レーザ加工の例としては、孔および／またはビア形成を行うための単層または多層加工物のレーザ加工、およびウエハダイシングまたはシンギュレーションを行うための半導体ウエハのレーザ加工が挙げられる。本明細書で説明するレーザ加工方法を、半導体リンク（ヒューズ）の除去、熱アニーリング、受動部品をトリミングすること、またはシリコンを含むウエハまたはセラミックを含む基板をスクライプするまたはシンギュレートすることを含むがこれに限定されるものではない多くの他の種類のレーザ材料相互作用工程に応用することもできる。

【0003】

いくつかの要因は、レーザ加工装置の好ましさ（desirability）を決定する。これらには精度、品質、有用性、柔軟性、およびスループットが含まれる。これらにはまた、多機能性能を有するそのような装置が含まれる。該装置に他の機能を加えることによって、そのような装置の使用者は、異なる装置間で加工物を転送することを回避すること、異なる装置の排除によりコストを削減すること、または両方によってスループットを得ることができるようになる。スループットは、加工物ごとの加工コストに対する直接的影響のために、非常に重要な考慮すべき事項である。システムスループットは、材料除去率、加工物およびレーザビーム位置決め速度、および他のシステムオーバヘッドを含むいくつかの要因の関数である。システムオーバヘッドは、材料除去または修正と直接関連がないレーザ加工装置のすべての動作の時間である。それに、加工物をロードおよびアンロードすること、加工物を位置合わせすること、加工物を検査すること、機械部品が運動に続いて安定するのを待つこと、および電源をいれるまたはパラメータを変化させるとレーザおよび他の電子部品が電気的に安定するのを待つことを含めてよい。

【0004】

レーザ加工による多層基板におけるビア形成のための材料除去率は、レーザシステム設計者の制御を大略的に越える要因の関数である、多層基板が加工される複雑性によって部分的に決定される。図1は、層12, 14, 16, および18を含む任意の種類の代表的な多層加工物10を示す。典型的に、層12および14は、各々アルミニウム、銅、金、モリブデン、ニッケル、パラジウム、プラチナ、銀、チタニウム、タンゲステン、金属窒化物、またはその組み合わせを含む金属層である。金属層12および14は、約9μmと約36μmとの間である厚さを有してもよいが、9μmより薄いまたは72μm以上のように厚くてもよい。

【0005】

各層16は、典型的に、ヘンゾシクロブテン（BCB）、ビスマレイミドトリアジン（BT）、ボール紙、シアン酸エスチル、エポキシ、フェノール、ポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリマー合金、またはその組合せを含む。各有機誘電体層16は、典型的に、金属層12および14より厚い。有機誘電体層16の厚さは、約30μmと約1600μmとの間であってもよい。

【0006】

有機誘電体層16は、薄い補強部品層18を含んでもよい。補強部品層18は、有機誘電体層16に織り込まれたまたは分散された、例えばアラミド繊維、セラミック、またはガラスの繊維マットまたは分散粒子を含んでもよい。補強部品層18は、典型的に、有機誘電体層16よりはるかに薄く、かつ約1μmと約10μmとの間である厚さを有してもよい。補強材は、有機誘電体層16に粉末として導入されてもよい。この粉末状補強材を含む補強部品層18は、不連続および不均一であってもよい。

【0007】

層12, 14, 16, および18は、内部で不連続、不均一、および不等厚であってもよい。数層の金属、有機誘電体、および補強部品材料を有するスタックは、2mmより大きい合計厚さを有してもよい。図1に一例として示す任意の加工物10は5層を有するが、本発明を、単層基板を含む任意の所望数の層を有する加工物で実施することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

レーザ加工装置の材料除去率は、使用可能なパルスごとのレーザエネルギーおよびパルス繰返し率によっても制限される。加工スループットの増大は、融除(ablation)、熱蒸発、または両方の組合せを経て材料を除去するのに十分なパルスエネルギーでパルス繰返し率を増加させることによって達成することができる。しかしながら、加工応用で用いられるたいていのレーザについては、パルスエネルギーは、パルス繰返し率にほぼ反比例する。その結果、最大材料除去率は、材料を除去するのに必要な最小パルスエネルギーおよびそのエネルギーが使用できる最大パルス繰返し率によって支配される。レーザの選択は、使用可能なパルスエネルギーおよびパルス率の点から見ると、レーザ加工システム設計者の選択を制限するかもしれない技術進歩、コスト、および他の性能パラメータの影響を受ける。

10

【0009】

レーザ加工装置のシステムスループットに影響を及ぼす他の要因は、レーザビーム位置決め速度である。レーザ加工は、典型的に、加工物上の特定の点にレーザビームを向けかつレーザパルスの特定の持続時間または特定の数のレーザパルスについてレーザを動作させることを含む。レーザビームは、加工物、レーザビーム、または両方の組合せを移動させることによって加工物上の特定の点に向けられる。レーザビームを、レーザ加工が達成される加工物上の特定の位置に向け、かつその後さらなる加工が達成される次の位置に向けることができる。あるいは、レーザビームは、加工物に関して実質的に連続して移動するように向けてもよく、その時、該レーザビームは、レーザビームと加工物との間の相対運動中にレーザをパルス状にする、またはその他の方法で動作させることによって加工がそれに沿って達成される、加工物上の経路を描く。レーザ加工を、これらのことの組合せによっても達成することができる。これらの方法のどちらにも共通であることは、加工物に関してレーザビームの位置を変化させることができる速度の影響を受けるということである。コスト、精度、電力消費、および大きさを含むいくつかの要因は、レーザビーム位置決め速度を決定する運動制御部品の選択に影響を及ぼす。

20

【0010】

一貫した、再現可能な結果を保証するために、加工中にレーザ出力が安定であることも必要である。これを達成するために、装置は、典型的に、加工中にレーザ出力またはエネルギー検出器を用いて、レーザ出力を監視しかつレーザが必要なパラメータ内で動作していることを確認する。レーザおよびパワー／エネルギー検出器の両方は、オンにされた後安定するのに時間を必要とするので、システムオーバヘッドに貢献し、それによってオンにされるたびにシステムスループットを低下させる。レーザは、比較的制限されかつオンにされている時間の長さに比例する耐用寿命を持つ高価な部品である。したがって、レーザは、典型的に、加工物をロードおよびアンロードする等のシステム動作中、長期間アイドル状態であるならばオフにされる。

30

【0011】

システムスループットが、システムオーバヘッドの影響を受けることもある。これには、加工物をロードする、位置合せする、およびアンロードするのに必要な時間が含まれる。図2は、加工物のロード、加工、アンロードをシーケンシャルに行う先行技術の装置についてのタイミング図を示す。図2に示すタイミングチャートを検討すると、レーザ加工装置上で、図において時間 $0 \sim t_2$ として示される加工物を加工するのに必要な合計時間のうちのかなりの量が、加工に費やされる時間 22 （時間 $t_2 \sim t_1$ ）に比較して、ロードし、位置合せし、かつレーザが安定するのを待つというオーバヘッド活動 20 （時間 $0 \sim t_1$ ）に費やされることが明らかになる。

40

【0012】

レーザ加工システムの中には、2つ以上のレーザビームを当てて、同時に2つ以上の位置を加工するものもある。2つのレーザを使用する先行技術の装置の一例は、特許文献1に記載の装置である。そこに開示されている装置では、2つの加工物が装置に装着され2つのレーザビームで同時に加工される。図3は、2つの加工物を同時に加工することによってスループットを増加させるためのこの先行技術のアプローチのタイミング図を示す。

50

W P 1 および W P 2 と表示した 2 つの時間軸は、同時に 2 つの加工物に施される加工を示す。両方の加工物は、期間 3 0 および 3 2 中にロードされる。両方の加工物は、期間 3 4 および 3 6 中に加工される。期間 3 8 および 4 0 中に、両方の加工物は、アンロードされ、かつ新規加工物が装置内にロードされる。2 つの新規加工物に対する加工は、期間 4 2 および 4 4 中に生じる。この装置は、单一ステーションの先行技術装置のスループットの 2 倍までのスループットをもたらすことができるが、図 3 のタイミング図を検討すると、かなりのシステムオーバヘッドが、加工物をロードおよびアンロードすることにあてられることがなお明らかになる。ロードおよびアンロード時間中、レーザは、加工物を加工しておらず、かつ典型的にオフにされる。本アプローチは、さらなるレーザならびにレーザビームを加工物に向けるのに必要な光学および機械部品を追加することでコストや複雑さが増すが、レーザをオンにしかつ安定化させることに付随する加工時間遅延をまだ回避していない。

10

【0 0 1 3】

一つのまたは多数のレーザビームを用いて加工物を加工する際のスループットを、レーザおよび光学部品の使用率を改善することによって増加させることができる、電子部品のレーザ加工を行う装置が引き続き必要である。

【特許文献 1】「レーザビーム機械加工装置」という題の、米国特許出願第 2 0 0 5 / 0 0 9 8 5 4 9 6 号明細書

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 4】

したがって、本発明の目的は、一つのまたは多数のレーザビームを使用する装置のレーザおよび光学部品の使用率を改善することによってスループットが向上されたレーザ加工システムのための装置および方法を提供することである。本発明のさらなる目的は、スループットを悪化させることなく一つの装置に多数の機能を提供する方法およびレーザ加工装置を提供することである。本明細書で具体化されかつ広く記載したような本発明の目的に従って上記および他の目的を達成するために、方法および装置を本明細書に開示する。本発明は、加工物を保持するための第 1 および第 2 ステージと、レーザビーム経路とを含む、加工物をレーザビームを用いて加工する方法および装置である。第 1 加工物は、第 1 レーザビーム経路と位置合せされる第 1 ステージ上にロードされ、かつ加工が開始される。第 1 加工物が第 1 レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、第 2 加工物は、レーザビーム経路に関して準備される。第 2 加工物の加工は、レーザビームが加工に使用可能になるとすぐ開始される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 5】

図 5 は、その各々がワークピー 7 8 , 8 0 を保持することができる 2 つのステージ 7 4 , 7 6 をそれぞれ保持する 2 つの X , Y テーブル 7 0 , 7 2 を備える本発明の好ましい実施形態の平面図の簡略化された部分模式図である。X 、 Y テーブル 7 0 , 7 2 は、コンピュータであってもよくかつ好ましい装置を備えるさまざまな部分の動作を制御する制御器 7 3 によって独立に制御される。加工物 7 8 , 8 0 は、いずれかのステーションからの加工物をオートローダ 8 4 までおよびオードローダ 8 4 から移動させることができるロードアーム 8 2 によってステージ 7 4 , 7 6 からロードされかつアンロードされる。実線は、加工物 7 8 をステージ 7 4 にロードするまたはステージ 7 4 からアンロードするように位置決めされるロードアーム 8 2 を示し、かつ点線は、加工物 8 0 をステージ 7 6 にロードするまたはステージ 7 6 からアンロードするように位置決めされるロードアーム 8 2 を示す。オートローダ 8 4 は、多数の加工物を保持し、かつ制御器 7 3 の制御下で、加工されていない加工物をステージ 7 4 , 7 6 まで移送するためにロードアーム 8 2 に与えまたは加工された加工物をオートローダ 8 4 に貯蔵するためにロードアーム 8 2 から受け取る。ガントリ 8 6 および付随する部分は、明確にするためにこの図には示さない。

40

【0 0 1 6】

50

図6は、加工物78, 80もまた保持するステージ74, 76をそれぞれ保持する2つのX, Yテーブル70, 72を備えるこの好ましい実施形態の正面図の簡略化された部分模式図である。ガントリ86は、レーザビーム光学アセンブリ88およびビデオアセンブリ90を保持する。ガントリ86は、レーザビーム光学アセンブリ88に、ステージ74(実線)上の加工物78またはステージ76(点線)上の加工物80いずれかを微細機械加工するよう指示するように作動する。同様に、該ガントリは、ビデオアセンブリに、ステージ76(実線)上の加工物80またはステージ74(点線)上の加工物78を位置合せまたは適宜検査するよう指示するように作動する。ロードアーム82およびオートローダ84は、明確にするためにこの図には示さない。

【0017】

10

本発明の本好ましい実施形態では、方法および装置は、単層加工物および多層加工物の両方を加工することができる。単層加工物としては、電気的応用で用いるための薄い銅板、ポリイミド板、ならびに一般的な工業および医学的応用のためのアルミニウム、鋼鉄、および熱可塑性プラスチック等の他の金属片がある。多層加工物としては、マルチチップモジュール(MCM)、回路基板、または半導体ウエハがある。

【0018】

レーザ加工は、典型的に、レーザビームを加工物上の特定の位置に向けて、材料除去等該加工物の変化をもたらすこと、または加工物の測定可能パラメータ、例えば、電気抵抗を変化させることからなる。さらに、レーザ加工は、典型的に、潜在的に多段階の製造工程における一つのステップにすぎず、加工物を含む材料が、追加され、除去され、または修正される。加工物上の加工されるべき特定の位置は、加工物に対して、あるいはより特定的には、前のまたは次の製造ステップを表す加工物上のパターンに対して相対的に画定される。装置および製造工程に関連する正常公差のため、いったん加工物が装置上にロードされると、加工物の実際の位置または加工物上のパターンは、所望より大きい量だけ期待位置と異なってもよい。位置合せは、装置に関して加工物の位置または加工物上のパターンの位置を決定するステップのことをいう。

20

【0019】

30

それらの加工を必要な精度で行うためのレーザ加工応用のために、加工物を準備しなければならない。準備は、加工物をロードする、加工物の回転を決定する、および加工物をレーザビームと位置合せすることからなる。レーザビームを加工物と位置合せする一つの方法は、視覚ベースの測定サブシステムを用いることである。この場合、ビデオカメラの焦点が、レーザビーム光学素子を通してまたは他の組の光学素子を通して加工物に合わせられる。加工物は、作業レーザビームによって、時には出力を減らして、または他の照明によって照明されてもよい。ビデオカメラは、典型的に、ビデオデータをデジタル形式で取得しつつ該ビデオデータを視野内の特徴物の正確な位置を決定するために処理するコンピュータに接続される。位置合せ中に、この視覚ベースの測定サブシステムは、すでに加工物上に存在する一つ以上のアライメントターゲットの実際の位置を決定するために用いられる。典型的には、アライメントターゲットすなわち基準(fiducial)は、前の製造工程を通じて加工物上に作成されたパターンであり、かつレーザによって加工されるべき位置は、これらのターゲットに関して画定される。そのようなものとして、アライメントターゲットが、その理想的な位置から位置合せ中に測定された位置までどのようにして変換されたかという知識を、次に理想的なレーザ加工位置に適用される変換関数または写像を決定するために用いることができ、その結果レーザビームは、加工中加工物上の所望の点に正確に向けられる。実際のアライメントターゲット位置が識別される工程は、通常、「アライメントルーチン」と呼ばれる。その結果得られる、理想的な位置の変換または写像は、通常、「アライメントアルゴリズム」と呼ばれる。

40

【0020】

50

最も簡単な場合には、加工物を、装置に関して公知の平面内に位置する剛性平面物体であると仮定することができる。この場合、加工物の期待または公称位置と実際または測定位置との間の数学的関係を、アフィン変換として表現することができる。関係がアフィン

であれば、測定点のデカルト座標とその公称位置の座標との間の関係を、一次方程式によって表わすことができる。

【0021】

$$\begin{aligned}x' &= Ax + By + C \\y' &= Dx + Ey + F\end{aligned}$$

ここで、 x' 、 y' は、公称点の座標であり、 x 、 y は、測定点の座標であり、かつ A 、 B 、 C 、 D 、 E 、および F は、定数である。この変換は、加工物の実際位置と公称または期待位置との間の差を、所与の平面内において、平行移動、回転、および縮尺変化によって表現することができるという状況を扱うことができる。加工物が、装置に関して自由に任意の姿勢をとることができると仮定するならば、加工物の測定位置を公称位置に關係づける変換は、一般的な形式に従う射影変換である。

10

【0022】

$$\begin{aligned}x' &= (Ax + By + C) / (Gx + Hy + I) \\y' &= (Dx + Ey + F) / (Gx + Hy + I)\end{aligned}$$

ここで、 x' 、 y' 、 x 、 y 、 A 、 B 、 C 、 D 、 E および F は、上記の通りであり、かつ G 、 H および I もまた、定数である。加工物がもはや剛性平面物体である必要がないという他のより複雑な解決策がある。これらの解決策は、典型的に、表面を記述するために、または時には表面を、その各々をより簡単な変換によって近似させることができるより小さい領域に分割するために高次方程式を用いることができる。これらの方法が共通に持つことは、加工物上の点の実際位置が、レーザビームを加工物上の所望の位置に正確に向けることを最終的な目標として、識別されかつ装置に関して位置決めされるということである。本目標は、レーザビームに対して加工物を物理的に移動させること、または加工物の装置との位置合せに関する情報を用いて、加工物に対してレーザビームを移動させる制御ソフトウェアを較正すること、または両方の組合せによって達成することができる。

20

【0023】

位置合せ工程の目標は、一つ以上のレーザパルスが、所望の位置で加工物に入射するように加工物を位置合せすることである。しかしながら、レーザパルスは、レーザがエネルギーを実際に発している間のみ存在するので、位置合せ中、加工物は、レーザビーム、またはそれに沿ってレーザパルスが、かりにその時エネルギーを発するとしたら進行する経路であるレーザビーム経路に対して相対的に位置合せされてもよい。さらに、レーザビームは、時には特定の三次元の大きさおよび形状を有するように成形され、絞られ、かつ集束される。この場合、位置合せは、レーザビームの所望の特徴に対応するレーザビーム経路に沿って特定の位置に関して加工物上に特定の点を位置決めすることを含む。

30

【0024】

位置合せの他の態様は、加工物をレーザビーム経路上の一点と位置合せするのが目標であるが、その点は、位置合せ時に公知でないこともあるということである。さらに、加工物、またはレーザビーム、あるいは両方は、位置合せに続いてであるが、加工の前に装置によって移動されてもよい。解決策は、位置合せが装置上の基準点(datum)または公知の点に関して行われることである。このようにして、レーザビームおよび加工物の位置が、ともに基準点に関して公知であり、かつこの情報がいづれかを移動させつつ保持される限り、レーザビームに関して加工物の表面上または下の点の位置を計算することができる。この基準点は、装置上の公知の点を含む明示的基準点であってもよく、あるいは例えれば加工物をレーザビーム経路またはレーザビーム経路との公知の関係を有するカメラ/レンズアセンブリと位置合せする暗黙的基準点であってもよい。明示的基準点は、可動加工物ステーションまたはチャック等の、装置の可動部分上に位置決めされてもよい。レーザビーム等の部品が、一つの公知の位置から他の公知の位置まで移動される場合を、インデクシング(indexing)と呼ぶ。この場合、可動部分は、典型的に、装置の該可動部分と残りの部分との位置合せが繰り返し公知である位置間でインデックスする。位置合せは、基準点または座標システムが明示的であろうと暗黙的であろうと、その存在に常に依存している。実際の位置合せ工程は、加工物またはレーザビーム経路の位置を物理的に変化さ

40

50

せることによって達成することができる、あるいは加工物上の所望の位置を加工するために、位置合せ情報を用いて、レーザビームを向けるべき適切な位置を計算することによって達成することができる。本計算は、座標変換として表現されてもよい。さらなる位置合せステップを加工の直前にまたは加工中に行って、初期の位置合せを改良するまたは工程中生じるかもしれない位置合せの変化を補正するのが望ましいことも時にはある。本最終位置合せ工程は、正常製造公差によってシステムに導入される位置合せエラーのため、例えば、インデクシングに続いて行われることもある。このことは、前の事前位置合せ工程の精度を確認し、かつ構成要素のすべてについて、加工を始めるための最終位置にして、前の評価を場合によっては改良する位置合せチェックである。

【0025】

本発明は、あらかじめロードされかつ位置合せされた第1加工物が第1ステーションで加工されている間に、加工されるべき第2加工物を実質的に独立してロードしかつ事前位置合せすることができる少なくとも第2ステーションを設けることによって、システムスループットを増加させる。第1加工物を加工し終えると、装置は、レーザビームが第2加工物を微細機械加工することができるよう、第2ステーションに関してレーザビームの相対位置を変化させる。好ましい実施形態では、相対位置のこの変化は、ステーションによって達成される。しかしながら、レーザビーム光学素子のある部分またはステーションおよび光学素子の両方が該変化を達成するように変化することができると考えられる。考えられる変形例のいずれについても、該変化は、基板をロードしかつ位置合せするまたは微細機械加工するのに必要な時間のごく一部分を占めるのに十分迅速でありうる。このことは、少なくとも2つの利点をもたらす。第1の利点は、レーザビーム経路を加工物に迅速に向けるならびに時間のかかるロードおよび位置合せを待つ必要なく微細機械加工し始めるため、明らかな時間の減少及びその結果生じるシステムスループット増大である。第2の利点は、レーザビーム経路の加工物への方向づけが迅速であるので、レーザを遮断しかつオンに戻す必要がなく、それによってレーザ整定時間の必要性をなくすまたは著しく減らすということである。

【0026】

本好ましい実施形態について、レーザビームがあらかじめロードされかつ位置合せされた加工物を加工している間に、基準点または一組の基準点に関して、加工物をステーション上に事前位置合せするという能力によって、スループットのこのような増加が可能になる。事前位置合せ中、加工物は、装置内の参照点(reference)もしくは一組の参照点、または基準点に関して位置合せされる。レーザビーム経路は、事前位置合せされている加工物に向けられていない間、基準点に関しても暗黙的に位置合せされている。加工前、加工物もしくはレーザビーム経路または両方が、レーザビーム経路を加工物に向けるように移動されると、該移動は、移動の少なくとも終わりに、レーザビーム経路および加工物の両方とも装置参照点に対して相対位置合せを維持するようになされる。移動の完了時には、レーザビーム経路および加工物は、共通の、参照点又は事前較正された座標システムに対して位置合せを維持しているので、互いに実質的に位置合せされている。

【0027】

本好ましい実施形態について、最終位置合せを確認しかつおそらく改良するさらなるステップは、レーザビーム経路または加工物を移動させるために用いられる部品における正常な製造公差または熱膨張によって生じるわずかな不整合を補正するために、検討し、加工を開始する前のこの時点で行われてもよい。この最終位置合せは、加工物を十分位置合せするのに必要な時間のごく一部分を占め、ひいてはシステムスループットの実質的な減少を示さない。

【0028】

本好ましい実施形態の装置が第2加工物を加工し始めると、第1加工物は、適宜検査されかつ次にアンロードされ、かつ新規加工物はその適所にロードされる。このことを、一つ以上の加工物を一つ以上の機械加工ステーション上で加工することができるよう、上述のように動作している3つ以上の実質的に独立したロード・アンロードステーションま

10

20

30

40

50

で範囲を拡げることができる。このようにして、複数のレーザビームを使用している複数の機械加工ステーションは、加工に使用可能な合計時間のより高い割合を用いることができ、それによってシステムスループットをさらに増加させる。

【0029】

本好ましい実施形態の動作を示すタイミング図を、図4に示し、ここで「ロード」と表示された上の行は、加工物78, 80をロードしかつ位置合せしかつ該加工物を適宜検査するのに費やされた時間を示し、一方「工程」と表示された行は、加工物を加工するのに費やされた時間を示す。時間0に始まり、第1加工物78は、第1ステーション74上にロードされかつ位置合せ50がされる。時間 t_7 に、第1加工物78は、いつでも加工できる状態にあり、かつ第1ステーション74は、レーザビーム経路89に対して正しい関係に置かれ、かつ加工が開始される。時間 t_8 に、第2加工物80は、第2ステーション76上にロードされ、かつ位置合せ54が開始される。時間 t_9 に、第2ステーション76上への第2加工物80のローディングおよび位置合せが完了し、かつ該第2加工物80は、いつでも加工できる状態となる。時間 t_{10} に、システムは、第2ステーション76をレーザビーム経路89に対して適切な関係に置き、かつ第2加工物80の加工56が始まる。また時間 t_{10} に、第1ステーション74上の第1加工物78は、オプションの検査ステップ58に使用可能である。このとき、加工物78は、自動工程(図示せず)によって検査されて、レーザ工程の品質および配置精度を決定する。そのように生成された情報を、統計的品質管理手順のためにデータを蓄積するために、回復可能なエラーが検出されるならば加工物の追加加工を案内するために、或いは穿孔装置における可能な熱変形を補正するために、制御器(また図示せず)に伝送することができる。時間 t_{11} に、検査ステップ58が完了し、かつ第1加工物78がアンロードされ、かつさらなる加工物が、該第1ステーション74上にロードされかつ位置合せ60がされる。時間 t_{12} に、該さらなる加工物は、位置合せ60が終了され、かついつでも加工できる状態にある。時間 t_{13} に、システムは、レーザビームを、さらなる加工物を保持する第1ステーション74に対して適切な関係に移行させ、かつ加工62が始まる。また時間 t_{13} に、第2ステーション76上の第2加工物80は、オプションの検査64に使用可能である。時間 t_{14} に、オプションの検査64が完了し、第2加工物80がアンロードされ、かつ新規の機械加工されていない加工物がロードされ、事前位置合せされ、かつそれによっていつでも加工66できる状態にされる。現在の加工物が加工されている間に、次の加工物をロードしかつ事前位置合せすることによって、本工程を、不確定数の加工物のための加工工程の持続期間中に延長することができ、各加工物をロードし、アンロードしかつ位置合せすることに付随するオーバヘッドを減らし、かつそれによってシステムスループットを増加させる。

【0030】

本発明のかつ本好ましい実施形態で実施される他の利点は、加工工程からのレーザ整定時間の削除または削減である。図2および図3に示す先行技術に関連する時間軸において、加工物をロードしかつ位置合せすることに関連する期間(20, 30, 32, 38, 40)中、レーザビームは加工を行っておらず、かつ典型的に、レーザビームサブシステムのレーザ発振器、レーザ光学素子、および他の部分の寿命を延ばすためにオフにされる。加工を始める前に、レーザは、オンに戻され、かつ安定できるようになる。レーザが安定するのに必要な期間は、整定時間と呼ばれ、かつロードおよび位置合せ時間のかなりの部分となり得る。本明細書に開示する装置および方法では、加工物の加工と加工の間の時間は、システムがレーザビームを加工物に対して適切な関係に移行させかつレーザビームの加工物との最終位置合せを行うのにかかる時間に限定されるので、レーザは加工物間でオフにされる必要がない。この時間は、典型的に、加工物をロードしかつ位置合せするのに必要な時間のごく一部分であり、よってレーザが遮断される必要がなく、それによって次の加工物の加工を始める前の整定時間を削除するまたは削減する。

【0031】

タイミング図に関してシステム図を検討することにより、本発明がレーザ加工システム

10

20

30

40

50

そのためのスループットをいかに増加させるかがわかる。本好ましい実施形態の装置が加工物の加工を始めると、ロードアーム 8 2 は、制御器 7 3 の制御下で、ステーション 7 6 に加工物 7 8 をロードし、該制御器 7 3 はまた、ガントリ 8 6 に、ビデオアセンブリ 9 0 を所定位置に移動させて、ステーション 7 6 上で加工物 7 8 を位置合せするように指示する。これを、図 4 の期間 5 0 によって表す。図 4 の時間 t_7 に、制御器 7 3 は、ガントリ 8 6 に、レーザビーム光学アセンブリ 8 8 を所定位置に移動させて、ステーション 7 6 上の加工物 7 8 を微細機械加工するように指示する。この時、加工物 7 8 は、ビデオアセンブリ 9 0 によって、レーザビーム光学アセンブリ 8 8 のレンズ（図示せず）を通して、オプションの最終位置合せにさらされる。加工が開始される。位置合せを補助アライメントシステム（図示せず）によって達成することもできると考えられる。これを、期間 5 2 によって表す。加工物 7 8 が加工されている間、期間 5 4 によって表すが、時間 t_8 に、制御器 7 3 は、ロードアーム 8 2 に、加工物 7 8 をオートローダ 8 4 から取り出しつつ該加工物をステーション 7 4 上にロードするように指示し、そこで制御器 7 3 は、ガントリ 8 6 に、ビデオアセンブリ 9 0 を所定位置に移動させて、ステーション 7 4 上で加工物 7 8 を位置合せするように指示する。期間 5 6 によって表すが、時間 t_9 に、制御器 7 3 は、ガントリ 8 6 に、レーザビーム光学アセンブリ 8 8 を所定位置に移動させるように指示し、かつステーション 7 4 上で加工物 7 8 の最終位置合せおよび加工を進める。ステーション 7 4 上への加工物 7 8 のローディングに続いて、期間 5 8 によって表すが、制御器 7 3 は、ガントリ 8 6 に、ビデオアセンブリ 9 0 を所定位置に移動させるようにかつステーション 7 6 上のあらかじめ加工された加工物 8 0 の検査を開始するように適宜指示する。オプションの検査 5 8 に続いて、または該検査が行われない場合にはそれの代わりに、期間 6 0 で表すが、制御器 7 3 は、ロードアーム 8 2 に、加工物 8 0 をステーション 7 6 からアンロードしつつ該加工物をオートローダ 8 4 に与えるように指示し、かつ新規の機械加工されていない加工物 7 8 をオートローダ 8 4 からステーション 7 6 上にロードするように指示し、そこで該加工物は、ビデオアセンブリ 9 0 によって位置合せされる。時間 t_{13} に、加工物 7 8 が完了するするとすぐに、制御器 7 3 が、ガントリ 8 6 に、レーザビーム光学アセンブリ 8 8 およびビデオアセンブリ 9 0 をそれぞれの所定位置に移動させて、ステーション 7 6 上の位置合せされた加工物 8 0 を加工し始める（期間 6 2）ならびに機械加工された加工物 7 8 を適宜検査し始める（期間 6 4）ように指示する。本工程は、加工されていない加工物を装置に供給することができる限り続くことができる。いったん装置が第 1 加工物 7 8 をロードしつつ位置合せしたら、完成した加工物は、一つの加工物を加工するのに必要な平均時間にほぼ等しい平均待ち時間で、装置から放出される。重複して用いる必要がある装置の部品は、X, Y テーブルおよびステーションだけであり、そのいずれもレーザビームおよびビデオアセンブリに対して相対的に安価であるので、システムスループットの増大は、追加の装置コストを最小にしつつ達成される。

【0032】

図 7 は、レーザビーム経路 1 1 2 に沿って進行するレーザパルス（図示せず）を発生させる一つのレーザ 1 0 2 を含む、本発明の好ましい実施形態の簡略化された模式図である。レーザビーム経路は、コリメータ 1 1 2 を、それに続いてビーム成形光学素子 1 2 4 を通過する。ビーム成形光学素子は、レーザパルスの空間プロフィールを、本来のガウスプロフィールから、より望ましいプロフィールに変換する。レーザビーム経路 1 1 2 は、次にビームステアリング光学素子 1 2 8 を、次に走査レンズ 1 3 0 を、最後に加工物 1 4 0 まで通過する。ビームステアリング光学素子 1 2 8 は、制御器（図示せず）による命令に従い、レーザビームを、加工物 1 4 0 上の所望の位置に向ける。

【0033】

本明細書に記載する本発明は、さらなるコストを最小にするという要件が緩和される場合には、スループットのさらなる向上も含む。このことは、システムスループットを最大にするという目標と両立する一方、装置コストにはさほど関係がない。さらなる好ましい実施形態は、同じ加工物上で作動している 2 つ以上のレーザビームを使用している。このようにして、図 4 を参照して、加工物を加工するのに費やした時間（5 2, 5 6, および

10

20

30

40

50

62)を減らすことができ、かつシステムスループットをさらに増加させることができる。多数のレーザビームを、一つのレーザ、または組み合わされた多数のレーザの出力を多数のビームに分割することによって発生させることができる。これらのビームは、一つの加工物に組み合わされる同一の要素の多数の例を処理するように一緒に制御することができる、または任意の所望のパターンを加工するために独立に制御することができる。レーザビームは、共通の光学素子を通して方向づけられてもよく、あるいはビームを成形しつゝまたは誘導する光学部品のいくつかまたはすべてによって分離されてもよい。

【0034】

図8は、同期源204によって駆動される2つの加工レーザ200および202を備える本発明の第2の好ましい実施形態の簡略化された模式図である。源204は、エネルギーをレーザに送り込む照明源に送られるトリガ信号を同期させることまたはおそらくレーザ200および202の内部に位置決めされるQスイッチを同期させることを含む多数の方法のいずれか一つによってレーザ200および202を同期させることができ、それによって該レーザを交互にパルス化することができるようになる。レーザ200および202は、それぞれの出力で、各々がレーザパルス列からなるそれぞれのレーザビーム206および208を与える。レーザ200および202は、それらのそれぞれの出力レーザビーム206および208の固有の直線偏光面が実質的に平行であるように配置される。レーザビーム206および208は、各々がその入射レーザビームの直径を減少させる一方、その焦点を無限大に維持するそれぞれのコリメータ210および212を通過する。レーザビーム206は、ミラー220によって旋回されて、レーザビーム206の偏光状態または偏光面を90度回転させる半波長板222を通過し、その結果入射光の偏光状態または偏光面に個別応答するコンバイナ224は、レーザビーム208を実質的に影響させないで通過させ、かつレーザビーム206を反射させ、その結果2つのビームは、一つの同軸レーザビーム226となり、かつレーザビームを所望の特定の分布パターン(ガウス、トップハット等)に成形するビーム成形光学素子228を通過する。同軸レーザビーム226は、次に、同軸レーザビーム226の偏光軸を旋回させて、スプリッタ242の偏光軸に対して45度の角度になるように調節されている第2半波長板240を通過する。これにより、第1レーザ加工ビーム244を形成するために、同軸レーザビーム226の約1/2をスプリッタ242によって透過させることができ、かつミラー248によって旋回されてレーザビーム244とほぼ同じ方向に向けられる第2レーザ加工ビーム246を形成するために、同軸レーザビーム226の約1/2を反射させることができる。なおレーザビーム244および246は、同一の空間情報を有する。レーザビームを加工物に向けるビームステアリング光学素子は図示しない。

【0035】

加工レーザ200および202は、UV(紫外線)レーザ、IR(赤外線)レーザ、グリーンレーザ、またはCO₂レーザを含んでもよい。該レーザは、同じ波長または異なる波長であってもよい。好ましい加工レーザ出力は、約0.01μJと約1.0μJとの間であるパルスエネルギーを有する。好ましいUV加工レーザは、Nd:YAG, Nd:YLF, Nd:YAP, またはNd:YVO₄、あるいはイットリウム、ホルミウム、またはエルビウムでドープされたYAG結晶等の固体レイザントを含むQスイッチUV-DPSLレーザである。UVレーザは、好ましくは、354.7nm(周波数3倍化Nd:YAGまたはNd:YVO₄)、266nm(周波数4倍化Nd:YAGまたはNd:YVO₄)、または213nm(周波数5倍化Nd:YAGまたはNd:YVO₄)等の波長で調和的に発生されるUVレーザ出力を与える。

【0036】

好ましいCO₂加工レーザは、約9μmと約11μmとの間の波長で動作するパルスCO₂レーザである。代表的な商業的に入手可能なパルスCO₂レーザは、コネチカット州のブルームフィールド(Bloomfield, Connecticut)のコヒレント-DEOS社(Cohherent-DEOS)によって製造のモデルQ3000Qスイッチレーザ(9.3μm)である。CO₂レーザは、金属層12および14を貫けるビア(v

10

20

30

40

50

ia)を効果的に穿孔することができないので、CO₂加工レーザで穿孔された多層加工物10は、金属層12および14を欠いている、あるいは目標位置が、UVレーザで事前穿孔され、または例えば化学エッティング等の他の工程を用いて事前エッティングされて、誘電体層6を露出するように準備される。

【0037】

異なる波長で動作する他の固体レイザントまたはCO₂レーザが、本発明のレーザ装置で用いられてもよい。さまざまな種類のレーザキャビティ配置、固体レーザの高調波発生、固体レーザおよびCO₂レーザのためのQスイッチ動作、ポンピングスキーム、およびCO₂レーザのためのパルス発生方法もまた考えられる。図9は、レーザ(図示せず)によって多層加工物260において加工されるビアの簡略化された模式図を示す。該加工物は、金属導体材料266の層間に挟まれる有機中間層264を備える。貫通ビアを270で示し、かつ加工物の頂面から始まりかつ金属導体266に達すると終わるブラインドビアを、272で示す。

10

【0038】

上で開示したようなレーザ加工の改良のため、加工物を微細機械加工するのに必要な時間が、加工物を検査しつつ位置合せするのに必要な時間未満となる場合には、一つのレーザ加工ステーションに対して多数のステーションが加工物を位置合せしつつ検査するために使用することができるよう、さらなるステーションを追加してもよい。他の好ましい実施形態では、多数のステーションは、加工が行われている多数のステーションに対して、加工物を位置合せしつつ検査するために使用され、そこではステーションの数およびレーザビームの数がつり合わされて、所与の量の加工能力に対して最大スループットを与える。

20

【0039】

多数のステーションを持つことによっても、レーザ加工装置が多機能性能を持つことができるようになる。多機能性能は、一つの装置上の加工物に対して2つ以上の工程ステップを行う能力である。多機能性能の利点の中には、より低いシステム費用、製造領域におけるより小さい装置設置面積、およびより高いスループットがある。望ましい多機能性能の一例は、加工を行った装置上のレーザ加工動作の結果を検査する能力である。

【0040】

検査は、加工された加工物からデータを取得して、行われた加工動作に関する情報を決定するためのある種類の検知を用いることをいう。これの例は、加工物を視覚的に検査する機械視覚サブシステムを使用することである。本発明の好ましい実施形態については、多層基板における加工されたビアについて検査することができる特徴のいくつかは、位置、大きさ、形状、深さ、テーパ、頂部直径、底部直径、およびデブリである。基板シンギュレーションについては、検査されるべき特徴のいくつかは、加工溝(kerf)に関連する大きさ、形状、深さ、テーパ、方向およびデブリを含む。リンク吹込成形については、リンク除去の位置および完全性、基板への損傷、およびデブリを検査することができる。検査から生じるデータを、加工された特徴が事前選択された品質基準を満たすかどうかを決定するために用いることができ、あるいは統計的工程制御プログラムへの入力として用いることができる。多数のステーションを持つことはまた、加工直後の加工物の検査を、該加工物がなお位置合せされている間に容易にし、それによって加工物が別のシステム上でコードされかつ位置合せされる必要がなくなる。さらに、加工に続いて加工装置上で加工物を検査することにより、工程制御情報を、すぐにシステムにフィードバックすることができるようになり、それによって工程制御が向上する。

30

【0041】

検査によって生成される情報には、あらかじめ測定されかつ計算された位置合せ情報を更新することが含まれる。これは、加工物の位置合せが加工中に変化する場合に役立つ。これらの変化の原因は、装置における正常製造公差あるいは温度または湿度を含む環境要因の変化かもしれない。検査は、これらの変化を検出しつつ情報を装置にフィードバックし、それによって装置は、これらの変化を考慮するように較正情報を変更し、それによっ

40

50

て工程の精度を高めることができる。このような補正情報を、加工物上の公知の基準マークを測定するまたは加工の一部として加工物上で微細機械加工された特徴物の位置を測定することによって得ることができる。この場合、検査は、装置または環境の正常な変化によって、加工物を加工する際に引き起されるエラーを補正するために用いられる。

【0042】

他の好ましい実施形態では、本明細書に開示する本発明によって生じる加工効率は、ウエハまたは基板の多数の独立部分へのシンギュレーションまたはダイシングを改良するために用いられる。一つの基板上に所与の回路または回路素子の多数のコピーを構成するには、電子装置製造においてよくあることである。半導体ダイシングにとっての好ましい加工物には、シリコンウエハ、炭化ケイ素および窒化ケイ素を含む他のシリコンベース材料、および集積回路がフォトリソグラフィー技術を用いてその上に構成される砒化ガリウム等のII-II-VおよびII-VIグループの化合物を含む。第2例は、回路素子または電子デバイスが、典型的に焼結セラミック材料でできている基板上に印刷されるスクリーンである厚膜回路構成である。第3例は、導体および受動回路素子が、スパッタリングまたは蒸着によって、例えば半導体材料、セラミック、または他の材料でできている基板に塗布される厚膜回路構成である。第4例は、ディスプレイを製造するために用いられるプラスチックフィルムおよびガラス基板を、本技術を用いてシンギュレートすることができる表示技術である。これらの基板がシンギュレートされてもよく、基板上に構築された回路部品は、レーザによって個別ユニットに十分分離されまたはスクライブされ、レーザは、基板の表面に加工溝(kerf)又は溝を形成して、基板の個別ユニットへの次の機械的分離を指示する。図10は、シンギュレーションまたはスクライビングに向けられる好ましい実施形態の簡略化された模式図を示す。プラットフォーム300は、ステージ310を保持し、該ステージ上に加工物314が装着される。ガントリ320は、レーザビーム経路328に沿ってレーザパルス(図示せず)を発するレーザ324を保持する。レーザビーム経路328は、レーザビーム経路328の焦点を加工物314上に合わせる走査レンズ336を通してビームステアリング光学素子332によって方向づけられる。レーザビーム経路328と加工物314との間の、ビームステアリング光学素子332によって付与される相対運動に加えて、ステージ310は、レーザビーム経路328に関して加工物314を移動させる運動制御素子を含んでもよい。加工物314は、シリコンウエハまたは他の基板であってもよい。本明細書に記載した発明を用いることにより、ビア穿孔のようなシンギュレーションまたはスクライビングの速度が、単位時間毎に送出されるアプレーション閾値より大きいエネルギーでのパルスの数と、加工物をロードしつつ位置合せするのに必要な時間とを合わせたものの関数であるので、これらの工程のスループットが増加する。

【0043】

異なる材料からなる異なる単層または多層加工物について、パルス繰返し率、パルス毎のエネルギー、およびビームスポットサイズ等のいろいろなレーザパラメータを、最適レーザ加工スループットおよび品質を達成するための異なる加工ステージ中にプログラミングすることができると考えられる。例えば、いずれも本特許出願の出願人に譲渡される、オーウェン(Owen)らの米国特許第5,841,099号明細書およびダンスキー(Dunsky)らの米国特許第6,407,363号明細書を参照されたい。加熱源の、その電力、エネルギー分布プロフィール、およびスポットサイズ等の動作パラメータは、レーザ加工のさまざまな段階中一定のままであるまたは変化することもある。

【0044】

多くの変更が、その基礎をなす原理から逸脱することなく、本発明の上述の実施形態の詳細についてなされてもよいことは当業者に明らかとなろう。したがって、本発明の範囲を、次の特許請求の範囲によってのみ決定すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】多層加工物の端面図である。

10

20

30

40

50

【図2】先行技術の単層レーザ加工システムのためのロード時間および加工時間を示すタイミング図である。

【図3】先行技術のデュアルレーザ加工システムのためのロード時間および加工時間を示すタイミング図である。

【図4】本発明についてのロード時間および加工時間を示すタイミング図である。

【図5】本発明の好ましい実施形態の平面図である。

【図6】本発明の好ましい実施形態の立面図である。

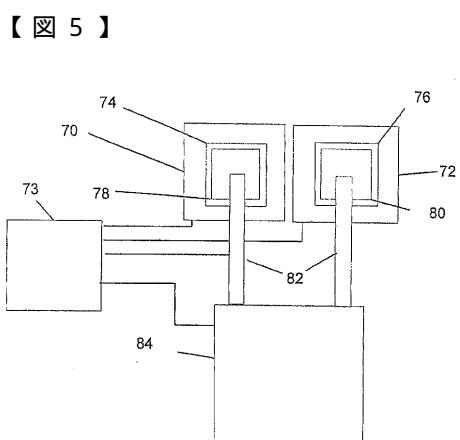
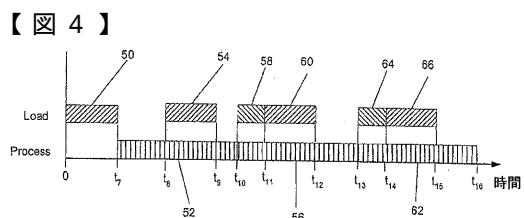
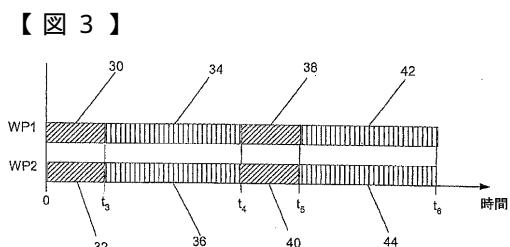
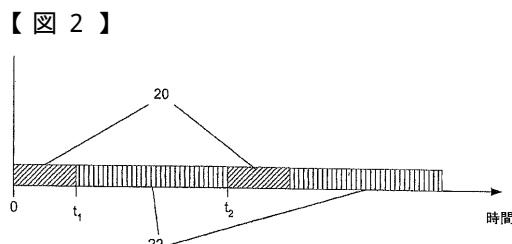
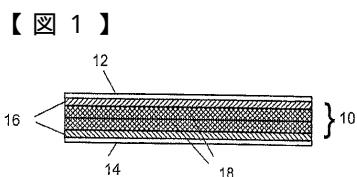
【図7】加工物を微細機械加工するために用いられているレーザの模式図である。

【図8】2つのレーザビームを生成するために用いられている2つのレーザの模式図である。

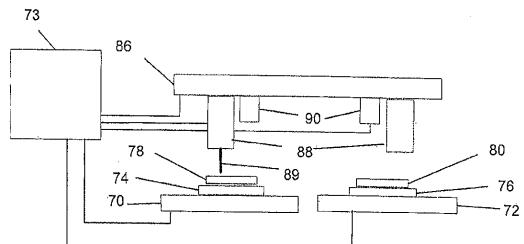
10

【図9】レーザ加工後の多層基板の模式図である。

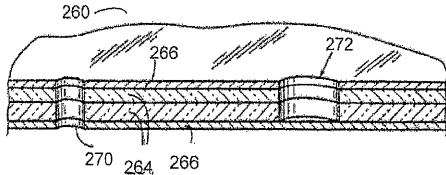
【図10】基板をシンギュレートまたはスクライプするために用いられているレーザシステムの模式図である。



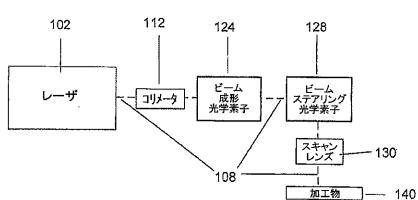
【図6】



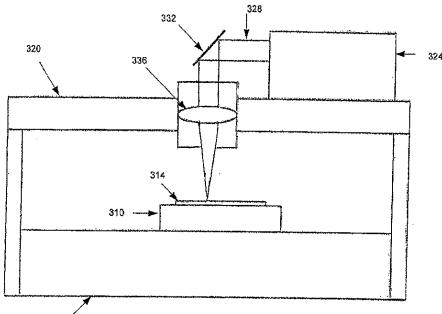
【図9】



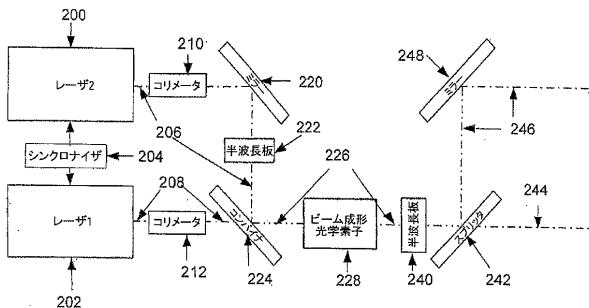
【図7】



【図10】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成21年1月6日(2009.1.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1および第2加工物を、レーザビームと前記第1および第2加工物を保持するための第1および第2ステージとを用いて加工する方法であって、

レーザビーム経路を提供するステップと、

前記第1加工物を前記第1ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップと、

前記第2加工物を前記第2ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物が前記レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記第2加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとを含む、方法。

【請求項2】

前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップは、前記レーザビームが前記第1加工物に入射している間に行われる前記第2加工物の前記位置合せステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記レーザビーム経路に関して基準点(datum)を与えるステップをさらに含み、前記第

2 加工物の前記位置合せステップは、前記基準点に関して前記第2加工物またはレーザビームをインデックス(index)するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記加工ステップは、1個又は複数個のビアを形成するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記加工ステップは、半導体リンクを除去するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記加工ステップは、受動電子部品をトリミングするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記加工ステップは、基板をスクライプするまたはシンギュレートするステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記位置合せステップは、前記第2加工物の一表面上の一組の点の位置を測定して、前記第2加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

加工物を、レーザビーム経路に対応するレーザビームと前記加工物を保持するための2つのステージとを用いて加工する方法であって、

前記第1加工物を前記第1ステージ上にロードするステップと、

前記第1加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記レーザビーム経路を前記第1加工物の方に向けるステップと、

前記第1加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップと、

前記第2加工物を第2ステージ上にロードするステップと、

前記レーザビーム経路が前記第1加工物の方に向けられている間に、前記第2加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記レーザビーム経路と前記第2加工物との間の位置合せを実質的に維持しつつ前記レーザビーム経路を前記第2加工物の方に向けるステップと、

前記レーザビーム経路が前記第2加工物に向けられた後前記第1加工物が前記レーザビーム経路と位置合せされたままである間に前記第1加工物に対してさらなる加工ステップを行うステップと、を含む方法。

【請求項10】

前記第1加工物または前記第2加工物を検査するステップをさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項11】

複数の加工物をレーザビームを用いて加工するレーザ加工装置であって、

ベースと、

前記ベースによって支持され、前記レーザビームを生成するためのレーザと、

前記ベースによって支持され、前記加工物を保持するための第1ステージおよび第2ステージと、

前記レーザビームと前記第1ステージとの間の第1空間的関係を確立する位置合せサブシステムと、

前記第1空間的関係が存在していると同時に、前記レーザビームと前記第2ステージとの間の第2空間的関係を確立する位置合せサブシステムとを含む装置。

【請求項12】

前記加工は、1個又は複数個のビアを形成することを含む、請求項13に記載の装置。

【請求項13】

前記加工は、半導体リンクを除去することを含む、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記加工は、受動電子部品をトリミングすることを含む、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記加工は、基板をスクリップするまたはシンギュレートすることを含む、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記位置合せサブシステムは、前記加工物のうちの一つの一表面上の一点の位置を測定して、前記一つの加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するように適合されている、請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記位置合せサブシステムは、前記レーザビームの前記第 1 または第 2 ステージとの最終位置合せを行うように適合されている、請求項 1 8 に記載の装置。

【請求項 1 8】

第 1 および第 2 加工物をレーザビームを用いて加工する方法であって、前記第 1 および第 2 加工物を保持するための第 1 および第 2 ステージおよびレーザビーム経路を設けるステップと、前記第 1 加工物を前記第 1 ステージ上にロードするステップと、前記第 1 加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、かつ前記第 1 加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとを含み、

前記第 2 加工物を前記第 2 ステージ上にロードするステップと、

前記第 1 加工物が前記レーザビーム経路に関して位置合せされている間に、前記第 2 加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップと、

前記第 2 加工物を前記レーザビームを用いて加工するステップとをさらに含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 加工物を前記レーザビーム経路に関して位置合せするステップは、前記レーザビームが前記第 1 加工物に入射している間に行われる前記第 2 加工物の前記位置合せステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記レーザビーム経路に関して基準点を与えるステップをさらに含み、前記第 2 加工物の前記位置合せステップは、前記基準点に関して前記第 2 加工物またはレーザビームをインデックスするステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 2 加工物の前記位置合せステップは、前記第 2 加工物を前記レーザビーム経路と位置合せするステップを含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記位置合せステップは、前記第 2 加工物の一表面上の一組の点の位置を測定して、前記第 2 加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第 2 加工物の最終位置合せを行うステップをさらに含む、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 4】

第 1 および第 2 加工物をレーザビームを用いて加工するレーザ加工装置であって、ベースと、前記ベースによって支持される、前記レーザビームを生成するためのレーザと、各々が前記ベースによって支持され、前記第 1 および第 2 加工物を保持するための第 1 ステージおよび第 2 ステージと、前記レーザビームと前記第 1 加工物との間の第 1 空間的関係と、前記レーザビームと前記第 2 加工物との間の第 2 空間的関係と、位置合せサブシステムと、
を有し、

前記位置合せサブシステムは、前記第1加工物が位置合せされ、加工されている間に、前記第2加工物を位置合せするように適合させていることを特徴とする、装置。

【請求項25】

前記位置合せサブシステムは、前記加工物のうちの一つの一表面上の一点の位置を測定して、前記一つの加工物の平行移動、回転、縮尺および高さのうち選択したものを計算するように適合させている、請求項26に記載の装置。

【請求項26】

前記位置合せサブシステムは、前記レーザビームの前記第1ステージとの最終位置合せを行うように適合させている、請求項26に記載の装置。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/067945
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 21/324(2006.01)i, H01L 21/477(2006.01)i		
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) IPC8: H01L21/324, H01L21/027, H01L21/68, B23K26/00, B23K26/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPONET internal) "laser", "substrate", "wafer", "workpiece", "plural", "two", "stage", "holder", "susceptor"		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP15112278 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 15 April 2003 See the abstract, figures 1-5, claims 1, 4	1-28
A	JP14283074 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD., et al.) 02 October 2002 See the abstract, figures 1, 2, claims 1, 7	1, 11, 13, 20, 26
A	JP06020899 A (NIKON CORP.) 28 January 1994 See the abstract, figures 8, 9, claims 1, 2	13
<input 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 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 01 OCTOBER 2007 (01.10.2007)		Date of mailing of the international search report 01 OCTOBER 2007 (01.10.2007)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer KIM, Hee Ju Telephone No. 82-42-481-5800

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2007/067945

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP15112278 A	15.04.2003	None	
JP14283074 A	02.10.2002	None	
JP06020899 A	28.01.1994	None	

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	B 2 3 K 26/00	H
	B 2 3 K 26/10	

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

(72)発明者 ワイル, ドナルド, イー.

アメリカ合衆国 97007 オレゴン州, ビーヴァートン, エスタブリュ 172エヌディー
プレイス 8990

(72)発明者 ヨハンセン, ブライアン, シー.

アメリカ合衆国 97124 オレゴン州, ヒルズボロ, エヌダブリュ エルリッチ ロード 5
911

F ターム(参考) 4E068 AC00 AD00 CA14 CE02 CE03 CE09 DA09