

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-506745
(P2025-506745A)

(43)公表日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/24 (2006.01)	G 0 1 B 11/24	D 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/06 (2006.01)	G 0 1 B 11/06	G
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00	G

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全20頁)

(21)出願番号	特願2024-549448(P2024-549448)	(71)出願人	507119836 プレシテク オプトロニク ゲゼルシャフ ト ミット ベシュレンクテル ハフツング ドイツ連邦共和国, 6 3 2 6 3 ノー イーゼンブルク, シュロイスナーシュ トラーセ 5 4
(86)(22)出願日	令和5年1月25日(2023.1.25)	(74)代理人	110000109 弁理士法人特許事務所サイクス
(85)翻訳文提出日	令和6年8月21日(2024.8.21)	(72)発明者	ヴァイス シュテファン ドイツ連邦共和国 6 3 1 1 0 ロートガ ウ ポンメルンシュトラーセ 8
(86)国際出願番号	PCT/EP2023/051736	(72)発明者	ミート ジーモン ドイツ連邦共和国 6 0 5 9 9 フランク フルト アム マイン ブーフラインシュ トラーセ 2 7
(87)国際公開番号	WO2023/160928		
(87)国際公開日	令和5年8月31日(2023.8.31)		
(31)優先権主張番号	102022104416.5		
(32)優先日	令和4年2月24日(2022.2.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,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 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェハ測定用の装置及び方法

(57)【要約】

ウェハ（10）測定用の装置（14）は、光干渉断層計（22）と走査装置（26）とを備え、光干渉断層計は、測定光ビーム（24）を生成し、光学系（38）を介して測定光ビームをウェハ（10）に向け、走査装置は、測定光ビーム（24）を2つの空間方向に偏向させ、それぞれ正確に1つの軸（30、34）の周りに回転可能に取り付けられた正確に2つの走査ミラー（28、32）を有する。制御ユニット（36）は、測定光ビーム（24）が順次に複数の測定点でウェハ（10）の表面を走査するように走査装置（26）を制御する。評価ユニット（57）は、光干渉断層計（22）から提供された干渉信号に基づいて、距離値及び／又は厚さ値を計算する。衝突防止装置（64）は2つの走査ミラー（28、32）のうち少なくとも1つの走査ミラーの回転角度を制限する。

【選択図】 図2

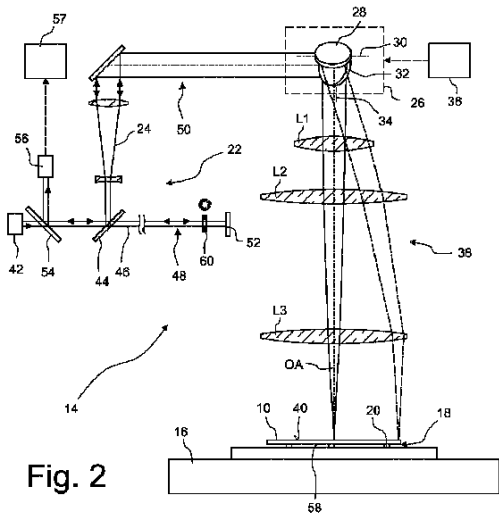


Fig. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定光ビーム（24）を生成し、光学系（38）を介して前記測定光ビームをウェハ（10）に向けるように設定された光干渉断層計（22）と、

それぞれ正確に1つの軸（30、34）の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラー（28、32）を有し、前記測定光ビーム（24）を2つの空間方向へ偏向させるように設定された走査装置（26）と、

前記測定光ビーム（24）が順次に複数の測定点で前記ウェハ（10）の表面を走査するように前記走査装置（26）を制御するように設定された制御ユニット（36）と、

前記光干渉断層計（22）から提供された干渉信号に基づいて、距離値及び／又は厚さ値を計算するように設定された評価ユニット（57）と、を備え、

前記2つの走査ミラー（28、32）のうち少なくとも1つに、前記少なくとも1つの走査ミラー（28、32）の回転角度を制限するように設定された衝突防止装置（64）が割り当てられている、

前記ウェハ（10）測定用の装置（14）。

【請求項 2】

前記衝突防止装置は、少なくとも1つの機械的停止部（64）を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記機械的停止部（64）は、プラスチック製又はゴム製であることを特徴とする、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記少なくとも1つの走査ミラー（28、32）は、走査ミラーホルダに回転可能に取り付けられ、前記衝突防止装置は、前記走査ミラーホルダに固定されていることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記機械的停止部（64）は、前記少なくとも1つの走査ミラー（28、32）の回転軸又は前記回転軸に形成された突起に作用することを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 6】

前記少なくとも1つの走査ミラー（28、32）は、反射面又は裏面を有し、前記機械的停止部は、前記反射面又は前記裏面に取り付けられていることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 7】

前記衝突回避装置は、所定の回転角度範囲を超えることになる制御信号の、前記少なくとも1つの走査ミラー（28、32）への提供を電子的に阻止するように設定された電子制限装置を有することを特徴とする、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

2つの測定点間の距離 d_{max} は $140\text{ mm} \leq d_{max} \leq 600\text{ mm}$ であることを特徴とする、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記光干渉断層計（22）は、

光源（42）と、

前記光源によって生成された光を、前記測定光ビーム（24）と基準光ビーム（46）に分割するように設定されたビームスプリッタ（44）と、

前記基準光ビーム（46）をガイドするための基準アーム（48）と、

前記光学系（38）及び前記走査装置（26）によって前記測定光ビーム（24）をガイドするためのオブジェクトアーム（50）と、

前記基準アーム（48）内でガイドされた基準光ビーム（46）と前記ウェハ（10）上で反射された前記測定光ビーム（24）の一部の重ね合わせから、前記干渉信号を生成

10

20

30

40

50

するように設定された検出器（５６）と、を有することを特徴とする、請求項１～８のいずれか１項に記載の装置。

【請求項１０】

前記基準アーム（４８）には、厚さ測定時に前記基準光ビーム（４６）の前記基準アーム（４８）における伝搬を阻止するように設定された切り替え可能な遮光装置（６０）が設けられていることを特徴とする、請求項９に記載の装置。

【請求項１１】

前記光学系（３８）は、前記測定光ビーム（２４）が集光するフィールドを有し、前記評価ユニット（５７）は、測定された距離値に対して計算補正を行うことにより、前記フィールド湾曲を補償するように設定されていることを特徴とする、請求項１～１０のいずれか１項に記載の装置。

10

【請求項１２】

前記計算補正時に、前記評価ユニット（５７）に格納された補正テーブルから補正値を読み出すことができることを特徴とする、請求項１１に記載の装置。

【請求項１３】

前記補正テーブルには、異なる動作波長範囲のための補正値が格納されていることを特徴とする、請求項１２に記載の装置。

【請求項１４】

前記光学系は、フィールド湾曲を補正するための少なくとも１つのアナモルフィック光学素子（６６、６８）を含むことを特徴とする、請求項１～１３のいずれか１項に記載の装置。

20

【請求項１５】

a) 光干渉断層計（２２）によって、測定光ビーム（２４）を生成するステップと、
b) 光学系（３８）を介して、前記測定光ビーム（２４）をウェハ（１０）に向けるステップと、
c) それぞれ正確に１つの軸（３０、３４）の周りに回転可能に取り付けられた２つの走査ミラー（２８、３２）を有し、前記測定光ビームが順次に複数の測定点で前記ウェハ（１０）の表面（４０）を走査するように制御される走査装置（２６）によって、前記測定光ビーム（２４）を２つの空間方向へ偏向させるステップであって、前記２つの走査ミラー（２８、３２）のうち少なくとも１つの走査ミラーの回転角度が衝突防止装置（６４）によって制限されるステップと、
d) 前記光干渉断層計（２２）から提供された干渉信号に基づいて、距離値及び／又は厚さ値を計算するステップと、
を含む、前記ウェハ（１０）の測定方法。

30

【請求項１６】

前記衝突防止装置は、所定の回転角度範囲を超えることになる制御信号の、前記少なくとも１つの走査ミラー（２８、３２）への提供を電子的に阻止することにより、前記回転角度を制限することを特徴とする、請求項１５に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本発明は、例えば、ＴＴＶや曲げ、反り等のウェハの幾何学的寸法を非接触的に測定するための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ウェハとは、厚さ１ミリ程度の円形又は正方形のディスクであり、集積回路やマイクロ機械部品、光電コーティングの基板として使用されている。ウェハは、単結晶又は多結晶のブランク（いわゆるインゴット）から製造される。ブランクは、その縦軸に対して垂直に切断されることにより、個々のウェハとされる。一般的に、シリコンウェハが使用されているが、例えば、マクロレンズアレイの製造や拡張現実の分野で応用されるガラスウェ

50

ハ等の他の材料が用いられることもある。

【0003】

ウェハの形状は、厳しい幾何学仕様を満たさなければならない。これらの仕様は、ウェハの最も厚い点と最も薄い点との間の最大差であるTTV (Total Thickness Variation, 全体厚さムラ) を含む。曲げ (Bow) は、ウェハの中心表面の基準平面に対する最大偏差として定義される。また、反り (Warp) は、当業者によりウェハ表面全体が曲げ補正された後のウェハの中心表面の基準平面に対する偏差として理解される。

【0004】

TTV、曲げ及び反りのような一般的な定義に加えて、ウェハの特性評価では、ウェハの理想的な形状からの偏差を評価するために、類似するが少し異なる定義が用いられることもある。

【0005】

仕様を満たすために、これらの幾何学的寸法を少なくともランダムに測定する必要がある、一般的な生産過程において測定することが最も好ましい。

【0006】

US 2012/0257207 A1には、距離測定用のマイケルソン干渉計と厚さ測定用の反射率計とを組み合わせたウェハ測定用の装置が記載されている。測定は個々の点で行われる。表面全体の測定値を得るために、固定された測定装置に対してウェハを相対移動させる必要がある。

【0007】

しかし、このような既知の測定方法では、ウェハは慣性により所望の迅速な移動が不可能であるため、速度が遅い。移動の安定性と精確性のために、ウェハを移動させるためのアクチュエータに高い品質が要求され、対応する測定装置も高価になる。

【0008】

本発明は、ウェハを非常に迅速的且つ低コストで測定する装置及び方法を提供することを目的とする。

【発明の概要】

【0009】

装置に関して、この目的は、ウェハ測定用の装置によって達成される。該装置は、測定光ビームを生成し、光学系を介して測定光ビームをウェハに向けるように設定された光干渉断層計と、

それぞれ正確に1つの軸の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラーを有し、測定光ビームを2つの空間方向へ偏向させるように設定された走査装置と、

測定光ビームが順次に複数の測定点でウェハ表面を走査するように走査装置を制御するように設定された制御ユニットと、

光干渉断層計から提供された干渉信号に基づいて、距離値及び／又は厚さ値を計算するように設定された評価ユニットと、を備え、

2つの走査ミラーのうち少なくとも1つに、少なくとも1つの走査ミラーの回転角度を制限するように設定された衝突防止装置が割り当てられている。

【0010】

本発明は、一方で、より大きな光学系を用いれば、より大きな測定フィールドを得ることができ、特に、フィールド湾曲の問題を解決すると、光干渉断層計及び走査装置を有する既知の測定装置によるウェハ測定が可能となるという認識に基づいている。発明者は、この問題を解決するための手段を既に多く開発した。

【0011】

DE 10 2017 128 158 A1には、このような既知の測定装置が開示されている。そこに記載された一実施形態において、光干渉断層計 (OCT, Optical Coherence Tomography) によって測定光ビームを生成し、ミラー走査器によって該測定光ビームを偏向させ、偏向方向のそれぞれにおいて、走査ミラ

10

20

30

40

50

ーが1つ設けられている。測定光ビームは、平面フィールドの対物レンズを通過した後、軸線に対してほぼ平行に被測定表面に入射し、テレセントリックなビーム経路となる。表面走査時、極めて軽量の走査ミラーだけが移動するが、測定対象物が静止している。このように、測定対象物の表面の迅速走査が可能となる。

【0012】

このような測定装置のもう一つの利点は、ミラーの偏向度をリアルタイムで読み出し、設定された偏向度に基づいて制御回路によって調整できることである。走査ミラーの移動による寄生残留振動の影響があっても、測定光ビームの測定対象物における極めて正確な位置決めが可能である。

【0013】

発明者は、この既知の測定装置では、測定光ビームによってウェハ表面を二次元走査する場合、フィールド湾曲が発生することを見出した。端的に言えば、測定光ビームの焦点は、走査中に平面を移動するのではなく、曲面を移動することを意味する。そのため、実際に平坦なウェハ表面は湾曲して見える。

【0014】

直径約80mm以下の極小ウェハでは、フィールド湾曲がまだ許容できるが、より大きなウェハでは、フィールド湾曲が被測定ウェハ直径に応じて二次関数的に増大するため、許容できないものとなる。現在、走査装置が到達可能な2つの測定点間の距離 d_{max} が $140\text{mm} \leq d_{max} \leq 600\text{mm}$ であり、好ましくは $280\text{mm} \leq d_{max} \leq 450\text{mm}$ であるウェハは、大きなウェハと考えられる。距離 $d_{max} = 300\text{mm}$ である場合、フィールド湾曲による測定誤差は通常既に1mm程度になる。したがって、追加の対応を取らなければ、上記測定装置は、大きな平面フィールドの対物レンズを用いる場合であっても、距離測定に $1\mu\text{m}$ 以下の精度が必要になる大きなウェハの測定に不適切である。そのため、大きなウェハにとって、既知の測定装置の測定誤差が3桁も大きい。

【0015】

発明者は、さらに、フィールド湾曲を引き起こす余分の光路長さの差は、主に走査ミラーによるものであることを認識した。衝突することなく旋回することを可能にするために、2つの走査ミラーは大きく離れなければならない。走査ミラーの回転軸間の空間距離は、フィールド湾曲に最も大きな影響を及ぼすことが判明した。

【0016】

そこで、フィールド湾曲を低減する最も簡単な方法は、それぞれ正確に1つの軸の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラーを用いるのではなく、2つの軸の周りに回転可能に取り付けられた1つの走査ミラーを用いることである。しかし、従来の2軸走査ミラーでは、2つの1軸走査ミラーのように迅速且つ正確な旋回ができない。ただし、ウェハの移動が必要な既知の方法と比べれば、必要な測定時間が明らかに短くなった。

【0017】

もう一つのフィールド湾曲を低減する方法は、以前のようにそれぞれ正確に1つの軸の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラーを用いる方法であるが、走査ミラーの距離を大幅に縮小させる必要がある。しかし、この場合、走査ミラーが大きな回転角度になる場合に衝突する恐れがある。このような状況を回避するために、本発明では、2つの走査ミラーのうち少なくとも1つには、少なくとも1つの走査ミラーの回転角度を制限するように設定された衝突防止装置が割り当てられている。これは、従来の走査ミラーが、通常、本願の応用にとって部分的に有用な回転角度範囲を有する考慮に基づいている。衝突防止装置は、最初に可能な回転角度（通常 $\pm 20^\circ$ ）を実際に必要な回転角度（例えば $\pm 10^\circ$ 、好ましくは $\pm 5^\circ$ ）に制限すれば、走査ミラーの距離が非常に小さくても、走査ミラーの衝突を確実に回避することができる。

【0018】

衝突防止装置は、回転角度を制限するための少なくとも1つの機械的停止部を有してもよい。この停止部は、例えば、プラスチック製又はゴム製のダンパであってもよい。少なくとも1つの走査ミラーが、例えば $\pm 10^\circ$ 又は $\pm 5^\circ$ を超えて偏向した場合、このダン

10

20

30

40

50

パに当たる。

【0019】

本発明の一好適な実施形態によれば、少なくとも1つの走査ミラーは、走査ミラーホルダに回転可能に取り付けられ、衝突防止装置は、挿着や挟持、ねじ止め、接着、他の方法によって該走査ミラーホルダに固定されている。挿着や挟持、接着による衝突防止装置の固定は、走査ミラーホルダと走査ミラー自体の機械構造に干渉することなく、衝突防止装置を走査ミラーホルダに取り付けられるという利点がある。走査ミラーの機能及び調整は影響を受けない。衝突防止装置は、走査ミラーホルダの少なくとも1つの面に回転不能に支持されるような形状にすることが好適である。この面には、ミラー衝突時に発生する力を吸収するためのカウンターベアリングが形成されている。

10

【0020】

選択的に、衝突回避装置は、周囲の部材と一体化され、又は周囲の部材、例えば、装置本体におけるピンに固定されている。

【0021】

選択的に、停止部は、少なくとも1つの走査ミラーの回転軸又は回転軸に形成された突起に直接に作用してもよい。

【0022】

選択的に、ダンパは、少なくとも1つの走査ミラーの反射面又は裏面に取り付けられてもよい。ダンパは、走査ミラーが衝突する位置に取り付けられて衝突を抑制することが好適である。ミラーに取り付けられたダンパと別の取り付けられた機械的停止部と当接させることが同様に好適である。

20

【0023】

選択的に又は付加的に、衝突回避装置を、所定の回転角度範囲を超えることになる制御信号の、少なくとも1つの走査ミラーへ提供を電子的に阻止するように設定された電子制限装置とすることも考えられる。例えば、走査ミラーの制御電流を制限するのにチョークコイルは非常に信頼性が高い。

【0024】

選択的に又は付加的に、走査ミラーの制御ソフトウェアは、走査ミラーの過剰な偏向を引き起こす制御信号の生成を阻止するように設定されてもよい。この場合、ソフトウェアの誤作動により間違った信号が生成され、2つの走査ミラーのうちの1つが過剰偏向になることを回避するために、上記手段の1つを確保として追加採用してもよい。

30

【0025】

別のフィールド湾曲を低減可能な代替的又は付加的手段は、光学系を用いることである。該光学系は、フィールド湾曲を補正するためのアナモルフィック光学素子を少なくとも1つ、好ましくは2つ含む。これらのアナモルフィック素子は、好ましくはシリンドリカルレンズである。それらの対称軸の向きは走査ミラー回転軸の向きと一致する。

【0026】

この別の代替的又は付加的手段は、フィールド湾曲を低減させるのではなく、校正によってその影響を排除するものである。このため、評価ユニットは、測定された距離値に対して計算補正を行うことにより、測定光ビームが光学系によって集光されるフィールドの湾曲を補償するように設定されるべきである。このフィールドは、通常、光学系の焦点面と重なる。校正時、例えば、高精度で製造された平面ガラスを測定する。測定された平坦度に対する偏差は補正值となり、後の測定時に、異なる符号に応じて、これらの補正值と測定された値に対して減算又は加算を行う。

40

【0027】

計算補正を行う際に、評価ユニットに格納された補正テーブルから補正值を読み出してもよい。補正テーブルには、異なる動作波長範囲のための補正值が格納されていることが好ましい。これらの異なる動作波長範囲のための補正值は、単独の校正測定によって取得する必要がなく、理論的考察に基づいて、特定の動作波長範囲について取得された補正值から導き出してもよい。この場合、特にゼルニケ多項式を用いてもよい。

50

【0028】

補正値を補正テーブルから読み出す代わりに、数式によって算出してもよい。この計算式は、例えば多項式フィットから導き出してもよい。この場合の多項式として、例えばゼルニケ多項式を用いてもよい。

【0029】

もちろん、上記手段に加えて、校正を行ってもよい。

【0030】

具体的に、本発明に利用可能な光干渉断層計は、

光源と、

光源によって生成された光を測定光ビームと基準光ビームに分割するように設定されたビームスプリッタと、 10

基準光ビームをガイドするための基準アームと、

光学系及び走査装置によって測定光ビームをガイドするためのオブジェクトアームと、

基準アーム内でガイドされた基準光ビームとウェハ上で反射された測定光ビームの一部の重ね合わせから、干渉信号を生成するように設定された検出器と、を有してもよい。

【0031】

一実施形態において、基準アームには、厚さ測定時に基準光の基準アームにおける伝搬を阻止するように設定された切り替え可能な遮光装置が設けられている。切り替え可能な遮光装置によって、測定光ビームと基準光ビームの干渉を評価するための「距離モード」と、「厚さモード」との切り替えが可能となる。厚さモードでは、界面間の距離（即ち、ウェハの厚さ）の推測に、ウェハの2つの平面平行界面で反射された測定光ビームの干渉が用いられる。このように、検出器は、ウェハの2つの異なる界面で反射された測定光ビームの一部の重ね合わせから干渉信号を生成することができる。厚さモードにおいて、必要な信号に対する基準アームからの不要な基準光ビームの干渉を防止するために、遮光装置によって基準光ビームの基準アームにおける伝搬を阻止する。測定モードを変更する度に遮光装置が自動的に切り替えられることが好ましい。 20

【0032】

別の実施形態において、基準光ビームは、基準アームにおいて、フリービームとして、少なくとも全体的にフリービームとしてガイドされるのではなく、少なくとも部分的に光ファイバ内でガイドされる。コイル状の光ファイバにおいて、光は、小さな空間内で長い光路長を経てガイドされることができる。オブジェクトアームと基準アームの分散が異なる場合、分散を均一化することが好適である。 30

【0033】

方法に関して、冒頭に述べた目的は、ウェハの測定方法によって達成される、該方法は

、

a) 光干渉断層計によって、測定光ビームを生成するステップと、

b) 光学系によって、測定光ビームをウェハに向けるステップと、

c) それぞれ正確に1つの軸の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラーを有し、測定光ビームが順次に複数の測定点でウェハ表面を走査するように制御される走査装置(26)によって測定光ビームを2つの空間方向へ偏向させるステップであって、2つの走査ミラーのうち少なくとも1つの走査ミラーの回転角度が衝突防止装置によって制限されるステップと、 40

d) 光干渉断層計から提供された干渉信号に基づいて、距離値及び／又は厚さ値を計算するステップと、を含む。

【0034】

2つの測定点間の距離 d_{max} が $140\text{ mm} \leq d_{max} \leq 600\text{ mm}$ 、好ましくは $280\text{ mm} \leq d_{max} \leq 450$ になるように走査装置を制御してもよい。

【0035】

一実施形態において、光干渉断層計は、

光源によって光を生成すること、 50

ビームスプリッタによって、光源所によって生成された光を測定光ビームと基準光ビームに分割すること、

基準光ビームが基準アーム内でガイドされること、

測定光ビームがオブジェクトアーム内でガイドされること、

検出器が、基準アームにガイドされた基準光ビームとウェハで反射される測定光ビームの一部の重ね合わせから干渉信号を生成すること、を特徴とする。

【0036】

厚さ測定時、遮光装置によって、基準光ビームの基準アームにおける伝搬を一時的に阻止してもよい。

【0037】

光学系が測定光ビームが集光するフィールドを有する場合、測定された距離値に対して計算補正を行うことにより、該フィールド湾曲を補償することができる。計算補正を行う時、評価ユニットに格納された補正テーブルから補正值を読み出してもよい。また、補正テーブルには、異なる動作波長のための補正值が格納されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0038】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を詳しく説明する。

【図1】縮尺どおりに描かれていない被測定ウェハの透視図である。

【図2】本発明に係る測定装置の模式図である。

【図3】本発明に係る測定装置の一部である、走査ミラー用の機械的停止部を含む走査装置の要部の簡単透視図である。

【図4】別の実施形態に係る測定装置の一部である、走査ミラーを1つのみ含む走査装置の要部の簡単透視図である。

【図5a】別の実施形態に係る測定装置の一部である、シリンドリカルレンズを有する光学系の直交する2つの子午線断面を示す図である。

【図5b】別の実施形態に係る測定装置の一部である、シリンドリカルレンズを有する光学系の直交する2つの子午線断面を示す図である。

【図6】基準光ビームが光ファイバにおいて光路の一部を経過する、一実施形態に係る光干渉断層計の基準アームを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

1. ウェハ測定

図1は縮尺どおりに描かれていないウェハ10を示す透視図である。図示される実施形態において、ウェハ10は、厚さが明らかに誇張された直円柱体形状である。実際のウェハ10は、直径が例えば300mmであり、厚さが僅か1mm程度である。円形ではなく正方形の表面を有するウェハ10が用いられることもある。

【0040】

ウェハ10の理想的な円柱形状は破線12によって示される。製造の公差により、理想的な形状からずれが生じることがあるが、図1において、このようなずれが誇張して示される。このようなずれを確認するために、ウェハ10を測定する必要がある。2つのウェハ表面のトポグラフィを測定すれば、TTVや曲げ、反り等のウェハの全ての一般的な幾何学仕様を得ることができる。

【0041】

トポグラフィ測定に用いられる測定点の分布は、具体的な測定要求に合わせる。図1に示す実施形態において、測定点は、互いに垂直であり、ウェハ10の中心で交わり、それぞれウェハ10の周縁まで延びる2本の線11、13に沿って並ぶ。もちろん、例えばスパイラルパターンやグリッドパターン等の他の測定パターンとしてもよい。測定点は、例えば数マイクロメートル程度で非常に近く配置されてもよい。他の測定パターンの場合、ピッチを1mm以下としてもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

2. 測定装置の構造及び機能

図2は、符号14で示される測定装置を示す模式図である。測定装置14は、ホルダ18に搭載されたウェハ10を測定するためのものである。ホルダ18は、例えば、図2における支持部20によって示されるように、簡単な3点式支持としてもよい。図示される実施形態において、ホルダ18自体はベース16に支持される。ホルダ18及びベース16は、通常、測定装置14の一部ではない。

【0043】

生産過程において測定を行う場合、例えば、搬送装置によって測定装置14にウェハ10を提供してもよい。

【0044】

測定装置14は、測定光ビーム24を生成するための光干渉断層計22を備え、光干渉断層計22の詳しい構造については後述する。

【0045】

符号26で示される走査装置26は、測定光ビーム24を2つの空間方向へ可変的に偏向させる。このために、走査装置26は、第1回転軸30の周りに回転可能に取り付けられた第1走査ミラー28を有する。第2走査ミラー32は、第1回転軸30に対して垂直な第2回転軸34の周りに回転可能に取り付けられている。走査ミラー28、32は、制御ユニット36によって制御されるガルバノメータ駆動装置（未図示）によって駆動される。

【0046】

測定装置14は、図2において3つのレンズL1、L2及びL3によって示される光学系38を含む。図示される実施形態において、光学系38は、ウェハ10の光学系に対向する表面40にほぼ垂直に入射するように、走査装置26によって偏向した測定光ビーム24を集光させる。

【0047】

光干渉断層計22は、既知の方法で光源42と、光源によって生成された光を測定光ビーム24と基準光ビーム46に分割する第1ビームスプリッタ44と、基準光ビーム46をガイドするための基準アーム48と、光学系38及び走査装置26を利用するオブジェクトアーム50と、を含む。測定光ビーム24は、該オブジェクトアーム内でガイドされる。

【0048】

測定中において、オブジェクトアーム50内で伝搬される測定光ビーム24は、ウェハ10の表面40に集光し、そこで部分的に反射され、オブジェクトアーム50を介して同じ光路に沿って第1ビームスプリッタ44に戻る。ここで、測定光ビーム24の反射された一部と、基準アーム48内でガイドされ、ミラー52で反射された基準光ビーム46とが重ね合わせる。第2ビームスプリッタ54によって、2つの光の一部をいずれも検出器56に向け、該検出器によって、光基準信号が電信号に変換される。

【0049】

図示される実施形態において、光干渉断層計22はFD-OCT（FDはフーリエドメインの略）とされる。したがって、検出器56はスペクトル強度分布を検出する分光計を含む。これによって、検出器56と接続された評価ユニット57は、測定光ビーム24の入射点における表面40から測定装置14（例えばレンズL3）までの距離を既知の方法によって算出することができる。光干渉断層計の更なる詳細については、冒頭で述べたDE 10 2017 128 158 A1を参照する。

【0050】

光源42によって生成された光の波長範囲は、測定光ビーム24の少なくとも一部がウェハ10を透過できるように選択してもよい。この場合、ウェハ10の測定装置14から離れた下面58において、同様に光干渉断層計22によって検出可能な反射が発生する。この場合、異なる光路長さを辿った2つの測定光ビーム24は重ね合わせる。そして、検出器56は、干渉の周期性に基づいて、光路長さの差を既知の方法によって検出し、これ

10

20

30

40

50

によって、ウェハ 10 の 2 つの表面 40、58 の距離を推測し、さらに、ウェハの厚さを推測する。

【0051】

上記厚さモードが選択される場合、光の基準アーム 48 における伝搬を阻止する必要がある、それは、このような光によって同様に干渉が発生されるので、望まない干渉信号が生成されるためである。このために、基準アーム 48 は、符号 60 で示される切り替え可能な遮光装置を含み、該遮光装置は、例えば、中央シャッタ又はフォーカルプレーンシャッタとしてもよい。距離モードから厚さモードに切り替えた場合、切り替え可能な遮光装置 60 が自動的に閉じることにより、基準アーム 48 からの光の検出器 56 に対する干渉がなくなる。再び距離モードに切り替えられた場合、切り替え可能な遮光装置 60 は再び基準光ビーム 46 のために通路を開放させる。

10

【0052】

選択可能に、基準アーム 48 は、遮光装置 60 の監視機構、特に遮光装置 60 の状態を確認可能なセンサを有する。例えば、該監視機構は、電源中断後の現在状態の確認に利用可能である。

【0053】

図 2 に示す実施形態において、測定光 24 は完全に自由空間において伝搬される。他の実施形態において、光は、光ファイバによって部分的にガイドされ、これについては、図 6 を参照して後述する。光干渉断層計 22 が自体の筐体に配置された場合、光干渉断層計 22 と走査装置 26 の間においても光ファイバによって光をガイドすることが好適である。この場合、走査装置 26 及び光学系 38 をコンパクトで軽量の測定ヘッドに取り付けることができ、該測定ヘッドを異なる位置に便利に取り付けることができる。

20

【0054】

3. フィールド湾曲

光学系 38 は、入射した平行光を平面焦点面に集光させる平面フィールド光学系とされているが、測定光ビーム 24 の焦点が完全に 1 つの平面に位置しないことが判明した。

【0055】

このような望まないフィールド湾曲は、2 つの走査ミラー 28、32 が空間的に前後配列され、経路長さに気付き難い変化が生じることに起因する。これらの経路長さの変化は、走査ミラー 28、32 の回転角度の増大、さらに、測定点から光学系 38 の光軸 OA までの距離の増大につれて二次関数的に増大する。

30

【0056】

通常、基準アーム 48 における光路長さは、オブジェクトアーム 50 における測定光ビーム 24 の焦点までの光路長さと一致するように選択される。反射面が焦点の外に位置する場合、干渉断層計 22 は、この反射面が基準アーム 48 によって規定される光路長さよりも遠いか又は近いものとして理解する。しかし、測定光ビーム 24 の焦点が完全に 1 つの平面に位置しないことは、実際に平坦の表面が湾曲して見えることを招く。光軸 OA から 150 mm の箇所で、総合測定誤差が既に 1 mm 程度になり、要求される 1 μ m の測定精度よりも 3 桁大きい。

【0057】

この問題を解決するために、測定装置 14 は納品前に校正と測定が必要である。このために、高精度で製造される平面ガラス板形状の校正用標準板を測定する必要がある。フィールド湾曲の結果として測定された平坦度ずれを補正值に変換し、評価ユニット 57 のテーブルに格納する。走査装置 26 によって校正用標準板の表面において接近可能な角測定点でそれぞれ 1 つの補正值を取得し、該測定点に割り当てる。測定点及び補正值の対応関係は、評価ユニット 57 のテーブルに格納されてもよい。

40

【0058】

選択的に、校正測定から得られる計算式によって補正值を計算してもよい。一部の補間点の補正值のみをテーブルに格納し、これらの補間点間の位置の補正值を補間によって得るような複合的な解決手段も考えられる。

50

【0059】

このような校正後に実際のウェハ10を測定する場合、異なる符号に応じて、対応する補正值と得られた測定値に対して加算又は減算を行う。これによって、補正された測定値が得られ、また、さらなる処理のために測定装置14のユーザに5を出力してもよい。

【0060】

4. フィールド湾曲の低下手段

校正の代替的手段又は付加的手段として、フィールド湾曲を最大限まで低下可能な手段を用いてもよい。

【0061】

例えば、このような手段の1つは、2つの走査ミラー28、32の距離を小さくすることである。通常、該距離は、走査ミラー28、32が大きな回転角度を含めた如何なる場合でも衝突しないように選択される。しかし、上記ウェハ10の測定では、通常、 $\pm 10^\circ$ 、ひいては $\pm 5^\circ$ 程度の小さな回転角度しか必要とされない。回転角度が小さいほど、2つの走査ミラー28、32同士を近づけることが可能である。しかし、走査ミラー28、32が通常大きな回転角度範囲を有するので、走査ミラー28、32が作動中に互いに接触することを確実に防止するために、衝突防止装置を設ける必要がある。本発明では、図3に示す実施形態において、衝突防止装置は、例えばゴムによって形成され得る機械的停止部64を有する。機械的停止部64は、走査ミラー28、32の設定可能な回転角度を必要な回転角度に制限できるように位置決めされている。

【0062】

走査ミラーの距離と大きさによっては、2つの走査ミラー28、32のうちの1つのみに衝突防止装置を配置すればよいこともある。

【0063】

走査装置26がそれぞれ1つの回転軸30又は34の周りに回転可能に取り付けられた2つの走査ミラー28、32を有するのではなく、好ましくは直交する2つの回転軸30、34の周りに取り付けられた（図4の透視模式図で示すように）走査ミラー28'を1つのみ有する場合、フィールド湾曲はさらに小さくなる。

【0064】

図5a及び図5bは、替代的实施形態に係る測定装置14の光学系38の2つの直交子午線断面、即ち、図5aにおけるXZ平面及び図5bにおけるYZ平面を示す。この測定装置14には、同様に2つの走査ミラーが設けられている。ここで、フィールド湾曲は、適宜設定された系統38によって低減された。このため、光学系38は、第1シリンドリカルレンズ66及び第2シリンドリカルレンズ68を有し、図5a、図5bに示すように、シリンドリカルレンズ66、68の対称軸は、互いに垂直である。2つのシリンドリカルレンズ66、68は、それぞれ2つの走査ミラー28、32のうちの1つに対応する。したがって、シリンドリカルレンズ66、68の対称軸の向きが走査ミラー28又は32の回転軸30、34の向きに一致する。

【0065】

図6は、光干渉断層計22の一部を示す。光学系38は、測定光ビーム24を大きなウェハ10の縁部まで走査させるために、比較的に大きな焦点距離を有する必要があるが、これにより、オブジェクトアーム50における幾何学経路の長さ及び光路長さがともに大きくなる。基準アーム48における光路長さもそれに応じて長くする必要がある。

【0066】

フリービームの長距離伝搬に複雑な光ビーム折り畳みが必要になるため、測定光ビーム24がフリービームとして、又は少なくとも全体的にフリービームとして基準アーム48内でガイドされるのではなく、少なくとも部分的に光ファイバによってガイドされる場合の方が、より有利になることがある。図6において、光路において遮光装置60の後に配置されたカップリングレンズ70によって、測定光ビームがコイル状の光ファイバ72の端部71に結合される。光ファイバ72の端部74とミラー52との間には、ミラー52で反射された基準光ビームを再び光ファイバ72に結合させるための第2カップリングレ

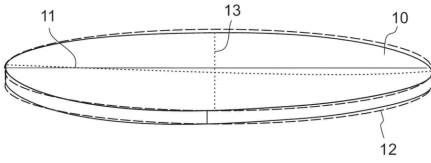
ンズ 7 6 が設けられている。

【 0 0 6 7 】

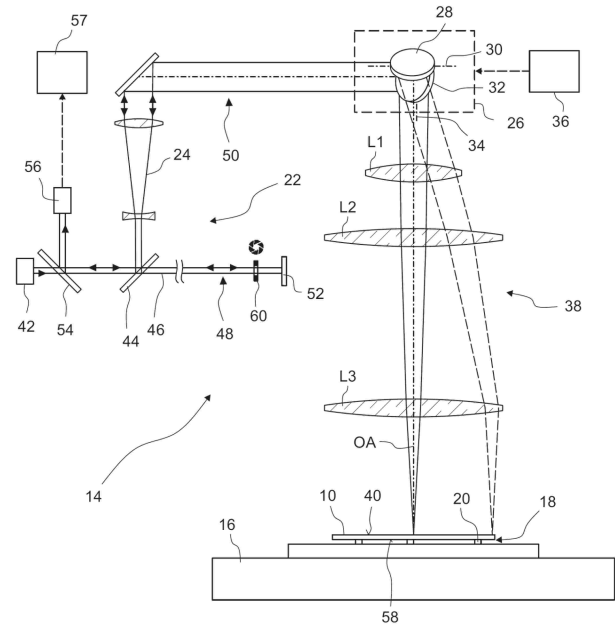
ただし、基準アーム 4 8 が光ファイバガイド部とフリービームガイド部に分けられることは、図 6 に示す実施形態に限られない。特に、選択的な実施手段において、ビームスプリッタ 4 4 は、光ファイバカプラとしてもよい。

【 図 面 】

【 図 1 】



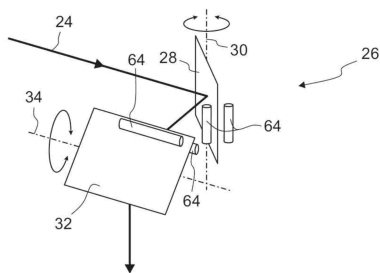
【 図 2 】



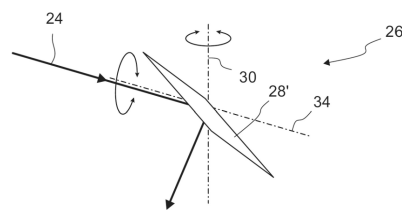
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

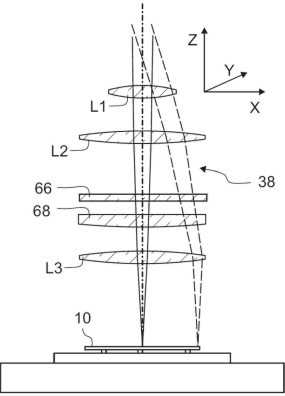


30

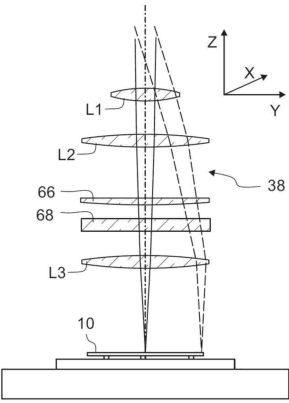
40

50

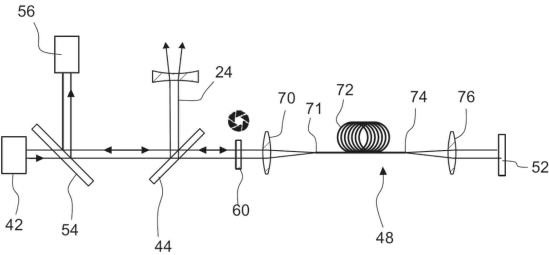
【図 5 a】



【図 5 b】



【図 6】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2023/051736
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01B 9/02091</i> (2022.01)i; <i>G01B 11/06</i> (2006.01)i; <i>G01B 11/30</i> (2006.01)i; <i>G02B 7/182</i> (2021.01)i; <i>G01B 9/02055</i> (2022.01)i; <i>G01B 21/04</i> (2006.01)i; <i>H01L 21/66</i> (2006.01)i; <i>G02B 26/08</i> (2006.01)i; <i>G02B 26/10</i> (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) G01B; G02B; H01L		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2019310463 A1 (BOEHMER CARL [DE] ET AL) 10 October 2019 (2019-10-10) abstract; figure 1 paragraph [0002] - paragraph [0019] paragraph [0038] - paragraph [0039] paragraphs [0052], [0067] - paragraph [0094] paragraph [0120] - paragraph [0122]	1,7-9,14 11-13,15,16 2-6,10
Y A	US 2012232686 A1 (XIN YONGCHUN [US] ET AL) 13 September 2012 (2012-09-13) abstract; figure 2 paragraph [0022] - paragraph [0029] paragraph [0035] - paragraph [0036]	15, 16 1-14
Y	US 2016039045 A1 (WEBSTER PAUL J L [CA]) 11 February 2016 (2016-02-11) abstract; figure 1 paragraph [0115] - paragraph [0117]	11-13
A	EP 1674914 A1 (CANON KK [JP]) 28 June 2006 (2006-06-28) abstract; figures 1A-2B paragraph [0016] - paragraph [0141]	1-16
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 April 2023		Date of mailing of the international search report 28 April 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Stanciu, C Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/EP2023/051736

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020218063 A1 (PETIT FLORIAN [DE] ET AL) 09 July 2020 (2020-07-09) abstract; figures 8-10 paragraph [0093] - paragraph [0097]	1-16

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/051736

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019310463	A1	10 October 2019	CN	110062678	A	26 July 2019
				DE	102016120523	A1	03 May 2018
				EP	3532238	A1	04 September 2019
				EP	3838472	A1	23 June 2021
				EP	4151354	A1	22 March 2023
				ES	2868799	T3	22 October 2021
				HR	P20210827	T1	09 July 2021
				HU	E053928	T2	28 July 2021
				PL	3532238	T3	15 November 2021
				US	2019310463	A1	10 October 2019
				WO	2018078137	A1	03 May 2018
US	2012232686	A1	13 September 2012	CN	103430297	A	04 December 2013
				DE	112012001136	T5	16 January 2014
				US	2012232686	A1	13 September 2012
				WO	2012121938	A2	13 September 2012
US	2016039045	A1	11 February 2016	CA	2905616	A1	18 September 2014
				DK	2972479	T3	30 November 2020
				EP	2972479	A1	20 January 2016
				EP	3769898	A1	27 January 2021
				HU	E053513	T2	28 July 2021
				PL	2972479	T3	19 April 2021
				US	2016039045	A1	11 February 2016
				US	2018178320	A1	28 June 2018
				US	2019299327	A1	03 October 2019
				US	2020246911	A1	06 August 2020
				US	2023036545	A1	02 February 2023
EP	1674914	A1	28 June 2006	WO	2014138939	A1	18 September 2014
				AT	470883	T	15 June 2010
				CN	1794037	A	28 June 2006
				EP	1674914	A1	28 June 2006
				JP	4522253	B2	11 August 2010
				JP	2006178346	A	06 July 2006
				KR	20060073506	A	28 June 2006
				US	2006139718	A1	29 June 2006
US	2020218063	A1	09 July 2020	DE	102017118776	A1	21 February 2019
				EP	3669208	A1	24 June 2020
				US	2020218063	A1	09 July 2020
				WO	2019034210	A1	21 February 2019

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/051736

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G01B9/02091 G01B11/06 G01B11/30 G02B7/182 G01B9/02055	
ADD.	G01B21/04 H01L21/66 G02B26/08 G02B26/10	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01B G02B H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2019/310463 A1 (BOEHMER CARL [DE] ET AL) 10. Oktober 2019 (2019-10-10)	1, 7-9, 14
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1	11-13,
A	Absatz [0002] - Absatz [0019]	15, 16
	Absatz [0038] - Absatz [0039]	2-6, 10
	Absätze [0052], [0067] - Absatz [0094]	
	Absatz [0120] - Absatz [0122]	

Y	US 2012/232686 A1 (XIN YONGCHUN [US] ET AL) 13. September 2012 (2012-09-13)	15, 16
A	Zusammenfassung; Abbildung 2	1-14
	Absatz [0022] - Absatz [0029]	
	Absatz [0035] - Absatz [0036]	

Y	US 2016/039045 A1 (WEBSTER PAUL J L [CA]) 11. Februar 2016 (2016-02-11)	11-13
	Zusammenfassung; Abbildung 1	
	Absatz [0115] - Absatz [0117]	

	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind die Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. April 2023		28/04/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Stanciu, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2023/051736

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 674 914 A1 (CANON KK [JP]) 28. Juni 2006 (2006-06-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1A-2B Absatz [0016] - Absatz [0141] -----	1-16
A	US 2020/218063 A1 (PETIT FLORIAN [DE] ET AL) 9. Juli 2020 (2020-07-09) Zusammenfassung; Abbildungen 8-10 Absatz [0093] - Absatz [0097] -----	1-16

3

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (April 2005)

10

20

30

40

50

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/051736

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019310463 A1	10-10-2019	CN 110062678 A	26-07-2019
		DE 102016120523 A1	03-05-2018
		EP 3532238 A1	04-09-2019
		EP 3838472 A1	23-06-2021
		EP 4151354 A1	22-03-2023
		ES 2868799 T3	22-10-2021
		HR P20210827 T1	09-07-2021
		HU E053928 T2	28-07-2021
		PL 3532238 T3	15-11-2021
		US 2019310463 A1	10-10-2019
		WO 2018078137 A1	03-05-2018
US 2012232686 A1	13-09-2012	CN 103430297 A	04-12-2013
		DE 112012001136 T5	16-01-2014
		US 2012232686 A1	13-09-2012
		WO 2012121938 A2	13-09-2012
US 2016039045 A1	11-02-2016	CA 2905616 A1	18-09-2014
		DK 2972479 T3	30-11-2020
		EP 2972479 A1	20-01-2016
		EP 3769898 A1	27-01-2021
		HU E053513 T2	28-07-2021
		PL 2972479 T3	19-04-2021
		US 2016039045 A1	11-02-2016
		US 2018178320 A1	28-06-2018
		US 2019299327 A1	03-10-2019
		US 2020246911 A1	06-08-2020
		US 2023036545 A1	02-02-2023
		WO 2014138939 A1	18-09-2014
EP 1674914 A1	28-06-2006	AT 470883 T	15-06-2010
		CN 1794037 A	28-06-2006
		EP 1674914 A1	28-06-2006
		JP 4522253 B2	11-08-2010
		JP 2006178346 A	06-07-2006
		KR 20060073506 A	28-06-2006
		US 2006139718 A1	29-06-2006
US 2020218063 A1	09-07-2020	DE 102017118776 A1	21-02-2019
		EP 3669208 A1	24-06-2020
		US 2020218063 A1	09-07-2020
		WO 2019034210 A1	21-02-2019

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,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,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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,ST,
SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ヴァイゲルト コリンナ

ドイツ連邦共和国 6 3 2 2 5 ランゲン フォルストリング 7 3

(72)発明者 ベック トビアス

ドイツ連邦共和国 6 3 1 5 0 ホイゼンシュタム ビュルガーマイスター ケンメラー シュトラ
セ 1 6

F ターム (参考) 2F065 AA06 AA30 AA45 BB03 CC19 FF51 FF61 HH04 JJ01 JJ09
LL02 LL08 LL13 LL67 MM16