

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5134178号

(P5134178)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013. 1. 30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012. 11. 16)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 21/956 (2006. 01)	GO 1 N 21/956 A
HO 1 L 21/66 (2006. 01)	HO 1 L 21/66 J

請求項の数 19 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2002-504467 (P2002-504467)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成13年6月19日 (2001. 6. 19)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2004-501371 (P2004-501371A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成16年1月15日 (2004. 1. 15)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ バウアーズ ア ベニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/019616		
(87) 国際公開番号	W02001/098755	(74) 代理人	100059959
(87) 国際公開日	平成13年12月27日 (2001. 12. 27)		弁理士 中村 稔
審査請求日	平成20年6月17日 (2008. 6. 17)	(74) 代理人	100067013
(31) 優先権主張番号	09/595, 902		弁理士 大塚 文昭
(32) 優先日	平成12年6月20日 (2000. 6. 20)	(74) 代理人	100082005
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 熊倉 禎男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空間フィルタを有する光学的検査方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期的なパターンを持つパターン構造体を含む物品を光学的に検査するための方法であって、

(i) 物品上の領域を入射光で照射し、照射された前記領域からの反射光を発生させる段階と、

(ii) 照射された前記領域の像を取得する段階及び前記像を表すデータを生成する段階とを含み、前記取得する段階は、前記物品から散乱して、前記パターン構造体から正反射した光の伝播の立体角の外側に設けられている立体角範囲から伝播する光を集束することを含み、さらに、

(iii) 前記生成されたデータを解析し、正反射した光が伝播する立体角の外側にある前記立体角範囲内にある、照射された前記領域の前記パターンから散乱された光成分の強度分布を決定する段階と、

(iv) 前記立体角範囲内に伝播する少なくとも一つの立体角部分を決定し、前記少なくとも一つの立体角部分は、前記パターン構造体からの散乱された光成分の伝播方向に対応し、前記パターンから散乱した光の強度が、前記立体角範囲の別の立体角部分における光の強度と比較して、実質的に最小である段階と、

(v) 決定された前記分布に基づいて、複数の異なるマスクを含むマスクアセンブリからマスクを選択する段階とを含み、

各々のマスクは、前記立体角範囲の少なくとも一つの特定の立体角部分で伝播する光成

10

20

分を濾過するか、若しくは、特定のパターン構造に対応することに適合して、さらに (vi) 照射された前記領域から散乱され、前記少なくとも 1 つの立体角部分で伝播している光成分を集束し、且つ集束された前記光成分を検出ユニットに配光するように、前記立体角範囲で集束された光を、前記マスクを利用して濾過する段階と、を含む、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記生成されたデータを解析する段階は、

前記パターンを示す離散配列を取得するために、照射された前記領域のパターン形成構造体のモデルを構成する段階と、

前記最も多い正反射が発生する場所とは異なる方位角及び仰角で前記物品から散乱した光成分を示すシミュレーション結果を取得するように、前記立体角範囲内で、暗視野散乱パターンをシミュレートする段階と、

前記シミュレーション結果に基づいて、周期的パターンから生じる雑音強度を決定する段階と、を含む、

前記立体角範囲の他の部分と比較した場合に、前記雑音強度が最小であるように、集束される前記少なくとも 1 つの立体角部分を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記モデルの構成は、

2 次元パターンの両横方向次元で周期的パターンの要素である基本的セルの寸法を決定する段階と、

前記パターン内の少なくとも一つの基本的セルを備えるセル構造体を決定する段階と、

各々の基本的セルに対する点散乱を仮定する段階と、

を含むことを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記取得像は、明視野検出モードで取得されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記取得像は、暗視野検出モードで取得されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

製造ライン上を進行する前記物品は、類似の物品の流れであり、前記段階 (ii) 及び (iii) は、前記流れ内で最初の物品に対してのみ実施されることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

パターン形成構造体を検査するための方法であって、

前記パターン構造体から正反射された光が伝播する立体角の外側に設けられている、物品から散乱される光が伝播する立体角範囲を提供する段階と、

前記立体角範囲内で伝播する光の複数の立体角部分を表すデータを包含するデータベースを提供する段階とを含む、

前記複数の立体角部分は、検査される前記パターン形成構造体を含む複数のパターン形成構造体に対応し、前記立体角部分の各々が、対応するパターン形成構造体から散乱される光成分の伝播方向に対応しており、前記パターンから散乱した光の強度は、前記立体角範囲の他の立体角部分における前記パターンから散乱した光の強度と比較して実質的に最小であり、

前記方法は更に、

検査される前記パターン形成構造体を表すデータを、前記データベースから選択する段階と、を含む、

前記データは、前記立体角範囲で集束された光全体から、対応する立体角部分で伝播する光成分を濾過して、前記光成分の検出を可能にすることに関する、前記対応する立体角

10

20

30

40

50

部分を示すことを特徴とする方法。

【請求項 8】

パターンが形成されたパターン構造体を含む物品を検査するための光学的検査装置であって、

入射光を用いて物品上の領域を照射し、照射された前記領域から反射する光を生成する照射システムと、

前記パターン構造体から正反射した光の伝播の立体角の外側に設けられている、前記物品から散乱した光が伝播する立体角範囲を決定するように構成されて、操作可能な制御ユニットと、

正反射された光成分が伝播する立体角の外側に設けられた前記立体角範囲内で、照射された前記領域から散乱された光成分を集束する光集束システムと、

前記立体角範囲の予め定められた立体角部分で伝播する光成分を、各々が濾過する光成分の光路中で動作可能な複数の異なるマスクを含むマスクアセンブリと、

前記散乱され且つ集束された光の濾過された部分を受光し、且つ該濾過部分を表すデータを生成するための検出ユニットを含む検出システムと、

を備え、

前記制御ユニットは、前記集束された光成分を分析し、前記立体角範囲内の照射された前記領域のパターンから散乱した光成分の強度分布を決定し、

前記パターンから散乱した光の前記強度が、前記立体角範囲内の別の立体角部分と比較して、実質的に最小であり、前記パターン構造体から散乱した光成分の伝播方向に対応する、前記立体角内を伝播する光の少なくとも一つの立体角部分を決定し、

前記制御ユニットは、決定された前記分布に基づいて前記マスクアセンブリからマスクを選択し、選択された前記マスクを動作させて、前記立体角範囲の前記少なくとも一つの立体角部分以外の立体角部分で伝播する光成分を濾過することを特徴とする光学的検査装置。

【請求項 9】

照射された前記領域の像を取得し、照射された前記領域において前記パターンから散乱した光の伝播の前記少なくとも一つの立体角部分を決定する前記制御ユニットによって解析されるように前記像を表すデータを生成する、光集束／検出システムを供えることを特徴とする、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記取得像は、明視野検出モードで取得されることを特徴とする、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記取得像は、暗視野検出モードで取得されることを特徴とする、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 12】

周期的なパターンを持つパターン構造体を含む物品を検査するための光学的検査装置であって、

(a) 入射光で物品上の領域を照射する、照射された前記領域から反射する光を生成するための照射システムと、

(b) 前記パターン構造体から正反射した光の伝播の立体角の外側に設けられている、前記物品から散乱した光が伝播する立体角範囲を決定するように構成される操作可能な制御ユニットと、

(c) 照射された前記領域から戻る光成分を集束する第 1 の光集束装置と、正反射光成分が伝播する立体角外に設けられた前記立体角範囲内で、照射された前記領域から散乱された光成分を集束する第 2 の光集束装置と、を含む光集束システムと、

(d) 前記立体角範囲内の少なくとも一つの立体角部分で伝播する光成分を各々が濾過する、集束された光成分の光路中で選択的に動作可能な複数の異なるマスクを含むマスクアセンブリと、

10

20

30

40

50

(e) 前記第 1 の光集束装置によって集束された前記光成分を検出し、該成分を表すデータを生成する第 1 検出ユニットと、照射された前記領域から散乱され、且つ集束された光成分の濾過された部分を検出し、該部分を表すデータを生成する第 2 検出ユニットと、を含む検出システムと、を備え、

前記制御ユニットは、前記第 1 検出ユニットによって生成された前記データを分析し、前記立体角範囲内にある照射された前記領域の前記パターンから散乱された光成分の背景強度分布を決定して、前記立体角範囲内で伝播する光の前記少なくとも一つの立体角部分を決定し、前記パターンから散乱された光の前記背景強度は、前記立体角範囲内の別の立体角部分の強度と比較して実質的に最小であり、前記少なくとも一つの立体角部分は、前記パターンから散乱された光成分の伝播方向に対応し、

10

前記制御ユニットは、決定された前記背景強度分布に基づいて前記マスクアセンブリから前記マスクを選択し、選択された前記マスクを動作させて、前記照射された領域から散乱され、かつ集束された光成分全体から、前記立体角範囲内の前記少なくとも一つの立体角部分で伝播する光成分を濾過し、前記第 2 検出ユニットに伝播するようにする一方で、前記立体角範囲内の別の立体角部分から伝播する光成分を遮断することを特徴とする光学的検査装置。

【請求項 13】

前記複数の異なったマスクは、透明領域と不透明領域とによって形成された連続的なパターンを呈示し、円盤様のプレートの円周領域に沿って延伸していることを特徴とする請求項 12 に記載の装置。

20

【請求項 14】

前記異なったマスクは、円盤様プレートの円周に沿って間隔を介した関係で配列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 15】

前記制御ユニットは、前記第 1 検出ユニットによって生成され、照射された前記領域中の前記パターンの像を示す前記データを受光し、照射された前記領域のパターン構造体モデルを、前記パターンを示す離散配列の形で構成し、前記立体角範囲内で暗視野散乱パターンをシミュレートする処理用ユーティリティを含むことを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

30

【請求項 16】

照射された前記領域から散乱された光を検出するための、少なくとも 1 つの付加的な検出ユニットを同様に含み、少なくとも 2 つの該検出ユニットは、異なる方位角度で集束光部分を検出することを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 17】

照射された前記領域から戻った前記光の集束及び検出は、明視野検出モードを利用することを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 18】

照射された前記領域から戻った前記光の集束及び検出は、暗視野検出モードを利用することを特徴とする、請求項 12 に記載の装置。

40

【請求項 19】

パターン形成構造体を光学的に検査するための、システムで使用される制御ユニットであって、前記制御ユニットは、

検査される前記構造体から反射した光成分を示すデータを受け取り、前記構造体から正反射される光の伝播の立体角の外側に設けられる、受け取った前記光成分から散乱した光が伝播する立体角範囲を示すデータを生成する処理用ユーティリティと、

検査する前記パターン形成構造体を含む複数のパターン形成構造体に対応する複数のデータ・レコードを包含するデータベースを格納するメモリとを含み、

各データ・レコードは、前記対応するパターン構造体から散乱された光成分の伝播方向に対応する、前記立体角範囲内の少なくとも一つの立体角部分を示すデータを含み、前記

50

パターンから散乱された光の強度が、立体角範囲内にあるその他の立体角部分における前記パターン構造体から散乱した光の強度と比較して実質的に最小であるように構成されたことを特徴とする、制御ユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、光学的検査技術の分野に関し、集束角度設計を利用して、集積回路、プリント回路基板、フォトリソグラフィ用マスク、及び液晶表示器等のパターンが形成された物品を検査するための方法及び装置に関する。

【0002】

10

(背景技術)

半導体ウエハー等のパターンが形成された物品の一般的な構造は、両方の横方向次元に多数の反復された基本セル要素を含み、ほぼ完全な周期的二次元パターンを生成している。適時にウエハー表面上の異常を検査することは極めて重要な要因であり、結果的に製品歩留まりの向上につながるので、半導体ウエハーは、パターン形成処理の前後で検査される。

【0003】

ウエハーのパターン形成前の検査は、光は、パターンが形成されていないウエハーのほぼ平坦で滑らかな表面上に存在する異常性によって主として散乱するという事実に基づいている。従って、散乱光の任意の検出は、欠陥を示すことができる。欠陥(例えば、異物の存在)の検出を目的として、パターンが形成されたウエハーに光学的検査を適用する場合、散乱光は、パターンによって引き起こされる場合がある。従って、散乱光の検出は、必ずしも欠陥を示すものではない。従来の欠陥検出技術は、所謂「ダイとデータベース間」及び「ダイとダイ間」の技術であり、それによれば、個々のダイから散乱された光は、それぞれ、「欠陥がない」ダイから散乱された光を示す、予め準備されたデータベース、及びこの個々のダイの「隣接ダイ」と比較される。各信号間の偏差は、物品表面上に存在する異常から散乱された光を示す。概して言えば、個々のダイから散乱された光成分において検出される偏差は、「欠陥がない」ダイ又は「隣接する」ダイと比較して、このダイ内に何らかの特徴点が欠如しているか又は付加していることを示し、結果的に欠陥であるとみなされる。

20

30

【0004】

一般に、光学的検査装置は、照射システム、及び明視野モード又は暗視野モードのいずれかを使用する光集束/検出システム等の主要構成部品で構成される。明視野モードは、検査中のウエハーからの正反射における、ウエハー上に散らばる欠陥によって引き起こされる変動性に基づく。暗視野検出モードは、正反射に適応しない欠陥からの散乱を使用する。

【0005】

集束手法の一般的な目標は、検出信号のS/N比をできるだけ高くすることである。欠陥を検出するために種々の形態の暗視野検出手法が有効であることが分かっている。米国特許第4,898,471号及び米国特許第5,604,585号に開示されている、有意な信号比較を容易にするためのこの種の1つの公知技術によれば、光集束システムは、正反射が生じる場所以外の方位角及び仰角にあり、1つの一定の集束角度で光を集束する。しかしながら、パターンが形成された物品(例えば、ウエハー)から散乱された光は、パターンからこの集束角度に向けて散乱された光成分を常に包含し、従って、これらの光成分の検出は、検出された信号中の、増大した「雑音」によって表される。

40

【0006】

(発明の開示)

本発明は、検出された信号のS/N比を著しく増大することが可能な新規の方法及び装置を提供することによって、パターンが形成された物品の、自動光学的検査の改善を目的とするものである。

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、可変角度設計の光集束システムを利用する技術を活用する。この技術は、本出願の譲受人に対して譲渡された同時係属中の出願に開示されている。この技術によれば、検査下の物品（例えば、ウエハー）は、領域から領域まで走査され、各走査領域から散乱された光は、各走査領域に対して一定である、特定の最大集束角度で集束され、そして、フィルタを通して検出手段へ配光される。該フィルタは、全ての集束光から、全集束角度の1つの立体角セグメントで伝播する光の部分のみを摘出するように選択され、該セグメントでは、最大集束角度の他の立体角セグメントに比較して、パターンから散乱された光の強度が最小である。このことは、検出された信号のS/N比を増大させることができる。検出手段は、暗視野結像モードで動作する、即ち、物品から散乱された光成分を、殆どの正反射が発生する場所とは異なった方位角と仰角で集束する、少なくとも1つの検出ユニットを含む。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の主な意図は、可変角度の解決法を選択することから構成される。これは、明視野像或いは高解像度暗視野像を取得する段階と、集束角視野内でパターンからの反射光が伝播する立体角セグメントを決定するために、取得された像を解析する段階とによって実行される。これは、物品上のパターンに関連付けられ、「雑音」を構成する散乱信号の部分が、検出器に到達するのを防止するために、暗視野散乱信号に対して適用される個別化された光集束（CLC）を可能にし、それによってパターンの特徴以外の、照射領域中の任意の特徴と関連付けられている散乱信号の部分のみの検出を可能にする。換言すれば、物品から散乱され、暗視野検出器に向かって伝播している光の光路中に、適切なマスクが置かれて、マスクが、パターンから散乱された光が伝播する立体角セグメントを遮断する。このことは、検出された信号のS/N比の著しい増大をもたらす。

20

【 0 0 0 9 】

従って、本発明の一形態によれば、パターン形成物品を光学的に検査するための方法が提供され、その方法は、

- (i) 物品上の領域を入射光で照射し、該照射領域からの反射光を発生させる段階と、
- (ii) 前記照射領域の像を取得し、該像を表すデータを生成する段階と、
- (iii) 前記生成されたデータを解析し、正反射光が伝播する立体角外の特定の集束角視野内にある、前記照射領域の前記パターンから散乱された光成分の強度分布を決定する段階と、
- (iv) 前記決定された分布に基づいて、前記照射領域から散乱され、前記特定の集束角視野の少なくとも1つの予め定められた立体角セグメントで伝播している光成分を集束し、且つ前記集束光成分を検出ユニットに配光するように、前記特定の集束角視野で集束光を濾過する段階と、を含む。

30

【 0 0 1 0 】

ここで使用される用語「集束角視野」とは、検出ユニットの光学的配置によって定められる、物品から散乱された光を集束する最大の立体角を意味する。

【 0 0 1 1 】

上述の段階(ii)では、照射された領域の像を取得するための、検出された光は、照射領域から正反射された光（つまり、明視野検出モード）、或いは、正反射された光が伝播する立体角外の立体角で伝播する散乱光（つまり、暗視野検出モード）であることができる。照射領域中のパターンの取得像を示すデータを取得するため、十分に高い解像度が提供されなければならない。このため、光集束光学装置は、高開口数対物レンズを使用する。

40

【 0 0 1 2 】

生成されたデータの解析は、パターン構造体の所謂「モデル化を行う段階」と、散乱パターンを示す、離散二次元（或いは三次元）配列を取得する段階とから構成される。このデータは、集束角視野内で暗視野散乱パターンをシミュレートするために使用される。このシミュレーション結果は、周期的パターンから生じる「雑音」強度を、シミュレーション

50

/ 結像プロット中の強度ローブとして決定できるように、また、この「雑音」光成分の立体角セグメント以外の集束角視野の立体角セグメントで伝播する光成分を集束できるようにする。このことは、適切なマスク（フィルタ）を全ての集束光の光路内で適切な位置に置くことによって実行される（所謂「フーリエ濾過」）。

【0013】

各特定パターン構造体は、この周期的パターンから散乱された「雑音」光成分が伝播する立体角セグメントによって特徴付けられるものである。従って、ライブラリ（データベース）は、前もって複数のデータ・レコードを包含するように設計されることができ、各々は、複数の異なったパターン構造体に対して、特定の周期的パターンから散乱された光が伝播する立体角セグメントを示す。これらの異なったパターン構造体は、特定物品（例えば、ウェハー）のための異なった製造段階で製造されたものとして行うことができ、或いは、複数の異なった物品タイプと関連付けることができる。このライブラリは、実際、前記少なくとも1つの特定の集束角視野の、予め定められた立体角セグメントで、照射領域から散乱された光成分を集束するために使用される参照データを示す。

10

【0014】

従って、本発明の別の形態によれば、検査される物品から散乱された光の集束の特定の最大立体角を使用して、パターン形成構造体を検査するための方法が提供されており、前記集束の特定の最大立体角は、前記パターン形成構造体から正反射された光が伝播する立体角の外に設けられている。この方法は、

前記複数の立体角セグメントは、検査される前記パターン形成構造体を含む複数のパターン形成構造体に対応し、前記立体角セグメントの各々が、対応するパターン形成構造体から分散される光成分の伝播方向に対応しており、該構造体では、前記パターンから分散した光の寄与が集束の立体角の他の立体角セグメントと比較して実質的に最小であり、

20

前記方法は更に、

検査される前記パターン形成構造体を表すデータを、前記データベースから選択する段階と、を含み、

前記データは、前記特定の最大集束角度で集束された光全体から、対応する立体角セグメントで伝播する光成分を濾過するため、及び前記光成分の検出を可能にするために使用されることになっているよう構成されている。

【0015】

データベースを提供するには、複数の構造体中の、各パターンが形成された構造体から散乱された光を（明視野或いは高解像度暗視野検出モードで）検出することを利用し、それを示すデータを解析する。解析の手順は、離散散乱の二次元或いは三次元配列でパターン像をモデル化する段階と、集束の最大立体角内でこのモデル化されたパターンから散乱された光の強度分布を決定する段階とを含む。

30

【0016】

本発明の更に別の形態によれば、パターンが形成された物品を検査するための光学的検査装置が提供されており、この装置は、

物品上の領域を照射するための照射システムと、

正反射された光成分が伝播する立体角の外に設けられた特定の集束角視野で、前記照射領域から散乱された光成分を集束する光集束システムと、

40

前記特定の集束角視野の予め定められた立体角セグメントで伝播する光成分から分離するために、集束され且つ散乱された光成分の光路中で動作可能なフィルタと、

前記集束され且つ散乱された光の濾過された部分を受光し、且つ該濾過部分を表すデータを生成するための検出ユニットを含む検出システムと、

前記照射領域中の前記パターンから散乱された光が伝播する少なくとも1つの立体角セグメントを示す予め定められたデータに基づいて、前記集束された散乱光の光路中で前記フィルタを動作させる制御ユニットと、

を含む。

【0017】

50

この予め定められたデータは、同じ光学的検査装置、又は、明視野或いは高解像度暗視野検出モードを利用する別の検査装置のいずれかによって、事前に取得することができる。

【0018】

このフィルタは、複数の異なったマスクを含むマスク組立体の形であり、それぞれは最大集束角視野の少なくとも1つの特定立体角セグメントで伝播する光成分を濾過するためのものであり、或いは、特定パターン構造体に対応するのが好ましい。そのようなマスク組立体は、選択したマスクの一つを、集束光の光路中に配置するよう、選択的に動作させることができる。マスクは、LCD、機械的、等のタイプのものとすることができる。このフィルタは、物品平面のフーリエ平面（共役平面）中に配置されるのが好ましい。

【0019】

本発明はまた、更に別のその形態によれば、パターンが形成された物品を検査するための光学的検査装置を提供し、該装置は、

（a）物品上の領域を照射するための照射システムと、

（b）前記照射領域から戻る光成分を集束する第1の光集束装置と、正反射光成分が伝播する立体角外に設けられた特定の集束角視野で、前記照射領域から散乱された光成分を集束する第2の光集束装置と、を含む光集束システムと、

（c）前記特定の集束角視野の予め定められた立体角セグメントで伝播する光成分から分離するための、集束され且つ散乱された光成分の光路中で選択的に動作可能なフィルタと、

（d）前記第1の光集束装置によって集束された前記光成分を検出し、該成分を表すデータを生成する第1検出ユニットと、前記集束され且つ散乱された光の濾過された部分を検出し、該部分を表すデータを生成する第2検出ユニットと、を含む検出システムと、

（e）前記データを解析し、それに応じて前記フィルタを動作させるための、前記第1検出ユニットによって生成された前記データに回答する制御ユニットと、を含む

【0020】

本発明の、更に別の形態によれば、検査される前記構造体から散乱された光を集束するための特定の最大立体角を使用して、パターンが形成された構造体を光学的に検査するための、システム内で使用される制御ユニットが提供され、前記集束のための特定の最大立体角は、前記構造体から正反射された光が伝播する立体角外に設けられ、該制御ユニットは、検査するパターンが形成された構造体を含む複数のパターンが形成された構造体に対応する複数のデータ・レコードを包含するデータベースを格納するメモリを含み、各データ・レコードは、対応するパターンが形成された構造体から散乱された光成分の伝播方向に対応する、前記集束の特定の最大立体角の少なくとも1つの立体角セグメントを示すデータを含み、前記対応するパターン形成構造体では、パターンから散乱された光の寄与が、集束のための最大立体角にあるその他の立体角セグメントに比較してほぼ最小である。

【0021】

本発明を理解し、また、実際に実施され得る態様を見るために、添付の図面を参照して、限定ではない例示のみの目的で、好ましい実施の形態が以下説明される。

より詳細には、本発明は、半導体ウエハー（パターンが形成された物、又は、同様の物に対してなされた製造工程の1つによって生成された構造体を考慮したパターン構造体）を検査する目的で使用され、従って、この用途に関して以下に説明される。

【0022】

（発明を実施するための最良の形態）

図1を参照すると、検査を受けるウエハーWに関わる、本発明による光学的検査装置1の1つの実施可能な例が示されている。この装置1は、照射システム2と光集束/検出システムとを含む。後者は、明視野結像モードで動作する検出ユニット4と関連付けられた第1光集束光学装置と、それぞれが暗視野結像モードで動作する複数の検出ユニット6と関連付けられた第2光集束光学装置（ここでは図示されず）とから構成される。本実施例において、4つのそのような検出ユニット6が備えられ、各々は、対応する光集束光学装置と関連付けられている。検出ユニット4及び6の出力回路（図示されず）は、制御ユニッ

10

20

30

40

50

ト 7 に結合されている。この制御ユニット 7 は、典型的には、コンピュータ・システムであり、適切にハードウェアを装備し、且つ適切なソフトウェアによって動作して、以下更に詳細に説明するように、検出ユニットから生じるデータを首尾よく解析する。

【 0 0 2 3 】

照射システム 2 は、概して図 1 中の 1 0 で光ビームを放射する、例えばレーザである光源 8 と、光検出光学装置 1 2 とを備える。レーザが光源として使用される場合、光学装置 1 2 は、ビーム 1 0 の光路中に装着された適切な走査手段 1 4 (例えば音響光学要素)と、集束光学装置 1 5 (即ち、対物レンズ)とを有する。レーザ照射を使用して動作する場合、高解像度の取得像を提供するために高開口数対物レンズが使用される。走査手段 1 4 は、ビーム 1 0 が走査方向(つまり、X 軸に沿って)に移動できるようにし、一方ウエハー W は、Y 軸に沿って移動するための、並進運動を行う台上に支持されている。この走査手段 1 4 と焦点化光学装置 1 5 とは、共に動作して、ビーム 1 0 をウエハー表面上の走査線 S (照射領域を構成する)上に集束する。回転ミラーのような、任意の他の適切な走査手段が使用できることは、明らかであろう。どのような走査手段を準備するかは、任意選択的であり、また、「非走査型の」ビームであっても同一の目的、即ち、ウエハー表面上の線を照射するために使用可能である。光の伝播は、装置 1 の主要構成部品の例証を単に簡単にする目的で、ここでは概略的に示されている。

10

【 0 0 2 4 】

図 1 の実施例において、照射システム 2 は、ウエハー W 上へ垂直入射するビーム 1 0 を提供する。その結果、光配向光学装置 1 2 は、入射光成分と反射光成分とを分離するビーム・スプリッタ 1 6 を含む。しかしながら、入射ビームは、特定の入射角度でウエハー表面上に配向されることができるとに留意されたい。また概して、明視野に基づくシステムは、暗視野結像用に使用されるのと同じ照射路、或いは、独自の照射路のいずれをも利用できる点に留意されたい。

20

【 0 0 2 5 】

上で示されたように、該実施例において、検出ユニット 4 は、明視野結像モードで動作し、即ち、走査線 S から正反射された光成分 1 0 a を集束し、ここで、この正反射された光は、特定の立体角内で伝播する。この検出ユニット 4 は、集束された正反射光を受光し、走査線 S の像を示すデータを生成することができる、例えば P M T、C C D、或いはピン・ダイオードなどの適切な検出器を備える。

30

【 0 0 2 6 】

それぞれの検出ユニット 6 は、暗視野結像モードで動作し、即ち、ウエハーの表面から、殆どの正反射が生じる方位角及び仰角とは異なる方位角及び仰角に向けて散乱された光成分 1 0 b を集束する。

【 0 0 2 7 】

概して言えば、この検出ユニット 6 の光集束光学装置は、更に以下に説明されるように、集束のための特定の最大立体角(集束角視野を構成する)で光を集束する。検出ユニット 4 は、パターン構造体の像を取得するために使用され、これにより、この像を解析し、且つ集束角視野にある少なくとも 1 つの立体角セグメントを決定して、検出ユニット 6 と共に使用されることができる。この少なくとも 1 つの立体角セグメントとは、パターンからの反射光の寄与が、集束角視野にある他の立体角セグメントの光の寄与と比較して、最小であることである。

40

【 0 0 2 8 】

従って、図 1 の実施例では、検出ユニット 4 は、上述の像の取得及び解析を可能にするために明視野検出モードで動作するが、同様に高解像度の暗視野検出を使用することもできる。高解像度暗視野検出は、結像及び検査の両方に使用することができる。

【 0 0 2 9 】

本発明は、通常は光学的検査装置中に取り付けられた自動焦点システムの検出器を、パターンを結像させるための明視野検出器として利用することができる。これは、全体を 1 0 0 で示した光学的検査装置を示す図 2 に示され、該装置は、照射システム 1 0 2 と、明視

50

野検出モードで動作する自動焦点システム 103 と、4つの暗視野ベースの検出ユニット 6 とを含む。検出器 6 と、自動焦点化システム 103 の検出器（図示せず）とは、制御ユニット 7 に接続されている。このシステムの検出器は、物品上の照射領域の結像を可能にし、該像は、制御ユニットによって解析されて、検出ユニット 6 と共に光の検出に使用される、最大集束角視野の集束角度を決定する。

【0030】

図 1 及び図 2 の両実施例において、該 4 つの検出ユニット 6 は、類似の構成を有しており、従って、その内の 1 つだけの主要構成要素を、図 3 を参照して説明する。検出ユニット 6 は、光集束システム 18 と、その構造及び動作自体が公知の、例えば P M T のような、任意の適切な種類のものとすることができる検出器 20 とを含む。

10

【0031】

例示として好ましい実施形態において、光集束システム 18 は、集束光学装置 22（第 2 光集束光学装置を構成する）と、干渉性（結像用）繊維束 26（像伝達手段を構成する）と、その後に光学システム 30 が続くマスク組立体 28（フィルタを構成する）とを含む。必要な要素ではないが、好ましい実施形態は、該光学装置 22 の光路中に挿入された偏光板 24 を含む。干渉性繊維の動作原理は、それ自体公知であり、従って、以下の留意点を除いて、特に説明する必要はない。干渉性繊維束は、像の伝達に使用される。干渉性繊維束中にある個々の繊維の相対位置は維持されており、この事実に基づいて、該繊維束は、入力信号と出力信号との間に所望の線形相関をもたらす。

【0032】

20

従って、入射光 10 は、走査線 S 上に入射する。図 1 に示されるように、正反射光成分 10a は、光学装置 3a によって集束され、検出ユニット 4 によって受光される。図 3 では、走査線 S 内でウエハー表面上に時折発生する可能性のある異常とパターンとによって散乱された光成分 10b は、光学装置 22 に向かって伝播する。走査線 S から散乱され、特定の最大立体角（集束角視野）で伝播する光成分 10b は、光学装置 22 によって集束され、偏光板 24 中へ配光される。該偏光板 24 は、集束光学装置 22 から続く光の光路の内外いずれかに配置されるように、移動させるための適切な駆動装置（図示せず）によって動作する。更に、この偏光板 24 は、光路中に取り付けられている場合、好ましい伝達（好ましい偏光）平面の方向を変更するように回転可能である。偏光板 24 が変位すると、そこを通過する光に影響を与える。パターンは、所謂「偏向雑音」を示す高い偏光度を有する可能性があるので、偏光板の変位は、検出器に向かって伝播する光成分の S N 比に影響を与える。更に、その検査に先立ち、特定種類の物品に対して学習モードを適用できる。これにより、パターンからの反射光成分中に、特定の偏光痕跡を求めることが可能であり、従って、偏光板 24 の向きを変えることによって、存在する場合に偏差（欠陥）の検出が可能となる。

30

【0033】

光集束光学装置 22 は、走査線 S の角度像を形成するように設計されており、その像は、次に繊維束 26 を通って検出器 20 に向かって伝達される。図 4 に示されるように、光集束光学装置 22 は、第 1 及び第 2 レンズ組立体 32 及び 34 と、レンズ組立体 34 の前方焦点平面 P 中に配置されたスリット 36 とを含む。レンズ組立体 32 及び 34 を通って光が伝播することにより、光軸 O A が定められる。レンズ組立体 32 は、走査線 S から散乱され、特定の立体角で伝播する光成分を集束するように位置付けられる。レンズ組立体 32 の第 1 ガラス表面 32a の寸法は、光学装置 22 の集束の立体角値を規定し、その値は、検出ユニット 6 全体の最大集束角度（所謂「集束角視野」）である。レンズ組立体 32 は、像平面 I P 中に走査線 S の実像 S' を形成するように設計されている。該像平面 I P は、レンズ装置 34 の前方焦点平面 P に実質的に一致する。スリット 36 は、実像 S' の形状寸法と同様の形状寸法にされ、結像予定位置に取り付けられる。レンズ組立体 34 に関しては、走査線 S の実像 S' からその角度像 S'' を形成する。角度像 S'' の各々の点は、走査線 S の任意の点から生じて、最大集束角度のセグメントで伝播する光成分によって形成される。そのような最大集束角度のセグメントの各々は、繊維束 26 の入力表面 26

40

50

a 上の対応する点（繊維）上に投影され、この繊維束によって、繊維束の出力表面上の対応する点から続く同一の角度へ伝達される。

【 0 0 3 4 】

スリット 3 6 の提供は、以下に基づく。照射ユニットは、その中で生じる反射により、余分な好ましくない走査線の像（所謂「ゴースト」）をウエハー表面上に生成する。この好ましくない像はまた、光集束光学装置に向かって伝播する反射光を発生させる。そのように設計され、また、位置付けられたスリット 3 6 は、走査線 S の実像 S' を表す集束光がレンズ組立体 3 4 へ通過することを可能にし、また、像 S' に結びついたもの以外のどのような光の通過も遮断できる。

【 0 0 3 5 】

繊維束 2 6 の前方端（光の伝播に対する）によって定められた表面 2 6 a は、集束光学装置 2 2 全体の焦点平面 F P に置かれ、その結果、システムの入射瞳に対して最も望ましい場所を定める。集束光学装置 2 2 のそのような設計、及び繊維束 2 6 に対する位置は、光集束システム 1 8 の解像度を著しく増大可能にし、また、繊維束の動作を最適にすることができる。繊維束 2 6 の直径は、全ての集束光ビーム（即ち、最大集束角度の全ての立体角セグメント）が繊維束 2 6 中に入ることができるように、最大集束角度の円錐によって定められる直径を若干超えることが好ましいであろう。

【 0 0 3 6 】

従って、光集束光学装置 2 2 は、走査線 S の角度像 S'' を形成し、この像を表す集束光を繊維束 2 6 中へ配光する。像 S'' の各点は、走査線 S 上の任意の点から散乱された、（集束角視野内で）集束光成分の伝播の特定の角度を表す。それぞれの角度の光成分は、繊維束 2 6 の入力表面 2 6 a 上の対応する点（繊維）へ投影され、この繊維束によって、繊維束の出力表面上の対応する点から続く同一の角度へ伝達される。この技術は、走査線 S に沿った全ての点についての、及び全ての検出ユニット 6 についての、同じ角度の視野を保証し、従って、全ての検出ユニット 6 によって発生したデータを比較した場合に検出することができる、偏差を示す信号中の S/N 比を増大させる。

【 0 0 3 7 】

図 5 A を参照すると、マスク組立体 2 8 は、共通の円盤様不透明プレート 4 0 内に形成された、複数の異なる設計のマスクから構成される。これは、例えば、孔のある金属円盤、或いはクロームのマスクを有するガラスであってもよい。該円盤 4 0 は、伝播光の光路中に、1 つの望ましいマスクを選択的に配置できるように、繊維束の長軸に対して直角の平面で回転させるためのモータによって作動するが、モータはここでは具体的に示されていない。

【 0 0 3 8 】

図 5 A の実施の形態において、複数の異なるマスクは、透明領域と不透明領域とによって形成された連続パターン状に配列され、円盤 4 0 の円周領域に沿って延びている。パターンの各部分は、局部的に隣接する、伝達領域と不透明領域との異なる組み合わせによって形成され、パターンの異なる部分によって形成された複数の種々のマスクから 1 つのマスクを表す。1 つの伝達 / 不透明領域は、その左側隣接領域に結合されると同時に、また、その右側隣接領域に結合されると同時に、2 つの別々のパターン部分をそれぞれ形成することができる。軸の周りにこの円盤を回転させることによって、異なったパターン部分（マスク）は、円盤上に入射する集束光の光路内に配置される。

【 0 0 3 9 】

図 5 B は、図 5 A のマスク組立体 2 8 と比較して若干異なる設計を有するマスク組立体 1 2 8 を示す。ここで、マスク組立体は、幾つかの異なって設計されたマスク、それぞれ 1 2 8 a - 1 2 8 g で示される本実施例では 7 つのマスクで構成され、それらは、共通の円盤様不透明プレート 4 0 内に形成されている。このマスク組立体 1 2 8 の動作位置において、マスク 1 2 8 a - 1 2 8 g の 1 つが、繊維束 2 6 から続く光の光路内に取り付けられている。マスク 1 2 8 a 及び 1 2 8 e の各々は、レンズ装置 3 2 の第 1 ガラス表面 3 2 a によって定められた最大集束角度よりも小さな、特定の集束立体角を定める開口を表す。

10

20

30

40

50

繊維束 26 から続く光の光路内に、マスク 128a 及び 128e の内のいずれか 1 つを配置することによって、最大集束角度の 1 つの特定の立体角セグメントを抽出することができる。マスク 128b、128c、128d、128f 及び 128g は、異なるパターンを有し、夫々が、マスク上に入射する光を個々に伝達し、且つ遮断する領域 R_t 及び R_b から形成されている。これらマスクの各々は、その動作位置内にある（即ち、繊維束から続く光の光路内に配置されている）場合、1 つまたはそれ以上の立体角セグメントを遮断及び抽出することができる。

【0040】

概して言えば、各マスクは、最大集束角度（集束角視野）の少なくとも 1 つの立体角セグメントに対応する集束光に対して、少なくとも 1 つの伝達領域を定める。マスク組立体 28（或いは 128）の動作位置において、マスクの 1 つは、繊維束 26 から続く光の光路内、即ちウエハー平面の共役平面（又はフーリエ平面）内に取り付けられており、対応する立体角セグメントにおける光成分の検出器 20 への伝播を可能にする。

【0041】

複数の異なったマスクを含むマスク組立体を提供することによって、検出ユニット 6 全体の集束角度を選択的に変更可能となり、その結果、個別化された光集束をもたらすことができる。重要なことは、そのようなマスク組立体は、 A_1 及び A_2 として示される、仰角及び方位角散乱角に類似した、2 つの互いに垂直な軸に沿って、同時に立体角の変動をもたらすことである点に留意されたい。

【0042】

本発明の目的として、パターンから散乱された光成分は、検出された信号から濾過されるべき「雑音」を示しており、一方、異常から散乱された光成分は、検出されるべき「欠陥」を示している。どちらの立体角セグメントが検出器 20 に向かって伝播する光から濾過されなければならないか、或いは、どちらの立体角セグメントが個別化された光集束として選択されなければならないかを決定するためには、ウエハーパターンについての認識が必要である。このパターンは、検出ユニット 4（図 1）、自動焦点システム 103（図 2）の検出ユニット、又は高解像度暗視野検出器を使用して取得された、走査線の明視野内に見ることができる。

【0043】

従って、この像を示すデータは、適切に生成されて、制御ユニット 7 へ伝達され、そこで、このデータは解析されて「モデル化され」、シミュレートされたパターン像が構成される。これは、図 6A と 6B とに示される。図 6A は、基本的セル要素 CE のほぼ完全に周期的な二次元パターンの形で、照射領域の実像 I_{pat} を示す。パターン構造体をモデル化することは、繰り返されたセル中の全ての要素 CE を、点散乱対象物によって置換することを含む。図 6B は、離散（点）散乱 DS で形成された構造体 I_{pat} のモデル SM を示す。

【0044】

像をモデル化する段階は、以下の段階を含む。

（1）基本的セルの寸法を認識する段階、それ自身に対して像 I_{pat} のマトリクスの相関関係を構成する段階、両横寸法中の相関移動に対して第 1 の極大値を決定する段階、これは零移動を意味せず、この第 1 の極大値は、セルの基本的な寸法に相当する。

（2）セル構造体を認識する段階、その間、基本的なセル構造体は、FCC、BCC などのようなセル構造体の既知のリストから選択でき、像は、段階（1）で決定されたこの構造体とその寸法とを使用して構成され、また、その結果は、オリジナルの像と関連付けられる。高度の相関値を与える構造体は、所望のセル構造体である。

（3）各基本的要素 CE 対する点散乱を仮定する段階。

【0045】

像をモデル化する段階の結果は、二次元の離散散乱関数 S_{ij} であり、これは、比例的な散乱強度を伴う、ウエハー表面からの散乱パターンを表す。

【0046】

既知構造体中にある、2つの反復する離散散乱間の、X軸及びY軸に沿った距離（所謂「ピッチ」）を示すデータは、制御ユニットのメモリ内に事前に入力され、記憶されている。これは、既知構造体の4例、即ち、それぞれFCC、BCC、対角及び線構造体、を示している図7A - 図7E中に示されている。ここで、 Δ_x 及び Δ_y は、X軸及びY軸に沿った構造体のピッチである。

【0047】

現実的な散乱パターンを考慮するためには、照射関数の実際の形状と寸法とが散乱平面上に投影されなければならない。換言すれば、「周期的散乱計算」の段階が実行される。この目的のために、照射関数が設定され、この関数に直面した各要素からの散乱の離散合計が実行される。

10

【0048】

（A）照射関数を設定する段階

照射関数モデルは、ウェハー上の回折限界のスポット入射のモデルとして解釈され、その結果、ウェハー表面上の各離散位置上の入射強度を示す、二次元の離散型関数 I_{ij} が得られる。この離散型照射関数は通常、スポット寸法や、入射角や、スポット寸法に沿った位相の歪みや走査線に沿った位置のように、様々なパラメータを保持している、切頭ガウス・ビームで構成される。ウェハー上に入射するスポットは、切頭ガウスをフーリエ変換したものであり、以下のパラメータで特徴付けられる。

両主要軸（走査及び交差走査）に対する $1/e^2$ のスポット寸法；スポットの最大強度に対するアボダイゼーション幅及びその位置；スポットの主要軸の1つ或いは両方に沿った線形位相差としてシミュレートされた、スポットのテレセントリック性；スポット全体にわたる一般的な位相歪み；走査線の長さ。

20

【0049】

上述の段階の結果は、二次元の離散型関数 I_{ij} であり、それはウェハー表面上の各離散位置上の入射強度を示す。

【0050】

図8は、単純なガウス・スポットの実施例を示す。ここで、分布の二乗平均平方根（RMS）は $10\mu\text{m}$ であり、従って、 $20\mu\text{m}$ のスポット寸法をモデル化すると、合計強度は1に正規化される。

【0051】

平面上の、各点散乱対象物の結果としての散乱強度は、その後、散乱構造体 S_{ij} と照射関数 I_{ij} とを点から点へと乗算することによって計算される。即ち、

$$P_{ij} = S_{ij} \times I_{ij}$$

30

【0052】

（B）散乱問題の幾何学的配置を利用して、集束角視野中の全ての角度にまで至る表面上に分布するレーリー点散乱の散乱を合計する段階が、図9に示されている。

【0053】

ベクトル波形式論を使用して、結果として得られる遠距離場の分布は、反射パターンを取り囲む大きな球の中の各点に対する表面場寄与の振幅と位相とを積算することによって計算される。既に知られているように、小さな双極子に起因する遠距離場電界の一般的なベクトル形式は、次式で与えられる。

40

$$E = k^2 (r \times p) \times r (e^{ikr} / r^3)$$

ここで、 r は、検出器の位置を定めるベクトル； p は、双極子の振動の方向を定めるベクトル； k は、波の数（ $|k| = 2\pi/\lambda$ 、ここで、 λ はビームの波長）である。点散乱対象物に代えて、形状因子を考慮することができる。つまり、

$$\int p(r) e^{ikr}$$

【0054】

50

所定の入射波偏向 p_0 に対して、干渉偏光パターンが存在しないと仮定すると、倍率 $p = p_0$ までである。

【 0 0 5 5 】

場の積算は以下のように実行される。

$$E(\theta, \varphi) = \sum_{i,j} k^2 (r_{ij} \times p) \times r_{ij} \cdot P_{ij} \frac{e^{-ikr_{ij}(\theta, \varphi)}}{r_{ij}}$$

ここで、

$$r_{ij}(\theta, \varphi) = R(\theta, \varphi) - D_{ij}$$

$$D_{ij} = (i, j, 0)$$

$$R(\theta, \varphi) = (R \sin(\theta) \cos(\varphi), R \sin(\theta) \sin(\varphi), R \cos(\theta))$$

また、 R は、検出器の間隔である。

【 0 0 5 6 】

結果として得られる、検出器の球中の強度分布は、以下で与えられる。

$$I(\theta, \varphi) = |E(\theta, \varphi)|^2$$

【 0 0 5 7 】

結果として得られるシミュレートされた暗視野散乱パターンは通常、特定の角度で配置された幾つかの強いローブ (l o b e) で構成される。このシミュレーション・モデル・パターンは、集束角視野に沿った実際の散乱強度の結像と比較することができる。図 1 0 A 及び図 1 0 B は、それぞれ、結像用繊維を使用して見られる実際のパターンと、ウエハー構造体からの散乱をシミュレーションすることによって取得されたパターンとを示す。従って、シミュレーションを行った結像プロット中に強いローブとして見られる周期的なパターンから発生する「バックグラウンド」強度を遮断することによって、検出された信号中の S N 比を、著しく増大できることが明らかである。

【 0 0 5 8 】

図 5 A 及び図 5 B に戻ると、集束角視野にある角度的な空隙を最大にする一方で、構造体が散乱強度を最小にする最適化アルゴリズムに基づいて、効果的な暗視野マスクを見出すことができる。この効果的なマスクは、ウエハーを走査している間に使用される。

【 0 0 5 9 】

パターンが形成された物品の殆どが、連続して製造されることに留意することは重要である。従って、それぞれの物品のタイプ、或いは、同じ物品に対して適用される製造段階の内の 1 つで得られる構造体は、所定の光学装置の最大集束角度内で、パターンから散乱された光の伝播に対応する立体角セグメントを決定するために、事前に描くことができる。これらのデータに基づいて、ライブラリが準備され、制御ユニットのメモリ内に格納することができる。この場合、検査される構造体の像を取得し、解析するための、特定の検出モード (明視野或いは暗視野検出) を適用する必要は実際のところ無いが、マスク組立体 (フィルタ) をしかるべく動作させるために、どちらかと言えば、ライブラリからの参照データを利用することが必要である。様々のタイプの物品は、個別のパターンが形成された構造体であり、例えば、同じウエハーではあるが、しかし、異なった製造段階の後、即ち、夫々にパターンが形成された最上層レイヤーを有する。

【 0 0 6 0 】

具体的には示されていないが、マスク組立体 2 8 (或いは 1 2 8) は、繊維 2 6 の上流で、集束光の光路中に収容することができる点に留意されたい。この場合、マスク組立体は、光集束光学装置 2 2 の焦点平面 F P 中に配置される必要があり、また、繊維束 2 6 は、結像用繊維であっても、又はそうでなくとも良い。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

そのような機械的フィルタは、マイクロ電気機械構造体（MEMS）或いはその構成及び動作自体が知られている、プログラム可能な液晶表示器（LCD）に置き換えることができる点に留意されたい。LCDのセグメントは、光弁であり、オープン・モードの場合、該光弁は、（その中に使用されている液晶の種類に基づいて）光を伝達或いは反射し、また、クローズド・モードの場合、光を遮断する。伝達LCDの形の空間フィルタは、例えば米国特許第5,276,498号中に開示されている。

【0062】

マスク組立体として反射型LCD或いはMEMSが使用される場合、繊維束は、フィルタ（選択されたマスク）から反射された、集束光を受光するように配置される。この繊維束は、必ずしも結像用タイプのものでなくともよい点に留意されたい。

10

【0063】

図3に戻って参照すると、光学システム30は、マスク組立体28（或いは128）によって集束光を、検出器20の感知表面全体上へ投影するように設計されている。例えば、システム30は、テレセントリック結像システムであってもよく、その場合、検出器20の感知表面は、システムの入射瞳の場所に配置される。テレセントリック結像光学装置の原理は、それ自体知られており、従って、更に具体的に説明する必要はないが、但し、そのような光学装置は、距離を導入した倍率変更を無効にし、システムの光軸に沿った広範囲な距離にわたって、同一倍率の像を維持するものである点に留意されたい。感知表面全体上に、マスク組立体によって集束光を投影する光学装置30を提供することは、以下のことと関連している。即ち、どのような検出器の感知表面であっても、典型的には、不均一な感度分布を有する。空間的に隔てられた光の円錐（マスクによる）が、それに対応する隔てられた、感知表面上の領域上に投影された場合には、検出器によって生成された出力信号中の検出された偏差は、散乱光中の偏差に関連付けられるのではなく、これらの領域の感度差に関連付けられた筈である。出力信号と選択された集束角度との間の、そのような望ましくない依存性を回避するために、光学装置30は、集束光成分（選択された角度）のそれぞれに、感知表面全体を照射させる。

20

【0064】

上述に例示された本発明の好ましい実施形態に対して、該実施形態で、及び特許請求の範囲によって定められる範囲から逸脱することなく、様々な変更形態及び変形形態が適用可能であることを、当業者は簡単に理解するであろう。例えば、結像目的を狙いとした集束／検出組立体は、高解像度の明視野或いは暗視野検出モードで動作することができる。繊維束は、任意の他の適切な像伝達手段、例えば、光を伝播するための特定の開口数を維持する役割を果たす典型的なマルチレンズ・システムであるリレー光学装置に置き換えることができる。マスク組立体は、伝達用領域と不透明領域とが連続パターンの形をしているのではなく、共通の円盤中に作られた幾つかの空間的に隔てられたマスクを包含することもでき、また、像伝達手段の前或いは後のいずれに取り付けてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1つの実施の形態による光学的検査装置の主要構成部品を概略的に示す。

【図2】 本発明の他の実施の形態による光学的検査装置を示す。

40

【図3】 図1の装置の検出ユニットの主要構成部品を概略的に示す。

【図4】 図2の検出ユニットの光集束光学装置の構造を概略的に示す。

【図5】 図1の装置中でフィルタとして使用されるのに好適なマスク組立体の実施例を概略的に示す。

【図6A】 照射領域の実際の明視野像を示す。

【図6B】 「理想化された」シミュレートされた像を示す。

【図7A】 5つの異なったパターン構造体のシミュレートされた像の1つを示す。

【図7B】 5つの異なったパターン構造体のシミュレートされた像の1つを示す。

【図7C】 5つの異なったパターン構造体のシミュレートされた像の1つを示す。

【図7D】 5つの異なったパターン構造体のシミュレートされた像の1つを示す。

50

【図 7 E】 5 つの異なったパターン構造体のシミュレートされた像の 1 つを示す。

【図 8】 物品表面上に迫っているガウス・ビームをシミュレートするために使用される、散乱平面上に投影された照射関数を概略的に示す。

【図 9】 シミュレーション目的で使用される散乱問題の幾何学的配置を概略的に示す。

【図 10 A】 強度輪郭の結像を示す。

【図 10 B】 強度輪郭のシミュレーションの散乱結果を示す。

【図 1】

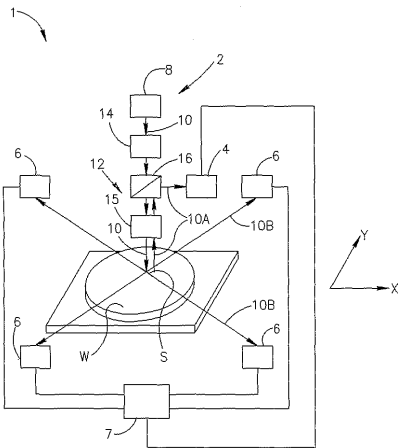


FIG.1

【図 2】

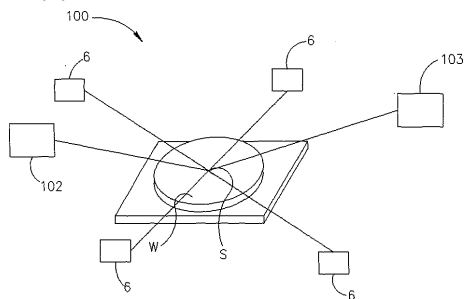


FIG.2

【図 3】

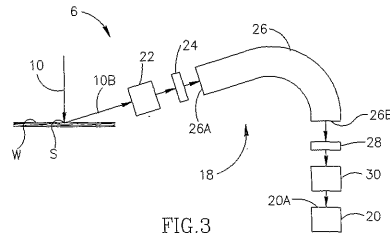


FIG.3

【図 4】

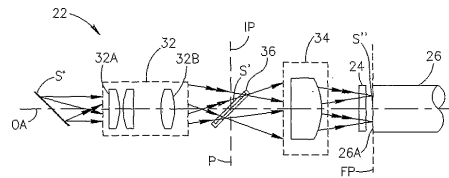


FIG.4

【図 5 A】

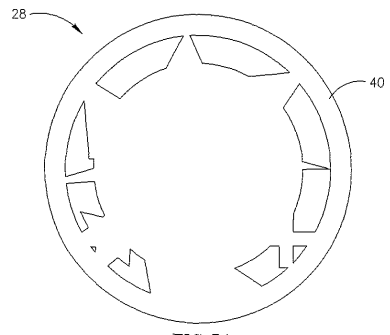


FIG.5A

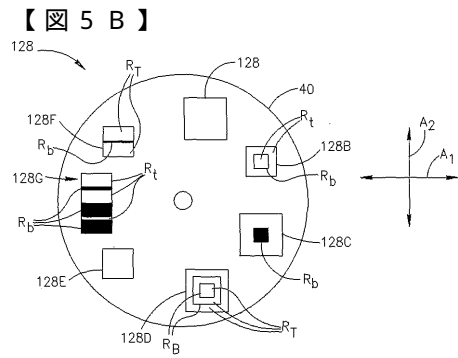


FIG.5B

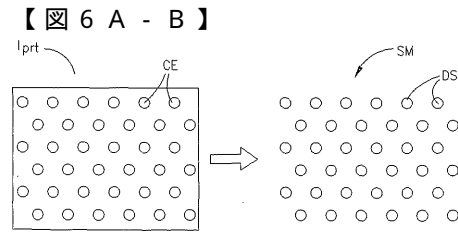
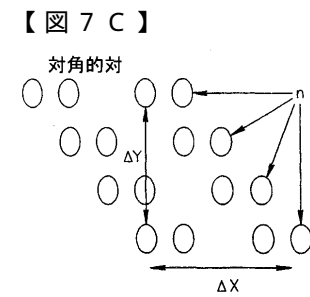


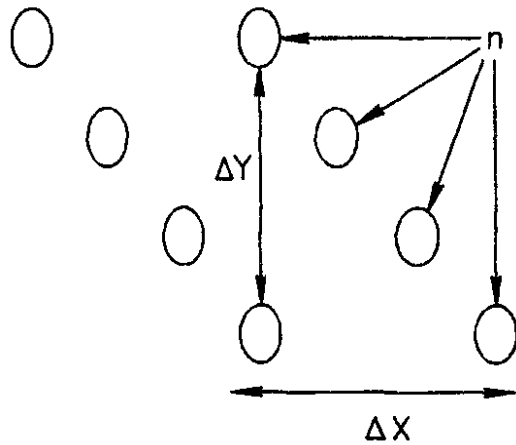
FIG.6A

FIG.6B

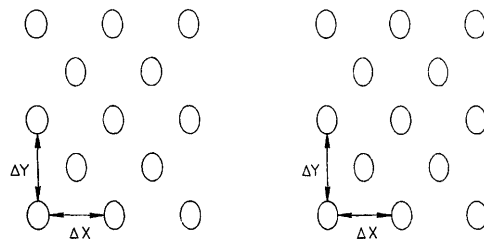


【図 7 D】

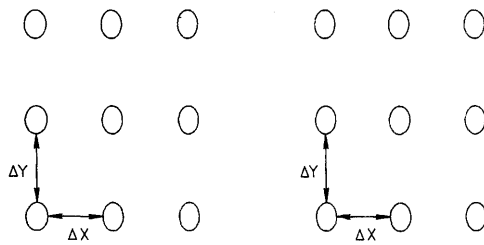
対角の単一



【図 7 A】

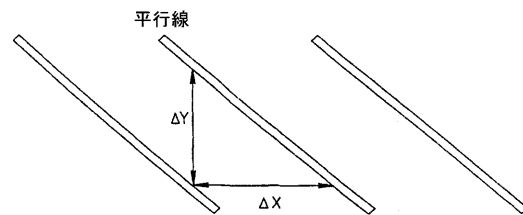
FCC構造体:
全構造体

【図 7 B】

BCC構造体:
全構造体

【図 7 E】

線構造体:



【図 8】

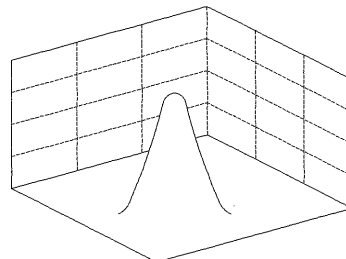


FIG.8

【図 9】

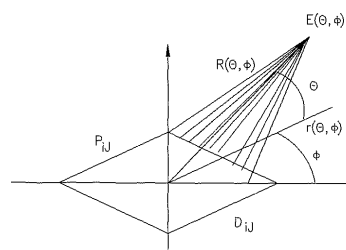
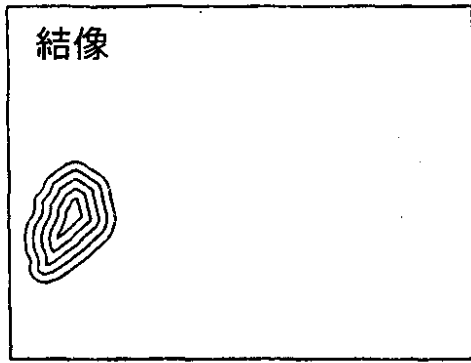


FIG.9

【図 10 A】



【図 10 B】



フロントページの続き

- (74)代理人 100065189
弁理士 宍戸 嘉一
- (74)代理人 100074228
弁理士 今城 俊夫
- (74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
- (74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
- (74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
- (74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
- (72)発明者 コメモ アミール
イスラエル 5 2 2 2 5 ラマト ガン アレクサンドロニ ストリート 5
- (72)発明者 ミルシュタイン エレル
イスラエル 7 6 0 0 0 レホヴォト イーガル イェチア ストリート 2 8

審査官 越柴 洋哉

- (56)参考文献 特開平 0 6 - 2 5 8 2 3 9 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 6 3 6 8 9 (J P , A)
特表平 1 0 - 5 0 4 9 0 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01N 21/84-21/958