

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4444668号
(P4444668)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 21/956 (2006.01)

G O 1 N 21/956

A

H O 1 L 21/66 (2006.01)

H O 1 L 21/66

J

G O 1 N 21/00 (2006.01)

G O 1 N 21/00

B

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-580842 (P2003-580842)
 (86) (22) 出願日 平成15年3月26日(2003.3.26)
 (65) 公表番号 特表2005-521876 (P2005-521876A)
 (43) 公表日 平成17年7月21日(2005.7.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/009842
 (87) 国際公開番号 W02003/083453
 (87) 国際公開日 平成15年10月9日(2003.10.9)
 審査請求日 平成18年3月22日(2006.3.22)
 (31) 優先権主張番号 10/113,145
 (32) 優先日 平成14年3月27日(2002.3.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500049141
 ケーエルエーテンカー コーポレイショ
 ン
 アメリカ合衆国、95035、カリフォル
 ニア州、ミルピタス、ワン テクノロジイ
 ドライブ
 (74) 代理人 100075144
 弁理士 井ノ口 壽
 (72) 発明者 レオン、ジェンクエン
 アメリカ合衆国、95014、カリフォル
 ニア州、クーペルティノー、プルナーリッ
 ジ 19500、アパートメント 820
 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光制御を使用して表面を検査する方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を異なって散乱させる少なくとも二つの領域を備えるウェハを検査するように構成されるシステムであって、

前記ウェハから散乱した光を集めるように構成される集光器を備え、前記集光器は電荷結合素子(CCD)を備え、前記CCDは、

第1および第2のタップを含む複数のタップを備え、各タップは一連の画素を備え、第1の積分時間を第1の領域から散乱した光を集めるように設けられる第1のタップ用に設定し、第2の積分時間を第2の領域から散乱した光を集めるように設けられる第2のタップ用に設定し、前記第1の積分時間は前記第2の積分時間とは異なるものであるシステム

10

【請求項 2】

光を異なって散乱させる二つの領域を備える表面を走査するように構成される電荷結合素子(CCD)中の複数のタップの積分時間を設定する方法であって、

第1の領域から散乱した光を集めるように設けられる第1のタップの第1の積分時間を設定するステップと、

第2の領域から散乱した光を集めるように設けられる第2のタップの第2の積分時間を設定するステップであって、前記第1の積分時間は前記第2の積分時間とは異なるものである第2の積分時間を設定するステップと、

前記第1および第2の領域から散乱した光を集めるステップと、

20

を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウェハ検査システムのような表面検査システムに関する。特に、本発明は、多重散乱領域を含んでいてもよい表面全体の欠陥に対する感度を改善するために露光制御を使用する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

散乱によってパターン付きウェハを検査するシステムには、これまでレーザスポット走査システムおよび投光照射結像システムの二つがあった。一般的に、パターン付きウェハ検査では、システムの感度は、(1)空間分解能、(2)フーリエフィルタ、および(3)マルチチャネルフィルタリングを含む三つの基本的なシステムパラメータに依存する。フーリエフィルタリングは、ウェハから反復的または周期的な散乱光強度パターンを除去するものであり、マルチチャネルフィルタリングは、パターンの形とウェハとを識別するものである。セルサイズがスポットサイズより小さい場合、レーザスポット走査システムの利点は、マルチチャネルフィルタリングができることと、アレイ上でフーリエフィルタリングができることにある。投光照射結像システムの利点は、空間分解能が高く、フーリエフィルタリングの性能が効果的に発揮できることにある。

【特許文献1】国際特許出願PCT/US98/16116

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0003】

最近、レーザスポット走査システムおよび投光照射結像システムの態様を組み合わせた「ライン照射結像システム」(すなわち、ハイブリッド・システム)が成功を収めている。これは、1998年7月28日出願され、1999年2月11日公開された本願の譲渡人に譲渡された国際特許出願PCT/US98/16116(特許文献1)に記載され、その全体が本願明細書において参照により援用されている。ライン照射結像システムは、今日の市場で求められる要件および将来の市場で求められる要件を満たし、フーリエフィルタリングおよびマルチチャネルフィルタリングの性能を保持する空間分解能を提供する。

【0004】

ウェハ検査システムの感度に加え、高い処理能力も望まれていると言える。システムの処理能力は、システムのデータ速度に依存する。スポット走査システムは、検査のために光電子増倍管(PMT)を使用することができる。投光照射は、検査のために時間遅延積分(TDI)を使用することができる。ライン照射結像システムは、検査のために一つ以上のライン走査式電荷結合素子(CCD)を使用することができる。PMTは一度に一つの測定点を処理するが、TDIまたはCCDはいくつかの測定点を同時に処理することができる。したがって、TDIを備える投光照射およびCCDを備えるライン照射システムのデータ速度(ひいては処理能力)は、PMTを備えるスポット走査システムより通常高くなる。

【0005】

上述したシステムパラメータ以外に、検出器のフルダイナミックレンジを利用しないと、検査中にウェハ上のいくつかの領域で検出感度に不利が生じてしまうことがある。検出器の「ダイナミックレンジ」とは、検出器の検知できる光の最低値と最大値との間の範囲のことである。パターンの散乱強度は多くの要因に依存し、例えば、局所的なウェハ構造、照射角、照射偏光、照射波長、照射線幅、集束角、集束偏光、および集光器の開口数(NA)に依存する。集光NAとは、本願明細書中では集光の円錐の角度の半分のサインのことである。ダイ内には、ランダム(論理)構造およびアレイパターンがある。論理構造はランダムに分散し、アレイ構造は周期的に分散する。フーリエフィルタを使用すると周

10

20

30

40

50

期的なアレイパターンを遮断することができるので、残りの散乱光強度信号は欠陥から発生することになる。このため、散乱光強度は、ダイ内の領域によって著しく異なる可能性がある。

【 0 0 0 6 】

ウェハ全体について良好な感度を得るために、検出器によって集められた散乱強度が、所定のダイナミックレンジまたは限界内にあるようにする必要がある。散乱強度が強すぎる場合、検出器が飽和し、ダイ同士の比較またはセル同士の比較の後の計算に誤りが生じてしまう。散乱強度が低すぎる場合、ウェハ上の欠陥によって引き起こされる散乱光強度の信号が弱すぎて、ダイ同士の比較またはセル同士の比較の後の電子雑音を克服することができない可能性があり、これも感度の低下につながる。したがって、検出器の上限は検出器の飽和によって決まり、下限は電子雑音によって決まる。

10

【 0 0 0 7 】

これまで、検査中はレーザパワーおよび検出器の積分時間（光を集める時間）を固定していた。このため、ウェハから出て来る散乱強度がすべて所定のダイナミックレンジ内にあることを保証することは困難であり、システムは、いくつかの領域では感度を失う虞がある。この問題を解決するためには、レーザパワーまたは検出器の積分時間の一方を検査中に変えなければならない。レーザパワーを変更することは、高速切り替えのほか、別の問題が生じてしまうので、実際的ではないと考えられる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、ウェハなどの表面を検査するために露光制御を使用する方法およびシステムを提供するものである。この方法は、検出器のフルダイナミックレンジを利用し、不規則な光散乱領域を含む表面全体に対して良好な欠陥に対する感度を提供する。一実施形態では、検出用のCCDを備えるライン照射結像システムによってこの方法が実施される。

20

【 0 0 0 9 】

上述した本発明は、パターン付きまたはパターンなしウェハ、フォトマスク、レチクル、液晶ディスプレイ、および他の平面パネルディスプレイの検査を実施することができる別のメカニズムを提供するために使用することもできる。さらに、本発明は、検出のためにCCDを使用する検査システムであればどのシステムにも使用することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、ウェハなどの表面を検査するように構成されるシステムに関する。表面は、光を異なって散乱させる少なくとも二つの領域を備える。システムは、表面から散乱した光を集めるように構成される電荷結合素子（CCD）を備える。CCDは複数のタップを備える。各タップは一連の画素を備える。CCDは、表面から散乱した光を集めるように設けられるタップの一連の画素の位置に依存して、各タップの積分時間を独立して調節するように構成される。

30

【 0 0 1 1 】

本発明の別の態様は、ウェハなどの表面から散乱した光を集めるように構成される電荷結合素子（CCD）に関する。表面は、光を異なって散乱させる二つの領域を備える。CCDは複数のタップを備える。各タップは一連の画素を備える。CCDは、表面から散乱した光を集めるように設けられるタップの一連の画素の位置に依存して、各タップの積分時間を独立して調節するように構成される。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の別の態様は、ウェハなどの表面から散乱した光を集める方法に関する。表面は、光を異なって散乱させる二つの領域を備える。この方法は、表面から散乱した光を集めるように設けられるタップの画素の位置に応じて、電荷結合素子（CCD）中の複数のタップに対し積分時間を設定するステップと、積分時間の間に表面から散乱した光を集めるステップとを含む。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の態様は、電荷結合素子（CCD）中の複数のタップに対し積分時間を設定する方法に関する。CCDは光を異なって散乱させる二つの領域を備えるウェハなどの表

50

面を走査するように構成される。この方法は、第１の領域から散乱した光を集めるように設けられる第１のタップに対し第１の積分時間を設定するステップと、第２の領域から散乱した光を集めるように設けられる第２のタップに対し第２の積分時間を設定するステップであって、第１の積分時間は第２の積分時間と異なるものである第２の積分時間を設定するステップと、第１および第２の領域から散乱した光を集めるステップとを含む。

【００１４】

一実施形態では、レーザからのビームによって照射されるラインの異なる部分から散乱した放射が同じＣＣＤの異なる画素（ひいてはタップ）上に結像されるように集光光学系が配置される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

ライン照射システム

ライン照射システムでは、レーザがライン状にウェハ表面を照射する。照射線は、例えば、幅が約１～３ミクロン以下など非常に狭く、長さが約０．１～約１０ｍｍ以上など比較的長くなっているものが好ましい。幅の狭い照射線にはスポット走査システムの長所があるので、複数の傾斜結像システム（例えば、図１および図２の集光器１１７～１１９）が、マルチチャネルフィルタリングの性能を発揮できるようになる。一方、長い照射線には投光照射システムの長所があるので、フーリエフィルタリングが効果的に提供される。

【００１６】

照射の角度は傾斜していてもよいし、垂線であってもよい。図１は、斜光照射を備えるライン照射検査システム１００の一実施形態を示す。図２は、垂直照射を備えるライン照射検査システム２００の一実施形態を示す。図１のシステム１００はレーザ１１１と、電荷結合素子（ＣＣＤ）のような検出器１２０～１２２を含む集光器１１７～１１９とを備える。システム１００は、一つ以上のレンズ、鏡、ビームスプリッタ、ビームエキスパンダ、偏光子、および波長板などの集光光学系および／または照射光学系（図示せず）をさらに備えることができる。システム１００の種々の態様は、本願の譲渡人に譲渡された国際特許出願ＰＣＴ／ＵＳ９８／１６１１６（特許文献１）に記載され、その全体が本願明細書において参照により援用されている。図２のレーザ１１１は、鏡１３０で反射され、ウェハ表面１１３上に入射するレーザビーム１０２を生成する。システム２００は、一つ以上のレンズ、鏡、ビームスプリッタ、ビームエキスパンダ、偏光子、および波長板などの集光光学系および／または照射光学系（図示せず）をさらに備えることができる。

【００１７】

図１および図２のレーザ１１１は任意のタイプのレーザを含むことができる。レーザ１１１は、所望のパワーおよび波長を持つ放射を放出することができ、波長は、例えば、５３２ｎｍ、３５５ｎｍ、または２６６ｎｍである。レーザ１１１はレーザビーム１０２を生成し、ビームは（図１および図２には示されていない）照射光学系を通過し、線１１４状になってウェハ表面１１３を照射する。照射線１１４は照射光学系によって生成することもできる。照射線１１４は検出面１１５に垂直であり、またウェハ１１２の走査方向１１６に対しても垂直である。

【００１８】

図１のシステム１００を参照して以下説明するが、以下の説明は図２のシステム２００にも適用することができる。

【００１９】

図１および図２では、ウェハ１１２を移動させるように構成されるステージ１４０にウェハ１１２が置かれる。照射線１１４がウェハ表面１１３を走査するように照射線に垂直な走査方向にステージ１４０を移動させながら、ウェハ１１２を走査する。例えば、ウェハ１１２は、矢印１１６によって示される走査方向に移動させることができる。照射線１１４に起因して、ウェハ表面１１３はウェハから光を散乱する。散乱光は集光器１１７～１１９によって集められ、集光器１１７～１１９のＣＣＤ１２０～１２２で結像する。図１および図２の集光器１１７～１１９は、レンズ、フーリエフィルタ、偏光子、および検

10

20

30

40

50

出器を含んでもよい。このシステムに使用される検出器 120 ~ 122 はリニア電荷結合素子 (CCD) (ライン走査 CCD ともいう) である。CCD 120 ~ 122 はすべて、図 1 および図 2 に示すように照射線 114 に垂直な検出面 115 にある。

【0020】

TDI システムのように、リニア CCD はいくつかの測定点を同時に処理することができる。図 1 および図 2 の検出器 120 ~ 122 はすべてリニア CCD であるので、システム 100, 200 の処理能力は非常に高くなりうる。一実施形態では、各 CCD が毎秒約 1 ギガバイトのデータを処理するリニア CCD である。他の実施形態では、各 CCD が、毎秒 1 ギガバイト未満またはそれを超えるギガバイトのデータを処理することができる。CCD のデータ速度はシステムの所望の処理能力に応じて設計することができる。

10

【0021】

システム 100, 200 が備える集光器は、それぞれ三つより少なくても多くてもよい。さらに、システム 100, 200 は、傾斜照射および垂直照射の両方を含んでもよい。

【0022】

CCD および露光制御

図 3 は、図 1 および図 2 のシステム 100, 200 に使用することのできる CCD 300 の一例を示す。一実施形態では、図 3 の CCD 300 は画素ラインを有する 1 次元アレイセンサである。CCD の用途として 512, 1024, 2048, または 4096 画素を使用する場合がほとんどであるが、CCD は、任意の所望の画素数を有していてもよい。図 3 の CCD 300 は 64 画素を有する。CCD 300 はさらにいくつかのタップ 301 を有していてもよい。「タップ」とは、画素のグループのことである。タップ内の画素は連続的に読み出されるが、タップは、CCD のデータ速度が速くなるように、平行して読み出される。図 3 の CCD 300 は 8 個のタップ 301 を有し、各タップは 8 画素 302 を制御する。実際の検査システム用の CCD が有する画素数およびタップ数はどのような値でもよい。ライン照射検査システムではタップの数を増やすとより効果的であるが、複雑なカメラ設計が必要になると考えられる。

20

【0023】

各タップは一連の画素の積分時間を制御する。「積分時間」とは、画素が集光する時間のことである。本発明による CCD は、非常に速い速度でタップごとに積分時間を変えることができる。つまり、CCD は、独立して各タップの積分時間を制御することができる。例を挙げると、このような CCD は、カナダ、オンタリオ州ワーテルローの DALSA デジタル・イメージング・ソリューション (DALSA Digital Imaging Solutions) から手に入れることができ、あるいはカリフォルニア州サンタクララのパーキンエルマー・オプトエレクトロニクス (PerkinElmer Optoelectronics) で特別注文すれば手に入れることもできる。手に入れられる CCD がこのような市販品と異なっても、CCD 設計者または CCD メーカーならば、どのようにすればタップごとに積分時間を設定し変更することができるように従来の CCD 設計を修正すべきかわかるはずであろう。

30

【0024】

CCD は変更可能なライン速度および利得を有していてもよい。CCD 利得は、各画素によって集められた電子を、読み出しおよびデジタル化のできる電気信号 (通常電圧) の形態に変換する増幅器の機能を果たす。

40

【0025】

積分時間が短いと画素によって集光される光が減り、積分時間が長いと画素によって集光される光が多くなる。一つのタップ内の画素での積分時間は同じであるが、タップが異なれば画素上での積分時間は異なってもよい。タップごとに CCD 積分時間を変更することを「露光制御」と呼ぶこともできる。この CCD 露光制御によって、システム 100, 200 のようなライン照射検査システムは、ウェハ全体の散乱信号を上記したダイナミックレンジ内で提供することができるようになる。

【0026】

理想的には、各タップの積分時間を $0 \sim 1 / (\text{CCD ライン速度})$ まで連続的に変化さ

50

せることが望ましい。「ＣＣＤライン速度」とは、リニアＣＣＤが毎秒読み出すことのできる回数のことである。実際、システム１００，２００のようなライン照射検査システムでは、 $1 / (\text{ＣＣＤライン速度})$ の何パーセント（１％、２％、…１００％まで）かに積分時間を変えれば十分である。

【００２７】

集光器１１７～１１９中の（図１および２には示されていない）集光光学系は、ＣＣＤアレイ１２０～１２２中の対応する画素（ひいてはタップ）上に照射線１１４の一部の像を投影し、これによって、照射線１１４の対応する部分からの散乱光を各画素が検知する。このため、照射線１１４の種々の部分（ひいては種々の散乱領域）から散乱する光は、各ＣＣＤの異なる画素（ひいては異なるタップ）上に結像する。さらなる詳細については、本願の譲渡人に譲渡された国際特許出願ＰＣＴ／ＵＳ９８／１６１１６（特許文献１）に記載され、その全体が本願明細書において参照により援用されている。

10

【００２８】

本願明細書中に記載されたライン検査システム１００，２００の一方針は、異なる領域に対し異なるＣＣＤ積分時間を設定することによって、ウェハ全体の全領域からの最大（非飽和）グレイレベルを用いて良好な散乱光強度信号を獲得することである。

【００２９】

一実施形態によれば、レーザビーム１０２からの照射線１１４（図１および図２）の異なる部分から散乱する放射が、同じＣＣＤの異なるタップ３０１（図３）上に結像するように集光光学系が設けられる。

20

【００３０】

手動式露光制御

手動式露光制御では、異なる領域に対し異なるＣＣＤ積分時間をシステムが適用することができるように、異なる光散乱領域の正確な位置を知ることが検査システムに求められる。

【００３１】

アレイおよび論理のパターンによって種々に散乱が発生するため、システム１００，２００の最も有用な用途の一つとして、アレイおよび論理構造を含むウェハの検査が挙げられる。論理領域中の論理パターンは光をランダムに散乱させ、アレイ領域中のアレイパターンは光を周期的に散乱させる。アレイ領域からの周期的な散乱パターンは、フーリエフィルタを使用し、集光器のフーリエ平面でフィルタアウトすることができる。アレイパターンをフーリエフィルタリングした後、アレイ領域は、散乱像中、論理領域よりものはるかに暗く見える。検査中は照射レーザパワーを固定する。論理領域からの散乱がＣＣＤのダイナミックレンジ内にあるようにレーザパワーを設定すると、フィルタリングされたアレイ領域からの散乱が弱くなる可能性があり、ＣＣＤの電子雑音がアレイ領域を占める可能性がある。フィルタリングされたアレイ領域からの散乱がＣＣＤのダイナミックレンジ内にあるようにレーザパワーを設定すると、論理領域からの散乱が強くなり、ＣＣＤを飽和させるかもしれない。どちらの場合も、論理領域およびフィルタリングされたアレイ領域両方からの散乱信号をＣＣＤのダイナミックレンジ内で提供するとは限らず、ダイト同士またはセル同士の比較の後の欠陥に対する感度が失われる虞がある。感度の損失を回避するために、論理領域およびアレイ領域上のＣＣＤ積分時間を種々に設定することができる。

30

40

【００３２】

図４は、ウェハ４０１上のＣＣＤ視野４００の一実施形態を示す。ウェハ４０１はアレイ領域４０３を備え、複数の論理構造４０６を備えていてもよい論理領域４０２を備える。ある領域から別の領域へウェハ４０１を走査するとき、ＣＣＤ視野４００はアレイ領域４０３のみか、あるいは論理領域４０２のみを視野に入れる。ウェハ４０１は、図４に示される矢印４０５のように照射線に垂直な走査方向に移動させることができる。

【００３３】

一実施形態では、ＣＣＤ４００がアレイ領域４０３を検査し、次に論理領域４０２を検

50

査するか、またはその逆である。集光経路上のフーリエフィルタを適用し、周期的なアレ
イパターンをフィルタアウトすると、アレ領域 403 は散乱像中の論理領域 402 より
はるかに暗く見える。検査中、照射レーザのパワーを固定しているため、感度の損失を回
避するために、異なる領域 402, 403 に対して二つの異なる CCD 積分時間を設定す
る。一般に、フィルタリングされたアレ領域 403 を CCD が走査する場合、比較的長
い積分時間が望ましく、CCD が論理領域 402 を走査する場合、比較的短い積分時間が
望ましい。

【0034】

これらの領域 402, 403 からの散乱光強度信号が検査中に CCD のダイナミックレ
ンジ内にあるように、検査前にこれらの領域 402, 403 に対する CCD 積分時間を設
定する方法が多くある。検査前にレーザパワーおよび CCD の積分時間を設定する一例を
以下に示す。所定の CCD ライン速度について、フィルタリングされたアレ領域 403
の検査中に比較的長い積分時間を CCD に設定し、CCD が（非飽和の）最大グレイレベ
ルを達成するまでレーザパワーを調整する。その後、レーザパワーを固定し、ウェハ 40
1 の移動とともに CCD が論理領域 402 を検査する。CCD 積分時間は、CCD が論理
領域 402 から（非飽和の）最大グレイレベルを得るように低減される。この例では、ア
レイおよび論理領域 403, 402 上の CCD 積分時間が異なっているが、CCD の全タ
ップでの積分時間は各領域に対して同じになっている。

【0035】

境界 404 を横切る際に積分時間を切り替えるために、アレと論理領域 403, 40
2 との間の境界 404 の位置を検査システム内でプログラムをしておくか、または考慮し
ておかなければならない。

【0036】

図 5 は、アレおよび論理領域 501, 502 を検査する別の状態を示す。図 5 は、走
査方向を示す矢印 505 によって示される方向のように照射線に垂直な方向へ移動するウ
ェハ 520 を走査するように構成される CCD 視野 500 の一実施形態を示す。図 5 では
、アレおよび論理領域 501, 502 がともに同じ CCD 視野 500 にある。CCD 5
00 は同時に両領域 501, 502 を検査することができる。CCD 500 は 8 個のタッ
プ 510A ~ 510H を有し、各タップは 8 画素と結合する。論理領域 502 は複数の論
理構造 503 を含んでもよい。フーリエフィルタを使用してパターンを散乱するアレを
フィルタアウトしてもよい。アレおよび論理領域 501, 502 が両方とも同じ視野 5
00 にあるので、CCD は個々のタップ 510A ~ 510H に対し異なる積分時間を適用
することができる。図 5 では、タップ 510E ~ 510H がアレ領域 501 のみをカバ
ーし、タップ 510A ~ 510C が論理領域 502 のみをカバーしている。タップ 510
A ~ 510C とは異なる積分時間でタップ 510E ~ 510H を設定することができる。
境界 504（アレ領域 501 と論理領域 502 との間）は、タップ 510D によってカ
バーされる。

【0037】

これらの領域 501, 502 からの散乱信号が検査中に CCD のダイナミックレンジ内
にあるように、検査前にこれらの領域 501, 502 に対する CCD 積分時間を設定する
方法が多くある。検査前にレーザパワーおよび CCD の積分時間を設定する一例を以下に
示す。図 4 を参照して上述した例のように、まず、レーザパワーおよびフィルタリングさ
れたアレ領域 501 に対する CCD 積分時間を設定し、次に論理領域 502 に対する C
CD 積分時間を設定する。

【0038】

（アレと論理領域との間の）境界をカバーするタップ 510D について、デフォルト
積分時間を設定することができる。例えば、このタップ用のデフォルト積分時間は、これ
ら二つの領域 501, 502 の短い方の積分時間に設定してもよい。ユーザはこの値をデ
フォルト値と異なる値に設定してもよい。このタップ 510D に対して論理領域 502 の
積分時間を選択すると、アレ感度が損なわれることがある。他方、アレ領域 501 の

10

20

30

40

50

積分時間を選択すれば、論理感度が損なわれることがある。このため、論理パターンおよびアレイパターンが混ざったものを所定のタップに共存させる場合、感度についての妥協点を作っておく必要がある。二つの散乱領域 5 0 1 , 5 0 2 の間の境界 5 0 4 上の感度損失を最小限にするために、さらに多くのタップで C C D を設計することもでき、各タップが含む画素数は少なくなる。

【 0 0 3 9 】

図 5 では、第 1、第 2 および第 3 のタップ 5 1 0 A ~ 5 1 0 C が論理領域 5 0 2 のみをカバーし、それらの積分時間は時刻 T 1 に設定することができる。第 5 ~ 第 8 のタップ 5 1 0 E ~ 5 1 0 H はアレイ領域 5 0 1 のみをカバーし、それらの積分時間は時刻 T 2 に設定することができる。第 4 のタップ 5 1 0 D は、アレイおよび論理領域 5 0 1 , 5 0 2 の両方をカバーし、その積分時間は時刻 T 1 に設定することができる。フーリエフィルタリングをアレイ領域 5 0 1 に適用するので、T 1 は T 2 より小さく、T 2 は 1 / (所定の C C D ライン速度) 未満である。

10

【 0 0 4 0 】

この露光制御は所定のウェハに多数の散乱特性が見られる場合に適用することができる。種々の論理領域において、ある論理領域の散乱が別の論理領域よりも強くなり得る。異なるアレイ領域についても同じことが言える。フーリエフィルタリングを適用した後、バックグラウンド散乱はアレイ領域によって異なる。検査システムがこれらの領域の正確な位置を知っている限り、システムはこれらの領域上に対し異なる露光制御を適用することができる。この露光制御は、散乱ベース（暗視野）のウェハ検査システムだけでなく、反

20

【 0 0 4 1 】

自動式露光制御

検査システムが異なる散乱領域の正確な位置を知っている必要があるため、上述した実施形態は手動式露光制御を使用する。C C D のフルダイナミックを利用する課題に取り組む別の方法には、タップごとに自動的に積分時間を調節する自動式露光制御を使用する方法がある。散乱強度が強すぎる場合、予め定められたグレイレベルに C C D が達するように C C D は積分時間を低減させることができる。他方、散乱強度が弱すぎる場合、予め定められたグレイレベルに C C D が達するように C C D は積分時間を増加させることができる。この自動式露光制御方法の利点の一つは、検査システムが種々の散乱領域の正確な位置を知る必要がないことである。欠点の一つは、古いグレイレベルと新しいグレイレベルとの間で像に遅延が見られることである。

30

【 0 0 4 2 】

上述した本発明は、パターン付きまたはパターンなしウェハ、フォトマスク、レチクル、液晶ディスプレイおよび他の平面パネルディスプレイの検査を実施することができる別のメカニズムを提供するために使用することもできる。さらに、本発明は、検出のために C C D を使用する検査システムであればどのシステムにも使用することができる。

【 0 0 4 3 】

要約すると、本願明細書中に記載されたライン照射検査システムの一実施形態は、検出器として C C D を備え、各 C C D の露光制御機能は、検査中に C C D のフルダイナミックレンジをウェハ全体にわたって利用するものである。

40

【 0 0 4 4 】

本発明の上述した実施形態は単なる事例に過ぎず、限定するものではない。種々の変更および変形は、本発明から逸脱することなく、本発明のより広い態様の範囲内で実施することができる。添付の請求項は、本発明の精神および範囲内にあるこのような変更および変形を包含する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 5 】

【図 1】斜光照射を備えるライン照射検査システムの一実施形態を示す。

【図 2】垂直照射を備えるライン照射検査システムの一実施形態を示す。

50

【図 3】図 1 および図 2 に使用することのできる電荷結合素子（ＣＣＤ）の一例を示す。
 【図 4】走査方向を示す矢印によって示された方向のように照射ラインに垂直な方向へ移動するウェハを走査するように構成されるＣＣＤ視野の一実施形態を示す。
 【図 5】走査方向を示す矢印によって示された方向のように照射ラインに垂直な方向へ移動するウェハを走査するように構成される別のＣＣＤ視野の一実施形態を示す。

【図 1】

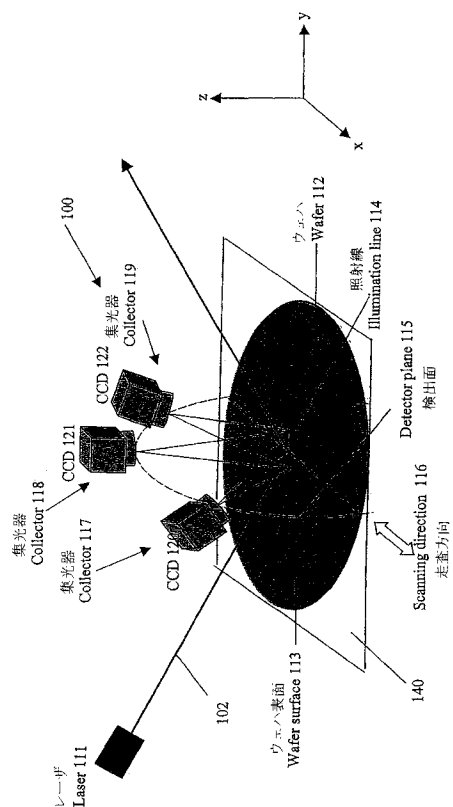


Figure 1

【図 2】

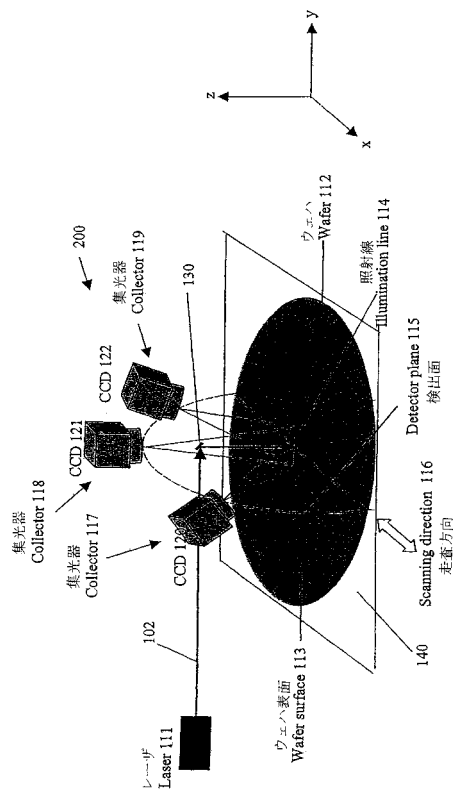


Figure 2

【図 3】

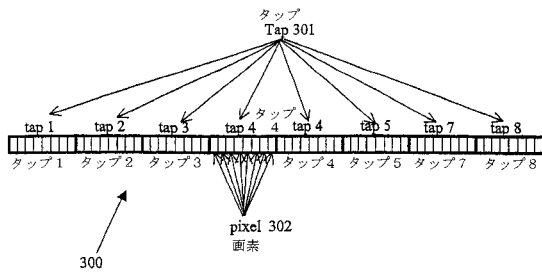


Figure 3

【図 4】

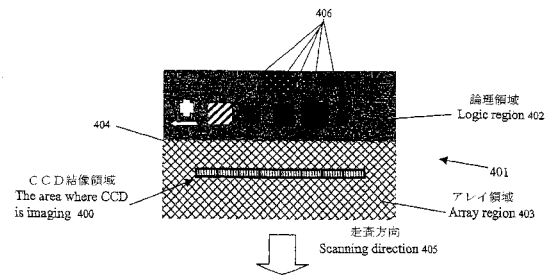


FIGURE 4

【図 5】

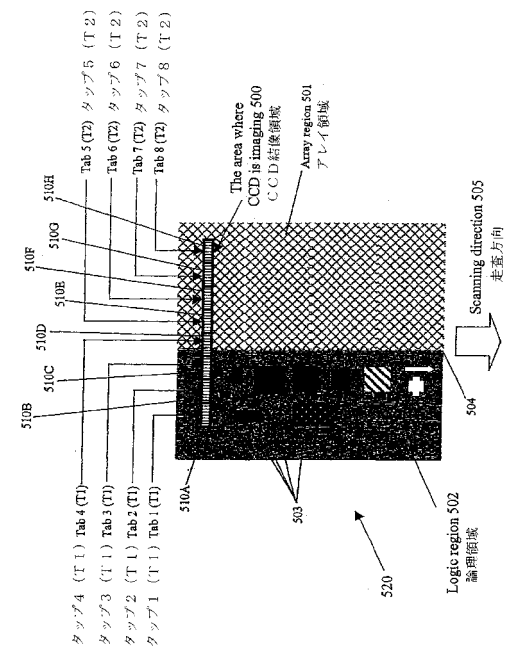


FIGURE 5

フロントページの続き

(72)発明者 ザオ, グオヘンゲ

アメリカ合衆国、9 5 0 3 5、カリフォルニア州、ミルピタス、スターライト ドライブ 1 0 6
2

(72)発明者 ヴァエス - イラバニ, メディ

アメリカ合衆国、9 5 0 3 2、カリフォルニア州、ロス ガトス、アルバート コート 1 0 1

審査官 樋口 宗彦

(56)参考文献 T.Lule,H.Keller,M.Wagner,M.Boehm, 100.000 Pixel 120dB Imager in TFA-Technology, 1999 Symposium on VLSI Circuits Digest of Technical Papers, 1 9 9 9年, 1999, p133-136, JST
受入日2000.1.6

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

G01N21/84-21/958

PATOLIS

JSTPlus, JST7580