

(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2008-516233

(P2008-516233A)

(43) 公表日 平成20年5月15日(2008.5.15)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
<b>GO 1 N</b>	<b>21/956</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 N	21/956	A	2 F 0 6 5
<b>GO 1 B</b>	<b>11/30</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 B	11/30	A	2 G 0 5 1
<b>HO 1 L</b>	<b>21/66</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	21/66	J	4 M 1 0 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2007-535781 (P2007-535781)  
 (86) (22) 出願日 平成17年10月4日 (2005. 10. 4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年5月24日 (2007. 5. 24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/035867  
 (87) 国際公開番号 W02006/041944  
 (87) 国際公開日 平成18年4月20日 (2006. 4. 20)  
 (31) 優先権主張番号 60/615, 918  
 (32) 優先日 平成16年10月4日 (2004. 10. 4)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 11/243, 349  
 (32) 優先日 平成17年10月3日 (2005. 10. 3)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

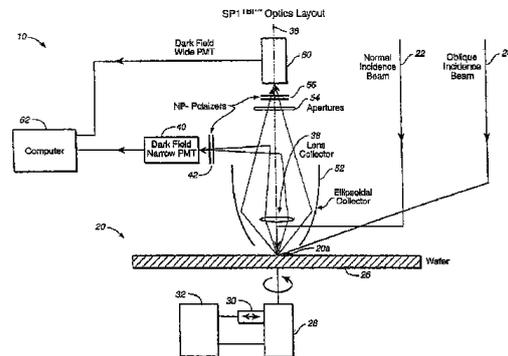
(71) 出願人 500049141  
 ケーエルエーテンカー テクノロジーズ  
 コーポレーション  
 アメリカ合衆国、95035、カリフォル  
 ニア州、ミルピタス、ワン テクノロジイ  
 ドライブ  
 (74) 代理人 100075144  
 弁理士 井ノ口 壽  
 (72) 発明者 ミラー, ローレンス ロバート  
 アメリカ合衆国、94024、カリフォル  
 ニア州、ロス アルトス、マッケンジー  
 アベニュー 1400

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能力が向上した表面検査システム

(57) 【要約】

検査される表面の潜在的異常の場所を囲む部分からの散乱した輻射を示すピクセル強度も、表面上のその潜在的異常の場所を含むパッチの中のピクセル強度を速やかに再調査するためにそのようなデータを利用できるように、格納される。照明ビームと検査される表面との間に回転運動が引き起こされる場合、検査される2つの異なる表面上の対応する位置に存するピクセルのピクセル強度を比較することによって信号対雑音比を改善することができ、この場合、その2つの異なる表面上の同じ相対的場所に存する対応するピクセルが照明されて、そこから散乱した輻射が同じ光学的条件の下で集められて検出される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
輻射のビームと前記表面との間に相対運動を生じさせるステップと、  
前記表面から散乱した輻射を集め、その集められた輻射を1つ以上のチャンネルに向ける  
ステップと、  
前記チャンネルのうちの少なくとも1つにより導かれた集められた輻射を各々の信号に変換するステップと、  
前記信号から前記表面の中または上の潜在的異常の存在を判定するステップと、  
潜在的異常を有すると判定された前記表面の場所から散乱した輻射から変換された前記  
信号中の情報と、前記場所に隣接して潜在的異常を有すると判定されていない前記表面  
の部分から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報とを格納するステップと、  
を含む方法。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記集めるステップおよび前記変換するステップの前に領域の寸法を指定するステップ  
をさらに含み、前記格納するステップは、少なくとも、前記表面上にある前記指定された  
寸法の1つ以上の領域の中にあるいろいろなピクセルから散乱した輻射から変換された信号  
中の情報を格納し、前記領域の各々は、前記表面上の潜在的異常が存在すると判定され  
た場所を含む方法。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記指定するステップは、前記集めるステップおよび前記変換するステップの前に距離  
を設定するステップを含み、前記格納するステップは、少なくとも、前記表面上にある前  
記表面上の潜在的異常が存在すると判定された場所から前記距離の中にあるいろいろなピ  
クセルから散乱した輻射から変換された信号中の情報を格納する方法。

**【請求項 4】**

請求項 3 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記表面上のピクセルから散乱した輻射から変換された信号中の格納された情報を、前  
記ピクセルから前記距離の中に潜在的異常が存在しないと判定されたときに限って、消去  
するステップをさらに含む方法。

30

**【請求項 5】**

請求項 2 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記表面上の部分から散乱した輻射から変換された信号中の格納された情報を、前記表面  
上の潜在的異常が存在すると判定された場所を各々含む前記領域のいずれの中にも前記  
部分がないときに限って、消去するステップをさらに含む方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記格納するステップは、少なくとも、前記表面の潜在的に異常があるとは判定されて  
いない部分の画像を格納する方法。

40

**【請求項 7】**

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記判定するステップは、前記信号の強度を少なくとも1つのしきい値と比較すること  
によって前記表面の中または上の潜在的異常の存在を識別し、前記格納するステップは、  
前記表面の、前記信号の強度が前記少なくとも1つのしきい値より大きくない少なくとも  
1つの部分から集められた前記信号中の情報を格納する方法。

**【請求項 8】**

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、  
前記表面の、輻射のビームにより存在すると判定された潜在的異常の部分およびそれに  
隣接する部分を再走査するステップと、

50

前記再走査中に前記表面の前記部分から散乱した輻射を集め、その集められた輻射を前記チャンネルのグループのうちの各チャンネルに向けるステップであって、前記グループ中のチャンネルの数が潜在的異常の存在を判定するために前に使われたチャンネルの数より多い、ステップと、

チャンネルの前記グループにおいて導かれた輻射から変換された信号から前記表面の中または上の潜在的異常の存在を確認または度外視するステップと、

をさらに含む方法。

【請求項 9】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記生じさせるステップは、前記ビームが実質的に前記表面全体を走査するように輻射のビームと前記表面との間に相対的回転および並進運動を生じさせる方法。

10

【請求項 10】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記生じさせるステップは、前記ビームが実質的に前記表面全体を走査するように輻射のビームと前記表面との間に互いに横断する 2 つの方向に沿う相対的並進運動を生じさせる方法。

【請求項 11】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記格納された情報を検索し、前記表面の 1 つ以上の潜在的異常が存在すると判定された部分におけるピクセルのマップを設けるステップをさらに含み、前記部分の中の前記ピクセルは、潜在的異常の存在が存在すると判定されていない場所に存するものを含む方法。

20

【請求項 12】

請求項 11 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記マップは、前記表面を再走査することなく設けられる方法。

【請求項 13】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記集めるステップは、前記表面からいろいろな仰角においてまたは前記表面に垂直な線またはそれに対応する方向の回りのいろいろな方位角において前記表面から散乱した輻射を、前記表面からの相対的仰角位置または前記線または回りの集められた輻射の方位角位置に関連する情報が保存されるように、集め、前記向けるステップは、前記表面により散乱した輻射を複数のいろいろなチャンネルに、前記チャンネルのうちの少なくとも幾つかがい

いろいろな仰角においてまたは前記線に関していろいろな方位角において散乱した輻射を導くように、向け、前記変換するステップは、前記チャンネルのうちの前記少なくとも幾つかにより導かれた前記集められた輻射を各々の信号に変換し、前記判定するステップは前記各々の信号から前記表面の中または上の潜在的異常の存在を判定する方法。

30

【請求項 14】

請求項 13 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記格納された情報を検索し、前記表面の 1 つ以上の潜在的異常が存在すると判定された部分におけるピクセルの複数のマップを設けるステップをさらに含み、前記マップの各々は前記線の回りの 1 つの対応する方位角および / または前記表面からの仰角において前記表面の前記部分から散乱した前記集められた輻射に関連する情報を含む方法。

40

【請求項 15】

請求項 13 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記表面はその上にパターンを有し、前記判定するステップは、対応するチャンネルで導かれた前記集められた輻射に応答して出力信号を提供する検出器により判定を行い、所定しきい値より高い検出器の出力信号を用いずに潜在的異常の存在を判定する方法。

【請求項 16】

請求項 13 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、対応するチャンネルで導かれた前記集められた輻射に応答して

50

出力信号を提供する検出器により判定を行い、前記判定するステップは、前記表面の同じ場所から前記チャンネルで導かれた前記集められた輻射に应答して提供された前記検出器出力信号のうちの少なくとも幾つかのものの加重平均、中央値または最小値から前記表面の中または上の潜在的異常の存在を判定する方法。

【請求項 17】

請求項 16 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記格納するステップは、前記表面の潜在的異常を有すると判定された場所から散乱した前記チャンネルで導かれた前記集められた輻射に应答して提供された前記検出器出力信号の前記加重平均、中央値または最小値に関連する情報と、前記表面の、潜在的異常を有していないと判定された、前記場所に隣接する部分から散乱した前記チャンネルで導かれた前記集められた輻射に应答して提供された前記検出器出力信号の前記加重平均、中央値または最小値に関連する情報とを格納する方法。

10

【請求項 18】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記集めるステップは、前記表面が前記ビームによって走査される時、前記表面に垂直な線の回りにまたはそれに対応する方向の回りにいろいろな方位角で前記表面から散乱した輻射を、前記線の回りにおける前記集められた輻射の相対的方位角位置に関連する情報が保存されるように、集め、前記向けるステップは、前記表面により散乱した輻射を複数のいろいろなチャンネルに、前記チャンネルのうちの少なくとも幾つかが前記線に関していろいろな方位角に散乱した輻射を導くように、向け、前記変換するステップは前記チャンネルのうちの前記少なくとも幾つかのものにより導かれた前記集められた輻射を各々の信号に変換し、前記判定するステップは、前記表面の中または上の潜在的異常の存在を前記各々の信号から判定する方法。

20

【請求項 19】

請求項 18 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記表面の部分から前記線の回りの第 1 の対応する方位角において散乱した集められた輻射から変換された 1 つの信号からの格納された情報が、前記表面の同じ部分から前記第 1 の対応する方位角とは異なる前記線の回りの第 2 の対応する方位角において散乱した集められた輻射から変換された他の信号からの格納された情報から区別され得るように、前記格納するステップは前記各々の信号からの情報を格納する方法。

30

【請求項 20】

請求項 18 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記集め、その集められた輻射をチャンネルに向けるステップは、前記線または前記方向の回りに実質的に対称的に散乱した輻射を集める集光器による方法。

【請求項 21】

請求項 1 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記向けるステップは、前記集められた輻射を前記チャンネルとして作用する光ファイバに少なくとも 1 つの対物レンズによって収束させることを含む方法。

【請求項 22】

請求項 21 記載の表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記向けるステップは、前記集められた輻射の部分をいろいろな方位角において反射集光器から前記チャンネルの方に反射させるステップを含む方法。

40

【請求項 23】

第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

( a ) 前記第 1 および第 2 表面を輻射の 1 つ以上のビームにより走査させるステップと

( b ) 前記第 1 表面から散乱した輻射を集光光学系によって集め、前記集められた輻射を 1 つ以上のチャンネルの第 1 セットに向け、前記チャンネルのうちの少なくとも 1 つにより導かれた前記集められた輻射を信号に変換するステップと、

( c ) 前記第 2 表面から散乱した輻射を集光光学系によって集め、前記集められた

50

輻射を1つ以上のチャネルの第2セットに向け、前記チャネルのうちの少なくとも1つにより導かれた前記集められた輻射を信号に変換するステップと、

(d) 前記第1表面の少なくとも一部分から散乱した輻射から変換された第1信号と、前記第2表面の少なくとも一部分から散乱した輻射から変換された第2信号とを識別するべく前記2つの表面からの前記集められた輻射の変換からの前記信号を処理するステップであって、前記2つの表面の前記2つの部分は前記第1および第2表面上で実質的に同じ相対的場所を有し、前記ビームおよび集めるステップは、前記2つの部分が前記ビームと各々それから散乱した輻射を集める前記集光光学系とに関して実質的に同じ相対的方位角を有するようなビームおよび集めるステップである、ステップと、

(e) 前記第1および/または前記第2表面の前記部分の中または上の潜在的異常の存在を前記第1および第2信号から判定するステップと、  
を含む方法。

【請求項24】

請求項23記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記処理するステップは、前記第1表面上の位置合せマークに関して前記第1表面から散乱した集められた輻射から変換された前記信号を記録するステップと、前記第2表面上の位置合せマークに関して前記第2表面から散乱した集められた輻射から変換された前記信号を記録するステップと、前記記録された信号から前記第1および第2信号を見出すステップとを含む方法。

【請求項25】

請求項23記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第1および第2信号を比較するステップを含む方法。

【請求項26】

請求項25記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記処理するステップは、前記第1および/または第2信号を1つ以上のしきい値と比較するステップを含み、前記第1および第2信号の前記比較は、前記第1および/または第2信号の前記1つ以上のしきい値との前記比較の前に行われる方法。

【請求項27】

請求項25記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記第1および/または第2信号からの情報を格納するステップをさらに含む方法。

【請求項28】

請求項27記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記第1および第2信号の差がしきい値より小さいときに限って前記第1および/または第2信号からの情報を格納するステップをさらに含む方法。

【請求項29】

請求項25記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記処理するステップは、前記第1および/または第2信号を1つ以上のしきい値と比較するステップを含み、前記第1および第2信号の前記比較は、前記第1および/または第2信号の前記1つ以上のしきい値との前記比較の後に行われる方法。

【請求項30】

請求項23記載の第1および第2表面上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第1および第2信号の差を計算するステップを含む方法

。

10

20

30

40

50

**【請求項 3 1】**

請求項 2 3 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記第 1 表面の潜在的異常を有すると判定された場所から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報と、前記第 1 表面の、前記場所に隣接して潜在的異常を有するとは判定されなかった部分から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報とを格納するステップと、前記第 2 表面の潜在的異常を有すると判定された場所から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報と、前記第 2 表面の、前記場所に隣接して潜在的異常を有するとは判定されなかった部分から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報とを格納するステップとをさらに含む方法。

10

**【請求項 3 2】**

請求項 3 1 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) および (c) における前記集めるステップおよび前記変換するステップの前に領域の寸法を指定するステップをさらに含み、前記格納するステップは、少なくとも、前記第 1 または第 2 表面上にある前記指定された寸法の 1 つ以上の領域の中にあるいろいろなピクセルから散乱した輻射から変換された信号中の情報を格納し、前記領域の各々は、前記第 1 または第 2 表面上の潜在的異常が存在すると判定された場所を含む方法。

**【請求項 3 3】**

請求項 3 2 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

20

前記格納するステップは、前記第 1 および / または第 2 表面の前記領域内の場所から散乱した輻射から変換された前記信号中の情報をメモリに格納し、前記方法は、前記指定された寸法の前記 1 つ以上の領域内に潜在的異常が存在しないと判定されたときに限って前記第 1 または表面上のピクセルから散乱した輻射から変換された信号中の格納された前記情報を消去するステップをさらに含む方法。

**【請求項 3 4】**

請求項 3 1 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) および (c) における前記集めるステップおよび前記変換するステップの前に距離を設定するステップをさらに含み、前記格納するステップは、少なくとも、前記第 1 または第 2 表面上にある前記表面上の潜在的異常が存在すると判定された場所から前記距離の中にあるいろいろなピクセルから散乱した輻射から変換された信号中の情報を格納する方法。

30

**【請求項 3 5】**

請求項 2 3 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) における前記集めるステップは、前記第 1 表面が前記ビームによって走査される時、前記第 1 表面からの相対的仰角位置に関連しまたは第 1 の線または回りの前記集められた輻射の方位角位置における情報が保存され、且つ前記第 1 表面により前記第 1 表面からいろいろな仰角位置においてまたは前記第 1 の線に関していろいろな方位角において散乱した輻射がいろいろなチャンネルに沿って伝えられるように、前記第 1 表面から散乱した輻射を集めて、その集められた輻射を前記第 1 表面からのいろいろな仰角においてまたは前記第 1 表面に垂直な第 1 の線の回りのまたはそれに対応する方向の回りのいろいろな方位角において前記第 1 セット中のチャンネルに向け、(c) における前記集めるステップは、前記第 2 表面が前記ビームによって走査される時、前記第 2 表面からの相対的仰角位置に関連しまたは第 2 の線または回りの前記集められた輻射の方位角位置における情報が保存され、且つ前記第 2 表面により前記第 2 表面からいろいろな仰角位置においてまたは前記第 2 の線に関していろいろな方位角において散乱した輻射がいろいろなチャンネルに沿って伝えられるように、前記第 2 表面から散乱した輻射を集めて、その集められた輻射

40

50

を前記第 2 表面からのいろいろな仰角においてまたは前記第 2 表面に垂直な第 2 の線の回りのまたはそれに対応する方向の回りのいろいろな方位角において前記第 2 セット中のチャンネルに向ける方法。

【請求項 36】

請求項 35 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記第 1 表面はその上に第 1 パターンを有し、前記第 2 表面は前記第 1 パターンと実質的に同じ第 2 パターンを有し、前記判定するステップは、前記第 1 および第 2 セット中の対応するチャンネルで導かれた前記集められた輻射に应答して出力信号を提供する検出器により判定を行い、所定しきい値より高い検出器の出力信号を用いずに潜在的異常の存在を判定する方法。

10

【請求項 37】

請求項 35 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記第 1 表面はその上に第 1 パターンを有し、前記第 2 表面は前記第 1 パターンと実質的に同じ第 2 パターンを有し、前記判定するステップは、前記第 1 および第 2 セット中の対応するチャンネルで導かれた前記集められた輻射に应答して出力信号を提供する検出器により判定を行い、前記第 1 表面の前記少なくとも 1 つの部分の同じ場所から散乱した前記集められた輻射に应答して提供された前記検出器出力信号の第 1 加重平均、最小値または中央値から前記第 1 表面の中または上の潜在的異常の存在を判定し、前記第 2 表面の前記少なくとも 1 つの部分の同じ場所から散乱した前記集められた輻射に应答して提供された前記検出器出力信号の第 2 加重平均、最小値または中央値から前記第 2 表面の中または上の潜在的異常の存在を判定する方法。

20

【請求項 38】

請求項 37 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第 1 最小値または中央値と前記第 2 最小値または中央値とを比較するステップを含む方法。

【請求項 39】

請求項 37 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第 1 加重平均、最小値または中央値と前記第 2 加重平均、最小値または中央値との差を計算するステップを含む方法。

30

【請求項 40】

請求項 35 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) および (c) の各々における前記集めて、その集められた輻射をチャンネルに向けるステップは、前記第 1 または第 2 の線またはそれに対応する前記方向の回りに実質的に対称的に散乱した輻射を集める集光器による方法。

【請求項 41】

請求項 23 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) および (c) における前記向けるステップは、前記集められた輻射を前記対応するチャンネルとして作用する光ファイバに少なくとも 1 つの対物レンズによって収束させることを含む方法。

40

【請求項 42】

請求項 23 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

(b) および (c) における前記向けるステップは、前記集められた輻射の部分のいろいろな方位角において反射集光器から前記対応するチャンネルの方に反射させるステップを

50

含む方法。

【請求項 4 3】

請求項 2 3 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記処理するステップは、前記第 1 および / または第 2 信号を 1 つ以上のしきい値と比較するステップを含む方法。

【請求項 4 4】

請求項 2 3 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記処理するステップは、前記第 1 および第 2 信号の補間および平滑化を含む方法。

10

【請求項 4 5】

請求項 4 4 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第 1 および第 2 信号を比較するステップを含み、前記比較は、前記第 1 および第 2 信号の前記補間および平滑化の前に行われる方法。

【請求項 4 6】

請求項 4 4 記載の第 1 および第 2 表面の上の異常を検出するための表面検査方法において、

前記判定するステップは、前記第 1 および第 2 信号を比較するステップを含み、前記比較は、前記第 1 および第 2 信号の前記補間および平滑化の後に行われる方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、欠陥検出に関し、特に、粒子や、結晶起源粒子 (crystal-originated particle) (“COP”) 等の表面起源欠陥、およびその他の欠陥などの表面上の異常を検出するための改良されたシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

本願の譲受人であるカリフォルニア州サンノゼのケーエルエーテンカーコーポレーションから入手し得る S P 1<sup>TBI</sup> (登録商標) 検出システムはパターン化されていない半導体ウェーハ上の欠陥を検出するために特に有効である。S P 1<sup>TBI</sup> システムは、マイクロビュー (microview) として知られているモードにおいて、潜在的異常が識別された表面の領域を良く調べる能力を提供する。S P 1<sup>TBI</sup> システムは、検出器出力の強度をしきい値と比較することによって潜在的異常の存在を判定する。検出器によって検出された輻射の強度がしきい値を超えれば、散乱した輻射がそれから検出されたところの場所に潜在的異常が存在すると判定される。その強度値は、記憶されて、表面の対応する場所の潜在的異常を示すと見なされる。

30

【0003】

表面全体 (半導体ウェーハ、レチクルまたは表示パネルの表面など) がこのように検査された後、潜在的異常が発見された場所を含む領域は、その後、その場所に異常が実際に存在するか否かを判定するために再検査される。この判定において、潜在的異常があると判定された場所の表面により散乱した輻射を、そのような場所のうちの 1 つを各々含む表面のパッチまたは領域の中の部分等の、そのような場所を囲む表面の部分により散乱した輻射と比較することが有益であり、またしばしば必要である。マイクロビュー・モードでは、S P 1<sup>TBI</sup> システムは潜在的異常があると判定された場所を囲む表面部分を再走査し、そのようにして得られた検出器出力強度を記録する。これは、潜在的異常を囲む (潜在的異常が発見されなかった) 領域から検出器によって検出された散乱輻射強度がしきい値より低下し、従って捨てられてしまっ記憶されないから、必要である。潜在的異常があると判定された場所の表面により散乱した輻射の検出器出力強度とそのような場所を囲む表面部分により散乱した輻射の検出器出力強度とを比較すれば、異常が実際にそのような

40

50

場所に存在するか否かが確認される。潜在的異常のあるこれらの確認された場所は、より詳しくまたはより高い解像度で検査され得る。マイクロビュー・モードは、潜在的異常のある場所が多数に上ることがあり、またこのモードでの再走査および比較のプロセスは、より詳しく或いはより高い解像度で検査されなければならない場所の数を減らすことができるので、有益である。

【0004】

前述したSP1<sup>TBI</sup>システムのマイクロビュー・モードは、有益ではあるけれども、表面の再走査を必要とする。SP1<sup>TBI</sup>システムは、むき出しのウェーハまたはパターン化されていないウェーハに関しては卓越した欠陥感度を提供するが、メモリアレイを有するウェーハのようなパターンをその上に伴うウェーハを検査したり、或いは大量のバックグラウンドノイズのある表面検査のために使用されるときには、そうではない。

10

【0005】

照明ビームと検査されている表面との間に回転運動が引き起こされる場合、検査されている同じ表面上の2つの異なる領域のピクセル強度間でダイ・ツー・ダイ (die-to-die) 比較として知られているものを実行するのは困難であり得る。それは、その2つの領域の照明の角度が異なり得るという事実に起因する。なぜならば、回転のタイミングにより、それらの領域が異なる方位角で照明され得、また散乱した輻射の集光角度(方位角および仰角の両方)もその2つの領域間で異なり得るからである。2つの領域がパターンを含んでいるならば、そのパターンは照明ビームおよび集光光学系に関して異なる方向を向き得るので、その2つの領域またはパッチのピクセル強度を引算しても、普通は、パターンに起因する散乱により引き起こされるノイズは減少しない。

20

【0006】

従って、前に概説されたものより良好な能力を有する表面検査システムを提供することが望ましい。

【特許文献1】米国特許第6,538,730号

【特許文献2】米国特許第6,271,916号

【特許文献3】米国特許第6,201,601号

【特許文献4】米国特許第6,215,551号

【特許文献5】米国特許第5,864,394号

【非特許文献1】ジェラルド・エフ・マーシャル編集,「光学スキャンニング」,デッカー 1991年,615~685ページの中のミルトン・ゴットリーブ著,「音響光学スキャナおよび変調器」

30

【発明の開示】

【0007】

本発明は、潜在的異常があると判定された表面の場所から散乱した輻射に関する情報のほかに、そのような場所に隣接する、潜在的異常があると判定されていない表面の部分から散乱した輻射に関する情報も記憶することによって、SP1<sup>TBI</sup>システムのマイクロビュー・モードの前述した難点を克服するという認識に基く。これは、潜在的異常があると判定された表面の場所から散乱した輻射の強度だけが記憶されるSP1<sup>TBI</sup>システムの現行のマイクロビュー・モードとは対照的である。このようにして、走査後、ユーザが潜在的異常の場所に隣接する領域から散乱した輻射を見ることを望むならば、それは、表面を再走査することなく、可能である。

40

【0008】

本発明の他の態様は、検査中に照明ビームと被検査表面との間に回転運動が引き起こされるときには同じ表面上の複数の領域のダイ・ツー・ダイ比較は難しいかもしれないが、その上に類似するパターンを有する表面を検査するために表面検査システムの性能が大幅に改善され得るように、検査される2つの異なる表面の対応する領域同士を比較することはなお可能であり得るという認識に基いている。2つの表面は1つのまたは複数の輻射ビームにより順次にまたは同時に走査され得る。第1表面の少なくとも一部分から散乱した輻射が集められ、第2表面の少なくとも一部分から散乱した輻射も集められる。その2つ

50

の表面の2つの部分は、その1つまたは複数のビームと、2つの各々の領域から散乱した輻射を集める集光光学系とに関して第1および第2表面上の実質的に同じ相対的场所および実質的に同じ相対的方向を有する。2つの表面の部分から集められた輻射またはそれから導出された信号は、第1および/または第2表面の部分の中または上の潜在的異常の存在を判定または確認するために使われる。

【0009】

記述を簡単にするために、本願では同一の構成要素には同じ数字が付されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図1～6Bに関連する以下の記述は米国特許第6,538,730号(特許文献1)における同様の図の説明と同様であり、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。特許の光学系は、本発明を説明するために役立つ。

10

【0011】

図1は、本願の譲受人であるカリフォルニア州サンノゼのケーエルエーテンカーコーポレーションから入手し得るSP1<sup>TBI</sup>システム10の略図である。SP1<sup>TBI</sup>システム10の様子が米国特許第6,271,916号(特許文献2)および第6,201,601号(特許文献3)に記載されている。これら特許の両方は、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。図を簡単にするために、照明ビームをウェーハに向けるコンポーネントなどの、システムの光学コンポーネントのうちの一部は省略されている。検査されるウェーハ20は、直角入射ビーム22および/または斜め入射ビーム24により照明される。ウェーハ20は、モータ28によって回転させられると共にギア30によって一つの方向に並進運動させられるチャック26上に支持されるので、ビーム22および/または24は、ウェーハの表面を検査するために移動させられてウェーハ20の表面上の螺旋状経路をたどられる領域またはスポット20aを照明する。モータ28およびギア30は、当業者に知られている仕方でコントローラ32により制御される。或いは、ビーム22,24は螺旋状経路または他のタイプの走査経路をたどるように当業者に知られている仕方で動かされても良い。

20

【0012】

ウェーハ20上の一方または両方のビームにより照明される領域またはスポット20aは、ビームからの輻射を散乱させる。ウェーハの表面に対して垂直で領域20aを通る線36に近い方向に沿って領域20aにより散乱させられた輻射は、レンズ集光器38により集められ収束させられて光電子増倍管("PMT")40に向けられる。レンズ38は垂直方向に近い方向に沿って散乱させられた輻射を集めるので、このような集光チャンネルは本願明細書においてナロー・チャンネルと称され、PMT40は暗視野ナローPMTと称される。望まれるときには、ナロー・チャンネルにおいて集められる輻射の経路に1つ以上のポーライザ42が配置され得る。

30

【0013】

垂直方向36から離れた方向に沿う、一方または両方のビーム22,24により照明される、ウェーハ20のスポット20aにより散乱した輻射は、楕円集光器52により集められてアパーチャ54およびオブションのポーライザ56を通して暗視野PMT60に収束される。楕円集光器52はレンズ38よりも垂直方向36から広い角度の方向に沿って散乱した輻射を集めるので、このような集光チャンネルはワイド・チャンネルと称される。検出器40,60の出力は、信号を処理して異常の存在とその特性とを判定するためにコンピュータ62に供給される。SP1<sup>TBI</sup>システムの在来の操作では、検出器40,60の出力の強度がしきい値と比較される。そのような検出器出力強度がしきい値を超えたとき、散乱した輻射がそのような出力を提供するように検出器によりそれから検出されたところの場所には潜在的に異常があり、その場所と、検出器出力の対応する強度との両方が記憶される。

40

【0014】

再走査なしのマイクロビュー

50

前述したように、SP1<sup>TBI</sup>システムの在来操作では、検出器出力強度と、そのような出力強度を提供するように散乱した輻射が検出器によりそれから検出されたところの場所とは、そのような場所が一般的にはそのような強度を一定のしきい値と比較することによって潜在的異常を含むと判定されなければ、記憶されない。パターンを有するまたはノイズの多いバックグラウンドを有する表面が検査される際には、多数の場所に潜在的異常があると判定される可能性がある。SP1<sup>TBI</sup>システムの在来操作により潜在的に異常があると判定された場所をさらに調べるためには、そのような場所の全てを高い解像度で良く調べる必要があるかもしれない。しかし、そのような操作には時間がかかるので、それらの場所を高い解像度で調べる前にそれらの場所をマイクロビュー・モードで簡単に調べることがおそらく望ましい。そのような調べは、普通は、潜在的異常があると識別された場所を囲む領域から散乱した輻射の強度についての知識を必要とする。SP1<sup>TBI</sup>システムの在来操作の間はそのような情報は記録されないで、在来のマイクロビュー・モードの間、ユーザは、それらの場所から散乱した輻射だけではなくて周囲の領域から散乱した輻射も記録するためにそれらの場所と周囲の領域とを再走査しなければならない。これは煩わしくて時間を消費する。

10

20

30

40

50

**【0015】**

本発明の1つの態様は、或るしきい値を超えた検出器出力強度だけを記録する代わりに、潜在的異常のある場所の近傍の強度が所定しきい値を超えない表面部分からの検出器出力強度を記録し格納するという認識に基づく。このようにして、潜在的異常を含む場所を囲むウェーハ表面部分から散乱した輻射強度を示すデータが表面の検査の直後に再調査のために利用可能となる。ユーザは、潜在的異常の場所を含むウェーハ表面の領域またはパッチを、ウェーハ表面を再走査することを必要とせず潜在的異常を含むそのような場所が潜在的異常を含むか否か（従って、詳細な且つ/または高解像度検査に値するか否か）確認するために、すばやく調べることができる。従って、図1と関連して、一実施形態では、コンピュータ62は、これに関連付けられたメモリ（別に示されていない）に、潜在的異常が識別された場所からの検出器出力強度だけではなくてウェーハの全部分からの散乱輻射に応じて検出器により供給された検出器出力強度を格納する。

**【0016】**

記憶に必要とされ得るメモリの量を節約するために、潜在的異常を含む場所から遠く離れた検出器出力強度を消去し或いは捨てることがおそらく望ましい。このことは図9Aと関連して説明される。

**【0017】**

図9Aは、場所302に潜在的異常が存在すると判定された半導体ウェーハ表面の略図である。場所での潜在的異常の確証のために場所302を囲む領域から散乱した輻射に応じた検出器出力だけでなく場所302での検出器出力強度データをさらに再調査できるようにするためには、場所302を含む指定された領域304から散乱した輻射に対応する検出器出力を格納すればおそらく充分である。領域304の外側のウェーハ表面300の部分から散乱した輻射に応じた検出器出力強度は、そのような部分の近傍のどの場所も潜在的異常を含むと識別されなければ、捨てられ或いは消去され得る。表面300が潜在的異常のある2つ以上の場所を含んでいるならば、パッチ304と同様の領域またはパッチを指定することができ、その各々の領域またはパッチは場所のうちの1つを含み、検出器出力強度の記憶は、残りのデータを消去し得るようにそのような領域またはパッチの中の表面300の部分だけについて維持される。例えば、パッチの形状が半径dの円形（例えば、図9Aのパッチ306）で、検出器出力強度がピクセルの形で記録される場合、ピクセル・データは、表面上でそのようなピクセルから距離dの中に潜在的異常が識別されなかったならば、消去されても良い。指定される領域または距離dは、検査の前に設定され得る。

**【0018】**

表面を再走査せずにマイクロビューを実行する表面検査システムの能力は、1つ以上の照明ビームと検査される表面との間に配置（locational）および並進運動の両方が引き起

こされるSP1<sup>TB1</sup>システムのようなシステムに限定されない。ウェーハ全体またはパッチに対応するものについて検出器出力強度を記録する前述した特徴の全ては、以下でさらに詳しく説明されるように1つ以上の照明ビームと検査される表面との間に2次元並進運動が引き起こされるシステムに適用可能である。

【0019】

以下のように表面の多重透視図を取得するものとして知られている方式において、検査されている表面から散乱した輻射が異なる数の方向においていろいろな方位角および/または仰角で集められて検出される場合、再走査能力を必要としない前述したマイクロビューはさらに強化され得る。

【0020】

再走査特徴のないマイクロビューが図10A~10Dに示されている。図10Aは、再走査を必要とする在来のマイクロビュー・モードで提供された、論理回路をその上に有する半導体ウェーハの欠陥マップの略図である。欠陥マップは、検出器出力のピクセル強度と、散乱した輻射がそのような強度を提供するべくそれから検出されたところの表面のピクセル場所とを特定することによって構成され、そのようなマップは図10Aに示されているように表示され得る。前述したように、検出器強度出力は、在来のマイクロビュー・モードでは、そのような強度が所定しきい値より上になるときだけ、記憶される。従って、欠陥マップを得るために、コンピュータ62は、表面上の検出器強度を1つ以上の所定しきい値と比較して、散乱した輻射の強度がその1つ以上のしきい値を超える表面20上の場所を識別する。そのとき、図10Aに示されている欠陥マップを形成するためにそのような場所がそれらに関連する検出されたピクセル強度と共に報告される。潜在的な欠陥は、ドット302のようなドットとしてマップ上に示される。

【0021】

図10Bは、その欠陥マップが図10Aに示されている半導体ウェーハのマップを示す。図10Bは、ウェーハの再走査が不要の前述した改良された手法を用いて得られる。図10Bは、図10Aのウェーハ全体から検出された散乱した輻射の検出器出力強度を示し、ここで検出器出力強度は潜在的異常のある場所についてだけではなくてウェーハの全ての場所についての強度が示されている。

【0022】

図10Aおよび10Bに示されているようなマップを構成するために検出器出力強度を記録し格納する目的で、ウェーハの表面はピクセルに分割され、各ピクセルに出力強度値が関連付けられる。そのようなピクセル強度値を用いて図10Aおよび10Bのマップが構成される。図9Aの潜在的異常の場所302は図10Aおよび10Bにも示されている。図10Cは、図10Aの欠陥マップの1つの領域またはパッチの図であり、このパッチまたは領域は場所302を含む。しかし、図10Aの欠陥マップとは異なって、図10Cのパッチ図は欠陥302を暗い背景上の白いドットとして示している。

【0023】

本発明の一態様の実施形態により、欠陥302を含むウェーハ・マップのパッチの領域におけるピクセル強度を観察することもユーザが望む場合、全てのユーザが行わなければならないことは図10Aのマップを表示するコンピュータ・スクリーン上で場所302においてコンピュータ・マウス(図示せず)をダブルクリックすることだけであり、するとコンピュータ62は、図10Dに示されているように、図10Aのウェーハのパッチまたは領域の中の全てのピクセル強度を示す図を提示する。前述したように、コンピュータ62はそのメモリに表面20全体の全てのピクセル強度または少なくとも潜在的異常の場所を含む領域またはパッチにおけるピクセル強度を格納するので、図10Dに示されているピクセル強度の全てがコンピュータ62のメモリに格納され、従って、改良されたマイクロビュー・モードでは表面20の再走査は不要である。従って、図10Dから分かるように、場所302に存する潜在的欠陥をその周囲との関係で見ると、場所302に異常が実際に存在するか否かをユーザが判定することを容易にする。潜在的異常が場所302に実際に存在するとユーザが判定すれば、この場所とその周囲とを調べて異常を判定し分

10

20

30

40

50

類するために表面のこの部分をより高い解像度でまたはより精巧な手段でさらに調べることができる。しかし、ウェーハを再走査する必要を回避することにより、潜在的異常を識別し再調査するこのプロセスは、在来マイクロビューよりは遥かに高速で、煩わしくない。

【0024】

#### 回転対称性

S P 1<sup>TBI</sup> システムはパターン化されていないウェーハの検査のために有利である。なぜならば、集光光学系（レンズ38およびミラー52）が垂直方向36に関して回転対称であるので、ウェーハ20の表面上の欠陥の方向に関しての図1のシステムの方法は重要でないからである。さらに、これらの集光器による散乱空間の角度範囲は、パターン化されていないウェーハの検査において関心の対象である異常を検出するのに必要なものとよく調和する。

10

【0025】

しかし、前述した特徴のほかに、ウェーハ20の表面上の欠陥により散乱した輻射に含まれる方位角情報をレンズ集光器38および楕円ミラー集光器52の両方が保存するという点においてS P 1<sup>TBI</sup> システム10は別の重要な特徴を有する。よって、ウェーハ上の或る欠陥および/またはパターンは、他の方位角方向よりも或る方位角方向に沿って輻射を優先的に散乱させることがある。集光器38および52により集められた輻射において保存された方位角情報を使用することにより、システム10は、パターン化されたウェーハ上の欠陥を検出するために有利に適合され改造され得る。

20

【0026】

レンズ38および/または楕円ミラー52により集められた輻射を分割することにより、いろいろな方位角方向に散乱した輻射が別々に検出され得る。このようにして、パターンにより回折または散乱した輻射を検出する検出器は飽和する可能性があるが、そのような回折または散乱を検出しない他の検出器はウェーハ20上の欠陥の検出および分類のために有益な信号を生じさせる。レンズ38および楕円ミラー52は散乱した輻射の方位角情報を保存するので、ウェーハ上の欠陥を有利に検出して分類するために多数の検出器を設計し配置するためにウェーハ20上に存在するパターンまたは欠陥のタイプについての知識を有利に用いることができる。以下で説明されるように、ウェーハ20上のメモリ構造のような規則的なパターンの場合には特にそうである。なぜならば、そのような規則的なパターンによって回折された輻射も規則的になる傾向を有するからである。

30

【0027】

図2は、レンズ38またはミラー52によって集められ得る輻射の収束する中空円錐を示す略図である。図1のレンズ38の場合には、垂直入射ビーム22の鏡面反射が検出器40に到達するのを妨げるために空間フィルタ（図1には示されていない）が使用されるので、レンズ38によりPMT40に収束させられる輻射は図2に示されている収束中空円錐の形状を有する。楕円ミラー52の場合、ミラーは、完全な楕円ではないので、近垂直方向に散乱した輻射を集めずに、垂直方向36に対して大きな角度で散乱した輻射だけを集めるので、ミラー52によって検出器60の方に収束する輻射も、図2に示されているように収束中空円錐の形状を有する。

40

【0028】

図3Aは、本発明の好ましい実施形態を示す、ミラー52によって集められるような図2に示されている輻射の収束する円錐内の輻射を受ける多数のファイバ・チャンネルの可能な装置の略図である。図3Aの装置は、図2に示されている収束中空円錐内の集められた散乱した輻射を導くために使用される光ファイバ・チャンネル72の2つの実質的に同心のリングを含む。ウェーハ20上のパターンから散乱するフーリエ成分または他のパターンは、ファイバ72のうちの或るものに到達して、そのようなチャンネルからの輻射を検出する検出器を飽和させまたは大振幅信号を供給させることができる。しかし、そのような望まれないパターン散乱を受けない他の光ファイバ・チャンネルがある。多数のファイバ・チャンネル72の使用は、集められた散乱した輻射を複数の異なるセクタまたはセグメントに

50

實際上分割するので、一部のファイバ・チャンネルだけが強い信号を受け取ってフーリエまたは他のパターン散乱に起因して飽和し或いは大振幅出力を供給し得て、残りのチャンネルは異常検出のために分析され得る情報を伝える。以下で説明されるように、図2の円錐内の集められた散乱した輻射における方位角情報が保存されるので、図3Aの分割方式が使用されるときにパターン散乱の効果を最小限にするために種々の方式が採用され得る。

#### 【0029】

ファイバ・チャンネル72によって導かれた輻射を検出するために、図3Bに示されている多陽極PMTのような、様々なタイプの検出器が使用され得る。しかし、多陽極PMTが使用される場合、どの2つの隣り合うチャンネルの間にも公称3%のクロストークがある。そのようなクロストークを避けるために、図3Bに示されているように、ファイバ72を1つおきのPMT陽極と整列させることができる。図3Bは多陽極PMTの略図である。図3Bに示されているように、陰が付けられた陽極74だけがファイバ72と整列させられ、陽極76はどのファイバ72とも整列させられない。これは、図3Bに示されている陽極の全てがファイバ72と整列させられるならば存在し得る3%のクロストークを回避する。

10

#### 【0030】

図4は、ナロー・チャンネルのためのファイバ・チャンネルまたは多数の検出器82の装置80を示す略図である。よって、ワイド・チャンネルについて前述したのと同様の仕方で輻射を分割するためにファイバまたは検出器82はレンズ38により集められたナロー・チャンネルについて図2に示されている集められた散乱した輻射と整列させられ得る。

20

#### 【0031】

図5Aは、本発明の好ましい実施形態を説明する欠陥検出システムの部分的に横断面を示し部分的に略図示する図である。図5Aを簡単にするために、2つの照明ビーム22および24、コンピュータ62およびウェーハを動かすための機構は図示されていない。ウェーハ20上のスポット20aにより散乱してレンズ38により集められた輻射は、ミラー102により検出器40へ反射される。絞り104は、垂直入射ビーム22の鏡面反射を検出器40から遮り、図2における収束ビームの円錐形状をもたらす。集められてレンズ38により収束し、ミラー102によって反射されたビームはビームスプリッタ106を通過し、集められた輻射の、ビームスプリッタを通過した部分は標準的SP<sup>1TB</sup>動作の場合のように単一の出力を供給する検出器40上に収束する。ビームスプリッタ106は、レンズ38からの集められた輻射の一部分を図4の光ファイバの装置80の方に反射し、転換する。好ましくは、光ファイバ82のサイズと、ビームスプリッタ106により反射される中空円錐のサイズとは、ファイバ82が輻射の中空円錐内の輻射の大部分を集めて伝えるようなサイズである。ファイバ82の各々は、1つの対応する検出器または多ユニットまたは多エレメントの検出器の1つの検出ユニットに結合される。同様に、ビームスプリッタ112は、楕円ミラー52により集められた輻射の小部分を、図5B（または、図3A）により明瞭に示されている光ファイバ・チャンネル72の装置70'の方に転換し、ここで各チャンネル72は独立の検出器または多エレメント検出器システム（図示せず）の別々の検出ユニットに結合される。図5Aに示されているように、ビームスプリッタ112は、細いリング114内の輻射だけを装置70'へ転換するようになっている。ミラー52によって集められた輻射の大部分は、ビームスプリッタ112を通されて、標準的SP<sup>1TB</sup>動作の場合のように単一の出力を供給する検出器60に収束する。図5Aでは、図を簡単にするために照明ビーム22, 24と、ウェーハを動かすための機構とは省略されている。

30

40

#### 【0032】

図1のシステム10と図5Aのシステム100とを比較することから明らかなように、システム100は図1のシステム10の特徴の實質的に全てを保持している。さらに、システム100は、レンズ38およびミラー52によって集められた散乱した輻射の一部分を転換し、それを、分割された輻射を別々の検出器または検出ユニットに分割するように伝えるファイバ82, 72の方に向ける。システムは、コンパクトであって、図1のSP1

50

<sup>TB1</sup> システム 10 と比べて最小限の追加スペースを必要とする。このように、単一の複合器械がパターン化されていないウェーハおよびパターン化されたウェーハの両方の検査のために最適化されて使用され得、これによりこの 2 タイプのウェーハ検査のための 2 つの別々の器械の必要がなくなる。

#### 【0033】

パターン化されたウェーハだけが検査されるときには、図 6 A の代替の欠陥検査システム 150 が使用され得る。図 6 A では、図を簡単にするために照明ビーム 22, 24、コンピュータ 62 およびウェーハを動かすための機構は省略されている。図 6 A に示されているように、レンズ 38 およびミラー 52 によって集められた散乱した輻射は、ミラー 112' によって、図 6 B の横断面図でより明瞭に示されている光ファイバの装置 152 の方に反射される。図 6 B に示されているように、装置 152 は、レンズ 38 により集められた散乱した輻射を伝えるファイバのリング 82 とミラー 52 によって集められた散乱した輻射を伝えるファイバのリング 72 とを含む。前と同じく、ファイバ 72, 82 の各々は 1 つの独立の検出器または多ユニット検出器の 1 つの検出ユニットに結合され得る。

#### 【0034】

検出器の単一のリングが図 4 および 5 B に示されているが、図 3 A に示されているもののような複数のリングが採用され得る。2 つの装置 70, 70', 80 の各々において互いに隣接して置かれている光ファイバの光伝導性コアは、隣接するコア間のクロストークが減じられるように、コアを包むクラディングによって互いに分離される。明らかに、ファイバ以外の光チャネルが、使用され得、そして本発明の範囲内にある。そのようなチャネルが光ファイバの場合のクラディングのようなセパレータを含まない場合、クロストークを減じるために他の光学的セパレータが採用され得る。

#### 【0035】

図 5 A および 6 A のシステム 100 および 150 は、マイクロ・スクラッチおよび粒子を識別するために特に有益である。マイクロ・スクラッチによる散乱パターンは、垂直に照明されてレンズ 38 により集められる近垂直またはナロー・チャンネルで捕捉されるときに最高のエネルギー集中と最大の検出均一性とを与える。ファーフィールドにおける細長いパターンの形のスクラッチの独特の特徴は、簡単な分類方法を考慮に入れている。従って、リング形式に配置された 8 個以上のファイバ 82 がビームスプリッタ 106 により転換されたレンズ 38 によりファイバ 82 の方に収束した光の中空円錐の経路に置かれ、これらのファイバの出力が多チャンネル検出器または個々の検出器のアレイに向けられたならば、任意の 2 つの斜めに向かい合ったファイバを通して得られた信号を残りのファイバの信号と比較するという簡単なプロセスにより、マイクロ・スクラッチの存在が得られる。斜めに照明されたときには、マイクロ・スクラッチは、パターン検査に関して前述した複数の検出チャネル、すなわち複数のファイバ・ユニット 70 および 70'、を用いることにより、粒子に起因するものとは区別され得る散乱パターンを生じさせる。ワイド・チャンネルおよびナロー・チャンネルの両方において、個々の光ファイバではなくて、個々の検出器または多エレメント検出システムを光の収束する中空円錐の経路の中に直接置くことも可能である。

#### 【0036】

前述した仕方で、表面から散乱した輻射のための集光スペースは方位角方向に分割され得る。同様に、表面からの散乱した輻射のための集光スペースは高さ方向にも分割され得、それは検査される表面に対するそのような方向の仰角により確定される。例えば、ファイバ 82 の集光仰角（例えば、図 5 A の 82 a）はファイバ 72 のそれ（例えば、図 5 A の 72 a）とは異なり、図 3 A におけるファイバ 72 の内側リングの集光仰角は外側リング内のファイバ 72 のそれとは異なる。

#### 【0037】

パターンを有する表面に適用された多重透視 (Multiperspective)

システム 100, 150 がメモリセルをその上に有するウェーハを検査するために使用される場合、メモリアレイにより散乱した輻射のフーリエ成分は、ウェーハが回転させら

10

20

30

40

50

れるとき、スピンする。これらの成分は回転し、図 1, 5 A および 6 A の垂直方向 3 6 に関していろいろな方位角にある。これは、ウェーハが回転させられるときに、これらのフーリエ成分がいろいろなファイバ 7 2, 8 2 によって伝えられることを意味する。メモリスルのアレイは、ウェーハが回転するとき、ウェーハの X および Y 方向にいろいろな寸法を有し得るので、フーリエ成分によって飽和させられる検出器の数は変化し得る。フーリエ回折成分の数を推定できるようにメモリスルの X および Y 寸法を知ることにより、これに対処することができる。或いは、始めの初期化プロセス中に、非常に強い、或いは飽和した出力を有する検出器の最大数に注目することにより、除去されなければならないフーリエ成分の最大数が判定される学習サイクルが実行される。初期化後の測定中に、この数の検出器出力を除去することができ、その除去される出力は、飽和した出力または最大値を有する出力である。例えば、各陽極が使用されて対応するファイバに結合される多陽極 P M T の場合、最大出力を有する検出器に隣接する成分をも除去することによってクロストークを減少させることができる。例えば、ウェーハが 1 つの位置において 3 つのフーリエ成分を与え、また他の 1 つにおいて 2 つを与えるならば、その 3 つの直接成分は各々に隣接する 2 つの成分と共に除去されて合計 9 個の検出器出力が除去される。これは 7 個の使用可能な検出器出力を残す。この数が、ウェーハの正確な方位角に関わらず、維持される。これは、ユーザが粒子について寸法決定オプションを維持することを可能にする。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 3 8 】

好ましくはファイバ 7 2 および 8 2 は図 3 A, 4, 5 B および 6 B に示されている軸 7 4 および 8 4 のような方向の回りに回転対称に配置される。そのように配置されたとき、輻射散乱方向は複数の同一角度セグメントに分割され、各セグメントの中で散乱した輻射は対応するファイバによって集められる。レンズ 3 8 またはミラー 5 2 によって集められた輻射の一部分をビームスプリッタまたはミラー 1 0 2, 1 1 2, 1 1 2' が反射または転換するとき、集められた散乱した輻射の方位角位置は、反射されまたは転換された輻射がファイバ 7 2, 8 2 に向けられるとき、維持される。そのような輻射がそのように反射または転換されるとき、軸 7 4, 8 4 は垂直方向 3 6 に対応し、集められた散乱した輻射の、垂直方向 3 6 の周りにおけるそれらの方位角位置に対応する軸 7 4, 8 4 の回りの方位角位置は、維持される。いろいろな仰角に（すなわち、検査される表面からいろいろな角度に）散乱した輻射を集めることも可能である。例えば、ファイバ 7 2 は、散乱した輻射がファイバ 8 2 により集められる仰角とは異なる仰角で散乱した輻射を集める。これは、検査される表面から照明ビームから生じた散乱した輻射の多重透視図を提供する。

#### 【 0 0 3 9 】

##### マイクロビューおよび多重透視

検査される表面から散乱した輻射の多重透視図（すなわち、マップの部分）を提供する前述した特徴は、前述したマイクロビュー能力と組み合わせられ得る。例えば、表面 2 0 を走査するために図 1, 5 A および 6 A のシステム 1 0, 1 0 0 および 1 5 0 のいずれも使用され得、検出器出力の強度は、そのような強度が所定しきい値を超えても超えなくても、（コンピュータ 6 2 に関連付けられたメモリなどに）格納され得る。走査が完了すると、ユーザは、関心の対象である（図 1 0 A の場所 3 0 2 のような）場所を含む領域またはパッチのいろいろな仰角および/または方位角でのマイクロビューを得ることができる。これは、例えば、図 1 1 に示されている。図 1 1 は、そのパッチにより 3 2 個の別々の方向に散乱した輻射の強度を検出することにより得られた、検査される表面の同じパッチまたは領域の 3 2 個の図（マイクロビュー）のコレクションである。その 3 2 個の方向は、方位角、検査される表面からの仰角、またはその両方において互いに異なり得る。図 1 1 から分かるように、パッチの図の幾つか（3 1 2, 3 1 4, 3 1 6 および 3 1 8）のピクセル強度値は大強度の散乱した輻射を含む。これは、おそらく、図 3 1 2 ~ 3 1 8 が表面 2 0 のパターンまたは他の周期的凹凸から散乱した輻射を含むことを示す。この理由の故に、この 4 つの図は、表面 2 0 上の異常の存在の判定においては無視されても良い。前述したように、いろいろなタイプの欠陥または異常がいろいろな選択的仰角または方位角で輻射を散乱させる。いろいろな集光角度（方位角および仰角の両方）から多数の図を供給

することによって、表面 20 上に存在するかもしれない異常の存在およびタイプの両方を判定するために多量の情報が利用可能である。

#### 【0040】

図 11 に関して、検査される表面はパターンまたは他のノイズの多いバックグラウンドを含み、いろいろな集光角度の種々の集光チャネルが、検査される表面上の同じパッチまたは領域の種々の透視図を示す。表面上のメモリアレイのようなパターンは、特定の選択的方向に強い散乱を生じさせる。異常検出時のパターン散乱の影響を減少させるために、飽和していたり、或いは異常からの散乱に起因するに於てはピクセル強度が高すぎる検出器出力を捨てることが望ましい。従って、図 312 ~ 318 を全て捨てることができる。残りの図については、同じ領域またはパッチのいろいろな多重透視図からピクセル強度の加重平均を計算するなどしてその領域またはパッチ内の各ピクセルのために適切な値を提供することが望ましい。一実施形態では、この値は中央値であっても良い。或いは、代わりに、残りの図の中の最小値が選択され得る。従って、飽和しているかまたは高すぎるピクセル強度を有するものを捨てた後に残っている全ての図の加重平均、中央値または最小ピクセル強度により、検査される表面の領域またはパッチの図が形成され得る。

10

#### 【0041】

前述したシステムについては、多重透視で検査される表面全体の多数の図を記憶し提供することが可能であるが、必要とされるメモリの量は或るアプリケーションのためには大量で余りに高価であり得る。潜在的異常の場所を含むパッチまたは領域についてだけピクセル強度を格納し、そのような場所から遠く離れたピクセル強度を捨てるか或いは消去する場合でも、そうである。従って、或るアプリケーションでは、始めに、図 1 のシステム 10 のように 1 つまたは少数の集光チャネルと対応する検出器とだけを使って表面を走査することが望ましい。その走査の結果を用いて図 10A に示されているもののような欠陥マップが編集された後に、図 2 ~ 6B に示されているシステムのように、前の走査の間に使用された数より多い数の集光チャネルおよび対応する検出器で、潜在的欠陥の場所を含むパッチまたは領域が、いろいろな集光角度でこれらのパッチの多数のいろいろな透視図が得られるように、再走査され得る。一定のアプリケーションのために、このプロセスは有利である。

20

#### 【0042】

#### 異なる検査システムを用いるマイクロビュー

ここで図 7 および 8 を参照して他のタイプの表面検査システムを説明する。このタイプのシステムについてのより詳細な説明が米国特許第 6,215,551 号 (特許文献 4) および第 5,864,394 号 (特許文献 5) において提示されている。これら特許は、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 7 に示されているように、システム 220 はレーザビーム 224 を供給するレーザ 222 を含む。ビーム 224 はビーム拡大器 226 によって拡大され、その拡大されたビーム 228 は音響光学偏向器 (acousto-optic deflector) (AOD) 230 によって偏向させられて偏向ビーム 232 とされる。この偏向ビーム 232 は、ポスト AOD 偏光選択光学系 234 を通され、その結果として生じたビームは、パターン化され或いはパターン化されていない半導体ウェーハ、フォトマスクまたはセラミック・タイルのそのような検査されるべき表面 240 上のスポット 210 にテレセントリック走査レンズ 236 によって収束する。

30

40

#### 【0043】

表面全体を走査するべく表面 240 上の照明される領域 210 を移動させるために、AOD 230 は偏向したビーム 232 の方向を変化させ、これにより表面 240 上の照明されたスポット 210 を走査線 250 に沿って走査する。図 7 に示されているように、走査線 250 は、好ましくは、走査線と同じ方向に沿って表面 240 の寸法より小さい長さを有する直線である。線 250 が曲がっている場合にも、そのスパンは同じ一般方向に沿っての表面 240 の寸法より小さい。照明されたスポットが走査線 250 に沿って表面 240 を走査し終えた後、表面の照明された領域が矢 252 に沿って移動して AOD 230 がその照明されたスポットを走査線 250 に平行で走査線 250 から負 X 軸沿いに離隔した

50

隣接位置に存する走査線に沿って走査させるようにウェーハの表面 240 が X 軸に沿ってステージ 244 (図 8 を参照) によって動かされる。照明されたスポットがそのような走査線を走り終わった後、異なる X 位置に存する隣の走査線を走査するために照明されるべき表面領域が方向 252 に沿って動かされるように、表面 240 はステージ 244 によって小距離動かされる。この小距離は、好ましくは、スポット 210 の高さの約四分の一に等しい。このプロセスは、照明されたスポットがストリップ 254 を踏破し終えるまで反復され、その時点で、照明される領域は端 254 a またはその近くに存する。そのような点で、隣のストリップ 256 を端 256 a またはこれに近い位置から走査し始め踏破するために表面 240 はステージ 244 により Y 方向に沿ってほぼ走査線 250 の長さだけ動かされる。その後、ストリップ 256 内の表面がストリップ 256 の他方の端 256 b に達するまで 250 のような短い走査線により同様に踏破され、この点で表面 240 はストリップ 258 を走査するために再び Y 方向に沿って動かされる。このプロセスは、ストリップ 254, 256, 258 の走査の前に反復され、表面 240 全体が走査されるまでそのようなストリップの走査の後に続行される。従って、表面 240 は、その全体が実質的に表面 240 全体を覆う短い経路セグメントの複数のアレイを走査することによって走査される。

10

#### 【0044】

AOD 230 によるビーム 232 の偏向は、チャープ信号を発生させるチャープ発生器 280 により制御される。チャープ信号は、増幅器 282 によって増幅され、当業者に知られている仕方でビーム 232 の偏向を生じさせる音波を発生させるために AOD 230 のトランスデューサ部分に加えられる。AOD の動作の詳しい解説については、ジェラルド・エフ・マーシャル編集、「光学スキャンニング」、デッカー 1991 年、615 ~ 685 ページの中のミルトン・ゴットリーブ著、「音響光学スキャナおよび変調器」("Acoustooptic Scanners and Modulators," by Milton Gottlieb in Optical Scanning, ed. by Gerald F. Marshall, Dekker 1991, pp. 615-685) (非特許文献 1) を参照されたい。簡単に述べれば、AOD 230 のトランスデューサ部分により生成された音波が音響光学結晶の光学屈折率を周期的に変調してビーム 232 の偏向をもたらす。チャープ発生器 280 は、レンズ 236 によって収束した後にビーム 232 の偏向が収束したビームを線 250 のような走査線に沿って前述したように走査させるように、適切な信号を発生させる。

20

30

#### 【0045】

チャープ発生器 280 は、好ましい実施形態ではマイクロプロセッサを含むタイミング電子回路 284 により制御される。そのマイクロプロセッサは、開始および終了周波数  $f_1$ 、 $f_2$  を、これらの周波数  $f_1$ 、 $f_2$  により決まる偏向角の所定範囲の中でビーム 232 の偏向を生じさせる適切なチャープ信号を発生させるために、チャープ発生器 280 に供給する。表面 240 のレベルまたは高さを検出するために自動位置センサ (auto-position sensor) (APS) 光学系 290 と APS 電子装置 292 とが使用される。異常の特徴を検出し分析するために、検出器 211 b のような検出器は、走査線 250 に沿う異常、表面、およびその上の他の構造により散乱した光を集めて出力信号をプロセッサに提供する。

40

#### 【0046】

図 8 は、好ましい実施形態を示すために集光または検出チャネルの構成を詳しく示す図 7 のシステム 220 の透視図である。図 8 に示されているように、4 つの集光チャネルおよび対応する検出器が使用され、2 つのチャネル - 検出器 210 a, 210 b (図 8 では検出器は集光チャネルと別には示されていない) は各々の方位角範囲 - (75 ~ 105) 度および (75 ~ 105) 度の中の散乱した光を集める。2 つの付加的な集光チャネル - 検出器 211 a, 211 b も、各々の方位角範囲 - (30 ~ 60) 度および (30 ~ 60) 度の中の前方に散乱した光を検出するために使用されている。所望の場合には、他の異なる集光立体角を有する 4 つの独立の集光チャネルを使用することが当然可能であり、前記集光チャネルのうちの 2 つは実質的に方位角  $\pm 45$  度を中心とする順方向の光を集める

50

べく前方に配置され、それらのチャンネルのうちの2つは実質的に方位角 $\pm 90$ 度を中心とする光を集めるように配置される。4つより多いまたは少ない集光チャンネルおよび検出器を使用することもできる。これらのチャンネルはいろいろな方位角および/または仰角で集光することができる。

#### 【0047】

(多重透視で、または多重透視なしで)再走査なしのマイクロビューを達成する前述したプロセスは、図7および8のシステムを用いても実行され得る。図1~6Bのシステムを使用する再走査なしのマイクロビュー・モードについて前述したのと同様の仕方で、たとえそのようなピクセル強度が異常の存在を示すように所定しきい値を超えないとしても、プロセッサ200は、そのメモリに、潜在的異常の場所を含む検査される表面の領域またはパッチから散乱した輻射を示すピクセル強度を格納することができる。このようにして、走査後、検査される表面240を再走査することを必要とせずに、それらの領域またはパッチの中のピクセル強度の全てを見ることができる。所望の場合には、もちろん、検査される表面全体のピクセル強度を格納することができる。また、前述したのと同様の仕方で、複数の集光チャンネルおよび対応する検出器が図7および8のシステムで使用可能であるので、検査される表面240の領域またはパッチの複数の透視図を得ることも可能である。従って、透視図の各々についてまたは選択されたものだけについてマイクロビュー能力を実行し得るように全ての異なる透視図のためにピクセル強度を格納することが可能である。

10

#### 【0048】

20

#### 表面对表面(例えば、ウェーハ对ウェーハ)比較

図9Aおよび9Bを参照すると、2つの表面300および300'は実質的に同じパターンをその上に有する。2つの表面が半導体ウェーハの表面である場合には、そのような表面は、普通、フラット320および320'のような位置合せマークを有する。よって、表面300上のパターンは、フラット320に関して、表面300'上の類似パターンのフラット320'に関しての方位および位置と同じ相対的方位および位置にある。位置合せマークとしてフラットを用いる代わりに、ノッチ(図示せず)を使用しても良い。従って、表面300が図7および8に示されているものだけでなく図1~6Bの光学システムによって検査されるとき、検査システムは、位置合せマーク320に関しての1つまたは複数の照明ビームおよび集光チャンネルの相対的方位および位置をその、コンピュータ62のようなコンピュータに、格納する。表面300'が検査されるときにも、同様に、そのようなシステムは位置合せマーク320'に関しての1つまたは複数の照明ビームおよび集光チャンネルの相対的方位および位置を記録する。このようにして、表面300および300'が同じ検査システムによって順次に検査されるならば、表面300'上の領域またはパッチ306'が表面300のパッチまたは領域306の照明と実質的に同様の仕方で(例えば、照明ビームに関しての方位)照明されることは割合に確かであり得る。また、領域またはパッチ306'から散乱した輻射が、前の走査での表面300上の領域またはパッチ306から散乱した輻射を集めるためのそれと実質的に同じ集光方向に沿って検出されることも割合に確かであり得る。従って、領域またはパッチ306および306'は2つの表面の対応するパッチである。

30

40

#### 【0049】

このとき、両方の領域またはパッチ306および306'についてのピクセル強度を利用することによってノイズを減少させ信号対雑音比を改善することが可能である。一実施形態では、領域306内のピクセルの強度が領域306'内の同じ相対的位置におけるピクセルの強度と比較され得、その比較は簡単な引算であり得る。これは、2つの表面の任意の2つの対応する領域またはパッチについて実行され得、実際に2つの表面300および300'の全体の全てのピクセルについて実行され得る。前述したプロセスは表面300および300'が同じ検査システムによって順次に検査される場合に実行可能であるが、2つの表面が2つの異なる検査システムによって検査される場合であっても、比較される2つの対応する領域またはパッチ306および306'が2つの異なる検査システムに

50

よって同じ照明および集光条件の下に置かれるようにその2つの表面が検査されるならば、同じまたは類似の利点を得ることができる。このとき、2つの領域306および306'内の対応するピクセルにおけるピクセル強度を同様に比較しまたは別様に使用して信号対雑音比を同様に改善することができる。

#### 【0050】

前述した比較の欠点が図12および13A~13Dに示されている。図12は、その上にパターンと直径0.8ミクロンのポリスチレンラテックス(PSL)球とを有する表面を走査することによって得られた強度ピクセル・マップである。図12のプロット上の白い点は、そのような球の存在を示す。

#### 【0051】

図13Aは、そのピクセル・マップが図12に示されている表面の図示プロットである。図13Aにおいて、曲線340のピークのうちの2つ330および332は、PSL球により散乱した輻射の強度を示す高いピクセル強度を有する。図13Bは、図13Aのプロットを提供するべく走査された同じ表面がPSL球が除去された後に再走査されたときに得られたピクセル強度の図示プロットであり、ここで除去後のピクセル強度は曲線342として示されている。図13Bにより細かい(曲線342と比べて)線として重ねられているのは、図13Aからの曲線340である。図12のマップと、図13Aおよび13Bのプロットの比較とから明らかであるように、PSL球が除去された後、曲線340のピーク強度のうちの幾つか(例えば、330および332)は曲線342には現れない。しかし、曲線342は、曲線340のピーク340aと重なるように見える大振幅強度ピクセル値を342aなどに依然として含んでいる。これは、示されている結果をもたらすべく検査されている表面がPSL球以外の、パターンのような強い散乱源を含んでいることを意味する。この理由から、PSL球が除去された後にも、曲線342は依然として幾つかの高いピクセル強度を含んでいる。

#### 【0052】

図13Cは、図13Bに示されている2つの曲線の、補間および平滑化によりピクセル強度が処理された後の図示プロットであり、ここで得られた曲線は340'および342'として示されている。図13Cから明らかなように、単なる補間および平滑化アルゴリズムはパターンからの強い散乱に起因するノイズを減少させるには不十分である。図13Dは、2つの曲線340および342が互いにより正確に重なり合うようにシフトされ、且つ表面の同じ場所において一方の曲線の強度値が他方のそれから差し引かれた後に残ったピクセル強度値の図示プロットである。両方の曲線が同じパターンまたは他の表面凹凸からの散乱または回折によるピクセル値を含むので、2つの走査における対応するピクセルのピクセル強度を差し引けば遥かにきれいな曲線が生じ、パターンまたは他の表面凹凸からの散乱によるピクセル強度は大幅に減じられる。その結果として、PSL球からの散乱により生じる信号は遥かに目立ち顕著となる。換言すれば、2つの曲線340および342の比較(例えば、引算)によって表面上の粒子欠陥の検出のために信号対雑音比が大幅に改善される。従って、図12~13Dに示されている結果は、本発明の前述した特徴を示す。領域またはパッチ306および306'は同様のパターンまたは他の表面凹凸を含むので、そのような凹凸またはパターンにより散乱した輻射は同じ対応するピクセル場所で同様のピクセル強度を生じさせる。この2つの領域またはパッチにおいて対応するピクセルのピクセル強度を差し引くことにより、信号対雑音比が同様に拡大される。明らかに、簡単な引算以外の比較も使用され得る。そのような、およびその他の変化形は本発明の範囲内にある。

#### 【0053】

前述したように、種々の実施形態と関連して本発明を説明してきたが、本発明の範囲から逸脱せずに変更および改変をなし得ることが理解される。それは、添付されている特許請求の範囲およびその同等物によってのみ定義されるべきである。本願明細書において援用されている全ての参考文献は、その全体が参照により援用されている。

#### 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

【 図 1 】 本発明を説明するために役立つ S P 1<sup>T B 1</sup> システムの略図であり、ここで輻射ビームと検査される表面との間に回転および並進運動が引き起こされる。

【 図 2 】 本発明を説明するために役立つ、収束する輻射の中空円錐を示す略図である。

【 図 3 A 】 本発明を説明するために役立つ、図 1 のシステムの楕円集光器により集められた散乱した輻射を導くための多ファイバ・チャンネルの可能な装置の略図である。

【 図 3 B 】 本発明を説明するために役立つ、図 3 A に示されているもののような多ファイバ・チャンネルの装置と関連して使用され得る多陽極光電子増倍管 ( P M T ) の略図である。

【 図 4 】 本発明を説明するために役立つ、図 1 のシステムの狭いチャンネルに存するレンズ集光器により集められた散乱した輻射を導くためのファイバ・チャンネル / 多検出器の装置の略図である。

10

【 図 5 A 】 本発明を説明するために役立つ、欠陥検査システムの横断面図である。

【 図 5 B 】 図 5 A の実施形態で使用される別々の光チャンネルの装置の横断面図である。

【 図 6 A 】 本発明を説明するために役立つ、代替の欠陥検査システムの横断面図である。

【 図 6 B 】 図 6 A の実施形態で使用される分割された光チャンネルの装置の横断面図である。

【 図 7 】 本発明を説明するために役立つ、半導体ウェーハ表面の異常を検査するためのシステムを部分的に透視図の形で、また部分的にブロック図の形で示し、ここで輻射ビームと検査される表面との間に 2 次元並進運動が引き起こされる。

20

【 図 8 】 図 7 の照明特徴および集光特徴をより詳細に示す透視図である。

【 図 9 A 】 本発明の種々の態様を説明するために使用される表面検査システムにより検査される表面の略図である。

【 図 9 B 】 図 9 A と共に本発明の一態様を説明するために役立つ、表面検査システムで検査される表面の略図であり、この 2 つの図において両方の表面から集められた輻射が異常検出のために使われる。

【 図 1 0 A 】 本発明を説明する、その上に論理回路を有する半導体ウェーハの欠陥マップの略図である。

【 図 1 0 B 】 図 1 0 A の半導体ウェーハの強度マップであり、ここで本発明を説明するために欠陥自体のほかに、欠陥を囲む領域から散乱した輻射が示されている。

30

【 図 1 0 C 】 図 1 0 A および 1 0 の半導体ウェーハ上のパッチの図である。

【 図 1 0 D 】 図 1 0 A および 1 0 の半導体ウェーハ上のパッチの図である。

【 図 1 1 】 その上にパターンを持っていて検査される表面の同じ領域からの、異なる方向における輻射の 3 2 個の異なる図のコレクションである。

【 図 1 2 】 パターンと共に 0 . 8 ミクロンのポリスチレンラテックス球をその上に有する表面から検出された輻射の図である。

【 図 1 3 A 】 同じパターンをその上に有する 2 つの表面からの信号が両表面での欠陥検出のために比較されるときに改良された性能を示すために役立つ図示プロットである。

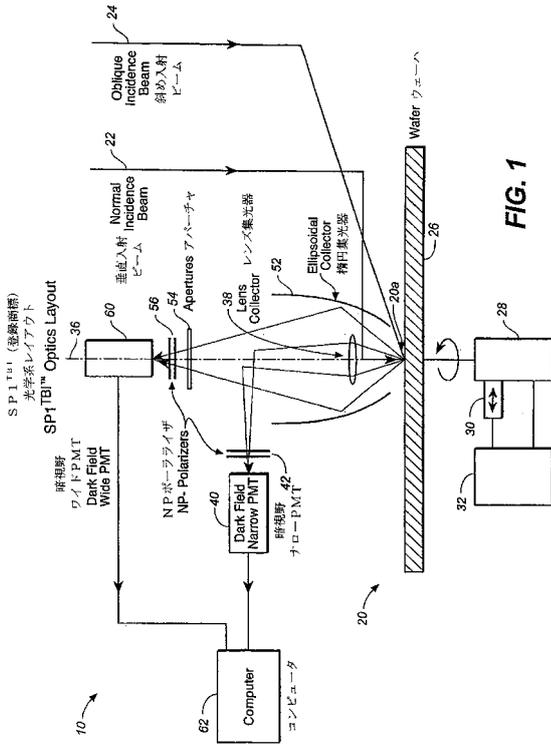
【 図 1 3 B 】 同じパターンをその上に有する 2 つの表面からの信号が両表面での欠陥検出のために比較されるときに改良された性能を示すために役立つ図示プロットである。

40

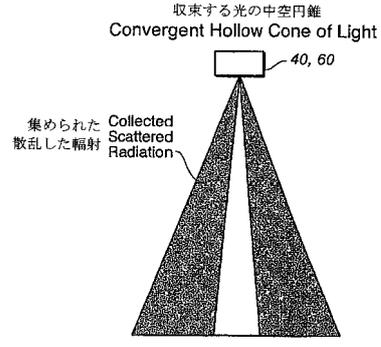
【 図 1 3 C 】 同じパターンをその上に有する 2 つの表面からの信号が両表面での欠陥検出のために比較されるときに改良された性能を示すために役立つ図示プロットである。

【 図 1 3 D 】 同じパターンをその上に有する 2 つの表面からの信号が両表面での欠陥検出のために比較されるときに改良された性能を示すために役立つ図示プロットである。

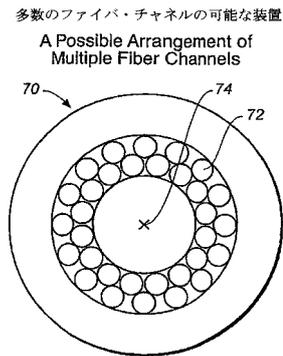
【 図 1 】



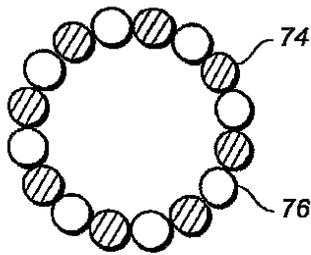
【 図 2 】



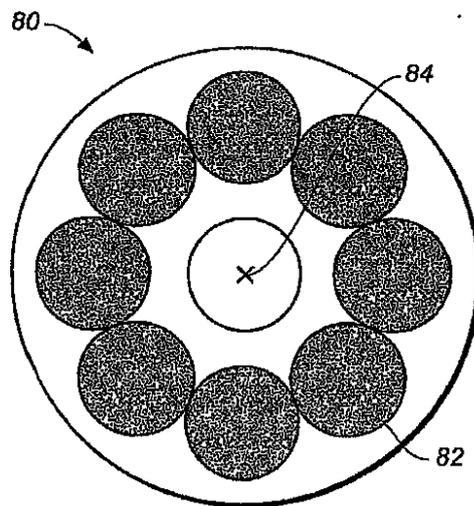
【 図 3 A 】



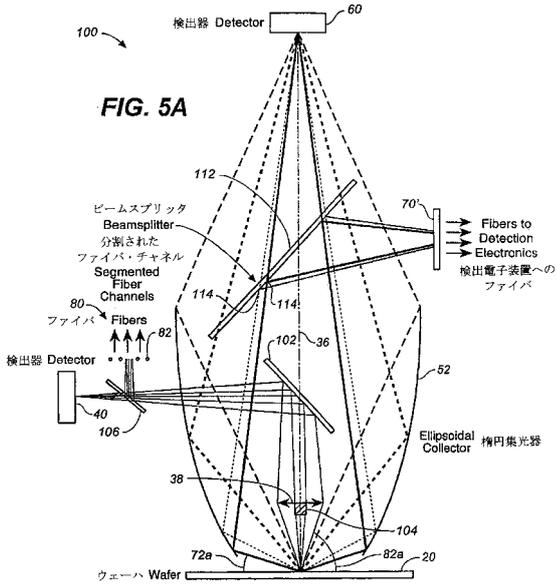
【 図 3 B 】



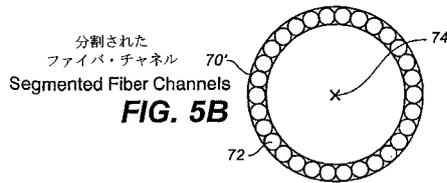
【 図 4 】



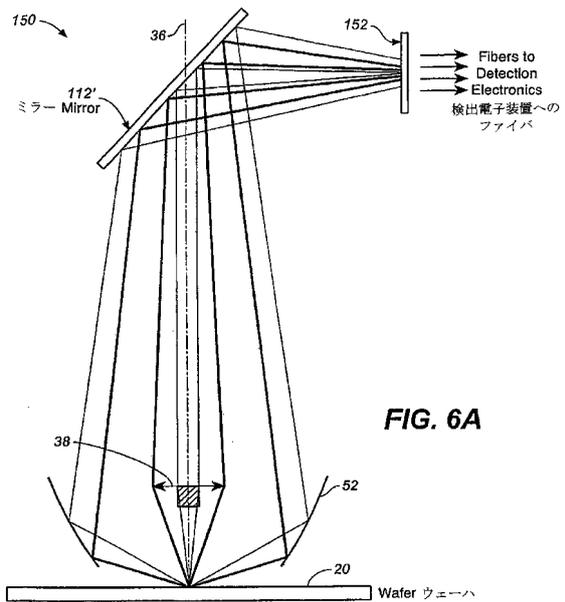
【 図 5 A 】



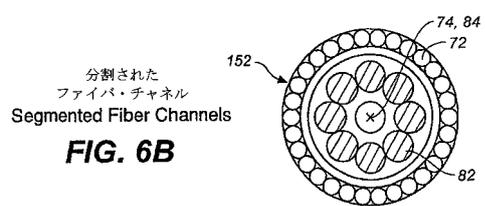
【 図 5 B 】



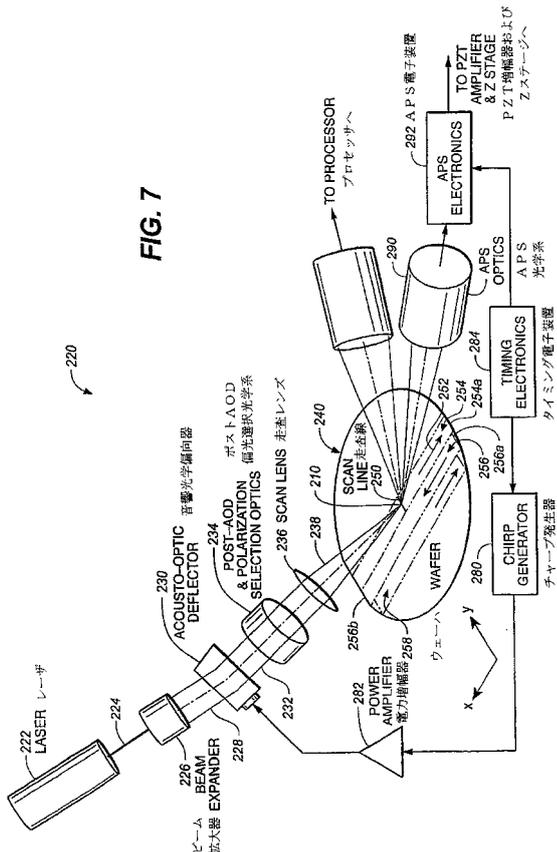
【 図 6 A 】



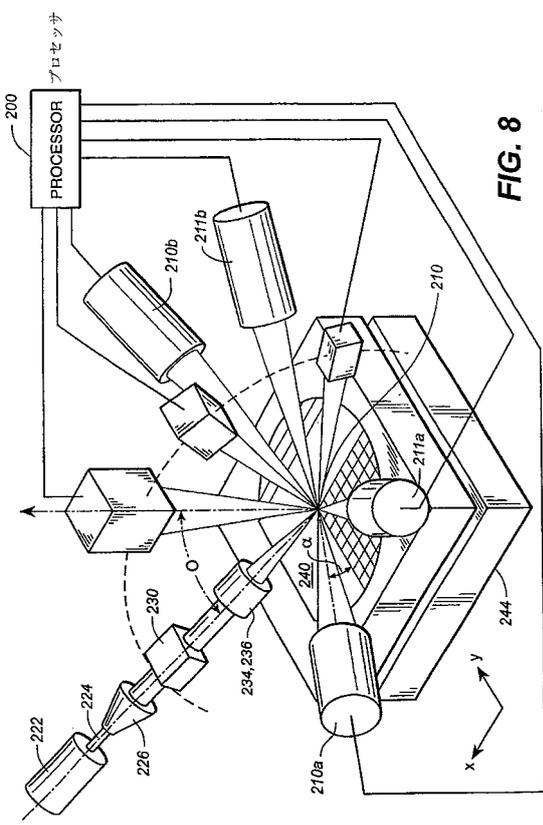
【 図 6 B 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 A 】

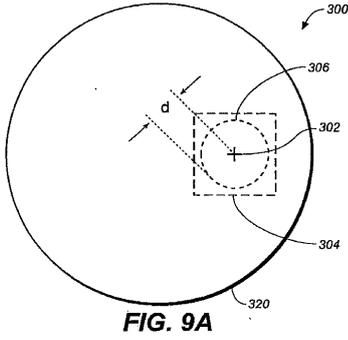


FIG. 9A

【 図 9 B 】

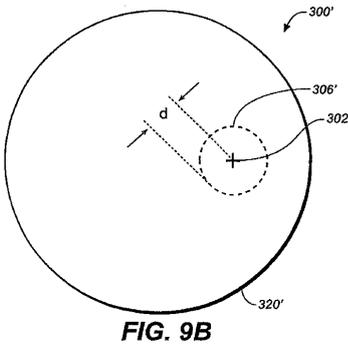


FIG. 9B

【 図 1 0 A 】

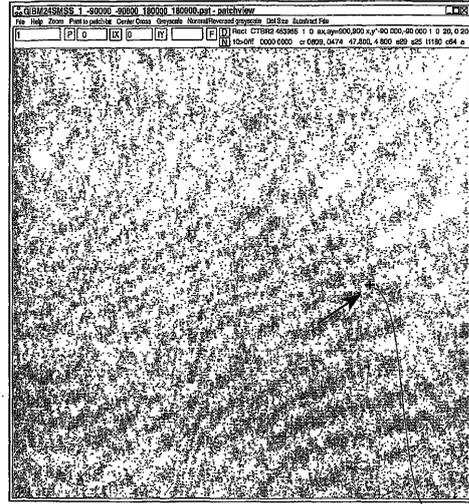


FIG. 10A

【 図 1 0 B 】

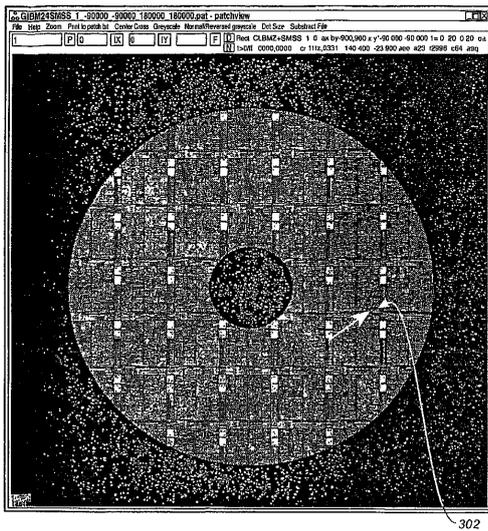


FIG. 10B

【 図 1 0 C 】

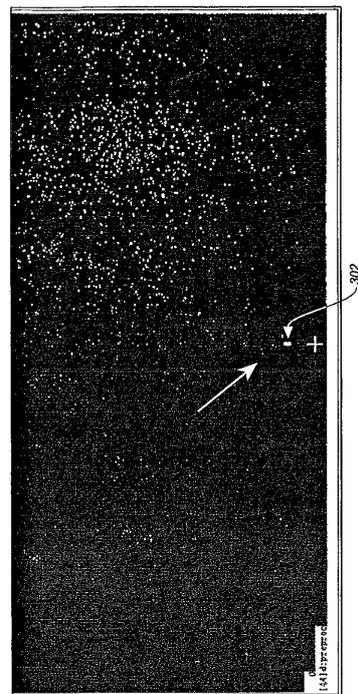


FIG. 10C

【 10 D 】

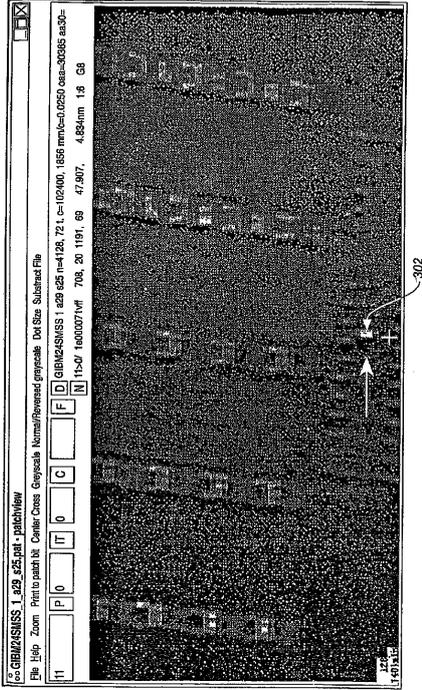


FIG. 10D

【 11 】

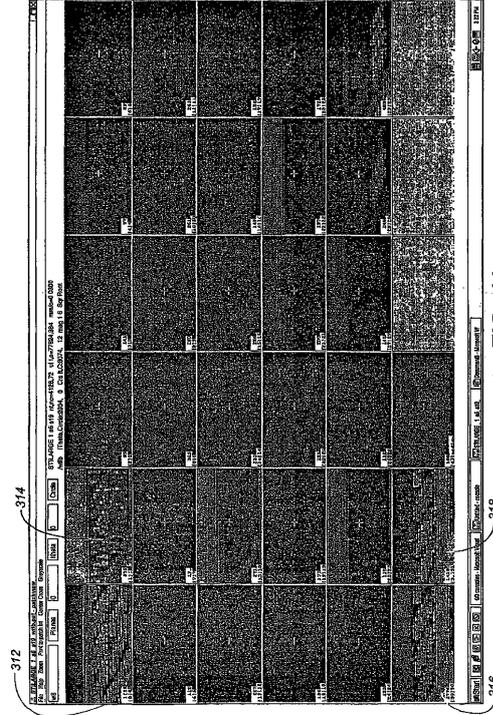


FIG. 11

【 12 】

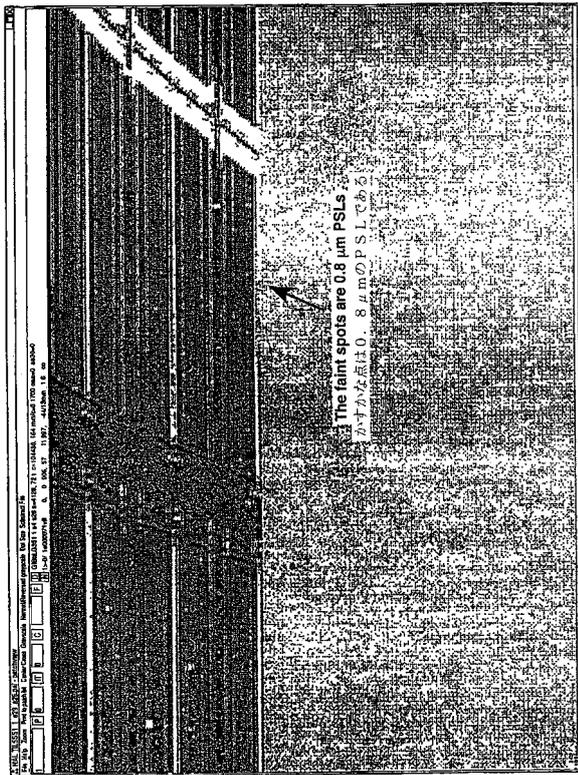


FIG. 12

【 13 A 】

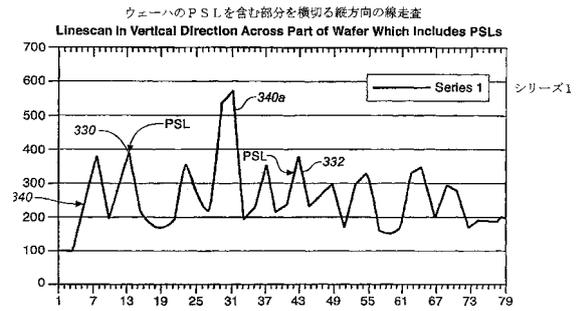


FIG. 13A

【 13 B 】

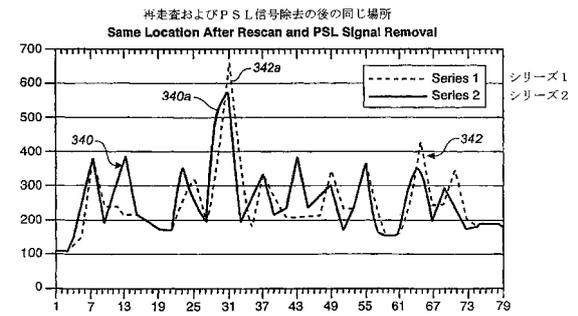


FIG. 13B

【 図 1 3 C 】

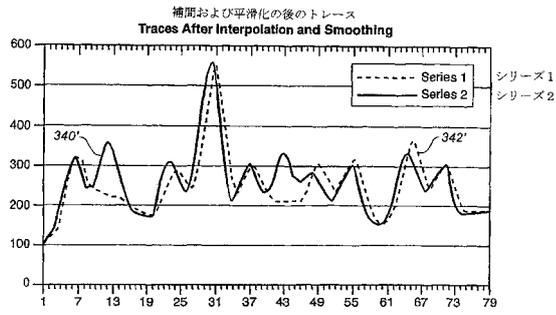


FIG. 13C

【 図 1 3 D 】

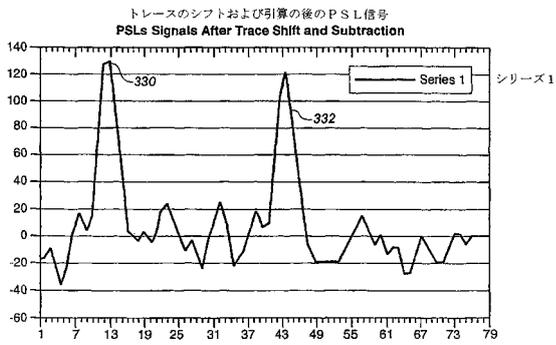


FIG. 13D

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Application No PCT/US2005/035867
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G01N21/95 G01N21/88		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N		
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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/145732 A1 (VAEZ-IRAVANI MEHDI ET AL) 10 October 2002 (2002-10-10) cited in the application the whole document	1
A	US 2004/036863 A1 (MATSUSITA KOUZOU ET AL) 26 February 2004 (2004-02-26)	
A	DE 41 34 747 A1 (FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITAET JENA, 0-6900 JENA, DE; FRAUNHOFER-GESE) 29 April 1993 (1993-04-29)	
A	US 6 215 551 B1 (NIKOONAHAD MEHRDAD ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10)	
A	US 6 496 256 B1 (EYTAN GIORA ET AL) 17 December 2002 (2002-12-17)	
<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 document 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. "G" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 March 2006		Date of mailing of the international search report 27/03/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Verbandt, Y

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

information on patent family members

application No

PCT/US2005/035867

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002145732 A1	10-10-2002	US 2003210393 A1	13-11-2003
US 2004036863 A1	26-02-2004	NONE	
DE 4134747 A1	29-04-1993	NONE	
US 6215551 B1	10-04-2001	NONE	
US 6496256 B1	17-12-2002	US 2002036773 A1 US 2002186367 A1	28-03-2002 12-12-2002

## フロントページの続き

(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, 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, 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(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

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB02 CC17 CC20 FF41 GG04 HH04 HH08 HH12 HH13  
 HH16 JJ05 JJ17 LL03 LL04 LL09 LL12 LL19 LL30 LL33  
 LL34 LL57 LL59 MM03 MM04 MM16 PP12 PP13 QQ06 QQ13  
 QQ23 QQ25 QQ42 UU07  
 2G051 AA51 AA56 AA73 AB07 BA10 BB09 BC06 CA02 CA07 CB05  
 CC11 CC17 CD06 CD07 DA07 DA08 EA08 EA12 EA14 EB01  
 EC03 ED08 FA02  
 4M106 AA01 BA05 CA38 DB02 DB08 DB19 DJ17 DJ18 DJ20