

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4485910号  
(P4485910)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.

G01N 21/956 (2006.01)  
G01N 21/88 (2006.01)

F 1

G01N 21/956  
G01N 21/88A  
H

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-320771 (P2004-320771)  
 (22) 出願日 平成16年11月4日 (2004.11.4)  
 (65) 公開番号 特開2006-133026 (P2006-133026A)  
 (43) 公開日 平成18年5月25日 (2006.5.25)  
 審査請求日 平成19年4月26日 (2007.4.26)

(73) 特許権者 501387839  
 株式会社日立ハイテクノロジーズ  
 東京都港区西新橋一丁目24番14号  
 (74) 代理人 100091096  
 弁理士 平木 祐輔  
 (72) 発明者 亀井 光浩  
 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地  
 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂  
 事業所内  
 (72) 発明者 志村 啓  
 茨城県ひたちなか市大字市毛882番地  
 株式会社 日立ハイテクノロジーズ 那珂  
 事業所内

審査官 横井 亜矢子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】外観検査装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

試料を保持する試料ステージと、光源と、偏光ビームスプリッタと、対物レンズと、前記偏光ビームスプリッタと対物レンズの間に配置された / 4 板と、結像光学系と、イメージセンサとを備え、前記光源からの照明光を前記偏光ビームスプリッタ、 / 4 板及び対物レンズを通して前記試料ステージに保持された試料に照射し、試料からの反射光を前記対物レンズ、 / 4 板及び偏光ビームスプリッタを通して前記結像光学系に導き、前記イメージセンサ上に結像する外観観察装置において、

前記イメージセンサはリニアイメージセンサであり、

前記偏光ビームスプリッタ上に投影された前記リニアイメージセンサの視野のチャンネル方向に対して、前記光源からの照明光の前記偏光ビームスプリッタへの入射方向が概ね平行であること、を特徴とする外観検査装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の外観検査装置において、前記光源はレーザ光源であることを特徴とする外観検査装置。

## 【請求項 3】

試料を保持する試料ステージと、光源と、偏光ビームスプリッタと、対物レンズと、前記偏光ビームスプリッタと対物レンズの間に配置された / 2 板と、結像光学系と、イメージセンサとを備え、前記光源からの照明光を前記偏光ビームスプリッタ、 / 2 板及び対物レンズを通して前記試料ステージに保持された試料に照射し、試料からの反射光を前

10

20

記対物レンズ、 $/2$ 板及び偏光ビームスプリッタを通して前記結像光学系に導き、前記イメージセンサ上に結像する外観観察装置において、

前記イメージセンサはリニアイメージセンサであり、

前記偏光ビームスプリッタ上に投影された前記リニアイメージセンサの視野のチャンネル方向に対して、前記光源からの照明光の前記偏光ビームスプリッタへの入射方向が概ね平行であること、を特徴とする外観検査装置。

**【請求項4】**

請求項3記載の外観検査装置において、前記光源はレーザ光源であることを特徴とする外観検査装置。

**【請求項5】**

試料を保持する試料ステージと、光源と、偏光ビームスプリッタと、対物レンズと、前記偏光ビームスプリッタと対物レンズの間に配置された $/4$ 板及び $/2$ 板と、結像光学系と、イメージセンサとを備え、前記光源からの照明光を前記偏光ビームスプリッタ、 $/4$ 板及び $/2$ 板並びに対物レンズを通して前記試料ステージに保持された試料に照射し、試料からの反射光を前記対物レンズ、 $/4$ 板及び $/2$ 板並びに偏光ビームスプリッタを通して前記結像光学系に導き、前記イメージセンサ上に結像する外観観察装置において、

前記イメージセンサはリニアイメージセンサであり、

前記偏光ビームスプリッタ上に投影された前記リニアイメージセンサの視野のチャンネル方向に対して、前記光源からの照明光の前記偏光ビームスプリッタへの入射方向が概ね平行であること、を特徴とする外観検査装置。

**【請求項6】**

請求項5記載の外観検査装置において、前記光源はレーザ光源であることを特徴とする外観検査装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、被検査パターンの欠陥を検出する外観検査装置にかかわり、特に半導体ウエハ、フォトマスク、プリント基板などの製造工程におけるパターンの欠陥及び異物等の検査に用いる外観検査装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

半導体ウエハの外観検査において例えば特許文献1に示されているように照明光により試料表面で反射した反射光の0次光と高次回折光の干渉により形成される試料の光学像のコントラストを向上させることにより、試料上に形成された微細な配線パターンの欠陥を感度良く検出する方式が取られている。この時の光学系の基本構成を図4及び図5に示す。光源8から出た光は、凹面鏡とレンズ9を介して開口絞り11に達し、さらにレンズと波長選択フィルタ12、視野絞り13を経て偏光ビームスプリッタ15に入射する。偏光ビームスプリッタ15を透過した直線偏光は、 $/2$ 板16、 $/4$ 板17を通って橜円偏光となり、対物レンズ20によって試料1に照射される。 $/4$ 板17を回転させることによって橜円偏光の長軸の方向を制御し、 $/2$ 板16を回転させることによって橜円偏光の橜円率を制御することができる。試料1で反射された光は、対物レンズ20、 $/4$ 板17、 $/2$ 板16を経て再び偏光ビームスプリッタ15に入射し、s偏光成分だけが反射され、結像レンズ30とズームレンズ50からなる結像系に導かれる。

**【0003】**

この系では、試料1を円偏光照明するように2枚の波長板の角度を決めた場合には、試料面で反射する際に偏光状態が変化しなかった成分だけが、偏光ビームスプリッタ15で反射されて結像系に導かれる。一方、試料1を橜円偏光照明するように2枚の波長板の角度を決めた場合には、試料1で反射する際に偏光状態が変化した成分の一部も偏光ビームスプリッタ15で反射されて結像系に導かれる。一般的に直線状のパターンで回折された

10

20

30

40

50

光は偏光状態が変化する場合があるが、0次光は変化しない。そこで、橿円偏光照明することによって回折光成分が強調され、結像系に導かれる。これを以下 SR 強さあるいはその偏光条件を SR 条件と呼ぶこととする。

#### 【0004】

【特許文献1】特開2000-155099号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

実際の検査においては試料のパターンの特徴等に合わせて検査感度を向上させるために /2板や /4板を回転させることによって偏光状態を変えている。前述の観察あるいは撮像用画像検出イメージセンサは複数の素子から構成されており、各素子は通常チャンネルという呼び方で区別されている。例えば32チャンネルもしくは64チャンネルに分けられている。

10

#### 【0006】

SR 強さはイメージセンサのチャンネル依存性があった。従って一つの照明条件に対してチャンネル間での感度に差が出るために、平均感度の値で照明条件を決定していた。検査感度向上のためにはこのイメージセンサのチャンネル間の感度差を低減する必要性がある。

20

#### 【0007】

本発明の目的は、SR 強さのイメージセンサ上でのチャンネル依存性を低減して、検査感度の向上を図ることができる光学系を実現することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

SR 強さのチャンネル依存性には、入射光の偏光ビームスプリッタへの入射方向が関係している。図3は、従来の外観検査装置における、入射照明光の入射方向と偏光ビームスプリッタの反射面と偏光ビームスプリッタ上に投影されたイメージセンサの視野形状との関係を示す図である。入射照明光3100の方向は偏光ビームスプリッタ15上に投影されたイメージセンサの視野3300に対して、その長手方向に対して概ね垂直方向である。偏光ビームスプリッタ上に投影されたイメージセンサの視野の長手方向に対して、入射光の方向が概ね垂直であるために、視野長手方向の中心付近に比べて端部では入射角度がずれるために、反射照明光の偏光条件がずれる。イメージセンサの長方形形状の長手方向は前述の1から32もしくは64チャンネルとチャンネル方向に相当しているためにチャンネル依存性が生じていた。

30

#### 【0009】

本発明では、偏光ビームスプリッタ上に投影されるイメージセンサの視野に対して、該視野の概略長方形形状長手方向と概ね平行方向になるように偏光ビームスプリッタへの入射照明光の方向を合わせる光学系配置を採用した。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

本発明によれば、偏光条件に対するイメージセンサのチャンネル依存性を低減できるので、偏光条件の最適化が容易となり、チャンネルによる感度の低下部分もなくなるので、全体としての欠陥検出感度の向上を図ることが可能となる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。同じ機能部分には同一の符号を付して説明する。

#### 【0012】

図1は、本発明による外観検査装置の一例を示す概略図である。試料1はステージ101によりチャックされていて、回転方向、X方向、Y方向及び高さ方向にそれぞれ必要に応じて最適な位置に移動する。光源8から出た光は、途中でミラー200、シャープカットフィル

50

タ300、レンズ9、コーンレンズ700、拡散板800、NDフィルタ900、波長フィルタ12、開口絞り11の開口部を通過して、偏光ビームスプリッタ15に達する。途中光は一部ダイクロックミラー400でランプ位置センサ500に分岐されて、ランプ位置のモニタ用に使用される。また偏光ビームスプリッタ15に入る前に縞パターンレチクル1200を通してその縞パターンを試料1面上に投影することによって、後述のオートフォーカス系で試料1の高さ方向の調整用に使われたりする。偏光ビームスプリッタ15を通過した直線偏光は、 / 2板16、 / 4板17を通って楕円偏光となり、対物レンズ20によって試料1に照射される。 / 4板17を回転させることによって楕円偏光の長軸の方向を制御し、 / 2板16を回転させることによって楕円偏光の楕円率を制御することができる。

## 【0013】

10

試料1で反射された光は、対物レンズ20、 / 4板17、 / 2板16を経て再び偏光ビームスプリッタ15に入射し、s偏光成分だけが反射され、結像レンズ30を通してイメージセンサ2000の受光面に試料1の像を形成する。イメージセンサ2000はリニアセンサやTDIイメージセンサ等が用いられる。また試料1で反射し、偏光ビームスプリッタ15で反射した光の一部がビームスプリッタ1800で分離されてオートフォーカス系2100に導かれて、試料の高さ方向の制御に利用される。

## 【0014】

光源8としては水銀ランプやキセノンランプを用いることができるが、レーザ光源を用いるとDUV(Deep Ultra Violet)領域で強い光出力を得ることができる。

## 【0015】

20

ここでイメージセンサ2000は、例えばその受光面が256個×4096個のCCDから構成されているTDIイメージセンサであり、受光面が3.3mm×53.2mmの大きさの長方形状であったりする。さらに4096個の画素方向の内、例えば64画素毎に256個の画素方向に積分して通常チャンネルと呼ばれる単位に区分される。本実施例ではTDIイメージセンサは長方形の長手方向に64チャンネル分から構成されることになる。図1において、イメージセンサ2000は図示のようにその長手方向を紙面左右方向になるように配置することにより、その視野が偏光ビームスプリッタ上に投影された時に紙面上下方向になる。偏光ビームスプリッタ15は、本実施例では立方体形状である。図1において、入射光及び反射光の方向は紙面上下のため、その方向は偏光ビームスプリッタ15上に投影されたイメージセンサの長手方向と一致する。

30

## 【0016】

図2は、本発明の他の実施例における偏光ビームスプリッタとイメージセンサ視野形状と入射照明光と反射照明光の関係を示す模式図、図3は従来技術での偏光ビームスプリッタとイメージセンサ視野形状と入射照明光と反射照明光の関係を示す模式図である。図2(a)及び図3(a)は上面図、図2(b)及び図3(b)は側面図である。これらの図を用いて、本発明の効果を説明する。

## 【0017】

図2(a)に示す本発明のレイアウトでは、偏光ビームスプリッタ15上に投影されたイメージセンサ視野3300の長手方向(チャンネル方向)は、入射照明光3100と同じ方向である。この時イメージセンサ視野の中央部での偏光の方向3500b、及び端部での偏光の方向3500a, 3500cは、イメージセンサ視野の各位置(各チャンネル)に到達する光の反射面3400に対する入射光の角度が同じなので、同じになる。その結果、図2(c)に示すように、イメージセンサのチャンネル依存性が生じない。

40

## 【0018】

次に、従来の光学系について説明する。図3(a)において入射光3100は偏光ビームスプリッタ15に対して左から右方向水平に入射するとする。偏光ビームスプリッタ15上に投影されるイメージセンサ視野3300はその長手方向(チャンネル方向)が上下方向とする。図3(b)は、偏光ビームスプリッタの反射面3400と反射照明光3200の関係を示す。図3(a)に、イメージセンサ視野の中央部での偏光の方向3600b及び端部での偏光の方向3600a, 3600cを示す。イメージセンサ視野の各位置(各チャンネル)に到達する光の反射面3

50

400に対する入射光の角度が異なるために、偏光方向3600a、3600b、3600Cが僅かに異なる。その結果、図3(c)に示すように、イメージセンサにおけるチャンネル依存性が生じていた。

#### 【0019】

図6は、本発明による外観検査装置の他の例を示す概略図である。図1に示した外観検査装置との違いは、図1に示した装置は偏光ビームスプリッタ15と対物レンズ20の間に /2板16と /4板17を配置しているのに対し、図6に示した装置は /4板17のみを配置した点である。図1に示した外観検査装置の構成は橿円偏光による照明を用いる場合に対して、図6に示した装置構成は円偏光による照明を用いる場合に有効である。

#### 【0020】

図7は、本発明による外観検査装置の他の例を示す概略図である。図1に示した外観検査装置との違いは、図1に示した装置は偏光ビームスプリッタ15と対物レンズ20の間に /2板16と /4板17を配置しているのに対し、図7に示した装置は /2板16のみを配置した点である。この外観検査装置は、直線偏光による照明を用いる場合に有効である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

【図1】本発明による外観検査装置の一例を示す概略図。

【図2】本発明による光学系レイアウトを示す図。

【図3】従来技術における光学系レイアウトを示す図。

【図4】欠陥検査装置光学系の構成例を示す図。

【図5】欠陥検査装置における光路分離部の構成例を示す図。

【図6】本発明による外観検査装置の他の例を示す概略図。

【図7】本発明による外観検査装置の他の例を示す概略図。

#### 【符号の説明】

#### 【0022】

1 ... 試料

15 ... 偏光ビームスプリッタ

16 ... /2板

17 ... /4板

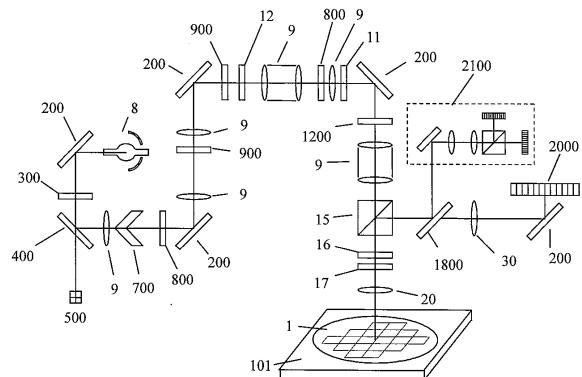
2000 ... イメージセンサ

10

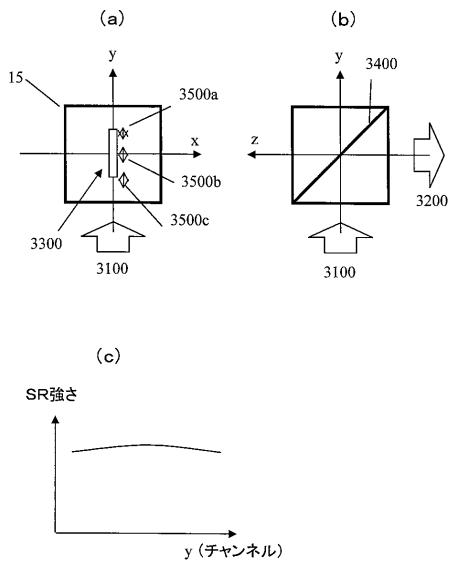
20

30

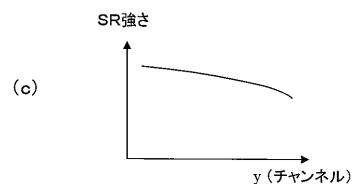
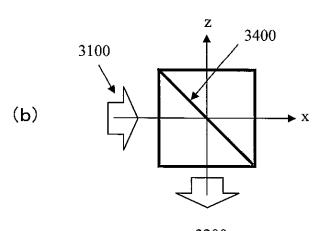
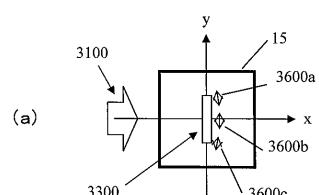
【図1】



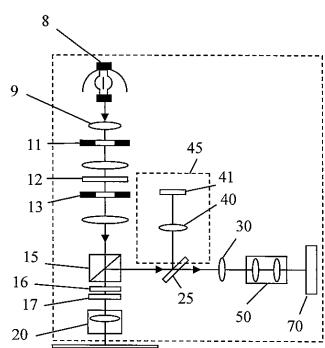
【図2】



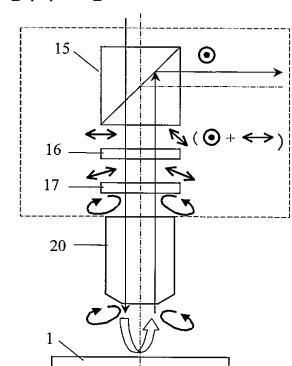
【図3】



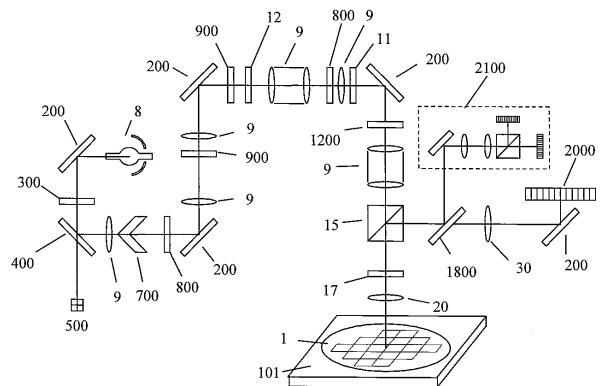
【図4】



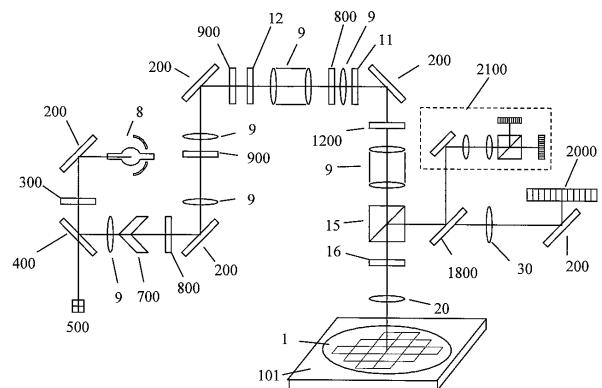
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-344306(JP,A)  
特開昭61-104243(JP,A)  
特開2002-039960(JP,A)  
特開2000-155099(JP,A)  
特開昭62-020313(JP,A)  
特開平11-237344(JP,A)  
特表2002-530631(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F1/00 - G03F1/16  
G01N21/00 - 21/01  
G01N21/17 - 21/61  
G01N21/84 - 21/958  
H01L21/027  
H01L21/30  
H01L21/46  
H01L21/64 - 21/66