

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4002139号
(P4002139)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 27/82 (2006.01)

GO 1 N 27/82

HO 1 L 21/66 (2006.01)

HO 1 L 21/66

J

請求項の数 8 (全 18 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2002-173136 (P2002-173136) | (73) 特許権者 | 000236436 |
| (22) 出願日 | 平成14年6月13日(2002.6.13) | | 浜松ホトニクス株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2004-20279 (P2004-20279A) | | 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 |
| (43) 公開日 | 平成16年1月22日(2004.1.22) | (74) 代理人 | 100088155 |
| 審査請求日 | 平成17年5月11日(2005.5.11) | | 弁理士 長谷川 芳樹 |
| | | (74) 代理人 | 100089978 |
| | | | 弁理士 塩田 辰也 |
| | | (74) 代理人 | 100092657 |
| | | | 弁理士 寺崎 史朗 |
| | | (74) 代理人 | 100107456 |
| | | | 弁理士 池田 成人 |
| | | (72) 発明者 | 寺田 浩敏 |
| | | | 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜 松ホトニクス株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非破壊検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面および裏面を有する試料を走査し、前記表面上に配列された同一形状の複数の領域の各々に設けられた所定の構造の欠陥を検出する非破壊検査装置であって、

複数本のレーザ光を放出する投光手段と、

前記試料の裏面側に配置され、前記複数本のレーザ光を受光し、これらのレーザ光を互いに平行な軸線に沿ってそれぞれ集光し、これらのレーザ光をその本数と同数の前記領域に一对一に照射するズームレンズと、

前記ズームレンズのズーム比を制御して、前記複数本のレーザ光の照射位置の間隔を調整するズーム制御手段と、

各前記レーザ光の照射位置を各前記領域内で移動させて複数個の前記領域を一括走査する走査手段と、

前記試料の表面側に配置され、前記一括走査される複数個の領域から発生する磁場を検出し、前記複数個の領域の各々について磁場分布データを取得する磁場検出手段と、

前記一括走査される複数個の領域の各々について、その領域の磁場分布データおよび所定の標準磁場分布データ的一方から他方を減算して差分データを生成する減算手段と、

前記領域の差分データを正の第1しきい値および負の第2しきい値と比較し、その比較の結果に応じて前記領域の欠陥の有無を判定する判定手段と、

を備え、

前記判定手段は、

10

20

前記領域中の一つの走査位置において前記差分データが前記第 1 しきい値以上のとき、当該走査位置に第 1 の種類の欠陥が存在すると判定し、

前記領域中の一つの走査位置において前記差分データが前記第 2 しきい値以下のとき、当該走査位置に第 2 の種類の欠陥が存在すると判定する非破壊検査装置。

【請求項 2】

前記走査手段は、前記投光手段と前記ズームレンズの間の光路上に配置された光スキャナを備えており、

前記光スキャナは、前記投光手段から放出された前記複数本のレーザ光を受光し、可変の反射角度で反射して前記ズームレンズに送る請求項 1 記載の非破壊検査装置。

【請求項 3】

前記走査手段は、前記試料が載置される走査ステージを備えている、請求項 1 記載の非破壊検査装置。

【請求項 4】

前記磁場検出手段は、

前記レーザ光の本数と同数の、個別に磁場を検出する検出ヘッドと、

前記検出ヘッドを移動させてこれらの間隔を変更するヘッド位置調整機構と、を備えており、

前記複数個の領域の一括走査の間、前記検出ヘッドを当該複数個の領域に一对一に対向するように配置する請求項 1 記載の非破壊検査装置。

【請求項 5】

表面および裏面を有する試料を走査し、前記表面上に配列された同一形状の複数の領域の各々に設けられた所定の構造の欠陥を検出する非破壊検査装置であって、

複数本のレーザ光を放出する投光手段と、

前記試料の裏面側に配置され、前記複数本のレーザ光を受光し、これらのレーザ光を互いに平行な軸線に沿ってそれぞれ集光し、これらのレーザ光をその本数と同数の前記領域に一对一に照射するズームレンズと、

前記ズームレンズのズーム比を制御して、前記複数本のレーザ光の照射位置の間隔を調整するズーム制御手段と、

各前記レーザ光の照射位置を各前記領域内で移動させて複数個の前記領域を一括走査する走査手段と、

前記試料の表面側に配置され、前記一括走査される複数個の領域から発生する磁場を検出し、前記複数個の領域の各々について磁場分布データを取得する磁場検出手段と、

第 m の前記領域 (m は $1 \leq m \leq N - 1$ を満たす整数、 N は前記領域の総数) の磁場分布データから第 $(m + 1)$ の前記領域の磁場分布データを減算して第 m の差分データを生成することにより、第 1 ~ 第 $(N - 1)$ の差分データを生成する減算手段と、

前記第 1 ~ 第 $(N - 1)$ の差分データの各々を正の第 1 しきい値および負の第 2 しきい値と比較する比較手段と、

前記比較手段による比較の結果に応じて、前記領域の各々について欠陥の有無を判定する判定手段と、

を備え、

前記判定手段は、

第 $(n - 1)$ 、第 n および第 $(n + 1)$ の前記領域 (n は $2 \leq n \leq N - 1$ を満たす整数) の共通の走査位置において前記第 $(n - 1)$ 差分データが前記第 2 しきい値以下かつ前記第 n 差分データが前記第 1 しきい値以上のとき、前記第 n 領域中の当該走査位置に第 1 の種類の欠陥が存在すると判定し、

第 $(n - 1)$ 、第 n および第 $(n + 1)$ の前記領域の共通の走査位置において前記第 $(n - 1)$ 差分データが前記第 1 しきい値以上かつ前記第 n 差分データが前記第 2 しきい値以下のとき、前記第 n 領域中の当該走査位置に第 2 の種類の欠陥が存在すると判定する非破壊検査装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記投光手段は、 J 本 (J は 2 以上の整数) のレーザ光を放出し、
前記走査手段は、 J 個の前記領域を一括走査し、
前記減算手段は、前記磁場検出手段に接続された第 1 ~ 第 ($J - 1$) の減算素子を有しており、

第 j (j は 1 $\leq j \leq J - 1$ を満たす整数) の前記減算素子は、一括走査される前記 J 個の領域のうち第 j の領域の磁場分布データから第 ($j + 1$) の領域の磁場分布データを減算して第 j の差分データを生成する

請求項 5 記載の非破壊検査装置。

【請求項 7】

前記走査手段は、連続する 2 回の前記一括走査において 1 個の前記領域を重複して走査する、請求項 5 記載の非破壊検査装置。 10

【請求項 8】

前記判定手段によって判定された欠陥の位置を示す画像を生成する画像生成手段と、
前記画像生成手段によって生成された画像を画面上に表示する表示装置と、
をさらに備える請求項 1 または 5 記載の非破壊検査装置であって、
前記画像において前記第 1 の種類の欠陥は、第 1 の表示態様で表示され、
前記画像において前記第 2 の種類の欠陥は、前記第 1 表示態様と異なる第 2 の表示態様で表示される請求項 1 または 5 記載の非破壊検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

この発明は、非破壊検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造では、半導体ウェーハ上に複数のダイ (チップ) を形成した後、ウェーハ検査が行われる。すべてのダイのデバイスパターンについて、欠陥の有無が検査される。ウェーハ検査には、非破壊検査装置が用いられる。

【0003】

特開 2000 - 340625 号公報および特開 2000 - 67797 号公報には、複数の検査部を備える非破壊検査装置が開示されている。これらの検査部が複数のダイに個別に走査光を照射することにより、複数のダイが同時に走査される。これにより、検査スループットが高まる。 30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記公報の非破壊検査装置では、ダイの大きさや配置に合わせて複数の走査光の照射位置を調整しなければならない。このとき、すべての検査部について独立に照射位置を調整する必要がある。したがって、作業が煩雑である。

【0005】

そこで、この発明は、複数の走査光の照射位置を容易に調整できる非破壊検査装置の提供を課題とする。 40

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明の非破壊検査装置は、表面および裏面を有する試料を走査する。試料の表面上には、同一形状の複数の領域が配列されている。この非破壊検査装置は、各領域に設けられた所定の構造の欠陥を検出する。この非破壊検査装置は、投光手段、ズームレンズ、ズーム制御手段、走査手段、磁場検出手段、減算手段および判定手段を備えている。投光手段は、複数本のレーザ光を放出する。ズームレンズは、試料の裏面側に配置されており、投光手段から複数本のレーザ光を受光する。ズームレンズは、これらのレーザ光を互いに平行な軸線に沿ってそれぞれ集光し、これらのレーザ光をその本数と同数の前記領域に一対一に照射する。ズーム制御手段は、ズームレンズのズーム比を制御して、前記複数本の 50

レーザ光の照射位置の間隔を調整する。走査手段は、各レーザ光の照射位置を各前記領域内で移動させて複数個の前記領域を一括走査する。磁場検出手段は、試料の表面側に配置され、一括走査される複数個の領域から発生する磁場を検出する。これにより、磁場検出手段は、複数個の領域の各々について磁場分布データを取得する。減算手段は、一括走査される複数個の領域の各々について、その領域の磁場分布データおよび所定の標準磁場分布データ的一方から他方を減算して差分データを生成する。判定手段は、前記領域の差分データを正の第1しきい値および負の第2しきい値と比較し、その比較の結果に応じて前記領域の欠陥の有無を判定する。この判定手段は、前記領域中の一つの走査位置において前記差分データが第1しきい値以上のとき、当該走査位置に第1の種類の欠陥が存在すると判定し、前記領域中の一つの走査位置において差分データが第2しきい値以下のとき、
当該走査位置に第2の種類の欠陥が存在すると判定する。また、本発明は、上述した投光手段、ズームレンズ、ズーム制御手段、走査手段および磁場検出手段と、次の減算手段、比較手段および判定手段とを備える非破壊検査装置にも係る。すなわち、この非破壊検査装置の減算手段は、第 m の前記領域（ m は $1 \leq m \leq N - 1$ を満たす整数、 N は前記領域の総数）の磁場分布データから第 $(m + 1)$ の前記領域の磁場分布データを減算して第 m の差分データを生成することにより、第1～第 $(N - 1)$ の差分データを生成する。比較手段は、第1～第 $(N - 1)$ の差分データの各々を正の第1しきい値および負の第2しきい値と比較する。判定手段は、比較手段による比較の結果に応じて、前記領域の各々について欠陥の有無を判定する。この判定手段は、第 $(n - 1)$ 、第 n および第 $(n + 1)$ の前記領域（ n は $2 \leq n \leq N - 1$ を満たす整数）の共通の走査位置において第 $(n - 1)$ 差分データが第2しきい値以下かつ第 n 差分データが第1しきい値以上のとき、第 n 領域中の当該走査位置に第1の種類の欠陥が存在すると判定し、第 $(n - 1)$ 、第 n および第 $(n + 1)$ の前記領域の共通の走査位置において第 $(n - 1)$ 差分データが第1しきい値以上かつ第 n 差分データが第2しきい値以下のとき、第 n 領域中の当該走査位置に第2の種類の欠陥が存在すると判定する。

10

20

【0007】

走査光である複数本のレーザ光の間隔は、ズームレンズのズーム比に応じて一括して変化する。したがって、レーザ光の照射位置を簡単な作業により迅速に調整することができる。また、複数個の領域が一括走査されるので、欠陥の検出に必要な磁場分布データが効率良く取得される。

30

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図示の便宜上、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致しない。

【0009】

（実施形態1）

第1の実施形態に係る非破壊検査装置を説明する。図1は、この非破壊検査装置1の構成を示す概略図である。装置1は、走査型レーザSQUID顕微鏡である。装置1は、試料として、半導体ウェーハ5を検査する。

40

【0010】

図2は、半導体ウェーハ5の表面5aを示す平面図である。ウェーハ5は、複数のダイ52を有している。これらのダイ52は、ウェーハ5の表面5a上で2次元的に配列されている。各ダイ52には、所定の構造が形成されている。この構造は、半導体デバイスパターンである。これらのダイ52は、すべて同じデバイスパターンを有することを予定されている。非破壊検査装置1は、各ダイ52のデバイスパターンにおける欠陥の有無を検査する。

【0011】

再び、図1を参照する。非破壊検査装置1は、レーザ光源10、照射光学系12、走査ステージ14、磁場検出器16、およびコンピュータ18を有している。レーザ光源10は

50

、光ファイバ４０、ファイバ分岐器２５および光ファイバ４３ａ～４３ｃを介して、照射光学系１２に光学的に接続されている。レーザ光源１０、走査ステージ１４および磁場検出器１６は、コンピュータ１８に電氣的に接続されている。装置１は、光検出器１１および表示装置２０をさらに有している。光検出器１１は、光ファイバ４１ａ～４１ｃを介して、照射光学系１２に光学的に接続されている。光検出器１１および表示装置２０は、コンピュータ１８に電氣的に接続されている。装置１によるウェーハ５の検査の際、ウェーハ５は、走査ステージ１４上に載置される。

【００１２】

レーザ光源１０は、赤外レーザ光を発する発光素子である。レーザ光源１０には、光ファイバ４０の一端が光学的に接続されている。光ファイバ４０の他端は、ファイバ分岐器２５に光学的に接続されている。ファイバ分岐器２５は、３本の光ファイバ４３ａ、４３ｂおよび４３ｃを介して、照射光学系１２に光学的に接続されている。光源１０からのレーザ光は、ファイバ分岐器２５によって３本のレーザ光に分岐される。これら３本のレーザ光は、それぞれ光ファイバ４３ａ～４３ｃによって照射光学系１２内へ伝送される。

【００１３】

照射光学系１２は、レーザ光源１０からレーザ光を受け取り、そのレーザ光からレーザビームを形成してウェーハ５へ照射する。照射光学系１２は、ウェーハ５の裏面５ｂ側に配置されている。したがって、レーザビームは、ウェーハ５の裏面５ｂ側からウェーハ５に照射される。

【００１４】

照射光学系１２は、コリメータレンズ１２０、コンデンサレンズ１２１、光スキャナ１２２、ビームスプリッタ１２４および集光ズームレンズ１２８を有している。集光ズームレンズ１２８には、レンズ移動機構１２９が取り付けられている。

【００１５】

コリメータレンズ１２０は、光ファイバ４３ａ、４３ｂおよび４３ｃを介して、ファイバ分岐器２５に光学的に結合されている。コリメータレンズ１２０は、光ファイバ４３ａ～４３ｃによって伝送される３本のレーザ光を受光し、３本のレーザビームに変換する。これら３本のレーザビームは、ビームスプリッタ１２４で反射され、光スキャナ１２２に向かう。

【００１６】

コンデンサレンズ１２１は、光ファイバ４１ａ、４１ｂおよび４１ｃを介して、光検出器１１に光学的に結合されている。コンデンサレンズ１２１は、ウェーハ５で反射された３本のレーザ光を集光する。集光された３本のレーザビームは、光ファイバ４１ａ、４１ｂおよび４１ｃに入射し、光検出器１１に送られる。

【００１７】

光スキャナ１２２は、ビームスプリッタ１２４から３本のレーザビームを受光し、これらを反射してズームレンズ１２８に向かわせる。この反射角度は可変である。反射角度を連続的に変化させると、レーザビームが連続的に移動する。これが、レーザビームの走査である。光スキャナ１２２は、コンピュータ１８に電氣的に接続されている。コンピュータ１８は、光スキャナ１２２に駆動信号を送って光スキャナを作動させる。コンピュータ１８は、光スキャナ１２２によるレーザビームの反射角度を制御でき、したがってレーザビームの移動（走査）を制御できる。

【００１８】

集光ズームレンズ１２８は、光ファイバ４３ａ、４３ｂ、４３ｃの端面の像を試料面にテレセントリックに結像する。レンズ移動機構１２９により、集光ズームレンズ１２８内部のレンズモジュールを移動させることで、ズーム比を調整し、像面でのレーザスポットの位置間隔をテレセントリック性を崩すことなく調整することができる。

【００１９】

レンズ移動機構１２９は、コンピュータ１８に電氣的に接続されている。コンピュータ１８は、レンズ移動機構に駆動信号を送る。この駆動信号は、像側レンズ１２８ａの移動の

10

20

30

40

50

向きおよび移動量を指示する。レンズ移動機構 129 は、この駆動信号に応答して駆動する。この結果、レンズ移動機構 129 は、コンピュータ 18 が指示する向きおよび移動量だけ集光ズームレンズ 128 内部のレンズモジュール (図 1 において模式的に示されるレンズ 128 a) を移動させる。これにより、コンピュータ 18 は、ズームレンズ 128 のズーム比を調整できる。

【0020】

集光ズームレンズ 128 は、光スキャナ 122 から 3 本のレーザビームを受光すると、これらのレーザビームをそれぞれ 3 本の平行な軸線に沿って集光する。この実施形態では、これらの軸線は、等間隔に配置されている。これらの軸線の間隔は、ズームレンズ 128 のズーム比によって決まる。ズームレンズ 128 を透過した 3 本のレーザビームは、走査ステージ 14 の開口部を通して、ウェーハ 5 の裏面 5 b 側からウェーハ 5 に照射される。これらのレーザビームはズームレンズ 128 によって投影されるので、ウェーハ 5 上でスポット光を成す。これらのレーザビームの照射位置は、等間隔に配置される。

10

【0021】

光検出器 11 は、ウェーハ 5 で反射されて照射光学系 12 から出射する赤外レーザ光を受光して検出する。光検出器 11 は、受光した赤外レーザ光の強度に応じた出力信号を生成する。この出力信号は、コンピュータ 18 に送られる。

【0022】

走査ステージ 14 は、X Y ステージである。走査ステージ 14 は、ウェーハ 5 の主表面 (表面 5 a および裏面 5 b) と実質的に平行な平面内で、ウェーハ 5 を平行移動および回転させることができる。走査ステージ 14 は、図 2 に示される X および Y 方向に沿ってウェーハ 5 を平行移動させることができる。また、走査ステージ 14 は、X Y 平面に垂直な Z 軸の周りにウェーハ 5 を回転させることができる。走査ステージ 14 は、照射光学系 12 から出射する 3 本のレーザビームに対して相対的にウェーハ 5 を移動させることができる。したがって、走査ステージ 14 の駆動により、ウェーハ 5 における 3 本のレーザビームの照射位置を変えることができる。

20

【0023】

走査ステージ 14 は、コンピュータ 18 に電氣的に接続されている。走査ステージ 14 は、コンピュータ 18 からステージ駆動信号を受け取る。このステージ駆動信号は、ステージ 14 の移動方向および移動量を指示する。走査ステージ 14 は、このステージ駆動信号に応答して駆動する。この結果、走査ステージ 14 は、コンピュータ 18 が指示する移動方向および移動量だけウェーハ 5 を移動させる。

30

【0024】

磁場検出器 16 は、ウェーハ 5 の表面 5 a の上方に設置されている。磁場検出器 16 は、ウェーハ 5 へのレーザ光照射によって発生する磁場を検出する。赤外レーザ光がウェーハ 5 に照射されると、熱起電力または光起電力が発生する。この熱起電力または光起電力は、ウェーハ 5 内に電流を生じさせる。この電流によって、磁場が誘起される。この磁場は、ウェーハ 5 の構造を反映する。磁場検出器 16 は、この誘起磁場を検出する。磁場検出器 16 は、検出した磁場の強度に応じた出力電圧信号 (計測磁場信号) を生成する。レーザ光によってウェーハ 5 が走査されれば、計測磁場信号は、誘起磁場の分布を表すことになる。

40

【0025】

磁場検出器 16 は、3 個の S Q U I D 磁束計 16 a ~ 16 c と、ヘッド位置調整機構 28 を有する。磁束計 16 a ~ 16 c は、ヘッド位置調整機構 28 に取り付けられている。この実施形態では、磁束計 16 a ~ 16 c は、等間隔に配置されている。磁束計 16 a ~ 16 c は、それぞれコンピュータ 18 に電氣的に接続されている。磁束計 16 a ~ 16 c は、磁場検出器 16 の検出ヘッドとして機能する。磁束計 16 a ~ 16 c は、互いに独立して磁場を検出し、計測磁場信号を生成する。これらの計測磁場信号は、コンピュータ 18 に送られる。磁束計 16 a ~ 16 c を 3 個のダイ 52 に対向させて配置すれば、それらのダイ 52 へのレーザビームの照射によって生成する磁場を個別に検出できる。

50

【0026】

ヘッド位置調整機構28は、ウェーハ5の主表面に実質的に平行な平面内で磁束計16a～16cを移動させ、これらの間隔を調整する。ヘッド位置調整機構28は、コンピュータ18から駆動信号を受け取る。この駆動信号は、磁束計16a～16cの間隔を指示する。ヘッド位置調整機構28は、この駆動信号に応答して駆動する。この結果、ヘッド位置調整機構28は、コンピュータ18が指示する距離にヘッド間隔を調整する。

【0027】

ヘッド位置調整機構28は、例えば、パンタグラフ状の構造体であってもよい。この構造体が伸縮すると、両端の磁束計16aと16cが、逆方向に同じ距離だけ移動する。このとき、中央の磁束計16bは移動しない。この結果、磁束計16a～16cの間隔が変化 10
する。間隔が変化しても、磁束計16a～16cは等間隔を維持する。

【0028】

コンピュータ18は、レーザ光源10、走査ステージ14、磁場検出器16およびレンズ移動機構129の動作を制御する。コンピュータ18は、照射光学系12内に配置された光スキャナ122の動作も制御する。

【0029】

コンピュータ18は、磁束計16a～16cの各々に電氣的に接続されたA/Dボードを内蔵している。A/Dボードは、磁束計16a～16cの各々から計測磁場信号を受け取り、デジタル信号に変換する。コンピュータ18は、このデジタル化された計測磁場信号を用いて、ウェーハ5へのレーザ光照射によって誘起された磁場の分布を画像化 20
することができる。コンピュータ18は、ウェーハ5上におけるレーザ光の照射位置（走査位置）をピクセル位置に対応付ける。コンピュータ18は、ウェーハ5上のある位置にレーザ光を照射したときの計測磁場信号レベルを、その照射位置に対応付けられたピクセルの輝度に変換する。これにより、ウェーハ5へのレーザ光照射によって誘起された磁場の画像データが得られる。以下では、この画像を「SQUID画像」と呼ぶことにする。SQUID画像データは、計測磁場信号と同様、磁場の分布を示す磁場分布データである。SQUID画像データは、画像信号の形で処理されることがある。コンピュータ18は、ダイ52の各々についてSQUID画像データを算出する。

【0030】

コンピュータ18は、SQUID画像データを用いて各ダイ52内の欠陥の有無を判定す 30
る。コンピュータ18は、ダイ52内に欠陥が存在すると判定すると、その欠陥の位置を示す画像データを生成する。コンピュータ18は、フォトダイオード11の出力信号を受け取る。この出力信号は、ダイ52の反射画像を表す。コンピュータ18は、必要に応じて、ダイ52の反射画像に欠陥位置を重ねた画像データを生成する。コンピュータ18は、生成した画像データを表示装置20に送る。

【0031】

表示装置20は、コンピュータ18から画像データを受け取る。表示装置20は、この画像データにしたがって画像を画面上に表示する。

【0032】

以下では、非破壊検査装置1による検査処理を説明する。装置1は、試料の走査、欠陥の 40
有無の判定、および結果表示を実行する。

【0033】

非破壊検査装置1は、ウェーハ5上における3本のレーザビームの照射位置を移動させて、ウェーハ5上のすべてのダイ52を走査する。3本のレーザビームは、3個のダイ52に一对一に同時に照射される。各ダイ52内でレーザビームの照射位置が移動させられ、3個のダイ52が同時に走査される。3個のダイ52の走査が終わると、別の3個のダイ52が走査される。このように、3個のダイ52の一括走査を繰り返すことにより、すべてのダイ52が走査される。

【0034】

レーザビームの照射位置の移動は、例えば、ステージスキャンと呼ばれる方法によって実 50

行できる。ステージスキャンでは、走査ステージ 1 4 の移動により、ウェーハ 5 をレーザービームに対して相対的に移動させる。ステージスキャンでは、レーザービームは、光スキャナ 1 2 2 によって走査されずに固定される。

【 0 0 3 5 】

ステージスキャンに代えて、レーザースキャンと呼ばれる方法によって照射位置を移動させることもできる。図 3 は、レーザースキャンによる照射位置の移動を示す概略図である。レーザースキャンでは、行列状に配列された複数の走査領域 6 1 に順次にレーザービームが照射される。これらの走査領域は、同一の形状を有している。走査領域 6 1 の形状および大きさは、ダイ 5 2 の形状および大きさに応じて決められる。レーザービームの照射位置は、走査ステージ 1 4 の駆動と光スキャナ 1 2 2 によるレーザービームの移動（走査）の双方を用いて移動させられる。矢印 6 0 で示されるように、レーザービームの走査は、単一の走査領域内で照射位置を移動させるために使用される。矢印 6 2 で示されるように、ステージ 1 4 の駆動は、一つの走査領域 6 1 から別の走査領域 6 1 へ照射位置を移動させるために使用される。

10

【 0 0 3 6 】

コンピュータ 1 8 は、本走査を行う前に前走査を行って、3本のレーザービームの照射位置の間隔を調整する。この調整は、ウェーハ 5 の反射画像を利用して行われる。ウェーハ 5 に3本のレーザービームを照射すると、各レーザービームの一部は、ウェーハ 5 によって反射される。3本の反射レーザービームは、ズームレンズ 1 2 8、光スキャナ 1 2 2 およびビームスプリッタ 1 2 4 を通過して、コンデンサレンズ 1 2 1 に入射する。コンデンサレンズ 1 2 1 は、3本の反射光をそれぞれ光ファイバ 4 1 a ~ 4 1 c に入射させる。これにより、これら3本の反射光は、光検出器 1 1 に到達する。レーザービームがダイ 5 2 を走査すれば、光検出器 1 1 の出力信号は、そのダイ 5 2 の反射画像を示すことになる。コンピュータ 1 8 は、光検出器 1 1 の出力信号に基づいて、ダイ 5 2 の反射画像データを生成する。この実施形態では3個のダイ 5 2 が同時に走査されるので、3個のダイ 5 2 の反射画像データが一括して取得される。

20

【 0 0 3 7 】

レーザービームの照射位置の間隔を調整するために、コンピュータ 1 8 は、一括して取得されたダイ 5 2 の反射画像が同一となるように、ズームレンズ 1 2 8 のズーム比およびウェーハ 5 の角度位置を調整する。これにより、3本のレーザービームが、3個のダイ 5 2 の実質的に同一の位置座標に同時に照射されるようになる。ズーム比は、レンズ移動機構 1 2 9 を用いて調整される。角度位置は、走査ステージ 1 4 の回転駆動によって調整される。

30

【 0 0 3 8 】

コンピュータ 1 8 は、ウェーハ 5 の前走査によって、磁束計 1 6 a ~ 1 6 c の間隔も調整する。3個の磁束計 1 6 a ~ 1 6 c は、同時に走査される3個のダイ 5 2 にそれぞれ対向するように位置決めされる。対向する位置を決める際は、磁束計の画像をレーザースキャンで取得し、位置あわせをしても良い。

【 0 0 3 9 】

レーザービームの照射位置の間隔および磁束計の間隔が調整された後、本走査が開始される。3個のダイ 5 2 の各々に同時にレーザービームが照射され、これら3個のダイ 5 2 で同時に磁場が誘起される。これら3個のダイ 5 2 の誘起磁場は、S Q U I D 磁束計 1 6 a ~ 1 6 c によって個別に検出される。磁束計 1 6 a ~ 1 6 c は、これら3個のダイ 5 2 について一対一に計測磁場信号を生成する。この計測磁場信号は、対応するダイ 5 2 で発生した磁場の分布を示す磁場分布データである。計測磁場信号の縦軸座標は、磁場の強度に対応する。計測磁場信号の横軸座標（時間情報）は、ダイ 5 2 中のレーザービームの照射位置（走査位置）に対応し、したがって、ダイ 5 2 内の位置座標に対応する。

40

【 0 0 4 0 】

非破壊検査装置 1 は、各ダイ 5 2 の計測磁場信号に基づいて、各ダイ 5 2 内の欠陥の有無を判定する。S Q U I D 磁束計 1 6 a ~ 1 6 c によって検出される磁場は、各ダイ 5 2 に含まれるデバイスの構造に応じて変化する。また、検出される磁場には、レーザービームの

50

照射によって誘起された磁場のほかに、外部磁場がバックグラウンドノイズとして含まれることがある。このため、ダイ５２の計測磁場信号を画像化してＳＱＵＩＤ画像を取得し、そのＳＱＵＩＤ画像を単独で観察する方法では、欠陥を精度良く検出することは難しい。これに対し、コンピュータ１８は、各ダイ５２のＳＱＵＩＤ画像を、あらかじめ用意された良品ダイのＳＱＵＩＤ画像と比較することにより、各ダイ５２内の欠陥の有無を判定する。

【００４１】

以下では、図４を参照しながら、欠陥判定処理を詳しく説明する。図４は、欠陥判定処理の説明図である。図４の「計測ＳＱＵＩＤ画像」は、一つのダイ５２の計測磁場信号を画像化したＳＱＵＩＤ画像の一例である。符号７１、７２は、ダイ５２中の欠陥を示している。計測ＳＱＵＩＤ画像中の破線は、走査経路の一つである。これらの欠陥７１および７２は、同じ走査経路上に位置するものとする。計測ＳＱＵＩＤ画像の下に示されている電圧信号は、その計測ＳＱＵＩＤ画像に対応する計測磁場信号の一部である。この信号部分は、計測ＳＱＵＩＤ画像中の破線に沿った走査によって生成される。したがって、この信号部分の横軸座標（時間情報）は、その破線によって示される走査経路上のレーザビームの照射位置に対応し、また、計測ＳＱＵＩＤ画像においてその破線上のピクセル位置に対応する。

10

【００４２】

図４の「良品ＳＱＵＩＤ画像」は、良品ダイに関する計測磁場信号を画像化したＳＱＵＩＤ画像である。良品ダイの計測磁場信号（以下、「良品磁場信号」と呼ぶ）は、非破壊検査装置１を用いて良品ダイを事前に検査することにより取得される。コンピュータ１８は、内部の記憶装置に良品ＳＱＵＩＤ画像を保存している。良品ＳＱＵＩＤ画像中の破線は、走査経路の一つである。この走査経路は、計測ＳＱＵＩＤ画像中の破線が示す走査経路と同一である。つまり、これらの走査経路は、それぞれ良品ダイおよび被検査ダイの同一座標を通過する。良品ＳＱＵＩＤ画像の下に示されている電圧信号は、その良品ＳＱＵＩＤ画像に対応する良品磁場信号の一部である。この信号部分は、良品ＳＱＵＩＤ画像中の破線に沿った走査によって生成される。したがって、この信号部分の横軸座標（時間情報）は、その破線によって示される走査経路上のレーザビームの照射位置に対応し、また、良品ＳＱＵＩＤ画像においてその破線上のピクセル位置に対応する。

20

【００４３】

計測ＳＱＵＩＤ画像中の欠陥７１は、良品ＳＱＵＩＤ画像中の同一箇所に比べて高い輝度を有する。つまり、欠陥７１は、プラスの輝度方向を有している。これは、欠陥７１の走査により検出される磁場強度が、良品ダイの同一箇所の走査により検出される磁場強度より高いことに起因する。このような欠陥をプラス欠陥と呼ぶことにする。一方、欠陥７２は、良品ダイの同一箇所に比べて低い輝度を有する。つまり、欠陥７２は、マイナスの輝度方向を有している。これは、欠陥７２の走査により検出される磁場強度が、良品ダイの同一箇所の走査により検出される磁場強度より低いことに起因する。このような欠陥をマイナス欠陥と呼ぶことにする。このように、欠陥には、ＳＱＵＩＤ磁束計１６によって検出される磁場強度を高くするものと低くするものがある。

30

【００４４】

コンピュータ１８は、各ダイ５２の欠陥の有無を検査するために、各ダイ５２の計測ＳＱＵＩＤ画像を良品ＳＱＵＩＤ画像と比較する。具体的には、コンピュータ１８は、計測ＳＱＵＩＤ画像データから良品ＳＱＵＩＤ画像データを減算して、差画像データを生成する。

40

【００４５】

生成された差画像は、図４の右側に「減算ＳＱＵＩＤ画像」として示されている。理想的な差画像では、欠陥のみが表示される。図４において、差画像の下に示されている電圧信号は、その差画像に対応する差画像信号の一部である。この信号部分は、差画像中の破線に沿った走査によって得られる。差画像信号では、欠陥７１が信号の山７１a、すなわち信号レベルの上昇として現れる。また、差画像信号では、欠陥７２が信号の谷７２b、す

50

なわち信号レベルの降下として現れる。このように、差画像信号の山は、被検査ダイ５２のプラス欠陥を示す。また、差画像信号の谷は、被検査ダイ５２のマイナス欠陥を示す。

【００４６】

コンピュータ１８は、この差画像信号のレベルを所定のしきい値と比較する。コンピュータ１８は、二つの異なるしきい値を有している。以下では、高い方のしきい値を第１しきい値、低い方のしきい値を第２しきい値と呼ぶことにする。図４では、第１しきい値が破線８１で、第２しきい値が破線８２でそれぞれ示されている。この実施形態では、第１しきい値は正值であり、第２しきい値は負値である。コンピュータ１８は、差画像信号のレベルが第１しきい値以上または第２しきい値以下の場合に、欠陥が検出されたと判定する。第１しきい値以上の一連の信号部分および第２しきい値以下の一連の信号部分が、それぞれ一つの欠陥と認識される。二つのしきい値を用いるのは、プラス欠陥とマイナス欠陥を判別するためである。

10

【００４７】

図５は、二つのしきい値の算出方法を説明するための図である。第１および第２しきい値は、装置１を用いて、二つの良品ダイのそれぞれについてＳＱＵＩＤ画像データを取得することにより事前に算出される。この算出は、コンピュータ１８が実行する。コンピュータ１８は、これらのＳＱＵＩＤ画像データの一方から他方を減算して差画像データを生成し、その差画像の輝度ヒストグラムを算出する。コンピュータ１８は、輝度の標準偏差も算出する。第１しきい値は、（輝度ヒストグラムのピーク値）＋（標準偏差のｋ倍）によって算出される。第２しきい値は、（輝度ヒストグラムのピーク値）－（標準偏差のｋ倍）によって算出される。ここで、ｋは所定の定数である。ｋの値は、オペレータが任意に設定できる。

20

【００４８】

コンピュータ１８は、より適切な第１および第２しきい値を得るために、マージ機能を有している。マージ機能は、しきい値を設定するためのサンプル数を増やす機能である。マージ機能は、新たに一つ以上のダイについて計測磁場信号を取得し、既存の良品磁場信号との間で減算処理を行い、輝度ヒストグラムのサンプル数を増やす。マージ機能を達成するため、輝度ヒストグラムの算出に用いられた計測磁場信号は、コンピュータ１８内の記憶装置に保存される。

【００４９】

コンピュータ１８は、第１しきい値以上の差信号レベルを与える走査位置にプラス欠陥が存在すると判定する。図４の例では、コンピュータ１８は、山７１ａのうち第１しきい値８１以上の部分をプラス欠陥と判定する。また、コンピュータ１８は、第２しきい値以下の差信号レベルを与える走査位置にマイナス欠陥が存在すると判定する。図４の例では、コンピュータ１８は、谷７２ｂのうち第２しきい値８２以下の部分をマイナス欠陥と判定する。差信号の横軸座標は、ダイ５２における走査位置（レーザビームの照射位置）およびＳＱＵＩＤ画像のピクセル位置に対応している。コンピュータ１８は、欠陥と判定された信号部分の横軸座標から、その欠陥の位置を算出する。

30

【００５０】

コンピュータ１８は、すべてのダイ５２について欠陥の有無を判定すると、判定結果を示す画像のデータを生成する。この画像データは、表示装置２０に送られる。これにより、表示装置２０の画面上では、検出された欠陥がウェーハマップ上に表示される。また、装置１のオペレータによってダイ５２が指定されると、コンピュータ１８は、より詳細な結果表示用の画像データを生成する。この画像データも、表示装置２０に送られ、画面に表示される。これにより、指定されたダイ５２内の欠陥位置情報がそのダイ５２の反射画像に重ねて表示される。なお、欠陥は、その種類に応じて異なる表示態様で表示される。例えば、プラス欠陥とマイナス欠陥が違う色で表示される。

40

【００５１】

以下では、非破壊検査装置１の利点を説明する。装置１は、主に、四つの利点を有する。

【００５２】

50

第1に、装置1は、レーザビームの照射位置の間隔を簡単な作業によって迅速に調整できる。ズームレンズ128のズーム比を変えると、3本のレーザビームの照射位置の間隔が一括して変化するからである。

【0053】

第2に、装置1は、高い検査スループットを有する。これは、3個のダイ52を一括して走査するからである。比較に必要な磁場分布データを迅速に収集できるので、装置1は、ウェーハ5を高速に検査できる。

【0054】

第3に、装置1は、欠陥の種類を判別できる。これは、計測SQUID画像信号と良品SQUID画像信号から得られる差画像信号のレベルを、正負の二つのしきい値と比較するからである。正のしきい値によってプラス欠陥の有無を判定し、負のしきい値によってマイナス欠陥を判定するので、これらの欠陥を判別できる。これら2種類の欠陥の位置は、異なる表示態様で表示される。したがって、装置1のオペレータは、欠陥の種類をその表示態様から確認できる。

10

【0055】

第4に、装置1は、ウェーハ5の欠陥の有無を精度良く検査することができる。これは、計測SQUID画像信号から良品SQUID画像信号を減算するからである。差画像信号には、ウェーハ5の構造にかかわらず、欠陥のみが山または谷として現れる。バックグラウンドノイズである外部磁場は、その減算によって相殺される。したがって、精度良く欠陥を検出できる。

20

【0056】

(実施形態2)

以下では、この発明の第2の実施形態を説明する。図6は、この実施形態の非破壊検査装置1aの構成を示す概略図である。この装置1aは、磁場分布データの比較を行う比較装置45をコンピュータ18の外部に備えている点で、実施形態1の装置1と異なっている。以下では、主に、実施形態1との相違点を説明する。

【0057】

比較装置45は、磁場検出装置16とコンピュータ18の間に電氣的に接続されている。比較装置45は、検出ヘッド16a~16cの数より一つ少ない2個の演算比較器45aおよび45bを有する。演算比較器45aの入力端子には、磁束計16aおよび16bが電氣的に接続されている。この入力端子には、磁束計16aおよび16bから、それぞれ計測磁場信号が送られる。演算比較器45bの入力端子には、磁束計16bおよび16cが電氣的に接続されている。この入力端子には、磁束計16bおよび16cから、それぞれ計測磁場信号が送られる。演算比較器45aは、磁束計16aの計測磁場信号から磁束計16bの計測磁場信号を減算して、差信号を生成する。演算比較器45bは、磁束計16bの計測磁場信号から磁束計16cの計測磁場信号を減算して、差信号を生成する。これらの減算は、計測磁場信号の入力に応答して、ただちに実行される。つまり、この減算はリアルタイムに実行される。演算比較器45aおよび45bは、これらの差信号をそれぞれコンピュータ18に送る。これらの差信号は、A/Dボードによってデジタル信号に変換される。

30

40

【0058】

コンピュータ18は、比較装置45から送られる差信号を用いて、各ダイ52内の欠陥の有無を判定する。この判定処理については、後で詳しく説明する。コンピュータ18は、ダイ52内に欠陥が存在すると判定すると、その欠陥の位置を示す画像データを生成する。コンピュータ18は、生成した画像データを表示装置20に送る。

【0059】

非破壊検査装置1aは、実施形態1の装置1と異なる欠陥判定処理を実行する。実施形態1では、欠陥の有無を判定するために、ダイ52の磁場分布データを、あらかじめ取得した良品ダイの磁場分布データと比較する。これに対して、実施形態2では、複数のダイ52の磁場分布データ同士を比較する。

50

【 0 0 6 0 】

図 7 および図 8 を参照しながら、異なるダイ 5 2 間の磁場分布データの比較による欠陥検出処理を説明する。図 7 は、この欠陥検出処理の概略説明図である。図 8 は、この欠陥検出処理の詳細説明図である。

【 0 0 6 1 】

図 7 の左側には、 $(n - 1)$ 番目のダイ 5 2 と n 番目のダイ 5 2 の計測 S Q U I D 画像が示されている。ここで、 n は 2 以上の整数である。以下では、 $(n - 1)$ 番目のダイ 5 2 をダイ $(n - 1)$ と呼び、 n 番目のダイ 5 2 をダイ (n) と呼ぶことにする。これらは、例えば、走査経路に沿って隣接して配置されたダイ 5 2 である。符号 7 3、7 4 は、ダイ $(n - 1)$ 中の欠陥を示している。符号 7 5、7 6 は、ダイ n 中の欠陥を示している。欠陥 7 3 および 7 5 は、上述したマイナス欠陥であり、欠陥 7 4 および 7 6 は、上述したプラス欠陥である。各計測 S Q U I D 画像中の破線は、走査経路の一つである。各破線によって示される走査経路は、ダイ $(n - 1)$ およびダイ (n) の共通の位置座標を通過する。欠陥 7 3 ~ 7 6 は、いずれも破線の走査経路上に位置するものとする。

10

【 0 0 6 2 】

図 7 において計測 S Q U I D 画像の右側に示される電圧信号は、その計測 S Q U I D 画像中の破線に沿った走査により得られる計測磁場信号である。ダイ $(n - 1)$ の計測磁場信号には、欠陥 7 3 が谷 7 3 b として現れ、欠陥 7 4 が山 7 4 a として現れる。同様に、ダイ (n) の計測磁場信号には、欠陥 7 5 が谷 7 5 b として現れ、欠陥 7 6 が山 7 6 a として現れる。

20

【 0 0 6 3 】

この欠陥検出処理では、すべてのダイ 5 2 に関して、ダイ $(n - 1)$ の計測磁場信号とダイ (n) の計測磁場信号が比較される。つまり、ダイ (1) とダイ (2) 、ダイ (2) とダイ (3) 、...ダイ $(N - 1)$ とダイ (N) 間で、それぞれ計測磁場信号が比較される。この比較は、比較装置 4 5 が実行する。具体的には、演算比較器 4 5 a は、一括走査された 3 個のダイ 5 2 のうち第 1 のダイ 5 2 の計測磁場信号から第 2 のダイ 5 2 の計測磁場信号を減算して、差信号を生成する。また、演算比較器 4 5 b は、一括走査された 3 個のダイ 5 2 のうち第 2 のダイ 5 2 の計測磁場信号から第 3 のダイ 5 2 の計測磁場信号を減算して、差信号を生成する。3 個のダイ 5 2 の一括走査が繰り返されると、比較装置 4 5 によって第 1 ~ 第 $(N - 1)$ の差信号が生成される。ここで、第 m の差信号 (m は 1 m $N - 1$ を満たす整数) は、ダイ (m) の計測磁場信号からダイ $(m + 1)$ の計測磁場信号を減算することにより生成される。

30

【 0 0 6 4 】

ダイ $(n - 1)$ の計測 S Q U I D 画像からダイ (n) の計測 S Q U I D 画像を減算して得られる差信号の一部は、図 7 の右側に示されている。この差信号では、欠陥 7 4 および 7 5 が山 7 4 a および 7 5 a として現れ、欠陥 7 3 および 7 6 が谷 7 3 b および 7 6 b として現れる。このように、この差信号の山は、ダイ $(n - 1)$ のプラス欠陥またはダイ (n) のマイナス欠陥を示す。また、この差信号の谷は、ダイ $(n - 1)$ のマイナス欠陥またはダイ (n) のプラス欠陥を示す。差信号の横軸座標は、ダイ 5 2 中の走査位置に対応し、したがって、ダイ 5 2 の位置座標に対応する。

40

【 0 0 6 5 】

コンピュータ 1 8 は、比較装置 4 5 から送られる各差信号のレベルを、第 1 および第 2 のしきい値と比較する。実施形態 1 と同様に、第 1 しきい値は正值であり、第 2 しきい値は負値である。これらのしきい値の算出方法は、図 5 を参照して上述した通りである。コンピュータ 1 8 は、差信号のレベルが第 1 しきい値以上または第 2 しきい値以下の場合に、欠陥が検出されたと判定する。第 1 しきい値以上の一連の信号部分および第 2 しきい値以下の一連の信号部分が、それぞれ一つの欠陥と認識される。この信号部分の横軸座標は、ダイ $(n - 1)$ およびダイ (n) の共通の位置座標に対応する。

【 0 0 6 6 】

差信号のうち第 1 しきい値以上の部分は、ダイ $(n - 1)$ のプラス欠陥である可能性とダ

50

イ(n)のマイナス欠陥である可能性を有する。同様に、第2しきい値以下の部分は、ダイ(n-1)のマイナス欠陥である可能性とダイ(n)のプラス欠陥である可能性を有する。欠陥がどちらのダイに含まれるのかを特定するため、コンピュータ18は、ダイ(n)とダイ(n+1)間の計測SQUID画像の比較結果を利用する。ここで、nは、 $1 \leq n \leq N-1$ を満たす整数(Nはダイの総数)である。以下では、図8を参照しながら、欠陥検出処理をさらに詳しく説明する。

【0067】

図8の左側には、ダイ(1)~(6)の計測SQUID画像が示されている。ダイ(1)、ダイ(2)、ダイ(5)およびダイ(6)は、欠陥を有さない。ダイ(3)は、マイナス欠陥77を有している。ダイ(4)は、プラス欠陥78を有している。図8の中央には、相隣番号のダイ間の差信号が示されている。図8において「減算m-(m+1)」(mは、 $1 \leq m \leq N-1$ を満たす整数)は、ダイ(m)の計測磁場信号からダイ(m+1)の計測磁場信号を減算することを意味する。

10

【0068】

図8に示されるように、コンピュータ18は、すべてのm値について減算m-(m+1)を実行する。その後、すべての差信号について、その信号レベルを第1および第2しきい値と比較する。減算2-3による差信号には、第1しきい値81を上回るピーク値を有する山77aが現れている。コンピュータ18は、山77aのうち第1しきい値81以上の部分を欠陥と判定する。この欠陥は、ダイ(2)のプラス欠陥である可能性と、ダイ(3)のマイナス欠陥である可能性がある。

20

【0069】

減算3-4による差信号には、減算2-3による差信号の山77aと同じ横軸位置に、第2しきい値82を下回るピーク値を有する谷77bが現れている。コンピュータ18は、谷77bのうち第2しきい値82以下の部分を欠陥と判定する。この欠陥は、ダイ(3)のマイナス欠陥である可能性と、ダイ(4)のプラス欠陥である可能性がある。

【0070】

減算2-3および減算3-4によって共通に予想されるのは、ダイ(3)のマイナス欠陥だけである。したがって、コンピュータ18は、ダイ(3)にマイナス欠陥が存在すると判定する。このように、コンピュータ18は、減算2-3による差信号と減算3-4による差信号の双方において同一の横軸座標に欠陥が検出されると、ダイ(3)中において、その横軸座標に対応する位置座標に欠陥が存在すると判定する。

30

【0071】

減算3-4による差信号には、第2しきい値82を下回るピーク値を有する谷78bも現れている。コンピュータ18は、谷78bのうち第2しきい値82以下の部分を欠陥と判定する。この欠陥は、ダイ(3)のマイナス欠陥である可能性と、ダイ(4)のプラス欠陥である可能性がある。減算4-5による差信号には、減算3-4信号における谷78bと同じ横軸座標に、第1しきい値81を上回るピーク値を有する山78aが現れている。コンピュータ18は、山78aのうち第1しきい値81以上の部分を欠陥と判定する。この欠陥は、ダイ(4)のプラス欠陥である可能性と、ダイ(5)のマイナス欠陥である可能性がある。減算3-4および減算4-5によって共通に予想されるのは、ダイ(4)のプラス欠陥だけである。したがって、コンピュータ18は、ダイ(4)中に欠陥が存在すると判定する。ダイ(4)における欠陥の位置座標は、差信号における欠陥の横軸座標から特定される。

40

【0072】

このように、コンピュータ18は、減算(n-1)-nによる差信号と減算n-(n+1)による差信号の双方において同一の横軸座標に欠陥が検出されると、ダイ(n)において、その横軸座標に対応する位置座標に欠陥が存在すると判定する。また、欠陥コンピュータ18は、減算(n-1)-nによる差信号で欠陥が検出され、減算n-(n+1)による差信号において同一の横軸座標に欠陥が検出されない場合は、ダイ(n-1)に欠陥が存在すると判定する。さらに、欠陥コンピュータ18は、減算n-(n+1)による差

50

信号で欠陥が検出され、減算 $(n - 1) - n$ による差信号において同一の横軸座標に欠陥が検出されない場合は、ダイ $(n + 1)$ に欠陥が存在すると判定する。どのダイに欠陥が存在するかが特定されれば、その欠陥が差信号において山であるか谷であるかに応じて、その欠陥の種類も特定される。

【0073】

なお、「二つの差信号の同一の横軸座標に欠陥が検出される」とは、横軸座標が完全に一致する場合のほか、所定の許容値だけ横軸座標がずれている場合を含んでいてもよい。所定値以内のずれを許容するのは、欠陥の検出位置の誤差を考慮したものである。

【0074】

コンピュータ18は、すべてのダイ52について欠陥の有無を判定すると、判定結果を示す画像を生成する。表示装置20は、その生成された画像を画面上に表示する。この画像の生成および表示は、実施形態1に関して説明した通りである。

10

【0075】

実施形態2の非破壊検査装置1aは、実施形態1の装置1と同じ利点に加えて、次の利点を有している。すなわち、実施形態2の装置1aは、計測磁場信号同士の減算を演算比較器45a、bによってリアルタイムに実行するので、ウェーハ5を極めて高速に検査できる。また、計測磁場信号の減算がリアルタイムだと、走査ステージ14の駆動機構に対する精度の要求を低減できる。これは、たとえば、ステージがまっすぐ進まなかったり、等速で進まなかったり、ダイに対し傾いて進んでいった場合でも、レーザスポットは、各ダイの該当位置を照射できるからである。また、外部磁場の変動により信号以外のノイズが磁場信号にのってしまった場合、それぞれの磁場検出器に同様にノイズがのるため、差分をとるときにキャンセルされるという特徴を持つ。

20

【0076】

ダイの磁場分布データの比較をリアルタイムで実行する場合、1個のダイが、連続する2回の一括走査で重複して走査されるようにするとよい。具体的に述べると、第*i*回目の一括走査では、ダイ $(2i - 1)$ 、ダイ $(2i)$ およびダイ $(2i + 1)$ (ここで、*i* は自然数) が同時に走査される。例えば、1回目の一括走査でダイ (1) 、ダイ (2) およびダイ (3) を走査し、2回目の一括走査でダイ (3) 、ダイ (4) 、ダイ (5) を走査する。ダイ (3) は、1回目と2回目の一括走査で重複して走査される。この場合、1回目の一括走査によって、ダイ (1) とダイ (2) の比較およびダイ (2) とダイ (3) の比較をリアルタイムに実行できる。また、2回目の一括走査によって、ダイ (3) とダイ (4) の比較およびダイ (4) とダイ (5) の比較をリアルタイムに実行できる。

30

【0077】

逆に、二つの一括走査でダイの重複がない場合、非破壊検査装置1aは、少なくとも一部のダイについて磁場分布データを保存しなければならない。例えば、1回目の一括走査でダイ (1) 、ダイ (2) およびダイ (3) を走査し、2回目の一括走査でダイ (4) 、ダイ (5) 、ダイ (6) を走査するとする。ダイ (3) とダイ (4) の比較を実行するためには、1回目の走査により取得されたダイ (3) の磁場分布データを保存しておく必要がある。このため、ダイ間の磁場分布データを完全にリアルタイムで比較することはできない。上述のように、連続する二つの一括走査で一つのダイを重複して走査すれば、ダイの磁場分布データを保存する必要がなくなり、ダイ間の磁場分布データをリアルタイムに比較できる。

40

【0078】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【0079】

本発明において試料に照射するレーザ光は3本に限られない。より多くのレーザ光を試料に照射すれば、検査スループットをいっそう高めることができる。ズームレンズ128のズーム比の調節は、コンピュータ18の自動制御によらずに、手動で行ってもよい。

50

【 0 0 8 0 】

【 発 明 の 効 果 】

この発明の非破壊検査装置では、ズームレンズのズーム比を調節すると、複数の走査光の照射位置の間隔が一括して変化する。したがって、複数の走査光の照射位置を容易に調整できる。また、この発明の非破壊検査装置は、試料上の複数の領域を一括走査するので、高い検査スループットを達成できる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 第 1 実 施 形 態 の 非 破 壊 検 査 装 置 の 構 成 を 示 す 概 略 図 で あ る 。

【 図 2 】 ウェーハ 5 の 表 面 を 示 す 概 略 平 面 図 で あ る 。

【 図 3 】 ウェーハ 5 の 走 査 方 法 の 一 例 を 示 す 概 略 平 面 図 で あ る 。

10

【 図 4 】 被 検 査 ダ イ お よ び 良 品 ダ イ 間 の 磁 場 分 布 デ ー タ の 比 較 に よ る 欠 陥 判 定 処 理 の 説 明 図 で あ る 。

【 図 5 】 第 1 お よ び 第 2 し き い 値 の 算 出 方 法 の 説 明 図 で あ る

【 図 6 】 第 2 実 施 形 態 の 非 破 壊 検 査 装 置 の 構 成 を 示 す 概 略 図 で あ る 。

【 図 7 】 異 な る ダ イ 間 の 磁 場 分 布 デ ー タ の 比 較 に よ る 欠 陥 判 定 処 理 の 概 略 説 明 図 で あ る 。

【 図 8 】 図 7 の 欠 陥 判 定 処 理 の 詳 細 説 明 図 で あ る 。

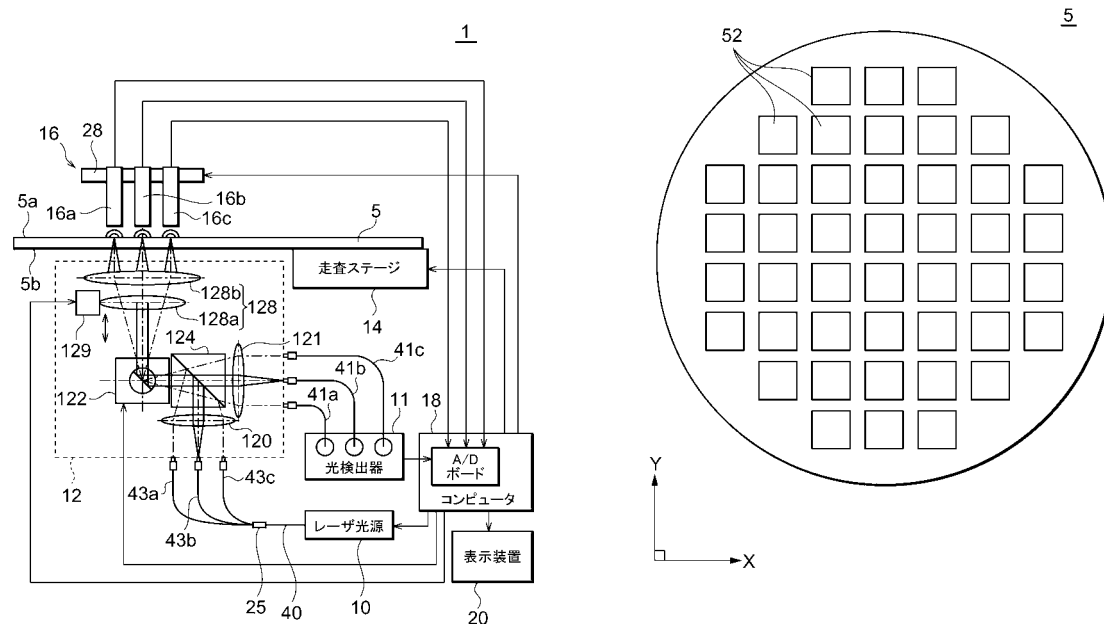
【 符 号 の 説 明 】

1 ... 非破壊検査装置、 5 ... ウェーハ、 10 ... 赤外レーザー光源、 11 ... 光検出器、 12 ... 照射手段としての照射光学系、 14 ... 走査手段としての走査ステージ、 16 ... 磁場検出器、 16a ~ 16c ... 検出ヘッドとしての SQUID 磁束計、 18 ... 減算手段、 比較手段、 判定手段およびズーム制御手段としてのコンピュータ、 18a ... 比較手段、 判定手段およびズーム制御手段としてのコンピュータ、 20 ... 表示装置、 28 ... ヘッド位置調整機構、 45 ... 減算手段としての比較装置、 52 ... ダイ、 122 ... 走査手段としての光スキャナ。

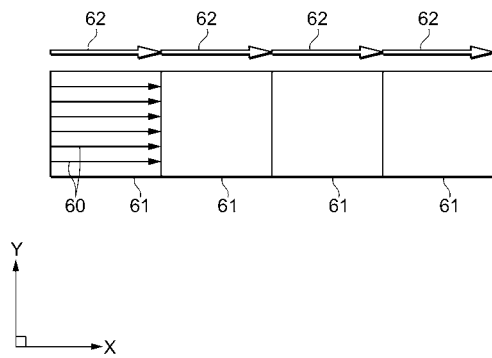
20

【 図 1 】

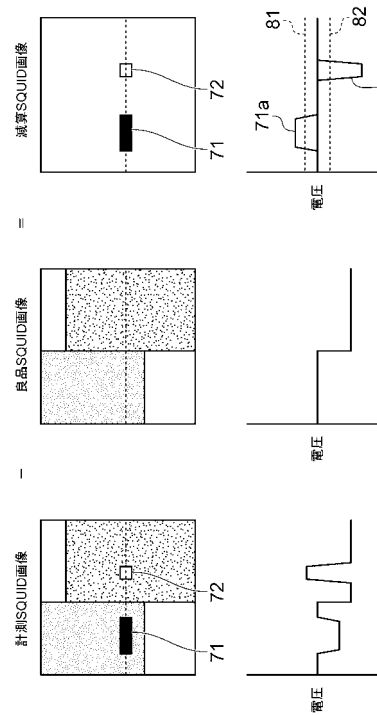
【 図 2 】



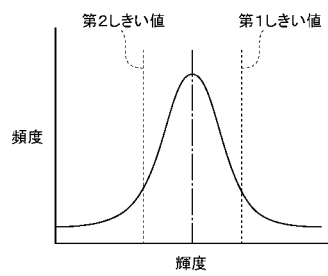
【図 3】



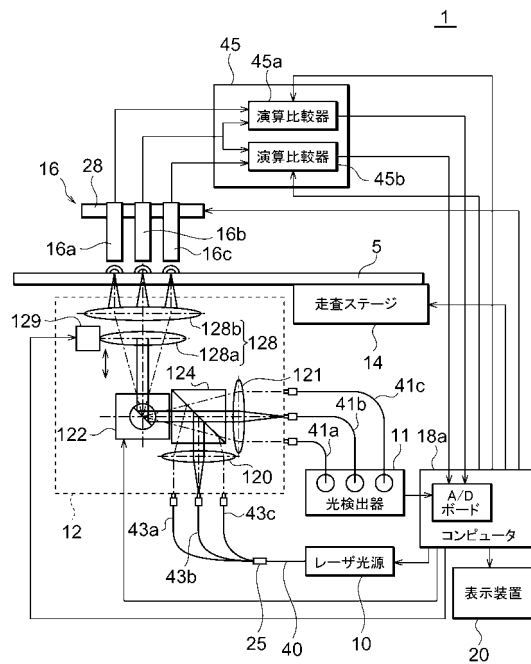
【図 4】



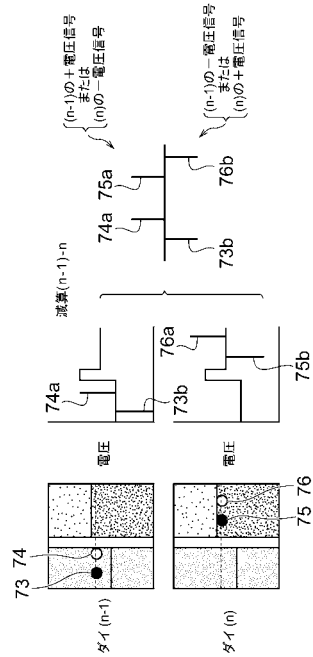
【図 5】



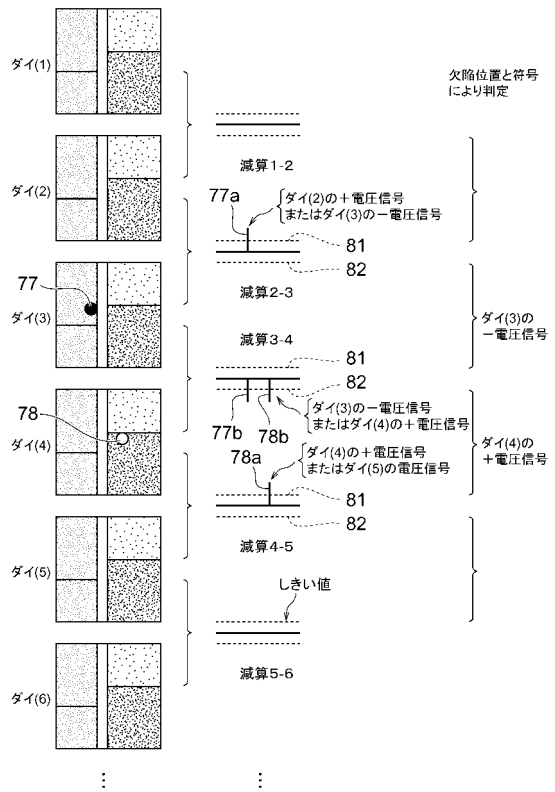
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 徹
静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 島田 英昭

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01N27/72-27/90
H01L21/66
JSTPlus(JDream2)