

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4680501号
(P4680501)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/66 (2006.01)

H01L 21/66

P

G01B 11/02 (2006.01)

G01B 11/02

Z

H01L 21/60 (2006.01)

H01L 21/92

604T

請求項の数 7 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2003-538682 (P2003-538682)
 (86) (22) 出願日 平成14年10月21日 (2002.10.21)
 (65) 公表番号 特表2005-506710 (P2005-506710A)
 (43) 公表日 平成17年3月3日 (2005.3.3)
 (86) 國際出願番号 PCT/IL2002/000841
 (87) 國際公開番号 WO2003/036227
 (87) 國際公開日 平成15年5月1日 (2003.5.1)
 審査請求日 平成17年10月12日 (2005.10.12)
 (31) 優先権主張番号 146174
 (32) 優先日 平成13年10月25日 (2001.10.25)
 (33) 優先権主張国 イスラエル(IL)

(73) 特許権者 504164631
 カムテック エルティーディー。
 イスラエル、23150 ミグダル ハエ
 メック、ピー. オー. ボックス 544、
 ラマット ガヴリエル インダストリアル
 ゾーン
 (74) 代理人 110000040
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナ
 ズ
 (72) 発明者 ゲッフェン、ミヒヤエル
 イスラエル、20103 ミスガヴ、ギロ
 ン
 (72) 発明者 レヴィ、ヤキ
 イスラエル、28236 キルヤット ア
 タ、エシェル ストリート 28
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】共焦点ウェハ検査系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共焦点色度ウェハ検査系であつて、

(a) 検査用ウェハを置くための、2つの上下の自由度を有し、X Y軸移動が可能なテ
ーブルと、

(b) 前記上下の自由度に沿って前記テーブルを移動させるための移動手段と、

(c) 前記テーブルに対して垂直であり、前記ウェハの表面上の点までの距離を測定す
るための、前記ウェハが前記テーブルと共に移動する間、表面高さの変化を認識す
ることが出来る共焦点色度高さ測定系と、

(d)

(i) 前記ウェハのバンプマップを保持し、

(ii) 前記移動手段を制御し、

(iii) 前記共焦点色度高さ測定系の測定点が前記ウェハの各バンプと交差するよ
うに前記テーブルを移動させ、

(iv) 各バンプの高さプロフィールを記憶し、

(v) 前記高さプロフィールを比較する、または所定の基準に従って各高さプロフィ
ールを調べる、またはこの両方を行い、

(vi) 結果出力を可能にする、

ように機能するコンピュータと、

(e) 前記共焦点色度高さ測定系と一体化され、前記ウェハ表面を観察するための顕微

10

20

鏡と、

(g) 前記顕微鏡及び前記共焦点色度高さ測定系を昇降させるための昇降手段と、
を含み、

前記顕微鏡と前記共焦点色度高さ測定系とが同じ点に向けられていることを特徴とする
共焦点色度ウェハ検査系。

【請求項2】

(f) 前記観察された表面を撮影するための第1のカメラを更に含み、前記コンピュータは前記高さプロフィールを比較する請求項1に記載の共焦点色度ウェハ検査系。

【請求項3】

前記コンピュータは、前記各バンプと複数回交差するバンプトラックを前記ウェハ表面
に沿って設計する請求項1に記載の共焦点色度ウェハ検査系。 10

【請求項4】

前記ウェハを走査するための第2のカメラを更に含み、前記走査の像または複数の像は前記コンピュータによってバンプを認識するために用いられ、前記コンピュータは前記認識されたバンプの位置を記憶し、バンプマップを作成して保持する請求項1に記載の共焦点色度ウェハ検査系。

【請求項5】

前記第2のカメラはデジタルカメラである請求項4に記載の共焦点色度ウェハ検査系。

【請求項6】

前記第2のカメラは線走査またはアレイカメラである請求項4に記載の共焦点色度ウェハ検査系。 20

【請求項7】

前記昇降手段は前記第2のカメラを昇降させることが出来る請求項4に記載の共焦点色度ウェハ検査系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小物体、より具体的には、三次元物体の高さを、高さ測定技術を用いて調べる分野に関する。

【背景技術】

【0002】

「バンプ」とは、三次元形状の（半球または長方形の）凸部であり、超小型電子チップの面上に配置された半田または金からなる。バンプは、幾つかのチップに存在し、バンプが基板に半田付けされた場合、部品をプリント回路に接続するためのリード線の代用をする。バンプの形状は通常、半玉状である。チップには多くのバンプが含まれることがあり、それらのバンプは、それら全てを基板に同時に接続するために、同じ高さでなければならない。実際には、製造工程の結果、それぞれ異なるバンプの高さには差がある。小差の高さの差のみ許容可能であり、これらの差は許容限界内になければならない。従って、各バンプの高さを調べる必要がある。

【0003】

ウェハ検査のための様々な系が知られており、それら全ての系の主な不利点は、高さ測定における精度の低さにある。そこで、本発明の主な目的は、共焦点高さ測定系（CHMS）を用いて、正確な高さ測定を達成することである。

【0004】

共焦点高さ測定系（CHMS）は、色収差集束レンズを備えた共焦点結像光学設備、光源、光源をその基本波長に分離する光学ヘッド、及び分光計から組み立てられる。

【0005】

共焦点結像光学設備は、光源の一点を第2の細集束点に結像し、その後、その像を第2の点から小さな空間フィルタ上に逆進させるための光学設備である。このような光学設備は、第2の細集束点以外の空間全体に対しては全く検知しない。設備の集束レンズの色収 50

差を伸張することによって、視野を拡張することができる。このようなレンズを備えた新しい設備は、各波長毎の理論的共焦点系を無限に集合させたものである。

【0006】

各波長により集束距離が異なるため、前記設備は、表面点の高さを測定するための高さ測定装置として用いることが出来る。白色光ビームは、光学ヘッドによってその基本波長ビームに分離され、各ビームは表面を照明する。その照明は、共焦点結像光学設備を経て分光計まで反射される。表面の高さに応じて、その焦点距離に対応する1波長のみが共焦点結像光学設備を通過する。その波長は、分光計によって検出され、較正表に従って表面点の高さに変換される。

【0007】

10

共焦点結像光学設備及び共焦点高さ測定系については、フランス語名称「Dispositif de microstratigraphie optique」、国内登録番号第F R 9 5 1 0 4 0 1号及び公開番号第2 7 3 8 3 4 3号の特許出願、フランス語名称「Dispositif de tomographie optique en champ coloré」、国内登録番号第F R 9 4 0 2 4 8 9号及び公開番号第2 7 1 6 7 2 7号の特許出願に記載されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

高さ測定における精度の低さが公知の系の主な不利点であるため、ウェハ上のバンプを比較するためにバンプの正確な高さを調べる共焦点高さ測定系を用いた、ウェハ検査系及び方法の必要性が認識されており、それらを有することは極めて有利であろう。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、共焦点ウェハ検査系である。

【0010】

本発明の教示によれば、共焦点高さ測定系ウェハ検査系であつて、

(a) 検査用ウェハを置くための、2つの上下の自由度を有し、XY軸移動が可能なテーブルと、

(b) 前記上下の自由度に沿って前記テーブルを移動させるための移動手段と、

(c) 前記テーブルに対して垂直であり、前記被検査ウェハの表面上の点までの距離を測定するための、前記ウェハが前記テーブルと共に移動する間、表面高さの変化を認識することが出来る共焦点高さ測定系と、

30

(d)

(i) 前記被検査ウェハのバンプマップを保持し、

(ii) 前記移動手段を制御し、

(iii) 前記共焦点高さ測定系の測定点が前記ウェハの各バンプと交差するように前記テーブルを移動させ、

(iv) 各バンプの高さプロフィールを記憶し、

(v) 前記高さプロフィールを比較し、所定の基準に従って各高さプロフィールを調べ、

40

(vi) 結果を表示する、

ように機能するコンピュータと、

を含む共焦点高さ測定系ウェハ検査系が提供される。

【0011】

好みの一実施形態により、前記ウェハ検査系は更に、

(e) 前記共焦点高さ測定系と一体化され、前記被検査ウェハ表面を観察するための顕微鏡と、

(f) 前記観察された表面を撮影するための第1のカメラと、
を含む。

【0012】

50

第2の好ましい実施形態により、前記ウェハ検査系は更に、前記顕微鏡及び前記共焦点高さ測定系を昇降させるための昇降手段を含む。

【0013】

別の好ましい実施形態により、前記ウェハ検査系は更に、前記被検査ウェハを走査するための第2のカメラを含み、前記走査の像または複数の像は前記コンピュータによってバンプを認識するために用いられ、前記コンピュータは前記認識されたバンプの位置を記憶し、バンプマップを作成して保持する。

【0014】

別の好ましい実施形態により、前記ウェハ検査系の前記第2のカメラはデジタルカメラである。

10

【0015】

別の好ましい実施形態により、前記ウェハ検査系の前記第2のカメラは線走査カメラである。

【0016】

前記ウェハ検査系の更に別の好ましい実施形態により、前記昇降手段は前記第2のカメラを昇降させることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

ここで本発明を、実施例としてのみ、添付の図面を参照して説明する。具体的に図面を詳細に参照すると、示されている事項は単に、実施例として、本発明の好ましい実施形態の例示的な考察を目的としたものであり、本発明の原理及び概念的態様を、最も有用で、容易に理解されたものであると信ずる説明を提供するために提示されることを強調しておく。この点につき、本発明の基礎的な理解に必要でない限り、本発明の構造上の詳細を更に詳細に示す試みはなされず、図面と共に理解された説明により、本発明の幾つかの形態が実際にどのように体現され得るのかが当業者に明らかになる。

20

【0019】

本発明は、共焦点ウェハ検査系である。

【0020】

この系は、2つの上下の自由度を有するテーブルを備え、移動手段によりテーブルをX
Y軸において移動させることができる。ウェハはテーブル上に置かれ、共焦点高さ測定系、顕微鏡、第1のカメラ、及び第2のカメラがテーブルに対して垂直に取り付けられ、昇降手段によって保持される。コンピュータは、上下移動手段及び昇降手段を制御する。顕微鏡及び共焦点高さ測定系は、同一点に向けられる。

30

【0021】

被検査ウェハは、テーブル上に置かれる。コンピュータは、移動手段によるテーブルの移動を制御し、ウェハの表面の各点を照準点下に置くことを可能にする。顕微鏡はウェハの表面を観察し、第1のカメラはその視野を撮影し、その像がコンピュータに送られ、コンピュータは像をスクリーン上に表示する。像は、系の操作者によって、表面を観察するのに用いられ、バンプを認識するための基準を決定することが可能になる。

【0022】

40

第2のカメラは、ウェハを走査し、ウェハ表面上の全てのバンプの位置を認識する。コンピュータは、走査像を受信し、バンプ位置のマップを作成し、ウェハ表面に沿って、各バンプと少なくとも一回は交差するバンプトラックを設計した。コンピュータは、上下移動手段により、テーブルを誘導し、その結果、照準ラインは、バンプトラック全体に沿ってバンプトラックを下方に通過する。共焦点高さ測定系は、ウェハの表面高さを継続的に測定し、情報をコンピュータに送る。照準ラインがバンプと交差すると、コンピュータはバンプの高さプロフィールを記憶する。コンピュータは、バンプ高さを比較する、または所定の基準に従ってバンププロフィールを調べる、またはこの両方を行い、その結果はどのような出力装置によっても得ることが出来る。

【0023】

50

本発明の共焦点ウェハ検査系の原理及び動作は、図面及び付随する説明を参照して、より理解されるであろう。

【0024】

本明細書及び続くクレーム部分においてにここに用いられているように、「共焦点高さ測定系」という用語などは、一定点からの距離を測定することによって、共焦点技術を用いて、表面上の高さ変化を測定する系を指す。共焦点高さ測定系については、背景部分及び図1において詳細に説明した。

【0025】

図面を参照し、図1は、共焦点光学設備を示している。共焦点結像光学設備は、光源の一点「S」11を、レンズ12を通して、第2の細集束点「S1」13に結像し、その後、その像を第2の点13から、その像を小さな空間フィルタ「S2」15上に反射するスプリッタ14上に逆進させるための光学設備である。このような光学設備は、第2の細集束点13以外の空間全体に対しては全く検知しない。異なる細集束点13a、13b、13cなどを有する各波長毎の理論的共焦点系を無限に備える設備を有する集束レンズ12の色収差を伸張することによって、視野を拡張することが出来る。10

【0026】

視野が拡張された設備は、表面点の高さを測定するための高さ測定装置として用いることが出来る。白色光ビームは、その基本波長ビームに分離され、光源11から、色伸張レンズ12を経て表面を照明する。各色により焦点が、13a、13b、または13cと異なる。その照明は、スプリッタ14を経て小さな空間フィルタ15上に反射される。各色により、細集束点が異なる。第1の色は第1の細集束点13aを有し、第2の色は第2の細集束点13bを有し、第3の色は第3の細集束点13cを有する。表面の高さに応じて、その焦点距離に対応する1色のみがフィルタ15に到達する。例えば、表面高さが第1の細集束点13aに対応する場合、第1の色が検出され、表面高さが第2の細集束点13bに対応する場合、第2の色が検出される。その色は分光計によって検出され、較正表に従って表面点の高さに変換される。20

【0027】

図2は、共焦点ウェハ検査系の実施形態を示している。2つの上下の自由度を有するテーブル21により、移動手段22は、テーブル21をXY軸に移動させることが出来る。ウェハ23はテーブル21上に置かれ、共焦点高さ測定系26、顕微鏡30、第1のカメラ28、及び第2のカメラ29が、テーブル21に対して垂直に取り付けられ、昇降手段25によって保持される。コンピュータ24は、上下移動手段22及び昇降手段25を制御する。顕微鏡30及び共焦点高さ測定系26は、同一点27に向けられる。30

【0028】

被検査ウェハ23は、テーブル21上に置かれる。コンピュータ24は、移動手段22によるテーブル21の移動を制御し、ウェハ23の表面の各点を照準点27下に置くことを可能にする。顕微鏡30は、ウェハ23の表面を観察し、第1のカメラ28はその視野を撮影し、その像をコンピュータ24に送り、コンピュータ24は像をスクリーン上に表示する。像は、系の操作者によって、表面を観察するのに用いられ、バンプを認識するための基準を決定することが可能になる。40

【0029】

第2のカメラ29は、ウェハを走査し、ウェハ表面上の全てのバンプ（図示せず）の位置を認識する。コンピュータ24は、走査像を受信し、バンプ位置のマップを作成し、ウェハ表面に沿って、各バンプと少なくとも一回は交差するバンプトラックを設計した。コンピュータ24は、上下移動手段22により、テーブル21を誘導し、その結果、照準ライン27は、バンプトラック全体に沿ってバンプトラックを下方に通過する。共焦点高さ測定系26は、ウェハ23の表面高さを継続的に測定し、情報をコンピュータ24に送る。照準ライン27がバンプ（図示せず）と交差すると、コンピュータ24はバンプの高さプロフィールを記憶する。コンピュータ24は、バンプ高さを比較する、または所定の基50

準に従ってバンププロフィールを調べる、またはこの両方を行い、その結果はどのような出力装置によっても得ることが出来る。

【0030】

図3は、バンプのプロフィールを得る方法を示している。図3aは、バンプ31をその上に備えたウェハ表面23の一部を示す。ウェハ表面23は、照準点27がバンプ31と交差するようにバンプトラックに沿って制御を行うコンピュータ24に従って、移動する。共焦点高さ測定系26は、バンプ31の高さを継続的に測定し、情報をコンピュータ24に送る。図3bは、バンプ高さプロフィール32を含む、共焦点高さ測定系26の測定結果を図示したものであり、これらのプロフィールは、コンピュータ24によって比較、または所定の基準に従って調べられることになる。

10

【0031】

本発明を、その具体的実施形態と共に説明してきたが、多くの代替例、変更例及び変形例が当業者に明らかになるであろうことが明白であり、従って、添付のクレームの精神と広い範囲内にある全てのそのような代替例、変更例、変形例を含むことが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、共焦点光学設備を示している。

【図2】図2は、共焦点ウェハ検査系の実施形態を示している。

【図3】図3は、バンプのプロフィールを得る方法を示している。

20

【図1】

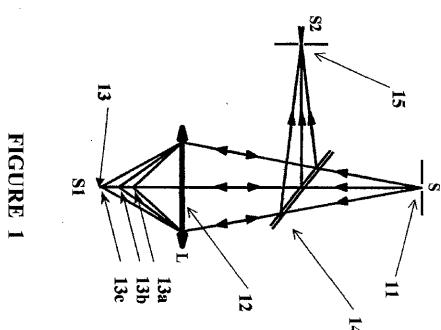


FIGURE 1

【図2】

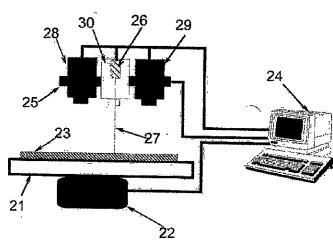


FIGURE 2

【図3】

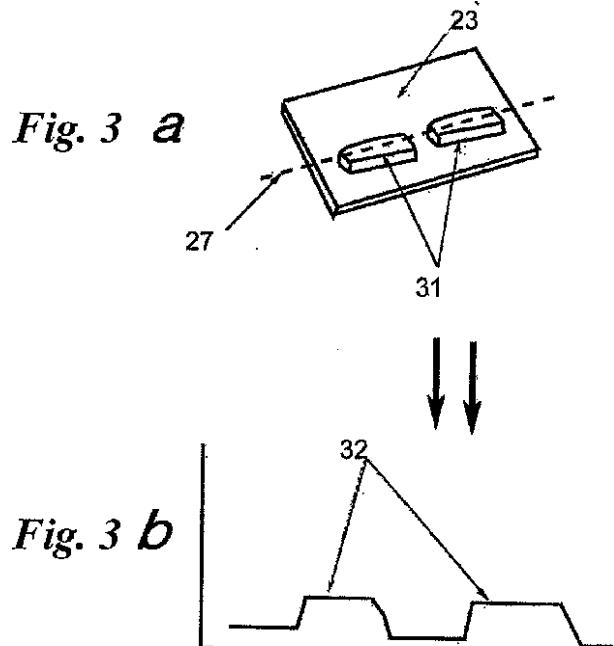


Fig. 3 a

Fig. 3 b

FIGURE 3

フロントページの続き

審査官 板谷 一弘

(56)参考文献 特開2001-194321(JP,A)
特開2000-356510(JP,A)
特開平09-306977(JP,A)
特開平11-287628(JP,A)
国際公開第01/020252(WO,A1)
特開2000-323542(JP,A)
特開平07-190753(JP,A)
特開平05-040821(JP,A)
特開2000-294608(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66