(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3601615号
(P3601615)
(45)発行日　平成16年12月15日(2004.12.15)　(24)登録日　平成16年10月1日(2004.10.1)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01B 11/02	G01B	11/02	Z
H01L 21/60	H01L	21/66	J
H01L 21/66	H01L	21/92	604T

請求項の数 3　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平6-306383
(22)出願日　平成6年12月9日(1994.12.9)
(65)公開番号　特開平8-159721
(43)公開日　平成8年6月21日(1996.6.21)
審査請求日　平成13年10月31日(2001.10.31)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(72)発明者　布施　貴史
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
(72)発明者　塚原　博之
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
(72)発明者　西山　陽二
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】突起部高さ測定方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
レーザ光を出射するレーザ源と、
該レーザ光を変調させる変調手段と、
突起部を有する測定対象物上に変調させていないレーザ光と、前記変調手段により変調させているレーザ光とを交互に走査させるレーザ光走査手段と、
前記測定対象物からの前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の光強度情報を検出するとともに、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の入射位置情報を検出する反射レーザ光検出手段と、
前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光の光強度情報に基づいて突起部の位置を検出し、該突起部の位置について前記変調させていないレーザ光の光強度が強くなるように前記変調手段を制御する制御手段と、
前記変調させているレーザ光による反射レーザ光の入射位置情報に基づいて前記突起部の高さを演算する突起部高さ演算手段と、
を備えることを特徴とする突起部高さ測定装置。
【請求項２】
前記制御手段は、
前記レーザ光走査手段により走査されるレーザ光が前記突起部を走査する場合に前記レーザ光の走査速度が遅くなるように前記レーザ光走査手段を制御することを特徴とする請求項１に記載の突起部高さ測定装置。

【請求項３】
突起部を有する測定対象物上に同一のレーザ源から出射された変調させていないレーザ光と変調させているレーザ光とを交互に走査させ、
前記測定対象物からの前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の光強度情報を検出するとともに、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の入射位置情報を検出し、
前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光の光強度情報に基づいて前記突起部の位置を検出し、該突起部の位置について前記変調させていないレーザ光の光強度が強くなるように前記レーザ光を変調させ、
前記変調させているレーザ光による反射レーザ光の入射位置情報に基づいて、前記突起部の高さを演算することを特徴とする突起部高さ測定方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は突起部高さ測定方法及び装置に係り、特に半導体チップに多数形成されたバンプの高さを測定する方法及び装置に関する。
近年、半導体装置は大規模化しており、Ｉ／Ｏ手段として、バンプが多く使用されている。
【０００２】
図７は、バンプを有する半導体装置１０を示す。
半導体装置１０は、半導体チップ１１の裏面１１ａ上に、多数のバンプ１２が格子状に整列して設けられた構成である。各バンプ１２は、図８に拡大して示すように、半導体チップ１１の裏面１１ａ上の電極１３上に設けてある。
半導体装置１０は、図９に示すように、バンプ１２が、配線基板１４上の電極（図示せず）と接合した状態で、フェイスダウンで実装される。
【０００３】
こゝで、バンプ１２の高さｈ（半導体チップ１１の裏面１１ａからのバンプ１２の頂部までの寸法）にばらつきがあると、上記搭載時に、接合不足の個所や、接合されない個所が生じて、搭載不良を起こしてしまう。
そこで、半導体装置１０を実装する前の段階で、バンプの高さを各バンプ毎に測定して、そのばらつきの程度を検査することが必要となる。
【０００４】
【従来の技術】
当初は、検査員が目視によってバンプの高さのばらつきを検査していた。
しかし、バンプが、径が約１００μｍと小さくなり、間隔が約２００μｍと密に並んだ現状においては、目視検査は困難となってきている。
そこで、目視検査に代わるものとして、バンプの高さ寸法を、一次元位置検出素子（ＰＳＤ：Ｐｏｓｉｔｉｏｎ　Ｓｅｎｓｉｔｉｖｅ　Ｄｅｔｅｃｔｏｒ）を使用し、三角測量の原理で測定する装置が提案されている。
【０００５】
図１０は、従来の測定装置２０を概略的に示す。
２１は結像レンズ、２２は位置検出素子である。
レーザ光２３は、所定の入射角ｉで入射され、図１０の紙面に垂直方向に走査される。
走査時において、バンプ１２の頂部１２ａで反射した反射レーザ光２４は、結像レンズ２１によって、位置検出素子２２上の位置２５に、光スポット２６として結像される。半導体チップ１１の面１１ｂのうち、符号$11b_{-1}$で示す個所で反射した反射レーザ光２７は、同じく結像レンズ２１によって、位置検出素子２２上の位置２８に、光スポット２９として結像される。
【０００６】
位置検出素子２２は、光スポット２６と２９とが、中心線ＣＬに関して対称の位置に形成

されるような位置に配設してある。
位置検出素子２２は、図１１に示すように、細長矩形状を有し、受光面４０の両側に帯状の電極４１，４２を有する構成である。
ここで、電極４１，４２が対向する方向（位置検出素子２２の幅方向）をU_1　方向とする。電極４１，４２の延在している方向（位置検出素子２２の長さ方向）をU_2　方向とする。
【０００７】
レーザ光２３を走査させたとき、半導体装置１０で反射したレーザ光の受光面４０上の光スポットは、図１２に矢印３０で示すように、矢印U_1　方向に振られて移動しながら矢印U_2　方向に進む。
受光面４０に光スポットが形成されると、受光面４０が光電変換を行ない、電極４１，４２より、光スポットの位置に応じた光電流I_1　，I_2　が出力される。
ここで、電極４１，４２の間の寸法をA、電極４１，４２の間の中心線をＣＬとする。
【０００８】
光スポット４５が、中心線ＣＬから電極４２側へ寸法X_A　偏倚した位置に形成されたと仮定する。
このときの光電流をI_1　，I_2　とする
上記の寸法X_A　は、次式
【０００９】
【数１】

$$X_A = \frac{A}{2} \cdot \frac{I_2 - I_1}{I_1 + I_2} \qquad \cdots (1)$$

【００１０】
で求まる。
従って、図１０中、位置２５と位置２８との間の寸法Ｂ（光スポットのU_1　方向の移動量）は、上記（１）式に基づいて求まる。
実際には、光電流I_1　，I_2　を、増幅回路５０で増幅し、電流－電圧変換回路５１で電圧V_1　，V_2　に変換し、電圧V_1　，V_2　を加減乗除している。
【００１１】
図１３中、位置27_{-1}とバンプ頂部１２ａとの間の寸法に図１０の結像レンズ２１によって決まる光学倍率ｍを乗じた寸法は、上記の寸法Ｂと等しい。
一方、図１３に示すように、バンプ１２の高さ寸法ｈは、次式（２）で表わされる。
$h = B \cdot \sin\theta / m \cdot \sin\alpha$　　…（２）
で表わされる。
【００１２】
なお、$\alpha = 180° - 2\theta$である。
図１０中、高さ演算回路５２が、上記式（１），（２）の演算を行なう。
回路５２から、バンプ１２の高さ寸法ｈの高さ寸法データが出力される。
【００１３】
【発明が解決しようとする課題】
半導体チップ１１の面１１ａの反射率とバンプ１２の頂部１２ａの反射率との差違及び面１１ａと頂部１２ａの形状の差違等によって、半導体チップ１１の面１１ａで反射したレーザ光２７の光強度とバンプ１２の頂部１２ａで反射した反射レーザ光２４の光強度には差違ができている。反射レーザ光２４の光強度は、反射レーザ光２７の光強度に比べて極端に低くなっている。
【００１４】

図１２の走査軌跡において、線の太さが光強度を表わしており、太いことは光強度が大きいことを意味し、細いことは光強度が小さいことを意味する。
３１は、半導体チップ１１の面１１ａで反射した光強度の大きい反射レーザ光２７の走査軌跡部分である。
３２は、バンプ１２の頂部１２ａで反射した光強度の小さい反射レーザ光２４の走査軌跡部分である。
【００１５】
光強度が小さい反射レーザ光２４は、ノイズ等の影響を受け易い。
このため、図１０に示す従来の測定装置２０によれば、光スポットのU_1　方向の移動寸法Ｂを精度良く求めることが出来ず、この結果、バンプ１２の高さ寸法ｈを精度良く測定することが困難であった。
また、反射レーザ光２７の光強度と反射レーザ光２４の光強度の差が相当に大きいため、位置検出素子２２として、ダイナミックレンジが大きいもの、即ち、高価なものを使用することが必要となっていた。
【００１６】
そこで、本発明は、図１２中、走査軌跡部分３２を二点鎖線で示すように太くすることによって、上記課題を解決した、突起部高さ測定方法及び装置を提供することを目的とする。
【００１７】
【課題を解決するための手段】
図１は本発明の原理構成を示す。
図１に示すように、突起部高さ測定装置６０は、レーザ源６１と、レーザ光走査手段６２と、反射レーザ光強度・反射レーザ光入射位置検出手段６３と、変調手段６４と、突起部高さ演算手段６５と、制御手段６６とを有する。
【００１８】
レーザ源６１は、光強度が一定である非変調レーザ光67_{-1}、又は光強度が変化する変調レーザ光67_{-2}を出射する。
レーザ光走査手段６２は、レーザ光67_{-1}（67_{-2}）を、測定対象物６８上で走査させる。測定対象物６８は、基板６９上に突起部７０を有する構造である。
71_{-1}は走査している非変調レーザ光、71_{-2}は走査している変調レーザ光である。
【００１９】
検出手段６３は、走査非変調レーザ光71_{-1}が、測定対象物６８上で反射した反射レーザ光72_{-1}、又は走査変調レーザ光71_{-2}が測定対象物６８上で反射した反射レーザ光72_{-2}を受光して、反射レーザ光の強度と反射レーザ光の入射位置を検出する。
制御手段６６は、レーザ光走査手段６２の動作のタイミングを制御すると共に、非変調レーザ光67_{-1}が走査したときには、検出手段６３からの反射レーザ光強度変化情報に対して相補的な情報を変調手段６４に供給する。
【００２０】
変調手段６４は、この情報に応じて、レーザ源６１を動作させる。レーザ源６１は、変調レーザ光67_{-2}を出射する。変調レーザ光67_{-2}は、反射レーザ光72_{-1}のうち光強度が弱い場所を走査するときには、光強度が高くなるように変調されている。
また、制御手段６６は、変調レーザ光67_{-2}が走査したときに、検出手段６３からの反射レーザ光入射位置情報を、突起部高さ演算手段６５に供給する。
【００２１】
突起部高さ演算手段６５は、図１０及び図１３に示す三角測量の原理に基づいて、上記の反射レーザ光入射位置情報を演算して、突起部７０の高さ寸法を算出する。
【００２２】
【作用】
制御手段６６及び変調手段６４は、反射レーザ光72_{-2}に、光強度の低い部分が存在しなくなるように作用する。

制御手段６６及び突起部高さ演算手段６５は、ノイズの影響の少ない情報によって突起部高さが演算されるように作用する。

【００２３】

【実施例】

図２は、本発明の一実施例になる突起部高さ測定装置８０を示す。

図中、図１，図１０及び図１１に示す構成部分と対応する部分には同一符号を付す。

突起部高さ測定装置８０は、レーザ源６１と、光偏向素子８１と、発振器８２と、リレーレンズ８３，８４と、対物レンズ８５と、結像レンズ２１と、位置検出素子２２Ａと、ステージ８６と、測定結果表示装置８７とマイクロコンピュータ８８とを有する。

【００２４】

また、レーザ光源６１に関連して、変調回路８９が設けてある。

位置検出素子２２Ａは、図１０中の位置検出素子２２に比べて、ダイナミックレンジが狭い特性を有するものである。ダイナミックレンジが狭い特性を有するものでも足りる理由については後述する。

また、位置検出素子２２Ａに関連して増幅回路５０、電流－電圧変換回路５１及びアナログ－デジタル変換回９５が設けてある。

【００２５】

なお、位置検出素子２２Ａの一の電極４１から取り出される光電流I_1と別の電極４２から取り出される光電流I_2とを加算すると、その時々における反射レーザ光の光強度が得られる。

また、ステージ８６に関連して、ステージ８６をＸ方向に移動させるステージ移動機構９０が設けてある。

【００２６】

マイクロコンピュータ８８は、ＣＰＵ９１とメモリ９２とを有する構成であり、図１中、制御手段６６と、突起部高さ演算手段６５とを構成し、装置８０全体の動作を制御する。

光偏向素子８１及び発振器８２が、図１中のレーザ光走査手段６２を構成する。

【００２７】

光偏向素子８１は、図３に示すように、TeO_2音響光学媒体１００に、トランスジューサ１０１及び吸音材１０２が被着された構造を有する。発振器８２よりの信号がトランスジューサ１０１に加えられると、超音波進行波１０３が音響光学媒体１００内を伝搬し、入射するレーザ光67_{-1}（67_{-2}）が回折によって偏向され、即ち、角度変調され、Ｙ方向に走査する走査レーザ光71_{-1}（71_{-2}）が出射する。

【００２８】

なお、位置検出素子２２Ａの電極４１，４２から出力される電流を加算することによって、反射レーザ光６６の強度が得られる。従って、位置検出素子２２Ａは、反射レーザ光６６が入射した位置の情報と、反射レーザ光６６の光強度の情報を出力する。

従って、図２中、位置検出素子２２Ａ、増幅回路５０、電流－電圧変換回路５１及びアナログ－デジタル変換回路９５が、図１中の反射レーザ光強度の反射レーザ光入射位置検出手段６３を構成する。

【００２９】

レーザ源６１、光偏向素子８１、リレーレンズ８３，８４、対物レンズ８５は、レーザ光が、ステージ８６に対して所定の入射角度が入射するように、且つ、レーザ光がＹ方向に走査するように配置してある。

結像レンズ２１及び位置検出素子２２Ａは、ステージ８６上の半導体装置１０で反射した反射レーザ光72_{-1}（72_{-2}）を受光するように配置してある。位置検出素子２２Ａは、電極４０，４１がＹ方向に延在する向きで設けてある。

【００３０】

次に、上記構成になる突起部高さ測定装置８０を使用して、半導体装置のバンプの高さ寸法を測定するときの動作について説明する。

まず、半導体装置１０を、図２に示すように、バンプ１２が上方を向いた向きでステージ

８６上に固定し、ステージ８６を垂直軸に関して適宜回動させて調整して、バンプ１２の列をＹ方向と一致させる。

【００３１】

この後、装置８０は、マイクロコンピュータ８８に制御されつつ動作し、個々のバンプ１２の高さ寸法の測定がなされる。

以下に述べる第１の走査工程において、レーザ光は、点Q_1　から点Q_2　までをし走査し、第２の走査工程においても、レーザ光は、上記と同じ点Q_1　から走査を開始し、点Q_2　まで走査する。

【００３２】

このことが前提で、第１の走査によって、バンプ12_{-1}，12_{-2}の位置が、走査開始時点からの時間的な位置として求められ、第２の走査時にバンプ12_{-1}，12_{-2}を走査するときに、レーザ光の光強度が高くなるようにすることが可能となっている。

図４は、図２中、Ｙ方向に並んだ二つのバンプ12_{-1}と12_{-2}の高さ寸法を測定する手順を示す。

【００３３】

▲１▼　第１の走査工程１２０

変調回路８９は動作していず、レーザ源６１は変調されていず、図５（Ａ）中、線I_{-1}で示すように、光強度が一定（S_1　）の非変調レーザ光67_{-1}を出射する。

こゝで、非変調レーザ光67_{-1}の光強度S_1　は、半導体チップ１１の面１１ａで反射したレーザ光の光強度が、位置検出素子２２Ａの検出特性の飽和レベルより低い値となるように定めてある。

【００３４】

一方、発振器７２の発振周波数は、図５（Ｂ）中線II_{-1}で示すように、直線的に増加するように変化される。これにより、非変調レーザ光67_{-1}は、光偏向素子８１によってＹ方向に振られて、図５（Ｃ）の左側の図に示すように走査する非変調レーザ光71_{-1}となり、これが、位置Q_1　から位置Q_2　まで軌跡１１０に沿って、バンプ12_{-1}，12_{-2}の頂部と半導体チップ１１の面１１ａ上を順次走査する。

【００３５】

▲２▼　バンプ位置検出工程１２１

第１の走査工程１２０における半導体装置１０からの反射レーザ光72_{-1}は、位置検出素子２２Ａ上を、図５（Ｄ）の左側の図に矢印１３０で示すように走査する。

131_{-1}は、チップ１１からの反射レーザ光が走査した部分である。

【００３６】

132_{-1}は、バンプ12_{-1}又は12_{-3}の頂部からの反射レーザ光が走査した部分である。

こゝで、走査した部分131_{-1}，132_{-2}を示す線の太さは、図１２に示した場合と同じく、光強度を表わし、太い線は、光強度が大きいこと、細い線は、光強度が小さいことを夫々表わしている。

【００３７】

図５（Ｄ）の左側の図から、バンプ12_{-1}，12_{-2}の頂部で反射したレーザ光は、光強度が小さいことが分かる。

位置検出素子２２Ａの各電極４１，４２からの出力される電流を加算することによって、図５（Ｅ）中、線III_{-1}に示す光強度情報を得る。

133_{-1}は、チップ１１からの反射レーザ光の光強度S_{10}を表わす部分であり、134_{-1}は、バンプ12_{-1}，12_{-2}の頂部からの反射レーザ光の光強度S_{11}を表わす部分である。光強度S_{10}とS_{11}とは、大きい差を有する。

【００３８】

光強度の変化の情報を、回路５０，５１，９５を介した後、メモリ９２に記憶させる。

第１の走査が開始した時刻t_0　から、部分134_{-1}が表われるまでの時間T_1　，T_2　によって、バンプ12_{-1}，12_{-2}の位置が、時間的情報としてメモリ９２に記憶

される。
【００３９】
▲３▼　第２の走査工程１２２
メモリ９２に記憶されている光強度変化の情報を取り出して、変調回路８９に加える。
レーザ源６１は、変調回路８９によって、光強度の低い部分について光強度を上げるように、即ち、図５（Ｄ）の線ＩＩＩ$_{-1}$に示す光強度の変化とは相補的に変調される。これにより、レーザ源６１は、光強度が図５（Ａ）中、線Ｉ$_{-2}$で示すように変化する変調レーザ光６７$_{-2}$を出射する。変調レーザ光６７$_{-2}$は、反射レーザ光７２$_{-1}$の光強度が低い部分に対応する部分の光強度が大きいように変化する。即ち、変調レーザ光６７$_{-2}$は、丁度バンプ１２$_{-1}$の頂部及びバンプ１２$_{-2}$の頂部を走査しようとするときに、光強度が増大するように変化する。
【００４０】
一方、発振器７２の発振周波数は、図５（Ｂ）中、線ＩＩ$_{-2}$で示すように、上記▲１▼の工程１２０の場合と同様に、直線的に増加するように変化される。また、ステージ８６は静止している。
これにより、変調レーザ光６７$_{-2}$は、光偏向素子８１によってＹ方向に振られ、走査変調レーザ光７１$_{-2}$となり、これが、図５（Ｃ）の右側の図に示すように、上記▲１▼の工程１２０の場合と同様に位置Ｑ$_1$　とＱ$_2$　の間を、上記の軌跡１００と同じ軌跡１００に沿って、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部と半導体チップ１１の面１１ａ上を順次走査する。
【００４１】
第２の走査が第１の走査と全く同じであることにより、第２の走査の開始時点ｔ$_{10}$を基準として、レーザ源６１を変調させることによって、走査変調レーザ光７１$_{-2}$は、光強度が大となったときに、丁度、バンプ１２$_{-1}$の頂部及びバンプ１２$_{-2}$の頂部を走査する。
▲４▼　バンプ高さ寸法演算工程１２３
第２の走査工程１２２における半導体装置１０からの反射レーザ光７２$_{-2}$は、位置検出素子２２Ａ上を、図５（Ｄ）の右側の図に矢印１３０で示すように走査する。
【００４２】
このときの位置検出素子２２Ａの各電極４１，４２から取り出される情報に基づいて、三角測量の原理で、演算を行なう。
演算によって得たバンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の高さ寸法測定結果を表示装置８７に表示する。
以上によって、バンプ高さ測定を終了する。
【００４３】
次に、上記のバンプ高さ測定方法の効果等について説明する。
図５（Ｄ）の右側の図において、１３１$_{-2}$は、チップ１１からの反射レーザ光が走査した部分であり、１３２$_{-2}$は、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部からの反射レーザ光が走査した部分である。
チップ１１からの反射レーザ光の光強度は、第１の走査工程１２０のときと同じであり、部分１３１$_{-2}$の線の太さは、部分１３１$_{-1}$の線の太さと同じである。
しかし、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部へ入射したレーザ光の光強度は高められているため、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{21}$は、第１の走査工程１２０の場合の光強度Ｓ$_{11}$に比べて、高められている。
【００４４】
位置検出素子２２Ａの各電極４１，４２から出力される電流を加算して得られる光強度情報を得てみると、図５（Ｅ）中、線ＩＩＩ$_{-2}$に示す如くになる。
即ち、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部からの反射レーザ光の光強度を表わす部分１３４$_{-2}$のレベルＳ$_{21}$が、チップ１１からの反射レーザ光の光強度を表わす部分１３３$_{-2}$のレベルＳ$_{20}$と同じレベルとなっている。

【００４５】
従って、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{21}$は、チップ１１からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{20}$と同じくなっている。
これに対応して、図５（Ｄ）の右側の図において、部分１３２$_{-2}$の線の太さは、部分１３１$_{-2}$の線の太さと等しく表わしてある。
なお、上記チップ１１からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{20}$及びバンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{21}$は、共に、位置検出素子２２Ａの検出特性を飽和させる飽和レベルより低く且つ位置検出素子２２Ａがノイズによる影響を受けてしまうノイズ影響レベルより十分に高い値を有する。
【００４６】
これによって、次の二つの効果が得られる。
（ｉ）　バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部からの反射レーザ光についても、ノイズの影響を受けにくくなっており、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の高さ寸法は、従来に比べて精度良く測定される。
（ｉｉ）　バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{21}$とチップ１１からの反射レーザ光の光強度Ｓ$_{20}$との差が減らされて小さくなっている（実施例では、光強度の差が実質上零である）ため、光強度差が小さくなっている分ダイナミックレンジの狭い特性を有する位置検出装置を使用しても、バンプ高さを測定することが出来る。この位置検出装置は、ダイナミックレンジが広い特性を有するものに比べて安価である。
【００４７】
なお、ＣＰＵ９１の動作は、上記の説明と実質上同じとなるため、その説明は省略する。
なお、上記実施例は、第２の走査工程における、バンプの頂部からの反射レーザ光の光強度がチップからの反射レーザ光の光強度と実質上等しくなるようにしてあるけれども、本発明は、これに限定されるものではない。即ち、第２の走査工程１２２におけるバンプの頂部からの反射レーザ光の光強度をチップからの反射レーザ光の光強度に近づくように引き上げて、両者の光強度差を低減することでもよい。このことによっても、バンプの高さ寸法を、従来に比べて精度良く測定できる。
【００４８】
また、第１の走査工程１２０を複数回行なって、各回毎に得た反射レーザ光の光強度差の平均をとり、これに基づいて、第２の走査工程１２２を行うようにしてもよい。
次に本発明の変形例について説明する。
図６は、本発明の変形例を示す。
【００４９】
図２の装置８０は、レーザ光走査手段として、光偏向素子８１を使用しているため、ＣＰＵ９１のプログラムを変えることによって、レーザ光の走査の態様を変えることができる。
本変形例は、このことに基づいており、第２の走査工程を、レーザ光がバンプの頂部の部分については、チップの部分に比べて遅い速度で走査し、レーザ光がバンプの頂部の部分を、チップの部分に比べて時間をかけて走査し、バンプの頂部の情報をより細密に得て、バンプ高さ寸法を更に精度良く測定できるようにしたものである。
【００５０】
本変形例について説明するに、測定の手順は、上記実施例と同じである。
第１の走査工程１２０及びバンプ位置検出工程１２１は、上記実施例と同様に行う。
第２の走査工程１２２Ａは、変調回路８９によってレーザ源６１を変調させ、光強度が図６（Ａ）中、線Ｉ$_{-2a}$で示すような変調されたレーザ光６７$_{-2a}$を出射させると共に、発振器８２の発振周波数を、図６（Ｂ）中、線ＩＩ$_{-2a}$で示すように段階的に変化させて、変調レーザ光７１$_{-2a}$が、チップ１１の部分は速く走査し、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の個所はゆっくり走査するようにして行う。
【００５１】
これにより、位置検出素子２２Ａからは、図６（Ｅ）中、線ＩＩＩ$_{-2a}$で示す反射

レーザ光の光強度の情報が得られる。バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$からの反射レーザ光の光強度の情報が、先に述べた実施例に比べて数倍長い時間ｔ$_0$　に亘って得られる。
よって、バンプ高さ演算工程１２３Ａは、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の頂部付近について、上記実施例の場合に比べて、より多くの位置について、高さ寸法を演算する。

【００５２】

このことによって、バンプ１２$_{-1}$，１２$_{-2}$の高さを、上記実施例に比べて、より正確に測定することが出来る。
次に、本発明の別の変形例について説明する。
第２の走査工程において、発振器８２の発振周波数を適宜変化させることによって、光偏向素子によるレーザ光の走査の態様を適宜定めることが出来る。

【００５３】

例えば、バンプの頂部に対する走査速度は上記実施例の場合と同じくし、隣り合うバンプの間のチップ１１の表面の部分については、バンプに対するよりも速い速度で走査するようにしてもよい。このようにすると、第２の走査工程に要する時間が短くなって、一の半導体装置のバンプ高さ測定に要する時間を短縮できる。

【００５４】

またレーザ光がＱ$_2$　からＱ$_1$　へ戻るときの走査によって第２の走査工程を行うようにすることもできる。
また、本発明の高さ測定装置による測定対象物は、半導体装置のバンプに限定されるものではなく、基板上に突起部を有するものであればよい。

【００５５】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項１の発明によれば、レーザ光を出射するレーザ源と、該レーザ光を変調させる変調手段と、突起部を有する測定対象物上に変調させていないレーザ光と、前記変調手段により変調させているレーザ光とを交互に走査させるレーザ光走査手段と、前記測定対象物からの変調させていないレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の光強度情報を検出するとともに、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の入射位置情報を検出する反射レーザ光検出手段と、前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光の光強度情報に基づいて突起部の位置を検出し、該突起部の位置について前記変調させていないレーザ光の光強度が強くなるように前記変調手段を制御する制御手段と、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光の入射位置情報に基づいて前記突起部の高さを演算する突起部高さ演算手段と、を備える構成であるため、突起部の高さ寸法を信頼性良く且つ精度良く測定することが出来る。

【００５７】

請求項２の発明によれば、制御手段が、レーザ光走査手段により走査されるレーザ光が突起部を走査する場合にレーザ光の走査速度が遅くなるようにレーザ光走査手段を制御するため、突起部に対する測定点を多くとることが出来、よって、突起部の高さ寸法を更に精度良く測定することが出来る。

【００５８】

請求項３の発明によれば、突起部を有する測定対象物上に同一のレーザ源から出射された変調させていないレーザ光と変調させているレーザ光とを交互に走査させ、前記測定対象物からの前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の光強度情報を検出するとともに、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光を受光して該反射レーザ光の入射位置情報を検出し、前記変調させていないレーザ光による反射レーザ光の光強度情報に基づいて前記突起部の位置を検出し、該突起部の位置について前記変調させていないレーザ光の光強度が強くなるように前記レーザ光を変調させ、前記変調させているレーザ光による反射レーザ光の入射位置情報に基づいて、前記突起部の高さを演算するため、突起部の高さ寸法を信頼性良く且つ精度良く測定することが出来る。

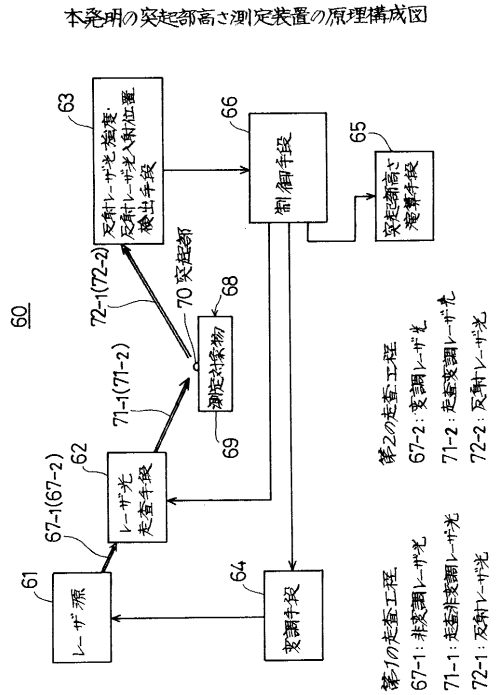
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の突起部高さ測定装置の原理構成図である。

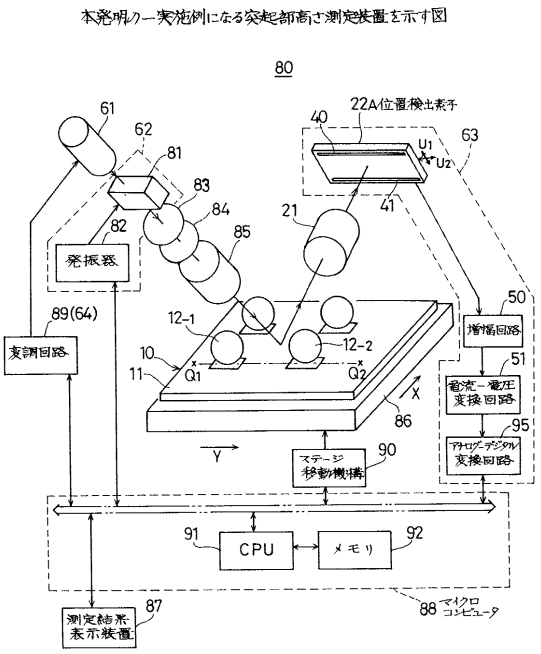
【図２】本発明の一実施例になる突起部高さ測定装置を示す図である。
【図３】図２中、光偏向素子を示す図である。
【図４】図２の装置を使用して行う突起部高さ測定方法を示す図である。
【図５】図４の測定方法を説明するための図である。
【図６】測定方法の変形例を示す図である。
【図７】測定対象物の１例である半導体装置を示す図である。
【図８】図７中、一部を拡大して示す斜視図である。
【図９】図７の一部を拡大して示す斜視図である。
【図１０】従来のバンプ高さ測定装置を概略的に示す図である。
【図１１】図１０中、位置検出素子を示す図である。
【図１２】図１０において、反射レーザ光の位置検出素子上の走査軌跡を示す図である。
【図１３】三角測量の原理を説明する図である。
【符号の説明】
１０　半導体装置
１１　半導体チップ
１２　バンプ
１３　電極
１４　配線基板
２１　結像レンズ
２２Ａ　位置検出素子
４０　受光面
４１　電極
４２　電極
５０　増幅回路
５１　電流－電圧変換回路
６０　突起部高さ測定装置
６１　レーザ源
６２　レーザ光走査手段
６３　反射レーザ光強度・反射レーザ光入射位置検出手段
６４　変調手段
６５　突起部高さ演算手段
６６　制御手段
67_{-1}　光強度が一定である非変調レーザ光
67_{-2}　変調レーザ光
６８　測定対象物
６９　基板
７０　突起部
71_{-1}　走査非変調レーザ光
71_{-2}，71_{-2a}　走査変調レーザ光
72_{-1}，72_{-2}，72_{-2a}　反射レーザ光
８０　レンズ
８１　光偏向素子
８２　発振器
８３，８４　リレーレンズ
８５　対物レンズ
８６　ステージ
８７　マイクロコンピュータ
８８　測定結果表示装置
８９　変調回路
９０　ステージ移動機構

９１　ＣＰＵ
９２　メモリ
９５　アナログ－デジタル変換回路
１００　TeO_2　音響光学媒体
１０２　吸音材
１０３　超音波進行波
１１０　走査軌跡
１２０　第１の走査工程
１２１　バンプ位置検出工程
１２２，１２２Ａ　第２の走査工程
１２３，１２３Ａ　バンプ高さ演算工程
１３０　反射レーザ光が位置検出素子上を走査する様子を示す矢印
131_{-1}，131_{-2}　チップからの反射レーザ光が走査した部分
132_{-1}，132_{-2}　バンプ頂部からの反射レーザ光が走査した部分
133_{-1}，133_{-2}，133_{-2a}　チップからの反射レーザ光の光強度を表わす部分
134_{-1}，134_{-2}，134_{-2a}　バンプ頂部からの反射レーザ光の光強度を表わす部分

【図１】

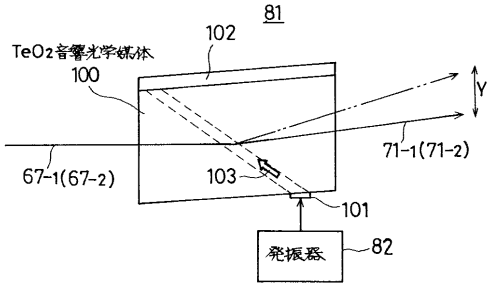


【図２】



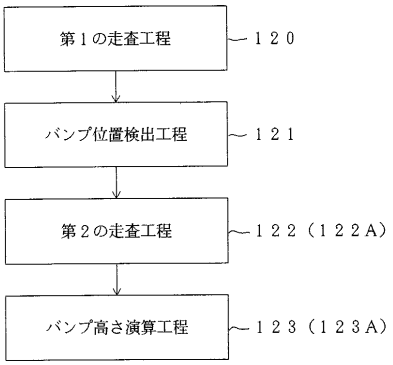
【図３】

図2中光偏向素子を示す図



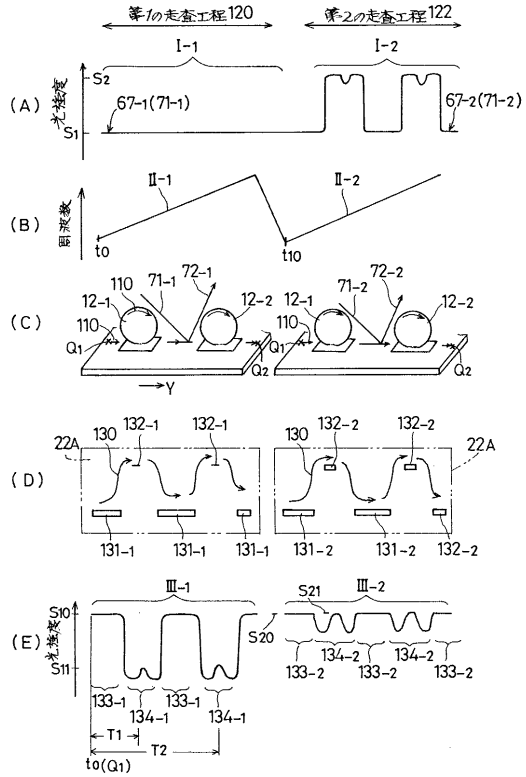
【図４】

図２の装置を使用して行う突起部高さ測定方法を示す図



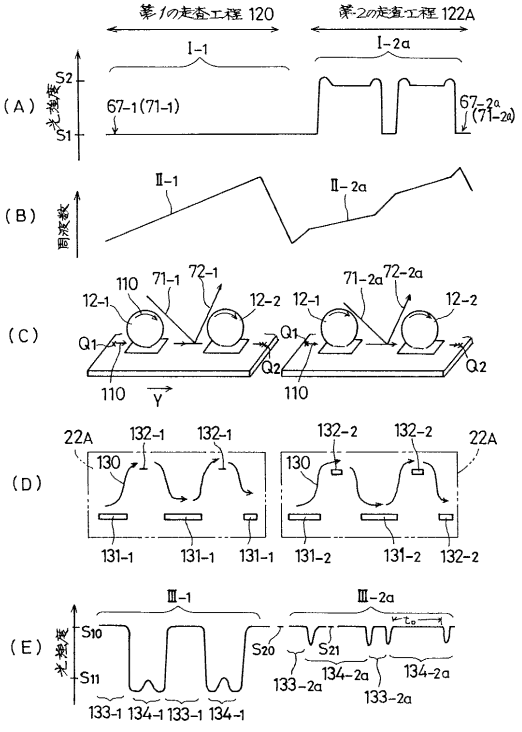
【図５】

図4の測定方法を説明するための図



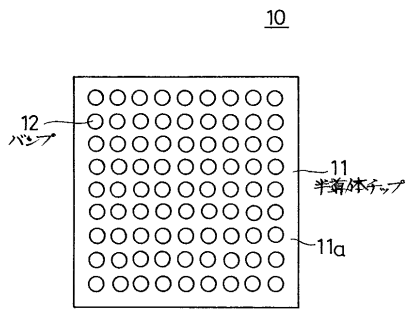
【図６】

測定方法の変形例を示す図



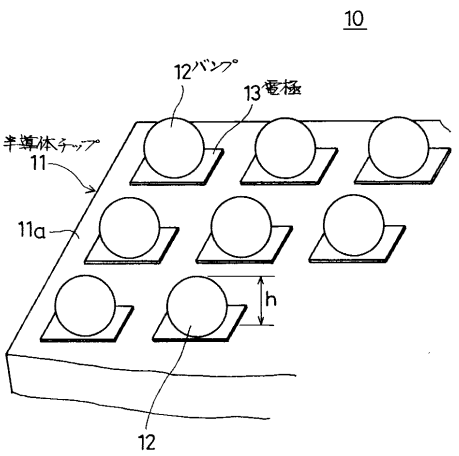
【図７】

測定対象物の1例である半導体装置を示す図



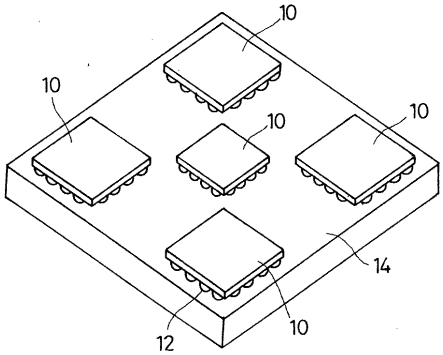
【図８】

図7中一部を拡大して示す斜視図



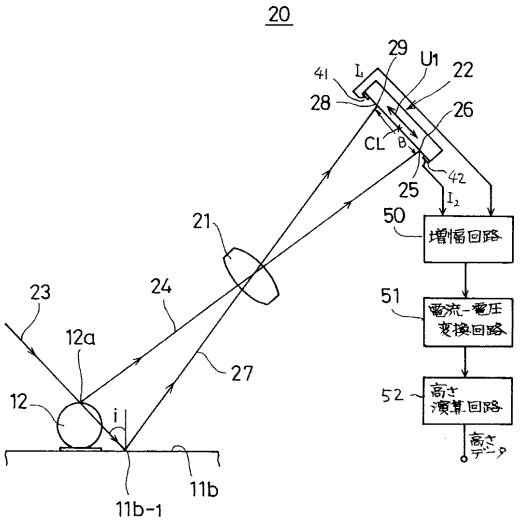
【図９】

図7の半導体装置が実装された状態を示す図



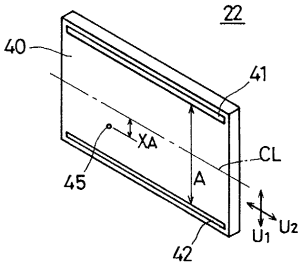
【図１０】

従来のバンプ高さ測定装置を概略的に示す図



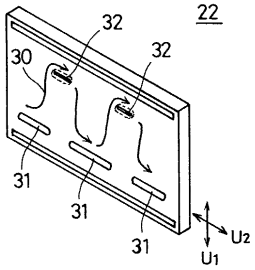
【図１１】

図10中、位置検出素子を示す図



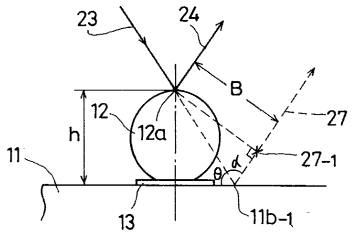
【図１２】

図10において、反射レーザ光の位置検出素子上の走査軌跡を示す図



【図１３】

三角測量の原理を説明する図



フロントページの続き

(72)発明者　高橋　文之
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
(72)発明者　安藤　護俊
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内

審査官　岡田　卓弥

(56)参考文献　特開平６－３３１３２８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－１９６６０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01B11/00-11/30
H01L21/60-21/66
H01L21/92