

明 細 書

発明の名称：測定装置、測定方法及びボンディングシステム

技術分野

[0001] 本発明は、測定装置、測定方法及びボンディングシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体用シリコン基板などの反りの大きさを測定する方法が知られている。例えば、特許文献1には、基板に沿って平行にレーザービームを導き、基板の反りの大きさによるレーザービームのケラレの変化量を測定することにより、基板の反りの大きさ及び反りの方向を測定する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-110966号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、基板の上に半導体チップなどの電子部品が実装されていると、電子部品が実装されている基板の領域にはレーザービームが照射されず、その領域における基板の反りを測定することができない。したがって、特許文献1に記載の技術では、基板に実装されている電子部品の下面側の状態を測定することができなかった。

[0005] そこで、本発明は、基板に実装されている電子部品の下面側の状態を推定することを可能とする測定装置、測定方法及びボンディングシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る測定装置は、基板の主面に実装された電子部品に対して測定を行う測定装置であって、電子部品の上面の高さ位置である部品高さ位置と、基板の主面のうちの電子部品が実装されていない非実装領域の高

さ位置である基板高さ位置とを測定する測定部と、測定部により測定された部品高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、基板の主面のうちの電子部品が実装されている実装領域に関する位置情報を推定する推定部と、を備える。

[0007] この態様によれば、測定可能な部品高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、基板が実装されている領域の位置情報を推定できる。これにより、基板に実装されている電子部品の下面側の状態を推定することが可能となる。

[0008] 上記態様において、測定部は、基板の主面の平面視における第1方向に沿って、部品高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定し、推定部は、測定部により測定された部品高さ位置及び基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、第1方向に沿った方向の位置情報を推定してもよい。

[0009] この態様によれば、第1方向に沿った方向の位置情報が推定され、より詳細に電子部品の下面側の状態を推定することが可能となる。

[0010] 上記態様において、測定部は、第1方向及び平面視において第1方向に交差する第2方向のそれぞれの方向に沿って、部品高さ位置及び基板高さ位置を複数の測定点でそれぞれ測定し、推定部は、測定部により測定された部品高さ位置及び基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、第1方向及び第2方向のそれぞれに沿った方向の位置情報を推定してもよい。

[0011] この態様によれば、第1方向及び第2方向のそれぞれに沿った方向の位置情報が推定され、より詳細に電子部品の下面側の状態を推定することが可能となる。

[0012] 上記態様において、基板高さ位置の複数の測定点は、実装領域の縁に沿って延在する位置にあってもよい。

[0013] この態様によれば、実装領域の縁に沿って延在する位置の基板高さ位置は、実装領域の基板の情報がより強く反映されている。このため、この態様によれば、より正確に、電子部品の下面側の状態を推定することが可能となる。

[0014] 上記態様において、位置情報は、実装領域における電子部品の基板に対す

る傾きに関する情報を含んでもよい。

[0015] この態様によれば、ボンディングの際に、電子部品と基板との間の傾きをより適切に調整することが可能となる。

[0016] 上記態様において、測定部は、電子部品の上面に光を照射して電子部品の上面からの反射光を検出することにより部品高さ位置を測定し、非実装領域に光を照射して非実装領域からの反射光を検出することにより基板高さ位置を測定してもよい。

[0017] この態様によれば、電子部品あるいは基板に直接触れることなく高さ位置を測定することが可能となるため、高さ位置を測定する際における電子部品及び基板における損傷の発生が抑制される。

[0018] 本発明の他の態様に係るボンディングシステムは、測定装置と、測定装置が推定した位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいて電子部品と基板との間の傾きを調整して、電子部品と基板とをボンディングするボンディング装置と、を備える。

[0019] この態様によれば、電子部品と基板との間の傾きをより適切に調整できるため、より精度よく半導体と基板とをボンディングすることが可能となる。

[0020] 本発明の他の態様に係る測定方法は、基板の主面に実装された電子部品に対して測定を行う測定方法であって、電子部品の上面の高さ位置である部品高さ位置と、基板の主面のうちの電子部品が実装されていない非実装領域の高さ位置である基板高さ位置とを測定することと、測定した部品高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、基板の主面のうちの電子部品が実装されている実装領域に関する位置情報を推定することと、含む。

[0021] この態様によれば、測定可能な部品高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、基板が実装されている領域の位置情報を推定できる。これにより、基板に実装されている電子部品の下面側の状態を推定することが可能となる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、基板に実装されている電子部品の下面側の状態を推定することを可能とする測定装置、測定方法及びボンディングシステムを提供す

ることができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本開示の一実施形態に係るボンディングシステムの構成の一例を示す図である。

[図2]同実施形態に係る測定装置の機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図3]同実施形態に係る測定部が高さ位置を測定している様子の一例を示す図である。

[図4]同実施形態に係る測定部が測定する範囲の一例を示す図である。

[図5]基板及び半導体チップの断面の一例を示す図である。

[図6]半導体チップと基板との間に傾きがない場合において、 x 軸方向に沿ってチップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定した結果の一例を示す図である。

[図7]半導体チップと基板との間に傾きがある場合において、 y 軸方向に沿ってチップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定した結果の一例を示す図である。

[図8]本開示の一実施形態に係るボンディング装置の機能の一例を示す機能ブロック図である。

[図9]同実施形態に係る測定装置による測定方法の一例を示すフローチャートである。

[図10]同実施形態に係るボンディング装置によるボンディング方法の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0024] 添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明する。

[0025] 図1は、本開示の一実施形態に係るボンディングシステム1の構成の一例を示す図である。ボンディングシステム1は、基板に実装された電子部品に対して測定を行い、測定した結果に基づく推定を行い、推定結果に基づいて電子部品と基板とをボンディングする。本実施形態に係る電子部品は、例えば、キャパシタ、インダクタ、抵抗などの受動素子であってもよいし、ダイ

オード、サイリスタ、圧電部品、集積回路素子などの能動素子であってもよい。電子部品の形状は特に限定されず、例えば平坦な上面を有するものであってもよい。電子部品は、例えば、表面実装型の電子部品である。以下では、電子部品が、集積回路を備える半導体チップである場合を一例として説明する。

[0026] 図1に示すように、本開示に係るボンディングシステム1は、測定装置10及びボンディング装置20を備える。測定装置10は、基板300の主面302に実装された半導体チップ320に対して測定を行う装置である。測定装置10が備える機能の詳細については、図2から図5を用いて後述する。

[0027] ボンディング装置20は、半導体チップ44と基板42とをボンディングする装置である。本実施形態では、ボンディング装置20が、フリップチップボンディングにより半導体チップ44と基板42とをボンディングする例を説明する。ここで、フリップチップボンディングは、半導体チップ44に設けられた電極形成面を基板42に対向させて、電極上のバンプを例えば半田接合などで基板42に接合する方法である。

[0028] 本実施形態に係るボンディング装置20は、制御装置200、ボンディング駆動機構（図1には図示しない。）及びボンディングヘッド220を備える。制御装置200は、ボンディング駆動機構を制御して、ボンディング駆動機構に接続されたボンディングヘッド220を移動させたり、ボンディングヘッド220の向きを変えたりできる。より具体的には、制御装置200は、ボンディングヘッド220を、図1に示すx軸、y軸及びz軸の3軸で移動させたり、z軸周りに回転させたり、z軸に対して傾斜させたりすることができる。また、制御装置200は、ボンディングヘッド220の下面222に半導体チップ44が吸着させることができる。

[0029] 制御装置200は、半導体チップ44を吸着したボンディングヘッド220を移動させて、ステージ40の上面に配置された基板42の主面に半導体チップ44を配置する。このとき、例えば基板42及び半導体チップ44が

加熱されることにより、半導体チップ44に設けられた半田などが溶解し、基板42と半導体チップ44とがボンディングされる。本実施形態に係る制御装置200の機能の詳細については、図8を用いて後述する。

[0030] 図2は、本実施形態に係る測定装置10の機能の一例を示す機能ブロック図である。図2に示すように、本実施形態に係る測定装置10は、入力部100、処理部110、測定部120及び記憶部130を備える。

[0031] 入力部100は、ユーザからデータの入力操作を受け付けるものであり、例えば、各種のボタン、マウス、キーボード及びタッチパネルを含んでよい。

[0032] 入力部100は、ユーザの入力操作に応じて各種の入力情報を生成し、生成した入力情報を処理部110に伝送する。入力部100は、例えば、測定の開始を指示するための情報を生成したり、測定装置10が測定を行う範囲などの特定するための情報を生成したりする。

[0033] 処理部110は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory) 及びRAM (Random Access Memory) 等を備える。処理部110が備えるROMには、各種の処理を実行するための処理プログラム等が記憶される。また、CPUは、ROMに記憶された処理プログラム等を実行し、各種の処理を実行する。なお、処理部110が備えるRAMには、各種プログラムの実行中に一時的に利用されるデータが記憶される。

[0034] 処理部110は、各種の処理を実行する。例えば、処理部110は、測定部120による測定を制御したり、測定部120による測定結果に基づく推定を行ったりする。処理部110が備える機能は、制御部112及び推定部114により実現される。

[0035] 制御部112は、測定部120が測定を行うタイミング、位置及び速度などを制御する。また、推定部114は、測定部120による測定結果に基づく推定を実行できる。推定部114の機能の詳細については後述する。

[0036] 測定部120は、基板の主面に実装された半導体チップに対して測定を行う。ここで、図3及び図4を参照して、測定部120による測定方法について

て説明する。図3は、本実施形態に係る測定部120が高さ位置を測定している様子の一例を示す図である。

[0037] 図3には、基板300と、基板300の主面302に実装された半導体チップ320と、測定部120とを示している。基板300及び半導体チップ320は、例えば略直方体の形状などを有してよい。なお、ここでは説明を簡単にするために、図3には1つの半導体チップ320を示しているが、基板300の主面302には、複数の半導体チップが実装されていてよい。例えば、基板300の主面302には、 x - y 平面上の互いに異なる位置にそれぞれの半導体チップが実装されていてよい。

[0038] また、図3に示す x 軸方向（以下、「第1方向」とも称する。）は、基板300の主面302及び半導体チップ320の上面322の一边324に平行な方向である。また、 y 軸方向（以下、「第2方向」とも称する。）は x 軸方向に直交し、 z 軸方向は x 軸方向及び y 軸方向に直交する。

[0039] ここで、基板300及び半導体チップ320は、例えば、基板300と半導体チップ320との間に設けられた半田などによってボンディングされている場合がある。この場合には、ボンディングの際に基板300及び半導体チップ320が加熱されるため、基板300及び半導体チップ320は、熱膨張により反りなどの変形を起こしていることがある。なお、図3では、基板300及び半導体チップ320の変形は、省略して描かれている。

[0040] 測定部120は、半導体チップ320の上面の高さ位置であるチップ高さ位置と、基板300の主面302のうちの半導体チップが実装されていない非実装領域の高さ位置である基板高さ位置とを測定する。ここで、本実施形態では、高さ位置は、 z 方向の位置である。

[0041] 測定部120は、測定対象に光を照射して、測定対象からの反射光を検出することにより測定対象の高さ位置を測定してよい。このとき、測定部120は、例えば、三角測距法などを利用して高さ位置を測定してよい。

[0042] 測定部120は、半導体チップ320の上面322に光を照射して半導体チップ320の上面322からの反射光を検出することによりチップ高さ位

置を測定してよい。また、測定部 120 は、非実装領域に光を照射して非実装領域からの反射光を検出することにより基板高さ位置を測定してよい。このように、本実施形態では、測定部 120 は反射光を利用した高さ位置の測定を行うため、高さ位置の測定の際に基板 300 及び半導体チップ 320 が損傷を受けることが抑制される。

[0043] また、測定部 120 は、例えば、線状の光（以下、「ラインレーザー」とも称する。）を非実装領域または半導体チップ 320 の上面 322 に照射してよい。なお、測定部 120 が照射する光の形状は特に限定されるものではなく、測定部 120 は、例えばスポット状などのレーザーを照射してもよい。

[0044] また、高さ位置を測定する方法は、測定対象に光を照射して測定対象からの反射光を検出する方法に限定されるものではない。例えば、高さ位置は、マイクロメータなどの測定器具を用いて、基板 300 及び半導体チップ 320 に測定器具を接触させて測定されてもよい。

[0045] 図 4 は、本実施形態に係る測定部 120 が測定する範囲の一例を示す図である。図 4 には、z 軸の正の方向から負の方向に基板 300 の主面 302 を平面視した様子を示している。

[0046] 図 4 に示されている複数の破線は、測定部 120 が測定し得る範囲の一例をそれぞれ示している。ここで、破線で示されている仮想線 341～345 は、x 軸方向に沿った仮想的な線であり、破線で示されている仮想線 361～365 は、y 軸方向に沿った仮想的な線である。

[0047] 本実施形態に係る測定部 120 は、基板 300 の主面 302 の平面視における x 軸方向又は y 軸方向（第 1 方向の一例である。）に沿って、チップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定してよい。例えば、測定部 120 は、半導体チップの上面 322 を通過する仮想線 342 に沿って、チップ高さ位置を複数の測定点で測定できる。また、測定部 120 は、半導体チップが実装されていない非実装領域のみを通過する仮想線 341 に沿って、基板高さ位置を複数点で測定できる。

[0048] 本実施形態では、測定部120は、仮想線341及び345のそれぞれに沿って、基板高さ位置を複数の測定点で測定できる。また、測定部120は、仮想線342～344のそれぞれに沿って、基板高さ位置を複数の測定点で測定できる。

[0049] また、測定部120は、x軸方向及びy軸方向（第1方向及び平面視において第1方向に交差する第2方向の一例である。）のそれぞれの方向に沿って、チップ高さ位置及び基板高さ位置を複数の測定点でそれぞれ測定できる。本実施形態では、測定部120は、上述した仮想線341～345に加えて、仮想線361～365に沿って、チップ高さ位置及び基板高さ位置を複数の測定点でそれぞれ測定できる。例えば、測定部120は、仮想線361及び365に沿って、基板高さ位置を複数の測定点で測定できる。また、測定部120は、仮想線362～364に沿って、チップ高さ位置を複数の測定点で測定できる。

[0050] また、基板高さ位置の複数の測定点は、実装領域の縁に沿って延在する位置にあってよい。本実施形態では、仮想線341、345、361及び365に沿った複数の測定点は、実装領域の縁に沿って延在する位置にある。これらの複数の測定点は、実装領域に近接した位置にある。このため、これらの複数の測定点で測定した高さ位置を用いることより、半導体チップの下面における状態をより正確に推定することが可能となる。

[0051] また、基板300には、複数の半導体チップが実装されている場合がある。この場合には、半導体チップが実装されている場所に応じて、基板300の変形量（反りあるいは傾き）及び半導体チップの下面と基板300の主面302との間の厚みなどが異なっている可能性がある。このとき、測定される複数の測定点の実装領域の縁に沿って延在する位置にあると、半導体チップが実装されている場所に応じた高さ位置を用いることができるため、より正確に半導体チップの下面における状態をより正確に推定することが可能となる。

[0052] 図2に戻って、測定装置10が備える推定部114の機能について説明す

る。推定部 114 は、測定部 120 により測定されたチップ高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、基板 300 の主面 302 のうちの半導体チップ 320 が実装されている実装領域に関する位置情報を推定する。ここで、実装領域に関する位置情報は、例えば、実装領域における基板 300 の主面 302 の高さ位置、あるいは基板 300 と半導体チップ 320 との間の位置関係（具体的には、半導体チップ 320 の下面と基板 300 の主面との間の厚みに関する情報）などであってよい。

[0053] また、上述したように、測定部 120 が、 x 軸方向又は y 軸方向に沿ってチップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定している場合がある。この場合には、推定部 114 は、測定部 120 により測定されたチップ高さ位置及び基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、 x 軸方向又は y 軸方向に沿った方向の位置情報を推定できる。これにより、測定部 120 は、より詳細に、半導体チップ 320 の下面側の状態を推定できる。例えば、実装領域における x 軸方向又は y 軸方向に沿った基板に対する半導体チップの傾き、あるいは基板の変形量（例えば反りなどによる変形量）などが推定されてよい。

[0054] また、上述したように、測定部 120 が、 x 軸方向及び y 軸方向のそれぞれの方向に沿って、チップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定している場合がある。この場合には、推定部 114 は、測定部 120 により測定されたチップ高さ位置及び基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、 x 軸方向及び y 軸方向のそれぞれに沿った方向の位置情報を推定できる。これにより、より詳細に、半導体チップの下面側の状態が推定される。

[0055] 図 5 を参照して、推定部 114 が推定する位置情報について、より詳細に説明する。図 5 は、基板 300 及び半導体チップ 320 の断面の一例を示す図である。ここでは、基板 300 と半導体チップ 320 とが、接続部 340 を介してボンディングされている例を説明する。接続部 340 は、例えば、各種の半田あるいは各種の樹脂の接着剤などであってよい。また、接続部 3

40には、NFC (Non Conductive Film) などが使用されてもよい。

[0056] 例えば、基板300と半導体チップ320とが半田でボンディングされている場合には、基板300及び半導体チップ320の電氣的に接続された部分に半田が設けられるが、図5では模式的に、半導体チップ320の下面326と基板300の主面302との間に一面に設けられた半田の接続部340を図示している。

[0057] 上述したように、基板300に半導体チップ320が半田によりボンディングされる際には、半田などを溶解させるために、基板300及び半導体チップ320が加熱される。このとき、基板300及び半導体チップ320の熱膨張係数が互いに異なることにより、図5に示すように、基板300及び半導体チップ320に反りが生じる。これにより、半導体チップ320の下面326と基板300の主面302との間の厚みが一定とならず、半導体チップ320が基板300に対して傾いた状態で実装される場合がある。図5に示す例では、半導体チップ320は、概して、基板300（又はx y平面）に対して傾斜している。

[0058] 光などを照射する測定方法では、半導体チップ320の下面326と基板300の主面302との間の厚みを直接的に測定できず、基板300と半導体チップ320との間の傾きを直接的に測定することは難しい。しかしながら、本実施形態に係る推定部114は、この傾きをチップ高さ位置及び基板高さ位置に基づいて推定できる。

[0059] 具体的には、推定部114は、第1方向に沿って測定されたチップ高さ位置の複数の測定点と、第1方向に沿って測定された基板高さ位置の複数の測定点との関係を利用して、実装領域における半導体チップ320の下面と基板300の主面302との間の厚み、あるいは半導体チップ320の基板300に対する傾きを推定できる。

[0060] ここで、非実装領域における基板300の反り具合と、実装領域における基板300の反り具合が同程度であると仮定する。この仮定が成り立つ場合

には、推定部 114 は、第 1 方向に沿って測定されたチップ高さ位置の複数の測定点と、第 1 方向に沿って測定された基板高さ位置の複数の測定点との差分を算出することにより、半導体チップ 320 の下面と基板 300 の主面 302 との間の厚み、あるいは半導体チップ 320 の基板 300 に対する傾きを推定できる。

[0061] 図 6 は、半導体チップと基板との間に傾きがない場合において、x 軸方向に沿ってチップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定した結果の一例を示す図である。図 6 において、縦軸は高さ位置 (mm) を示し、横軸は x 軸方向の水平位置 (mm) を示している。図 6 に示す基板 (奥)、半導体チップ (奥)、半導体チップ (中央)、半導体チップ (手前) 及び基板 (手前) は、それぞれ図 4 に示す仮想線 341、342、343、344 及び 345 に対応している。また、半導体チップ (奥)、(中央) 及び (手前) の測定結果において、A の範囲の高さ位置はチップ高さ位置を示している。また、その他の高さ位置は、基板高さ位置を示している。

[0062] ここで、基板に対する半導体チップの傾きを推定することが可能であることを説明する。測定された半導体チップ (奥)、(中央) 及び (手前) のチップ高さ位置には、半導体チップの厚みに加えて、半導体チップの下面と基板の主面との間の厚み、基板の厚み及び基板の反りなどの変形量が含まれる。このとき、半導体チップが実装されている領域 (実装領域) における基板の反りを測定することはできないため、半導体チップの下面と基板の主面との間の厚みを測定することはできない。

[0063] 本発明者らは、実装領域の周辺 (すなわち、非実装領域) における基板の変形量と実装領域における基板の変形量との間に高い類似性があり、非実装領域における基板の変形量と実装領域における基板の変形量とがおよそ一致していることを発見した。また、ラインレーザーを走査する方向 (x 軸方向又は y 軸方向) に依らず、変形量に高い類似性が存在することも発見されている。

[0064] 例えば、半導体チップ (奥) の A の範囲に対応する基板における反り具合

と、基板（奥）における基板の反り具合が同程度である。このため、半導体チップ（奥）のチップ高さ位置と基板（奥）の基板高さ位置との差分を算出することで、基板高さ位置から基板の厚み及び基板の変形量を差し引く。さらに、その差分から、予め分かっている半導体チップの厚みを差し引くことで、半導体チップの下面と基板の主面との間の厚み及び半導体チップと基板との間の傾きを推定できる。

[0065] 基板（奥）の測定結果では、半導体チップの左端（水平位置：20 mm）において基板高さ位置が0.89 mmであり、半導体チップの右端（水平位置：480 mm）において基板高さ位置が0.89 mmである。また、半導体チップ（奥）の測定結果では、半導体チップの左端においてチップ高さ位置が1.6 mmであり、半導体チップの右端においてチップ高さ位置が1.6 mmである。これらの2つの端において、チップ高さ位置と基板高さ位置との差分は、ともに約0.7 mmとなっている。このため、半導体チップが基板に対して傾いていないことが推定される。

[0066] 図7は、半導体チップと基板との間に傾きがある場合において、y軸方向に沿ってチップ高さ位置及び基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定した結果の一例を示す図である。ここで、図7に示す測定結果の対象となる基板及び半導体チップは、図6に示す測定結果の対象となる基板及び半導体チップとは異なるものである。

[0067] 図7において、縦軸は高さ位置（mm）を示し、横軸はy軸方向の水平位置（mm）を示している。図7に示す基板（右）、半導体チップ（右）、半導体チップ（中央）、半導体チップ（左）及び基板（左）は、それぞれ図4に示す仮想線365、364、363、362及び361に対応している。また、半導体チップ（右）、（中央）及び（左）の測定結果において、Bの範囲の高さ位置はチップ高さ位置を示している。また、その他の高さ位置は、基板高さ位置を示している。

[0068] 図6を参照して説明したように、チップ高さ位置と基板高さ位置との差分に基づいて、基板に対する半導体チップの傾きを推定することが可能である。

。具体的には、図7に示すチップ高さ位置と基板高さ位置との差分に基づいて、基板に対して半導体チップが傾いていることを推定することができる。

[0069] 例えば、基板（右）及び半導体チップ（中央）の測定結果を用いて、半導体チップが基板に対して傾いていることが推定可能であることを説明する。基板（右）の測定結果では、半導体チップの手前側の端（水平位置：9 mm）において基板高さ位置が0.85 mmであり、半導体チップの奥側の端（水平位置：43 mm）において基板高さ位置が0.90 mmである。また、半導体チップ（中央）の測定結果では、半導体チップの手前側の端においてチップ高さ位置が1.65 mmであり、半導体チップの奥側の端においてチップ高さ位置が1.80 mmである。これらの2つの端において、チップ高さ位置と基板高さ位置のとの差分は、手前側の端において0.8 mmであり、奥側の端において0.9 mmとなっている。このように、半導体チップの手前側の端と奥側の端とでチップ高さ位置と基板高さ位置との差分が異なることから、基板に対して半導体チップが傾いていることが推定される。

[0070] 図2に戻って、測定装置10の記憶部130について説明する。記憶部130は、例えば処理部110（具体的には、制御部112及び推定部114）により実行されるプログラムが格納されたROMと、処理部110が処理を実行する際のワークメモリ等として利用されるRAMとを有する。さらに記憶部130は、HDD（Hard Disc Drive）及びフラッシュメモリ（SSD：Solid State Drive）等の不揮発性メモリを有していてもよい。これにより、記憶部130は、測定部120による測定結果及び推定部114により推定された位置情報などを記憶することができる。

[0071] 図8を参照して、ボンディング装置20の詳細について説明する。ボンディング装置20は、測定装置10が推定した位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいて半導体チップと基板との間の傾きを調整して、半導体チップと基板とをボンディングする。図8は、本実施形態に係るボンディング装置20の機能の一例を示す機能ブロック図である。ボンディング装置20

は、制御装置 200、ボンディング駆動機構 210 及びボンディングヘッド 220 を備える。

[0072] 制御装置 200 は、ボンディングヘッド 220 が接続されたボンディング駆動機構 210 の駆動を制御できる。制御装置 200 が備える機能は、取得部 202、記憶部 204 及び駆動制御部 206 により実現される。

[0073] 取得部 202 は、各種の構成を有してよいが、例えば、他の機器（例えば、測定装置 10 あるいは位置情報などを格納した記録媒体など）に接続される各種のインターフェースであってよい。また、取得部 202 は、例えばインターネットなどのネットワークを介して他の装置に接続されてもよい。

[0074] 取得部 202 は、外部の装置から各種の情報を取得し、記憶部 204 に伝送できる。本実施形態では、取得部 202 は、測定装置 10 が推定した位置情報などの情報を取得してよい。

[0075] 記憶部 204 は、例えば駆動制御部 206 により実行されるプログラムが格納された ROM と、駆動制御部 206 が処理を実行する際のワークメモリ等として利用される RAM とを有する。さらに記憶部 204 は、HDD 及びフラッシュメモリ等の不揮発性メモリを有していてもよい。これにより、記憶部 204 は、取得部 202 により取得された位置情報などを記憶できる。

[0076] 駆動制御部 206 は、CPU、ROM 及び RAM 等を備える。駆動制御部 206 が備える ROM には、各種の処理を実行するための処理プログラム等が記憶される。また、CPU は、ROM に記憶された処理プログラム等を実行し、各種の処理を実行する。なお、駆動制御部 206 が備える RAM には、各種プログラムの実行中に一時的に利用されるデータが記憶される。

[0077] 駆動制御部 206 は、測定装置 10 が推定した位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいてボンディング駆動機構 210 の駆動を制御する。ボンディング駆動機構 210 の駆動が制御されることにより、ボンディング駆動機構 210 に接続されたボンディングヘッド 220 の位置及び向きなどが制御される。このとき、ボンディングヘッド 220 の下面に吸着された半導体チップが、ステージなどに配置された基板に配置される。その後、加熱器

(図示しない。)により基板及び半導体チップが加熱されることにより、半導体チップに設けられた例えば半田などが溶解され、基板に半導体チップがボンディングされる。

[0078] 半導体チップが基板に配置される際には、測定装置１０により推定された位置情報に基づいて、半導体チップと基板との間の傾きが調整される。例えば、位置情報に基づいて、実装の際に半導体チップが基板から所定の方向に傾き易いことが分かっているとする。この場合には、ボンディング装置２０は、例えばその傾きをキャンセルするように半導体チップと基板との間の傾きを調整して、半導体チップと基板との間の傾きを調整してボンディングすることで、半導体チップと基板とが平行となるように実装できる。

[0079] 図９は、本実施形態に係る測定装置１０による測定方法の一例を示すフローチャートである。以下、図９に沿って、測定装置１０による測定方法の一例を説明する。

[0080] まず、入力部１００が、ユーザの入力操作などに基づいて、チップ高さ位置と基板高さ位置との測定範囲を決定する（ステップＳ１０１）。決定された測定範囲は、制御部１１２に伝送される。

[0081] 次に、測定部１２０は、制御部１１２の制御によって、ステップＳ１０１において決定された範囲で、チップ高さ位置と基板高さ位置とを測定する（ステップＳ１０３）。次に、推定部１１４は、ステップＳ１０３において測定されたチップ高さ位置及び基板高さ位置に基づいて、位置情報を推定する（ステップＳ１０５）。最後に、記憶部１３０は、推定された位置情報を記憶する（ステップＳ１０７）。

[0082] 図１０は、本実施形態に係るボンディング装置２０によるボンディング方法の一例を示すフローチャートである。以下、図１０に沿って、ボンディング装置２０によるボンディング方法の一例を説明する。

[0083] まず、取得部２０２は、測定装置１０により推定された位置情報を取得する（ステップＳ２０１）。取得された位置情報は、記憶部２０４に記憶されてよい。

- [0084] 次いで、駆動制御部206は、ボンディング駆動機構の駆動を制御して、半導体チップと基板との間の傾きを制御し、半導体チップを基板に配置する（ステップS203）。最後に、ボンディング装置20は、半導体チップと基板とをボンディングする（ステップS205）。例えば、ボンディング装置20が備える加熱器が半導体チップ及び基板を加熱することにより、半導体チップと基板とを半田によりボンディングしてよい。
- [0085] 以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。
- [0086] 上記実施形態では、第2方向（y軸方向）が第1方向（x軸方向）に直交している例を説明したが、第2方向はどのような角度で第1方向に交差していてもよい。
- [0087] また、上記実施形態では、測定部120は、2つの方向（第1方向及び第2方向）に沿って、基板高さ位置及びチップ高さ位置を測定する例について説明したが、測定部120は、1つの方向又は3つ以上の方向に沿って、基板高さ位置及びチップ高さ位置を測定していてもよい。測定部120が3つ以上の方向に沿って測定を行う場合には、3つ以上の方向は互いにそれぞれ交差してよい。
- [0088] また、半導体チップは、複数の層で形成された積層構造を有してよい。この場合、ボンディング装置20は、1層ずつ基板上に層を積み重ねて実装することにより半導体チップを基板上に実装してよい。このとき、ボンディング装置20は、基板に対する積み重ねる層の傾き、あるいは既に実装された層に対する積み重ねる層の傾きを調整してよい。
- [0089] 上記実施形態では、ボンディング装置20がフリップチップボンディングにより半導体チップと基板とをボンディングする例を説明した。これに限らず、ボンディング装置20は、半導体チップと基板とを微細な金属線を用い

て接続するワイヤボンディングにより、半導体チップと基板とボンディングしてよい。

- [0090] また、上記実施形態では、測定部120が、第1方向に沿った3つの線（例えば、仮想線342、343及び344）において、チップ高さ位置を複数の測定点で測定する例を説明した。これに限らず、測定部120が、第1方向に沿った1つ、2つ又は4つ以上の線において、チップ高さ位置を複数の測定点で測定してよい。このとき、4つ以上の線においてチップ高さ位置が測定されると、上記実施形態よりも詳細に、半導体チップの下面側の状態が推定される。

符号の説明

- [0091] 1…ボンディングシステム、10…測定装置、114…推定部、120…測定部、20…ボンディング装置、200…制御装置、202…取得部、206…駆動制御部、210…ボンディング駆動機構、220…ボンディングヘッド、300…基板、302…主面、320…半導体チップ、42…基板、44…半導体チップ

請求の範囲

- [請求項1] 基板の主面に実装された電子部品に対して測定を行う測定装置であって、
- 前記電子部品の上面の高さ位置である部品高さ位置と、前記基板の主面のうちの前記電子部品が実装されていない非実装領域の高さ位置である基板高さ位置とを測定する測定部と、
- 前記測定部により測定された前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置に基づいて、前記基板の主面のうちの前記電子部品が実装されている実装領域に関する位置情報を推定する推定部と、
- を備える測定装置。
- [請求項2] 前記測定部は、前記基板の主面の平面視における第1方向に沿って、前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置をそれぞれ複数の測定点で測定し、
- 前記推定部は、前記測定部により測定された前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、前記第1方向に沿った方向の前記位置情報を推定する、
- 請求項1に記載の測定装置。
- [請求項3] 前記測定部は、前記第1方向及び前記平面視において前記第1方向に交差する第2方向のそれぞれの方向に沿って、前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置を複数の測定点でそれぞれ測定し、
- 前記推定部は、前記測定部により測定された前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置のそれぞれの複数の測定点に基づいて、前記第1方向及び前記第2方向のそれぞれに沿った方向の前記位置情報を推定する、
- 請求項2に記載の測定装置。
- [請求項4] 前記基板高さ位置の前記複数の測定点は、前記実装領域の縁に沿って延在する位置にある、
- 請求項2又は3に記載の測定装置。

- [請求項5] 前記位置情報は、前記実装領域における前記電子部品の前記基板に対する傾きに関する情報を含む、
請求項2から4のいずれか一項に記載の測定装置。
- [請求項6] 前記測定部は、前記電子部品の上面に光を照射して前記電子部品の上面からの反射光を検出することにより前記部品高さ位置を測定し、前記非実装領域に光を照射して前記非実装領域からの反射光を検出することにより前記基板高さ位置を測定する、
請求項1から5のいずれか一項に記載の測定装置。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか一項に記載の測定装置と、
前記測定装置が推定した位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいて電子部品と基板との間の傾きを調整して、電子部品と基板とをボンディングするボンディング装置と、
を備える、ボンディングシステム。
- [請求項8] 基板の主面に実装された電子部品に対して測定を行う測定方法であって、
前記電子部品の上面の高さ位置である部品高さ位置と、前記基板の主面のうちの前記電子部品が実装されていない非実装領域の高さ位置である基板高さ位置とを測定することと、
測定した前記部品高さ位置及び前記基板高さ位置に基づいて、前記基板の主面のうちの前記電子部品が実装されている実装領域に関する位置情報を推定することと、
を含む測定方法。