

-1-

明 細 書

デバイス外観検査用照明器及びこの照明器を用いた
デバイス外観自動検査装置技術分野

この発明は、半導体デバイス、フィルタ、振動子等の電子部品（以下、デバイスと称す）の外観を検査するときに用いる照明器及びこの照明器を用いたデバイス外観自動検査装置に関し、特に、半導体デバイスの代表例であるＩＣ、例えば表面実装用ＬＳＩ（大規模集積回路）、の外観を検査するときに用いて有用な照明器及びデバイス外観自動検査装置に関する。

なお、この種の照明器は、人間が目視によりデバイスの外観検査を行うときにも、また、画像処理部を有する外観自動検査装置によりデバイスの外観検査を行うときにも使用されるが、以下においては主としてデバイス外観自動検査装置の光源として使用した場合を例に取り、また、説明を簡単にするためにＩＣを照明し、その外観を検査する場合について記載するが、半導体デバイスのみならず、フィルタや振動子等のデバイスを含むあらゆるデバイスを照明し、それらの外観を検査する場合に使用できることは言うまでもない。

背景技術

例えば、ＬＳＩを含むＩＣのテストには、製造工程におけるウェーハ段階でのテストとパッケージ付きの完成品でのテストとがある。完成品のテストには電氣的諸特性のテストと外観のテストとがある。外観テストは人間の目視による場合と外観自動検査装置を使用する場合とがあるが、いずれにしてもＩＣを照明する必要がある。従来、ＩＣの外観検査時に用いる照明は、目視検査においても外観自動検査装置を使用する場合においても、被試験ＩＣの全体を一定の明るさに照らす照明であり、被試験ＩＣの上方や斜め上から、或いは側面からの光源で一定の照明を行っていた。これは、従来はパッケージが比較的大きく、かつ入出力リードピンの数が少ないため、リードピン間隔（ピッチ）が比較的広く、また、精

度も厳しくなかったから、目視検査でも自動検査でも上記の一定照明で十分であったためである。

外観自動検査装置は一般的に画像処理装置に準じた画像処理部を有する。図5に従来の画像処理装置における画像データの処理例を示す。カメラユニット50は撮影した画像を、例えば横軸方向に624画素、縦軸方向に484画素の計30万2千画素のデジタル画素データに変換して出力する。この画素データは直接画像メモリ51に記憶されるか、或いはフィルタ52、LUT (ルック・アップ・テーブル(Look-Up Table)) 53を介して画像メモリ51に記憶される。

LUT 53はテレビジョン (TV) モニタ18などで表示する色を選択するための変換テーブルであり、入力データの値をそのアドレスとし、入力データに対応した出力データが予め書き込まれたメモリである。このLUT 53のデータ変換機能を用いて2値化や濃淡画像の前処理や表示画像の変換処理などを行う。

フィルタ52は、例えばテストするICの周辺がぼやけているときに、シェーディングメモリ58からのデータ出力と協働してそのエッジを強調し、前処理する機能を有している。ウインドメモリ55はTVモニタ18の画面にウインドを描画するために使用するメモリである。グラフィックメモリ56は計測結果の表示をグラフ表示したり、或いは作業領域として使用されるメモリである。キャラクタメモリ57は主に文字を表示するためのメモリであり、プログラムの編集や集計結果の表示などにも使用される。

表示制御部54は、カメラユニット50からの画素データを直接処理し、或いは画像メモリ51からの画素データを処理し、TVモニタ18に画像を表示する制御部である。この表示制御部54は、命令によってはウインドメモリ55、グラフィックメモリ56、及びキャラクタメモリ57のデータを用いて画像を表示する。

このようなカメラを用いた画像処理装置よりなるデバイスの外観自動検査装置を使用するときにも、従来のデバイスの場合には、上述した一定の照明で、明るさを自動調整すれば検査が可能であった。

しかしながら、近年の市場の要求により、機器の小型化、部品の高密度実装が進み、デバイスも小型化し、表面実装のパッケージが多くなってきた。特に超L

S I の Q F P (Quad Flat Package) の場合には縦横の大きさが 10 mm × 10 mm から 30 mm × 30 mm であり、このパッケージの四辺にリードピンが配置され、かつ各辺のリードピン数は 8 本から 76 本と非常に多くなっている。その上、リードピッチ幅は 0.3 mm から 0.8 mm と非常に狭くなっており、厚さは 2 mm から 10 mm 程度である。

この Q F P や S O P (Small Outline Package) のような表面実装用パッケージは、プリント配線基板の表面に直接半田付けされるからリードピンの先端部の底面は平坦でなければならないし、かつリードピッチ幅が一定の間隔でなければならない。このように微細で正確性を必要とする外観検査には、従来の一定の照明では不十分であり、さらにきめ細かな照明が要求されていた。これは、従来の一定の照明ではリードピンの光反射状況の違いが分かってもリードピンの先端部の底面が平坦であるか否かの判断や、リードピッチ幅が一定の間隔であるか否かの判断はできなかったためである。

発明の開示

この発明の 1 つの目的は、デバイスをムラなく照明することができるとともに特定方向からの照明も容易に行える小型のデバイス外観検査用照明器を提供することである。

この発明の他の目的は、デバイスの外観を自動的に、かつ正確に検査することができる上記照明器を備えた小型で高分解能のデバイス外観自動検査装置を提供することである。

この発明によるデバイス外観検査用照明器は、ほぼ中央にカメラを配置する或いはオペレータの目を配するための開口部が設けられた照明用フレームと、この照明用フレームの開口部の周囲に配列された多数個の輝度制御可能な発光素子と、各発光素子の輝度を選択的に制御することができる照明用制御部とから構成されている。被試験デバイス（一般に D U T と呼ばれる）を照明したときに、全体の照明にムラがある場合には個々の発光素子の輝度を調整してムラを無くすようにする。また、D U T によっては、やや下方からの照明の方が被測定（被観測）箇所への反射が良好になるものがあり、この場合には例えば上方の発光素子を消灯

し、下方の発光素子のみを点灯するように輝度制御する。この逆の照明方法でもよい。これによって濃淡を鮮明にすることができる。本明細書では輝度調整又は制御とは発光素子の明るさを増加、減少させるだけでなく、発光素子の点灯や消灯を含む。この輝度調整は手動で行っても自動的に行ってもよい。

照明用フレームはDUTが横長であれば横長に、縦長であれば縦長に、DUTと相似の四辺形がよい。これは照明をDUTの全面に行き渡らせるためである。中央部の開口部は視線或いはカメラのレンズが入る程度の大きさでよい。フレームの寸法はDUTの大きさによって決める。

発光素子はLED(light Emitting Diode)や蛍光管や白色ランプ等の小型の発光体であれば制限はない。この発光素子を照明用フレームの一定の範囲に配列する。この発光素子の配列は行及び列に規則正しく配列した方が照明の均一性が得られ、また、制御もし易い。光の反射に特定の性質を有するDUTの場合には、上下或いは左右における発光素子の個数を変えるとよい。各発光素子は電圧或いは電流で明るさを調整できることが望ましい。

各発光素子の輝度を制御する照明用制御部は、個々の発光素子の点灯や消灯を含めて輝度の制御を行う。当初は全発光素子を同一輝度で点灯させ、DUTの被観測面で光度のムラがあるときには、行単位、列単位或いはブロック単位で発光素子の輝度を制御してムラを無くすようにする。ここで、1つのブロックは複数の発光素子で構成する。最後に個々の発光素子毎に輝度制御を行ってもよい。この輝度制御は手動でも自動でも行えるが、自動の場合には一定の制御シーケンスで輝度制御し、最適値で制御シーケンスをストップするようにするとよい。この照明用制御部は照明用フレームに隣接して設けてもよいし、別個の場所に設置してもよい。

このように構成された照明器は、DUTを均一に照明することができるし、また、特定の位置に強い照明を当てることもでき、例えばリードピン数の多い、かつリードピッチ幅が非常に狭いICでもリードピンの先端部の平坦度やリードピッチ幅を正確に測定することができるようにICを照明することができる。

一方、この発明によるデバイス外観自動検査装置は、上記のように構成された輝度制御可能な小型の照明器と、被試験デバイスを撮像し、その撮像画面を多数

の画素データに変換して出力するカメラと、このカメラから入力された画素データを処理して画像データに変換する画像処理部と、予め設定された検査項目に従って被試験デバイスの外観を計測する演算処理部と、上記画像処理部から入力される画像データに応じた画像を表示する表示装置とを具備する。

上記カメラはCCD(Charge Coupled Device)カメラが好ましい。これはアナログ-ディジタル(A/D)変換が容易であるからであるが、一般のカメラでも使用可能である。A/D変換はカメラ内で行うのが好ましい。感度は高感度が望まれる。これは光反射の明暗を鮮明に捕らえたいからである。このカメラのレンズを上記照明器の照明用フレームの中央部にある開口部内にDUTと対向させて設置する。

カメラで得られた画素データは画像処理部に送られて画像データに変換処理される。画像処理部は従来の画像処理装置と同様の構成のものでよいが、内部に上記照明用制御部を設置することが望ましい。これは照明の制御を画像処理部で処理した画像データ及び演算処理部での演算データを用いて行うからである。

演算処理部では画像データに基づいて各種の演算処理を行い、その結果を出力する。画像データと必要に応じて演算処理結果のデータを表示装置(TVモニター)に送り、表示装置は対応するDUTの画像を表示する。

演算処理部は、予め設定されている検査(測定)項目に従って各種の計測を行い、測定結果出力端子より計測結果を出力し、表示や印刷を行う。検査項目はDUTによって異なるが、例えば上述のQFPのLSIではリードピンの数、リードピッチ幅、リードピンの平坦度等がある。

図面の簡単な説明

図1はこの発明によるデバイス外観検査用照明器の一実施例を示す概略斜視図である。

図2は図1のデバイス外観検査用照明器を備えたこの発明によるデバイス外観自動検査装置の一実施例を、被試験ICとともに示す概略構成図である。

図3は図1のデバイス外観検査用照明器を用いて撮像したICの1本のリードピンの照明状態を示し、(A)は良品のリードピンを示す側面図、(B)は(A

)を左側面から見た斜視図、(C)は不良品のリードピンを示す側面図、(D)は(C)を左側面から見た斜視図である。

図4はこの発明によるデバイス外観自動検査装置による検査方法の一例を説明するためのフローチャートである。

図5は従来の画像処理装置の一例の画像データの流れを説明するための概略構成図である。

発明を実施するための最良の形態

この発明によるデバイス外観検査用照明器及びデバイス外観自動検査装置は半導体デバイスのみならず、フィルタや振動子等のデバイスを含むあらゆるデバイスを照明し、それらの外観を検査する場合に使用できるものであるが、以下においては半導体デバイスの代表例であるICを照明し、その外観、特にリードピンの外観を検査する場合に使用した一実施例について説明する。

図1はこの発明によるデバイス外観検査用照明器の一実施例を示す概略斜視図である。この発明によるデバイス外観検査用照明器は、ほぼ中央にカメラを配置する或いはオペレータの目を配するための開口部が設けられた照明用フレーム10と、この照明用フレーム10の開口部の周囲に配列された多数個の輝度制御可能な発光素子19と、各発光素子19の輝度を選択的に制御することができる照明用制御部11とから構成されている。

本実施例の照明器は前述のQFPの超LSIのようなICを照明するように構成されているため、照明用フレーム10はこのICが図2に示すように横長であるのでこれに相似した横長の矩形状の四辺形に形成されている。また、本実施例ではこの矩形状のフレーム10の中央部に形成された開口部にカメラ9のレンズが配置されており、この開口部を中心としてその周囲に多数個の発光素子19が配列されている。

発光素子19としてLED発光素子が使用され、これら発光素子19は行及び列に規則正しく配列されているが、開口部の上側はその下側及び両側部と比較して半分程度の数に間引きした状態（ほぼ1個置きに配列した状態）にある。規則正しく配列したのはその方が輝度の制御が容易になるためであり、また、開口部

の上側の発光素子を少なくしたのは、この実施例ではICのリードピンの外観を測定することを主眼としているため、やや下方から強い光をICに照射した方が検査し易いからである。このように発光素子19の配列はDUTの外観検査項目を考慮して最適の照明状態となるように配列することが好ましい。勿論、間引きせずに発光素子を配列し、輝度を制御してもよい。

なお、LED1個の明るさは約2000mcd（ミリ・カンデラ）であるので、LEDの数はDUTの大きさ、DUTまでの距離、試験項目、試験精度等を考慮して決めるのがよい。通常は40から60個のLEDを使用すれば十分である。また、LEDの発光色はカメラの感度が高くなる色が好ましい。

照明用制御部11はフレーム10に隣接して設けられており、照明の初期設定並びに測定結果による照明の修正を行う。つまり、初期設定ではこの照明器の前方の一定距離の測定位置にキャリブレーション・ターゲットを置いて照明し、画像が良ければその値を最適値とし、悪ければ予め決められた一定のシーケンスでそれぞれの発光素子の消灯、点灯を含む輝度調整を行って最適値でストップさせる制御を行う。また、個々のDUTの測定結果において不具合が生じたときにはその都度最適な状態で測定できるように再調整することができるように構成されている。

図2は図1のデバイス外観検査用照明器を備えたこの発明によるデバイス外観自動検査装置の一実施例を、被試験ICとともに示す概略構成図である。被試験IC20は測定台22上に回転可能に配置された回転ステージ21上に載置されて固定される。IC20は本実施例ではQFPのLSIであり、リードピンがパッケージの四辺に出ているので四辺とも測定する必要がある、回転ステージ21を、一辺のリードピンの外観を測定する度に、90度回転させて次の辺のリードピンの外観測定を行う。そして四辺のリードピンの外観を測定して外観検査は終了する。

カメラ9と上記照明器は被試験IC20と対向し、一定距離を置いて設置されている。照明器は上述した態様でIC20に適切な照明を行い、カメラ9は撮影した画面を画素データに変換して画像処理部12に送る。カメラ9はCCDカメラであり、撮像画面を直ちにA/D変換して、この実施例では484×624点

の画素データに変換する。距離分解能は、カメラ9とIC20との距離やレンズの倍率を適当に選ぶことによって、高くすることができる。例えばIC20の10mm間隔を100画素で撮像すると、0.1mm/画素の高い分解能を得ることができる。この実施例では8ビットの画像データを用いるため、実際には0.1mmの1/5（経験値）、つまり、0.02mm程度の高い分解能を得ることができる。

画像処理部12は画素データ入力端子13aによりカメラ9から送られた画素データを受信し、画像の濃淡を強くさせるように処理する。この処理によって測定の位置判断を容易にさせる。一例を図3を参照して説明する。なお、図3においては説明を簡単にするために被試験IC20の1本のリードピンのみを例示する。図3(A)は被試験IC20のリードピンが良品のリードピン25である場合の側面図であり、リードピン25の先端部の底面が平坦になっていることが分かる。図3(B)は(A)の正面図であり、照明をIC20のやや下方から強く照射した場合を示す。この照明により図3(B)では黒く表示されているリードピン25の先端（端面）から強い反射光がカメラ9に入射し、TVモニタ18では白く（明るく）鮮明に表示される。この白い（明るい）部分の画素数によりリードピン25の幅が求められ、また、その中心点の位置も求められる。さらに、図3には示していないが、隣のリードピンの間隔、即ち、リードピッチ幅も求めることができる。

図3(C)は被試験IC20のリードピンが不良品のリードピン26である場合の一例を示す側面図であり、リードピン26の先端部が曲がってやや上向きになっており、先端部底面は平坦ではない。図3(D)は(C)の正面図であり、同じく照明をIC20のやや下方から強く照射した場合を示す。不良リードピン26の場合にはその先端（端面）からの反射光はカメラ9に入射されず、TVモニタ18では黒く（暗く）表示される。従って、リードピン26の幅も位置も判断できない。よって不良品と判断されるが、それでもリードピン26の位置を知りたい場合がある。この場合には照明用制御部11を動作させてやや上部からの照明を強くする。これによって不良リードピン26の先端からの強い反射光がカメラ9に入射され、画像処理部12においても不良リードピン26の先端位置が

確認される。そして良品リードピン25の位置との平坦度（段差）も求めることができる。

画像処理部12は上述のようにカメラ9からの画素データを処理して画像データに変換し、濃淡を強調させたり、LUT53を通じて被試験ICの任意の測定部分を任意のカラー表示に変更したり、ウインドウ表示させたり、文字表示させたりして、TVモニタ18に画像を表示させる。画像処理部12の出力信号はTV画像出力端子17を通じてTVモニタ18に供給される。

演算処理部14は画像処理部12の画像データに基づいてリードピンの良否を判断したり、リードピン幅やリードピッチ幅や平坦度（段差）を計測する。演算結果はTVモニタ18に表示させることができ、また、測定結果出力端子16から外部へ出力することもできる。また、測定項目や処理方法の手順は設定入力端子15から演算処理部14に入力する。演算処理部14はシステム全体の制御も行う。演算処理部14からの制御データは照明器制御データ出力端子13bを通じて照明器へ出力される。なお、演算処理部14自体に設定ボタンやテン・キーを設けて、これらボタンやキーから測定項目や処理方法の手順を入力するようにしてもよい。照明用制御部11も演算処理部14内に設けた方が都合がよい。

図4は測定手順の中で特に外観不良ICが検出された場合の動作の一例を示すフローチャートである。被試験IC20が回転ステージ21上に固定され、計測開始の信号で反射光の計測が始まる（ステップ30）。次のステップ31で予め設定されている測定点が計測できたか否か、つまり、全部のリードピンが計測できたか否かが判断される。ステップ31の判定の結果がYESであるならば、そのICの計測結果がステップ32で出力され、外観検査は終了する（ステップ33）。ステップ31の判定の結果がNOである場合には、ステップ34で照明用制御部11が駆動されて発光素子19の輝度制御を行う。例えばLEDの点灯位置を変化させる。続いてステップ35で計測不可のリードピンの再計測を実行し、ステップ36で計測できたか否かを判断する。ステップ36の判定の結果がYESであるならば、そのICの計測結果がステップ32で出力され、外観検査は終了する（ステップ33）。ステップ36の判定の結果がNOである場合には、再びステップ34に戻り、LEDの点灯位置を変化させてステップ35で計測不

可のリードピンの再計測を実行する。この再計測は例えば3回までとし、ステップ37及び38で再計測の回数を計数し、3回を越えた場合にはステップ39に進み、計測不可と判断して外観検査を終了する（ステップ40）。

以上の説明で明白なように、この発明によれば、近年の非常に小型化し、高精度化し、かつ微細化して来たデバイスの外観検査を容易に行うことができる。この発明によるデバイス外観検査用照明器は、DUTを観測する例えばカメラを中心にして輝度調整可能な発光素子を多数個配列し、観測結果に応じて個々の発光素子の輝度を制御できるので、照明ムラを無くすことができ、また、特定の方向からの照射も容易に行えるので、DUTの特定部分への照射や観測が正しく実施できる。従って、微細部分の観測には不可欠の照明器が提供できる。

この照明器を用いたデバイス外観自動検査装置は、DUTの測定部分を任意の方向から照射できる照射器を具備するため、カメラで撮像したDUTの測定部分の濃淡を鮮明にさせることができ、自動測定が容易になった。また、画像データの画素数を多くすることにより、距離分解能を0.1mm/画素以下にすることができ、超精密測定が可能となった。

このようにこの発明は、半導体デバイス、フィルタ、振動子等のデバイスの微細化した外観検査には最適なものであり、その技術的效果は大である。

請 求 の 範 囲

1. ほぼ中央にカメラを配置する或いはオペレータの目を配するための開口部が形成された照明用フレームと、

この照明用フレームの開口部の周囲に配列された多数個の輝度制御可能な発光素子と、

前記各発光素子の輝度を選択的に制御することができる照明用制御部とを具備することを特徴とするデバイス外観検査用照明器。

2. 前記発光素子はLED発光素子である請求項1に記載のデバイス外観検査用照明器。

3. ほぼ中央にカメラを配置する或いはオペレータの目を配するための開口部が形成された照明用フレームと、この照明用フレームの開口部の周囲に配列された多数個の輝度制御可能な発光素子と、前記各発光素子の輝度を選択的に制御することができる照明用制御部とを具備するデバイス外観検査用照明器と、

被試験デバイスを撮像し、その撮像画面を多数の画素データに変換して出力するカメラと、

このカメラから入力された画素データを処理して画像データに変換する画像処理部と、

予め設定された検査項目に従って被試験デバイスの外観を計測する演算処理部と、

前記画像処理部から入力される画像データに応じた画像を表示する表示装置とを具備することを特徴とするデバイス外観自動検査装置。

