

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114242

(P2015-114242A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 R 31/26 (2014.01)	G O 1 R 31/26 Z	2 G O O 3
H O 1 L 21/60 (2006.01)	H O 1 L 21/60 3 O 1 D	5 F O 4 4
	H O 1 L 21/60 3 O 1 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-257352 (P2013-257352)	(71) 出願人	000146722
(22) 出願日	平成25年12月12日 (2013.12.12)		株式会社新川
			東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1
		(74) 代理人	100079108
			弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(74) 代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
		(74) 代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(72) 発明者	吉村 敏郎
			東京都武蔵村山市伊奈平2丁目51番地の1 株式会社 新川内

最終頁に続く

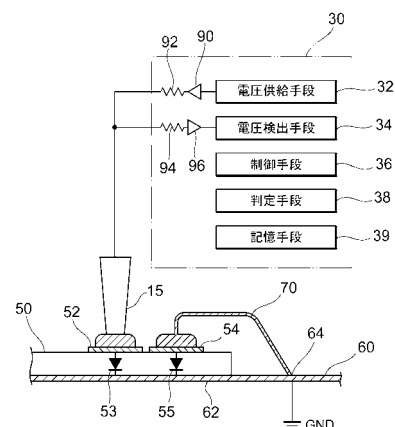
(54) 【発明の名称】 ワイヤボンディングの検査方法及びワイヤボンディングの検査装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ボンディングの良否を効率良く判定すること。

【解決手段】 先端からワイヤの一部が延出しているボンディングツール15を、半導体デバイスの電極52に向かって下降させ、(b)ワイヤの一部を、半導体デバイスの所定電極にボンディングし、(c)ボンディングツールの先端からワイヤを繰り出しながらボンディングツールの所定の軌跡に沿って移動させ、先端から延出されたワイヤの一部を、リードフレーム60のリード部分の上方まで移動する。それからワイヤの一部を、リードフレームのリード部分にボンディングし、ワイヤを切断する。そして、(b)、(c)のときにワイヤに、半導体デバイスの基板部分とボンディングしようとする所定電極との間のダイオード53に相当する部分に逆極性の印加電圧を供給し、印加電圧とリードフレームの基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することによってボンディングの良否を検査する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基準電位に設定されたリードフレームと、該リードフレームに搭載された半導体デバイスとをワイヤによって電氣的に接続するワイヤボンディングの検査方法であって、

(a) 先端からワイヤの一部が延出しているボンディングツールを、前記半導体デバイスの複数の電極のうちの所定電極に向かって下降させること、

(b) 前記ワイヤの一部を、前記半導体デバイスの前記所定電極にボンディングすること

、
(c) 前記ボンディングツールの先端から前記ワイヤを繰り出しながら前記ボンディングツールを所定の軌跡に沿って移動させて、前記ボンディングツールの先端から延出された前記ワイヤの一部を、前記リードフレームのリード部分の上方まで移動させること、

(d) 前記ワイヤの一部を、前記リードフレームの前記リード部分にボンディングすること、

(e) 前記ワイヤを切断すること

を含み、

前記検査方法は、さらに、(f) 前記(b)及び/又は前記(c)のときに、前記ワイヤに、前記半導体デバイスの基板部分とボンディングしようとする前記所定電極との間のダイオードに相当する部分に順方向に電流が流れる向きの電圧とは逆極性の印加電圧を供給することを含み、

前記(f)において、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することによってボンディング良否を検査することを特徴とするワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 2】

前記(f)は、前記(b)のときに、前記ワイヤの一部が、ボンディングしようとする前記所定電極に隣接する他の電極及び/又はデフォームドボールに接触したときの、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを含む、請求項 1 記載のワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 3】

前記(f)は、前記(c)のときに、前記ボンディングツールの先端から繰り出された前記ワイヤの一部が、ボンディングしようとする前記所定電極に隣接する他の電極に電氣的に接続された他のワイヤに接触したときの、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを含む、請求項 1 又は 2 記載のワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 4】

前記(f)は、前記(d)のボンディング直前の所定期間に、前記ワイヤに前記印加電圧を供給することを含む、請求項 3 記載のワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 5】

前記(f)は、前記所定期間よりも前の期間に、前記ワイヤに前記ダイオードに相当する部分に順方向に電流が向きの電圧と同極性の印加電圧を供給することを含む、請求項 4 記載のワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 6】

前記基準電位は接地電位である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のワイヤボンディングの検査方法。

【請求項 7】

基準電位に設定されたリードフレームと、該リードフレームに搭載された半導体デバイスとをワイヤによって電氣的に接続するワイヤボンディングの検査装置であって、

前記ワイヤボンディングは、

(a) 先端からワイヤの一部が延出しているボンディングツールを、前記半導体デバイスの複数の電極のうちの所定電極に向かって下降させること、

(b) 前記ワイヤの一部を、前記半導体デバイスの前記所定電極にボンディングすること

、

(c) 前記ボンディングツールの先端から前記ワイヤを繰り出しながら前記ボンディングツールを所定の軌跡に沿って移動させて、前記ボンディングツールの先端から延出された前記ワイヤの一部を、前記リードフレームのリード部分の上方まで移動させること、

(d) 前記ワイヤの一部を、前記リードフレームの前記リード部分にボンディングすること、

(e) 前記ワイヤを切断すること

によって行われ、

前記検査装置は、

前記ワイヤに印加電圧を供給する電圧供給手段と、

10

前記ワイヤを介して流れる電流に基づく電圧値を検出する電圧検出手段と

を備え、

前記電圧供給手段は、前記(b)及び/又は前記(c)のときに、前記ワイヤに、前記半導体デバイスの基板部分とボンディングしようとする前記所定電極との間のダイオードに相当する部分に順方向に電流が流れる向きの電圧とは逆極性の印加電圧を供給するように構成され、

前記電圧検出手段は、ボンディング良否を検査するために、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを特徴とする、ワイヤボンディングの検査装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤボンディングの検査方法及びワイヤボンディングの検査装置に関する

。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造方法において、半導体デバイスとリードフレームとをワイヤによって電氣的に接続するワイヤボンディングが広く用いられている。ワイヤボンディングにおいては、ワイヤが、半導体デバイスの所望の電極とリードフレームの所望のリードとの間を確実に電氣的にしているか否かを検査することが求められる。従来、このような検査方法としては、ワイヤボンディング工程を全て終えた後に、半導体装置を画像処理することによって行われることが一般的であった。

30

【0003】

しかしながら、このような画像処理による検査方法は、ボンディング良否を視覚的に判定することとなるため、検査工程に多くの時間と労力を要する場合があります。その上、ボンディング良否を確実に容易に判定することができない場合があった。また、ワイヤボンディング工程を全て終えた後に検査を行うことから、ワイヤボンディング途中に発生したボンディング不良は発見することができず、結果的に、無駄なワイヤボンディングを行ってしまっている場合もあり、製造効率が良いとは言えなかった。

【0004】

40

この点、例えば、ワイヤボンディングを行いながらボンディング良否を検査する手法として、ワイヤボンディング工程中にワイヤに所定の電圧を印加し、半導体デバイスの電極に接続されたワイヤの一部(デフォームドボール)が、電極から剥がれてしまったときに生じる電圧の変化を検出することによって、ボンディング不良を発見する手法が知られている(特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭63-84132号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に記載された発明の検査方法は、ワイヤが電極から剥がれているか否かを判定することができるだけであり、例えば、デフォームドボールが隣接する他の電極と短絡していたり、ワイヤが隣接する他のワイヤと短絡していたりなど、ボンディング不良の発生を広く網羅的に判定することには対応できていない。

【0007】

特に、近年の半導体デバイスの高集積化かつ小型化に伴い、電極間のピッチもより狭くなってきていることに鑑みると、ワイヤが、ボンディングしようとする電極に隣接する他の電極や他のワイヤ等と短絡することに伴うボンディング不良の発生は無視できなくなっ

10

【0008】

そこで、本発明は、上記した課題を解決することができるワイヤボンディングの検査方法及びワイヤボンディングの検査装置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】

【0009】

本発明の一態様に係るワイヤボンディングの検査方法は、基準電位に設定されたリードフレームと、該リードフレームに搭載された半導体デバイスとをワイヤによって電気的に接続するワイヤボンディングの検査方法であって、(a)先端からワイヤの一部が延出しているボンディングツールを、前記半導体デバイスの複数の電極のうちの所定電極に向かって下降させること、(b)前記ワイヤの一部を、前記半導体デバイスの前記所定電極にボンディングすること、(c)前記ボンディングツールの先端から前記ワイヤを繰り出しながら前記ボンディングツールを所定の軌跡に沿って移動させて、前記ボンディングツールの先端から延出された前記ワイヤの一部を、前記リードフレームのリード部分の上方まで移動させること、(d)前記ワイヤの一部を、前記リードフレームの前記リード部分にボンディングすること、(e)前記ワイヤを切断することを含み、前記検査方法は、さらに、(f)前記(b)及び/又は前記(c)のときに、前記ワイヤに、前記半導体デバイスの基板部分とボンディングしようとする前記所定電極との間のダイオードに相当する部分に順方向に電流が流れる向きの電圧とは逆極性の印加電圧を供給することを含み、前記(f)において、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することによってボンディング良否を検査することを特徴とする。

20

30

【0010】

上記構成によれば、ワイヤボンディング工程のときに、ワイヤに供給した印加電圧に対する検出電圧値の変化を検出することによってボンディング良否を検査する。したがって、ボンディング良否を効率良く判定することができる。また、電圧値の変化を検出することによってワイヤの短絡や接触不良などの様々な態様のワイヤボンディング不良を検査することができるので、ボンディング良否を容易かつ確実に判定することができる。

【0011】

上記ワイヤボンディングの検査方法において、前記(f)は、前記(b)のときに、前記ワイヤの一部が、ボンディングしようとする前記所定電極に隣接する他の電極及び/又はデフォームドボールに接触したときの、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを含んでもよい。

40

【0012】

上記ワイヤボンディングの検査方法において、前記(f)は、前記(c)のときに、前記ボンディングツールの先端から繰り出された前記ワイヤの一部が、ボンディングしようとする前記所定電極に隣接する他の電極に電気的に接続された他のワイヤに接触したときの、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを含んでもよい。

【0013】

50

上記ワイヤボンディングの検査方法において、前記（f）は、前記（d）のボンディング直前の所定期間に、前記ワイヤに前記印加電圧を供給することを含んでもよい。

【0014】

上記ワイヤボンディングの検査方法において、前記（f）は、前記所定期間よりも前の期間に、前記ワイヤに前記ダイオードに相当する部分に順方向に電流が流れる向きの電圧と同極性の印加電圧を供給することを含んでもよい。

【0015】

上記ワイヤボンディングの検査方法において、前記基準電位は接地電位であってもよい。

【0016】

本発明の一態様に係るワイヤボンディングの検査装置は、基準電位に設定されたリードフレームと、該リードフレームに搭載された半導体デバイスとをワイヤによって電氣的に接続するワイヤボンディングの検査装置であって、前記ワイヤボンディングは、（a）先端からワイヤの一部が延出しているボンディングツールを、前記半導体デバイスの複数の電極のうちの所定電極に向かって下降させること、（b）前記ワイヤの一部を、前記半導体デバイスの前記所定電極にボンディングすること、（c）前記ボンディングツールの先端から前記ワイヤを繰り出しながら前記ボンディングツールを所定の軌跡に沿って移動させて、前記ボンディングツールの先端から延出された前記ワイヤの一部を、前記リードフレームのリード部分の上方まで移動させること、（d）前記ワイヤの一部を、前記リードフレームの前記リード部分にボンディングすること、（e）前記ワイヤを切断することによって行われ、前記検査装置は、前記ワイヤに印加電圧を供給する電圧供給手段と、前記ワイヤを介して流れる電流に基づく電圧値を検出する電圧検出手段とを備え、前記電圧供給手段は、前記（b）及び／又は前記（c）のときに、前記ワイヤに、前記半導体デバイスの基板部分とボンディングしようとする前記所定電極との間のダイオードに相当する部分に順方向に電流が流れる向きの電圧とは逆極性の印加電圧を供給するように構成され、前記電圧検出手段は、ボンディング良否を検査するために、前記印加電圧と前記リードフレームの前記基準電位との間の電位差に応じて流れる電流に基づく電圧値を検出することを特徴とする。

【0017】

上記構成によれば、ワイヤボンディング工程のときに、ワイヤに供給した印加電圧に対する検出電圧値の変化を検出することによってボンディング良否を検査する。したがって、ボンディング良否を効率良く判定することができる。また、電圧値の変化を検出することによってワイヤの短絡や接触不良などの様々な態様のワイヤボンディング不良を検査することができるので、ボンディング良否を容易かつ確実に判定することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、ワイヤボンディング工程のときに、ワイヤに供給した印加電圧に対する検出電圧値の変化を検出することによってボンディング良否を検査する。したがって、ボンディング良否を効率良く判定することができる。また、電圧値の変化を検出することによってワイヤの短絡や接触不良などの様々な態様のワイヤボンディング不良を検査することができるので、ボンディング良否を容易かつ確実に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本実施形態に係るワイヤボンディング装置の構成図である。

【図2】図2は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査装置を示す図である。

【図3】図3は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法を示すフローチャートである。

【図4】図4（A）～（D）は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法を説明するための図である。

【図5】図5は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法を説明するための図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 6】図 6 は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法を説明するための図である。

【図 7】図 7 (A) ~ (E) は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法に関するタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本願発明の技術的範囲を当該実施の形態に限定して解すべきではない。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 は、本実施形態に係るボンディング装置の構成図である。本実施形態に係るワイヤボンディング装置は、ワイヤボンディング工程を実施するために用いられる装置であり、一例として、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査装置 3 0 を備えている。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、本実施形態に係るワイヤボンディング装置 1 は、制御装置 1 0、基台 1 1、X Y テーブル 1 2、ボンディングヘッド 1 3、トーチ電極 1 4、キャピラリ 1 5、超音波ホーン 1 6、ワイヤクランプ 1 7、ワイヤテンショナ 1 8、回転スプール 1 9、ボンディングステージ 2 0、ヒータ 2 1、検査装置 3 0、操作部 4 0、ディスプレイ 4 1、およびカメラ 4 2 等を備えて構成される。

20

【 0 0 2 3 】

以下の実施形態では、ボンディング対象となる半導体デバイス（例えば半導体ダイ）やリードフレームに平行な平面を X Y 平面とし、X Y 平面に垂直な方向を Z 方向とする。キャピラリ 1 5 の先端位置は、X 座標、Y 座標、および Z 座標で表される空間座標 (X , Y , Z) で特定される。

【 0 0 2 4 】

基台 1 1 は、X Y テーブル 1 2 を摺動可能に載置して構成されている。X Y テーブル 1 2 は、制御装置 1 0 からの駆動信号に基づいてキャピラリ 1 5 を X Y 平面で所定の位置に移動可能な移動装置である。

30

【 0 0 2 5 】

ボンディングヘッド 1 3 は、制御装置 1 0 からの駆動信号に基づいて超音波ホーン 1 6 を Z 方向に移動可能に保持する移動装置である。ボンディングヘッド 1 3 は軽量の低重心構造を備えており、X Y テーブル 1 2 の移動に伴って発生する慣性力によるキャピラリ 1 5 の動きを抑制可能に構成されている。

【 0 0 2 6 】

超音波ホーン 1 6 は、末端から先端にかけて、末端部、フランジ部、ホーン部、および先端部の各部で構成された棒状部材である。末端部は、制御装置 1 0 からの駆動信号に応じて振動する超音波発振器 1 6 1 が配置されている。フランジ部は超音波振動の節となる位置でボンディングヘッド 1 3 に共振可能に取り付けられている。ホーン部は、末端部の径に比べて長く延在するアームであり、超音波発振器 1 6 1 による振動の振幅を拡大して先端部に伝える構造を備えている。先端部はキャピラリ 1 5 を交換可能に保持する取付部となっている。超音波ホーン 1 6 は全体として超音波発振器 1 6 1 の振動に共鳴する共振構造を備えており、共振時の振動の節に超音波発振器 1 6 1 およびフランジが位置し、振動の腹にキャピラリ 1 5 が位置するような構造に構成されている。これらの構成により、超音波ホーン 1 6 は電氣的な駆動信号を機械的な振動に変換するトランスデューサとして機能する。

40

【 0 0 2 7 】

キャピラリ 1 5 は、ワイヤボンディングに用いられるボンディングツールである。キャピラリ 1 5 には、挿通穴が設けられており、ボンディングに使用するワイヤ w が挿通され

50

繰り出し可能に構成されている。キャピラリ 15 はバネ力等により交換可能に超音波ホーン 16 に取り付けられている。

【0028】

ワイヤクランパ 17 は、制御装置 10 の制御信号に基づいて開閉動作を行う電磁石構造を備えており、所定のタイミングでワイヤ w を把持したり解放したりすることが可能なように構成されている。

【0029】

ワイヤテンショナ 18 は、ワイヤ w を挿通し、制御装置 10 の制御信号に基づいてワイヤ w に対する張力を自在に変更することにより、ボンディング中のワイヤ w に適度な張力を与えることが可能に構成されている。

10

【0030】

回転スプール 19 は、ワイヤ w が巻き回されたリールを交換可能に保持しており、ワイヤテンショナ 18 を通じて及ぼされる張力に応じてワイヤ w を繰り出すように構成されている。なお、ワイヤ w の材料は、加工の容易さと電気抵抗の低さから選択される。通常、金 (Au) やアルミニウム (Al) や銅 (Cu) 等が用いられる。

【0031】

トーチ電極 14 は、図示しない放電安定化抵抗を介して図示しない高電圧電源に接続されており、制御装置 10 からの制御信号に基づいてスパーク (放電) を発生し、スパークの熱によってキャピラリ 15 の先端から繰り出されているワイヤ w の先端にボールを形成可能に構成されている。また、トーチ電極 14 の位置は固定されており、放電時にはキャピラリ 15 がトーチ電極 14 から所定の距離まで接近し、ワイヤ w の先端とトーチ電極 14 との間で適度なスパークを発生するようになっている。

20

【0032】

ボンディングステージ 20 は、ボンディング対象となる半導体デバイス 50 およびリードフレーム 60 を加工面に載置するステージである。ボンディングステージ 20 の加工面の下部にはヒータ 21 が設けられており、半導体デバイス 50 およびリードフレーム 60 をボンディングに適する温度にまで加熱可能に構成されている。

【0033】

検査装置 30 は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法に用いられる装置である。検査装置 30 と制御装置 10 との間は、一方が他方の機能を作動又は停止させることができるよう信号の送受信が可能なように構成されている。

30

【0034】

操作部 40 は、トラックボール、ジョイスティック、タッチパネル等の入力手段を備え、オペレータの操作内容を制御装置 10 に出力する入力装置である。カメラ 42 は、ボンディングステージ 20 の加工面に載置された半導体デバイス 50 やリードフレーム 60 を撮影可能に構成されている。ディスプレイ 41 は、カメラ 42 で撮像された画像をオペレータに視認可能な所定の倍率で表示するようになっている。オペレータはディスプレイ 41 に表示される半導体デバイス 50 の電極やリードフレーム 60 を観察しながら操作部 40 を操作してキャピラリ 15 の軌跡を設定していく。

【0035】

制御装置 10 は、所定のソフトウェアプログラムに基づき当該ワイヤボンディング装置 1 を制御する各種制御信号を出力可能に構成されている。具体的には、制御装置 10 は限定のない例示として以下の制御を行う。

40

【0036】

(1) 図示しない位置検出センサからの検出信号に基づいてキャピラリ 15 の先端の空間位置 (X, Y, Z) を特定し、上記プログラムにより規定される空間位置へキャピラリ 15 を移動させる駆動信号を XY テーブル 12 およびボンディングヘッド 13 に出力すること。

【0037】

(2) ボンディング点へのボンディング時に超音波振動を発生させる制御信号を超音波

50

ホーン 16 の超音波発振器 161 に出力すること。

【0038】

(3) 上記プログラムにより規定されるワイヤ w の繰り出し量が、所定量となるようにワイヤクランプ 17 の開閉動作を制御する制御信号を出力すること。具体的にワイヤ w を繰り出す際にはワイヤクランプ 17 を解放状態とし、ワイヤ w に屈曲点を形成する場合または切断する場合にはワイヤクランプ 17 を拘束状態とする。

【0039】

(4) ワイヤ w の先端にボールを形成する時にトーチ電極 14 に放電させるための制御信号を出力すること。

(5) カメラ 42 からの画像をディスプレイ 41 に出力すること。

10

(6) 操作部 40 の操作内容に基づいてボンディング点、屈曲点等の空間座標を特定すること。

【0040】

なお、上記ボンディング装置 1 の構成は例示であり、上記に限定されない。例えば、X 方向、Y 方向、または Z 方向に移動させる移動装置はボンディングステージ 20 側に設けてもよく、またボンディング装置 1 側およびボンディングステージ 20 側の双方に設けてもよい。

【0041】

図 2 は、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査装置を説明するための図である。この検査装置 30 は、半導体デバイス 50 とリードフレーム 60 とを電氣的に接続するためのワイヤボンディングが正常に行われたか否か（ボンディング良否）を検査するものである。

20

【0042】

半導体デバイス 50 の一方の面には、複数の電極 52, 54 が形成されている。一般的に、半導体デバイス 50 は、それぞれの電極ごとに極性を有している。例えば、半導体デバイス 50 の基板部分が n 型基板からなり、電極 52, 54 が p 型不純物領域上に形成された場合、半導体デバイス 50 は全体としてみると、基板側をカソードとし、電極側をアノードとしたダイオード 53, 55 に相当する部分（以下、単に「ダイオード」という。）を備えていることになる。

【0043】

30

リードフレーム 60 は、例えば銅などの金属からなる導電性フレームである。リードフレーム 60 は、ダイパッド 62 と、複数のインナーリード 64 と、複数のアウターリード（図 2 では省略してある。）との各部分を含み、それらの各部分は製造工程の段階（少なくともワイヤボンディング工程の段階）においては一体的に形成されて相互に電氣的に接続された状態となっている。また、リードフレーム 60 はボンディングステージ（加工台）20 に載置されており、少なくともワイヤボンディング工程中においては基準電位（例えば接地電位 GND）に設定されている。

【0044】

半導体デバイス 50 は、導電性接着剤（図示しない）を介して、リードフレーム 60 のダイパッド 62 にダイボンディングされており、半導体デバイス 50 の基板部分（半導体デバイス 50 の裏面）は、リードフレーム 60 と実質的に同電位となっている。ワイヤボンディング工程においては、半導体デバイス 50 の複数の電極と、リードフレーム 60 の複数のインナーリードとが相互に複数のワイヤによって結線され、一般的には、図 2 に示すように 1 つの電極 54 と 1 つのインナーリード 64 とが 1 つのワイヤ 70 によって電氣的に接続される。

40

【0045】

本実施形態に係るワイヤボンディングの検査装置 30 は、電圧供給手段 32 と、電圧検出手段 34 と、制御手段 36 と、判定手段 38 と、記憶手段 39 とを備える。

【0046】

電圧供給手段 32 は、バッファ 90 及び電流制限抵抗 92 を介して、キャピラリ 15 に

50

よって保持されたワイヤwに印加電圧を供給するよう構成されている。電圧供給手段32は、直流電源を有する。すなわち、電圧供給手段32は、半導体デバイス50の基板部分とボンディングしようとする所定の電極52との間に形成されるダイオード53の極性に応じて、ワイヤwに正電圧又は負電圧を供給する。

【0047】

電圧検出手段34は、電圧供給手段32の印加電圧に応じて、電流制限抵抗94及びバッファ96を介して、キャピラリ15によって保持されたワイヤwから流れる電流に基づく電圧値を検出するよう構成されている。

【0048】

制御手段36は、電圧供給手段32の印加電圧の電圧値（正負の向きや大きさ）及び印加電圧の供給タイミングなどを制御するよう構成されている。制御手段36は、制御装置10によるワイヤボンディングの処理に連動して、予め決められたプログラムに基づいて電圧供給手段32の動作を制御する。なお、印加電圧の電圧値や印加電圧の供給タイミングの初期設定は、装置操作者による手入力によって行うことができる。

【0049】

判定手段38は、電圧検出手段34によって検出された電圧値に基づいて、ワイヤボンディングの処理が正常に行われたか否か（ボンディング良否）を判定するよう構成されている。具体的には、判定手段38は、電圧供給手段32からの印加電圧に関するデータ、電圧検出手段34からの検出電圧に関するデータ、及び、ワイヤボンディングを制御する制御装置10からのワイヤボンディングの処理に関するデータ（例えばキャピラリ15のZ位置及び時間の各データ）に基づいて、ボンディング良否を判定する。判定手段38による判定結果は、例えばディスプレイ（図示しない）に表示することによって装置操作者が視認できるように構成されていてもよい。また、判定手段38による判定結果のデータは、ワイヤボンディングを制御する制御装置10へ送信され、この判定結果のデータに基づいて、制御装置10がワイヤボンディング工程を継続又は停止するように構成されていてもよい。

【0050】

記憶手段39は、検査装置30の上記各手段のデータを格納するものである。例えば、記憶手段39に格納されたデータに基づいて、制御手段32による制御が行われてもよい。例えば、ダイオードの極性が同じタイプの半導体デバイスごとに、電圧供給手段32の印加電圧の電圧値（正負の向きや大きさ）及び印加電圧の供給タイミングなどのデータを記憶手段39に予め格納しておき、このような事前データを用いてワイヤボンディングの検査を行ってもよい。

【0051】

次に、本実施形態に係るワイヤボンディングの検査方法について説明する。以下の例では、上記したワイヤボンディング装置1を使用してワイヤボンディングの検査を行う。

【0052】

まず、ワイヤボンディング装置1の基本的な動作について説明する。

【0053】

最初にすべきことは、制御装置10に、ワイヤwの形状（始点、屈曲点、終点等）を規定するキャピラリ15の先端の軌跡を設定点として記録することである。ボンディングステージ20には、ボンディング対象物、例えば、半導体デバイス50およびリードフレーム60が載置される。ワイヤボンディング始点は、半導体デバイス50の電極52であり、終点はリードフレーム60のインナーリード65である。またワイヤwを拘束した状態でキャピラリ15の移動方向を変更する設定点を記録することにより、屈曲点を含んだループが形成される。

【0054】

オペレータはカメラ42で撮像された画像をディスプレイ41にて観察しながら操作部40を操作して、設定点の空間座標を記録していく。具体的には、操作部40から座標情報を入力したりディスプレイ41に表示されるマーカを所望の点に位置させて入力したり

することで、その点の X 座標および Y 座標を記録する。基準面（例えばリードフレーム 60 の表面）からの Z 方向の変位を操作部 40 から数値入力することで、Z 座標を記録する。

【0055】

ボンディング対象となる総てのワイヤ w に対して上記設定点の空間座標の記録を行ってからボンディング動作を開始させる。制御装置 10 は、記録された設定点の順番に従ってキャピラリ 15 を、半導体デバイス 50 およびリードフレーム 60 に対して相対的に移動させ、ワイヤクランパ 17 による解放および把持を繰り返しながら記録された軌跡に沿ってキャピラリ 15 を移動させてボンディング動作を実行する。

【0056】

図 3 ~ 図 7 は、本実施形態のワイヤボンディングの検査方法を説明するための図である。ここで、図 3 は、ワイヤボンディングの検査方法についてのフローチャートであり、図 4 (A) ~ (D) はワイヤボンディングが正常に行われた場合の一例を示し、図 5 及び図 6 はワイヤボンディング不良が発生した場合の一例を示したものである。

【0057】

また、図 7 (A) ~ (E) は、ワイヤボンディングの検査方法についてのタイミングチャートである。具体的には、図 7 (A) がボンディングツール（すなわちキャピラリの先端の Z 位置）の軌跡を示し、図 7 (B) が電圧供給手段の印加電圧を示し、図 7 (C) ~ (E) が電圧検出手段の検出電圧を示したものである。ここで、図 7 (C) はワイヤボンディングが正常に行われた場合のタイミングチャートであり、図 7 (D) 及び (E) はワイヤボンディング不良が発生した場合のタイミングチャートである。なお、図 7 (D) 及び (E) においては、ワイヤボンディング不良が発生した時間以降、ワイヤボンディング工程を停止することなく継続した場合の検出電圧値を図示している。

【0058】

以下、これらの図 3 ~ 図 7 を参照しつつ、本実施形態のワイヤボンディングの検査方法の一例について説明する。以下においては、リードフレーム 60 の基準電位を接地電位 (GND) とし、半導体デバイス 50 の基板部分とボンディングしようとする電極 52 との間に基板側をカソードとし、電極側をアノードとしたダイオード 53 が形成されている場合を例に説明する。なお、図 3 のフローチャート中に記載された時間 $t_0 \sim t_9$ は、図 7 (A) ~ (E) の横軸の時間 $t_0 \sim t_9$ に対応している。

【0059】

< 時間 t_0 から t_1 まで >

図 3 に示すように、まず、ワイヤ w の先端にボールを形成する (S11)。すなわち、キャピラリ 15 の先端から延出したワイヤの一部を所定の高電圧に印加されたトーチ電極 14 (図 1 参照) に近づけて、当該ワイヤの一部とトーチ電極 14 との間で放電が発生させる。こうして、図 4 (A) に示すように、当該ワイヤの先端が表面張力によって溶融したフリーエアボール 81 を形成する。ワイヤ w の先端にフリーエアボール 81 を形成したら、キャピラリ 15 を、これからボンディングしようとする半導体デバイス 50 の電極 52 に向かって下降させる。

【0060】

図 7 (B) に示すように、時間 t_0 から t_1 までの期間において、電圧供給手段 32 は、キャピラリ 15 に保持されたワイヤ w に印加電圧 + V を供給する。すなわち、半導体デバイス 50 における、これからボンディングしようとする電極 52 に対応するダイオード 53 に順方向に電流が流れる向きの電圧と同極性である正電圧を供給する。この場合、ワイヤ w は電極 52 はもとより他の導電部材とは電氣的に導通していない状態であるから、図 7 (C) ~ (E) に示すように、電圧検出手段 34 は、印加電圧 + V と同様、検出電圧 + V を検出することになる。

【0061】

なお、本実施形態においては、図 4 (A) に示すように、時間 t_0 よりも前において、半導体デバイス 50 の他の電極 54 (電極 52 に隣接する電極) が、ワイヤ 70 を介して

10

20

30

40

50

リードフレーム 60 と電氣的に接続されており、これにより半導体デバイス 50 の電極 54 が GND に接続された状態となっている。これによって、仮に、ワイヤ w が、電極 54、デフォームドボール 72 及びワイヤ 70 のいずれかに接触した場合には、ワイヤ w から GND の向き又は GND からワイヤ w の向きに電流が流れ得ようになっている。

【0062】

< 時間 t1 から t3 まで >

次に、図 3 に示すように、第 1 ボンディングを行う (S12)。第 1 ボンディングのボンディング地点は、半導体デバイス 50 の電極 52 である。キャピラリ 15 が下降することによって、時間 t1 においてフリーエアボール 81 が電極 52 に当接し始め、その後時間 t2 から t3 にかけて、フリーエアボール 81 が、キャピラリ 15 に付与されている荷重によりさらに変形する。なお、フリーエアボール 81 が第 1 ボンディングのボンディング地点でボンディングされた後は、フリーエアボール 81 はデフォームドボール 82 になる。このとき、制御装置 10 は超音波ホーン 16 に制御信号を供給して超音波発振器 161 に超音波振動を発生させ、超音波ホーン 16 及びキャピラリ 15 を介して、デフォームドボール 82 に超音波振動を加える。また、半導体デバイス 50 の電極 52 は、ヒータ 21 により所定の熱が加えられているので、デフォームドボール 82 に加えられている荷重、超音波振動、及びヒータ 21 により加えられている熱の相互作用によって、デフォームドボール 82 が電極 52 にボンディングされる。

【0063】

図 7 (B) に示すように、時間 t1 から t3 までの期間、電圧供給手段 32 は、ワイヤ w に印加電圧 -V1 を供給する。すなわち、半導体デバイス 50 における、これからボンディングしようとする電極 52 に対応するダイオード 53 に順方向に電流が流れる向きの電圧とは逆極性である負電圧を供給する。そして、本期間において、ボンディング不良が発生していないかどうかを判定するための、第 1 の態様によるボンディング良否の検査を行う (S13)。

【0064】

(ボンディングが正常である場合)

図 4 (B) に示すように、デフォームドボール 82 が、ボンディングしようとする電極 52 に正確にボンディングされた場合、印加電圧 -V1 と GND との間の電位差により、ダイオード 53 に逆方向のバイアスが加えられるので、ダイオード 53 を介して電流が流れることはない。またそれ以外に電流が流れる経路は存在していない。したがって、図 7 (C) に示すように、時間 t1 から t3 までの期間において、電圧検出手段 34 は、印加電圧と同一の電圧値 -V1 を検出することになる。こうして、判定手段 38 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t1 から t3 までの期間のワイヤボンディング工程が正常に行われたことを判定する。

【0065】

(ボンディング不良が発生した場合)

他方、図 5 に示すように、デフォームドボール 82 が、ボンディングしようとする電極 52 から XY 位置がずれてボンディングされ、これによって、デフォームドボール 82 が隣接する電極 54 及び / 又はデフォームドボール 72 に接触した場合、印加電圧 -V1 と GND との間の電位差により、GND からワイヤ 70 を介してキャピラリ 15 に保持されたワイヤ w に電流 I1 が流れる。したがって、図 7 (D) に示すように、電圧検出手段 34 は、時間 t2 から t3 までの期間において、電流 I1 に基づく電圧値 0V を検出することになる。こうして、判定手段 38 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t2 から t3 までの期間にボンディング不良が発生したことを判定する。

【0066】

なお、時間 t1 から t2 までの期間は、未だ第 1 ボンディングし始めの期間であり、デフォームドボール 82 に荷重が十分に加えられる前の段階である。したがって、判定手段 38 は、時間 t2 から t3 の期間 (すなわち、デフォームドボール 82 に荷重が加えられている期間) における検出電圧値に基づいて、ボンディング良否を判定することが好まし

い。

【 0 0 6 7 】

図 3 に示すように、ボンディング良否の検査の結果、ボンディング不良が発生したと判定された場合 (S 1 3 Y E S) には、検査装置 3 0 は、制御装置 1 0 に対して、ワイヤボンディングの処理を一旦停止するよう命令する。こうして、ボンディング不良が発生した半導体デバイス 5 0 は、ワイヤボンディングの製造ラインから外されて例えば廃棄されてもよい。制御装置 1 0 は、検査装置 3 0 からのボンディング不良があったことを示す信号を受信したことに基づいて、直ちにワイヤボンディングの処理を停止してもよいし、あるいは、直ちに停止しなくてもその後のいずれかのタイミング (例えば、処理中の電極 5 2 に対する一連のワイヤボンディング工程を終えるタイミング (時間 t_9 以降)) にワイヤボンディングの処理を停止してもよい。他方、ボンディングが正常に行われたと判定された場合 (S 1 3 N O) には、その後のワイヤボンディングの工程が続行される。

10

【 0 0 6 8 】

< 時間 t_3 から t_5 まで >

次に、図 3 に示すように、ワイヤ w を、第 2 ボンディング地点であるリードフレーム 6 0 のインナーリード 6 5 に向けてループする (S 1 4)。具体的には、ワイヤクランプ 1 7 を開放状態にしてキャピラリ 1 5 の先端からワイヤ w を繰り出しながら、キャピラリ 1 5 を第 1 ボンディング地点である電極 5 2 から上昇させ、その後、キャピラリ 1 5 をリードフレーム 6 0 のインナーリード 6 5 に向かって所定の軌跡に沿って移動させる。キャピラリ 1 5 が描く所定の軌跡は、例えば図 7 (A) の時間 t_3 から t_5 のチャートを参照することができる。

20

【 0 0 6 9 】

図 7 (B) に示すように、時間 t_3 から t_5 までの期間、電圧供給手段 3 2 は、ワイヤ w に印加電圧 $+V$ を供給する。すなわち、半導体デバイス 5 0 における、ボンディング済みの電極 5 2 に対応するダイオード 5 3 に順方向に電流が流れる向きの電圧と同極性である正電圧を供給する。そして、本期間において、ボンディング不良が発生していないかどうかを判定するための、第 2 の態様によるボンディング良否の検査を行う (S 1 5)。

【 0 0 7 0 】

(ボンディングが正常である場合)

時間 t_3 から t_5 までワイヤ w をループさせる期間において、デフォームドボール 8 2 と電極 5 2 とが電氣的に接続された状態が維持されていれば、印加電圧 $+V_1$ と GND との間の電位差により、ダイオード 5 3 に順方向のバイアスが加えられるので、ワイヤ w からダイオード 5 3 を介して GND の方向に電流が流れる。したがって、図 7 (C) に示すように、時間 t_3 から t_5 までの期間において、電圧検出手段 3 4 は上記電流に基づく電圧値 0 V を検出することになる。こうして、判定手段 3 8 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t_3 から t_5 までの期間のワイヤボンディング工程が正常に行われたことを判定する。

30

【 0 0 7 1 】

(ボンディング不良が発生した場合)

他方、時間 t_3 から t_5 までワイヤ w をループさせる期間において、デフォームドボール 8 2 が電極 5 2 から剥離してしまうと、ワイヤ w は電極 5 2 とは電氣的に導通していない状態となるから、電圧検出手段 3 4 は、印加電圧 $+V$ と同様、検出電圧 $+V$ を検出することになる (図示しない)。こうして、判定手段 3 8 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t_3 から t_5 までの期間 (少なくとも時間 t_4 から t_5 までの期間) にボンディング不良が発生したことを判定する。

40

【 0 0 7 2 】

図 3 に示すように、ボンディング良否の結果、ボンディング不良が発生したと判定された場合 (S 1 5 Y E S) には、検査装置 3 0 は、制御装置 1 0 に対して、ワイヤボンディングの処理を一旦停止するよう命令する。なお、制御装置 1 0 によるワイヤボンディングの処理の停止のタイミングについては、時間 t_1 から t_3 までの期間での説明と同様で

50

ある。他方、ボンディングが正常に行われたと判定された場合（S 1 5 N O）には、その後のワイヤボンディングの工程が続行される。

【0 0 7 3】

< 時間 t 5 から t 6 まで >

次に、図 3 に示すように、第 2 ボンディング直前の状態に移行する（S 1 6）。すなわち、図 4（C）に示すように、キャピラリ 1 5 を操作することによって、ワイヤ w の一部（キャピラリ 1 5 の先端から延出した一部）を、第 2 ボンディング地点であるリードフレーム 6 0 のインナーリード 6 5 の上方（キャピラリ 1 5 の先端の高さ Z 5）まで移動させる。この段階では、ワイヤ w の一部は、まだインナーリード 6 5 とは電氣的に導通していない状態である。時間 t 5 から t 6 までの期間は、図 4（C）に示すように、キャピラリ 1 5 は、リードフレーム 6 0 に向かって下降途中であってもよいし、あるいは、時間 t 5 から t 6 のいずれかの時間において一時的にその移動をストップさせてもよい。

10

【0 0 7 4】

図 7（B）に示すように、時間 t 5 から t 6 までの期間、電圧供給手段 3 2 は、ワイヤ w に印加電圧 - V 1 を供給する。すなわち、半導体デバイス 5 0 における、ボンディング済みの電極 5 2 に対応するダイオード 5 3 に順方向に電流が流れる向きとは逆極性である負電圧を供給する。そして、本期間において、ボンディング不良が発生していないかどうかを判定するための、第 3 の態様によるボンディング良否の検査を行う（S 1 7）。

【0 0 7 5】

（ボンディングが正常である場合）

20

図 4（C）に示すように、電極 5 2 に接続されたワイヤ w が、所望のループ形状を有しており、他の隣接するワイヤ 7 0 とは接触していない場合、印加電圧 - V 1 と G N D との間の電位差により、ダイオード 5 3 に逆方向のバイアスが加えられるので、ダイオード 5 3 を介して電流が流れることはない。またそれ以外に電流が流れる経路は存在していない。したがって、図 7（C）に示すように、時間 t 5 から t 6 までの期間において、電圧検出手段 3 4 は、印加電圧と同一の電圧値 - V 1 を検出することになる。こうして、判定手段 3 8 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t 5 から t 6 までの期間のワイヤボンディング工程が正常に行われたことを判定する。

【0 0 7 6】

（ボンディング不良が発生した場合）

30

他方、図 6 に示すように、電極 5 2 に接続されたワイヤ w が、所望のループ形状から X Y Z 位置がずれてループされ、他の隣接するワイヤ 7 0 に接触した場合、印加電圧 - V 1 と G N D との間の電位差により、G N D からワイヤ 7 0 を介してキャピラリ 1 5 に保持されたワイヤ w に電流 I 2 が流れる。したがって、図 7（E）に示すように、電圧検出手段 3 4 は、時間 t 5 から t 6 までの期間において、電流 I 2 に基づく電圧値 0 V を検出することになる。こうして、判定手段 3 8 は、かかる検出電圧値に基づいて、時間 t 5 から t 6 までの期間にボンディング不良が発生したことを判定する。

【0 0 7 7】

ボンディング良否の検査の結果、ボンディング不良が発生したと判定された場合（S 1 7 Y E S）には、検査装置 3 0 は、制御装置 1 0 に対して、ワイヤボンディングの処理を一旦停止するよう命令する。なお、制御装置 1 0 によるワイヤボンディングの処理の停止のタイミングについては、時間 t 1 から t 3 までの期間での説明と同様である。他方、ボンディングが正常に行われたと判定された場合（S 1 7 N O）には、その後のワイヤボンディングの工程が続行される。

40

【0 0 7 8】

< 時間 t 6 から t 8 まで > 次に、図 3 に示すように、第 2 ボンディングを行う（S 1 8）。すなわち、第 2 ボンディング地点であるリードフレーム 6 0 のインナーリード 6 5 に、ワイヤ w の一部をボンディングする。具体的には、キャピラリ 1 5 が下降することによって、時間 t 6 においてワイヤ w の一部がインナーリード 6 5 に当接し始め、その後、時間 t 7 から t 8 にかけて、ワイヤ w の一部が、キャピラリ 1 5 に付与されている荷重によ

50

り変形する。このとき、制御装置 10 は超音波ホーン 16 に制御信号を供給して超音波発振器 161 に超音波振動を発生させ、超音波ホーン 16 及びキャピラリ 15 を介して、ワイヤ w に超音波振動を加える。また、リードフレーム 60 は、ヒータ 21 により所定の熱が加えられているので、ワイヤ w に加えられている荷重、超音波振動、及びヒータ 21 により加えられている熱の相互作用によって、ワイヤ w の一部がリードフレーム 60 のインナーリード 65 にボンディングされる。

【0079】

図 7 (B) に示すように、時間 t7 から t8 までの期間、電圧供給手段 32 は、ワイヤ w に印加電圧 +V を供給する。すなわち、半導体デバイス 50 における、ボンディング済みの電極 52 に対応するダイオード 53 に順方向に電流が流れる向きの電圧と同極性である正電圧を供給する。なお、この場合、ワイヤ w が電極 52 及びインナーリード 65 のいずれかに電氣的に接続された状態が維持されていれば、印加電圧 +V1 と GND との間の電位差により、ワイヤ w から GND の方向に電流が流れて、図 7 (C) に示すように、電圧検出手段 34 は上記電流に基づく電圧値 0V を検出することになる。

【0080】

< 時間 8 から t9 まで >

その後、図 3 に示すように、ワイヤ w を切断する (S19)。具体的には、制御装置 10 はワイヤクランプ 17 に制御信号を供給してワイヤ w を拘束状態としてから、ボンディングヘッド 13 に駆動信号を供給してキャピラリ 15 を引き上げる。図 4 (D) に示すように、リードフレーム 60 へボンディングされた状態で強制的に引っ張られ張力が印加されると、ワイヤ w の一部に破断が生じる (テールカット)。こうして、半導体デバイス 50 の電極 52 と、リードフレーム 60 のインナーリード 65 とは、ワイヤ 80 及びデフォームドボール 82 を介して電氣的に接続され、半導体デバイス 50 の電極 52 に対するワイヤボンディング工程が終了する。その後、上記した S11 から S19 までの各検査工程を、半導体デバイス 50 の次の電極に対するワイヤボンディング工程について繰り返し行う。

【0081】

以上のとおり、本実施形態によれば、ワイヤボンディング工程のときに、ワイヤ w に供給した印加電圧に対する検出電圧値の変化を検出することによってボンディング良否を検査する。したがって、ボンディング良否を効率良く判定することができる。また、電圧値の変化を検出することによってワイヤの短絡や接触不良などの様々な態様のワイヤボンディング不良を検査することができるので、ボンディング良否を容易かつ確実に判定することができる。

【0082】

本発明は、上記実施形態に限定されることなく種々に変形して適用することが可能である。

【0083】

例えば、上記実施形態では、ボンディングしようとする電極 52 に対応するダイオード 53 として、基板側をカソードとし、電極側をアノードとした向きのダイオードを示したが、例えば、基板側をアノードとし、電極側をカソードとした向きのダイオードを用いてもよい。この場合においても、上記実施形態の内容に接した当業者であれば、上記実施形態とは逆向きの印加電圧をワイヤに供給し、当該印加電圧に対する検出電圧値の変化を検出することによって、上記実施形態で説明したいずれかのボンディング良否を検査することができるものと理解できるものである。

【0084】

また、上記実施形態では、他の電極 54 がワイヤ 70 を介してリードフレーム 60 と電氣的に接続された例を説明したが、必ずしも、他の電極 54 は既にワイヤボンディングがなされる必要はない。例えば、電極 54 は、当該電極 54 に対応するダイオードが基板側をアノードとし、電極側をカソードとした向きに形成されることによって、ワイヤが形成されていなくても、リードフレームから当該ダイオードを介して電極 54 の向きに順方向

に電流が流れ得るようになっていればよい。

【 0 0 8 5 】

また、リードフレーム 60 の基準電位は、必ずしも接地電位 GND でなくてもよく、ある値をもった電圧値を基準としてもよい。この場合に、印加電圧及び検出電圧の電圧値は、基準電位の電圧値、及び、ボンディングしようとする電極に対応するダイオードの極性に基づいて上記説明した内容の趣旨を逸脱しない範囲で自由に設定可能であることは上記実施形態の内容に接した当業者であれば理解できるものである。

【 0 0 8 6 】

また、上記実施形態では、第 1 ボンディングの前にワイヤ w の先端にボールを形成する工程を含む例を説明したが、上記ボール形成工程は省略してもよい。例えば、ワイヤの材料としてアルミニウムを用いた場合はボールを形成することなく、ワイヤの一部を第 1 ボンディングしてもよい。

【 0 0 8 7 】

上記発明の実施形態を通じて説明された実施例や応用例は、用途に応じて適宜に組み合わせ、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【 符号の説明 】

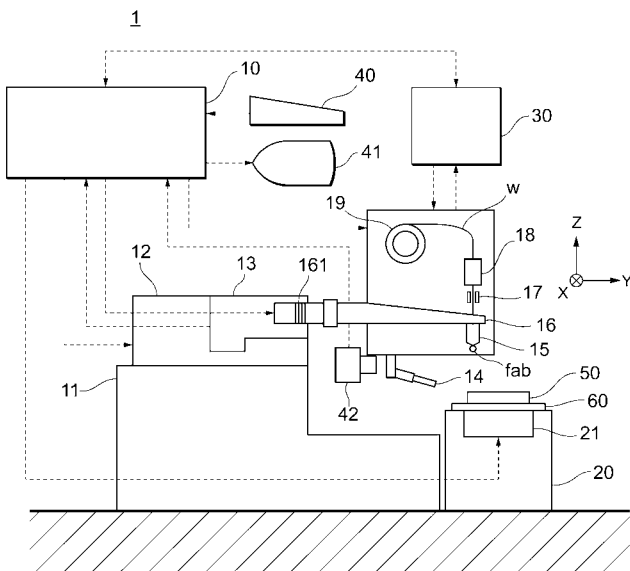
【 0 0 8 8 】

1 5 ... ボンディングツール（キャピラリ）、3 0 ... ワイヤボンディングの検査装置、3 2 ... 電圧供給手段、3 4 ... 電圧検出手段、5 0 ... 半導体デバイス、6 0 ... リードフレーム、5 2 , 5 4 ... 電極、5 3 ... ダイオード

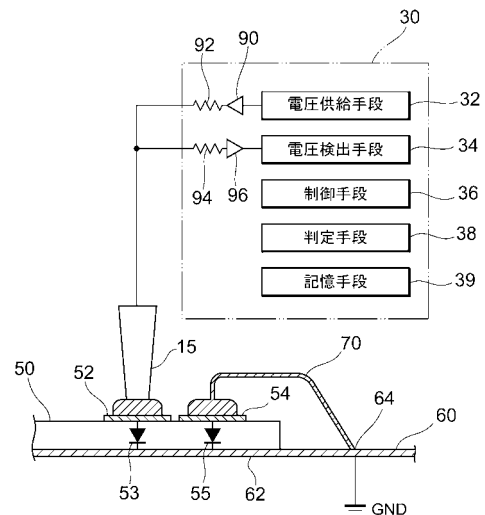
10

20

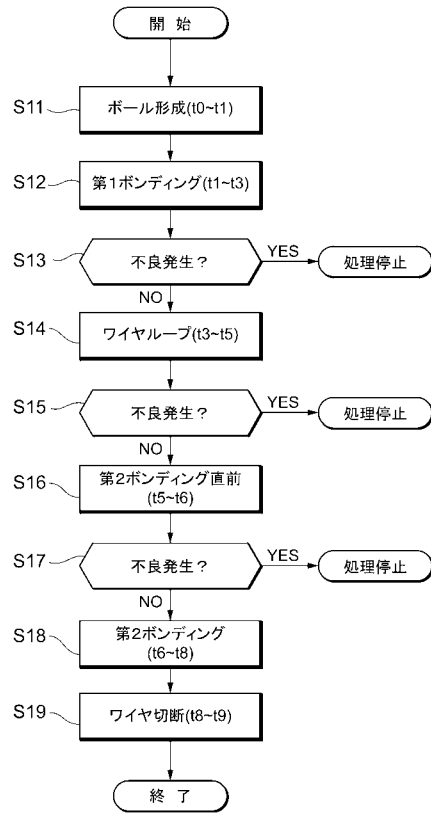
【 図 1 】



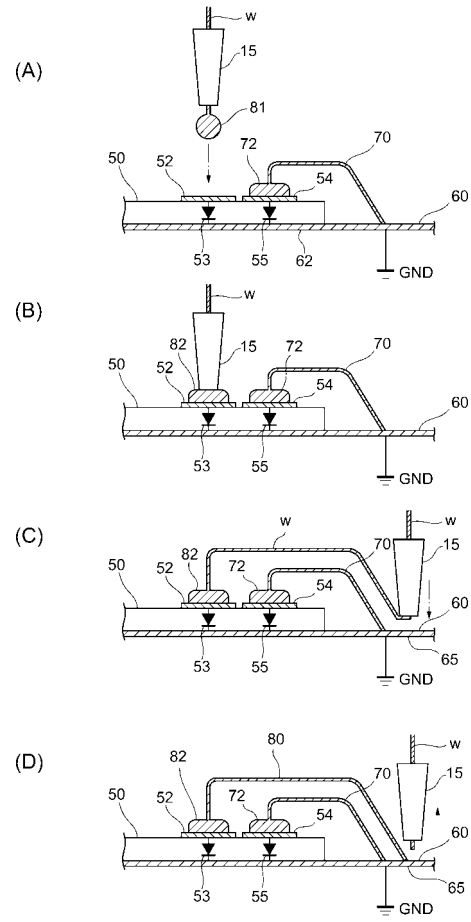
【 図 2 】



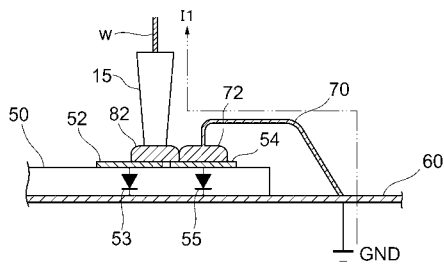
【図 3】



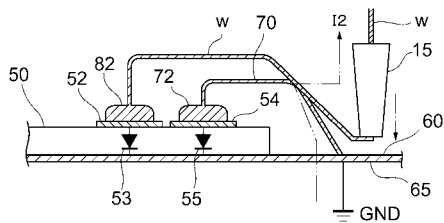
【図 4】



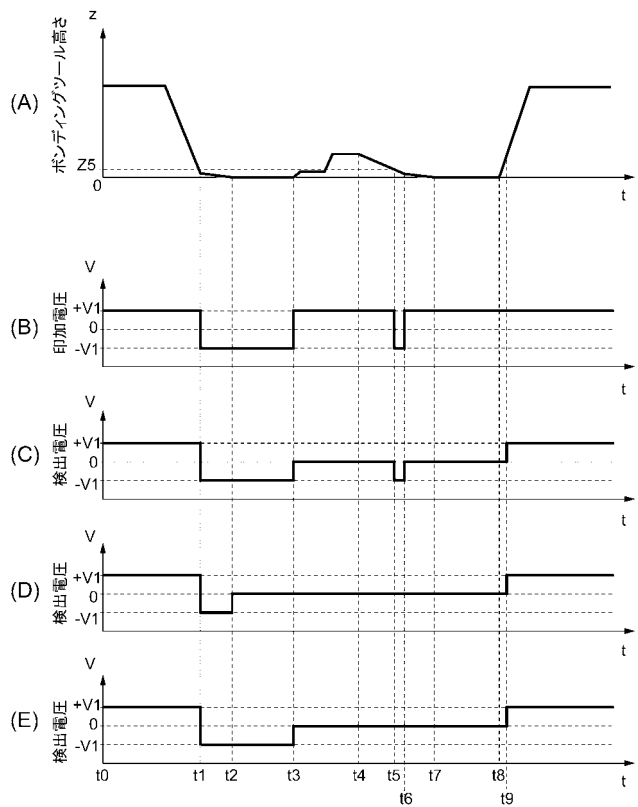
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G003 AA07 AB03 AB18 AC09 AD09 AE01 AF01 AF02 AF03 AF06
AG13 AH01 AH02 AH04 AH05 AH10
5F044 AA01 BB01