

(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2015-114149

(P2015-114149A)

(43) 公開日 平成27年6月22日(2015.6.22)

(51) Int.Cl.
G 0 1 R 31/26 (2014.01)F I
G 0 1 R 31/26テーマコード (参考)
2 G 0 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2013-254932 (P2013-254932)
(22) 出願日 平成25年12月10日 (2013.12.10)(71) 出願人 000004765
カルソニックカンセイ株式会社
埼玉県さいたま市北区日進町二丁目191
7番地
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100100712
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

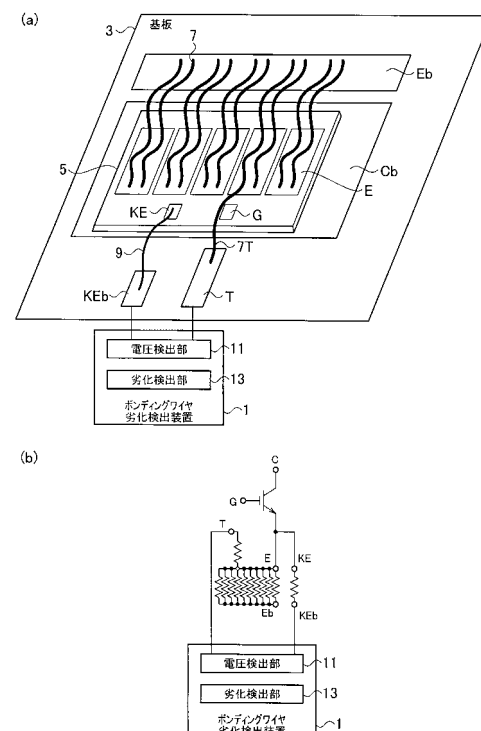
(54) 【発明の名称】 ボンディングワイヤ劣化検出装置及びボンディングワイヤ劣化検出方法

(57) 【要約】

【課題】 正常時の電圧と劣化時の電圧との間の変動幅を大きくして容易にボンディングワイヤの劣化を検出する。

【解決手段】 本発明のボンディングワイヤ劣化検出装置1は、基板3のエミッタ電極Ebとチップ5のエミッタ電極Eとを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤ7Tを検査用電極Tに接続し、チップ5のケルビンエミッタ電極KEを基板3のケルビンエミッタ電極KEbに接続し、ケルビンエミッタ電極KEbと検査用電極Tとの間の電圧を検出してエミッタ信号用ボンディングワイヤ7の劣化を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板（３）と前記基板（３）上に実装された半導体素子（５）とを接続するボンディングワイヤの劣化を検出するボンディングワイヤ劣化検出装置（１）において、

前記基板（３）のエミッタ電極（Ｅｂ）と前記半導体素子（５）のエミッタ電極（Ｅ）とを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔ）を、前記半導体素子（５）のエミッタ電極（Ｅ）から前記基板（３）のエミッタ電極（Ｅｂ）とは反対方向に延長して接続された検査用電極（Ｔ）と、

前記半導体素子（５）のケルビンエミッタ電極（ＫＥ）に接続された前記基板（３）のケルビンエミッタ電極（ＫＥｂ）と前記検査用電極（Ｔ）との間の電圧を検出する電圧検出手段（１１）と、

10

前記電圧検出手段（１１）によって検出された前記基板（３）のケルビンエミッタ電極（ＫＥｂ）と前記検査用電極（Ｔ）との間の電圧を監視して、前記エミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔ）の劣化を検出する劣化検出手段（１３）とを備えたことを特徴とするボンディングワイヤ劣化検出装置。

【請求項 2】

前記検査用電極（Ｔ）には複数の前記エミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔａ～７Ｔｄ）が接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載のボンディングワイヤ劣化検出装置。

【請求項 3】

20

前記検査用電極（Ｔ）に接続されるエミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔ、７Ｔａ～７Ｔｄ）は、前記半導体素子（５）の中央付近に接続されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のボンディングワイヤ劣化検出装置。

【請求項 4】

基板（３）と前記基板（３）上に実装された半導体素子（５）とを接続するボンディングワイヤの劣化を検出するボンディングワイヤ劣化検出方法において、

前記基板（３）のエミッタ電極（Ｅｂ）と前記半導体素子（５）のエミッタ電極（Ｅ）とを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔ）を、前記半導体素子（５）のエミッタ電極（Ｅ）から前記基板（３）のエミッタ電極（Ｅｂ）とは反対方向に延長して接続された検査用電極（Ｔ）と、前記半導体素子（５）のケルビンエミッタ電極（ＫＥ）に接続された前記基板（３）のケルビンエミッタ電極（ＫＥｂ）との間の電圧を検出する電圧検出ステップと、

30

前記電圧検出ステップで検出された前記基板（３）のケルビンエミッタ電極（ＫＥｂ）と前記検査用電極（Ｔ）との間の電圧を監視して、前記エミッタ信号用ボンディングワイヤ（７Ｔ）の劣化を検出する劣化検出ステップとを含むことを特徴とするボンディングワイヤ劣化検出方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、基板と基板上に実装された半導体素子とを接続するボンディングワイヤの劣化を検出するボンディングワイヤ劣化検出装置及びその方法に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

従来では、インバータ装置に実装された I G B T 等の電力用半導体素子の劣化を判断する方法として特許文献 1 が開示されている。

【0003】

この特許文献 1 では、ある時間に I G B T に電流 I_c を流したときの電圧 V_{ce1} と、所定時間経過後に I G B T に電流 I_c を流したときの電圧 V_{ce2} との差を測定し、その差が基準値以上になると、I G B T に半田クラック等の劣化が発生したと判断していた。

【0004】

50

また、従来では、基板上に I G B T 等のチップが実装された半導体装置において、チップのエミッタ電極から複数のボンディングワイヤを基板のエミッタ電極へ接続している場合に、チップ中央付近のボンディングワイヤが熱サイクルでエミッタ電極から剥離してしまうことがあった。

【 0 0 0 5 】

そこで、このようなボンディングワイヤの剥離を検出するために、基板のエミッタ電極と基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を測定することが行われていた。基板のケルビンエミッタ電極はチップのケルビンエミッタ電極に接続され、チップのケルビンエミッタ電極はチップのエミッタ電極と同一電位である。したがって、この場合には基板のエミッタ電極とチップのエミッタ電極との間の電圧を測定してボンディングワイヤの剥離を検出している。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 2 - 5 9 8 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述した従来の電力用半導体素子の劣化判断方法では、半田クラックが進行しても正常時の電圧 V_{ce} と劣化時の電圧 V_{ce} との間の変動幅が小さいので、劣化時に電圧 V_{ce} の変動を検出することが困難であるという問題点があった。例えば、電流 I_c が 5 0 A で初期の電圧 V_{ce} が 1 . 8 V である場合に、検出したい変動幅は 1 3 m V 程度であった。したがって、変動幅は 1 % 程度となり、極めて小さかった。

20

【 0 0 0 8 】

また、基板のエミッタ電極と基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を測定してボンディングワイヤの剥離を検出する場合でも、正常時が 0 . 6 V であるのに対して、ボンディングワイヤの剥離時には 0 . 6 7 V に変化するだけなので変動幅は小さかった。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、正常時の電圧と劣化時の電圧との間の変動幅が大きく、容易にボンディングワイヤの劣化を検出することのできるボンディングワイヤ劣化検出装置及びその方法を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上述した課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明は、基板と前記基板上に実装された半導体素子とを接続するボンディングワイヤの劣化を検出するボンディングワイヤ劣化検出装置において、前記基板のエミッタ電極と前記半導体素子のエミッタ電極とを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤを、前記半導体素子のエミッタ電極から前記基板のエミッタ電極とは反対方向に延長して接続された検査用電極と、前記半導体素子のケルビンエミッタ電極に接続された前記基板のケルビンエミッタ電極と前記検査用電極との間の電圧を検出する電圧検出手段と、前記電圧検出手段によって検出された前記基板のケルビンエミッタ電極と前記検査用電極との間の電圧を監視して、前記エミッタ信号用ボンディングワイヤの劣化を検出する劣化検出手段とを備えたことを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明であって、前記検査用電極には複数の前記エミッタ信号用ボンディングワイヤが接続されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明であって、前記検査用電極に接続されるエミッタ信号用ボンディングワイヤは、前記半導体素子の中央付近に接続されていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

50

請求項 4 に記載の発明は、基板と前記基板上に実装された半導体素子とを接続するボンディングワイヤの剥離を検出するボンディングワイヤ劣化検出方法において、前記基板のエミッタ電極と前記半導体素子のエミッタ電極とを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤを、前記半導体素子のエミッタ電極から前記基板のエミッタ電極とは反対方向に延長して接続された検査用電極と、前記半導体素子のケルビンエミッタ電極に接続された前記基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を検出する電圧検出ステップと、前記電圧検出ステップで検出された前記基板のケルビンエミッタ電極と前記検査用電極との間の電圧を監視して、前記エミッタ信号用ボンディングワイヤの劣化を検出する劣化検出ステップとを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0014】

本発明では、基板のエミッタ電極と半導体素子のエミッタ電極とを接続するエミッタ信号用ボンディングワイヤを検査用電極に接続し、半導体素子のケルビンエミッタ電極を基板のケルビンエミッタ電極に接続する。そして、検査用電極と基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を検出して監視することでエミッタ信号用ボンディングワイヤの劣化を検出する。これにより、検出された電圧は正常時と劣化時との間で変動幅が大きくなるので、容易にボンディングワイヤの劣化を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置の構成及び接続を示す図である。

20

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置によるボンディングワイヤの劣化検出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置の構成及び接続を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を適用した第 1 及び第 2 実施形態について図面を参照して説明する。

【0017】

[第 1 実施形態]

30

[ボンディングワイヤ劣化検出装置の構成]

図 1 は、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置の構成及び接続を示す図であり、図 1 (a) はブロック図、図 1 (b) は回路図である。

【0018】

図 1 に示すように、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 は、インバータ等に搭載された基板 3 に接続されている。

【0019】

基板 3 は、インバータのパワーモジュール等を構成する IGBT のチップ 5 が実装され、エミッタ電極 E b と、コレクタ電極 C b と、ケルビンエミッタ電極 K E b とを備えている。

40

【0020】

チップ 5 は、基板 3 上に実装された IGBT 等の半導体素子であり、ゲート電極 G と、コレクタ電極 C と、エミッタ電極 E と、ケルビンエミッタ電極 K E とを備えている。尚、ケルビンエミッタ電極 K E は、エミッタ電極 E に接続されており、同一電位となっている。また、コレクタ電極 C はチップ 5 の裏面に形成されている。

【0021】

ここで、基板 3 のエミッタ電極 E b とチップ 5 のエミッタ電極 E との間は複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 で接続され、チップ 5 のケルビンエミッタ電極 K E と基板 3 のケルビンエミッタ電極 K E b との間はボンディングワイヤ 9 で接続されている。したがって、基板 3 のケルビンエミッタ電極 K E b は、チップ 5 のケルビンエミッタ電極 K E

50

と同一電位であり、これによってチップ 5 のエミッタ電極 E とも同一電位となる。

【 0 0 2 2 】

このような構成の基板 3 とチップ 5 に対して、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 は、検査用電極 T と、電圧検出部 1 1 と、劣化検出部 1 3 とを備えている。

【 0 0 2 3 】

検査用電極 T は、基板 3 上に設置された電極であり、複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 のうちの 1 本のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T を、エミッタ電極 E からエミッタ電極 E b とは反対方向に延長して接続されている。したがって、正常時には、検査用電極 T の電位は、エミッタ電極 E と同一になっている。また、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T は、複数あるエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 のうちチップ 5 の中央付近に接続されていることが好ましい。これは、チップ 5 の中央付近は高温になるので、熱ひずみ応力でワイヤが剥離する可能性が高いためである。

【 0 0 2 4 】

電圧検出部 1 1 は、基板 3 のケルビンエミッタ電極 K E b と検査用電極 T に接続され、ケルビンエミッタ電極 K E b と検査用電極 T との間の電圧 V_t を検出する。

【 0 0 2 5 】

劣化検出部 1 3 は、電圧検出部 1 1 で検出されたケルビンエミッタ電極 K E b と検査用電極 T との間の電圧 V_T を監視して、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T の劣化を検出する。具体的には、予め設定された所定の閾値と電圧 V_T を比較して、電圧 V_T が閾値を超えていた場合には、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T に剥離等の劣化が発生したと判定する。

【 0 0 2 6 】

尚、ボンディングワイヤ劣化検出装置 1 は、例えば基板 3 上に実装されており、マイクロコンピュータ、マイクロプロセッサ、CPU を含む汎用の電子回路と周辺機器から構成されている。そして、特定のプログラムを実行することにより、電圧検出部 1 1 及び劣化検出部 1 3 として動作する。

【 0 0 2 7 】

[ボンディングワイヤの劣化検出処理の手順]

次に、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 によるボンディングワイヤの劣化検出処理の手順を、図 2 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、ステップ S 1 0 において、電圧検出部 1 1 は、チップ 5 のスイッチが ON のときに、チップ 5 のケルビンエミッタ電極 K E に接続されている基板 3 のケルビンエミッタ電極 K E b と検査用電極 T との間の電圧 V_T を検出する。

【 0 0 2 9 】

次に、ステップ S 2 0 において、劣化検出部 1 3 は、電圧検出部 1 1 で検出された電圧 V_T を所定の閾値と比較して監視する。

【 0 0 3 0 】

ここで、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T が正常な状態では、検査用電極 T はチップ 5 のエミッタ電極 E と同じ電位である。一方、基板 3 のケルビンエミッタ電極 K E b もエミッタ電極 E と同じ電位である。したがって、ケルビンエミッタ電極 K E b (= K E = E) と検査用電極 T との間の電位差である電圧 V_T は 0 V となる。この際、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T には抵抗があるものの電流がほとんど流れないので、電圧降下は 0 となる。

【 0 0 3 1 】

一方、図 1 の P の位置でエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T がエミッタ電極 E から剥離すると、検査用電極 T の電圧は基板 3 のエミッタ電極 E b と同一の電圧となる。このとき複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 には大電流が流れているので、検査用電極 T とケルビンエミッタ電極 K E b との間には電圧降下が発生する。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

例えば、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 が 10 本あり、250 A の電流が流れている場合に、チップ 5 の電圧降下は 1.6 V、10 本のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 の電圧降下は 0.6 V となる。この場合に 1 本のボンディングワイヤが剥離すると、抵抗は 10 / 9 倍になるので、検査用電極 T の電圧 V_T 、すなわちケルビンエミッタ電極 $K E b (= K E = E)$ と検査用電極 T との間の電位差は、 $0.6 \times (10 / 9) = 0.67$ によって 0.67 V となる。

【0033】

したがって、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T が剥離する前後で、電圧 V_T は 0 V から 0.67 V へと変化する。そこで、所定の閾値として 0 ~ 0.67 V の間の値を設定しておけば、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T に剥離等の劣化が発生していることを検出することができる。

10

【0034】

このようにして劣化検出部 13 は、所定の閾値と電圧 V_T とを比較して、電圧 V_T が閾値以下の場合にはステップ S10 に戻り、電圧 V_T が閾値を超えた場合にはステップ S30 に進む。

【0035】

ステップ S30 では、劣化検出部 13 が、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 に劣化が検出されたと判定して、本実施形態に係るボンディングワイヤの劣化検出処理を終了する。

【0036】

20

[第 1 実施形態の効果]

次に、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 による効果を説明する。上述したように、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 では、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T が剥離する前後で、電圧 V_T は 0 V から 0.67 V へと変化する。

【0037】

これに対して、従来の特許文献 1 では、IGBT の電圧 V_{ce} が 1.6 V で電流 I_c が 250 A の場合に、ボンディングワイヤが剥離する前後で、電圧 V_{ce} は 1.6 V から 1.67 V へと変化する。

【0038】

30

また、基板のエミッタ電極と基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を測定してボンディングワイヤの剥離を検出する従来技術では、ボンディングワイヤが剥離する前後で、電圧は 0.6 V から 0.67 V へと変化する。

【0039】

したがって、いずれの従来技術と比較しても、本実施形態のボンディングワイヤ劣化検出装置 1 のほうが正常時と劣化時との間の変動幅が大きくなるので、容易にボンディングワイヤの劣化を検出できることが分かる。特に、本実施形態では、0 V からの変化を検出できるので、ボンディングワイヤの劣化をより確実に検出することができる。

【0040】

40

以上詳細に説明したように、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 1 では、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T を検査用電極 T に接続し、チップ 5 のケルビンエミッタ電極 $K E$ を基板 3 のケルビンエミッタ電極 $K E b$ に接続する。そして、検査用電極 T と基板 3 のケルビンエミッタ電極 $K E b$ との間の電圧 V_T を検出して監視することでエミッタ信号用ボンディングワイヤの劣化を検出する。これにより、検出された電圧 V_T は正常時と劣化時との間で変動幅が大きくなるので、容易にボンディングワイヤの劣化を検出することができる。

【0041】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置について図面を参照して説明する。尚、第 1 実施形態と同一の構成要素には同一の番号を付して詳細な説明

50

は省略する。

【 0 0 4 2 】

[ボンディングワイヤ劣化検出装置の構成]

図 3 は、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置の構成及び接続を示す図であり、図 3 (a) はブロック図、図 3 (b) は回路図である。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、本実施形態では、検査用電極 T に複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤが接続されていることが第 1 実施形態と相違している。図 3 では、10 本あるエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 のうち、4 本のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d が検査用電極 T に接続されている。

10

【 0 0 4 4 】

通常、I G B T のチップ 5 に通電すると、図 3 の A に示すチップ 5 の中央付近の領域が高温になるため、ボンディングワイヤはチップ 5 の中央付近から先に剥離していく。そこで、チップ 5 の中央付近に接続されている複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d を検査用電極 T に接続しておくことによって、劣化の起こりやすい領域を監視することが可能となる。また、複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d を同時に監視することも可能となる。

【 0 0 4 5 】

[第 2 実施形態の効果]

次に、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 3 1 による効果を説明する。本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 3 1 では、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d のうちの 1 本が剥離すると、検査用電極 T の電位は基板 3 のエミッタ電極 E b とチップ 5 のエミッタ電極 E との間の電圧となる。このとき、剥離した 1 本のボンディングワイヤと剥離していない 3 本のボンディングワイヤとの間の抵抗分圧が 6 : 1 とすると、検査用電極 T の電位は、 $0.67 \times (1/7) = 0.10$ によってエミッタ電極 E より 0.10 V 低くなる。したがって、電圧 V T は、エミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d のうちの 1 本が剥離する前後で、0 V から 0.10 V へと変化する。

20

【 0 0 4 6 】

これに対して、従来の特許文献 1 では、第 1 実施形態で説明したようにボンディングワイヤが剥離する前後で電圧 V c e は 1.6 V から 1.67 V へと変化する。また、基板のエミッタ電極と基板のケルビンエミッタ電極との間の電圧を測定してボンディングワイヤの剥離を検出する従来技術では、ボンディングワイヤが剥離する前後で、電圧は 0.6 V から 0.67 V へと変化する。

30

【 0 0 4 7 】

したがって、いずれの従来技術と比較しても、本実施形態のボンディングワイヤ劣化検出装置 3 1 のほうが正常時と劣化時との間の変動幅が大きくなるので、容易にボンディングワイヤの劣化を検出できることが分かる。特に、本実施形態では、0 V からの変化を検出できるので、ボンディングワイヤの劣化をより確実に検出することができる。

【 0 0 4 8 】

以上詳細に説明したように、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 3 1 では、検査用電極 T に複数のエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d を接続する。これにより、複数のボンディングワイヤが接続されているチップ 5 の広い領域を同時に監視することができる。

40

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態に係るボンディングワイヤ劣化検出装置 3 1 では、複数あるエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 のうちチップ 5 の中央付近に接続されているエミッタ信号用ボンディングワイヤ 7 T a ~ 7 T d を検査用電極 T に接続する。これにより、高温になって劣化の起こりやすいチップ 5 の中央付近の領域を監視することができる。

【 0 0 5 0 】

50

なお、上述の実施形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施形態以外の形態であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計などに応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

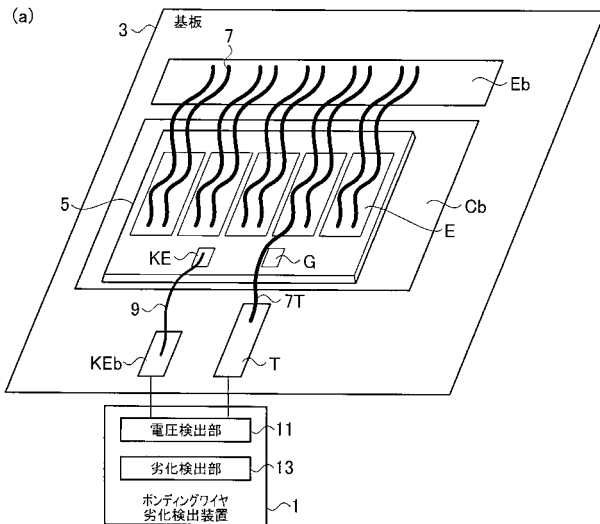
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

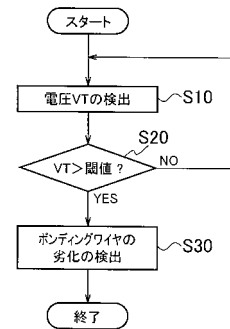
- 1、31 ボンディングワイヤ劣化検出装置
- 3 基板
- 5 チップ
- 7、7T、7Ta～7Td エミッタ信号用ボンディングワイヤ
- 9 ボンディングワイヤ
- C、Cb コレクタ電極
- E、Eb エミッタ電極
- G ゲート電極
- KE、KEb ケルビンエミッタ電極
- T 検査用電極
- 11 電圧検出部
- 13 劣化検出部

10

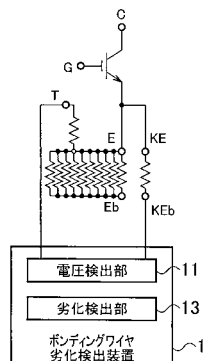
【 図 1 】

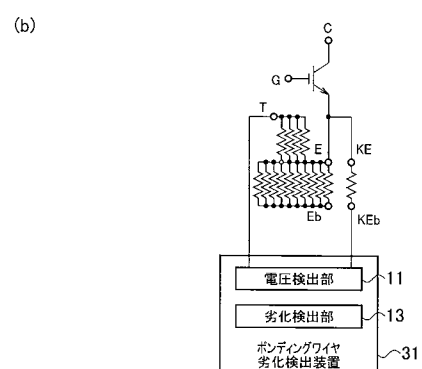


【 図 2 】



(b)





フロントページの続き

(72)発明者 孝井 健一

埼玉県さいたま市北区日進町二丁目 1 9 1 7 番地 カルソニックカンセイ株式会社内

Fターム(参考) 2G003 AA01 AC09 AD06 AF06 AH10