

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6426552号  
(P6426552)

(45) 発行日 平成30年11月21日 (2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日 (2018.11.2)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 R 31/26 (2014.01)	GO 1 R 31/26 H
GO 1 R 31/28 (2006.01)	GO 1 R 31/28 H

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-149667 (P2015-149667)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成27年7月29日 (2015.7.29)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-32303 (P2017-32303A)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(43) 公開日	平成29年2月9日 (2017.2.9)	(74) 代理人	110001829
審査請求日	平成29年8月25日 (2017.8.25)		特許業務法人開知国際特許事務所
		(72) 発明者	増淵 巧
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立オートモティブ
			システムズ株式会社内
		(72) 発明者	川田 隆弘
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立オートモティブ
			システムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バーンイン試験装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

恒温槽と、

前記恒温槽に配置され、複数の被試験集積回路を搭載するバーンインボードと、

複数の前記被試験集積回路に電源電圧を供給する電源装置と、

それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、それぞれの前記被試験集積回路の接合温度を測定する温度検出回路と、

複数の前記被試験集積回路の動作状態を制御するための第1の制御信号を複数の前記被試験集積回路に送信する試験制御装置と、

それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、それぞれの前記温度検出回路で測定される前記接合温度がバーンイン試験で設定された温度になるように前記第1の制御信号を補正し、補正された前記第1の制御信号を第2の制御信号として出力する制御回路と、

それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、前記第2の制御信号に応じて動作する回路と、

を備えることを特徴とするバーンイン試験装置。

【請求項 2】

請求項1に記載のバーンイン試験装置であって、

それぞれの前記制御回路は、

前記接合温度が前記バーンイン試験で設定された温度より高くなるにつれてそれぞれの前記被試験集積回路の消費電力を低くするように前記第1の制御信号を補正し、

10

20

前記接合温度が前記バーンイン試験で設定された温度より低くなるにつれてそれぞれの前記被試験集積回路の消費電力を高くするように前記第 1 の制御信号を補正することを特徴とするバーンイン試験装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のバーンイン試験装置であって、  
前記第 1 の制御信号は、  
パルス波形であり、  
前記被試験集積回路は、  
前記パルス波形に応じて ON / OFF し、  
それぞれの前記制御回路は、

10

前記接合温度が前記バーンイン試験で設定された温度より高くなるにつれてデューティ比を小さくするように前記第 1 の制御信号を補正し、

前記接合温度が前記バーンイン試験で設定された温度より低くなるにつれてデューティ比を大きくするように前記第 1 の制御信号を補正すること  
を特徴とするバーンイン試験装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のバーンイン試験装置であって、  
それぞれの前記温度検出回路は、

それぞれの前記回路の内部又はそれぞれの前記回路に隣接する位置に配置される  
ことを特徴とするバーンイン試験装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載のバーンイン試験装置であって、  
それぞれの前記制御回路は、

それぞれの前記温度検出回路によって測定される前記接合温度に応じた前記第 2 の制御信号を、それぞれの前記温度検出回路に対応するそれぞれの前記回路へ送信する  
ことを特徴とするバーンイン試験装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のバーンイン試験装置であって、  
前記バーンインボードが複数搭載されている  
ことを特徴とするバーンイン試験装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 に記載のバーンイン試験装置に用いられるバーンイン試験方法であって、  
それぞれの前記被試験集積回路に内蔵されるそれぞれの前記温度検出回路でそれぞれの  
前記被試験集積回路の接合温度を測定する温度検出工程と、

複数の前記被試験集積回路の動作状態を制御するための第 1 の制御信号を複数の前記被  
試験集積回路に送信する送信工程と、

それぞれの前記温度検出回路で測定される前記接合温度がバーンイン試験で設定された  
温度になるように前記第 1 の制御信号を補正する補正工程と、  
を有することを特徴とするバーンイン試験方法。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載のバーンイン試験方法であって、  
それぞれの前記温度検出回路によって測定される前記接合温度の精度を較正する工程を  
さらに有する

ことを特徴とするバーンイン試験方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、集積回路装置のバーンイン試験装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

半導体集積回路におけるバーンイン試験は、主に被試験集積回路の初期不良を顕在化させ、これを選別可能とすることを目的とする。通常は、恒温槽内に複数の被試験集積回路を配置し、すべての被試験集積回路に対して等しいバーンイン条件を与えた上で、長期間に亘り試験を行う。

【 0 0 0 3 】

近年、車載用途の半導体集積回路が多く利用されるようになってきたが、これらはその使用環境の過酷さから、求められる信頼度は日を追うごとに高くなっている。ある場合においては、バーンイン試験中における被試験集積回路の接合温度条件は150以上が設定される。

【 0 0 0 4 】

10

また一般に、バーンイン試験中は被試験集積回路の温度は一定であることが求められる。

【 0 0 0 5 】

条件がばらついた状態で試験を実施すれば、過剰に試験状態に晒された集積回路は経年劣化により不良に至る恐れがあり、逆に、十分に試験されない状態で出荷されれば、出荷後に初期不良が顕在化する恐れもある。

【 0 0 0 6 】

このような問題を解決するために、試験対象である複数の半導体装置のジャンクション温度（接合温度）を精度良く制御することができる半導体装置の試験装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献1 】 特開 2 0 1 4 - 1 0 5 9 9 6 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

特許文献1に開示されるような技術では、試験対象となる半導体装置毎に、個別に温度センサと送風ファンとを配置する必要があるため、バーンイン試験装置内の配線が複雑化すると共に装置コスト増加を招いてしまう。また、接合温度を測定するための温度センサはヒートシンクの内部に配置されており、その測定精度については疑問が残る。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、配線量を削減しつつ、高精度で接合温度のばらつきを低減することができるバーンイン試験装置及び方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために、本発明は、恒温槽と、前記恒温槽に配置され、複数の被試験集積回路を搭載するバーンインボードと、複数の前記被試験集積回路に電源電圧を供給する電源装置と、それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、それぞれの前記被試験集積回路の接合温度を測定する温度検出回路と、複数の前記被試験集積回路の動作状態を制御するための第1の制御信号を複数の前記被試験集積回路に送信する試験制御装置と、それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、それぞれの前記温度検出回路で測定される前記接合温度がバーンイン試験で設定された温度になるように前記第1の制御信号を補正し、補正された前記第1の制御信号を第2の制御信号として出力する制御回路と、それぞれの前記被試験集積回路に内蔵され、前記第2の制御信号に応じて動作する回路と、を備える。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、配線量を削減しつつ、高精度で接合温度のばらつきを低減することができるバーンイン試験装置及び方法を提供することにある。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】本発明の第1の実施形態であるバーンイン試験装置のブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る被試験集積回路の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1の実施形態に係るバーンイン試験における試験制御装置の制御フローの一例を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施形態であるバーンイン試験装置のブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る被試験集積回路の内部信号のタイムチャートである。

10

【図6】本発明の第3の実施形態であるバーンイン試験装置のブロック図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る被試験集積回路の内部信号のタイムチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。なお、図面は簡略的なものであるから、この図面の記載を根拠として本発明の技術的範囲を狭く解釈してはならない。また、同一の要素には、同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

## 【0014】

## (第1の実施形態)

20

本発明の第1の実施形態では、被試験集積回路に内蔵される温度検出回路を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置の構成および動作について説明する。

## 【0015】

図1は本発明の第1の実施形態であるバーンイン試験装置100の構成を示すブロック図である。

## 【0016】

図1に示すバーンイン試験装置100は、被試験集積回路1と、被試験集積回路1の動作を制御するための試験制御装置20と、被試験集積回路1に内蔵される温度検出回路2と、複数の被試験集積回路1を搭載したバーンインボード110と、被試験集積回路1に電源電圧VDDを供給するための電源装置10と、から構成される。

30

## 【0017】

図1による構成では、単体のバーンインボード110がバーンイン試験装置100に搭載されている例が示されているが、バーンインボード110はバーンイン試験装置100に複数個搭載されていても良い。

## 【0018】

バーンインボード110は例えば、設定温度の調整が可能な恒温槽120の内部に配置される。被試験集積回路1は一般に樹脂材あるいは無機焼結材を用いた封止材により封止され、図示しないソケットを介してバーンインボード110に搭載される。

## 【0019】

40

すなわち、バーンイン試験装置100は、恒温槽120を備える。バーンインボード110は、恒温槽120に配置され、被試験集積回路1を搭載する。バーンインボード110には、複数の被試験集積回路1が搭載されている。

## 【0020】

本実施形態において温度検出回路2は、被試験集積回路1に内蔵されていることを特徴とし、被試験集積回路1の接合温度 $T_j$ に比例した値を検出し、温度情報信号Tempに変換して出力する機能を有する。すなわち、温度検出回路2は、被試験集積回路1に内蔵され、被試験集積回路1の接合温度を測定する。

## 【0021】

温度情報信号Tempは、シングルビットのシリアルデータあるいは多ビットのデジタ

50

ルデータのいずれの出力形式を採っても良い。温度情報信号  $T_{emp}$  は、任意の通信手段によって試験制御装置 20 へ送信される。

【0022】

また温度検出回路 2 は、被試験集積回路 1 の製造工程において温度検出精度の較正が実施されていることを特徴とする。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る、被試験集積回路 1 の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【0023】

図 2 のフローチャートに示すウェハ製造工程 (S10) においては、ウェハ上の複数の領域に前記被試験集積回路 1 をそれぞれ形成する。ウェハ上に形成された複数の被試験集積回路 1 に対しては、ウェハ状態においてそれぞれ試験を実施する (S15)。ウェハ試験における、被試験集積回路 1 に対する試験項目には種々のものが考えられ得る一方で、内蔵する温度検出回路 2 の較正を行うこともできる (S15)。すなわちこの工程において、温度検出回路 2 の温度検出精度は所望の値に調整できる。

【0024】

続いて、被試験集積回路 1 のパッケージの組み立て、封止が行われ (S20)、組み立てられた被試験集積回路 1 を用いてバーンイン試験が行われる (S25)。そして、所定の最終出荷試験が行われる (S30)。なお、バーンイン試験 (S25) の詳細は、図 3 を用いて後述する。

【0025】

温度検出回路 2 が動作する状況は、バーンイン試験中 (S25) に限られるものではない。温度検出回路 2 の出力である温度情報信号  $T_{emp}$  は、被試験集積回路 1 の内部回路の制御に使用することも可能である。従って、温度検出回路 2 はバーンイン試験以外の場合において動作していても差し支えない。

【0026】

図 1 に戻り、試験制御装置 20 は、被試験集積回路 1 の動作制御を行う。試験制御装置 20 は、電源装置 10 を制御して複数の被試験集積回路 1 に対する電源供給 (電源電圧  $V_{DD}$ ) を実施する他、被試験集積回路 1 を所望の動作状態へ遷移させるために、被試験集積回路 1 に対して制御信号  $C_{trl}$  を送信することにより制御する機能を有する。試験制御装置 20 はまた、温度検出回路 2 より温度情報  $T_{emp}$  (温度情報信号) を受信し、被試験集積回路 1 の動作状態を修正するために制御信号  $C_{trl}$  を送信する機能も有する。

【0027】

換言すれば、試験制御装置 20 は、被試験集積回路 1 の動作状態を制御するための制御信号  $C_{trl}$  (第 1 の制御信号) を被試験集積回路 1 に送信する送信部と、温度検出回路 2 で測定される接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度になるように制御信号  $C_{trl}$  を補正する補正部として機能する。

【0028】

電源装置 10 は、複数の被試験集積回路 1 に電源電圧  $V_{DD}$  を供給する機能を有する。電源装置 10 のオン・オフおよび電源電圧  $V_{DD}$  の電圧値は、試験制御装置 20 から制御される。

【0029】

まず、従来方法としての、バーンイン試験中における接合温度  $T_j$  の調整手段と、その手段を用いた場合の接合温度  $T_j$  の誤差について説明する。一般に、被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j$  は下記の演算式 (1) により求められる。

【0030】

$$T_j = T_a + j_a \times P \quad \dots (1)$$

ここで、 $T_a$  は恒温槽 120 により制御される雰囲気温度、 $j_a$  は被試験集積回路 1 の熱抵抗値、 $P$  は被試験集積回路 1 の消費電力である。従来手法では、接合温度  $T_j$  は直接測定されることは無く、演算式 (1) により推定される。所望の接合温度  $T_j$  とするためには、既知である熱抵抗値  $j_a$  を除いた、雰囲気温度  $T_a$  と消費電力  $P$  を所望の値に設定し、試験を行う。ここでは例えば  $j_a = 50 \text{ } / \text{W}$ 、 $T_a = 125$ 、 $P = 1 \text{ W}$  と

10

20

30

40

50

すれば、 $T_j = 175$  に設定される。

【0031】

しかしながら、雰囲気温度  $T_a$ 、熱抵抗値  $j_a$ 、消費電力  $P$  はそれぞれ以下に例として挙げる要因に起因して誤差を持ち得る。これらの要因は、雰囲気温度  $T_a$  に関しては例えば恒温槽 120 内における温度不均一性であり、熱抵抗値  $j_a$  に関しては例えば被試験集積回路 1 の封止材の寸法ばらつきであり、消費電力  $P$  に関しては例えば被試験集積回路 1 の製造ばらつき、などである。従って、演算式 (1) により求められる接合温度  $T_j$  にも誤差が内包されることは容易に想像できる。

【0032】

接合温度  $T_j$  の誤差  $\Delta T_j$  を式 (1) より求めると、下記の式 (2) で表される。ただし、2 次の項については無視する。

【0033】

$$T_j = T_a + j_a \times P + j_a \times P \dots (2)$$

上記の式 (2) では例えば、雰囲気温度  $T_a$  のばらつきが  $\Delta T_a = \pm 5$ 、熱抵抗値  $j_a$  のばらつきが  $\Delta j_a / j_a = \pm 2\%$ 、消費電力  $P$  のばらつきが  $\Delta P / P = \pm 2\%$  であるとする。このとき接合温度  $T_j$  のばらつきの範囲は  $\Delta T_j = \pm 7$  となる。

【0034】

次に、本発明の第 1 の実施形態のバーンイン試験装置 100 における接合温度  $T_j$  調整手段について、試験制御装置 20 の制御フローを交えて説明する。図 3 は、バーンイン試験における試験制御装置 20 の制御フローの一例を示したものである。

【0035】

バーンイン試験を開始すると、試験制御装置 20 は被試験集積回路 1 の動作を開始させる (S100)。被試験集積回路 1 に内蔵される温度検出回路 2 は、被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j$  を検出し、温度情報  $Temp$  に変換した上で送信し、試験制御装置 20 が受信する (S105)。

【0036】

温度情報  $Temp$  を受信した試験制御装置 20 は、 $Temp$  に対応する接合温度  $T_j$  と、バーンイン条件の設定値とに関して大小比較を実施する (S110)。接合温度  $T_j$  がバーンイン条件の設定値よりも大きい場合 (S110: YES) は、被試験集積回路 1 の消費電力  $P$  を低減するように動作状態を制御する (S115)。逆に接合温度  $T_j$  がバーンイン条件の設定値よりも小さい場合 (S110: NO) には、被試験集積回路 1 の消費電力  $P$  を上げるように動作状態を制御する (S120)。バーンイン試験が継続される場合 (S125: NO) は、試験制御装置 20 が温度情報  $Temp$  を受信するフローへと戻り、そうでない場合 (S125: YES) は終了する。

【0037】

換言すれば、試験制御装置 20 は、接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度より高くなるにつれて被試験集積回路 1 の消費電力を低くするように制御信号  $Ctrl$  (第 1 の制御信号) を補正し、接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度より低くなるにつれて被試験集積回路 1 の消費電力を高くするように制御信号  $Ctrl$  を補正する補正部として機能する。

【0038】

例えば、制御信号  $Ctrl$  (第 1 の制御信号) は、パルス波形であり、被試験集積回路 1 は、パルス波形に応じて ON / OFF する。ここで、試験制御装置 20 (補正部) は、接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度より高くなるにつれてデューティ比を小さくするように制御信号  $Ctrl$  を補正し、接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度より低くなるにつれてデューティ比を大きくするように制御信号  $Ctrl$  を補正するようにしてもよい。

【0039】

本発明の第 1 の実施形態におけるバーンイン条件は、例えば前述の従来手法の場合と同様に熱抵抗値  $j_a = 50$  / W、雰囲気温度  $T_a = 125$ 、消費電力  $P = 1$  W とし、

10

20

30

40

50

接合温度  $T_j = 175$  に設定されるものとする。このときも従来手法の場合と同様に雰囲気温度  $T_a$  と熱抵抗値  $j_a$ 、および消費電力  $P$  にはばらつき要因が内在する。しかし、本実施形態においては被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j$  を、温度検出回路 2 が直接検出するため、温度検出回路 2 の検出精度のみが接合温度  $T_j$  のばらつき  $T_j$  に影響する。すなわち、雰囲気温度  $T_a$  や熱抵抗値  $j_a$ 、および消費電力  $P$  によるばらつき要因を排除できる。

#### 【0040】

本発明の第 1 の実施形態において、温度検出回路 2 の検出精度が、例えば  $\pm 2$  以内に較正されているとすると、接合温度  $T_j$  も同様に  $\pm 2$  以内に制御できる。これは従来の接合温度  $T_j$  調整方法における誤差  $T_j = \pm 7$  よりも良い精度である。また、被試験集積回路 1 の消費電力  $P$  を個別に調整することで、複数の被試験集積回路間における接合温度  $T_j$  ばらつきを抑えることも容易となる。

10

#### 【0041】

以上説明したように、本実施形態によれば、配線量を削減しつつ、高精度で接合温度のばらつきを低減することができる。

#### 【0042】

すなわち、被試験集積回路に内蔵される温度検出回路を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置が提供できる。

#### 【0043】

20

##### (第 2 の実施形態)

本発明の第 2 の実施形態では、被試験集積回路に内蔵される温度検出回路を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置において、バーンイン試験装置内の物理的配線量を削減できる構成および動作について説明する。

#### 【0044】

図 4 は本発明の第 2 の実施形態であるバーンイン試験装置 100 の構成を示すブロック図である。

#### 【0045】

図 4 に示すバーンイン試験装置 100 は、被試験集積回路 1 と、被試験集積回路 1 の動作を制御するための試験制御装置 20 と、被試験集積回路 1 に内蔵される回路 3 と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3 に近接して配置されていることを特徴とする温度検出回路 2 と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3 の動作を制御することを特徴とする制御回路 4 と、複数の被試験集積回路 1 を搭載したバーンインボード 110 と、被試験集積回路 1 に電源電圧  $V_{DD}$  を供給するための電源装置 10 と、から構成される。

30

#### 【0046】

図 4 による構成では、単体のバーンインボード 110 がバーンイン試験装置 100 に搭載されている例が示されているが、バーンインボード 110 はバーンイン試験装置 100 に複数個搭載されていても良い。

#### 【0047】

40

本実施形態において温度検出回路 2 は、被試験集積回路 1 に内蔵されており、回路 3 に近接して配置されていることを特徴とし、回路 3 の近傍における、被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j$  に比例した値を検出し、温度情報信号  $Temp$  に変換して出力する機能を有する。温度情報信号  $Temp$  は、シングルビットのシリアルデータあるいは多ビットのデジタルデータのいずれの出力形式を採っても良い。温度情報信号  $Temp$  は、被試験集積回路 1 の内部の配線を通して制御回路 4 へ送信される。

#### 【0048】

試験制御装置 20 は、電源装置 10 を制御して複数の被試験集積回路 1 に対する電源供給を実施する他、制御回路 4 に対して制御信号  $Ctrl$  を送信する機能を有する。

#### 【0049】

50

制御回路 4 は、被試験集積回路 1 に内蔵されていることを特徴としており、温度検出回路 2 から温度情報  $T_{emp}$  を受信し、 $T_{emp}$  に対応する接合温度  $T_j$  と、バーンイン条件として予め設定されている温度とを比較する。その比較結果によって、試験制御装置 20 から受信した制御信号  $C_{trl}$  に変調を加え、回路 3 の動作状態を制御するイネーブル信号  $E_N$  として出力する機能を有する。

【0050】

換言すれば、制御回路 4 は、温度検出回路 2 で測定される接合温度  $T_j$  がバーンイン試験で設定された温度になるように制御信号  $C_{trl}$  (第 1 の制御信号) を補正し、補正された制御信号  $C_{trl}$  をイネーブル信号  $E_N$  (第 2 の制御信号) として出力する補正部として機能する。

10

【0051】

回路 3 は、被試験集積回路 1 に内蔵されていることを特徴としており、その動作状態はイネーブル信号  $E_N$  によって制御されることを特徴とする。すなわち、被試験集積回路 1 は、イネーブル信号  $E_N$  (第 2 の制御信号) に応じて動作する回路 3 を内蔵する。温度検出回路 2 は、回路 3 の内部又は回路 3 に隣接する位置に配置される。

【0052】

ここで、本発明の第 2 の実施形態において被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j$  を精度良く調整する方法について、例を挙げつつ説明する。バーンイン条件は例えば、第 1 の実施形態における条件と同様に雰囲気温度  $T_a = 125$ 、熱抵抗値  $\theta_{ja} = 50$  / W、消費電力  $P = 1$  W とし、接合温度  $T_j = 175$  に設定されているものとする。図 5 には、本発明の第 2 に実施形態における、被試験集積回路 1 の内部信号のタイムチャートを示す。図 5 における信号名は、それぞれ図 4 に記載されているものに対応する。

20

【0053】

制御信号  $C_{trl}$  は例えば、図 5 に示すように周期的に、論理レベルがハイおよびローとなる期間を交互に繰り返すものとする。制御信号  $C_{trl}$  におけるデューティ比は、例えば 50 % であるとする。温度情報  $T_{emp}$  は、制御信号  $C_{trl}$  に対して独立に、ある周期で出力値が更新されるものとする。

【0054】

回路 3 は、入力されるイネーブル信号  $E_N$  の論理レベルがハイである期間は動作し、消費電力が発生する。イネーブル信号  $E_N$  の論理レベルがローである期間において回路 3 は動作せず、消費電力はほぼ 0 となる。

30

【0055】

制御回路 4 は、制御信号  $C_{trl}$  と温度情報信号  $T_{emp}$  をそれぞれ受信し、回路 3 に対してイネーブル信号  $E_N$  を出力する。その際、温度情報信号  $T_{emp}$  とバーンイン条件、すなわち接合温度  $T_j = 175$  との比較を行う。その比較結果に従い、制御信号  $C_{trl}$  のデューティ比を基準として変更を加え、イネーブル信号  $E_N$  として出力する。

【0056】

例を図 5 に示すが、 $T_{emp}$  の示す値が 175 に等しい場合は、制御回路 4 はデューティ比を変更せずにイネーブル信号  $E_N$  を出力する。 $T_{emp}$  の示す値が 175 を下回る場合はデューティ比を上昇させ、175 を上回る場合にはデューティ比を低下させる。

40

【0057】

前記制御回路 4 によってイネーブル信号  $E_N$  のデューティ比が変更されると、一周期中における消費電力も変動する。具体的には、デューティ比が上昇すれば回路 3 が動作する期間が延びることから一周期における消費電力も増加し、デューティ比が低下すればその逆であり消費電力は減少する。故に、これは演算式 (1) における消費電力  $P$  を調整することに他ならない。

【0058】

また、本実施形態において示した接合温度  $T_j$  の調整手法では、温度情報信号  $T_{emp}$  は被試験集積回路 1 の内部において送受信されるのみである。従って、被試験集積回路 1

50



の外部に出力するための端子や、バーンイン試験装置 100 の内部配線数を削減することができる。

【0059】

以上説明したように、本実施形態によれば、配線量を削減しつつ、高精度で接合温度のばらつきを低減することができる。

【0060】

すなわち、被試験集積回路 1 に内蔵される温度検出回路 2 を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置 100 において、バーンイン試験装置内の物理的配線量を削減できる。

【0061】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態では、被試験集積回路に内蔵される温度検出回路を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置において、バーンイン試験装置内の物理的配線量を削減すると共に、被試験集積回路の内部における接合温度のばらつき影響を低減することで、均一な温度状態を実現できる構成および動作について説明する。

【0062】

図6は本発明の第3の実施形態であるバーンイン試験装置 100 の構成を示すブロック図である。

【0063】

図6に示すバーンイン試験装置 100 は、被試験集積回路 1 と、被試験集積回路 1 の動作を制御するための試験制御装置 20 と、被試験集積回路 1 に内蔵される回路 3 と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3 に近接して配置されていることを特徴とする温度検出回路 2 と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3 とは離れた場所に配置されていることを特徴とする回路 3' と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3' に近接して配置されていることを特徴とする温度検出回路 2' と、被試験集積回路 1 に内蔵され、回路 3 と回路 3' の動作を独立に制御することを特徴とする制御回路 5 と、複数の被試験集積回路 1 を搭載したバーンインボード 110 と、被試験集積回路 1 に電源電圧 VDD を供給するための電源装置 10 と、から構成される。

【0064】

図6による構成では、単体のバーンインボード 110 がバーンイン試験装置 100 に搭載されている例が示されているが、バーンインボード 110 はバーンイン試験装置 100 に複数個搭載されていても良い。

【0065】

なお、例えば温度検出回路 2 と 2'、回路 3 と 3'、温度情報信号 Temp と Temp' のように記号 (') を付した要素とそうでない要素は、互いに同一の特徴を有しており、電気的接続関係などは記号の有無による違いのみであることを理解されたい。

【0066】

本実施形態において温度検出回路 2' は、被試験集積回路 1 に内蔵されており、回路 3' に近接して配置されていることを特徴とし、回路 3' の付近における、被試験集積回路 1 の接合温度  $T_j'$  に比例した値を検出し、温度情報信号 Temp' に変換して出力する機能を有する。温度情報信号 Temp' は、被試験集積回路 1 の内部の配線を通して制御回路 5 へ送信される。

【0067】

換言すれば、回路 3 及び温度検出回路 2 は、それぞれ複数ある。制御回路 5 は、それぞれの温度検出回路 2、2' によって測定される接合温度  $T_j$ 、 $T_j'$  に応じたイネーブル信号 EN (第2の制御信号) を、温度検出回路 2、2' に対応する回路 3、3' へ送信する。

【0068】

本実施形態において試験制御装置 20 は、電源装置 10 を制御して複数の被試験集積回

10

20

30

40

50

路 1 に対する電源供給を実施する他、制御回路 5 に対して制御信号  $C t r l$  を送信する機能を有する。

【 0 0 6 9 】

制御回路 5 は、被試験集積回路 1 に内蔵されていることを特徴としており、温度検出回路 2 および 2 ' から温度情報  $T e m p$  および  $T e m p '$  を受信し、それぞれに対応する接合温度  $T j$  および  $T j '$  と、バーンイン条件として予め設定されている温度とを、それぞれ比較する。その比較結果によって、試験制御装置 2 0 から受信した制御信号  $C t r l$  に変調を加え、回路 3 の動作状態を制御するイネーブル信号  $E N$  と、回路 3 ' の動作状態を制御するイネーブル信号  $E N '$  として独立に出力する機能を有する。

【 0 0 7 0 】

ここで、本発明の第 3 の実施形態において被試験集積回路 1 の接合温度  $T j$  を精度良く調整する方法について、例を挙げつつ説明する。同一記号の要素やバーンイン条件は、本発明の第 2 の実施形態と同様の状態をとるものとして、以降では説明を省略する。図 7 には、本発明の第 3 に実施形態における、被試験集積回路 1 の内部信号のタイムチャートを示す。図 7 における信号名は、それぞれ図 6 に記載されているものに対応する。

【 0 0 7 1 】

制御回路 5 は、制御信号  $C t r l$  と温度情報信号  $T e m p$  および  $T e m p '$  をそれぞれ受信し、回路 3 に対してイネーブル信号  $E N$  を、回路 3 ' に対してイネーブル信号  $E N '$  を出力する。その際、温度情報信号  $T e m p$  および  $T e m p '$  とバーンイン条件、すなわち接合温度  $T j = 175$  との比較を行う。その比較結果に従い、制御信号  $C t r l$  のデューティ比を基準として変更を加え、イネーブル信号  $E N$  および  $E N '$  として独立に出力する。

【 0 0 7 2 】

例を図 7 に示すが、 $T e m p$  の示す値が 175 に等しい場合は、制御回路 5 はデューティ比を変更せずにイネーブル信号  $E N$  を出力する。 $T e m p$  の示す値が 175 を下回る場合はデューティ比を上昇させ、175 を上回る場合にはデューティ比を低下させる。制御回路 5 はまた、 $T e m p '$  の値を基準として同様の制御を行い、イネーブル信号  $E N '$  を出力する。

【 0 0 7 3 】

ところで、接合温度  $T j$  と  $T j '$  は被試験集積回路 1 においてそれぞれ異なる箇所で接合温度を検出したものであるが、これらの値に相違があれば被試験集積回路内で接合温度のばらつきや勾配が存在することになる。このとき、制御回路 5 により  $E N$  と  $E N '$  を独立に制御することで、接合温度  $T j$  と  $T j '$  をそれぞれ個別に 175 に近づける制御することができるようになり、被試験集積回路 1 の内部における接合温度を均一にすることが可能である。

【 0 0 7 4 】

以上説明したように、本実施形態によれば、配線量を削減しつつ、高精度で接合温度のばらつきを低減することができる。

【 0 0 7 5 】

すなわち、被試験集積回路 1 に内蔵される温度検出回路 2 を用い、バーンイン試験条件を被試験集積回路間で精度良く揃え、初期不良品を効率よく選別できるバーンイン試験装置 1 0 0 において、バーンイン試験装置内の物理的配線量を削減すると共に、被試験集積回路 1 の内部における接合温度のばらつき影響を低減することで、均一な温度状態を実現できる。

【 0 0 7 6 】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換える事が可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成

10

20

30

40

50

の一部について他の構成の追加・削除・置換をする事が可能である。

【 0 0 7 7 】

また、制御線や信号線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や信号線を示しているとは限らない。

【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

1 0 0 ... バーンイン試験装置

1 1 0 ... バーンインボード

1 2 0 ... 恒温槽

1 ... 被試験集積回路

2 , 2 ' ... 温度検出回路

3 , 3 ' ... 回路

4 , 5 ... 制御回路

1 0 ... 電源装置

2 0 ... 試験制御装置

V D D ... 電源電圧

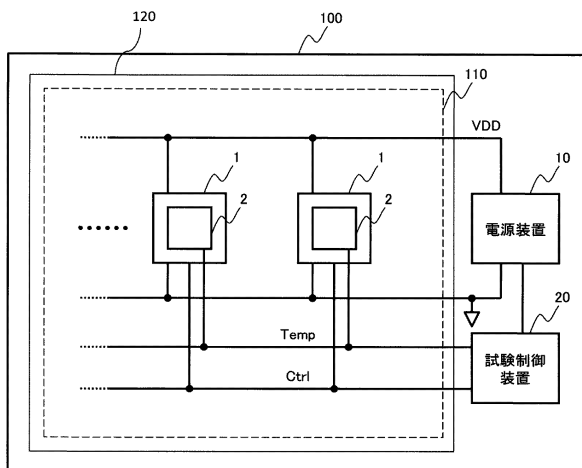
T e m p , T e m p ' ... 温度情報信号

C t r l ... 制御信号

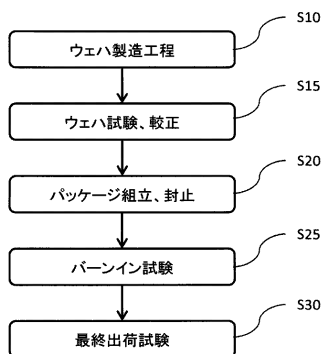
E N 、 E N ' ... イネーブル信号

10

【 図 1 】

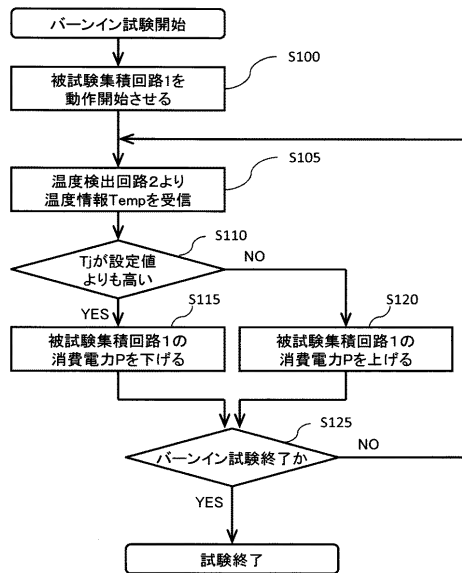


【 図 2 】

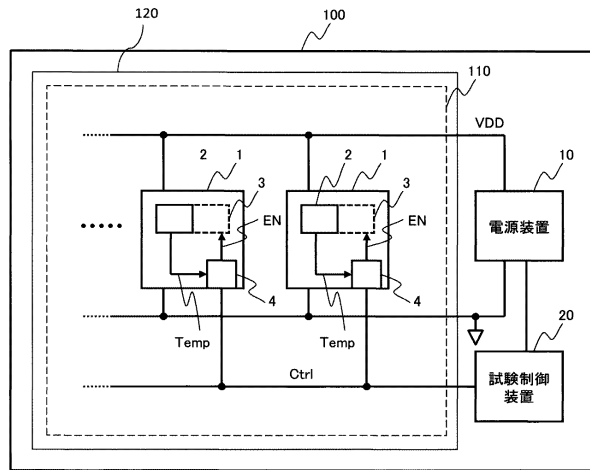


100      バーンイン試験装置  
 110      バーンインボード  
 120      恒温槽  
 1        被試験集積回路  
 2        温度検出回路  
 10       電源装置  
 20       試験制御装置  
 VDD      電源電圧  
 Temp     温度情報信号  
 Ctrl      制御信号

【図 3】

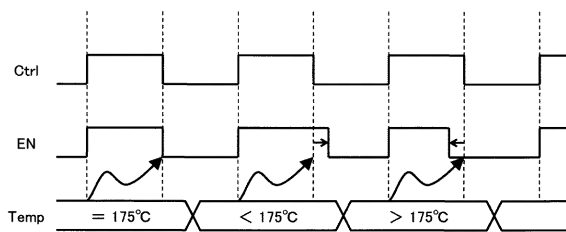


【図 4】

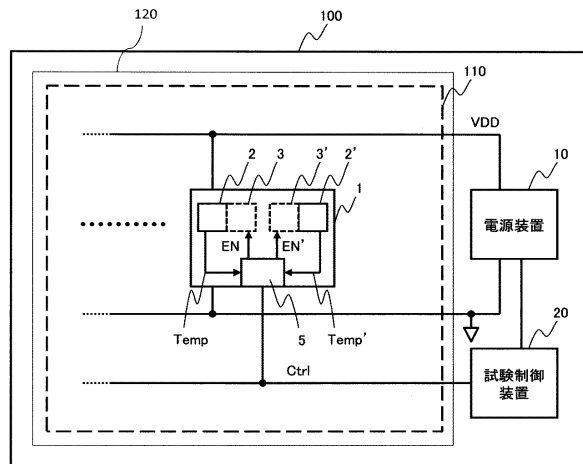


100 バーンイン試験装置  
 110 バーンインボード  
 120 恒温槽  
 1 被試験集積回路  
 2 温度検出回路  
 3 回路  
 4 制御回路  
 10 電源装置  
 20 試験制御装置  
 VDD 電源電圧  
 Temp 温度情報信号  
 Ctrl 制御信号  
 EN イネーブル信号

【図 5】

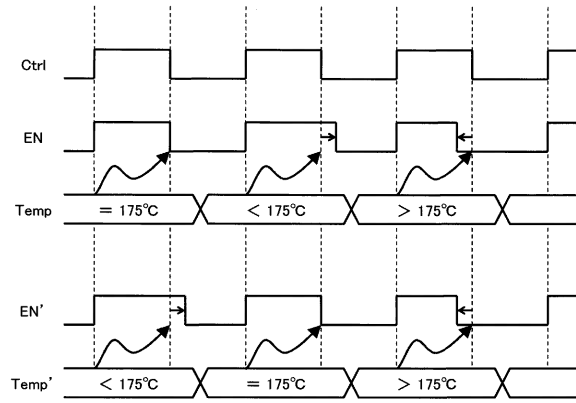


【図 6】



100 バーンイン試験装置  
 110 バーンインボード  
 120 恒温槽  
 1 被試験集積回路  
 2, 2' 温度検出回路  
 3, 3' 回路  
 5 制御回路  
 10 電源装置  
 20 試験制御装置  
 VDD 電源電圧  
 Temp, Temp' 温度情報信号  
 Ctrl 制御信号  
 EN, EN' イネーブル信号

【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 嶋 康夫

茨城県ひたちなか市高場2520番地  
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

審査官 名取 乾治

(56)参考文献 特開平05-036783(JP,A)  
特開2007-183167(JP,A)  
特開2007-134442(JP,A)  
国際公開第2007/023557(WO,A1)  
特開2006-084472(JP,A)  
特表2013-527930(JP,A)  
特開昭62-046274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/26

G01R 31/28