

(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2017-224778

(P2017-224778A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/29 (2006.01)	HO 1 L 23/30 B	4M109
HO 1 L 23/31 (2006.01)	HO 1 L 21/60 301F	5F044
HO 1 L 21/60 (2006.01)	HO 1 L 29/78 652Q	
HO 1 L 29/78 (2006.01)	HO 1 L 29/78 652P	
HO 1 L 29/06 (2006.01)	HO 1 L 29/06 301G	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-120632 (P2016-120632)
 (22) 出願日 平成28年6月17日 (2016.6.17)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 殷 暁紅
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 原田 啓行
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内
 (72) 発明者 平松 星紀
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

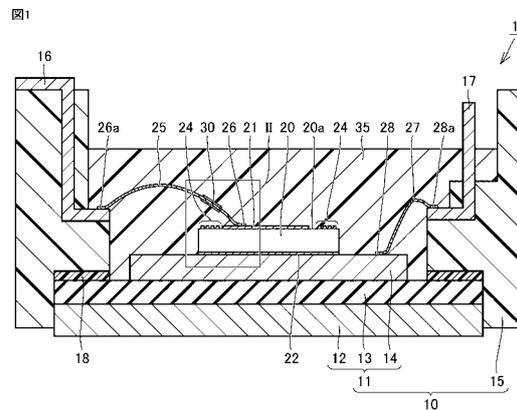
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】長い寿命を有する半導体装置を提供する。

【解決手段】半導体装置1は、半導体素子20と、半導体素子20に電氣的に接続される配線(25, 27)と、半導体素子20を封止しかつ電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材35と、配線(25, 27)の少なくとも一部を覆いかつ配線(25, 27)の少なくとも一部と樹脂封止部材35との間に配置される半導電膜30とを備える。半導電膜30は、配線(25, 27)よりも高しかつ樹脂封止部材35よりも低い電気抵抗率を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子と、
 前記半導体素子に電氣的に接続される配線と、
 前記半導体素子を封止しかつ電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材と、
 前記配線の少なくとも一部を覆いかつ前記配線の前記少なくとも一部と前記樹脂封止部材との間に配置される半導電膜とを備え、
 前記半導電膜は、前記配線よりも高くかつ前記樹脂封止部材よりも低い電気抵抗率を有する、半導体装置。

【請求項 2】

前記半導電膜は、 $10 \cdot \text{cm}$ 以上 $10^{10} \cdot \text{cm}$ 以下の前記電気抵抗率を有する、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記半導電膜は、導電性ポリマーを含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記導電性ポリマーは、共役電子系導電性ポリマーを含む、請求項 3 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記半導電膜は、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記導電性フィラーは、金属及びカーボンブラックの少なくとも 1 つを含む、請求項 5 に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記電気絶縁性ポリマーは、前記樹脂封止部材に含まれる有機材料を含む、請求項 5 または請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記半導体素子はガードリングを含み、
 前記配線の前記少なくとも一部は、前記ガードリングの上方の前記配線の第 1 の部分を含む、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記配線の前記少なくとも一部は、前記配線の前記第 1 の部分と、前記第 1 の部分と異なる前記配線の第 2 の部分とを含む、請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記配線の前記少なくとも一部は、前記配線の前記第 1 の部分である、請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記半導体素子は、電極を有し、
 前記配線は、接合部において、前記半導体素子の前記電極に電氣的及び機械的に接続され、
 前記半導電膜は、前記接合部をさらに覆う、請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 12】

リードフレームを含みかつ前記半導体素子を収容するケースをさらに備え、
 前記配線は、前記リードフレームに電氣的及び機械的に接続される、請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 13】

リードフレームをさらに備え、
 前記配線は、前記リードフレームに電氣的及び機械的に接続され、

10

20

30

40

50

前記リードフレームの一部は、前記半導体素子とともに前記樹脂封止部材に一体化される、請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）またはダイオードのような半導体素子と、半導体素子に電氣的に接続される導電ワイヤと、半導体素子と導電ワイヤとを封止し、かつ、電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材とを備える半導体装置が知られている（特許文献 1 を参照）。特許文献 1 に記載された半導体装置では、導電ワイヤの一部が電氣的絶縁性を有する低帯電材で被覆されている。電氣的絶縁性を有する低帯電材は、導電ワイヤから樹脂封止部材に電荷が注入されることにより樹脂封止部材を介したリーク電流が発生することを抑制して、半導体装置の絶縁耐圧を向上させる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 305757 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 に記載された半導体装置が長期間使用されることにより、低帯電材と導電ワイヤとの間にポイド（微小空隙）が形成される。特許文献 1 に記載された低帯電材は電氣的絶縁性を有する。そのため、低帯電材と導電ワイヤとの間のポイドに大きな電界が発生する。このポイドにおいて部分放電が発生する。この部分放電は、低帯電材を劣化させる。この部分放電は、半導体装置においてリーク電流が発生することを抑制することを困難にするとともに、半導体装置の絶縁耐圧を低下させる。そのため、特許文献 1 に記載された半導体装置は短い寿命を有する。

30

【0005】

本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、長い寿命を有する半導体装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の半導体装置は、半導体素子と、半導体素子に電氣的に接続される配線と、半導体素子を封止し、かつ、電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材と、配線の少なくとも一部を覆いかつ配線の少なくとも一部と樹脂封止部材との間に配置される半導電膜とを備える。半導電膜は、配線よりも高くかつ樹脂封止部材よりも低い電気抵抗率を有する。

【発明の効果】

40

【0007】

本発明の半導体装置では、半導電膜は、配線よりも高い電気抵抗率を有する。半導電膜は、配線から樹脂封止部材に電荷が注入されることを抑制する。半導電膜は、半導体装置においてリーク電流が発生することを抑制することができる。半導電膜は、電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材よりも低い電気抵抗率を有する。半導体装置が長期間使用されることにより配線と半導電膜との間にポイドが形成されても、半導電膜は、配線と半導電膜との間のポイドにおける電界の大きさを減少させることができる。半導電膜は、ポイドにおいて部分放電が発生することを抑制することができる。このように、本発明の半導体装置は、長期間にわたって、半導体装置の絶縁耐圧が低下することを抑制することができる。本発明の半導体装置は、長い寿命を有する。

50

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の概略断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の、図1に示される領域IIの概略部分拡大断面図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る半導体装置の、図2に示される断面線III-IIIにおける概略部分拡大断面図である。

【図4】本発明の実施の形態2に係る半導体装置の概略断面図である。

【図5】本発明の実施の形態2に係る半導体装置の、図4に示される領域Vの概略部分拡大断面図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る半導体装置の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を説明する。なお、同一の構成には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

【0010】

(実施の形態1)

図1及び図2を参照して、実施の形態1に係る半導体装置1を説明する。半導体装置1は、例えば、パワーモジュールであってもよい。本実施の形態の半導体装置1は、半導体素子20と、半導体素子20に電氣的に接続される配線(第1の配線25、第2の配線27)と、樹脂封止部材35と、半導電膜30とを備える。本実施の形態の半導体装置1は、半導体素子20を収容するケース10をさらに備えてもよい。ケース10は、半導体素子20が載置される基板11と、外囲体15と、第1のリードフレーム16と、第2のリードフレーム17とを含んでもよい。

【0011】

基板11は、絶縁層13と、絶縁層13の表面上の導電部14と、絶縁層13の裏面上の放熱部材12とを有する。絶縁層13は、例えば、高い熱伝導性を有するフィラーが分散された樹脂で構成されてもよい。高い熱伝導性を有するフィラーは、例えば、窒化ホウ素または窒化アルミニウムで構成されてもよい。絶縁層13は、例えば、アルミナ、窒化アルミニウムもしくは窒化ケイ素等からなるセラミック基板であってもよい。導電部14及び放熱部材12は、銅またはアルミニウムのような金属で構成されてもよい。導電部14は、半導体素子20よりも大きな表面積を有してもよい。導電部14は、半導体素子20で発生した熱を拡散させるヒートスプレッドとして機能してもよい。

【0012】

半導体素子20は、例えば、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(IGBT)、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)、ゲートターンオフ(GTO)サイリスタまたはダイオードであってもよい。半導体素子20は、シリコン(Si)、炭化ケイ素(SiC)または窒化ガリウム(GaN)のような半導体材料から構成されてもよい。

【0013】

半導体素子20は、第1の電極21と、第2の電極22とを含む。第1の電極21は、半導体素子20の第1の主面20a上に形成されてもよい。第2の電極22は、半導体素子20の第1の主面20aと反対側の第2の主面上に形成されてもよい。第1の配線25は、第1の接合部26において、第1の電極21に電氣的及び機械的に接続される。第1の配線25は、接合部26aにおいて、第1のリードフレーム16に電氣的及び機械的に接続される。第1の電極21は、第1の配線25を介して、第1のリードフレーム16に電氣的に接続される。半導体素子20は、第1の配線25を介して、第1のリードフレーム16に電氣的に接続される。

【0014】

半導体素子20の第2の電極22は、基板11の導電部14に電氣的及び機械的に接続

10

20

30

40

50

される。第2の配線27は、第2の接合部28において、導電部14に電氣的及び機械的に接続される。第2の配線27は、接合部28aにおいて、第2のリードフレーム17に電氣的及び機械的に接続される。第2の電極22は、導電部14及び第2の配線27を介して、第2のリードフレーム17に電氣的に接続される。半導体素子20は、基板11及び第2の配線27を介して、第2のリードフレーム17に電氣的に接続される。第1の配線25及び第2の配線27は、例えば、金(Au)、銅(Cu)またはアルミニウム(Al)から構成されてもよい。第1の配線25及び第2の配線27は、ワイヤの形状を有してもよいし、板の形状を有してもよい。第1の接合部26、第2の接合部28及び接合部26a, 28aにおける接合は、例えば、超音波ワイヤボンディング法を用いて行われてもよいし、はんだまたは導電性ペーストを用いた接合であってもよい。

10

【0015】

半導体素子20は、第1の主面20aの周縁領域に、ガードリング24をさらに含んでもよい。ガードリング24は、第1の主面20aの周縁領域を周回するように配置される複数の導電リングを含む。複数の導電リングは、互いに離間している。ガードリング24は、半導体素子20の周縁領域において電界が集中することを抑制し、半導体素子20の絶縁耐圧を向上させる。本実施の形態では、ガードリング24は、4本の導電リングを有する。導電性リングの本数は4本に限られず、半導体素子20の種類に応じて適宜設定され得る。

【0016】

樹脂封止部材35は、半導体素子20を封止する。樹脂封止部材35は、電氣的絶縁性を有する。樹脂封止部材35は、エポキシ樹脂のような、半導電膜30よりも高い弾性率を有する材料から構成されてもよい。樹脂封止部材35は、例えば、シリコーンゲルのような、半導電膜30よりも低い弾性率と高い熱膨張率とを有する材料から構成されてもよい。

20

【0017】

半導電膜30は、配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部を覆う。半導電膜30は、配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部と樹脂封止部材35との間に配置される。本実施の形態では、半導電膜30によって覆われる配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部は、第1の配線25の一部である。

【0018】

特定的には、配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部は、ガードリング24の上方の配線(第1の配線25)の第1の部分を含んでもよい。半導電膜30は、ガードリング24の上方の第1の配線25の第1の部分上を覆ってもよい。半導電膜30は、第1の配線25の第1の部分の一部を覆ってもよいし、第1の配線25の第1の部分の全てを覆ってもよい。ガードリング24の上方の第1の配線25の第1の部分において、第1の配線25から樹脂封止部材35に電荷が注入されやすく、かつ、第1の電極21と第2の電極22との間に樹脂封止部材35を介したリーク電流が発生しやすい。そのため半導体装置1は絶縁破壊されやすい。半導電膜30は、この電荷注入及びリーク電流を抑制することができ、そのため半導体装置1の絶縁破壊を抑制することができる。

30

【0019】

配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部は、配線(第1の配線25、第2の配線27)のうちガードリング24に最も近い部分を含んでもよい。半導電膜30は、配線(第1の配線25、第2の配線27)のうちガードリング24に最も近い部分上を覆ってもよい。配線(第1の配線25、第2の配線27)のうちガードリング24に最も近い部分において、第1の配線25から樹脂封止部材35に電荷が注入されやすく、かつ、第1の電極21と第2の電極22との間に樹脂封止部材35を介したリーク電流が発生しやすい。そのため半導体装置1は絶縁破壊されやすい。半導電膜30は、この電荷注入及びリーク電流を抑制することができ、そのため半導体装置1の絶縁破壊を抑制することができる。

40

【0020】

50

半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 及び樹脂封止部材 35 に密着してもよい。半導電膜 30 は、樹脂封止部材 35 に隙間なく接してもよい。半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 に隙間なく接してもよい。

【0021】

半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）よりも高くかつ樹脂封止部材 35 よりも低い電気抵抗率を有する。半導電膜 30 は、金属のような低い電気抵抗率を有する材料から構成される配線（第 1 の配線 25 及び第 2 の配線 27）よりも少ない自由電子の数を有する。半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25 及び第 2 の配線 27）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることを抑制することができる。特定的には、半導電膜 30 は、 10^{-10} cm以上 10^{-10} cm以下の電気抵抗率を有してもよい。

10

【0022】

半導体装置 1 が長期間使用されることにより、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間にボイド（微小空隙）31 が形成されても（図 3 を参照）、半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間のボイド 31 における電界の大きさを、第 1 の配線 25 と電氣的絶縁性を有する低帯電材（特許文献 1 を参照）との間のボイドにおける電界の大きさよりも減少させることができる。そのため、半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間のボイド 31 において部分放電が発生することを抑制することができる。半導体装置 1 が長期間使用されることにより、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間にボイド 31 が形成されても（図 3 を参照）、 10^{-10} cm以下の電気抵抗率を有する半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間のボイド 31 における電界の大きさを、第 1 の配線 25 と電氣的絶縁性を有する低帯電材（特許文献 1 を参照）との間のボイドにおける電界の大きさよりも、さらに確実に減少させることができる。そのため、半導電膜 30 は、第 1 の配線 25 と半導電膜 30 との間のボイド 31 において部分放電が発生することをさらに確実に抑制することができる。

20

【0023】

半導電膜 30 は、エポキシ樹脂のような材料からなる樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有してもよい。半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有するため、半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 よりも柔らかい材料で構成されている。樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有する半導電膜 30 は、樹脂封止部材 35 の熱膨張係数と配線（第 1 の配線 25）の熱膨張係数との差に起因して配線（第 1 の配線 25）に加わる応力を緩和することができる。樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有する半導電膜 30 は、この応力によって配線（第 1 の配線 25）が断線することを防ぐことができる。樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有する半導電膜 30 は、この応力によって、配線（第 1 の配線 25）及び樹脂封止部材 35 にクラックが発生することと、配線（第 1 の配線 25）、半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 の間にボイドが発生することとを抑制することができる。樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有する半導電膜 30 は、このクラック及びボイドにおいて部分放電が発生することをさらに抑制することができる。樹脂封止部材 35 よりも低い弾性率を有する半導電膜 30 は、半導体装置 1 の寿命を延ばすことができる。

30

【0024】

半導電膜 30 は、シリコーンゲルのような材料からなる樹脂封止部材 35 よりも高い弾性率と低い熱膨張率とを有してもよい。樹脂封止部材 35 は半導電膜 30 よりも柔らかくかつ高い熱膨張率を有する材料で構成されている。樹脂封止部材 35 は配線（第 1 の配線 25）を拘束することができない。半導体装置 1 の動作時に半導体装置 1 の温度が上昇すると、樹脂封止部材 35 が熱膨張するため、配線（第 1 の配線 25）は断線しやすい。樹脂封止部材 35 よりも高い弾性率と低い熱膨張率とを有する半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25）の断線の可能性を低減することができる。樹脂封止部材 35 よりも高い弾性率と低い熱膨張率とを有する半導電膜 30 は、半導体装置 1 の寿命を延ばすことができる。

40

【0025】

半導電膜 30 は、導電性ポリマーを含んでもよい。半導電膜 30 は、導電性ポリマーで

50

構成されてもよい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 の両者は樹脂を含むため、導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 に密着しやすい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されにくい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することを抑制することができる。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を劣化させること、及び、配線（第 1 の配線 25）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることを、より確実に防止することができる。

【0026】

導電性ポリマーは、例えば、共役電子系導電性ポリマーを含んでもよい。特定的には、導電性ポリマーは、ポリアニリン、ポリアセチレン、ポリピロール、ポリチオフェンまたはポリアルキルチオフェンを含んでもよい。

10

【0027】

導電性ポリマーを含む半導電膜 30 を第 1 の配線 25 の少なくとも一部上に形成する方法は、特に制限はない。半導電膜 30 を形成する方法の一例では、導電性ポリマーを第 1 の配線 25 の少なくとも一部上に塗布することによって、半導電膜 30 が形成されてもよい。半導電膜 30 を形成する方法の別の例では、導電性ポリマーからなる熱収縮性チューブの中に、第 1 の配線 25 の少なくとも一部が収容される。

【0028】

特定的には、半導電膜 30 は、アクセプタをさらに含んでもよい。さらに特定的には、アクセプタは、ヨウ素を含んでもよい。特定的には、半導電膜 30 は、ドナーをさらに含んでもよい。さらに特定的には、ドナーは、アルカリ金属を含んでもよい。アクセプタ及びドナーは、半導電膜 30 の電気抵抗率を変化させることができる。アクセプタ及びドナーによって、半導電膜 30 の電気抵抗率は容易に最適化され得る。

20

【0029】

半導電膜 30 は、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含んでもよい。半導電膜 30 は、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーから構成されてもよい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 の両者は樹脂を含むため、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 に密着しやすい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されにくい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することを抑制することができる。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を劣化させること、及び、配線（第 1 の配線 25）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることを、より確実に防止することができる。

30

【0030】

導電性フィラーは、半導電膜 30 の電気抵抗率を変化させることができる。導電性フィラーによって、半導電膜 30 の電気抵抗率は容易に最適化され得る。導電性フィラーは、例えば、金（Au）、銀（Ag）または銅（Cu）のような金属及びカーボンブラックの少なくとも 1 つを含んでもよい。電気絶縁性ポリマーは、例えば、ポリイミドまたはエポキシ樹脂から構成されてもよい。

40

【0031】

特定的には、半導電膜 30 に含まれる電気絶縁性ポリマーは、樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含んでもよい。半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 は共通する有機材料を含むため、半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 にさらに密着しやすい。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されることをさらに抑制することができる。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することをさらに抑制することができる。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含

50

む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を劣化させること、及び、配線（第 1 の配線 25）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることを、より確実に防止することができる。

【0032】

導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 を第 1 の配線 25 の少なくとも一部上に形成する方法は、特に制限はない。半導電膜 30 を形成する方法の一例では、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを第 1 の配線 25 の少なくとも一部上に塗布することによって、半導電膜 30 が形成されてもよい。半導電膜 30 を形成する方法の別の例では、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーからなる熱収縮性チューブの中に、第 1 の配線 25 の少なくとも一部が収容される。熱収縮性チューブを加熱して収縮させることによって、第 1 の配線 25 の少なくとも一部上に半導電膜 30 が形成されてもよい。

10

【0033】

外囲体 15 は、電氣的絶縁性を有する。特定的には、外囲体 15 は、電氣的絶縁性を有する樹脂から構成されてもよい。外囲体 15 は、例えば、ポリフェニレンサルファイド（PPS）から構成されてもよい。外囲体 15 は、接着剤 18 を用いて、基板 11 に接着されてもよい。特定的には、外囲体 15 は、樹脂からなる接着剤 18 を用いて、基板 11 の絶縁層 13 に接着されてもよい。接着剤 18 は、例えば、シリコン樹脂から構成されてもよい。

【0034】

第 1 のリードフレーム 16 及び第 2 のリードフレーム 17 は、銅またはアルミニウムのような、低い電気抵抗率と高い熱伝導率とを有する材料で構成されてもよい。第 1 のリードフレーム 16 及び第 2 のリードフレーム 17 は、外囲体 15 に一体化されてもよい。特定的には、トランスファーモールド法によって、第 1 のリードフレーム 16 及び第 2 のリードフレーム 17 は、外囲体 15 に一体化されてもよい。

20

【0035】

本実施の形態の半導体装置 1 の作用及び効果を説明する。

本実施の形態の半導体装置 1 は、半導体素子 20 と、半導体素子 20 に電氣的に接続される配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）と、半導体素子 20 を封止する樹脂封止部材 35 と、半導電膜 30 とを備える。樹脂封止部材 35 は、電氣的絶縁性を有する。半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の少なくとも一部を覆いかつ配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の少なくとも一部と樹脂封止部材 35 との間に配置される。半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）よりも高くかつ樹脂封止部材 35 よりも低い電気抵抗率を有する。

30

【0036】

本実施の形態の半導体装置 1 では、半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）よりも高い電気抵抗率を有する。半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることを抑制する。半導電膜 30 は、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間に樹脂封止部材 35 を介したリーク電流が発生することを抑制することができる。

40

【0037】

半導電膜 30 は、電氣的絶縁性を有する樹脂封止部材 35 よりも低い電気抵抗率を有する。半導体装置 1 が長期間使用されることにより、配線（第 1 の配線 25）と半導電膜 30 との間にボイド 31 が形成されても（図 3 を参照）、半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25）と半導電膜 30 との間のボイド 31 における電界の大きさを、配線（第 1 の配線 25）と電氣的絶縁性を有する低帯電材（特許文献 1 を参照）との間のボイドにおける電界の大きさよりも減少させることができる。半導電膜 30 は、ボイドにおいて部分放電が発生することを抑制することができる。

【0038】

このように、本実施の形態の半導体装置 1 は、長期間にわたって半導体装置 1 の絶縁耐

50

圧が低下することを抑制することができる。本実施の形態の半導体装置 1 は、長い寿命を有する。

【0039】

本実施の形態の半導体装置 1 では、半導電膜 30 は、 10^{-10} cm 以上 10^{-10} cm 以下の電気抵抗率を有してもよい。 10^{-10} cm 以上の電気抵抗率を有する半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25）から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されることをより確実に抑制することができる。

【0040】

半導体装置 1 が長期間使用されることにより、配線（第 1 の配線 25）と半導電膜 30 との間にボイド 31 が形成されても（図 3 を参照）、 10^{-10} cm 以下の電気抵抗率を有する半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25）と半導電膜 30 との間のボイド 31 における電界の大きさを、配線（第 1 の配線 25）と電氣的絶縁性を有する低帯電材（特許文献 1 を参照）との間のボイドにおける電界の大きさよりも、より確実に減少させることができる。 10^{-10} cm 以上 10^{-10} cm 以下の電気抵抗率を有する半導電膜 30 は、ボイドにおいて部分放電が発生することをより確実に抑制することができる。

10

【0041】

このように、本実施の形態の半導体装置 1 は、長期間にわたって、半導体装置 1 の絶縁耐圧が低下することをさらに抑制することができる。そのため、本実施の形態の半導体装置 1 は、長い寿命を有する。

【0042】

本実施の形態の半導体装置 1 では、半導電膜 30 は、導電性ポリマーを含んでもよい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 の両者は樹脂を含むため、導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 に密着しやすい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されにくい。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することを抑制することができる。導電性ポリマーを含む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を劣化させることをより確実に抑制することができる。本実施の形態の半導体装置 1 は、向上された絶縁耐圧と長い寿命とを有する。

20

【0043】

本実施の形態の半導体装置 1 では、半導電膜 30 は、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含んでもよい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 の両者は樹脂を含むため、導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 に密着しやすい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されにくい。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することを抑制することができる。導電性フィラーを含有する電気絶縁性ポリマーを含む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を劣化させること、及び、半導体装置 1 の絶縁耐圧が低下することを、より確実に抑制することができる。そのため、本実施の形態の半導体装置 1 は、長い寿命を有する。導電性フィラーによって、半導電膜 30 の電気抵抗率は容易に最適化され得る。

30

40

【0044】

本実施の形態の半導体装置 1 では、半導電膜 30 に含まれる電気絶縁性ポリマーは、樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含んでもよい。半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 は共通する有機材料を含むため、半導電膜 30 は樹脂封止部材 35 にさらに密着しやすい。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間にボイドが形成されることをさらに抑制することができる。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含む半導電膜 30 は、半導電膜 30 と樹脂封止部材 35 との間のボイドで部分放電が発生することを抑制することができる。樹脂封止部材 35 に含まれる有機材料を含む半導電膜 30 は、この部分放電が半導電膜 30 及び樹脂封止部材 35 を

50

劣化させること、及び、半導体装置 1 の絶縁耐圧が低下することを、より確実に抑制することができる。そのため、本実施の形態の半導体装置 1 は、長い寿命を有する。

【0045】

本実施の形態の半導体装置 1 において、半導体素子 20 はガードリング 24 を含んでもよい。ガードリング 24 は、半導体素子 20 の周縁領域において電界が集中することを抑制し、半導体装置 1 の絶縁耐圧を向上させる。本実施の形態の半導体装置 1 は、高い絶縁耐圧を有する。

【0046】

本実施の形態の半導体装置 1 において、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の少なくとも一部は、ガードリング 24 の上方の配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分を含んでもよい。半導体素子 20 の周縁部では、ガードリングの上方の配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分から樹脂封止部材 35 に電荷が注入されやすい。ガードリング 24 の上方の配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分を覆う半導電膜 30 は、この電荷の注入を防ぐことができる。半導電膜 30 は、第 1 の電極 21 と第 2 の電極 22 との間に樹脂封止部材 35 を介したリーク電流が発生することを抑制することができる。本実施の形態の半導体装置 1 は、向上された絶縁耐圧と長い寿命とを有する。

10

【0047】

本実施の形態の半導体装置 1 は、リードフレーム（第 1 のリードフレーム 16）を含みかつ半導体素子 20 を収容するケース 10 をさらに備えてもよい。配線（第 1 の配線 25）は、リードフレーム（第 1 のリードフレーム 16）に電気的及び機械的に接続されてもよい。本実施の形態の半導体装置 1 では、ケース 10 によって、半導体素子 20 が機械的に保護され得る。

20

【0048】

（実施の形態 2）

図 4 及び図 5 を参照して、実施の形態 2 に係る半導体装置 1 a を説明する。本実施の形態の半導体装置 1 a は、基本的には、実施の形態 1 の半導体装置 1 と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

【0049】

本実施の形態の半導体装置 1 a では、半導電膜 30 は、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の少なくとも一部を覆う。配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の少なくとも一部は、ガードリング 24 の上方の配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分と、第 1 の部分と異なる配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の第 2 の部分とを含んでもよい。配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の第 2 の部分は、ガードリング 24 の上方の第 1 の部分を除く第 1 の配線 25 の残りの部分と第 2 の配線 27 との少なくとも一部であってもよい。

30

【0050】

半導電膜 30 a、32 は、ガードリング 24 の上方の配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分と、第 1 の部分と異なる配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の第 2 の部分とを覆う。半導電膜 30 a は、配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分に加えて、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の第 2 の部分の一部を覆ってもよいし、配線（第 1 の配線 25、第 2 の配線 27）の第 2 の部分の全てを覆ってもよい。半導電膜 30 a は、配線（第 1 の配線 25）の第 1 の部分に加えて、第 1 の部分を除く第 1 の配線 25 の残りの部分と第 2 の配線 27 との少なくとも一部を覆ってもよい。特定的には、半導電膜 30 a、32 は、半導体素子 20 に電気的に接続される配線（第 1 の配線 25 及び第 2 の配線 27）の全てを覆ってもよい。

40

【0051】

本実施の形態の半導体装置 1 a では、半導電膜 30 a は、第 1 の接合部 26 をさらに覆ってもよい。半導電膜 30 a は、第 1 の接合部 26 の一部を覆ってもよいし、第 1 の接合部 26 の全てを覆ってもよい。半導電膜 32 は、第 2 の接合部 28 をさらに覆ってもよい。半導電膜 32 は、第 2 の接合部 28 の一部を覆ってもよいし、第 2 の接合部 28 の全て

50

を覆ってもよい。

【0052】

本実施の形態の半導体装置1aの作用及び効果を説明する。本実施の形態の半導体装置1aは、基本的には、実施の形態1の半導体装置1の効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0053】

本実施の形態の半導体装置1aでは、配線(第1の配線25、第2の配線27)の少なくとも一部は、ガードリング24の上方の配線(第1の配線25)の第1の部分と、第1の部分と異なる配線(第1の配線25、第2の配線27)の第2の部分とを含む。半導電膜30a, 32は、ガードリング24の上方の配線(第1の配線25)の第1の部分と、第1の部分と異なる配線(第1の配線25、第2の配線27)の第2の部分とを覆う。半導電膜30a, 32は、ガードリング24の上方の配線(第1の配線25)の第1の部分から樹脂封止部材35への電荷の注入だけでなく、配線(第1の配線25、第2の配線27)の第2の部分から樹脂封止部材35への電荷の注入をも防ぐことができる。半導電膜30a, 32は、第1の電極21と第2の電極22との間に樹脂封止部材35を介したリーク電流が発生すること、及び、半導体装置1aの絶縁耐圧が低下することをさらに抑制することができる。そのため、本実施の形態の半導体装置1aは、さらに長い寿命を有する。

10

【0054】

本実施の形態の半導体装置1aでは、半導体素子20は、電極(第1の電極21)を有する。配線(第1の配線25)は、接合部(第1の接合部26)において、半導体素子20の電極(第1の電極21)に電氣的及び機械的に接続される。半導電膜30aは、接合部(第1の接合部26)をさらに覆ってもよい。半導電膜30aは、接合部(第1の接合部26)から樹脂封止部材35に電荷が注入されることを防ぐことができる。半導電膜30aは、第1の電極21と第2の電極22との間に樹脂封止部材35を介したリーク電流が発生すること、及び、半導体装置1aの絶縁耐圧が低下することをさらに抑制することができる。そのため、本実施の形態の半導体装置1aは、さらに長い寿命を有する。

20

【0055】

(実施の形態3)

図6を参照して、実施の形態3に係る半導体装置1bを説明する。本実施の形態の半導体装置1bは、基本的には、実施の形態1の半導体装置1と同様の構成を備えるが、主に以下の点で異なる。

30

【0056】

本実施の形態の半導体装置1bでは、第1の配線25は、第1のリードフレーム16bに電氣的及び機械的に接続される。第1のリードフレーム16bの一部は、半導体素子20とともに樹脂封止部材35に一体化される。第2の配線27は、第2のリードフレーム17bに電氣的及び機械的に接続される。第2のリードフレーム17bの一部は、半導体素子20とともに樹脂封止部材35に一体化される。トランスファーモールド法によって、リードフレーム(第1のリードフレーム16b、第2のリードフレーム17b)の一部及び半導体素子20は樹脂封止部材35にモールドされてもよい。本実施の形態の半導体装置1bは、実施の形態1の外囲体15を備えていない。

40

【0057】

本実施の形態の半導体装置1bの作用及び効果を説明する。本実施の形態の半導体装置1bは、基本的には、実施の形態1の半導体装置1と同様の効果を奏するが、以下の点で異なる。

【0058】

本実施の形態の半導体装置1bでは、リードフレーム(第1のリードフレーム16b)の一部は、半導体素子20とともに樹脂封止部材35に一体化される。本実施の形態の半導体装置1bでは、実施の形態1の外囲体15が省略され得る。本実施の形態の半導体装置1bは、低コストで製造され得る簡素な構造を有する。

50

【 0 0 5 9 】

(実施例)

比較例と対照しながら、実施の形態 1 の実施例を説明する。

【 0 0 6 0 】

放熱部材 1 2 は、1 0 0 mm × 4 5 mm × 3 mm (厚さ) のサイズを有する銅板である。絶縁層 1 3 は、高い熱伝導性を有する無機フィラーが分散されたエポキシ樹脂である。導電部 1 4 は、1 mm の厚さを有しかつ銅 (Cu) からなる導電パターンである。放熱部材 1 2 と絶縁層 1 3 と導電部 1 4 とを高温でプレスすることによって、放熱部材 1 2 と絶縁層 1 3 と導電部 1 4 とが一体化された基板 1 1 が形成される。それから、導電部 1 4 上に半導体素子 2 0 が載置される。外囲体 1 5 と絶縁層 1 3 との間に設けられたシリコン樹脂からなる接着剤 1 8 を、1 5 0 の温度で 5 分間加熱することにより、シリコン樹脂からなる接着剤 1 8 は硬化される。シリコン樹脂からなる接着剤 1 8 を用いて、ポリフェニレンサルファイド (P P S) から構成される外囲体 1 5 が、絶縁層 1 3 に接着される。

10

【 0 0 6 1 】

第 1 の配線 2 5 の一部上に半導電膜 3 0 を塗布することによって、第 1 の配線 2 5 の一部上に半導電膜 3 0 が形成される。半導電膜 3 0 は、カーボンブラックが添加されたエポキシ樹脂である。このエポキシ樹脂は、1 6 0 のガラス転移温度を有する。半導電膜 3 0 は、 $1 0^5 \cdot \text{cm}$ の電気抵抗率を有する。半導電膜 3 0 が形成された第 1 の配線 2 5 は、半導体素子 2 0 の第 1 の電極 2 1 にボンディングされる。第 2 の配線 2 7 は、導電部 1 4 にボンディングされる。それから、外囲体 1 5 と基板 1 1 とから構成されるケース 1 0 内に樹脂封止部材 3 5 を充填する。半導体素子 2 0 は、樹脂封止部材 3 5 によって封止される。樹脂封止部材 3 5 は、1 5 0 の温度で 2 時間加熱することによって、硬化される。こうして、図 1 及び図 2 に示される実施例の半導体装置 1 が得られる。

20

【 0 0 6 2 】

(比較例)

比較例の半導体装置は、実施例の半導体装置において、半導電膜 3 0 が省略されている。

【 0 0 6 3 】

(加速試験の結果)

実施例の半導体装置 1 及び比較例の半導体装置がそれぞれ 3 個ずつ製造された。3 個の実施例の半導体装置 1 及び 3 個の比較例の半導体装置の各々に、1 5 0 の温度で、1 0 0 0 ボルトの直流電圧を印加することにより、3 個の実施例の半導体装置 1 及び 3 個の比較例の半導体装置の各々の絶縁破壊寿命が測定された。3 個の実施例の半導体装置 1 の平均の絶縁破壊寿命は、3 個の比較例の半導体装置の平均の絶縁破壊寿命の 2 倍よりも長かった。

30

【 0 0 6 4 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。矛盾のない限り、今回開示された実施の形態 1 から実施の形態 3 の少なくとも 2 つを組み合わせてもよい。本発明の範囲は、上記した説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

1 , 1 a , 1 b 半導体装置、1 0 ケース、1 1 基板、1 2 放熱部材、1 3 絶縁層、1 4 導電部、1 5 外囲体、1 6 , 1 6 b 第 1 のリードフレーム、1 7 , 1 7 b 第 2 のリードフレーム、1 8 接着剤、2 0 半導体素子、2 0 a 第 1 の主面、2 1 第 1 の電極、2 2 第 2 の電極、2 4 ガードリング、2 5 第 1 の配線、2 6 第 1 の接合部、2 6 a , 2 8 a 接合部、2 7 第 2 の配線、2 8 第 2 の接合部、3 0 , 3 0 a , 3 2 半導電膜、3 1 ボイド、3 5 樹脂封止部材。

50

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 29/06 3 0 1 V

Fターム(参考) 4M109 AA02 BA04 CA02 DB20 EA02 EA10 EB14 EC07 EE06
5F044 AA01 FF01 FF05 FF06