

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7424542号  
(P7424542)

(45)発行日 令和6年1月30日(2024.1.30)

(24)登録日 令和6年1月22日(2024.1.22)

|                                         |       |           |                          |       |   |
|-----------------------------------------|-------|-----------|--------------------------|-------|---|
| (51)国際特許分類                              |       |           | F I                      |       |   |
| H 0 1 L                                 | 23/36 | (2006.01) | H 0 1 L                  | 23/36 | C |
| H 0 5 K                                 | 7/20  | (2006.01) | H 0 5 K                  | 7/20  | C |
| H 0 5 K                                 | 1/05  | (2006.01) | H 0 5 K                  | 7/20  | D |
| H 0 5 K                                 | 1/02  | (2006.01) | H 0 5 K                  | 1/05  | A |
|                                         |       |           | H 0 5 K                  | 1/02  | F |
| 請求項の数 15 (全16頁)                         |       |           |                          |       |   |
| (21)出願番号 特願2023-522512(P2023-522512)    |       |           | (73)特許権者 000002141       |       |   |
| (86)(22)出願日 令和4年10月14日(2022.10.14)      |       |           | 住友ベークライト株式会社             |       |   |
| (86)国際出願番号 PCT/JP2022/038417            |       |           | 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号   |       |   |
| (87)国際公開番号 WO2023/090013                |       |           | (74)代理人 100110928        |       |   |
| (87)国際公開日 令和5年5月25日(2023.5.25)          |       |           | 弁理士 速水 進治                |       |   |
| 審査請求日 令和5年4月12日(2023.4.12)              |       |           | (72)発明者 八木 茂幸            |       |   |
| (31)優先権主張番号 特願2021-188502(P2021-188502) |       |           | 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住 |       |   |
| (32)優先日 令和3年11月19日(2021.11.19)          |       |           | 友ベークライト株式会社内             |       |   |
| (33)優先権主張国・地域又は機関                       |       |           | (72)発明者 高橋 昭仁            |       |   |
| 日本国(JP)                                 |       |           | 東京都品川区東品川 2 丁目 5 番 8 号 住 |       |   |
| (31)優先権主張番号 特願2022-7786(P2022-7786)     |       |           | 友ベークライト株式会社内             |       |   |
| (32)優先日 令和4年1月21日(2022.1.21)            |       |           | 審査官 庄司 一隆                |       |   |
| (33)優先権主張国・地域又は機関                       |       |           |                          |       |   |
| 日本国(JP)                                 |       |           |                          |       |   |
| 早期審査対象出願                                |       |           |                          |       |   |
| 最終頁に続く                                  |       |           |                          |       |   |

(54)【発明の名称】 ヒートシンク付回路基板およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回路層と、ヒートシンクとが、絶縁層を介して一体化されたヒートシンク付回路基板であって、

前記ヒートシンクは、平板状のベース板を有し、  
前記絶縁層は樹脂材料から構成されるものであって、  
前記回路層を構成する回路間に封止樹脂が埋設され、前記回路層の上面と前記封止樹脂の上面が略面一であって、  
前記絶縁層の外周端縁は、前記封止樹脂により覆われている、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記回路層の外周端縁に囲まれる領域は、前記ベース板の前記絶縁層に覆われる領域に内包されている、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記絶縁層に含まれる熱硬化性樹脂が、ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、アダマンタン骨格を有するエポキシ樹脂、フェノールアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニルアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂、メトキシナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、およびシアネー

ト樹脂から選択される一種または二種以上である、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 いずれか一項に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記絶縁層が窒化ホウ素粒子を含む、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 いずれか一項に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記ヒートシンクは、銅、アルミニウムの中から選ばれる少なくとも 1 種である、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか一項に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフィンをさらに有する、ヒートシンク付回路基板。

10

【請求項 7】

請求項 6 に記載のヒートシンク付回路基板であって、  
前記フィンの外側端を結ぶ外郭線に囲まれる領域は、前記ベース板の前記絶縁層に覆われた領域に内包されている、ヒートシンク付回路基板。

【請求項 8】

平板状のベース板を備えるヒートシンクを準備する工程と、  
前記ベース板の一方の面上に絶縁層を積層し、当該絶縁層上に回路層を配置する工程と、  
前記回路層を構成する回路間に封止樹脂を埋設するとともに、当該封止樹脂により前記絶縁層の外周端縁を覆う工程と、  
を含み、

20

前記回路層の上面と、前記封止樹脂の上面が略面一である、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、  
前記封止樹脂を埋設する前記工程において、  
前記回路層上に前記封止樹脂を配置して前記回路間に前記封止樹脂を埋設した後、前記封止樹脂の一部を研磨することによって前記回路層の上面を露出させ、前記回路層の上面と、前記封止樹脂の上面を略面一にする、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

30

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、  
前記封止樹脂を埋設する前記工程は、トランスファーモールド成形法、コンプレッションモールド成形法及びインジェクション成形法からなる群より選択される 1 種が用いられる、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

【請求項 11】

請求項 8 乃至 10 いずれか一項に記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、  
前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフィンをさらに有する、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 いずれか一項に記載のヒートシンク付回路基板を用い、前記ヒートシンク付回路基板に露出する前記回路層上に、半導体チップを実装する工程と、  
前記半導体チップを第 2 の封止樹脂により封止する工程と、  
を含む、半導体装置の製造方法。

40

【請求項 13】

平板状のベース板を有するヒートシンクと、  
前記ベース板の一方の面上に積層され、樹脂材料から構成された絶縁層と、  
前記絶縁層上に配置された回路層と、  
前記回路層を構成する回路間に埋設され、上面が前記回路層の上面と略面一となるように構成された第 1 封止体と、

50

前記第 1 封止体の上面に露出する前記回路層上に搭載された半導体チップと、  
前記半導体チップを覆う第 2 封止体と、  
を備え、

前記絶縁層の外周端縁は、前記第 1 封止体により覆われており、

前記第 1 封止体と前記第 2 封止体との間に界面がある、半導体装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の半導体装置であって、

前記第 1 封止体と、前記第 2 封止体とは、異なる樹脂材料により形成されている、半導体装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 または 1 4 に記載の半導体装置であって、

前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフィンをさらに有する、半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートシンク付回路基板およびその製造方法、ならびに半導体装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

回路を構成する導体層と大容量ヒートシンクの一面とが絶縁層を介して一体化されたヒートシンク付き回路基板が知られている（例えば、特許文献 1）。

例えば、放熱性を向上する観点からは、フィン付きのヒートシンクが知られている。特許文献 2 には、セラミックス基板の一方の面に回路層が形成され、他方の面に金属層が形成された絶縁回路基板と、金属層のセラミックス基板とは反対側の面に配置され、一方の面に複数のフィン有するヒートシンクとを備えたヒートシンク付き絶縁回路基板の製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016-82108 号公報

【文献】特開 2020-13915 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、電気・電子機器等の発展に伴いヒートシンク付回路基板はますます注目されている。本発明者は、新たなヒートシンク付回路基板の開発に着目し、回路層を構成する回路間に封止樹脂を埋設することで、ヒートシンク付回路基板の回路面の平坦化を初めて実現した。これにより、ヒートシンク付回路基板を用いた電気・電子機器等の加工性、製造安定性、位置精度等が向上し、信頼性、耐久性などに優れた電気・電子機器等が得られるようになる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、回路層と、ヒートシンクとが、絶縁層を介して一体化されたヒートシンク付回路基板であって、

前記ヒートシンクは、平板状のベース板を有し、

前記回路層を構成する回路間に封止樹脂が埋設され、前記回路層の上面と前記封止樹脂の上面が略面一である、ヒートシンク付回路基板を提供する。

【0006】

本発明は、平板状のベース板を備えるヒートシンクを準備する工程と、

10

20

30

40

50

前記ベース板の一方の面上に絶縁層を積層し、当該絶縁層上に回路層を配置する工程と、  
前記回路層を構成する回路間に封止樹脂を埋設する工程と、  
を含み、

前記回路層の上面と、前記封止樹脂の上面が略面一である、ヒートシンク付回路基板の製造方法を提供する。

【0007】

また、本発明は、上記のヒートシンク付回路基板を用い、前記ヒートシンク付回路基板に露出する前記回路層上に、半導体チップを実装する工程と、

前記半導体チップを第2の封止樹脂により封止する工程と、  
含む、半導体装置の製造方法を提供する。

10

【0008】

また、本発明は、平板状のベース板を有するヒートシンクと、  
前記ベース板の一方の面上に積層された絶縁層と、

前記絶縁層上に配置された回路層と、  
前記回路層を構成する回路間に埋設され、上面が前記回路層の上面と略面一となるように構成された第1封止体と、

前記第1封止体の上面に露出する前記回路層上に搭載された半導体チップと、  
前記半導体チップを覆う第2封止体と、

を備え、

前記第1封止体と前記第2封止体との間に界面がある、半導体装置を提供する。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、回路面が平坦なヒートシンク付回路基板、およびこれを用いた半導体装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態に係るヒートシンク付回路基板を模式的に示した断面図である。

【図2】実施の形態に係るヒートシンク付回路基板の製造方法の一過程を模式的に示した断面図である。

【図3】実施の形態に係るヒートシンク付回路基板を用いた半導体装置を模式的に示した断面図である。

30

【図4】実施の形態に係るヒートシンク付回路基板の変形例を模式的に示した断面図である。

【図5】実施の形態に係るヒートシンク付回路基板を用いた半導体装置の変形例を模式的に示した断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。  
なお、図面はあくまで説明用のものである。図面中の各部材の形状や寸法比などは、必ずしも現実の物品と対応するものではない。

40

【0012】

本明細書中、数値範囲の説明における「a～b」との表記は、特に断らない限り、a以上b以下のことを表す。例えば、「1～5質量％」とは「1質量％以上5質量％以下」を意味する。

【0013】

<ヒートシンク付回路基板>

図1は、本実施形態に係るヒートシンク付回路基板50の断面図である。

図1に示すように、ヒートシンク付回路基板50は、回路を構成する導体層30（回路層）と、ヒートシンク10とが、絶縁層20を介して一体化されている。また、ヒートシ

50

ンク１０は、平板状のベース板１１を有するものであり、本実施形態においてはさらに、絶縁層２０側とは反対側の面から突出する複数のフィン１２とを備える。

また、本実施形態において、導体層３０の回路間に封止樹脂４０が埋設され、導体層３０の上面と封止樹脂４０の上面が略面一となっている。

なお、本実施形態において略同一とは、ヒートシンク付回路基板５０の製造過程で生じる微細な凹凸は除くことを意図する。

【００１４】

以下、各構成の詳細について説明する。

【００１５】

[ヒートシンク]

ヒートシンク１０は、導体層３０等において発生した熱を外部に放出する機能を有する。すなわち、ヒートシンク１０は、熱伝導性を有する。

本実施形態のヒートシンク１０は、平板状のベース板１１と、ベース板１１の絶縁層２０側とは反対側の面から突出する複数のフィン１２とを備える。平板状のベース板１１と、フィン１２とは公知の方法で接合されたものであってもよく、一体成形されたものであってもよい。

【００１６】

ヒートシンク１０は、銅、アルミニウムの中から選ばれる少なくとも１種であることが好ましく、熱伝導性・加工性等を向上する観点からは銅であることがより好ましい。

【００１７】

ベース板１１の厚みは、用途に応じて適宜設定できるが、例えば、０．２～１．５mmであることが好ましい。また、ベース板１１の厚みを、導体層３０の厚みの０．５～１．５倍とすることで、ヒートシンク付回路基板５０全体の反りを抑制し、密着性を向上しやすくなる。

【００１８】

本実施形態において、ヒートシンク１０は、ベース板１１の一方の面から立設する複数のフィン１２を備えることにより、ヒートシンク１０の表面積を高め、放熱効率を高めることができる。また複数のフィン１２は面一となっている。複数のフィン１２の高さが均一であり、また、フィン１２の上面は平坦であることで面を構成できるため、ヒートシンク付回路基板５０の安定的に製造できるようになる。

【００１９】

フィン１２の形状は特に限定されないが、例えば、四角、六角などの多角柱状、円柱状であってもよい。また、上記の四角柱状には、断面における断面形状が正方形を呈する柱状、長方形を呈する柱状、ひし形を呈する柱状、平行四辺形を呈する柱状等であってもよい。上記の円柱状には、断面における断面形状が円形、楕円形及び長円形等であってもよい。

【００２０】

複数のフィン１２の数は特に限定されず、用途、機械的強度等の観点から、適宜設定される。複数のフィン１２の形状は、互いに同一であってもよく、異なってもよく、一部のみ異なるものであってもよい。

【００２１】

また、複数のフィン１２の配置は、特に限定されないが、フィン１２の外側端を結ぶ外郭線に囲まれる領域は、ベース板１１の絶縁層２０に覆われた領域に内包されていることが好ましい。また、ベース板１１の外周端部にフィン１２を有さないことが好ましい。

こうすることにより、ヒートシンク付回路基板５０の製造過程における加圧に対して、機械的強度を保持しつつ、密着性を向上できる。

【００２２】

複数のフィン１２同士の間隔は、特に限定されないが、０．５～２．０mmであることが好ましい。フィン１２同士の間隔を０．５mm以上とすることにより、フィン１２の切削加工を効率的に行うことができ、またヒートシンク付回路基板５０の製造過程における押圧に対して、機械的強度を保持できるようになる。また、フィン１２同士の間隔を２．

10

20

30

40

50

0 mm以下とすることにより、ヒートシンク10の放熱性能をより向上させることができる。

#### 【0023】

##### 〔絶縁層〕

絶縁層20は、導体層30とヒートシンク10との間に配置されることにより、導体層30に通電される電気がヒートシンク10側に漏れないよう絶縁するために用いられる。

また、絶縁層20の外周端部は封止樹脂40により覆われている。これにより、ヒートシンク付回路基板50の信頼性を向上しやすくなる。

#### 【0024】

絶縁層20は、熱硬化性樹脂と、窒化ホウ素粒子とを含む材料から構成されることが好ましい。これにより、良好な熱伝導性、および絶縁性が得られる。また、絶縁層20は、ヒートシンク付回路基板50の製造過程において圧力がかかることによって、窒化ホウ素粒子が分散し熱伝導性を効率的に向上することができるとともに、密着性を高めることができる。

10

#### 【0025】

上記の熱硬化性樹脂としては、ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、アダマンタン骨格を有するエポキシ樹脂、フェノールアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニルアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂、メトキシナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、およびシアネート樹脂から選択される一種または二種以上が挙げられる。これにより、窒化ホウ素粒子の分散性を向上させやすくなる。

20

#### 【0026】

上記のシアネート樹脂としては、シアネートエステル樹脂を用いることができる。

シアネートエステル樹脂としては、具体的には、ビスフェノールAジシアネート、ポリフェノールシアネート（オリゴ（3-メチレン-1, 5-フェニレンシアネート）、4, 4'-メチレンビス（2, 6-ジメチルフェニルシアネート）、4, 4'-エチリデンジフェニルジシアネート、ヘキサフルオロビスフェノールAジシアネート、2, 2-ビス（4-シアネート）フェニルプロパン、1, 1-ビス（4-シアネートフェニルメタン）、ビス（4-シアネート-3, 5-ジメチルフェニル）メタン、1, 3-ビス（4-シアネートフェニル-1-（メチルエチリデン））ベンゼン、ビス（4-シアネートフェニル）チオエーテル、ビス（4-シアネートフェニル）エーテルなどの2官能シアネート樹脂；フェノールノボラック、クレゾールノボラック、ジシクロペンタジエン構造含有フェノール樹脂などから誘導される多官能シアネート樹脂；上記例示したシアネートエステル樹脂の一部がトリアジン化したプレポリマーなどが挙げられる。

30

ここで、シアネートエステル樹脂の市販品としては、例えば、ロンザジャパン社製のPT30、BA230、DT-4000、DT-7000などを用いることができる。

#### 【0027】

熱硬化性樹脂の含有量は、絶縁層20を構成する材料（固形分）全量に対して、1質量%以上30質量%以下の範囲が好ましく、5質量%以上28質量%以下の範囲がより好ましい。

40

#### 【0028】

窒化ホウ素粒子は、一次粒子が凝集した凝集粒子であることが好ましい。窒化ホウ素粒子の一次粒子は、板状、鱗片状、または球状であり得、好ましくは鱗片状である。本実施形態で用いられる窒化ホウ素粒子は、鱗片状窒化ホウ素の凝集粒子であることが好ましい。これにより、窒化ホウ素粒子が配列し、熱伝導性を向上しやすくなる。

#### 【0029】

鱗片状（または板状）の窒化ホウ素の一次粒子は、長手方向長さ（鱗片の厚み方向に対する直交方向における最大長さ）の平均が、例えば、1~100 μm、好ましくは、3~90 μmである。また、窒化ホウ素粒子の長手方向長さの平均は、5 μm以上、好ましく

50

は、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上、とりわけ好ましくは、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上、最も好ましくは、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、通常、例えば、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下、好ましくは、 $90\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

【0030】

また、鱗片状窒化ホウ素の一次粒子の厚み（鱗片の厚み方向長さ、つまり、粒子の短手方向長さ）の平均は、例えば、 $0.01\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ 、好ましくは、 $0.1\sim 15\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0031】

また、鱗片状窒化ホウ素の一次粒子のアスペクト比（長手方向長さ／厚み）は、例えば、 $2\sim 10000$ 、好ましくは、 $10\sim 5000$ である。

10

【0032】

なお、光散乱法によって測定される平均1次粒子径は、動的光散乱式粒度分布測定装置にて測定される体積平均粒子径である。窒化ホウ素粒子の光散乱法によって測定される平均1次粒子径が上記範囲に満たないと、絶縁層20が脆くなり、取扱性が低下する場合がある。

【0033】

窒化ホウ素粒子の市販品として、具体的には、例えば、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン社製の「PT」シリーズ（例えば、「PT-110」など）、昭和電工社製の「ショービーエヌUHP」シリーズ（例えば、「ショービーエヌUHP-1」など）などが挙げられる。

20

【0034】

窒化ホウ素粒子の含有量は、絶縁層20を構成する材料（固形分）全量に対して、 $60\text{ 質量}\%$ 以上 $80\text{ 質量}\%$ 以下の量であり、より好ましくは、 $65\text{ 質量}\%$ 以上 $75\text{ 質量}\%$ 以下の量である。

また、窒化ホウ素粒子の体積基準の含有割合は、絶縁層20を構成する材料（固形分）の全積に対して、 $50\sim 70\text{ 体積}\%$ であることが好ましく、 $55\sim 65\text{ 体積}\%$ であることがより好ましい。

【0035】

絶縁層20を構成する材料としては、上記熱伝導性樹脂、窒化ホウ素粒子以外の成分をさらに含んでもよい。

30

【0036】

例えば、熱硬化性樹脂としてエポキシ樹脂を用いる場合、硬化剤を用いることが好ましい。硬化剤としては、硬化触媒またはフェノール系硬化剤を用いることが好ましい。

【0037】

硬化触媒としては、たとえばナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、オクチル酸スズ、オクチル酸コバルト、ビスアセチルアセトナートコバルト（II）、トリスアセチルアセトナートコバルト（III）等の有機金属塩；トリエチルアミン、トリブチルアミン、1，4-ジアザビシクロ〔2.2.2〕オクタン等の3級アミン類；2-フェニル-4-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2，4-ジエチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシイミダゾール、2-フェニル-4，5-ジヒドロキシメチルイミダゾール等のイミダゾール類；トリフェニルホスフィン、トリ-*p*-トリルホスフィン、テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィン・トリフェニルボラン、1，2-ビス-（ジフェニルホスフィノ）エタン等の有機リン化合物；フェノール、ビスフェノールA、ノニルフェノール等のフェノール化合物；酢酸、安息香酸、サリチル酸、*p*-トルエンスルホン酸等の有機酸；等、またはこの混合物が挙げられる。

40

【0038】

硬化触媒を用いる場合、その含有量は、絶縁層20を構成する材料（固形分）全量に対し、 $0.001\text{ 質量部}$ 以上 $1\text{ 質量部}$ 以下が好ましい。

【0039】

50

また、フェノール系硬化剤としては、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ナフトールノボラック樹脂、アミノトリアジンノボラック樹脂、ノボラック樹脂、トリスフェニルメタン型のフェノールノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂；テルペン変性フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン変性フェノール樹脂等の変性フェノール樹脂；フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するナフトールアラルキル樹脂等のアラルキル型樹脂；ビスフェノールA、ビスフェノールF等のビスフェノール化合物；レゾール型フェノール樹脂等が挙げられ、これらは1種類を単独で用いても2種類以上を併用してもよい。

フェノール系硬化剤の含有量は、絶縁層20を構成する材料（固形分）全量に対し、0.1質量%以上30質量%以下が好ましく、0.3質量%以上15質量%以下がより好ましい。

【0040】

絶縁層20を構成する材料は、さらに、レベリング剤、カップリング剤、酸化防止剤等を含んでもよい。

【0041】

レベリング剤としては、アクリル系共重合体等が挙げられる。レベリング剤は、絶縁層20を構成する材料（固形分）全量に対し、2質量%以下の量で使用する事が好ましく、0.01質量%以上1.0質量%以下の量で使用する事がより好ましい。

【0042】

カップリング剤としては、エポキシシランカップリング剤、カチオニックシランカップリング剤、アミノシランカップリング剤、チタネート系カップリング剤およびシリコンオイル型カップリング剤等が使用できる。

カップリング剤の配合量は、窒化ホウ素粒子100質量部に対して、0.1質量部以上10質量部以下が好ましく、特に0.5質量部以上7質量部以下が好ましい。

【0043】

本実施形態の絶縁層20を構成する材料（固形分）は、上述した熱硬化性樹脂、窒化ホウ素粒子、その他の成分、および溶媒を上述の割合で配合し、公知の方法により攪拌混合することにより調製できる。

【0044】

溶媒としては、アセトン、メチルエチルケトンなどケトン、酢酸エチルなどのエステル、N,N-ジメチルホルムアミドなどのアミドなどの有機溶媒が挙げられる。また、溶媒として、水、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロパノールなどのアルコールなどの水系溶媒も挙げられる。

【0045】

本実施形態の絶縁層20は、Bステージ状態のシート状に成形して作製することができる。すなわち、絶縁層20は、ヒートシンク付回路基板50の製造過程において、ヒートシンク10および導体層30と加熱加圧一体化される際に、完全硬化する。

たとえば、基材上にワニス状の上記材料を塗布した後、これを熱処理して乾燥することによりシート状にすることができる。基材としては、たとえば放熱部材やリードフレーム、剥離可能なキャリア材等を構成する金属箔が挙げられるが、ヒートシンク10上に直接塗布してもよい。

また、塗布膜を乾燥するための熱処理は、たとえば80～150℃、5分～1時間の条件において行われる。

絶縁層20の厚みは、たとえば60μm以上500μm以下とすることができる。

【0046】

本実施形態において、Bステージ状態のシート状の絶縁層20の比重は1.0～2.0であることが好ましい。これにより、ヒートシンク付回路基板50の製造過程において、より適切に加圧でき、ヒートシンク10および導体層30との密着性を高めやすくなる。

【0047】

## 〔導体層〕

導体層 30 は、絶縁層 20 を介してヒートシンク 10 上に配置され、回路を形成する。導体層 30 としては公知の方法で得られる公知のものとすることができる。

たとえば、絶縁層 20 に導体層 30 を公知の方法で積層し、その後、導体層 30 を回路加工等することにより、回路基板を得ることができる。

導体層 30 を構成する金属としては、銅、アルミニウム、ニッケル、金、銀、ステンレス等の金属を用いることができる。

## 【0048】

また、平面視における導体層 30 の配置は適宜設定されるが、導体層 30 の外周端縁に囲まれる領域は、ベース板 11 の絶縁層 20 に覆われる領域に内包されていることが好ましい。すなわち、導体層 30 は、絶縁層 20 の領域内、すなわち絶縁層 20 上に配置されることが好ましい。これにより、導体層 30 と絶縁層 20 とをより確実に密着できる。

## 【0049】

## 〔封止樹脂〕

封止樹脂 40 は、導体層 30 を構成する回路間を充填するために用いられる。封止樹脂 40 としては、半導体装置の封止樹脂として知られる公知のものを用いることができる。例えば、封止樹脂 40 は、熱硬化性樹脂、無機充填剤、硬化剤、硬化促進剤、およびカップリング剤等を含む封止用樹脂組成物を用いて得られる。

## 【0050】

ヒートシンク付回路基板 50 の封止樹脂 40 は、B ステージ状態、C ステージ状態のいずれであってもよく、トランスファー、コンプレッション等の成形後は半硬化であることが好ましい。

## 【0051】

上記の熱硬化性樹脂としては、好ましくはエポキシ樹脂が挙げられる。エポキシ樹脂としては、具体的には、ビスフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、テトラメチルビスフェノール F 型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、ハイドロキノン型エポキシ樹脂等の結晶性エポキシ樹脂；クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ナフトールノボラック型エポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂；フェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ビスフェニレン骨格含有フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェニレン骨格含有ナフトールアラルキル型エポキシ樹脂、アルコキシナフタレン骨格含有フェノールアラルキルエポキシ樹脂等のアラルキル型エポキシ樹脂；トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、アルキル変性トリフェノールメタン型エポキシ樹脂等の 3 官能型エポキシ樹脂；ジシクロペンタジエン変性フェノール型エポキシ樹脂、テルペン変性フェノール型エポキシ樹脂等の変性フェノール型エポキシ樹脂；トリアジン核含有エポキシ樹脂等の複素環含有エポキシ樹脂が挙げられる。これらは 1 種類を単独で用いてもよく、2 種類以上を組み合わせて用いてもよい。

## 【0052】

上記の無機充填剤としては、たとえば、タルク、焼成クレイ、未焼成クレイ、マイカ、ガラスなどのケイ酸塩；酸化チタン、アルミナ、ベーマイト、シリカなどの酸化物；炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ハイドロタルサイトなどの炭酸塩；水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウムなどの水酸化物；硫酸バリウム、硫酸カルシウム、亜硫酸カルシウムなどの硫酸塩または亜硫酸塩；ホウ酸亜鉛、メタホウ酸バリウム、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸カルシウム、ホウ酸ナトリウムなどのホウ酸塩；窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、窒化炭素などの窒化物；チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウムなどのチタン酸塩などが挙げられる。これらは、1 種類単独で用いてもよいし、2 種以上を併用してもよい。

## 【0053】

上記の硬化剤としては、熱硬化性樹脂と反応して硬化させるものであればとくに限定されないが、たとえば、エチレンジアミン、トリメチレンジアミン、テトラメチレンジアミ

10

20

30

40

50

ン、および、ヘキサメチレンジアミン等の炭素数2～20の直鎖脂肪族ジアミン、ならびに、メタフェニレンジアミン、パラフェニレンジアミン、パラキシレンジアミン、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-ジアミノジフェニルプロパン、4,4'-ジアミノジフェニルエーテル、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン、4,4'-ジアミノジシクロヘキサン、ビス(4-アミノフェニル)フェニルメタン、1,5-ジアミノナフタレン、メタキシレンジアミン、パラキシレンジアミン、1,1-ビス(4-アミノフェニル)シクロヘキサン、ジシアノジアミド等のアミン類；アニリン変性レゾール樹脂、ジメチルエーテルレゾール樹脂等のレゾール型フェノール樹脂；フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、tert-ブチルフェノールノボラック樹脂、ノニルフェノールノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂；フェニレン骨格含有フェノールアラールキル樹脂、ビフェニレン骨格含有フェノールアラールキル樹脂等のフェノールアラールキル樹脂；ナフタレン骨格やアントラセン骨格のような縮合多環構造を有するフェノール樹脂；ポリパラオキシスチレン等のポリオキシスチレン；ヘキサヒドロ無水フタル酸(HHPA)、メチルテトラヒドロ無水フタル酸(MTHPA)等の脂環族酸無水物、無水トリメリット酸(TMA)、無水ピロメリット酸(PMDA)、ベンゾフェノンテトラカルボン酸(BTDA)等の芳香族酸無水物等を含む酸無水物等；ポリサルファイド、チオエステル、チオエーテル等のポリメルカプタン化合物；イソシアネートプレポリマー、ブロック化イソシアネート等のイソシアネート化合物；カルボン酸含有ポリエステル樹脂等の有機酸類が挙げられる。これらは1種類を単独で用いてもよく、2種類以上を組み合わせ用いてもよい。

#### 【0054】

上記の硬化促進剤としては、たとえば、有機ホスフィン、テトラ置換ホスホニウム化合物、ホスホベタイン化合物、ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物、または、ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物等のリン原子含有化合物；1,8-ジアザビシクロ(5,4,0)ウンデセン-7、イミダゾール等のアミジン系化合物；ベンジルジメチルアミン等の3級アミン、アミジニウム塩、またはアンモニウム塩等の窒素原子含有化合物；フェノール、ビスフェノールA、ノニルフェノール、2,3-ジヒドロキシナフタレン等のフェノール化合物等が挙げられる。また、上記有機ホスフィンとしては、トリフェニルホスフィン、トリ-n-ブチルホスフィン、テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィン・トリフェニルボラン、1,2-ビス-(ジフェニルホスフィノ)エタン等が挙げられる。

#### 【0055】

上記のカップリング剤としては、たとえばエポキシシラン、メルカプトシラン、アミノシラン、アルキルシラン、ウレイドシラン、ビニルシラン等の各種シラン系化合物、チタン系化合物、アルミニウムキレート類、アルミニウム/ジルコニウム系化合物等の公知のカップリング剤を用いることができる。

#### 【0056】

また、上記成分の他に、たとえば、上記エポキシ樹脂以外のフェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、メラミン樹脂、およびポリウレタン等熱硬化性樹脂；カーボンプラック等の着色剤；天然ワックス、合成ワックス、高級脂肪酸もしくはその金属塩類、パラフィン、酸化ポリエチレン等の離型剤；ハイドロタルサイト等のイオン捕捉剤；シリコーンオイル、シリコーンゴム等の低応力剤；水酸化アルミニウム等の難燃剤；酸化防止剤等の各種添加剤を含むことができる。

#### 【0057】

かかる封止用樹脂組成物は、公知の方法により得られるものであり、例えば、上述した成分を、超音波分散方式、高圧衝突式分散方式、高速回転分散方式、ビーズミル方式、高速せん断分散方式、または自転公転式分散方式などの各種混合機を用いて溶剤中に溶解、混合、攪拌することによりワニス状の組成物として調製することができる。

#### 【0058】

<ヒートシンク付回路基板の製造方法>

本実施形態のヒートシンク付回路基板 50 の製造方法は、以下の工程を含む。

平板状のベース板 11 と、ベース板 11 の一方の面から突出する複数のフィン 12 とを備えるヒートシンク 10 を準備する工程と、

ヒートシンク 10 のベース板 11 の他方の面上に絶縁層 20 を積層し、絶縁層 20 上に導体層 30 を配置する工程と、

導体層 30 を構成する回路間に封止樹脂 40 を埋設する工程と、を含む。

これにより、導体層 30 の上面と封止樹脂 40 の上面が略面一なヒートシンク付回路基板 50 が得られる。導体層 30 の上面と封止樹脂 40 の上面を略同一にする方法は、特に限定されないが、例えば、上記の埋設する工程において、導体層 30 上に封止樹脂 40 を配置して回路間に封止樹脂 40 を埋設した後、封止樹脂 40 の一部を研磨することによって導体層 30 の上面を露出させることで略面一としてもよい。

【0059】

以下、詳細を説明する。

【0060】

まず、ヒートシンク 10 としては、上述したものをを用いることができる。

次に、ヒートシンク 10 のベース板 11 のフィン 12 とは反対側となる面上に絶縁層 20 を積層し、絶縁層 20 上に導体層 30 を配置する。

【0061】

続けて、導体層 30 を構成する回路間に封止樹脂 40 を埋設する。たとえば、封止樹脂 40 用の樹脂組成物を用い、トランスファーモールド成形法、コンプレッションモールド成形法及びインジェクション成形法など選択される方法を用いて、回路間に樹脂組成物を充填し、封止樹脂 40 を埋設する。

また、図 2 に示すように、絶縁層 20 及び導体層 30 全体を覆うように封止樹脂 40 を埋設してもよい。この場合、封止樹脂 40 を上面から研磨、研削して、導体層 30 の上面を露出させることにより、封止樹脂 40 の上面と導体層 30 の上面を面一にすることができる。言い換えると、研磨により封止樹脂 40 の一部を削り取り、導体層 30 の高さに合わせることで、導体層 30 の上面を露出させることができる。

研磨方法は、特に限定されず公知の方法を用いることができるが、たとえば、グラインドやケミカルエッチング等の方法が挙げられる。また、グラインド方法としては、例えば、機械的研磨（バフ、研磨ロール等）や、化学的機械研磨（CMP）を用いることができる。

【0062】

<半導体装置>

図 3 に示すように、本実施形態の半導体装置 100 は、平板状のベース板 11 を有するヒートシンク 10 と、ヒートシンク 10 のベース板 11 の一方の面上に積層された絶縁層 20 と、絶縁層 20 上に配置された導体層 30 と、導体層 30 を構成する回路間に埋設され、上面が導体層 30 の上面と略面一となるように構成された封止樹脂 40 の硬化体（第 1 封止体 41）と、封止樹脂 40 の上面に露出する導体層 30 上に搭載された半導体チップ 81 と、半導体チップ 81 を覆う第 2 封止体 42 と、を備え、第 1 封止体 41 と第 2 封止体 42 との間に界面がある。

本実施形態において、ヒートシンク 10 は、ベース板 11 の他方の面から突出する複数のフィン 12 をさらに有する。絶縁層 20 の外周端縁に囲まれる領域は、第 1 封止体 41 により覆われている。

また、半導体チップ 81 は、リードフレーム 82 とワイヤ 83 を介して接続されている。

【0063】

第 1 封止体 41 と第 2 封止体 42 との間の界面とは、第 1 封止体 41 と第 2 封止体 42 とが異なる工程によって得られたのちに接合されることで生じる境界である。界面は、目視できるものであってもよく、目視できるものに限られない。本実施形態において当該界面は略水平面である。

第 2 封止体 42 は、公知の封止樹脂材料を用いて得ることができる。第 1 封止体 41 と

、第2封止体42とは、異なる樹脂材料により形成されていてもよく、同じ材料で形成されたものであってもよいが、異なる樹脂材料により形成されていることが好ましい。

【0064】

＜半導体装置の製造方法＞

半導体装置100の製造方法は、ヒートシンク付回路基板50を用い、ヒートシンク付回路基板50に露出する導体層30上に、半導体チップ81を実装する工程と、半導体チップ81を第2の封止樹脂により封止する工程を含む。第2の封止樹脂は硬化されることにより、第2の封止体42となる。

半導体チップ81を実装する工程および第2の封止体42を形成する工程はいずれも公知の方法を用いることができる。

【0065】

本実施形態の半導体装置100は、ヒートシンク付回路基板50を用いるものであるため、加工性、製造安定性、位置精度等が向上し、信頼性、耐久性などに優れることができる。

【0066】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

【0067】

例えば、図4に示すように、ヒートシンク付回路基板51のヒートシンク10はフィン12を有さないものであってもよい。また、例えば、図5に示すように、半導体装置101のヒートシンク10はフィン12を有さないものであってもよい。

【0068】

さらに、本実施形態の参考形態の例を以下に付記する。

1. 回路層と、ヒートシンクとが、絶縁層を介して一体化されたヒートシンク付回路基板であって、

前記ヒートシンクは、平板状のベース板を有し、

前記回路層を構成する回路間に封止樹脂が埋設され、前記回路層の上面と前記封止樹脂の上面が略面一である、ヒートシンク付回路基板。

2. 1.に記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記回路層の外周端縁に囲まれる領域は、前記ベース板の前記絶縁層に覆われる領域に内包されている、ヒートシンク付回路基板。

3. 1.または2.に記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記絶縁層の外周端縁は、前記封止樹脂により覆われている、ヒートシンク付回路基板。

4. 1.乃至3.いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記絶縁層に含まれる熱硬化性樹脂が、ジシクロペンタジエン骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、アダマンタン骨格を有するエポキシ樹脂、フェノールアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ビフェニルアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するエポキシ樹脂、メトキシナフタレンアラルキル骨格を有するエポキシ樹脂、およびシアネート樹脂から選択される一種または二種以上である、ヒートシンク付回路基板。

5. 1.乃至4.いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記絶縁層が窒化ホウ素粒子を含む、ヒートシンク付回路基板。

6. 1.乃至5.いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記絶縁層のBステージにおける比重が1.0～2.0である、ヒートシンク付回路基板。

7. 1.乃至6.いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記ヒートシンクは、銅、アルミニウムの中から選ばれる少なくとも1種である、ヒートシンク付回路基板。

8. 1.乃至7.いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフ

10

20

30

40

50

インをさらに有する、ヒートシンク付回路基板。

9. 8. に記載のヒートシンク付回路基板であって、

前記フィンの外側端を結ぶ外郭線に囲まれる領域は、前記ベース板の前記絶縁層に覆われた領域に内包されている、ヒートシンク付回路基板。

10. 平板状のベース板を備えるヒートシンクを準備する工程と、

前記ベース板の一方の面上に絶縁層を積層し、当該絶縁層上に回路層を配置する工程と、

前記回路層を構成する回路間に封止樹脂を埋設する工程と、

を含み、

前記回路層の上面と、前記封止樹脂の上面が略面一である、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

10

11. 10. に記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、

前記封止樹脂を埋設する前記工程において、

前記回路層上に前記封止樹脂を配置して前記回路間に前記封止樹脂を埋設した後、前記封止樹脂の一部を研磨することによって前記回路層の上面を露出させ、前記回路層の上面と、前記封止樹脂の上面を略面一にする、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

12. 10. または 11. に記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、

前記封止樹脂を埋設する前記工程は、トランスファーマールド成形法、コンプレッションマールド成形法及びインジェクション成形法からなる群より選択される 1 種が用いられる、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

13. 10. 乃至 12. いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板の製造方法であって、

20

前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフィンをさらに有する、ヒートシンク付回路基板の製造方法。

14. 1. 乃至 9. いずれか一つに記載のヒートシンク付回路基板を用い、前記ヒートシンク付回路基板に露出する前記回路層上に、半導体チップを実装する工程と、

前記半導体チップを第 2 の封止樹脂により封止する工程と、

を含む、半導体装置の製造方法。

15. 平板状のベース板を有するヒートシンクと、

前記ベース板の一方の面上に積層された絶縁層と、

前記絶縁層上に配置された回路層と、

前記回路層を構成する回路間に埋設され、上面が前記回路層の上面と略面一となるように構成された第 1 封止体と、

30

前記第 1 封止体の上面に露出する前記回路層上に搭載された半導体チップと、

前記半導体チップを覆う第 2 封止体と、

を備え、

前記第 1 封止体と前記第 2 封止体との間に界面がある、半導体装置。

16. 15. に記載の半導体装置であって、

前記第 1 封止体と、前記第 2 封止体とは、異なる樹脂材料により形成されている、半導体装置。

17. 15. または 16. に記載の半導体装置であって、

40

前記絶縁層の外周端縁は、前記第 1 封止体により覆われている、半導体装置。

18. 15. 乃至 17. いずれか一つに記載の半導体装置であって、

前記ヒートシンクは、前記ベース板の前記絶縁層とは反対側の面から突出する複数のフィンをさらに有する、半導体装置。

【0069】

この出願は、2021 年 11 月 19 日に出願された日本出願特願 2021-188502 号および 2022 年 1 月 21 日に出願された日本出願特願 2022-007786 号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0070】

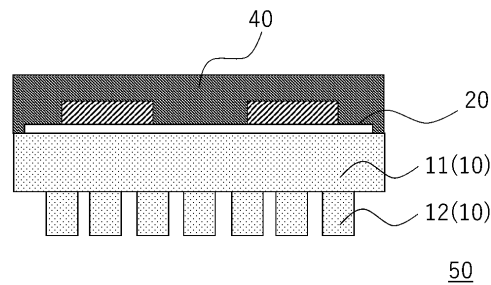
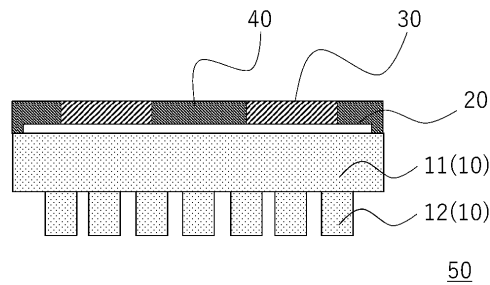
50

- 1 0 ヒートシンク
- 1 1 ベース板
- 1 2 フィン
- 2 0 絶縁層
- 3 0 導体層
- 4 0 封止樹脂
- 4 1 封止体
- 4 2 封止体
- 5 0 ヒートシンク付回路基板
- 5 1 ヒートシンク付回路基板
- 6 1 金属板
- 6 2 金属板
- 7 0 クッション材
- 8 1 半導体チップ
- 8 2 リードフレーム
- 8 3 ワイヤ
- 1 0 0 半導体装置
- 1 0 1 半導体装置

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

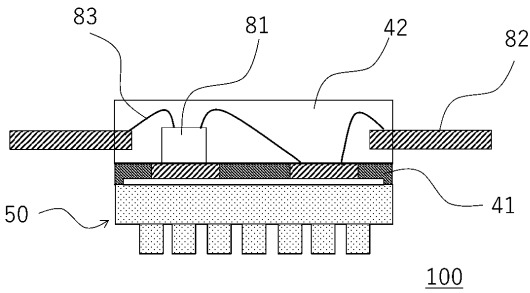
20

30

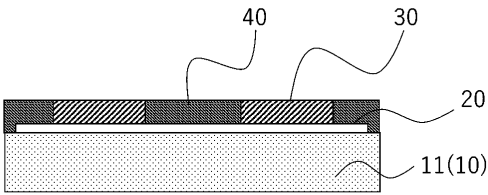
40

50

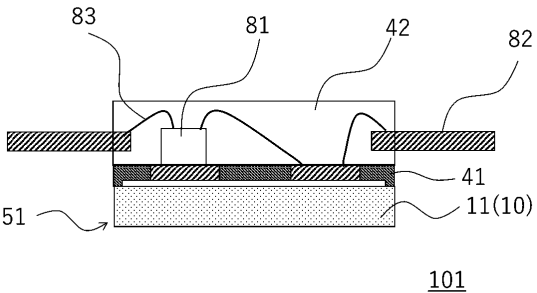
【図 3】



【図 4】



【図 5】



10

51

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 0 3 3 1 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 0 9 0 1 0 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 5 7 4 0 6 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| H 0 1 L | 2 3 / 3 6 |
| H 0 5 K | 7 / 2 0   |
| H 0 5 K | 1 / 0 5   |
| H 0 5 K | 1 / 0 2   |