

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4528397号
(P4528397)

(45) 発行日 平成22年8月18日 (2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日 (2010.6.11)

(51) Int. Cl.

F I

C O 9 J 5/00 (2006.01)

C O 9 J 5/00

C O 9 J 201/00 (2006.01)

C O 9 J 201/00

C O 1 B 21/064 (2006.01)

C O 1 B 21/064

M

C O 9 J 11/04 (2006.01)

C O 9 J 11/04

H O 1 L 23/40 (2006.01)

H O 1 L 23/40

F

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-358647
 (22) 出願日 平成11年12月17日 (1999.12.17)
 (65) 公開番号 特開2001-172604 (P2001-172604A)
 (43) 公開日 平成13年6月26日 (2001.6.26)
 審査請求日 平成18年11月22日 (2006.11.22)

(73) 特許権者 000237020
 ポリマテック株式会社
 東京都中央区日本橋本町4丁目8番16号
 (74) 代理人 100071098
 弁理士 松田 省躬
 (72) 発明者 飛田 雅之
 東京都北区田端5丁目10番5号ポリマテック株式会社R&Dセンター
 (72) 発明者 館田 伸哉
 東京都北区田端5丁目10番5号ポリマテック株式会社R&Dセンター
 (72) 発明者 木村 恒久
 東京都調布市柴崎2丁目18番12号エクセルハイツ301号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接着方法および電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被着体間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合してなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させて接着することを特徴とする接着方法。

【請求項 2】

前記熱伝導性接着剤が、前記接着性高分子 100 重量部に対して前記窒化ホウ素粉末 10 ~ 400 重量部である請求項 1 に記載の接着方法。

【請求項 3】

前記接着性高分子がエポキシ系、ポリイミド系、アクリル系、ウレタン系あるいはシリコン系より選ばれる少なくとも 1 種である請求項 1 又は請求項 2 に記載の接着方法。

【請求項 4】

前記熱伝導性接着剤の厚み方向に磁石の N 極と S 極を対向させて設置することで前記磁場雰囲気を発生させることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項記載の接着方法。

【請求項 5】

前記熱伝導性接着剤の厚み方向に対して垂直の方向に磁石の N 極と S 極を対向させて設置する、又は、該厚み方向に磁石の N 極と N 極若しくは S 極と S 極を対向させて設置することで、前記磁場雰囲気を発生させることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の接着方法。

【請求項 6】

前記被着体間が、半導体素子、電源又は光源である発熱する素子と、放熱器、冷却器、ヒートシンク、ヒートスプレッダー、ダイパッド、プリント基板、冷却ファン、ヒートパイプ又は筐体である伝熱部材との間である請求項 1 ～ 請求項 5 の何れか 1 項に記載の接着方法。

【請求項 7】

発熱する素子と伝熱部材間とを接着させる電子部品の製造方法であって、
該発熱する素子と該伝熱部材間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合してなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させた状態で接着させること特徴とする電子部品の製造方法。

【請求項 8】

前記熱伝導性接着剤が、前記接着性高分子 100 重量部に対して前記窒化ホウ素粉末 10 ～ 400 重量部である請求項 7 に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 9】

前記接着性高分子がエポキシ系、ポリイミド系、アクリル系、ウレタン系あるいはシリコン系より選ばれる少なくとも 1 種である請求項 7 又は請求項 8 に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 10】

前記熱伝導性接着剤の厚み方向に磁石の N 極と S 極を対向させて設置することで前記磁場雰囲気を発生させることを特徴とする請求項 7 ～ 請求項 9 の何れか 1 項に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 11】

前記熱伝導性接着剤の厚み方向に対して垂直の方向に磁石の N 極と S 極を対向させて設置する、又は、該厚み方向に磁石の N 極と N 極若しくは S 極と S 極を対向させて設置することで、前記磁場雰囲気を発生させることを特徴とする請求項 7 ～ 請求項 9 の何れか 1 項に記載の電子部品の製造方法。

【請求項 12】

前記発熱する素子が半導体素子、電源又は光源であり、
前記伝熱部材が放熱器、冷却器、ヒートシンク、ヒートスプレッダー、ダイパッド、プリント基板、冷却ファン、ヒートパイプ又は筐体である請求項 7 ～ 請求項 11 の何れか 1 項に記載の電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高い熱伝導性が要求される熱伝導性接着剤の接着方法および電子部品に関する。さらに詳しくは、電気製品に使用される半導体素子や電源、光源などの部品から発生する熱を効果的に放散させる熱伝導性接着剤の接着方法および放熱性にすぐれる電子部品に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、発熱する半導体素子や電子部品と放熱させる伝熱部材とを接合させる目的で接着性高分子をマトリックスとした熱伝導性接着剤が使用されている。これらの接着剤には、熱伝導性を高めるために、銀、銅、金、アルミニウムなどの熱伝導率の大きい金属や合金、あるいは酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素などのセラミックス、カーボンブラック、グラファイト、ダイヤモンドなどの様々な熱伝導性充填剤が配合されている。なかでも、熱伝導性と電気絶縁性にすぐれている窒化ホウ素粉末を充填した電気絶縁性の熱伝導性接着剤が広範囲に使用されている。

一方、特開昭 62 - 194653 号公報、特開昭 63 - 62762 号公報によれば、ニッケルなどの磁性体粉末を含む接着剤を磁場中で厚み方向に配向させて熱伝導率を向上させる接着方法が開示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、窒化ホウ素粉末は鱗片形状の厚さ方向の熱伝導率の方が面方向の熱伝導率よりも小さいために、窒化ホウ素粉末を高分子に単純に配合した接着剤の場合は、鱗片状の面方向が接着後の接着剤層中の厚さ方向に平行に充填されてしまうために十分な熱伝導性を発揮できなかった。

【 0 0 0 4 】

また、上記の特開昭 6 2 - 1 9 4 6 5 3 号公報、特開昭 6 3 - 6 2 7 6 2 号公報などの接着方法は、いずれも導電性の磁性体金属粉末などを配合するために電気絶縁性を要求される用途には応用できなかった。

10

すなわち、電気絶縁性が良好で高い熱伝導特性を有する接着方法が開発されていないために、半導体素子などの電子部品からの多大な発熱によって、電気化学的なマイグレーションが加速されたり、配線やパッド部の腐食が促進されたり、発生する熱応力によって構成材料にクラックが生じたり、破壊したり、構成材料の接合部の界面が剥離して電子部品の寿命を損なう様々なトラブルが発生していた。

【 0 0 0 5 】

一方、本出願人による特願平 1 1 - 8 5 1 0 7 号公報の熱伝導性接着剤では、熱伝導率が $20 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上の反磁性充填材を接着剤中に配合させているけれども、反磁性充填材として窒化ホウ素粉末は対象として考えられていなかった。

20

【 0 0 0 6 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は、上述の課題を解決する目的で、電気製品に使用される半導体素子や電源、光源などの部品から発生する熱を効果的に放散させる電気絶縁性の熱伝導性接着剤の接着方法および放熱特性にすぐれる電子部品を提供するものである。

そのために本発明は、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合して作った熱伝導性接着剤を使用し、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させて接着する熱伝導を一定方向に良好にさせるようにした接着方法および電子部品を提供するものである。

【 0 0 0 7 】

【 発明の実施の形態 】

30

本発明は、被着体間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合してなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させた状態で接着することを特徴とする接着方法である。

【 0 0 0 8 】

さらに本発明は、発熱する素子と伝熱部材間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合してなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させた状態で接着させた構造を特徴とする電子部品である。

【 0 0 0 9 】

本発明で使用する窒化ホウ素粉末については、結晶系の種類、粉末粒子の形状や大きさ、粉末粒子の凝集度合い、およびこれらの分布などについて特定するものではない。結晶系としては、六方晶系、立方晶系、その他のいずれの構造の窒化ホウ素粉末でも使用できる。なかでも、六方晶系構造あるいは立方晶系構造の高結晶化した窒化ホウ素粉末が熱伝導率が大きいので好ましい。

40

【 0 0 1 0 】

窒化ホウ素粉末の粒子形状については、鱗片状、扁平状に限定することなく、顆粒状、塊状、球状、繊維状、ウィスカー状、あるいはこれらの粉碎品など様々な粒子形状の窒化ホウ素粉末を使用できる。窒化ホウ素粉末の粒子径についても特定するものではないけれども、個々の平均一次粒子径は $0.01 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲、さらに好ましくは $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲のものが使用できる。 $0.01 \mu\text{m}$ よりも細かいと接着剤中に多量に充填することが困難になり、 $100 \mu\text{m}$ よりも大きい窒化ホウ素粉末は製造しにくく価格的にも不

50

利になる。また、接着層が厚くなってしまう。鱗片状の窒化ホウ素粉末の場合には、最大径として0.5～50μmの範囲が接着剤に配合して磁場配向させやすいので実用的である。さらに、一次粒子が凝集した構造の窒化ホウ素粉末が用いられる。

【0011】

接着性高分子と配合させる窒化ホウ素粉末の量は、接着性高分子100重量部に対して10～400重量部が好ましい。10重量部よりも少ないと熱伝導性の向上効果が小さく、400重量部を越えて含有させると接着剤の粘度が増大して流動性が損なわれて取扱い性が困難になり、かつ気泡の混入が避けられないので不適である。さらに好ましい窒化ホウ素粉末の添加量は20～300重量部、さらに好ましくは30～200重量部である。なお、異なる粉末粒子径の窒化ホウ素粉末を併用したり、表面処理することによって高濃度

10

【0012】

マトリックスとなる接着性高分子としては、エポキシ系、ポリイミド系、アクリル系、ポリ酢酸ビニルなどのビニル系、ウレタン系、シリコーン系、オレフィン系、ポリアミド系、ポリアミドイミド系、フェノール系、アミノ系、ビスマレイミド系、ポリイミドシリコーン系、飽和および不飽和ポリエステル系、ジアリルフタレート系、尿素系、メラミン系、アルキッド系、ベンゾシクロブテン系、ポリブタジエンやクロロブレンゴム、ニトリルゴムなどの合成ゴム系、天然ゴム系、スチレン系熱可塑性エラストマーなどの公知の樹脂やゴムからなる液体状あるいは固体状の材料が好ましい。

20

【0013】

硬化形態については、熱硬化性、熱可塑性、紫外線や可視光硬化性、常温硬化性、湿気硬化性など公知のあらゆる硬化形態の接着性高分子を使用できる。なかでも、電子部品を構成する材料の各種金属やセラミックス、各種プラスチックやゴム、エラストマーとの接着性が良好なエポキシ系、ポリイミド系、アクリル系、ウレタン系あるいはシリコーン系より選ばれる少なくとも1種の接着性高分子が好適である。

【0014】

また、窒化ホウ素粉末の表面処理を目的として、窒化ホウ素粉末の表面をあらかじめ脱脂や洗浄処理したり、シラン系、チタン系あるいはアルミニウム系などの公知のカップリング剤で表面処理することによって接着剤高分子との濡れ性を向上させたり充填性を改良することが可能である。さらに、本発明で使用する熱伝導性接着剤には、チキソトロピー性付与剤、分散剤、硬化剤、硬化促進剤、遅延剤、粘着付与剤、可塑剤、難燃剤、酸化防止剤、安定剤、着色剤など公知の添加剤を配合することができる。

30

【0015】

さらに、粉末形状の金属やセラミックス、具体的には、銀、銅、金、白金、ニッケル、炭素、グラファイト、ダイヤモンド、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素などや金属被覆樹脂などの従来の熱伝導性接着剤に使用されている充填剤などを適宜併用することも可能である。しかしながら、本発明で用いる熱伝導性接着剤は電気絶縁性にすぐれることも特徴のひとつであり、導電性の高い金属などの充填剤はなるべく混在させない方が好ましい。

また、接着剤の粘度を低下させるためには、揮発性の有機溶剤や反応性可塑剤を添加すると作業性が向上して効果的である。

40

【0016】

本発明の接着方法は、被着体間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子とを配合してなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させた状態で接着させることを特徴とする接着方法である。

【0017】

磁場雰囲気中で、接着剤中の窒化ホウ素粉末を磁力線に沿って配向させることによって、配向した窒化ホウ素粉末の高い熱伝導性を生かして接着剤の熱伝導性を向上させることができる。被着体の間隙方向すなわち接着剤の厚み方向に鱗片状などの窒化ホウ素粉末を立てるように揃えて配向させる場合には、厚み方向に永久磁石や電磁石のN極とS極を対向さ

50

せ磁力線の向きが所望の窒化ホウ素粉末の配向方向に対応するように設置する。

【0018】

一方、接着剤の面内方向の熱伝導性を向上させる場合には、厚み方向に対して垂直の方向に磁石のN極とS極を対向させれば窒化ホウ素粉末を面内方向に揃えて配向させることができる。あるいは、磁石のN極とN極、またはS極とS極を厚み方向に対向させても窒化ホウ素粉末を面内方向に揃えることができる。また、磁石については必ずしも両側に対向させる必要はなく、片側のみに配置した磁石によっても接着剤中の窒化ホウ素粉末を配向させることが可能である。

【0019】

磁場発生手段としては永久磁石でも電磁石でも差し支えないけれども、磁束密度としては0.05テスラ～30テスラの範囲が実用的な窒化ホウ素粉末の配向が達成できる。また、本発明は磁性としては窒化ホウ素粉末の非常に弱い反磁性の異方性磁化率を利用するので、1テスラ以上のより高磁場を用いて、窒化ホウ素粉末を十分に配向させてから、熱硬化反応や冷却させてマトリックスの接着性高分子を固化させて被着体を接着させる必要がある。

10

【0020】

本発明で使用する熱伝導性接着剤は、接着性高分子中に所定量の窒化ホウ素粉末を混合して均一に分散させることによって製造することができる。混合あるいは混練して分散するときには、減圧あるいは加圧して混入した気泡を除去する公知の工程を加えることが好ましい。

20

【0021】

発熱する素子と伝熱部材間に、窒化ホウ素粉末と接着性高分子からなる熱伝導性接着剤を介在させ、磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を一定方向に配向させた状態で接着することによって図1～図4のような本発明の電子部品を製造することができる。

【0022】

図1はボールグリッドアレイ型半導体パッケージ2と放熱器4の接着に使用したものを示す。図2はチップサイズ型半導体パッケージ2とプリント基板1の接着に使用したものを示す。図3はピングリッドアレイ型半導体パッケージ2とヒートシンク5の接着に使用したものを示す。図4は半導体チップ8とダイパッド7の接着に使用したものを示す。

【0023】

なお、熱伝導性接着剤は、スクリーン印刷、パッド印刷、ディスペンサー塗布、ポッティング、スプレー塗装などの公知の方法によって被着体間に介在させることができる。発熱する素子としては、半導体素子、電源あるいは光源など、伝熱部材としては、通常の放熱器や冷却器、ヒートシンク、ヒートスプレッダー、ダイパッド、プリント基板、冷却ファン、ヒートパイプあるいは筐体などが挙げられる。

30

【0024】

以下、実施例をあげて本発明をさらに詳細に説明する。なお、下記の実施例、比較例の熱伝導性は、熱抵抗値を測定することによって評価した。

【実施例1】

アミノシラン系カップリング剤で処理した六方晶系の鱗片状窒化ホウ素粉末（昭和電工株式会社製 UHP-S1 平均粒径1～2μm）40重量部と、接着性高分子としてアミン系硬化剤を含むビスフェノールF型エポキシ樹脂100重量部を混合し、真空脱泡して熱伝導性接着剤Aを調製した。

40

【0025】

図5（1）に記すプリント基板1に実装したボールグリッドアレイ型の半導体パッケージ2上に熱伝導性接着剤Aをディスペンサーで塗布した（図5（2））。図5（3）のように熱伝導性接着剤Aの上部に放熱器1を配置して加圧し、図5（4）のように磁束密度0.6テスラの永久磁石11のN極とS極を対向させた磁場雰囲気中で3の熱伝導性接着剤Aを加熱硬化させて電子部品（図5（5））を調製した。

装置に通電して6分後の熱抵抗を測定した結果、0.48 / Wであった。

50

【 0 0 2 6 】

【 比較例 1 】

図 5 (1) に記すプリント基板 1 に実装したボールグリッドアレイ型の半導体パッケージ 2 上に実施例 1 と同様の熱伝導性接着剤 A をディスペンサーで塗布した (図 5 (2)) 。図 5 (3) のように熱伝導性接着剤 A の上部に放熱器 4 を配置して加圧し磁場を印加せずに熱伝導性接着剤 A を加熱硬化させて電子部品 (図 5 (5)) を調製した。装置に通電して 6 分後の熱抵抗を測定した結果、 $0.61 \text{ } / \text{W}$ であった。

【 0 0 2 7 】

【 実施例 2 】

六方晶系の鱗片状窒化ホウ素粉末 (昭和電工株式会社製 UHP - S 1 平均粒径 $1 \sim 2 \mu \text{m}$) 80 重量部と、接着性高分子として付加型の液状シリコンゴム (GE 東芝シリコン株式会社製 TSE 3331) 100 重量部を混合し、真空脱泡して熱伝導性接着剤 B を調製した。

実施例 1 と同様に図 5 (1) に記すプリント基板 1 に実装したボールグリッドアレイ型の半導体パッケージ 2 上に熱伝導性接着剤 B をディスペンサーで塗布した (図 5 (2)) 。図 5 (3) のように熱伝導性接着剤 B の上部に放熱器 1 を配置して加圧し、図 5 (4) のように磁束密度 2 テスラの電磁石 11 の N 極と S 極を対向させた磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤 B を加熱硬化させて電子部品 (図 5 (5)) を調製した。

装置に通電して 6 分後の熱抵抗を測定した結果、 $0.37 \text{ } / \text{W}$ であった。

【 0 0 2 8 】

【 比較例 2 】

図 5 (1) に記すプリント基板 1 に実装したボールグリッドアレイ型の半導体パッケージ 2 上に実施例 2 と同様の熱伝導性接着剤 B をディスペンサーで塗布した (図 5 (2)) 。図 5 (3) のように熱伝導性接着剤 B の上部に放熱器 1 を配置して加圧し磁場を印加せずに熱伝導性接着剤 B を加熱硬化させて電子部品 (図 5 (5)) を調製した。装置に通電して 6 分後の熱抵抗を測定した結果、 $0.48 \text{ } / \text{W}$ であった。

【 0 0 2 9 】

【 実施例 3 】

六方晶系の微粉状窒化ホウ素粉末 (電気化学工業株式会社製 SP - 1 平均粒径 $0.6 \mu \text{m}$) 120 重量部と、接着性高分子として熱硬化性ポリイミド (宇部興産株式会社製 ユピタイト UPA - 83) 100 重量部を混合し、真空脱泡して熱伝導性接着剤 C を調製した。

【 0 0 3 0 】

図 6 (1) に記すリードフレーム 6 のダイパッド 7 上に、熱伝導性接着剤 C をスクリーン印刷した (図 6 (1)) 。図 6 (2) のように熱伝導性接着剤 C の上部に半導体チップ 8 を配置して加圧し、図 6 (3) のように磁束密度 2 テスラの電磁石 11 の N 極と S 極を対向させた磁場雰囲気中で熱伝導性接着剤 C を加熱硬化させた。さらにボンディングワイヤー 9 で半導体チップ 8 の電極部とリードフレーム 11 のリード部を電氣的に接続し (図 6 (4)) 、エポキシ系封止剤 10 でトランスファーモールドして電子部品 (図 6 (5)) を製造した。

装置に通電して 6 分後の熱抵抗を測定した結果、 $0.28 \text{ } / \text{W}$ であった。

【 0 0 3 1 】

【 比較例 3 】

図 6 (1) に記すリードフレーム 6 のダイパッド 7 上に、実施例 3 と同様の熱伝導性接着剤 C をスクリーン印刷した (図 6 (1)) 。図 6 (2) のように熱伝導性接着剤 C の上部に半導体チップ 8 を配置して加圧し磁場を印加せずに熱伝導性接着剤 C を加熱硬化させた。さらにボンディングワイヤー 9 で半導体チップ 8 の電極部とリードフレーム 11 のリード部を電氣的に接続し (図 6 (4)) 、エポキシ系封止剤 10 でトランスファーモールドして電子部品 (図 6 (5)) を製造した。

装置に通電して 6 分後の熱抵抗を測定した結果、 $0.40 \text{ } / \text{W}$ であった。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

【 発明の効果 】

比較例 1 ～ 比較例 3 に比べ、本発明の実施例 1 ～ 実施例 3 の接着方法で製造される電子部品は、熱伝導性接着剤中の窒化ホウ素粉末を磁場配向させることによって熱抵抗値が小さく熱伝導性にすぐれていることがわかる。従って、本発明の接着方法によれば、発熱量が大きい半導体パッケージとヒートシンクなどの放熱器との接着、あるいは発熱量が大きい半導体チップとダイパッド部との接着などに広範囲に応用することが可能になり、熱抵抗が小さく放熱特性にすぐれる有用な電子部品を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の接着方法で作製した電子部品の例

10

【 図 2 】 本発明の接着方法で作製した電子部品の例

【 図 3 】 本発明の接着方法で作製した電子部品の例

【 図 4 】 本発明の接着方法で作製した電子部品の例

【 図 5 】 本発明の接着方法および電子部品を示す概略図

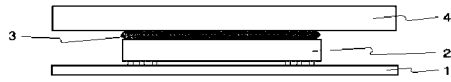
【 図 6 】 本発明の接着方法および電子部品を示す概略図

【 符号の説明 】

- 1 プリント基板
- 2 電子部品
- 3 熱伝導性接着剤
- 4 放熱器
- 5 ヒートシンク
- 6 リードフレーム
- 7 ダイパッド
- 8 半導体チップ
- 9 ボンディングワイヤー
- 10 封止剤
- 11 磁石

20

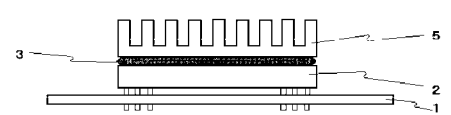
【図 1】



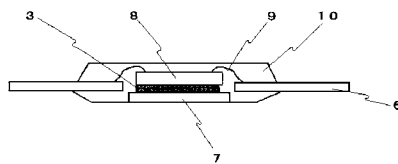
【図 2】



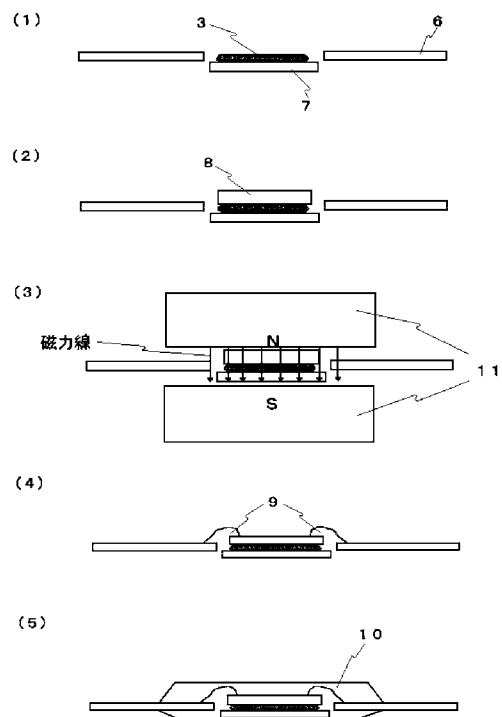
【図 3】



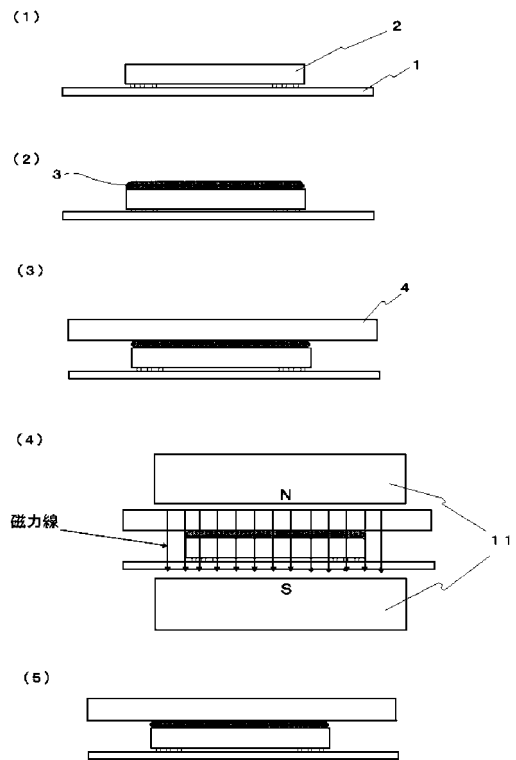
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 山登 正文

東京都八王子市南大沢5丁目7番10-302号

審査官 小石 真弓

(56)参考文献 特開平05-174623(JP,A)

特開平11-077795(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09J 1/00-201/10