

(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2013-16603

(P2013-16603A)

(43) 公開日 平成25年1月24日 (2013.1.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 23/34 (2006.01)	H O 1 L 23/34 A	5 F 1 3 6
H O 1 L 23/29 (2006.01)	H O 1 L 23/36 A	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-147816 (P2011-147816)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成23年7月3日 (2011.7.3)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(72) 発明者	鈴木 祥和
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	門口 卓矢
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	奥村 知巳
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム (参考)	5F136 AA10 DA07

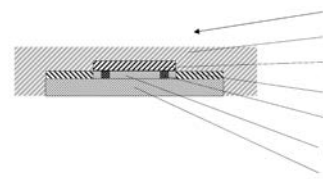
(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】樹脂と放熱板との密着力の確保とはんだ膜厚の制御を容易にする構造を提供するとともに、その製造工程を簡略化し、低コスト化する。

【解決手段】放熱板3上に半導体素子2を搭載しモールド樹脂7で封止する半導体装置1において、放熱板3とモールド樹脂7との間の接合部にあたる粗化部分5と、放熱板と半導体素子の間に設けられたはんだ膜厚を制御する支持部分6を、放熱板3上に金属粒を吹き付けて金属を積層することにより形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材と、
前記基材の一方の面に設けられた半導体素子搭載領域に接合材を介して設けられた半導体素子と、
前記基材及び前記半導体素子を覆うモールド樹脂材を備える半導体装置において、
前記半導体素子搭載領域に設けられ、前記基材と前記半導体素子との間を所定の間隔に保つ支持部分と、
前記半導体素子搭載領域と同一面において、前記基材と前記モールド樹脂材との接合部に形成された粗化部分を有し、
前記支持部分及び粗化部分は、
積層形成された金属である事を特徴とする半導体装置。

10

請求項 2

請求項 1 に記載の半導体装置において、
前記支持部分は、
少なくとも 3箇所形成されることを特徴とする半導体装置。

請求項 3

請求項 2 に記載の半導体装置において、
前記支持部分は、
前記半導体素子の接合面と、前記半導体素子の角部において前記半導体素子と接することを特徴とする半導体装置。

20

請求項 4

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の半導体装置において、
前記支持部分は、
前記粗化部分に比べて前記基材からの高さが低いことを特徴とする半導体装置。

請求項 5

基材と、
前記基材の一方の面に設けられた半導体素子搭載領域に接合材を介して設けられた半導体素子と、
前記基材及び前記半導体素子を覆うモールド樹脂材を備える半導体装置の製造方法において、
前記半導体素子搭載領域に設けられ、前記基材と前記半導体素子との間を所定の間隔に保つ支持部分を形成する金属を吹き付ける第 1 の工程と、
前記基材と前記モールド樹脂材との接合部に、粗化部分を形成する金属を吹き付ける第 2 工程を
有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

30

40

請求項 6

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第 1 工程及び前記第 2 の工程を、
同時に行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置に関し、特に、放熱板上に半導体素子を搭載しモールド樹脂で封止する樹脂封止型半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高耐圧、大電流用の半導体素子は、使用時の発熱量が大きい。そのため、はんだを介して半導体素子を放熱板に搭載し、放熱性を向上させる構造が知られている。また、外部からの圧力、湿気や汚染物質から守るために、半導体素子はモールド樹脂で封止される。

【0003】

例えば、特許文献1では、放熱板上における素子搭載領域外である樹脂密着領域に、ポリアミド樹脂等のプライマを塗布し、モールド樹脂で封止する構造が開示されている。放熱板と樹脂は、熱膨張係数の差が大きい。そのため、熱サイクルを加えたときに放熱板と樹脂との接触部に大きな熱応力が発生する。この熱応力が放熱板に対する樹脂の密着力より大きくなると、放熱板と樹脂とが剥離してしまうことがある。樹脂が剥離すると、半導体素子と放熱板とを接合しているはんだ層に大きなストレスがかかるようになり、はんだ層の劣化を引き起こす。プライマは、放熱板と樹脂との密着力を高め、両者の接触部における熱応力による剥離を抑制している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-124406号公報

【特許文献2】特開2007-335663号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1に示された内容では、半導体素子と放熱板との接合に溶融はんだを用いる。溶融されたはんだは液体状であるため、所望のはんだ膜厚を確保することが難しい。はんだ膜厚が十分でない場合には、半導体素子と放熱板との熱膨張係数の違いにより発生する応力により、はんだ層や半導体素子に損傷が発生する可能性がある。

【0006】

はんだ膜厚を十分に確保するために、半導体素子と放熱板とのはんだによる接合時にははんだ供給量を多くすると、放熱板上に半導体素子が傾いて接合される場合がある。半導体素子が傾いて接合されると、半導体素子と放熱板との間に設けられているはんだ層は、膜厚が薄い部分と厚い部分を有することになる。この場合、熱収縮等で応力が加わった際に、はんだ膜厚の薄い部分に応力が集中し、はんだ層にクラックが生じ易くなる。

30

【0007】

また、プライマを塗布する工程は、乾燥や硬化工程が必要なため、プライマを塗布しない従来の工程に比べて高コストである。さらに、プライマは、膜厚の制御が難しいという問題がある。

【0008】

一方、特許文献2では、はんだを介して半導体素子とダイパッドとを接合する構造において、両者の間に突起を設ける構造が開示されている。突起は、はんだ膜厚を制御するとともに、半導体素子が傾くことを防いでいる。

40

【0009】

しかしながら、特許文献2の構造を採用する場合には、放熱板上の素子搭載領域に突起を設けるために、放熱板と樹脂との密着性を高める工程とは異なる種類の工程を追加する必要がある。例えば、プライマを塗布する工程の前に、放熱板をプレスする工程を行うことにより突起を設けるなど、種類の異なる工程を追加しなければならない。そのため、製造工程が複雑になるという課題がある。

【0010】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、樹脂と基材との密着力の確保と接合材の厚みの制御を容易にする構造を提供するとともに、その製造工程を簡略化

50

することにある。また、上記構造は、基材と樹脂との間の接合部にあたる部材の厚みを、容易に制御可能な構造である。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本発明は、基材上に接合材を介して半導体素子を搭載しモールド樹脂材で封止する構造において、放熱板と半導体素子の間を所定の間隔に保つ支持部分と、基材とモールド樹脂材との間の接合部に形成された粗化部分を、基材上に金属粒を吹き付けて金属を積層することにより形成する。

【0012】

基材及び接合材は、熱伝導性と導電性を備える部材である。接合材は、溶融されることにより基材と半導体素子とを接合する。

10

【0013】

粗化部分は、基材上に多数の微細な凹凸を形成した領域である。粗化部分は、基材とモールド樹脂材との接合部の少なくとも一部に形成される。基材上に形成された微細な凹凸は、アンカー（アンカリング）効果により、基材とモールド樹脂材との密着性を確保することができる。基材とモールド樹脂材との密着性は、粗化部分の表面粗度以外に、粗化部分の表面積とも密接に関係しており、同じ表面粗度では粗化部分の表面積が大きいほど高い密着性が得られる。

【0014】

支持部分は、基材上の半導体素子を搭載する領域に形成される突起である。支持部分は、基材上の半導体素子搭載領域に形成される。突起部の高さを調整することにより接合材の厚みを精度良く制御することが可能となる。

20

【0015】

吹き付ける金属粒は、数10 μm 程度の粒度が好ましい。基材に金属粒を衝突させることにより、多数の微細な凹凸を有する金属層が積層される。

【0016】

本発明における半導体装置は、基材上に形成される支持部分は、少なくとも3箇所形成されることが好ましい。そのため、半導体素子と基材とが所定間隔になるように配置される支持部分により、半導体素子と基材との接合時に半導体素子が傾くことを抑制できる。

【0017】

本発明における半導体装置は、基材上に形成される支持部分は、半導体素子の接合面における半導体素子各角部と接するように配置されることが好ましい。それにより、半導体素子と基材との接合時に半導体素子が傾くことを抑制できる。また、支持部分をつたって接合材が回りこむため、接合材が広がりにくい接合面の角部にも接合材を十分に供給することができる。

30

【0018】

本発明における半導体装置は、基材上において、支持部分は粗化部分に比べて低くなるように形成されていることが好ましい。それにより、半導体素子を搭載するにあたり、粗化部分が位置決めをするためのガイドとして機能する。

【0019】

本発明における半導体装置の製造方法は、金属を吹き付けることにより支持部分及び粗化部分を形成する金属を積層する工程を有する。それにより、支持部分及び粗化部分を形成する金属を一連の工程の中で製造することが可能であり、工程を簡略化することができる。

40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、従来の構造に比べて簡易な構造で、モールド樹脂材と基材との密着力を向上させるとともに、接合材の厚みの制御を精度良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

50

- 【図 1】本発明における半導体装置の第 1 の実施例の構成を示す断面図である。
【図 2】本発明における半導体装置の第 1 の実施例の構成を示す斜視図である。
【図 3】本発明における半導体装置の第 2 の実施例の構成を示す断面図である。
【図 4】本発明における半導体装置の製造方法を説明する図である。
【図 5】本発明における半導体装置の製造方法を説明する図である。
【図 6】本発明における半導体装置の他の実施例における上面視図である。
【図 7】本発明における半導体装置の他の実施例における上面視図である。
【図 8】本発明における半導体装置の他の実施例における上面視図である。
【図 9】本発明における半導体装置の他の実施例における断面図である。
【発明を実施するための最良の形態】

10

【0022】

以下、本発明の実施の形態について、図を参照しながら説明する。

【0023】

図 1 及び図 2 は、本発明における第 1 の実施例を示すものである。図 1 に示すように、本発明の半導体装置 1 は、半導体素子 2 と、放熱板 3 と、はんだ層 4 と、粗化部分 5 と、支持部分 6 とを備え、全体をモールド樹脂材 7 で封止して構成されている。

【0024】

半導体素子 2 は、例えば IGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）や MOS（電界効果トランジスタ）、ダイオードといったパワー半導体素子から構成されている。半導体素子 2 の形状は、図 2 に示すように、例えば矩形状の薄板である。

20

【0025】

放熱板 3 は、例えば Cu 等の熱伝導性及び電気伝導性の高い金属で構成されており、本発明における基材にあたる。放熱板 3 は、半導体素子 2 が積層できるよう、半導体素子 2 より広い面積を有している。なお、1つの放熱板 3 に複数の半導体素子 2 を並列して配置させても良い。

【0026】

はんだ層 4 は、半導体素子 2 と放熱板 3 を接合している。はんだ層 4 は、半導体素子 2 で発生した熱を放熱板 3 に伝えるとともに、両者を電氣的に接続している。

【0027】

粗化部分 5 は、金属で形成されており、モールド樹脂材 7 と接する面は凹凸を有している。放熱板 3 とモールド樹脂材 7 の間に設けられ、両者の密着力を高めている。

30

【0028】

支持部分 6 は、金属で形成されている。半導体素子 2 と放熱板 3 との間に設けられ、両者の距離を一定に保つことにより、はんだ層 4 の膜厚を制御する。なお、はんだ層 4 の信頼性確保のため、支持部分 6 の厚みは 50 μm 以上であることが好ましい。また、支持部分 6 は、半導体素子 2 が傾くことを抑制している。このため、支持部分 6 は少なくとも 3 箇所設けることが好ましい。また、半導体素子 2 を支える支持部分 6 の高さはそれぞれ等しいことが好ましい。さらに、本実施形態のように半導体素子 2 が平面視矩形状であれば、支持部分 6 は半導体素子 2 の角部と接するように設けられることが好ましい。その場合、支持部分 6 と粗化部分 5 を接するように配置しても良い。なお、半導体素子 2 の角部とは、半導体素子 2 の角近傍を示す。

40

【0029】

ここで、粗化部分 5 及び支持部分 6 を形成する金属は、はんだと接合する金属、例えば、Cu や Ni であることが好ましい。はんだとの接合性を確保するとともに、はんだと金属との界面に発生するボイドを抑制でき、高い放熱性を確保できる。また、製造工程の簡略化のため、粗化部分 5 及び支持部分 6 は、同一金属から形成されることが好ましい。

【0030】

モールド樹脂材 7 は、例えば、ポリイミドで形成される。外部からの圧力、湿気や汚染物質から半導体素子を守っている。

【0031】

50

図 3 は、本発明における第 2 の実施例を示すものである。第 2 の実施例においては、粗化部分 5 の厚みを T_1 、支持部分 6 の厚みを T_2 とすると、図 3 に示すように、 $T_1 > T_2$ となっている。

【0032】

$T_1 > T_2$ であることにより、半導体素子 2 と放熱板 3 との接合時に、溶融したはんだが放熱板 3 の半導体素子搭載領域外に溢れることを抑制できる。はんだが溢れた場合、各部の配線等に付着してショートするなどの問題が発生する可能性がある。また、 $T_1 > T_2$ であることにより、半導体素子 2 を放熱板 3 に搭載する際に、粗化部分 5 は半導体素子 2 の位置決めを行うガイドとして機能する。半導体素子 2 の位置決め用いていた組み付け時の治具が不要となるため、製造工程が簡略化される。また、製造工程の簡略化により、

10

【0033】

なお、上述した以外の第 2 の実施例の構成は、第 1 の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第 2 の実施例においても、第 1 の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。

【0034】

次に、上記した構成の半導体装置 1 の製造方法（製造工程）について、図 1、図 4、及び図 5 を参照して説明する。

【0035】

図 1 及び図 2 に示す第 1 の実施例の半導体装置 1 の製造方法について、以下に記載する。

20

【0036】

マスク 8 は、半導体素子 2 とほぼ同じ形状と大きさであり、支持部分 6 に対応するパターンが孔として形成されている。まず、図 4 に示すようにマスク 8 を通して放熱板 3 に金属粒を吹き付け、粗化部分 5 及び支持部分 6 を積層形成する。金属粒を吹き付ける方法は、例えば、溶射法（コールドスプレー法）が用いられる。溶射法を用いることにより、粗化部分 5 は凹凸を備えるよう形成される。

【0037】

その後、放熱板 3 上の素子搭載領域に所定量のはんだを供給し、加熱して溶融はんだを形成する。そして、その上から半導体素子 2 を放熱板 3 に形成された支持部分 6 に支持されるよう配置し、加圧等を行って半導体素子 2 と放熱板 3 を接合する。なお、上述のはんだ接合工程は、例えば、窒素雰囲気中で行われる。

30

【0038】

その後、半導体素子 2 の上面における電気的な接続を確保し、例えば、トランスファーモールド法によりモールド樹脂材 7 で封止する。

【0039】

なお、粗化部分 5 及び支持部分 6 は、溶射法により放熱板に金属粒を吹き付けて金属層を形成した後、粗化部分 5 及び支持部分 6 形成予定領域以外の領域を、マスクを用いて部分的にエッチングをすることにより形成しても良い。例えば、放熱板 3 に積層された金属層にマスク 8 を用いてレジスト膜を形成し、その後エッチングを行う方法を用いても良い。

【0040】

粗化部分 5 の表面粗度を向上させるため、粗化部分 5 を形成後に粗化工程を追加行っても良い。粗化工程としては、例えば、エッチング粗化や、ブラスト処理等が用いられる。

40

【0041】

図 3 に示す第 2 の実施例の半導体装置 1 の製造方法について以下に記載する。

【0042】

マスク 9 は、半導体素子 2 とほぼ同じ形状と大きさである。マスク 8 と異なり、マスク 9 は孔を備えていない。まず、図 4 に示すように、マスク 8 を通して放熱板 3 に金属粒を吹き付け、粗化部分 5 及び支持部分 6 を積層形成する。その後、図 5 に示すように、マスク 9 を用いて放熱板 3 に粗化部分 5 を積層形成する。ここで、上記の製造工程の順序は異なっても良い。

50

【0043】

その後、放熱板3上の素子搭載領域に所定量のはんだを供給し、加熱して溶融はんだを形成する。そして、その上から半導体素子2を放熱板3に形成された支持部分6に支持されるよう配置し、加圧等を行って半導体素子2と放熱板3を接合する。なお、上述のはんだ接合工程は、例えば、窒素雰囲気中で行われる。ここで、粗化部分5と支持部分6との関係が $T2 > T1$ となるように形成されているため、従来の製造方法と比べはんだ供給量を多くしても半導体素子搭載領域からはんだが溢れることを抑制できる。そのため、半導体素子2と放熱板3とのはんだ供給量不足による接合不良を抑制できる。また、はんだ供給過多の場合にも、支持部分6により半導体素子2の傾きを抑制でき、はんだ層4の膜厚を確保できる。

10

【0044】

その後、第1の実施例と同様に半導体素子2及び放熱板3を覆うようにモールド樹脂材で封止する。

【0045】

なお、本発明の実施例で示した構造では、はんだ4と半導体素子2、及びはんだ4と基板3との接触面積を確保するため、支持部分6の形状は、半導体素子2を支持できる最小の大きさにされている。ただし、支持部分6の形状は上記内容に限定されるものでなく、例えば、図6、図7及び図8に示す形状でも良い。

【0046】

図6、図7及び図8は、本発明の他の実施例における上面視図である。点線部で囲われた領域は半導体素子搭載領域を示している。支持部分6は、金属が積層された領域において点線部で囲われた部分である。粗化部分5は、金属が積層された領域において点線部で囲われた領域以外の部分である。図8の構造においては、接合面においてははんだ4が回り込みにくい角が存在しない。

20

【0047】

図6、図7及び図8に記載の構造は、図4及び図5におけるマスク8及びマスク9とは異なるマスクを用いて形成される。例えば図6に記載の構造は、マスク9と比べて一回り小さいマスクを用いて、金属を吹き付けることにより形成される。また、図7に記載の構造は、例えばマスク8の孔をマスク角に配置した、十字形状のマスクを用いて、金属を吹き付けることにより形成される。図8の構造においては、円形のマスクを用いて金属を吹き付けることにより形成される。

30

【0048】

さらに、本発明の実施例で示した構造では、半導体素子2と放熱板3とを接合材を介して直接接合する構造を示したが、半導体素子2と放熱板3との間に部材を挟み、それぞれが接合される構造でも良い。例えば、図9に示すように、半導体素子2と放熱板3との間に金属ブロック10を挟み、それぞれがはんだで接合される構造でも良い。

【0049】

以上、本発明の実施例については詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を実施例に限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、実施例に開示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

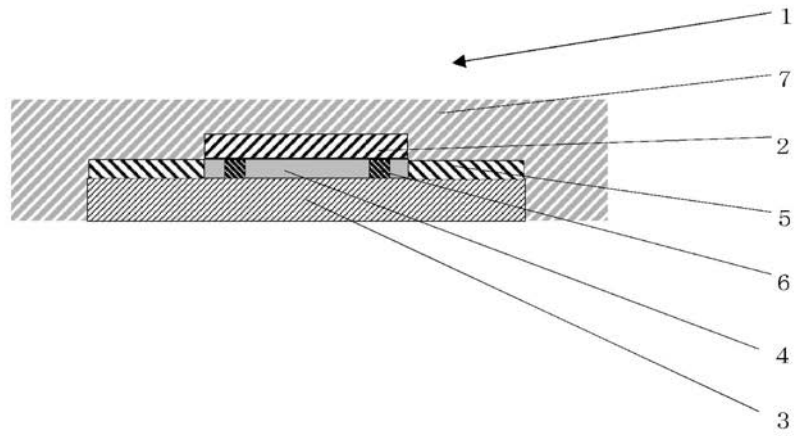
40

【符号の説明】

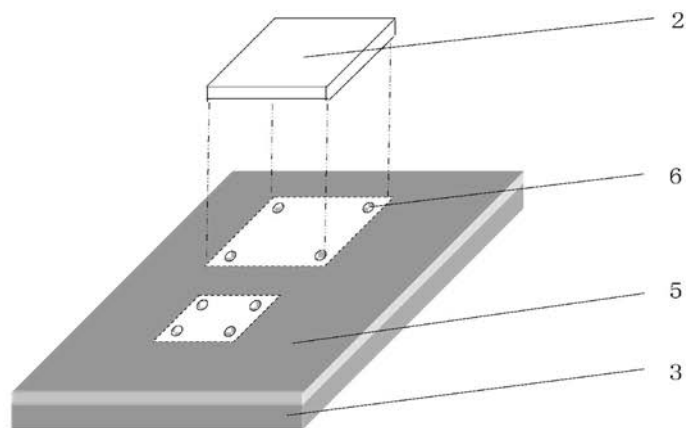
【0050】

1・・・半導体装置、2・・・半導体素子、3・・・放熱板、4・・・はんだ、5・・・粗化部分、6・・・支持部分、7・・・モールド樹脂材、8、9・・・マスク、10・・・金属ブロック

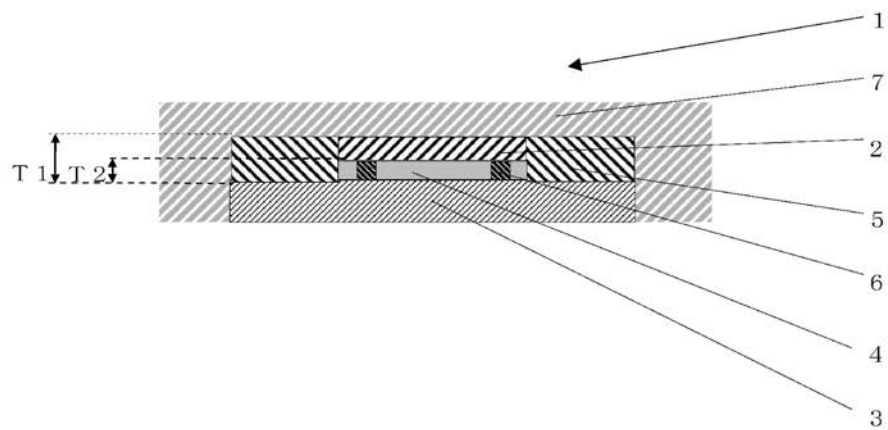
【図 1】



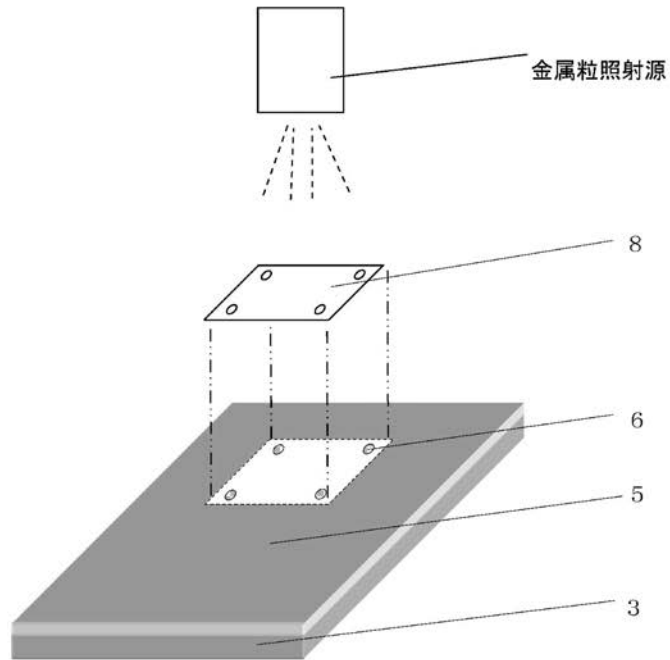
【図 2】



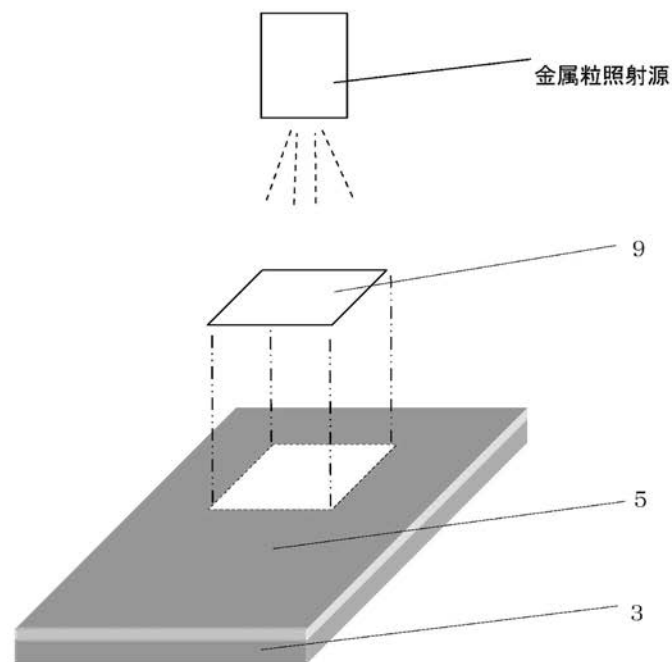
【図 3】



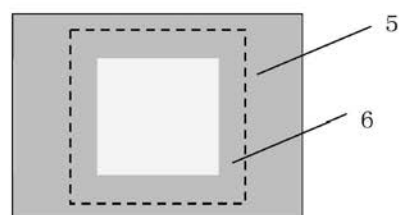
【图 4】



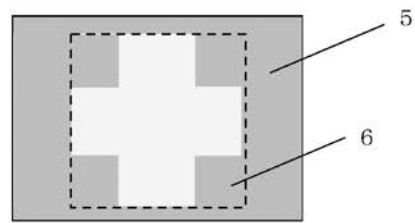
【图 5】



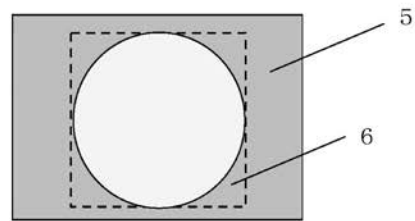
【图 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

