

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/152725 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 1/09 (2006.01) *H05K 1/02* (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01) *H05K 3/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058525
- (22) 国際出願日: 2016年3月17日(17.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-063313 2015年3月25日(25.03.2015) JP
- (71) 出願人: スタンレー電気株式会社 (STANLEY ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1538636 東京都目黒区中目黒2-9-13 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 半谷 明彦 (HANYA, Akihiko); 〒1538636 東京都目黒区中目黒2-9-13 スタンレー電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 山王坂特許事務所 (SANOZAKA PATENT LAW FIRM); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町2丁目26番地2 第4安田ビル9階 Kanagawa (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE, METHOD FOR PRODUCING SAME, AND CIRCUIT SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 電子デバイス、その製造方法、および、回路基板

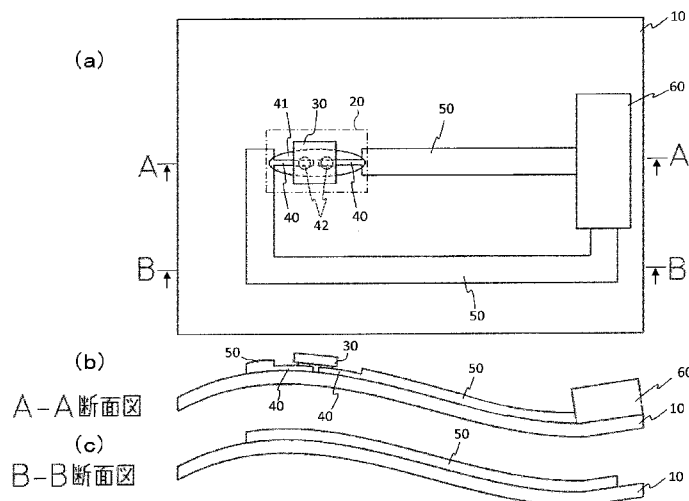


図1

(b) Cross-sectional view along A-A
(c) Cross-sectional view along B-B

(57) Abstract: Provided is an electronic device capable of supplying a large current to a circuit pattern including electroconductive nanoparticles. This electronic device comprises: a substrate 10; a region 20 that is provided on the substrate 10 and in which an electronic component 30 is mounted; a first circuit pattern 40 that is arranged in the region 20 and that is electrically connected to the electronic component 30; and a second circuit pattern 50 that is connected to the first circuit pattern 40 and that supplies a current to the first circuit pattern 40 from outside the region 20. A portion, or the entirety, of the first circuit pattern 40 is constituted by a layer made by sintering electroconductive nano-sized particles having a particle diameter of less than 1 μm . The thickness of the second circuit pattern is greater than that of the first circuit pattern.

(57) 要約: 導電性ナノ粒子を含む回路パターンに、大きな電流を供給することのできる電子デバイスを提供する。基板10と、基板10に設けられた、電子部品30を搭載するための領域20と、領域20内に配置され、電子部品30と電氣的に接続される第1回路パターン40と、第1回路パターン40に接続されて、領域20の外側から第1回路パターンに電流を供給する第2回路パターン50と備える。第1回路パターン40の一部ま

たは全部は、粒径が1 μm 未満の導電性ナノサイズ粒子を焼結した層によって構成されている。第2回路パターンは、第1回路パターンよりも厚さが大きい。

明 細 書

発明の名称：電子デバイス、その製造方法、および、回路基板
技術分野

[0001] 本発明は、基板上に回路パターンを備えた電子デバイスに関する。

背景技術

[0002] 従来、回路パターンの形成方法としては、銅箔をマスキングしてエッチングする方法が広く用いられているが、この方法は、製造プロセスが複雑で時間がかかり、製造装置も高価である。近年では製造プロセスを容易にし、製造装置コストを抑えるために、回路パターンを印刷により形成するプリントドエレクトロニクスという技術分野が盛んに研究されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、銅ナノ粒子を含む非導電性フィルムをインクジェットプリンタ等により堆積させ、形成したフィルムに上方から光を照射することにより、銅粒子を融合させ、導電性の回路を形成する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-116315号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に開示されているように、導電性ナノ粒子をインクジェットプリンタ等を用いて堆積させた後に光照射により融合させて回路パターンを形成する方法は、回路パターンを細線に描画することが出来るため、高密度に配線可能である。しかしながら、ナノ粒子によって厚い導電性フィルムを形成することは難しく、形成される回路パターンに大きな電流を流すことができない。このため、使用用途が限定されてしまうという問題がある。また、インクジェットプリンタやグラビアオフセット印刷法等で導電性ナノ粒子を堆積させた場合、導電性ナノ粒子が、断面が台形のような山型に堆積される

ため、高密度配線のためにギャップを狭めるには限界がある。

[0006] 本発明の目的は、導電性ナノ粒子を含む回路パターンに、大きな電流を供給することのできる電子デバイスを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は上記目的を達成するために、本発明の電子デバイスは、基板と、基板に設けられた、電子部品を搭載するための領域と、領域内に配置され、電子部品と電氣的に接続される第1回路パターンと、第1回路パターンに接続されて、領域の外側から第1回路パターンに電流を供給する第2回路パターンと、領域に搭載され、第1回路パターンに接続された電子部品とを有する。第1回路パターンの一部または全部は、粒径が1 μm 未満である導電性ナノサイズ粒子を焼結した層によって構成されている。第2回路パターンは、第1回路パターンよりも厚さが大きい。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、導電性ナノ粒子を含む第1回路パターンに、厚膜の第2回路パターンを接続することにより、電子部品に大きな電流を供給することができるため、用途が広がる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態の電子デバイスの（a）上面図、（b）A－A断面図、（c）B－B断面図。

[図2]（a）～（h）実施形態の電子デバイスの第1の製造方法を示す説明図。

[図3]実施形態の電子デバイスの第2の製造方法を示す（a）上面図、（b）側面図。

[図4]（a）～（g）実施形態の電子デバイスの第3の製造方法を示す説明図、（h）製造された電子デバイスの下面図。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の一実施形態の電子デバイスについて説明する。

[0011] 本発明の一実施形態の電子デバイスは、基板と、基板に設けられた、電子部品を搭載するための領域と、領域内に配置され、電子部品と電氣的に接続される第1回路パターンと、第1回路パターンに接続されて、領域の外側から第1回路パターンに電流を供給する第2回路パターンと、領域に搭載され、第1回路パターンに接続された電子部品とを有する。第1回路パターンの一部または全部は、粒径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 未満である導電性ナノサイズ粒子を焼結した層によって構成されている。第2回路パターンは、第1回路パターンよりも厚さが大きい。

[0012] 粒径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の導電性ナノサイズ粒子（以下、導電性ナノ粒子と呼ぶ）をインクジェットプリンタ等を用いて堆積させた後に光で焼成して形成される回路パターンは、細線に描画することが出来るため、高密度に配線可能である反面、大きな電流を流すことが難しい。本発明はこの性質を鑑み、導電性ナノ粒子による回路パターンの配置領域を制限するとともに、厚膜導電性材料による回路パターンを接続することにより、電流供給を容易にする。

[0013] また、本発明の厚膜導電性材料による回路パターンは、導電性粒子を用いて光焼成により形成することも可能である。この場合、導電性ナノ粒子の焼成と、厚膜導電性材料による回路パターンの導電性粒子の焼成とを、いずれも光により行うことができるため、製造工程を簡素化することができる。

[0014] 以下、本発明の実施形態を図面を用いて具体的に説明する。

[0015] 本実施形態の電子回路デバイスを図1（a）、（b）、（c）を用いて説明する。

[0016] 図1の電子回路デバイスは、回路パターンを備えた基板10と、電子部品30とを備えている。基板10には、電子部品30を搭載するための領域20が設けられ、領域20内には電子部品30と電氣的に接続される第1回路パターン40が配置されている。また、基板10には、第2回路パターン50が配置され、第2回路パターン50は、領域20の周縁部で第1回路パターン40に接続されている。第2回路パターン50は、領域20の外側に配置された電源60から第1回路パターン40に電流を供給する。

[0017] 第1回路パターン40の一部または全部は、粒径が1 μm 未満である導電性ナノ粒子を焼結した層によって構成されている。このような第1回路パターン40は、導電性ナノ粒子と絶縁材料とを含む溶液、または、絶縁材料層で被覆された導電性ナノ粒子を含む溶液、を塗布することにより、絶縁材料で被覆された導電性ナノ粒子を含む非導電性膜41を形成した後、所望の領域に光照射することにより形成できる。光照射された導電性ナノ粒子は、バルク金属の融点よりも低い温度で溶融し、結合して、第1回路パターン40となる。よって、光を照射した部分のみを焼結させて第1回路パターン40を形成することができるため、電子部品30の電極のサイズおよび配置に合わせて、第2回路パターン50よりも幅の狭い、微細な線幅の第1回路パターン40を、所望の形状に、かつ、高密度に形成することができる。膜41の光を照射されていない領域は、焼結されないため非導電性のままであり、第1回路パターン40に連続して残存する。なお、焼結されない非導電性の膜41の領域は、残存させたままでもよいし、後の工程で除去してもよい。

[0018] 具体的には、図1(a)、(b)のように、第2回路パターン50は、電子部品30を搭載するための領域20の両脇に配置されている。第1回路パターン40は、領域20内に少なくとも一対配置され、領域20の両脇の第2回路パターン50とそれぞれ接続されている。一対の第1回路パターン40の間には、非導電性層41が配置されている。電子部品30は、一対の第1回路パターン40に、バンプ42等を介して、フリップチップ実装されている。図1(a)、(b)では、第1回路パターン40の間に非導電性層41が配置されているが、非導電性層41は、必ずしも配置されていなくてもよく、除去されていてもよい。

[0019] 第2回路パターン50の厚さは、図1(b)のように、第1回路パターン40の厚さよりも厚い。第1回路パターン40は、導電性ナノ粒子を焼結して形成しているため、厚く形成することが難しく、第1回路パターン40を電源60まで延長して形成した場合、薄い第1回路パターン40の電気抵抗が大きくなる。そのため、電子部品30に大きな電流を供給することは難し

くなる。本実施形態では、微細な配線が必要な、電子部品30を搭載する領域20内のみを第1回路パターン40で形成し、領域20の外側は厚膜の第2回路パターン50によって構成することにより、抵抗を低下して電子部品30への大きな電流の供給を可能にする。

[0020] また、第2回路パターン50の一部または全部を、導電性粒子を光照射によって焼結した層によって構成することも可能である。この場合、導電性粒子としては、粒径が1 μm 未満の導電性ナノ粒子と、粒径1 μm 以上の導電性マイクロサイズ粒子（以下、導電性マイクロ粒子と呼ぶ）とを混合して用いる。これにより、導電性粒子に光を照射した場合に、導電性ナノ粒子が先に溶融して周囲の導電性マイクロ粒子と結合する。よって、導電性ナノ粒子を起点として、導電性マイクロ粒子を光照射によってバルクよりも低温で焼結することができる。したがって、導電性マイクロ粒子と導電性ナノ粒子とを混合して用いることにより、厚さの大きい層を比較的容易に形成でき、しかも、光照射により焼結して、第2回路パターンにすることができる。

[0021] なお、図1では、電源60を基板10上に搭載しているが、電源60は必ずしも基板10上に配置されていなくてもよい。例えば、基板10に電源60の代わりにコネクタを配置してもよい。この場合、基板10に搭載されていない電源をケーブル等を介してコネクタに接続することができる。コネクタは、第2回路パターンに接続される。また、電源60として太陽電池等の発電装置を用いることも可能である。

[0022] 基板10は、図1（b）、（c）のように、湾曲した形状にすることも可能である。この場合、第1回路パターン40および第2回路パターン50は、湾曲した基板10の表面に沿って配置されている。本実施形態では、第1回路パターン40および第2回路パターン50を、導電性の粒子を含む膜を塗布して、それを光照射によって焼結させて形成することができるため、焼結工程よりも前に基板10を湾曲させることにより、湾曲した基板10上の回路パターンを断線や線細りさせることなく、容易に形成することができる。

[0023] 基板10の材質としては、第1回路パターン40および第2回路パターン50を支持することができ、少なくとも表面が絶縁性であり、第1回路パターン40の形成時の光照射に耐えることができるものであればどのような材質であってもよい。例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）基板、ポリエチレンナフタレート（PEN）基板、ガラスエポキシ基板、紙フェノール基板、フレキシブルプリント基板、セラミック基板、ガラス基板、表面を絶縁層で被覆した金属基板などを用いることができる。光を透過する基板を用いた場合には、回路パターンの焼成のための光を基板の裏面側から照射することができる。また、本実施形態の基板10は、フィルム状のものを用いることも可能である。

[0024] 第1回路パターン40を構成する導電性ナノ粒子の材料としては、Ag、Cu、Au、Pd、ITO、Pt、Feなどの導電性金属および導電性金属酸化物のうちの1つ以上を用いることができる。第2回路パターン50を導電性粒子を焼結して形成する場合、導電性粒子の材料は、第1回路パターン40と同様に、上記の導電性金属および導電性金属酸化物のうちの1つ以上を用いることができる。

[0025] 第1回路パターン40に連続する非導電性の膜41に少なくとも含有され、導電性ナノ粒子を被覆する絶縁材料としては、スチレン樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、および、アクリル樹脂などの有機物、ならびに、SiO₂、Al₂O₃、TiO₂などの無機材料、また有機と無機のハイブリット材料のうちの1つ以上を用いることができる。また、膜41において導電性ナノ粒子を被覆する絶縁材料層の厚みは、1nm～10000nm程度であることが好ましい。絶縁材料層が薄すぎると、非導電性の膜41の耐電圧性が低下する。また、絶縁材料層が厚すぎると、光照射によって焼結した後の第1回路パターン40の電気導電率が低下し、熱抵抗値が大きくなるためである。

[0026] 第1回路パターン40は、粒径0.01μm～1μmの導電性粒子を含んでいる。第1回路パターン40（焼結された部分）の配線幅は、例えば1μ

m以上にすることが可能である。第1回路パターン40の厚みは、1 nm～10 μ m程度に形成することが可能である。また、第1回路パターン40の電気抵抗値は、 $10^{-4}\Omega/\text{cm}^2$ 以下であることが望ましく、特に、 $10^{-6}\Omega/\text{cm}^2$ オーダー以下の低抵抗であることが望ましい。

[0027] 第2回路パターン50は、粒径1 μ m～100 μ mの導電性粒子を含んでいる。第2回路パターン50の配線幅は、10 μ m以上にすることができ、例えば100 μ m程度に形成することが可能である。第2回路パターン50の厚みは、1 μ m～100 μ m程度、例えば20 μ m程度に形成することが可能である。また、第2回路パターン50の電気抵抗値は、 $10^{-4}\Omega/\text{cm}^2$ 以下であることが望ましく、特に、 $10^{-6}\Omega/\text{cm}^2$ オーダー以下の低抵抗であることが望ましい。

[0028] 電子部品30としては、どのようなものを用いてもよいが、一例としては、発光素子(LED、LD)、受光素子、集積回路、表示素子(液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、ELディスプレイ等)を用いることができる。また、図1では、基板10上に、電子部品30を一つのみ搭載しているが、2以上の領域20を設け、2以上の電子部品30を搭載することももちろん可能である。この場合、第2回路パターン50は、複数の電子部品30を直列や並列等の所望の回路パターンで接続するように形成する。

[0029] つぎに、図1の電子デバイスの製造方法について説明する。

[0030] <第1の製造方法>

上述の電子デバイスの第1の製造方法を図2を用いて説明する。

[0031] 第1の製造方法では、図2(a)のように、第2回路パターン50が予め図1の形状に形成された基板10を用意する。第2回路パターン50の形成方法としては従来の方法を用いることができる。例えば、金属薄膜を基板10上に形成した後、エッチングにより図1の形状のパターニングすることにより第2回路パターンを形成したものをを用いることができる。また、導電性粒子が分散された溶液を基板10上に印刷することにより、第2回路パターン50の形状の塗膜を形成した後、熱のみもしくは熱と圧力をかけて導電性

粒子を焼結して第2回路パターン50を形成したものをを用いることができる。

[0032] つぎに、第1回路パターンを形成するため、上述した導電性ナノ粒子と、上記絶縁材料とが溶媒に分散された溶液、もしくは、上記絶縁材料の層で被覆された上記導電性ナノ粒子が溶媒に分散された溶液を用意する。溶媒としては、有機溶媒や水を用いることができる。

[0033] 図2(b)のように、上記溶液を、基板10表面の領域20内に所望の形状で塗布する。塗布された溶液は、図2(c)のように、基板10上で表面が平滑になり、塗膜(膜41)を形成する。膜41の端部は、第2回路パターン50の端部と重なるようにする。必要に応じて膜41を加熱し、乾燥させる。膜41内には、導電性ナノ粒子が分散され、導電性ナノ粒子の周囲は絶縁材料で覆われた状態である。よって、膜41はこの段階では非導電性である。

[0034] つぎに、図2(d)のように、膜41に所望のパターンで光を照射し、光によって導電性ナノ粒子を焼結し、所定のパターンの導電性ナノ粒子層(第1回路パターン40)を形成する。光は、第2回路パターン50と重なる領域にも照射する。光照射により、導電性ナノ粒子は、その粒子を構成する材料のバルクの融点よりも低い温度で溶融する。導電性ナノ粒子の周囲の絶縁材料層は、光照射により蒸発するかもしれないもしくは軟化する。そのため、溶融した導電性ナノ粒子は、隣接する粒子と直接融合するか、もしくは、軟化した絶縁材料層を突き破って隣接する粒子と融合する。これにより、導電性ナノ粒子同士を焼結することができ、光照射した領域が、電気導電性の第1回路パターン40となる。これにより、図2(e)のように、一対の第1回路パターン40を形成する。なお、光照射後の導電性ナノ粒子は、粒子同士が結合しているが、ある程度粒子形状を保っている。

[0035] 図2(d)の工程で照射する光の波長は、照射する光は、紫外、可視、赤外いずれの波長の光であってもよいが、膜41に含まれる導電性ナノ粒子に吸収される波長を選択して用いる。光を照射する所望のパターン(第1回路

パターン４０）は、開口を有するマスクに光を通すことにより形成することができる。導電性ナノ粒子として、Ａｇ、Ｃｕ、Ａｕ、Ｐｄなどを用いた場合、例えば４００～６００ｎｍの可視光を用いることができる。また、第１回路パターン４０の配線幅よりも小さい照射径に集光した光ビームを用い、光ビームを膜４１上の所望のパターンに走査させてもよい。

[0036] 光を照射していない膜４１の領域は、焼結が生じないため、非導電性のまま残る。非導電性の膜４１は、この後の工程で除去してもよい。例えば、有機溶媒等を用いて膜４１を除去することが可能である。

[0037] つぎに、図２（ｆ）のように、第１回路パターン４０に、バンプ４２やはんたボール等を必要に応じて搭載する。

[0038] 図２（ｇ）のように、電子部品３０を、その電極３１が第１回路パターン４０と一致するように位置合わせして搭載する。バンプ４２等を配置した場合には、バンプ４２の位置が電子部品３０の電極３１の位置と一致するように位置合わせする。その後、加熱または超音波を印加して、電子部品３０の電極３１を第１回路パターン４０とを接続し、電子部品３０を固定する。

[0039] 以上の工程により、所望のパターンの微細な第１回路パターン４０を、塗布と光照射という簡単な工程で形成できる。しかも、厚膜の第２回路パターン５０と連結して形成することができる。よって、低抵抗の厚膜の第２回路パターン５０から大きな電流を第１回路パターン４０を介して電子部品３０に供給することができる。

[0040] ＜第２の製造方法＞

第２の製造方法を図３を用いて説明する。

[0041] 第２の製造方法は、第１の製造方法と同様であるが、図２（ｂ）の工程で、導電性ナノ粒子と絶縁材料とが溶媒に分散された溶液、もしくは、絶縁材料の層で被覆された上記導電性ナノ粒子が溶媒に分散された溶液を基板１０上に塗布する際に、印刷手法を用いて、第１回路パターン４０の形状に塗膜を形成する。印刷手法としては、インクジェット印刷やフレキソ印刷、グラビアオフセット印刷等を用いることができる。

[0042] 図2(d)の工程では、印刷により形成した第1回路パターン40の塗膜全体に光を照射して焼結させ、第1回路パターン40を形成する。

[0043] 他の工程は、第1の製造方法と同様であるので説明を省略する。

[0044] 第2の製造方法では、光照射工程で光を所望のパターンに照射する必要がなく、光照射工程が容易になる。また、図3(a), (b)に示すように、第1回路パターン40の周囲に非導電性の膜41が形成されないという利点がある。

[0045] <第3の製造方法>

第3の製造方法を図4(a)～(h)を用いて説明する。

[0046] 第3の製造方法では、基板10として光を透過する基板を用い、基板の裏面側から光を照射して第1回路パターン40を形成する。

[0047] まず、図4(a)のように、第2回路パターン50が予め図1の形状に形成された基板10を用意する。基板10は、第1回路パターン40を形成するための照射光の少なくとも一部を透過する材料から構成される。つぎに、導電性ナノ粒子と、上記絶縁材料とが溶媒に分散された溶液、もしくは、上記絶縁材料の層で被覆された上記導電性ナノ粒子が溶媒に分散された溶液を、図4(b)のように、基板10表面の領域20内に所望の形状で塗布する。塗布された溶液は、図4(c)のように、基板10上で表面が平滑になり、塗膜(膜41)を形成する。膜41の端部は、第2回路パターン50の端部と連続するようにする。必要に応じて膜41を加熱し、乾燥させる。膜41内には、導電性ナノ粒子が分散され、導電性ナノ粒子の周囲は絶縁材料で覆われた状態である。よって、膜41は非導電性である。

[0048] つぎに、図4(d)のように、電子部品30を膜41の所定の位置に位置合わせして搭載し、図4(e)のように、電子部品30の電極31を膜41に密着させる。

[0049] つぎに、図4(f)のように、基板10の裏面側から膜41に所望のパターンで光を照射し、光によって導電性ナノ粒子を焼結して、所望のパターンの導電性ナノ粒子層(第1回路パターン40)を形成する。光は、第2回路

パターン50と重なる領域にも照射する。これにより、図4（g）のように、第2回路パターンと連続した一对の第1回路パターン40を形成する。

[0050] 図4（f）の工程で照射する光は、膜41に含まれる導電性ナノ粒子に吸収される波長を含む。また、導電性ナノ粒子に吸収される波長を含む照射光の少なくとも一部は基板10を透過する。

[0051] 導電性ナノ粒子は、焼結時に溶融するため、電子部品30の電極31とも結合し、第1回路パターン40と電極31とを固着することができる。電極31は、第1回路パターン40と直接接合され、第1の製造方法による電子デバイスのようにバンプ42を介していない。

[0052] 照射する光の波長は、膜41に含まれる導電性ナノ粒子に吸収される波長であって、基板10に吸収されない波長を選択して用いる。光を照射する所定のパターンは、所定のパターンの形状に開口を有するマスクを通して光を照射することにより形成することができる。また、所定のパターンよりも小さい照射径に集光した光ビームを用い、光ビームを膜41上で所定のパターンに走査させることにより、所定のパターンのみに光を照射することも可能である。

[0053] 光を照射していない膜41の領域は、焼結が生じないため、非導電性のまま残る。非導電性の膜41は、この後の工程で除去してもよい。例えば、有機溶媒等を用いて膜41を除去することが可能である。

[0054] これにより、図4（h）に基板10を裏面から見た図を示すように、電子部品30を搭載した状態で、電子部品30の電極31と第2回路パターン50とを接続する第1回路パターン40を形成することができる。第1回路パターン40と電子部品30の接合は、第1回路パターン40の形成と同時に行われる。

[0055] 第3の製造方法は、電子部品30を搭載した状態で光照射を行うため、搭載後の電極31の位置を基準としたパターンで光照射を行うことができる。そのため電子部品30の電極31と第1回路パターン40との接合は確実に高い精度で得られる。

[0056] また、予め形成された回路パターン上へ電子部品を接合する場合と比較して、搭載ずれ、接合材供給ずれなどの各種誤差がなく、これにより形成する回路パターン（第1回路パターン40）も高精細とすることができる。

[0057] なお、上記説明では、第1回路パターン40を形成するために図4（b）、（c）の工程で形成する膜41の形成領域を、一对の第1回路パターン40の両方を含む一つの領域としたが（図4（h）参照）、一对の第1回路パターン40をそれぞれ含む二つの領域に分けて形成してもよい。

[0058] <第4の製造方法>

第4の製造方法では、第2回路パターン50を光照射により形成する。

[0059] まず、基板10を用意する。

[0060] つぎに、導電性ナノ粒子と、導電性マイクロ粒子と、絶縁材料とが溶媒に分散された溶液、もしくは、絶縁材料の層で被覆された導電性ナノ粒子および導電性マイクロ粒子が溶媒に分散された溶液を用意する。溶媒としては、有機溶媒や水を用いることができる。

[0061] 上記溶液を、基板10表面の、第2回路パターン50を形成すべき領域に所望の形状で塗布する。塗布された溶液は、塗膜を形成する。必要に応じて塗膜を加熱し、乾燥させる。塗膜内には、導電性ナノ粒子と導電性マイクロ粒子とが分散され、各粒子の周囲は絶縁材料で覆われた状態である。よって、この状態では塗膜は非導電性である。

[0062] つぎに、塗膜に、第2回路パターン50の形状に光を照射する。光によって導電性ナノ粒子が導電性マイクロ粒子よりも低温で熔融し、隣接する導電性ナノ粒子および導電性マイクロ粒子と融合する。このように、ナノ粒子を起点として焼結が生じるため、バルクよりも低温焼結が可能である。また、塗膜の厚み方向の所望の範囲のみに焼結を生じさせることも可能である。これにより、所望の形状の第2回路パターン50を形成することができる。

[0063] 照射する光の波長は、塗膜に含まれる導電性ナノ粒子および導電性マイクロ粒子に吸収される波長を選択して用いる。光を照射する第2回路パターン50の形状は、所定の開口を有するマスクにより形成することができる。ま

た、第2回路パターン50の配線幅よりも小さい照射径に集光した光ビームを用い、光ビームを走査させることにより、第2回路パターン50のみに光を照射することも可能である。

[0064] 光を照射していない塗膜の領域は、焼結が生じないため、非導電性のまま残る。

[0065] なお、光を照射する工程は、基板10が光を透過する基板である場合には、図4（f）の工程と同様に裏面から行うことができる。

[0066] また、上述した製造方法では、第2回路パターン50となる領域よりも広い範囲に塗膜を形成し、第2回路パターン50となる領域のみに光を照射する方法を説明したが、印刷手法を用いて、第2回路パターン50の形状に、導電粒子が分散された溶液を印刷して塗膜を形成してもよい。この場合、印刷により形成した塗膜の全体に光を照射することにより、第2回路パターン50を形成することができる。

[0067] 上記工程により、第2回路パターンを形成した後、第1～第3の製造方法のいずれかを行って電子デバイスを製造する。

[0068] <第5の製造方法>

第4の製造方法では、基板10上に第2回路パターン50を形成した後で、第1～第3の製造方法のいずれかを行う方法について説明したが、第5の製造方法では、第4の製造方法により第2回路パターン50となる塗膜までを形成した後、光照射を行わないまま、第1～第3の製造方法を行って、第1回路パターン40となる膜41までを形成する。

[0069] そして、第2回路パターン50と第1回路パターン40の光焼結を連続して、または同時に行う。ただし、第2回路パターン50となる領域には、第2回路パターン50の塗膜の導電性粒子が吸収する波長の光を照射し、第1回路パターン40となる領域には膜41の導電性ナノ粒子が吸収する波長の光を照射する。また、照射する光の強度も、第2回路パターン50および第1回路パターン40のそれぞれに焼結を生じさせることができる強度に調整する。

- [0070] その後、第1～第3の製造方法を行って電子デバイスを完成させる。
- [0071] このように、第2回路パターン50と第1回路パターン40の光照射による焼結を連続または同時に行うことにより、全体の製造工程における光照射の工程を一度に行うことができるため、製造効率が向上する。
- [0072] なお、第4の製造方法において、第2回路パターン50の形成工程と、第1回路パターン40の形成工程の順番を入れ替え、第1回路パターン40の形成後に、第2回路パターン50を形成してもよい。同様に、第5実施形態において、第2回路パターン50の塗膜形成と、第1回路パターン40の膜41の形成の順番を入れ替え、第1回路パターン40の膜41を形成した後、第2回路パターン50の塗膜を形成してもよい。その後、両回路パターンの光照射を連続または同時に行う。
- [0073] また、基板10を湾曲させる場合には、第1～第3の製造方法では、第2回路パターン50の断線や線細りを防止するために、第2回路パターン50の形成前に基板10を湾曲させておくことが望ましい。また、第4～第5の製造方法では、最初の光照射工程の前までに基板10を湾曲させれば、第1および第2の回路パターンの断線や線細りを防ぐことができる。
- [0074] 上述してきた本実施形態の電子デバイスは、第1回路パターン40を光照射により形成することができるため、高密度な配線が実現でき、高密度実装化が可能になる。また、第1回路パターン40に厚膜の第2回路パターン50を連結したことにより、低抵抗な第2回路パターン50により大きな電流を電子部品30に供給することができ、搭載可能な電子部品30の数および種類が広がるという効果が得られる。
- [0075] よって、本実施形態によれば、種々の電子部品を高密度に基板10に搭載しつつ、少ない製造工程で一括して実装して、電子デバイスを製造できる。しかも、光照射により、回路パターンを容易に変更できるため、設計変更にも容易に対応することができる。
- [0076] また、第2回路パターン50を光照射により形成することも可能であり、その場合には、製造工程の簡素化が可能である。

[0077] 本実施形態の電子デバイスは、電子部品を基板に搭載したデバイスであればどのようなものでも適用可能である。例えば、自動車のインストルメント・パネル（計器表示盤）やゲーム機の表示部等に適用できる。また、基板を湾曲させることができるため、ウェアラブル（体に装着可能な）な電子デバイス（メガネ、時計、ディスプレイ、医療機器等）や、湾曲したディスプレイに適用可能である。

符号の説明

[0078] 10・・・基板、20・・・電子部品搭載のための領域、30・・・電子部品、40・・・第1回路パターン、41・・・膜、42・・・バンプ、50・・・第2回路パターン、60・・・電源

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、前記基板に設けられた、電子部品を搭載するための領域と、前記領域内に配置され、前記電子部品と電氣的に接続される第1回路パターンと、前記第1回路パターンに接続されて、前記領域の外側から前記第1回路パターンに電流を供給する第2回路パターンと、前記領域に搭載され、前記第1回路パターンに接続された電子部品とを有し、
- 前記第1回路パターンの一部または全部は、粒径が1 μm 未満である導電性ナノサイズ粒子を焼結した層によって構成され、
- 前記第2回路パターンは、前記第1回路パターンよりも厚さが大きいことを特徴とする電子デバイス。
- [請求項2] 請求項1に記載の電子デバイスであって、前記第2回路パターンの一部または全部は、導電性粒子を焼結した層によって構成され、前記導電性粒子は、粒径が1 μm 未満の導電性ナノサイズ粒子と、粒径1 μm 以上の導電性マイクロサイズ粒子とを含むことを特徴とする電子デバイス。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の電子デバイスであって、前記第1回路パターンは、前記導電性ナノサイズ粒子を焼結した層に連続する非導電性層を含み、前記非導電性層は、絶縁膜で被覆された導電性ナノサイズ粒子を含有することを特徴とする電子デバイス。
- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれか1項に記載の電子デバイスであって、前記第1回路パターンの前記導電性ナノサイズ粒子を焼結した層の幅は、前記第2回路パターンよりも狭いことを特徴とする電子デバイス。
- [請求項5] 請求項3に記載の電子デバイスであって、前記第2回路パターンは、前記電子部品を搭載するための前記領域の両脇に配置され、
- 前記第1回路パターンは、前記領域内に少なくとも一対配置され、一対の前記第1回路パターンは、前記領域の両脇の前記第2回路パタ

ーンとそれぞれ接続され、

前記一对の第1回路パターンの間には、前記非導電性層が配置されていることを特徴とする電子デバイス。

[請求項6]

粒径が1 μm 未満である導電性ナノサイズ粒子と絶縁材料とが分散された溶液、もしくは、絶縁材料層で被覆された前記導電性ナノサイズ粒子が分散された溶液を、基板表面に所望の形状で塗布し、膜を形成する第1工程と、

前記膜に所定のパターンで光を照射し、前記光によって導電性ナノサイズ粒子を焼結し、前記所定のパターンの導電性ナノサイズ粒子層である第1回路パターンを形成する第2工程と、

前記膜上に電子部品を搭載した後、前記電子部品の電極を前記導電性ナノサイズ粒子層に接続する第3工程と、

前記基板表面に、前記第1回路パターンと連続する、第2回路パターンを形成する第4工程と、を有し、

前記第2回路パターンは、前記第1回路パターンより厚い膜厚で形成されることを特徴とする電子デバイスの製造方法。

[請求項7]

請求項6に記載の電子デバイス製造方法であって、前記基板として光を透過する基板を用い、

前記第4工程は、粒径が1 μm 未満である導電性ナノサイズ粒子と、粒径が1 μm 以上である導電性マイクロサイズ粒子と、絶縁材料とが分散された溶液、もしくは、絶縁材料層でそれぞれ被覆された前記導電性ナノサイズ粒子および前記導電性マイクロサイズ粒子が分散された溶液を、前記基板の表面に所望の形状で塗布し、前記絶縁材料で被覆された前記導電性ナノサイズ粒子と前記導電性マイクロサイズ粒子の第2の膜を形成する第4-1工程と、

前記第2の膜に、前記基板の裏面側から、前記第2の膜に所定のパターンで光を照射して、前記光によって導電性ナノサイズ粒子と導電性マイクロサイズ粒子とを焼結し、第2回路パターンを形成する第4

ー 2 工程とを有することを特徴とする電子デバイスの製造方法。

[請求項8] 請求項 6 または 7 に記載の電子デバイス製造方法であって、前記基板として光を透過する基板を用い、

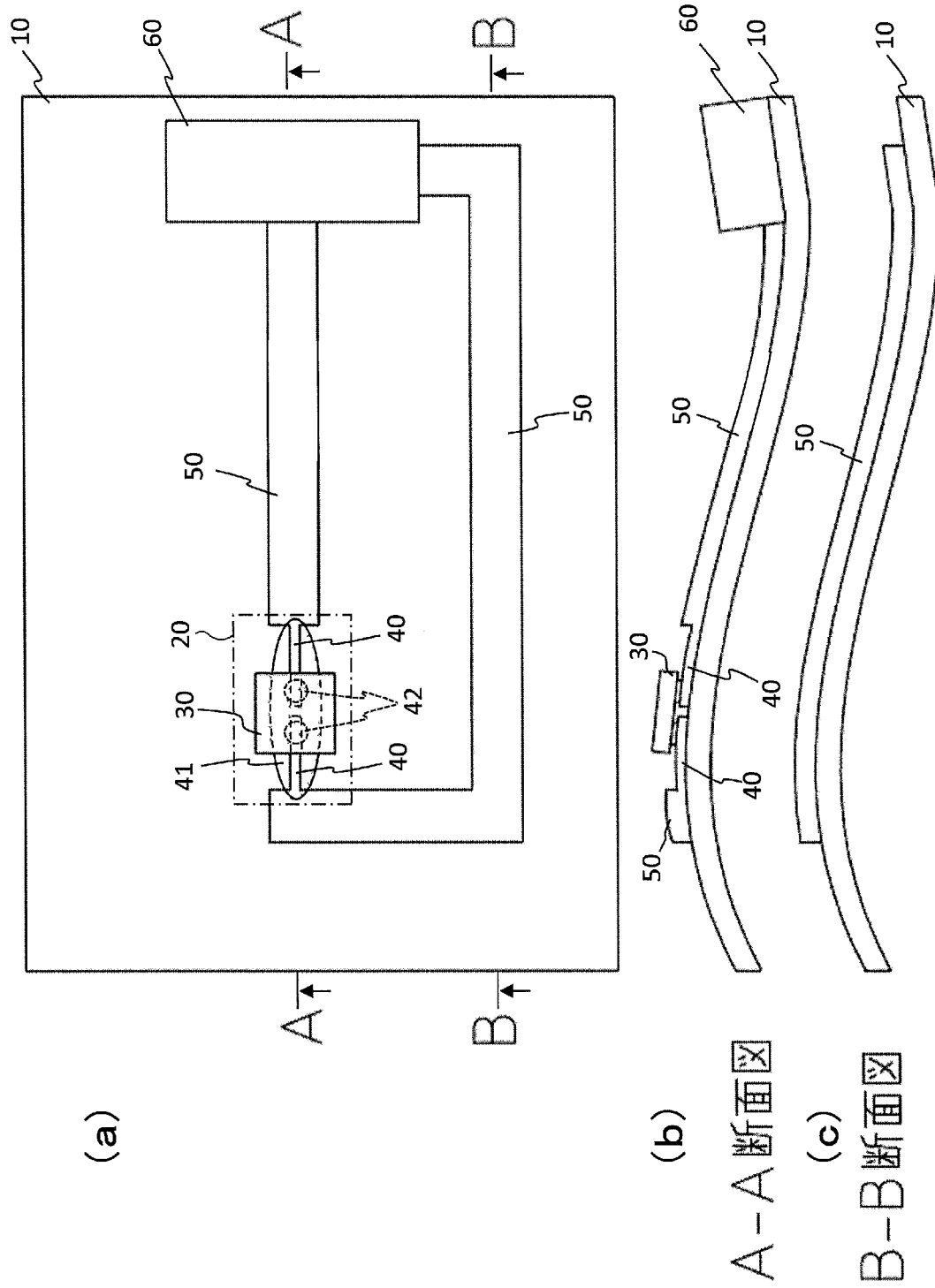
前記第 2 工程では、前記光を基板の裏面側から、前記基板を通して前記膜に照射することを特徴とする電子デバイスの製造方法。

[請求項9] 基板と、前記基板に設けられた、電子部品を搭載するための領域と、前記領域内に配置され、前記電子部品と電氣的に接続される第 1 回路パターンと、前記第 1 回路パターンに接続されて、前記領域の外側から前記第 1 回路パターンに電流を供給する第 2 回路パターンとを有し、

前記第 1 回路パターンの一部または全部は、粒径が $1\ \mu\text{m}$ 未満である導電性ナノサイズ粒子を焼結した層によって構成され、

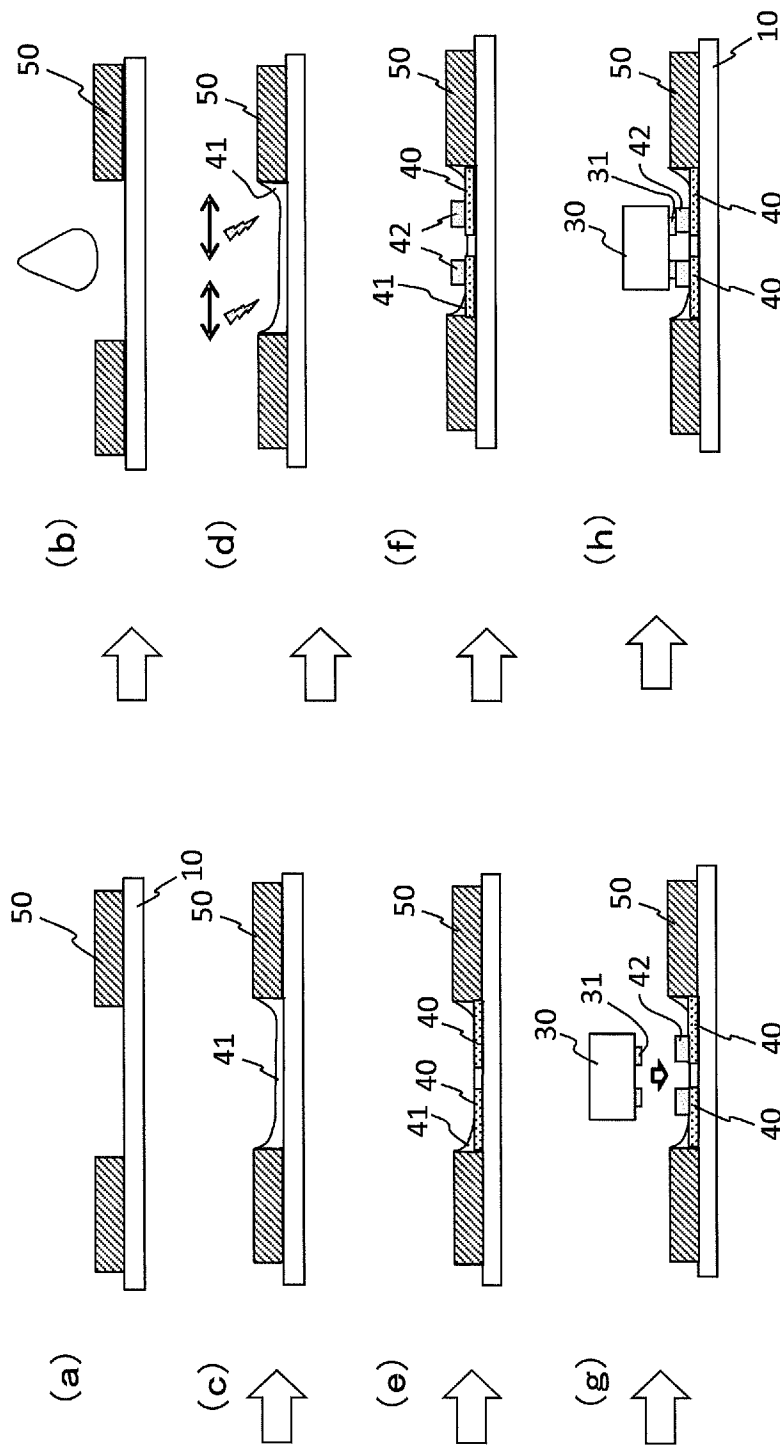
前記第 2 回路パターンは、前記第 1 回路パターンよりも厚さが大きいことを特徴とする回路基板。

[図1]



𠂆

[図2]



[図2]

[図3]

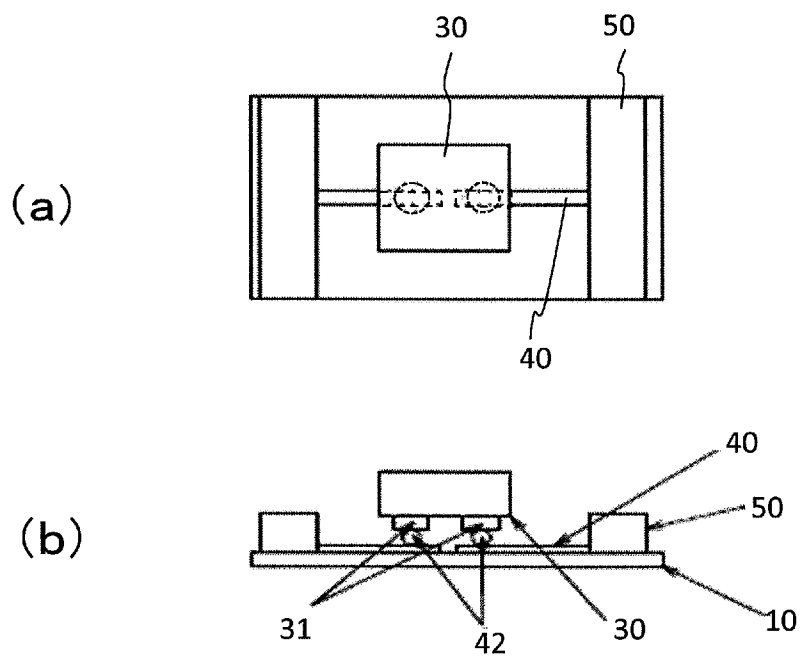
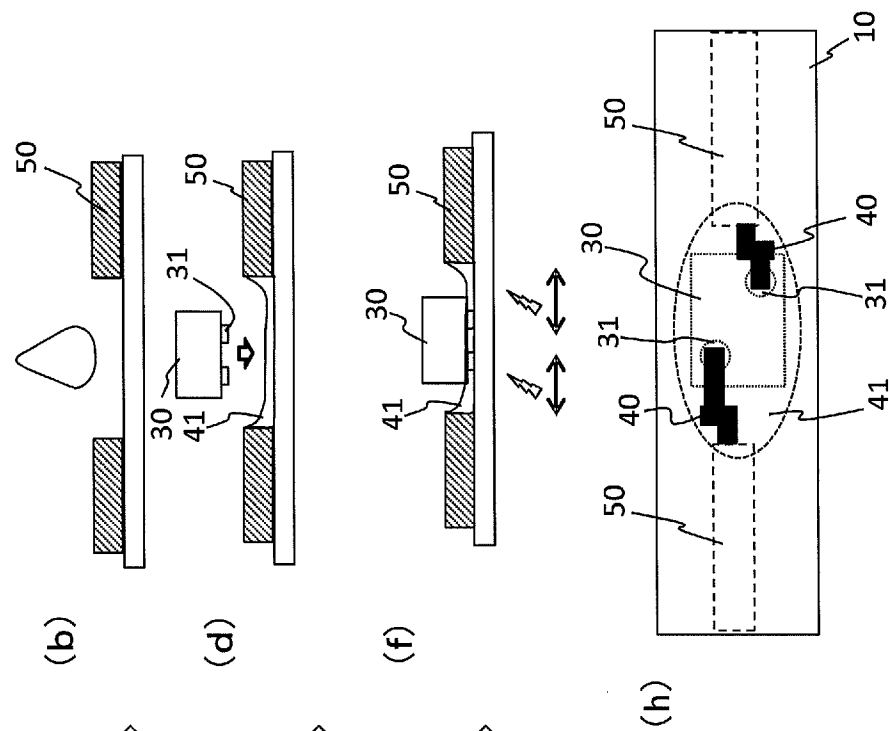


図3

[図4]



[図4]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058525

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K1/09(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H05K1/02(2006.01)i, H05K3/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K1/09, H01L21/60, H05K1/02, H05K3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-165517 A (Sharp Corp.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraphs [0021] to [0026], [0122] to [0128]; fig. 1 & US 2006/0097368 A1 paragraphs [0024] to [0029], [0132] to [0138]; fig. 1 & KR 10-2006-0052592 A & CN 001784119 A	1-6, 8, 9 7
Y A	JP 2006-032916 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0012] to [0014], [0034], [0042], [0052] & US 2009/0179230 A1 paragraphs [0014] to [0016], [0067], [0075], [0085]	1, 3-6, 8, 9 2, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 May 2016 (25.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/058525

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2004/103043 A1 (Harima Chemicals, Inc.), 25 November 2004 (25.11.2004), paragraphs [0081], [0085], [0087] & US 2006/0210705 A1 paragraphs [0133], [0138], [0140] & EP 1626614 A1 & KR 10-2006-0021310 A & CN 001792127 A	1, 2, 4, 9
Y	JP 61-244094 A (Toshiba Corp.), 30 October 1986 (30.10.1986), claim 1; page 2, lower left column, line 5 to lower right column, line 17 (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05K1/09(2006.01)i, H01L21/60(2006.01)i, H05K1/02(2006.01)i, H05K3/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05K1/09, H01L21/60, H05K1/02, H05K3/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2006-165517 A (シャープ株式会社) 2006.06.22, 段落[0021]-[0026], [0122]-[0128], 図 1 & US 2006/0097368 A1, 段落[0024]-[0029], [0132]-[0138], 図 1 & KR 10-2006-0052592 A & CN 001784119 A	1-6, 8, 9 7
Y A	JP 2006-032916 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2006.02.02, 段落[0012]-[0014], [0034], [0042], [0052] & US 2009/0179230 A1, 段落[0014]-[0016], [0067], [0075], [0085]	1, 3-6, 8, 9 2, 7

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 5 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

ゆずりは 広行

5 D

3 0 4 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2004/103043 A1 (ハリマ化成株式会社) 2004. 11. 25, 段落[0081], [0085], [0087] & US 2006/0210705 A1, 段落[0133], [0138], [0140] & EP 1626614 A1 & KR 10-2006-0021310 A & CN 001792127 A	1, 2, 4, 9
Y	JP 61-244094 A (株式会社東芝) 1986. 10. 30, 請求項 1, 第 2 ページ 左下欄第 5 行ー右下欄第 17 行 (ファミリーなし)	8