

(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
2022年3月10日(10.03.2022)



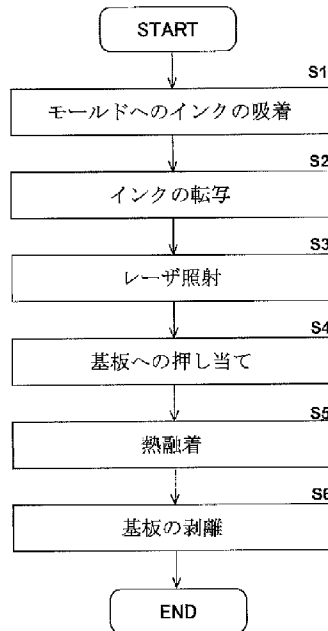
(10) 国際公開番号

WO 2022/050354 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 23/12 (2006.01) *H05K 3/20* (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01) *H05K 3/32* (2006.01)
G09F 9/33 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/032305
- (22) 国際出願日: 2021年9月2日(02.09.2021)
- (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 2020-150004 2020年9月7日(07.09.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社ダイセル (DAICEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒5300011 大阪府大阪市北区大深町3番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 三宅弘人(MIYAKE, Hiroto); 〒1088230 東京都港区港南2-18-1 株式会社ダイセル内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人後藤特許事務所(GOTO & CO.); 〒5300038 大阪府大阪市北区紅梅町2番18号 Osaka (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: MOUNTING STRUCTURE, LED DISPLAY, AND MOUNTING METHOD

(54) 発明の名称: 実装構造体、LEDディスプレイ、及び実装方法



- S1 Adsorb ink onto mold
S2 Transfer ink
S3 Irradiate laser
S4 Press onto substrate
S5 Heat fusion
S6 Separate substrate

(57) Abstract: A mounting structure which has minimal shifting in the bonds, excellent accuracy and efficient manufacture, and an LED display and a mounting method are provided. This mounting structure, which comprises a semiconductor element having a terminal and mounted on a substrate having an electrode, has a bond that bonds the terminal and the electrode opposite of each other, wherein the electrode is a bulk metal material bump arranged on the substrate, and the bond is obtained by heat fusing metal nanoparticles precipitated with laser irradiation treatment from a metal complex



WO 2022/050354 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), ヨーロッパ (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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

transferred onto the electrode and/or the terminal using microcontact printing.

(57) 要約 : 接合のブレが少なく精度に優れ、かつ効率よく製造可能な実装構造体を得られる実装構造体、LEDディスプレイ、及び実装方法を提供する。端子を有する半導体素子が、電極を有する基板に実装されている実装構造体であって、該実装構造体は、前記端子と前記電極とが対向するように接合された接合部を備え、前記電極は、前記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、前記接合部は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写された金属錯体からレーザー照射処理で析出された金属ナノ粒子を熱融着したものである、実装構造体を提供する。

明 細 書

発明の名称：実装構造体、LEDディスプレイ、及び実装方法 技術分野

[0001] 本開示は、半導体素子を基板に実装した実装構造体、該実装構造体を含むLEDディスプレイ、及び半導体素子を基板に実装するための実装方法に関する。本願は、2020年9月7日に日本に出願した特願2020-150004号の優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 電子部品を表面に固定し、その部品間を配線で接続することで電子回路を形成する用途に用いられるプリント配線板の製造方法としては、ウェットプロセス（無電解めっき法又は電解めっき法等）又はドライプロセス（真空蒸着法やスパッタリング法等）により、絶縁基板の表面全体に金属層を形成したものを出発材として使用し、上記出発材の金属層の不必要な部位を、フォトリソグラフィ法を用いて形成したマスクを利用してエッチングし、エッチング終了後にマスクを除去することにより金属配線を形成する方法（サブトラクティブ法）が知られている。しかし、近年のプリント配線板は、電子機器の小型化、高機能化に伴う配線板の高密度化に対応するため、より微細な配線パターンの形成が求められており、サブトラクティブ法では微細な配線パターンを精度良く形成することは困難であった。また、配線上にデバイスを接続する為のバンプ形成及び接点同士の接合は、非常に高い精度を必要とし、複雑な工程を経て実施されている。

[0003] 特に、マイクロLED等の精密な部品を搭載したディスプレイ等の表示機器においては、小型化が進むにつれて、高解像度化が求められる。例えば、マイクロLEDディスプレイ（ μ -LED）においては、4Kの解像度において一つの基板上に約2490万個のマイクロLED（R、G、Bの三種類）を基板に精度良く配置する必要がある。マイクロLEDを基板に一つずつ配置すると工程が長期となるため、効率よく配線パターンを形成する必要がある。

ある。このため、より微細な配線パターンを基板上に一度に形成する方法としては、インクジェット方式が知られている（特許文献1）。特許文献1のインクジェット方式では、ノズルから金属ナノ粒子ペーストを基板に吐出し、その後に加熱することにより、配線パターンを基板上に形成している。さらに、凹凸を含むパターンングが施された樹脂製テンプレートの表面に、導電性粒子を含むペーストを塗布し、 SiO_2/Si 基板上に押し当てることにより基板上に導電材のパターンを形成するコンタクトプリント方式も報告されている（特許文献2）。銅錯体含む組成物を基板に付与して組成物層を形成し、組成物層にレーザ照射を行って銅を析出させて基板上に導体を製造する製造方法も報告されている（特許文献3）。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特許第4539284号公報
特許文献2：特開2007-110054号公報
特許文献3：国際公開番号2018/212345号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1のインクジェット方式は、ノズルから直接金属ナノ粒子ペーストを基板に吐出する方法であるが、この時、金属ナノ粒子ペーストはナノレベルで観ると基板上で飛散する、滲む、又は広がることがある。これにより、配線パターンの精度が低下するおそれがある。また、特許文献2のコンタクトプリント方式においては、樹脂テンプレート上に銀ナノペーストを塗布して、テンプレート上に凹凸にしたがった起伏をもつ銀ナノペーストの層を形成する。その後、テンプレートを基板に押し付けて、凸部分に塗布された銀ナノペーストのみを SiO_2/Si 基板上に転写する。このため、テンプレートの凹部分に塗布された銀ナノペーストは転写後残存するため、連続して使用するためには洗浄により、残存する銀ナノペーストを排除する必要がある

。したがって、同一のテンプレートを連続して使用できず、製造効率が低下するおそれがある。特許文献3の導体を製造する製造方法においては、基板上に導体を形成しているのみであり、その上に接合のブレが少なく半導体素子を基板に実装できることまでは開示していない。

[0006] 従って、本開示の目的は、接合のブレが少なく精度に優れ、かつ効率よく製造可能な、半導体素子を基板に実装した実装構造体、該実装構造体を含むLEDディスプレイ、及び半導体素子を基板に実装するための実装方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討した結果、基板上に配置されたバルク金属材料のバンプである電極上にマイクロコンタクトプリンティング法を用いて転写された金属錯体からレーザー照射処理で金属ナノ粒子を析出させることで、接合のブレが少なく精度に優れ、かつ効率よく製造可能な実装構造体が見出された。本開示はこれらの知見に基づいて完成させたものである。

[0008] すなわち、本開示は、端子を有する半導体素子が、電極を有する基板に実装されている実装構造体であって、該実装構造体は、上記端子と上記電極とが対向するように接合された接合部を備え、上記電極は、上記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、上記接合部は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて上記電極又は上記端子の少なくとも一方の上に転写された金属錯体からレーザー照射処理で析出された金属ナノ粒子を熱融着したものである、実装構造体を提供する。

[0009] また、本開示は、端子を有する半導体素子を、電極を有する基板に実装する実装方法であって、上記電極は、上記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて上記電極又は上記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写し、レーザー照射処理で上記金属錯体から金属ナノ粒子を析出し、上記端子と上記電極とが、析出された上記金属ナノ粒子を介して対向するように当接した状態で熱融着する、実

装方法を提供する。

- [0010] 上記金属錯体は、ケト酸及び銅イオンから形成される銅錯体と、窒素原子を含有する配位子及び銅イオンから形成される銅錯体と、を含むことが好ましい。
- [0011] 上記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、構成材料としてポリシロキサンを含むことが好ましい。
- [0012] 上記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、線膨張率が200 ppm/K以下で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルムからなるモールド、又は繊維状コア材を含むポリシロキサン製モールドを使用することが好ましい。
- [0013] 上記レーザー照射処理がCO₂レーザー又はErレーザーを用いることが好ましい。
- [0014] 上記半導体素子は、平面視して該半導体素子の外周の任意の2点を結んだ線のうちの最も長い線の長さが100 μm以下のLED素子であることが好ましい。
- [0015] 本開示は、上記の実装構造体を含むLEDディスプレイを提供する。

発明の効果

- [0016] 本開示の実装構造体又は実装方法によれば、接合のブレが少なく精度に優れ、かつ効率よく製造可能な実装構造体を得られる。また、本開示の実装構造体は、LEDディスプレイとして好適に使用することができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]図1 (A) は本開示の実装構造体の一部を拡大した斜視図であり、図1 (B) は、図1 (A) の一部断面図である。
- [図2]図2 (A) は本開示の実装構造体の一部を拡大した平面図であり、図2 (B) は、本開示の実装構造体における変形例の一部を拡大した平面図である。
- [図3]図3 (A) はマスターモールドの平面図であり、図3 (B) は、図3 (A) の一部拡大平面図であり、図3 (C) は、図3 (B) の一部拡大平面図

である。

[図4]図4 (A) ~ (E)は、モールドの形成方法の一例を示す模式図である。

[図5]図5 (A) ~ (E)は、マイクロコンタクトプリンティング法による転写の一例を示す模式図である。

[図6]図6 (A) ~ (E)は、本開示の実装方法を示す模式図である。

[図7]図7は、本開示の実装方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本開示を実施するための形態について説明する。各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は、一例であって、本開示の主旨から逸脱しない範囲内で、適宜、構成の付加、省略、置換、及びその他の変更が可能である。本開示は、実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。

[0019] [実装構造体]

図1 (A) は本開示の実装構造体（以下、単に実装構造体とも記す。）10の一部を拡大した斜視図であり、図1 (B) は、図1 (A) の一部断面図である。図2 (A) は実装構造体10の一部を拡大した平面図であり、図2 (B) は、実装構造体10の変形例の一部を拡大した平面図である。なお、図1 (A) においては、半導体素子11及び基板12のみを示し、残りの部材は省略している。図1 (A)、図1 (B)、及び図2 (A) に示す様に、実装構造体10は、複数の半導体素子11、基板12、及び複数の接合部13を備える。半導体素子11は端子14を有し、基板12は電極15を有する。半導体素子11は、端子14と電極15とが対向するように基板12に実装されている。接合部13は、端子14と電極15とを接合する。すなわち、複数の半導体素子11は、接合部13を介して基板12に実装されている。

[0020] 半導体素子11は、半導体を用いた電子部品であり、ここでは特にマイクロスケールの素子を示す。半導体素子11は、半導体素子111、半導体素

子 1 1 2、及び半導体素子 1 1 3 を含む。例えば、半導体素子 1 1 1 は赤色用のマイクロ LED であり、半導体素子 1 1 2 は緑色用のマイクロ LED であり、半導体素子 1 1 3 は青色用のマイクロ LED である。1 つのピクセルは、半導体素子 1 1 1、半導体素子 1 1 2、及び半導体素子 1 1 3 の 1 個ずつにより構成されている。基板 1 2 には半導体素子 1 1 1、半導体素子 1 1 2、及び半導体素子 1 1 3 からなる複数のピクセルが所定の間隔に並べられて配置されている。なお、本実施形態において、半導体素子 1 1 は 3 種類のマイクロ LED を例示しているが、仕様に応じて全て同じものであってもよく、3 種類以外の複数の種類のものを含んでもよい。また、個々の半導体素子の輝度等により、大きさ、形状、素子数等が異なってもよい。例えば、半導体素子 1 1 1 及び半導体素子 1 1 2 各一個に対して半導体素子 1 1 3 が二個である 4 つの半導体素子 1 1 の組み合わせで一つのピクセルを構成していてもよい。

[0021] 半導体素子 1 1 は、平面視して外周の任意の 2 点を結んだ線のうちの最も長い線の長さが $100\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。以下、平面視とは、基板 1 2 等の平面方向に対して垂直な方向から見た場合を示す。詳細に説明すると、半導体素子 1 1 (1 1 1、1 1 2、1 1 3) は、例えば、平面視して対角線が $100\ \mu\text{m}$ 以下の矩形状である。半導体素子 1 1 は、平面視して矩形状である場合、対角線が $70\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $35\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0022] 図 2 (B) は、実装構造体 1 0 の変形例である実装構造体 1 0 1 を示す。なお、実装構造体 1 0 1 の説明において、実装構造体 1 0 と同様の説明は省略し、異なる部分についてのみ説明する。図 2 (B) に示す様に、半導体素子 1 1 (1 1 1、1 1 2、1 1 3) は直径が $100\ \mu\text{m}$ 以下の円形状である。半導体素子 1 1 は、平面視して円形状である場合、直径が $50\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。また、半導体素子 1 1 の形状は、矩形状又は円形状に限定されず、その他の多角形状、楕円形状等、仕様に応じて採用され得る。

- [0023] 基板 12 は、電極 15 を有する平面基板である。平面基板としては、例えば、ガラス板；シリコン、ガリウム砒素、窒化ガリウム等の半導体；ガラスクロス又は不織布等の基材にエポキシ樹脂等の樹脂を含浸して硬化した複合基板；エポキシ樹脂硬化物、液晶ポリマー等のエンジニアリングプラスチック、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエチレン等の樹脂基板；金属基板；これらの材料の組み合わせ等が挙げられる。なお、基板 12 は、電極 15 以外にも必要に応じて、微細配線、結晶構造、光導波路、ホログラフィ等の光学的構造等のパターン構造物を有していてもよい。
- [0024] 基板 12 は、例えば、平面視して対角線の長さが 600 mm 以下の矩形状であることが好ましい。半導体素子 11 は平面視して矩形状である場合、対角線の長さが 100 mm 以下であることがより好ましく、75 mm 以下であることがさらに好ましい。なお、基板 12 の形状は、矩形状に限定されず、その他の多角形状、円形状、楕円形状等、仕様に応じて採用され得る。
- [0025] 電極 15 は、基板 12 に配置されたバルク金属材料のバンプ（凸部）である。バルク金属材料は、導電性を有し低抵抗であることが好ましい。バルク金属材料を構成する成分としては、例えば、金属、金属酸化物等の金属塩、炭素などが挙げられる。なお、バルク金属材料を構成する成分は、一種類の成分のみから構成されていてもよく、複数の種類の成分を含んでいてもよい。中でも、バルク金属材料を構成する成分は、金属が好ましい。金属は、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケル、銅、鉄、鉛、リチウム、コバルト、マンガン、アルミニウム、亜鉛、ビスマス、ケイ素、錫、カドミウム、インジウム等の単一元素、これら金属の複数の元素、これら金属の酸化物若しくは塩であってもよい。
- [0026] 電極 15 は、実装構造体 10 の仕様に応じて基板 12 に配置される。電極 15 は、例えば、すべての半導体素子 11 に対応する位置に配置されている。
- [0027] 接合部 13 は、導電性を有する素材を含む。導電性を有する素材としては、例えば、金属、金属酸化物等の金属塩など、又はこれらの混合物が挙げら

れる。中でも端子14及び電極15を熱融着させるために、金属が好ましい。金属は、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケル、銅、鉄、鉛、リチウム、コバルト、マンガン、アルミニウム、亜鉛、ビスマス、ケイ素、錫、カドミウム、インジウム等が挙げられる。金属は、中でも酸化されにくいものが好ましい。金属は、この中でも特に銅が好ましい。銅は、安価であり、かつナノサイズの粒子であると酸化されにくいいため、大気中で容易に取り扱うことができる。このため、端子14及び電極15は、大気中で容易に接合することができる。

[0028] 接合部13は、例えば、上述の金属から成る金属ナノ粒子を熱融着して形成される。熱融着における加熱の条件については、温度は100~200℃であることが好ましく、100~150℃であることがより好ましく、100~120℃であることがさらに好ましい。温度が100℃以上であると、金属ナノ粒子が十分に溶融し一体化することができる。加熱時間は、120分以下が好ましく、15分以下であることがより好ましく、5分以下であることがさらに好ましい。これにより、端子14と電極15とを十分に接合することができる。なお、接合部13は、熱融着によって溶解した端子14及び電極15の一部と混ざり合って一体化していてもよい。これにより、端子14は、より強固に電極15に接合することができる。

[0029] 金属ナノ粒子は、金属錯体組成物中に含まれる金属錯体からレーザー照射処理で析出される。金属錯体組成物は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて電極15上に転写したものである。なお、金属錯体組成物は、基板12側の電極15上に代えて、半導体素子11側の端子14上に転写したものであってもよい。また、金属錯体組成物は、電極15及び端子14の両方の上に転写したものであってもよい。換言すると、金属錯体組成物は、電極15又は端子14の少なくとも一方の上に転写されていればよい。

[0030] マイクロコンタクトプリンティング法は、以下で説明するモールドを使用することによって、一度に複数個所に金属錯体を含む金属錯体組成物を転写することができる。接合部13の形成のため金属錯体から形成される金属ナ

ノ粒子を使用すると、バルク状の金属を使用する場合と比べて金属の使用量を減らすことができ、かつマイクロコンタクトプリンティング法を用いた微細な領域への金属の配置が可能となる。なお、マイクロコンタクトプリンティング法による転写については、後で詳細に説明する。

[0031] 以下に、レーザ照射処理を用いて、金属錯体組成物中に含まれる金属錯体から金属ナノ粒子を析出する手法について説明する。ここでは、金属として銅を一例として挙げるが、同様に金属ナノ粒子を析出させることのできる金属であれば使用することができる。

[0032] 銅錯体組成物は、例えばケト酸と銅イオンとから形成される第一の銅錯体と、窒素原子を含有する配位子と銅イオンとから形成される第二の銅錯体と、を含む組成物であることが好ましい。

[0033] 第一の銅錯体は、例えばケト酸と銅イオンとから形成されるもの（ケト酸銅）が好ましい。第一の銅錯体は、例えば、グリオキシル酸銅等の α -ケト酸銅、 β -ケト酸銅及び γ -ケト酸銅等が挙げられる。第一の銅錯体は、これらのうちの1種であっても、2種以上を組み合わせたものであってもよい。また、第二の銅錯体は、窒素原子を含有する配位子と銅イオンとから形成されるものが好ましい。第二の銅錯体は、例えば、メチルアミン銅錯体、エチルアミン銅錯体等のモノアルキルアミン銅錯体（ $C_nH_{2n+1}NH_2Cu$ ： n は整数）、ジアルキルアミン銅錯体、トリアルキルアミン銅錯体、エチレンジアミン銅錯体、エタノールアミン銅錯体等のアミン系銅錯体等が挙げられる。第二の銅錯体は、これらのうちの1種であっても、2種以上を組み合わせたものであってもよい。

[0034] 銅錯体組成物に含まれる第一の銅錯体と第二の銅錯体の含有率は特に制限されないが、例えば組成物全体の90重量%～5重量%の範囲内であることが好ましく、80重量%～10重量%の範囲内であることがより好ましい。また、銅錯体組成物に含まれる第一の銅錯体と第二の銅錯体とのモル比（第一の銅錯体：第二の銅錯体）は特に制限されないが、例えば9：1～1：9の範囲内であることが好ましく、8：2～2：8の範囲内であることがより

好ましい。さらに、銅錯体組成物全体に対する銅のモル濃度（第一の銅錯体中に含まれる銅及び第二の銅錯体中に含まれる銅の合計）は特に制限されないが、例えば0.5 M (mol/L) ~ 3.0 M (mol/L) の範囲内であることが好ましい。

[0035] 金属錯体組成物は、該金属錯体組成物に含まれる金属錯体を溶解しうる溶媒をさらに含んでいてもよい。このような溶媒としては、例えば、メタノール、エタノール、アミノエタノール等のアルコール系溶剤、シクロヘキサノン等のケトン系溶剤、ジメチルホルムアミド等のアミド系溶剤、テルピネオール等のテルペン系溶剤、エステル系溶剤などが挙げられる。溶媒は、上記溶媒のうちの1種であっても、2種以上を組み合わせたものであってもよい。また、金属錯体組成物は、金属錯体と媒体以外の添加物を必要に応じて含んでいてもよい。添加物としては、例えば、粘度調整剤、pH調整剤等が挙げられる。

[0036] レーザ照射に使用するレーザーは、金属錯体組成物に含まれる金属錯体の分解と金属の析出を生じさせるものであれば特に制限されない。大気中で良好に金属ナノ粒子を析出する観点から、レーザーは、赤外線レーザー又は近赤外線レーザーが好ましく、CO₂レーザー又はErレーザーがより好ましい。なお、レーザー照射は、全ての金属錯体組成物に対して均一に実施しても、必要に応じてパターン状に実施してもよい。なお、レーザー照射により金属ナノ粒子が析出した部分以外の組成物層を除去する工程を含んでいてもよい。例えば、金属錯体組成物に含まれる金属錯体を溶解しうる溶剤を用いて不要な金属錯体組成物を除去してもよい。

[0037] 電極15上に転写された金属錯体組成物から、レーザー照射により金属が析出される。具体的には、レーザー照射により照射部が瞬間的に熱せられ、この熱によって金属錯体の配位子がCO₂とCOとH₂Oとに分解され、気体となって金属錯体組成物から除去される。また、配位子の分解により、金属錯体を形成していた金属イオンが還元されて金属ナノ粒子が析出する。これにより、金属の濃度が高純度な金属ナノ粒子が得られる。

- [0038] 析出により生じた複数の金属ナノ粒子は、レーザ照射領域で互いに溶融して成長する。金属錯体から金属ナノ粒子が析出する反応は、極めて短時間のうちに進行する。すなわち、金属錯体が大気中の酸素と反応する前に、極めて小さいサイズの金属ナノ粒子が析出する。このため、大気中であっても酸化の影響を受けにくく、良好に金属錯体組成物から金属ナノ粒子を形成できると推定される。また、析出した金属ナノ粒子は金属の融点よりも低い温度で溶融するため、低エネルギーで金属ナノ粒子を析出することができる。さらに、金属錯体組成物は、金属錯体が溶解した状態であるため、金属粒子を用いた材料と比べて凝集、酸化等の問題が生じ難く、保存安定性に優れる。
- [0039] 析出される金属ナノ粒子の平均粒子径（メディアン径、D50）は、特に限定されないが、0.3～100nmが好ましく、より好ましくは0.3～50nmであり、さらに好ましくは0.3～10nmである。金属ナノ粒子の平均粒子径が0.5～100nmであると、凝集、酸化等の問題が生じ難く、熱融着後に高純度で均一な接合部13が得られる。金属ナノ粒子の平均粒子径は、個数平均により求められる値であり、例えば、透過型電子顕微鏡を用いて撮影した画像から任意に100個の金属ナノ粒子の粒径を測定し、それらの平均値から求めることができる。
- [0040] 上述のように、銅錯体組成物は、上記第一の銅錯体及び上記第二の銅錯体を含む組成物であることが好ましい。第二の銅錯体は、第一の銅錯体よりも分解温度が低く、第一の銅錯体よりも分解しやすい。このため、第二の銅錯体からの銅の析出が先に生じて核を形成し、この核をもとにして第一の銅錯体から析出した銅によって銅ナノ粒子の成長が促進されているものと推定される。また、銅錯体組成物から形成した銅ナノ粒子は、上記第一の銅錯体のみを含む組成物を用いて形成した銅ナノ粒子よりも表面の平滑性に優れる。このため、銅錯体組成物から析出される銅ナノ粒子は、電極15上により緻密に形成することができる。
- [0041] 電極15上に析出された金属ナノ粒子は熱融着される。これにより、接合部13が形成される。接合部13は、端子14と電極15とを接合する。こ

れにより、半導体素子 11 は、基板 12 に実装される。また接合部 13 は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて一度に複数形成されるため、効率よくかつ精度よく半導体素子 11 を基板 12 に実装することができる。

[0042] 本開示の実装構造体 10 は、例えば、LED (LEDディスプレイを含む)、ヘッドアップディスプレイ用表示素子、液晶ディスプレイ等のバックライト、照明、可視光通信デバイス等の光学部品として好ましく使用することができる。また、効率よくかつ精度よく半導体素子 11 を基板 12 に実装することができることから、特に小型化した装置であるマイクロLED等として好ましく使用することができる。例えば、平面視してLED素子の外周の任意の2点を結んだ線のうちの最も長い線の長さ(例えば円形である場合の直径)が100 μ m以下のものなどが挙げられる。以下に、マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールド及び該モールドを形成するためのマスターモールドについて説明する。

[0043] [マスターモールド]

図3(A)はマスターモールド20の平面図であり、図3(B)は、図3(A)の一部である転写部21を拡大した平面図であり、図3(C)は、図3(B)の転写部21の一部をさらに拡大した平面図である。マスターモールド20は、マイクロコンタクトプリンティング法において使用するモールドを形成するための型である。マスターモールド20は、モールドに所望の形状を付与するための、当該形状に対応する逆凹凸形状のパターン形状(所望のモールドの反転形状)が付与されている。マスターモールド20は、Si、石英、金属などの表面に微細な凹凸形状が施された構造体であり、原盤とも言われる非常に高価なものである。高価なマスターモールドからモールドを形成し、該モールドを使用したマイクロコンタクトプリンティング法でパターン形成を行うため、コストを大幅に削減することができる。

[0044] 図3(A)に示す様に、マスターモールド20は、転写部21及び周辺部22を備える。転写部21及び周辺部22の外形はそれぞれ平面視で矩形状であり、周辺部22は転写部21の周囲を囲む。マスターモールド20の一

辺の長さ（周辺部22の外周における一辺の長さ）は、10～700mmであることが好ましく、10～150mmであることがより好ましく、10～100mmであることがさらに好ましい。また、転写部21の一辺の長さは、10～600mmであることが好ましく、10～100mmであることがより好ましく、10～50mmであることがさらに好ましい。なお、転写部21及び周辺部22の形状は、矩形状に限定されず、その他の多角形状、円形状、楕円形状等、仕様に依じて採用され得る。

[0045] 図3(B)及び(C)に示す様に、転写部21は、その表面に凹凸形状を有する。転写部21は、例えば所定の間隔を隔てて形成された複数の凹部23を備える。凹部23は、例えば円柱状に転写部21の表面から内部へ窪んだ形状である。なお、凹部23の形状は、円柱状に限定されず、多角柱状等、仕様に依じて採用され得る。また凹部23の内部へ窪んだ側は、平面状に形成されていてもよく、立体的、例えば半球状に形成されていてもよい。

[0046] 凹部23は、円柱状に形成されている場合、平面視した凹部23の直径(L1)は、100 μ m以下であることが好ましく、50 μ m以下であることがより好ましく、10 μ m以下であることがさらに好ましい。また、凹部23の深さは、200 μ m以下であることが好ましく、100 μ m以下であることがより好ましく、20 μ m以下であることがさらに好ましい。

[0047] 転写部21の凹部23同士の間隔(L2)は、半導体素子11(111、112、113)の各色のレイアウトに従って設計される。また、転写部21の凹部23の同士の間隔は、実装構造体10の仕様に依じて適宜変更できる。例えば、マスターモールド20と基板12とを重ねた場合に、凹部23は、基板12上の電極15全てと重なる位置又は、電極15の少なくとも一部に重なる位置に形成されている。ここで、金属錯体組成物が半導体素子11側の端子14上に転写される場合、マスターモールド20と半導体素子11とを重ねた場合に、凹部23は、半導体素子11上の端子14全てと重なる位置又は、端子14の少なくとも一部に重なる位置に形成されている。なお、半導体素子11は複数であるため、例えばチップ板上に複数積載された

ものとして扱われることが好ましい。

[0048] 凹部23の転写部21における縁24からの最短距離(L3)は、100 μm 以下であることが好ましく、30 μm 以下であることが好ましく、10 μm 以下であることがさらに好ましい。

[0049] [モールド]

本開示のモールド（以下、単にモールドとも記す。）は、モールドを形成する樹脂組成物（以下、モールド形成用樹脂組成物とも記す）の硬化物若しくは固化物からなる。モールドは、例えば、モールドを形成する樹脂組成物の硬化物若しくは固化物からなるフィルムである。また、モールドは、上記モールド形成用樹脂組成物の硬化物若しくは固化物がベース部材上に積層された構造体であってもよい。例えば、繊維状コア材を含むモールドが挙げられる。ベース部材は、繊維状コア材を備え、上記モールド形成用樹脂組成物の硬化物若しくは固化物を支持する。

[0050] モールド形成用樹脂組成物の硬化物若しくは固化物は、その表面に凹凸形状を有するものである。モールドは、マスターモールド20により、マスターモールド20の形状に対応する逆凹凸形状のパターン形状が付与されている。モールドにおけるマスターモールド20の転写部21に相当する個所には、複数の凹部23に相当する個所に複数の凸部が形成されている。モールド形成用樹脂組成物は、モールドを形成する樹脂及び硬化性組成物を含む。

[0051] モールドは、線膨張率が200 ppm/K以下で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルム、又は繊維状コア材を含むモールドを使用することが好ましい。モールドの線膨張率は、100 ppm/K以下であることがより好ましく、50 ppm/K以下であることがさらに好ましい。モールドの線膨張率が200 ppm/K以下であると、モールドの熱による体積変化が少ない。このため、摩擦によって生じる熱などによるモールドの変形が抑制され、マイクロコンタクトプリンティング法において使用する際に、より精度の高い転写が可能となる。また、モールドが溶剤を用いて繰り返し使用した前後でサイズが変化しない場合、モールドの溶剤によ

る体積変化が少ない。このため、インクに含まれる溶剤によるモールドの変形が抑制され、マイクロコンタクトプリンティング法において使用する際に、より精度の高い転写が可能となる。なお、溶剤を用いて繰り返し使用する前後のサイズ変化については、初期のモールドの寸法と、溶剤を用いて繰り返し使用した後のモールドの寸法とを比較することによって得られる。溶剤を用いて繰り返し使用した後のものとして、例えばモールドを室温で1時間溶剤に含浸した後に、減圧乾燥（10 Pa、80℃、2時間）したものの寸法を仮に用いてもよい。

[0052] また、繊維状コア材を含むモールドとしては、例えばモールドと同様の樹脂で固められた繊維状コア材の上に凹凸形状のパターン形状が付与された型部分を積層したモールドが挙げられる。繊維状コア材としては、例えば、伸縮性の低い素材を含む布帛が挙げられる。具体的には、例えば、セルロース、木綿等からなる不織布、ガラスクロス等の織物が挙げられる。繊維状コア材を含むモールドを使用すると、モールドが、繊維状コア材で強化され、転写時の張力に影響されることなく安定した転写性が得られる。また、繊維状コア材が熱による体積変化及び溶剤による膨潤を抑制するため、モールド自体の変形を抑制することができる。

[0053] 上記モールドを形成する樹脂としては、例えば、シリコーン系樹脂であるポリシロキサン（ジメチルポリシロキサン等）、フッ素系樹脂、ポリオレフィン系樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ環状オレフィン等）、ポリエーテルスルホン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂（ポリアリレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等）、ポリアミド系樹脂、ポリメチルメタクリレート等が挙げられる。

[0054] 上記樹脂としては、中でも、ポリシロキサンが好ましい。また、上記モールド形成用樹脂組成物の硬化においては、例えば不飽和二重結合へのヒドロシリル化、ラジカル重合やエポキシの反応等による3次元化架橋反応を使用してもよい。上記硬化性組成物としては、例えば、エポキシ化合物等を含むポリシロキサン等が挙げられる。上記樹脂としてポリシロキサンを用いると

、エポキシ化合物等の硬化性組成物との相性に優れ、接触角が小さくなりやすい傾向がある。また、上記樹脂及び上記硬化性組成物としてポリシロキサンを用いると、得られるモールドの柔軟性に優れるため、マイクロコンタクトプリンティング法において使用する際に、モールドの突出する部分は、平板等の他の接触物に柔軟に沿って当接することができる。これにより、平板等に塗布されたインクは、モールドの突出する部分に偏りなく吸着することができる。さらに、モールドの離型性及び柔軟性にも優れるため、モールドをマスターモールド20からより容易に取り外すことができる。

[0055] モールド形成用樹脂組成物は、上記成分以外にも必要に応じて、離型剤等の他の成分を添加しても良く、例えば、有機溶剤を添加して粘度を調整してもよい。上記有機溶剤としては、例えば、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、石油エーテル等の飽和又は不飽和炭化水素系溶剤；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶剤；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチルn-アミルケトン、シクロヘキサノン等のケトン；メタノール、エタノール、n-ブタノール等のアルコール；1,2-ジメトキシエタン、テトラヒドロフラン、ジオキサンのエーテルなどを挙げることができる。これらは1種を単独で、又は2種以上を組み合わせ使用することができる。なお、モールド形成用樹脂組成物の粘度（25℃における）としては、例えば、1～100 mPa・s程度に調整することが塗布性の観点から好ましい。モールド形成用樹脂組成物の粘度は、例えば、デジタル粘度計（型番「DVU-E11型」、（株）トキメック製）を用いて、ローター：標準1°34'×R24、温度：25℃、回転数：0.5～10 rpmの条件で測定することができる。以下に、モールドの形成方法の一例について説明する。

[0056] [モールドの形成方法]

図4（A）～（E）は、モールドの形成方法の一例を示す模式図である。図4（A）は模式的な平面図であり、図4（B）は図4（A）の模式的な断面図である。初めに、図4（A）及び図4（B）に示す様に、マスターモールド

ド20をセットしたモールドセットを準備する。詳細には、マスターモールド20及び枠32をプレート31上に配置する。ここでは、マスターモールド20、プレート31、及び枠32はそれぞれ平面視で正方形の形状であるが、一例であり、この形状には限定されない。

[0057] 枠32は、平面視してマスターモールド20の周囲を囲む形状である。枠32の内側の各辺の長さは、マスターモールド20の辺とそれぞれ同じである。すなわち、マスターモールド20が平面視して一辺20mmの正方形である場合、枠32の内側の各辺の長さは、20mmである。これにより、マスターモールド20の水平方向の周囲は、枠32にはめ込まれている。枠32の平面視での水平方向の厚みは、0.5mm以上であることが好ましく、1mm以上であることが好ましく、10mm以上であることがさらに好ましい。また、枠32の鉛直方向の厚みは、マスターモールド20の鉛直方向の厚みに所望するモールドの厚みを加えた長さであることが好ましい。これにより、枠32の上側の縁までモールド形成用樹脂組成物34を充填することで、所望する厚みのモールドが得られる。なお、プレート31は、平板状であることが好ましく、面方向が水平になるように設置されている。これにより、水平方向に不要な厚みの偏りが抑制されたモールドが得られる。

[0058] また、プレート31の素材は、耐熱性に優れるものであることが好ましく、例えば、ガラス、シリコン等の無機材料；シクロオレフィン系ポリマー、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエチレン、エポキシ等の樹脂；金属；これらの材料の組み合わせ等が挙げられる。プレート31が耐熱性に優れると、モールドを熱で硬化させる際に変形が抑制され、マスターモールド20から凹凸が精密に転写されたモールドが得られる。枠32の素材は、耐熱性及び耐薬品性を有するものであることが好ましく、例えば、テフロン（登録商標）等のフッ素樹脂、シクロオレフィン系ポリマー等が挙げられる。枠32が耐熱性を有すると、モールドを熱で硬化させる際に枠32の変形が抑制される。また、枠32が耐薬品性を有すると、モールドを形成する樹脂による枠32の変形が抑制される。従って、マスターモールド20の凹凸が

精密に転写されたモールドが得られる。なお、枠32の表面は、必要に応じてフッ素系シランカップリング剤等で離型処理されていても良い。

[0059] 次に、図4(C)に示す様に、モールドセットのマスターモールド20上であって、枠32に囲まれた空間に上述のモールド形成用樹脂組成物34が流し込まれる。モールド形成用樹脂組成物34は、マスターモールド20及び枠32に囲まれた空間に充填される。

[0060] 充填されモールド形成用樹脂組成物34は、さらに脱泡工程により脱泡されることが好ましい。脱泡は、公知又は慣用の脱泡方法により行うことができる。中でも、減圧による脱泡（減圧脱気、真空脱気）が好ましい。減圧脱気は、例えば、モールド形成用樹脂組成物34が充填されたモールドセットを、例えば圧力0.1~20kPaの環境下に1~10分間静置して行うことができる。これにより、モールド形成用樹脂組成物34内部の泡が外部へ排出される。このため、例えばマスターモールド20の凹凸へ吸着した泡を消すことができ、マスターモールド20の凹凸が精密に転写されたモールドが得られる。

[0061] 次に、必要に応じて、図4(D)に示す様に、充填されたモールド形成用樹脂組成物34に密着するようにベース部材35を重ね合わせる。モールド形成用樹脂組成物34は、マスターモールド20とベース部材35とによって挟み込まれる、なお、ベース部材35は、上述の繊維状コア材を含むモールドであってよい。モールド形成用樹脂組成物34は、硬化する際に繊維状コア材を含むベース部材35と一体化しやすい。なお、モールド形成用樹脂組成物34にベース部材35を重ね合わせた後、積層された部材、すなわちプレート31、マスターモールド20、モールド形成用樹脂組成物34、及びベース部材35を積層方向にプレスしてもよい。これにより、各部材の密着度が高められ、また、積層方向の厚みのバラツキを防止することができる。プレスする際の圧力は、例えば、0.01~100MPaである。

[0062] 次に、プレート31、マスターモールド20、及びベース部材35と積層されたモールド形成用樹脂組成物34は、硬化工程を経て硬化される。硬化

工程では、モールド形成用樹脂組成物 34 に含まれる硬化性化合物（特に、カチオン硬化性化合物）の重合反応を進行させることにより、モールド形成用樹脂組成物 34 を硬化させることができる。硬化の方法は、周知又は慣用の方法より適宜選択できる。特に限定されないが、例えば、加熱、及び／又は、活性エネルギー線の照射する方法が挙げられる。

[0063] 硬化の方法は、加熱が好ましい。加熱の場合、モールド形成用樹脂組成物 34 まで、照射する光を伝達する必要がないため、モールド形成用樹脂組成物 34 を囲むその他の部材が透光性を有する必要がない。また、加熱の条件については、温度が 80℃以上であることが好ましく、100℃以上であることがより好ましく、150℃以上であることがさらに好ましい。温度が 80℃以上であると、モールド形成用樹脂組成物 34 が十分に硬化される。硬化時間は、15分以上が好ましく、30分以上であることがより好ましく、90分以上であることがさらに好ましい。硬化時間が 15 分以上であると、モールド形成用樹脂組成物 34 が十分に硬化される。モールド形成用樹脂組成物 34 は硬化される際に、ベース部材 35 と一体化する。これにより、モールド形成用樹脂組成物 34 とベース部材 35 とが一体化したモールド 30 が形成される。

[0064] なお、活性エネルギー線の照射する方法で硬化する場合、上記活性エネルギー線としては、例えば、赤外線、可視光線、紫外線、X線、電子線、 α 線、 β 線、 γ 線等のいずれを使用することもできる。中でも、取り扱い性に優れる点で、紫外線が好ましい。紫外線照射を行う際の光源としては、高圧水銀灯、超高圧水銀灯、カーボンアーク灯、キセノン灯、メタルハライド灯等が用いられる。照射時間は、光源の種類、光源と塗布面との距離、その他の条件により異なるが、長くとも数十秒である。照度は、例えば 5～200 mW/cm²程度である。活性エネルギー線照射後は、必要に応じて加熱（ポストキュア）を行って硬化の促進を図ってもよい。

[0065] 上記硬化工程の後、図 4（E）に示す様に、形成されたモールド 30 は、プレート 31、枠 32、及びマスターモールド 20 から外すことにより、取

り出すことができる。これにより、モールド30が得られる。

[0066] なお、モールドが、モールド形成用樹脂組成物34の硬化物からなるフィルムである場合、上述のモールドの形成方法において、ベース部材35に変えてプレート31と同様の部材が使用される。モールド形成用樹脂組成物34の硬化後、硬化したモールド形成用樹脂組成物34は、プレート31、枠32、マスターモールド20、及びプレート31と同様の部材から外すことにより、取り出すことができる。これにより、モールド形成用樹脂組成物34の硬化物からなるフィルムであるモールドが得られる。

[0067] [マイクロコンタクトプリンティング法による転写方法]

図5(A)～(E)は、マイクロコンタクトプリンティング法による転写方法の一例を示す模式図である。該転写方法は、モールドを使用する凸版印刷方式である。以下、図5(A)～(E)を参照しながら説明をする。

[0068] 初めに、図5(A)に示す様に、平板41へ均一に上述の金属錯体を含む金属錯体組成物42(以下、金属錯体組成物42とも記す。)を塗布する。平板41は、表面が平滑であり、変形しにくい剛性が高いものが好ましい。また、平板41の素材は、ガラス；シリコン；ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエチレン等の樹脂；金属；これらの材料の組み合わせ等が挙げられる。

[0069] 金属錯体組成物42の塗布方法としては、公知又は慣用の方法を用いることができ、例えば、スプレー法、スピコート法、スクリーン印刷法等が利用できる。金属錯体組成物42の塗膜の厚さは、例えば、0.5～20 μm であることが好ましく、0.5～10 μm であることがより好ましく、0.5～5 μm であることがさらに好ましい。金属錯体組成物42の塗膜の厚さが0.5～5 μm であれば、金属錯体組成物42に過不足ない量の金属錯体が含まれるため、熱融着の際に十分に半導体素子11を基板12に接合することができる。

[0070] 次に、図5(B)に示す様に、塗布された金属錯体組成物42にモールド30を押し当てる。モールド30は、凸部44のある側が平板41と対向す

るように押し当てられる。必要に応じて、ローラ43でモールド30を金属錯体組成物42に押し当てられた側の反対側から圧力をかける。圧力は、1000Pa以上であることが好ましく、10000Pa以上であることがより好ましく、100000Pa以上であることがさらに好ましい。これにより、モールド30は、ローラ43により平板41側へ均一にむらなく押し付けられる。従って、金属錯体組成物42は、モールド30の凸部44に均一に密着できる。

[0071] 図5(C)に示す様に、モールド30を平板41から剥離する。このとき、金属錯体組成物42は、モールド30の凸部44に吸着した状態で、平板41から引き離される。

[0072] 図5(D)に示す様に、電極15を有する基板12にモールド30を押し当てる。基板12は、モールド30と対向した時に、凸部44と対峙する個所に電極15が配置されていることが好ましい。電極15は、全ての凸部44と対峙する個所、又は必要に応じて一部の凸部44と対峙する個所に配置されていてもよい。

[0073] モールド30の凸部44のある側と、基板12の電極15のある側とが互いに対向するように押し当てられる。これにより、凸部44に吸着する金属錯体組成物42は、基板12の電極15に押し当てられる。必要に応じて、ローラ45でモールド30を金属錯体組成物42に押し当てられた側の反対側から圧力をかける。圧力は、1000Pa以上であることが好ましく、10000Pa以上であることがより好ましく、100000Pa以上であることがさらに好ましい。これにより、モールド30は、ローラ45により基板12側へ均一にむらなく押し付けられる。従って、金属錯体組成物42は、基板12の電極15上に均一に密着できる。

[0074] 図5(E)に示す様に、モールド30を基板12から剥離する。このとき、金属錯体組成物42は、基板12の電極15に吸着した状態で、モールド30から引き離される。これにより、モールド30を使用したマイクロコンタクトプリンティング法は、金属錯体組成物42を電極15上の複数個所に

一度に精度よく転写することができる。なお、金属錯体組成物42は、基板12側の電極15上に代えて、半導体素子11側の端子14上に転写したものであってもよい。また、金属錯体組成物42は、電極15及び端子14の両方の上に転写したものであってもよい。以下に説明する半導体素子の基板への実装方法においては、金属錯体組成物42が半導体素子11側の端子14上に転写されている場合について説明する。

[0075] 上記転写方法で得られる転写パターンの転写性を示す転写率、転写精度及び位置ずれは、以下の基準を満たすことが好ましい。なお、光学顕微鏡の観察結果を基に、各転写パターンを評価する。

[0076] 転写率は、98%以上が好ましく、99%以上がより好ましく、100%が最も好ましい。転写率が98%以上であると、錯体組成物42を電極15上の複数個所に一度に精度よく転写することができる。なお、転写率については、観察結果を以下の式(1)に代入して算出する。

転写率(%) = 転写パターンの中心部の10×10個における転写できたドットの個数 / 100×100・・・式(1)

[0077] 転写精度は、50%以上が好ましく、80%以上がより好ましく、100%が最も好ましい。転写精度が50%以上であると、金属錯体組成物42を電極15上の複数個所に一度に精度よく転写することができる。なお、転写精度については、観察結果を以下の式(2)に代入して算出する。

転写精度(%) = 転写パターン直径 / ピラー直径 × 100・・・式(2)

転写パターン直径は、ガラス基板上に形成された転写パターンのうちの一つのドットの径である。ピラー直径は、転写に使用した各モールドのピラー径である。例えば、ドットの径は図5(E)のd2に相当し、モールドのピラー径は、図5(E)のd1に相当する。

[0078] 位置ずれは、10μm以下が好ましく、6μm以下がより好ましく、2μm以下がさらに好ましく、0μmである、すなわち位置ずれが全くないことが最も好ましい。位置ずれが10μm以下であると、金属錯体組成物42を電極15上の複数個所に一度に精度よく転写することができる。なお、位置

ずれについては、観察結果を以下の式（3）に代入して算出する。

位置ずれ＝転写パターンの中心点－設定上の中心点・・・式（3）

転写パターンの中心点は、転写したドットパターンの中心位置である。設定上の中心点は、正確にずれなく転写した場合のドットパターンの中心位置である。

[0079] すなわち、本開示の実装構造体において、電極15又は端子14と接合部13との位置ずれは、10 μ m以下が好ましく、6 μ m以下がより好ましく、2 μ m以下がさらに好ましく、0 μ mである、すなわち位置ずれが全くないことが最も好ましい。なお、位置ずれについては、観察結果を以下の式（4）に代入して算出する。

位置ずれ＝電極又は端子の中心点－接合部の中心点・・・式（4）

[0080] [半導体素子の基板への実装方法]

図6（A）～（E）は、本開示に係る半導体素子の基板への実装方法（以下、単に実装方法とも記す。）を示す模式図である。図7は、本開示の実装方法を示すフローチャートである。以下、図6（A）～（E）及び図7を参照しながら説明をする。なお、半導体素子の基板への実装方法は、実装構造体の一例としてLEDディスプレイについて説明を行うものとする。また、ここでマイクロコンタクトプリンティング法は、上記転写方法を使用する場合について説明するが、これには限定されない。なお、実装方法の説明においては、上記転写方法と同様の内容については説明を省略する。

[0081] LEDディスプレイは、例えば図1（A）に示す様に、基板12に複数の半導体素子11が実装されたものである。LEDディスプレイにおいて、複数の半導体素子11は、R、G、B三種類のLED素子を含む。このため、LED素子は基板12上にR、G、Bそれぞれの種類ごとに決まった位置に実装する必要がある。また、色のムラ等が生じないために、R、G、B三種類のLED素子は、それぞれ規則正しくブレが無く基板12に実装される必要がある。

[0082] 初めに、図6（A）に示す様に、モールド30と、LEDチップ板61が

用意される。モールド30の凸部44の先端は、金属錯体組成物42が均一に吸着されている。金属錯体を含む金属錯体組成物42は、上記転写方法に従って、モールド30に予め吸着させる（図7のS1）。LEDチップ板61は、半導体素子であるLED素子62がチップ板63上に複数積載されたものである。例えば、複数のLED素子62は、R、G、BのうちのRのLED素子である。LED素子62は、端子14を有する。端子14は、チップ板63に接続されている側と逆方向となるようにLED素子62に配置されている。

[0083] モールド30の凸部44は、モールド30と重ね合わせた際、平面視でLEDチップ板61の複数のLED素子62の一部と重なる。LEDディスプレイのように三種類のLED素子が必要な場合、凸部44は、RのLED素子が必要とされる個所のLED素子62とのみ重なるように形成されていることが好ましい。これにより、モールド30をLEDチップ板61に押し付けると、凸部44は、RのLED素子が必要とされる個所に当接することができる。その後、モールド30をLEDチップ板61から剥離する。

[0084] 図6（B）に示す様に、凸部44の先端に吸着されている金属錯体組成物42は、当接したLED素子62の端子14上に転写される（図7のS2）。このように、実装方法は、一度に複数個所に精度よく金属錯体組成物42を転写することができる。

[0085] 次に、端子14上に転写した金属錯体組成物42にレーザーLを照射する（図7のS3）。レーザーLは、少なくとも金属錯体組成物42に照射すればよく、チップ板63全体に照射しなくてもよい。また、レーザーは、金属錯体組成物42全体に均一に照射されることが好ましい。これにより、端子14上に金属ナノ粒子が、金属錯体組成物42から均一に析出される。金属錯体組成物42から析出された金属ナノ粒子を含む塊を金属ナノ粒子団47と記す。すなわち、金属錯体組成物42は、レーザー照射により金属ナノ粒子団47へと変化する。なお、必要に応じて、レーザー照射前に加熱（プレバイク）を行ってもよい。レーザー照射前の加熱により、金属錯体組成物42中の金属ナ

ノ粒子の析出速度を促進することができる。

[0086] 引き続き、図6(C)に示す様に、基板12を準備する。基板12は上述のように複数の電極15が表面に形成されている。電極15は、少なくともR、G、B三種類のLED素子に対応する個所に形成されていることが好ましい。

[0087] 図6(D)に示す様に、電極15を有する基板12に、LEDチップ板61を押し当てる(図7のS4)。これにより、金属ナノ粒子団47が形成された箇所の複数のLED素子62は、対応する個所の電極15と当接する。この時、LED素子62上の端子14は、金属ナノ粒子団47を介して基板12上の電極15に当接された状態である。換言すると、端子14と電極15とが、金属ナノ粒子を含む金属ナノ粒子団47を間に挟み込むように当接した状態である。

[0088] 端子14及び電極15が金属ナノ粒子団47を介して当接した状態で、加熱を行う(図7のS5)。加熱により、金属ナノ粒子団47中の金属ナノ粒子が熱融着し、接合部13が形成される。なお、上述のように、接合部13は、熱融着によって溶解した端子14及び電極15の一部と混ざり合って端子14及び電極15と一体化していてもよい。これにより、端子14及び電極15がより強固に接合される。

[0089] 次に、図6(E)に示す様に、基板12からLEDチップ板61を剥離する(図7のS6)。これにより、RのLED素子である複数のLED素子62が、一度に精度よく基板12上に実装される。また、同様の方法を用いて、G又はBのLED素子をそれぞれ基板12上に実装することができる。このため、LEDディスプレイにおいて、R、G、B三種類のLED素子を種類ごとに一度に基板12上に実装することができる。従って、基板12上にLED素子62を一個ずつ実装する場合と比べて、時間と労力とを大幅に削減することができる。

実施例

[0090] 以下、実施例により本開示をより具体的に説明するが、本開示はこれらの

実施例により限定されるものではなく、本開示の目的を達成できる範囲での変形や改良は、本開示に含まれるものである。なお、実施例1、転写例1～3、及び参考例1に使用したモールドは、以下の製造例1～3に示す方法によって調製した。

[0091] (製造例1)

[モールド(A)の製造例]

製造例1においては、モールドが樹脂組成物の硬化物からなるフィルムである場合について例示する。

[0092] 液状ポリシロキサン(PDMS)(信越化学工業株式会社製「SIM-260」と、硬化剤(信越化学工業株式会社製「CAT260」と、を液状ポリシロキサン/硬化剤=10/1の割合(重量比)で混合し、液状ポリシロキサン組成物1を調製した。ガラス基板上に、凹凸パターンが施された積層方向の厚みが1mmのマスターモールド(シリコン製、平面視で一辺が20mmの正方形、転写部:平面視で一辺が5mmの正方形、ホール:100×100個、ホールの径:10 μ m、ホール深さ:10 μ m、ホール同士の最短距離:10 μ m、ホールの転写部における縁からの最短距離:20 μ m)を固定した。

[0093] 引き続き、マスターモールドを取り囲むように、枠(テフロン(登録商標)製、内径:平面視で一辺が20mmの正方形、積層方向の厚み:3mm)をガラス基板上に固定した。マスターモールド及び枠で囲まれた空間に、調製した液状ポリシロキサン組成物1を流し入れた。流し入れた液状ポリシロキサン組成物1を減圧下(圧力10kPa)で30分間脱気を行った後、液状ポリシロキサン組成物1との間に泡が入らないようにガラス基板を液状ポリシロキサン組成物1の上部に張り付けた。150℃で2時間かけて液状ポリシロキサン組成物1を硬化した後、ガラス基板、枠、及びマスターモールドを剥離してモールド(A)を得た。表面にピラー状パターン(凸パターンの径:10 μ m、凸部の高さ:10 μ m)が形成された、膜厚2mmのフィルム状のモールド(A)を得た。

[0094] (製造例2)

[モード(B)の製造例]

製造例2においては、モードが繊維状コア材を含むモードである場合について例示する。繊維状コア材として、セルロース不織布(40mm角)を用意した。なお、製造例2の説明において、製造例1と同様の説明は省略する。

[0095] 液状ポリシロキサン(PDMS)(信越化学工業株式会社製「SIM-260」と、硬化剤(信越化学工業株式会社製「CAT260」と、アセトンと、を液状ポリシロキサン/硬化剤/アセトン=10/1/3の割合(重量比)で混合し、液状ポリシロキサン組成物2を調製した。開口部が30mm角のアルミニウム製の枠に、セルロース不織布を張ったものをバットに入れた液状ポリシロキサン組成物2の中に投入して30分間放置し、液状ポリシロキサン組成物2をセルロース不織布に含浸させた。アルミニウム製枠を引き上げ、余分な液状ポリシロキサン組成物2をスキージで扱き落とした後に、縦に吊り下げた状態で、23℃で24時間静置した。その後、150℃で2時間加熱して液状ポリシロキサン組成物2を硬化させて、シート状モード基材(積層方向の厚み:0.5mm)を作製した。

[0096] 製造例1と同様に、マスターモードをガラス基板上に固定し、マスターモードを取り囲むように、枠(テフロン(登録商標)製、内径:平面視で一辺が20mmの正方形、積層方向の厚み:2.0mm)をガラス基板上に固定した。マスターモード及び枠で囲まれた空間に、調製した液状ポリシロキサン組成物1を流し入れた。減圧下で脱気を行った後、液状ポリシロキサン組成物1との間に泡が入らないように、作製したシート状モード基材を液状ポリシロキサン組成物1の上部に張り付けた。液状ポリシロキサン組成物1を硬化させた後、ガラス基板、枠、及びマスターモードを剥離してモード(B)(積層方向の厚み(シート状モード基材と液状ポリシロキサン組成物1の硬化物とが積層している箇所):1.5mm)を得た。

[0097] (製造例3)

[モールド (C) の製造例]

製造例3においては、参考例1で使用するモールドについて例示する。なお、製造例3の説明において、製造例1と同様の説明は省略する。

[0098] シクロオレフィンコポリマーTOPAS（ポリプラスチックス株式会社製）10gを、トルエン溶媒100mlに溶解させた。調製したトルエン溶液を、石英基板上にスピコートした後、100℃のホットプレート上で10分間加熱し、溶剤の除去を行った。これにより、乾燥状態で膜厚2～10μmの塗膜を形成した。ついで、インプリント装置（NM-0401、明昌機工株式会社製）を用いて、上記マスターモールドを160℃で加圧転写した。室温でマスターモールドから離型して、モールド（C）を得た。

[0099] 以下、調製例、転写例1、2、及び参考例1について説明する。調製例においては、銅錯体組成物の調製について説明する。転写例1においては、製造例1で得られたモールド（A）を、転写例2においては、製造例2で得られたモールド（B）を、参考例1においては、製造例3で得られたモールド（C）をそれぞれ使用した。

[0100] （調製例1）

[銅錯体組成物A]

グリオキシル酸銅（富士フィルム和光純薬株式会社製）0.95gを、2-アミノエタノール1ml及びエタノール2mlの混合液に溶解させ、1.7mol/Lのグリオキシル酸銅溶液を調製した。また、ギ酸銅・4水和物（富士フィルム和光純薬株式会社製）1.15gを40重量%メチルアミンメタノール3mlに溶解させ、1.7mol/Lのメチルアミン銅錯体溶液を調製した。調製したグリオキシル酸銅溶液及びメチルアミン銅錯体溶液を混合することで、 α -ケト酸銅錯体とメチルアミン銅錯体とを含む銅錯体組成物Aを調製した。

[0101] （調製例2）

[銅錯体組成物B]

グリオキシル酸銅（富士フィルム和光純薬株式会社製）0.55gを、2

ーアミノエタノール 1 ml 及びエタノール 2 ml の混合液に溶解させ、1 ml / L のグリオキシル酸銅溶液を調製した。また、ギ酸銅・4水和物（富士フィルム和光純薬株式会社製）0.65 g を 40 重量%メチルアミンメタノール 3 ml に溶解させ、1 ml / L のメチルアミン銅錯体溶液を調製した。調製したグリオキシル酸銅溶液及びメチルアミン銅錯体溶液を混合することで、 α -ケト酸銅錯体とメチルアミン銅錯体とを含む銅錯体組成物 B を調製した。

[0102] (転写例 1)

調製した銅錯体組成物 A 0.1 ml をスライドガラスにスピンコート (3000 rpm、30 秒) し、膜厚 0.1 μ m の液状塗膜を作製した。続いて、製造例 1 のモールド (A) を、作製した液状塗膜上に押し当てた。モールド (A) の凸部に付着した銅錯体組成物 A を、ガラス基板上に転写した。ガラス基板上に転写した銅錯体組成物 A を 80°C で 10 分間加熱 (プレバイク) した。引き続き、CO₂レーザの照射 (レーザと組成物層間の距離: 145 mm、掃引速度: 20 mm/s、出力: 8.0 W) で銅ナノ粒子を析出させ、ガラス基板上に形成された銅ナノ粒子を含有する転写パターン (A) を得た。

[0103] (転写例 2)

製造例 2 のモールド (B) を用いること以外は転写例 1 と同様の操作で、銅錯体組成物 A の転写及び銅ナノ粒子を析出させ、ガラス基板上に形成された銅ナノ粒子を含有する転写パターン (B) を得た。

[0104] (参考例 1)

製造例 3 のモールド (C) を用いること以外は転写例 1 と同様の操作で、銅錯体組成物 A の転写及び銅ナノ粒子を析出させ、ガラス基板上に形成された銅ナノ粒子を含有する転写パターン (C) を得た。

[0105] (転写性評価)

転写例 1、2 及び参考例 1 で得られた転写パターン (A) ~ (C) について、光学顕微鏡 (DM4000M、ライカマイクロシステムズ株式会社製)

で観察した。光学顕微鏡の観察結果を基に、下記方法により転写率、転写精度、及び位置ずれを評価した。

[0106] <転写率>

得られた転写パターンの転写率は、それぞれ以下の式（１）に代入して算出した。

転写率（％）＝転写パターンの中心部の１０×１０個における転写できたドットの個数／１００×１００・・・式（１）

また、以下の評価基準で転写率（すなわち、１００個のピラーパターンのうちの転写できている割合を示す。）における転写性を評価した。

○：転写率が９８％以上：（転写性が良好）

×：転写率が９８％未満：（転写性が不良）

[0107] <転写精度>

得られた転写パターンの転写精度は、それぞれ以下の式（２）に代入して算出した。

転写精度（％）＝転写パターン直径／ピラー直径×１００・・・式（２）

転写パターン直径は、ガラス基板上に形成された転写パターンのうちの一つのドットの径を測定した。ピラー直径は、転写に使用した各モールドのピラー径である。

また、以下の評価基準で転写精度における転写性を評価した。

◎：８０％≦転写精度＜１０５％（転写性が極めて良好）

○：５０％≦転写精度＜８０％（転写性が良好）

×：転写精度＜５０％（転写性が不良）

[0108] <位置ずれ>

得られた転写パターンの位置ずれは、それぞれ以下の式（３）に代入して算出した。

位置ずれ＝転写パターンの中心点－設定上の中心点・・・式（３）

転写パターンの中心点は、転写したドットパターンの中心位置である。設定上の中心点は、正確にずれなく転写した場合のドットパターンの中心位置

である。

また、以下の評価基準で位置ずれにおける転写性を評価した。

◎：位置ずれ ≤ 2 μm（転写性が極めて良好）

○：2 μm < 位置ずれ ≤ 10 μm（転写性が良好）

×：10 μm < 位置ずれ（転写性が不良）

[0109] 上記結果を下記表 1 にまとめて示す。

[表 1]

[表1]

		転写例1	転写例2	参考例1
モールド	(A)	○	—	—
	(B)	—	○	—
	(C)	—	—	○
転写性評価	転写率	○	○	×
	転写精度	◎	◎	○
	位置ずれ	○	◎	○

[0110] 転写例 1、2 で得られた転写パターン (A)、(B) の転写性は、参考例 1 で得られた転写パターン (C) と比べて、転写率、転写精度、及び位置ずれのいずれにおいても優れることが確認できた。これから、製造例 1 及び 2 の PDMS を用いて製造したモールドの方が、製造例 3 のシクロオレフィンコポリマーを用いて製造したモールドと比べて、モールドの凸部の形状通りに忠実にガラス基板上に転写していることが確認できた。また、転写例 2 で得られた転写パターン (B) の転写性は、転写例 1 で得られた転写パターン (A) と比べて、さらに優れることが確認できた。これから、モールド (B) が、セルロース不織布で強化され、転写時の張力に影響されることなく安定した転写性を示すことが確認できた。

[0111] (実施例 1)

[接合例]

調製した銅錯体組成物B 0.1 mlをスライドガラスにスピコート（3000 rpm、30秒）し、膜厚1.0 μmの液状塗膜を作製した。続いて、製造例2のモールド（B）を作製した液状塗膜上に押し当てた。モールド（B）の凸部に付着した銅錯体組成物Bを、平滑な銅板上に転写した。銅板上に転写した銅錯体組成物Bを80℃で10分間加熱（プレベイク）した。引き続き、CO₂レーザーの照射（レーザーと組成物層間の距離：145 mm、掃引速度：20 mm/s、出力：8.0 W）で銅ナノ粒子を析出させ、銅板上に形成された銅ナノ粒子を含有する転写パターンを得た。

[0112] 続いて、マスターモールドと同じパターン形状の銅バンプを有するガラス基板上に、上記銅板を載せた。このとき、ガラス基板上の銅バンプは、銅板上の転写された転写パターンと互に対向する向きで積層する。積層されたガラス基板及び銅板を200℃で30分加熱した。転写パターン中の銅ナノ粒子は、ガラス基板上の銅バンプと熱融着する。これにより、銅板はガラス基板上の銅バンプと接合された。ガラス面から接合状態を光学顕微鏡（DM4000M、ライカマイクロシステムズ株式会社製）で観察した。光学顕微鏡の観察結果から、銅板はガラス基板上の銅バンプと接合できていることが確認できた。

[0113] なお、本明細書に開示された各々の態様は、本明細書に開示された他のいかなる特徴とも組み合わせることができる。

[0114] 以下、本開示に係る発明のバリエーションを記載する。

[付記1] 端子を有する半導体素子が、電極を有する基板に実装されている実装構造体であって、

該実装構造体は、前記端子と前記電極とが対向するように接合された接合部を備え、

前記電極は、前記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、

前記接合部は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写された金属錯体からレーザー照射処理で析出された金属ナノ粒子を熱融着したものである、

実装構造体。

[付記2] 前記金属錯体は銅錯体を含む付記1に記載の実装構造体。

[付記3] 前記銅錯体は、ケト酸及び銅イオンから形成される第一銅錯体と、窒素原子を含有する配位子及び銅イオンから形成される第二銅錯体と、を含む、付記2に記載の実装構造体。

[付記4] 前記第一の銅錯体と前記第二の銅錯体の合計の含有率は、金属錯体を形成する組成物全体の90重量%～5重量%（好ましくは80重量%～10重量%）の範囲内である、付記3に記載の実装構造体。

[付記5] 前記第一の銅錯体と前記第二の銅錯体とのモル比（第一の銅錯体：第二の銅錯体）は9：1～1：9（好ましくは8：2～2：8）の範囲内である、付記3又は4に記載の実装構造体。

[付記6] 金属錯体を形成する組成物全体に対する銅のモル濃度は0.5M（mol/L）～3.0M（mol/L）の範囲内である、付記2～5のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記7] 前記金属ナノ粒子のメディアン径は0.3～100nm（好ましくは0.3～50nm、より好ましくは0.3～10nm）である、付記1～6のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記8] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、構成材料としてポリシロキサンを含む、付記1～7のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記9] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、線膨張率が200ppm/K以下（好ましくは100ppm/K以下、より好ましくは50ppm/K以下）で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルムからなるモールド、又は繊維状コア材を含むモールド（好ましくは繊維状コア材を含むポリシロキサン製モールド）を使用する、付記1～8のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記10] 前記繊維状コア材を含むモールドは、樹脂（好ましくはポリシロキサン）で固められた繊維状コア材の上に凹凸形状のパターン形状が付与

された型部分を積層したモールドである、付記 9 に記載の実装構造体。

[付記 1 1] 前記樹脂で固められた繊維状コア材は繊維状コア材に樹脂が含まれた構造を有する付記 1 0 に記載の実装構造体。

[付記 1 2] 前記繊維状コア材は不織布である付記 9 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 1 3]

前記電極又は前記端子と前記接合部との、下記式 (4) で算出される位置ずれは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下 (好ましくは $6\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $0\ \mu\text{m}$) である、付記 1 ~ 1 2 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

位置ずれ = 電極又は端子の中心点 - 接合部の中心点 . . . 式 (4)

[付記 1 4] 前記レーザー照射処理が CO_2 レーザー又は Er レーザーを用いる、付記 1 ~ 1 3 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 1 5] 前記半導体素子は、平面視して該半導体素子の外周の任意の 2 点を結んだ線のうちの最も長い線の長さが $100\ \mu\text{m}$ 以下の LED 素子である、付記 1 ~ 1 4 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 1 6] 付記 1 ~ 1 5 のいずれか 1 つに記載の実装構造体を含む LED ディスプレイ。

[0115] [付記 1 7]

端子を有する半導体素子を、電極を有する基板に実装する実装方法であって、

前記電極は、前記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写し、

レーザー照射処理で前記金属錯体から金属ナノ粒子を析出し、

前記端子と前記電極とが、析出された前記金属ナノ粒子を介して対向するように当接した状態で熱融着する、

実装方法。

[付記18] 前記金属錯体は銅錯体を含む付記17に記載の実装方法。

[付記19] 前記金属錯体は、ケト酸及び銅イオンから形成される第一銅錯体と、窒素原子を含有する配位子及び銅イオンから形成される第二銅錯体と、を含む、付記18に記載の実装方法。

[付記20] 前記第一の銅錯体と前記第二の銅錯体の合計の含有率は、金属錯体を形成する組成物全体の90重量%～5重量%（好ましくは80重量%～10重量%）の範囲内である、付記19に記載の実装方法。

[付記21] 前記第一の銅錯体と前記第二の銅錯体とのモル比（第一の銅錯体：第二の銅錯体）は9：1～1：9（好ましくは8：2～2：8）の範囲内である、付記19又は20に記載の実装方法。

[付記22] 金属錯体を形成する組成物全体に対する銅のモル濃度は0.5 M (mol/L)～3.0 M (mol/L)の範囲内である、付記18～21のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記23] 前記金属ナノ粒子のメディアン径は0.3～100 nm（好ましくは0.3～50 nm、より好ましくは0.3～10 nm）である、付記17～22のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記24] 前記マイクロコンタクトプリンティング法は、モールドが有する凸部に金属錯体組成物を吸着させる工程を含む、付記17～23のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記25] 前記マイクロコンタクトプリンティング法は、モールドが有する凸部に吸着した金属錯体組成物にレーザー照射して前記レーザー照射処理を行う、付記17～24のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記26] 前記レーザー照射処理前に前記金属錯体組成物を加熱する、付記25に記載の実装方法。

[付記27] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、構成材料としてポリシロキサンを含む、付記17～26のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記28] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールド

ドは、線膨張率が200ppm/K以下（好ましくは100ppm/K以下、より好ましくは50ppm/K以下）で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルムからなるモールド、又は繊維状コア材を含むモールド（好ましくは繊維状コア材を含むポリシロキサン製モールド）を使用する、付記17～27のいずれか1つに記載の実装方法。

〔付記29〕前記繊維状コア材を含むモールドは、樹脂（好ましくはポリシロキサン）で固められた繊維状コア材の上に凹凸形状のパターン形状が付与された型部分を積層したモールドである、付記28に記載の実装方法。

〔付記30〕前記樹脂で固められた繊維状コア材は繊維状コア材に樹脂が含浸した構造を有する付記29に記載の実装方法。

〔付記31〕前記繊維状コア材は不織布である付記28～30のいずれか1つに記載の実装方法。

〔付記32〕前記レーザ照射処理がCO₂レーザ又はErレーザを用いる、付記17～31のいずれか1つに記載の実装方法。

〔付記33〕前記半導体素子は、平面視して該半導体素子の外周の任意の2点を結んだ線のうちの最も長い線の長さが100μm以下のLED素子である、付記17～32のいずれか1つに記載の実装方法。

〔付記34〕前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写する際の、下記式（1）より算出される転写率は、98%以上（好ましくは99%以上、より好ましくは100%）である、付記17～33のいずれか1つに記載の実装方法。

転写率（%）＝転写パターンの中心部の10×10個における転写できたドットの個数／100×100・・・式（1）

〔付記35〕前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写する際の、下記式（2）より算出される転写精度は、50%以上（好ましくは80%以上、より好ましくは100%）である、付記17～34のいずれか1つに記載の実装方法。

転写精度（%）＝転写パターン直径／ピラー直径×100・・・式（2）

転写パターン直径は、ガラス基板上に形成された転写パターンのうちの一つのドットの径である。ピラー直径は、転写に使用した各モールドのピラー径である。

[付記36] 前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写する際の、下記式(3)より算出される位置ずれは、 $10\mu\text{m}$ 以下(好ましくは $6\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $2\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $0\mu\text{m}$)である、付記17~35のいずれか1つに記載の実装方法。

位置ずれ=転写パターンの中心点-設定上の中心点・・・式(3)

転写パターンの中心点は、転写したドットパターンの中心位置である。設定上の中心点は、正確にずれなく転写した場合のドットパターンの中心位置である。

産業上の利用可能性

[0116] 本開示の実装方法は、一度に効率よく、かつ接合のブレが少なく精度よく基板上に複数の半導体素子を実装することができる。また、本開示の実装構造体は、半導体素子を接合のブレが少なく精度よく基板に実装されたものである。このため、本開示の実装方法及び実装構造体は、例えば、LED(LEDディスプレイを含む)、ヘッドアップディスプレイ用表示素子、液晶ディスプレイ等のバックライト、照明、可視光通信デバイス等の光学部品として好ましく使用することができる。また、効率よくかつ精度よく半導体素子11を基板に実装することができることから、特に小型化した装置、例えばマイクロLED等として好ましく使用することができる。

符号の説明

[0117] 10, 101 実装構造体
11, 111, 112, 113 半導体素子
12 基板
13 接合部
14 端子
15 電極

- 20 マスターモールド
- 21 転写部
- 22 周辺部
- 23 凹部
- 24 転写部の縁
- 30 モールド
- 31 プレート
- 32 枠
- 34 モールド形成用樹脂組成物
- 35 ベース部材
- 41 平板
- 42 金属錯体組成物
- 43, 45 ローラ
- 44 凸部
- 47 金属ナノ粒子団
- 61 LEDチップ板
- 62 LED素子
- 63 チップ板

請求の範囲

- [請求項1] 端子を有する半導体素子が、電極を有する基板に実装されている実装構造体であって、
- 該実装構造体は、前記端子と前記電極とが対向するように接合された接合部を備え、
- 前記電極は、前記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、
- 前記接合部は、マイクロコンタクトプリンティング法を用いて前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写された金属錯体からレーザー照射処理で析出された金属ナノ粒子を熱融着したものである、
- 実装構造体。
- [請求項2] 前記金属錯体は、ケト酸及び銅イオンから形成される銅錯体と、窒素原子を含有する配位子及び銅イオンから形成される銅錯体と、を含む、
- 請求項1に記載の実装構造体。
- [請求項3] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、構成材料としてポリシロキサンを含む、
- 請求項1又は2に記載の実装構造体。
- [請求項4] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、線膨張率が200ppm/K以下で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルムからなるモールド、又は繊維状コア材を含むポリシロキサン製モールドを使用する、
- 請求項1～3のいずれか1項に記載の実装構造体。
- [請求項5] 前記レーザー照射処理がCO₂レーザー又はErレーザーを用いる、
- 請求項1～4のいずれか1項に記載の実装構造体。
- [請求項6] 前記半導体素子は、平面視して該半導体素子の外周の任意の2点を結んだ線のうちの最も長い線の長さが100μm以下のLED素子である、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の実装構造体。

[請求項7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の実装構造体を含む LED ディスプレイ。

[請求項8] 端子を有する半導体素子を、電極を有する基板に実装する実装方法であって、

前記電極は、前記基板上に配置されたバルク金属材料のバンプであり、

マイクロコンタクトプリンティング法を用いて前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に金属錯体を転写し、

レーザ照射処理で前記金属錯体から金属ナノ粒子を析出し、

前記端子と前記電極とが、析出された前記金属ナノ粒子を介して対向するように当接した状態で熱融着する、

実装方法。

[請求項9] 前記金属錯体は、ケト酸及び銅イオンから形成される銅錯体と、窒素原子を含有する配位子及び銅イオンから形成される銅錯体と、を含む、

請求項 8 に記載の実装方法。

[請求項10] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、構成材料としてポリシロキサンを含む、

請求項 8 又は 9 に記載の実装方法。

[請求項11] 前記マイクロコンタクトプリンティング法に使用されるモールドは、線膨張率が 200 ppm/K 以下で、溶剤を用いて繰り返し使用する前後でサイズが変化しないフィルムからなるモールド、又は繊維状コア材を含むポリシロキサン製モールドを使用する、

請求項 8 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の実装方法。

[請求項12] 前記レーザ照射処理が CO₂レーザ又は Erレーザを用いる、

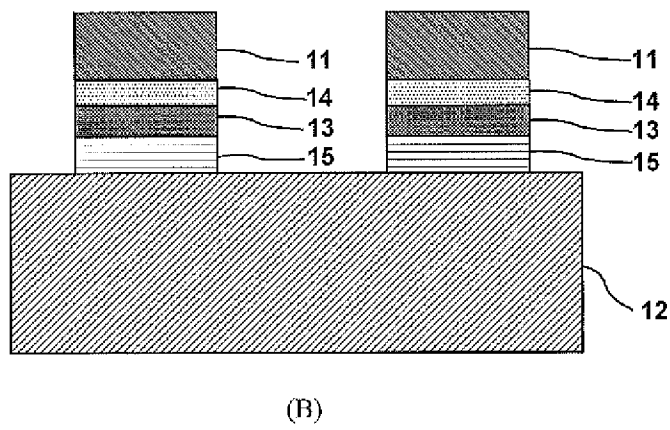
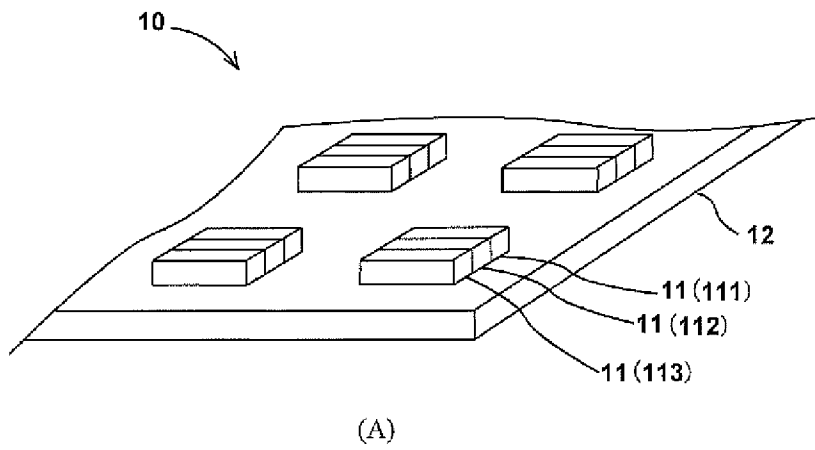
請求項 8 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の実装方法。

[請求項13] 前記半導体素子は、平面視して該半導体素子の外周の任意の 2 点を

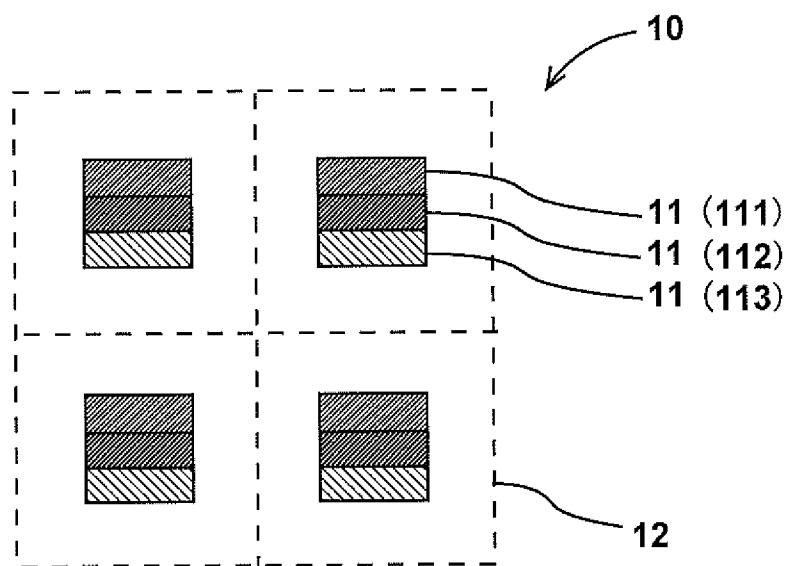
結んだ線のうちの最も長い線の長さが100 μ m以下のLED素子である、

請求項8～12のいずれか1項に記載の実装方法。

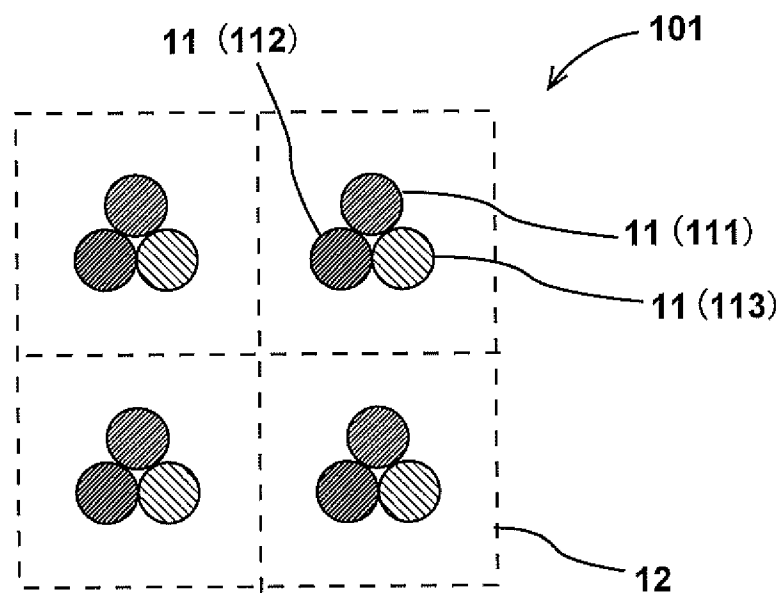
[図1]



[図2]

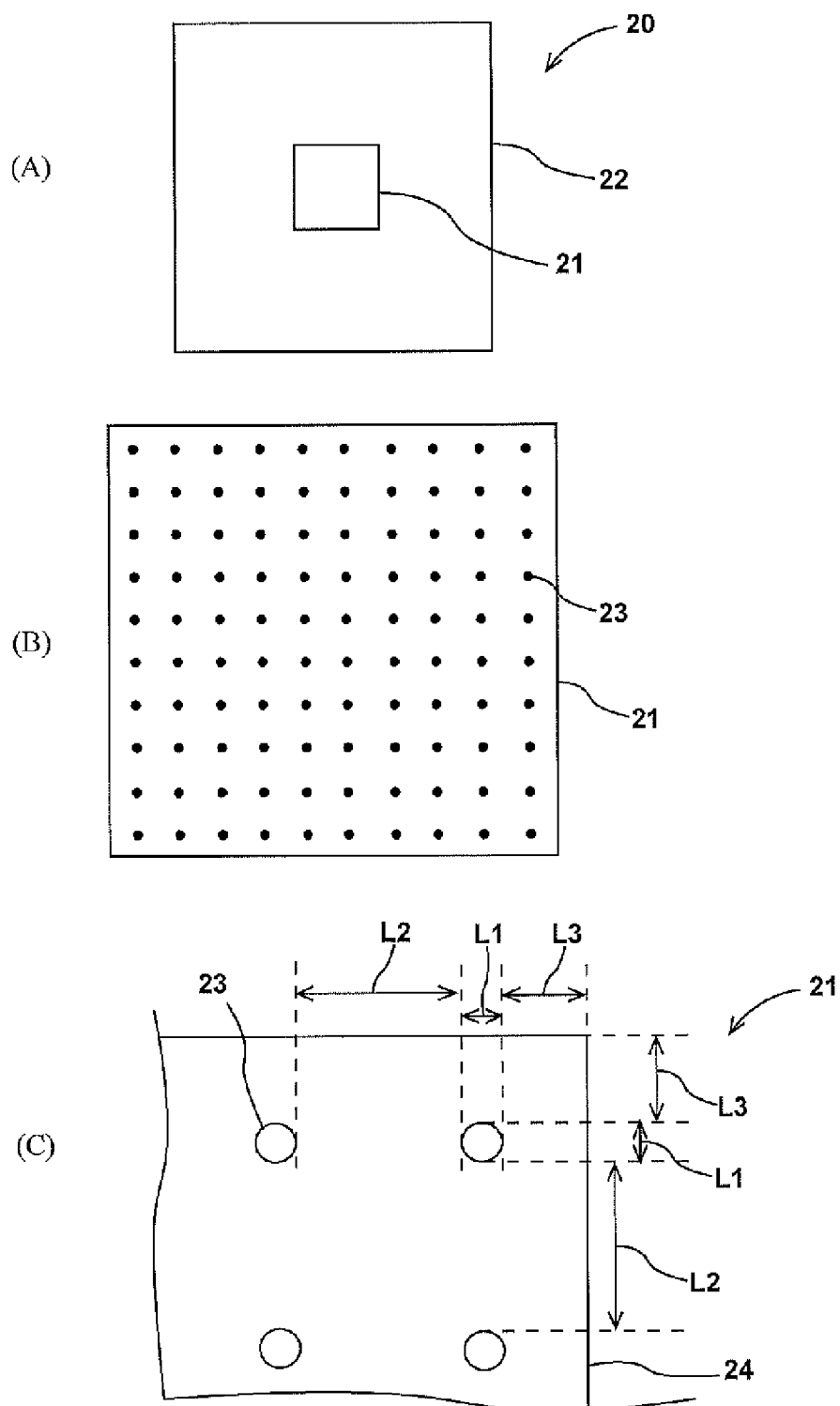


(A)

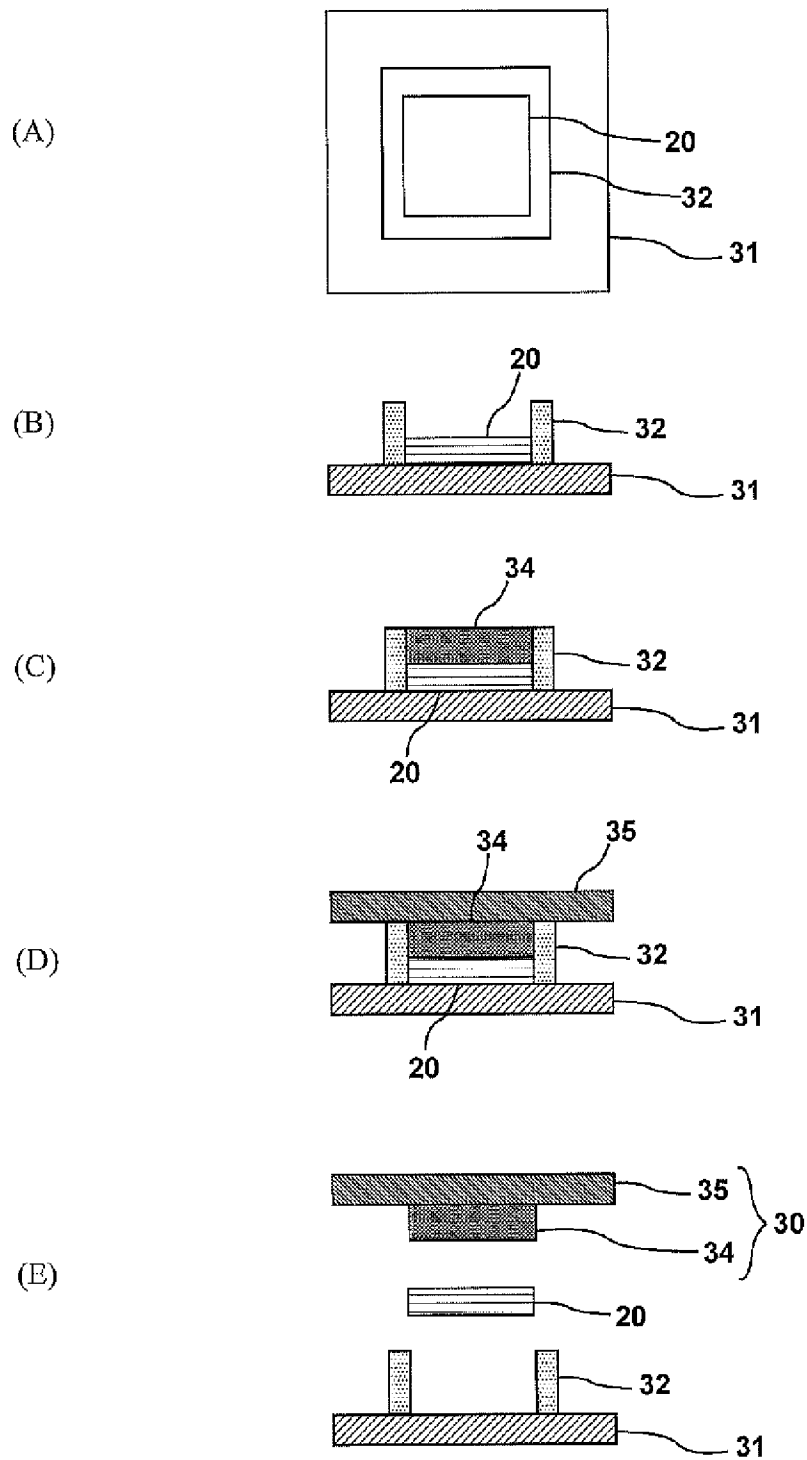


(B)

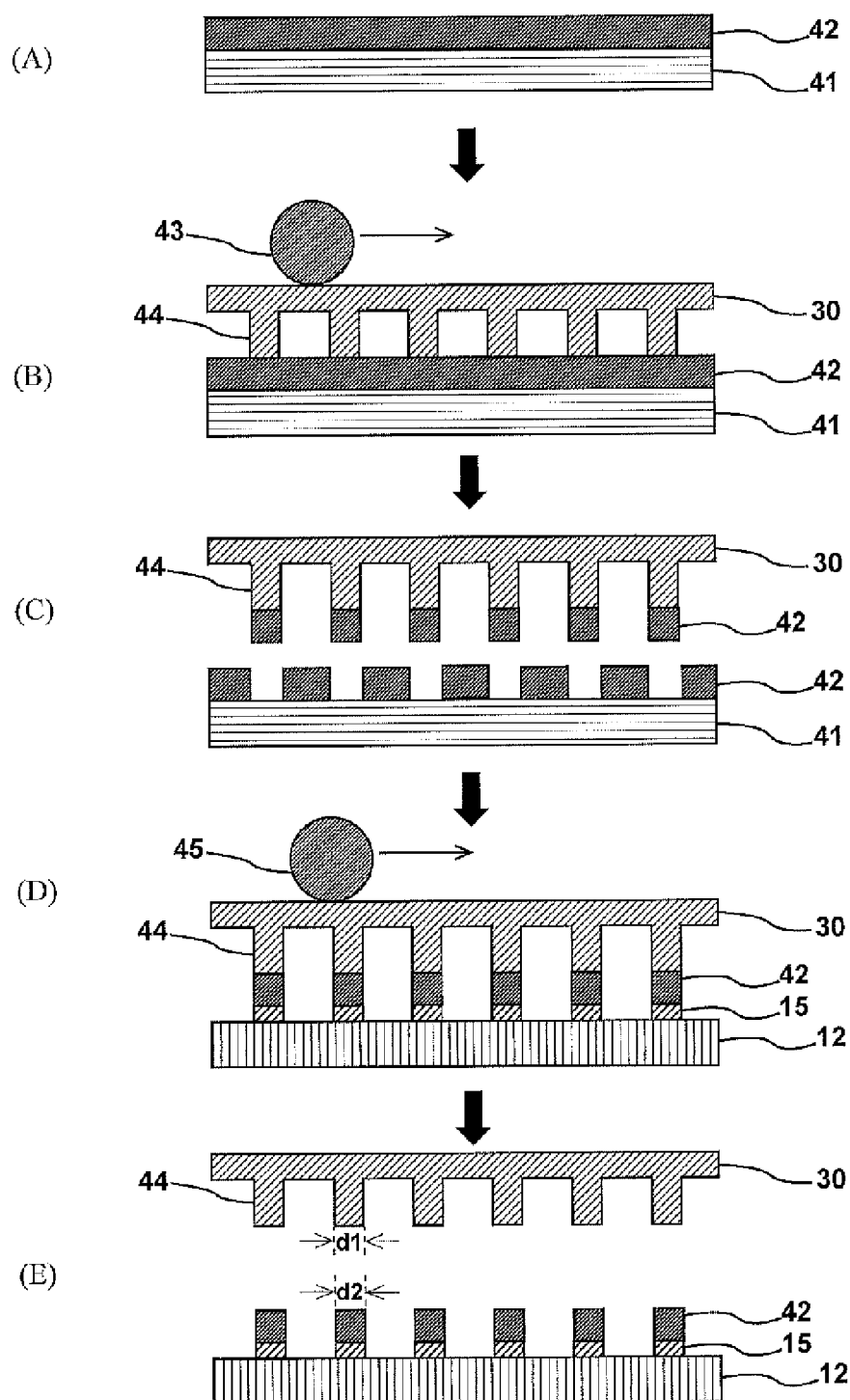
[図3]



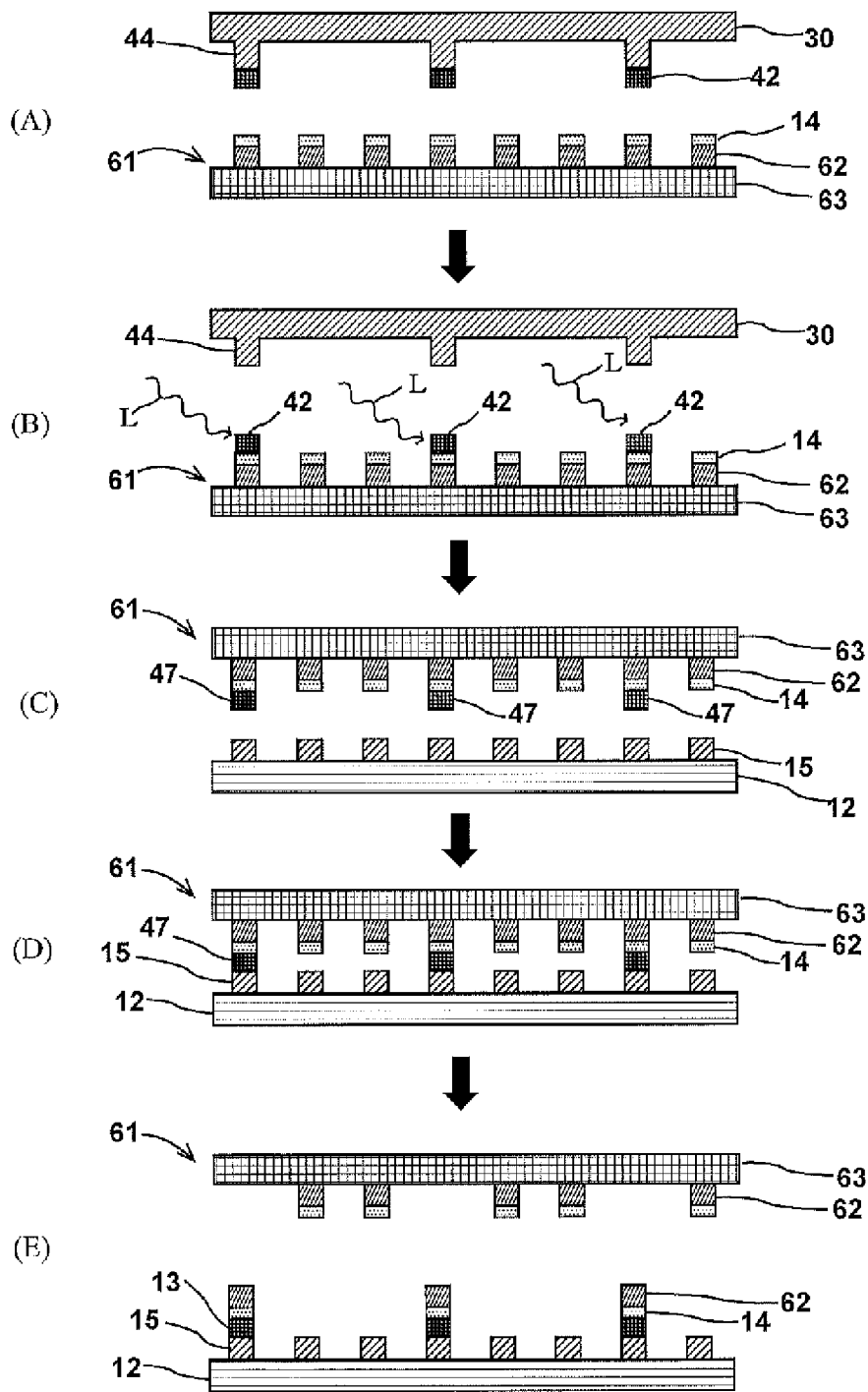
[図4]



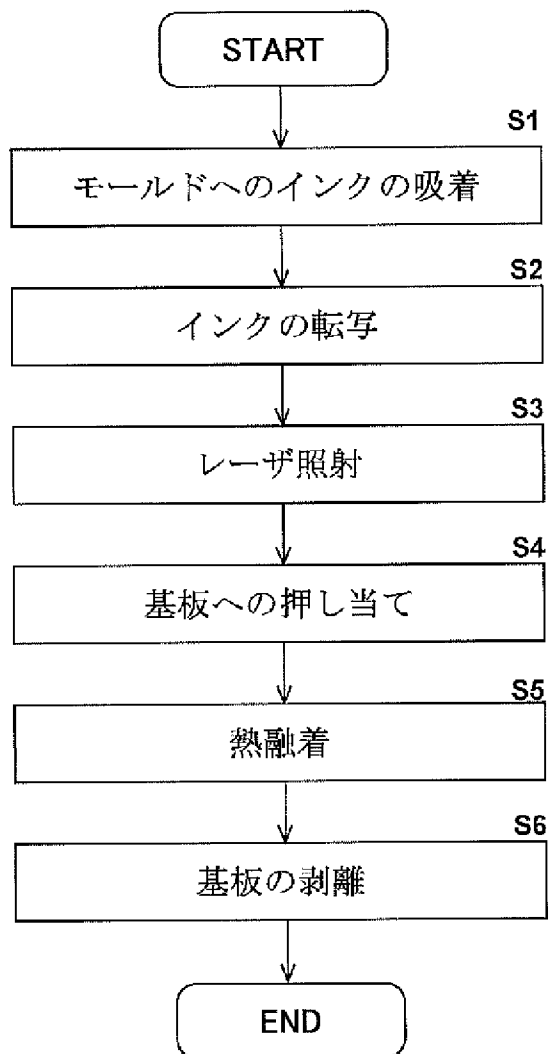
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/032305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01L 23/12</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/00</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/33</i> (2006.01)i; <i>H05K 3/20</i> (2006.01)i; <i>H05K 3/32</i> (2006.01)i FI: H05K3/20 C; G09F9/33; G09F9/00 338; H05K3/32 B; H01L23/12 F		
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) H01L23/12; G09F9/00; G09F9/33; H05K3/20; H05K3/32		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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	JP 2010-3854 A (SEIKO EPSON CORP.) 07 January 2010 (2010-01-07) paragraphs [0027]-[0121], fig. 6	1-13
Y	JP 2010-278228 A (SEIKO EPSON CORP.) 09 December 2010 (2010-12-09) paragraph [0051]	1-13
Y	WO 2018/212345 A1 (SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 22 November 2018 (2018-11-22) paragraphs [0011]-[0031]	1-13
Y	JP 2004-277868 A (MITSUBISHI PAPER MILLS LTD.) 07 October 2004 (2004-10-07) paragraphs [0012]-[0041]	1-13
Y	JP 2012-119572 A (SHIMADZU CORP.) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraphs [0007], [0038], fig. 4	4, 11
A	JP 7-212015 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 11 August 1995 (1995-08-11)	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 02 November 2021		Date of mailing of the international search report 16 November 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/032305

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-3854 A	07 January 2010	(Family: none)	
JP 2010-278228 A	09 December 2010	(Family: none)	
WO 2018/212345 A1	22 November 2018	(Family: none)	
JP 2004-277868 A	07 October 2004	(Family: none)	
JP 2012-119572 A	21 June 2012	(Family: none)	
JP 7-212015 A	11 August 1995	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/12(2006.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/33(2006.01)i; H05K 3/20(2006.01)i; H05K 3/32(2006.01)i FI: H05K3/20 C; G09F9/33; G09F9/00 338; H05K3/32 B; H01L23/12 F		
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（IPC）） H01L23/12; G09F9/00; G09F9/33; H05K3/20; H05K3/32 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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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	JP 2010-3854 A (セイコーエプソン株式会社) 07.01.2010 (2010-01-07) 段落[0027]-[0121], 図6	1-13
Y	JP 2010-278228 A (セイコーエプソン株式会社) 09.12.2010 (2010-12-09) 段落[0051]	1-13
Y	WO 2018/212345 A1 (学校法人芝浦工業大学) 22.11.2018 (2018-11-22) 段落[0011]-[0031]	1-13
Y	JP 2004-277868 A (三菱製紙株式会社) 07.10.2004 (2004-10-07) 段落[0012]-[0041]	1-13
Y	JP 2012-119572 A (株式会社島津製作所) 21.06.2012 (2012-06-21) 段落[0007], [0038], 図4	4, 11
A	JP 7-212015 A (松下電器産業株式会社) 11.08.1995 (1995-08-11)	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 02.11.2021	国際調査報告の発送日 16.11.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 黒田 久美子 5D 8393 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/032305

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2010-3854 A	07.01.2010	(ファミリーなし)	
JP 2010-278228 A	09.12.2010	(ファミリーなし)	
WO 2018/212345 A1	22.11.2018	(ファミリーなし)	
JP 2004-277868 A	07.10.2004	(ファミリーなし)	
JP 2012-119572 A	21.06.2012	(ファミリーなし)	
JP 7-212015 A	11.08.1995	(ファミリーなし)	