

(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)



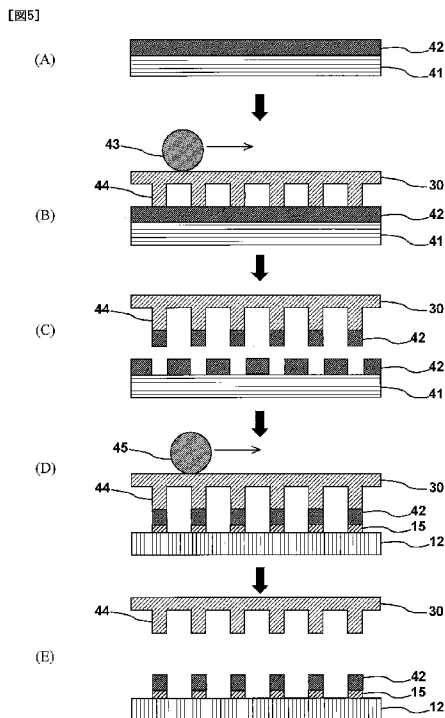
(10) 国際公開番号

WO 2022/050353 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/JP2021/032303
- (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 2020-150001 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). 稲田 佳信(INADA, Yoshinobu); 〒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, 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,

(54) Title: MOUNTED 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



(57) Abstract: Provided are a mounted structure, an LED display, and a mounting method in which deviation in joining is minimized, exceptional accuracy is obtained, and efficient manufacturing is made possible. Provided is a mounted structure in which a semiconductor element having a terminal is mounted on a substrate having an electrode, the mounting structure comprising a joint part joining the terminal and the electrode so as to face each other, the electrode being a bump made of a bulk metal material positioned on the substrate, and the joint part being obtained by thermally fusing metal nanoparticles in a metal-nanoparticle-containing ink transferred onto the electrode and/or the terminal using a microcontact printing method. Also provided are an LED display including the mounted structure, and a mounting method for mounting a semiconductor element on a substrate.

(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、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を対向するように接合する接合部を備え、前記電極は、前記基板の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ナノ粒子を含むインク中の金属ナノ粒子を熱融着したものである、実装構造体、前記実装構造体を含むLEDディスプレイ、及び半導体素子を基板に実装する実装方法を提供する。

WO 2022/050353 A1

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))

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2020-150001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（赤、緑、青）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。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）。

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

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。

[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又は上記端子の少なくとも一方の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ナノ粒子を含むインク中の金属ナノ粒子を熱融着させることで、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を対向するように接合する接合部を備え、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ナノ粒子を含むインク中の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ナノ粒子を含むインクを転写し、上記端子と上記電極とが、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上記金属ナノ粒子を含むインクを介して当接した状態で熱融着する、実装方法を提供する。

[0010] 上記金属ナノ粒子の平均粒子径は、0.5～100nmであることが好ましい。

[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、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] 上記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凸版印刷方式であり、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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された上記インクに上記モールドを押し当てた際に上記モールドの凸部に吸着する部分を転写したものであることが好ましい。
- [0014] 上記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凹版印刷方式であり、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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された上記インクに上記モールドを押し当てた際に上記モールドの凹部に充填された上記インクを転写したものであることが好ましい。
- [0015] 上記マイクロコンタクトプリント法は、モールド及び中間転写体を使用するオフセット方式の印刷方式であり、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ナノ粒子を含むインクは、上記中間転写体へ均一に塗布された上記インクに上記モールドを押し当てて剥離した際に、上記中間転写体に残存した上記インクを、上記基板上の上記電極又は上記端子の少なくとも一方の上に転写したものであることが好ましい。
- [0016] 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 μ m以下のLED素子であることが好ましい。
- [0017] 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

- [0018] 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

[0019] [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、マイクロコンタクトプリンティング法による転写のその他の一例を示す模式図である。

[図7]図7 (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さらに他の一例を示す模式図である。

[図8]図8 (A) ~ (E) は、本開示の実装方法を示す模式図である。

[図9]図9 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

[0020] 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。

[0021] [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。

[0022] 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112、及び半導体素子113を含む。例えば、半導体素子111は赤色用のマイクロLEDであり、半導体素子112は緑色用のマイクロLEDであり、半導体素子113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111、半導体素子112、及び半導体素子113の1個ずつにより構成されている。基板12には半導体素子111、半導体素子112、及び半導体素子113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11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111及び半導体素子112各一個に対して半導体素子113が二個である4つの半導体素子11の組み合わせで一つのピクセルを構成していてもよい。

[0023] 半導体素子11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 μ m以下である。以下、平面視とは、基板12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 11 (111、112、113) は、図 2 (A) に示す様に平面視して対角線が $100 \mu\text{m}$ 以下の矩形形状である。半導体素子 11 は、平面視して矩形形状である場合、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。

[0024] 図 2 (B) は、実装構造体 10 の変形例である実装構造体 101 を示す。なお、実装構造体 101 の説明において、実装構造体 10 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 11 (111、112、113) は直径が $100 \mu\text{m}$ 以下の円形状である。半導体素子 11 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 11 の形状は、矩形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、仕様に依じて採用され得る。

[0025] 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。

[0026] 基板 12 は、例えば、平面視して対角線の長さが 600mm 以下の矩形形状である。半導体素子 11 は平面視して矩形形状である場合、対角線の長さが 100mm 以下であることがより好ましく、 75mm 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。

[0027] 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、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。

[0028] 電極15は、実装構造体10の仕様に依じて基板12に配置される。電極15は、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。

[0029] 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、炭素など、又はこれらの混合物が挙げられる。金属は、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケル、銅、鉄、鉛、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、特に銀が好ましい。銀ナノ粒子は汎用性が高く、融点が低いため、比較的低温で焼結することができる。このため、熱融着等の温度を比較的低温に維持でき、半導体素子11及び基板12への熱による影響を抑制できる。

[0030] 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。

[0031] 金属ナノ粒子は、金属ナノ粒子を含むインクを、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、金属ナノ粒子を含むインクは、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、金属ナノ粒子を含むインクは、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、金属ナノ粒子を含むインクは、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。

[0032] マイクロコンタクトプリンティング法は、以下に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ナノ粒子を含むインクを転写することができる。金属ナノ粒子を含むインクは、溶剤に金属ナノ粒子を分散させたものである。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、ノナン、デカン、ウンデカン、ドデカン、トリデカン、テトラデカン等の脂肪族炭化水素溶剤；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、デカリン等の脂環式炭化水素溶剤；トルエン、キシレン、メシチレン等のような芳香族炭化水素溶剤；メタノール、エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*n*-ブタノール、イソブタノール、*sec*-ブタノール、*tert*-ブタノール、*n*-ペンタノール、*n*-ヘキサノール、2-エチルヘキサノール、*n*-ヘプタノール、*n*-オクタノール、*n*-ノナノール、*n*-デカノール、ウンデカノール、ドデカノール等のような直鎖状又は分岐状の脂肪族アルコール溶剤；シクロペンタノール、シクロヘキサノール、シクロヘキサンメタノール等のような環状の（あるいは、環状構造を含有している）脂肪族アルコール溶剤；エチレングリコール、プロピレングリコール、若しくはジエチレングリコールなどのポリオール類及びそのエーテル体、エステル体；ターピネオール、ジヒドロターピネオール等のようなテルペン系溶剤等が挙げられる。接合部13の形成のため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。

[0033] 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、0.5～100nmが好ましく、より好ましくは0.5～35nmであり、さらに好ましくは0.5～25nmである。金属ナノ粒子の平均粒子径が0.5nm以上であると、0.5nmより小さい場合に比べて、インクの調製時の取り扱いが容易である。金属ナノ粒子の平均粒子径が100nm以下であると、溶剤に対して均一に分散されるため、金属ナノ粒子の偏りが抑制された均一なインクの塗膜が形成できる。また、金属ナノ粒子の平均粒子径が0.5～100nmであると、十分な導電性を得るための金属ナノ粒子使用量が所定量以下に抑えることができる。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。

[0034] インク中の金属ナノ粒子が熱融着されて形成された接合部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。

[0035] 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100μm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。

[0036] [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。

[0037] 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の一边の長さ（周辺部22の外周における一边の長さ）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の一边の長さは、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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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の仕様に応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、インクが半導体素子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。

[0041] 凹部23の転写部21における縁24からの最短距離(L3)は、100 μ m以下であることが好ましく、30 μ m以下であることが好ましく、10 μ m以下であることがさらに好ましい。

[0042] [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。

[0043] 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。

[0044] 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する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°C 、2時間）したものの寸法を仮に用いてもよい。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] [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。

[0050] 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20 mmの正方形である場合、枠32の内側の各辺の長さは、20 mm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、0.5 mm以上であることが好ましく、1 mm以上であることが好ましく、10 mm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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] [マイクロコンタクトプリンティング法による転写方法 1]

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（以下、転写方法 1 とも記す。）を示す模式図である。転写方法 1 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。

[0061] 初めに、図 5 (A) に示す様に、平板 41 の平滑面へ均一に上述の金属ナ

ノ粒子を含むインク42（以下、インク42とも記す。）を塗布する。平板41は、少なくともインク42を塗布する表面が平滑である、すなわち、凸版や凹版のような凹凸形状を有しない板状物であり、変形しにくい剛性が高いものが好ましい。平板41は、平面または曲面のいずれに設置されていてもよく、例えばドラム表面に設置されたものであってもよい。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。

[0062] インク42の塗布方法としては、スプレー法、スピコート法、スクリーン印刷法等を利用することができる。インク42の塗膜の厚さは、例えば、1～100 μm であることが好ましく、1～50 μm であることがより好ましく、1～20 μm であることがさらに好ましく、1～10 μm であることが最も好ましい。インク42の塗膜の厚さが1～10 μm であれば、インク42に過不足ない量の金属ナノ粒子が含まれるため、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。

[0063] 次に、図5（B）に示す様に、塗布されたインク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をインク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、インク42は、モールド30の凸部44に均一に密着できる。

[0064] 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、インク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。

[0065] 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4

4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。

[0066] 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に吸着するインク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をインク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、インク42は、基板12の電極15上に均一に密着できる。

[0067] 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、インク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、インク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。

[0068] [マイクロコンタクトプリンティング法による転写方法2]

図6(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その他の一例(以下、転写方法2とも記す。)を示す模式図である。転写方法2は、モールドを使用する凹版印刷方式である。以下、図6(A)～(E)を参照しながら説明をする。なお、上記転写方法1と同様の内容については説明を省略する。

[0069] 初めに、図6(A)に示す様に、平板41へ均一に上述の金属ナノ粒子を含むインク42(以下、インク42とも記す。)を塗布する。インク42の塗膜の厚さは、例えば、1～150 μm であることが好ましく、2～100 μm であることがより好ましく、5～50 μm であることがさらに好ましい。

[0070] 次に、図6(B)に示す様に、塗布されたインク42にモールド30を押

し当てる。モールド30は、凸部44及び凹部46を備える。

[0071] 必要に応じて、ローラ43でモールド30をインク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、インク42は、モールド30の凹部46に均一に入り込む。

[0072] 図6(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、インク42は、モールド30の凹部46に充填された状態で、平板41から引き離される。必要に応じて、モールド30の余分なインク42を排除する。インク42の排除は、公知又は慣用の方法により行うことができる。インク42の排除は、例えば、ヘラ47等を用いてモールド30の表面の余分なインク42をこそぎ取ってもよい。これにより、モールド30の凸部44に付着した余分なインク42を排除することができる。

[0073] 図6(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、凹部46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、全ての凹部46と対峙する個所、又は必要に応じて一部の凹部46と対峙する個所に配置されていてもよい。

[0074] モールド30の凹部46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、凹部46に充填されたインク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をインク42に押し当てられた側の反対側から圧力をかけてもよい。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、インク42は、基板12の電極15上に均一に密着できる。

[0075] 図6(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、インク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、インク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。

[0076] なお、インク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、インク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、インク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。

[0077] [マイクロコンタクトプリンティング法による転写方法3]

図7(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さらに他の一例（以下、転写方法3とも記す。）を示す模式図である。転写方法3は、中間転写体を使用する印刷方式であり、いわゆるオフセット方式（特に、反転オフセット方式）の印刷方式である。以下、図7(A)～(E)を参照しながら説明をする。なお、上記転写方法1と同様の内容については説明を省略する。

[0078] 初めに、図7(A)に示す様に、中間転写体50へ均一に上述の金属ナノ粒子を含むインク42を塗布する。インク42の塗膜の厚さは、例えば、1～100 μm であることが好ましく、1～50 μm であることがより好ましく、1～20 μm であることがさらに好ましく、1～10 μm であることが最も好ましい。インク42の塗膜の厚さが1～10 μm であれば、インク42に過不足ない量の金属ナノ粒子が含まれるため、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。

[0079] 中間転写体50としては、インク42を塗布する側において凹凸を有さず平面であること以外は上述のモールドと同じものが使用できる。すなわち、中間転写体は、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、又は繊維状コア材を含む中間転写体を使用することが好ましい。中間転写体の線膨張率は、100ppm/K以下であることがより好ましく、50ppm/K以下であることがさら

に好ましい。中間転写体の線膨張率が 200 ppm/K 以下であると、中間転写体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中間転写体の変形が抑制され、オフセット方式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、中間転写体が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場合、中間転写体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中間転写体の変形が抑制され、オフセット方式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、初期の中間転写体の寸法と、溶剤を用いて繰り返し使用した後の中間転写体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、例えば中間転写体を室温で1時間溶剤に含浸した後に、減圧乾燥（ 10 Pa 、 80°C 、2時間）したものの寸法を仮に用いてもよい。

[0080] また、繊維状コア材を含む中間転写体としては、例えば中間転写体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中間転写体が挙げられる。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中間転写体を使用すると、中間転写体が、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、中間転写体自体の変形を抑制することができる。

[0081] 上記中間転写体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。

上記樹脂としては、中でも、ポリシロキサンが好ましい。上記中間転写体を形成する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、中間転写体の柔軟性に優れるため、オフセット方式において使用する際に、対向するモールドの突出する部分が中間転写体に柔軟に沿って当接することができる。これにより、中間転写体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、中間転写体の離型性及び柔軟性にも優れるため、中間転写体をより容易に取り外すことができる。

[0082] 次に、図7(B)に示す様に、中間転写体50上に塗布されたインク42にモールド30を押し当てる。モールド30は、凸部44のある側が中間転写体50と対向するように押し当てられる。必要に応じて、ローラ51でモールド30をインク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51により中間転写体50側へ均一にむらなく押し付けられる。従って、インク42は、モールド30の凸部44に均一に密着できる。

[0083] 図7(C)に示す様に、モールド30を中間転写体50から剥離する。このとき、インク42は、モールド30の凸部44に吸着した状態で、中間転写体50から引き離される。これにより、中間転写体50上からモールド30の凸部44に吸着したインク42が除去され、中間転写体50上にはモールド30の凹部に相当する位置に凸状のインク42が残存する。

[0084] 図7(D)に示す様に、電極15を有する基板12に中間転写体50を押し当てる。基板12は、中間転写体50と対向した時に、中間転写体50上に残存したインク42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、全てのインク 42 と対峙する個所、又は必要に応じて一部のインク 42 と対峙する個所に配置されていてもよい。

[0085] 中間転写体 50 のインク 42 が存在する側と、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、中間転写体 50 上にあるインク 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 52 で中間転写体 50 をインク 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、1000 Pa 以上であることが好ましく、10000 Pa 以上であることがより好ましく、100000 Pa 以上であることがさらに好ましい。これにより、中間転写体 50 は、ローラ 52 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、インク 42 は、基板 12 の電極 15 上に均一に密着できる。

[0086] 図 5 (E) に示す様に、中間転写体 50 を基板 12 から剥離する。このとき、インク 42 は、基板 12 の電極 15 に吸着した状態で、中間転写体 50 から引き離される。これにより、中間転写体 50 を使用した反転オフセット方式のマイクロコンタクトプリンティング法は、インク 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。

[0087] [半導体素子の基板への実装方法]

図 8 (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 9 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 8 (A) ~ (E) 及び図 9 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 1 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 1 と同様の内容は説明を省略する。

[0088] 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実装されている必要がある。

[0089] 初めに、図8(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、インク42が均一に吸着されている。金属ナノ粒子を含むインク42は、上記転写方法1に従って、モールド30に予め吸着させる(図9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。

[0090] 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。

[0091] 図8(B)に示す様に、凸部44の先端に吸着されているインク42は、当接したLED素子62の端子14上に転写される(図9のS2)。このように、実装方法は、一度に複数個所に精度よくインク42を転写することができる。

[0092] 引き続き、図8(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。

[0093] 図8(D)に示す様に、電極15を有する基板12に、LEDチップ板6

1を押し当てる(図9のS3)。これにより、インク42が転写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、インク42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、インク42を間に挟み込むように当接した状態である。

[0094] 端子14及び電極15がインク42を介して当接した状態で、加熱を行う(図9のS4)。加熱により、インク42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が接合される。

[0095] 次に、図8(E)に示す様に、基板12からLEDチップ板61を剥離する(図9のS5)。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

[0096] 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。

[0097] (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。

[0098] 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。

[0099] 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10Pa）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。

[0100] （製造例2）

[モールド（B）の製造例]

製造例2においては、モールドが繊維状コア材を含むモール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。

[0101] 液状ポリシロキサン（PDMS）（信越化学工業株式会社製「SIM-2

60」)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、シート状モールド基材(積層方向の厚み:0.5mm)を作製した。

[0102] 製造例1と同様に、マスターモールドをガラス基板上に固定し、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:2.0mm)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。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ル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、及びマスターモールドを剥離してモールド(B)(積層方向の厚み(シート状モール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。

[0103] (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。

[0104] 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2~10μ

m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。

[0105] 以下、転写例1～3、及び参考例1について説明する。転写例1、3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。

[0106] （転写例1）

DSN-0351P（株式会社ダイセル製）をグリコール溶剤（ジプロピレングリコールモノブチルエーテル）で、DSN-0351P／グリコール溶剤1／1の割合で希釈して、銀ナノ粒子分散液を得た。得られた銀ナノ粒子分散液を、3000rpmで30秒間ガラス基板の上にスピコートすることで、膜厚3μm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載せ、モールド（A）の凸部に銀ナノ粒子分散液を付けたものをガラス基板の上に転写した。ガラス基板の上に転写した転写物を光学顕微鏡（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銀ナノ粒子分散液が、モールド（A）の凸部の形状通りに忠実にガラス基板の上に転写していることが確認できた。

[0107] （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と同様の操作で銀ナノインクの転写を行った。光学顕微鏡の観察結果から銀ナノ粒子分散液が、モールド（B）の凸部の形状通りに忠実にガラス基板の上に転写していることが確認できた。また、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。

[0108] （転写例3）

製造例2のシート状モールド基材上にDSN-0351P（株式会社ダイセル製）を、膜厚が5μmになる様にアプリケーション塗布を行った。続いて、

製造例 1 のモールド (A) をアプリケーション塗布による銀ナノ粒子分散液の液状塗膜に押し付け、モールド (A) の凸部に対応する位置の銀ナノ粒子分散液を取り除いた。これにより、シート状モールド基材上のモールド (A) の凹部に対応する個所に銀ナノ粒子分散液が残留した。引き続き、シート状モールド基材上に残留した銀ナノ粒子分散液をガラス基板上に転写した。光学顕微鏡の観察結果から銀ナノ粒子分散液が、モールド (A) の凹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。

[0109] (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 と同様の操作で銀ナノインクの転写を行った。光学顕微鏡の観察結果から銀ナノ粒子分散液が、モールド (C) の凸部の形状通りにガラス基板上に転写しているが、一部インク転写不良のエリアがあることが確認できた。

[0110] (実施例 1)

[接合例]

転写例 1 と同様にして、膜厚 3 μm の銀ナノ粒子分散液からなる液状塗膜をガラス基板上に作製した。製造例 1 のモールド (A) を銀ナノ粒子分散液からなる液状塗膜上に載せ、モールド (A) の凸部に銀ナノ粒子分散液を付けたものをポリイミドフィルム上に転写した。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ポリイミドフィルムを載せた。このとき、ガラス基板上の銅バンプは、ポリイミドフィルム上の転写された銀ナノ粒子分散液と互いに対向する向きで積層する。積層されたガラス基板及びポリイミドフィルムを 200°C で 30 分加熱した。銀ナノ粒子は、ガラス基板上の銅バンプと熱融着する。これにより、ポリイミドフィルム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ポリイミドフィルム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。

[0111] 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を対向するように接合する接合部を備え、

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ナノ粒子を含むインク中の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] 前記金属ナノ粒子の平均粒子径は、0.5~100nm（好ましくは0.5~35nm、より好ましくは0.5~25nm）である、

付記1に記載の実装構造体。

[付記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、

付記1又は2に記載の実装構造体。

[付記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（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ポリシロキサン製モールドを使用する、

付記1~3のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記5] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凸版印刷方式であり、

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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てた際に前記モールドの凸部に吸着する部分を転写したものである、

付記1~4のいずれか1つに記載の実装構造体。

[付記6] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凹版

印刷方式であり、

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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てた際に前記モールドの凹部に充填された前記インクを転写したものである、

付記 1～4 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 7] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールド及び中間転写体を使用するオフセット方式の印刷方式であり、

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ナノ粒子を含むインクは、前記中間転写体へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てて剥離した際に、前記中間転写体に残存した前記インクを、前記基板上の前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写したものである、

付記 1～4 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 8] 前記中間転写体は構成材料としてポリシロキサンを含む、付記 7 に記載の実装構造体。

[付記 9] 前記中間転写体は、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中間転写体、又は繊維状コア材を含むポリシロキサン製中間転写体である、付記 7 又は 8 に記載の実装構造体。

[付記 10] 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 1～9 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 11] 前記半導体素子は平面視して矩形状である付記 1～10 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 12] 前記矩形の対角線の長さは $70 \mu\text{m}$ 以下（好ましくは $35 \mu\text{m}$ 以下）である付記 11 に記載の実装構造体。

[付記 1 3] 前記半導体素子は平面視して円形状である付記 1 ~ 1 0 のいずれか 1 つに記載の実装構造体。

[付記 1 4] 前記円形の直径は 5 0 μm 以下（より好ましくは 2 0 μm 以下）である付記 1 3 に記載の実装構造体。

[付記 1 5] 前記金属ナノ粒子は銀ナノ粒子である付記 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光学部材。

[付記 1 7] 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。

[0112] [付記 1 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ナノ粒子を含むインクを転写し、

前記端子と前記電極とが、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前記金属ナノ粒子を含むインクを介して当接した状態で熱融着する、

実装方法。

[付記 1 9] 前記金属ナノ粒子の平均粒子径は、0. 5 ~ 1 0 0 nm である、
付記 1 8 に記載の実装方法。

[付記 2 0] 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 8 又は 1 9 に記載の実装方法。

[付記 2 1] 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 2 0 0 ppm/K 以下（好ましくは 1 0 0 ppm/K 以下、より好ましくは 5 0 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、

付記 18～20 のいずれか 1 つに記載の実装方法。

[付記 22] 前記マイクロコンタクトプリント法は、凸版印刷方式であり、平板へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、モールドを押し当てる工程と、

前記モールドを前記平板から剥離する工程と、

前記モールドの凸部に吸着した前記インクを前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、

付記 18～21 のいずれか 1 つに記載の実装方法。

[付記 23] 前記マイクロコンタクトプリント法は、凹版印刷方式であり、平板へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、モールドを押し当てる工程と、

前記モールドを前記平板から剥離する工程と、

前記モールドの凹部に充填された前記インクを前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、

付記 18～21 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ト法は、モールド及び中間転写体を使用するオフセット方式の印刷方式であり、

前記中間転写体へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、前記モールドを押し当てる工程と、

前記モールドを前記中間転写体から剥離して前記モールドの凸部に該当する部分の前記インクを前記中間転写体上から除去する工程と、

前記中間転写体上に残存した前記インクを前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、

付記 18～21 のいずれか 1 つに記載の実装方法。

[付記 25] 前記中間転写体は構成材料としてポリシロキサンを含む、付記 24 に記載の実装方法。

[付記26] 前記中間転写体は、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中間転写体、又は繊維状コア材を含むポリシロキサン製中間転写体である、付記24又は25に記載の実装方法。

[付記27] 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 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下のLED素子である、

付記18～26のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記28] 前記半導体素子は平面視して矩形状である付記18～27のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記29] 前記矩形の対角線の長さは $70\text{ }\mu\text{m}$ 以下（好ましくは $35\text{ }\mu\text{m}$ 以下）である付記28に記載の実装方法。

[付記30] 前記半導体素子は平面視して円形状である付記18～27のいずれか1つに記載の実装方法。

[付記31] 前記円形の直径は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下（より好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下）である付記30に記載の実装方法。

[付記32] 前記金属ナノ粒子は銀ナノ粒子である付記18～31のいずれか1つに記載の実装方法。

産業上の利用可能性

[0113] 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

- [0114] 1 0, 1 0 1 実装構造体
- 1 1, 1 1 1, 1 1 2, 1 1 3 半導体素子
- 1 2 基板
- 1 3 接合部
- 1 4 端子
- 1 5 電極
- 2 0 マスターモールド
- 2 1 転写部
- 2 2 周辺部
- 2 3 凹部
- 2 4 転写部の縁
- 3 0 モールド
- 3 1 プレート
- 3 2 枠
- 3 4 モールド形成用樹脂組成物
- 3 5 ベース部材
- 4 1 平板
- 4 2 インク
- 4 3, 4 5 ローラ
- 4 4 凸部
- 4 6 凹部
- 4 7 ヘラ
- 5 0 中間転写体
- 5 1, 5 2 ローラ
- 6 1 LEDチップ板
- 6 2 LED素子
- 6 3 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を対向するように接合する接合部を備え、
- 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ナノ粒子を含むインク中の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] 前記金属ナノ粒子の平均粒子径は、0.5～100nmである、
- 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] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凸版印刷方式であり、
- 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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てた際に前記モールドの凸部に吸着する部分を転写したものである、
- 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] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールドを使用する凹版印刷方式であり、

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ナノ粒子を含むインクは、平板へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てた際に前記モールドの凹部に充填された前記インクを転写したものである、

請求項1～4のいずれか1項に記載の実装構造体。

[請求項7] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールド及び中間転写体を使用するオフセット方式の印刷方式であり、

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ナノ粒子を含むインクは、前記中間転写体へ均一に塗布された前記インクに前記モールドを押し当てて剥離した際に、前記中間転写体に残存した前記インクを、前記基板上の前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写したものである、

請求項1～4のいずれか1項に記載の実装構造体。

[請求項8] 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、

請求項1～7のいずれか1項に記載の実装構造体。

[請求項9] 請求項1～8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10] 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ナノ粒子を含むインクを転写し、

前記端子と前記電極とが、前記電極又は前記端子の少なくとも一方

の上に転写された前記金属ナノ粒子を含むインクを介して当接した状態で熱融着する、

実装方法。

[請求項11] 前記金属ナノ粒子の平均粒子径は、0.5～100nmである、請求項10に記載の実装方法。

[請求項12] 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10又は11に記載の実装方法。

[請求項13] 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10～12のいずれか1項に記載の実装方法。

[請求項14] 前記マイクロコンタクトプリント法は、凸版印刷方式であり、平板へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、モールドを押し当てる工程と、前記モールドを前記平板から剥離する工程と、前記モールドの凸部に吸着した前記インクを前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、請求項10～13のいずれか1項に記載の実装方法。

[請求項15] 前記マイクロコンタクトプリント法は、凹版印刷方式であり、平板へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、モールドを押し当てる工程と、前記モールドを前記平板から剥離する工程と、前記モールドの凹部に充填された前記インクを前記電極又は前記端子の少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、請求項10～13のいずれか1項に記載の実装方法。

[請求項16] 前記マイクロコンタクトプリント法は、モールド及び中間転写体を

使用するオフセット方式の印刷方式であり、

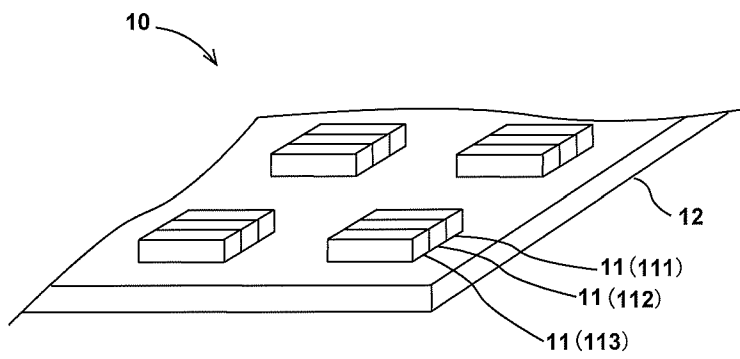
前記中間転写体へ均一に塗布された金属ナノ粒子を含むインクに、
前記モールドを押し当てる工程と、

前記モールドを前記中間転写体から剥離して前記モールドの凸部に
該当する部分の前記インクを前記中間転写体上から除去する工程と、

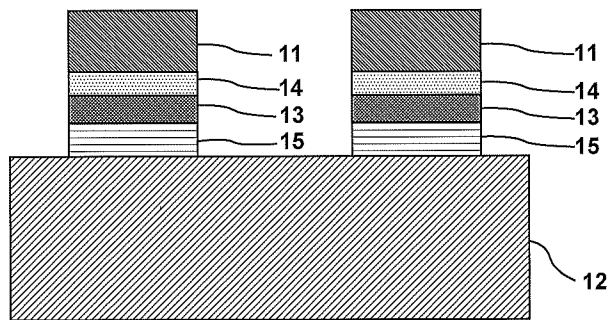
前記中間転写体上に残存した前記インクを前記電極又は前記端子の
少なくとも一方の上に転写する工程と、を含む、

請求項10～13のいずれか1項に記載の実装方法。

[図1]

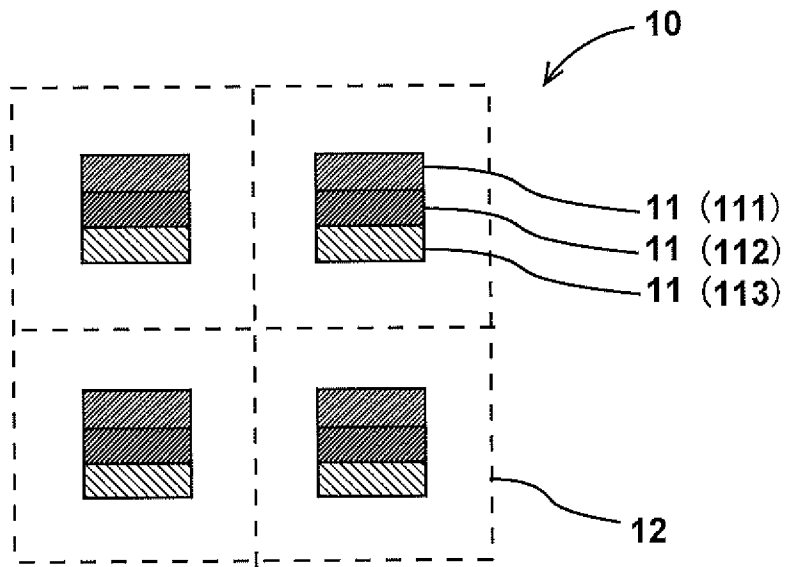


(A)

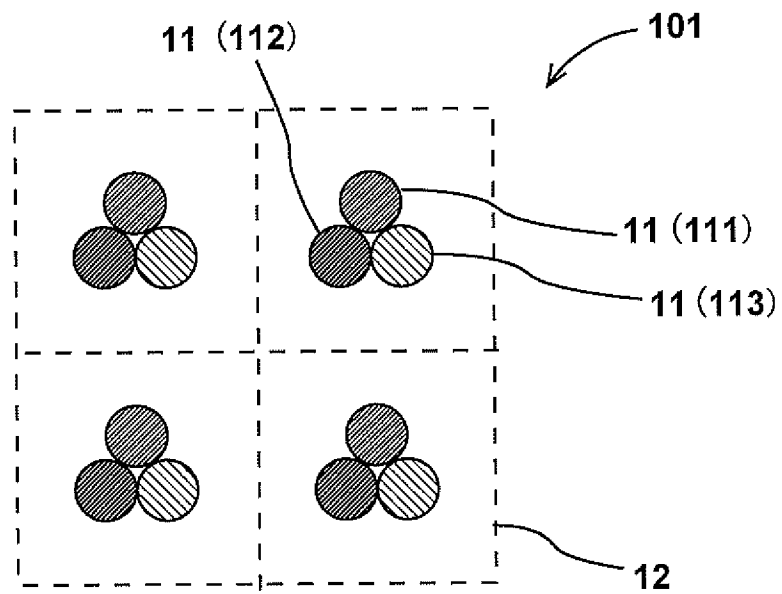


(B)

[図2]

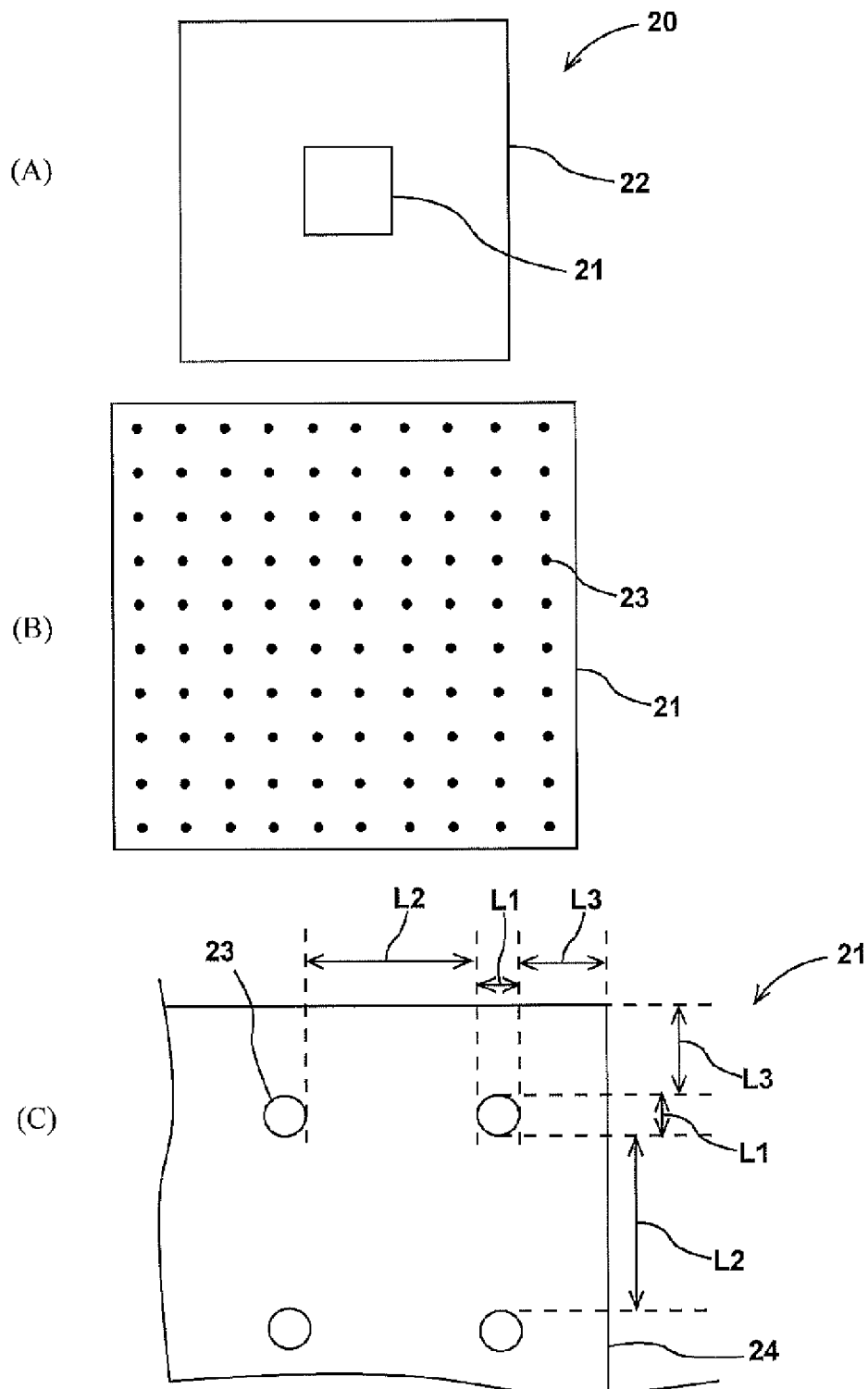


(A)

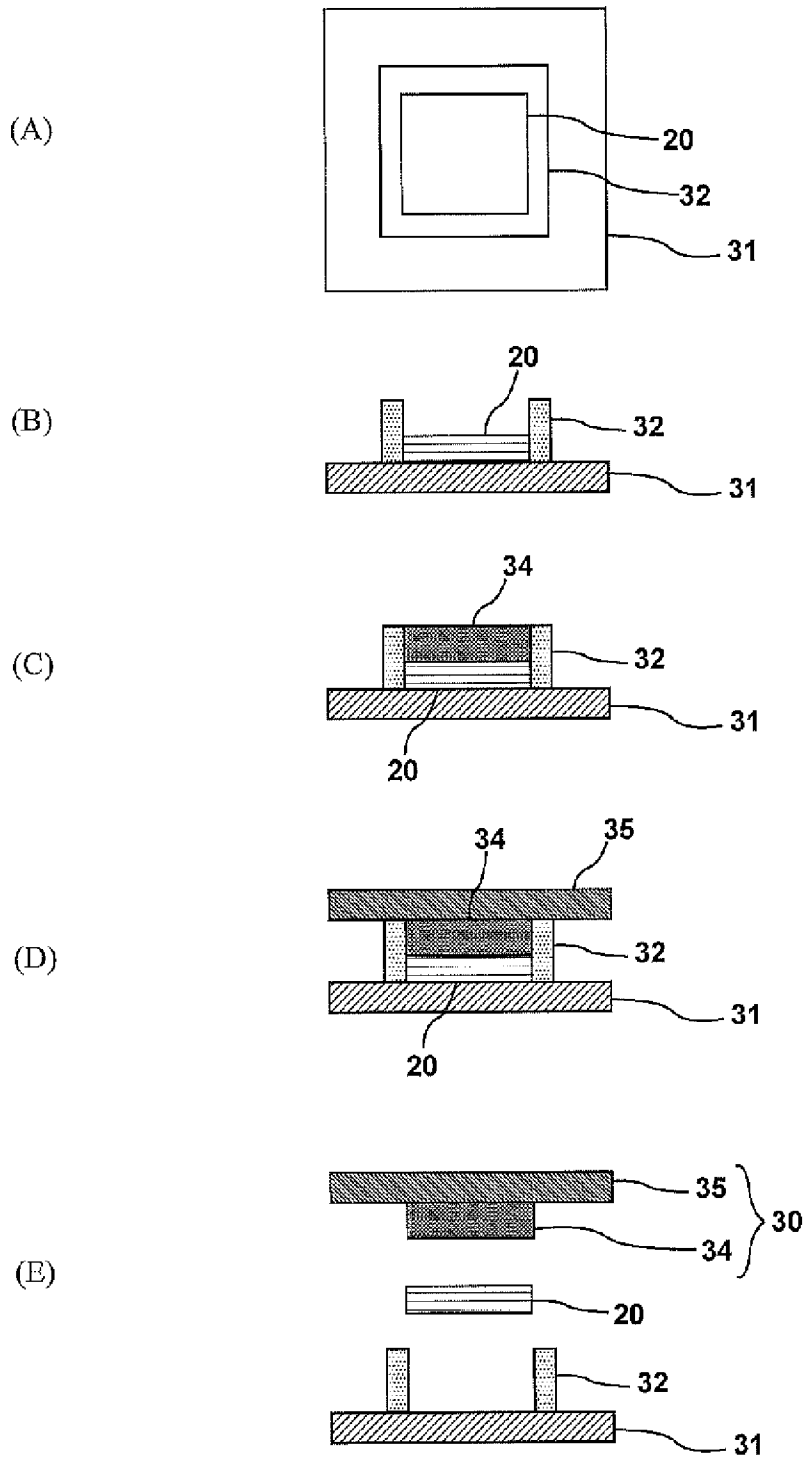


(B)

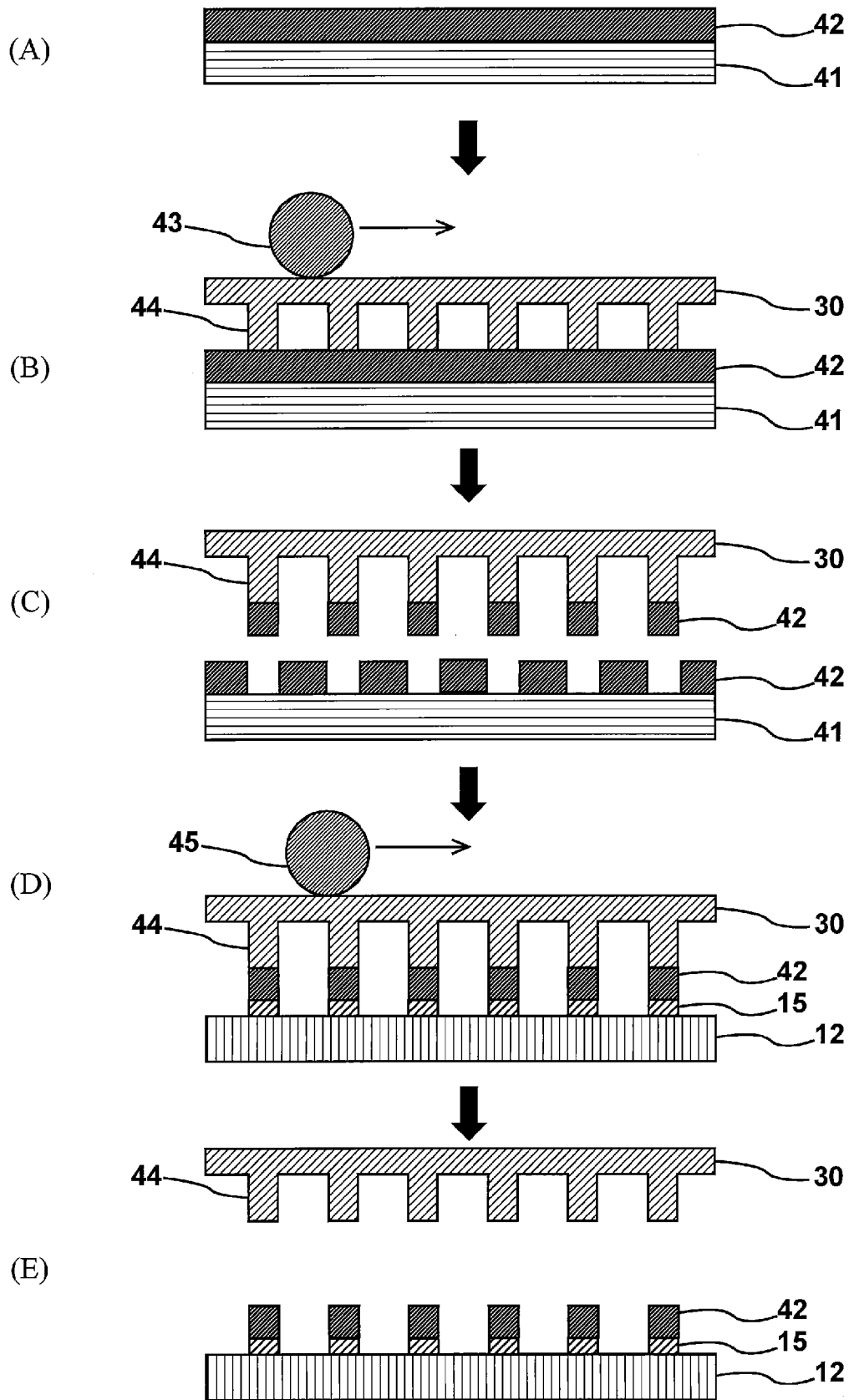
[図3]



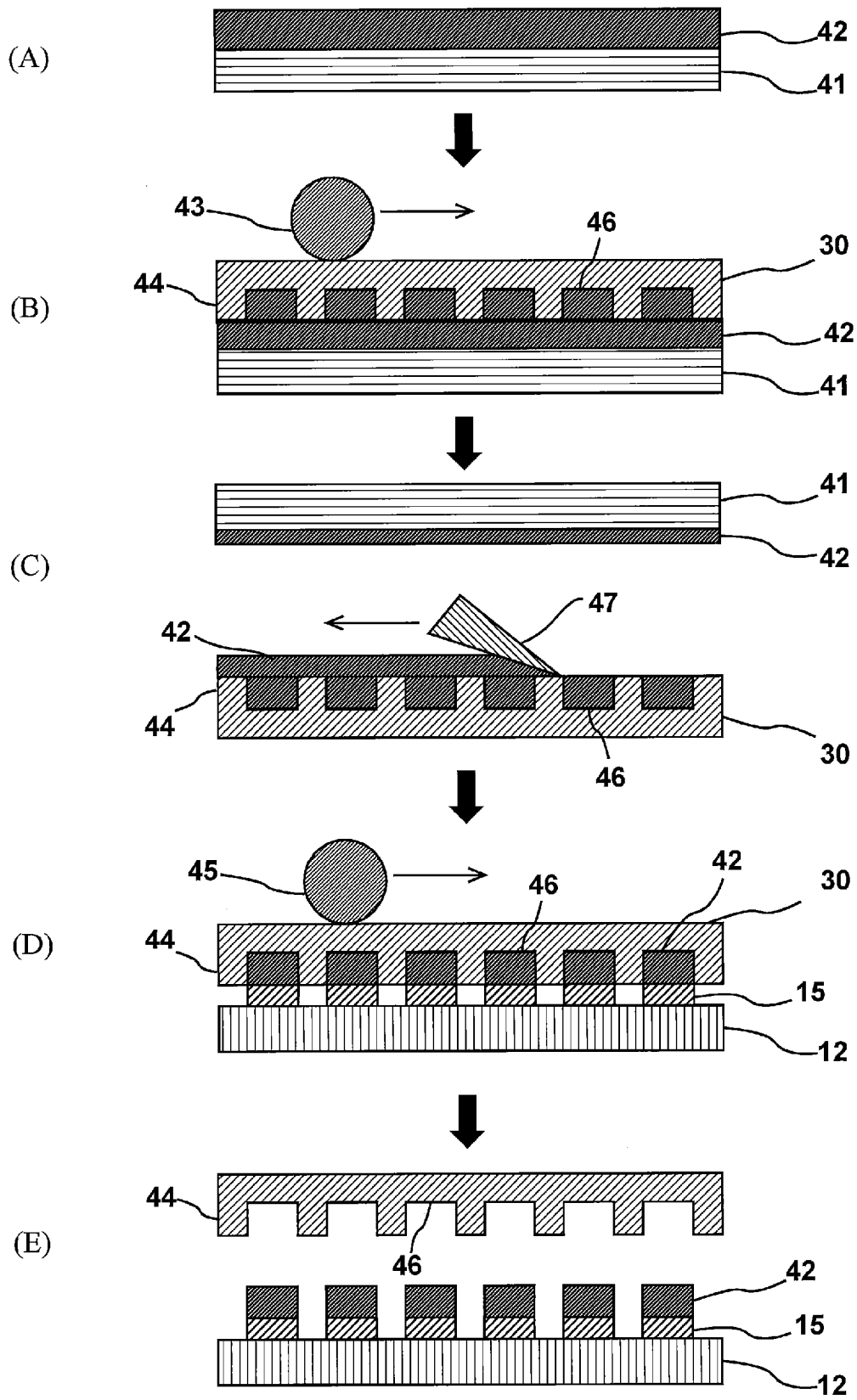
[図4]



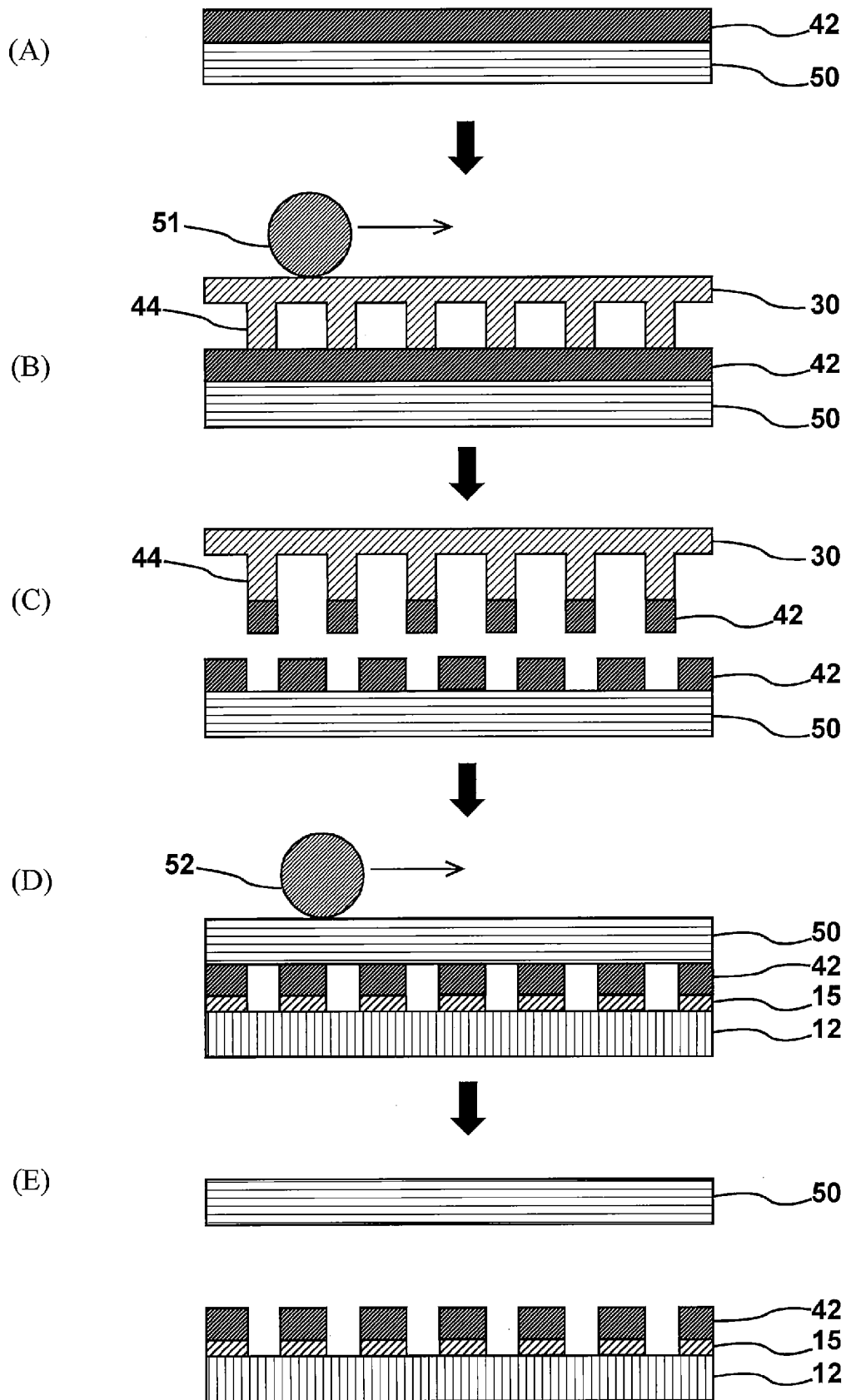
[図5]



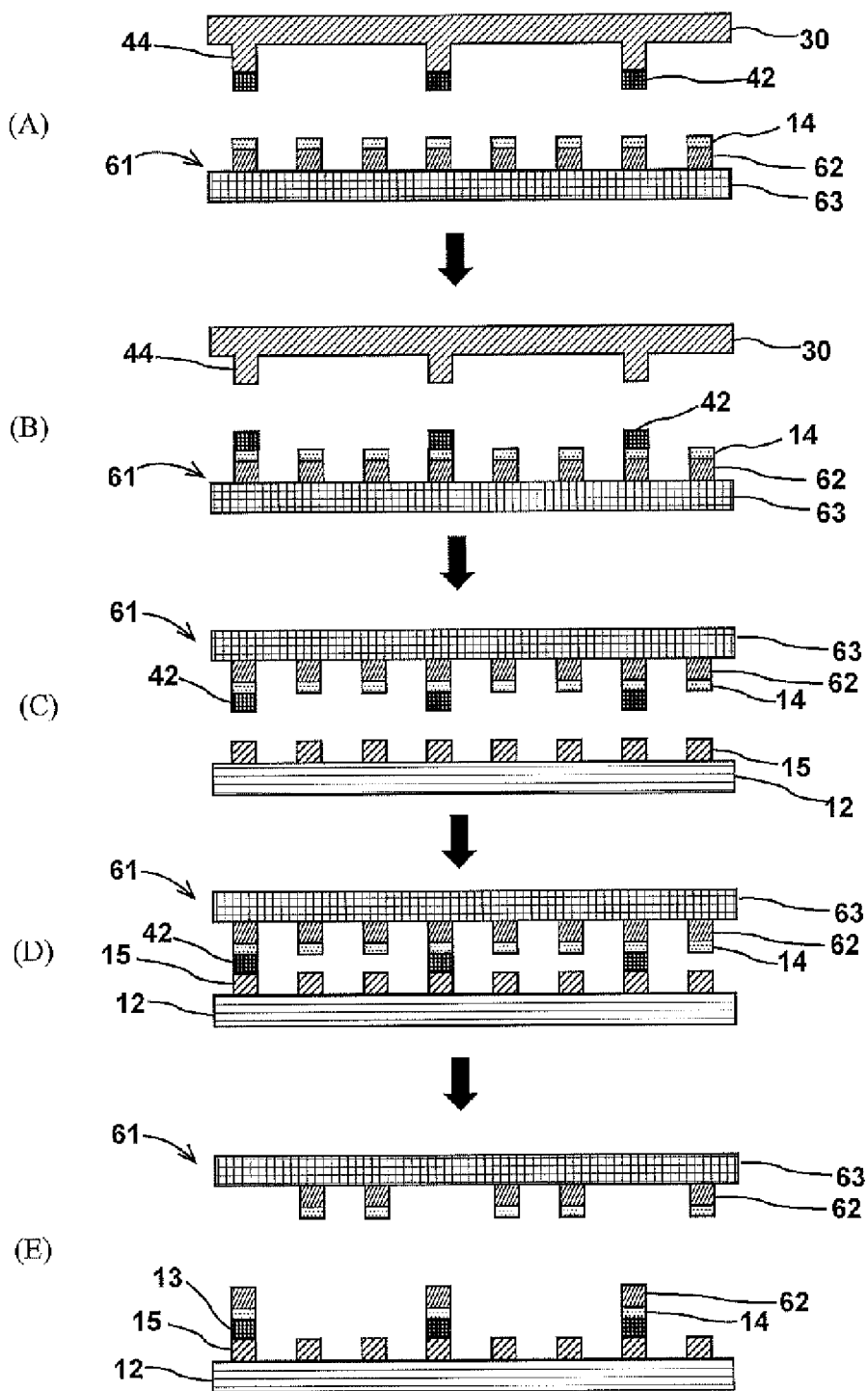
[図6]



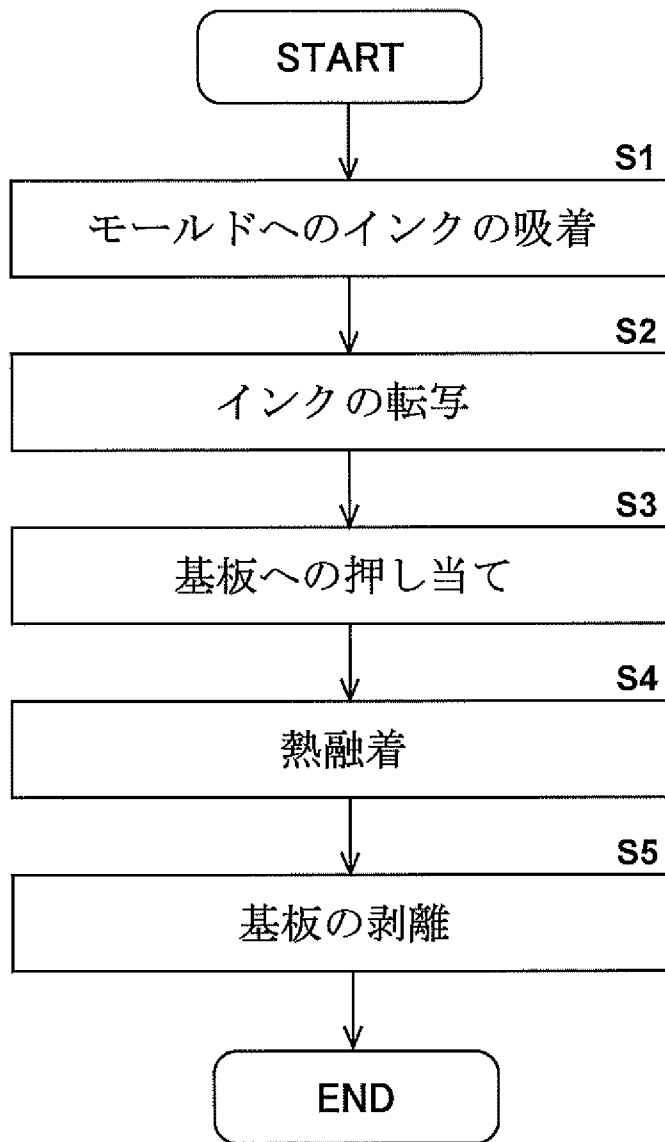
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/032303

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.
X	JP 2010-278228 A (SEIKO EPSON CORP) 09 December 2010 (2010-12-09) paragraphs [0024]-[0139], fig. 1, 2	1, 2, 10, 11
Y		3-9, 12-16
Y	JP 2014-13868 A (NEC CORP) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraphs [0018]-[0019], [0022]	3-9, 12-16
Y	JP 2010-219447 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0030]-[0031]	3-9, 12-16
Y	JP 2012-119572 A (SHIMADZU CORP) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraphs [0007], [0038], fig. 4	4-9, 13-16
Y	JP 2013-74041 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 22 April 2013 (2013-04-22) paragraphs [0016]-[0019], fig. 3	6, 8, 9, 15
Y	JP 2007-268715 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraphs [0022]-[0023], fig. 2	7-9, 16
A	JP 7-212015 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 11 August 1995 (1995-08-11)	1-16
<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/JP2021/032303

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-278228	A 09 December 2010	(Family: none)	
JP 2014-13868	A 23 January 2014	(Family: none)	
JP 2010-219447	A 30 September 2010	(Family: none)	
JP 2012-119572	A 21 June 2012	(Family: none)	
JP 2013-74041	A 22 April 2013	(Family: none)	
JP 2007-268715	A 18 October 2007	(Family: none)	
JP 7-212015	A 11 August 1995	(Family: none)	

<p>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</p>																																									
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>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</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			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																															
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																																								
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2010-278228 A（セイコーエプソン株式会社）09.12.2010（2010 - 12 - 09） 段落[0024]-[0139], 図1, 2</td> <td>1, 2, 10, 11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>3-9, 12-16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2014-13868 A（日本電気株式会社）23.01.2014（2014 - 01 - 23） 段落[0018]-[0019], [0022]</td> <td>3-9, 12-16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-219447 A（凸版印刷株式会社）30.09.2010（2010 - 09 - 30） 段落[0030]-[0031]</td> <td>3-9, 12-16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>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</td> <td>4-9, 13-16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2013-74041 A（凸版印刷株式会社）22.04.2013（2013 - 04 - 22） 段落[0016]-[0019], 図3</td> <td>6, 8, 9, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007-268715 A（凸版印刷株式会社）18.10.2007（2007 - 10 - 18） 段落[0022]-[0023], 図2</td> <td>7-9, 16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 7-212015 A（松下電器産業株式会社）11.08.1995（1995 - 08 - 11）</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table> <p><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。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			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	X	JP 2010-278228 A（セイコーエプソン株式会社）09.12.2010（2010 - 12 - 09） 段落[0024]-[0139], 図1, 2	1, 2, 10, 11	Y		3-9, 12-16	Y	JP 2014-13868 A（日本電気株式会社）23.01.2014（2014 - 01 - 23） 段落[0018]-[0019], [0022]	3-9, 12-16	Y	JP 2010-219447 A（凸版印刷株式会社）30.09.2010（2010 - 09 - 30） 段落[0030]-[0031]	3-9, 12-16	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	4-9, 13-16	Y	JP 2013-74041 A（凸版印刷株式会社）22.04.2013（2013 - 04 - 22） 段落[0016]-[0019], 図3	6, 8, 9, 15	Y	JP 2007-268715 A（凸版印刷株式会社）18.10.2007（2007 - 10 - 18） 段落[0022]-[0023], 図2	7-9, 16	A	JP 7-212015 A（松下電器産業株式会社）11.08.1995（1995 - 08 - 11）	1-16	* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
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																																							
X	JP 2010-278228 A（セイコーエプソン株式会社）09.12.2010（2010 - 12 - 09） 段落[0024]-[0139], 図1, 2	1, 2, 10, 11																																							
Y		3-9, 12-16																																							
Y	JP 2014-13868 A（日本電気株式会社）23.01.2014（2014 - 01 - 23） 段落[0018]-[0019], [0022]	3-9, 12-16																																							
Y	JP 2010-219447 A（凸版印刷株式会社）30.09.2010（2010 - 09 - 30） 段落[0030]-[0031]	3-9, 12-16																																							
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	4-9, 13-16																																							
Y	JP 2013-74041 A（凸版印刷株式会社）22.04.2013（2013 - 04 - 22） 段落[0016]-[0019], 図3	6, 8, 9, 15																																							
Y	JP 2007-268715 A（凸版印刷株式会社）18.10.2007（2007 - 10 - 18） 段落[0022]-[0023], 図2	7-9, 16																																							
A	JP 7-212015 A（松下電器産業株式会社）11.08.1995（1995 - 08 - 11）	1-16																																							
* 引用文献のカテゴリー	“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																																								
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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																																								
“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	“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																																								
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																																								
“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																																									
<p>国際調査を完了した日</p> <p>02.11.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>16.11.2021</p>																																								
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>黒田 久美子 5D 8393</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3551</p>																																								

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/JP2021/032303

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2010-278228 A	09.12.2010	(ファミリーなし)	
JP 2014-13868 A	23.01.2014	(ファミリーなし)	
JP 2010-219447 A	30.09.2010	(ファミリーなし)	
JP 2012-119572 A	21.06.2012	(ファミリーなし)	
JP 2013-74041 A	22.04.2013	(ファミリーなし)	
JP 2007-268715 A	18.10.2007	(ファミリーなし)	
JP 7-212015 A	11.08.1995	(ファミリーなし)	