

(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
2019年11月14日(14.11.2019)



(10) 国際公開番号

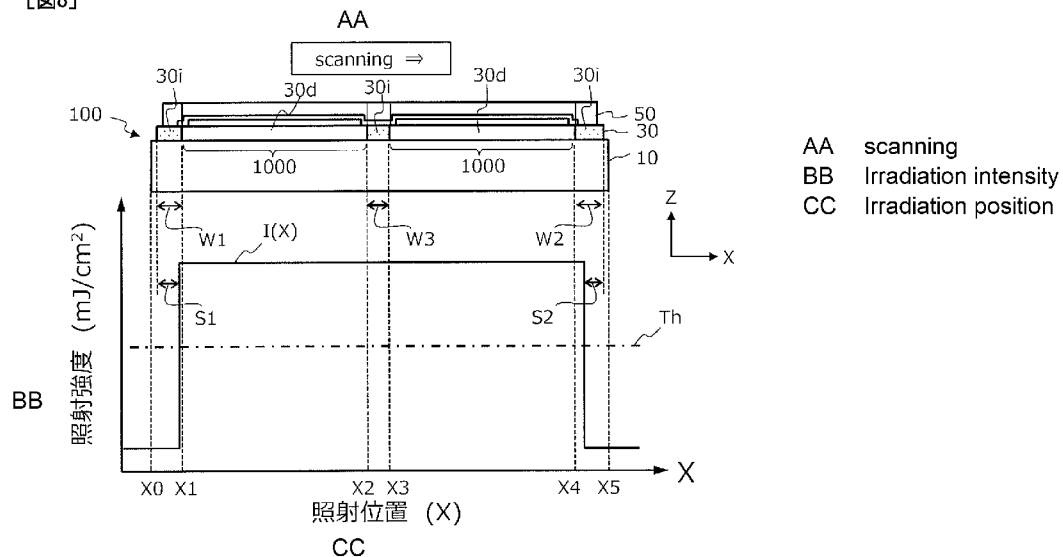
WO 2019/215833 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/10 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01) *H01L 33/00* (2010.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
G09F 9/33 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/017902
- (22) 国際出願日: 2018年5月9日(09.05.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 堺 ディ ス プ レ イ プ ロ ダ ク ト 株 式 会 社 (**SAKAI DISPLAY PRODUCTS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 岸 本 克 彦 (**KISHIMOTO, Katsuhiko**).
田 中 康 一 (**TANAKA, Kohichi**).
- (74) 代理人: 奥 田 誠 司 (**OKUDA Seiji**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所 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, 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,

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING FLEXIBLE LIGHT EMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: フレキシブル発光デバイスの製造方法および製造装置

【図8】



(57) **Abstract:** According to the method for manufacturing a flexible light emission device of the present disclosure, flexible substrate regions (30d) and intermediate regions (30i) of a resin film (30) of a laminated structure (100) are divided, and the interface between the flexible substrate regions (30d) and a glass base (10) is then irradiated with peeling light. With the laminated structure (100) in contact with a stage (210), the laminated structure (100) is divided into a first portion (110) and a second portion (120). The first portion (110) includes a plurality of light emission devices (1000) in

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

contact with the stage (210), and the light emission devices (1000) have a plurality of functional layer regions (20) and flexible substrate regions (30d). The second portion (120) includes the glass base (10) and the intermediate regions (30i). A step for performing irradiation with peeling light includes a step for reducing the irradiation intensity of the peeling light on at least a part of the interface between the intermediate regions (30i) and the glass base (10) so as to be lower than the irradiation intensity of the peeling light on the interface between the flexible substrate regions (30d) and the glass base (10).

(57) 要約: 本開示のフレキシブル発光デバイスの製造方法によれば、積層構造体(100)の樹脂膜(30)の中間領域(30i)とフレキシブル基板領域(30d)とを分割した後、フレキシブル基板領域(30d)とガラスベース(10)との界面を剥離光で照射する。積層構造体(100)をステージ(210)に接触させた状態で、積層構造体(100)を第1部分(110)と第2部分(120)とに分離する。第1部分(110)は、ステージ(210)に接触した複数の発光デバイス(1000)を含み、発光デバイス(1000)は、複数の機能層領域(20)とフレキシブル基板領域(30d)を有する。第2部分(120)は、ガラスベース(10)と中間領域(30i)とを含む。剥離光で照射する工程は、中間領域(30i)とガラスベース(10)との界面の少なくとも一部に対する剥離光の照射強度を、フレキシブル基板領域(30d)とガラスベース(10)との界面に対する剥離光の照射強度よりも低下させる工程を含む。

明 細 書

発明の名称：

フレキシブル発光デバイスの製造方法および製造装置

技術分野

[0001] 本開示は、フレキシブル発光デバイスの製造方法および製造装置に関する。

背景技術

[0002] フレキシブルディスプレイの典型例は、ポリイミドなどの合成樹脂から形成されたフィルム（以下、「樹脂膜」と称する）と、樹脂膜に支持されたＴＦＴ（Thin Film Transistor）およびＯＬＥＤ（Organic Light Emitting Diode）などの素子を備えている。樹脂膜はフレキシブル基板として機能する。ＯＬＥＤを構成する有機半導体層は水蒸気によって劣化しやすいため、フレキシブルディスプレイは、ガスバリア膜（封止用フィルム）によって封止されている。

[0003] 上記のフレキシブルディスプレイの製造は、樹脂膜が上面に形成されたガラスベースを用いて行われる。ガラスベースは、製造工程中、樹脂膜の形状を平面状に維持する支持体（キャリア）として機能する。樹脂膜上にＴＦＴ素子およびＯＬＥＤなどの発光素子、およびガスバリア膜などが形成されることにより、ガラスベースに支持された状態でフレキシブルディスプレイの構造が実現する。その後、フレキシブルディスプレイはガラスベースから剥離され、柔軟性を獲得する。ＴＦＴ素子およびＯＬＥＤなどの発光素子が配列された部分を全体として「機能層領域」と呼ぶことができる。

[0004] 従来技術によれば、複数のフレキシブルディスプレイを含むシート状の構造物をガラスベースから剥離した後、このシート状の構造物に対して光学部品などの実装が行われる。その後、シート状の構造物から複数のフレキシブルデバイスが分割される。この分割は、例えばレーザービームの照射によって行われる。

[0005] 特許文献1は、個々のフレキシブルディスプレイをガラスベース（支持基板）から剥離するため、個々のフレキシブルディスプレイとガラスベースとの界面をレーザ光で照射する方法を開示している。特許文献1に開示されている方法によれば、剥離光照射の後、個々のフレキシブルディスプレイが分割され、それぞれのフレキシブルディスプレイがガラスベースから剥がされる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2014-48619号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の製造方法によれば、複数のフレキシブルディスプレイを含むシート状の構造物に例えば封止フィルム、偏光板および／または放熱シートなどの高価な部品を実装した後、レーザビームの照射による分割を行うため、レーザビームの照射によって分割される不要部分、すなわち最終的にディスプレイを構成しない部分は全くの無駄になる。また、ガラスベースから剥離された後、剛性を有しない複数のフレキシブルディスプレイをハンドリングすることが難しいという課題もある。

[0008] このような課題は、発光素子としてOLEDを有するフレキシブルディスプレイに限定されず、発光素子として無機半導体材料から形成されたマイクロLED（ μ LED）を有するフレキシブル発光デバイスの製造に際しても発生し得る。

[0009] 本開示は、上記の課題を解決することができる、フレキシブル発光デバイスの製造方法および製造装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示のフレキシブル発光デバイスの製造方法は、例示的な実施形態において、第1の表面と第2の表面とを有する積層構造体であって、前記第1の

表面を規定するガラスベース；それぞれがＴＦＴ層および発光素子層を含む複数の機能層領域；前記ガラスベースと前記複数の機能層領域との間に位置して前記ガラスベースに固着している合成樹脂フィルムであって、前記複数の機能層領域をそれぞれ支持している複数のフレキシブル基板領域と、前記複数のフレキシブル基板領域を囲む中間領域とを含む合成樹脂フィルム；および、前記複数の機能層領域を覆い、前記第２の表面を規定する保護シート；を備える積層構造体を用意する工程と、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記複数のフレキシブル基板領域のそれぞれとを分割する工程と、前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を剥離光で照射する工程と、前記積層構造体の前記第２の表面をステージに接触させた状態で、前記ステージから前記ガラスベースまでの距離を拡大することにより、前記積層構造体を第１部分と第２部分とに分離する工程と、を含む。前記積層構造体の前記第１部分は、前記ステージに接触した複数の発光デバイスを含み、前記複数の発光デバイスは、それぞれ、前記複数の機能層領域を有し、かつ、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域を有している。前記積層構造体の前記第２部分は、前記ガラスベースと、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域とを含む。前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を前記剥離光で照射する工程は、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の少なくとも一部に対する前記剥離光の照射強度を、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度よりも低下させる工程を含む。

- [0011] ある実施形態において、前記剥離光は、非コヒーレント光である。
- [0012] ある実施形態において、前記発光素子層は、配列された複数のマイクロＬＥＤを含み、前記剥離光は、レーザ光である。
- [0013] ある実施形態において、前記剥離光は、前記ガラスベースの外縁に平行な第１の方向に延びるラインビームであり、前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を前記剥離光で照射する工程は、前記剥離光による前記界

面上の照射領域を、前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向に移動させることによって実行される。

[0014] ある実施形態において、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記ガラスベースの前記外縁に沿って延びる 2 本の平行なストライプ領域を含む。

[0015] ある実施形態において、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記ストライプ領域に平行な少なくとも 1 本の間ストライプ領域を含む。

[0016] ある実施形態において、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記中間領域の幅の 50% 以上の幅を有する。

[0017] ある実施形態において、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、1 mm 以上の幅を有する。

[0018] ある実施形態において、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部における前記剥離光の照射強度と、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度との差異は、 $50 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 以上である。

[0019] ある実施形態において、前記積層構造体を前記第 1 部分と前記第 2 部分とに分離する工程を行った後、前記ステージに接触した前記複数の発光デバイスのそれぞれに対して、順次または同時に、処理を実行する工程を更に含む。

[0020] ある実施形態において、前記処理は、前記複数の発光デバイスのそれぞれに対して、同時または順次に、誘電体および／または導電体のフィルムを貼ること、クリーニングまたはエッチングを行うこと、光学部品および／または電子部品を実装することのいずれかを含む。

[0021] 本開示のフレキシブル発光デバイスの製造装置は、例示的な実施形態において、第 1 の表面と第 2 の表面とを有する積層構造体であって、前記第 1 の

表面を規定するガラスベース；それぞれがＴＦＴ層および発光素子層を含む複数の機能層領域；前記ガラスベースと前記複数の機能層領域との間に位置して前記ガラスベースに固着している合成樹脂フィルムであって、前記複数の機能層領域をそれぞれ支持している複数のフレキシブル基板領域と、前記複数のフレキシブル基板領域を囲む中間領域とを含む合成樹脂フィルム；および、前記複数の機能層領域を覆い、前記第２の表面を規定する保護シート；を備え、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記複数のフレキシブル基板領域のそれぞれとが分割されている、積層構造体を支持するステージと、前記ステージに支持されている前記積層構造体における前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を剥離光で照射する剥離光照射装置とを備える。前記剥離光照射装置は、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の少なくとも一部に対する前記剥離光の照射強度を、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度よりも低下させる。

[0022] ある実施形態において、前記剥離光照射装置は、非コヒーレント光源を備える。

[0023] ある実施形態において、前記発光素子層は、配列された複数のマイクロＬＥＤを含み、前記剥離光照射装置は、レーザ光源を備える。

[0024] ある実施形態において、前記ステージが前記積層構造体の前記第２の表面に接触した状態で、前記ステージから前記ガラスベースまでの距離を拡大することにより、前記積層構造体を第１部分と第２部分とに分離する駆動装置を更に備え、前記積層構造体の前記第１部分は、前記ステージに接触した複数の発光デバイスを含み、前記複数の発光デバイスは、それぞれ、前記複数の機能層領域を有し、かつ、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域を有しており、前記積層構造体の前記第２部分は、前記ガラスベースと、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域とを含む。

発明の効果

[0025] 本発明の実施形態によれば、前記の課題を解決する、フレキシブル発光デ

バイスの新しい製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1A]本開示によるフレキシブル発光デバイスの製造方法に用いられる積層構造体の構成例を示す平面図である。

[図1B]図 1 A に示される積層構造体の B - B 線断面図である。

[図1C]積層構造体の他の例を示す断面図である。

[図1D]積層構造体の更に他の例を示す断面図である。

[図2]積層構造体の分割位置を模式的に示す断面図である。

[図3A]ステージが積層構造体を支持する直前の状態を模式的に示す図である。

[図3B]ステージが積層構造体を支持している状態を模式的に示す図である。

[図3C]剥離光によって積層構造体のガラスベースと樹脂膜との界面を照射している状態を模式的に示す図である。

[図4A]剥離装置のラインビーム光源から出射されたラインビームで積層構造体を照射する様子を模式的に示す斜視図である。

[図4B]剥離光の照射開始時におけるステージの位置を模式的に示す図である。

[図4C]剥離光の照射終了時におけるステージの位置を模式的に示す図である。

[図5A]剥離光のスキンの様子を模式的に示す斜視図である。

[図5B]剥離光のスキンの様子を模式的に示す斜視図である。

[図5C]剥離光のスキンの様子を模式的に示す斜視図である。

[図5D]剥離光のスキンの様子を模式的に示す斜視図である。

[図6]剥離光の照射強度の Y 軸方向分布の例を模式的に示す図である。

[図7]剥離光の照射強度の Y 軸方向分布の他の例を模式的に示す図である。

[図8]剥離光の照射強度の X 軸方向（走査方向）分布の例を模式的に示す図である。

[図9]剥離光の照射強度の X 軸方向分布の他の例を模式的に示す図である。

[図10A]剥離光の照射強度のX軸方向分布の更に他の例を模式的に示す図である。

[図10B]剥離光の照射強度のX軸方向分布の更に他の例を模式的に示す図である。

[図11A]剥離光の照射後に積層構造体を第1部分と第2部分とに分離する前の状態を模式的に示す断面図である。

[図11B]積層構造体を第1部分と第2部分とに分離した状態を模式的に示す断面図である。

[図12]剥離装置で積層構造体から分離されたガラスベースを示す斜視図である。

[図13]ステージからガラスベースが除去される状態を示す斜視図である。

[図14]ステージからガラスベースが除去された状態を示す斜視図である。

[図15]ステージからガラスベースが除去された状態を示す断面図である。

[図16]ステージから離れたフレキシブル発光デバイスを示す断面図である。

[図17]ステージに接触した複数の発光デバイスに固着された他の保護シートを示す断面図である。

[図18]複数の発光デバイスにそれぞれ実装される複数の部品を載せたキャリアシートを示す断面図である。

[図19A]本開示の実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの製造方法を示す工程断面図である。

[図19B]本開示の実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの製造方法を示す工程断面図である。

[図19C]本開示の実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの製造方法を示す工程断面図である。

[図19D]本開示の実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの製造方法を示す工程断面図である。

[図20]フレキシブル発光デバイスにおける1個のサブ画素の等価回路図である。

[図21]製造工程の途中段階における積層構造体の斜視図である。

[図22A] Y軸方向に配列された1列の発光ダイオード素子を備えるラインビーム光源214の上面を模式的に示す図である。

[図22B]図22Aに示される積層構造体のB-B線断面図である。

[図22C]積層構造体100に対するラインビーム光源の移動方向を示す図である。

[図23A] Y軸方向に配列された複数列の発光ダイオード素子を備えるラインビーム光源214の上面を模式的に示す図である。

[図23B]図23Aに示されるラインビーム光源のB-B線断面である。

[図23C]積層構造体に対するラインビーム光源の移動方向を示す図である。

[図23D]図23Aのラインビーム光源が形成しつつある照射領域を模式的に示す平面図である。

[図23E]ラインビーム光源の走査中に、個々の発光ダイオードを流れる電流を時間的に変調することによって形成された照射領域の例を示す平面図である。

[図24]多数の発光ダイオード素子がマトリックス状に配列された面光源の例を模式的に示す上面図である。

[図25]多数の発光ダイオード素子がマトリックス状に配列された面光源の他の例を模式的に示す上面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 図面を参照しながら、本開示によるフレキシブル発光デバイスの製造方法および製造装置の実施形態を説明する。「発光デバイス」の例は、ディスプレイおよび照明装置を含む。以下の説明において、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。本発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供する。これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定すること

を意図しない。

[0028] <積層構造体>

図1 Aおよび図1 Bを参照する。本実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの製造方法では、まず、図1 Aおよび図1 Bに例示される積層構造体100を用意する。図1 Aは、積層構造体100の平面図であり、図1 Bは、図1 Aに示される積層構造体100のB-B線断面図である。図1 Aおよび図1 Bには、参考のため、互いに直交するX軸、Y軸、およびZ軸を有するXYZ座標系が示されている。

[0029] 積層構造体100は、ガラスベース（マザー基板またはキャリア）10と、それぞれがTF T層20 Aおよび発光素子層20 Bを含む複数の機能層領域20と、ガラスベース10と複数の機能層領域20との間に位置してガラスベース10に固着している合成樹脂フィルム（以下、単に「樹脂膜」と称する）30と、複数の機能層領域20を覆う保護シート50を備えている。積層構造体100は、更に、複数の機能層領域20と保護シート50との間において、機能層領域20の全体を覆うガスバリア膜40を備えている。積層構造体100は、バッファ層などの図示されていない他の層を有していてもよい。

[0030] 本実施形態における発光素子層20 Bは、例えば、2次元的に配列された複数のOLED素子を有している。本開示における「発光素子層」は、発光素子の2次元アレイを意味する。個々の発光素子は、OLED素子に限定されず、マイクロLED素子であってもよい。また、本実施形態におけるフレキシブル発光デバイスの典型例は、「フレキシブルディスプレイ」であるが、「フレキシブル照明装置」であってもよい。

[0031] 積層構造体100の第1の表面100 aはガラスベース10によって規定され、第2の表面100 bは保護シート50によって規定されている。ガラスベース10および保護シート50は、製造工程中に一時的に用いられる部材であり、最終的なフレキシブル発光デバイスを構成する要素ではない。

[0032] 図示されている樹脂膜30は、複数の機能層領域20をそれぞれ支持して

いる複数のフレキシブル基板領域 30 d と、個々のフレキシブル基板領域 30 d を囲む中間領域 30 i とを含む。フレキシブル基板領域 30 d と中間領域 30 i は、連続した 1 枚の樹脂膜 30 の異なる部分にすぎず、物理的に区別される必要はない。言い換えると、樹脂膜 30 のうち、各機能層領域 20 の真下に位置している部分がフレキシブル基板領域 30 d であり、その他の部分が中間領域 30 i である。

[0033] 複数の機能層領域 20 のそれぞれは、最終的にフレキシブル発光デバイスのパネル（例えば「ディスプレイパネル」）を構成する。言い換えると、積層構造体 100 は、分割前の複数のフレキシブル発光デバイスを 1 枚のガラスベース 10 が支持している構造を有している。各機能層領域 20 は、例えば厚さ（Z 軸方向サイズ）が数十 μm 、長さ（X 軸方向サイズ）が 12 cm 程度、幅（Y 軸方向サイズ）が 7 cm 程度のサイズを持つ形状を有している。これらのサイズは、必要な表示画面または発光面領域の大きさに応じて任意の大きさに設定され得る。各機能層領域 20 の XY 平面内における形状は、図示されている例において、長方形であるが、これに限定されない。各機能層領域 20 の XY 平面内における形状は、正方形、多角形、または、輪郭に曲線を含む形状を有していてもよい。

[0034] 図 1 A に示されるように、フレキシブル基板領域 30 d は、フレキシブル発光デバイスの配置に対応して、行および列状に、二次元的に配列されている。中間領域 30 i は、直交する複数のストライプから構成され、格子パターンを形成している。ストライプの幅は、例えば 1 ~ 4 mm 程度である。樹脂膜 30 のフレキシブル基板領域 30 d は、最終製品の形態において、個々のフレキシブル発光デバイスの「フレキシブル基板」として機能する。これに対して、樹脂膜 30 の中間領域 30 i は、最終製品を構成する要素ではない。

[0035] 本開示の実施形態において、積層構造体 100 の構成は、図示されている例に限定されない。1 枚のガラスベース 10 に支持されている機能層領域 20 の個数は、任意である。

[0036] なお、各図面に記載されている各要素のサイズまたは比率は、わかりやすさの観点から決定されており、実際のサイズまたは比率を必ずしも反映していない。

[0037] 本開示の製造方法に用いられ得る積層構造体 100 は、図 1 A および図 1 B に示される例に限定されない。図 1 C および図 1 D は、それぞれ、積層構造体 100 の他の例を示す断面図である。図 1 C に示される例において、保護シート 50 は、樹脂膜 30 の全体を覆い、樹脂膜 30 よりも外側に広がっている。図 1 D に示される例において、保護シート 50 は、樹脂膜 30 の全体を覆い、かつ、ガラスベース 10 よりも外側に広がっている。後述するように、積層構造体 100 からガラスベース 10 が隔離された後、積層構造体 100 は、剛性を有しないフレキシブルな薄いシート状の構造物になる。保護シート 50 は、ガラスベース 10 の剥離を行う工程、および、剥離後の工程において、機能層領域 20 が外部の装置または器具などに衝突したり、接触したりしたとき、機能層領域 20 を衝撃および摩擦などから保護する役割を果たす。保護シート 50 は、最終的に積層構造体 100 から剥がし取られるため、保護シート 50 の典型例は、接着力が比較的小さな接着層（離型剤の塗布層）を表面に有するラミネート構造を有している。積層構造体 100 のより詳細な説明は、後述する。

[0038] <発光デバイスの分割>

本実施形態のフレキシブル発光デバイスの製造方法によれば、上記の積層構造体 100 を用意する工程を実行した後、樹脂膜 30 の中間領域 30 i と複数のフレキシブル基板領域 30 d のそれぞれとを分割する工程を行う。

[0039] 図 2 は、樹脂膜 30 の中間領域 30 i と複数のフレキシブル基板領域 30 d のそれぞれとを分割する位置を模式的に示す断面図である。照射位置は、個々のフレキシブル基板領域 30 d の外周に沿っている。図 2 において、矢印で示される位置を切断用のレーザビームで照射し、積層構造体 100 のうちでガラスベース 10 以外の部分を複数の発光デバイス（例えばディスプレイパネル）1000 とその他の不要部分とに切断する。切断により、個々の

発光デバイス1000と、その周囲との間に数十 μm から数百 μm の隙間が形成される。このような切断は、レーザビームの照射に代えて、固定刃や回転刃を有するカッターによって行うことも可能である。切断後も、発光デバイス1000およびその他の不要部分は、ガラスベース10に固着されている。

[0040] レーザビームによって切断を行う場合、レーザビームの波長は、赤外、可視光、紫外のいずれの領域にあってもよい。ガラスベース10に及ぶ切断の影響を小さくするという観点からは、波長が緑から紫外域に含まれるレーザビームが望ましい。例えば、Nd:YAGレーザ装置によれば、2次高調波（波長532nm）、または3次高調波（波長343nmまたは355nm）を利用して切断を行うことができる。その場合、レーザ出力を1～3ワットに調整して毎秒500mm程度の速度で走査すれば、ガラスベース10に損傷を与えることなく、ガラスベース10に支持されている積層物を発光デバイスと不要部分とに切断（分割）することができる。

[0041] 本開示の実施形態によれば、上記の切断を行うタイミングが従来技術に比べて早い。樹脂膜30がガラスベース10に固着した状態で切断が実行されるため、隣接する発光デバイス1000の間隔が狭くても、高い正確度および精度で切断の位置合わせが可能になる。このため、隣接する発光デバイス1000の間隔を短縮して、最終的に不要になる無駄な部分を少なくできる。また、従来技術では、ガラスベース10から剥離した後、樹脂膜30の表面（剥離表面）の全体を覆うように、偏光板、放熱シート、および／または電磁シールドなどが張り付けられることがある。そのような場合、切断により、偏光板、放熱シート、および／または電磁シールドも発光デバイス1000を覆う部分と、その他の不要な部分とに分割される。不要な部分は無駄に廃棄されることになる。これに対して、本開示の製造方法によれば、後に説明するように、このような無駄の発生を抑制できる。

[0042] <剥離光照射>

樹脂膜30の中間領域30iと複数のフレキシブル基板領域30dのそれ

それとを分割した後、剥離光照射装置により、樹脂膜 30 のフレキシブル基板領域 30 d とガラスベース 10 との界面を剥離光で照射する工程を行う。

[0043] 図 3 A は、ステージ 210 が積層構造体 100 を支持する直前の状態を模式的に示す図である。本実施形態におけるステージ 210 は、吸着のための多数の孔を表面に有する吸着ステージである。積層構造体 100 は、積層構造体 100 の第 2 の表面 100 b がステージ 210 の表面 210 S に対向するように配置され、ステージ 210 によって支持される。

[0044] 図 3 B は、ステージ 210 が積層構造体 100 を支持している状態を模式的に示す図である。ステージ 210 と積層構造体 100 との配置関係は、図示される例に限定されない。例えば、積層構造体 100 の上下が反転し、ステージ 210 が積層構造体 100 の下方に位置していてもよい。

[0045] 図 3 B に示される例において、積層構造体 100 は、ステージ 210 の表面 210 S に接しており、ステージ 210 は積層構造体 100 を吸着している。

[0046] 次に、図 3 C に示されるように、樹脂膜 30 とガラスベース 10 との界面を剥離光 216 で照射する。図 3 C は、図の紙面に垂直な方向に延びるライン状に成形された剥離光 216 によって積層構造体 100 のガラスベース 10 と樹脂膜 30 との界面を照射している状態を模式的に示す図である。樹脂膜 30 の一部は、ガラスベース 10 と樹脂膜 30 との界面において、剥離光 216 を吸収して分解（消失）する。剥離光 216 で上記の界面をスキャンすることにより、樹脂膜 30 のガラスベース 10 に対する固着の程度を低下させる。剥離光 216 の波長は、典型的には紫外域にある。剥離光 216 の波長は、剥離光 216 がガラスベース 10 には、ほとんど吸収されず、できるだけ樹脂膜 30 によって吸収されるように選択される。ガラスベース 10 の光吸収率は、例えば波長が 343～355 nm の領域では 10% 程度だが、308 nm では 30～60% に上昇し得る。

[0047] 以下、本実施形態における剥離光の照射を詳しく説明する。

[0048] <剥離光照射装置 1>

本実施形態における剥離光照射装置は、剥離光 216 を出射するラインビーム光源を備えている。この例におけるラインビーム光源は、レーザ装置と、レーザ装置から出射されたレーザ光をラインビーム状に成形する光学系とを備えている。本開示では、剥離光照射装置を単に「剥離装置」と呼ぶ。

[0049] 図 4 A は、剥離装置 220 のラインビーム光源 214 から出射されたラインビーム（剥離光 216）で積層構造体 100 を照射する様子を模式的に示す斜視図である。わかりやすさのため、ステージ 210、積層構造体 100、およびラインビーム光源 214 は、図の Z 軸方向に離れた状態で図示されている。剥離光 216 の照射時、積層構造体 100 の第 2 の表面 100b はステージ 210 に接している。

[0050] 剥離装置 220 は、ラインビーム光源 214 およびステージ 210 の動作を制御するコントローラ 300 を備えている。コントローラ 300 は、ステージ 210 の位置に応じてラインビーム光源 214 から放射される剥離光の照射強度を変化させる。コントローラ 300 は、公知の構成を有する汎用的なコンピュータであり得る。コントローラ 300 は、例えばマイクロプロセッサおよび不揮発性メモリを備え、不揮発性メモリにはマイクロプロセッサに与える指令を含むプログラムが記憶されている。

[0051] 図 4 B は、剥離光 216 の照射時におけるステージ 210 の位置を模式的に示している。図 4 B には表れていないが、積層構造体 100 はステージ 210 によって支持されている。

[0052] 剥離光 216 を放射するレーザ装置の例は、エキシマレーザなどのガスレーザ装置、YAGレーザなどの固体レーザ装置、半導体レーザ装置、および、その他のレーザ装置を含む。XeCl のエキシマレーザ装置によれば、波長 308 nm のレーザ光が得られる。ネオジウム (Nd) がドープされたイットリウム・四酸化バナジウム (YVO_4)、またはイッテルビウム (Yb) がドープされた YVO_4 をレーザ発振媒体として使用する場合は、レーザ発振媒体から放射されるレーザ光（基本波）の波長が約 1000 nm であるため、波長変換素子によって 340 ~ 360 nm の波長を有するレーザ光（第 3

次高調波)に変換してから使用され得る。これらのレーザ装置から出射されたスポットビーム状のレーザ光を、ラインビーム状に成形するレンズやプリズムなどから構成された光学系と組み合わせてラインビーム状の剥離光 2 1 6 を得る。

[0053] 樹脂膜 3 0 とガラスベース 1 0 との界面に犠牲層 (金属または非晶質シリコンから形成された薄層) を設けてもよい。アッシュの生成を抑制するという観点からは、波長が 3 4 0 ~ 3 6 0 nm のレーザ光よりも、エキシマレーザ装置による波長 3 0 8 nm のレーザ光を利用することが、より有効である。また、犠牲層を設けることはアッシュ生成の抑制に顕著な効果がある。

[0054] 剥離光 2 1 6 の照射位置は、ガラスベース 1 0 に対して相対的に移動し、剥離光 2 1 6 のスキャンが実行される。剥離装置 2 2 0 内において、剥離光を出射する光源 2 1 4 および光学装置 (不図示) が固定され、積層構造体 1 0 0 が移動してもよいし、積層構造体 1 0 0 が固定され、光源 2 1 4 が移動しても良い。本実施形態では、ステージ 2 1 0 が図 4 B に示される位置から図 4 C に示される位置に移動する間、剥離光 2 1 6 の照射が行われる。すなわち、X 軸方向に沿ったステージ 2 1 0 の移動により、剥離光 2 1 6 のスキャンが実行される。

[0055] 次に図 5 A から図 5 D を参照する。図 5 A から図 5 D は、剥離光 2 1 6 のスキャンの様子を模式的に示す斜視図である。これらの図における Z 軸の方向は、図 4 A から図 4 C における Z 軸の方向から反転している。

[0056] 図 5 A および図 5 D では、剥離光 2 1 6 を示す光線が破線の矢印によって表されている。これに対して、図 5 B および図 5 C では、剥離光 2 1 6 を示す光線は実線の矢印によって表されている。破線の矢印は、実線の矢印に比べて照射強度が相対的に低い光線を示している。

[0057] 本実施形態における剥離光 2 1 6 は、ガラスベース 1 0 の外縁に平行な方向 (この例では Y 軸の方向) に延びるラインビームである。このラインビームは、図 4 A などに示されているラインビーム光源 2 1 4 から出射される。積層構造体 1 0 0 における剥離光 2 1 6 の照射位置は、時間の経過に伴って

、図5 A、図5 B、図5 C、および図5 Dに示されるように、X軸の正方向に移動する。

[0058] 次に図6を参照する。図6は、剥離光216の照射強度のY軸方向分布の例を模式的に示す図である。図6におけるグラフの横軸は、照射領域のY軸座標値を示し、縦軸は照射強度を示している。照射強度の単位は、単位面積あたりのエネルギー密度(例えば $[mJ/cm^2]$)によって示される。図6のグラフでは、照射強度の具体的な数値は記載されていない。照射強度は、例えば $0mJ/cm^2$ 以上 $500mJ/cm^2$ 以下の範囲内における値を示す。図6におけるグラフ中の実線は、照射強度のY軸方向の分布 $I(Y)$ を示している。一点鎖線は、剥離に必要な照射強度の閾値レベル T_h を示している。閾値レベル T_h は、例えば $250 \sim 300mJ/cm^2$ である。この閾値レベル T_h よりも低い照射強度の剥離光が照射された領域では、樹脂膜30による剥離光の吸収量が不十分になるため、その領域の樹脂膜30はガラスベース10から剥離しないで固着した状態を維持する。

[0059] 図6におけるグラフの上方には、参考のため、YZ面に平行な積層構造体100の断面が示されている。ガラスベース10は位置Y0から位置Y5まで広がっている。左側の発光デバイス1000は、位置Y1から位置Y2までの領域にあり、右側の発光デバイス1000は位置Y3から位置Y4までの領域にある。言い換えると、樹脂膜30のフレキシブル基板領域30dは、位置Y1から位置Y2までの領域と、位置Y3から位置Y4までの領域に相当する。一方、樹脂膜30の中間領域30iは、位置Y0から位置Y1までの領域、位置Y2から位置Y3までの領域、および、位置Y4から位置Y5までの領域に相当する。

[0060] 図6の例において、剥離光の照射強度分布 $I(Y)$ は、位置Y0から位置Y5までの領域よりも広い領域において、閾値レベル T_h を超えている。剥離光の照射強度分布 $I(Y)$ は、少なくとも位置Y1から位置Y2までの領域および位置Y3から位置Y4までの領域において、閾値レベル T_h を超える必要がある。言い換えると、樹脂膜30のフレキシブル基板領域30dと

ガラスベース 10 との界面は、閾値レベル T_h を超える照射強度の剥離光で照射される必要がある。本実施形態における剥離光は、ガラスベース 10 の Y 軸方向サイズよりも長いラインビームである。スキャン中に剥離光の照射強度分布 $I(Y)$ が示す最低値は、典型的には $0 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ であるが、閾値レベル T_h よりも低ければ、 $0 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ を超える値であってもよい。

[0061] 図 6 の例において、剥離光の照射強度分布 $I(Y)$ は、直線的であるが、本開示の実施形態は、このような例に限定されない。例えば図 7 に示される例のように、剥離光の照射強度分布 $I(Y)$ の一部または全部が曲線であってもよい。非晶質半導体をラインビーム状のレーザ光照射によって加熱して結晶化する場合、結晶性を均一化するため、照射強度分布は一様であることが望まれる。これに対して、本実施形態における剥離を行う場合、剥離が必要な界面における剥離光の照射強度が閾値レベル T_h を超えていれば、ラインビームの一様性は必要ない。

[0062] 図 6 および図 7 の例においては、樹脂膜 30 の中間領域 30 i とガラスベース 10 との界面も、閾値レベル T_h を超える照射強度の剥離光で照射されている。樹脂膜 30 の中間領域 30 i とガラスベース 10 との界面(例えば位置 Y_0 から位置 Y_1 までの範囲の界面)は、閾値レベル T_h よりも低い照射強度の剥離光で照射されてもよい。

[0063] 次に図 8 を参照する。図 8 は、剥離光 216 の照射強度の X 軸方向(走査方向)分布の例を模式的に示す図である。図 8 におけるグラフの横軸は、照射位置の X 軸座標値を示し、縦軸は照射強度を示している。図 8 におけるグラフ中の実線は、照射強度の X 軸方向の分布 $I(X)$ を示している。一点鎖線は、剥離に必要な照射強度の閾値レベル T_h を示している。

[0064] 図 8 におけるグラフの上方には、参考のため、XZ 面に平行な積層構造体 100 の断面が示されている。この断面は、図 6 の断面に直交する関係にある。ガラスベース 10 は位置 X_0 から位置 X_5 まで広がっている。図中の左側の発光デバイス 1000 は、位置 X_1 から位置 X_2 までの領域にあり、右側の発光デバイス 1000 は位置 X_3 から位置 X_4 までの領域にある。言い

換えると、樹脂膜30のフレキシブル基板領域30dは、位置X1から位置X2までの領域と、位置X3から位置X4までの領域に相当する。一方、樹脂膜30の中間領域30iは、位置X0から位置X1までの領域（幅：W1）、位置X2から位置X3までの領域（幅：W3）、および、位置X4から位置X5までの領域（幅：W3）に相当する。なお、図8における樹脂膜30の左端に位置する中間領域30i（幅：W1）には、照射強度が閾値レベルThよりも低い領域（幅：S1）が形成されている。一方、図8における樹脂膜30の右端に位置する中間領域30iの（幅：W2）には、照射強度が閾値レベルThよりも低い他の領域（幅：S2）が形成されている。ここで、 $W1 > S1$ 、および、 $W2 > S2$ が成立している。幅S1は幅W1の50%以上、幅S2は幅W2の50%以上であることが好ましい。

[0065] 照射強度のX軸方向分布I(X)は、剥離光のスキャン全体(総和または積分値)を示している。例えば剥離光の照射位置(ラインビームの中心線の位置)が位置X0から位置X1まで移動している時、位置X1から位置X5までの領域は剥離光で照射されておらず、その時の位置X1から位置X5までの領域における剥離光の照射強度は当然にゼロである。

[0066] 剥離光216のライン幅（短軸寸法、X軸方向サイズ）は、例えば0.2mm(=200μm)程度であり得る。この寸法は、ある時刻における、樹脂膜30とガラスベース10との界面における照射領域の大きさを規定する。剥離光216は、パルス状または連続波として照射され得る。パルス状の照射は、例えば毎秒200回程度の周波数(1秒間のショット数)で行われ得る。パルス状の剥離光216を用いる場合、連続する2回のショットで照射領域が部分的に重なるように走査速度が決定される。例えば、剥離光216のライン幅（短軸寸法、X軸方向サイズ）が0.2mmの場合において、照射位置がX軸方向に沿って毎秒20mm移動するとき、毎秒100回未満のショット数であれば、各ショット間に隙間が発生し得る。従って、毎秒100回を超えるショット数が必要になる。

[0067] 照射位置の位置決め精度は、ステージ210の機械的な送り精度に異存す

る。YAGレーザ装置を用いる場合、剥離光216のライン幅（短軸寸法、X軸方向サイズ）は例えば $40\mu\text{m}$ に設定され得る。ステージ210を $20\mu\text{m}$ 単位でステップ的に移動させると、連続する2回のショットによる照射領域のオーバーラップ量を50%にすることができる。これに対して、ステージ210を $30\mu\text{m}$ 単位でステップ的に移動させると、連続する2回のショットによる照射領域のオーバーラップ量を75%にすることができる。一般に、剥離光216のライン幅（短軸寸法、X軸方向サイズ）は、レーザ光源の種類および光学系によって決まるが、照射領域のオーバーラップ量を制御すれば、レーザ光源の出力そのものを変調することなく、照射強度を変化させることができる。

[0068] 剥離光の照射位置をステップ送りする場合、「ラインビーム光源214のステップ移動」と「剥離光のパルス照射」とを繰り返すことができる。この場合、剥離光の照射は、ステージ210に対するラインビーム光源214の相対的な移動が停止しているときに実行され得る。停止している物体をレーザ光で照射することは、移動している物体をレーザ光で照射することに比べて、照射強度を目標値に調整することが容易である。例えば、停止位置における照射パルスの回数または照射時間を増減することにより、照射強度を調整することができる。

[0069] 照射位置の移動速度（走査速度）が所定値に固定されているとき、毎秒のショット数を増減することにより、照射強度を変調することができる。逆に、毎秒のショット数が固定されているとき、照射位置の移動速度（走査速度）を増減することにより、照射強度を変調することができる。他のパラメータ、例えばラインビーム光源214の出力、または、ラインビーム光源214から積層構造体100までの光学距離などを変化させることにより、照射強度を変調することが可能である。なお、ラインビーム光源214とガラスベース10との間にメカニカルシャッタを配置し、このシャッタによって剥離光の光路を遮断しても低照射領域を形成することが可能である。

[0070] 図8からわかるように、この例では、樹脂膜30の中間領域30iとガラ

スペース 10 との界面の少なくとも一部に対する剥離光の照射強度が、樹脂膜 30 のフレキシブル基板領域 30 d とガラスベース 10 との界面に対する剥離光の照射強度よりも低下している。この「少なくとも一部」の領域を「低照射領域」または「非剥離領域」と呼んでもよい。図 8 の例において、低照射領域は、ガラスベース 10 の外縁に沿って延びる 2 本の平行なストライプ領域(幅 S 1 の領域と幅 S 2 の領域)を含んでいる。2 本のストライプ領域は、それぞれ、図 5 A および図 5 D に示される弱い剥離光 216 の照射によって形成され得る。この 2 本のストライプ領域では、剥離光 216 の照射強度が閾値レベル T_h よりも低いため、樹脂膜 30 の中間領域 30 i がガラスベース 10 に固着したままになる。

[0071] 図 9 は、剥離光 216 のスキャンの途中において、照射強度を一時的に閾値レベル T_h よりも低くする例を示している。具体的には、位置 X 2 から位置 X 3 までの領域の一部(幅: S 3)で、照射強度が閾値レベル T_h よりも低下している。この例において、樹脂膜 30 の中間領域 30 i とガラスベース 10 との界面の「低照射領域」は、2 本のストライプ領域に加えて、これらに平行な 1 本の間ストライプ領域(幅: S 3)を含んでいる。これらのストライプ領域の幅 S 1、S 2、S 3 は、いずれも、例えば 1 mm 以上、ある例においては 3 mm 以上である。

[0072] 図 8 および図 9 の例では、X 軸の方向に沿って 2 個の発光デバイス 1000 が配列されている。N を 3 以上の整数として、N 個の発光デバイス 1000 が X 軸の方向に沿って配列されている場合、隣り合う 2 個の発光デバイス 1000 に挟まれる中間領域 30 i が形成するストライプの総数は $N - 1$ 個である。 $N - 1$ 個のストライプの全てに低照射領域を設ける必要はない。また、1 本のストライプを構成する中間領域 30 i について複数の低照射領域を設けてもよい。

[0073] 図 8 および図 9 の例では、幅 S 1 の低照射領域、および幅 S 2 の低照射領域は、いずれも、樹脂膜 30 の外縁に達しているが、本開示の実施形態は、この例に限定されない。例えば図 10 A および図 10 B に示すように、低照

射領域の形態は多様であり得る。図10Aおよび図10Bは、それぞれ、剥離光の照射強度のX軸方向分布の更に他の例を模式的に示す図である。これらの図には、図8の左側に位置する発光デバイス1000を囲む中間領域30iとガラスベース10との界面における照射強度の変調パターンが例示されている。

[0074] 図10Aに示される例において、樹脂膜30の外縁に沿って延びるストライプ状の低照射領域（幅： S_1 ）は、樹脂膜30の外縁に達していない。剥離光の照射強度は、剥離光がガラスベース10を照射する前から閾値レベル T_h を超えていてもよい。また、図10Aに示される位置X1から位置X3までの領域におけるように、照射強度は徐々に変化してもよい。照射強度が徐々に変化する場合、「低照射領域」の幅（走査方向のサイズ）は、照射強度が閾値レベル T_h よりも低い領域の幅と定義することができる。

[0075] 図10Bに示される例において、低照射領域は、相対的に幅の狭い複数本のストライプによって構成されている。このような低照射領域は、例えば、パルス状の剥離光を照射するとき、連続するショット間で照射領域が重ならないようにすれば実現できる。

[0076] なお、照射強度を相対的に低下させることにより、樹脂膜30の中間領域30iの少なくとも一部をガラスベース10に固着させるには、「その少なくとも一部」における照射強度を閾値レベル T_h よりも低くすることが望ましい。しかしながら、閾値レベル T_h よりも低くしない場合でも、剥離すべき領域における照射強度よりも低い照射強度を実現することにより、中間領域30iはガラスベース10に残りやすくなる。剥離すべき領域における照射強度と低照射領域における照射強度の差が $50\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 以上あれば、十分な効果が得られる。

[0077] 本実施形態では、剥離光は、ガラスベース10の外縁に平行な方向（第1の方向）に延びるラインビームであり、走査方向は第1の方向に直交する第2の方向である。しかし、第1の方向と第2の方向とは直交している必要はなく、交差していればよい。

[0078] <剥離光照射装置 2>

本開示の剥離光照射装置は、上述のような光源を備える例に限定されない。剥離光は、レーザ光源のようなコヒーレント光源の代わりに、非コヒーレント光源から放射されてもよい。以下、複数の発光ダイオード素子から放射された剥離光で樹脂膜とガラスベースとの界面を照射する例を説明する。

[0079] 剥離光を放射する光源として、発光ダイオード素子は、例えば半導体レーザ素子のようなコヒーレント光源よりも低コストで入手することが可能であり、また、アイセーフティの観点からは、装置設計や取り扱いについて、より容易となる。紫外光を放射する発光ダイオード（UV-LED）素子は、例えば縦3.5 mm×横3.5 mm×厚さ1.2 mmのサイズを有している。複数の発光ダイオード素子は、1列または複数列に並べられて使用され得る。前述した光学系を用いてスポットビーム状のレーザ光をラインビーム状のレーザ光（剥離光）とする場合は、G8サイズ（2400 mm×2200 mm）以上の基板に対応しようとする、光学系が巨大になり製造コストがかかり過ぎること、およびそれに伴いラインビームの品質（均一性）が低下してしまうことなどの問題があり、現実的にはG6H基板サイズ（1800 mm×750 mmの短辺側）程度までの対応が限界であった。それに対して、このように複数の発光ダイオード素子を配列させて剥離光光源とすることによって、従来の剥離装置では対応できなかったG8基板やそれ以上の超大型基板への対応が可能となる。

[0080] 発光ダイオード素子の発光強度は、駆動電流の大きさを調整すること制御され得る。複数の発光ダイオード素子を配列した状態において、発光ダイオード素子を流れる駆動電流を変調することにより、剥離光の照射強度を変調することができる。

[0081] 発光ダイオード素子の配列ピッチは、例えば3 mm以上10 mm以下の範囲にある。発光ダイオード素子から放射される光は、レーザ光とは異なり、インコヒーレント（非コヒーレント）光である。発光ダイオード素子から放射される光の波長は、例えば300 nm以上380 nm以下の範囲にある。

配列された複数の発光ダイオード素子から放射された剥離光の照射強度は、 $100\text{ mJ} / \text{cm}^2$ 以上 $300\text{ mJ} / \text{cm}^2$ 以下の範囲にある。

[0082] 個々の発光ダイオード素子から放射された光は、Z軸方向を中心として拡がる。この光は、Z軸からの傾きである放射角度 θ に依存した相対放射強度の分布（指向性）を示す。ある例において、発光ダイオード素子の相対放射強度は、 $\theta = 45^\circ$ で約75%、 $\theta = 65^\circ$ で約50%であり得る。発光ダイオード素子の指向性は、レンズおよび／またはリフレクタを配置することにより、調節され得る。

[0083] 市販されている発光ダイオード素子によれば、例えば電圧：3.85ボルト、電流：1000ミリアンペアの駆動条件で波長365nmの紫外光を1450ミリワットの出力で放射することができる。

[0084] 図22A、図22Bおよび図22Cを参照しながら、複数の発光ダイオード素子が配列されたラインビーム光源の例を説明する。

[0085] 図22Aは、Y軸方向に配列された複数の発光ダイオード素子400を備えるラインビーム光源214の上面を模式的に示している。図22Bは、図22Aに示されるラインビーム光源214のB-B線断面である。図22Bには、積層構造体100も記載されている。図22Cは、積層構造体100に対するラインビーム光源214の移動方向を示す図である。

[0086] 図22Aに示されるように、ラインビーム光源214は駆動回路280Aに接続され得る。駆動回路280Aは、個々の発光ダイオード素子400を流れる電流の大きさを変調することができる。駆動回路280Aは、コントローラ260に接続され得る。コントローラ260は、駆動回路280Aの動作を制御することにより、ラインビーム光源214から放射される剥離光の照射強度を時間的および／または空間的に変調する。

[0087] この例において、発光ダイオード素子400から放射された紫外光は、単位面積あたりの照射エネルギー（照射強度：単位は $\text{ジュール} / \text{cm}^2$ ）を高めるために、シリンドリカルレンズ410を通して積層構造体100のガラスベース10に入射する。紫外光はX軸方向にフォーカスされるため、剥離が生

じる界面（剥離面）における照射領域の幅（X軸方向サイズ）を例えば0.2 mm程度またはそれ以下に狭くすることができる。シリンドリカルレンズ410は、X軸方向におけるフォーカスを行わないため、照射領域のY軸方向サイズは短縮されない。

[0088] 剥離光の照射強度を高めるためには、発光ダイオード素子400の配列ピッチを縮小して発光ダイオード素子400の個数密度を高めればよい。例えば、個々の発光ダイオード素子400のサイズが前述した大きさを有する場合、3.5 mm～10 mm間隔（配列ピッチ：隣接する光源の中心間距離）で数10個または100個以上の個数の発光ダイオード素子400を配列してもよい。より小さな発光ダイオード素子400を用いる場合は、例えば2.0 mm～10 mm間隔で配置することも可能である。発光ダイオード素子400の配列ピッチは5 mm以下であることが好ましい。

[0089] 指向性の高い発光ダイオード素子400を高密度で配列する場合、発光ダイオード素子400から剥離面までの距離を例えば1.5～5 mmにすると、シリンドリカルレンズなどの光学素子が無くとも、2 mm～10 mmの空間分解能で照射強度を変調することも可能になる。

[0090] 図22Cに示すように積層構造体100に対してラインビーム光源214を移動させながら、個々の発光ダイオードを流れる電流を変調する。その結果ラインビーム光源214を用いる前述の実施形態と同様の剥離光照射を実現することができる。

[0091] ラインビーム光源214の照射強度を高めるため、発光ダイオード素子400を複数列に並べてもよい。

[0092] 図23Aは、Y軸方向に配列された複数列の発光ダイオード素子400を備えるラインビーム光源214の上面を模式的に示している。図23Bは、図23Aに示されるラインビーム光源214のB-B線断面である。図23Bには、積層構造体100も記載されている。図23Cは、積層構造体100に対するラインビーム光源214の移動方向を示す図である。

[0093] このラインビーム光源214も駆動回路280Aに接続され得る。コント

ローラ 260 は、駆動回路 280A の動作を制御することにより、ラインビーム光源 214 から放射される剥離光を時間的および／または空間的に変調する。

[0094] この例のラインビーム光源 214 は、それぞれが Y 軸方向に延びる 5 列の発光ダイオード素子 400 を備えている。Y 軸方向における 5 列の発光ダイオード素子 400 の位置は、それぞれ、異なる。配列ピッチを P とするとき、発光ダイオード列の位置は、隣接する列の間で、Y 軸方向に $P/5$ ずつシフトしている。

[0095] このラインビーム光源 214 は、個々の発光ダイオード素子 400 による照射領域の一辺が $P/5$ 程度に長さになるように集光するレンズシート 420 を有している。このようなレンズシート 420 を透過した紫外光は、剥離面にドット状の照射領域を形成し得る。

[0096] 図 23C に示すように積層構造体 100 に対してラインビーム光源 214 を移動させると、複数の照射領域がオーバーラップするため、剥離面の全体を紫外光で照射することが可能になる。また、積層構造体 100 に対してラインビーム光源 214 を移動させながら、個々の発光ダイオードを流れる電流を変調することにより、空間的および時間的な変調を実行することができる。

[0097] 図 23D は、図 23A のラインビーム光源 214 が形成しつつある照射領域 218 を模式的に示す図である。ラインビーム光源 214 の走査中に、一部の発光ダイオード素子 400 を消灯することにより、発光ダイオード素子 400 のサイズよりも小さな幅で非照射領域を形成することができる。

[0098] 図 23E は、ラインビーム光源 214 の走査中に、個々の発光ダイオード素子 400 を流れる電流を時間的に変調することによって形成された照射領域 218 の例を示している。照射領域および非照射領域のパターンが高い空間分解能で形成され得ることがわかる。

[0099] このように、図 23A に例示される発光ダイオード素子 400 の配列によれば、図 22A に例示されている発光ダイオード素子 400 の配列による場

合に比べて、より空間分解能の高い変調が可能になる。

[0100] 剥離光の照射は、積層構造体 100 に対して複数の光源を静止させた状態で行ってもよい。

[0101] 図 24 は、多数の発光ダイオード素子 400 がマトリックス状に配列された面光源 215 の例を模式的に示す上面図である。縦、横の発光ダイオードの配列個数は、使用する基板サイズに応じて任意に設定すればよく、この場合も、複数の発光ダイオード素子 400 を 2 次元的に多数個配列させることにより、超大型基板への対応が可能となる。また、この例における面光源 215 を用いると、ディスプレイと同様にして様々なパターンの輝度分布を形成することができる。面光源 215 も前述の駆動回路 280A に接続され、駆動回路 280A はコントローラ 260 に接続され得る。

[0102] 積層構造体 100 および面光源 215 を共に静止した状態で剥離光照射を行う場合、光スキャンのための精密な駆動装置が不要になる。また、従来の固定されたラインビーム光源に対して積層構造体 100 を移動させながら剥離光照射を行う場合は、積層構造体 100 の移動のために積層構造体 100 の少なくとも 2 倍の面積を持つエリアが必要であった。しかし、本開示の実施形態によれば、そのような積層構造体 100 の移動に必要な余分のエリアが不要になり、装置の設置面積が半減する利点がある。

[0103] 図 25 は、多数の発光ダイオード素子 400 がマトリックス状に配列された面光源 215 の他の例を模式的に示す上面図である。この例における面光源 215 は、剥離光の照射領域にあわせて発光ダイオード素子 400 の配置が決定されている。

[0104] なお、図 24 および図 25 に示されている面光源 215 を用いる場合、積層構造体 100 に対して面光源 215 を静止させて剥離光照射を行う必要はない。積層構造体 100 に対する面光源 215 の相対位置をシフトさせながら剥離光の照射を行っても良い。静止した状態では、面光源 215 から放射された光が剥離面上でドットまたはライン状の照射領域を形成する場合でも、積層構造体 100 に対する面光源 215 の相対位置をシフトさせることに

より、照射強度の空間的な分布形状を変化させることが可能である。積層構造体 100 に対する面光源 215 の相対位置をシフト量は、発光ダイオード素子の配列ピッチ未満であってもよいし、配列ピッチ以上であってもよい。

[0105] また、剥離すべき面内を複数の領域に区分し、ステッパによる順次露光と同様に、各領域を剥離光のフラッシュで照射してもよい。

[0106] このように発光ダイオード素子を用いることにより、比較的が高価な半導体レーザ素子を用いるよりも多数の光源を用いて剥離光照射を実行することが低コストで可能になる。また、個々の発光ダイオード素子から剥離光を放射する時間を長くすることも容易であるため、各発光ダイオード素子の光出力が小さくても、照射時間を調整することにより、剥離に必要な照射エネルギーを達成できる。さらには、レーザ光を使用しないため、人間の眼に対する安全性（アイセーフ）の面でも有利である。

[0107] <リフトオフ>

図 11A は、剥離光の照射後、積層構造体 100 がステージ 210 に接触した状態を記載している。この状態を維持したまま、ステージ 210 からガラスベース 10 までの距離を拡大する。このとき、本実施形態におけるステージ 210 は積層構造体 100 の発光デバイス部分を吸着している。

[0108] 不図示の駆動装置がガラスベース 10 を保持してガラスベース 10 の全体を矢印 L の方向に移動させることにより、剥離（リフトオフ）が実行される。ガラスベース 10 は、不図示の吸着ステージによって吸着した状態で吸着ステージとともに移動し得る。ガラスベース 10 の移動の方向は、積層構造体 100 の第 1 の表面 100a に垂直である必要はなく、傾斜していてもよい。ガラスベース 10 の移動は直線運動である必要はなく、回転運動であってもよい。また、ガラスベース 10 が不図示の保持装置または他のステージによって固定され、ステージ 210 が図の上方に移動してもよい。

[0109] 図 11B は、こうして分離された積層構造体 100 の第 1 部分 110 と第 2 部分 120 とを示す断面図である。図 12 は、積層構造体 100 の第 2 部分 120 を示す斜視図である。積層構造体 100 の第 1 部分 110 は、ステ

ージ210に接触した複数の発光デバイス1000を含む。各発光デバイス1000は、機能層領域20と、樹脂膜30の複数のフレキシブル基板領域30dとを有している。これに対して、積層構造体100の第2部分120は、ガラスベース10と、樹脂膜30の中間領域30iとを有している。樹脂膜30の中間領域30iは、少なくとも一部の低照射領域において、ガラスベース10に固着している。このため、樹脂膜30の中間領域30iの全体がガラスベース10に付着して状態でステージ210から離れていく。

[0110] 図12の例では、剥離光の照射プロセスと剥離プロセスの両方が、ステージ210を備える剥離装置220によって実行されている。本開示の実施形態は、このような例に限定されない。剥離光の照射プロセスは、ステージ210を備える剥離光照射装置によって実行し、剥離プロセスは、ステージ210とは異なる他のステージを備える他の装置を用いて実行してもよい。この場合、剥離光の照射後に、積層構造体100をステージ210から不図示の他のステージに移動させる必要がある。同一のステージを用いて剥離光の照射プロセスと剥離プロセスの両方を実行すれば、ステージ間で積層構造体を移動させる工程を省くことができる。

[0111] 上述のように、本実施形態において積層構造体100を第1部分110と第2部分120とに分離する工程は、ステージ210が積層構造体100の第2の表面100bを吸着している状態で実行される。この分離工程で重要な点は、積層構造体100のうち、発光デバイス1000を構成しない不要な部分がガラスベース10とともにステージ210から離れることにある。本実施形態では、図2に示される切断工程、すなわち、積層構造体100のうちでガラスベース10以外の部分を複数の発光デバイス1000とその他の不要部分とに切断する工程を剥離光の照射前に行う。このように切断工程を剥離光照射工程の前に行うことが、図11Bおよび図12に示される分離を実現するために有効である。また、発光デバイス1000を構成しない不要部分をガラスベース10に残すため、その不要部分の一部はガラスベース10に固着するように剥離光の照射強度を変調している。

[0112] <剥離後の工程>

図13は、ステージ210に吸着された状態にある積層構造体100の第1部分110（発光デバイス1000）と、ステージ210から離れた位置にある第2部分120（ガラスベース10と付着物）とを示す斜視図である。積層構造体100のうち、発光デバイス1000を構成しない不要な部分がガラスベース10に付着している。

[0113] 図14は、ステージ210に吸着された状態にある積層構造体100の第1部分110を示す斜視図である。ステージ210に支持された積層構造体100の第1部分110は、行および列状に配列された複数の発光デバイス1000である。図14の例においては、樹脂膜30のうち、フレキシブル基板領域30dの表面（剥離表面）30sが露出している。

[0114] 図15は、ステージ210が発光デバイス1000を吸着している状態を示す断面図である。この断面は、ZX面に平行な断面である。図15のZ軸の方向は、図13および図14のZ軸の方向から反転している。

[0115] ステージ210に接触した複数の発光デバイス1000のそれぞれに対しては、順次または同時に、様々な処理を実行することができる。

[0116] 発光デバイス1000に対する「処理」は、複数の発光デバイス1000のそれぞれに、誘電体および／または導電体のフィルムを貼ること、クリーニングまたはエッチングを行うこと、ならびに、光学部品および／または電子部品を実装することを含み得る。具体的には、個々の発光デバイス1000のフレキシブル基板領域30dに対して、例えば、偏光板、封止フィルム、タッチパネル、放熱シート、電磁シールド、ドライバ集積回路などの部品が実装され得る。シート状の部品には、光学的、電氣的、または磁氣的な機能を発光デバイス1000に付加し得る機能性フィルムが含まれる。

[0117] 複数の発光デバイス1000がステージ210に吸着した状態で支持されているため、各発光デバイス1000に対する様々な処理が効率的に実行できる。

[0118] ガラスベース10から剥離された樹脂膜30の表面30sは、活性である

ため、表面 30s を保護膜で覆ったり、疎水化の表面処理を行ったりした後、その上に各種の部品を実装してもよい。

[0119] 図 16 は、シート状の部品（機能性フィルム）60 が実装された後、発光デバイス 1000 がステージ 210 から取り外された状態を模式的に示す断面図である。

[0120] 従来技術によれば、発光デバイス 1000 を分割する前に樹脂膜をガラスベースから剥離するため、その後の処理を行うときには、多数の発光デバイス 1000 が一枚の樹脂膜に固着した状態にある。そのため、個々の発光デバイス 1000 に対して効率的な処理を実行することが困難である。また、シート状の部品を取り付けた後に、発光デバイス 1000 を分割する場合、シート状部品のうち、隣接する 2 個の発光デバイス 1000 の中間領域に位置する部分は無駄になる。

[0121] これに対して、本開示の実施形態によれば、ガラスベース 10 から剥離した後も多数の発光デバイス 1000 がステージ 210 上に整然と配列されているため、個々の発光デバイス 1000 に対して、順次または同時に、様々な処理を効率的に実行することが可能になる。

[0122] 積層構造体 100 を第 1 部分 110 と第 2 部分 120 とに分離する工程を行った後、図 17 に示すように、ステージ 210 に接触した複数の発光デバイス 1000 に他の保護シート（第 2 の保護シート）70 を固着する工程を更に実行してもよい。第 2 の保護シート 70 は、ガラスベース 10 から剥離した樹脂膜 30 のフレキシブル基板領域 30d の表面を一時的に保護する機能を発揮し得る。第 2 の保護シート 70 は、前述の保護シート 50 と同様のラミネート構造を有し得る。保護シート 50 を第 1 の保護シート 50 と呼ぶことができる。

[0123] 第 2 の保護シート 70 は、ステージ 210 に接触した複数の発光デバイス 1000 のそれぞれに対して上記の様々な処理を実行した後、複数の発光デバイス 1000 に固着されてもよい。

[0124] 第 2 の保護シート 70 を付着した後、発光デバイス 1000 に対するステ

ージ210による吸着を停止すると、第2の保護シート70に固着された状態にある複数の発光デバイス1000をステージ210から離すことができる。その後、第2の保護シート70は、複数の発光デバイス1000のキャリアとして機能し得る。これは、ステージ210から第2の保護シート70への発光デバイス1000の転写である。第2の保護シート70に固着された状態にある複数の発光デバイス1000のそれぞれに対して、順次または同時に、様々な処理を実行してもよい。

[0125] 図18は、複数の発光デバイス1000にそれぞれ実装される複数の部品（機能性フィルム）80を載せたキャリアシート90を示す断面図である。このようなキャリアシート90を矢印Uの方向に移動させることにより、各部品80を発光デバイス1000に取り付けることが可能である。部品80の上面は、発光デバイス1000に強く付着する接着層を有している。一方、キャリアシート90と部品80との間は、比較的弱く付着している。このようなキャリアシート90を用いることにより、部品80の一括的な「転写」が可能になる。このような転写は、複数の発光デバイス1000がステージ210に規則的に配置された状態で支持されているため、容易に実現する。

[0126] 以下、図2の分割を行う前における積層構造体100の構成をより詳しく説明する。

[0127] まず、図19Aを参照する。図19Aは、表面に樹脂膜30が形成されたガラスベース10を示す断面図である。ガラスベース10は、プロセス用の支持基板であり、その厚さは、例えば0.3～0.7mm程度であり得る。

[0128] 本実施形態における樹脂膜30は、例えば厚さ5 μ m以上100 μ m以下のポリイミド膜である。ポリイミド膜は、前駆体であるポリアミド酸またはポリイミド溶液から形成され得る。ポリアミド酸の膜をガラスベース10の表面に形成した後に熱イミド化を行ってもよいし、ポリイミドを溶融または有機溶媒に溶解したポリイミド溶液からガラスベース10の表面に膜を形成してもよい。ポリイミド溶液は、公知のポリイミドを任意の有機溶媒に溶解

して得ることができる。ポリイミド溶液をガラスベース 10 の表面 10 s に塗布した後、乾燥することによってポリイミド膜が形成され得る。

[0129] ポリイミド膜は、発光デバイスがボトムエミッション型のフレキシブルディスプレイの場合、可視光領域の全体で高い透過率を実現することが好ましい。ポリイミド膜の透明度は、例えば J I S K 7 1 0 5 - 1 9 8 1 に従った全光線透過率によって表現され得る。全光線透過率は 8 0 % 以上、または 8 5 % 以上に設定され得る。一方、トップエミッション型のフレキシブルディスプレイの場合には透過率の影響は受けない。

[0130] 樹脂膜 30 は、ポリイミド以外の合成樹脂から形成された膜であってもよい。ただし、本開示の実施形態では、薄膜トランジスタを形成する工程において、例えば 3 5 0 °C 以上の熱処理を行うため、この熱処理によって劣化しない材料から樹脂膜 30 は形成される。

[0131] 樹脂膜 30 は、複数の合成樹脂層の積層体であってもよい。本実施形態のある態様では、フレキシブルディスプレイの構造物をガラスベース 10 から剥離するとき、ガラスベース 10 を透過する紫外線剥離光を樹脂膜 30 に照射する工程が行われる。樹脂膜 30 の一部は、ガラスベース 10 との界面において、このような紫外線剥離光を吸収して分解（消失）する必要がある。また、例えば、ある波長帯域の剥離光を吸収してガスを発生する犠牲層（金属または非晶質シリコンから形成された薄層）をガラスベース 10 と樹脂膜 30 との間に配置しておけば、その剥離光の照射により、樹脂膜 30 をガラスベース 10 から容易に剥離することができる。犠牲層を設けると、アッシュの生成が抑制されるという効果も得られる。

[0132] <研磨処理>

樹脂膜 30 の表面 30 x 上にパーティクルまたは凸部などの研磨対象（ターゲット）が存在する場合、研磨装置によってターゲットを研磨し平坦化してもよい。パーティクルにどの異物の検出は、例えばイメージセンサによって取得した画像を処理することによって可能である。研磨処理後、樹脂膜 30 の表面 30 x に対する平坦化処理を行ってもよい。平坦化処理は、平坦性

を向上させる膜（平坦化膜）を樹脂膜 30 の表面 30 x に形成する工程を含む。平坦化膜は樹脂から形成されている必要はない。

[0133] <下層ガスバリア膜>

次に、樹脂膜 30 上にガスバリア膜を形成してもよい。ガスバリア膜は、種々の構造を有し得る。ガスバリア膜の例は、シリコン酸化膜またはシリコン窒化膜などの膜である。ガスバリア膜の他の例は、有機材料層および無機材料層が積層された多層膜であり得る。このガスバリア膜は、機能層領域 20 を覆う後述のガスバリア膜から区別するため、「下層ガスバリア膜」と呼んでもよい。また、機能層領域 20 を覆うガスバリア膜は、「上層ガスバリア膜」と呼ぶことができる。

[0134] <機能層領域>

以下、TFT 層 20 A および発光素子層 20 B などを含む機能層領域 20 、ならびに上層ガスバリア膜 40 を形成する工程を説明する。

[0135] まず、図 19 B に示されるように、複数の機能層領域 20 をガラスベース 10 上に形成する。ガラスベース 10 と機能層領域 20 との間には、ガラスベース 10 に固着している樹脂膜 30 が位置している。

[0136] 機能層領域 20 は、より詳細には、下層に位置する TFT 層 20 A と、上層に位置する発光素子層 20 B とを含んでいる。TFT 層 20 A および発光素子層 20 B は、公知の方法によって順次形成される。発光デバイスがディスプレイの場合、TFT 層 20 A は、アクティブマトリクスを実現する TFT アレイの回路を含む。発光素子層 20 B は、各々が独立して駆動され得る発光素子（OLED 素子および／またはマイクロ LED 素子）のアレイを含む。

[0137] マイクロ LED 素子のチップサイズは、例えば、 $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ よりも小さい。マイクロ LED 素子は、放射する光の色または波長に応じて異なる無機半導体材料から形成され得る。同一の半導体チップが組成の異なる複数の半導体積層構造を含み、それぞれの半導体積層構造から異なる R（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の光が放射されてもよい。また、

周知のように、紫外光を放射する半導体チップ、または青色光を放射する半導体チップと、種々の蛍光体材料とを組み合わせることにより、R、G、Bの光を放射させてもよい。

[0138] TFT層20Aの厚さは例えば4 μm 程度であり、OLED素子を含む発光素子層20Bの厚さは、例えば1 μm である。マイクロLED素子を含む発光素子層20Bの厚さは、例えば10 μm 以上であり得る。

[0139] 図20は、発光デバイスの一例であるディスプレイにおけるサブ画素の基本的な等価回路図である。ディスプレイの1個の画素は、例えばR、G、Bなどの異なる色のサブ画素によって構成され得る。図20に示される例は、選択用TFT素子 T_{r1} 、駆動用TFT素子 T_{r2} 、保持容量CH、および発光素子ELを有している。選択用TFT素子 T_{r1} は、データラインDLと選択ラインSLとに接続されている。データラインDLは、表示されるべき映像を規定するデータ信号を運ぶ配線である。データラインDLは選択用TFT素子 T_{r1} を介して駆動用TFT素子 T_{r2} のゲートに電氣的に接続される。選択ラインSLは、選択用TFT素子 T_{r1} のオン／オフを制御する信号を運ぶ配線である。駆動用TFT素子 T_{r2} は、パワーラインPLと発光素子ELとの間の導通状態を制御する。駆動用TFT素子 T_{r2} がオンすれば、発光素子ELを介してパワーラインPLから接地ラインGLに電流が流れる。この電流が発光素子ELを発光させる。選択用TFT素子 T_{r1} がオフしても、保持容量CHにより、駆動用TFT素子 T_{r2} のオン状態は維持される。

[0140] TFT層20Aは、選択用TFT素子 T_{r1} 、駆動用TFT素子 T_{r2} 、データラインDL、および選択ラインSLなどを含む。発光素子層20Bは発光素子ELを含む。発光素子層20Bが形成される前、TFT層20Aの上面は、TFTアレイおよび各種配線を覆う層間絶縁膜によって平坦化されている。発光素子層20Bを支持し、発光素子層20Bのアクティブマトリクス駆動を実現する構造体は、「バックプレーン」と称される。

[0141] 図20に示される回路要素および配線の一部は、TFT層20Aおよび発

光素子層 20B のいずれかに含まれ得る。また、図 20 に示されている配線は、不図示のドライバ回路に接続される。

[0142] 本開示の実施形態において、TFT 層 20A および発光素子層 20B の具体的な構成は多様であり得る。これらの構成は、本開示の内容を制限しない。TFT 層 20A に含まれる TFT 素子の構成は、ボトムゲート型であってもよいし、トップゲート型であってもよい。また、発光素子層 20B に含まれる発光素子の発光は、ボトムエミション型であってもよいし、トップエミション型であってもよい。発光素子の具体的な構成も任意である。

[0143] TFT 素子を構成する半導体層の材料は、例えば、結晶質のシリコン、非晶質のシリコン、酸化物半導体を含む。本開示の実施形態では、TFT 素子の性能を高めるために、TFT 層 20A を形成する工程の一部が 350℃ 以上の熱処理工程を含む。

[0144] <上層ガスバリア膜>

上記の機能層を形成した後、図 19C に示されるように、機能層領域 20 の全体をガスバリア膜（上層ガスバリア膜）40 によって覆う。上層ガスバリア膜 40 の典型例は、無機材料層と有機材料層とが積層された多層膜である。なお、上層ガスバリア膜 40 と機能層領域 20 との間、または上層ガスバリア膜 40 の更に上層に、粘着膜、タッチスクリーンを構成する他の機能層、偏光膜などの要素が配置されていてもよい。上層ガスバリア膜 40 の形成は、薄膜封止（Thin Film Encapsulation: TFE）技術によって行うことができる。発光素子層 20B が OLED 素子を含む場合、封止信頼性の観点から、薄膜封止構造の WVTR（Water Vapor Transmission Rate）は、典型的には $1 \times 10^{-4} \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下であることが求められている。本開示の実施形態によれば、この基準を達成している。上層ガスバリア膜 40 の厚さは例えば $1.5 \mu\text{m}$ 以下である。

[0145] 図 21 は、上層ガスバリア膜 40 が形成された段階における積層構造体 100 の上面側を模式的に示す斜視図である。1 個の積層構造体 100 は、ガラスベース 10 に支持された複数の発光デバイス 1000 を含んでいる。図

21に示される例において、1個の積層構造体100は、図1Aに示される例よりも多くの機能層領域20を含んでいる。前述したように、1枚のガラスベース10に支持される機能層領域20の個数は任意である。

[0146] <保護シート>

次に図19Dを参照する。図19Dに示されるように、積層構造体100の上面に保護シート50を張り付ける。保護シート50は、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）やポリ塩化ビニル（PVC）などの材料から形成され得る。前述したように、保護シート50の典型例は、離型剤の塗布層を表面に有するラミネート構造を有している。保護シート50の厚さは、例えば50 μ m以上200 μ m以下であり得る。

[0147] こうして作製された積層構造体100を用意した後、前述の製造装置（剥離装置220）を用いて本開示による製造方法を実行することができる。

産業上の利用可能性

[0148] 本発明の実施形態は、新しいフレキシブル発光デバイスの製造方法を提供する。フレキシブル発光デバイスは、スマートフォン、タブレット端末、車載用ディスプレイ、および中小型から大型のテレビジョン装置に広く適用され得る。また、フレキシブル発光デバイスは、照明装置としても利用され得る。

符号の説明

[0149] 10・・・ガラスベース、20・・・機能層領域、20A・・・TFT層、20B・・・発光素子層、30・・・樹脂膜、30d・・・樹脂膜のフレキシブル基板領域、30i・・・樹脂膜の中間領域、40・・・ガスバリア膜、50・・・保護シート、100・・・積層構造体、210・・・ステージ、220・・・剥離光照射装置（剥離装置）、1000・・・発光デバイス

請求の範囲

[請求項1]

第1の表面と第2の表面とを有する積層構造体であって、
前記第1の表面を規定するガラスベース；
それぞれがTFT層および発光素子層を含む複数の機能層領域；
前記ガラスベースと前記複数の機能層領域との間に位置して前記ガラスベースに固着している合成樹脂フィルムであって、前記複数の機能層領域をそれぞれ支持している複数のフレキシブル基板領域と、前記複数のフレキシブル基板領域を囲む中間領域とを含む合成樹脂フィルム；および、
前記複数の機能層領域を覆い、前記第2の表面を規定する保護シート；
を備える積層構造体を用意する工程と、
前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記複数のフレキシブル基板領域のそれぞれとを分割する工程と、
前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を剥離光で照射する工程と、
前記積層構造体の前記第2の表面をステージに接触させた状態で、前記ステージから前記ガラスベースまでの距離を拡大することにより、前記積層構造体を第1部分と第2部分とに分離する工程と、
を含み、
前記積層構造体の前記第1部分は、前記ステージに接触した複数の発光デバイスを含み、前記複数の発光デバイスは、それぞれ、前記複数の機能層領域を有し、かつ、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域を有しており、
前記積層構造体の前記第2部分は、前記ガラスベースと、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域とを含み、
前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を前記剥離光で照射する工程は、

前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の少なくとも一部に対する前記剥離光の照射強度を、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度よりも低下させる工程を含む、フレキシブル発光デバイスの製造方法。

[請求項2] 前記剥離光は、非コヒーレント光である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項3] 前記発光素子層は、配列された複数のマイクロLEDを含み、前記剥離光は、レーザ光である、請求項1に記載の製造方法。

[請求項4] 前記剥離光は、前記ガラスベースの外縁に平行な第1の方向に延びるラインビームであり、

前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を前記剥離光で照射する工程は、前記剥離光による前記界面上の照射領域を、前記第1の方向に交差する第2の方向に移動させることによって実行される、請求項1から3のいずれかに記載の製造方法。

[請求項5] 前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記ガラスベースの前記外縁に沿って延びる2本の平行なストライプ領域を含む、請求項4に記載の製造方法。

[請求項6] 前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記ストライプ領域に平行な少なくとも1本の間接ストライプ領域を含む、請求項4または5に記載の製造方法。

[請求項7] 前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、前記中間領域の幅の50%以上の幅を有する、請求項1から6のいずれかに記載の製造方法。

[請求項8] 前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部は、1mm以上の幅を有する、請求項1から7のいずれかに記載の製造方法。

- [請求項9] 前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の前記少なくとも一部における前記剥離光の照射強度と、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度との差異は、 $50 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 以上である、請求項1から8のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項10] 前記積層構造体を前記第1部分と前記第2部分とに分離する工程を行った後、
前記ステージに接触した前記複数の発光デバイスのそれぞれに対して、順次または同時に、処理を実行する工程を更に含む、請求項1から9のいずれかに記載の製造方法。
- [請求項11] 前記処理は、前記複数の発光デバイスのそれぞれに対して、同時または順次に、誘電体および／または導電体のフィルムを貼ること、クリーニングまたはエッチングを行うこと、光学部品および／または電子部品を実装することのいずれかを含む、請求項10に記載の製造方法。
- [請求項12] 第1の表面と第2の表面とを有する積層構造体であって、
前記第1の表面を規定するガラスベース；
それぞれがTFT層および発光素子層を含む複数の機能層領域；
前記ガラスベースと前記複数の機能層領域との間に位置して前記ガラスベースに固着している合成樹脂フィルムであって、前記複数の機能層領域をそれぞれ支持している複数のフレキシブル基板領域と、前記複数のフレキシブル基板領域を囲む中間領域とを含む合成樹脂フィルム；および、
前記複数の機能層領域を覆い、前記第2の表面を規定する保護シート；
を備え、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記複数のフレキシブル基板領域のそれぞれとが分割されている、積層構造体を支持するステージと、

前記ステージに支持されている前記積層構造体における前記合成樹脂フィルムと前記ガラスベースとの界面を剥離光で照射する剥離光照射装置と、

を備え、

前記剥離光照射装置は、

前記合成樹脂フィルムの前記中間領域と前記ガラスベースとの界面の少なくとも一部に対する前記剥離光の照射強度を、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域と前記ガラスベースとの前記界面に対する前記剥離光の照射強度よりも低下させる、フレキシブル発光デバイスの製造装置。

[請求項13] 前記剥離光照射装置は、非コヒーレント光源を備える、請求項12に記載の製造装置。

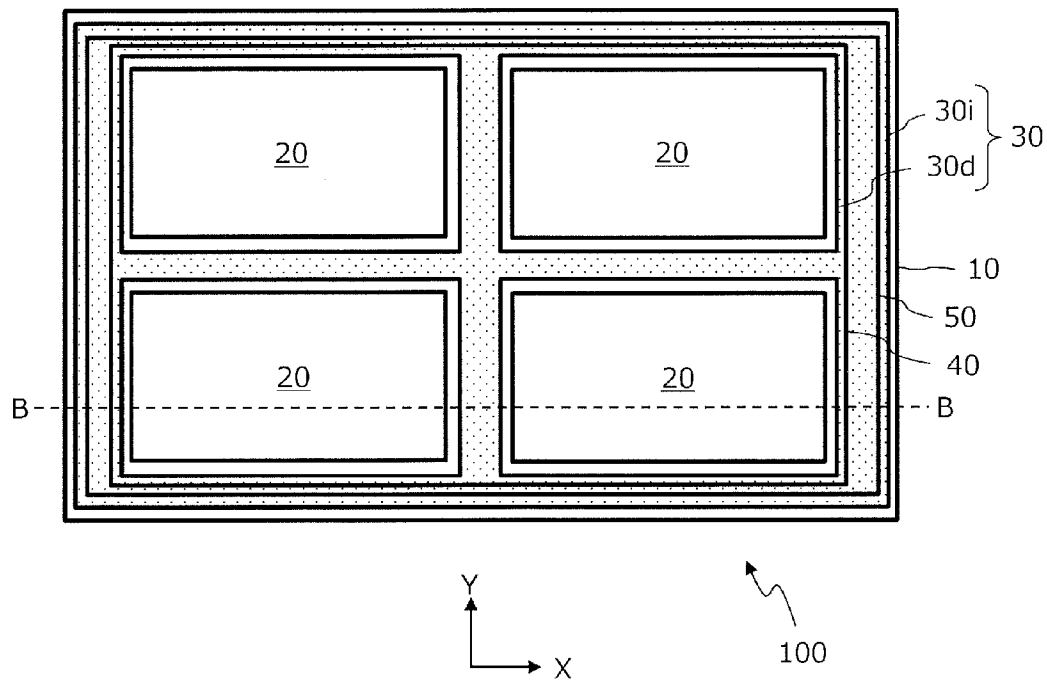
[請求項14] 前記発光素子層は、配列された複数のマイクロLEDを含み、
前記剥離光照射装置は、レーザ光源を備える、請求項12に記載の製造装置。

[請求項15] 前記ステージが前記積層構造体の前記第2の表面に接触した状態で、前記ステージから前記ガラスベースまでの距離を拡大することにより、前記積層構造体を第1部分と第2部分とに分離する駆動装置を更に備え、

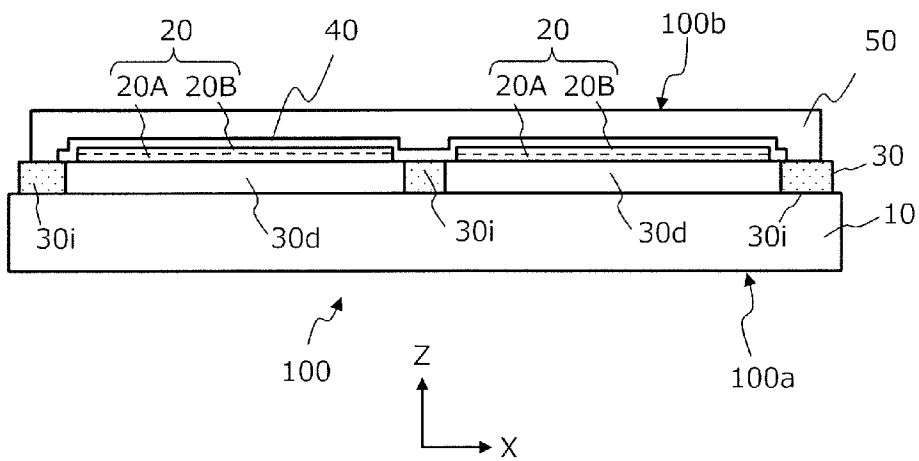
前記積層構造体の前記第1部分は、前記ステージに接触した複数の発光デバイスを含み、前記複数の発光デバイスは、それぞれ、前記複数の機能層領域を有し、かつ、前記合成樹脂フィルムの前記複数のフレキシブル基板領域を有しており、

前記積層構造体の前記第2部分は、前記ガラスベースと、前記合成樹脂フィルムの前記中間領域とを含む、請求項12から14のいずれかに記載の製造装置。

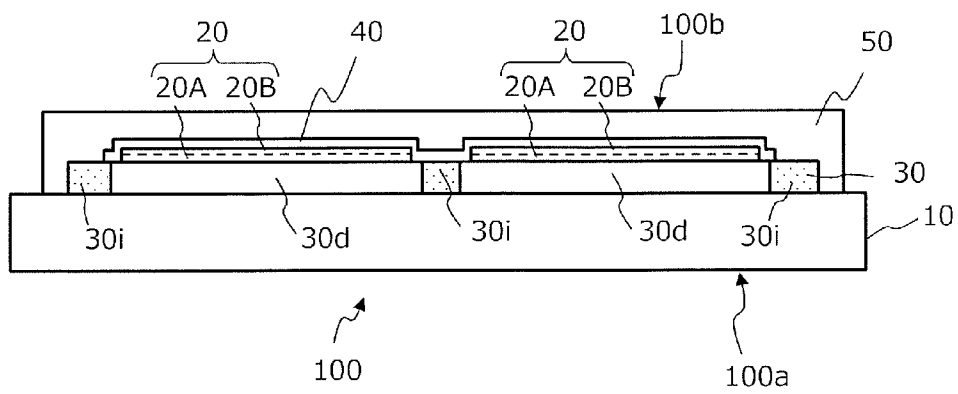
[図1A]



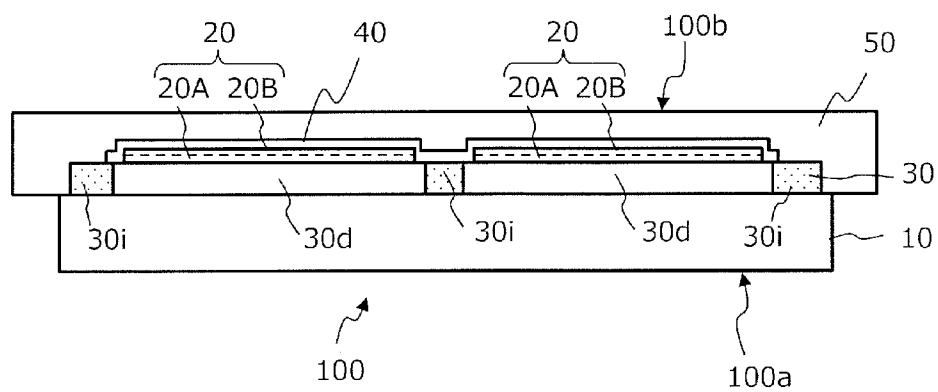
[図1B]



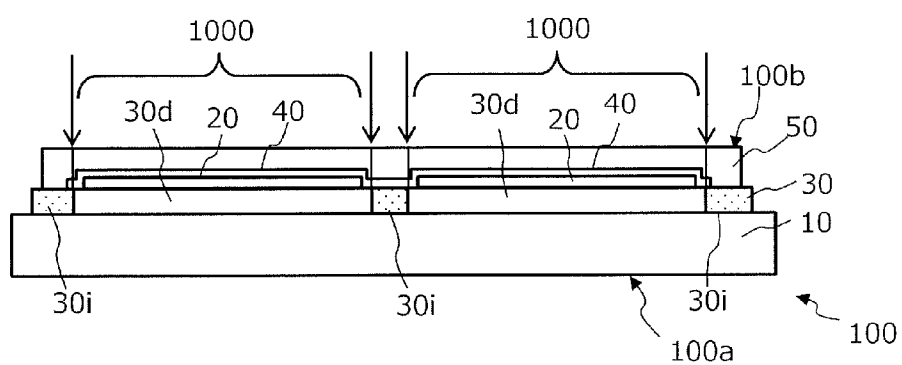
[図1C]



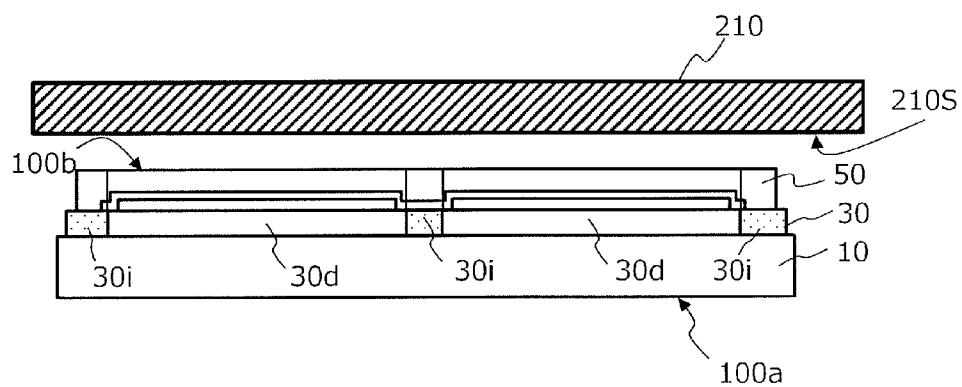
[図1D]



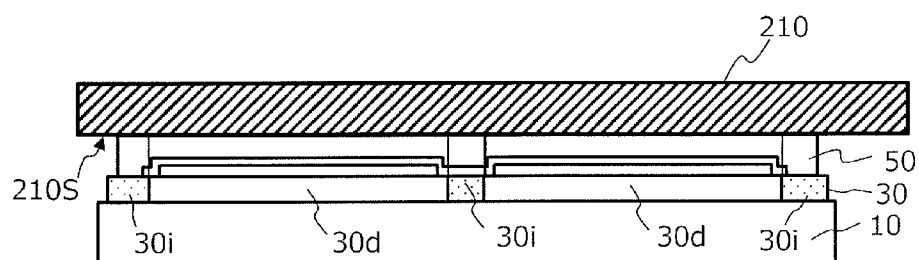
[図2]



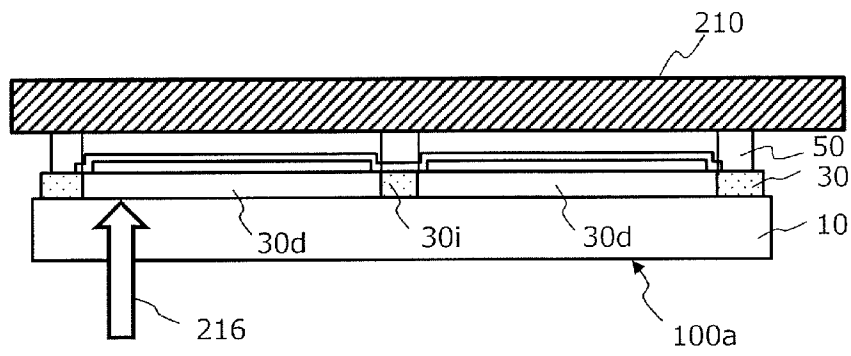
[図3A]



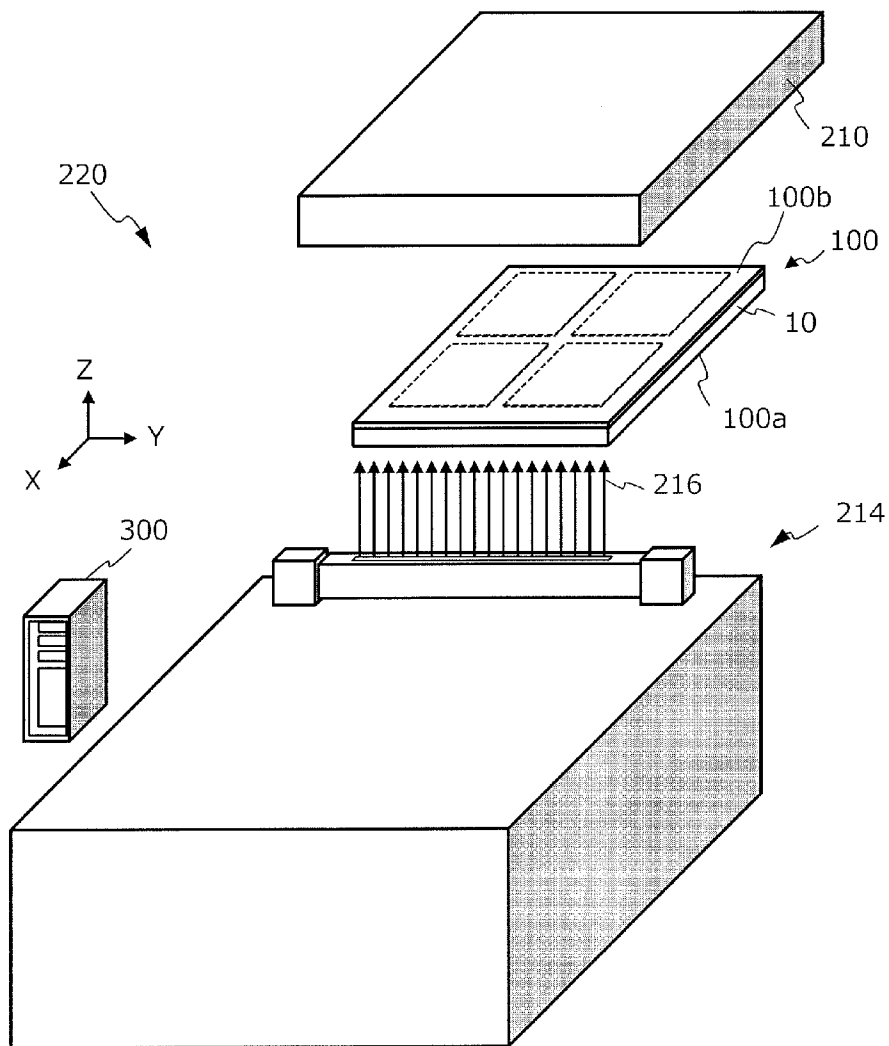
[図3B]



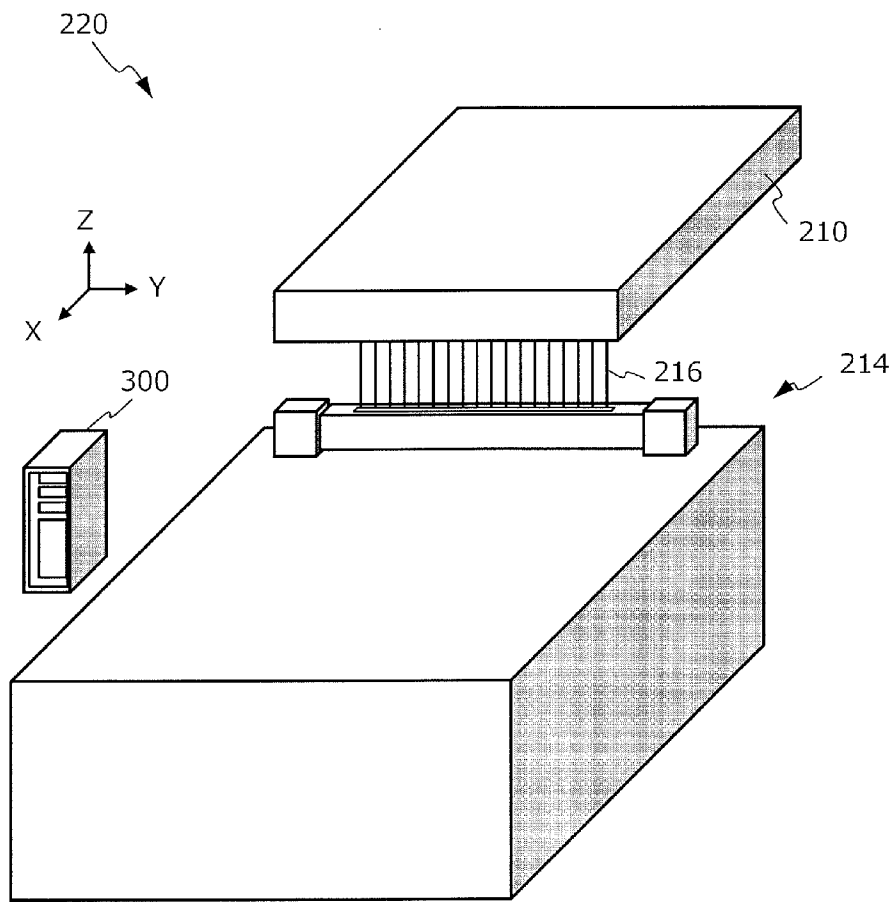
[図3C]



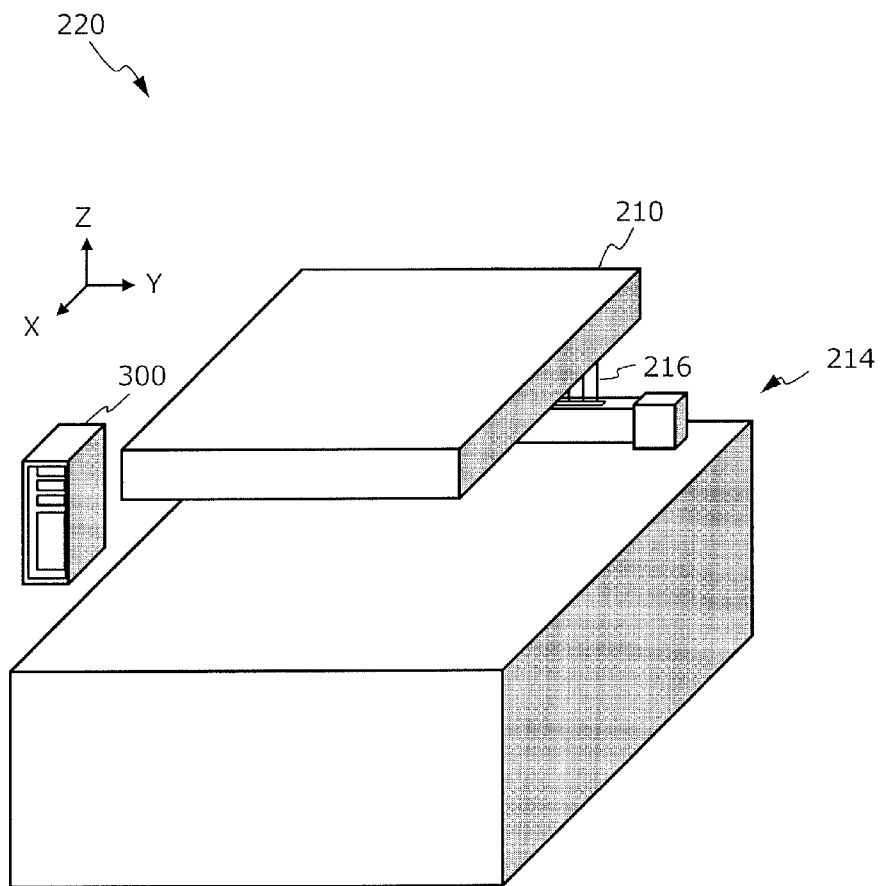
[図4A]



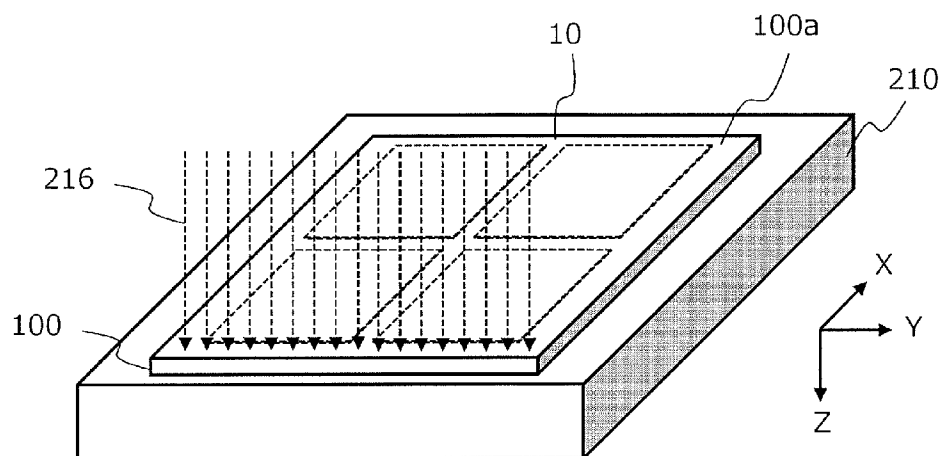
[図4B]



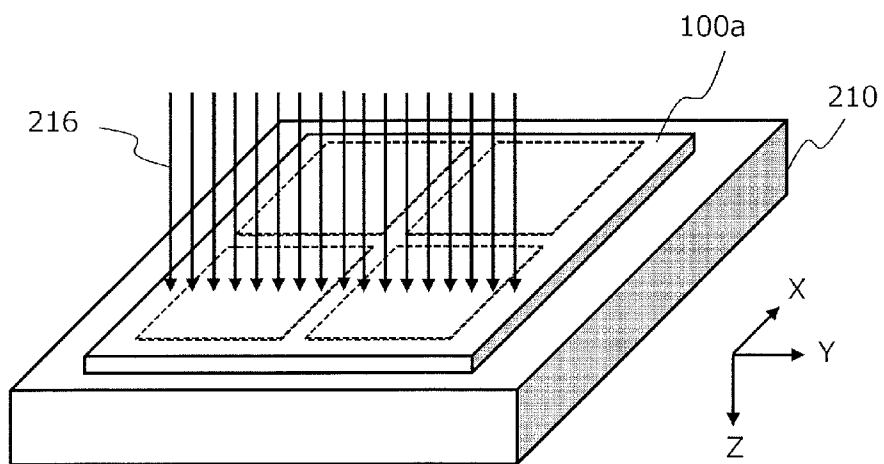
[図4C]



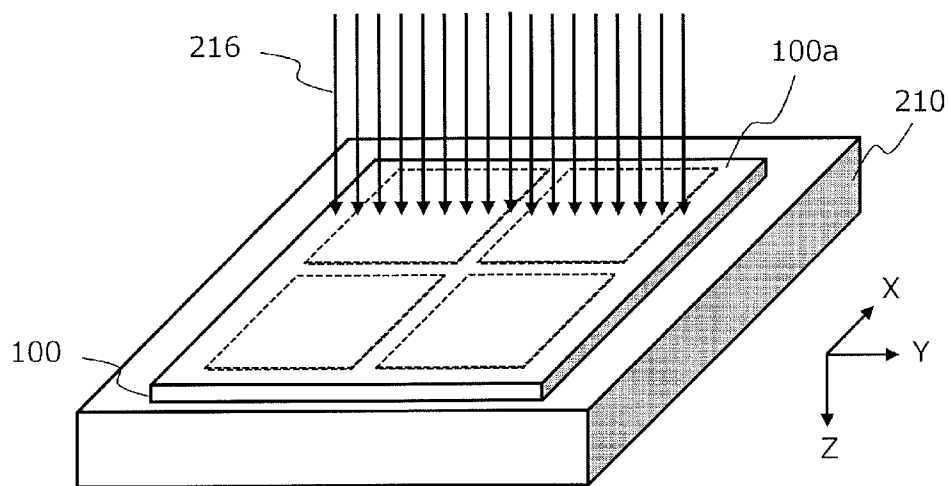
[図5A]



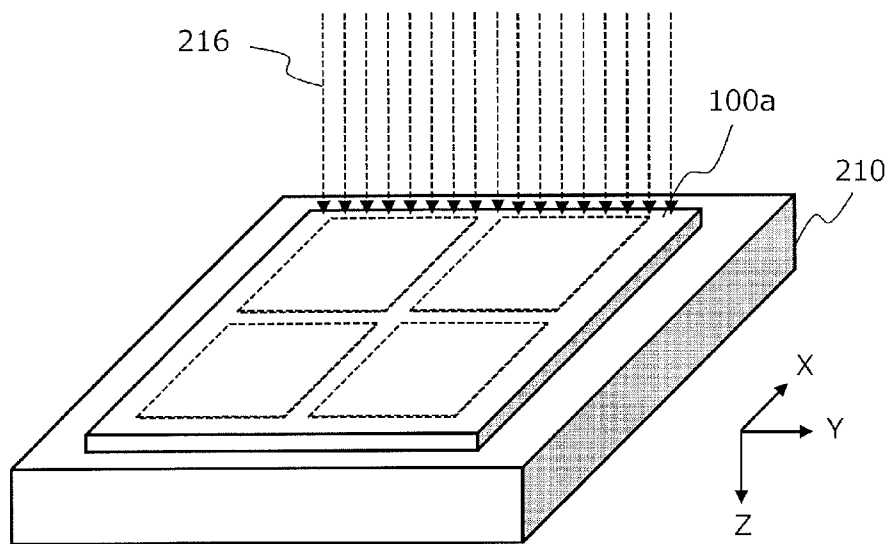
[図5B]



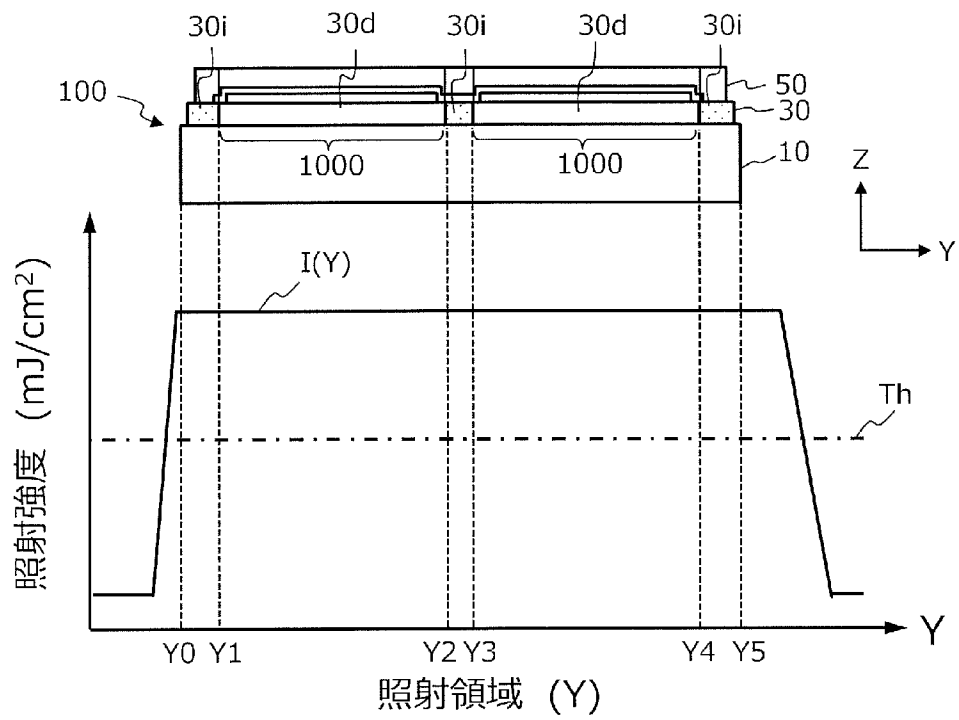
[図5C]



[図5D]



[図6]



[図7]

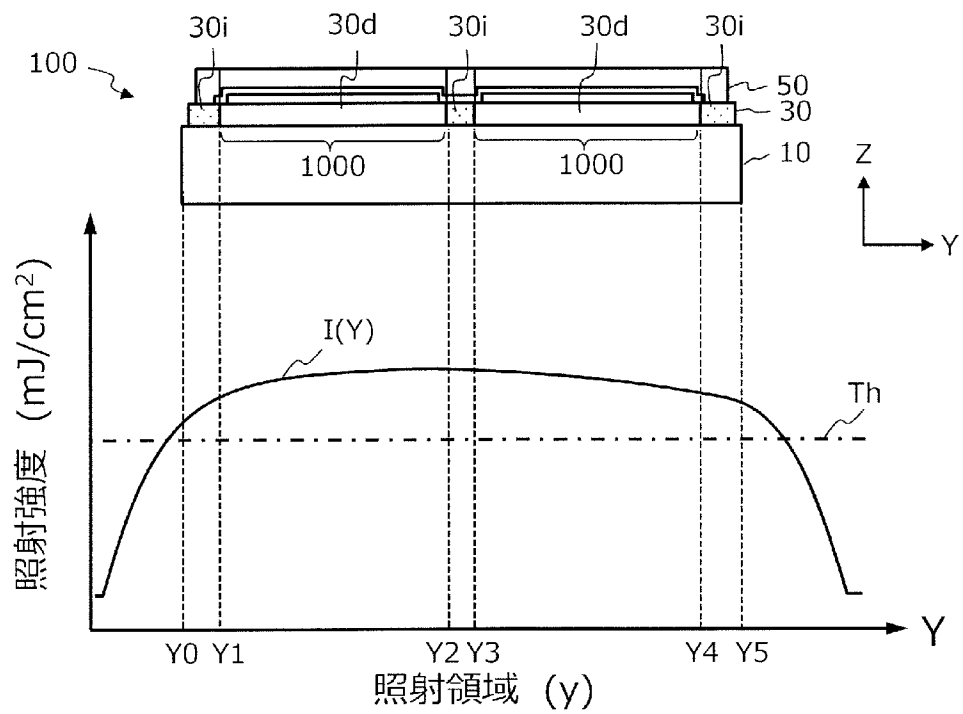
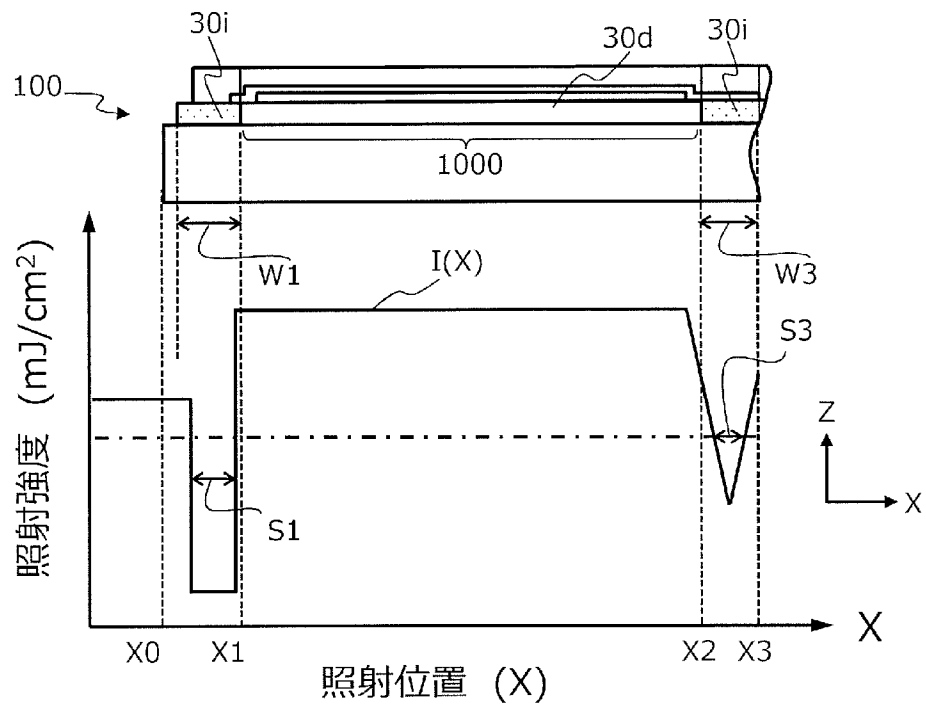


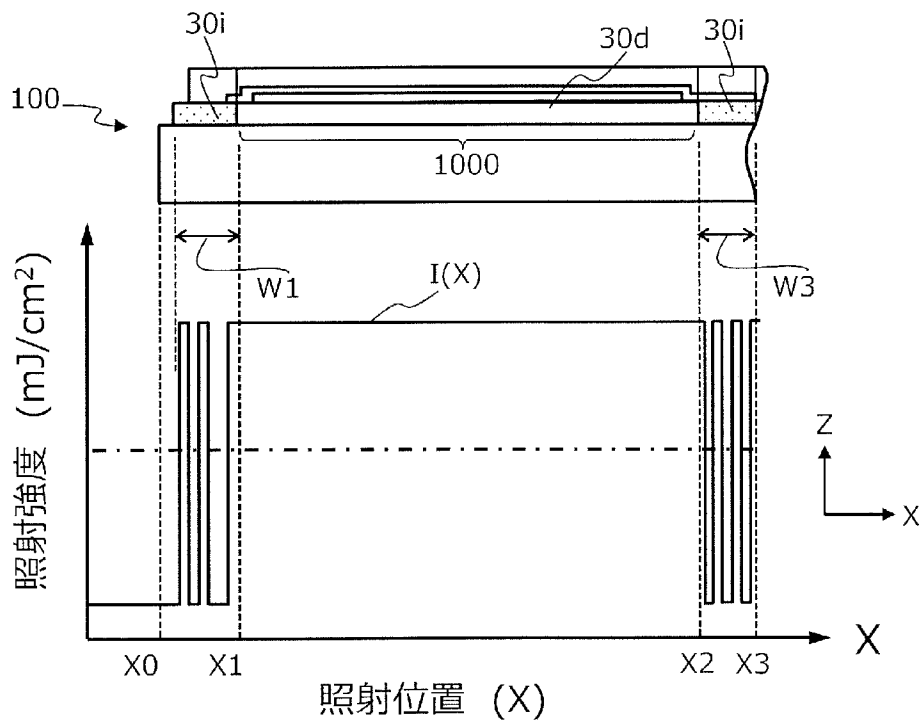
Figure 1 illustrates a scanning system and its irradiation intensity profile. The top part shows a cross-section of a substrate 10 with a scanning head 100 moving along the X-axis. The head contains a light source 30i and a lens 30d. The substrate has a thickness Th. The bottom part shows the irradiation intensity $I(X)$ in mJ/cm^2 as a function of the irradiation position X. The profile shows two rectangular pulses of width W1 and W2, separated by a distance W3. The pulses are centered at X1 and X4, with boundaries at X0, X1, X2, X3, X4, and X5. The intensity is zero outside these regions. The scanning direction is indicated by an arrow labeled "scanning" pointing to the right.

Figure 1 is a schematic diagram of a scanning system. The top part shows a cross-section of a substrate 10 with a scanning head 100 moving along the X-axis. The head contains a light source 30i and a detector 30d. The substrate has a thickness Th. The bottom part shows a graph of irradiance I(X) in mJ/cm² versus position X. The graph shows three rectangular pulses of width W1, W3, and W2, centered at X0, X2, and X4 respectively. The pulses are separated by distances S1, S3, and S2. The scanning direction is indicated by an arrow labeled "scanning =>".

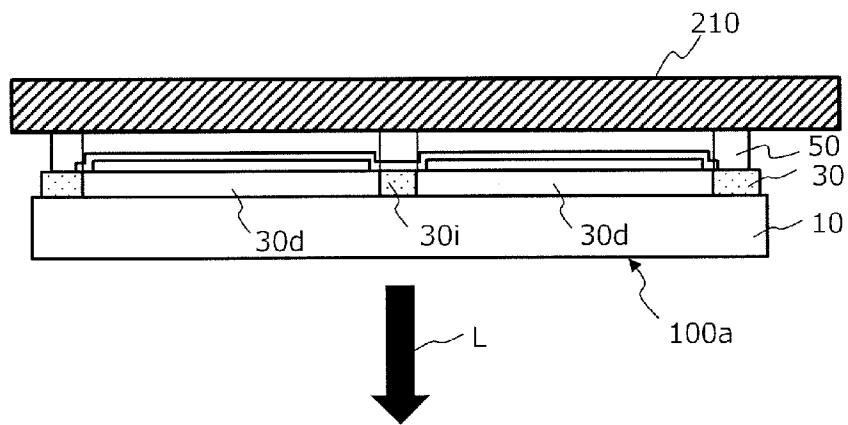
[図10A]



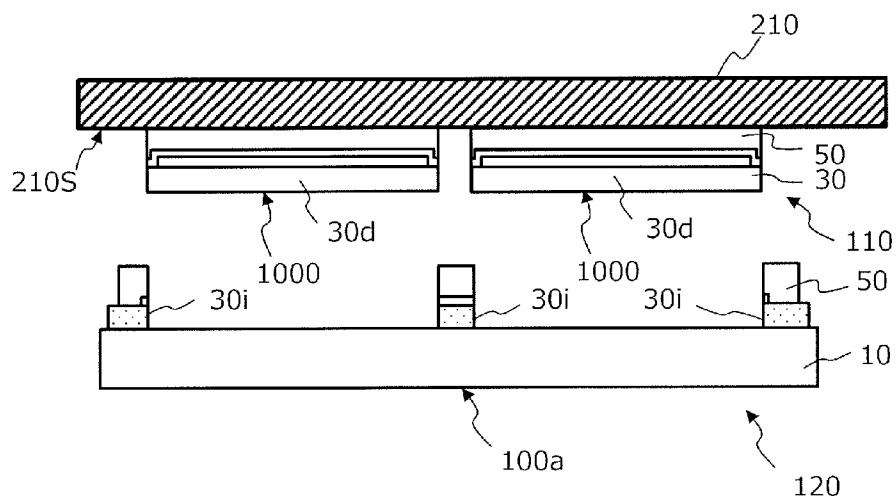
[図10B]



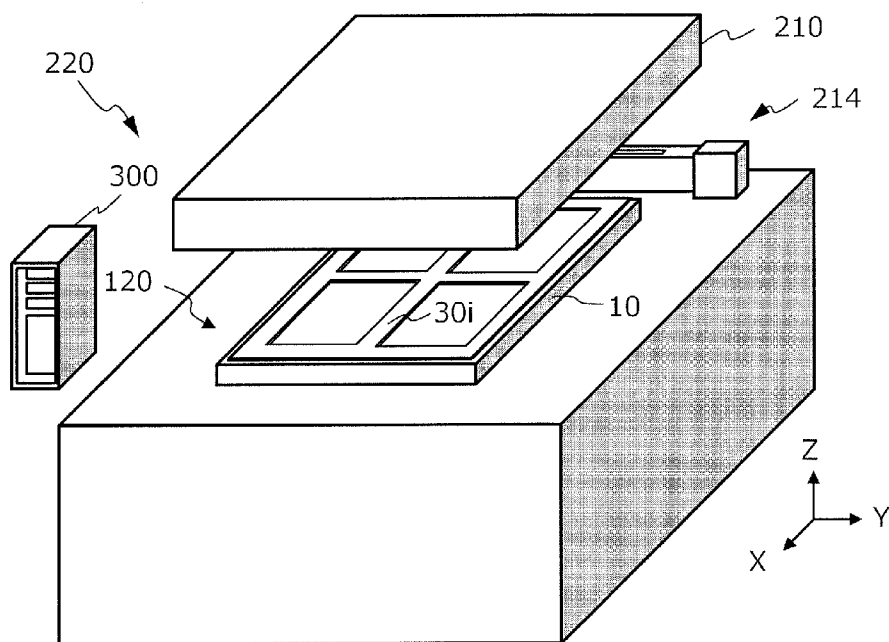
[図11A]



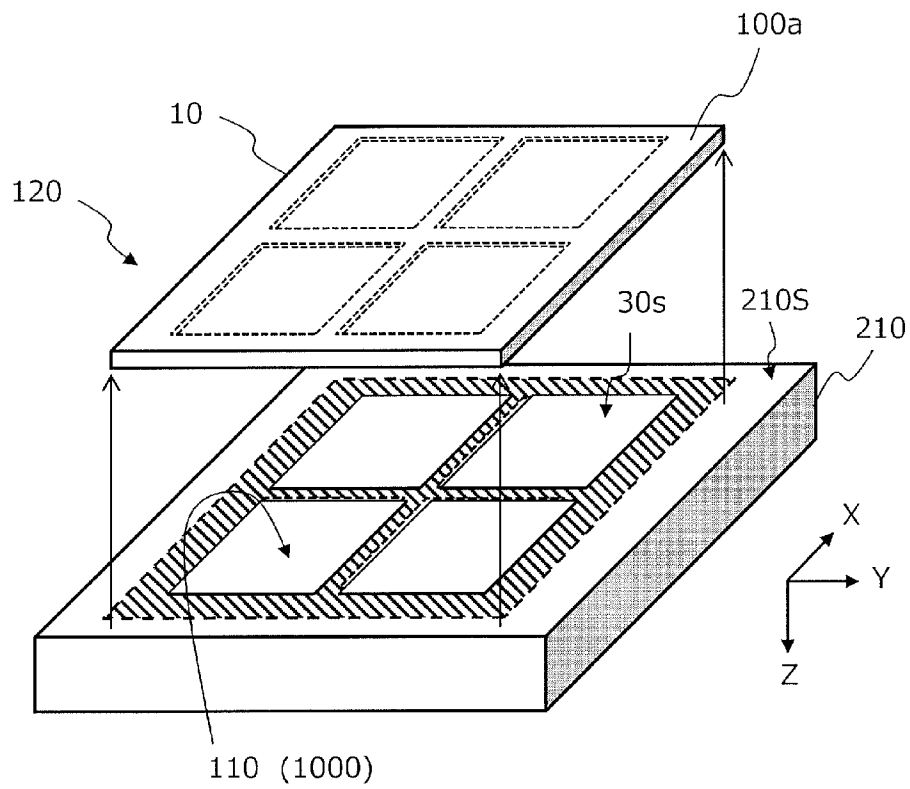
[図11B]



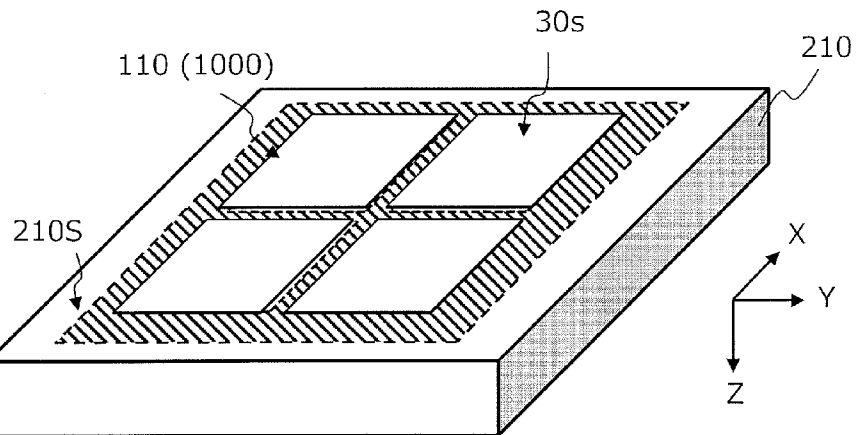
[図12]



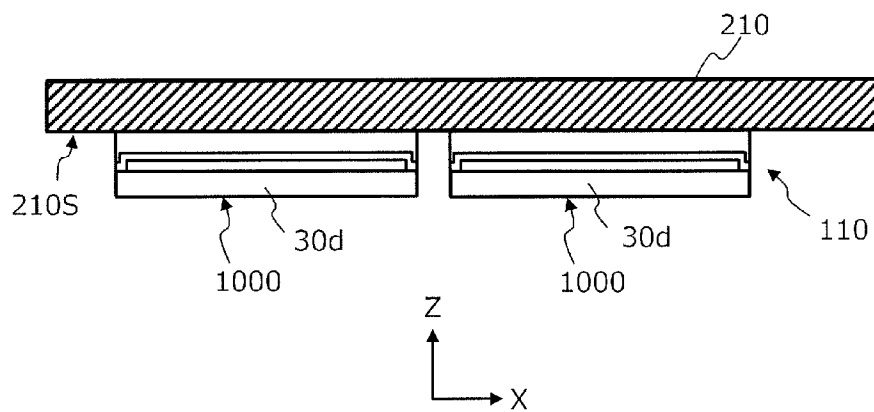
[図13]



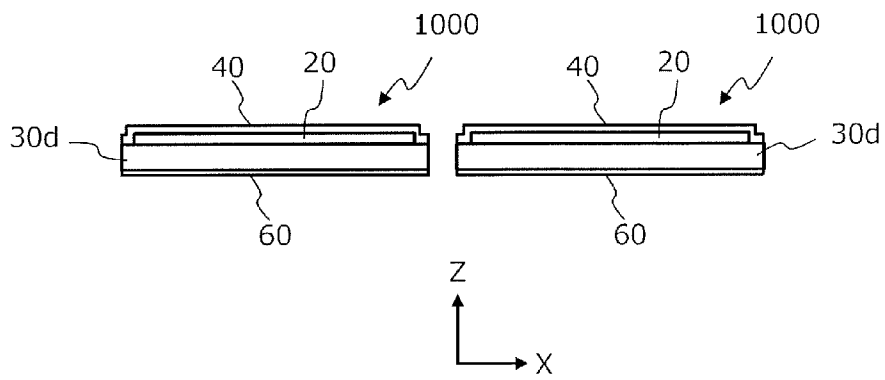
[図14]



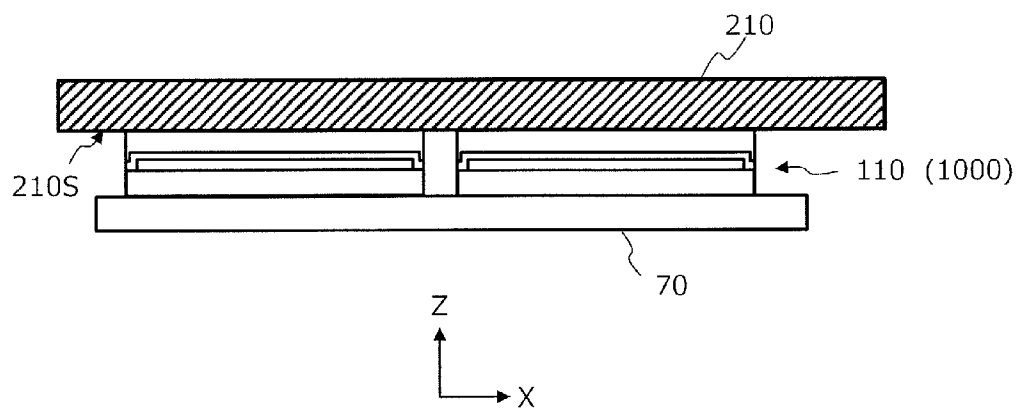
[図15]



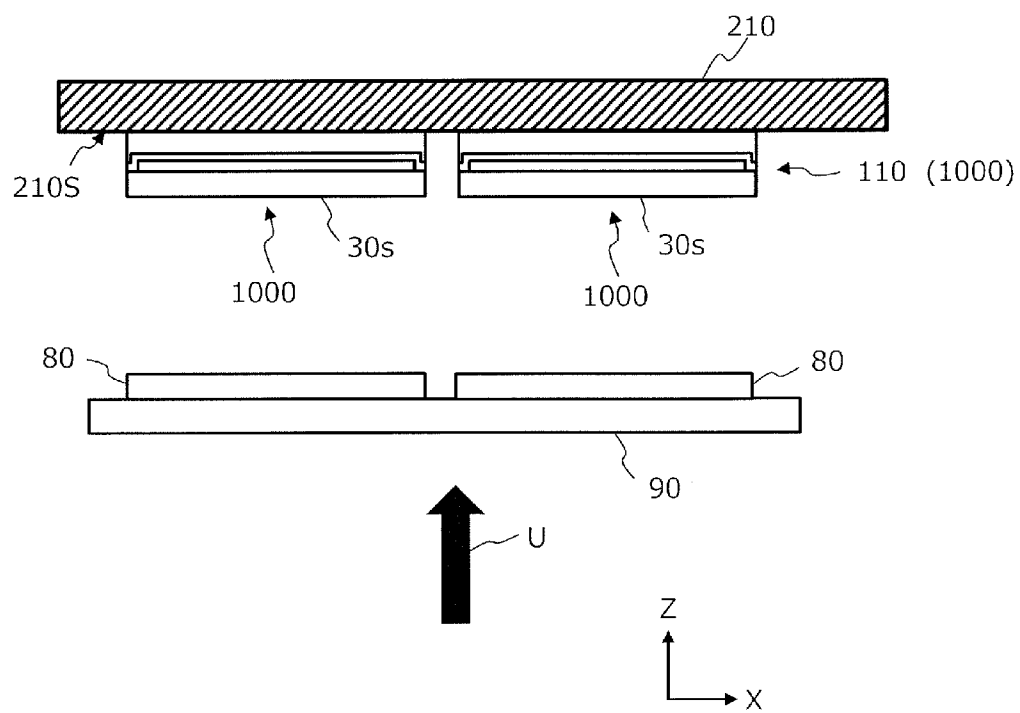
[図16]



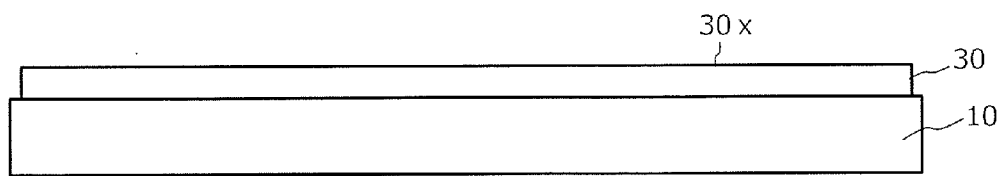
[図17]



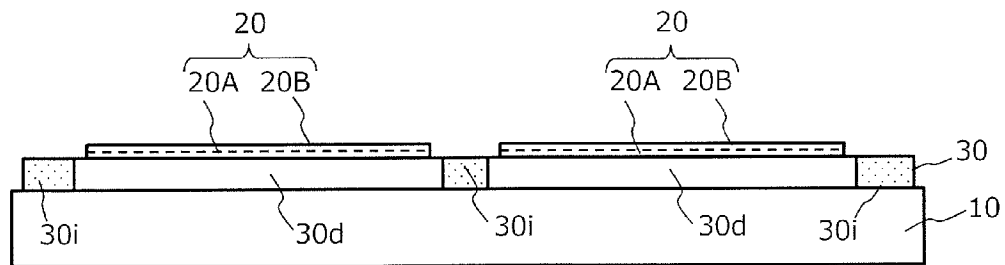
[図18]



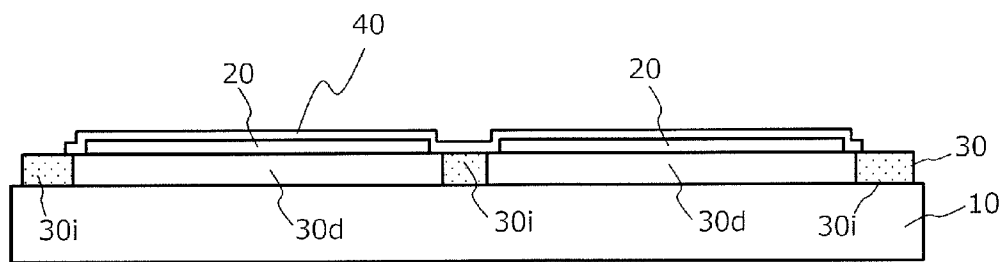
[図19A]



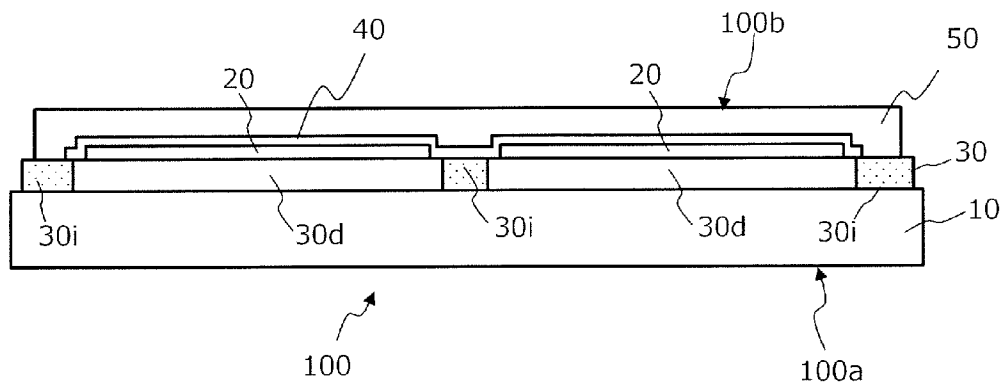
[図19B]



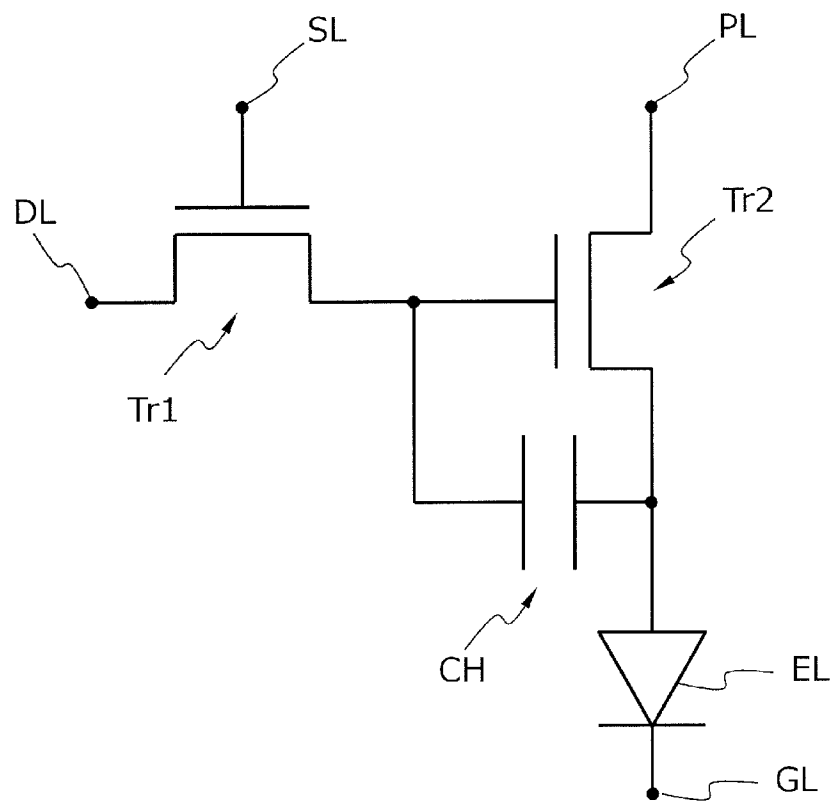
[図19C]



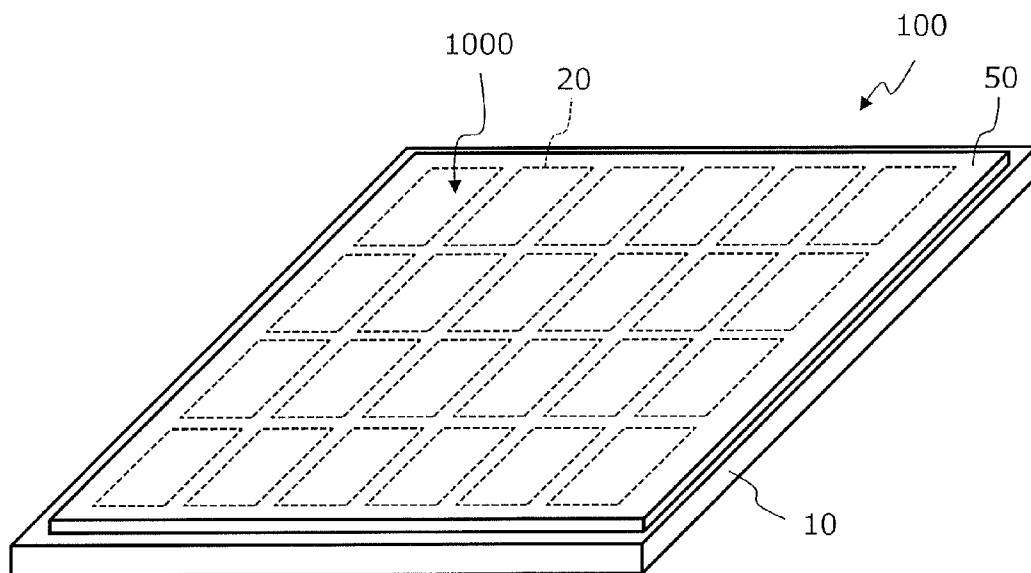
[図19D]



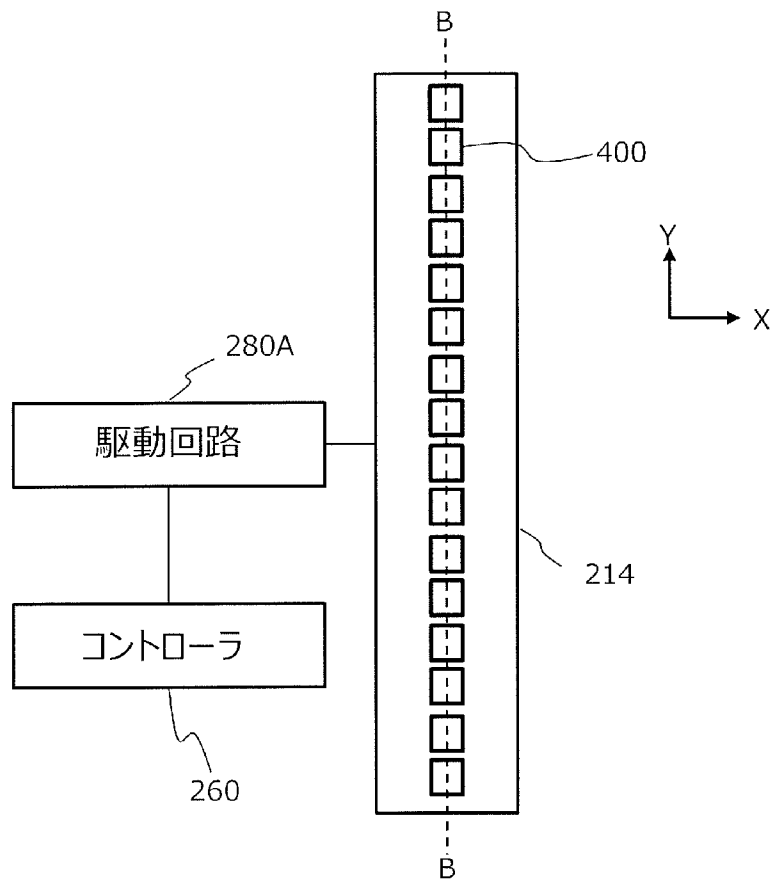
[図20]



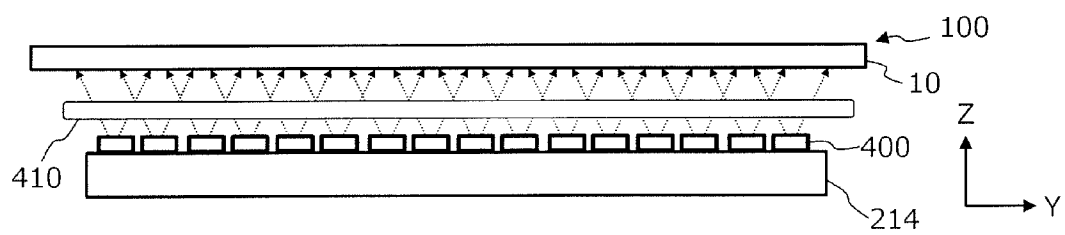
[図21]



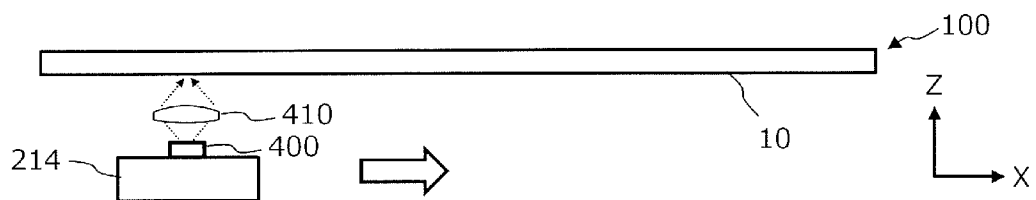
[図22A]



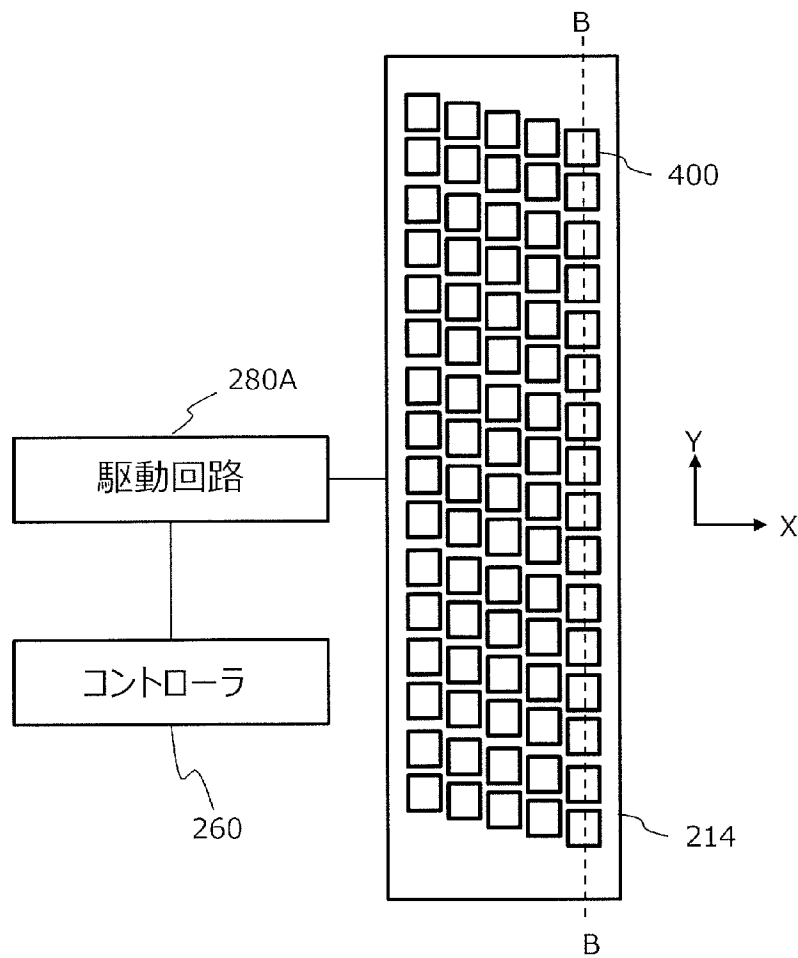
[図22B]



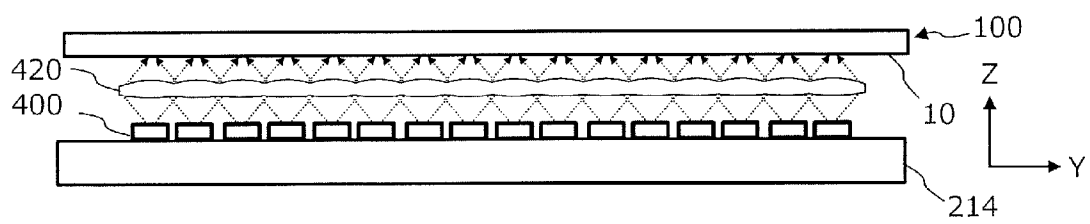
[図22C]



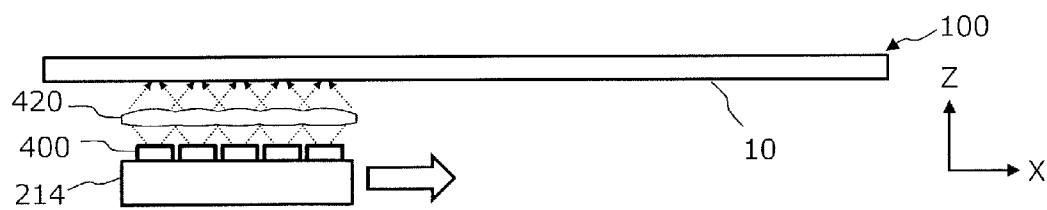
[図23A]



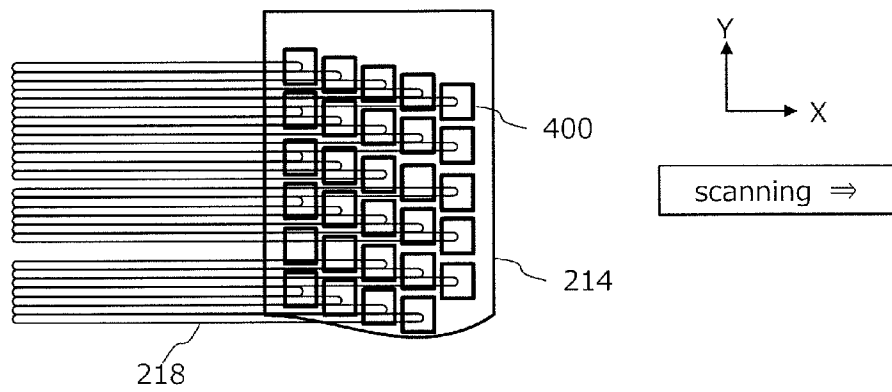
[図23B]



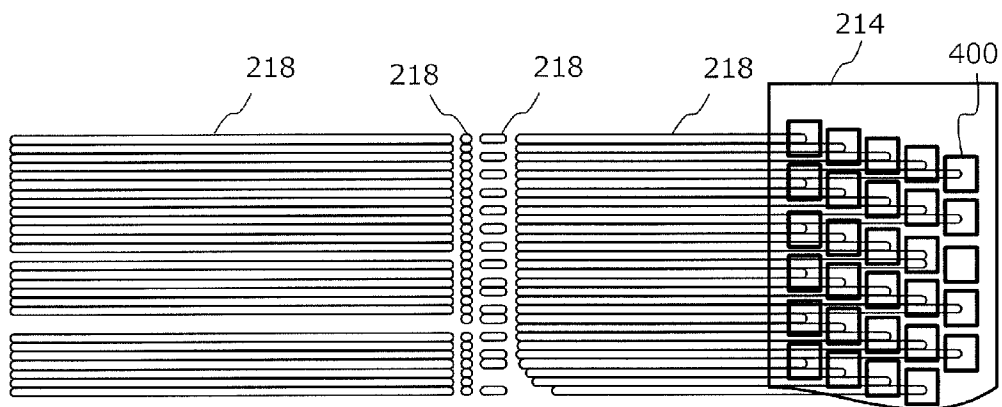
[図23C]



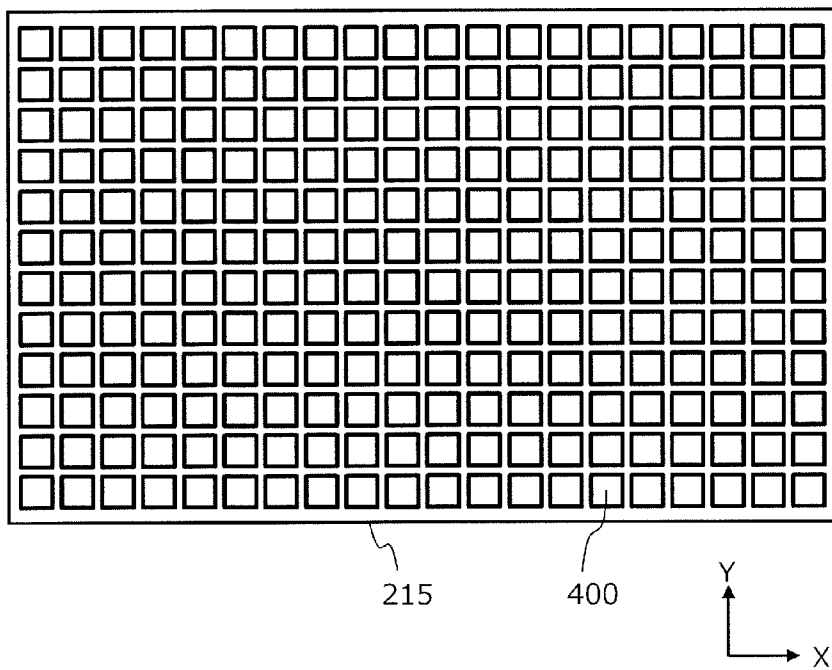
[図23D]



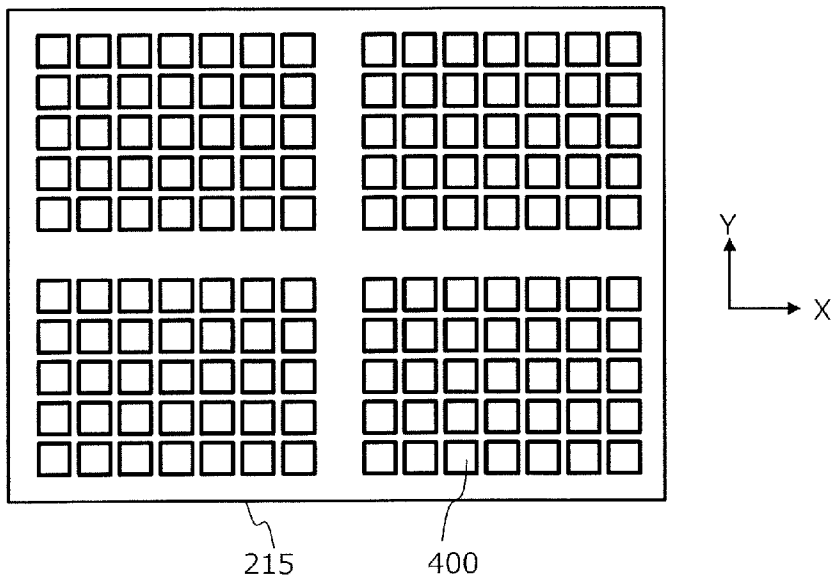
[図23E]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/017902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H05B33/10 (2006.01) i, G09F9/00 (2006.01) i, G09F9/30 (2006.01) i, G09F9/33 (2006.01) i, H01L27/32 (2006.01) i, H01L33/00 (2010.01) i, H01L51/50 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H05B33/10, G09F9/00, G09F9/30, G09F9/33, H01L27/32, H01L33/00, H01L51/50

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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-048619 A (PANASONIC CORP.) 17 March 2014, paragraphs [0022]-[0062], fig. 1-3 (Family: none)	1-9, 12-15 10-11
Y	JP 2015-173088 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 01 October 2015, paragraphs [0037], [0049]-[0053], fig. 4 & US 2015/0059987 A1, paragraphs [0065], [0077]-[0081], fig. 4A-4C & US 2016/0243812 A1 & WO 2015/029806 A1 & TW 201524252 A & CN 105493631 A & KR 10-2016-0052587 A	1-9, 12-15
Y	WO 2015/190418 A1 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 17 December 2015, paragraphs [0065]-[0067], fig. 10-13 & JP 2016-3147 A & CN 106458742 A & TW 201609375 A	1-9, 12-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20.07.2018

Date of mailing of the international search report
31.07.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/017902

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-187701 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 29 October 2015, paragraph [0111] & US 2015/0155505 A1, paragraph [0155] & US 2016/0243647 A1 & US 2016/0247868 A1 & US 2017/0133450 A1 & WO 2015/083029 A1 & TW 201523961 A & KR 10-2016-0093639 A & CN 106597697 A	2, 13
Y	WO 2018/074611 A1 (ORGANO-CIRCUIT INCORPORATION) 26 April 2018, page 2, lines 29-32 (Family: none)	3, 14
Y	JP 2018-010283 A (INNOLUX DISPLAY CORP.) 18 January 2018, paragraphs [0016], [0030] & US 2018/0017828 A1, paragraphs [0031], [0045] & CN 107621665 A & KR 10-2018-0007682 A	3, 14
E, X	JP 6334078 B1 (SAKAI DISPLAY PRODUCTS CORPORATION) 30 May 2018, paragraphs [0027]-[0118], fig. 1A-26 (Family: none)	1, 4-12, 15
E, X	JP 6334079 B1 (SAKAI DISPLAY PRODUCTS CORPORATION) 30 May 2018, paragraphs [0026]-[0100], fig. 1A-26 (Family: none)	1, 4-12, 15
E, X	JP 6333502 B1 (SAKAI DISPLAY PRODUCTS CORPORATION) 30 May 2018, paragraphs [0028]-[0126], fig. 1A-26 (Family: none)	1, 4-12, 15
A	JP 2015-195106 A (JAPAN DISPLAY INC.) 05 November 2015, entire text, all drawings & US 2015/0280127 A1, entire text, all drawings & US 2016/0111480 A1	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B33/10(2006.01)i, G09F9/00(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, G09F9/33(2006.01)i,
H01L27/32(2006.01)i, H01L33/00(2010.01)i, H01L51/50(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B33/10, G09F9/00, G09F9/30, G09F9/33, H01L27/32, H01L33/00, H01L51/50

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2014-048619 A（パナソニック株式会社）2014.03.17, 段落 [0022] - [0062], 図1-3（ファミリーなし）	1-9, 12-15
A		10-11
Y	JP 2015-173088 A（株式会社半導体エネルギー研究所）2015.10.01, 段落 [0037], [0049] - [0053], 図4 & US 2015/0059987 A1（段落 [0065], [0077] - [0081], FIG. 4A-4C） & US 2016/0243812 A1 & WO 2015/029806 A1 & TW 201524252 A & CN 105493631 A & KR 10-2016-0052587 A	1-9, 12-15

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.07.2018

国際調査報告の発送日

31.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大竹 秀紀

20

4074

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2015/190418 A1 (日本電気硝子株式会社) 2015. 12. 17, 段落 [0065] – [0067], 図 10 – 13 & JP 2016-3147 A & CN 106458742 A & TW 201609375 A	1-9, 12-15
Y	JP 2015-187701 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2015. 10. 29, 段落 [0111] & US 2015/0155505 A1 (段落[0155]) & US 2016/0243647 A1 & US 2016/0247868 A1 & US 2017/0133450 A1 & WO 2015/083029 A1 & TW 201523961 A & KR 10-2016-0093639 A & CN 106597697 A	2, 13
Y	WO 2018/074611 A1 (株式会社オルガノサーキット) 2018. 04. 26, 第 2 頁第 29 – 32 行 (ファミリーなし)	3, 14
Y	JP 2018-010283 A (群創光電股▲ふん▼有限公司) 2018. 01. 18, 段 落 [0016], [0030] & US 2018/0017828 A1 (段落[0031], [0045]) & CN 107621665 A & KR 10-2018-0007682 A	3, 14
E, X	JP 6334078 B1 (堺ディスプレイプロダクト株式会社) 2018. 05. 30, 段落 [0027] – [0118], 図 1 A – 2 6 (ファミリーなし)	1, 4-12, 15
E, X	JP 6334079 B1 (堺ディスプレイプロダクト株式会社) 2018. 05. 30, 段落 [0026] – [0100], 図 1 A – 2 6 (ファミリーなし)	1, 4-12, 15
E, X	JP 6333502 B1 (堺ディスプレイプロダクト株式会社) 2018. 05. 30, 段落 [0028] – [0126], 図 1 A – 2 6 (ファミリーなし)	1, 4-12, 15
A	JP 2015-195106 A (株式会社ジャパンディスプレイ) 2015. 11. 05, 全 文全図 & US 2015/0280127 A1 (全文全図) & US 2016/0111480 A1	1-15