(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9月6日(06.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/168187 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 33/08 (2010.01)　*G09F 9/33* (2006.01)
C30B 29/38 (2006.01)　*H01L 33/16* (2010.01)
C30B 29/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/008239

(22) 国際出願日：　2019年3月1日(01.03.2019)

(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 2018-037435	2018年3月2日(02.03.2018)	JP
特願 2018-037436	2018年3月2日(02.03.2018)	JP
特願 2018-053534	2018年3月20日(20.03.2018)	JP
特願 2018-053535	2018年3月20日(20.03.2018)	JP
特願 2018-174318	2018年9月18日(18.09.2018)	JP

(71) 出願人: 株式会社 東芝 (**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA**) [JP/JP]; 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 平賀 広貴 (**HIRAGA, Hiroki**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 黄 鐘日 (**HWANG, Jongil**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 加藤 大望 (**KATO, Daimotsu**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP). 吉田 学史 (**YOSHIDA, Hisashi**); 〒1050023 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 池上 徹真, 外 (**IKEGAMI, Tetsuma et al.**); 〒2200004 神奈川県横浜市西区北

(54) **Title:** LIGHT-EMITTING DIODE SHEET, DISPLAY DEVICE, LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY DEVICE MANUFACTURING METHOD, AND LIGHT-EMITTING DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称：発光ダイオードシート、表示装置、発光装置、表示装置の製造方法及び発光装置の製造方法

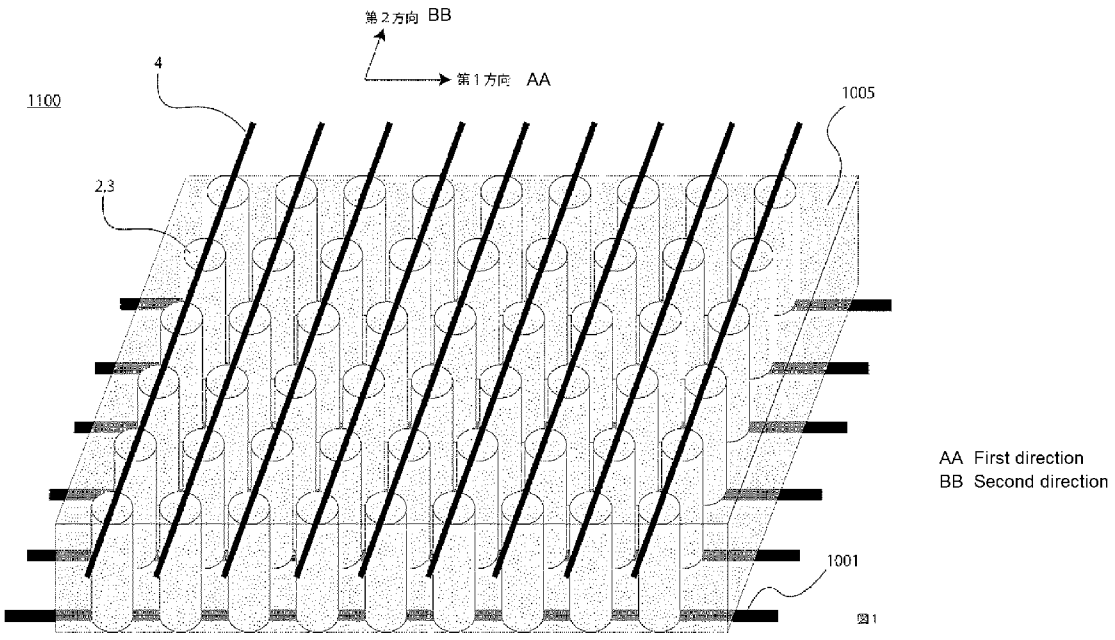


図1

(57) **Abstract:** One embodiment according to the present invention provides an LED sheet of practical use. This light-emitting diode sheet at least includes: a plurality of light-emitting elements each having sequentially laminated therein a first wiring, a light-emitting layer including a diode, and a second wiring; and an insulation layer which is disposed between the light-emitting elements, wherein the light-emitting layer directly abuts first wiring, and, in the light-emitting layer, the surface, on the opposite side of the surface directly abutting the first wiring, directly abuts on the second wiring.

WO 2019/168187 A1

[続葉有]

幸二丁目９番４０号　銀洋ビル４０３号室 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の実施形態は、実用性のあるＬＥＤシートを提供する。 実施形態の発光ダイオードシートは、第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、発光層は、第１配線と直接的に接し、発光層の第１配線と直接的に接した面と反対側の面は第２配線と直接的に接している。

明　細　書

発明の名称 ：

発光ダイオードシート、表示装置、発光装置、表示装置の製造方法及び発光装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、発光ダイオードシート、表示装置、発光装置、表示装置の製造方法及び発光装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] マイクロＬＥＤ（発光ダイオード）ディスプレイは１ピクセルあたりのＲＢＧ発光素子形成を微小なＬＥＤを高密度で敷き詰めることで作製することから、他のディスプレイ方式（有機ＥＬ、液晶、プラズマ）に対して長寿命、高画質、低消費電力などに特徴がある。現在普及が始まった最先端のディスプレイは有機ＥＬ（ＯＬＥＤ）であり、広く普及した液晶ディスプレイより高画質、低消費電力、薄型、低コストとされているが、高画質と低消費電力こそ実現できそうなものの、有機物を使用することに起因する耐久性、歩留り、寿命低下などに課題が多く残されており、低コスト化と寿命向上が実現できていない。μＬＥＤディスプレイはＲＢＧ発光素子が高輝度、化学的安定、長寿命なＬＥＤで形成されていることから、ＯＬＥＤに見られる課題はほとんどクリアできると考えられている。μＬＥＤはさまざまな面で性能では勝るものの、現状製造コストに課題があることがわかる。これはディスプレイ全面に敷き詰めるＬＥＤ製造に用いる単結晶基板コストが高く、かつこれを微小に分断、集積、実装する技術の難易度が高いことなどが、製品価格が極端に高いことの原因である。

[0003] 例として２０１２年にソニー社が実装技術の向上により世界初のマイクロＬＥＤディスプレイ製品化に成功したが、業務用として販売したものの、普及には至っていない。２０１６年でも２２０型ディスプレイで１．２億円程度と、大型、高価格である。大型商業施設やパブリックビューイング向けの

販売であり、一般家庭へ向けた大型テレビやモバイル機器などへ展開できていないのは、コスト低下の課題が解決できていないためと考えられる。ピックアンドプレイスといわれる集積方法が精度、製造時間の面から高コストであることに加え、使用される単結晶基板価格について推定すると、４０型ディスプレイの面積（４４１２ｃｍ^2）の全面を青色発光用のサファイア単結晶基板（３インチウエハ４４ｃｍ^2、１枚数千円）で覆うと、基板価格だけで数十～百万円程度のコストがかかる計算となる。現状で最も低価格の５５インチ液晶ディスプレイ１０～２０万円程度、ＯＬＥＤディスプレイ３０万円～程度と比較しても、価格競争できないことがわかる。これに加え緑や赤を発光する単結晶基板はさらに高価であり、一般家庭に普及する価格にはなるには、単結晶基板の極端な価格低下が要求される。

[0004] 一般に単結晶品質のデバイス（例としてＬＥＤ、パワーデバイス、化合物太陽電池など）は高品質な単結晶基板上に作製することで高い性能を実現することができている。しかし単結晶基板は結晶化からウエハ切り出しまでに投入されるエネルギー、時間、工程、材料などに多くのコストがかかるため、単結晶基板のコストが製造コスト全体の多くを占める。μＬＥＤに用いられる青色発光素子となる窒化ガリウムを成長させるサファイア基板も、同様の理由で高価である。

[0005] 単結晶ウエハにかわりガラス基板など安価な板材を用いて高品質のデバイスが作成できれば、製造コスト低減に大きく寄与し、電子デバイス普及拡大が期待できるが、ガラス基板など安価な板材の表面は非晶質、ランダム配向、多結晶などで、単結晶品質のデバイスをエピタキシャル成長させて作製することはできない。しかし安価な基板の表面に何らかの処理を施すことで、そこから成長する結晶の配向を誘起し単結晶品質のデバイスを作製できる可能性があり、実用化されているデバイスはないものの検討がなされている。いかに例を述べる。

[0006] たとえば非特許文献１（東大藤岡研）では安価なガラス基板上にグラフェンシートを配置し、その上にＧａＮをエピタキシャル成長させ、形成したＬ

ＥＤを発光させることができる。しかしグラフェンシート内の格子定数とｃ軸配向ＧａＮの面内格子定数には大きな差があり、素子寿命や発光特性などの課題がある。また大面積でグラフェンシートを均一に作製する必要があるため、現時点では高コストな製法である。

[0007] たとえば特許文献１（東工大大友研）安価な基板上にストライプ状の溝を形成し、ストライプ形状に対応した結晶方位で酸化亜鉛透明電極を作製することに成功している。しかし、かかる方法で作製された電極は、面内Ｘ線測定による回折ピークの半値幅が極めて広い。ストライプの周期が１００μｍレベルのサイズで、結晶における元素のÅレベルの周期には大きなかい離があるため、結晶品質が十分でないためである。またストライプ形状の微細化、大面積化のコスト低減も困難がある。

[0008] 集積、実装コストの問題を解決する手段として、モノリシック化と波長変換技術を組み合わせて解決する手段が提案されている。モノリシック化に取り組んでいる技術としては、青色発光用のＧａＮを柱状成長させる技術である。

[0009] たとえば特許文献２（上智大岸野研）では、Ｓｉ基板とＴｉマスクを用いて様々な直径の柱状ＧａＮを成長させる技術を開発している。さらに直径の大きさにより発光色を変えることができるため、ＲＢＧの３色を同一基板上で実現することができるとしている。すぐれた方法であるが、この方法はＳｉ基板を使うため、格子ミスマッチが大きく、柱状ＧａＮの直径がｎｍサイズに限られる。一般に高画質の画素サイズは目視限界以下にしても視覚的効果はほとんどなく、画素のサイズ下限は５μｍ程度と考えられる。当文献ではサイズの異なる柱状ＧａＮを複数本束ねて１画素としているが、柱状ＧａＮ間の隙は発光強度低下を招く。また基板が格子ミスマッチの大きいＳｉであるため赤、緑の発光強度向上も制限されると考えられる。そのためモバイルやＴＶなど汎用ディスプレイ向けに先立ってプロジェクターなどで投影する用途での小画面のディスプレイへ適用するとしている。

[0010] たとえば特許文献３（ＮＩＭＳ佐々木研）では安価なガラス基板上に層状

酸化物や金属カルコゲナイドなどのナノシートを配置し、結晶成長用基板として用いる方法が提案されている。しかし作製されるナノシートは薄く、幅も数μｍから大きくても数ｍｍ程度の大きさが限界であるため、量産に必要なインチサイズで面内に結晶方位がそろった基板を作製することはできない。多数のナノシートを重ねながら大面積化するという方法では、さまざまなデバイスの性能を低下させる欠陥が多数発生するため実用できない。

[0011] その他フランスのAledia社やスウェーデンのglo社などが、研究機関の成果をもとにマイクロLEDを開発しており、いずれも同一チップ上でRGBを発光させて白色を得ることができるという。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開２０１５－１７４７９４号公報

特許文献2：特開２０１４－１５４６７３号公報

特許文献3：特開２００９－０６２２１６号公報

非特許文献

[0013] 非特許文献1：SCIENTIFIC REPORTS 4 5325 2014

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明の実施形態は、実用性のあるＬＥＤシート、発光装置、表示装置の製造方法及び発光装置の製造方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0015] 実施形態の発光ダイオードシートは、第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、発光層は、第１配線と直接的に接し、発光層の第１配線と直接的に接した面と反対側の面 は第２配線と直接的に接している。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施形態の発光ダイオードシートの斜視図。

[図2]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図3]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図4]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図5]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図6]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図7]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図8]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図9]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図10]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図11]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図12]実施形態の発光ダイオードシートの断面図（ａ）と発光ダイオードシートの断面図（ｂ）。

[図13]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図14]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図15]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図16]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図17]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図18]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図19]実施形態の表示装置の概念図。

[図20]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図21]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図22]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図23]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図24]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図25]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図26]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図27]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図28]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図29]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図30]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図31]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図32]実施形態の発光ダイオードシートの一部の等価回路図。

[図33]実施形態の発光ダイオードシートの１画素分の概念図。

[図34]実施形態の発光ダイオードシートの１画素分の概念図。

[図35]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図36]実施形態の発光ダイオードシートの斜視図。

[図37]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図38]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図39]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図40]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図41]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図42]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図43]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図44]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図45]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図46]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図47]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図48]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図49]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図50]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図51]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図52]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図53]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図54]実施形態の発光装置の概念図。

[図55]実施形態の発光ダイオードシートの断面図。

[図56]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図57]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図58]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図59]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図60]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図61]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図62]実施形態の発光装置を示す図。

[図63]実施形態の発光装置（ａ）と発光装置（ｂ）を示す図。

[図64]実施形態の発光装置を示す図。

[図65]実施形態の発光ダイオードシートを示す図。

[図66]実施形態の発光素子を細密に配置させた模式図

[図67]実施形態の発光ダイオードシートを示す図。

[図68]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図69]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図70]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図71]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図72]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図73]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図74]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図75]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図76]実施形態の発光装置を示す図。

[図77]実施形態の発光ダイオードシートを示す図。

[図78]実施形態の発光ダイオードシートを示す図。

[図79]実施形態の発光ダイオードシートを示す図。

[図80]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図81]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図82]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図83]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図84]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図85]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図86]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図87]実施形態の発光ダイオードシートの工程図。

[図88]実施形態の投光機を示す図。

[図89]実施形態の投光機を示す図。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一部材等には同一の符号を付し、一度説明した部材等については適宜その説明を省略する。

[0018] （第１実施形態）

第１実施形態は発光ダイオードシート（以下、ＬＥＤシート）に関する。ＬＥＤシートは、第１配線と、第１バッファー層と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層を含む。

[0019] 図１にＬＥＤシート１１００の斜視図を示す。そして、図２にＬＥＤシート１１００の断面図を示す。ＬＥＤシート１１００は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置されている。

[0020] 図１では、第１配線１００１が第１方向に延び、第２配線１００４が第２方向に延びている。

[0021] 図１及び図２において、発光素子は、同じ大きさで第１方向及び第２方向に均一に並んでいるが、発光素子の大きさや配置は、図１及び２に図示する形態に限定されるものではない。ＬＥＤシートを表示装置として用いる場合は、特定の形状及びパターンをもって発光素子が配置されていることが好ましい。

[0022] ＬＥＤシート１１００は、表示装置だけでなく、照明装置にも用いること

が出来る。

[0023] ＬＥＤシート１１００は、第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層１００３を有する複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層１００５と、複数の発光素子の発光層１００３の第１面側に設けられた第１配線１００１と、複数の発光素子の発光層１００３の第２面側に設けられた第２配線１００４と、を有する。

[0024] ＬＥＤシート１１００は、発光素子が絶縁層１００５中に配置された構成となっている。絶縁層１００５に柔軟性のあるポリマーなどを利用することで、ＬＥＤシートをフレキシブルにすることができる。フレキシブルとは、２５℃の大気圧環境下で、直径２００ｍｍの円柱状棒に緩慢に１０回の巻き付けと開放を繰り返して、ＬＥＤシート１１００に、割れ、欠け、及び、断線の損傷が無いものをいう。

[0025] ＬＥＤシート１１００は、発光層１００３を成長させるための単結晶エピタキシャル成長用基板を含まず、作製においても用いないため、安価にＬＥＤシート１１００を作製することができる。

[0026] ＬＥＤシート１１００は、内部に駆動素子（スイッチング素子）を含まないパッシブマトリクス型とすることが出来る。また、ＬＥＤシート１１００は、内部に駆動素子を含むアクティブマトリクス型とすることが出来る。スイッチング素子としては、Ｓｉ、ＩＧＺＯ等の無機ＴＦＴ（Thin Film Transistor）、有機ＴＦＴ、ＣＭＯＳ及びダイオードからなる群より選ばれる１種以上など特に限定されない。駆動素子もフレキシブルにすることで、アクティブマトリクス型のＬＥＤシート１１００もフレキシブルとなる。なお、図１及び図２では、パッシブマトリクス型のＬＥＤシートを示している。

[0027] ＬＥＤシートの大きさは、数十mm^2から１m^2を超える物まで様々である。

[0028] （第１配線）

第１配線１００１は、第１バッファー層１００２と直接的に接した導電体である。第１配線１００１は、各発光素子の電極である。第１配線１００１

は、発光層１００３のアノード又はカソードのうち一方の電極となる。第１配線１００１は、第１バッファー層１００２と直接的に接している。第１バッファー層１００２の第１配線１００１と接している面は、第１バッファー層１００２の第２配線１００４を向く面とは反対側である。ＬＥＤシート１１００に含まれる複数の発光素子は、第１配線１００１を介して電気的に接続していることが好ましい。

[0029] 第１配線１００１は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第１配線１００１は、透明電極とすることが出来る。第１配線１００１は、積層膜でもよい。例えば、第２配線１００４側が発光方向である場合は、第１配線１００１に金属膜を用いて、第１配線１００１は反射板としての機能を兼ね備えてもよい。

[0030] 第１配線１００１は、図１及び図２に示すように並んだ複数の発光素子を電気的に接続することが出来る場合がある。ＬＥＤシート１１００がアクティブマトリクス型である場合は、第１配線１００１と第２配線１００４のどちらか一方が発光する発光素子を選択する駆動素子と接続する。ＬＥＤシート１１００がアクティブマトリクス型である場合、駆動素子と接続しない第１配線と第２配線のどちらか一方は、ライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体であって、複数の発光素子がライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体で電気的に接続している。

[0031] 第１配線１００１は、発光素子の電極となる形態、駆動素子と接続する配線である形態や駆動素子の電極である形態などが含まれる。

[0032] （第１バッファー層）

第１バッファー層１００２は、層状化合物を含む。第１バッファー層１００２は、板形状であることが好ましい。第１バッファー層１００２は、層状化合物からなる層であることが好ましい。第１バッファー層１００２は、第１配線１００１と発光層１００３の間に配置されている。第１バッファー層１００２の発光層１００３を向く面は、第１バッファー層１００２の第１配線１００１を向く面とは反対側である。第１バッファー層１００２の発光層

１００３を向く面の結晶配向性（層状化合物の結晶配向性）が揃っているか、第１バッファー層１００２は、二次元のシート状の層状化合物を複数含む単結晶である。第１バッファー層１００２の結晶性は、４軸Ｘ線回折測定や透過型電子顕微鏡観察によって求められる。

[0033] 窒化物半導体層を成長させるために層状化合物に変えて、他にもグラフェンなど二次元層状物質、ハフニウムや合金などの六方晶系金属、セラミックスなどを使用することが出来る場合がある。

[0034] 層状化合物は、第１バッファー層１００２の面方向に広がる２次元のシート状である。層状化合物としては、金属カルコゲナイドが好ましい。グラフェンも層状化合物であるが、グラフェンは、格子定数を発光層１００３に合わせて変更することが出来ない。金属カルコゲナイドであると、金属及びカルコゲン元素の選択とその比率によって、層状化合物の格子定数を制御することが出来る。

[0035] 層状化合物としては、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される金属カルコゲナイドが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上である。α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。さらに、$\alpha$、$\beta$及び$\gamma$は、０．０≦$\alpha$≦２．０、０．０≦$\beta$≦２．０、０．０≦$\gamma$≦２．０、０．０≦$\delta$≦２．０、０．０＜$\alpha+\beta+\gamma$及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｍｏ、Ｗ及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含むことが好ましい。金属カルコゲナイドの元素の選択及び比率は、エピタキシャル成長させる発光層１００３に応じて変更される。

[0036] 第１バッファー層１００２（柱状物）の直径（Ｄ１）が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、表示装置と

して好適な光源の大きさとなる。第１バッファー層１００２の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、各第１バッファー層１００２の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各第１バッファー層の直径とする。第１バッファー層１００２と発光層１００３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層１００２の直径に依存する。第１バッファー層１００２（柱状物）の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下であることが好ましい。第１バッファー層１００２の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0037] 第１バッファー層１００２の板形状（断面形状）は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、板状であれば何でもよい。隣り合う第１バッファー層１００２の形状は異なっていてもよい。

[0038] 複数の発光素子の第１バッファー層１００２（柱状物）の中心間の最短距離（Ｄ２）が０．５μｍ以上５００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１０に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の第１バッファー層１００２の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の第１バッファー層１００２の中心点と周りにある複数の発光素子の第１バッファー層１００２の中心点を求める。そして、１つの発光素子の第１バッファー層１００２の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の第１バッファー層１００２の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の第１バッファー層１００２の中心間の最短距離とする。発光素子の第１バッファー層１００２の中心点は、第１バッファー層１００２の外接円の中心とする。複数の発光素子の第１バッファー層１００２（柱状物）の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下、や３０μｍ以上１００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の第１バッファー層１００２の中心間の最短距離製品のピクセル数等に応じて変更される。

[0039] 第１バッファー層１００２の厚さは、特に限定されない。第１バッファー層１００２の厚さは、例えば、１０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下である。第１

バッファー層１００２の厚さのばらつきは、少ない方が良い。

[0040] 第１バッファー層１００２と発光層１００３は、ヘテロエピタキシャル関係にある。

[0041] 発光素子の積層方向が、金属カルコゲナイドの六方晶系ｃ軸と並行にある。発光素子の積層方向に対して垂直方向の金属カルコゲナイドは、六方晶系ａ，ｂ軸と並行である。金属カルコゲナイドの基板面と並行の方位は基板面から垂直に見てランダムで特に限定されない。

[0042] 金属カルコゲナイドは、元素の選択により格子定数を任意に変えることができるため、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、エピタキシャル成長させる単結晶層の格子定数と金属カルコゲナイドの格子定数を合わせることができる。つまり、エピタキシャル成長させる単結晶層及び成長させたい結晶方位に応じて、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、例えば、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮなどエピタキシャル成長用などに適した基材を用意することができる。これら六方晶系窒化物においては、成長させる面方位は０００１方向である。

[0043] 第１バッファー層１００２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層１００３のうち最も第１バッファー層１００２側に存在する層の面内格子定数の差（＝（［第１バッファー層１００２の面内格子定数］－［発光層１００３のうち最も第１バッファー層１００２側に存在する層の面内格子定数］／［第１バッファー層１００２の面内格子定数］）が±１％以内の範囲内であることが好ましい。格子定数の差が大きいと、エピタキシャル成長しにくく、ずれが大きいとエピタキシャル成長しないか、結晶欠陥が生じやすくなる。そこで、第１バッファー層１００２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層１００３のうち最も第１バッファー層１００２側に存在する層の面内格子定数の差は、±０．５％以内であることがより好ましい。格子定数は、４軸Ｘ線回折測定によって求められる。もしくは、第１バッファー層１００２を構成する金属カルコゲナイドの組成比でおおむね決定される。例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＧａＮウエハの成長用としては、金

属カルコゲナイドに$MoS_{1.6}Se_{0.4}$を用いる。すると、ＧａＮのａ軸長３．１８９Åと金属カルコゲナイドのａ軸長３．１８９Åの誤差が０．０％となりＧａＮのエピタキシャル成長に好適である。

[0044] 第１バッファー層１００２の発光層１００３と直接的に接している二次元シート状の金属カルコゲナイドは、複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドで構成されている場合がある。このとき、第１バッファー層１００２の発光層１００３と直接的に接している面において、複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃うように配列されている。複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドは重なっていても問題はないし、段差があってもよい。作製時に用いる基板との剥離の際に、第１バッファー層１００２の発光層１００３と直接的に接している面が１枚の二次元シートの金属カルコゲナイドではなくても、複数枚の二次元シートの金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃っていれば、第１バッファー層１００２上に発光層１００３のエピタキシャル成長が可能である。完璧な１枚のシート状物でなくともエピタキシャル成長が可能であることから、基板上に第１バッファー層１００２が複数配置された部材を安価に作製することができる。そして、その基板を用いてＬＥＤシートを作製することで、ＬＥＤシートの作製費用を抑えることができる。

[0045] （発光層）

発光層１００３は、第１バッファー層１００２と第２配線１００４との間に配置された発光ダイオードである。発光層１００３は、第１バッファー層１００２と直接的に接し、第２配線１００４と直接的に接している。発光層１００３が第２配線１００４と直接的に接した面は、第１バッファー層１００２と直接的に接した面とは反対側である。

[0046] 発光層１００３は、第１導電型半導体層（化合物半導体層）、活性層及び第２導電型半導体層（化合物半導体層）を含む。発光層１００３は、六方晶系の窒化物半導体層を含む。発光層１００３は、六方晶系の窒化物半導体層が複数積層していることが好ましい。発光層１００３の複数層は、ヘテロエ

ピタキシャル関係であることが好ましい。すなわち発光効率を向上させる量子井戸構造などが含まれる。窒化物半導体層は、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、ＧａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の単結晶層であることが好ましい。これら混合組成比によって窒化物半導体層の面内格子定数が３．１１１Åから３．５３２Åまで幅がある。製膜時の熱膨張係数差や成長速度などを考慮して、金属カルコゲナイドの組成比を若干前後させてもよい。

[0047] 発光層１００３に用いられる化合物半導体（活性層を含む）としては、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、ＧａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の他に、ＧａＡｓ等の砒素系化合物半導体やＩｎＧａＡＩＰ等のリン系化合物半導体が挙げられる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体も窒化物半導体と同様に第１バッファー層１００２との面内格子定数を合わせることができる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体は、第１バッファー層１００２から発光層１００３として好適に成長することができる。つまり、第１導電型の半導体層、活性層及び第２導電型の半導体層は、窒化物半導体、砒素系化合物半導体及びリン系化合物半導体からなる群より選ばれる１種以上を含む半導体層である。

[0048] 発光層１００３が青色発光ダイオードである場合は、発光層１００３は、例えば、第１導電型のＧａＮ、第１導電型のＡＩＧａＮ、ＩｎＧａＮ、第２導電型のＡＩＧａＮと第２導電型のＧａＮが積層した構造を有する。この場合、第１バッファー層１００２の面内格子定数は、ＧａＮに合わせる。前述の通り、金属カルコゲナイドに$MoS_{1.6}Se_{0.4}$を用いることで、金属カルコゲナイドとＧａＮの格子定数がマッチングする。

[0049] 発光層１００３（柱状物）の直径（Ｄ３）が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、表示装置として好適な光源の大きさとなる。発光層１００３の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、発光層１００３の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各発光層１００３の直径と

する。第１バッファー層１００２と発光層１００３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層１００２の直径に影響を受ける。発光層１００３（柱状物）の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下であることが好ましい。発光層１００３の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0050] 発光層１００３の断面形状は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、特に限定されない。隣り合う発光層１００３の形状は異なっていてもよい。

[0051] 複数の発光素子の発光層１００３の中心間の最短距離（Ｄ４）が０．５μｍ以上５００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１１００に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の発光層１００３の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の発光層１００３の中心点と周りにある複数の発光素子の発光層１００３の中心点を求める。そして、１つの発光素子の発光層１００３の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の発光層１００３の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の発光層１００３の中心間の最短距離とする。発光素子の発光層１００３の中心点は、発光層１００３の外接円の中心とする。複数の発光素子の発光層１００３の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下や３０μｍ以上１００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の発光層１００３の中心間の最短距離製品のピクセル数等に応じて変更される。

[0052] （第２配線）

第２配線１００４は、発光層１００３と直接的に接した導電体である。第２配線２は、各発光素子の電極である。ＬＥＤシート１１００に含まれる複数の発光素子は、第２配線１００４を介して電気的に接続していることが好ましい。第２配線１００４は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第２配線１００４は、透明電極とすることが出来る。第２配線１００４は、積

層膜でもよい。

[0053] 例えば、第１配線１００１側が発光方向である場合は、第２配線１００４に金属膜を用いて、第２配線１００４は反射板としての機能を兼ね備えてもよい。

[0054] 第２配線１００４は、発光素子の電極となる形態、駆動素子と接続する配線である形態や駆動素子の電極である形態などが含まれる。

[0055]（絶縁層）

絶縁層１００５は、複数の発光素子の間に配置されている。絶縁層１００５は、発光素子を保持し、ＬＥＤシート１１００の基体となることが好ましい。絶縁層１００５は、ポリマーを含む絶縁性の材料で構成されている。絶縁層１００５の発光素子を向く面は、発光素子の絶縁層１００５を向く面（発光素子の側面）の少なくとも一部と直接的に接している。絶縁層１００５の発光素子を向く面は、発光素子の積層方向に対して垂直方向を含む。絶縁層１００５は、第１バッファー層１００２、発光層１００３、又は、第１バッファー層１００２及び発光層１００３の側面と直接的に接している。

[0056] 絶縁層１００５は、柱状に成長した発光層１００３間に充填され、シート状に広がっている。絶縁層１００５は、ポリマースペーサーである。絶縁層１００５の膜厚は、第１バッファー層１００２と上に成長した発光層１００３を覆う程度であり、具体的には、おおむね２μｍから５μｍ程度である絶縁層は発光層間を絶縁するほかに、製品としての発光素子シート、ディスプレイシートのフレキシブル性を担う部分であり、強度や加工性を基準に材質を選択することが好ましい。

[0057] 絶縁層１００５としては、有色もしくは無色なポリマーを利用することが出来る。光吸収損失低減の観点から、無色透明なものがより望ましい。絶縁層１００５として利用可能なポリマーとしては、例えば、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。

[0058] 絶縁層１００５は、例えば、フッ素系樹脂、透明樹脂、透明ポリマーなどがダイオードを含む複数の発光層の間に少なくとも充填されている。具体的

には、発光層１００３の側面の少なくとも一部を被覆して、複数の発光層１００３同士が直接的に接しないように複数の発光層の間に少なくとも充填されている。より具体的には、発光層１００３の側面の一部にも第１配線１００１や第２配線１００４が形成されている場合は、第１配線１００１や第２配線１００４の外周側面にも絶縁層１００５が形成されている場合がある。より具体的には、発光層１００３の上端面である発光層１００３が第１配線１００１と接した面や下端面である発光層１００３が第２配線１００４と接した面には絶縁層１００５が形成されていないことが好ましい。より具体的には、絶縁層１００５は、第１配線１００１や第２配線１００４の側面の一部を被覆する場合があるが、第１配線１００１の発光層１００３を向く面とは反対側の面と第２配線１００４の発光層１００３を向く面とは反対側の面には、絶縁層１００５は形成されていないことが好ましい。

[0059] 絶縁層１００５は、発光層１００３と接する。そして、発光層１００３から発光した光が絶縁層１００５と接した面で全反射すると画素の混色を防ぐことができる。発光素子１００３を細密に配置させた際に発光素子の間隔が狭くなり画素間の混色が発生しやすい条件となるが、発光層１００３と絶縁層１００５の屈折率差が大きくなるような材料を絶縁層１００５として選択することで、画素間の混色を防ぐことが出来る。例えば、発光層１００３がＧａＮである場合、発光層１００３の屈折率n_3は、およそ３．０、詳細には２．４～２．５であり、他の窒化物半導体層と同様の数値、詳細にはおよそ１．９～２．９と近しい数値である。発光層１００３の屈折率が２．４～２．５前後であることを考慮すると、絶縁層１００５は、発光層３の屈折率n_3よりも小さい材料を選択することが好ましい。具体的な屈折率を挙げると、絶縁層１００５の屈折率n_5は、２．５未満であり、１．９未満であることが好ましく、１．５未満であることがより好ましい。絶縁層１００５として屈折率が１．３程度のフッ素樹脂を用いると、絶縁層１００５と発光層１００３の屈折率差が非常に大きく、画素間の混色を防ぎ、さらに、ＬＥＤシート１１００の発光強度が高くなる点で非常に好ましい。

[0060] ＬＥＤシート１１００の作製方法の説明の前に、具体的な柱状の発光層１００３とその成長方法について説明する。発光１００２は、第１バッファー層１００２上にエピタキシャル成長される。以下、ｎ型ＧａＮ層、超格子（Strained-Layer Superlattice; ＳＬＳ）、活性層である多重量子井戸（Multi-Quantum Well; ＭＱＷ）及びｐ型ＧａＮ層が積層した発光層１００３を例に説明する。まず、第１バッファー層１００２上にｎ型のＧａＮを成長させる。ｎ型ＧａＮ層の成長は、第１バッファー層１００２が破壊されにくい窒素ガスをキャリアガスとして供給して行なうことが望ましい。ｎ型不純物としては、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｔｅ及びＳｎからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｎ型ＧａＮの第１バッファー層１００２との接地面の大きさ及び形状は、第１バッファー層１００２の形状で制御される。ｎ型ＧａＮ層の高さは、典型的には、数μｍ程度であって、設計された高さになるように制御される。好適には、ｎ型ＧａＮ層の（０００１）面が成長するように第１バッファー層１００２が選択される。ｎ型のＧａＮ層が第１バッファー層３００８を被覆した後は、成長制御等の観点から窒素ガスと水素ガスの混合ガス又は水素ガスをキャリアガスとしてｎ型ＧａＮ層を更に成長させてもよい。超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層の表面には、極性面である（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良い。（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面の多重量子井戸では分極による内部電界が減少し、ドループ現象を抑制できる場合がある。また、超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層は、第１バッファー層１００２よりも太くなっていてもよい。なお、発光層１００３の断面直径によって発光スペクトルを制御することも出来る。

[0061] 例えば、青色発光の場合、ｎＧａＮ層上に、超格子として例えば、２ｎｍのｎ型ＧａＮと１ｎｍのＩｎＧａＮ（Ｉｎ＜Ｇａ）が周期的に複数積層した積層構造を形成させる。超格子は省略されてもよい。超格子上又はｎ型ＧａＮ層上に多重量子井戸を形成させる。多重量子井戸は、障壁層（ノンドープＧａＮ）層と井戸層（ＩｎＧａＮ）層が複数積層した構造である。多重量子

井戸の積層の一例は、ＩｎＧａＮとＧａＮのペアが１０以下積層した構造（青色発光の場合、例えば、８ペア）である。多重量子井戸の各層の厚さは、数ｎｍである。井戸層のＩｎやＡＩの組成を変えることにより発光スペクトルを制御することが出来る。

[0062] 多重量子井戸上に、ｐ型ＧａＮ層を成長させる。ｐ型の不純物としては、Ｍｇ及びＺｎなどからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｐ型ＧａＮ層は、単層構造又は積層構造である。ｐ型ＧａＮ層の厚さは、例えば、１５０ｎｍ程度である。ｐ型ＧａＮ層の表面（ｎ型ＧａＮ層側とは反対側の面）には、ｎ型ＧａＮ層の表面と同様に（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良い。ｐ型ＧａＮ層の太さもｎ型ＧａＮ層と同様に制御出来る。

[0063] かかる方法によって作製された発光層１００３のｎ型ＧａＮが第１配線１００１と接しｐ型ＧａＮが第２配線１００４と接する。

[0064] 発光層１００３の成長を制御することで、発光層１００３の直径（柱状物の断面内接円直径）を変えることができる。このとき、発光層１００３の第１配線１００１側の直径と第２配線側１００４側の直径が異なる。

[0065] 次に、ＬＥＤシート１１００の作製方法について説明する。以下に説明するＬＥＤシート１１００の作製方法は、無配向性基板上に、第１バッファー層前駆体を板状（ドット状）に複数形成する工程（第１工程）と、第１バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程（第２工程）と、複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第３工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第４工程）と、複数の柱状物の発光層の複数の第１バッファー層を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第５工程）と、無配向性基板を剥離して、複数の柱状物の複数の層状化合物の発光層を向く面とは反対側の面に第１配線を形成する工程（第６工程）を有する。なお、工程の順番は可能な範囲内で入れ替えることができる。以下、図３

から８の工程図を参照して、ＬＥＤシート１１００の作製方法について説明する。

[0066] 図３には無配向性基板１００６上に、第１バッファー層前駆体１００７を板状に複数形成する工程（第１工程）を示している。無配向性基板１００６は、ガラス、金属、多結晶体、プラスチック（樹脂）、セラミックス、非晶質など基材全面にわたり一義的に決まる結晶配向がなければ何でもよい。無配向性基板１００６は、エピタキシャル成長に必要な第１バッファー層１００２を保持するものであれば特に限定されない。無配向性基板１００６には、高価な単結晶基材を用いる必要はない。また、発光素子には、無配向性基板１００６は含まれない。

[0067] 第１バッファー層前駆体１００７は、層状化合物に含まれる金属が板状に形成されたものである。例えば、金属膜（又は合金膜）を形成してパターニングすることで、金属（又は合金）である第１バッファー層前駆体１００７が板状に形成される。第１バッファー層前駆体１００７は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上の金属又は合金である。エピタキシャル成長させる観点から、すべての板状の第１バッファー層前駆体１００７は、同一組成であることが好ましい。第１バッファー層前駆体１００７の金属は、エピタキシャル成長させる発光層１００３に応じて選択される。

[0068] 図４には、第１バッファー層前駆体１００７が無配向性基板１００６上に形成された部材を加熱して、無配向性基板１００６上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層１００２を板状に形成する工程（第２工程）を示している。加熱は、Ｓｅ、Ｓ、Ｔｅ及びＯ（酸素）からなる群より選ばれる１種以上を含有する雰囲気下で行う。かかる加熱処理によって、無配向性基板１００６上に第１バッファー層１００２が形成される。加熱条件（雰囲気、温度、時間等）は、エピタキシャル成長させる発光層１００３に応じて選択される。すべての板状の第１バッファー層１００２は、同一組成であることが

好ましい。

[0069] 図５には、複数の第１バッファー層１００２上に発光層１００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第３工程）を示している。柱状物は、１つの第１バッファー層１００２とこの第１バッファー層１００２上に形成された発光層１００３からなる。第１バッファー層１００２の格子定数は、エピタキシャル成長させる層の格子定数と合わせているため、第１バッファー層１００２上で発光層１００３がエピタキシャル成長する。無配向性基板１００６上では、成長が起こりにくいため、第１バッファー層１００２上で選択的に発光層１００３が成長する。発光層１００３は、電極コンタクト層や量子井戸など複数の層を含むため、複数回エピタキシャル成長を行い、複数の第１バッファー層１００２上に発光層１００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する。

[0070] 図６には、複数の柱状物の間を充填する絶縁層１００５を形成する工程（第４工程）を示している。無配向性基板１００６上に複数の柱状物が形成された部材の柱状物の間を充填するように絶縁層１００５を形成する。絶縁層１００５は、ディップ、スプレー、スピンコートするなどして形成することができる。絶縁層１００５は、図６のように、柱状物の無配向性基板１００６側とは反対側の一部が露出してもよいし、柱状物が完全に被覆されるようにしてもよい。必要に応じて、発光層１００３が第２配線１００４と直接的に接触するために、絶縁層１００５の一部を除去して、発光層１００３の面を少なくとも一部露出させることができる。

[0071] 図７には、複数の柱状物の発光層１００３の複数の第１バッファー層１００２を向く面とは反対側の面に第２配線１００４を形成する工程（第５工程）を示している。本工程は、無配向性基板１００６の剥離後に行ってもよい。発光層１００３上に導電性の第２配線１００４を形成する。本配線は並んだ発光素子を接続する配線である場合や、駆動素子と接続させる配線である場合がある。図７では、横方向に並んだ発光素子を接続するように第２配線１００４を形成している。

[0072] 無配向性基板１００６を剥離して、複数の柱状物の複数の第１バッファー層１００２の発光層１００３を向く面とは反対側の面に第１配線１００１を形成する工程（第６工程）を行う。図８には、無配向性基板１００６を剥離する工程を示している。そして、第１バッファー層１００２の下側（第１バッファー層１００２の発光層１００３を向く面とは反対側の面）に直接的に接するように第１配線１００１を形成することで、図２の断面図に示すＬＥＤシート１１００が得られる。本配線は、並んだ発光素子を接続する配線である場合や、駆動素子と接続させる配線である場合がある。図２では、図８の奥行き方向に並んだ発光素子を接続するように第２配線１００４を形成している。

[0073] 無配向性基板１００６から剥離することによって第１バッファー層１００２側からの電気的接触が可能となる。また、製品がフレキシブル性を持つこともできる。剥離工程後の配線形成やTFT形成等のために、第２配線１００４側を図示しない基材に固定して剥離するのがよい。第１バッファー層１００２がファンデルワールス接触によって無配向性基板１００６に固定されているため、第１バッファー層１００２は物理的に容易に剥離される。絶縁層１００５をはがすことで、第１バッファー層１００２とエピタキシャル成長させた発光層１００３を含む発光素子部分は絶縁層１００５のシート側に付着する。なお、このとき、一部の層状化合物が剥離してもよい。またシート側に残った第１バッファー層１００２は、静電吸着や超音波処理、洗浄、エッチング、などによって意図的に剥離しても良い。

[0074] 以上に説明しているように、非常に高価な単結晶基板を用いずにＬＥＤシート１１００を作製することが出来るため、単結晶基板を作製時若しくは製品に用いた場合に比べて、製造コストの大幅低減がはかれる。また単結晶基板のウエハ形状によって制限されていた製膜面積の大型化と角型など形状自由度向上が可能となり、これもコスト低減、設計自由度の向上へつながる。

[0075] （第２実施形態）

第２実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第２実施形態のＬＥＤシートは

、第１実施形態の変形例である。図９にＬＥＤシート１１０１の断面図を示す。ＬＥＤシート１１０１は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置されている。第１実施形態と第２実施形態において、共通する説明は省略する。

[0076] ＬＥＤシート１１０１とＬＥＤシート１１００の違いは、絶縁層１００５が発光層１００３の第２配線１００４と接している面の一部にも形成されていることである。第２配線１００４は、発光層１００３の上側で絶縁層１００５の間から発光層１００３と直接的に接している。

[0077] （第３実施形態）

第３実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第３実施形態のＬＥＤシートは、第１実施形態の変形例である。図１０にＬＥＤシート１１０２の断面図を示す。ＬＥＤシート１１０１は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置されている。第１実施形態１と第３実施形態において、共通する説明は省略する。

[0078] ＬＥＤシート１１０１とＬＥＤシート１１００の違いは、発光層１００３の第２配線１００４側が錐形になっていることである。第２配線１００４は、発光層１００３の錐形に沿っている。

[0079] （第４実施形態）

第４実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第４実施形態のＬＥＤシートは、第１実施形態の変形例である。図１１にＬＥＤシート１１０１の断面図を示す。ＬＥＤシート１１０１は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置され、透過色域調整層１００８が少なくとも一部の発光素子上に形成さ

れている。第１実施形態１と第４実施形態において、共通する説明は省略する。

[0080] 透過色域調整層１００８は、蛍光体、カラーフィルター、量子ドット、又は、蛍光体及びカラーフィルターである。図１１では、発光素子が青色を発光する場合において、フルカラー表示が可能なＬＥＤシートの一例を示している。３つの発光素子で、３色混色によりフルカラー表示をさせるために、２つの発光素子に緑色蛍光体１００８Ａと赤色蛍光体１００８Ｂを第２配線１００４上に配置して、１つの発光素子には、蛍光体もカラーフィルターも配置させていない。緑色蛍光体１００８Ａや赤色蛍光体１００８Ｂを設けることで、発光強度が変わる場合は、例えば、発光素子の面積を発光させる色毎に変えることで、白色を含めたフルカラー表示が可能となる。ＬＥＤシートが両面発光型である場合は、第１配線１００１と第２配線１００４の両側に透過色域調整層１００８を設ける。片面発光型である場合は、発光面側に透過色域調整層１００８を設ける。透過色域調整層１００８は、蒸着やインクジェットなどにより形成する。

[0081] （第５実施形態）

第５実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第５実施形態のＬＥＤシートは、第１実施形態の変形例である。第５実施形態のＬＥＤシートは、第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、発光層は、第１配線と直接的に接し、発光層の第１配線と直接的に接した面と反対側の面は第２配線と直接的に接している。第１実施形態１と第５実施形態において、共通する説明は省略する。

[0082] 図１２（ａ）に第５実施形態のＬＥＤシート１１０４の断面図を示す。第１バッファー層１００２が含まれず、発光層１００３が第１配線１００１と第２配線１００４の両方と直接的に接していること以外は、第１実施形態のＬＥＤシートと同様である。第１バッファー層１００２は、導電性であるため、発光層１００３と第１配線１００１の間に含まれていてもよいが、第１

バッファー層１００２を省略することもできる。図１２（ａ）では、発光層１００３の第１配線１００１と直接的に接した面と反対側の面は、第２配線１００４と直接的に接している。第１バッファー層１００２は、光を吸収しやすいため、層状化合物が除去されることで、発光効率が向上することが好ましい。

[0083] ＬＥＤシート１１０４は、第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層１００３を有する複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層１００５と、複数の発光素子の発光層１００３の第１面に接するように設けられた第１配線１００１と、複数の発光素子の発光層１００３の第２面に接するように設けられた第２配線１００４と、を有する。

[0084] 次に、第５実施形態のＬＥＤシート１１０４の作製方法の一例を説明する。ＬＥＤシート１１０４の作製方法は、無配向性基板上に、第１バッファー層前駆体を板状に複数形成する工程（第７工程）と、第１バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第バッファー層を板状に形成する工程（第８工程）と、複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第９工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第１０工程）と、複数の柱状物の層状化合物を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第１１工程）と、無配向性基板と第１バッファー層を剥離する工程（第１２工程）と、複数の柱状物の絶縁層を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線を形成する工程（第１３工程）と、を有する。

[0085] 無配向性基板１００６と第１バッファー層１００２を剥離する点が、第１実施形態における作製方法と異なる。第１バッファー層１００２を剥離する方法としては、限定されるものではないが、例えば、無配向性基板１００６を剥離させた後に、静電吸着、超音波、テープ吸着剥離、エッチング、洗浄などで第１バッファー層１００２を吸着・剥離させる方法や、エピタキシャ

ル成長前に、絶縁膜を形成して、第１バッファー層１００２を固定し、この絶縁材料と一緒に第１バッファー層１００２を剥離させる方法などがある。以下、図１３から１６を参照して、エピタキシャル成長前に、絶縁材料を形成して、第１バッファー層１００２を固定し、この絶縁材料と一緒に第１バッファー層１００２を剥離させる方法について説明する。

[0086] 無配向性基板１００６上に、第１バッファー層前駆体を板状に複数形成する工程（第７工程）と、第１バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程（第８工程）を行う。そのフォトリソグラフィにより板状の第１バッファー層１００２が一部露出するようにレジストを形成する。

[0087] そして、第７工程の後に図１３に示すように、第１バッファー層１００２の間に絶縁膜１００９を形成する。絶縁膜１００９は、例えば、SiO_2でスパッタなどにより形成される。リフトオフによりレジストを除去し、板状の第１バッファー層１００２を一部露出させる。

[0088] 工程図は示していないが、絶縁膜１００９を用いずに第１バッファー層１００２を除去することが出来る。

[0089] そして、図１４に示すように、複数の第１バッファー層１００２上に発光層１００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第９工程）を行う。

[0090] 次いで、図１５に示すように、複数の柱状物の間を充填する絶縁層１００５を形成する工程（第１０工程）と複数の柱状物３の第１バッファー層１００２を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第１１工程）を行う。

[0091] そして、図１６に示すように、無配向性基板１００６と第１バッファー層１００２を剥離する工程（第１２工程）を行う。このとき無配向性基板１００６と一緒に絶縁膜１００９で固定された第１バッファー層１００２を剥離させてもよいし、それぞれ別に剥離させてもよい。そして、複数の柱状物の

絶縁層１００５を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線１００１を形成する工程を行い、図１２（ａ）のＬＥＤシート１１０４を得る。

[0092] 第１バッファー層１００２が含まれない別のＬＥＤシート１００４’を図１２（ｂ）に示す。図１２（ｂ）に示すＬＥＤシート１１０４’は、第１配線１００１側の発光層１００３の直径が細く、第２配線１００４側の発光層１００３ｎ直径が太い。発光層１００３の直径を第１配線１００１と第２配線１００４側で変えることで、無配向性基板１００６と剥離させる際に、発光層１００３が絶縁層１００５に引っかかって絶縁層１００５の間から抜けにくく場合がある。剥離後に無配向性基板１００６側に発光層１００３が設けられていると、絶縁層１００５の間から抜けてしまった空隙は、ＬＥＤシートのドット抜けとなる。

[0093] ＬＥＤシートのドット抜けを防ぐには、発光層１００３の直径を制御すること、発光層１００３と絶縁層１００５の接着性を向上させること、無配向性基板１００６を剥離させ易くすること等が挙げられる。発光層１００３と絶縁層１００５の接着性を向上させるためには、発光層１００３と絶縁層１００５の間に接着剤を設けることなどが挙げられる。実施形態において、接着剤は、絶縁層１００５に含まれる材料として取り扱う。接着剤としては、発光層１００３が絶縁層１００５から抜けにくくなるものであれば限定されない。ＬＥＤシートのドット抜けを防ぐ手段は、複数を組み合わせることも出来る。

[0094] ＬＥＤシートのドット抜けを防ぐ接着剤の一例として分子接合剤も使用出来る。分子接合剤は、発光層１００３の側面側と絶縁層１００５の接着性を高めることで、発光層１００３が絶縁層１００５から抜けるのを防ぐ。例えば、無配向性基板１００６に付着しないように発光層１００３の側面に分子接合剤を塗布してから絶縁層１００５を形成して、発光層１００３と絶縁層１００５を接合させる。また、発光層１００３の側面に少量の絶縁層１００５を塗布してから分子接合剤を塗布して、さらに絶縁層１００５を塗布して、発光層１００３の側面側と絶縁層１００５との接着性を高めることができ

る。無配向性基板１００６と絶縁層１００５の間には分子接合剤を塗布しないこと又は無配向性基板１００６と結合しない分子接合を用いることによって、無配向性基板１００６と絶縁層１００５との接着性を高めずに発光層１００３の側面側と絶縁層１００５の接着性を高めることで、ＬＥＤシートのドット抜けを防ぐことが出来る。接着剤は、接着させる素材に応じて適宜好適な材料を選択することが好ましい。

[0095] 無配向性基板１００６を剥離させ易くする方法の一例としては、絶縁層１００５と無配向性基板１００６の間に設けた絶縁膜１００９に絶縁層１００５の接着性が低く、無配向性基板１００６との接着性が高い材料を選択することが挙げられる。絶縁膜１００９以外の層や膜を形成してもよい。

[0096] （第６実施形態）

第６実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第６実施形態のＬＥＤシートは、第１実施形態の変形例である。図１７にＬＥＤシート１１０５の断面図を示す。ＬＥＤシート１１０５は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置され、第１配線１００１と電気的に接続した駆動素子１０１０を含む。第１実施形態１と第６実施形態において、共通する説明は省略する。

[0097] アクティブマトリクス型のＬＥＤシートの場合は個別の発光素子にＴＦＴなどの駆動素子１０１０を形成し、素子の発光オンオフはＴＦＴによって駆動することができる。パッシブマトリクス型の場合は第１配線１００１と第２配線１００４が交差するように配線をストライプ状に形成することで、発光素子を個別にオンオフできる。

[0098] （第７実施形態）

第７実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第７実施形態のＬＥＤシートは、第１実施形態の変形例である。図１８にＬＥＤシート１１０６の断面図を示す。ＬＥＤシート１１０６は、第１配線１００１と、第１バッファー層１００２と、ダイオードを含む発光層１００３と、第２配線１００４が順に積

層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層１００５が配置され、第２配線１００４と電気的に接続した駆動素子１０１０を含む。駆動素子１０１０が第２配線１００４と接続していること以外は、第１実施形態１と第６実施形態は、共通する。

[0099] 第１実施形態から第７実施形態に示したＬＥＤシートは、いずれも高価でサイズ、形状制限のある単結晶基板を用いずに作製することの出来る構造を有しており、実用性のあるＬＥＤシートである。また、これらのＬＥＤシートは、フレキシブルにすることで、発光部分が屈曲可能な表示装置や照明装置に使用可能な点でも好適である。ＬＥＤシートは、テレビやスマートフォンなどのディスプレイ等に用いることが出来る。ほかにも壁紙や衣類、屈曲部向けのフレキシブルディスプレイにも用いることができる。

[0100] （第８実施形態）

第８実施形態は、実施形態のＬＥＤシートを用いた表示装置である。図１９に表示装置１２００の概念図を示す。表示装置１２００は、ＬＥＤシート１２０１、制御部１２０２、電源部１２０３と信号入力部１２０４を含む。表示装置１２００は、１つの筐体に収容されていてもよいし、複数の筐体に分かれていてもよい。ＬＥＤシート１２０１は、電極配線などがむき出しでなく、ポリマー材、樹脂材、ガラス材などにより封止され、耐候性を備えることが好ましい。ＬＥＤシート１２０１は、発光素子制御用の端子を備えていれば、筐体に収容されていなくてもよい。表示装置１２００を構成するＬＥＤシート１２０１、制御部１２０２、電源部１２０３と信号入力部１２０４は、有線、無線、又は、有線及び無線で接続している。

[0101] ＬＥＤシート１２０１は、制御部１２０２からの信号および電力で、特定の発光素子の発光、非発光、発光強度などが制御される。制御部１２０２は、ＬＥＤシート１２０１に表示させる画像信号を処理してもよい。信号入力部１２０４に入力された信号は、制御部１２０２で処理される。信号入力部１２０４には、外部信号を処理する機能、チューナーなどの通信機能を備えることができる。なお、制御部１２０２は、１部のＬＥＤシート１２０１と

接続してもよいし、複数のＬＥＤシート１２０１と接続していてもよい。電源部１２０３は、制御部１２０２や信号入力部１２０４と接続し、表示装置１２００を動作させるのに必要な電力に変換する。電源部１２０３は、例えば、ＡＣ－ＤＣコンバータ、ＤＣ－ＤＣコンバータを有する。

[0102] 表示装置１２００において、基板を含まないＬＥＤシート１２０１の代わりに支持体に保持させる工程によって支持体に保持させたフレキシブルではない支持体付きＬＥＤシートを用いることも出来る。

[0103] （第９実施形態）

第９実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第９実施形態のＬＥＤシートは、無配向性基板と、第１配線と、第２バッファー層と、発光層と、第２配線と、絶縁層と含む。発光層は、第２バッファー層と第２配線の間に配置される。

[0104] 図２０に、第９実施形態のＬＥＤシート１３００の断面図を示す。図２０に示すＬＥＤシート１３００は、無配向性基板１０１６と、無配向性基板１０１６上に複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間に絶縁層が配置されている。発光層は複数の層を含む。無配向性基板１０１６上に第２バッファー層１０１２と、第２バッファー層１０１２上に複数の層を含む発光層１０１３と、発光層１０１３の最も第２バッファー層１０１２側に配置された層と直接的に接した第１配線１０１１と、発光層１０１３の第２バッファー層１０１２側とは反対側の層（最も第２バッファー層から遠い層）と直接的に接した第２配線とを含む発光素子が複数配置されている。発光層１０１３は、第２バッファー層１０１２側に延出面を有し、延出面と第１配線１０１１が直接的に接している。また、この延出面は、第１配線１０１１と第２バッファー層１０１２の間に配置されている。

[0105] ＬＥＤシート１３００の発光素子は、横型のデバイス構造を有している。発光層１０１３の最も第２バッファー層１０１２側に配置される層は、発光層１０１３の他の層と積層していない面を含む。この積層していない面は、発光層１０１３の第２バッファー層１０１２を向く面とは反対側を向く面で

ある。この積層していない面が第１配線１０１１と直接的に接続する。発光層１０１３の第２バッファー層１０１２に対して反対側に配置される層と第２配線１０１４が直接的に接続している。第１配線１０１１と第２配線１０１４は、発光層１０１３の第２バッファー層１０１２を向く面とは反対側を向く面と直接的に接している。第９実施形態において、他の実施形態の共通する内容については、その説明を省略する。

[0106]（第２バッファー層）

第２バッファー層１０１２は、板状の結晶で、2種類以上の金属からなる六方晶系の金属合金である。第２バッファー層１０１２は、２種類以上の金属からなる六方晶系の金属合金からなる層であることが好ましい。第２バッファー層１０１２は、無配向性基板１０１６と発光層１０１３の間に配置されている。第２バッファー層１０１２の発光層１０１３を向く面は、第２バッファー層１０１２の無配向性基板１０１６を向く面とは反対側である。第２バッファー層１０１２の発光層１００３を向く面の結晶配向性（六方晶系化合物の結晶配向性）が揃っているか第２バッファー層１０１２は単結晶である。第２バッファー層１０１２の結晶性は、４軸Ｘ線回折測定や透過型電子顕微鏡観察によって求められる。バッファー層は、第１電極１と直接的に接していてもよい。

[0107] 第２バッファー層１０１２の組成の定義は以下のとおりである。六方晶系金属合金は、たとえばＭｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金である。金属合金は、元素の選択により格子定数を任意に変えることができるため、金属合金の組成を変えることで、エピタキシャル成長させる発光層１０１３の格子定数と金属合金の格子定数を合わせることができる。つまり、エピタキシャル成長させる発光層１０１３及び成長させたい結晶方位に応じて、金属合金の組成を変えることで、例えば、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡｌＮなどエピタキシャル成長用などに適した基材を用意することができる。これら六方晶系

金属合金においては、成長させる面方位は０００１方向である。また、単体で六方晶系金属でなくとも、六方晶系金属との合金形成により六方晶系金属合金となるものが含まれてもよい。六方晶系金属合金は、たとえばＭｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる２種以上の金属からなる合金であることが好ましい。六方晶系金属合金としては、Ｃｒ、Ｍｏ及びWからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金が好ましい。

[0108] 第２バッファー層１０１２（柱状物）の直径（Ｄ５）が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、表示装置として好適な光源の大きさとなる。第２バッファー層１０１２の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、各第２バッファー層１０１２の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各第２バッファー層１０１２の直径とする。第２バッファー層１０１２と発光層１０１３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層１００２の直径に依存する。第２バッファー層１０１２（柱状物）の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下であることが好ましい。第２バッファー層１０１２の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0109] 第２バッファー層１０１２の板形状（断面形状）は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、板状であれば何でもよい。隣り合う六方晶化合物層２の形状は異なっていてもよい。

[0110] 複数の発光素子の第２バッファー層１０１２（柱状物）の中心間の最短距離（Ｄ６）が０．５μｍ以上５００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１０に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の第２バッファー層１０１２の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の第２バッファー層１０１２の中心点と周りにある複数の発光素子の第２バッファー層１０１２の中心点を求める。そして、１つの発光

素子の第２バッファー層１０１２の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の第２バッファー層１０１２の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の第２バッファー層１０１２の中心間の最短距離とする。発光素子の第２バッファー層１０１２の中心点は、第１バッファー層１００２の外接円の中心とする。複数の発光素子の第２バッファー層１０１２（柱状物）の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下や３０μｍ以上１００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の第２バッファー層１０１２の中心間の最短距離製品のピクセル数等に応じて変更される。

[0111] 第２バッファー層１０１２の厚さは、特に限定されない。第２バッファー層１０１２の厚さは、例えば、１０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下である。第２バッファー層１０１２の厚さのばらつきは、少ない方が良い。

[0112] 第２バッファー層１０１２と発光層１０１３は、ヘテロエピタキシャルである。

[0113] 発光素子の積層方向が、六方晶系金属合金の六方晶系ｃ軸と並行にある。発光素子の積層方向に対して垂直方向の六方晶系金属合金は、六方晶系ａ，ｂ軸と並行である。第２バッファー層１０１２の方位はランダムで特に限定されない。

[0114] 第２バッファー層１０１２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層１０１３のうち最も第２バッファー層１０１２側に存在する層の面内格子定数の差（＝（［第２バッファー層１０１２の面内格子定数］－［発光層１０１３のうち最も第２バッファー層１０１２側に存在する層の面内格子定数］／［第２バッファー層１０１２の面内格子定数］）が±１％以内の範囲内であることが好ましい。格子定数の差が大きいと、エピタキシャル成長しにくく、ずれが大きいとエピタキシャル成長しない。そこで、第２バッファー層１０１２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層１０１３のうち最も第２バッファー層１０１２側に存在する層の面内格子定数の差は、±０．５％以内であることがより好ましい。格子定数は、４軸Ｘ線回折測定によって求められる。もしくは、第２バッファー層１０１２を構成する金属合金の組成比

でおおむね決定される。例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＧａＮウエハの成長用基板では、金属合金に$Hf_{0.95}-Ti_{0.05}$系合金を用いる。すると、ＧａＮのａ軸長３．１８９Åと金属合金のａ軸長３．１８９Åの誤差が０．０％となりＧａＮのエピタキシャル成長に好適である。製膜時の熱膨張係数差や成長速度などを考慮して、第２バッファー層１０１２の組成比を若干前後させてもよい。

[0115] 板状の六方晶系金属合金は、無配向性基板１０１６側の結晶系が六方晶系でない場合や、組成がねらいのエピタキシャル成長層とのミスマッチが大きい場合があるが、このとき、第２バッファー層１０１２の無配向性基板１０１６側とは反対側の表面が、六方晶系金属合金で構成されていることが重要である。また板状表面に段差や粒界などが含まれているが場合があるが、高品位なエピタキシャル成長が可能であれば問題ない。第２バッファー層１０１２は、完璧な１つの単結晶ではなくてもエピタキシャル成長が可能であることから、ＬＥＤシート１３００は、安価に提供される。

[0116] 次に、ＬＥＤシート１３００の作製方法について説明する。以下に説明するＬＥＤシート１３００の作製方法は、無配向性基板上に、第２バッファー層前駆体を板状（ドット状）に複数形成する工程（第１４工程）と、第２バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材をアニールして、無配向性基板上に複数の第２バッファー層を板状に形成する工程（第１５工程）と、複数の第２バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第１６工程）と、各柱状物の発光層の一部を除去する工程（第１７工程）と、複数の一部除去された柱状物に第１配線を形成する工程（第１８工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第１９工程）と、複数の柱状物の発光層の複数の第２バッファー層を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第２０工程）とを有する。なお、工程の順番は可能な範囲内で入れ替えることができる。以下、図２１から２６の工程図を参照して、ＬＥＤシート１３００の作製方法について説明する。

[0117] 図２１には無配向性基板１０１６上に、第２バッファー層前駆体１０１７である合金を板状に複数形成する工程（第１４工程）を示している。無配向性基板１０１６は、ガラス、金属、多結晶体、プラスチック（樹脂）、セラミックス、非晶質など基材全面にわたり一義的に決まる結晶配向がなければ何でもよい。無配向性基板１０１６は、エピタキシャル成長に必要な六方晶化合物層２を保持するものであれば特に限定されない。無配向性基板１０１６には、高価な単結晶基材を用いる必要はない。また、発光素子には、無配向性基板１０１６は含まれないがＬＥＤシート１３００には含まれる。ＬＥＤシート１３００は、フレキシブルではない。素子作製後のフレキシブル基板への接着固定と、無配向性基板１０１６側からのレーザーリフトオフなどによって、フレキシブル化することは可能である。

[0118] 第２バッファー層前駆体１０１７は、金属合金が板状に形成されたものである。例えば、金属合金膜をスパッタや蒸着などによって形成してパターニングすることで、金属合金である第１バッファー層前駆体１００７が板状に形成される。第２バッファー層前駆体１０１７は、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金である。エピタキシャル成長させる観点から、すべての板状の第２バッファー層前駆体１０１７第２バッファー層前駆体１０１７は、同一組成であることが好ましい。第２バッファー層前駆体１０１７の金属は、エピタキシャル成長させる発光層１０１３に応じて選択される。

[0119] 図２２には、第２バッファー層前駆体１０１７が無配向性基板１０１６上に形成された部材をアニールして、無配向性基板１０１６上に複数の第２バッファー層１０１２を板状に形成する工程（第１５工程）を示している。アニールは、不活性ガス雰囲気下で行う。かかる加熱処理によって、無配向性基板１０１６上の第２バッファー層前駆体１０１７の合金の結晶が変化して第２バッファー層１０１２が形成される。所定のアニール条件によって熱処理することによりｃ軸配向化、単結晶化することが重要である。アニール前

は結晶系が六方晶系ではなく、アモルファス、無配向であることが多いが、アニール後に六方晶系、ｃ軸配向、合金化、単結晶化（シングルグレイン化）されていることが重要である。アニール方法はレーザー加熱や電気炉などによる。アニール条件（雰囲気、温度、時間等）は、エピタキシャル成長させる発光層１０１３に応じて選択される。すべての板状の第２バッファー層１０１２は、同一組成であることが好ましい。

[0120] 図２３には、複数の第２バッファー層１０１２上に発光層１０１３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第１６工程）を示している。柱状物は、１つの第２バッファー層１０１２とこの第２バッファー層１０１２上に形成された発光層１０１３からなる。バッファー層１３の格子定数は、エピタキシャル成長させる層の格子定数と合わせているため、第２バッファー層１０１２上で発光層１０１３がエピタキシャル成長する。無配向性基板１０１６上では、成長が起こりにくいため、第２バッファー層１０１２上で選択的に発光層１０１３が成長する。発光層１０１３は、複数の層を含むため、複数回エピタキシャル成長を行い、複数の第２バッファー層１０１２上に発光層１０１３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する。

[0121] 図２４には、各柱状物の発光層１０１３の一部を除去する工程（第１７工程）を示している。発光層１０１３の一部を、例えば、アッシング等を行って、除去して、発光層１０１３が第１配線１０１１とコンタクト出来る領域（延出面）を形成する。電極コンタクトできる領域を形成するためにアッシングを行う。

[0122] 図２５には、複数の一部除去された柱状物に第１配線１０１１を形成する工程（第１８工程）を示している。アッシングなどによって形成した第１配線１０１１とコンタクト出来る領域に第１配線１０１１を形成する。

[0123] 図２６には、複数の柱状物の間を充填する絶縁層１０１５を形成する工程（第１９工程）を示している。無配向性基板１０１６上に複数の柱状物が形成された部材の柱状物の間を充填するように絶縁層１０１５を形成する。絶

縁層１０１５は、スプレー、スピンコートするなどして形成することができる。絶縁層１０１５は、図２６のように、柱状物の無配向性基板１０１６側とは反対側の一部が露出してもよいし、柱状物が完全に被覆されるようにしてもよい。必要に応じて、発光層１０１３が第２配線１０１４と直接的に接触するために、絶縁層１００５の一部を除去して、発光層１００３の面を少なくとも一部露出させることができる。

[0124] そして、複数の柱状物の発光層１０１３の複数の第２バッファー層１０１２を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第２０工程）を行い、図２０に示すＬＥＤシート１３００を作製することができる。ＬＥＤシート１３００において、第１実施形態から第７実施形態までの変形例を採用することができる。また、ＬＥＤシート１３００は、第８実施形態に示すように表示装置や照明装置などに用いることが出来る。

[0125] （第１０実施形態）

第１０実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１０実施形態のＬＥＤシートは、具体的な駆動素子１０１０の構成を示した形態である。図２７に第１０実施形態のＬＥＤシート１００７を示す。図２７に示すＬＥＤシート１００７は、上述したＬＥＤシートのアノード側にＴＦＴが設けられた構成である。図２７に示すＬＥＤシート１００７は、第１配線１００１、ｎ型半導体層１００３ａ、活性層１００３ｂ及びｐ型半導体層１００３ｃで構成された発光層１００３、第２配線１００４、絶縁層１００５、白色蛍光体１００８Ｃ、青色カラーフィルター１００８Ｄ、赤色カラーフィルター１００８Ｅ、緑色カラーフィルター１００８Ｆ、制御半導体層１０２０、ゲート絶縁膜１０２１、ゲート電極１０２２、ドレイン電極１０２３、ソース電極１０２４、アンダーコート層１０２５、エッチング保護膜１０２６、パッシベーション膜１０２７、絶縁膜１０２８及び保護膜１０２９を有する。第２配線１００４は、発光層１００３毎に設けられており、例えば、発光層１００３が六角形状であれば、同様に六角形状とすることが出来る。

[0126] ＬＥＤシート１００７は、例えば、発光層１００３が青色を発光し、白色

蛍光体１００８Ｃを通った光がカラーフィルター１００８Ｄ～Ｆを通る構成となっている。例えば、３つの発光層１００３で１画素を構成する。図示したようにカラーフィルター１００８Ｄ～Ｆの間には、絶縁膜１０２８が配置され、最表面には保護膜１０２９が設けられていてもよい。

[0127] 制御半導体層１０２０は、ポリシリコン、アモルファスシリコンやアモルファス酸化物化合物半導体などが用いられる。酸化物化合物半導体としては、例えばＩＧＺＯが挙げられる。制御半導体層１０２０は、ゲート絶縁膜１０２１を介してゲート電極１０２２と
接続し、ドレイン電極１０２３と接続し、ソース電極１０２４と接続している。

[0128] ダイオード（発光層１００３）のアノード電極である第２配線１００４は、ソース電極１０２４と接続し、ダイオード（発光層１００３）のカソード電極である第１配線１００１は、共通電極であり、複数のダイオードのｎ型半導体層と接している。ＬＥＤシート１００７の各発光層１００３の駆動は、ＴＦＴで制御される。

[0129] 次に、図２８から図３１を参照して、第１０実施形態のＬＥＤシート１１０７の作製方法について説明する。図２８の工程図に示す部材は、無配向性基板１００６上に第１バッファー層１００２が設けられ、第１バッファー層１００２の間には、絶縁膜１００９が設けられている。絶縁膜１００９は、無配向性基板１００６とともに第１バッファー層１００２を剥離させるための膜であって、絶縁膜１００９を省略しても第１バッファー層１００２を除去することが出来る。

[0130] 次に、図２９の工程図に示すように、図２８の部材に上記実施形態で説明した方法で発光層１００２を成長させる。第１バッファー層１００２上にｐ型半導体層１００３ａをエピタキシャル成長させ、次いで、活性層１００３ｂ及びｐ型半導体層１００３ｃを成長させ、絶縁層１００５を形成させた後に第２配線１００４を形成する。第２配線１００４は、活性層１００３ｂに接しない程度にｐ型半導体層１００３ｃを覆うことが好ましい。第２配線１

００４は、反射板として機能する金属膜を用いてもよい。

[0131] 次に、図３０の工程図に示すように、図２９の部材に公知の半導体製造プロセスを採用してＴＦＴを形成する。制御半導体層１０２０を含む駆動素子１０２０と発光層１００３は、第１配線１００１から第２配線１００４に向かう方向に積層しているため、ＴＦＴを半導体発光層に重ねて位置することによって開口率の低減を防ぐ。また、発光層１００２が並ぶ方向にＴＦＴを配置させないことで、ＴＦＴによる発光層１００２のレイアウト制限が生じないことも実施形態の利点である。

[0132] 次に、図３１の工程図に示すように、図３０の部材から、第１バッファー層１００２、絶縁膜１００９と共に無配向性基板１００６を剥離させたのち、第１配線１００１を製膜する工程を経て、ＬＥＤシートを形成し、蛍光体、カラーフィルターなどを形成して図２７のＬＥＤシートを得る。

[0133] 実施形態のＬＥＤシートは、発光層１００３と電気的に接続した駆動素子１０１０と駆動素子１０１０を制御する制御回路によって発光が制御されていることが好ましい。図３２に第１０実施形態の一部の等価回路図を示す。図３２において、Ｄは実施形態の発光素子であり、第１トランジスタＴ１は駆動素子１０１０であり、第２トランジスタＴ２はスイッチング用ＴＦＴであり、第３トランジスタＴ３は発光時間制御用ＴＦＴである。この例では、ゲート電極１０２２は、第２トランジスタＴ２のソース電極と電気的に接続される。第２トランジスタＴ２は、ゲート電極に制御線ｃｎ１が接続され、ドレイン電極に信号線ｓｇ１が接続される。ソース電極１０２４は、ｐ型半導体層１００３ｃ（第２配線１００４）と電気的に接続される。ドレイン電極１０２３は、第３トランジスタＴ３と電気的に接続される。第３トランジスタＴ３は、ゲート電極に制御線ｃｎ２が接続される。第３トランジスタＴ３は、ソース電極が第１トランジスタＴ１と接続され、ドレイン電極が高電位端ＰＶＤＤと接続される。この例においては、ｎ型半導体層１００３ａ（第１配線１００１）の側を低電位端ＰＶＳＳとする。制御線ｃｎ１とｃｎ２からの信号（タイミングチャート）により、発光のタイミングとデューティ

一比を制御して、効率良く発光させることが出来る。なお、図３２の等価回路に示す構成は、発光素子の駆動回路の一例である。

[0134] （第１１実施形態）

第１１実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１１実施形態のＬＥＤシートは、発光層１００３自体が異なる色を発光することで、ＬＥＤシートがフルカラー表示することを可能にする。図３３は、１画素分のＬＥＤシートの概念図である。六角形で表したものが発光層１００３であり、それぞれに書かれているＧ，ＢとＲは発光する光の色（Ｇ；緑、Ｂ；青、Ｒ；赤）を表している。ＧａＮ材料を用いると青色の効率が高く、緑色と赤色は発光効率が低い。そこで、青色の発光層１００３が１つに対して、緑色と赤色の発光層１００３を２以上に増やすことで、各色の発光量のバランスをとっている。色毎に異なる配線をすることで、色毎に制御することが出来る。

[0135] （第１２実施形態）

第１２実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１１実施形態のＬＥＤシートは、複数の発光層１００３からなる発光層群１００３Ｇを１画素の１色として発光させる形態である。図３４は、１画素分のＬＥＤシートの概念図である。発光層群１００３Ｇは、ベタ膜等の複数の発光層１００２を電気的に接続する電極に挟まれ、発光層群１００３Ｇは共通するベタ膜の電極からの電気で制御される。図３４では、発光層１００３の大きさが均一ではないが、発光層１００３の大きさは均一であってもよい。発光層１００３の形状が均一であっても図３４の様に均一ではなくても、複数の発光層１００３を１画素の１色として制御することで輝度のばらつきを押さえることが出来る。１画素の１色を複数の画素で構成することで、冗長性が向上し、歩留まりが上昇する。また、六角形形状を採用すると曲げた場合に応力を分散しやすくなるため、フレキシブル性の観点から好ましい。発光層群１００３Ｇを点光源とするためには、絶縁層１００５に高屈折率材料を用いて、発光層１００３と絶縁層１００５との界面で全反射しにくくすることもできる。

[0136] （第１３実施形態）

第１３実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１３実施形態のＬＥＤシートは、発光色の異なる複数のＬＥＤシートを積層させた構成である。発光層１００３の組成を変更する等して各ＬＥＤシートが発光する発光色を変えることができる。図３５に第１３実施形態のＬＥＤシート１１０８を示す。発光層１００３が重ならないように、赤色発光するＬＥＤシート１１０７Ｒ、緑色発光するＬＥＤシート１１０７Ｇ及び青色発光するＬＥＤシート１１０７Ｂを重ねることで、フルカラー表示が可能となる。アモルファス酸化物TFTを形成したＬＥＤシートはフレキシブル性に優れ、また、非常に厚さの薄い膜であることから、重ね合わせても膜の薄さやフレキシブル性と言った特性を損なわない。なお、透過色域調整層１００８によって発光色の異なるＬＥＤシートを複数積層させてフルカラー表示に対応させることも出来る。

以下、実施例および比較例を説明する。

[0137] （実施例１－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｏ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏドットを形成した。硫黄、セレン４：１の雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態のＭｏ（$Ｓ_{0.8}Ｓｅ_{0.2}$）$_2$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折によりセレン化硫化モリブデン化合物のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィ、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の透明電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。ストライプ状の透明電極と直線に交差するように、隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の透明電極を形成した。緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、パッシブマトリクス型ディスプレイを形成した。この後ガラス基材からはがし、フレキシブルデ

ィスプレイとした。

[0138]（実施例１－２）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｏ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏドットを形成した。硫黄、セレン４：１の雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態のＭｏ（$Ｓ_{0.8}Ｓｅ_{0.2}$）$_2$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折によりセレン化硫化モリブデン化合物のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子部分を全面を連結するように透明電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。画素１つに対してＴＦＴ一つを形成し、赤色と緑色の量子ドットを塗布してＲＢＧ画素を形成し、アクティブマトリクス型ディスプレイを形成した。この後ガラス基材からはがし、フレキシブルディスプレイとした。

（実施例１－１と少し変えて、量子ドットとしました。効果は同じです。）

[0139]（実施例１－３）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｏ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏドットを形成した。硫黄、セレン４：１の雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態のＭｏ（$Ｓ_{0.8}Ｓｅ_{0.2}$）$_2$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折によりセレン化硫化モリブデン化合物のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子１つに対してＴＦＴ一つを形成し、樹脂を塗っ

たガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。剥離後発光素子全面を透明電極で覆い、緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、アクティブマトリクス型ディスプレイを形成した。この後ガラス基材からはがし、フレキシブルディスプレイとした。

[0140] （比較例１－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｏ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏドットを形成した。硫黄、セレン４：１の雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態の$MoSe_2$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折によりセレン化モリブデン化合物のａ軸長を決定したところ、３．２８８Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィ、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の透明電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。ストライプ状の透明電極と直線に交差するように、隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の透明電極を形成した。緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、パッシブマトリクス型ディスプレイを形成した。この後ガラス基材からはがし、フレキシブルディスプレイとした。しかし素子は発光に至らなかった。ＧａＮとセレン化モリブデン化合物の格子定数差が大きく、発光素子部分に結晶欠陥が大量に存在したためであると考えられる。

[0141] （実施例２－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＨｆ－Ｔｉ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＨｆ－Ｔｉドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結

晶状態のＨｆ－Ｔｉドットを形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により金属合金のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、ストライプ状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布、乾燥し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。ストライプ状の下部電極と直線に交差するように、また直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の上部透明電極を形成後、緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、パッシブマトリクス型ディスプレイを形成した。

[0142]（実施例２－２）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＨｆ－Ｔｉ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＨｆ－Ｔｉドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結晶状態のＨｆ－Ｔｉドットを形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により金属合金のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、網目状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布、乾燥し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子１つに対してＴＦＴ一つを形成し、緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、アクティブマトリクス型ディスプレイを形成した。

[0143]（実施例２－３）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＺｒ－Ｔｉ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＺｒ－Ｔｉドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結晶状態のＺｒ－Ｔｉドットを形成した。Ｘ線回折により合金のａ軸長を決定

したところ、３．１１２Åであった。これを基材に用いてＡｌＮ、ＧａＮからなる下地層、量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、網目状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子部分を連結するように網目状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、これにより深紫外光発光素子が得られる。

[0144] （比較例２－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｇ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＨｆ－Ｔｉドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結晶状態のＭｇドットを形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により金属合金のａ軸長を決定したところ、３．２１０Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、ストライプ状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布、乾燥し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。ストライプ状の下部電極と直線に交差するように、また直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状の上部透明電極を形成後、緑色蛍光体と赤色蛍光体を用いてＲＢＧ画素を形成し、パッシブマトリクス型ディスプレイを形成した。しかし素子は発光に至らなかった。ＧａＮとセＭｇの格子定数差が大きく、発光素子部分に結晶欠陥が大量に存在したためであると考えられる。

[0145] 以下、上記実施形態の技術案を記載する。

技術案１

第１配線と、第１バッファー層（層状化合物層）と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、

前記第１配線は、前記第１バッファー層と直接的に接し、

前記第２配線は、前記発光層を直接的に接し、

前記第１バッファー層が前記第１配線と直接的に接した面は、前記第１バッファー層の前記第２配線を向く面とは反対側である発光ダイオードシート。

技術案２

前記絶縁層の前記発光素子を向く面は、前記発光素子の前記絶縁層を向く面の少なくとも一部と直接的に接している技術案１に記載の発光ダイオードシート。

技術案３

前記複数の発光素子は、前記第１配線を介して電気的に接続し、

前記複数の発光素子は、前記第２配線を介して電気的に接続している技術案１又は２に記載の発光ダイオードシート。

技術案４

前記発光層は、複数の層が積層したヘテロエピタキシャル関係であり、

前記第１バッファー層と、前記発光層は直接的に接し、

前記第１バッファー層の面内格子定数と前記複数の層が積層した発光層のうち最も第１バッファー層側に存在する層の面内格子定数の差が±1%以内の範囲内である技術案１ないし３のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案５

前記第１バッファー層層は、金属カルコゲナイドを含む技術案１ないし４のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案６

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃ

ｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上であり、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦α＋β＋γ＋δ≦２．０を満たす技術案１ないし５のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案７

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Ｍは、Ｍｏ、Ｗ及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含み、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦α＋β＋γ＋δ≦２．０を満たす技術案１ないし６のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案８

前記第１バッファー層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にあり、

前記発光層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある技術案１ないし７のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案９

前記複数の発光素子の前記第１バッファー層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下であり、

前記複数の発光素子の前記発光層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案１ないし８のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１０

第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、

前記発光層は、前記第１配線と直接的に接し、

前記発光層の前記第１配線と直接的に接した面と反対側の面は前記第２配線と直接的に接している発光ダイオードシート。

技術案１１

前記絶縁層の前記発光素子を向く面は、前記発光素子の前記絶縁層を向く面の少なくとも一部と直接的に接している技術案１０に記載の発光ダイオードシート。

技術案１２

前記複数の発光素子は、前記第１配線を介して電気的に接続し、

前記複数の発光素子は、前記第２配線を介して電気的に接続している技術案１０又は１１に記載の発光ダイオードシート。

技術案１３

前記発光層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある技術案９ないし１２のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１４

前記複数の発光素子の前記発光層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案９ないし１３のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１５

技術案１ないし１４のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートを用いた表示装置。

技術案１６

無配向性基板上に、第１バッファー層前駆体を板状に複数形成する工程と、

前記第１バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、前記無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程と、

前記複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程と、

前記複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

前記複数の柱状物の前記発光層の前記複数の第１バッファー層を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程と、

前記無配向性基板を剥離して、前記複数の柱状物の前記複数の層状化合物の前記発光層を向く面とは反対側の面に第１配線を形成する工程と、

を有する発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１７

無配向性基板上に、第１バッファー層前駆体を板状に複数形成する工程と、

前記第１バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、前記無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程と、

前記複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程と、

前記複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

複数の柱状物の層状化合物を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程と、

前記無配向性基板と前記第１バッファー層を剥離する工程と、

前記複数の柱状物の前記絶縁層を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線を形成する工程と、

を有する発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１８

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上であり、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０

≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦α＋β＋γ＋δ≦２．０を満たす技術案１６又は１７案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１９

前記第１バッファー層は、ＭＳｅ$_{\alpha}$Ｓ$_{\beta}$Ｔｅ$_{\gamma}$Ｏ$_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Ｍは、Ｍｏ、Ｗ及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含み、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦α＋β＋γ＋δ≦２．０を満たす技術案１６ないし１８のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案２０

前記複数の柱状物の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にあり、

前記複数の柱状物の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案１５ないし１８のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

[0146] （第１４実施形態）

第１４実施形態は発光ダイオードシート（以下、ＬＥＤシート）に関する。ＬＥＤシートは、第１配線と、層状化合物層と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層を含む。発光層の構成を選択することにより、発光波長を変化させることが出来る。ＬＥＤシートは、紫外線の発光も可能である。可視光を発光することで、ＬＥＤシートは、照明として使用できる。また、紫外線を発光することで、ＬＥＤシートは、紫外線発光用のシートとして使用できる。２００ｎｍから３００ｎｍオーダーの紫外線は、エネルギーが強いため、ＤＮＡ等を分解するなどして行う殺菌等に適している。

[0147] 図３６にＬＥＤシート２１００の斜視図を示す。そして、図３７にＬＥＤシート２１００の断面図を示す。ＬＥＤシート２１００は、第１配線２００

１と、第１バッファー層２００２と、ダイオードを含む発光層２００３と、第２配線２００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層２００５が配置されている。

[0148] 図３６では、第１配線２００１が第１方向に延び、第２配線２００４が第２方向に延びている。

[0149] 図３６及び図３７において、発光素子は、同じ大きさで第１方向及び第２方向に均一に並んでいるが、発光素子の大きさや配置は、図３６及び３７に図示する形態に限定されるものではない。

[0150] ＬＥＤシート２１００は、第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層２００３を有する複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層２００５と、複数の発光素子の発光層１００３の第１面側に設けられた第１配線２００１と、複数の発光素子の発光層２００３の第２面側に設けられた第２配線２００４と、を有する。

[0151] ＬＥＤシート２１００は、発光素子が絶縁層２００５中に配置された構成となっている。絶縁層２００５に柔軟性のあるポリマーなどを利用することで、ＬＥＤシート２１００をフレキシブルにすることができる。フレキシブルとは、２５℃の大気圧環境下で、直径２００ｍｍの円柱状棒に緩慢に１０回の巻き付けと開放を繰り返して、ＬＥＤシート２１００に、割れ、欠け、及び、断線の損傷が無いものをいう。

[0152] ＬＥＤシート２１００は、発光層２００３を成長させるためのエピタキシャル成長用基板を含まず、作製においても用いないため、安価にＬＥＤシート２１００を作製することができる。

[0153] ＬＥＤシート２１００の大きさは、数十ｍｍ^{2}から１ｍ^{2}を超える物まで様々である。従来のものに比べ安価に製造できるため、対象へ効果的な配置で照射できる設計が可能となる。

[0154] 紫外線を発光するＬＥＤシート２１００を透明な配管に巻き付ければ、配管を通る物を殺菌等の処理ができる。

[0155] ＬＥＤシート２１００は、図示しないガラスや樹脂性等の基板に固定して

もよい。

[0156] （第１配線）

第１配線２００１は、第１バッファー層２００２と直接的に接した導電体である。第１配線２００１は、各発光素子の電極である。第１配線２００１は、発光層２００３のアノード又はカソードのうち一方の電極となる。第１配線２００１は、第１バッファー層２００２と直接的に接している。第１バッファー層２００２の第１配線２００１と接している面は、第１バッファー層２００２の第２配線２００４を向く面とは反対側である。ＬＥＤシート２１００に含まれる複数の発光素子は、第１配線２００１を介して電気的に接続していることが好ましい。

[0157] 第１配線２００１がＬＥＤシート２１００の単一のアノード電極であり、第２配線２００４がＬＥＤシート２１００の単一のカソード電極である、又は、第１配線２００１がＬＥＤシート２１００の単一のカソード電極であり、第２配線２００４がＬＥＤシート２１００の単一のアノード電極である。すなわち、ＬＥＤシート２１００は、欠陥や故障を除き、すべての発光素子が発光するか、すべての発光素子が発光しないかの２つの状態となる素子である。

[0158] 第１配線２００１は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第１配線２００１は、透明電極とすることが出来る。第１配線２００１は、積層膜でもよい。第１配線２００１は、ライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体であって、複数の発光素子がライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体で電気的に接続している。第１配線２００１がライン状の導電体である場合、ライン状の導電体は、１条であるか、束ねられている。

[0159] 発光面の方向選択と、素子の発光波長によって第１配線２００１の材質と形状を選択することが好ましい。すなわち、第２配線２００４側を発光方向とする場合は、第１配線２００１は、反射板をかねた金属電極とすることが好ましい。第１配線２００１側を発光方向とする場合は、第１配線２００１をストライプ状やメッシュ状の金属膜又は透明性導電膜とすることがよい。

しかし、第１配線２００１側を発光方向とし、第１配線２００１として用いようとする透明導電膜のバンドギャップから算出される波長よりも発光素子が短波長を発光する場合は、第１配線２００１としてストライプ状やメッシュ状の金属膜を用いることが好適である。なお、第１配線２００１と第２配線２００４の両側を発光方向とする両面発光型のＬＥＤシートとしてもよい。

[0160] 第１配線２００１は、図３６及び図３７に示すように並んだすべての発光素子を電気的に接続することが出来る場合がある。複数の発光素子の発光を個別に制御しなくてもよいため、第１配線は、膜状の導電体であることが好ましい。さらに、第１配線２００１がすべての発光素子を電気的に及び直接的に接続していることが好ましい。

[0161] （第１バッファー層）

第１バッファー層２００２は、層状化合物を含む。第１バッファー層２００２は、板形状であることが好ましい。第１バッファー層２００２は、層状化合物からなる層であることが好ましい。第１バッファー層２００２は、第１配線２００１と発光層２００３の間に配置されている。第１バッファー層２００２の発光層２００３を向く面は、第１バッファー層２００２の第１配線２００１を向く面とは反対側である。第１バッファー層２００２の発光層２００３を向く面の結晶配向性（層状化合物の結晶配向性）が揃っているか、第１バッファー層２００２は、二次元のシート状の層状化合物を複数含む単結晶である。第１バッファー層２００２の結晶性は、４軸Ｘ線回折測定もしくは透過型電子顕微鏡観察によって求められる。

[0162] 窒化物半導体層を成長させるために層状化合物に変えて、他にもグラフェンなど二次元層状物質、ハフニウムや合金などの六方晶系金属、セラミックスなどを使用することが出来る場合がある。

[0163] 層状化合物は、第１バッファー層２００２の面方向に広がる２次元のシート状である。層状化合物としては、金属カルコゲナイドが好ましい。グラフェンも層状化合物であるが、グラフェンは、格子定数を発光層２００３に合

わせて変更することが出来ない。金属カルコゲナイドであると、金属及びカルコゲン元素の選択とその比率によって、層状化合物の格子定数を制御することが出来る。

[0164] 層状化合物としては、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される金属カルコゲナイドが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上である。α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。さらに、$\alpha$、$\beta$及び$\gamma$は、０．０≦$\alpha$≦２．０、０．０≦$\beta$≦２．０、０．０≦$\gamma$≦２．０、０．０≦$\delta$≦２．０、０．０＜$\alpha+\beta+\gamma$及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｍｏ、W及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含むことが好ましい。金属カルコゲナイドの元素の選択及び比率は、エピタキシャル成長させる発光層２００３に応じて変更される。

[0165] 第１バッファー層２００２（柱状物）の直径（Ｄ１）が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、発光装置として好適な光源の大きさとなる。第１バッファー層２００２の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、各第１バッファー層２００２の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各層状化合物層の直径とする。第１バッファー層２００２と発光層２００３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層２００２の直径に依存する。第１バッファー層２００２（柱状物）の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下や５μｍ以上１００μｍ以下であることが好ましい。第１バッファー層２００２の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0166] 第１バッファー層２００２の板形状（断面形状）は、円盤形や三角柱形、

六角柱形などの多角柱形であることが多いが、板状であれば何でもよい。隣り合う第１バッファー層２００２の形状は異なっていてもよい。

[0167] 複数の発光素子の第１バッファー層２００２（柱状物）の中心間の最短距離（Ｄ２）が０．５μｍ以上３００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１０に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の第１バッファー層２００２の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の第１バッファー層２００２の中心点と周りにある複数の発光素子の第１バッファー層２００２の中心点を求める。そして、１つの発光素子の第１バッファー層２００２の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の第１バッファー層２００２の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の第１バッファー層２００２の中心間の最短距離とする。発光素子の第１バッファー層２００２の中心点は、第１バッファー層２００２の外接円の中心とする。複数の発光素子の第１バッファー層２００２（柱状物）の中心間の最短距離は、２０μｍ以上３００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の第１バッファー層２００２の中心間の最短距離製品のピクセル数等に応じて変更される。

[0168] 第１バッファー層２００２の厚さは、特に限定されない。第１バッファー層２００２の厚さは、例えば、１０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下である。第１バッファー層２００２の厚さのばらつきは、少ない方が良い。

[0169] 第１バッファー層２００２と発光層２００３は、ヘテロエピタキシャル関係にある。

[0170] 発光素子の積層方向が、金属カルコゲナイドの六方晶系ｃ軸と並行にある。発光素子の積層方向に対して垂直方向の金属カルコゲナイドは、六方晶系ａ，ｂ軸と並行である。金属カルコゲナイドの基板面と平行の方位は基板面から垂直に見てランダムで特に限定されない。

[0171] 金属カルコゲナイドは、元素の選択により格子定数を任意に変えることができるため、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、エピタキシャル成

長させる単結晶層の格子定数と金属カルコゲナイドの格子定数を合わせることができる。つまり、エピタキシャル成長させる単結晶層及び成長させたい結晶方位に応じて、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、例えば、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮなどエピタキシャル成長用などに適した基材を用意することができる。これら六方晶系窒化物においては、成長させる面方位は０００１方向である。

[0172] 第１バッファー層２００２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層２００３のうち最も第１バッファー層２００２側に存在する層の面内格子定数の差（＝（［第１バッファー層２００２の面内格子定数］－［発光層２００３のうち最も第１バッファー層２００２側に存在する層の面内格子定数］／［第１バッファー層２００２の面内格子定数］）が±１％以内の範囲内であることが好ましい。格子定数の差が大きいと、エピタキシャル成長しにくく、ずれが大きいとエピタキシャル成長しないか、結晶欠陥が生じやすくなる。そこで、第１バッファー層２００２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層２００３のうち最も第１バッファー層２００２側に存在する層の面内格子定数の差は、±０．５％以内であることがより好ましい。格子定数は、４軸Ｘ線回折測定によって求められる。もしくは、第１バッファー層２００２を構成する金属カルコゲナイドの組成比でおおむね決定される。

[0173] 例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＧａＮウエハの成長用としては、金属カルコゲナイドに$MoS_{1.6}Se_{0.4}$を用いる。すると、ＧａＮのａ軸長３．１８９Åと金属カルコゲナイドのａ軸長３．１８９Åの誤差が０．０％となりＧａＮのエピタキシャル成長に好適である。

[0174] 例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＡＩＮウエハの成長用としては、金属カルコゲナイドに$Mo_{0.6}Cr_{0.4}S_{2.0}$を用いる。すると、ＡＩＮのａ軸長３．１１２Åと金属カルコゲナイドのａ軸長３．１１２Åの誤差が０．０％となりＡＩＮのエピタキシャル成長に好適である。

[0175] 第１バッファー層２００２の発光層２００３と直接的に接している二次元シート状の金属カルコゲナイドは、複数の二次元シート状の金属カルコゲナ

イドで構成されている場合がある。このとき、第１バッファー層２００２の発光層２００３と直接的に接している面において、複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃うように配列されている。複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドは重なっていても問題はないし、段差があってもよい。作製時に用いる基板との剥離の際に、第１バッファー層２００２の発光層２００３と直接的に接している面が１枚の二次元シートの金属カルコゲナイドではなくても、複数枚の二次元シートの金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃っていれば、第１バッファー層２００２上に発光層２００３のエピタキシャル成長が可能である。完璧な１枚のシート状物でなくともエピタキシャル成長が可能であることから、基板上に第１バッファー層２００２が複数配置された部材を安価に作製することができる。そして、その基板を用いてＬＥＤシートを作製することで、ＬＥＤシートの作製費用を抑えることができる。

[0176]（発光層）

発光層２００３は、第１バッファー層２００２と第２配線２００４との間に配置された発光ダイオードである。発光層２００３は、第１バッファー層２００２と直接的に接し、第２配線２００４と直接的に接している。発光層２００３が第２配線２００４と直接的に接した面は、第１バッファー層２００２と直接的に接した面とは反対側である。

[0177] 発光層２００３は、第１導電型半導体層（化合物半導体）、活性層及び第２導電型半導体層（化合物半導体）を含む。発光層２００３は、六方晶系の窒化物半導体層を含む。発光層２００３は、六方晶系の窒化物半導体層が複数積層していることが好ましい。発光層２００３の複数層は、ヘテロエピタキシャル関係であることが好ましい。窒化物半導体層は、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、ＧａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の単結晶層であることが好ましい。これら混合組成比によって窒化物半導体層の面内格子定数が３．１１１Åから３．５３２Åまで幅がある。金属カルコゲナイドは、窒化物半導体層の面内格子定数３．１１１Å

から３．５３２Åに合わせることが出来る。製膜時の熱膨張係数差や成長速度などを考慮して、金属カルコゲナイドの組成比を若干前後させてもよい。ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮを組み合わせと、金属カルコゲナイドの組成選択により、発光波長を赤外線から紫外線の広範囲の波長に調整することが出来る。

[0178] 発光層２００３に用いられる化合物半導体（活性層を含む）としては、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、ＧａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の他に、ＧａＡｓ等の砒素系化合物半導体やＩｎＧａＡＩＰ等のリン系化合物半導体が挙げられる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体も窒化物半導体と同様に第１バッファー層２００２との面内格子定数を合わせることができる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体は、第１バッファー層２００２から発光層２００３として好適に成長することができる。つまり、第１導電型の半導体層、活性層及び第２導電型の半導体層は、窒化物半導体、砒素系化合物半導体及びリン系化合物半導体からなる群より選ばれる１種以上を含む半導体層である。

[0179] 発光層２００３が青色発光ダイオードである場合は、発光層２００３は、例えば、第１導電型のＧａＮ層、第１導電型のＡＩＧａＮ層、ＩｎＧａＮ層、第２導電型のＡＩＧａＮ層と第２導電型のＧａＮ層が積層した構造を有する。この場合、第１バッファー層２００２の面内格子定数は、ＧａＮに合わせる。前述の通り、金属カルコゲナイドに$MoS_{1.6}Se_{0.4}$を用いることで、金属カルコゲナイドとＧａＮの格子定数がマッチングする。

[0180] 発光層２００３が紫外線発光ダイオードである場合は、発光層２００３は、例えば、第１導電型のＡＩＮ、ＡＩＮ発光層と第２導電型のＡＩＮが積層した構造を有する。この場合、第１バッファー層２００２の面内格子定数は、ＡＩＮに合わせる。前述の通り、金属カルコゲナイドに$Mo_{0.6}Cr_{0.4}S_{2.0}$を用いることで、金属カルコゲナイドとＡＩＮの格子定数がマッチングする。

[0181] 発光層２００３（柱状物）の直径（Ｄ３）が０．１μｍ以上２００μｍ以

下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、発光装置として好適な光源の大きさとなる。発光層２００３の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、発光層２００３の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各発光層２００３の直径とする。第１バッファー層２００２と発光層２００３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層２００２の直径に影響を受ける。発光層２００３（柱状物）の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下や５μｍ以上１００μｍ以下であることが好ましい。発光層２００３の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0182] 発光層２００３の断面形状は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、特に限定されない。隣り合う発光層２００３の形状は異なっていてもよい。

[0183] 複数の発光素子の発光層２００３の中心間の最短距離（Ｄ４）が０．５μｍ以上３００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１０に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の発光層２００３の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の発光層２００３の中心点と周りにある複数の発光素子の発光層２００３の中心点を求める。そして、１つの発光素子の発光層２００３の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の発光層２００３の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の発光層２００３の中心間の最短距離とする。発光素子の発光層２００３の中心点は、発光層２００３の外接円の中心とする。複数の発光素子の発光層２００３の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下や１０μｍ以上１００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の発光層２００３の中心間の最短距離は製品のスペック等に応じて変更される。

[0184] （第２配線）

第２配線２００４は、発光層２００３の第１バッファー層２００２を向く

面とは反対側の面と直接的に接した導電体である。第２配線２は、各発光素子の電極である。ＬＥＤシート２１００に含まれる複数の発光素子は、第２配線２００４を介して電気的に接続していることが好ましい。第２配線２００４は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第２配線２００４は、透明電極とすることが出来る。第２配線２００４は、積層膜でもよい。ＬＥＤシート２１００に含まれる複数の発光素子は、第２配線２００４を介して電気的に接続していることが好ましい。

[0185] 第２配線２００４がＬＥＤシート２１００の単一のアノード電極であり、第１配線２００１がＬＥＤシート２１００の単一のカソード電極である、又は、第２配線２００４がＬＥＤシート２１００の単一のカソード電極であり、第１配線２００１がＬＥＤシート２１００の単一のアノード電極である。

[0186] 第２配線２００４は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第２配線２００４は、透明電極とすることが出来る。第２配線２００４は、積層膜でもよい。第１配線２００１は、ライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体であって、複数の発光素子がライン状、メッシュ状、又は、膜状の導電体で電気的に接続している。第１配線２００１がライン状の導電体である場合、ライン状の導電体は、１条であるか、束ねられている。

[0187] 発光面の方向選択と、素子の発光波長によって第２配線２００４の材質と形状を選択することが好ましい。すなわち、第１配線２００１側を発光方向とする場合は、第２配線２００４は、反射板をかねた金属電極とすることが好ましい。第２配線２００４側を発光方向とする場合は、第２配線２００４をストライプ状やメッシュ状の金属膜又は透明性導電膜とすることがよい。しかし、第２配線２００４側を発光方向とし、第２配線２００４として用いようとする透明導電膜のバンドギャップから算出される波長よりも発光素子が短波長を発光する場合は、第２配線２００４としてストライプ状やメッシュ状の金属膜を用いることが好適である。

[0188] 第２配線２００４は、図３６及び図３７に示すように並んだすべての発光素子を電気的に接続することが出来る場合がある。複数の発光素子の発光を

個別に制御しなくてもよいため、第２配線２００４は、膜状の導電体であることが好ましい。さらに、第２配線２００４がすべての発光素子を電気的に及び直接的に接続していることが好ましい。

[0189]（絶縁層）

絶縁層２００５は、複数の発光素子の間に配置されている。絶縁層２００５は、発光素子を保持し、ＬＥＤシート２１００の基体となることが好ましい。絶縁層２００５は、ポリマーを含む絶縁性の材料で構成されている。絶縁層２００５の発光素子を向く面は、発光素子の絶縁層２００５を向く面（発光素子の側面）の少なくとも一部と直接的に接している。絶縁層２００５の発光素子を向く面は、発光素子の積層方向に対して垂直方向を含む。絶縁層２００５は、第１バッファー層２００２、発光層２００３、又は、第１バッファー層２００２及び発光層２００３の側面と直接的に接している。

[0190] 絶縁層２００５は、柱状に成長した発光層２００３間に充填され、シート状に広がっている。絶縁層２００５は、ポリマースペーサーである。絶縁層２００５の膜厚は、第１バッファー層２００２と上に成長した発光層２００３を覆う程度であり、具体的には、おおむね２μｍから５μｍ程度である絶縁層２００５は発光層２００３間を絶縁するほかに、製品としての発光素子シートのフレキシブル性を担う部分であり、強度や加工性を基準に材質を選択することが好ましい。

[0191] 絶縁層２００５としては、有色もしくは無色なポリマーを利用することが出来る。光吸収損失低減の観点から、無色透明でよりバンドギャップの広いものがより望ましい。絶縁層２００５として利用可能なポリマーとしては、例えば、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。

[0192] 絶縁層２００５は、例えば、フッ素系樹脂、透明樹脂、透明ポリマーなどがダイオードを含む複数の発光層の間に少なくとも充填されている。具体的には、発光層２００３の側面の少なくとも一部を被覆して、複数の発光層２００３同士が直接的に接しないように複数の発光層の間に少なくとも充填されている。より具体的には、発光層２００３の側面の一部にも第１配線２０

０１や第２配線２００４が形成されている場合は、第１配線２００１や第２配線２００４の外周側面にも絶縁層２００５が形成されている場合がある。より具体的には、発光層２００３の上端面である発光層２００３が第１配線２００１と接した面や下端面である発光層２００３が第２配線２００４と接した面には絶縁層２００５が形成されていないことが好ましい。より具体的には、絶縁層２００５は、第１配線２００１や第２配線２００４の側面の一部を被覆する場合があるが、第１配線２００１の発光層２００３を向く面とは反対側の面と第２配線２００４の発光層２００３を向く面とは反対側の面には、絶縁層２００５は形成されていないことが好ましい。

[0193] ＬＥＤシート２１００の作製方法の説明の前に、具体的な柱状の発光層２００３とその成長方法について説明する。発光２００２は、第１バッファー層２００２上にエピタキシャル成長される。以下、ｎ型ＧａＮ層、超格子（Strained-Layer Superlattice; ＳＬＳ）、活性層である多重量子井戸（Multi-Quantum Well; ＭＱＷ）及びｐ型ＧａＮ層が積層した発光層２００３を例に説明する。まず、第１バッファー層２００２上にｎ型のＧａＮを成長させる。ｎ型ＧａＮ層の成長は、第１バッファー層２００２が破壊されにくい窒素ガスをキャリアガスとして供給して行なうことが望ましい。ｎ型不純物としては、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｔｅ及びＳｎからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｎ型ＧａＮの第１バッファー層２００２との接地面の大きさ及び形状は、第１バッファー層２００２の形状で制御される。ｎ型ＧａＮ層の高さは、典型的には、数μｍ程度であって、設計された高さになるように制御される。好適には、ｎ型ＧａＮ層の（０００１）面が成長するように第１バッファー層２００２が選択される。ｎ型のＧａＮ層が第１バッファー層２００８を被覆した後は、成長制御等の観点から窒素ガスと水素ガスの混合ガス又は水素ガスをキャリアガスとしてｎ型ＧａＮ層を更に成長させてもよい。超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層の表面には、極性面である（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良い。（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）

面などの非極性面の多重量子井戸では分極による内部電界が減少し、ドループ現象を抑制できる場合がある。また、超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層は、第１バッファー層２００２よりも太くなっていてもよい。なお、発光層２００３の断面直径によって発光スペクトルを制御することも出来る。

[0194] 例えば、青色発光の場合、ｎＧａＮ層上に、超格子として例えば、２ｎｍのｎ型ＧａＮと１ｎｍのＩｎＧａＮ（Ｉｎ＜Ｇａ）が周期的に複数積層した積層構造を形成させる。超格子は省略されてもよい。超格子上又はｎ型ＧａＮ層上に多重量子井戸を形成させる。多重量子井戸は、障壁層（ノンドープＧａＮ）層と井戸層（ＩｎＧａＮ）層が複数積層した構造である。多重量子井戸の積層の一例は、ＩｎＧａＮとＧａＮのペアが１０以下積層した構造（青色発光の場合、例えば、８ペア）である。多重量子井戸の各層の厚さは、数ｎｍである。井戸層のＩｎやＡＩの組成を変えることにより発光スペクトルを制御することが出来る。

[0195] 多重量子井戸上に、ｐ型ＧａＮ層を成長させる。ｐ型の不純物としては、Ｍｇ及びＺｎなどからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｐ型ＧａＮ層は、単層構造又は積層構造である。ｐ型ＧａＮ層の厚さは、例えば、１５０ｎｍ程度である。ｐ型ＧａＮ層の表面（ｎ型ＧａＮ層側とは反対側の面）には、ｎ型ＧａＮ層の表面と同様に（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良い。ｐ型ＧａＮ層の太さもｎ型ＧａＮ層と同様に制御出来る。

[0196] かかる方法によって作製された発光層２００３のｎ型ＧａＮが第１配線２００１と接しｐ型ＧａＮが第２配線２００４と接する。

[0197] 発光層２００３の成長を制御することで、発光層２００３の直径（柱状物の断面内接円直径）を変えることができる。このとき、発光層２００３の第１配線２００１側の直径と第２配線側２００４側の直径が異なる。

[0198] 次に、ＬＥＤシート２１００の作製方法について説明する。以下に説明するＬＥＤシート２１００の作製方法は、無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程（第２１工程）と、層状化合物前駆体が無配向

性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１のバッファー層を板状に形成する工程（第２２工程）と、複数の第１のバッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第２３工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第２４工程）と、複数の柱状物の発光層の複数の第１のバッファー層を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第２５工程）と、無配向性基板を剥離して、複数の柱状物の複数の層状化合物の発光層を向く面とは反対側の面に第１配線を形成する工程（第２６工程）を有する。なお、工程の順番は可能な範囲内で入れ替えることができる。以下、図３８から４３の工程図を参照して、ＬＥＤシート２１００の作製方法について説明する。

[0199] 図３８には無配向性基板２００６上に、層状化合物前駆体２００７を板状に複数形成する工程（第２１工程）を示している。無配向性基板２００６は、ガラス、金属、多結晶体、プラスチック（樹脂）、セラミックス、非晶質など基材全面にわたり一義的に決まる結晶配向がなければ何でもよい。無配向性基板２００６は、エピタキシャル成長に必要な第１バッファー層２００２を保持するものであれば特に限定されない。無配向性基板２００６には、高価な単結晶基材を用いる必要はない。また、発光素子には、無配向性基板２００６は含まれない。

[0200] 層状化合物前駆体２００７は、層状化合物に含まれる金属が板状に形成されたものである。例えば、金属膜（又は合金膜）を形成してパターニングすることで、金属（又は合金）である層状化合物前駆体２００７が板状に形成される。層状化合物前駆体２００７は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上の金属又は合金である。エピタキシャル成長させる観点から、すべての板状の層状化合物前駆体２００７は、同一組成であることが好ましい。層状化合物前駆体２００７の金属は、エピタキシャル成長させる発光層２０

０３に応じて選択される。

[0201] 図３９には、層状化合物前駆体２００７が無配向性基板２００６上に形成された部材を加熱して、無配向性基板２００６上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層２００２を板状に形成する工程（第２２工程）を示している。加熱は、Ｓｅ、Ｓ、Ｔｅ及びＯ（酸素）からなる群より選ばれる１種以上を含有する雰囲気下で行う。かかる加熱処理によって、無配向性基板２００６上に第１バッファー層２００２が形成される。加熱条件（雰囲気、温度、時間等）は、エピタキシャル成長させる発光層２００３に応じて選択される。すべての板状の第１バッファー層２００２は、同一組成であることが好ましい。

[0202] 図４０には、複数の第１バッファー層２００２上に発光層２００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第２３工程）を示している。柱状物は、１つの第１バッファー層２００２とこの第１バッファー層２００２上に形成された発光層２００３からなる。第１バッファー層２００２の格子定数は、エピタキシャル成長させる層の格子定数と合わせているため、第１バッファー層２００２上で発光層２００３がエピタキシャル成長する。無配向性基板２００６上では、成長が起こりにくいため、第１バッファー層２００２上で選択的に発光層２００３が成長する。発光層２００３は、電極コンタクト層や量子井戸など複数の層を含むため、複数回エピタキシャル成長を行い、複数の第１バッファー層２００２上に発光層２００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する。

[0203] 図４１には、複数の柱状物の間を充填する絶縁層２００５を形成する工程（第２４工程）を示している。無配向性基板２００６上に複数の柱状物が形成された部材の柱状物の間を充填するように絶縁層２００５を形成する。絶縁層２００５は、スプレー、スピンコート、ディップするなどして形成することができる。絶縁層２００５は、図４１のように、柱状物の無配向性基板２００６側とは反対側の一部が露出してもよいし、柱状物が完全に被覆されるようにしてもよい。必要に応じて、発光層２００３が第２配線２００４と

直接的に接触するために、絶縁層２００５の一部を除去して、発光層２００３の面を少なくとも一部露出させることができる。

[0204] 図４２には、複数の柱状物の発光層２００３の複数の第１バッファー層２００２を向く面とは反対側の面に第２配線２００４を形成する工程（第２５工程）を示している。本工程は、無配向性基板２００６の剥離後に行ってもよい。発光層２００３上に導電性の第２配線２００４を形成する。本配線は並んだ発光素子を接続する配線である場合や、駆動素子と接続させる配線である場合がある。図４２では、横方向に並んだ発光素子を接続するように第２配線２００４を形成している。

[0205] 無配向性基板２００６を剥離して、複数の柱状物の複数の第１バッファー層２００２の発光層２００３を向く面とは反対側の面に第１配線２００１を形成する工程（第２６工程）を行う。図４３には、無配向性基板２００６を剥離する工程を示している。そして、第１バッファー層２００２の下側（第１バッファー層２００２の発光層２００３を向く面とは反対側の面）に直接的に接するように第１配線２００１を形成することで、図３７の断面図に示すＬＥＤシート２１００が得られる。本配線は、並んだ発光素子を接続する配線である場合や、駆動素子と接続させる配線である場合がある。図３７では、図４３の奥行き方向に並んだ発光素子を接続するように第２配線２００４を形成している。

[0206] 駆動素子を第１の配線２００１又は第２の配線２００４と接続させる場合、例えば、第１０実施形態に示す形態の駆動素子と組み合わせることが出来る。

[0207] 無配向性基板２００６から剥離することによって第１バッファー層２００２側からの電気的接触が可能となる。また、製品がフレキシブル性を持つこともできる。剥離工程後の配線形成やTFT形成等のために、第２配線２００４側を図示しない基材に固定して剥離するのがよい。第１バッファー層２００２がファンデルワールス接触によって無配向性基板２００６に固定されているため、第１バッファー層２００２は物理的に容易に剥離される。絶縁層２

００５をはがすことで、第１バッファー層２００２とエピタキシャル成長させた発光層２００３を含む発光素子部分は絶縁層２００５のシート側に付着する。なお、このとき、一部の層状化合物が剥離してもよい。またシート側に残った第１バッファー層２００２は、静電吸着や超音波処理、洗浄、エッチング、などによって意図的に剥離すると、光吸収損失低減などから効果的である。

[0208] 以上に説明しているように、非常に高価な単結晶基板を用いずにＬＥＤシート２１００を作製することが出来るため、単結晶基板を作製時若しくは製品に用いた場合に比べて、製造コストの大幅低減がはかれる。また単結晶基板のウエハ形状によって制限されていた製膜面積の大型化と角型など形状自由度向上が可能となり、これもコスト低減、設計自由度の向上へつながる。

[0209] （第１５実施形態）

第１５施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１５実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。図４４にＬＥＤシート２１０１の断面図を示す。ＬＥＤシート２１０１は、第１配線２００１と、第１バッファー層２００２と、ダイオードを含む発光層２００３と、第２配線２００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層２００５が配置されている。第１４実施形態と第１５実施形態において、共通する説明は省略する。

[0210] ＬＥＤシート２１０１とＬＥＤシート２１００の違いは、絶縁層２００５が発光層２００３の第２配線２００４と接している面の一部にも形成されていることである。第２配線２００４は、発光層２００３の上側で絶縁層２００５の間から発光層２００３と直接的に接している。

[0211] （第１６実施形態）

第１６実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１６実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。図４５にＬＥＤシート２１０２の断面図を示す。ＬＥＤシート２１０１は、第１配線２００１と、第１バッファー層２００２と、ダイオードを含む発光層２００３と、第２配線２００４が

順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層２００５が配置されている。第１４実施形態と第１６実施形態において、共通する説明は省略する。

[0212] ＬＥＤシート２１０１とＬＥＤシート２１００の違いは、発光層２００３の第２配線２００４側が錐形になっていることである。第２配線２００４は、発光層２００３の錐形に沿っている。

[0213] （第１７実施形態）

第１７実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１７実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。図４６にＬＥＤシート２１０３の断面図を示す。ＬＥＤシート２１０１は、第１配線２００１と、第１バッファー層２００２と、ダイオードを含む発光層２００３と、第２配線２００４が順に積層した複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間には、絶縁層２００５が配置され、透過色域調整層２００８が少なくとも一部の発光素子上に形成されている。第１４実施形態と第１７実施形態において、共通する説明は省略する。

[0214] 透過色域調整層２００８は、蛍光体、カラーフィルター、量子ドット又は、蛍光体及びカラーフィルターである。図４６では、発光素子が青色を発光する場合において、白色発光が可能なＬＥＤシートの一例を示している。３つの発光素子で、３色混色により白色発光をさせるために、２つの発光素子に緑色蛍光体２００８Ａと赤色蛍光体２００８Ｂを第２配線２００４上に配置して、１つの発光素子には、蛍光体もカラーフィルターも配置させていない。緑色蛍光体２００８Ａや赤色蛍光体２００８Ｂを設けることで、発光強度が変わる場合は、例えば、発光素子の面積を発光させる色毎に変えることで、白色発光が可能となる。ＬＥＤシートが両面発光型である場合は、第１配線２００１と第２配線２００４の両側に透過色域調整層２００８を設ける。片面発光型である場合は、発光面側に透過色域調整層２００８を設ける。透過色域調整層２００８は、蒸着やインクジェットなどにより形成する。蛍光体、カラーフィルター、量子ドットをあらかじめ形成した基材を貼り付け

るなどしても良い。

[0215] （第１８実施形態）

第１８実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第１８実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。第１８実施形態のＬＥＤシートは、第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、発光層は、第１配線と直接的に接し、発光層の第１配線と直接的に接した面と反対側の面は第２配線と直接的に接している。第１４実施形態と第１８実施形態において、共通する説明は省略する。

[0216] 図４７に第１８実施形態のＬＥＤシート２１０４の断面図を示す。第１バッファー層２００２が含まれず、発光層２００３が第１配線２００１と第２配線２００４の両方と直接的に接していること以外は、第１４実施形態のＬＥＤシートと同様である。第１バッファー層２００２は、導電性であるため、発光層２００３と第１配線２００１の間に含まれていてもよいが、第１バッファー層２００２を省略することもできる。シート側に残った第１バッファー層２００２は、静電吸着や超音波処理、洗浄、エッチング、テープ吸着剥離などによって意図的に剥離することができる。図４７では、発光層２００３の第１配線２００１と直接的に接した面と反対側の面は、第２配線２００４と直接的に接している。第１バッファー層２００２は、光を吸収しやすいため、層状化合物が除去されることで、発光効率が向上することが好ましい。

[0217] ＬＥＤシート２１０４は、第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層２００３を有する複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層２００５と、複数の発光素子の発光層２００３の第１面に接するように設けられた第１配線２００１と、複数の発光素子の発光層２００３の第２面に接するように設けられた第２配線２００４と、を有する。

[0218] 次に、第１８実施形態のＬＥＤシート２１０４の作製方法の一例を説明す

る。ＬＥＤシート２１０４の作製方法は、無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程（第２７工程）と、層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程（第２８工程）と、複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第２９工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第３０工程）と、複数の柱状物の層状化合物を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第３１工程）と、無配向性基板と第１バッファー層を剥離する工程（第３２工程）と、複数の柱状物の絶縁層を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線を形成する工程（第３３工程）と、を有する。

[0219] 無配向性基板２００６と層状化合物層１を剥離する点が、第１４実施形態における作製方法と異なる。第１バッファー層２００２を剥離する方法としては、限定されるものではないが、例えば、無配向性基板２００６を剥離させた後に、静電吸着で第１バッファー層２００２を吸着・剥離させる方法や、エピタキシャル成長前に、絶縁膜を形成して、第１バッファー層２００２を固定し、この絶縁材料と一緒に第１バッファー層２００２を剥離させる方法などがある。以下、図４８から図５１を参照して、エピタキシャル成長前に、絶縁材料を形成して、第１バッファー層２００２を固定し、この絶縁材料と一緒に第１バッファー層２００２を剥離させる方法について説明する。

[0220] 無配向性基板２００６上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程（第２７工程）と、層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の層状化合物層を板状に形成する工程（第２８工程）を行う。その後フォトリソグラフィにより板状の第１バッファー層２００２の一部露出するようにレジストを形成する。

[0221] そして、第２１工程の後に図４８に示すように、第１バッファー層２００２の間に絶縁膜２００９を形成する。絶縁膜２００９は、例えば、SiO_2でスパッタなどにより形成される。リフトオフによりレジストを除去し、板状

の第１バッファー層２００２を一部露出させる。

[0222] そして、図４９に示すように、複数の第１バッファー層２００２上に発光層２００３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第２９工程）を行う。

[0223] 次いで、図５０に示すように、複数の柱状物の間を充填する絶縁層２００５を形成する工程（第３０工程）と複数の柱状物３の第１バッファー層２００２を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第３１工程）を行う。

[0224] そして、図５１に示すように、無配向性基板２００６と第１バッファー層２００２を剥離する工程（第３２工程）を行う。このとき無配向性基板２００６と一緒に絶縁膜２００９で固定された第１バッファー層２００２を剥離させてもよいし、それぞれ別に剥離させてもよい。そして、複数の柱状物の絶縁層２００５を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線２００１を形成する工程を行い、図４７のＬＥＤシート２１０４を得る。

[0225] 工程図は示していないが、絶縁膜２００９を用いずに第１バッファー層２００２を除去することが出来る。

[0226]（第１９実施形態）

第１９実施形態は、積層したＬＥＤシートに関する。第１９実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。第１９実施形態のＬＥＤシートは、２つのＬＥＤシートが重なっている両面発光型である。図５２に第１９実施形態のＬＥＤシート２１０５の断面図を示す。図５２のＬＥＤシート２１０５は、ＬＥＤシート２１０６とＬＥＤシート２１０７を含む。なお、図５２の断面図は、図３７の断面図とは、別方向の断面図であり、配線の形状をわかりやすく示している。ＬＥＤシート２１０６において、第１配線２００１Ａと第２配線２００４Ａがライン状の導電体であり、ＬＥＤシート２１０７において、第１配線２００１Ｂが膜状であり、第２配線２００４Ａがライン状である。配線の符号のＡは、ライン状であり、Ｂは膜状を表している。第１配線２００１Ｂが、ＬＥＤシート２１０６とＬＥＤシート２１０

７の反射膜として機能する。上記の点以外は、第１９実施形態と第１４実施形態は共通する。

[0227]（第２０実施形態）

第２０実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第２０実施形態のＬＥＤシートは、第１４実施形態の変形例である。第２０実施形態のＬＥＤシートは、両面発光型である。図５２に第２０実施形態のＬＥＤシート２１０５の断面図を示す。図５３のＬＥＤシート２１０８は、第１配線２００１Ａも第２配線２００４Ａもライン状の導電体である。ＬＥＤシート２１０８は、反射膜として機能する部材がないため、両側に発光することが出来る。上記の点以外は、第２０実施形態と第１４実施形態は共通する。

[0228]（第２１実施形態）

第２１実施形態は、実施形態のＬＥＤシートを用いた発光装置である。図５４に発光装置２２００の概念図を示す。発光装置２２００は、ＬＥＤシート２２０１、電源部２２０２を含む。発光装置２２００は、１つの筐体に収容されていてもよいし、複数の筐体に分かれていてもよい。ＬＥＤシート２２０１は、電極配線などがむき出しでなく、ポリマー材、樹脂材、ガラス材などにより封止され、耐候性を備えることが好ましい。ＬＥＤシート２２０１は、筐体に収容されていなくてもよい。発光装置２２００を構成するＬＥＤシート２２０１と電源部２２０２は、有線、無線、又は、有線及び無線で接続している。

[0229] ＬＥＤシート２２０１は、電源部２２０２は、例えば、ＡＣ－ＤＣコンバータ、ＤＣ－ＤＣコンバータを有する。ＬＥＤシート２２０１は、電源部２２０２からの電力供給により発光する。

[0230] 発光装置２２００において、基板を含まないＬＥＤシート２２０１の代わりに支持体に保持させる工程によって支持体に保持させたフレキシブルではない支持体付きＬＥＤシートを用いることも出来る。

[0231]（第２２実施形態）

第２２実施形態は、ＬＥＤシートに関する。第２２実施形態のＬＥＤシー

トは、無配向性基板と、第１配線と、第２バッファー層と、発光層と、第２配線と、絶縁層と含む。発光層は、第２バッファー層と第２配線の間に配置される。

[0232] 図５５に、第２２実施形態のＬＥＤシート２３００の断面図を示す。図５５に示すＬＥＤシート２３００は、無配向性基板２０１６と、無配向性基板２０１６上に複数の発光素子を含み、複数の発光素子の間に絶縁層が配置されている。発光層は複数の層を含む。無配向性基板２０１６上に第２バッファー層２０１２と、第２バッファー層２０１２上に複数の層を含む発光層２０１３と、発光層２０１３の最も第２バッファー層２０１２側に配置された層と直接的に接した第１配線２０１１と、発光層２０１３の第２バッファー層２０１２側とは反対側の層（最もバッファー層から遠い層）と直接的に接した第２配線とを含む発光素子が複数配置されている。発光層２０１３は、第２バッファー層２０１２側に延出面を有し、延出面と第１配線２０１１が直接的に接している。また、この延出面は、第１配線２０１１と第２バッファー層２０１２の間に配置されている。

[0233] ＬＥＤシート２３００の発光素子は、横型のデバイス構造を有している。発光層２０１３の最も第２第２バッファー層２０１２側に配置される層は、発光層２０１３の他の層と積層していない面を含む。この積層していない面は、発光層２０１３の第２バッファー層２０１２を向く面とは反対側を向く面である。この積層していない面が第１配線２０１１と直接的に接続する。発光層２０１３の第２バッファー層２０１２に対して反対側に配置される層と第２配線２０１４が直接的に接続している。第１配線２０１１と第２配線２０１４は、発光層２０１３の第２バッファー層２０１２を向く面とは反対側を向く面と直接的に接している。第２２実施形態において、他の実施形態の共通する内容については、その説明を省略する。

[0234] （第２バッファー層）

第２バッファー層２０１２は、板状の結晶で、２種類以上の金属からなる六方晶系の金属合金である。第２バッファー層２０１２は、２種類以上の金

属からなる六方晶系の金属合金からなる層であることが好ましい。第２バッファー層２０１２は、無配向性基板２０１６と発光層２０１３の間に配置されている。第２バッファー層２０１２の発光層２０１３を向く面は、第２バッファー層２０１２の無配向性基板２０１６を向く面とは反対側である。第２バッファー層２０１２の発光層２００３を向く面の結晶配向性が揃っているか第２バッファー層２０１２は単結晶である。第２バッファー層２０１２の結晶性は、４軸Ｘ線回折測定や透過型電子顕微鏡観察によって求められる。第２バッファー層２０１２は、第１電極２０１１と直接的に接していてもよい。

[0235] 第２バッファー層２０１２の組成の定義は以下のとおりである。六方晶系金属合金は、たとえばＭｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金である。金属合金は、元素の選択により格子定数を任意に変えることができるため、金属合金の組成を変えることで、エピタキシャル成長させる発光層２０１３の格子定数と金属合金の格子定数を合わせることができる。つまり、エピタキシャル成長させる発光層２０１３及び成長させたい結晶方位に応じて、金属合金の組成を変えることで、例えば、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮなどエピタキシャル成長用などに適した基材を用意することができる。これら六方晶系金属合金においては、成長させる面方位は０００１方向である。また、単体で六方晶系金属でなくとも、六方晶系金属との合金形成により六方晶系金属合金となるものが含まれてもよい。六方晶系金属合金は、たとえばＭｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる２種以上の金属からなる合金であることが好ましい。六方晶系金属合金としては、Ｃｒ、Ｍｏ及びＷからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金が好ましい。

[0236] 第２バッファー層２０１２（柱状物）の直径（Ｄ５）が０．１μｍ以上２

００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、発光装置として好適な光源の大きさとなる。第２バッファー層２０１２の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、各第２バッファー層２０１２の内接円直径と外接円直径を求める。求めた内接円直径と外接円直径の平均値を各層状化合物層の直径とする。第２バッファー層２０１２と発光層２０１３が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層２００２の直径に依存する。第２バッファー層２０１２（柱状物）の直径は、０．１μｍ以上２００μｍ以下や５μｍ以上１００μｍ以下であることが好ましい。第２バッファー層２０１２の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0237] 第２バッファー層２０１２の板形状（断面形状）は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、板状であれば何でもよい。隣り合う第１バッファー層２００２の形状は異なっていてもよい。

[0238] 複数の発光素子の第２バッファー層２０１２（柱状物）の中心間の最短距離（Ｄ６）が０．５μｍ以上５００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート１０に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の第２バッファー層２０１２の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の第２バッファー層２０１２の中心点と周りにある複数の発光素子の第２バッファー層２０１２の中心点を求める。そして、１つの発光素子の第２バッファー層２０１２の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の第２バッファー層２０１２の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の第２バッファー層２０１２の中心間の最短距離とする。発光素子の第２バッファー層２０１２の中心点は、第１バッファー層２００２の外接円の中心とする。複数の発光素子の第２バッファー層２０１２（柱状物）の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下や１０μｍ以上３００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の第２バッファー層２０１２の中心間の最短距離製品のピクセル数等に応じて変更される。

[0239] 第２バッファー層２０１２の厚さは、特に限定されない。第２バッファー層２０１２の厚さは、例えば、１０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下である。第２バッファー層２０１２の厚さのばらつきは、少ない方が良い。

[0240] 第２バッファー層２０１２と発光層２０１３は、ヘテロエピタキシャル関係にある。

[0241] 発光素子の積層方向が、六方晶系金属合金の六方晶系ｃ軸と並行にある。発光素子の積層方向に対して垂直方向の六方晶系金属合金は、六方晶系ａ，ｂ軸と並行である。第２バッファー層２０１２の方位はランダムで特に限定されない。

[0242] 第２バッファー層２０１２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層２０１３のうち最も第２バッファー層２０１２側に存在する層の面内格子定数の差（＝（［第２バッファー層２０１２の面内格子定数］－［発光層２０１３のうち最も第２バッファー層２０１２側に存在する層の面内格子定数］／［第２バッファー層２０１２の面内格子定数］）が±１％以内の範囲内であることが好ましい。格子定数の差が大きいと、エピタキシャル成長しにくく、ずれが大きいとエピタキシャル成長しない。そこで、第２バッファー層２０１２の面内格子定数と複数の層が積層した発光層２０１３のうち最も第２バッファー層２０１２側に存在する層の面内格子定数の差は、±０．５％以内であることがより好ましい。格子定数は、４軸Ｘ線回折測定によって求められる。もしくは、第２バッファー層２０１２を構成する金属合金の組成比でおおむね決定される。例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＧａＮウエハの成長用基板では、金属合金に$Hf_{0.95}-Ti_{0.05}$系合金を用いる。すると、ＧａＮのａ軸長３．１８９Åと金属合金のａ軸長３．１８９Åの誤差が０．０％となりＧａＮのエピタキシャル成長に好適である。製膜時の熱膨張係数差や成長速度などを考慮して、第２バッファー層２０１２の組成比を若干前後させてもよい。

[0243] 板状の六方晶系金属合金は、無配向性基板２０１６側の結晶系が六方晶系でない場合や、組成がねらいのエピタキシャル成長層とのミスマッチが大き

い場合があるが、このとき、第２バッファー層２０１２の無配向性基板２０１６側とは反対側の表面が、六方晶系金属合金で構成されていることが重要である。また板状表面に段差や粒界などが含まれているが場合があるが、高品位なエピタキシャル成長が可能であれば問題ない。第２バッファー層２０１２は、完璧な１つの単結晶ではなくてもエピタキシャル成長が可能であることから、ＬＥＤシート２３００は、安価に提供される。

[0244] 次に、ＬＥＤシート２３００の作製方法について説明する。以下に説明するＬＥＤシート２３００の作製方法は、無配向性基板上に、第２バッファー層前駆体を板状（ドット状）に複数形成する工程（第３４工程）と、第２バッファー層前駆体が無配向性基板上に形成された部材をアニールして、無配向性基板上に複数の第２バッファー層を板状に形成する工程（第３５工程）と、複数の第２バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第３６工程）と、各柱状物の発光層の一部を除去する工程（第３７工程）と、複数の一部除去された柱状物に第１配線を形成する工程（第１８工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第１９工程）と、複数の柱状物の発光層の複数の第２バッファー層を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第２０工程）とを有する。なお、工程の順番は可能な範囲内で入れ替えることができる。以下、図５６から６１の工程図を参照して、ＬＥＤシート２３００の作製方法について説明する。

[0245] 図５６には無配向性基板２０１６上に、第２バッファー層前駆体２０１７である合金を板状に複数形成する工程（第３４工程）を示している。無配向性基板２０１６は、ガラス、金属、多結晶体、プラスチック（樹脂）、セラミックス、非晶質など基材全面にわたり一義的に決まる結晶配向がなければ何でもよい。無配向性基板２０１６は、エピタキシャル成長に必要な第１バッファー層２００２を保持するものであれば特に限定されない。無配向性基板２０１６には、高価な単結晶基材を用いる必要はない。また、発光素子には、無配向性基板２０１６は含まれないがＬＥＤシート２３００には含まれ

る。ＬＥＤシート２３００は、フレキシブルではない。素子作製後のフレキシブル基板への接着固定と、無配向性基板２０１６側からのレーザーリフトオフなどによって、フレキシブル化することは可能である。

[0246] 第２バッファー層前駆体２０１７は、金属合金が板状に形成されたものである。例えば、金属合金膜をスパッタや蒸着などによって形成してパターニングすることで、金属合金である層状化合物前駆体２００７が板状に形成される。第２バッファー層前駆体２０１７は、Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｚｎ、Ｓｒ、Ｙ、Ｚｒ、Ｔｃ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｈｆ、Ｒｅ、Ｏｓ及びＰｂからなる群より選ばれる１種以上の金属を含む合金である。エピタキシャル成長させる観点から、すべての板状の第２バッファー層前駆体２０１７は、同一組成であることが好ましい。第２バッファー層前駆体２０１７の金属は、エピタキシャル成長させる発光層２０１３に応じて選択される。

[0247] 図５７には、第２バッファー層前駆体２０１７が無配向性基板２０１６上に形成された部材をアニールして、無配向性基板２０１６上に複数の第２バッファー層２０１２を板状に形成する工程（第３５工程）を示している。アニールは、不活性ガス雰囲気下で行う。かかる加熱処理によって、無配向性基板２０１６上のバッファー層前駆体の合金の結晶が変化して第２バッファー層２０１２が形成される。所定のアニール条件によって熱処理することによりｃ軸配向化、単結晶化することが重要である。アニール前は結晶系が六方晶系ではなく、アモルファス、無配向であることが多いが、アニール後に六方晶系、ｃ軸配向、合金化、単結晶化（シングルグレイン化）されていることが重要である。アニール方法はレーザー加熱や電気炉などによる。アニール条件（雰囲気、温度、時間等）は、エピタキシャル成長させる発光層２０１３に応じて選択される。すべての板状の第２バッファー層２０１２は、同一組成であることが好ましい。

[0248] 図５８には、複数の第２バッファー層２０１２上に発光層２０１３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第３６工程）を示して

いる。柱状物は、１つの第２バッファー層２０１２とこの第２バッファー層２０１２上に形成された発光層２０１３からなる。第２バッファー層２０１２の格子定数は、エピタキシャル成長させる層の格子定数と合わせているため、第２バッファー層２０１２上で発光層２０１３がエピタキシャル成長する。無配向性基板２０１６上では、成長が起こりにくいため、第２バッファー層２０１２上で選択的に発光層２０１３が成長する。発光層２０１３は、複数の層を含むため、複数回エピタキシャル成長を行い、複数の第２バッファー層２０１２上に発光層２０１３をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する。

[0249] 図５９には、各柱状物の発光層２０１３の一部を除去する工程（第３７工程）を示している。発光層２０１３の一部を、例えば、アッシング等を行って、除去して、発光層２０１３が第１配線２０１１とコンタクト出来る領域（延出面）を形成する。電極コンタクトできる領域を形成するためにアッシングを行う。

[0250] 図６０には、複数の一部除去された柱状物に第１配線２０１１を形成する工程（第１８工程）を示している。アッシングなどによって形成した第１配線２０１１とコンタクト出来る領域に第１配線２０１１を形成する。

[0251] 図６１には、複数の柱状物の間を充填する絶縁層２０１５を形成する工程（第１９工程）を示している。無配向性基板２０１６上に複数の柱状物が形成された部材の柱状物の間を充填するように絶縁層２０１５を形成する。絶縁層２０１５は、スプレー、スピンコートするなどして形成することができる。絶縁層２０１５は、図６１のように、柱状物の無配向性基板２０１６側とは反対側の一部が露出してもよいし、柱状物が完全に被覆されるようにしてもよい。必要に応じて、発光層２０１３が第２配線２０１４と直接的に接触するために、絶縁層２００５の一部を除去して、発光層２００３の面を少なくとも一部露出させることができる。

[0252] そして、複数の柱状物の発光層２０１３の複数の第２バッファー層２０１２を向く面とは反対側の面に第２配線を形成する工程（第２０工程）を行い

、図５５に示すＬＥＤシート２３００を作製することができる。ＬＥＤシート２３００において、第１４実施形態から第２０実施形態までの変形例を採用することができる。また、ＬＥＤシート２３００は、第２１実施形態に示すように紫外線等の発光装置に用いることが出来る。

以下、実施例および比較例を説明する。

[0253] （実施例３－１）

基板として、10cm角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μmの縦穴を形成した。スパッタリングによりＭｏＣｒ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏＣｒドットを形成した。硫黄雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態の$Mo_{0.6}Cr_{0.4}S_{2.0}$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により硫化モリブデンクロム化合物のａ軸長を決定したところ、３．１１２Åであった。これを基材に用いてＡＩＮ、ＧａＮからなる下地層、量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。静電吸着により$Mo_{0.6}Cr_{0.4}S_{2.0}$層を取り除き、全面にロジウム電極を形成した。これにより片面深紫外発光シート（発光波長２２０nm）が得られる。

[0254] （実施例３－２）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。スパッタリングによりＭｏＣｒ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏＣｒドットを形成した。硫黄雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態の$Mo_{0.9}Cr_{0.1}S_{2.0}$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により硫化モリブデンクロム化合物のａ軸長を決定したところ、３．１６Åであった。これを基材に用いてＡＩＮ、ＧａＮからなる下地層、

量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。静電吸着により$Mo_{0.9}Cr_{0.1}S_{2.0}$層を取り除き、隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状のロジウム電極を形成した。これにより両面発光シート（発光波長２６５nm）が得られる。

[0255]（比較例３－１）

基板として、１０cm角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μmの縦穴を形成した。スパッタリングによりMo膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏＣｒドットを形成した。硫黄雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態の$MoS_{2.0}$を形成した。これを取り出し、Ｘ線回折により硫化モリブデンクロム化合物のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてＡｌＮ、ＧａＮからなる下地層、量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、フォトリソグラフィと酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。直線方向の隣接する発光素子部分を連結するようにストライプ状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、石英基材から剥離した。エッチングにより$MoS_{2.0}$層を取り除き、全面にロジウム電極を形成した。しかし素子は発光に至らなかった。ＡｌＮと硫化モリブデン化合物の格子定数差が大きく、発光素子部分に結晶欠陥が大量に存在したためであると考えられる。

[0256]（実施例４－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＺｒ－Ｔｉ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＺｒ－Ｔｉドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結

晶状態のＺｒ－Ｔｉドットを形成した。Ｘ線回折により合金のａ軸長を決定したところ、３．１１２Åであった。これを基材に用いてＡｌＮ、ＧａＮからなる下地層、量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、網目状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子部分を連結するように網目状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定し、これにより深紫外光発光シートが得られる。

[0257] （比較例４－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径１０μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＨｆ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＨｆドットを形成した。１０００℃でアニールし、単結晶状態のＨｆドットを形成した。Ｘ線回折により合金のａ軸長を決定したところ、３．１９７Åであった。これを基材に用いてＡｌＮ、ＧａＮからなる下地層、量子井戸、ｐ型層の順で発光素子部分を作製した。アッシングして部分的に削り、網目状に下部電極を形成した。絶縁層としてサイトップ（旭化成製）を塗布し、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。発光素子部分を連結するように網目状のロジウム電極を形成後、樹脂を塗ったガラス板をかぶせて固定した。しかし素子は発光に至らなかった。ＡｌＮとＨｆの格子定数差が大きく、発光素子部分に結晶欠陥が大量に存在したためであると考えられる。

発光層の代わりに光吸収層を用いることで、太陽電池として利用することもできる。

[0258] 以下、上記実施形態の技術案を記載する。

技術案１

第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、

前記発光層は、前記第１配線と直接的に接し、

前記発光層の前記第１配線と直接的に接した面と反対側の面は前記第２配線と直接的に接している発光ダイオードシートであって、

前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極である、又は、前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極である発光ダイオードシート。

技術案２

前記絶縁層の前記発光素子を向く面は、前記発光素子の前記絶縁層を向く面の少なくとも一部と直接的に接している技術案１に記載の発光ダイオードシート。

技術案３

前記発光層は、窒化物半導体層を含む技術案１又は２に記載の発光ダイオードシート。

技術案４

前記発光層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある技術案１ないし３のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案５

前記複数の発光素子の前記発光層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案１ないし４のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案６

第１配線と、第１バッファー層（層状化合物層）と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、

前記第１配線は、前記第１バッファー層と直接的に接し、

前記第２配線は、前記発光層を直接的に接し、

前記第１バッファー層が前記第１配線と直接的に接した面は、前記第１バッファー層の前記第２配線を向く面とは反対側である発光ダイオードシートであって、

前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極である、又は、前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極である発光ダイオードシート。

技術案７

前記絶縁層の前記発光素子を向く面は、前記発光素子の前記絶縁層を向く面の少なくとも一部と直接的に接している技術案５に記載の発光ダイオードシート。

技術案８

前記発光層は、窒化物半導体層を含む技術案６又は７に記載の発光ダイオードシート。

技術案９

前記発光層は、複数の層が積層したエピタキシャル関係であり、

前記第１バッファー層と、前記発光層は直接的に接し、

前記第１バッファー層の面内格子定数と前記複数の層が積層した発光層のうち最も第１バッファー層側に存在する層の面内格子定数の差が±1%以内の範囲内である技術案５ないし７のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１０

前記第１バッファー層は、金属カルコゲナイドを含む技術案６ないし９のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１１

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上であり、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案６ないし１０のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１２

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｍｏ、W及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含み、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案６ないし１１のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１３

前記第１バッファー層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にあり、

前記発光層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある技術案５ないし１２のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１４

前記複数の発光素子の前記第１バッファー層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下であり、

前記複数の発光素子の前記発光層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案６ないし１３のいずれか１案に記載の発光ダイオードシート。

技術案１５

技術案１ないし１４のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートを用いた発光装置。

技術案１６

無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程と、

前記層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、前記無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程と、

前記複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程と、

前記複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

複数の柱状物の層状化合物を有する側の面とは反対側の面に第２配線を形成する工程と、

前記無配向性基板と前記第１バッファー層を剥離する工程と、

前記複数の柱状物の前記絶縁層を向く面に対して垂直方向の一方の面に第１配線を形成する工程と、

を有する発光ダイオードシートの作製方法であって、

前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極である、又は、前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極である発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１７

無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程と、

前記層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、前記無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程と、

前記複数第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程と、

前記複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

前記複数の柱状物の前記発光層の前記複数の第１バッファー層を向く面と

は反対側の面に第２配線を形成する工程と、

前記無配向性基板を剥離して、前記複数の柱状物の前記複数の層状化合物の前記発光層を向く面とは反対側の面に第１配線を形成する工程と、

を有する発光ダイオードシートの作製方法であって、

前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極である、又は、前記第１配線が前記発光ダイオードシートの単一のカソード電極であり、前記第２配線が前記発光ダイオードシートの単一のアノード電極である発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１８

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上であり、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案１６又は１７案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１９

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｍｏ、W及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含み、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案１６ないし１８のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案２０

前記複数の柱状物の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にあり、

前記複数の柱状物の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である技術案１６ないし１９のいずれか１案に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

[0259] （第２３実施形態）

第２３実施形態はフレキシブルな発光ダイオードシート（以下、ＬＥＤシート）を支持体に配置させた発光装置に関する。ＬＥＤシートは、第１配線と、第２配線と、ダイオードを含む発光層とを含む発光素子と、複数の発光層の間に配置された絶縁層を含む。

[0260] 図６２、図６３（ａ）及び図６３（ｂ）に実施形態の発光装置３１００、３２００、３２０１を示す。以下、区別しない場合において、発光装置３１００は、図６２、図６３（ａ）及び図６３（ｂ）に示した発光装置３１００、３２００、３２０１を表す。発光装置３１００は、ＬＥＤシート３１０１と、支持体３１０２と、第１電極端子３１０３と、第２電極端子３１０４とを備える。

[0261] 基板を含まない、ＬＥＤシート３１０１を支持体に保持する工程によって発光装置を製造することが出来る。

[0262] 発光装置３１００は、熱損失が少なく、投光機や照明装置など発光強度の高い装置に好適に用いられる。ＬＥＤシートを投光機の光源として用いる場合は、用途に合わせた輝度が得られるよう特定の形状及びパターンをもって発光素子が配置されていることが好ましい。

[0263] ＬＥＤシート３１０１は、第１配線と、第２配線と、第１配線と第２配線の間に配置された複数のダイオードを含む発光層とを含む発光素子と、複数の発光層の間に配置された絶縁層を含む。ＬＥＤシート３１０１の発光側の配線は、透明電極とする。透明電極には、取出電極として、複数のストライプ状の金属配線を設けることが好ましい。

[0264] 図６４にＬＥＤシート３１０１の斜視透過図を示す。図６５にＬＥＤシート３１０１の断面図を示す。図６４及び図６５に示すＬＥＤシートは、層状

の第１配線３００１と、複数の発光層３００２と、層状の第２配線３００３と、第２金属配線３００４と、絶縁層３００５を含む。

[0265] ＬＥＤシート３１０１は、第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層３００２を有する複数の発光素子と、複数の発光素子の間に配置された絶縁層３００５と、複数の発光素子の発光層３００２の第１面に接するように設けられた第１配線３００２と、複数の発光素子の発光層３００２の第２面に接するように設けられた第２配線３００３と、を有する。

[0266] 発光層は、同じ大きさで等間隔に均一に並んでいるが、発光層の大きさや配置は、図６４及び６５等に図示する形態に限定されるものではない。

[0267] ＬＥＤシート３１０１は、発光層３００２が絶縁層３００５中に配置された構成となっている。絶縁層３００５に柔軟性のあるポリマーなどを利用することで、ＬＥＤシート３１０１をフレキシブルにすることができる。フレキシブルとは、２５℃の大気圧環境下で、直径２００ｍｍの円柱状棒に緩慢に１０回の巻き付けと開放を繰り返して、ＬＥＤシート３１０１に、割れ、欠け、及び、断線の損傷が無いものをいう。

[0268] ＬＥＤシート３１０１は、発光層３００２を成長させるためのエピタキシャル成長用基板を含まず、作製においても用いないため、安価にＬＥＤシート３１０１を作製することができる。

[0269] ＬＥＤシート３１０１の大きさは、数十ｍｍ^{2}から１ｍ^{2}を超える物まで様々である。従来のものに比べ安価に製造できるため、対象へ効果的な配置で照射できる設計が可能となる。

[0270] （第１配線）

第１配線３００１は、発光層３００２と直接的に接した導電体である。第１配線３００１は、各発光素子の電極である。第１配線３００１は、発光層３００２のアノード又はカソードのうち一方の電極となる。第１配線３００１は、発光層３００２と直接的に接している。発光層３００２の第１配線３００１と接している面は、発光層３００２の第２配線３００３と対向する面

とは反対側である。ＬＥＤシート３１０１に含まれる複数の発光素子は、第１配線３００１を介して電気的に接続していることが好ましい。

[0271] 第１配線３００１がＬＥＤシート３１０１の単一のアノード電極であり、第２配線３００３がＬＥＤシート３１０１の単一のカソード電極である、又は、第１配線３００１がＬＥＤシート３１０１の単一のカソード電極であり、第２配線３００３がＬＥＤシート３１０１の単一のアノード電極である。すなわち、ＬＥＤシート３１０１は、欠陥や故障を除き、すべての発光素子が発光するか、すべての発光素子が発光しないかの２つの状態となる素子である。

[0272] 第１配線３００１は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第１配線３００１は、透明電極とすることが出来る。第１配線３００１は、層状であることが好ましい。第１配線３００１は、１部の層状でもよいし、発光領域、発光量や配向性などが調整可能なように複数に分かれた層状の導電体であることが好ましい。第１配線３００１は、積層膜でもよい。第１配線３００１は、メッシュ状、又は、膜状である層状導電体である。図６４及び図６５では、第１配線３００１は、光を透過しない金属膜である場合を示している。ＬＥＤシート３１０１をフレキシブルにする観点から、第１配線３００１に厚い金属膜を用いることは適していない。必要に応じて銀やアルミニウム、ニッケルなど補助電極を形成しても良い。

[0273] 第１配線３００１はたとえばニッケルやアルミ、金、銀、ロジウムなど金属電極や酸化インジウムスズ（Indium Tin Oxide：ＩＴＯ）、アルミニウムドープ酸化亜鉛（Al-doped Zinc Oxide：ＡＺＯ）、ボロンドープ酸化亜鉛（Boron-doped Zinc Oxide：ＢＺＯ）、ガリウムドープ酸化亜鉛(Gallium-doped Zinc Oxide：ＧＺＯ)、インジウムドープ酸化亜鉛(Indium-doped Zinc Oxide：ＩＺＯ)、チタンドープ酸化インジウム（Titanium-doped Indium Oxide：ＩＴｉＯ）や酸化インジウムガリウム亜鉛（Indium Gallium Zinc Oxide：ＩＧＺＯ）、水素ドープ酸化インジウム（Hydrogen-doped Indium Oxide：In_2O_3）などの透明導電性膜を用いることができる。

[0274] 発光面の方向選択と、素子の発光波長によって第１配線３００１の材質と形状を選択することが好ましい。すなわち、第２配線３００３側を発光方向とする場合は、第１配線３００１は、反射板をかねた金属電極とすることが好ましい。第１配線３００１側を発光方向とする場合は、第１配線３００１をメッシュ状の金属膜又は透明性導電膜とすることがよい。しかし、第１配線３００１側を発光方向とし、第１配線３００１として用いようとする透明導電膜のバンドギャップから算出される波長よりも発光素子が短波長を発光する場合は、第１配線３００１としてメッシュ状の金属膜を用いることが好適である。なお、第１配線３００１と第２配線３００３の両側を発光方向とする両面発光型のＬＥＤシートとしてもよい。

[0275] 第１配線３００１は、図６４及び図６５に示すように並んだすべての発光素子を電気的に接続することが出来る場合がある。複数の発光素子の発光を個別に制御しなくてもよいため、第１配線は、膜状の導電体であることが好ましい。さらに、第１配線３００１がすべての発光層を電気的に及び直接的に接続していることが好ましい。

[0276] （発光層）

発光層３００２は、第１バッファー層３００８と第２配線３００３との間に配置された発光ダイオードである。発光層３００２は、第１バッファー層３００８と直接的に接し、第２配線３００３と直接的に接している。発光層３００２が第２配線３００３と直接的に接した面は、第１バッファー層３００８と直接的に接した面とは反対側である。

[0277] 図６５の発光層３００２は、第１バッファー層３００８が取り除かれた形態であるが、上述のように、第１のバッファー層３００８が発光層３００２と直接的に接した形態とすることも出来る。

[0278] 発光層３００２は、第１導電型半導体層、活性層及び第２導電型半導体層を含む。発光層３００２は、六方晶系の窒化物半導体層を含む。発光層３００２は、六方晶系の窒化物半導体層が複数積層した多重量子井戸構造を含むことが好ましい。窒化物半導体層は、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、Ｇ

ａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の単結晶層であることが好ましい。これら混合組成比によって窒化物半導体層の面内格子定数が３．１１１Åから３．５３２Åまで幅がある。金属カルコゲナイドは、構成元素の組成比により窒化物半導体層の面内格子定数３．１１１Åから３．５３２Åに調整することが出来る。製膜時の熱膨張係数差や成長速度などを考慮して、金属カルコゲナイドの組成比を若干前後させてもよい。ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮを組み合わせと、金属カルコゲナイドの組成選択により、発光波長を赤外線から紫外線の広範囲の波長に調整することが出来る。

[0279] 発光層３００２に用いられる化合物半導体（活性層を含む）としては、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡＩＮ、並びに、ＧａＮ、ＩｎＮ及びＡＩＮからなる群より選ばれる２種以上の混合組成物の他に、ＧａＡｓ等の砒素系化合物半導体やＩｎＧａＡＩＰ等のリン系化合物半導体が挙げられる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体も窒化物半導体と同様に第１バッファー層３００８との面内格子定数を合わせることができる。砒素系化合物半導体やリン系化合物半導体は、第１バッファー層３００８から発光層３００２として好適に成長することができる。つまり、第１導電型の半導体層、活性層及び第２導電型の半導体層は、窒化物半導体、砒素系化合物半導体及びリン系化合物半導体からなる群より選ばれる１種以上を含む半導体層である。

[0280] 発光層３００２が青色発光ダイオードである場合は、発光層３００２は、例えば、第１導電型のＧａＮ、第１導電型のＡＩＧａＮ、ＩｎＧａＮ、第２導電型のＡＩＧａＮと第２導電型のＧａＮが積層した構造を有する。この場合、後述する第１バッファー層３００８の面内格子定数は、ＧａＮに合わせる。

[0281] 発光層３００２の直径（Ｄ１）が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲であることが好ましい。この範囲であると、発光装置として好適な光源の大きさとなる。発光層３００２の直径は、発光素子の積層方向に対して垂直方向の断面において、発光層３００２の内接円直径と外接円直径を求める。求め

た内接円直径と外接円直径の平均値を各発光層３００２の直径とする。第１バッファー層３００８と発光層３００２が積層した柱状物の直径は、第１バッファー層３００８の直径に影響を受ける。発光層３００２の直径は、１μｍ以上２００μｍ以下や５μｍ以上１００μｍ以下であることが好ましい。発光層３００２の断面積や直径は、要求される輝度等に応じて変更されることが好ましい。

[0282] 発光層３００２の断面形状は、円盤形や三角柱形、六角柱形などの多角柱形であることが多いが、特に限定されない。隣り合う発光層３００２の形状は異なっていてもよい。

[0283] 発光層３００２の断面形状が多角形である場合、角が丸い形状も含まれる。

発光層３００２の先端が尖った形状も含めて多角柱として取り扱う。

[0284] 複数の発光素子の発光層３００２の中心間の最短距離（Ｄ２）が０．５μｍ以上３００μｍ以下であることが好ましい。複数の発光素子がＬＥＤシート３１０１に含まれる。複数の発光素子は、それぞれ離間しており、複数の発光素子の間には、ギャップがある。複数の発光素子の発光層３００２の中心間の最短距離は、次のように求める。まず、１つの発光素子の発光層３００２の中心点と周りにある複数の発光素子の発光層３００２の中心点を求める。そして、１つの発光素子の発光層３００２の中心点とその発光素子の外周にある複数の発光素子の発光層３００２の中心点との距離のうち最短のものを複数の発光素子の発光層３００２の中心間の最短距離とする。発光素子の発光層３００２の中心点は、発光層３００２の外接円の中心とする。複数の発光素子の発光層３００２の中心間の最短距離は、５μｍ以上３００μｍ以下や１０μｍ以上１００μｍ以下であることがより好ましい。複数の発光素子の発光層３００２の中心間の最短距離は製品のスペック等に応じて変更される。また必ずしも発光層３００２が直列状に並んでいるなど、規則性を持って並んでいる必要もない。

[0285] ここで、柱状の発光層３００２の配列について説明する。熱特性による発

光効率の低下を考慮しなければ、発光層３００２同士が直接接しない程度に近接して配置していることが好ましい。図６６に発光素子を細密に配置させた模式図を示す。図６６に示す形態は、発光層３００２は、断面形状が六角形の六角柱型で中心の発光層３００２の辺（面）と外周の発光層３００２平行になるように配置されている。発光層３００２の断面が多角形であれば、第１のバッファー層３００８の断面も同様（例えば、同一、相似、近似）の多角形である。

[0286] 実施形態のＬＥＤシート３１０１は、ＬＥＤチップからの光をレンズで拡散させて、拡散させた光を反射壁で光路を制御する必要がないため、細密に発光層３００２を配置することが出来る。

[0287] 発光層３００２を細密に配置させる観点から、発光層３００２のうち１つの発光層３００２を囲む様に周状に１以上６以下の発光層３００２が配置されていて、２以上６以下の発光層３００２が配置されていることが好ましい。

[0288] １つの発光層３００２の外周に１つの発光層３００２を囲む様に周状に２以上６以下の発光層３００２が配置されている場合、発光層３００２を細密に配置させる観点から、発光層３００２のうち３つの発光層３００２の中心間距離の和が最小になる発光層３００２を選び、その３つの発光層３００２の中心を結んだ三角形（図６６に示す）において、発光層３００２の中心を頂点とする３つの角の角度がすべて鋭角であることが好ましく、６０°±１０°以下であることがより好ましい。なお、発光層３００２の中心は、発光層３００２の内接円の中心とする。

[0289] たとえば、１つの発光層３００２に最近接する発光層３００２間の距離をｄ（図６６に示す）とし、最近接の発光層３００２中心を結んだ一辺の長さがｄである三角形が３回対称で重なることが好ましい。

[0290] （第２配線）

第２配線３００３は、発光層３００２の第１バッファー層３００８と対向する面とは反対側の面と直接的に接した導電体である。第２配線３００３は

、各発光素子の電極である。ＬＥＤシート３１０１に含まれる複数の発光素子は、第２配線３００３を介して電気的に接続していることが好ましい。第２配線３００３は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第２配線３００３は、透明電極とすることが出来る。第２配線３００３は、積層膜でもよい。ＬＥＤシート３１０１に含まれる複数の発光素子は、第２配線３００３を介して電気的に接続していることが好ましい。

[0291] 第２配線３００３がＬＥＤシート３１０１の単一のアノード電極であり、第１配線３００１がＬＥＤシート３１０１の単一のカソード電極である、又は、第２配線３００３がＬＥＤシート３１０１の単一のカソード電極であり、第１配線３００１がＬＥＤシート３１０１の単一のアノード電極である。

[0292] 第２配線３００３は、金属膜と透明導電性膜のいずれかを含む。第２配線３００３は、透明電極とすることが出来る。第２配線３００３は、層状であることが好ましい。第２配線３００３は、１部の層状でもよいし、発光領域、発光量や配向性などが調整可能なように複数に分かれた層状の導電体であることが好ましい。第２配線３００３は、積層膜でもよい。第２配線３００３は、メッシュ状、又は、膜状である層状導電体である。図６４及び図６５では、第２配線３００３は、光を透過しない金属膜である場合を示している。ＬＥＤシート３１０１をフレキシブルにする観点から、第２配線３００３に厚い金属膜を用いることは適していない。必要に応じて銀やアルミニウム、ニッケルなど補助電極を形成しても良い。

[0293] 第１配線３００１はたとえばニッケルやアルミ、金、銀、ロジウムなど金属電極や酸化インジウムスズ（Indium Tin Oxide：ＩＴＯ）、アルミニウムドープ酸化亜鉛（Al-doped Zinc Oxide：ＡＺＯ）、ボロンドープ酸化亜鉛（Boron-doped Zinc Oxide：ＢＺＯ）、ガリウムドープ酸化亜鉛(Gallium-doped Zinc Oxide：ＧＺＯ)、インジウムドープ酸化亜鉛(Indium-doped Zinc Oxide：ＩＺＯ)、チタンドープ酸化インジウム（Titanium-doped Indium Oxide：ＩＴｉＯ）や酸化インジウムガリウム亜鉛（Indium Gallium Zinc Oxide：ＩＧＺＯ）、水素ドープ酸化インジウム（Hydrogen-doped Indium Oxide：Ｉ

n_2O_3）などの透明導電性膜を用いることができる。

[0294] 発光面の方向選択と、素子の発光波長によって第２配線３００３の材質と形状を選択することが好ましい。すなわち、第１配線３００１側を発光方向とする場合は、第２配線３００３は、反射板をかねた金属電極とすることが好ましい。第２配線３００３側を発光方向とする場合は、第２配線３００３をメッシュ状の金属膜又は透明性導電膜とすることがよい。しかし、第２配線３００３側を発光方向とし、第２配線３００３として用いようとする透明導電膜のバンドギャップから算出される波長よりも発光素子が短波長を発光する場合は、第２配線３００３としてメッシュ状の金属膜を用いることが好適である。なお、第１配線３００１と第２配線３００３の両側を発光方向とする両面発光型のＬＥＤシートとしてもよい。

[0295] 第２配線３００３は、ＬＥＤシート３１０１のシート内の異なる発光層３００２を部分的に点灯させたり、輝度を変えたりするためにシート内で配線、接続領域を変えても良い。

[0296] 第２金属配線３００４は、第２電極端子３１０４との接続性を向上させる低抵抗な導電部材である。第２金属配線３００４は、複数のストライプ状又はメッシュ状で、光透過性があることが好ましい。第２配線３００３に透明電極を用いた場合、透明電極は、金属に比べ高抵抗であるため、電極の抵抗を下げるためにも低抵抗な金属配線として、第２金属配線３００４を設けることが好ましい。第２金属配線３００４としては、例えば、銅、アルミニウム、銀などを含んだ導電性ペーストなど特に限定されない。発光損失を減らすために、第２金属配線３００４は、発光層３００２と重ならないように配置させることが好ましい。後述する第１金属配線３０１０も第２金属配線３００４と同様に第１電極端子３１０３との接続性を向上させる低抵抗な導電部材である。第１金属配線３０１０の材料や配置などは、第２金属配線３００４と共通する。

[0297] （絶縁層）

絶縁層３００５は、複数の発光素子の間に配置されている。絶縁層３００

５は、発光素子を保持し、ＬＥＤシート３１０１の基体となることが好ましい。絶縁層３００５は、ポリマーを含む絶縁性の材料で構成されている。絶縁層３００５の発光素子と対向する面は、発光素子の絶縁層３００５と対向する面（発光素子の側面）の少なくとも一部と直接的に接している。絶縁層３００５の発光素子と対向する面は、発光素子の積層方向に対して垂直方向を含む。絶縁層３００５は、第１バッファー層３００８、発光層３００２、又は、第１バッファー層３００８及び発光層３００２の側面と直接的に接している。

[0298] 絶縁層３００５は、柱状に成長した発光層３００２間に充填され、シート状に広がっている。絶縁層３００５は、ポリマースペーサーである。絶縁層３００５の膜厚は、第１バッファー層３００８と上に成長した発光層３００２を覆う程度であり、具体的には、おおむね２μｍから５μｍ程度である絶縁層は発光層間を絶縁するほかに、製品としての発光素子シートのフレキシブル性を担う部分であり、強度や加工性を基準に材質を選択することが好ましい。

[0299] 絶縁層３００５としては、有色もしくは無色なポリマーを利用することが出来る。光吸収損失低減の観点から、無色透明でよりバンドギャップの広いものがより望ましい。絶縁層３００５として利用可能なポリマーとしては、例えば、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。

[0300] 絶縁層３００５は、例えば、フッ素系樹脂、透明樹脂、透明ポリマーなどがダイオードを含む複数の発光層の間に少なくとも充填されている。具体的には、発光層３００２の側面の少なくとも一部を被覆して、複数の発光層３００２同士が直接的に接しないように複数の発光層の間に少なくとも充填されている。より具体的には、発光層３００２の側面の一部にも第１配線３００１や第２配線３００３が形成されている場合は、第１配線３００１や第２配線３００３の外周側面にも絶縁層３００５が形成されている場合がある。より具体的には、発光層３００２の上端面である発光層３００２が第１配線３００１と接した面や下端面である発光層３００２が第２配線３００２と接

した面には絶縁層３００５が形成されていないことが好ましい。より具体的には、絶縁層３００５は、第１配線３００１や第２配線３００３の側面の一部を被覆する場合があるが、第１配線３００１の発光層３００２を向く面とは反対側の面と第２配線３００３の発光層３００２を向く面とは反対側の面には、絶縁層３００５は形成されていないことが好ましい。

[0301] ＬＥＤシート３１０１の作製方法の説明の前に、具体的な柱状の発光層３００２とその成長方法について説明する。発光層３００２は、第１バッファー層３００８上にエピタキシャル成長される。以下、ｎ型ＧａＮ層、超格子（Strained-Layer Superlattice; ＳＬＳ）、活性層である多重量子井戸（Multi-Quantum Well; ＭＱＷ）及びｐ型ＧａＮ層が積層した発光層３００２を例に説明する。まず、第１バッファー層３００８上にｎ型のＧａＮを成長させる。ｎ型ＧａＮ層の成長は、第１バッファー層３００８が破壊されにくい窒素ガスをキャリアガスとして供給して行なうことが望ましい。ｎ型不純物としては、Ｓｉ、Ｇｅ、Ｔｅ及びＳｎからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｎ型ＧａＮの第１バッファー層３００８との接地面の大きさ及び形状は、第１バッファー層３００８の形状で制御される。ｎ型ＧａＮ層の高さは、典型的には、数μｍ程度であって、設計された高さになるように制御される。好適には、ｎ型ＧａＮ層の（０００１）面が成長するように第１バッファー層３００８が選択される。ｎ型のＧａＮ層が第１バッファー層３００８を被覆した後は、成長制御等の観点から窒素ガスと水素ガスの混合ガス又は水素ガスをキャリアガスとしてｎ型ＧａＮ層を更に成長させてもよい。超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層の表面には、極性面である（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良い。（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面の多重量子井戸では分極による内部電界が減少し、ドループ現象を抑制できる場合がある。また、超格子や多重量子井戸側のｎ型ＧａＮ層は、第１バッファー層３００８側よりも太くなっていてもよい。なお、発光層３００２の断面直径によって発光スペクトルを制御することも出

来る。

[0302] 例えば、青色発光の場合、ｎＧａＮ層上に、超格子として例えば、２ｎｍのｎ型ＧａＮと１ｎｍのＩｎＧａＮ（Ｉｎ＜Ｇａ）が周期的に複数積層した積層構造を形成させる。超格子は省略されてもよい。超格子上又はｎ型ＧａＮ層上に多重量子井戸を形成させる。多重量子井戸は、障壁層（ノンドープＧａＮ）層と井戸層（ＩｎＧａＮ）層が複数積層した構造である。多重量子井戸の積層の一例は、ＩｎＧａＮとＧａＮのペアが１０以下積層した構造（青色発光の場合、例えば、８ペア）である。多重量子井戸の各層の厚さは、数ｎｍである。井戸層のＩｎやＡＩの組成を変えることにより発光スペクトルを制御することが出来る。

[0303] 多重量子井戸上に、ｐ型ＧａＮ層を成長させる。ｐ型の不純物としては、Ｍｇ及びＺｎなどからなる群より選ばれる１種以上を用いる。ｐ型ＧａＮ層は、単層構造又は積層構造である。ｐ型ＧａＮ層の厚さは、例えば、１５０ｎｍ程度である。ｐ型ＧａＮ層の表面（ｎ型ＧａＮ層側とは反対側の面）には、ｎ型ＧａＮ層の表面と同様に（０００１）面だけでなく、（１０－１１）面などの半極性面や（１－１００）面などの非極性面が混在しても良いｐ型ＧａＮ層の太さもｎ型ＧａＮ層と同様に制御出来る。

[0304] かかる方法によって作製された発光層３００２のｎ型ＧａＮが第１配線３００１と接しｐ型ＧａＮが第２配線３００３と接する。

[0305] 発光層３００２の成長を制御することで、発光層３００２の直径（柱状物の断面内接円直径）を変えることができる。このとき、発光層３００２の第１配線３００１側の直径と第２配線側３００３側の直径が異なる。

[0306] 次に、ＬＥＤシート３１００の作製方法について説明する。以下に説明するＬＥＤシート３１００の作製方法は、無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程（第１工程）と、層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層を板状に形成する工程（第２工程）と、複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する

工程（第３工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第４工程）と、複数の柱状物の前記発光層の前記複数の第１バッファー層と対向する面とは反対側に第２配線を形成する工程（第５工程）と、無配向性基板を剥離し、第１バッファー層を除去する工程（第６工程）と、第２配線と対向するように柱状物に接する第１配線を形成する工程（第７工程）を有する。なお、工程の順番は可能な範囲内で入れ替えることができる。以下、図６７から７５の工程図を参照して、ＬＥＤシート３１０１の作製方法について説明する。

[0307] 図６７には無配向性基板３００６上に、第１バッファー層前駆体３００７を板状に複数形成する工程（第１工程）を示している。無配向性基板３００６は、ガラス、金属、多結晶体、プラスチック（樹脂）、セラミックス、非晶質など基材全面にわたり一義的に決まる結晶配向がなければ何でもよい。無配向性基板３００６は、エピタキシャル成長に必要な第１バッファー層３００８を保持するものであれば特に限定されない。無配向性基板３００６には、高価な単結晶基材を用いる必要はない。また、ＬＥＤシート３１０１には、無配向性基板３００６は含まれない。

[0308] 第１バッファー層前駆体３００７は、層状化合物に含まれる金属が板状に形成されたものである。例えば、金属膜（又は合金膜）を形成してパターニングすることで、金属（又は合金）である第１バッファー層前駆体３００７が板状に形成される。第１バッファー層前駆体３００７は、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上の金属又は合金である。エピタキシャル成長させる観点から、すべての板状の第１バッファー層３００７は、同一組成であることが好ましい。第１バッファー層前駆体３００７の組成は、エピタキシャル成長させる発光層３００２に応じて選択される。

[0309] 第１バッファー層前駆体３００７は加熱されるなどして、板状で層状の金属カルコゲナイド（層状化合物）を含む第１バッファー層３００８になる。

金属カルコゲナイドの元素の選択により格子定数を任意に変えることができるため、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、エピタキシャル成長させる単結晶層の格子定数と金属カルコゲナイドの格子定数を合わせることができる。つまり、エピタキシャル成長させる単結晶層及び成長させたい結晶方位に応じて、金属カルコゲナイドの組成を変えることで、例えば、ＧａＮ、ＩｎＮ、ＡｌＮなどエピタキシャル成長用などに適した基材を用意することができる。

[0310] 層状化合物としては、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される金属カルコゲナイドが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上である。α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。さらに、$\alpha$、$\beta$及び$\gamma$は、０．０≦$\alpha$≦２．０、０．０≦$\beta$≦２．０、０．０≦$\gamma$≦２．０、０．０≦$\delta$≦２．０、０．０＜$\alpha+\beta+\gamma$及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たすことが好ましい。金属カルコゲナイドに含まれる金属であるMは、Ｍｏ、Ｗ及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含むことが好ましい。金属カルコゲナイドの元素の選択及び比率は、エピタキシャル成長させる発光層３００２に応じて変更される。

[0311] 第１バッファー層３００８の厚さは、特に限定されない。第１バッファー層３００８の厚さは、例えば、１ｎｍ以上１０００ｎｍ以下である。第１バッファー層３００８の厚さのばらつきは、少ない方が良い。

[0312] 第１バッファー層３００８と発光層３００２は、ヘテロエピタキシャル関係にある。

[0313] 第１バッファー層３００８の発光層３００２と直接的に接している二次元シート状の金属カルコゲナイドは、複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドで構成されている場合がある。このとき、第１バッファー層３００８の

発光層３００２と直接的に接している面において、複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃うように配列されている。複数の二次元シート状の金属カルコゲナイドは重なっていても問題はないし、発光層の結晶成長に問題が生じなければ段差があってもよい。作製時に用いる基板との剥離の際に、第１バッファー層３００８の発光層３００２と直接的に接している面が１枚の二次元シートの金属カルコゲナイドではなくても、複数枚の二次元シートの金属カルコゲナイドの結晶配向性が揃っていれば、第１バッファー層３００８上に発光層３００２のエピタキシャル成長が可能である。完璧な１枚のシート状物でなくとも第１バッファー層３００８上エピタキシャル成長が可能であることから、基板上に第１バッファー層３００８が複数配置された部材を安価に作製することができる。なお、その基板を用いてＬＥＤシートを作製することで、単結晶基板を用いる場合よりＬＥＤシートの作製費用を抑えることができる。

第１バッファー層３００８は、発光層からの発光を吸収することから、ＬＥＤシートの作製工程途中でエッチングなどにより除去される。発光層をエピタキシャル成長させた後、電極形成前に第１バッファー層３００８除去工程が含まれる。

[0314] 第１バッファー層３００８の面内格子定数と複数の層が積層した発光層３００２のうち最も第１バッファー層３００８側に存在する層の面内格子定数の差（＝（［第１バッファー層３００８の面内格子定数］－［発光層３００２のうち最も第１バッファー層３００８側に存在する層の面内格子定数］／［第１バッファー層３００８の面内格子定数］）が±１％以内の範囲内であることが好ましい。格子定数の差が大きいと、エピタキシャル成長しにくく、ずれが大きいとエピタキシャル成長しないか、結晶欠陥が生じやすくなる。そこで、第１バッファー層３００８の面内格子定数と複数の層が積層した発光層３００２のうち最も第１バッファー層３００８側に存在する層の面内格子定数の差は、±０．５％以内であることがより好ましい。格子定数は、４軸Ｘ線回折測定によって求められる。もしくは、第１バッファー層３００

８を構成する金属カルコゲナイドの組成比でおおむね決定される。

[0315] 例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＧａＮウエハの成長用としては、金属カルコゲナイドに$MoS_{1.6}Se_{0.4}$を用いる。すると、ＧａＮのａ軸長３．１８９Åと金属カルコゲナイドのａ軸長３．１８９Åの誤差が０．０％となりＧａＮのエピタキシャル成長に好適である。

[0316] 例えば、面方位が（０００１）のエピタキシャルＡｌＮウエハの成長用としては、金属カルコゲナイドに$Mo_{0.6}Cr_{0.4}S_{2.0}$を用いる。すると、ＡｌＮのａ軸長３．１１２Åと金属カルコゲナイドのａ軸長３．１１２Åの誤差が０．０％となりＡｌＮのエピタキシャル成長に好適である。

[0317] 図６８には、第１バッファー層前駆体３００７が無配向性基板３００６上に形成された部材を加熱して、無配向性基板３００６上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層３００８を板状に形成する工程（第２工程）を示している。加熱は、Ｓｅ、Ｓ、Ｔｅ及びＯ（酸素）からなる群より選ばれる１種以上を含有する雰囲気下で行う。かかる加熱処理によって、無配向性基板３００６上に第１バッファー層３００８が形成される。加熱条件（雰囲気、温度、時間等）は、エピタキシャル成長させる発光層３００２に応じて選択される。すべての板状の第１バッファー層３００８は、同一組成であることが好ましい。

[0318] 図６９には、複数の第１バッファー層３００８上に発光層３００２をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第３工程）を示している。柱状物は、１つの第１バッファー層３００８とこの第１バッファー層３００８上に形成された発光層３００２からなる。第１バッファー層３００８の格子定数は、エピタキシャル成長させる層の格子定数と合わせているため、第１バッファー層３００８上で発光層３００２がエピタキシャル成長する。無配向性基板３００６上では、成長が起こりにくいため、第１バッファー層３００８上で選択的に発光層３００２が成長する。発光層３００２は、電極コンタクト層や量子井戸など複数の層を含むため、複数回エピタキシャル成長を行い、複数の第１バッファー層３００８上に発光層３００２をエピタ

キシャル成長させて複数の柱状物を形成する。

[0319] 図７０には、複数の柱状物の間を充填する絶縁層３００５を形成する工程（第４工程）を示している。無配向性基板３００６上に複数の柱状物が形成された部材の柱状物の間を充填するように絶縁層３００５を形成する。絶縁層３００５は、スプレー、スピンコート、ディップするなどして形成することができる。絶縁層３００５は、図７１のように、柱状物の無配向性基板３００６側とは反対側の一部が露出してもよいし、柱状物が完全に被覆されるようにしてもよい。必要に応じて、発光層３００２が第２配線３００３と直接的に接触するために、絶縁層３００５の一部を除去して、発光層３００２の面を少なくとも一部露出させることができる。

[0320] 絶縁層３００５を形成する前に、無配向性基板３００６の露出面と絶縁層３００５の間に図示しない犠牲層を設けてもよい。犠牲層は、後に除去されて犠牲層のあった部分に第２配線３００３として金属膜を形成することで、発光層３００２の側面との接触面積が大きい金属膜を配線として形成することができる。第１配線３００１側から光が出射する構成とするとき、第２配線３００３と発光層３００２の側面との接触面積が増大し、第２配線３００３が発光層３００２の側面の反射膜として好適である。第１配線３００１側の発光層３００２の側面と第１配線３００１との接触面積が大きな第１配線３００１を形成してもよい。側面との接触面積が大きな配線は、抵抗を下げる観点からも好ましい。

[0321] 図７２には、複数の柱状物の発光層３００２の複数の第１バッファー層３００８と対向する面とは反対側の面に第２配線３００３を形成する工程（第５工程）を示している。本工程は、無配向性基板３００６の剥離後に行ってもよい。発光層３００２上に導電性の第２配線３００３を形成する。第５工程以降に、図７３の工程図に示すように、第２配線３００３と電気的に接続する複数のストライプ状又はメッシュ状の第２金属配線３００４を形成する工程を行ってもよい。

[0322] 次に、無配向性基板３００６を剥離し、第１バッファー層３００８を除去

する工程（第６工程）を行う。図７４には、無配向性基板３００６を剥離する工程を示している。溶解性のポリマーや支持基板などにより固定して剥離すると、剥離が容易でシワを防ぐことができる。図７４中には溶解性のポリマー、支持基板は省いてある。図７５には、第１バッファー層３００８を除去する工程を示している。絶縁層３００５と発光層３００２は酸に対して耐性が強いものが多く、酸により第１バッファー層３００８を選択的に除去する。ＬＥＤシート３１０１は第６工程で固定したポリマーや支持基板から剥離して用いても良いし、支持されたまま用いても良い。

[0323] 剥離された無配向性基板３００６は、付着している第１バッファー層３００８を王水洗浄によって除去するなどしてクリーニングを行なうことで、ＬＥＤシート３１０１の作製に再利用することが出来る。

[0324] そして、発光層３００２の下側（発光層３００２の第２配線３００３と対向する面とは反対側の面）に直接的に接するように第１配線３００１を形成（第７工程）することで、図６５の断面図に示すＬＥＤシート３１０１が得られる。

[0325] 実施形態で用いられるＬＥＤシート３１０１は、微小なＬＥＤの素子間に樹脂が充填された状態で作製されるため、フレキシブルで支持体３１０２への巻き付けや添付が可能となる。ＬＥＤ素子が製膜される際に一般的に用いられている単結晶基板を実施形態では用いず、支持体３１０２から剥離も容易でシート状に形成されるため、熱がこもりにくく放熱性に優れている。支持体３１０２には、放熱材を添付することでさらに効果的に放熱できる。

[0326] 実施形態で用いられるＬＥＤシート３１０１は、発光層を縦方向に挟むように電極を設けた縦型電極構造である。従来の横型デバイスと比較して発光層と電極との接触面積が広いため、接触抵抗が少ない。また、実施形態で用いられるＬＥＤシート３１０１は、半導体内部抵抗が低いため、電流利用効率が良い。また、発光素子は、成長用基板を含まず、発光層と２つの電極という、最も簡潔な部材で構成していることから、素子内の発光損失が少ないという利点もある。サファイア基板や単結晶シリコン基板上に発光層である

半導体層を成長させると格子定数のずれに起因して発光再結合が生じやすいが、実施形態では、格子定数がほぼ一致している第１バッファー層３００８から発光層３００２である半導体層を成長させることができる。さらに、第１バッファー層３００８は、除去が容易であり、第１バッファー層３００８を含まないＬＥＤシート３１０１であることも、発光効率や損失の観点から好ましい。従って、実施形態で用いＬＥＤシートは、発光再結合を抑制するため、効率の点でも有利である。これらさまざまな点で従来のLEDより発熱・放熱に有利な構成であり、冷却ファンや空冷機構などの冷却手段を著しく削減もしくは除去することが可能となる。

[0327] 支持体３１０２は、ＬＥＤシート３１０１を保持する部材である。支持体３１０２は、平面、曲面又は凹凸面を備え、平面、曲面又は凹凸面は、ＬＥＤシート３１０１を保持する面である。ＬＥＤシート３１０１がフレキシブルであるため、平面だけでなく、曲面や凹凸面にもＬＥＤシート３１０１を保持することができる。光学特性や意匠を考慮して支持体３１０２のＬＥＤシート３１０１を保持する面の形状を任意に選択することができる。

[0328] 支持体３１０２が光反射をする部材であれば、ＬＥＤシート３１０１が発光した光を反射する部材として機能する。また、支持体３１０２が光を透過する部材であれば、ＬＥＤシート３１０１とは反対側に光を導く部材として機能する。支持体３１０２にハーフミラーを使用することもできる。

[0329] 支持体３１０２はヒートパイプや、放熱設計に優れた形状に加工した金属材料などを用いることが好ましい。ＬＥＤシート３１０１と支持体３１０２を固定する際には導電性のペーストなどで固定するなど、放熱性が優れた設置の仕方が望ましい。例として銅製ヒートパイプにまきつけて使用する例や、放熱基板に直接添付することができる。投光のための支持体３１０２としてミラーを用い、ミラーに直接、ＬＥＤシート３１０１を貼ってもよい。

[0330] 支持体３１０２は、放熱性に優れた金属棒、ヒートパイプ、セラミックス、ガラスや樹脂など、ＬＥＤシート３１０１を支持することができるものであれば特に限定されない。支持体３１０２とＬＥＤシート３１０１は、接着

剤で固定することもできる。支持体３１０２とＬＥＤシート３１０１のストライプ状の金属配線に導電性ペーストを用い、導電性ペーストで支持体３１０２とＬＥＤシート３１０１を電気的に接続させて、支持体３１０２を発光装置３１００の電極端子の一部とすることもできる。また、支持体３１０２がフレキシブルな基材であってもよい。支持体３１０２もフレキシブルにすることで、発光装置３１００自体がフレキシブルとなる。

[0331] 図６２では、第１配線３００１がシート面全体にわたり、第２配線３００３もシート裏面全体にわたっているように発光装置３１００を構成することができる。図６２では、フレキシブルなＬＥＤシート３１０１を巻くことがでる。発光装置３１００を円柱状にすることで、円柱の曲面全面から発光することができる。

[0332] 図６２では、曲面の型の支持体３１０２にＬＥＤシート３１０１を添付している。なお、図６３（ａ）では、平面の型の支持体３１０２にＬＥＤシート３１０１を添付している。なお、図６３（ｂ）では、凹凸型の一種である波型の支持体３１０２にＬＥＤシート３１０１を添付している。

[0333] 図７６に、発光装置３２０１の変形例として発光装置３２０２を示す。発光装置３２０２は、ＬＥＤシート３１０１と、支持体３１０２と、第１電極端子３１０３と、第２電極端子３１０４とを備える。図７６は、発光装置３２０２の断面斜視図である。支持体３１０２は角が無い滑らかな凹凸を有する。支持体３１０２とＬＥＤシート３１０１と接する面は、凹凸面である。ＬＥＤシート３１０１は、支持体３１０２の凹凸面に貼り付けられており、支持体３０１２の凹凸に沿って、支持体３１０２の凹凸面と同様の凹凸形状になっていることが好ましい。凹凸面は、角がない、又は、実質的に角がない滑らかな曲面であることが好ましい。凹凸は、ドット状や波形である。凹凸は周期的であってもよいし、ランダムであってもよい。凹凸の形状を選択することで、ＬＥＤシートからの発光の配向性を制御することができる。ミラー等と組み合わせてＬＥＤシートからの発光を光学設計する場合には、凹凸は周期的であった方が好ましく、配向角を広く均一に取る照明等に用いる

場合には凹凸は周期的でなくランダムであった方が好ましい。凹凸は、例えば、ドット状の場合は、ＬＥＤシートの発光を、ＬＥＤシートの面内に配向角を大きくすることができる。凹凸は、例えば、図７６の横方向（支持体３１０２の面方向）に並び、図７６の奥行き方向（図７６の横方向に対して垂直方向）に伸びた滑らかな波形の形状の場合、図７６の横方向の発光角を選択的に大きくすることが出来る。凹凸の高さやピッチは、発光装置３２０２の設計に応じて任意に選択される。ＬＥＤシート３１０１の表面形状は、支持体３１０２の応答形状に準じている。凹凸は、角が無く曲率の低いドットや曲率の低い波形が好ましい。凹凸の曲率が高すぎると、支持体３１０２とＬＥＤシート３１０１との密着性が悪くなって、放熱性が低下する恐れがある。

[0334] 図６２の発光装置３１００の支持体３１０２のＬＥＤシート３１０１と接する面も凹凸面とすることが出来る。

[0335] 発光装置３１００の具体的な一例として、１ｍｍ^{2}あたり４百万（２０００×２０００）個の発光素子を含むＬＥＤシート３１０１を、凹凸表面を有する直径が約０．５ｍｍの支持体３１０２に巻き付けた構成が挙げられる。

[0336] 発光量を増やすために電流量を増やすとドループ現象によって発光効率が低下する。従来のＬＥＤチップではドループ現象を抑制するために、ＬＥＤチップ面積を増大させて電流密度を下げると発光効率は上がるが、光源が広くなり点光源としては適さなくなる。実施形態のＬＥＤシート３１０１は、凹凸面に貼り付けることで光源容量を増大させることなく、発光素子面積を増大させることができ、所望の光量を得るための電流密度を下げることで、ドループ現象を抑制して発光効率を向上させることが出来る。発光効率の向上によって、発熱量が減るだけでなく、凹凸面とＬＥＤシート３１０１を接触させることで排熱効率が向上する観点からも、実施形態の発光装置３１００は、発光効率を向上させる好適な構成である。

[0337] ＬＥＤシート３１０１は、支持体３１０２と接着剤で接着させることができる。また、薄くて軽いＬＥＤシート３１０１は、静電力で支持体３１０２

と接着させることも出来る。

[0338] 第１電極端子３１０３は、ＬＥＤシート３１０１の第１配線３００１と電気的に接続した導電性部材である。第１電極端子３１０３に熱伝導の高い部材を用いることで、第１電極端子３１０３を放熱材とすることもできる。第１電極端子３１０３は、図６２のような棒状に限定されず、層状でも、ブロック状など発光装置３１００に応じて適宜選択することができる。

[0339] 第２電極端子３１０４は、ＬＥＤシート３１０１の第２配線３００３と電気的に接続した導電性部材である。第２電極端子３１０４に熱伝導の高い部材を用いることで、第２電極端子３１０４を放熱材とすることもできる。第１電極端子３１０３は、図６２のような棒状に限定されず、層状でも、ブロック状など発光装置３１００に応じて適宜選択することができる。

[0340] また、発光面側には、透過色域調整層３００９を設けることができる。図７７に透過色域調整層３００９を設けたＬＥＤシート３１０５を示す。

[0341] 透過色域調整層３００９は、蛍光体、カラーフィルター、量子ドット又は、蛍光体及びカラーフィルターである。図７７では、１種類の蛍光体を形成したＬＥＤシートの一例を示している。３つの発光素子で、３色混色により白色発光をさせるために、２つの発光素子に緑色蛍光体と赤色蛍光体を第２配線３００３上に配置して、１つの発光素子には、蛍光体もカラーフィルターも配置させていないように透過色域調整層３００９を構成することができる。緑色蛍光体や赤色蛍光体を設けることで、発光強度が変わる場合は、例えば、発光素子の面積を発光させる色毎に変えることで、白色発光が可能となる。ＬＥＤシート３１００が両面発光型である場合は、第１配線３００１と第２配線３００３の両側に透過色域調整層３００９を設ける。片面発光型である場合は、発光面側に透過色域調整層３００９を設ける。透過色域調整層３００９は、蒸着やインクジェットなどにより形成する。蛍光体、カラーフィルター、量子ドットをあらかじめ形成した基材を貼り付けるなどしても良い。

[0342] 発光装置３１００は、両面発光型のＬＥＤシート３１０６を用いることが

できる。図７８に両面発光型のＬＥＤシート３１０６の斜視図を示す。図７９に両面発光型のＬＥＤシート３１０６の断面図を示す。ＬＥＤシート３１０６では、第１配線３００９及び第２配線３００３の両方を透明電極としている。第１配線３００９側には、複数のストライプ状の第１金属配線３０１０を設けている。第２配線３００３側にも同様に、複数のストライプ状の第２金属配線３００４を設けている。

[0343] なお、実施形態で用いるＬＥＤシート３１０１は、単結晶エピタキシャル成長用基板を用いて作製することもできる。図８０から図８７を参照して、単結晶エピタキシャル成長用基板を用いるＬＥＤシート３１０１の作製方法を示す。

[0344] 単結晶エピタキシャル成長用基板を用いるＬＥＤシート３１０１の作製方法は、単結晶基板上に、半導体層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程（第８工程）と、複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程（第９工程）と、柱状物の単結晶基板側とは反対側に第２配線を形成する工程（第１０工程）と、複数の柱状物を単結晶基板から剥離する工程（第１１工程）と、第２配線と対向するように複数の柱状物に接する第１配線を形成する工程（第１２工程）を有する。柱状物は、発光層３００２となる。

[0345] 図８０と図８１には、単結晶基板３０１１上に、半導体層３０１２をエピタキシャル成長させて複数の柱状物３００２を形成する工程（第８工程）を示している。まず、単結晶基板３０１１上に層状の半導体層３０１２を形成する。そして、エッチングをするなどして、半導体層３０１２を加工して、複数の柱状物３００２を形成する。

[0346] 図８２に複数の柱状物３００２の間を充填する絶縁層３００５を形成する工程（第９工程）を示している。本工程は、図７０及び図７１に示す第４工程と同様である。

[0347] 図８３に柱状物３００２の単結晶基板３０１１側とは反対側に第２配線３００３を形成する工程（第１０工程）を示している。本工程は、単結晶基板

３０１１側の剥離後に行ってもよい。柱状物３００２上に導電性の第２配線３００３を形成する。第１０工程以降に、図８４の工程図に示すように、第２配線３００３と電気的に接続する複数のストライプ状又はメッシュ状の第２金属配線３００４を形成する工程を行ってもよい。

[0348] 図８５に複数の柱状物を単結晶基板３０１１から剥離する工程（第１１工程）を示している。第２配線３００３側を図示しないポリマーと支持基板で固定した後、単結晶基板３０１１側からレーザーを照射し、単結晶基板と窒化ガリウム系化合物の柱状物３００２を剥離する。

[0349] そして、単結晶基板３０１１を剥離した後に、第７工程と同様に、第２配線３００３と対向するように複数の柱状物３００２に接する第１配線３００１を形成する工程（第１２工程）を行う。

[0350] 単結晶基板３０１１上に、半導体層３０１２をエピタキシャル成長させて複数の柱状物３００２を形成する工程（第８工程）は、他にも図８６及び図８７に示すように、単結晶基板３０１１にあらかじめテクスチャ３０１３加工を施し、エピタキシャル成長しない部分を設ける（図８６）。テクスチャ３０１３加工した部分からはエピタキシャル成長しないため、ここから成長させると、発光層３００２が分断された状態で成長する。テクスチャ３０１３加工した単結晶基板３０１１からエピタキシャル成長をさせることで、テクスチャ３０１３加工した部分以外から複数の柱状物３００２を形成する（図８７）ことができる。なお、テクスチャ３０１３加工は、単結晶基板３０１１上に、エピタキシャル成長ができなくなるような絶縁膜を形成するなど特に限定されない。

[0351] 上記の方法でもＬＥＤシート３１０１は作製可能であるが、非常に高価な単結晶基板とレーザー剥離工程を用いるためにＬＥＤシート３１０１を作製する場合に比べて、製造コストが上昇する。またレーザーにより柱状物（発光層）３００２にダメージが生じるため、発光効率や放熱性がＬＥＤシート３１０１と比較して悪化する。

[0352] ＬＥＤシート３１０１は、発光層３００２を成長させるための単結晶エピ

タキシャル成長用基板（たとえばサファイア基板、窒素化ガリウム基板、炭化珪素基板など）を含まないため、放熱が容易な構造にＬＥＤシート３１０１を作製、設計することができる。

[0353] 実施形態は、フレキシブルで単結晶基板のないＬＥＤシート３１０１を用いて冷却機構を除去もしくは削減し、又は、これらを可能にする発光装置３１００を提供することができる。これにより重さ、体積の減少、消費電力の低減、デザイン性向上など、多くのメリットがある。

[0354]（第２４実施形態）

第２４実施形態は、投光機に関する。第２４実施形態の投光機は、第２３実施形態の発光装置３１００を用い、発光装置のＬＥＤシート３１０１シートからの発光を目的方向に導光する反射ミラーを備えている。実施形態の投光機は、熱損失を少なく構成することができる。

[0355] 図８８に投光機３３００の断面図を示す。図８８に示す投光機３３００は、発光装置３１００と、反射ミラー３３０１と、制御回路３３０２と、レンズ３３０３を備えている。図８８の投光機３３００は、円筒形の発光装置３１００を用いた形態を例示している。

[0356] 熱損失の少ない発光装置３１００を用いることで、投光機３３００における冷却を簡略化することができる。例えば、冷却ファンなどを省略することで、投光機３３００の小型化が可能となり、投光機のデザインの自由度及び投光機３３００を用いた装置の設計の自由度が増すことがメリットである。

[0357] 発光装置３１００で発光した光は、反射ミラー３３０１で反射され、目的方向に導光される。任意にレンズ３３０３を用いることができ、レンズ３３０３と反射ミラー３３０１を併用して導光方向を調整することができる。

[0358] 発光装置３１００の発光は、制御回路３３０２で制御することができる。制御回路３３０２は、例えば、反射ミラー３３０１を駆動させて、任意の方向に配光できるように反射ミラー３３０１を駆動できるように構成することもできる。配光方向を変えられる投光機は、例えば、車載用ヘッドランプとして用いた場合、ハイビームとロービームの切り替えが１つの投光機で可能

となる。

[0359] 投光機３３００を車載用ヘッドランプ、照明などに用いる場合、要求される発光色とするために蛍光体が必要である。ＬＥＤシート３１０１に直接蛍光体を形成しても良いし、反射ミラー３３０１やレンズ３３０３に形成しても良い。

[0360] 投光機３３００を車載用ヘッドランプ、照明などに用いる場合、要求される光量を得るために、反射ミラー３３０１内に複数の発光装置３１００を設置しても良いし、複数の投光機３３００を複数個並べて用いることもできる。投光機３３００が小型であるため、投光機３３００の配置をより自由にアレンジすることができることもメリットである。

[0361] また、薄板型の発光装置３２００、３２０１を用いても熱損失の少ない投光機を構成することができる。図８９に薄板型の発光装置３２００、３２０１を用いた投光機３４００の断面図を示す。投光機３４００は、発光装置３２００、筐体３４０１、反射ミラー３４０２、制御回路４０３及びレンズ３４０４を備えている。薄板型の発光装置３２００、３２０１は、片面発光であるため、反射ミラー３４０２が、薄板型の発光装置３２００、３２０１に合わせた形状となっており、薄板型の発光装置３２００、３２０１が筐体３４０１に保持されている。投光機３４００も投光機３３００と同様に、熱損失が少なく、また、小型化により、投光機３４００の配置をより自由にアレンジすることができることもメリットである。

[0362] 以上に説明しているように、従来単結晶基板のウエハ形状によって制限されていたＬＥＤ形状がフレキシブルとなることで、形状自由度向上が可能となり、さまざまな支持体に添付するなど加工が容易となる。これにより放熱性の高い設計が可能となり、発光装置及び投光機などにおいて、ファンや放熱バルブなど冷却機構を削減可能である。また非常に高価な単結晶基板を用いずにＬＥＤシート３１０１を作製することが出来るため、単結晶基板を製品作製及び製品に用いた場合に比べて、製造コストの大幅低減がはかれる。

[0363] 以下、実施例および比較例を説明する。

[0364]（実施例５－１）

基板として、１０ｃｍ角、厚さ１ｍｍのガラス基板（石英製）を用意した。この基板上に、レジストを塗布し、フォトリソグラフィにより直径５μｍの縦穴を形成した。蒸着法によりＭｏ膜を１００ｎｍ形成し、リフトオフによりＭｏドットを形成した。硫黄、セレン４：１の雰囲気、１０００℃でアニールし、単結晶状態のＭｏ（$Ｓ_{0.8}Ｓｅ_{0.2}$）$_2$を形成した。Ｘ線回折によりセレン化硫化モリブデン化合物のａ軸長を決定したところ、３．１８９Åであった。これを基材に用いてにｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光層部分を柱状に結晶成長させた。絶縁層としてフッ素系樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。透明電極を形成後、柱状の発光層部分と重ならないように補助電極としてストライプ状のロジウム電極を形成し、ＰＭＭＡ樹脂を塗り、PETフィルムをかぶせて固定した。石英基材から機械剥離し、露出した発光層を酸性溶液で除去した。露出した柱状の発光層部分にAgを蒸着形成した。銅製のヒートパイプにまきつけ、有機溶剤でPET基材をはがし、発光素子を駆動させる配線を形成した。黄色蛍光体を分散した樹脂を塗り、放物線ミラーの中央に設置し、投光機とした。

[0365]（実施例５－２）

基板として、4インチ、厚さ１ｍｍのサファイアc面基板を用意した。この基板上に、ｎ型ＧａＮ、ＧａＮ量子井戸、ｐ型ＧａＮの順で発光層部分を全面に結晶成長させた。ドライエッチングにより発光層部分を格子状に分断し、絶縁層としてフッ素系樹脂を塗布し、発光層部分のピッチに充填した。フォトリソグラフィ、酸素プラズマにて発光層部分のみを露出させた。透明電極を形成後、発光層部分と重ならないように補助電極としてストライプ状のロジウム電極を形成し、ＰＭＭＡ樹脂を塗り、石英基板をかぶせて固定した。サファイア基板側からレーザーを照射し、サファイア基板と発光層を剥離した。露出した発光層を有機溶剤で洗浄後、露出した柱状の発光層部分にAgを蒸着形成した。板状の放熱加工した基板に銀ペーストで添付し、有機溶剤

でPMMAを溶解し石英基材をはがして発光素子を駆動させる配線を形成した。黄色蛍光体を分散した樹脂を塗った放物線形状のミラーの内に設置し、投光機とした。

[0366] 以下、上記実施形態の技術案を記載する。

技術案１

フレキシブルな発光ダイオードシートと、

前記発光ダイオードシートを保持する平面、曲面又は凹凸面を備えた支持体と、

前記発光ダイオードシートと接続した第１電極端子と、

前記発光ダイオードシートと接続した第２電極端子と、

を備えた発光装置。

技術案２

前記発光ダイオードシートは、層状の第１配線と、層状の第２配線と、前記第１配線と前記第２配線の間に配置された複数のダイオードを含む発光層とを含む発光素子と、前記複数の発光層の間に配置された絶縁層とを含み、

前記第１配線は、前記前記発光層と直接的に接し、

前記第２配線は、前記発光層を直接的に接し、

前記第１配線と前記発光層が直接的に接した前記発光層の面は、前記第２配線と前記発光層が直接的に接した前記発光層の面とは反対側の面である技術案１に記載の発光装置。

技術案３

前記絶縁層の前記発光層と対向する面は、前記発光層の前記絶縁層と対向する面の少なくとも一部と直接的に接している技術案１又は２に記載の発光装置。

技術案４

前記複数の発光層は、前記第１配線を介して電気的に接続し、

前記複数の発光層は、前記第２配線を介して電気的に接続している技術案１ないし３のいずれか１案に記載の発光装置。

技術案５

前記発光層の直径が３μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある技術案１ないし４のいずれか１案に記載の発光装置。

技術案６

前記発光層の中心間の最短距離が１０μｍ以上５００μｍ以下である技術案１ないし５のいずれか１案に記載の発光装置。

技術案７

前記発光ダイオードシートは、第１配線と、第２配線と、前記第１配線と前記第２配線の間に配置された複数のダイオードを含む発光層からなる発光素子と、前記複数の発光層の間に配置された絶縁層とを含み、

前記発光層は、複数の積層した半導体層からなり、

前記第１配線は、前記前記発光層と直接的に接し、

前記第２配線は、前記発光層を直接的に接し、

前記第１配線と前記発光層が直接的に接した前記発光層の面は、前記第２配線と前記発光層が直接的に接した前記発光層の面とは反対側の面である技術案１ないし６のいずれか１案に記載の発光装置。

技術案８

技術案１ないし７のいずれか１案に記載の発光装置と、

前記発光装置の発光ダイオードシートからの発光を目的方向に導光する反射ミラーと、

を備えた投光機

技術案９

前記支持体、前記反射ミラー又は前記支持体及び前記反射ミラーを駆動させることにより任意の方向に配光することができる技術案８に記載の投光機

技術案１０

無配向性基板上に、層状化合物前駆体を板状に複数形成する工程と、

前記層状化合物前駆体が無配向性基板上に形成された部材を加熱して、前記無配向性基板上に層状化合物を含む複数の第１バッファー層（層状化合物

層）を板状に形成する工程と、

前記複数の第１バッファー層上に発光層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形成する工程と、

前記複数の柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

前記複数の柱状物の前記発光層の前記複数の第１バッファー層と対向する面とは反対側に第２配線を形成する工程と、

前記無配向性基板を剥離し、前記第１バッファー層を除去する工程と、前記２配線と対向するように柱状物に接する第１配線を形成する工程と、を有する発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１１

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｈｆ、Ｖ、Ｎｂ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｍｏ、Ｗ、Ｚｎ、Ｃｄ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｇｅ、Ｓｎ、Ｐｔ、Ａｕ、Ｃｕ、Ａｇ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｐｂ及びＢｉからなる群より選ばれる１種以上であり、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案１０に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１２

前記第１バッファー層は、$MSe_{\alpha}S_{\beta}Te_{\gamma}O_{\delta}$で表される層状化合物を含み、

前記Mは、Ｍｏ、W及びＣｒからなる群より選ばれる１種以上を少なくとも含み、

前記α、β及びγは、０．０≦α≦２．０、０．０≦β≦２．０、０．０≦γ≦２．０、０．０≦δ≦２．０及び１．０≦$\alpha+\beta+\gamma+\delta$≦２．０を満たす技術案１０又は１１に記載の発光ダイオードシートの作製方法。

技術案１３

単結晶基板上に、半導体層をエピタキシャル成長させて複数の柱状物を形

成する工程と、

複数の前記柱状物の間を充填する絶縁層を形成する工程と、

複数の前記柱状物の前記単結晶基板側とは反対側に第２配線を形成する工程と、

複数の前記柱状物を前記単結晶基板から剥離する工程と、

前記２配線と対向するように複数の前記柱状物に接する第１配線を形成する工程と、を有する発光ダイオードシートの作製方法。

[0367] 発光ダイオードシート、発光装置、表示装置、投光機及びこれらの製造方法において、異なる実施形態で採用した構成を追加、省略及び組み替えを行なうことができる。例えば、発光ダイオードシートで説明した構成について、発光装置、表示装置、投光機に採用することが出来る。

明細書中、一部の元素は、元素記号のみで表している。

[0368] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない上述したこれら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行なうことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0369] １１００～１１０６…ＬＥＤシート、１００１…第１配線、１００２…第１バッファー層、１００３…発光層、１００３Ｇ…発光層群、１００４…第２配線、１００５…絶縁層、１００６…無配向性基板、１００７…第１バッファー層前駆体、１００８…透過色域調整層、１００８Ａ…緑色蛍光体、１００８Ｂ…赤色蛍光体、１００８Ｃ…白色蛍光体、１００８Ｄ～Ｆ…カラーフィルター、１００９…絶縁膜、１０１０…駆動素子、

１２００…表示装置、１２０１…ＬＥＤシート、１２０２…制御部、１２０３…電源部、１２０４…信号入力部、

１３００…ＬＥＤシート、１０１１…第１配線、１０１２…第２バッファー層、１０１３…発光層、１０１４…第２配線、１０１５…絶縁層、１０１６…無配向性基板、１０１７…第２バッファー層前駆体、

２１００～２１０８…ＬＥＤシート、２００１…第１配線、２００２…第１バッファー層、２００３…発光層、２００４…第２配線、２００５…絶縁層、２００６…無配向性基板、２００７…層状化合物前駆体、２００８…透過色域調整層、２００８Ａ…緑色蛍光体、２００８Ｂ…赤色蛍光体、２００９…絶縁膜、

２２００…発光装置、２２０１…ＬＥＤシート、２２０２…電源部、２３００…ＬＥＤシート、２０１１…第１配線、２０１２…第２バッファー層、２０１３…発光層、２０１４…第２配線、２０１５…絶縁層、２０１６…無配向性基板、２０１７…第２バッファー層前駆体、

３１００、３２００、３２０１…発光装置、３１０１、３１０５、３１０６…ＬＥＤシート、３１０２…支持体、３１０３…第１電極端子、３１０４…第２電極端子、３００１、３０１０…第１配線、３００２…発光層、３００３…第２配線、３００４…第２金属配線、３００５…絶縁層、３００６…無配向性基板、３００７…層状化合物前駆体、３００８…第１バッファー層、３００９…透過色域調整層、３０１１…第１金属配線、３０１２…単結晶基板、３０１２…半導体層、３０１３…テクスチャ、

３３００、３４００…投光機、３３０１、３４０２…反射ミラー、３３０２、３４０３…制御回路、３３０３、３４０４…レンズ、３４０１…筐体

請求の範囲

[請求項1] 第１配線と、ダイオードを含む発光層と、第２配線が順に積層した複数の発光素子と、

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層とを少なくとも含み、

前記発光層は、前記第１配線と直接的に接し、

前記発光層の前記第１配線と直接的に接した面と反対側の面は前記第２配線と直接的に接している発光ダイオードシート。

[請求項2] 第１面と第１面の反対側の第２面を持ち、ダイオードを含む発光層を有する複数の発光素子と

前記複数の発光素子の間に配置された絶縁層と、

前記複数の発光素子の前記発光層の第１面に接するように設けられた第１配線と、

前記複数の発光素子の前記発光層の第２面に接するように設けられた第２配線とを備えた発光ダイオードシート。

[請求項3] 前記絶縁層の前記発光素子を向く面は、前記発光素子の前記絶縁層を向く面の少なくとも一部と直接的に接している請求項１又は２に記載の発光ダイオードシート。

[請求項4] 前記発光層の直径が０．１μｍ以上２００μｍ以下の範囲にある請求項１ないし３のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項5] 前記複数の発光素子の前記発光層の中心間の最短距離が０．５μｍ以上５００μｍ以下である請求項１ないし４のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項6] 前記第１配線又は前記第２配線に接続する駆動素子を有し、前記駆動素子と前記発光層は、前記第１配線から前記第２配線に向かう方向に積層している請求項１ないし５のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項7] 前記発光層は、第１導電型の半導体層、活性層及び第２導電型の半

導体層を含み、

第１導電型の半導体層、活性層及び第２導電型の半導体層は、窒化物半導体、砒素系化合物半導体及びリン系化合物半導体からなる群より選ばれる１種以上を含む半導体層である請求項１ないし６のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項8] 前記発光層は多角柱の形状であり、

前記発光層のうち１つの発光層を囲む様に周状に１以上６以下の発光層が配置されている請求項１ないし７のいずれか１に記載の発光ダイオードシート。

[請求項9] 前記発光層のうち１つの発光層を囲む様に周状に２以上６以下の発光層が配置されていて、

前記発光層のうち３つの発光層の中心間距離の和が最小になる発光層を選び、前記３つの発光層の中心を結んだ三角形において、前記発光層の中心を頂点とする３つの角の角度がすべて鋭角である請求項１ないし８のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項10] 前記発光層のうち１つの発光層を囲む様に周状に２以上６以下の発光層が配置されていて、

前記発光層のうち３つの発光層の中心間距離の和が最小になる発光層を選び、前記３つの発光層の中心を結んだ三角形において、前記発光層の中心を頂点とする３つの角の角度がすべて６０°±１０°である請求項１ないし９のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項11] 前記発光層のうち、１つの発光層に最近接する発光層間の距離をｄとし、前記最近接の発光層中心での半径がｄである三角形が３回対称で重なる請求項１ないし１０のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項12] 前記絶縁層の屈折率は、前記発光層の屈折率未満であり、

前記絶縁層の屈折率は、３未満である請求項１ないし１１のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項13] 蛍光体、カラーフィルター、量子ドット、又は、蛍光体及びカラーフィルターを備えた請求項１ないし１２のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項14] 発光色の異なる複数の発光ダイオードシートを積層させた請求項１ないし１３のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項15] 前記発光層の第１配線側の直径と第２配線側の直径は異なる請求項１ないし１４のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項16] 前記発光層と電気的に接続した駆動素子と前記駆動素子を制御する制御回路によって発光が制御されている請求項１ないし１５のいずれか１項に記載の発光ダイオードシート。

[請求項17] 請求項１ないし１６のいずれか１項に記載の発光ダイオードシートを用いた表示装置。

[請求項18] 基板を含まない、請求項１ないし１６のいずれか１項に記載の発光ダイオードシートを支持体に保持する工程を有する表示装置または発光装置の製造方法。

[請求項19] 請求項１ないし１６のいずれか１項に記載の発光ダイオードシートと、

前記発光ダイオードシートを保持する平面、曲面又は凹凸面を備えた支持体と、

前記発光ダイオードシートと接続した第１電極端子と、

前記発光ダイオードシートと接続した第２電極端子と、

を備えた発光装置。

[図1]

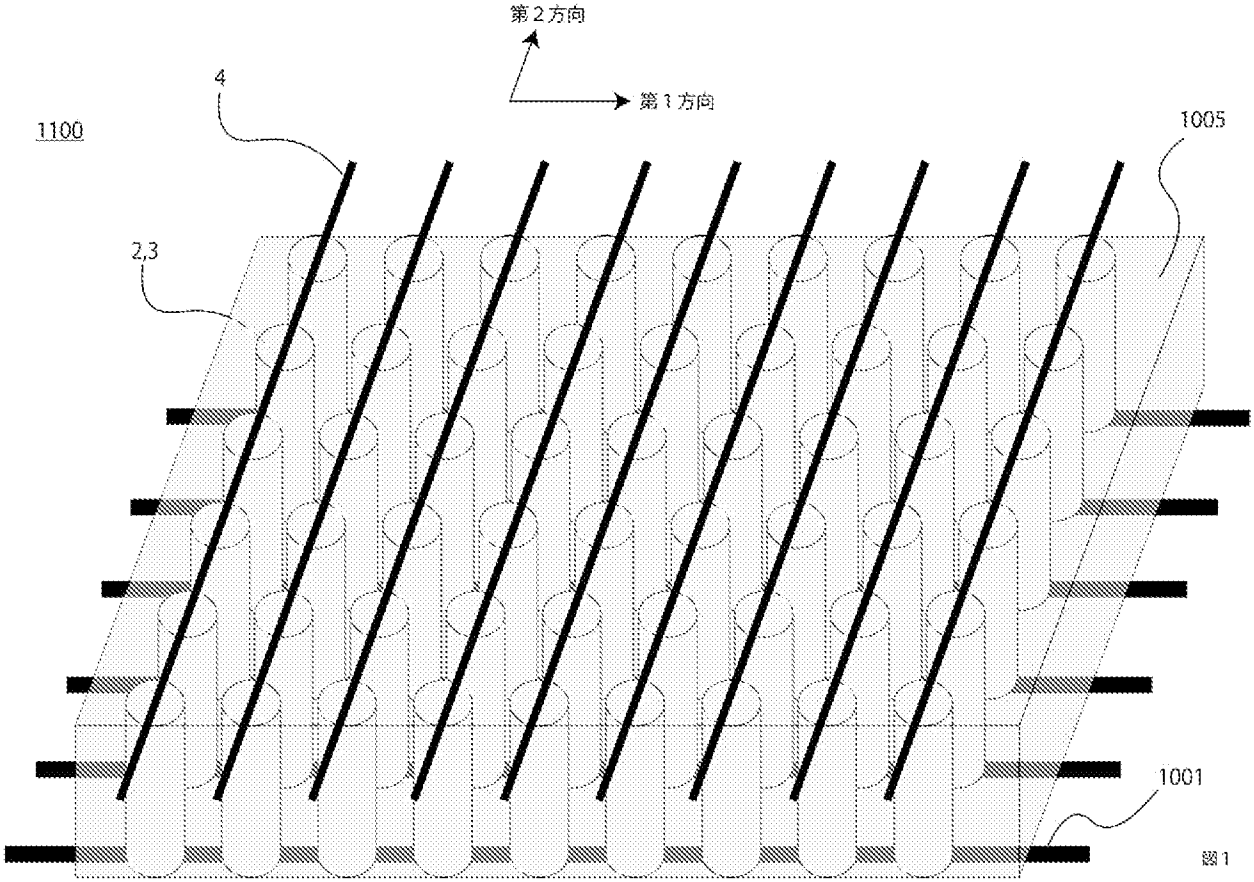


図1

[図2]

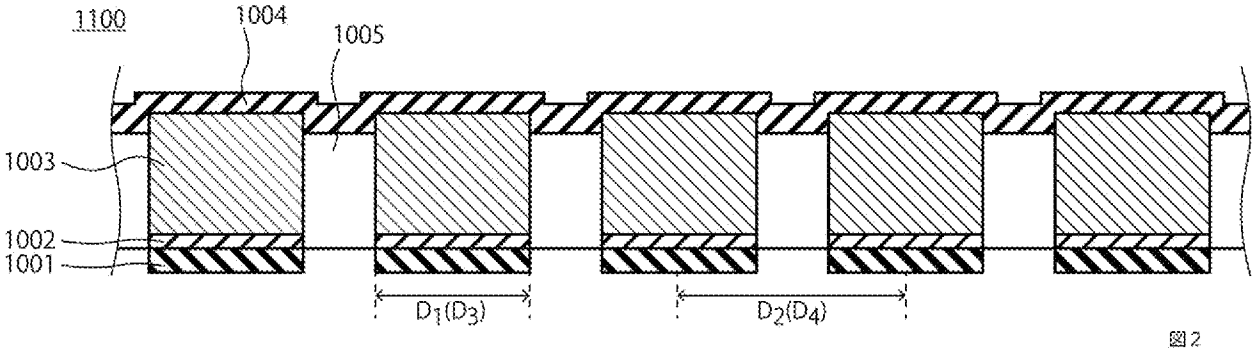


図2

[図3]

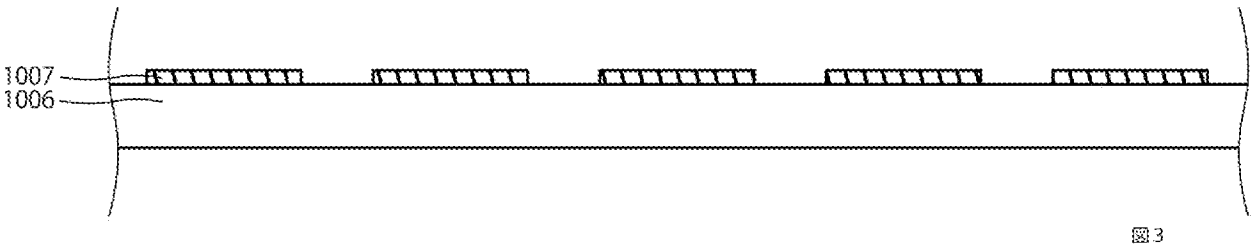


図3

[図4]

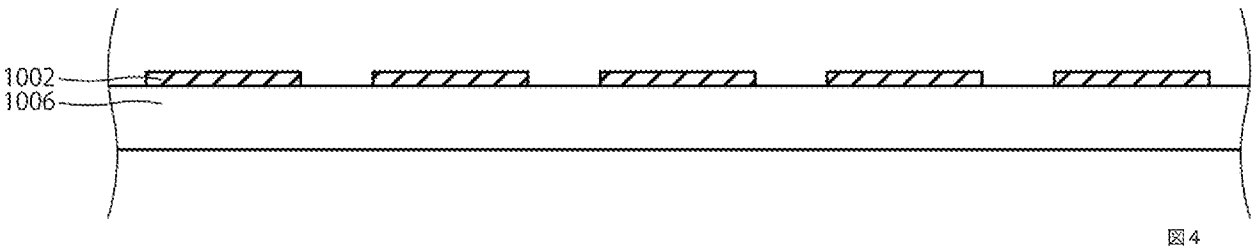


図4

[図5]

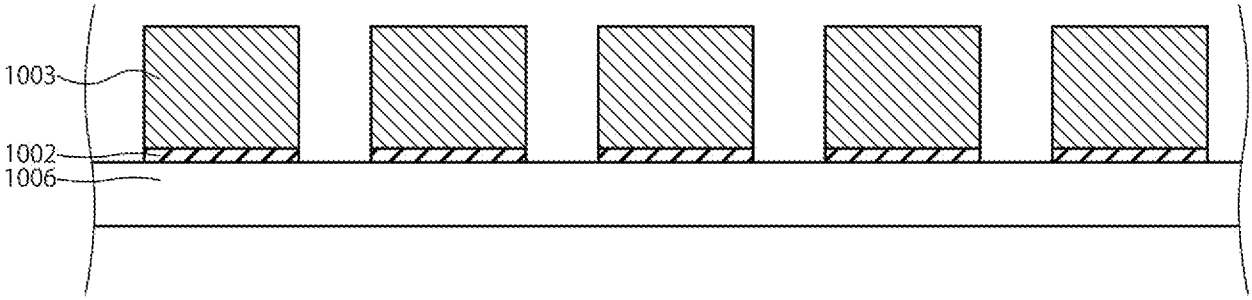


図5

[図6]

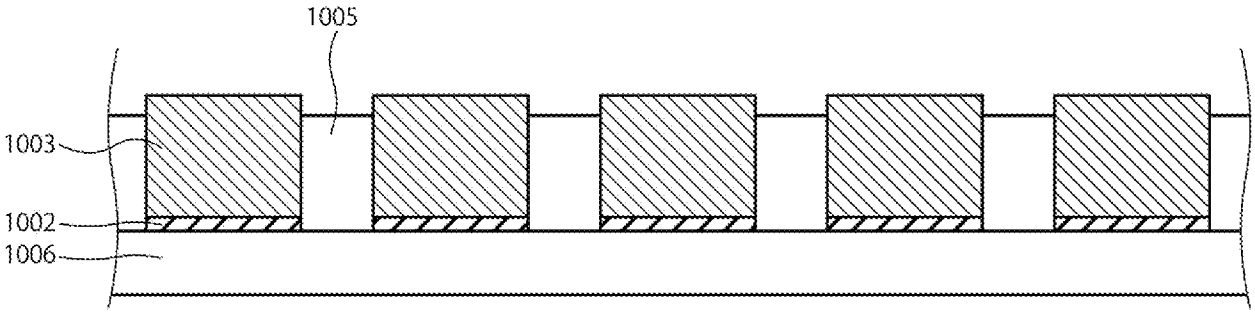


図6

[図7]

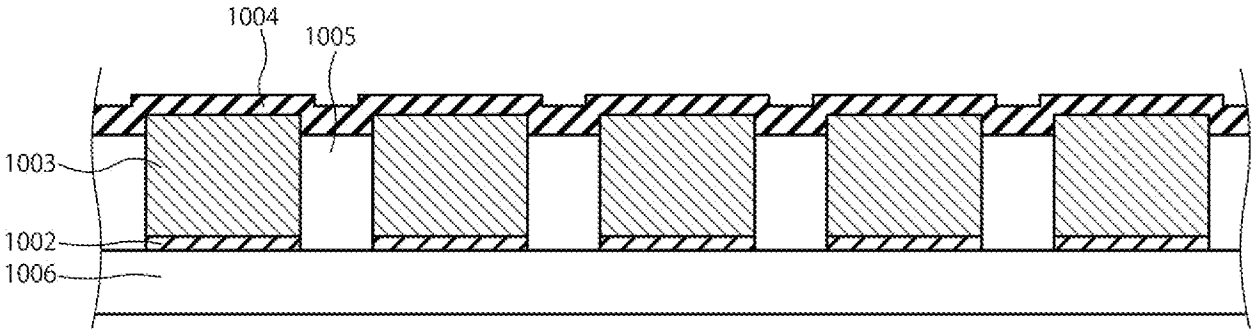


図7

[図8]

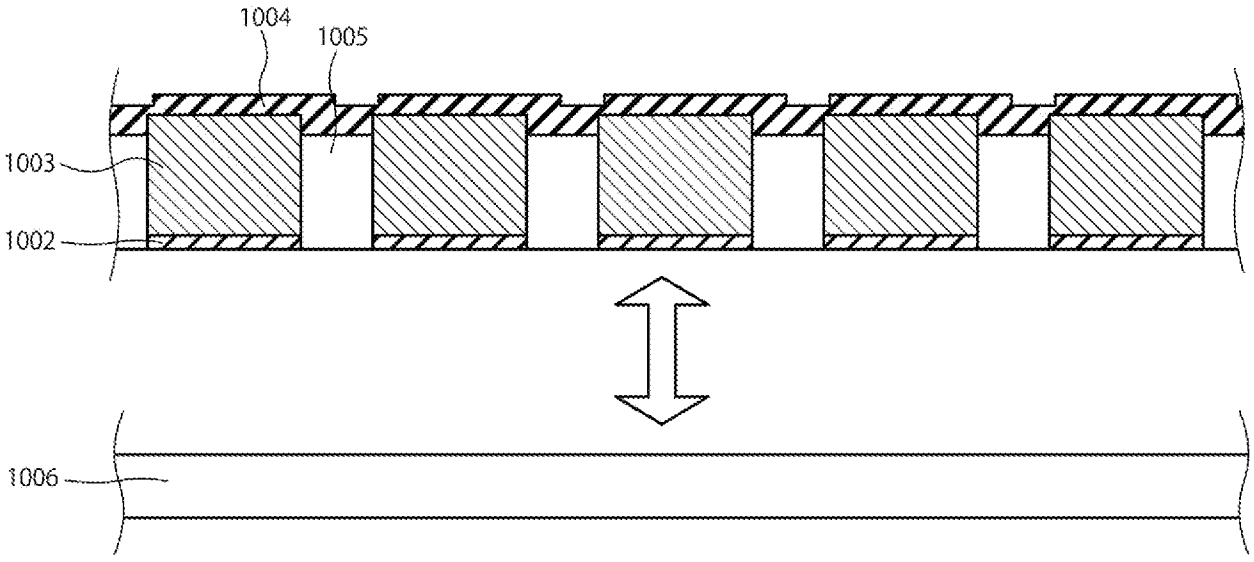


図8

[図9]

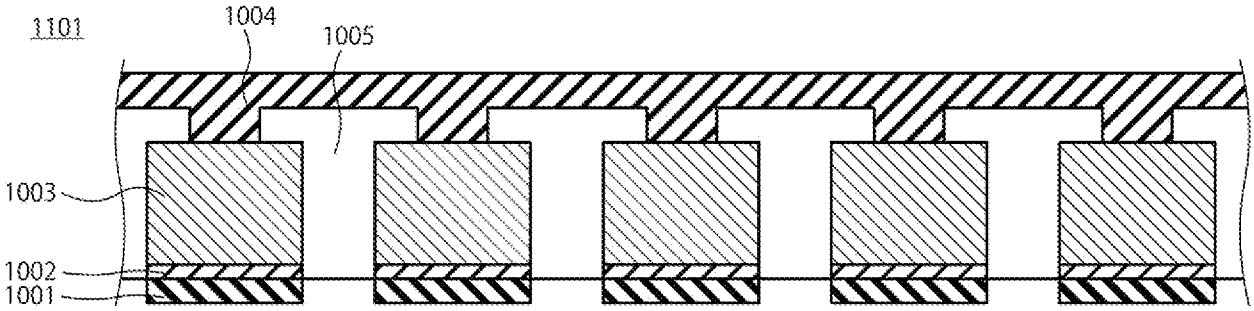


図9

[図10]

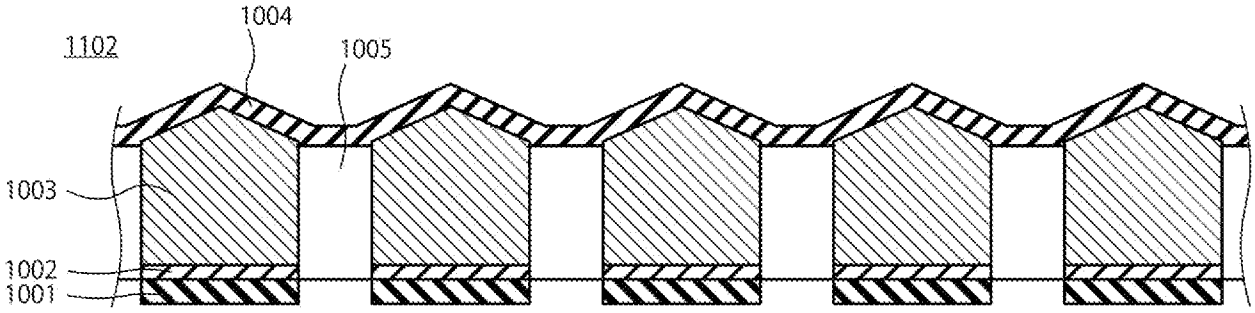


図10

[図11]

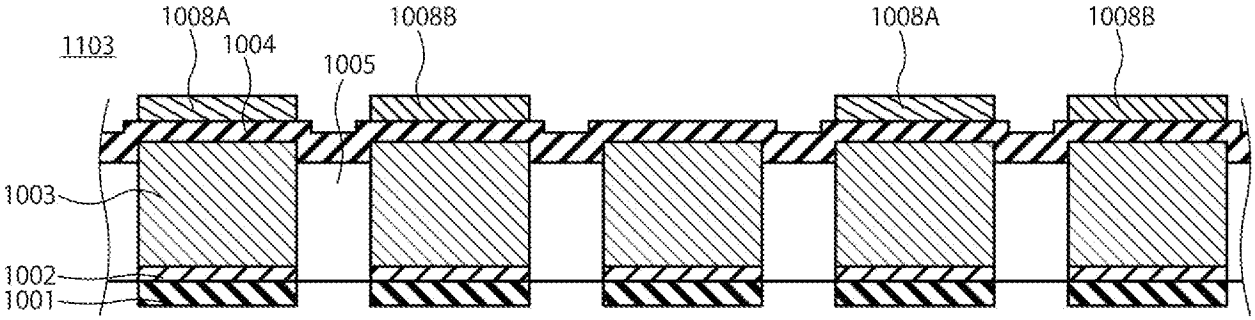


図11

[図12]

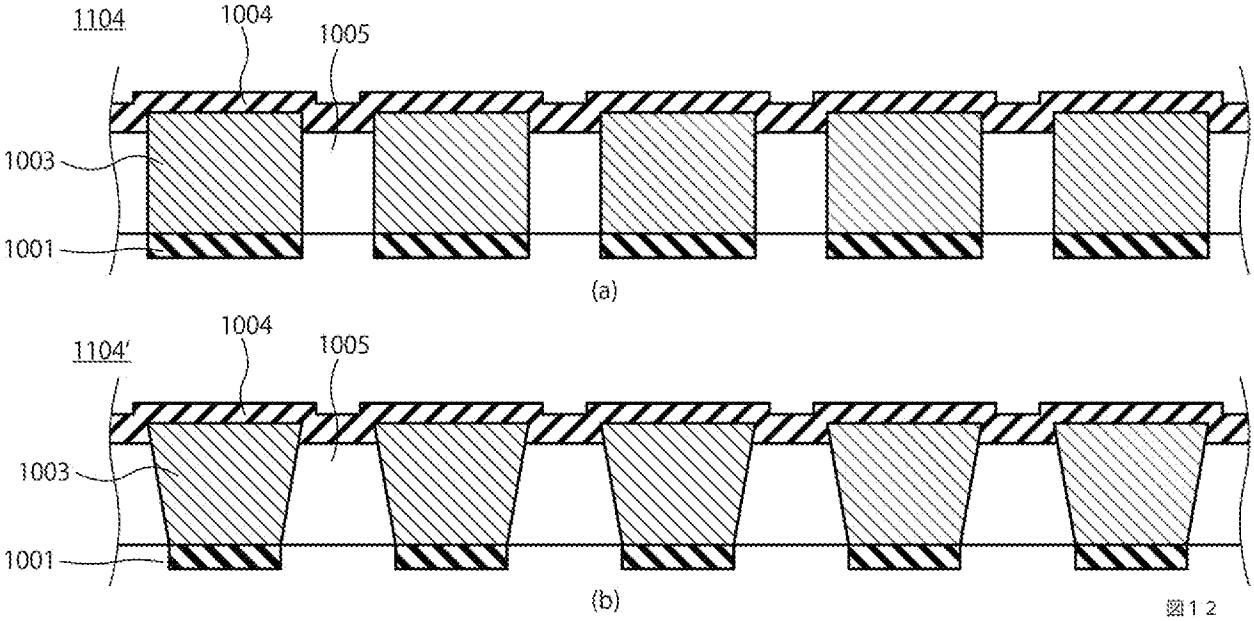


図12

[図13]

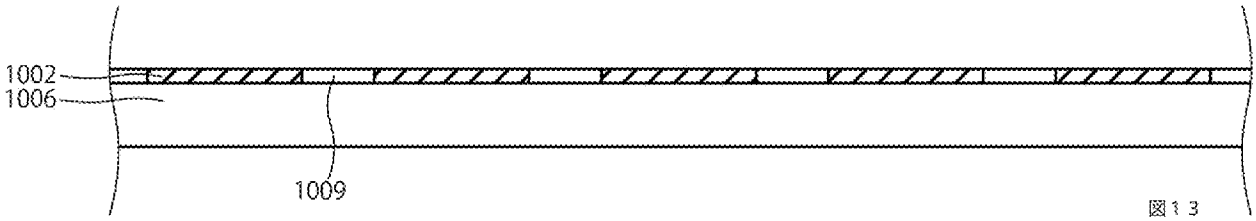


図13

[図14]

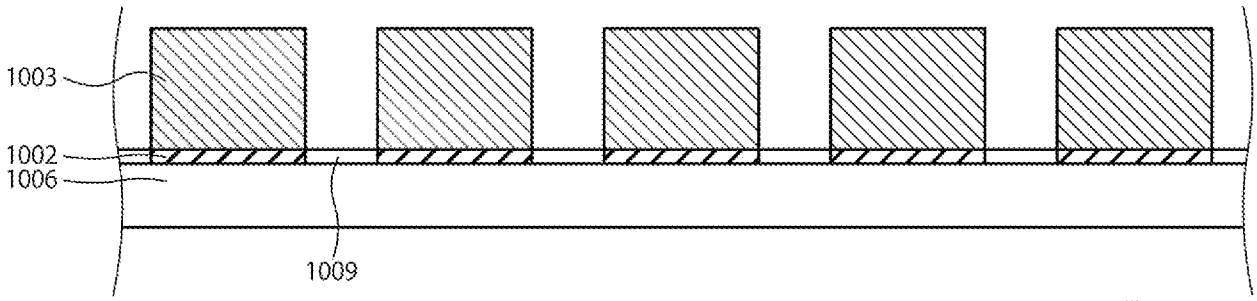


図14

[図15]

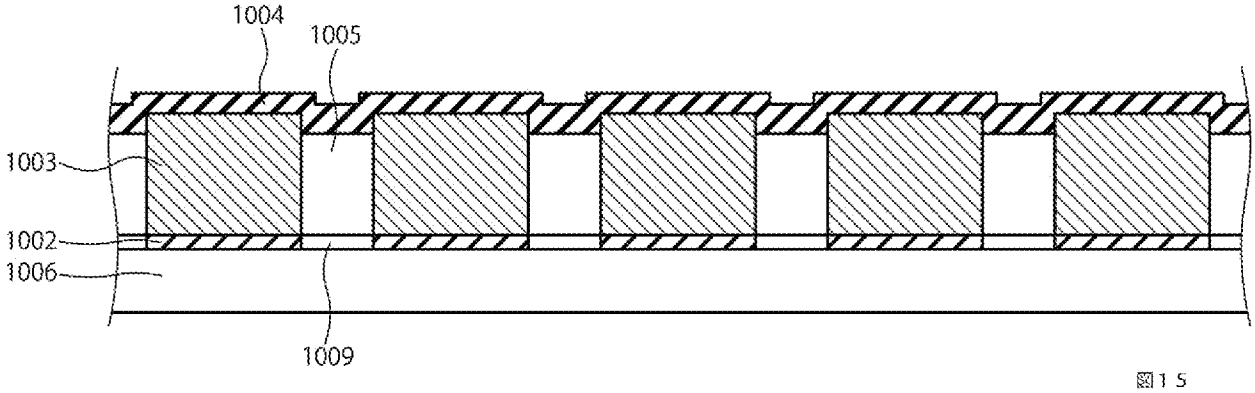


図15

[図16]

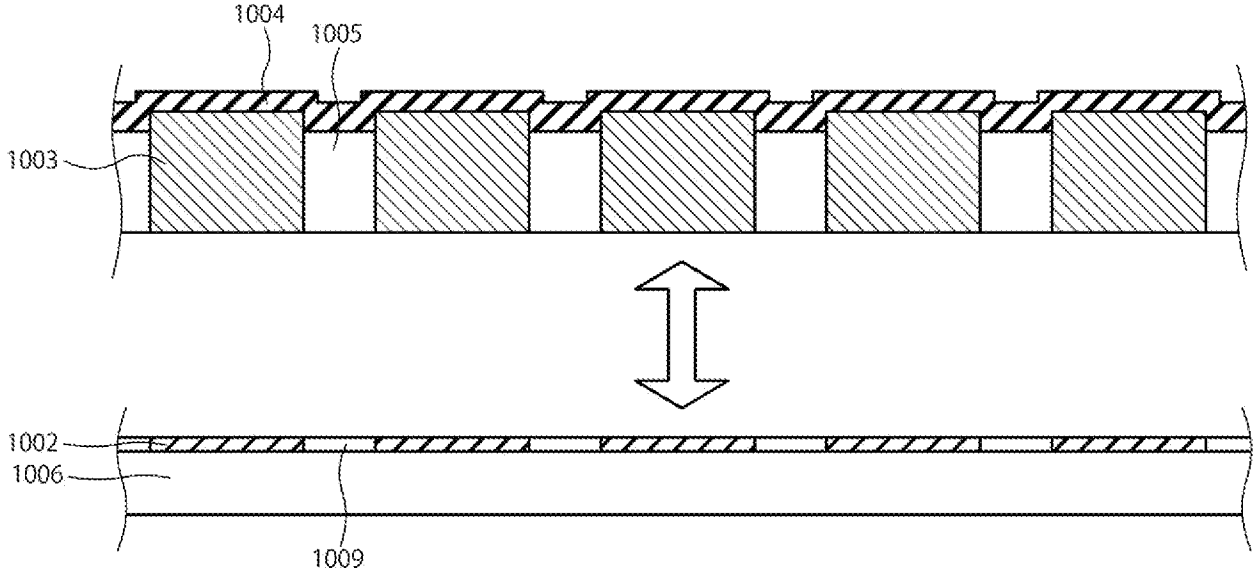


図16

[図17]

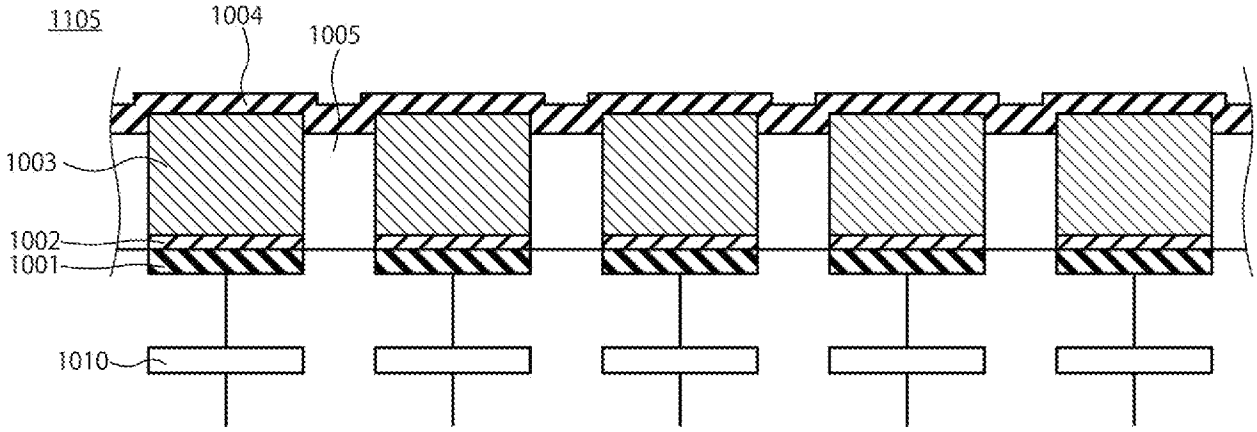


図17

[図18]

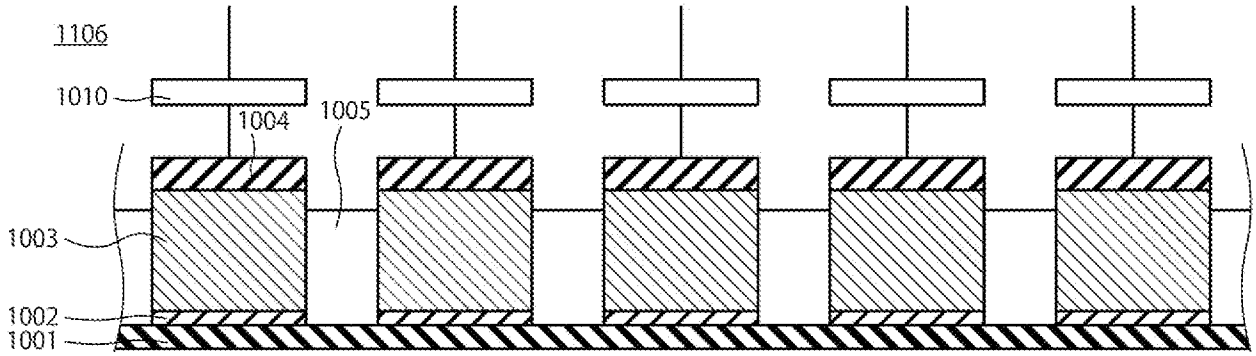


図18

[図19]

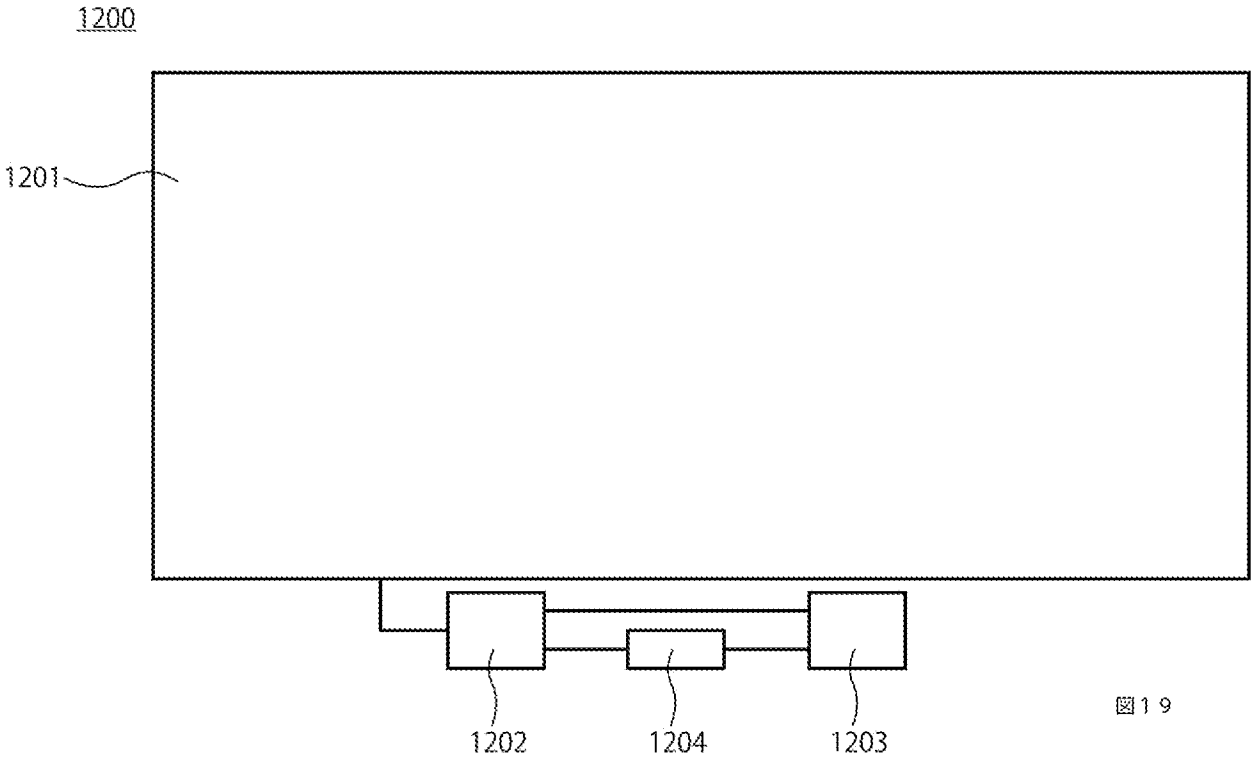


図19

[図20]

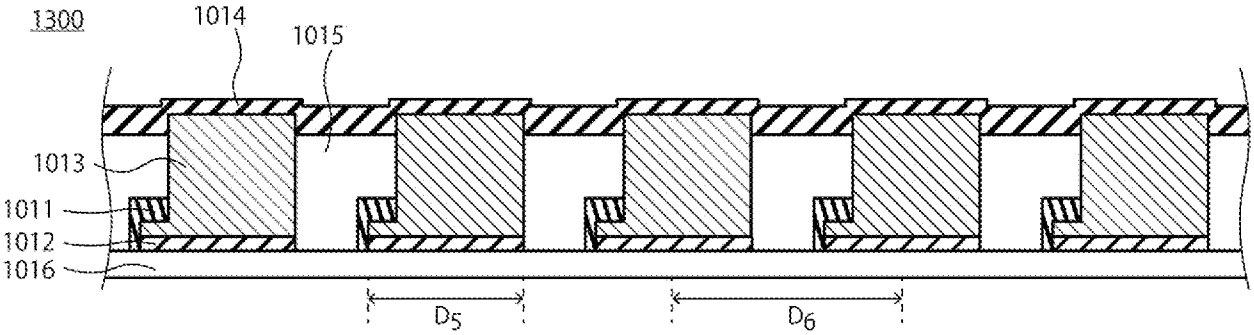


図20

[図21]

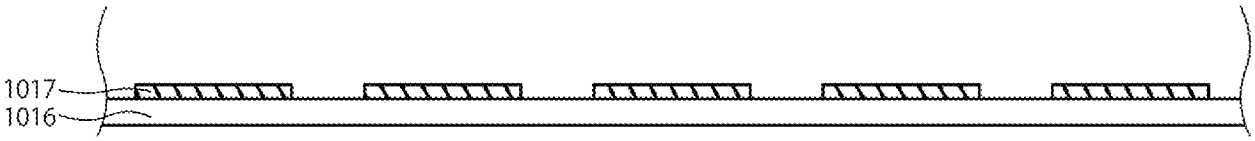


図21

[図22]

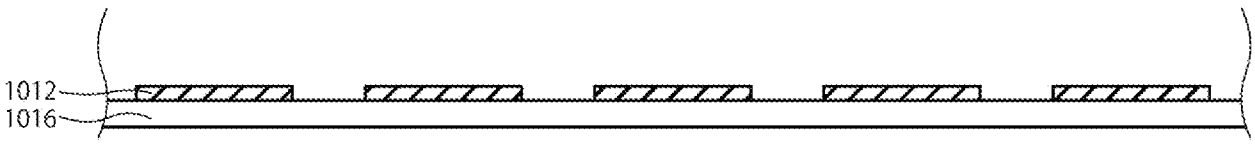


図22

[図23]

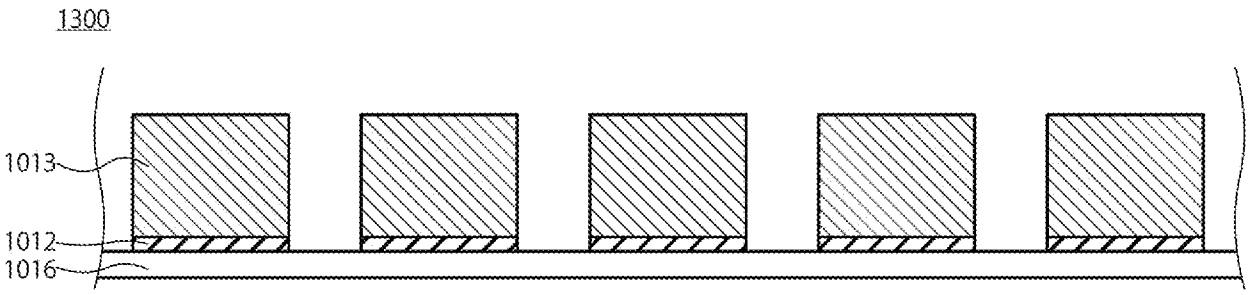


図23

[図24]

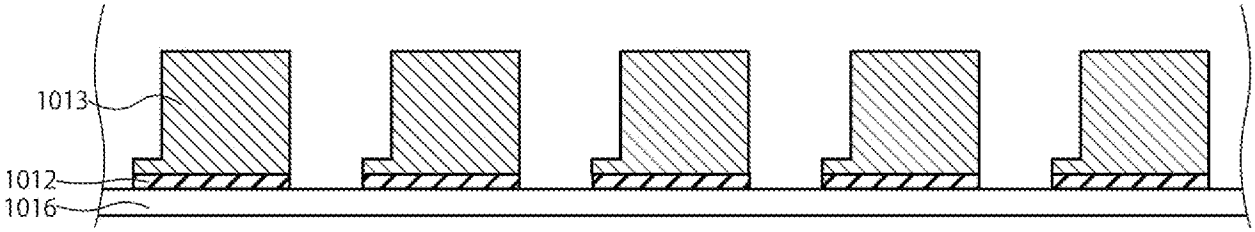


図24

[図25]

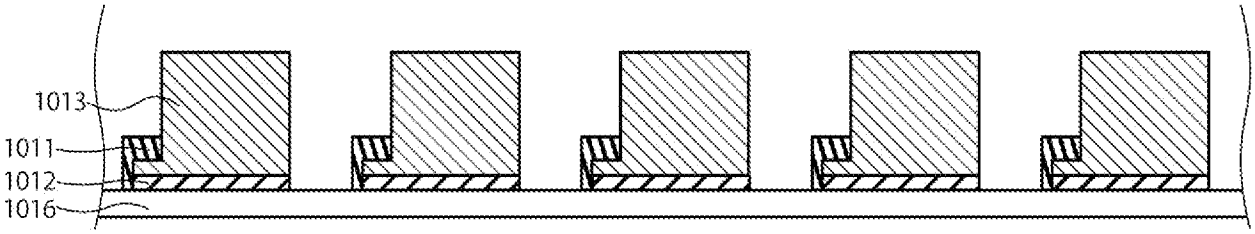


図25

[図26]

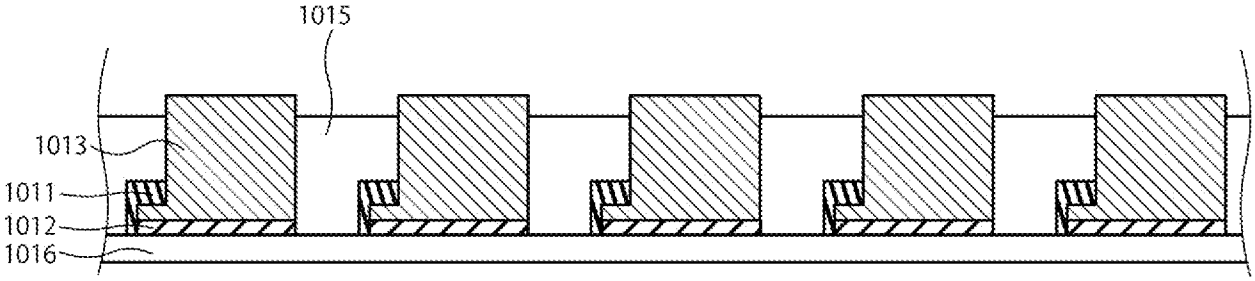


図26

[図27]

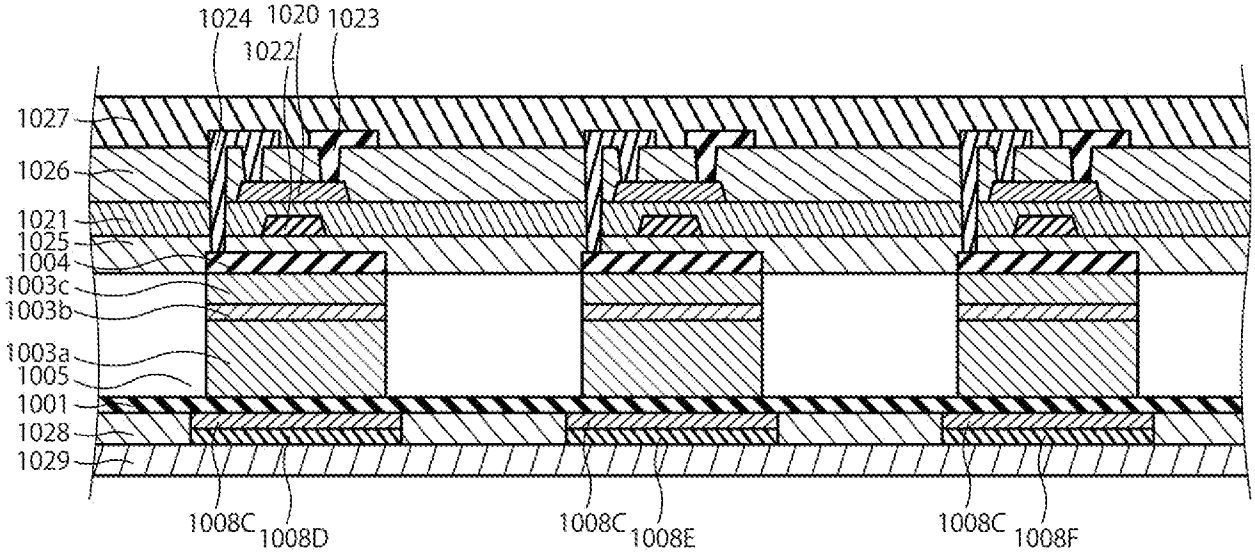


図27

[図28]

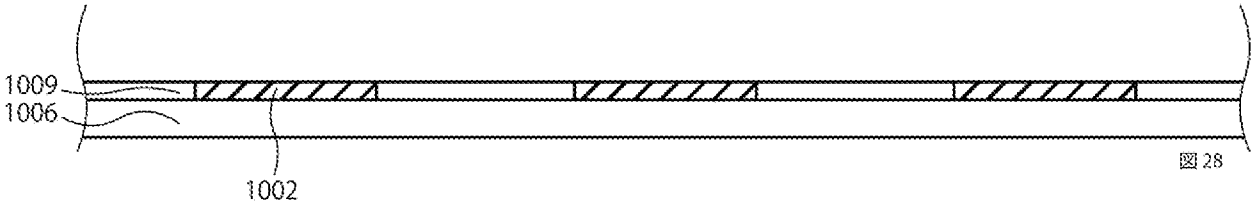


図28

[図29]

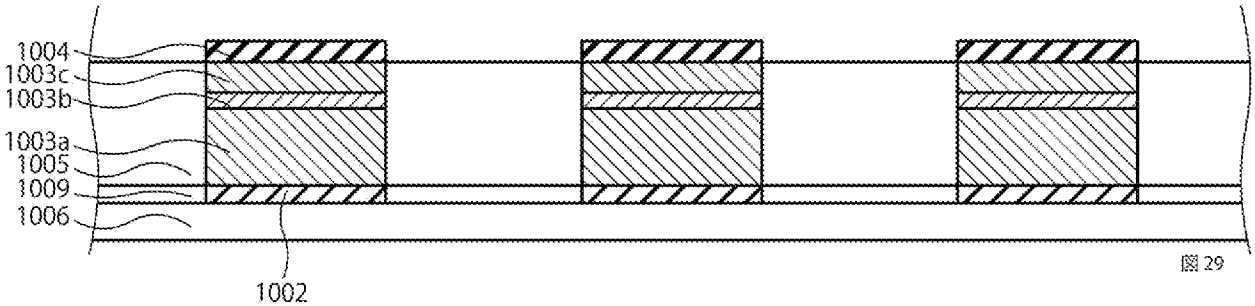


図29

[図30]

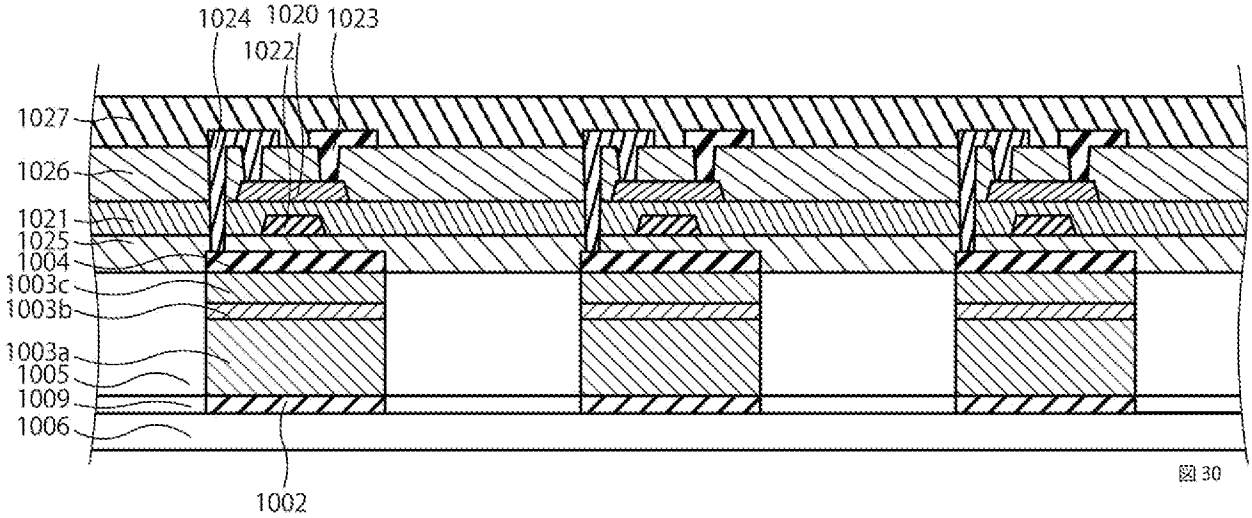


図30

[図31]

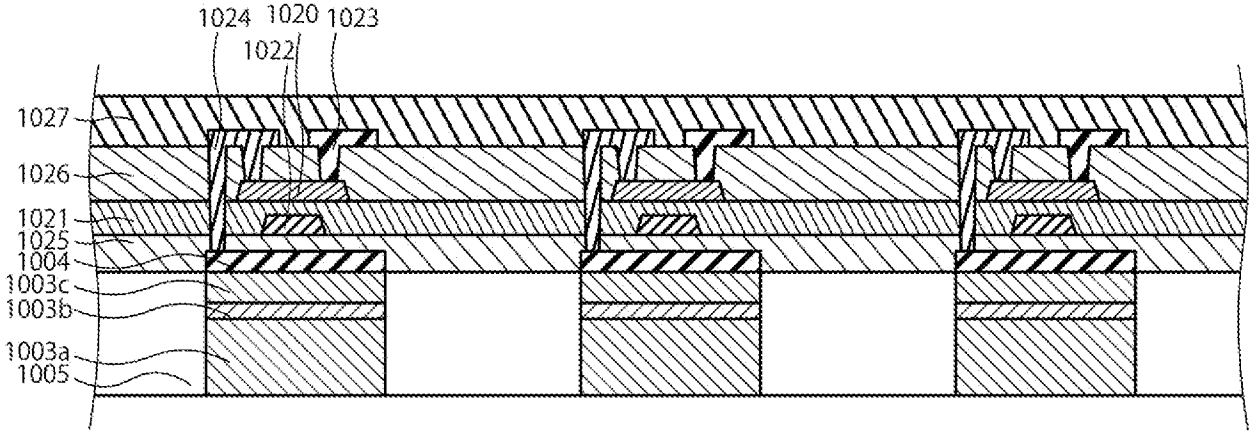


図31

[図32]

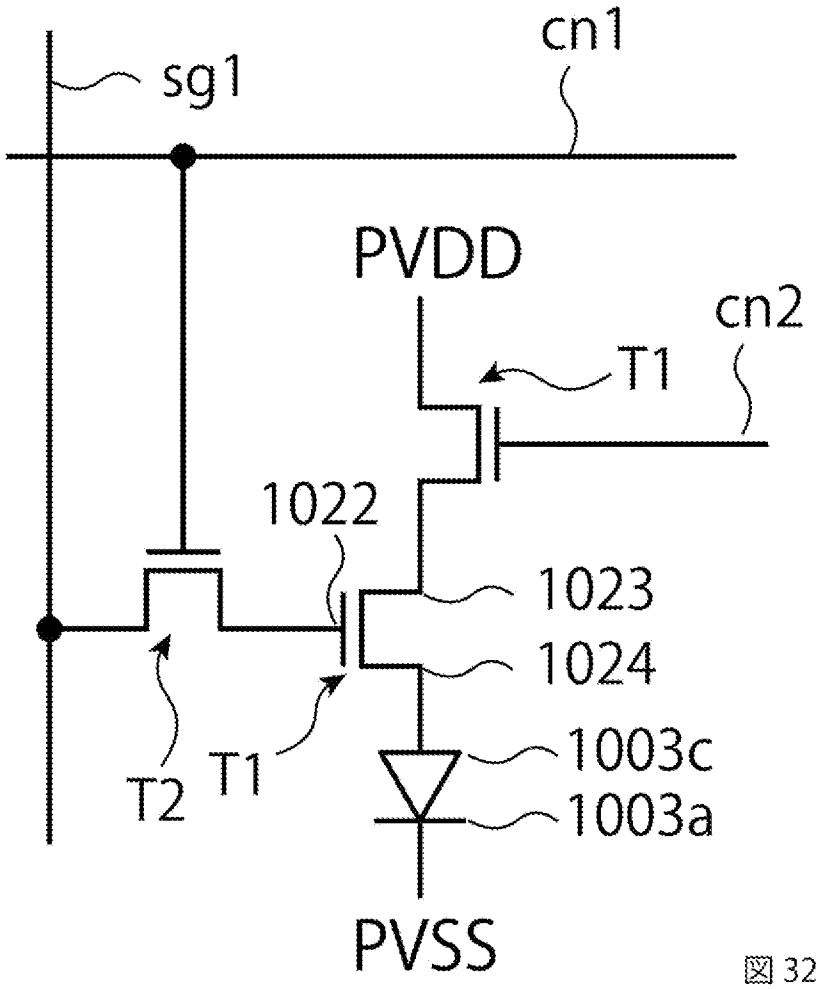


図 32

[図33]

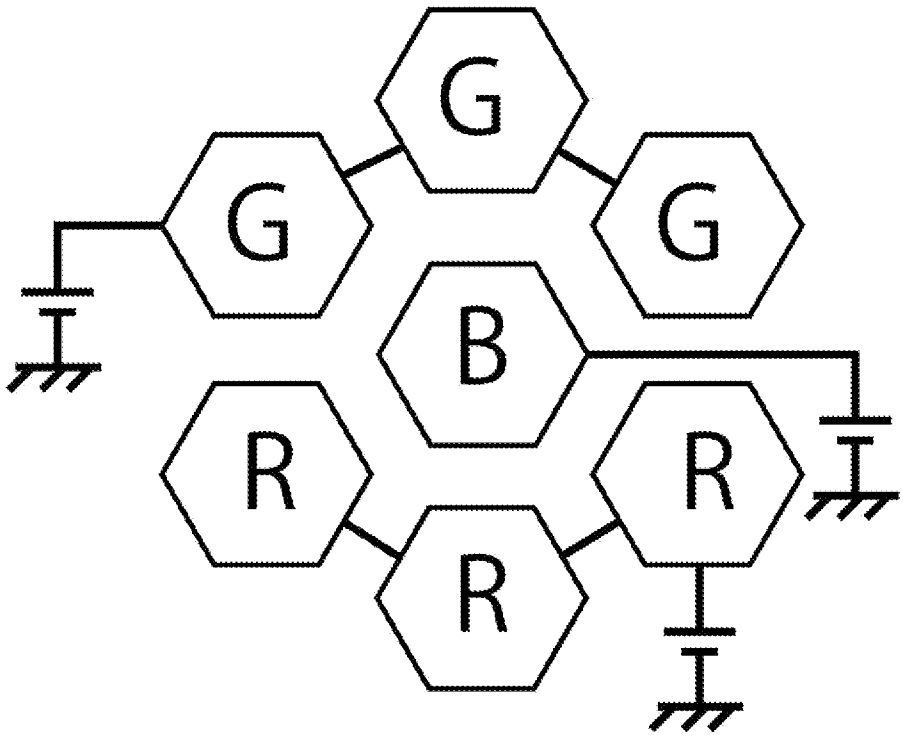


図 33

[図34]

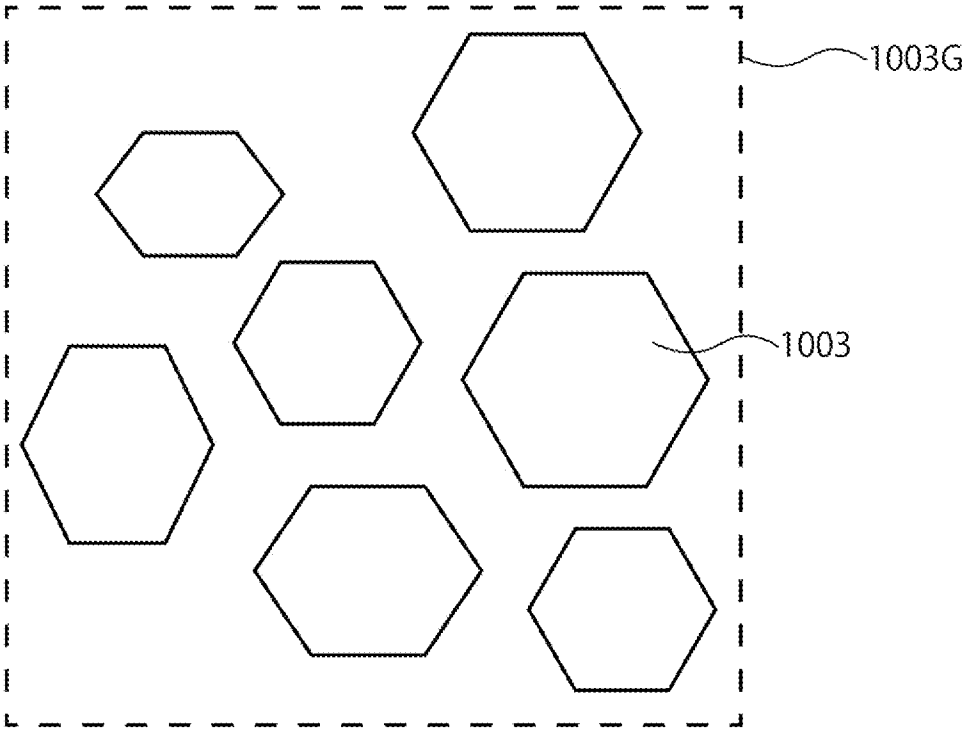


図 34

[図35]

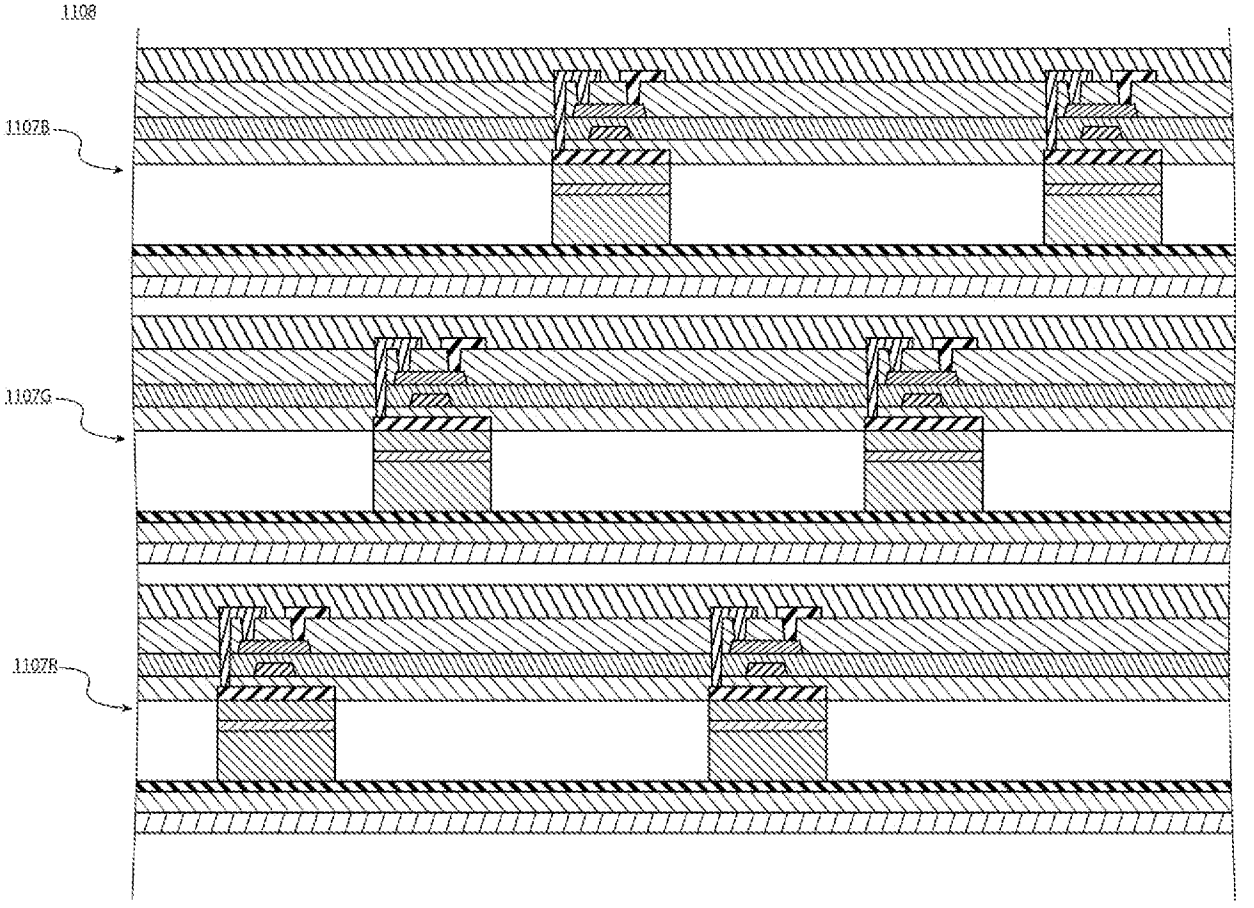


図 35

[図36]

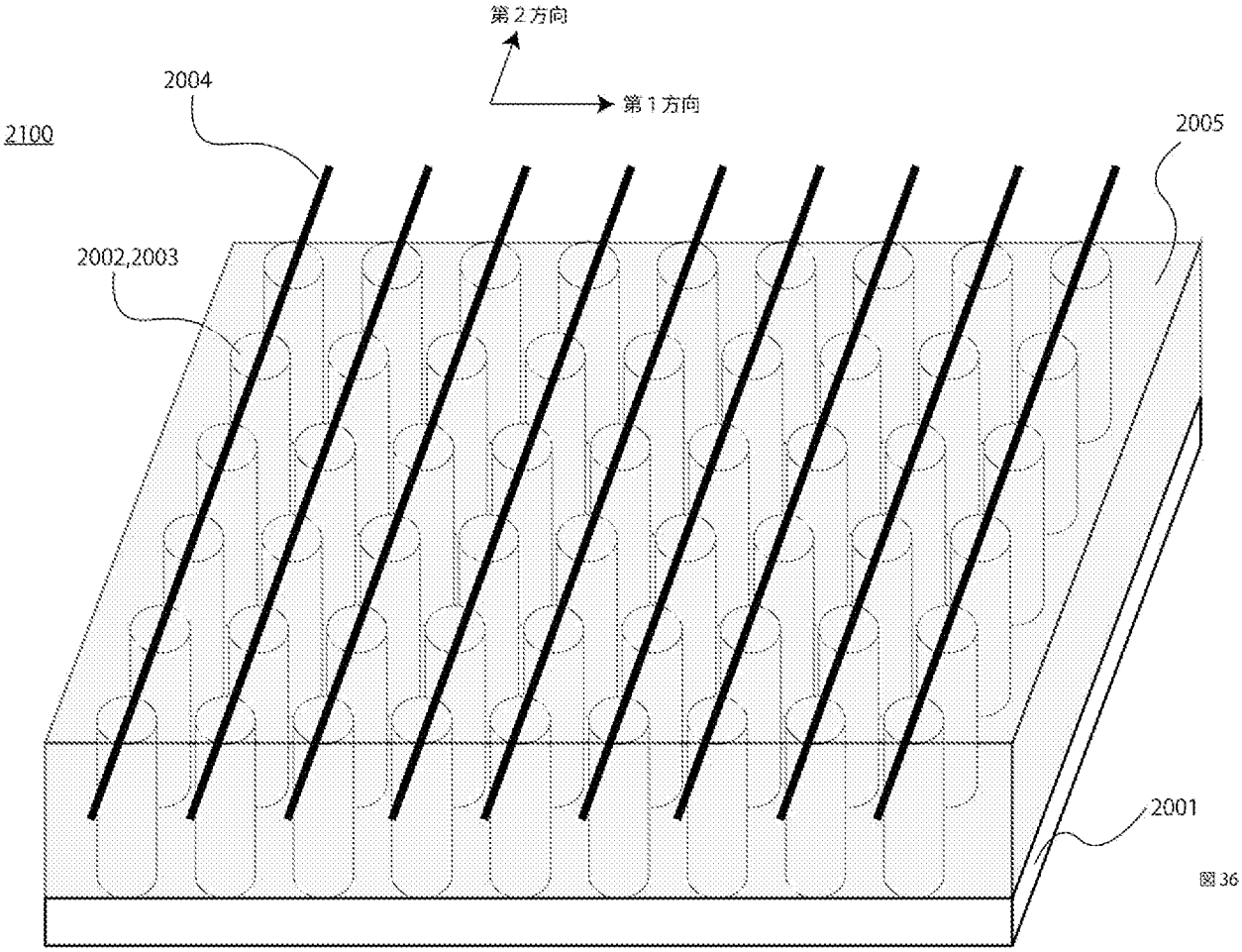


図 36

[図37]

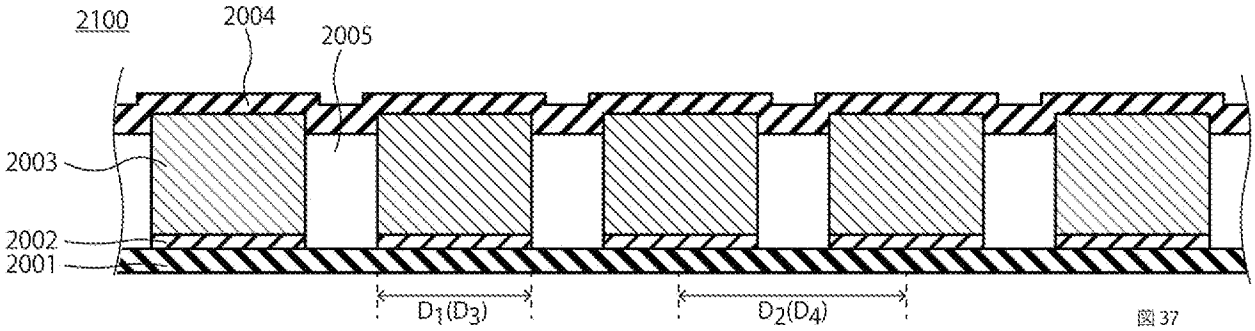


図 37

[図38]

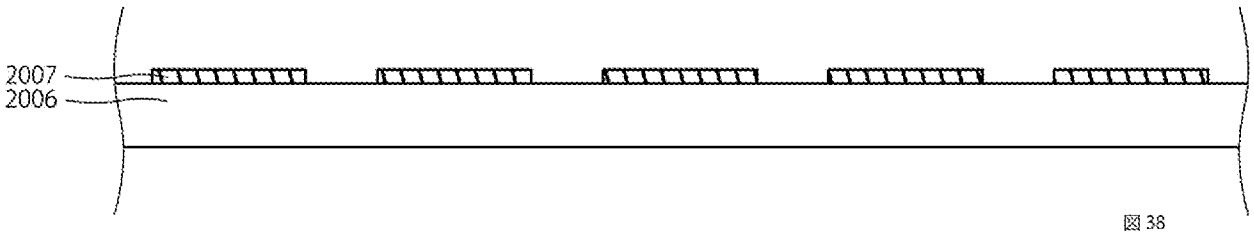


図 38

[図39]

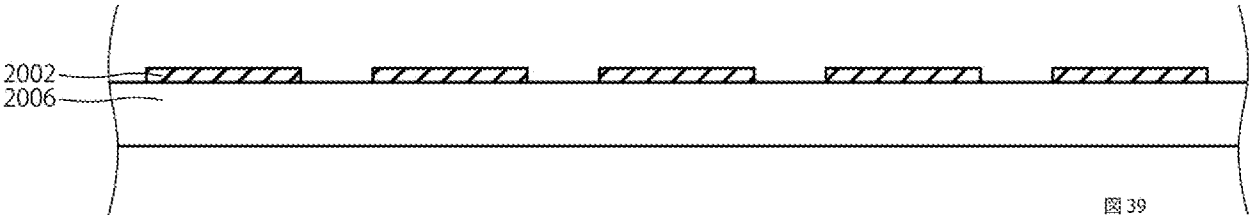


図 39

[図40]

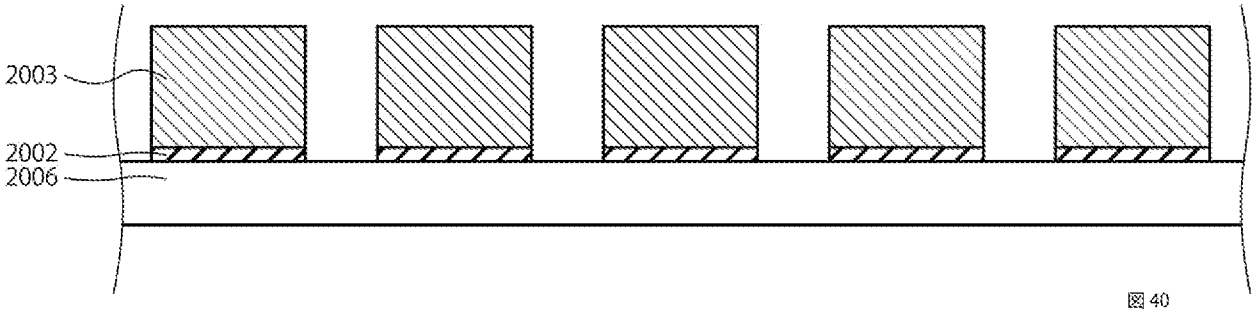


図 40

[図41]

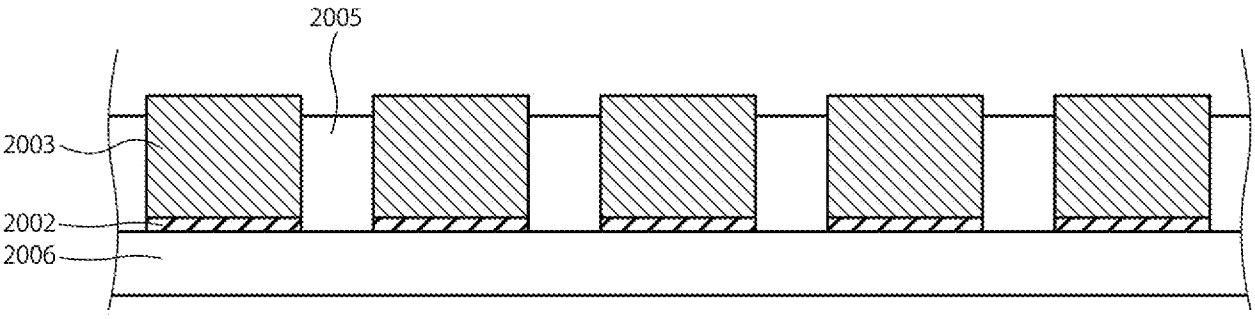


図 41

[図42]

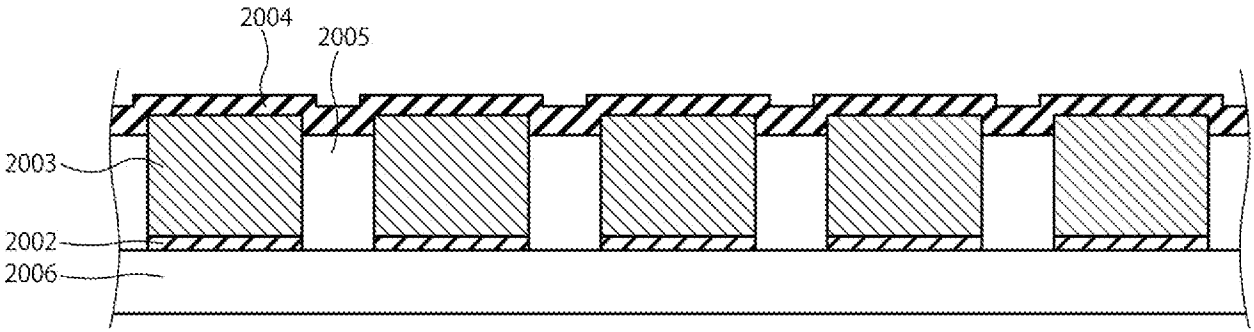


図 42

[図43]

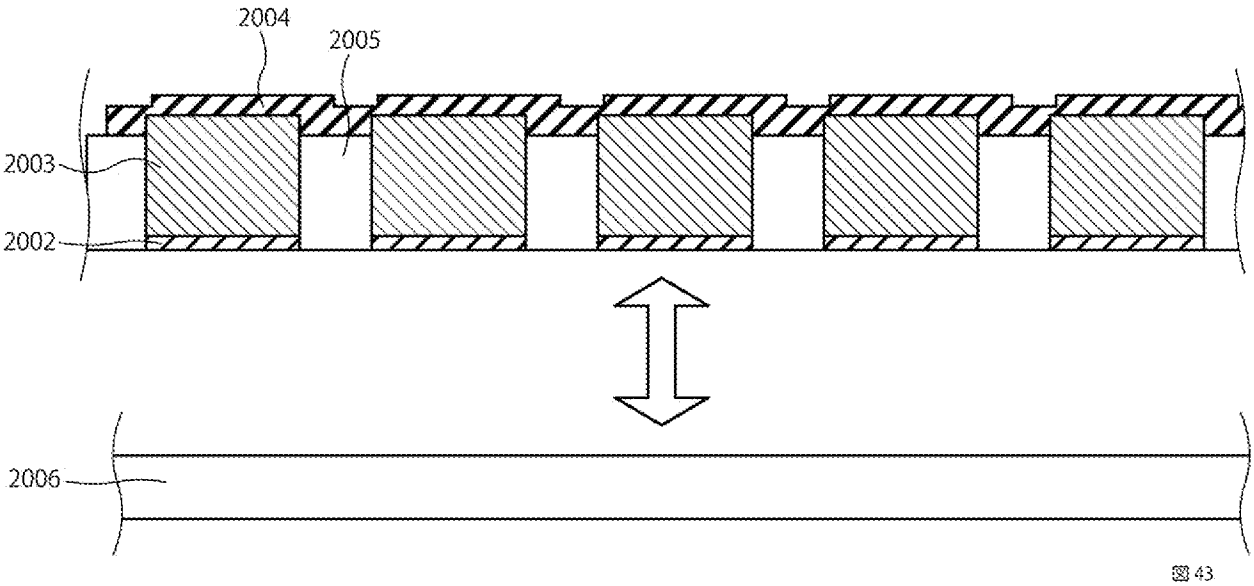


図 43

[図44]

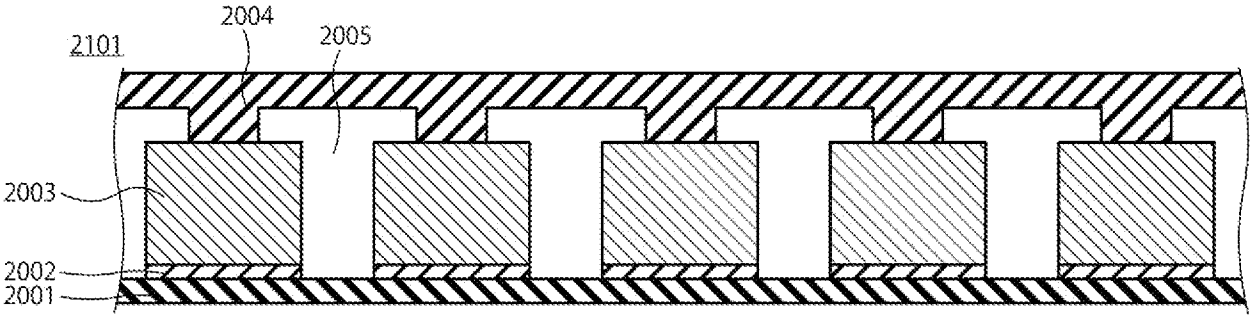


図44

[図45]

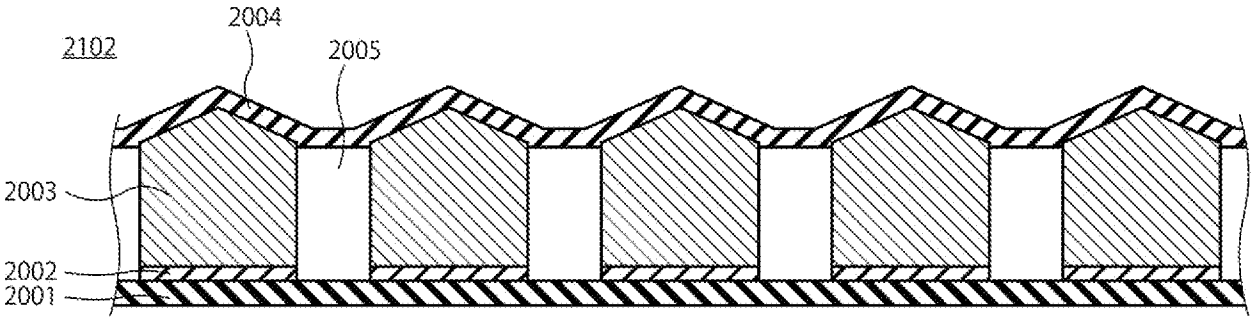


図45

[図46]

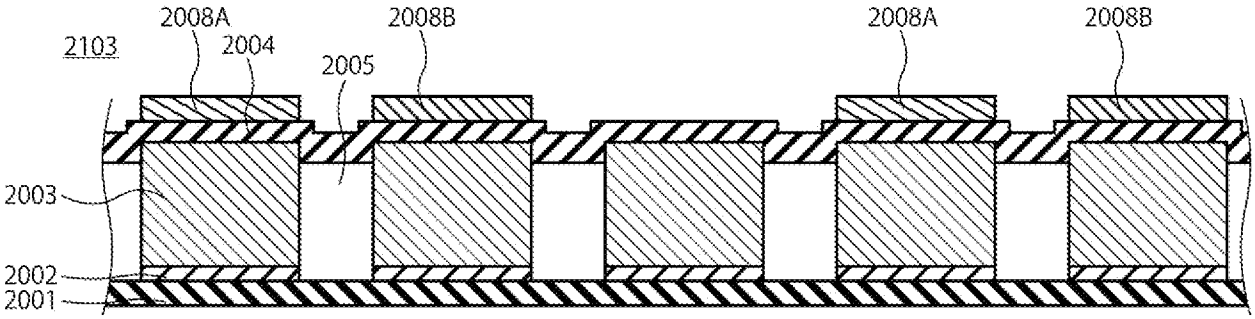


図46

[図47]

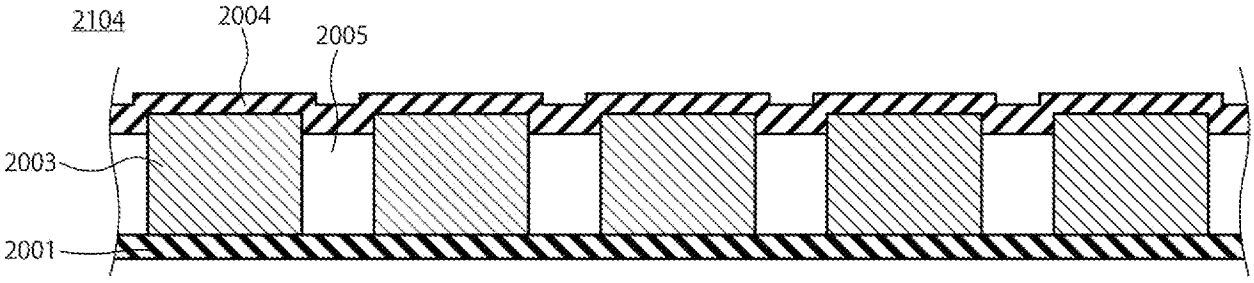


図47

[図48]

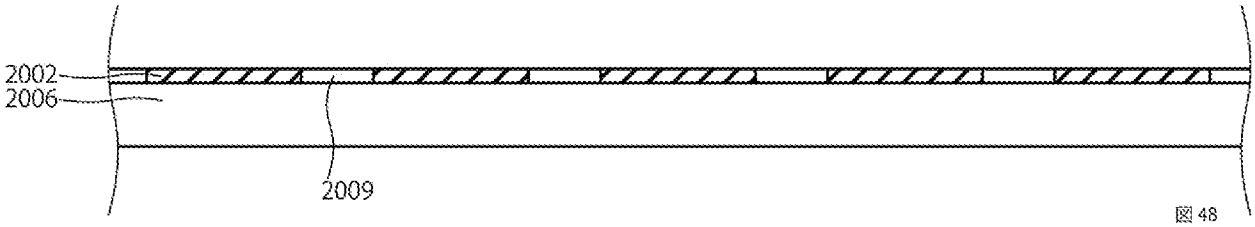


図48

[図49]

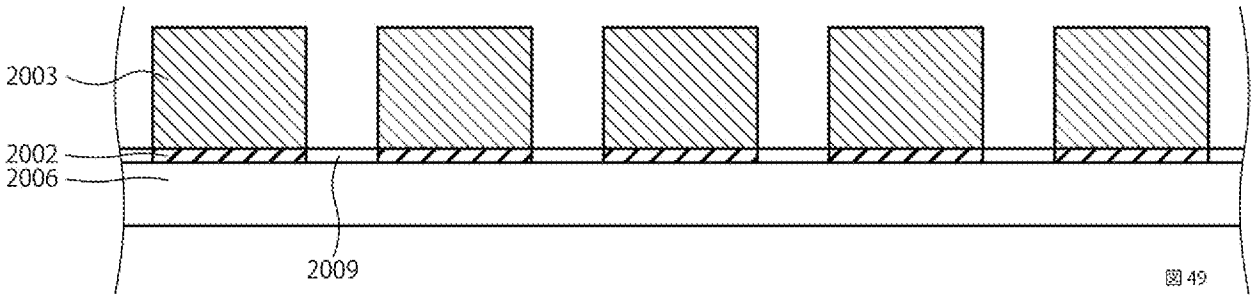


図 49

[図50]

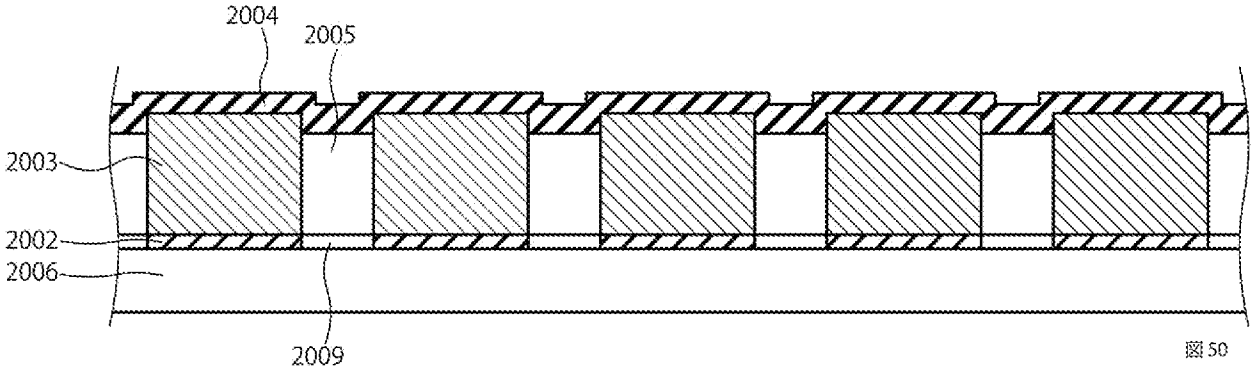


図 50

[図51]

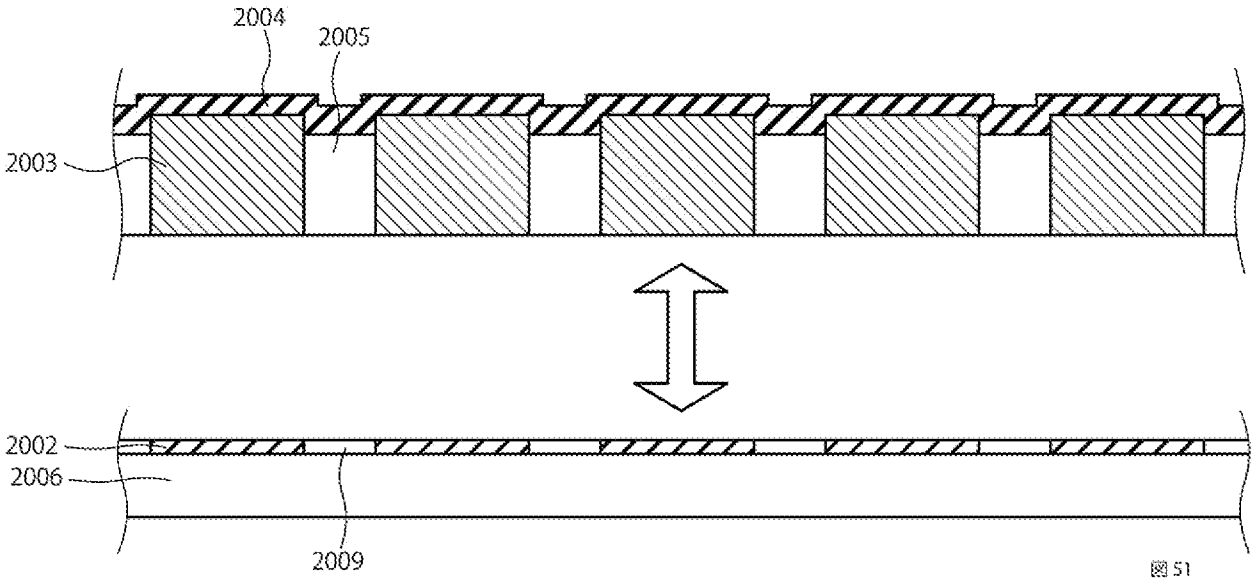


図 51

[図52]

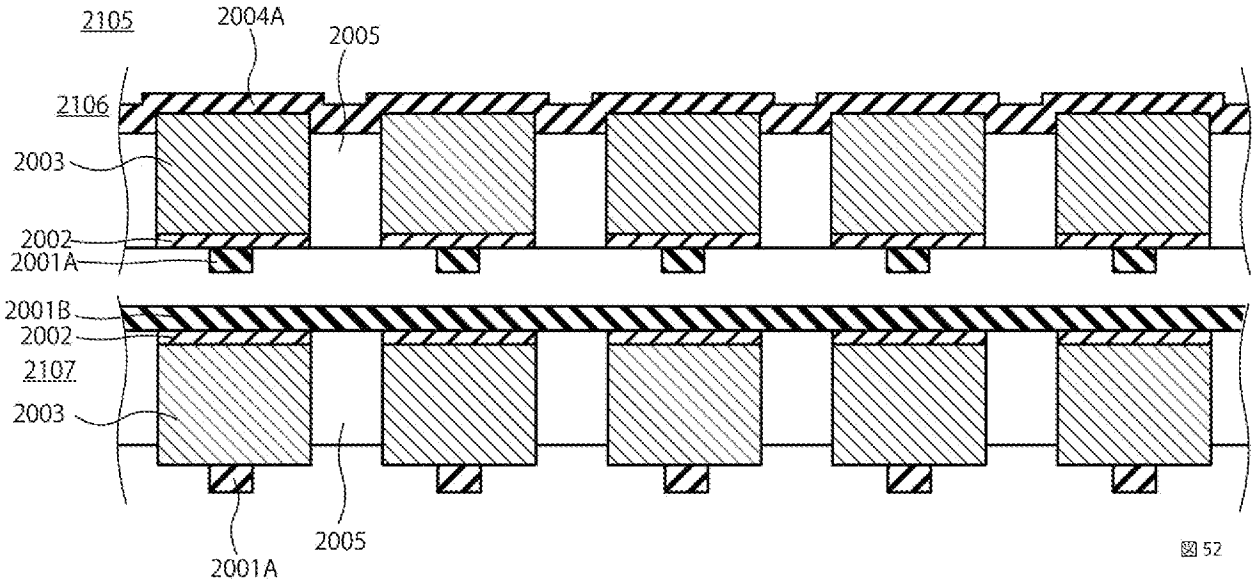


図 52

[図53]

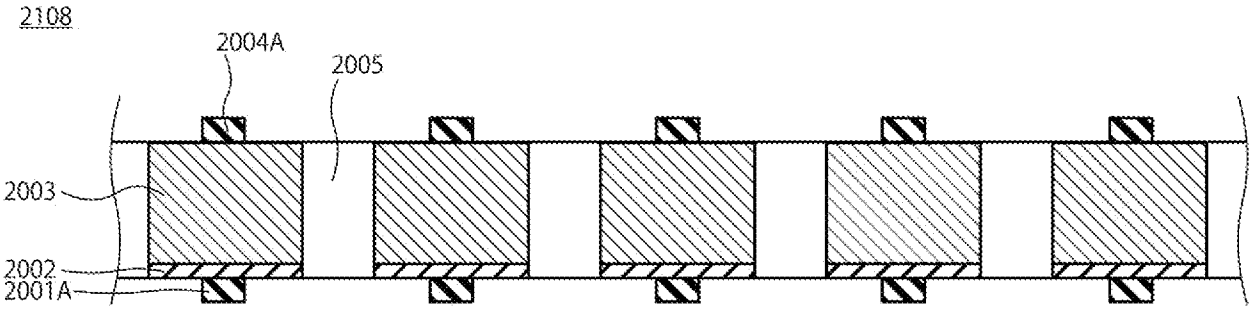


図53

[図54]



図54

[図55]

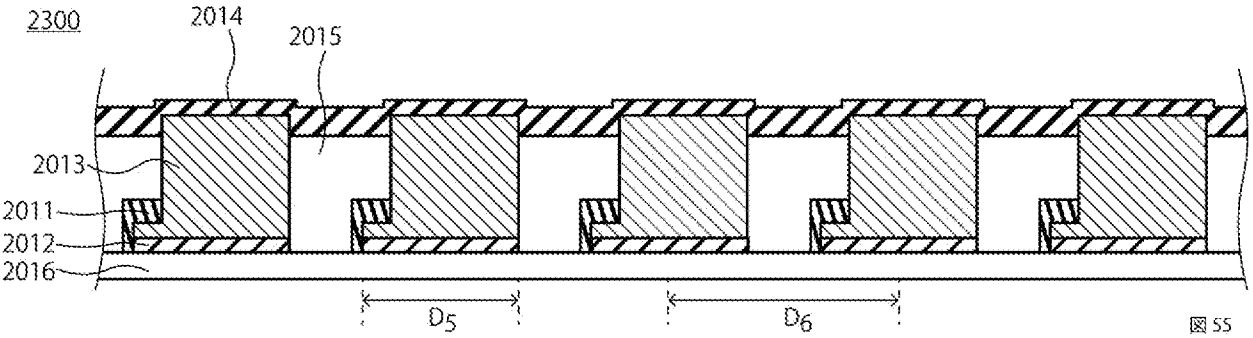


図55

[図56]

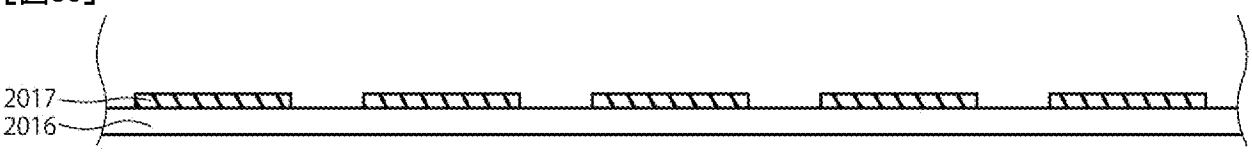


図56

[図57]

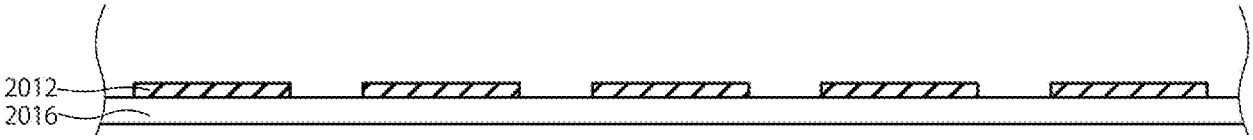


図57

[図58]

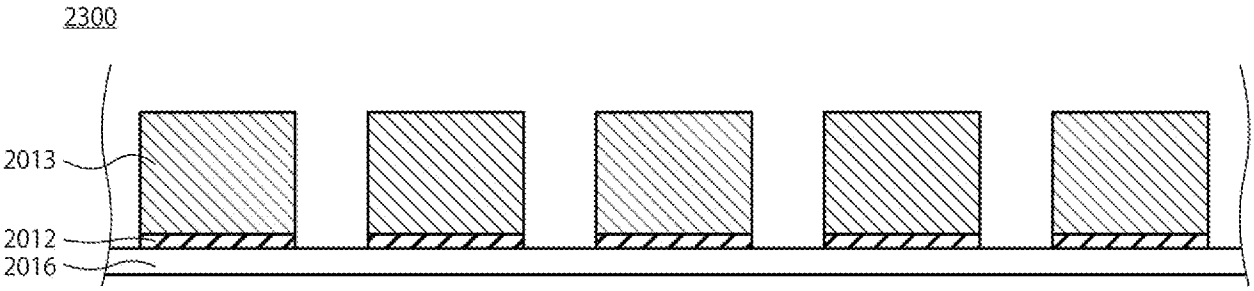


図58

[図59]

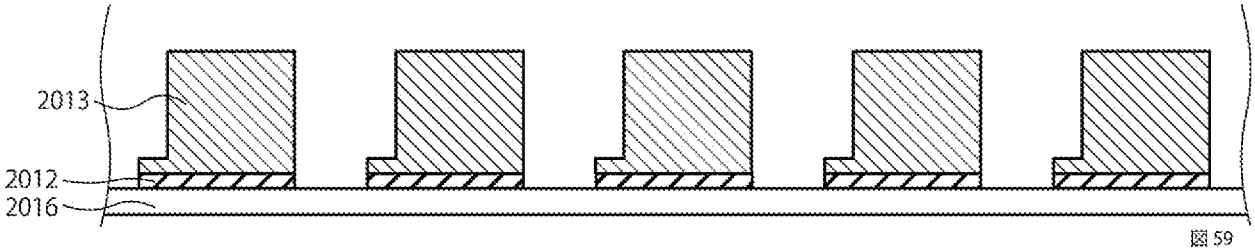


図59

[図60]

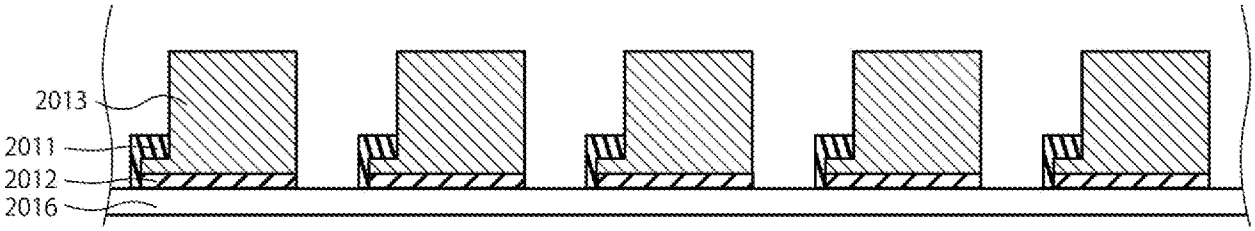


図60

[図61]

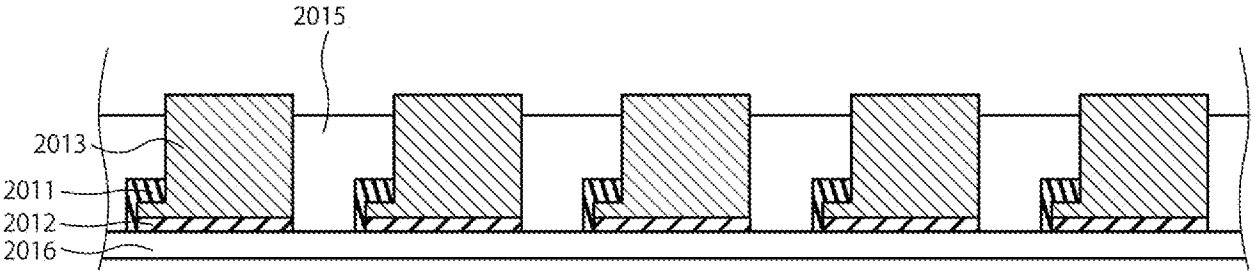


図61

[図62]

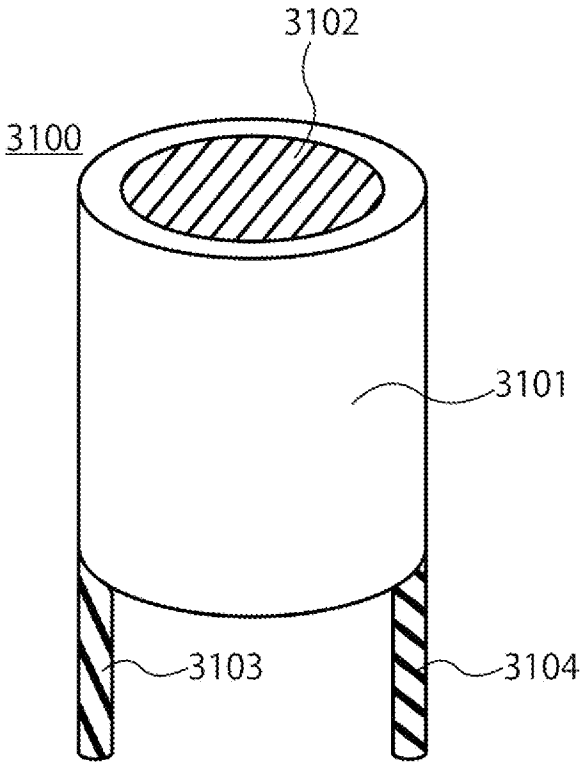
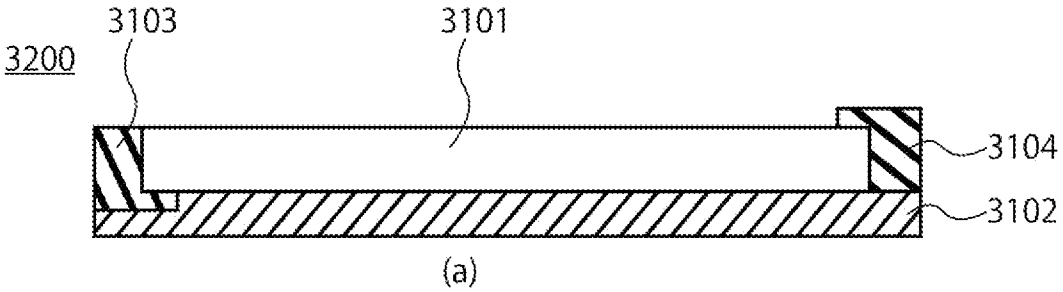
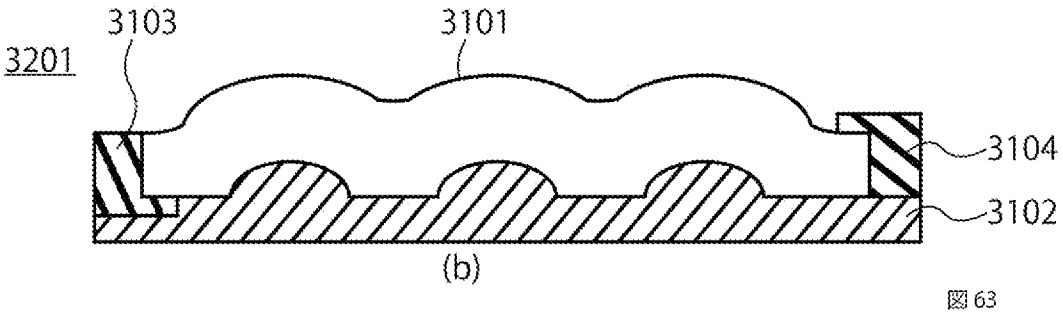


図 62

[図63]



(a)



(b)

図 63

[図64]

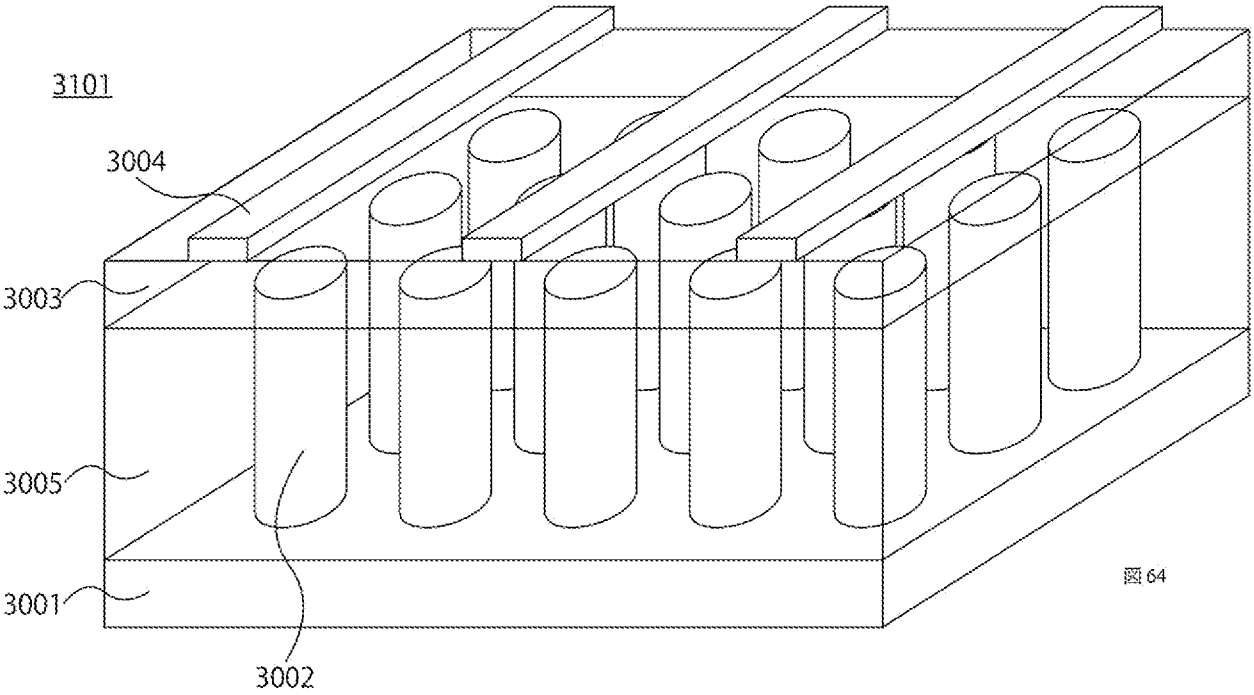


図64

[図65]

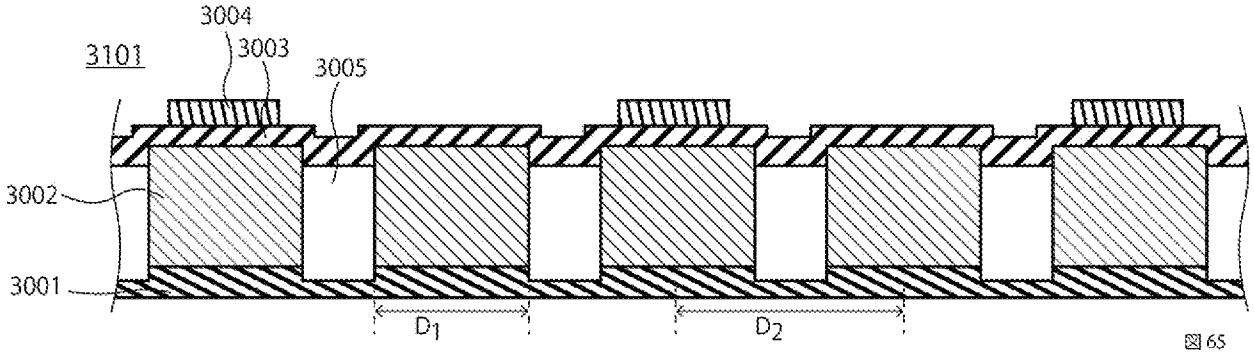


図65

[図66]

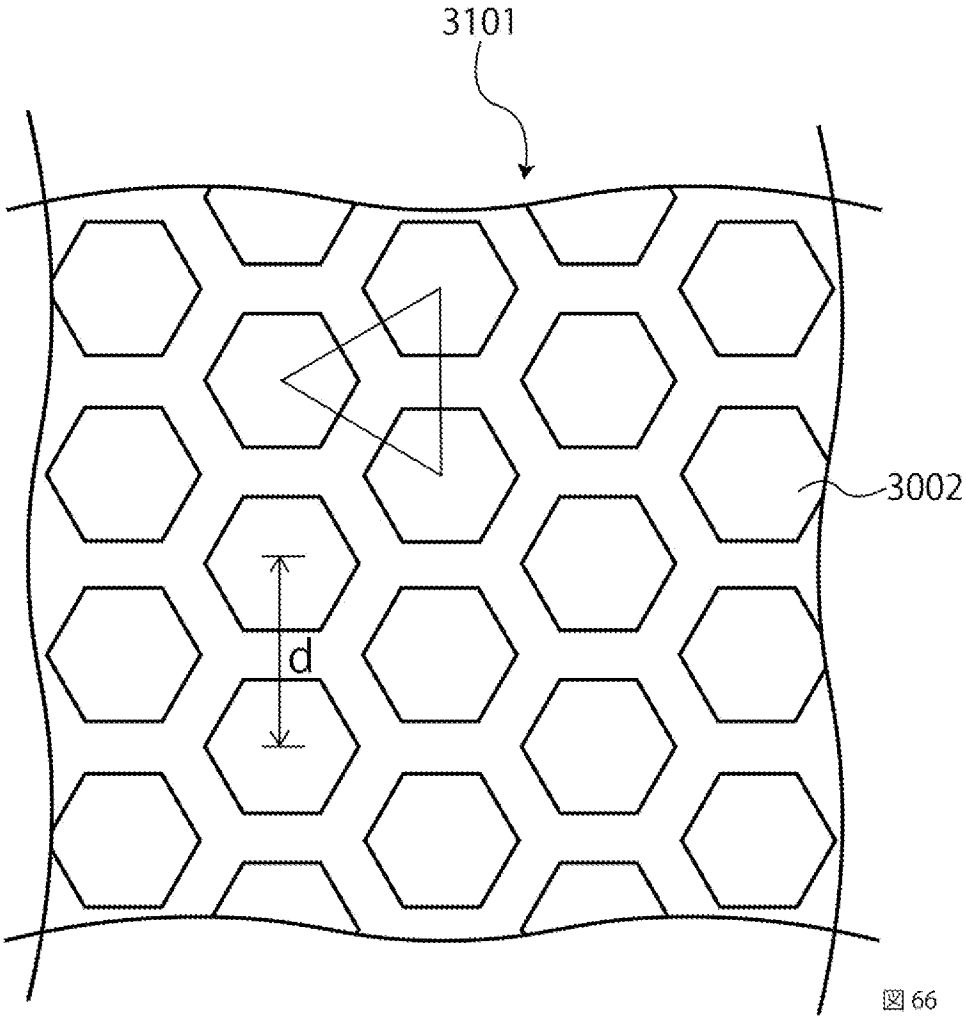


図 66

[図67]

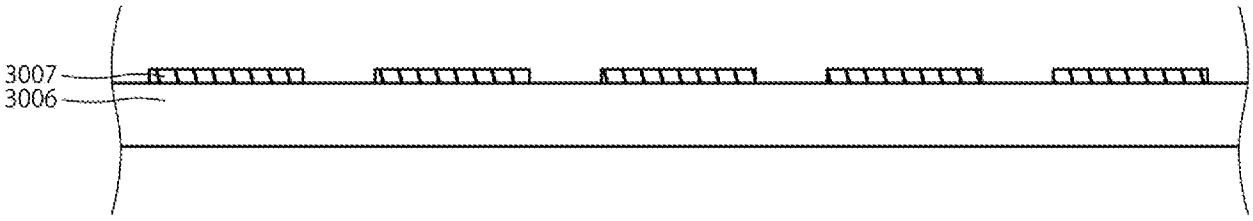


図 67

[図68]

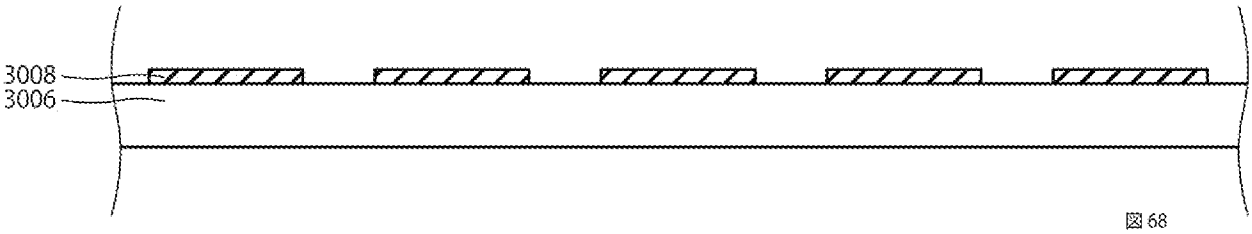


図 68

[図69]

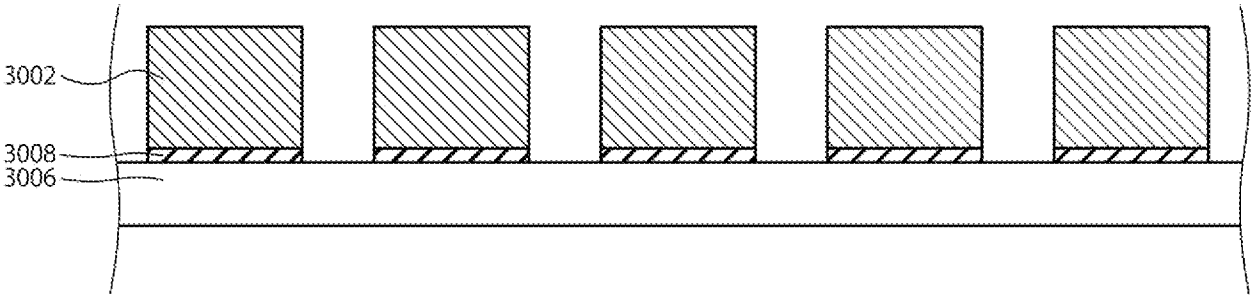


図69

[図70]

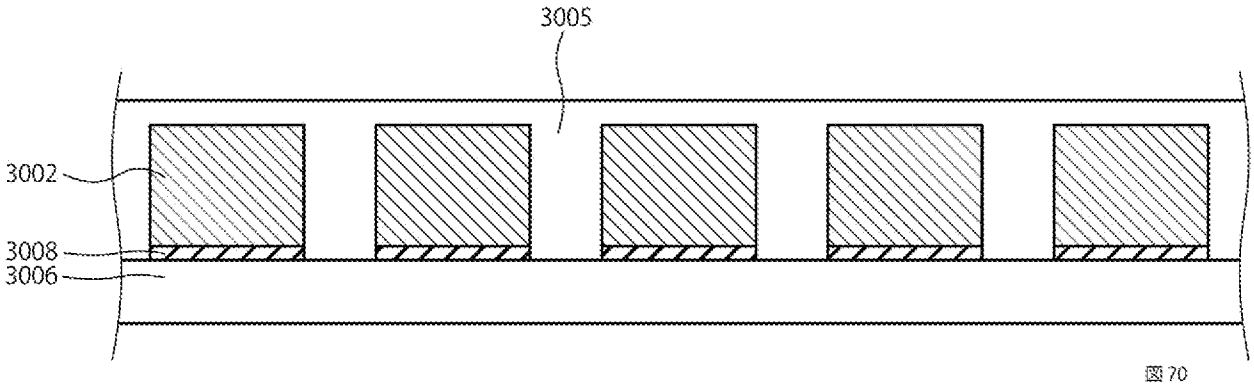


図70

[図71]

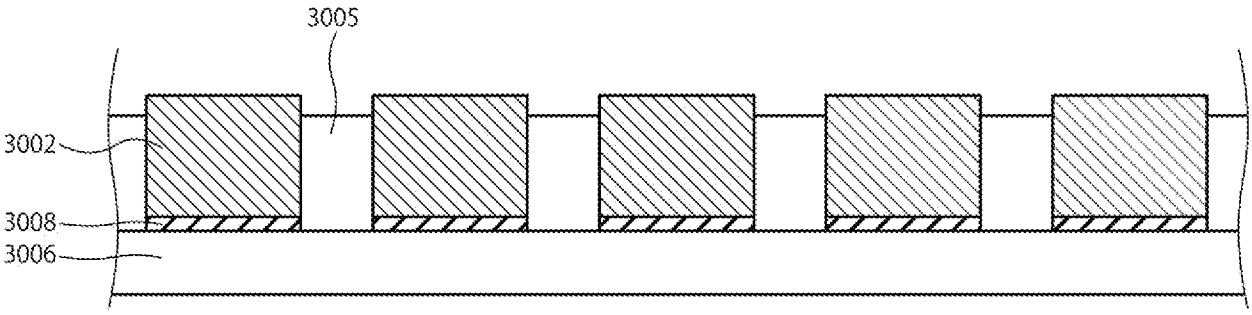


図71

[図72]

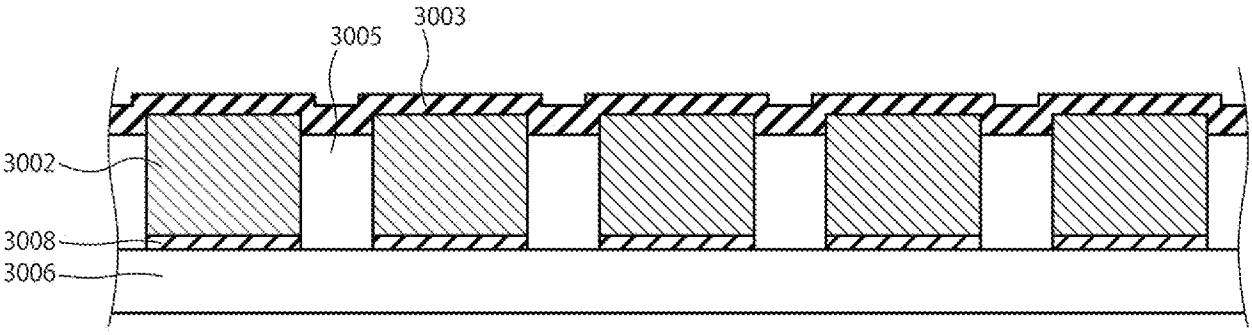


図72

[図73]

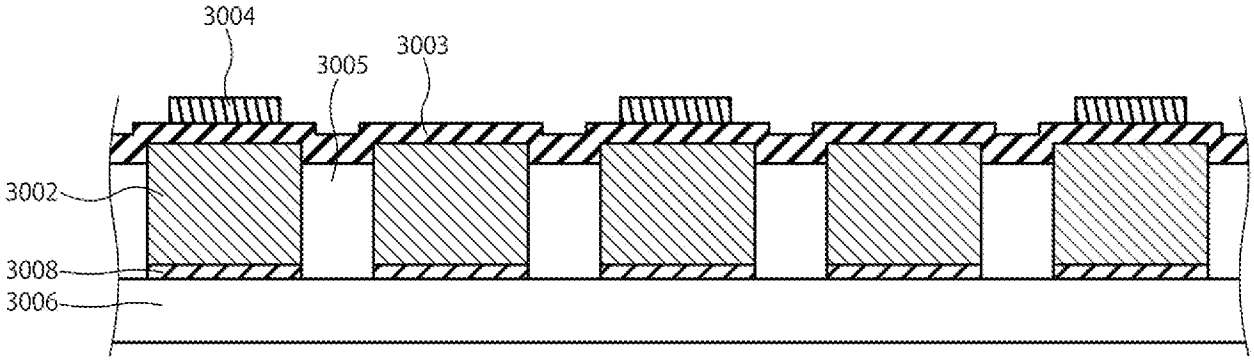


図 73

[図74]

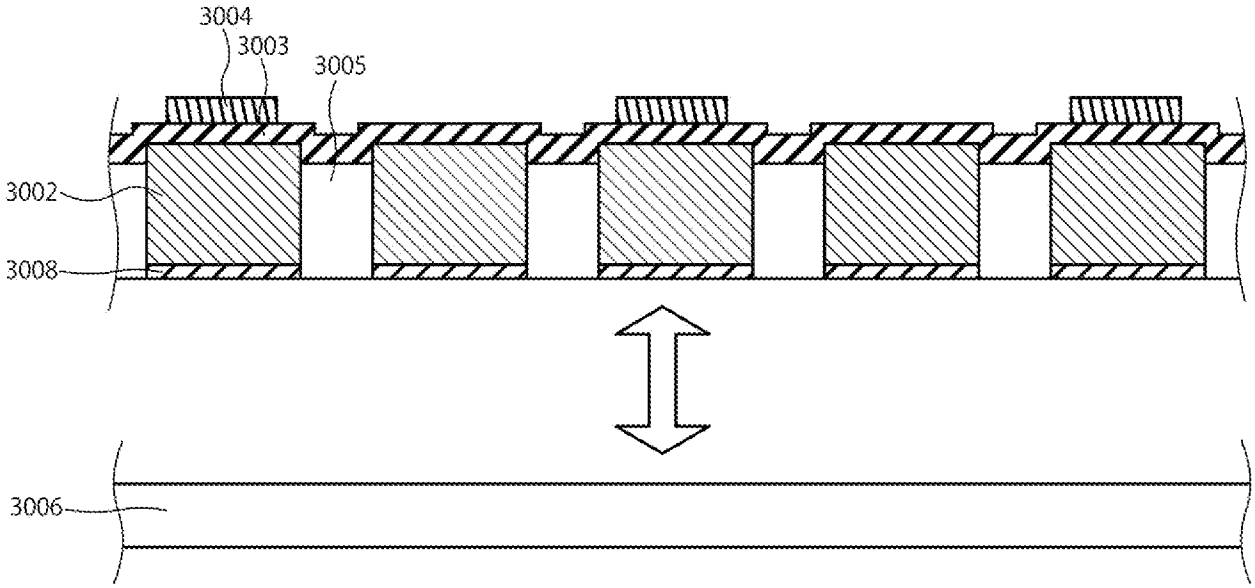


図 74

[図75]

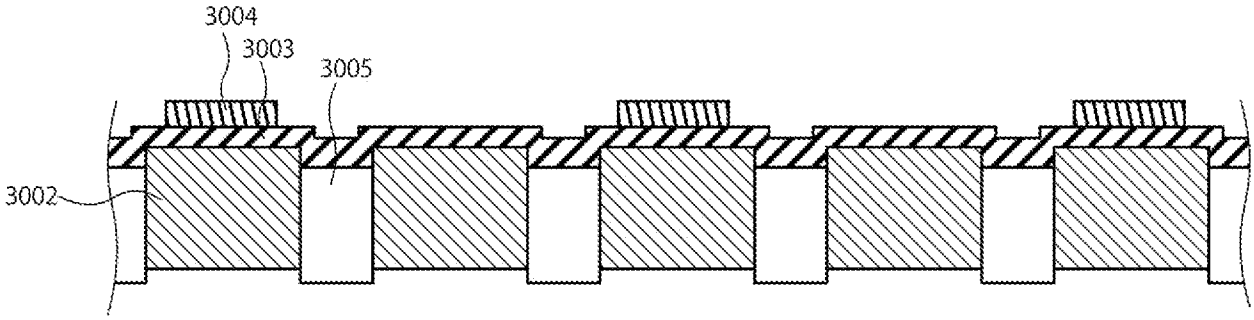


図 75

[図76]

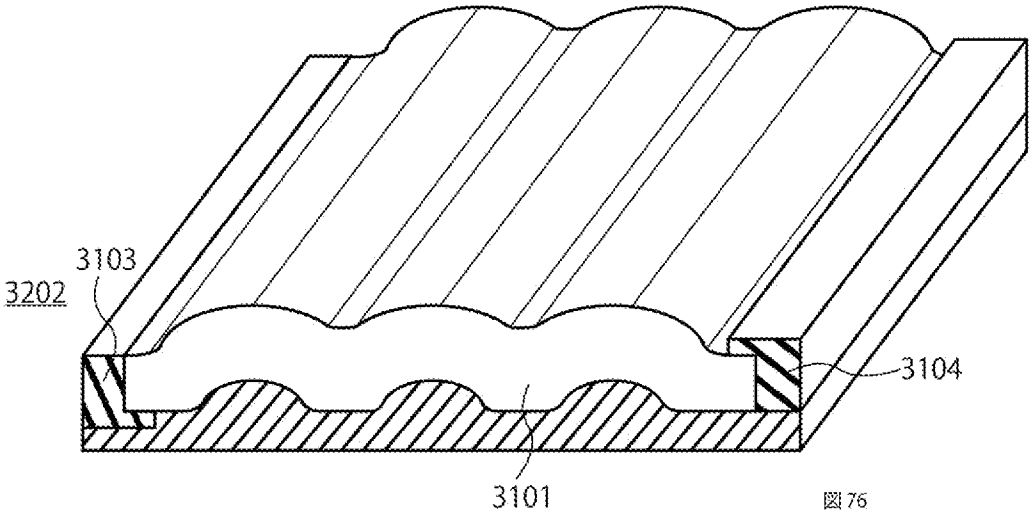


図76

[図77]

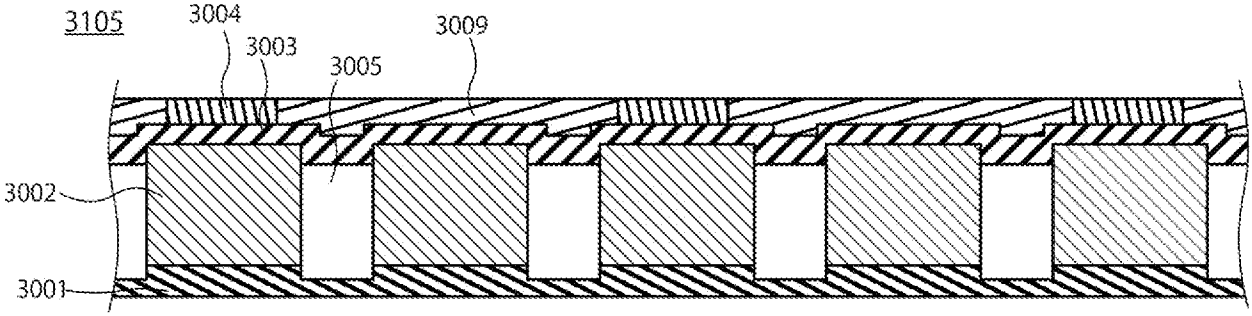


図77

[図78]

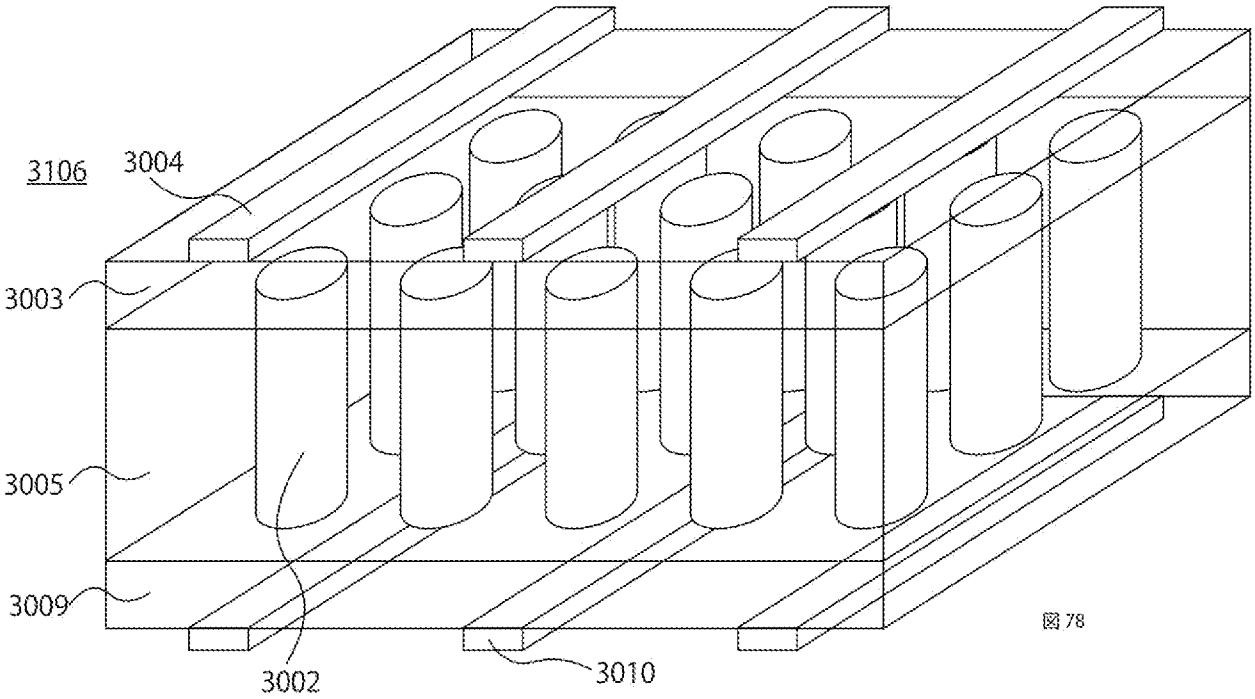


図78

[図79]

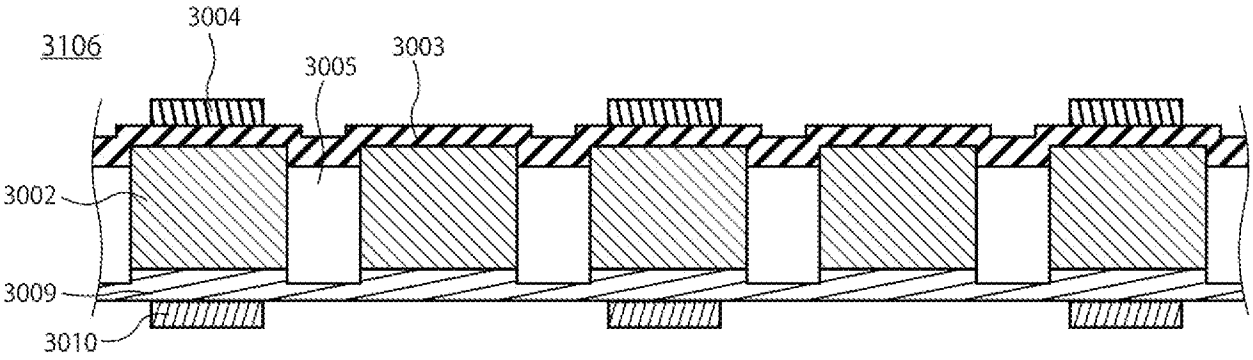


図79

[図80]

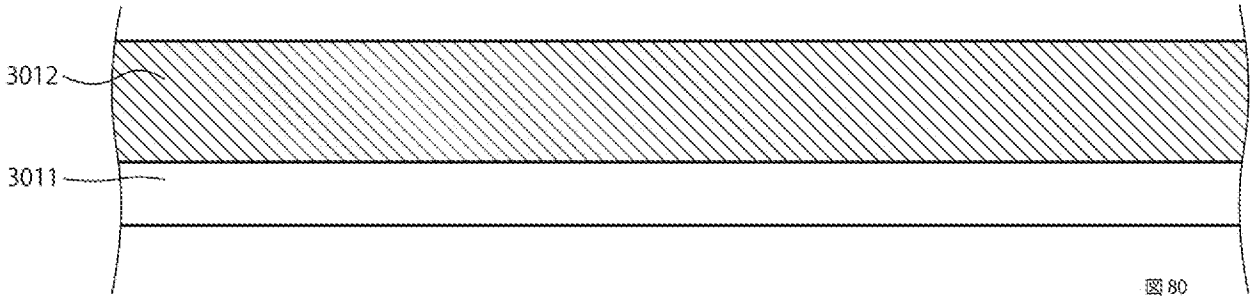


図80

[図81]

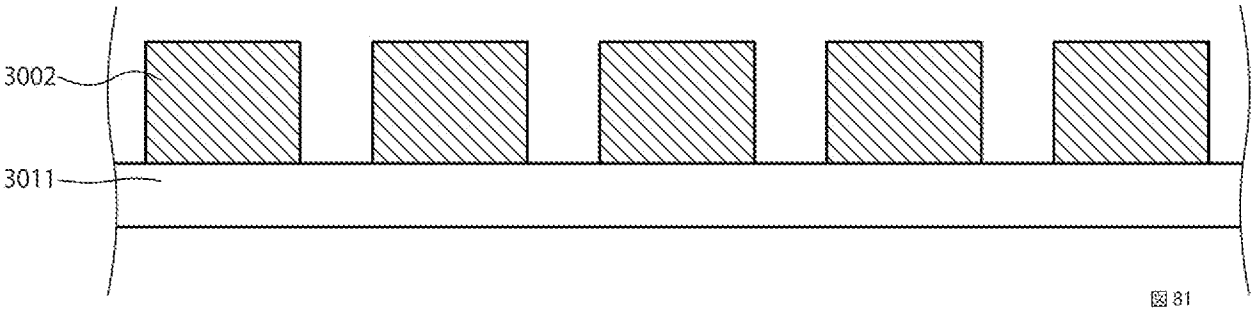


図81

[図82]

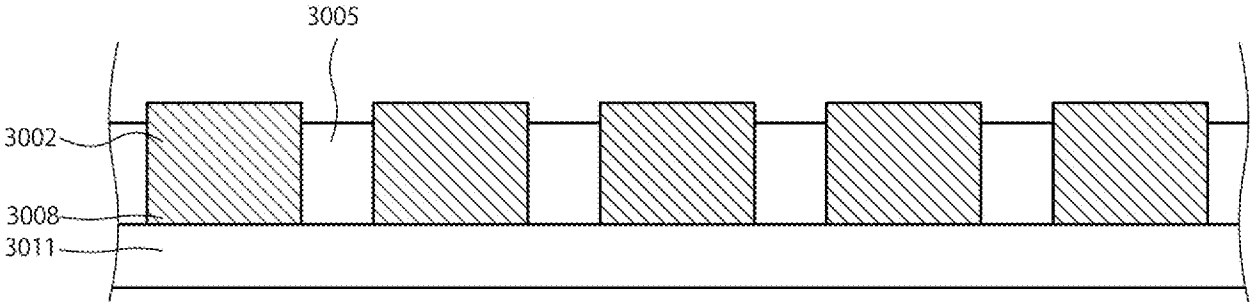


図82

[図83]

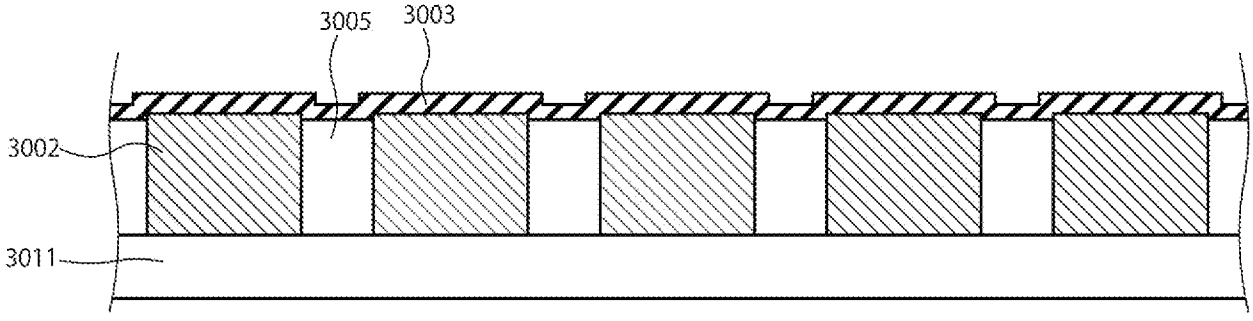


図83

[図84]

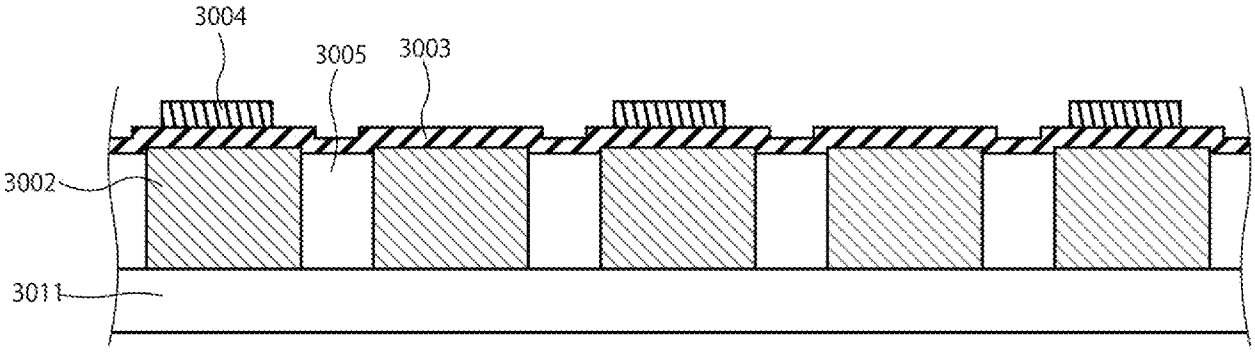


図 84

[図85]

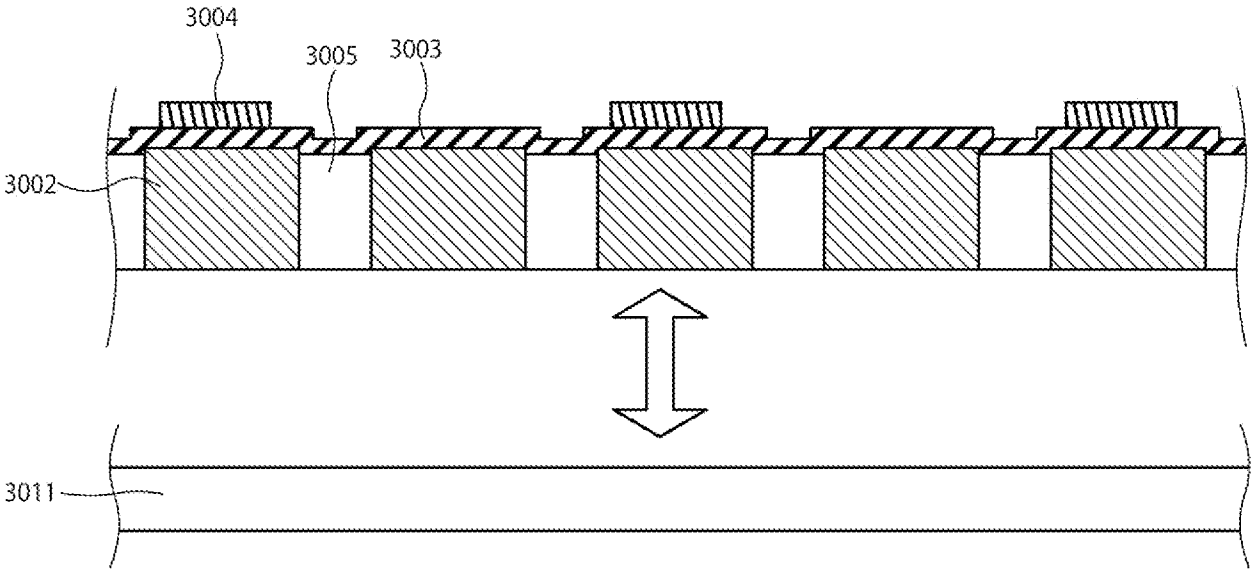


図 85

[図86]

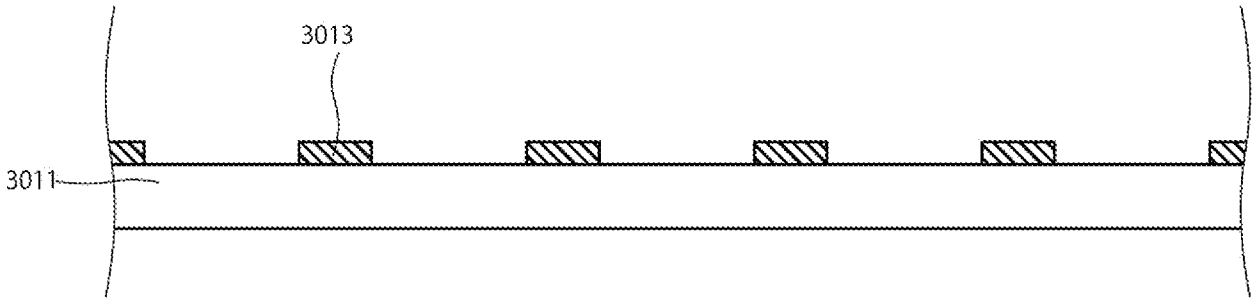


図 86

[図87]

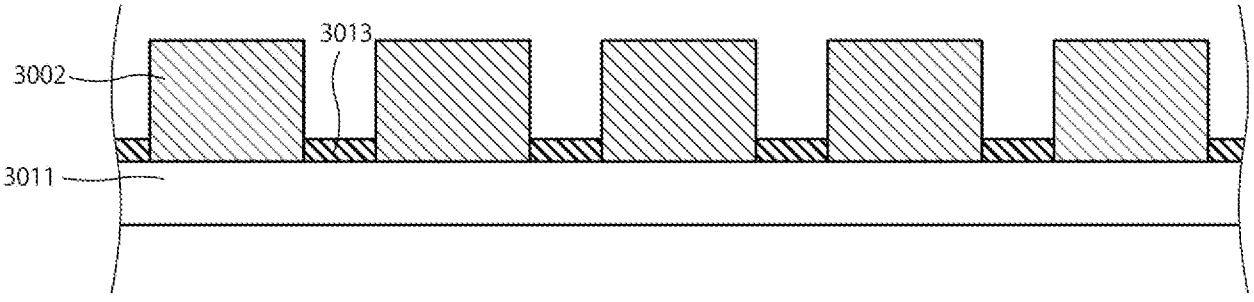


図 87

[図88]

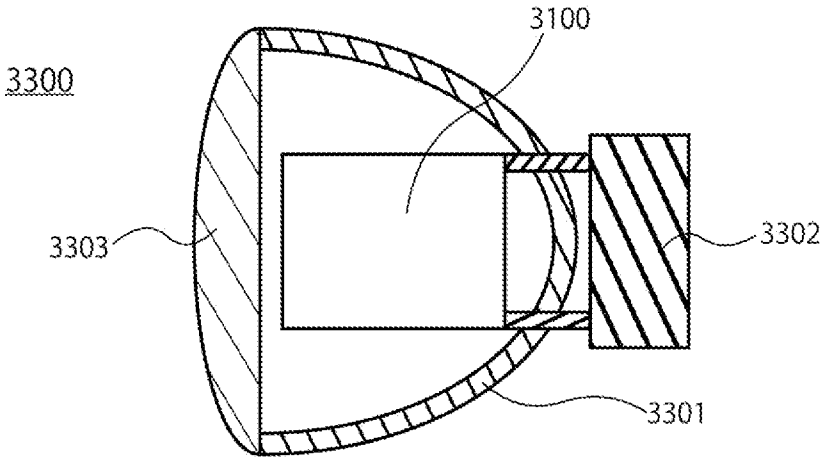


図88

[図89]

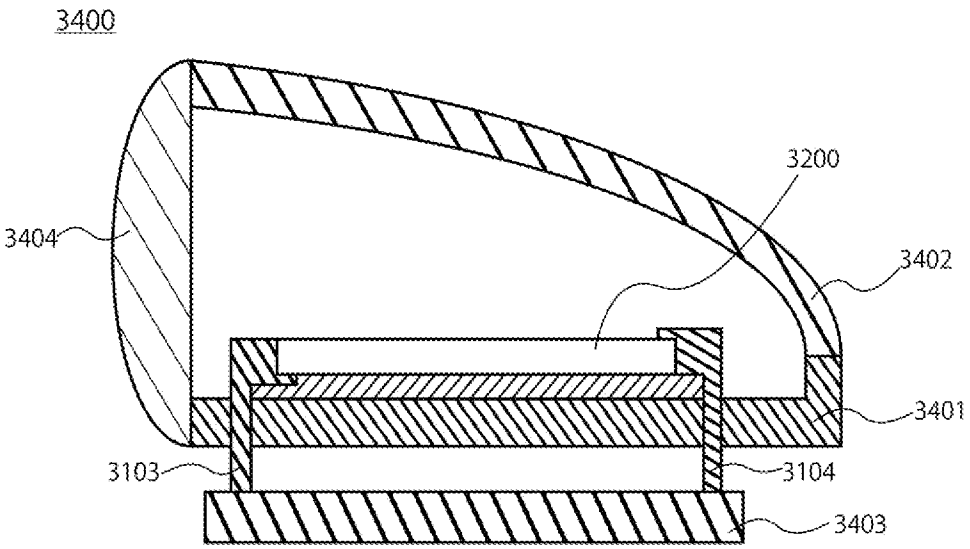


図89

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/008239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L33/08(2010.01)i, C30B29/38(2006.01)i, C30B29/46(2006.01)i, G09F9/33(2006.01)i, H01L33/16(2010.01)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. H01L33/00-33/64, C30B1/00-35/00, G09F9/30-9/46, F21K9/00-9/90, F21S2/00-45/70

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 Y	JP 2014-154673 A (SEIKO EPSON CORP.) 25 August 2014, paragraphs [0025]-[0064], fig. 1-6 (Family: none)	1-5, 7, 17 6, 8-16, 18-19
X Y	US 09368549 B1 (NTHDEGREE TECHNOLOGIES WORLDWIDE INC.) 14 June 2016, column 3, line 25 to column 5, line 53, fig. 1-7 (Family: none)	1-7, 13, 16-17 8-15, 18-19

☒ 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	Date of mailing of the international search report
22 April 2019 (22.04.2019)	14 May 2019 (14.05.2019)
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/JP2019/008239

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 2012-182247 A (TDK CORPORATION) 20 September 2012, paragraphs [0024]-[0028], fig. 5-6 (Family: none)	6, 8-16, 18-19
Y	JP 2016-502123 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH) 21 January 2016, paragraphs [0057]-[0058], fig. 1H-1J & US 2015/0279902 A1, paragraphs [0065]-[0066], fig. 1H-1J & WO 2014/053445 A1 & DE 102012109460 A1 & CN 104704634 A	6, 8-16, 18-19
Y	JP 2009-010272 A (OKI DATA CORP.) 15 January 2009, paragraphs [0010], [0017], fig. 1-2 & US 2009/0001391 A1, paragraphs [0053], [0061]-[0064], fig. 1-2 & CN 101335266 A	14, 18-19
Y	JP 2002-335016 A (SONY CORP.) 22 November 2002, paragraphs [0059]-[0064], fig. 5 & US 2002/0171089 A1, paragraphs [0108]-[0114], fig. 5	14, 18-19
A	JP 11-121811 A (GIFU RESERCH & DEVELOPMENT FOUNDATION) 30 April 1999, entire text, all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2009-062216 A (INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) 26 March 2009, entire text, all drawings & WO 2009/031332 A1	1-19
A	US 2017/0260651 A1 (INNOSYS, INC.) 14 September 2017, entire text, all drawings & WO 2016/085890 A1	1-19

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００８２３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/08(2010.01)i, C30B29/38(2006.01)i, C30B29/46(2006.01)i, G09F9/33(2006.01)i, H01L33/16(2010.01)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.　H01L33/00-33/64, C30B1/00-35/00, G09F9/30-9/46, F21K9/00-9/90, F21S2/00-45/70

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X Y	JP 2014-154673 A (セイコーエプソン株式会社) 2014.08.25, 段落[0025]-[0064], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-5, 7, 17 6, 8-16, 18-19
X Y	US 09368549 B1 (NTHDEGREE TECHNOLOGIES WORLDWIDE INC.) 2016.06.14, 第 3 欄第 25 行-第 5 欄第 53 行, 図 1-7 (ファミリーなし)	1-7, 13, 16-17 8-15, 18-19

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２２．０４．２０１９	１４．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｋ　６００６
大西　孝宣
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

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	JP 2012-182247 A (ＴＤＫ株式会社) 2012.09.20, 段落[0024]-[0028],図 5-6 (ファミリーなし)	6,8-16,18-19
Y	JP 2016-502123 A (オスラム　オプト　セミコンダクターズ　ゲゼルシャフト　ミット　ベシュレンクテル　ハフツング) 2016.01.21, 段落[0057]-[0058],図 1H-1J & US 2015/0279902 A1, 段落[0065]-[0066],図 1H-1J & WO 2014/053445 A1 & DE 102012109460 A1 & CN 104704634 A	6,8-16,18-19
Y	JP 2009-010272 A (株式会社沖データ) 2009.01.15, 段落[0010],[0017],図 1-2 & US 2009/0001391 A1, 段落[0053],[0061]-[0064],図 1-2 & CN 101335266 A	14,18-19
Y	JP 2002-335016 A (ソニー株式会社) 2002.11.22, 段落[0059]-[0064],図 5 & US 2002/0171089 A1, 段落[0108]-[0114],図 5	14,18-19
A	JP 11-121811 A (財団法人岐阜県研究開発財団) 1999.04.30, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2009-062216 A (独立行政法人物質・材料研究機構) 2009.03.26, 全文,全図 & WO 2009/031332 A1	1-19
A	US 2017/0260651 A1 (INNOSYS, INC.) 2017.09.14, 全文,全図 & WO 2016/085890 A1	1-19