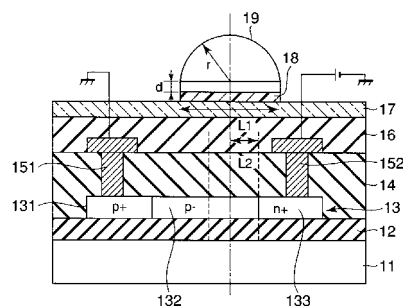




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板上に形成された p 型半導体からなる第 1 の半導体層と、前記基板上に前記第 1 の半導体層と接して形成され、前記第 1 の半導体層よりも不純物濃度の低い p 型半導体又は i 型半導体からなる第 2 の半導体層と、前記基板上に前記第 2 の半導体層と接して形成された n 型半導体層からなる第 3 の半導体層と、を含む薄膜セル部と、

前記薄膜セル部の上方に形成され、光軸中心の位置が、前記第 2 の半導体層及び前記第 3 の半導体層の境界と前記第 2 の半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、を具備したことを特徴とする薄膜フォトダイオード。

10

【請求項 2】

基板と、

前記基板上に形成され p 型不純物が高濃度にドーブされた第 1 の p 型半導体層と、前記基板上に前記第 1 の p 型半導体層と接して形成され p 型不純物が低濃度にドーブされた第 2 の p 型半導体層と、前記基板上に前記第 2 の p 型半導体層と接して形成され n 型不純物がドーブされた n 型半導体層と、を含んで構成され、前記第 1 の p 型半導体層、第 2 の p 型半導体層、及び n 型半導体層が前記基板の表面と平行な方向に沿って上記順に配置された薄膜セル部と、

前記薄膜セル部上に絶縁膜を介して形成され、光軸中心の位置が、前記第 2 の p 型半導体層及び前記 n 型半導体層の境界と前記第 2 の p 型半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、

20

を具備したことを特徴とする薄膜フォトダイオード。

【請求項 3】

前記薄膜セル部上に前記第 1 の半導体層及び前記第 3 の半導体層とコンタクトするためのコンタクトホールを有する第 1 の絶縁膜が形成され、この第 1 の絶縁膜上の一部に前記第 1 の半導体層及び第 3 の半導体層とコンタクトする電極がそれぞれ形成され、これらの電極上及び前記第 1 の絶縁膜上に第 2 の絶縁膜が形成され、この第 2 の絶縁膜上に前記マイクロレンズが形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 4】

30

前記薄膜セル部上にゲート絶縁膜を介してゲート電極が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 5】

前記マイクロレンズは、金型により形成されたガラス製であり、紫外線硬化樹脂により接着されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 6】

前記マイクロレンズは、紫外線硬化樹脂により形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 7】

前記マイクロレンズは、感光性アクリル樹脂により形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

40

【請求項 8】

前記マイクロレンズは、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項 5 ~ 7 の何れかに記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 9】

前記基板は、表示セルをマトリクス配置して形成された表示パネル部を形成する基板の一部であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の薄膜フォトダイオード。

【請求項 10】

基板上に表示セルをマトリクス配置して形成された表示パネル部と、この表示パネル部の周辺部に配置され、光の照度を検出する薄膜フォトダイオードとを備えた表示装置であ

50

って、

前記薄膜フォトダイオードは、

前記基板上に形成された p 型半導体からなる第 1 の半導体層と、前記基板上に前記第 1 の半導体層と接して形成され、前記第 1 の半導体層よりも不純物濃度の低い p 型半導体又は i 型半導体からなる第 2 の半導体層と、前記基板上に前記第 2 の半導体層と接して形成された n 型半導体層からなる第 3 の半導体層と、を含む薄膜セル部と、

前記薄膜セル部の上方に形成され、光軸中心の位置が、前記第 2 の半導体層及び前記第 3 の半導体層の境界と前記第 2 の半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、を含んで構成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 11】

10

前記薄膜フォトダイオードは、前記表示パネル部の外側に配置されていることを特徴とする請求項 10 記載の表示装置。

【請求項 12】

前記薄膜フォトダイオードは、前記表示パネル部の内側に配置されていることを特徴とする請求項 10 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光の照度を検出する薄膜フォトダイオード、及びこれを用いた表示装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、CVD 法 (Chemical Vapor Deposition) などにより絶縁基板上に作製されたポリシリコンやアモルファスシリコンの半導体層を用いた表示装置が開発されている。この表示装置においては、表示機能を有する表示パネル部の周辺領域に、受光素子としてポリシリコン又はアモルファスシリコンを用いた薄膜フォトダイオードを形成し、この薄膜フォトダイオードにより外光の照度を検出し、表示パネル部の明るさを調整するという調光機能の付加が行われている。

【0003】

30

この種の用途に用いられる薄膜フォトダイオードは、低コストに実現するためには、表示パネル部に用いられる薄膜トランジスタと同様なプロセスにより作製することが望ましい。このため、薄膜フォトダイオードの構造としては、基板上に平行な方向に不純物濃度が高い p^+ 領域、不純物濃度の低い p^- (又は i) 領域、不純物濃度の高い n^+ 領域のポリシリコン又はアモルファスシリコンからなる半導体層を配置した横型 $p-i-n$ 構造となる (例えば、特許文献 1 参照)。

【0004】

このような横型構造の薄膜フォトダイオードは、縦型構造のフォトダイオードに比べて膜厚が薄い。このため、光吸収量が小さく、光が入射した際に発生する電流、即ち光電流が小さく、照度の小さい光を検出できないという問題がある。

【0005】

40

また、一般に光電流に寄与する電子とホールといったキャリアが発生する領域は空乏層及びその近傍の領域であり、例えば i 層が低濃度の p 型不純物がドーピングされた p^- 領域の場合、空乏層は n^+ 領域の境界から p^- 領域側へ伸びている。この光電流に寄与する部分の長さは、不純物濃度や p^- 領域のポリシリコンの膜質、フォトダイオードの駆動電圧に依存するが、例えば $1 \sim 20 \mu m$ である。一方、 p^- 領域の長さは 10 から $30 \mu m$ 以上であり、条件によっては光電流に寄与しない領域が存在する (例えば特許文献 2)。そして、光電流に寄与しない領域が存在することは、光電流を小さくする大きな要因となる。

【特許文献 1】特許第 2959682 号

【特許文献 2】特開 2006 - 332287 号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、横型構造であっても光電流を増加させることができ、照度の小さい光を検出することのできる薄膜フォトダイオードを提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記の薄膜フォトダイオードを用いた表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様に係わる薄膜フォトダイオードは、基板と、前記基板上に形成されたp型半導体からなる第1の半導体層と、前記基板上に前記第1の半導体層と接して形成され、前記第1の半導体層よりも不純物濃度の低いp型半導体又はi型半導体からなる第2の半導体層と、前記基板上に前記第2の半導体層と接して形成されたn型半導体層からなる第3の半導体層と、を含む薄膜セル部と、前記薄膜セル部の上方に形成され、光軸中心の位置が、前記第2の半導体層及び前記第3の半導体層の境界と前記第2の半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、を具備したことを特徴とする。

10

【0008】

また、本発明の別の一態様に係わる薄膜フォトダイオードは、基板と、前記基板上に形成されp型不純物が高濃度にドーピングされた第1のp型半導体層と、前記基板上に前記第1のp型半導体層と接して形成されp型不純物が低濃度にドーピングされた第2のp型半導体層と、前記基板上に前記第2のp型半導体層と接して形成されn型不純物がドーピングされたn型半導体層と、を含んで構成され、前記第1のp型半導体層、第2のp型半導体層、及びn型半導体層が前記基板の表面と平行な方向に沿って上記順に配置された薄膜セル部と、前記薄膜セル部上に絶縁膜を介して形成され、光軸中心の位置が、前記第2のp型半導体層及び前記n型半導体層の境界と前記第2のp型半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、を具備したことを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明の別の一態様は、基板上に表示セルをマトリクス配置して形成された表示パネル部と、この表示パネル部の周辺部に配置され、光の照度を検出する薄膜フォトダイオードとを備えた表示装置であって、前記薄膜フォトダイオードは、前記基板上に形成されたp型半導体からなる第1の半導体層と、前記基板上に前記第1の半導体層と接して形成され、前記第1の半導体層よりも不純物濃度の低いp型半導体又はi型半導体からなる第2の半導体層と、前記基板上に前記第2の半導体層と接して形成されたn型半導体層からなる第3の半導体層と、を含む薄膜セル部と、前記薄膜セル部の上方に形成され、光軸中心の位置が、前記第2の半導体層及び前記第3の半導体層の境界と前記第2の半導体層の中心との間に設定されたマイクロレンズと、を含んで構成されていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、光電流を効率良く発生する n^+ 領域境界から p^- 領域（又はi領域）に伸びる空乏層及びその近傍に入射する光量を増加させることができ、これにより光電流が増加し、照度の小さい光を検出できるようになる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0012】

（第1の実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図である。

【0013】

ガラス板11の上に、プラズマCVD法により窒化シリコン膜、酸化シリコン膜又はこ

50

れらを積層したアンダーコート層 12 が 150 nm 程度の厚さで形成され、アンダーコート層 12 上の一部に半導体層としてポリシリコン膜 13 が 50 nm の厚さで形成されている。アンダーコート層 12 は、ポリシリコン膜 13 への不純物の拡散を防止するために設けられている。ポリシリコン膜 13 は、アンダーコート層 12 の上にプラズマ CVD 法によりアモルファスシリコン層を形成後、レーザ照射により結晶化することにより形成される。

【0014】

ポリシリコン膜 13 は、不純物ドーピングによる p n ジャンクションを形成することにより、薄膜フォトダイオードとなる薄膜セル部となっている。即ち、ポリシリコン膜 13 では、高濃度にボロンが注入された p^+ 領域（第 1 の半導体層）131 と、低濃度のボロンが注入された p^- 領域（第 2 の半導体層）132 と、高濃度にリンが注入された n^+ 領域（第 3 の半導体層）133 が隣接して配置されている。 p^+ 領域 131、 n^+ 領域 133 の長さは 15 μm 、 p^- 領域 132 の長さは 30 μm である。なお、薄膜フォトダイオードの奥行き方向の長さは 200 μm である。

【0015】

ポリシリコン膜 13 が形成されたアンダーコート層 12 の上には、絶縁膜として酸化シリコン膜 14 が 1 μm 程度の厚さで形成されている。酸化シリコン膜 14 には p^+ 領域 131、 n^+ 領域 133 へ通じるコンタクトホールがそれぞれ開けられ、これらのコンタクトホールを介してアノード電極 151 が p^+ 領域 131 に接続され、カソード電極 152 が n^+ 領域 133 に接続されている。アノード電極 151 とカソード電極 152 はモリブデン及びアルミの積層膜からなり、各電極の上層部分は酸化シリコン膜 14 上に約 600 nm の厚さで積層される。

【0016】

アノード電極 151 及びカソード電極 152 が形成された酸化シリコン膜 14 の上には、窒化シリコン膜 16 が 1 μm 程度の厚さで形成されている。さらに、外部からの電界をシールドするために、窒化シリコン膜 16 の上に ITO 膜 17 が形成されている。

【0017】

ITO 膜 17 の上には、金型により作製されたガラス製のマイクロレンズ 19 が紫外線硬化樹脂 18 を介して接着されている。紫外線硬化樹脂 18 からなる接着層の厚さは約 2 μm である。マイクロレンズ 19 の形状は、図 1 に断面図、図 2 に平面図を示すように、断面が半円で表されるシリンドリカルレンズとなっている。図中の形状を表すパラメータはそれぞれ、 $L_1 = 20 \mu\text{m}$ 、 $r = 10 \mu\text{m}$ 、 $d = 3 \mu\text{m}$ 、であり、奥行き方向の長さ $W = 200 \mu\text{m}$ である。

【0018】

また、マイクロレンズ 19 の光軸中心は、図 1 に示すように、 p^- 領域 132 及び n^+ 領域 133 の境界と p^- 領域 132 の中心との間になるように設定され、例えば $L_2 = 5 \mu\text{m}$ とするのが望ましいが、接着する際に位置が $\pm 3 \mu\text{m}$ 程度ずれても十分な効果が得られる。また、図 2 に示したように、マイクロレンズ 19 の y 方向の長さはポリシリコン膜 13 の長さよりも長くし、y 方向の両端部も円で表される曲面とする。これにより、ポリシリコン膜 13 の外側の y 方向の両端部に入射した光も高電流に寄与する領域に集めることができる。

【0019】

ここで、マイクロレンズ 19 の光軸中心は、薄膜セル部で光電流に寄与するキャリアが発生する領域に設定するのが望ましい。光電流に寄与するキャリアが発生する領域は空乏層及びその近傍の領域であり、本実施形態では空乏層は n^+ 領域 133 の境界から p^- 領域 132 側へ伸びている。本実施形態のように、 p^- 領域 132 及び n^+ 領域 133 の境界と p^- 領域 132 の中心との間になるように設定することにより、マイクロレンズ 19 の光軸中心は、薄膜セル部で光電流に寄与するキャリアが発生する領域に位置することになる。

【0020】

10

20

30

40

50

このように形成した薄膜フォトダイオードを駆動するには、アノード電極 151 に加えるアノード電圧よりカソード電極 152 に加えるカソード電圧を大きくする。具体的には図 1 に示すように、アノード電極 151 を接地し、カソード電極 152 にプラスの電圧を印加する。これにより、薄膜フォトダイオードには逆バイアスの電圧が印加される。

【0021】

この逆バイアス電圧が印加された薄膜フォトダイオードの半導体層 13 に上方から光が入射すると、電子やホールといったキャリアが発生し、光電流として取り出すことができる。このようなキャリアが発生し光電流に寄与する領域は主に空乏層とその近傍の領域であり、本実施形態ではこの領域を光電流発生領域と定義する。この光電流発生領域の長さは、 p^- 領域 132 の不純物濃度やポリシリコンの膜質、逆バイアス電圧によるが、1 ~ 20 μm 程度であり、本実施形態に係る薄膜フォトダイオードでは逆バイアス電圧を 5 V とした場合、 p^- 領域 132 及び n^+ 領域 133 の境界から約 10 μm である。従って、 $L = 5 \mu\text{m}$ とした場合、マイクロレンズ 19 の光軸中心が光電流発生領域の中心に一致することになる。

【0022】

このように、本実施形態に係わる薄膜フォトダイオードにおいては、マイクロレンズ 19 のレンズ効果によって光が集光されるため、マイクロレンズ 19 がない場合に比べて多くの光が光電流発生領域に照射される。これにより、マイクロレンズ 19 がない場合に比べて大きな光電流を取り出すことが可能となり、照度の小さい光を検出できるようになる。その効果は、マイクロレンズ 19 の形状に依存し、マイクロレンズ 19 がない場合に比べて、光電流が約 1.5 倍に向上する。

【0023】

(第2の実施形態)

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図である。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0024】

本実施形態が先に説明した第 1 の実施形態と異なる点は、酸化シリコン膜 14 中にゲート電極 25 が 300 nm 程度の厚さで形成されていることである。

【0025】

即ち、半導体層 13 中の p^- 領域 132 上に、酸化シリコン膜等のゲート絶縁膜 24 を介してゲート電極 25 が形成されている。ゲート絶縁膜 24 の厚さは 50 ~ 100 nm であり、ゲート電極 25 の長さは例えば 5 μm である。ゲート電極 25 の材質は、例えばモリブデン・タングステン合金とする。このゲート電極 25 は光電流の大きさを調整するために設けられている。

【0026】

なお、ゲート絶縁膜 24 及びゲート電極 25 を設ける以外の構成は、前記図 1 と実質的に同様である。また、酸化シリコン膜 14 は、ゲート電極 24 を覆うように設けられている。

【0027】

本実施形態の薄膜フォトダイオードにおいても、マイクロレンズ 19 のレンズ効果により、光電流発生領域に照射される光が多くなり、マイクロレンズ 19 がない場合に比べて、大きな光電流を取り出すことができる。マイクロレンズ 19 の材質、形状及び作製方法は第 1 の実施形態と同様であり、マイクロレンズ 19 がない場合に比べて光電流が約 1.5 倍に上昇する。

【0028】

(第3の実施の形態)

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図である。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0029】

本実施形態が先に説明した第 1 の実施形態と異なる点は、マイクロレンズの構造及び製

10

20

30

40

50

造方法にある。

【0030】

ITO膜17を形成するまでは先の第1の実施形態と同様であり、ITO膜17の上に、光リソグラフィ法を用いて感光性アクリル樹脂からなるマイクロレンズ39が形成されている。感光性アクリル樹脂はリソグラフィにより形成された状態では断面矩形であるが、100～200でアニールすることにより、感光性アクリル樹脂の端部は図4に示したように $r = 5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の曲面形状とすることができる。これにより、かまぼこ型のレンズを形成することができる。

【0031】

本実施形態の薄膜フォトダイオードにおいても、前記図2に示した平面図と同様に、マイクロレンズ39のy方向の長さは、ポリシリコン膜13の長さよりも長くする。また、マイクロレンズ39の両端部もアニールにより $r = 5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度の曲面形状となるため、ポリシリコン膜13の外側の領域に入射した光も光電流に寄与する領域に集めることができる。

10

【0032】

本実施形態の薄膜フォトダイオードにおいても、マイクロレンズ39のレンズ効果により、光電流発生領域に照射される光が多くなり、マイクロレンズ39がない場合に比べて、大きな光電流を取り出すことができる。マイクロレンズ39がない場合に比べて光電流が約1.2～1.5倍に向上する。また、マイクロレンズ39の形成方法として光リソグラフィ法を用いるため、マイクロレンズ39を形成する際の位置ずれを小さくできると

20

【0033】

(第4の実施形態)

図5は、本発明の第4の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図である。なお、図1と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0034】

本実施形態が先に説明した第1の実施形態と異なる点は、マイクロレンズの構造及び製造方法にある。

【0035】

ITO膜17を形成するまでは先の第1の実施形態と同様であり、ITO膜17の上にさらに酸化シリコン膜48が $2 \mu\text{m}$ 程度の厚さで形成される。そして、インクジェット法を用いて酸化シリコン膜48上に紫外線硬化樹脂を塗布した後に、紫外線を照射することにより固化させてマイクロレンズ49を形成する。

30

【0036】

インクジェット法により紫外線硬化樹脂の液滴を塗布するため、上から見たレンズ形状は、図6に示したように円形が重なって接続された形状となる。また、フォトダイオードが形成された領域よりマイクロレンズ49の長さを長くし、図中y方向の端部のレンズ効果により光電流に寄与する領域に照射される光量を多くすることができる。なお、インクジェット法を用いるため、光リソグラフィ法のようにマスクを用いたパターン形成及び現像といった工程がなく、プロセスコストを下げることができるという利点がある。また、マイクロレンズ49のx方向の位置は $\pm 5 \mu\text{m}$ 程度ずれても十分な効果を得ることができる。

40

【0037】

本実施形態の薄膜フォトダイオードにおいても、マイクロレンズ49のレンズ効果により光電流発生領域に照射される光が多くなり、マイクロレンズ49がない場合に比べて、大きな光電流を取り出すことができる。マイクロレンズ49がない場合に比べて光電流が約1.2～1.4倍に向上する。

【0038】

(第5の実施形態)

図7は本発明の第5の実施形態に係わる表示装置の概略構造を示す平面図であり、図8

50

は、表示パネル部の周辺部分を示す断面図である。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

図 7 に示すように、基板 5 0 の表面側に、液晶表示セルをマトリクス配置して形成された液晶パネル等の表示パネル部 6 0 が設けられている。この表示パネル部 6 0 の裏面側には、バックライト 8 1 が設けられている。

【 0 0 4 0 】

基板 5 0 の表面側で、表示パネル部 6 0 の周辺に薄膜フォトダイオード 8 2 が設けられている。具体的には、表示パネル部 6 0 の外側の 4 隅に、外光の照度を検出するための薄膜フォトダイオード 8 2 が設けられている。薄膜フォトダイオード 8 2 の検出信号は、バックライトの通電電流を制御するバックライト駆動回路 8 3 に供給されている。そして、薄膜フォトダイオード 8 2 の検出出力に応じて、表示パネル部 6 0 のバックライト 8 1 の通電電流を制御することにより、周辺の明るさに応じて表示パネル部 6 0 の明るさを調整可能となっている。

【 0 0 4 1 】

なお、薄膜フォトダイオード 8 2 の設置個数は 4 個に何ら限定されるものではなく、1 個でも良いのは勿論のことである。

【 0 0 4 2 】

薄膜フォトダイオード 8 2 は、第 1 ~ 第 4 の実施形態の何れのものでもよいが、ここでは第 1 実施形態の薄膜フォトダイオードを用いる例について説明する。

【 0 0 4 3 】

図 8 に示すように、液晶表示パネル部を構成するために、第 1 のガラス板 1 1 と第 2 のガラス板 6 1 が対向配置されている。液晶表示パネル部の周辺外側にフォトダイオードを形成するために、上側の第 2 のガラス板 6 1 は、下側の第 1 のガラス板 1 1 よりも小さくなっている。

【 0 0 4 4 】

第 1 のガラス板 1 1 の上面にアンダーコート層 1 2 を介してポリシリコン膜 1 3 が形成され、表示パネル部ではポリシリコン膜 1 3 にスイッチングトランジスタが形成され、周辺では薄膜フォトダイオードが形成されている。これらの上には酸化シリコン膜 1 4 が堆積され、酸化シリコン膜 1 4 の上には窒化シリコン膜 1 6 が形成されている。窒化シリコン膜 1 6 上には I T O 膜 1 7 が形成されている。表示パネル部では、I T O 膜 1 7 上に配向膜 5 2 が形成されている。また、第 1 のガラス板 1 1 の下面には偏光板 5 1 が設けられている。

【 0 0 4 5 】

第 2 のガラス板 6 1 の下面には、I T O 膜 6 2 と配向膜 6 3 が形成され、第 2 のガラス板 6 1 の上面には偏光板 6 4 が設けられている。第 1 のガラス板 1 1 と第 2 のガラス板 6 1 との間にシール材 7 1 が設けられ、第 1 のガラス板 1 1 と第 2 のガラス板 6 1 との間の空間には、液晶 7 0 が充填されている。なお、シール材 7 1 の第 1 のガラス板 1 1 側は、第 1 のガラス板 1 1 に直接固定されるのではなく、窒化シリコン膜 1 6 に密着固定されている。

【 0 0 4 6 】

第 1 のガラス板 1 1 上で、表示パネル部の外側には、第 1 の実施形態と同様の薄膜フォトダイオードが形成されている。即ち、ポリシリコン膜 1 3 に不純物ドーピングによる p^+ 領域 1 3 1 , p^- 領域 1 3 2 , n^+ 領域 1 3 3 を形成することにより、薄膜フォトダイオードが形成されている。そして、I T O 膜 1 7 の上に、第 1 の実施形態と同様のマイクロレンズ 1 9 が形成されている。

【 0 0 4 7 】

このような構成であれば、薄膜フォトダイオード 8 2 の検出出力を基に表示パネル部 6 0 のバックライト 8 1 の通電電流を制御することにより、表示パネル部 6 0 の輝度を周辺の明るさに応じて自動的に制御することができる。そしてこの場合、薄膜フォトダイオー

10

20

30

40

50

ドにマイクロレンズ 19 を設けて光電流の拡大をはかっているため、装置周辺が暗い場合も外光を十分に検出することができ、表示パネル部 60 の明るさ調整を効果的に行うことができる。

【0048】

(第6の実施形態)

図9は、本発明の第6の実施形態に係わる表示装置の要部構成を示す断面図であり、特に周辺に配置する薄膜フォトダイオードの構成を示している。なお、図8と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0049】

本実施形態に用いた薄膜フォトダイオードは、液晶表示パネル部 60 の周辺外側ではなく、内部に形成されている。即ち、第2のガラス板 61 が第1のガラス板 11 と同じ寸法であり、薄膜フォトダイオードは表示パネル部の内部に位置するようになっている。

【0050】

ITO膜 17 の形成まで、第1の実施形態の薄膜フォトダイオードと同様な工程により作製される。ITO膜 17 上部には、液晶 70 を配向させるための配向膜 52 が形成される。対向基板としての第2のガラス板 61 の下面には、ITO膜 62 及び配向膜 63 が形成されそして、配向膜 52 , 63 間に液晶 70 が充填されるようになっている。

【0051】

薄膜フォトダイオードの上方では、偏光板 64 上にガラスからなるマイクロレンズ 69 が紫外線硬化樹脂 18 を介して接着される。マイクロレンズ 69 は、図9に示したように断面が半円形状である円形レンズであり、その半径 $r = 400 \mu m$ である。このマイクロレンズ 69 の光軸中心は、図9に示すように、 p^- 領域 132 及び n^+ 領域 133 との境界と p^- 領域 132 の中心との間に設定するのが望ましい。本実施形態では、例えば $L2 = 5 \mu m$ に設定したが、数 μm 程度のずれは問題とならない。

【0052】

なお、本実施形態では、液晶 70 を通して光が入射することになるが、薄膜フォトダイオードよりも大きなマイクロレンズ 69 を設けることにより、十分な光量を確保することができる。

【0053】

本実施形態の表示装置においても、マイクロレンズ 69 のレンズ効果により光電流発生領域に照射される光が多くなり、マイクロレンズ 69 がない場合に比べて、大きな光電流を取り出すことができ、光電流が約 1.2 ~ 2 倍に向上する。このため、先の第5の実施形態と同様の効果が得られる。また、表示パネル部の外側に薄膜フォトダイオードを設置するための領域を設ける必要が無いと云う利点もある。

【0054】

(変形例)

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。薄膜セル部を構成する半導体層は必ずしもポリシリコンに限らず、アモルファスシリコンを用いることも可能である。さらに、半導体層として、シリコン以外、例えば、 ZnO や SnO_2 、 $IGZO$ といった酸化物半導体を用いることも可能である。

【0055】

また、実施形態では、薄膜セル部を構成する第2の半導体層として p^- 型領域を形成したが、この代わりに不純物をドーピングしない真性半導体 (i 型領域) を用いることも可能である。さらに、マイクロレンズの形状や寸法、材料等は、仕様に応じて適宜変更可能である。

【0056】

また、表示パネル部は、必ずしも液晶表示パネルに限るものではなく、表示セルをマトリクス配置して形成されたものであればよい。さらに、表示パネル部に設ける薄膜フォトダイオードの数は、仕様に応じて適宜変更可能である。

【0057】

10

20

30

40

50

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 8 】

【図 1】第 1 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図。

【図 2】第 1 の実施形態に用いたマイクロレンズの構成を示す平面図。

【図 3】第 2 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図。

【図 4】第 3 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図。

【図 5】第 4 の実施形態に係わる薄膜フォトダイオードの概略構造を示す断面図。

【図 6】第 4 の実施形態に用いたマイクロレンズの構成を示す平面図。

【図 7】第 5 の実施形態に係わる表示装置の概略構造を示す平面図。

10

【図 8】第 5 の実施形態に用いた薄膜フォトダイオードの構成を示す断面図。

【図 9】第 6 の実施形態に係わる表示装置の要部構成を示す断面図。

【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

1 1 , 6 1 ... ガラス板

1 2 ... アンダーコート層

1 3 ... ポリシリコン膜 (半導体層)

1 4 , 4 8 ... 酸化シリコン膜

1 6 ... 窒化シリコン膜

1 7 , 6 2 ... I T O 膜

20

1 8 ... 接着層

1 9 , 3 9 ... マイクロレンズ

2 4 ... ゲート絶縁膜

2 5 ... ゲート電極

5 0 ... 基板

5 1 , 6 4 ... 偏光板

5 2 , 6 3 ... 配向膜

6 0 ... 表示パネル部

8 1 ... バックライト

8 2 ... 薄膜フォトダイオード

30

8 3 ... バックライト駆動回路

7 0 ... 液晶

7 1 ... シール材

1 3 1 ... p^+ 領域 (第 1 の p 型半導体層)

1 3 2 ... p^- 領域 (第 2 の p 型半導体層)

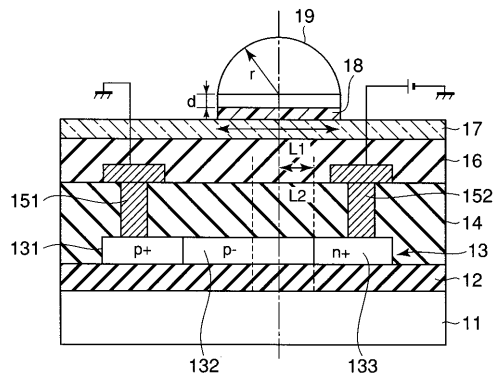
1 3 3 ... n^+ 領域 (n 型半導体層)

1 5 1 ... アノード電極

1 5 2 ... カソード電極

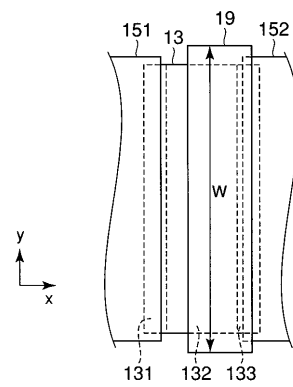
【 図 1 】

图 1



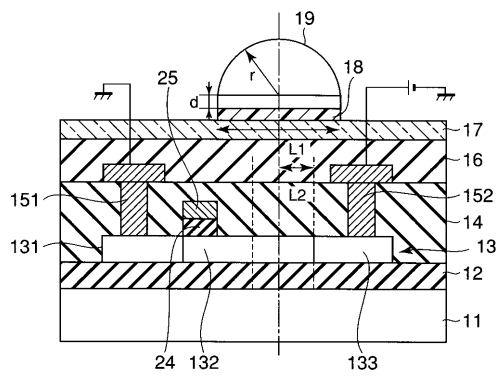
【 図 2 】

图 2



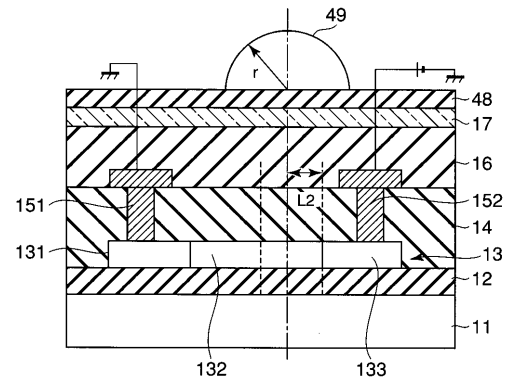
【 図 3 】

图 3



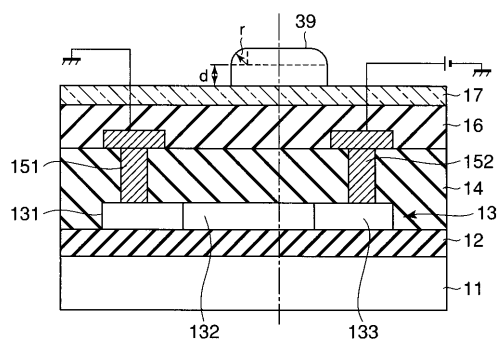
【 図 5 】

图 5



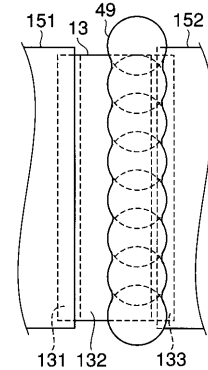
【 図 4 】

图 4



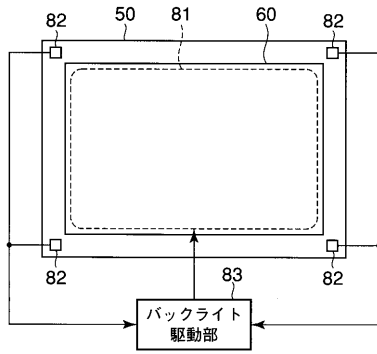
【 図 6 】

図 6



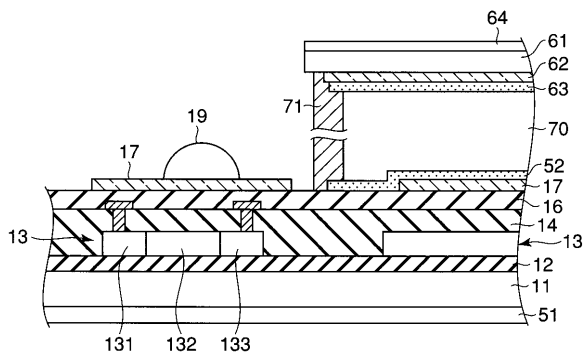
【図 7】

図 7



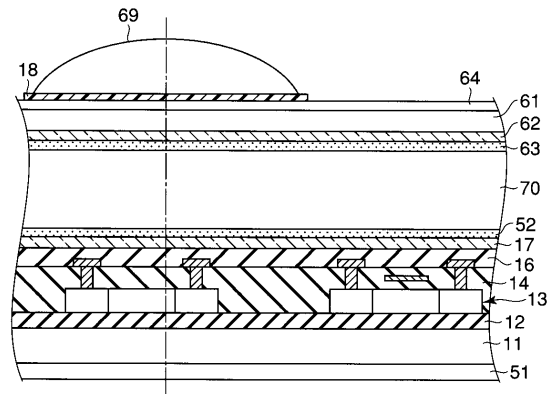
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
- (72)発明者 工藤 由紀
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内
- (72)発明者 原 雄二郎
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内
- (72)発明者 吉田 二郎
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

F ターム(参考) 5F049 MA04 MB03 NB07 PA08 QA01 SE04 SS01 SZ20