

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4585014号  
(P4585014)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 L 33/08 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 2 0  
 HO 1 L 33/32 (2010.01) HO 1 L 33/00 1 8 6

請求項の数 19 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-145862 (P2008-145862)	(73) 特許権者	507194969
(22) 出願日	平成20年6月3日(2008.6.3)		ソウル セミコンダクター カンパニー
(62) 分割の表示	特願2006-117739 (P2006-117739) の分割		リミテッド
原出願日	平成14年8月29日(2002.8.29)		大韓民国 ソウル特別市 衿川区 加山洞
(65) 公開番号	特開2008-211255 (P2008-211255A)		148-29
(43) 公開日	平成20年9月11日(2008.9.11)		148-29, Gasan-dong, G
審査請求日	平成20年6月3日(2008.6.3)		eumcheon-gu, Seoul, R
(31) 優先権主張番号	特願2002-110760 (P2002-110760)	(74) 代理人	110000408
(32) 優先日	平成14年4月12日(2002.4.12)		特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	酒井 士郎
早期審査対象出願		(72) 発明者	徳島県徳島市八万町中津浦174-4
			敷 金平
			徳島県徳島市南常三島町2-1 徳島大学 内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁基板上に複数の GaN 系発光ダイオード素子を形成してなる発光装置であって、  
 前記複数の発光ダイオード素子は前記絶縁基板上に、マトリクス状に配置され、  
 前記複数の発光ダイオード素子は、互いに反対極性として第1の組と第2の組とに電氣的に分けられるように2個の交流電源用電極に並列接続され、

前記第1の組の発光ダイオード素子が第1の発光ダイオード素子の列と第2の発光ダイオード素子の列とを含み、前記第2の組の発光ダイオード素子が第3の発光ダイオード素子の列と第4の発光ダイオード素子の列とを含み、前記第3の発光ダイオード素子の列が前記第1の発光ダイオード素子の列と前記第2の発光ダイオード素子の列との間に配置され、

前記第1の発光ダイオード素子の列の前記マトリクス状の配列の1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第2の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第3の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第4の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極とが共有されて電氣的に接続され、かつ、前記2個の交流電源用電極とは直接には接続されていないことを特徴とする発光装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、

前記第1の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極と前記第4の発

光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極とは極性が同じであり、前記第2の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極と前記第3の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極とは極性が同じであることを特徴とする発光装置。

【請求項3】

請求項1記載の装置において、

前記第1の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極と前記第2の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極とは極性が反対であり、前記第3の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極と前記第4の発光ダイオード素子の列の端部の発光ダイオード素子の電極とは極性が反対であることを特徴とする発光装置。

10

【請求項4】

請求項1記載の装置において、

前記2個の交流電源用電極は、前記マトリクス状の配置の対角線の両端に配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項5】

請求項1記載の装置において、

前記2個の交流電源用電極は、前記マトリクス状の配置の端部の1辺の両端に配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項6】

請求項1記載の装置において、

前記2個の交流電源用電極と前記複数の発光ダイオード素子は、それぞれ、平面形状が略同一形状かつ同一サイズであることを特徴とする発光装置。

20

【請求項7】

請求項1記載の装置において、

前記2個の交流電源用電極と前記複数の発光ダイオード素子は、平面形状が略正方形であってマトリクス状に配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項8】

請求項1記載の装置において、

前記第1の組を構成する全ての発光ダイオード素子が2つの交流電源用電極の間で直列に接続されることを特徴とする発光装置。

30

【請求項9】

請求項8記載の装置において、

記第2の組を構成する全ての発光ダイオード素子が2つの交流電源用電極の間で直列に接続されることを特徴とする発光装置。

【請求項10】

請求項1記載の装置において、

前記第1の列を構成する発光ダイオード素子のうちのいずれかの発光ダイオード素子の負電極が前記第3の列を構成する発光ダイオード素子のうちの前記いずれかの発光ダイオード素子に隣接する発光ダイオード素子の負電極と共有され、電氣的に接続されることを特徴とする発光装置。

40

【請求項11】

請求項1記載の装置において、

前記第1の列を構成する発光ダイオード素子の前記マトリクス上の配置の1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第1の電極と、前記第2の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第2の電極と、前記第3の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第3の電極と、前記第4の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第4の電極とがそれぞれ共有され、電氣的に接続され、前記第1の電極と前記第4の電極とは同じ極性であり、前記第2の電極と前記第3の電極とは同じ極性であり、前記第1の電極及び

50

前記第 4 の電極と前記第 2 の電極及び前記第 3 の電極の極性は異なることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の装置において、

前記第 1 の組の発光ダイオード素子は、さらに第 5 の発光ダイオード素子の列をも含み

、  
前記第 2 の組の発光ダイオード素子は、さらに第 6 の発光ダイオード素子の列をも含み  
、  
前記第 4 の発光ダイオード素子の列は、前記第 2 の発光ダイオード素子の列と前記第 5  
の発光ダイオード素子の列との間に配置され、

10

前記第 5 の発光ダイオード素子の列は、前記第 4 の発光ダイオード素子の列と前記第 6  
の発光ダイオード素子の列との間に配置され、

前記第 2 の列を構成する発光ダイオード素子の前記マトリクス上の配置の 1 辺に対向す  
る辺の側の端部の発光ダイオード素子の第 5 の電極と、前記第 4 の列を構成する発光ダイ  
オード素子の前記対向する辺の側の端部の発光ダイオード素子の第 6 の電極と、前記第 5  
の列を構成する発光ダイオード素子の前記対向する辺の側の端部の発光ダイオード素子の  
第 7 の電極と、前記第 6 の列を構成する発光ダイオード素子の前記対向する辺の側の端部  
の発光ダイオード素子の第 8 の電極とがそれぞれ共有され、電氣的に接続され、かつ、前  
記 2 個の交流電源用電極とは直接には接続されておらず、前記第 5 の電極と前記第 8 の電  
極とは同じ極性であり、前記第 6 の電極と前記第 7 の電極とは同じ極性であり、前記第 5  
の電極及び前記第 8 の電極と前記第 6 の電極及び前記第 7 の電極の極性は異なることを特  
徴とする発光装置。

20

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の装置において、

それぞれの発光ダイオードの素子の列は、前記絶縁基板上で直線上に個別で配置される  
ことを特徴とする請求項 1 0 記載の発光装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 記載の装置において、

前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極と、前記第 3 の電極と、前記第 4 の電極とがエアブ  
リッジ配線により共有され、電氣的に接続されることを特徴とする発光装置。

30

【請求項 1 5】

請求項 1 2 記載の装置において、

前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極と、前記第 3 の電極と、前記第 4 電極とが第 1 のエ  
アブリッジ配線により共有され、電氣的に接続され、

前記第 5 の電極と、前記第 6 の電極と、前記第 7 の電極と、前記第 8 の電極とが第 2 の  
エアブリッジ配線により共有され、電氣的に接続されることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 記載の装置において、

第 1 のエアブリッジ配線と第 2 のエアブリッジ配線が前記絶縁基板の両端に配置される  
ことを特徴とする発光装置。

40

【請求項 1 7】

請求項 1 記載の装置において、

前記複数の発光ダイオード素子は、平面形状が三角形であり、

前記第 1 の組を構成する発光ダイオード素子のうちのいずれかの発光ダイオード素子と  
、前記第 2 の組を構成する発光ダイオード素子のうちの前記いずれかの発光ダイオード素  
子に隣接する発光ダイオード素子は、三角形の 1 辺で対向することで平面形状が略正方形  
となるように配置され、対向する辺において負電極を共有することを特徴とする発光装置  
。

【請求項 1 8】

請求項 1 から 1 7 のいずれか記載の装置において、

50

前記第1の組の発光ダイオード素子と前記第2の組の発光ダイオード素子は、ジグザグ状に互い違いに配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項19】

請求項1から18のいずれか記載の装置において、

前記複数の発光ダイオード素子は、一体として形成されていることを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に複数の発光素子が形成された発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光素子(LED)等の発光手段が表示用途等に使用される場合には、その使用条件が駆動電圧約1~4V、駆動電流が約20mAとなっている。ところで、近年GaN系化合物半導体を用いた短波長LEDが開発され、フルカラーや白色等の固体光源が実用化されたことに伴い、次第にLEDを照明用途にも応用することが検討されている。LEDを照明用途に応用する場合に、上述した駆動電圧1~4V、駆動電流20mAという使用条件とは異なる条件で使用される事態も生じる。このため、LEDにより大電流を流し、発光出力を大きくする工夫がなされている。大電流を流すためには、LEDのpn接合面積を大きくし、電流密度を小さく抑える必要がある。

【0003】

【特許文献1】特開2001-307506号公報

【特許文献2】特開昭59-206873号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

LEDを照明用光源として使用する場合には、電源として交流を使用し、100V以上の駆動電圧で使用できることが便利である。また、同じ電力を投入して同じ発光出力を得るのであれば、低い電流値を保ちながら高い電圧を印加した方が電力損失を小さくすることができる。しかし、従来のLEDでは、必ずしも十分に駆動電圧を高くすることはできなかった。

【0005】

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は、高い駆動電圧で動作できる発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、絶縁基板上に複数のGaN系発光ダイオード素子を形成してなる発光装置であって、前記複数の発光ダイオード素子は前記絶縁基板上に、マトリクス状に配置され、前記複数の発光ダイオード素子は、互いに反対極性として第1の組と第2の組とに電氣的に分けられるように2個の交流電源用電極に並列接続され、前記第1の組の発光ダイオード素子が第1の発光ダイオード素子の列と第2の発光ダイオード素子の列とを含み、前記第2の組の発光ダイオード素子が第3の発光ダイオード素子の列と第4の発光ダイオード素子の列とを含み、前記第3の発光ダイオード素子の列が前記第1の発光ダイオード素子の列と前記第2の発光ダイオード素子の列との間に配置され、前記第1の発光ダイオード素子の列の前記マトリクス状の配列の1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第2の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第3の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極と、前記第4の発光ダイオード素子の列の前記1辺側の端部の発光ダイオード素子の電極とが共有されて電氣的に接続され、かつ、前記2個の交流電源用電極とは直接には接続されてい

10

20

30

40

50

いことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、本発明は、前段落記載の発光装置において、さらに前記第1の列を構成する発光ダイオード素子の前記マトリクス上の配置の1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第1の電極と、前記第2の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第2の電極と、前記第3の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第3の電極と、前記第4の列を構成する発光ダイオード素子の前記1辺の側の端部の発光ダイオード素子の第4の電極とがそれぞれ共有され、電気的に接続され、前記第1の電極と前記第4の電極とは同じ極性であり、前記第2の電極と前記第3の電極とは同じ極性であり、前記第1の電極及び前記第4の電極と前記第2の電極及び前記第3の電極の極性は異なることを特徴とする発光装置を提供する。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、高い駆動電圧で駆動し発光させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 1 0 】

図1には、本実施形態においてGaN系化合物半導体発光素子としてのLED1の基本構成が示されている。LED1は、基板10上に順次GaN層12、Siドープのn型GaN層14、InGaN発光層16、AlGaN層18、p型GaN層20が積層され、p型GaN層20に接してp電極22、n型GaN層14に接してn電極24が形成される構成である。

20

【 0 0 1 1 】

図1に示されたLEDは以下のプロセスにより作製される。すなわち、まず、MOCVD装置にてサファイアc面基板を水素雰囲気中で1100、10分間熱処理する。そして、温度を500まで降温させ、シランガスとアンモニアガスを100秒間供給して不連続なSiN膜を基板10上に形成する。なお、このプロセスはデバイス中の転位密度を低減させるためのものであり、図ではSiN膜は省略している。次に、同一温度でトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給してGaN層を20nm厚成長させる。温度を1050に昇温し、再びトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給してアンドープGaN(u-GaN)層12及びSiドープのn型GaN層14を各2μm厚成長させる。その後、温度を700程度まで降温してInGaN発光層16を2nm厚成長させる。目標組成は $x = 0.15$ 、すなわちIn<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nである。発光層16成長後、温度を1000まで昇温してAlGaN正孔注入層18を成長させ、さらにp型GaN層20を成長させる。

30

【 0 0 1 2 】

p型GaN層20を成長させた後、ウエハをMOCVD装置から取り出し、Ni10nm厚、Au10nm厚を順次真空蒸着で成長層表面に形成する。5%の酸素を含む窒素ガス雰囲気中で520熱処理することで金属膜はp型透明電極22となる。透明電極形成後、全面にフォトレジストを塗布し、n型電極形成のためのエッチングをフォトレジストをマスクとして行う。エッチング深さは、例えば600nm程度である。エッチングで露出したn型GaN層14上にTi5nm厚、Al5nm厚を形成し、窒素ガス雰囲気中で450、30分間熱処理してn型電極24を形成する。最後に、基板10の裏面を100μmまで研磨してチップを切り出し、マウントすることでLED1が得られる。

40

【 0 0 1 3 】

図1では、基板10上に一つのLED1が形成されているが、本実施形態では、基板10上にLED1をモノリシックに、かつ二次元アレイ状に複数形成し、各LEDを接続して発光装置(チップ)を構成する。

50

## 【 0 0 1 4 】

図 2 には、発光装置の等価回路図が示されている。図 2 において、2 次元アレイ状に形成された発光素子群は同数（図では 4 個）ずつ 2 組に分けられ、各組の LED 1 はそれぞれ直列接続され、2 組の LED 列は電極（駆動電極）に対して逆極性となるように並列接続される。このように LED 列が直列接続されることにより、各々の駆動電圧が加算された高い電圧で LED 1 を駆動することができる。また、各 LED 列はその極性が互いに反対となるように電極に並列接続されているので、電源として交流電源を使用した場合にも、電源の各周期中に必ずどちらかの LED 列が発光していることになるので、効率のよい発光を行うことができる。

## 【 0 0 1 5 】

図 3 には、基板 1 0 上にモノリシックに形成された複数の LED の部分的な平面図が示されている。また、図 4 は、図 3 の I V - I V 断面図が示されている。図 3 において、LED 1 の上面には、図 1 に示されるように p 電極 2 2 及び n 電極 2 4 が形成されている。隣接する LED 1 の p 電極 2 2 と n 電極 2 4 との間がエアブリッジ配線 2 8 により接続され、複数の LED 1 が直列接続される。

## 【 0 0 1 6 】

図 4 において、各 LED 1 は説明の都合上簡略的に示されている。すなわち、n - GaN 層 1 4、p - GaN 層 2 0、p - 電極 2 2、n - 電極 2 4 のみが示されている。実際には図 1 に示されるように InGaIn 発光層 1 6 等が存在することは言うまでもない。エアブリッジ配線 2 8 は、p 電極 2 2 から n 電極 2 4 までを空中を介して接続する。これにより、素子表面に絶縁膜を塗布し、この上に電極を形成して p 電極 2 2 と n 電極 2 4 とを電氣的に接続する方法に比べ、エッチング溝に沿って電極を配置する必要がなくなるので、配線切れや絶縁膜から n 層、p 層へ絶縁材料を構成する元素が熱拡散して LED 1 を劣化させるといった問題を回避できる。エアブリッジ配線 2 8 は、LED 1 間のみならず LED 1 と図示しない電極との間の接続にも使用される。

## 【 0 0 1 7 】

また、図 4 に示されるように、各 LED 1 は互いに独立し、電氣的に絶縁される必要がある。このため、各 LED 1 はサファイア基板 1 0 上で分離された構成となっている。サファイアはそれ自身絶縁体であるので、LED 1 をそれぞれ電氣的に分離することができる。このように、サファイア基板 1 0 を LED の電氣的な分離を行うための抵抗体として使用することにより、容易かつ確実に LED の電氣的な分離を行うことができる。

## 【 0 0 1 8 】

なお、発光素子としては、pn 接合を有する LED の他、MIS とすることもできる。

## 【 0 0 1 9 】

図 5 には、発光装置の他の等価回路図が示されている。図において、2 0 個の LED 1 が直列接続されて 1 つの LED アレイを形成しており、2 つの LED アレイ（合計 4 0 個の LED）が電源に並列に接続されている。LED 1 の駆動電圧は 5 V に設定されており、各 LED アレイの駆動電圧は 1 0 0 V となっている。2 つの LED アレイは図 2 と同様に互いに反対極性となるように電源に並列接続されており、電源の極性がいずれであっても必ずどちらかの LED アレイが発光することになる。

## 【 0 0 2 0 】

図 6 には、二次元アレイが具体的に示されている。図 2 の等価回路図に対応するものである。図において、サファイア基板 1 0 上に合計 4 0 個の LED 1 が形成されており、それぞれ 2 0 個ずつ 2 組に分けられ、エアブリッジ配線 2 8 により直列接続されて 2 つの LED アレイを形成している。より詳細には、各 LED 1 は全て同形の正方形で同サイズであり、1 つの LED アレイは上から 6 個、7 個、7 個とそれぞれ直線上に配置され、上から第 1 列目（6 個）と第 2 列目（7 個）は互いに逆向きに形成され、第 2 列目と第 3 列目も互いに逆向きに形成される。第 1 列目と第 2 列目、第 2 列目と第 3 列目は互いに離間して配置されている。これは、後述するように他方の LED アレイの列が交互に挿入されるためである。第 1 列目の右端の LED 1 と第 2 列目の右端の LED 1 とはエアブリッジ配

10

20

30

40

50

線 28 により接続される。第 2 列目の左端の LED 1 と第 3 列目の左端の LED 1 もエアブリッジ配線 28 で接続されてジグザグ配列となる。第 1 列目の左端の LED 1 は基板 10 の左上部に形成された電極 (パッド) 32 にエアブリッジ配線 28 で接続され、第 3 列目の右端の LED 1 は基板 10 の右下部に形成された電極 (パッド) 32 にエアブリッジ配線 28 で接続される。2 つの電極 (パッド) 32 も LED 1 と同形の正方形である。他方の LED アレイは上述した一方の LED アレイの間に互い違いとなるように形成される。すなわち、他方の LED アレイは上から 7 個、7 個、6 個とそれぞれ直線上に配置され、上から第 1 列目は一方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目の間に形成され、第 2 列目は一方の LED アレイの第 2 列目と第 3 列目の間に形成され、第 3 列目は一方の LED アレイの第 3 列目の下に形成される。他方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目、及び第 2 列目と第 3 列目も互いに逆方向となるように形成され、第 1 列目の右端の LED 1 は第 2 列目の右端の LED 1 にエアブリッジ配線 28 で接続され、第 2 列目の左端の LED 1 は第 3 列の左端の LED 1 にエアブリッジ配線 28 で接続されてジグザグ状となる。他方の LED アレイの第 1 列目の左端の LED は基板 10 の左上部に形成された電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続され、第 3 列目の右端の LED 1 は基板 10 の右下部に形成された電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続される。一方の LED アレイと他方の LED アレイの電極 32 に対する極性は互いに逆である。発光装置 (チップ) の全体形状は長方形である。電源が供給される 2 つの電極 32 は、長方形の対角位置に離間して形成される点も着目されたい。

#### 【0021】

図 7 には、図 6 の回路図が示されている。それぞれの LED アレイはジグザグ状に屈曲しつつ直列接続され、2 つの LED アレイはジグザグ状の各列が互いの列の間に形成される様子が明らかとなる。このような配置とすることで、多数の LED 1 を小さな基板 10 上に配置することができる。また、40 個の LED 1 に対して電極 32 が 2 個でよいので、この点でも基板 10 の使用効率を向上させることができる。また、各 LED 1 を分離するために LED 1 を個別に形成する場合にはウエハをカットして分離する必要があるのに対し、本実施形態では各 LED 1 の分離をエッチングで行うことができるので、LED 1 の間隔を狭くすることができる。これにより、サファイア基板 10 の大きさをより小さくすることができる。LED 1 同士の分離は、フォトレジストや反応性イオンエッチング、ウエットエッチングを併用することで LED 1 以外の領域を基板 10 に達するまでエッチング除去することで達成される。各 LED アレイは交互に発光するので、発光効率を向上できるとともに放熱特性も向上させることができる。また、直列接続させる LED 1 の数を変更すれば、全体としての駆動電圧も変更できる。また、LED 1 の面積を小さくすると、1 つの LED 当たりの駆動電圧を高くすることもできる。LED 1 を 20 個直列に接続した場合、商用電源 (100V、60Hz) で駆動すると、およそ 150mW の発光出力を得ることができる。この場合の駆動電流としては 20mA 程度である。

#### 【0022】

なお、図 7 から分かるように、2 つの LED アレイをジグザグ状に交互に配列する場合、エアブリッジ配線 28 に交叉部分 34 が必然的に発生する。例えば、他方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目を接続する際に、一方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目を接続するための配線部分と交叉する。しかし、本実施形態のエアブリッジ配線 28 は、上述したように基板 10 に接着しておらず、基板 10 から離れて空中を通過するので、交叉部分 34 においてエアブリッジ配線 28 同士が接触し、短絡することを容易に回避することができる。エアブリッジ配線 28 を用いる利点の一つである。エアブリッジ配線 28 は、例えば以下のようにして形成される。すなわち、全面に 2 $\mu$ m の厚さのフォトレジストを塗布し、エアブリッジ配線の形状に穴を開けた後にポストバークする。その上に、真空蒸着で Ti を 10nm、Au を 10nm、この順序で蒸着する。さらにその上の全面に 2 $\mu$ m 厚さでフォトレジストを再度塗布し、エアブリッジ配線を形成する部分のみに穴を開ける。次いで、Ti と Au を電極として電解液中でイオンプレーティング (メッキ) により電極全面に 3 ~ 5 $\mu$ m の厚さの Au を付着させる。その後、試料をアセトンに浸し、超音

波洗浄によりフォトリソを溶解除去してエアブリッジ配線 28 が完成する。

【0023】

このように、複数の LED1 を二次元アレイ状に配置することで、基板面積を有効に活用しつつ高駆動電圧、特に商用電源での駆動も可能となるが、二次元アレイのパターンとしてはこの他にも種々のパターンが可能である。一般に、二次元アレイパターンとしては、以下の条件を備えることが望ましい。

(1) 各 LED に均一に電流を流し、均一な発光を得るためには各 LED の形状、電極位置が同一であることが望ましい。

(2) ウエハをカットしてチップにするためには、各 LED の辺は直線であることが望ましい。

(3) 光取り出し効率を向上させるため、標準的なマウントを使用して周辺からの反射を利用するためには LED は平面形状が正方形に近い形状が望ましい。

(4) 2 つの電極 (ボンディングパッド) の大きさは  $100\ \mu\text{m}$  角程度で、互いに離れていることが望ましい。

(5) ウエハ面積の有効利用のため、配線、パッドの占める割合は小さい方が望ましい。もちろん、これらは必須ではなく、例えば各 LED の形状としては平面形状三角形を用いることも可能であろう。各 LED の形状が三角形であっても、これらを組み合わせることで全体形状を略正方形とすることができる。以下、二次元アレイパターンの例をいくつか示す。

【0024】

図 8 には、合計 6 個の LED1 を二次元に配置した例が示されており、図 9 にはその回路図が示されている。図 8 の配置は、基本的には図 6 の配置と同様であり、合計 6 個の LED アレイは同数ずつ 2 組に分けられ、それぞれ直列接続された 3 個の LED から構成される。一方の LED アレイはジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 1 個の LED1、第 2 列目は 2 個の LED1 が形成される。第 1 列目の LED と第 2 列目の右端の LED1 はエアブリッジ配線 28 で直列接続され、第 2 列目の 2 個の LED1 もエアブリッジ配線 28 で直列接続される。基板 10 の左上部と左下部に電極 (パッド) 32 が形成され、第 1 列目の LED1 は左上部の電極 32 にエアブリッジ配線で接続され、第 2 列目の左端の LED1 は左下部の電極 32 に接続される。他方の LED アレイもジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 2 個の LED1、第 2 列目は 1 個の LED1 が形成される。他方の LED アレイの第 1 列目は前記一方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目の間に形成され、他方の LED アレイの第 2 列目は前記一方の LED アレイの第 2 列目の下方に形成される。第 1 列目の右端の LED1 は第 2 列目の LED1 にエアブリッジ配線 28 で直列接続され、第 1 列目の 2 個の LED1 同士もエアブリッジ配線 28 で直列接続される。第 1 列目の左端の LED1 は左上部の電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続され、第 2 列目の LED1 は左下部の電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続される。図 9 から分かるように、この例でも 2 つの LED アレイは互いに並列に電極 32 に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2 つの LED アレイは交互に発光することになる。

【0025】

図 10 には、合計 14 個の LED を二次元配置した例が示されており、図 11 にはその回路図が示されている。合計 14 個の LED アレイは 2 組に分けられ、それぞれ直列接続された 7 個の LED から構成される。一方の LED アレイはジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 3 個の LED1、第 2 列目は 4 個の LED1 が形成される。第 1 列目の左端の LED と第 2 列目の左端の LED1 はエアブリッジ配線 28 で直列接続され、第 1 列目の 3 個の LED 同士、及び第 2 列目の 4 個の LED1 同士もエアブリッジ配線 28 で直列接続される。基板 10 の右上部と右下部に電極 (パッド) 32 が形成され、第 1 列目の右端の LED1 は右上部の電極 32 にエアブリッジ配線で接続され、第 2 列目の右端の LED1 は右下部の電極 32 に接続される。他方の LED アレイもジグザグ状に配列され、上から第 1 列目は 4 個の LED1、第 2 列目は 3 個の LED1 が形成される。他方の LED

アレイの第 1 列目は前記一方の LED アレイの第 1 列目と第 2 列目の間に形成され、他方の LED アレイの第 2 列目は前記一方の LED アレイの第 2 列目の下方に形成される。第 1 列目の左端の LED 1 は第 2 列目の左端の LED 1 にエアブリッジ配線 28 で直列接続される。第 1 列目の 4 個の LED 1 同士、及び第 2 列目の 3 個の LED 1 同士も直列接続される。第 1 列目の右端の LED 1 は右上部の電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続され、第 2 列目の右端の LED 1 は右下部の電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続される。図 11 から分かるように、この例でも 2 つの LED アレイは互いに並列に電極 32 に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2 つの LED アレイは交互に発光することになる。

【 0 0 2 6 】

図 6、図 8、図 10 の二次元パターンに共通する特徴としては、各 LED 1 が略正方形の同形、同サイズであること、2 つの電極 (パッド) も略正方形であり、隣接形成されていない (離間形成されている) こと、2 つの LED アレイの組み合わせであること、2 つの LED アレイは屈曲しつつチップ上に互いに交錯するように形成されること、2 つの LED アレイは互いに逆極性となるように電極に接続されること、等である。

【 0 0 2 7 】

図 12 には、平面形状が三角形の LED を二次元配列した場合の例が示されており、図 13 にはその回路図が示されている。図 12 において、合計 6 個の LED 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f がその平面形状が三角形となるように形成されている。LED 1 a と LED 1 e が三角形の一边で対向して 2 つで略正方形となるように配置され、LED 1 b と 1 f が対向して 2 つで略正方形となるように配置される。また、LED 1 d と電極 32 が対向して接続し、LED 1 c と電極 32 が対向して接続する。2 つの電極 32 も LED と同様に平面形状が三角形であり、同様に略正方形となるように配置される。LED 同士に対向する辺は n 電極 24 を構成し、すなわち、対向する 2 つの LED は n 電極 24 を共有する。LED と電極 32 も n 電極接続である。この配置も、上述した例と同様に合計 6 個の LED は 2 組に分けられる。一方の LED アレイは、LED 1 a、LED 1 b、LED 1 c からなるアレイであり、LED 1 a の p 電極 22 は電極 32 にエアブリッジ配線 28 で接続され、その n 電極 24 は LED 1 b の p 電極 22 とエアブリッジ配線 28 で接続される。LED 1 b の n 電極 24 は LED 1 c の p 電極 22 とエアブリッジ配線 28 で接続される。LED 1 c の n 電極 24 は電極 32 に接続される。他方の LED アレイは、LED 1 d、LED 1 e、LED 1 f から構成され、電極 32 と LED 1 f の p 電極 22 はエアブリッジ配線 28 で接続され、LED 1 f の n 電極 24 は LED 1 e の p 電極 22 とエアブリッジ配線 28 で接続され、LED 1 e の n 電極 24 と LED 1 d の p 電極 22 はエアブリッジ配線 28 で接続され、LED 1 d の n 電極 24 は電極 32 に接続される。

【 0 0 2 8 】

図 13 において、一方の LED アレイを構成する LED 1 a と他方の LED アレイを構成する LED 1 e の n 電極が接続されており、一方の LED アレイを構成する LED 1 b と他方の LED アレイを構成する LED 1 f の n 電極が接続されている点にも着目されたい。2 組の LED アレイのいくつかの n 電極を共有することで、回路配線を削減することができる。また、この例においても、2 つの LED アレイは並列に電極 32 に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。また、各 LED は同形、同サイズであり、各 LED を一つの辺で対向させるとともに電極 32 も三角形とすることで LED 及び電極を高密度に形成して必要な基板面積を小さくすることができる。

【 0 0 2 9 】

図 14 には、平面形状が三角形の LED を二次元配列した他の例が示されており、図 15 にはその回路図が示されている。この例では、合計 16 個の LED 1 a ~ 1 r が二次元形成されている。LED 1 a と 1 j、1 b と 1 k、1 c と 1 m、1 d と 1 n、1 e と 1 p、1 f と 1 q、1 g と 1 r がそれぞれ三角形の一つの辺で対向する。対向する辺には n 電極 24 が共通形成されている。また、LED 1 i と電極 32 が対向し、LED 1 h と電極

10

20

30

40

50

3 2 が対向する。一方の LED アレイは LED 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h から構成され、他方の LED アレイは LED 1 r、1 q、1 p、1 n、1 m、1 k、1 j、1 i から構成される。LED 1 b の n 電極 2 4 はエアブリッジ配線 2 8 により LED 1 c の p 電極 2 2 に接続され、LED 1 e の n 電極 2 4 もエアブリッジ配線 2 8 により LED 1 f の p 電極 2 2 に接続される。また、LED 1 q の n 電極 2 4 もエアブリッジ配線 2 8 により LED 1 p の p 電極 2 2 に接続され、LED 1 m の n 電極 2 4 もエアブリッジ配線 2 8 により LED 1 k の p 電極 2 2 に接続される。図 1 4 においても、図 1 2 と同様に交叉部分が生じるが、エアブリッジ配線 2 8 により短絡を回避できる。また、この例においても 2 組の LED アレイのいくつかの n 電極 2 4 を共有構造とすることで必要な配線を削減している。また、この例においても 2 つの LED アレイは並列で互いに逆極性で電極 3 2 に接続されており、交流駆動が可能である。図 1 2 においては合計 6 個の LED の場合、図 1 4 においては合計 1 6 個の LED の場合について示したが、他の個数の LED でも同様に二次元配列できる。本願出願人は、3 8 個の LED を二次元配列した発光装置も作成している。

10

#### 【0030】

以上、交流駆動の場合について説明したが、直流駆動も可能であることは言うまでもない。この場合、LED アレイを互いに逆極性となるように電極に接続するのではなく、直流電源の極性の向きに合わせて LED アレイを順方向に接続すればよい。複数の LED を直列接続することで、高電圧駆動が可能である。以下、直流駆動の場合についても説明する。

20

#### 【0031】

図 1 6 には、2 個の LED を直列接続した例が示されており、図 1 7 にはその回路図が示されている。各 LED 1 は平面形状が矩形であり、2 個の LED 間はエアブリッジ配線 2 8 で接続される。電極 3 2 は各 LED 1 の近傍に形成されており、電極 3 2 と LED 1 とで長方形の領域を形成する。すなわち、電極 3 2 は長方形領域の一部を占有し、長方形領域の他の領域に LED 1 が形成されている。

#### 【0032】

図 1 8 には、合計 4 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 1 9 にはその回路図が示されている。図 1 6 の LED 1 を 2 個に分割し、それぞれを並列に接続したものである。2 個の LED からなる LED アレイを 2 組並列に順方向接続したと云うこともできる。LED 1 a と 1 b で一つの LED アレイを構成し、LED 1 c と 1 d でもう一つの LED アレイを構成する。LED 1 a と LED 1 c は p 電極 2 2 及び n 電極 2 4 を共有し、LED 1 b と LED 1 d も p 電極 2 2 及び n 電極 2 4 を共有する。この構成によれば、図 1 6 に比べて電流が均一化する効果がある。

30

#### 【0033】

図 2 0 は、合計 3 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 2 1 にはその回路図が示されている。LED 1 a、1 b、1 c は同形ではなく、LED 1 a の一部に電極 3 2 が形成されている。LED 1 a の n 電極 2 4 と LED 1 b の p 電極は LED 1 b の上を跨ぐエアブリッジ配線 2 8 で接続される。各 LED の形状及び配置を工夫することで、3 個の LED であっても発光装置（チップ）全体の外観形状を略正方形とすることができる。

40

#### 【0034】

図 2 2 には、合計 6 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 2 3 にはその回路図が示されている。各 LED 1 a ~ 1 f は同形、同サイズである。LED 1 a ~ 1 f は直列接続される。LED 1 a ~ 1 c は直線上に配置され、LED 1 d ~ 1 f は他の直線上に配置される。LED 1 c と LED 1 d はエアブリッジ配線 2 8 で接続される。この例においても、チップの全体形状を略正方形とすることができる。

#### 【0035】

図 2 4 には、合計 5 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 2 5 にはその回路図が示されている。LED 1 a ~ 1 e は同形（長方形）、同サイズである。この例にお

50

いても、全体形状を略正方形とすることができる。

【0036】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく種々の変更が可能である。特に、複数の発光素子（LED等）を二次元配置する場合のパターンは上述したパターン以外にも可能である。この場合、隣接する発光素子間で電極を共有して配線を少なくすること、全体形状を正方形あるいは長方形とすること、複数組の発光素子アレイを電極に並列接続すること、交流駆動の場合に複数組の発光素子アレイを互い逆極性とすること、複数組の発光素子アレイをそれぞれジグザグ状に屈曲させて組み合わせること、等が好適である。

【0037】

図26～図31には、これらの変更例のいくつかが例示されている。図26は交流駆動の場合の二次元配置であり、合計40個のLEDが配置されている。図27はその回路図である。図6と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかがn電極24を共有する点である（図5参照）。例えば、一方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端に位置するLED（図中 で示す）のn電極24と共有されている。なお、LEDアレイの端部（図中 部分）におけるエアブリッジ配線28は、交叉させることなく共通形成されている。

【0038】

図28は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計14個のLEDが配置されている。図29はその回路図である。図10と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかはn電極24を共有する点である。例えば、一方のLEDアレイの第1列の左端のLED（図中 で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 で示す）のn電極24と共有されている。また、端部（図中 部分）におけるエアブリッジ配線28は共通形成されている。

【0039】

図30は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計6個のLEDが配置されている。図31はその回路図である。この例においても、端部（部）のエアブリッジ配線28が共通形成されている。この構成も、一方のLEDアレイにおけるn電極24と他方のLEDアレイにおけるn電極24が共有されていると云うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】発光素子（LED）の基本構成図である。

【図2】発光装置の等価回路図である。

【図3】2個のLEDの平面図である。

【図4】図3のIV-IV断面図である。

【図5】発光装置の他の等価回路図である。

【図6】40個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図7】図6の回路図である。

【図8】6個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図9】図8の回路図である。

【図10】14個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図11】図10の回路図である。

【図12】6個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図13】図12の回路図である。

【図14】16個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図15】図14の回路図である。

【図16】2個のLEDを配列した説明図である。

【図17】図16の回路図である。

【図18】4個のLEDを二次元配列した説明図である。

【図19】図18の回路図である。

10

20

30

40

50

- 【図20】 3個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図21】 図20の回路図である。
- 【図22】 6個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図23】 図22の回路図である。
- 【図24】 5個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図25】 図24の回路図である。
- 【図26】 他の二次元配置説明図である。
- 【図27】 図26の回路図である。
- 【図28】 他の二次元配置説明図である。
- 【図29】 図28の回路図である。
- 【図30】 他の二次元配置説明図である。
- 【図31】 図30の回路図である。

10

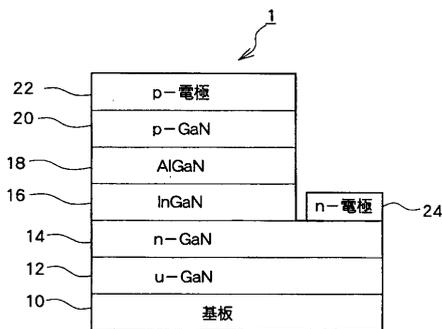
【符号の説明】

【0041】

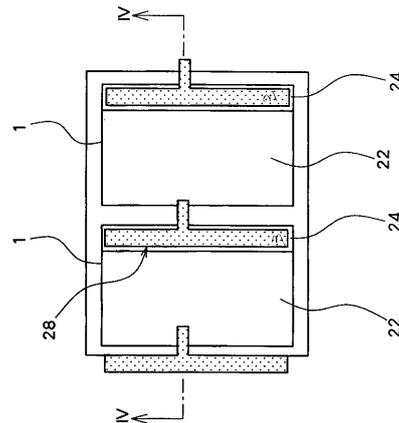
- 10 基板 (ウエハ)
- 12 u-GaN層
- 14 n型GaN層
- 16 InGaN発光層
- 18 AlGaN層
- 20 p-GaN層
- 22 p-電極
- 24 n-電極

20

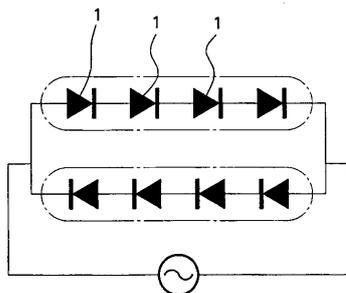
【図1】



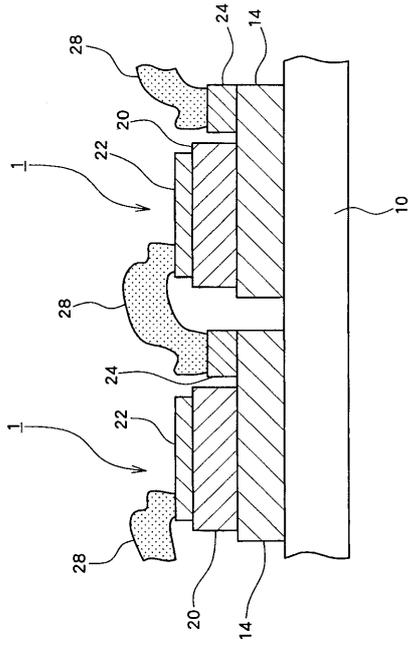
【図3】



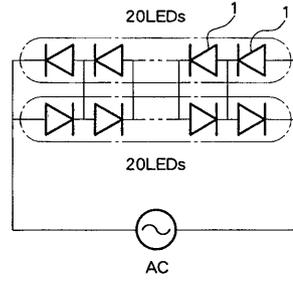
【図2】



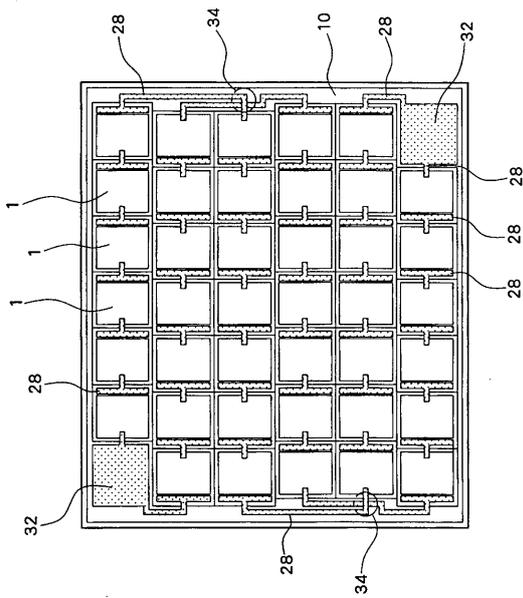
【 図 4 】



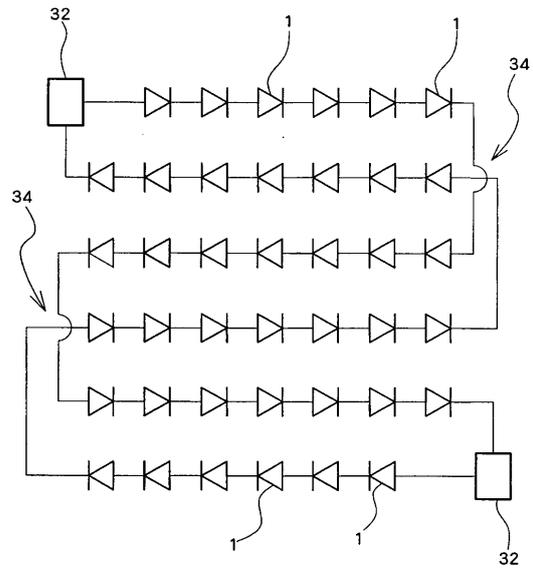
【 図 5 】



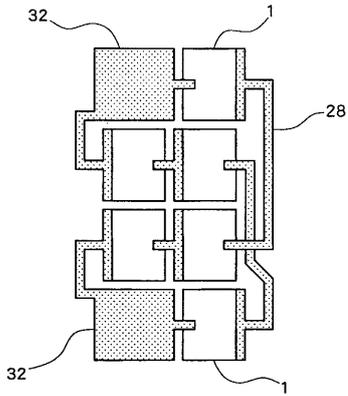
【 図 6 】



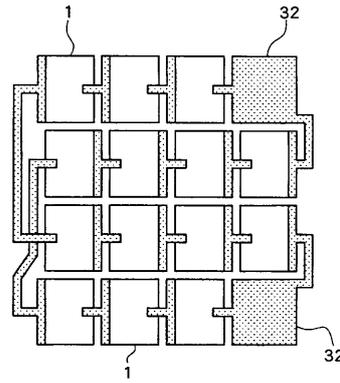
【 図 7 】



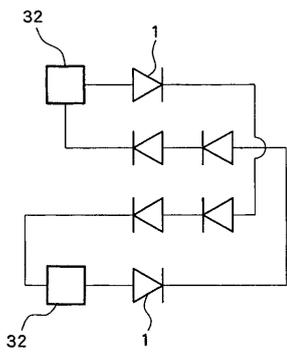
【 8 】



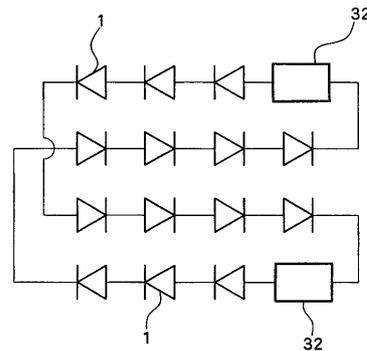
【 10 】



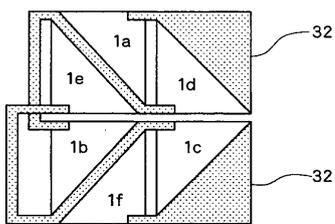
【 9 】



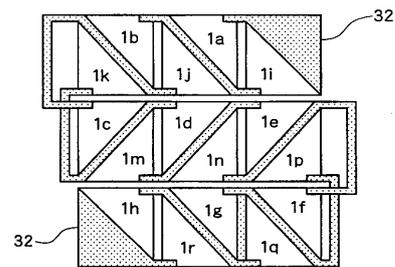
【 11 】



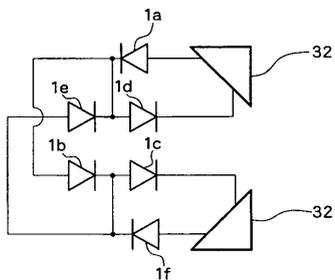
【 12 】



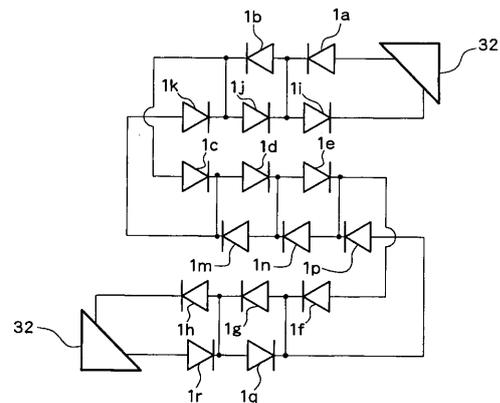
【 14 】



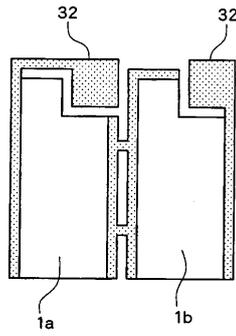
【 13 】



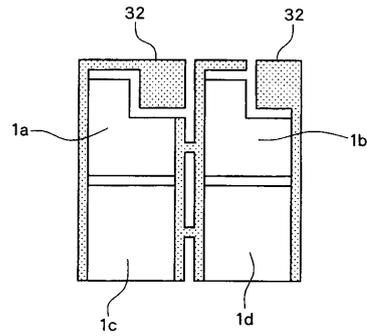
【 15 】



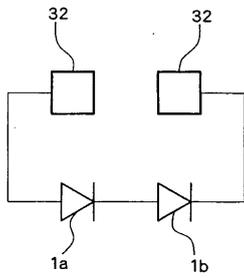
【図16】



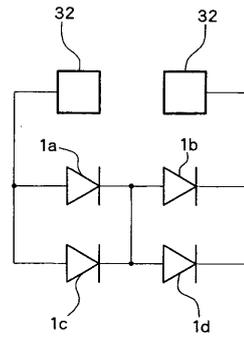
【図18】



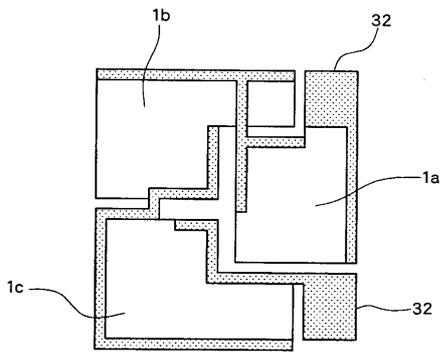
【図17】



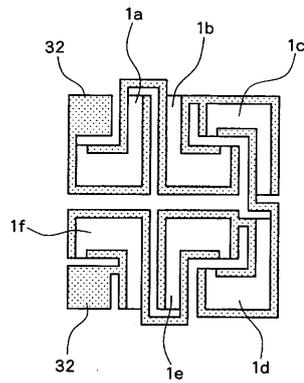
【図19】



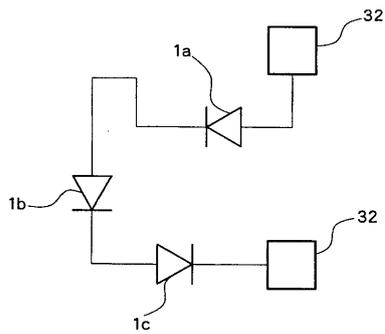
【図20】



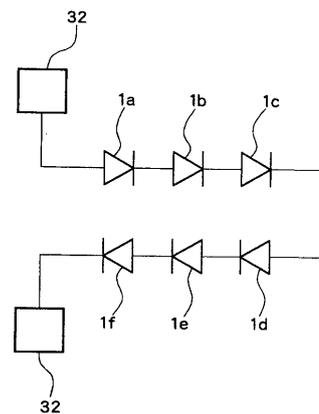
【図22】



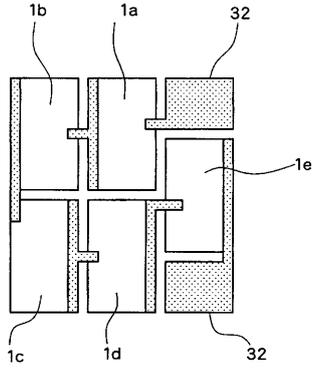
【図21】



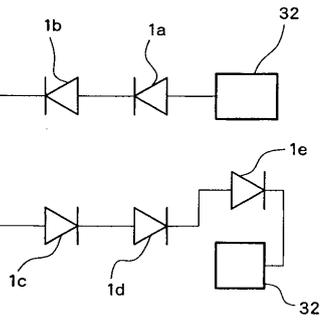
【図23】



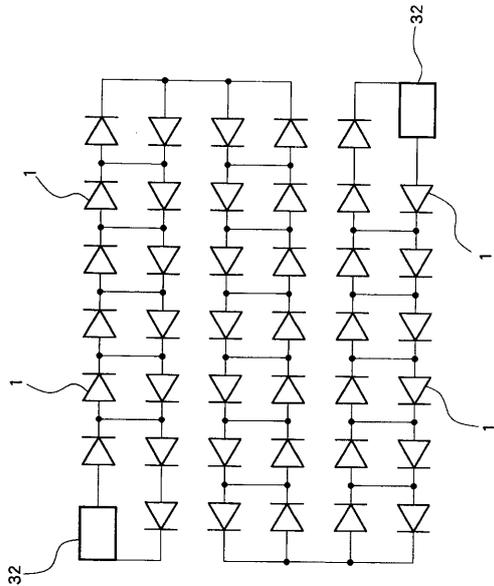
【 2 4 】



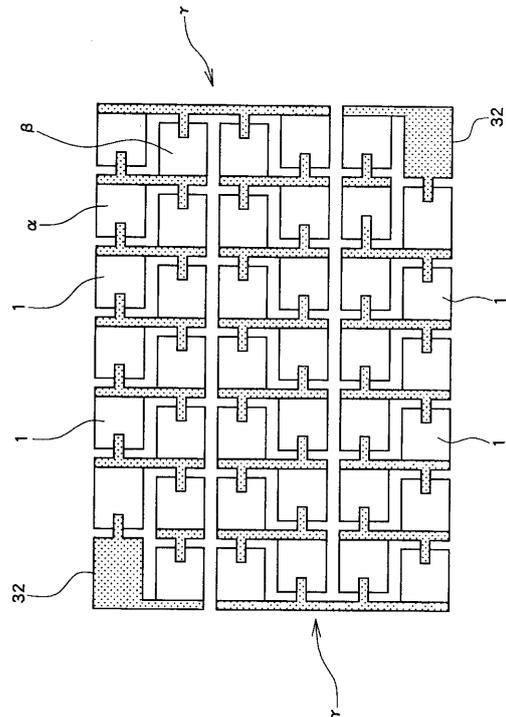
【 2 5 】



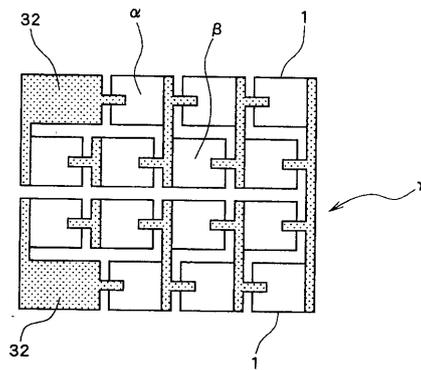
【 2 7 】



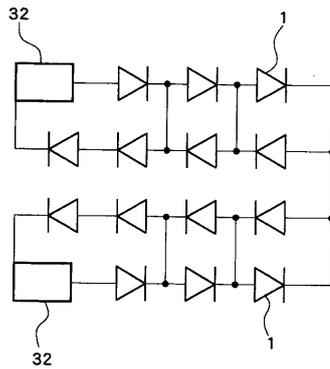
【 2 6 】



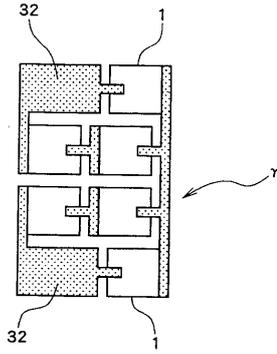
【 2 8 】



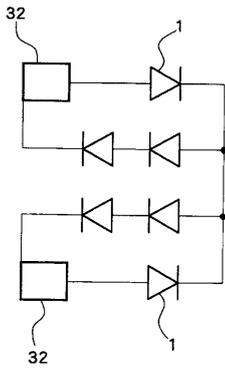
【 2 9 】



【図 30】



【図 31】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大野 泰夫  
徳島県徳島市八万町大坪 2 2 1 - 1 - 8 - 1 0 3

審査官 道祖土 新吾

(56)参考文献 特許第 3 8 2 2 5 4 5 ( J P , B 2 )  
特許第 4 1 9 5 0 4 1 ( J P , B 2 )  
特開平 1 0 - 1 0 7 3 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 5 1 7 8 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 0 1 1 3 6 ( J P , A )  
実開平 0 4 - 0 2 3 1 5 4 ( J P , U )  
特開平 1 1 - 1 5 0 3 0 3 ( J P , A )  
国際公開第 0 1 / 4 1 2 1 9 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 1 - 1 5 6 3 3 1 ( J P , A )  
特開昭 5 9 - 2 0 6 8 7 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 6 8 5 5 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 0 1 6 2 9 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4