

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3556080号
(P3556080)

(45) 発行日 平成16年8月18日(2004.8.18)

(24) 登録日 平成16年5月21日(2004.5.21)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 33/00

H O 1 L 33/00

C

H O 1 S 5/30

H O 1 S 5/30

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平9-331022	(73) 特許権者	000226057
(22) 出願日	平成9年11月14日(1997.11.14)		日亜化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開平11-150300		徳島県阿南市上中町岡491番地100
(43) 公開日	平成11年6月2日(1999.6.2)	(74) 代理人	100074354
審査請求日	平成12年3月6日(2000.3.6)		弁理士 豊栖 康弘
審査番号	不服2002-11300(P2002-11300/J1)	(74) 代理人	100091465
審査請求日	平成14年6月20日(2002.6.20)		弁理士 石井 久夫
		(72) 発明者	豊田 達憲
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内
		(72) 発明者	中河 義典
			徳島県阿南市上中町岡491番地100
			日亜化学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物半導体素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に形成されたn型窒化物半導体層と、該n型窒化物半導体層上に動作領域を介して形成されたp型窒化物半導体層とを備え、上記p型窒化物半導体層上のほぼ全面に形成された正電極と上記p型窒化物半導体層の一部を除去して露出させた上記n型窒化物半導体層の表面に形成された負電極とを同一面側に有する窒化物半導体素子であって、

上記負電極が形成される上記n型窒化物半導体層の表面は、上記n型窒化物半導体層の上面が上記p型窒化物半導体層の周囲を全て囲むようにかつ上記n型窒化物半導体層の少なくとも一部の外周側面と連続するように露出されており、

上記p型窒化物半導体層の外周側面と上記正電極の外周周辺部とを覆うように絶縁膜が形成され、

上記負電極は、上記p型窒化物半導体層の周囲を全て囲みかつ上記絶縁膜を介して上記正電極の外周周辺部上まで延在するように、上記n型窒化物半導体層の露出させた上面と該上面に連続する上記外周側面とに連続して形成されたことを特徴とする窒化物半導体素子。

【請求項2】

上記窒化物半導体素子においてさらに、上記正電極の中央部に、上記正電極に接続された取り出し電極を設けた請求項1記載の窒化物半導体素子。

【請求項3】

上記動作領域が発光領域である請求項1又は2に記載の窒化物半導体素子。

10

20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、n型及びp型窒化物半導体層を備えた窒化物半導体素子に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、窒化物化合物半導体を用いた発光素子が、青色系の発光が可能な発光素子として注目されている。この窒化物化合物半導体を用いた従来の発光素子は、図15に示すように、サファイヤ基板11上にn型窒化物半導体層12を成長させ、そのn型窒化物半導体層12上に発光層10を介してp型窒化物半導体層13を成長させた層構造を有する。

この従来の窒化物半導体発光素子において、図15, 16に示すように、p型窒化物半導体層上には、p型窒化物半導体層とオーミック接触可能な金属膜からなるp側の正電極15が形成され、n側の負電極14は、所定の位置で、p型窒化物半導体層と発光層をエッチングにより除去してn型窒化物半導体層の上面を露出させて、露出させた上面上に形成されている。

このように、従来例の窒化物半導体発光素子では、同一面側に形成された正負の電極間の短絡を防止するためと、素子の保護のために正負の電極の取り出し部分（開口部18, 19）を除いて絶縁膜17が形成されている。尚、図15, 16の窒化物半導体発光素子においては、正電極15上の負電極14から比較的離れた位置に取り出し電極16が形成されている。

以上のように構成された従来例の窒化物半導体発光素子は、比較的高い強度の青色系の発光が可能である。

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来の窒化物半導体発光素子では、p型窒化物半導体の抵抗がn型窒化物半導体の抵抗に比較して大きいので、p側の正電極15の面積をn側の負電極14の面積に比較して大きくする必要があり、かつ負電極14はn型窒化物半導体層の上面にのみ形成されているので、n型窒化物半導体層12との接触面積を大きくすることができいという問題点があった。また、窒化物半導体発光素子において、p型窒化物半導体13の上に透明電極を形成して、該透明電極を介して光を出力するいわゆる半導体側発光とする場合、p側の正電極15として形成される透明電極の面積をさらに大きくする必要があるので、n側の負電極の面積の確保が益々困難になるという問題点があった。

この結果、従来の窒化物半導体発光素子では、発光層15全体に電流を均一に流すことが困難であり、窒化物半導体発光素子の高い発光効率を十分引き出すことができなかった。また、電流が一部に集中して流れることにより、素子特性の劣化させる恐れがあった。以上、窒化物半導体発光素子の例について説明したが、発光層10に代えて受光層を形成することにより窒化物半導体を用いた窒化物半導体受光素子を構成しようとする場合においても同様の問題点を有していた。

【0004】

そこで、本発明は上記問題点を解決して、発光層（又は受光層）に均一に電流を注入することができ、発光効率（又は受光効率）を高くできる窒化物半導体素子を提供することを目的とする。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

以上の従来例の持つ問題点を解決するために、本発明に係る窒化物半導体素子は、基板上に形成されたn型窒化物半導体層と、該n型窒化物半導体層上に動作領域を介して形成されたp型窒化物半導体層とを備え、上記p型窒化物半導体層上のほぼ全面に形成された正電極と上記p型窒化物半導体層の一部を除去して露出させた上記n型窒化物半導体層の表面に形成された負電極とを同一面側に有する窒化物半導体素子であって、上記負電極が形成される上記n型窒化物半導体層の表面は、上記n型窒化物半導体層の上面が上記p型窒

10

20

30

40

50

化物半導体層の周囲を全て囲むようにかつ上記 n 型窒化物半導体層の少なくとも一部の外周側面と連続するように露出されており、上記 p 型窒化物半導体層の外周側面と上記正電極の外周周辺部とを覆うように絶縁膜が形成され、上記負電極は、上記 p 型窒化物半導体層の周囲を全て囲みかつ上記絶縁膜を介して上記正電極の外周周辺部上まで延在するように、上記 n 型窒化物半導体層の露出させた上面と該上面に連続する上記外周側面とに連続して形成されたことを特徴とする。

ここで、上記動作領域とは、発光層又は p n 接合面等の発光領域又は光吸収層又は p n 接合面等の光吸収領域のことをいう。これによって、n 側の上記負電極と上記 n 型窒化物半導体層との接触面積を大きくすることができるので、動作効率を向上させることができる。

10

【0006】

また、本発明の窒化物半導体素子において、上記負電極が形成される上記 n 型窒化物半導体層の上面が上記 p 型窒化物半導体層を囲むように露出され、かつ上記負電極が上記 p 型窒化物半導体層を囲むように形成されているので、さらに負電極と n 型窒化物半導体層との接触面積を大きくでき、上記動作層に電流をより均一に流すことができる。すなわち、本発明の窒化物半導体素子では、上記負電極が形成される上記 n 型窒化物半導体層の上面が上記 p 型窒化物半導体層の周囲を全て囲むように露出され、かつ上記負電極が上記 p 型窒化物半導体層の周囲を全て囲むように形成されている。

【0007】

また、本発明では、上記 p 型窒化物半導体層の外周側面と上記正電極の外周周辺部とを覆うように絶縁膜を形成し、上記負電極を該絶縁膜を介して上記正電極の外周周辺部上まで延在させて形成している。これにより、上記 p 型窒化物半導体層及び上記正電極の面積を大きくできるので、動作効率を高くでき、しかも上記負電極の外部回路との接続部分の面積を大きくすることができる。

20

【0008】

上記窒化物半導体素子においてさらに、上記正電極の中央部に、上記正電極に接続された取り出し電極を設けることが好ましく、上記 p 型窒化物半導体層の周囲を囲むように形成された負電極と相俟って、さらに効率的に電流を流すことができる。

【0009】

また、本発明に係る 1 つの態様の窒化物半導体素子は、上記動作領域が発光領域である。

30

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明に係る実施の形態について説明する。

実施形態 1 .

本発明に係る実施形態 1 の窒化物半導体発光素子は、図 1 及び図 2 に示すように、例えばサファイヤ等からなる基板 11 上に、例えば、Si がドープされた AlInGa_xN からなる n 型窒化物半導体層 12、例えば、InGa_xN からなる発光層 10 及び例えば、Mg がドープされた AlInGa_xN からなる p 型窒化物半導体層 13 が順に積層された半導体層構造を有する。

また、実施形態 1 の窒化物半導体発光素子において、p 型窒化物半導体層は、n 型窒化物半導体層 12 の少なくとも一側面に沿って n 型窒化物半導体層 12 の上面を露出させるように除去され、露出された n 型窒化物半導体層 12 の上面から n 型窒化物半導体層 12 の外周側面 22 に渡って連続した n 側の負電極 21 を形成する。p 側の正電極 15 は、p 型窒化物半導体層 13 上面のほぼ全面に形成され、p 側の正電極 15 の一部に取り出し電極 16 を形成する。

40

尚、実施形態 1 の窒化物半導体発光素子において、負電極 21 上及び取り出し電極 16 上の開口部 18, 19 を除いて、各電極及び各半導体層の表面を覆うように絶縁膜 17 が形成される。

【0011】

以上のように構成された実施形態 1 の窒化物半導体発光素子において、n 側の負電極 21

50

が形成されるべき n 型窒化物半導体層 1 2 の上面は、n 型窒化物半導体層の外周側面 2 2 と連続するように露出されており、かつ n 側の負電極 2 1 が露出させた n 型窒化物半導体層の上面と該上面に連続する上記外周側面 2 2 とに連続して形成されている。これによって、n 型窒化物半導体層 1 2 と n 側の負電極 2 1 との接触面積を大きくできるので、接触抵抗を低くでき、効率的に発光させることができる。

【0012】

以上の実施形態 1 の窒化物半導体素子において、発光層 1 0 において発光した光りは、半導体層側から出力するようにしてもよいし、基板 1 1 側から出力するようにしてもよい。半導体層側から光りを出力する場合は、正電極 1 5 及び絶縁膜 1 7 とを透光性を有するもので構成する。

10

【0013】

実施形態 2 .

図 3 は、実施形態 2 の窒化物半導体素子における p 側の正電極 1 5 と n 側の負電極との形状を示すための模式図である。この実施形態 2 の窒化物半導体素子は、負電極 2 1 から延在する負電極 2 1 a と負電極 2 1 b を備えている点が実施形態 1 と異なり、他の部分は実施形態 1 と同様に構成される。尚、図 3 において、図 1 及び図 2 と同様のものには同様の符号を付して示している。

すなわち、実施形態 2 の窒化物半導体素子においては、p 型窒化物半導体層 1 3 を取り囲むように露出された n 型窒化物半導体層 1 2 の上面において、負電極 2 1 の両端部から n 型窒化物半導体層 1 2 の各側面に沿って負電極 2 1 a と負電極 2 1 b とを形成している。ここで、負電極 2 1 a , 2 1 b は、n 型窒化物半導体層 1 2 の表面から側面に渡って形成されている。これによって、実施形態 2 では、n 型窒化物半導体層 1 2 の 3 つの側面がほぼ全て覆われることになる。

20

【0014】

以上のように構成された実施形態 2 の窒化物半導体素子は、実施形態 1 と同様の効果を有するとともに、負電極 2 1 から延在するように形成された負電極 2 1 a , 2 1 b によって、実施形態 1 に比較して電流を均一に発光層に注入することができるので、より効率的な発光が可能になる。

【0015】

実施形態 3 .

図 4 は、実施形態 3 の窒化物半導体素子の構成を示す模式断面図であり、図 5 は実施形態 3 の窒化物半導体素子における p 側の正電極 1 5 と n 側の負電極との形状を示すための模式図である。この実施形態 3 の窒化物半導体素子は、p 型窒化物半導体層 1 3 の全周を取り囲むように形成された負電極 2 1 c を備えている点が実施形態 1 と異なり、他の部分は実施形態 1 と同様に構成される。尚、図 4 , 5 において、図 1 及び図 2 と同様のものには同様の符号を付して示している。すなわち、実施形態 3 の窒化物半導体素子においては、p 型窒化物半導体層 1 3 を取り囲むように露出された上面において、負電極 2 1 及び負電極 2 1 c によって、p 型窒化物半導体層 1 3 の周囲を取り囲むように負電極を形成している。ここで、負電極 2 1 c は、n 型窒化物半導体層 1 2 の表面から側面に渡って形成されている。これによって、実施形態 3 では、n 型窒化物半導体層 1 2 の 4 つの側面が全て覆

30

40

【0016】

以上のように構成された実施形態 3 の窒化物半導体素子は、実施形態 1 と同様の効果を有するとともに、p 型窒化物半導体層の周囲を全て取り囲むように形成された負電極 2 1 , 2 1 c によって、実施形態 1 及び 2 に比較してさらに電流を均一に発光層に注入ことができ、より効率的な発光が可能になる。

【0017】

実施形態 4 .

図 6 は、本発明に係る実施形態 4 の構成を示す断面図である。本実施形態 4 の窒化物半導体発光素子は、実施形態 1 と同様、基板 1 1 上に n 型窒化物半導体層 1 2 、発光層 1 0 及

50

び p 型窒化物半導体層 1 3 が順に積層された半導体層構造を有し、p 側と n 側の電極が以下のように形成される。

(1) まず、p 型窒化物半導体層の周辺部が除去され、p 型窒化物半導体層 1 3 の周囲に n 型窒化物半導体層 1 2 の上面が所定の幅で露出される (図 7)。

(2) 次に、p 型窒化物半導体層 1 3 の上面のほぼ全面に比較的薄い p 側の正電極 3 5 を形成する (図 8)。

(3) そして、正電極 3 5 の中央部に円形の開口部 2 5 a を有する絶縁膜 3 7 を、正電極 3 5 及び p 型窒化物半導体層 1 3 の上面及び側面を覆うように形成する (図 9)。

(4) 次に、開口部 2 5 a とその近傍を除いて、絶縁膜 3 7 と p 型窒化物半導体層 1 3 の周囲に所定の幅に露出された n 型窒化物半導体層 1 3 の上面及び n 型窒化物半導体層 1 3 の側面とを覆うように、n 側の負電極 3 1 を形成する (図 10)。ここで、負電極 3 1 は、p 型窒化物半導体層 1 3 の外側に露出された n 型窒化物半導体層 1 2 の上面及び側面で n 型窒化物半導体層 1 2 とオーミック接触する。

(5) 次に、負電極 3 1 を覆うように絶縁膜 3 8 を形成する (図 11)。ここで、絶縁膜 3 8 は、絶縁膜 3 7 の開口部 2 5 a の直上に開口部 2 5 b が形成され、該開口部 2 5 a と開口部 2 5 b とによって開口部 2 5 が形成される。また、絶縁膜 3 8 は、正電極 3 5 上の片側に略矩形の開口部 2 6 が形成される。

(6) 次に、開口部 2 5 を介して正電極 3 5 と接触する p 側取り出し電極 3 6 を形成する (図 12)。ここで、p 側取り出し電極 3 6 は、開口部 2 6 側には、絶縁膜 3 8 を介して負電極 3 1 の一部分と厚さ方向に重なるように開口部 2 6 に近接する位置まで延在し、かつ開口部 2 6 の反対側には p 型窒化物半導体層 1 3 の上部において絶縁膜 3 8 を介して負電極 3 1 と厚さ方向に重なるように、p 型窒化物半導体層の縁まで延在して形成される。

(7) n 側取り出し電極 3 2 を、開口部 2 6 を介して負電極 3 1 と導通するように形成する (図 13)。

(8) さらに、n 側取り出し電極 3 2 上に開口部 2 8 を有しかつ p 側取り出し電極 3 6 上の n 側取り出し電極 3 2 から離れた位置に開口部 2 7 を有する絶縁膜 3 9 を、形成する (図 14)。

【0018】

以上のように構成された実施形態 4 の窒化物半導体発光素子は、

(a) 正電極 3 5 が p 型窒化物半導体層 1 3 のほぼ全面に形成されかつ正電極 3 5 に中央部で接続された取り出し電極 3 6 を有し、しかも、

(b) 負電極 3 1 が、p 型窒化物半導体層 1 3 を周囲をすべて取り囲むように該半導体層 1 3 に近接して n 型窒化物半導体層 1 2 に接続している。

これによって、発光層 1 0 にほぼ均一に電流を流すことができるので、効率よく発光させることができる。

【0019】

また、以上のように構成された実施形態 4 の窒化物半導体素子では、絶縁膜 3 7 を介して正電極 3 5 と電気的に導通しないように正電極 3 5 上に重ねて n 側取り出し電極 3 2 を形成できるように構成している。これによって、正電極 1 5 と負電極 2 1 とを並置して設けた実施形態 1 ~ 3 に比較して、p 型窒化物半導体層 1 3 及び正電極 1 5 の面積を大きくできるので、より効率的な発光が可能になる。

【0020】

また、以上のように構成された実施形態 4 の窒化物半導体発光素子は、n 型窒化物半導体層 1 2、発光層 1 0 及び p 型窒化物半導体層 1 3 の各側面及び上面が、基板 1 1 側に位置する面を除いて、それぞれ比較的厚く形成された負電極 3 1、n 側取り出し電極 3 2 又は p 側取り出し電極 3 6 のいずれかで覆われているので、半導体層の側面又は上面からの光りの漏れを防止できる。これによって、発光した光りを基板 1 1 側から効率よく出力することができる。

【0021】

また、以上のように構成された実施形態 4 の窒化物半導体発光素子は、n 型窒化物半導体

10

20

30

40

50

層 1 2、発光層 1 0 及び p 型窒化物半導体層 1 3 の各側面及び上面が、基板 1 1 側に位置する面を除いて、それぞれ比較的厚く形成された負電極 3 1、n 側取り出し電極 3 2 又は p 側取り出し電極 3 6 のいずれかで覆われているので、サファイヤ基板の高い熱伝導率と相俟って、各半導体層で発生する熱を効率よく外部に放出でき、各半導体層の温度上昇を防止できる。これによって、窒化物半導体発光素子の寿命を長くできる。

【0022】

以上の実施の形態 1 ~ 4 では、窒化物半導体からなる発光層 1 0 を用いて構成したが、本発明はこれに限らず、発光領域として n 型窒化物半導体層と p 型窒化物半導体層との p n 接合を用い、該 p n 接合部で発光させるようにしてもよい。以上のように構成しても実施形態 1 ~ 4 と同様の効果を有する。

10

【0023】

以上の実施の形態 1 ~ 4 では、それぞれ窒化物半導体層からなる n 型窒化物半導体層 1 2、発光層 1 0 及び p 型窒化物半導体層 1 3 とを備えた発光素子に付いて説明したが、本発明はこれに限らず、バッファ層等の他の層を有する半導体素子についても適用することができる。すなわち、本願発明は、基板上に少なくとも n 型窒化物半導体層と p 型窒化物半導体層とを有する半導体素子であって、n 側の負電極と p 側の正電極とが同一面側に形成されているものであれば適用することができる。

【0024】

以上の実施の形態 1 ~ 4 では、本願発明を発光素子に適用した例を示したが本発明はこれに限らず、受光素子に適用しても実施形態 1 ~ 4 と同様の効果を有する。本願発明を受光素子に適用する場合、実施形態 1 ~ 4 に示した発光層 1 0 に代えて、吸収層を形成する以外は、基本的には実施形態 1 ~ 4 と同様に構成される。尚、この場合、吸収層に代えて n 型窒化物半導体層と p 型窒化物半導体層との p n 接合部を吸収領域として用いてもよい。

20

【0025】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、上記動作領域に効率よく電流を流すことができるので、動作効率のよい窒化物半導体素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る実施形態 1 の窒化物半導体発光素子の構成を模式的に示す断面図である。

30

【図 2】図 1 の窒化物半導体発光素子の電極形状を示す平面図である。

【図 3】本発明に係る実施形態 2 の電極形状を示す平面図である。

【図 4】本発明に係る実施形態 3 の窒化物半導体発光素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図 5】図 4 の窒化物半導体発光素子の電極形状を示す平面図である。

【図 6】本発明に係る実施形態 4 の窒化物半導体発光素子の構成を模式的に示す断面図である。

【図 7】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子の半導体層構造を示す斜視図である。

【図 8】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における正電極 3 5 の形状を示す斜視図である。

40

【図 9】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における絶縁膜 3 7 の形状を示す斜視図である。

【図 10】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における電極 3 1 の形状を示す斜視図である。

【図 11】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における絶縁膜 3 8 の形状を示す斜視図である。

【図 12】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における電極 3 6 の形状を示す斜視図である。

【図 13】実施形態 4 の窒化物半導体発光素子における電極 3 2 の形状を示す斜視図である。

50

【図14】実施形態4の窒化物半導体発光素子における絶縁膜39の形状を示す斜視図である。

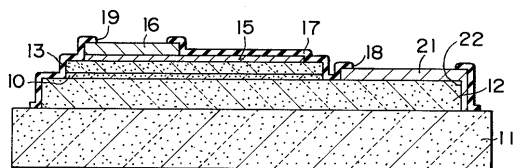
【図15】従来例の窒化物半導体発光素子の構成を示す模式断面図である。

【図16】従来例の窒化物半導体発光素子の電極構成を示す平面図である。

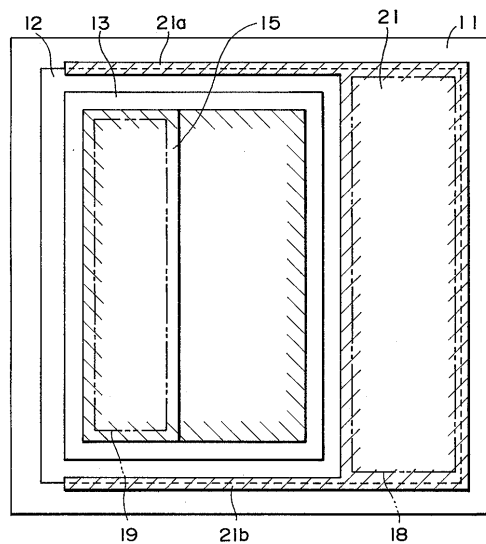
【符号の説明】

- 10 ... 発光層、
- 11 ... 基板、
- 12 ... n型窒化物半導体層、
- 13 ... p型窒化物半導体層、
- 15, 35 ... 正電極、
- 16, 32, 36 ... 取り出し電極、
- 17, 37, 38, 39 ... 絶縁膜、
- 18, 19, 25, 25a, 25b, 26, 27, 28 ... 開口部、
- 21, 21a, 21b, 21c ... 負電極、
- 22 ... n型窒化物半導体層12の外周側面。

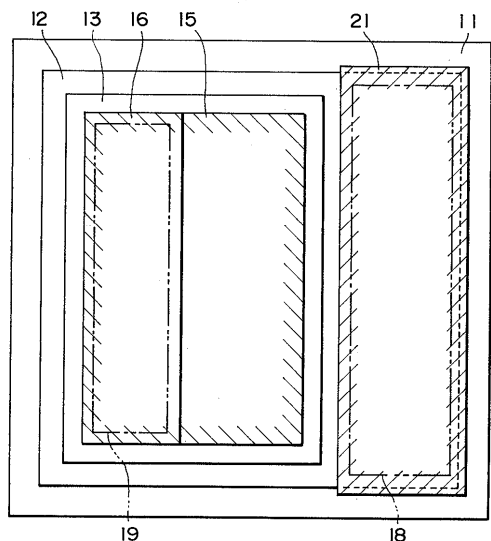
【図1】



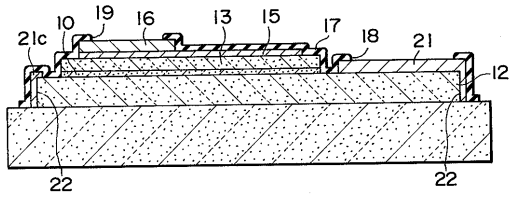
【図3】



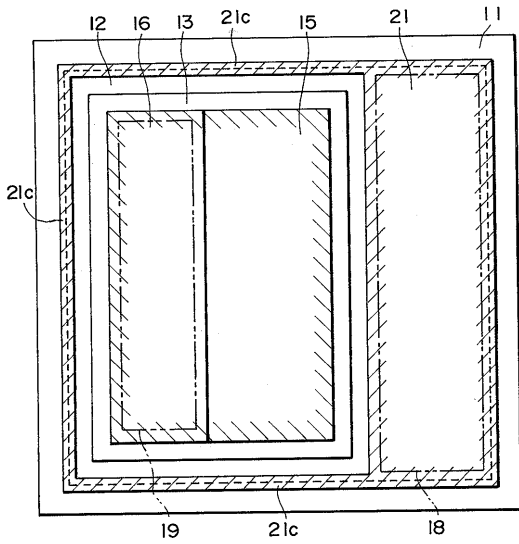
【図2】



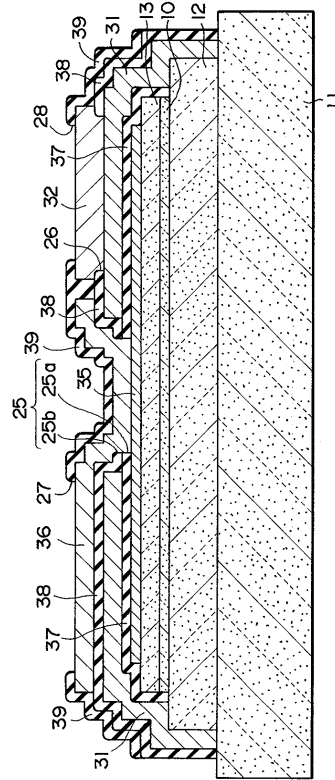
【 図 4 】



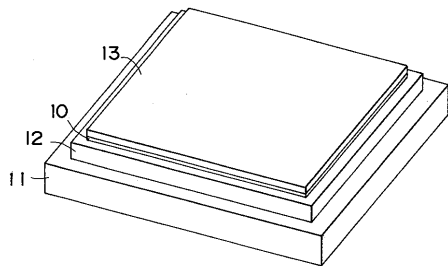
【 図 5 】



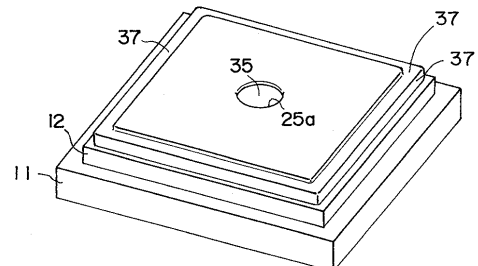
【 図 6 】



【 図 7 】



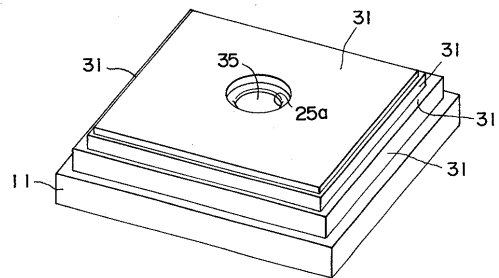
【 図 9 】



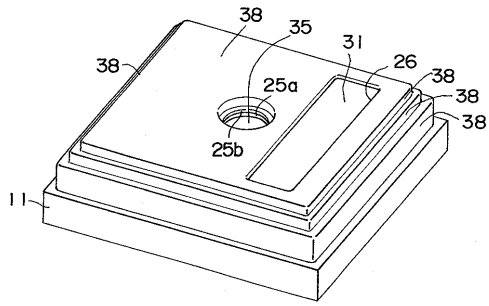
【 図 8 】



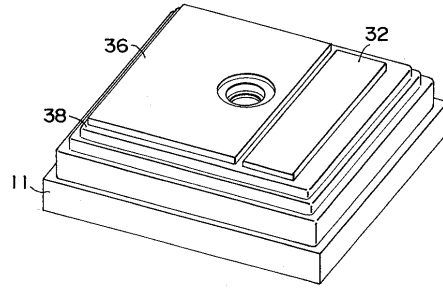
【 図 10 】



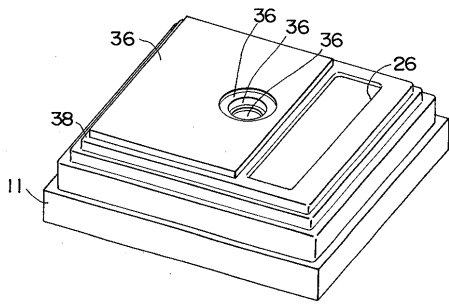
【 図 1 1 】



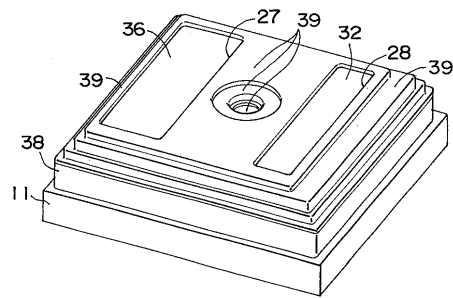
【 図 1 3 】



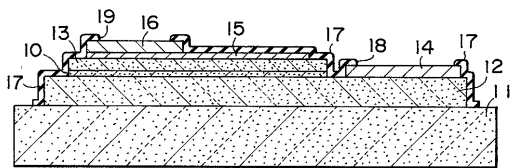
【 図 1 2 】



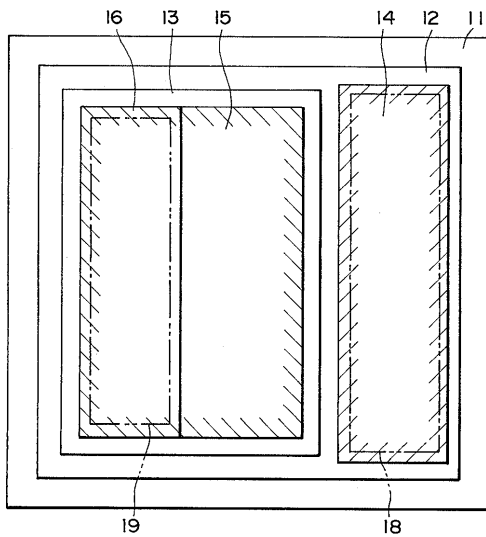
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 楠瀬 健
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

合議体

審判長 平井 良憲

審判官 山下 崇

審判官 町田 光信

(56)参考文献 特開平9-205224(JP,A)
特開平8-64872(JP,A)
特開平8-330631(JP,A)
特開平6-152072(JP,A)
特開平9-97922(JP,A)
特開平5-21846(JP,A)
実開平4-103666(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 33/00