



(10) **DE 10 2011 123 130 B4** 2025.02.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 123 130.0**

(22) Anmeldetag: **29.08.2011**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.02.2025**

(51) Int Cl.: **H10H 29/14 (2025.01)**

F21V 15/00 (2015.01)

H10K 59/00 (2023.01)

H01L 23/60 (2006.01)

F21Y 105/10 (2016.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

61/378,191 30.08.2010 US

(62) Teilung aus:

10 2011 053 093.2

(62) Teilung in:

10 2011 123 173.4

(73) Patentinhaber:

Epistar Corp., Hsinchu, TW

(74) Vertreter:

**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER
PATENTANWÄLTE mbB, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

**Chen, Chao-Hsing, Hsinchu, TW; Shen, Chien-Fu,
Hsinchu, TW; Ko, Tsun-Kai, Hsinchu, TW; Hon,
Schang Jing, Hsinchu, TW; Liu, Hsin Mao,
Hsinchu, TW**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Leuchtvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Leuchtvorrichtung (20), die umfasst:
ein einzelnes Substrat (15),
eine in Reihe geschaltete LED-Anordnung auf dem Substrat (15), die umfasst:

mehrere LED-Zellen mit einer ersten LED-Zelle, einer zweiten LED-Zelle und einer in Reihe geschaltete LED-Unteranordnung, die zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle liegt,

wobei die erste LED-Zelle und die zweite LED-Zelle benachbart sind und jede der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle eine erste Halbleiterschicht (17), eine aktive Schicht (47) und eine zweite Halbleiterschicht (19) aufweist, die in Reihe auf dem einzelnen Substrat (15) ausgebildet sind;

mehrere leitfähige Metalle (13), die auf den mehreren LED-Zellen (11) ausgebildet sind, die LED-Zellen (11) elektrisch in Reihe zu schalten;

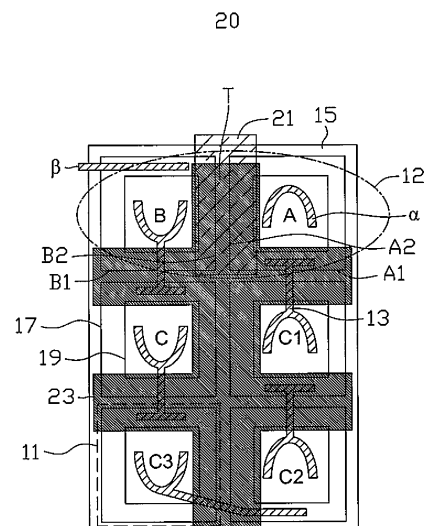
einen Graben, der zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle ausgebildet ist;

eine Schutzstruktur, die nahe dem Graben ausgebildet ist, wobei die Schutzstruktur eine erste Isolationsschicht (23), die in den Graben gefüllt ist, und eine zweite Isolationsschicht (21) über der ersten Isolationsschicht (23) aufweist, und

wobei die zweite Isolationsschicht (21) dicker ist als die erste Isolationsschicht (23) und mehrere Schichten aus verschiedenen Materialien aufweist, und

wobei die zweite Isolationsschicht (21) obere Oberflächen

der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle bedeckt, und
wobei die erste Isolationsschicht (23) die oberen Oberflächen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle berührt.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2002 / 0 139 987	A1
JP	2008- 270 616	A

Beschreibung

[0001] Die Offenbarung bezieht sich auf eine Leuchtvorrichtung und insbesondere auf eine Leuchtvorrichtung mit der Fähigkeit zum Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD).

[0002] Diese Aufgabe, also die Angabe einer Leuchtvorrichtung mit der Fähigkeit zum Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD), wird unter anderem durch eine Leuchtvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0003] Fig. 1 zeigt eine Darstellung einer Leuchtvorrichtung 10. Die Leuchtvorrichtung 10 umfasst mehrere LED-Zellen 11 (A, B, C, C1, C2, C3), die durch leitfähige Metalle 13 auf einem einzelnen Substrat 15 in Reihe geschaltet sind, wobei jede LED-Zelle 11 eine erste Halbleiterschicht 17 auf dem Substrat 15, eine zweite Halbleiterschicht 19 auf der ersten Halbleiterschicht 17, eine aktive Schicht 47 (in Fig. 1 nicht gezeigt), die zwischen der ersten Halbleiterschicht 17 und der zweiten Halbleiterschicht 19 angeordnet ist, und ein leitfähiges Metall 13, das auf der zweiten Halbleiterschicht 19 angeordnet ist, umfasst. Wenn eine Polarität des Wechselstromeingangs vom leitfähigen Bereich α zum leitfähigen Bereich β verläuft, fließt der Strom durch die LED-Zellen 11 in der folgenden Reihenfolge: $A \rightarrow C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C \rightarrow B$. Die größte Potentialdifferenz der LED-Zellen 11 tritt zwischen den LED-Zellen A und B auf. Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst die in Reihe geschaltete LED-Anordnung ferner eine in Reihe geschaltete matrixförmige Unteranordnung mit vier LED-Zellen 11 (C1, C2, C3, C), die zwischen den Anschluss-LED-Zellen A und B in der Reihenschaltung liegen.

[0004] Wie in Fig. 1 gezeigt, umfassen die LED A und LED B ferner eine erste Seite (A1, B1) bzw. eine zweite Seite (A2, B2). Die ersten Seiten (A1, B1) der LED A und LED B sind zur Untermatrix benachbart und die zweiten Seiten (A2, B2) der LED A und LED B sind zueinander benachbart. Außerdem ist ein Graben T zwischen der LED A und LED B ausgebildet. Der Graben T ist nämlich zwischen den zweiten Seiten der LED A und LED B ausgebildet.

[0005] Normalerweise ist die Durchlassspannung für eine LED-Zelle 11 etwa 3,5 Volt, so dass die Spannungsdifferenz zwischen den LED-Zellen A und B unter einer normalen Arbeitssituation etwa $3,5 \times 6 = 21$ Volt sein sollte. Da der Abstand zwischen den LED-Zellen A und B sehr kurz ist (etwa 10-100 μm), ist die elektrische Feldstärke ($E = V/D$, V = Potentialdifferenz, D = Abstand) zwischen den LED-Zellen A und B hoch.

[0006] Wenn plötzlich ein starkes elektrostatisches Feld von der Außenumgebung (wie z. B. vom menschlichen Körper oder von der Arbeitsmaschine) vorhanden ist, das in den leitfähigen Bereich α eingekoppelt wird, wird außerdem ferner eine ultrahohe elektrische Spannung in die LED-Zelle A eingespeist und verursacht die größte Potentialdifferenz zwischen den LED-Zellen A und B. Wenn der Wert der elektrischen Feldstärke durch das starke elektrostatische Feld von der Außenumgebung einen bestimmten Wert erreicht, können die Medien (Luft, Klebstoff oder andere dielektrische Materialien) dazwischen ionisiert werden und Teile der LED-Zellen A und B innerhalb der elektrischen Feldstärke werden durch Entladung beschädigt (Beschädigungsbereich 12), was ESD-Beschädigung (Beschädigung durch elektrostatische Entladung) genannt wird. Das SEM-Bild der ESD-Beschädigungssituation ist in Fig. 2 gezeigt, in der der gewöhnliche Stromfluss 14 in der Richtung wie die in der Figur angegebenen Pfeile fließt.

[0007] US 2002/0 139 987 A1 beschreibt serielle oder parallele LED-Arrays, die auf einem hochohmigen Substrat ausgebildet sind, wobei die p- als auch die n-Kontakte für das Array an der gleichen Seite des Arrays liegen. Die einzelnen LEDs sind voneinander durch Gräben oder durch Ionenimplantation elektrisch isoliert. Auf dem Array aufgebrachte Verdrahtungen verbinden die Kontakte der einzelnen LEDs in dem Array.

[0008] JP 2008-270 616 A beschreibt eine Halbleiter-Lichtemissionsvorrichtung und ein Herstellungsverfahren, mit einem auf einer Pufferbasisschicht auf einem Saphirsubstrat ausgebildeten Nut, wobei die Pufferbasisschicht durch die Nut in eine Vielzahl von Pufferschichten getrennt wird, und wobei ein Isolator in die Nut eingebettet ist. Eine N-Typ-Mantelschicht, eine MQW-Aktivschicht und eine P-Typ-Mantelschicht sind auf den jeweiligen Pufferschichten aufgewachsen, wobei zwischen ihnen eine Elementisolationsnut zum Trennen der jeweiligen Halbleiter-Lichtemissionselemente ausgebildet ist.

[0009] Die vorliegende Offenbarung schafft eine Leuchtvorrichtung mit einer in Reihe geschalteten LED-Anordnung mit mehreren LED-Zellen auf einem einzelnen Substrat, einschließlich einer ersten LED-Zelle, einer zweiten LED-Zelle und einer in Reihe geschalteten LED-Unteranordnung mit mindestens drei LED-Zellen, die zwischen der ersten und der zweiten LED-Zelle liegen, wobei jede der ersten und der zweiten LED-Zelle eine erste Seite und eine zweite Seite umfassen, wobei die erste Seite der ersten LED-Zelle und/oder der zweiten LED-Zelle zur LED-Unteranordnung benachbart ist und die zweite Seite der ersten LED-Zelle zur zweiten Seite der zweiten LED-Zelle benachbart ist; einem Graben zwischen den zweiten Seiten der ers-

ten und der zweiten LED-Zelle; und einer Schutzstruktur, die nahe dem Graben ausgebildet ist, um zu verhindern, dass die Leuchtvorrichtung nahe dem Graben durch einen Spannungsstoß beschädigt wird, der höher ist als eine normale Betriebsspannung der Leuchtvorrichtung.

[0010] Eine Leuchtvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung, in der die Schutzstruktur ferner eine erste Isolationsschicht, die die Seitenwände und einen Teil der oberen Oberflächen der LED-Zellen bedeckt und der Luft ausgesetzt ist, und eine zweite Isolationsschicht, die den freiliegenden Abschnitt der ersten Isolationsschicht zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle bedeckt, umfasst.

[0011] Eine Leuchtvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung, wobei die zweite Isolationsschicht ferner den meisten Teil der oberen Oberflächen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle bedeckt.

[0012] Eine Leuchtvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung, wobei jede LED-Zelle eine aktive Schicht, die zwischen einer ersten Halbleiterschicht und einer zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist, und ein leitfähiges Metall, das auf der zweiten Halbleiterschicht jeder LED-Zelle angeordnet ist, umfasst.

[0013] Eine Leuchtvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung, wobei die Dicke der Schutzstruktur zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle größer ist als die Summe der Dicke der ersten Halbleiterschicht, der aktiven Schicht, der zweiten Halbleiterschicht und des leitfähigen Metalls.

Fig. 1 stellt die Struktur einer herkömmlichen Leuchtvorrichtung dar;

Fig. 2 stellt ein SEM-Bild einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 3 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 4 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 5 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 6 stellt einen Querschnitt einer Leuchtvorrichtung entlang der Linie 6-6' in **Fig. 5** gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 7 stellt eine elektrische Schaltung einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 8 stellt eine elektrische Schaltung einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 9 stellt einen Querschnitt einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 10A stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 10B stellt einen Querschnitt einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 11 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 12 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 13 stellt Leuchtvorrichtungen gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 14 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 15 stellt eine Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar;

Fig. 16 stellt einen Querschnitt einer Leuchtvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung dar.

[0014] Die Ausführungsformen werden nachstehend in Begleitung der Zeichnungen beschrieben. Um die Offenbarung besser und knapp zu erläutern, sollte derselbe Name oder dasselbe Bezugszeichen, der/das in verschiedenen Absätzen oder Figuren entlang der Patentbeschreibung angegeben ist oder erscheint, dieselben oder äquivalente Bedeutungen aufweisen, während er/es einmal irgendwo in der Offenbarung definiert ist.

[0015] Um das ESD-Beschädigungsproblem zu lösen, zeigt **Fig. 3** eine Leuchtvorrichtung 20 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die Leuchtvorrichtung 20 umfasst mehrere LED-Zellen 11 (A, B, C, C1, C2, C3), die durch leitfähige Metalle 13 auf einem einzelnen Substrat 15 in Reihe geschaltet sind, wobei jede LED-Zelle 11 eine erste Halbleiterschicht 17 auf dem Substrat 15, eine zweite Halbleiterschicht 19 auf der ersten Halbleiterschicht 17, eine aktive Schicht 47 (in **Fig. 3** nicht gezeigt), die zwischen der ersten Halbleiterschicht 17 und der zweiten Halbleiterschicht 19 angeordnet ist, und ein leitfähiges Metall 13, das auf der zweiten Halbleiterschicht 19 angeordnet ist, umfasst. Wie in **Fig. 3** zu sehen ist, umfasst jedes leitfähige Metall 13 ferner den sich erstreckenden Teil mit mindestens zwei unterteilten Metallleitungen. Die Anzahl der unterteilten Metallleitungen, die von jedem sich erstreckenden Teil verlängert sind, ist nicht auf das begrenzt, was hier offenbart ist. Damit die LED-Anordnung in Reihe geschaltet ist, ist die

erste Halbleiterschicht 17 der LED A mit der zweiten Halbleiterschicht 19 der benachbarten LED-Zelle, beispielsweise LED C1, elektrisch verbunden. Wenn eine Polarität des Wechselstromeingangs vom leitfähigen Bereich α zum leitfähigen Bereich β verläuft, fließt der Strom durch die LED-Zellen 11 in der folgenden Reihenfolge: $A \rightarrow C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow C \rightarrow B$. Die größte Potentialdifferenz der LED-Zellen 11 tritt zwischen den LED-Zellen A und B auf. Wie in **Fig. 3** gezeigt, umfasst die in Reihe geschaltete LED-Anordnung, die insbesondere als LED-Matrix ausgebildet ist, ferner eine in Reihe geschaltete Unteranordnung oder -matrix mit vier LED-Zellen 11 (C1, C2, C3, C), die zwischen den End- oder Anschluss-LED-Zellen A und B in der Reihenschaltung liegen.

[0016] Wie in **Fig. 3** gezeigt, umfassen die LED A und LED B ferner eine erste Seite (A1, B1) bzw. eine zweite Seite (A2, B2). Die ersten Seiten (A1, B1) der LED A und LED B sind zur Untermatrix benachbart und die zweiten Seiten (A2, B2) der LED A und LED B sind zueinander benachbart. Außerdem ist ein Graben T zwischen der LED A und LED B ausgebildet. Der Graben T ist nämlich zwischen den zweiten Seiten der LED A und LED B ausgebildet.

[0017] Um die ESD-Beschädigung zu verhindern, ist eine Schutzstruktur nahe dem Graben T ausgebildet, um zu verhindern, dass die Leuchtvorrichtung in einem Bereich nahe dem Graben durch einen Spannungsstoß beschädigt wird, der höher ist als eine normale Betriebsspannung. In dieser Ausführungsform ist eine erste Isolationsschicht 23 zwischen den LED-Zellen ausgebildet und eine zweite Isolationsschicht 21 ist ferner über der ersten Isolationsschicht 23 in dem Bereich zwischen zwei LED-Zellen 11 mit hoher elektrischer Feldstärke, beispielsweise im Graben T, ausgebildet. Die zweite Isolationsschicht 21 kann wahlweise dicker sein als die erste Isolationsschicht 23. Wenn beispielsweise die Leuchtvorrichtung 20 in **Fig. 3** herangezogen wird, sind die LED A und LED B elektrisch in Reihe geschaltet, wobei vier (mehr als drei) LED-Zellen 11 dazwischen angeschlossen sind, und leiden daher unter einer hohen elektrischen Feldstärke über einem bestimmten Wert, und daher ist die zweite Isolationsschicht 21 so ausgebildet, dass sie den Teil der oberen Oberflächen der ersten Isolationsschicht 23 und einen Teil der oberen Oberflächen der LED A und LED B bedeckt, um die LED-Zellen 11 von der ESD-Beschädigung zu isolieren. Ohne die erste Isolationsschicht 23 kann außerdem nur die zweite Isolationsschicht 21 auch die Schutzstruktur zum Bedecken des Bereichs zwischen zwei LED-Zellen 11 mit hoher elektrischer Feldstärke, beispielsweise der freiliegenden Oberflächen des Substrats 15, der Seitenfläche der ersten Halbleiterschicht 17 und der Seitenfläche der zweiten Halbleiterschicht 19 zwischen

den LED-Zellen A und B, sein. Außerdem können die Materialien der Isolationsschicht 21 und/oder 23 Isolationsmaterialien wie z. B. AlO_{x1} , SiO_{x2} , SiN_{x3} und so weiter sein, und die Isolationsschicht 21 und/oder 23 können eine Verbundstruktur mit mehreren Schichten sein, die aus verschiedenen Materialien gebildet sind. Die zweite Isolationsschicht 21 kann beispielsweise durch eine Kombination einer Schicht aus SiO_{x4} mit der Dicke von 2100 Å und einer Schicht aus AlO_{x5} mit der Dicke von 2000 Å gebildet sein und die erste Isolationsschicht 23 kann aus nur einer Schicht aus SiO_{x4} mit der Dicke von 2100 Å gebildet sein. (Die Indexworte X1-X5 sind hier Zahlen, die ganze Zahlen oder Dezimalzahlen sein könnten und gleich oder verschiedene sein können.)

[0018] **Fig. 4** zeigt eine Leuchtvorrichtung 30 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Wie zu sehen ist, bedeckt die zweite Isolationsschicht 21 den meisten Teil der oberen Oberflächen der LED A und LED B. Aus demselben vorstehend erwähnten Grund können die Isolationsschichten 21 und 23 auch eine Verbundstruktur mit mehreren Schichten, die aus verschiedenen Materialien gebildet sind, oder eine dicke einzelne Schicht sein, und die Anzahl oder die Dicke der zweiten Isolationsschicht 21 auf den bedeckten oberen Oberflächen der LED und LED B kann mehr als jene in anderen Bereichen sein.

[0019] **Fig. 5** zeigt eine Leuchtvorrichtung 40 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. In der Ausführungsform ist das Verringern der elektrischen Feldstärke ein anderes Verfahren zum Verhindern der ESD-Beschädigung. Wie in **Fig. 5** gezeigt, ist eine Isolationswand 41 zwischen der LED A und LED B (in dem Bereich mit hoher elektrischer Feldstärke oder zwischen zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11, die elektrisch in Reihe geschaltet sind, und wobei mehr als drei LED-Zellen 11 dazwischen angeschlossen sind) ausgebildet. Da die Isolationswand 41 durch das Isolationsmaterial ausgebildet ist, können die elektrischen Linien, die von der LED A ausgehen, nicht zur LED B gerichtet werden, indem die Isolationswand 41 direkt durchdrungen wird, und sollten statt dessen entlang der Konturen der Isolationswand 41 ausgedehnt sein. Die Länge der elektrischen Linie ist verlängert und daher ist die elektrische Feldstärke ($E=V/D$, V = Potentialdifferenz, D = Abstand) zwischen der LED A und LED B verringert. Um die Länge der elektrischen Linien zwischen der LED A und LED B zu verlängern, sollte die Isolationswand 41, die zwischen der LED A und LED B angeordnet ist, auf dem kürzesten Weg von der LED A zur LED B ausgebildet sein, um die elektrischen Linien abzuschirmen, die von der LED A oder LED B stammen. Mit anderen Worten, wie in **Fig. 5** gezeigt, sollte die Dicke der Isolationswand 41 im Graben wesentlich größer sein als die Summe der Dicke der ersten

Halbleiterschicht 17, der aktiven Schicht 47, der zweiten Halbleiterschicht 19 und des leitfähigen Metalls 13. Vorzugsweise sollte die Dicke der Isolationswand 41 im Graben größer sein als 1,5-mal die Summe der Dicken der ersten Halbleiterschicht 17, der aktiven Schicht 47, der zweiten Halbleiterschicht 19 und des leitfähigen Metalls 13.

[0020] Fig. 6 ist der Querschnitt der 6-6'-Linie, die in Fig. 5 gezeigt ist. In Fig. 6 bedeckt die erste Isolationsschicht 23 konform entlang der Seitenwände der LED A und LED B (einschließlich der ersten Halbleiterschichten 17, der zweiten Halbleiterschichten 19 und der aktiven Schichten 47), einen Teil der oberen Oberflächen der LED A und LED B und direkt einen Teil der oberen Oberfläche des Substrats im Graben T. Außerdem kann die Isolationswand 41 auf der ersten Isolationsschicht 23 ausgebildet sein und ist höher als die LED A und LED B, daher können die elektrischen Linien von der LED A zur LED B durch die Isolationswand 41 abgeschirmt werden. Die exakte Position der Isolationswand 41 kann jedoch modifiziert werden und sollte nicht begrenzt sein. Die Isolationswand 41 kann beispielsweise auch auf der oberen Oberfläche des Substrats 15 direkt ausgebildet sein oder die Isolationswand 41 kann ein spezifisches Muster aufweisen, das durch das herkömmliche CVD-Verfahren und das Photolithographieverfahren ausgebildet wird.

[0021] Fig. 7 zeigt eine elektrische Schaltung einer Leuchtvorrichtung 50 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Wie das Versuchsergebnis angibt, kann eine schwebende leitfähige Leitung 55, die elektrisch mit der LED-Zelle 11 mit dem elektrischen Potentialpegel zwischen dem höchsten Potential und dem niedrigsten Potential verbindet und zwischen der LED-Zelle 11 mit dem höchsten Potential und der LED-Zelle 11 mit dem niedrigsten Potential angeordnet ist, die ESD-Beschädigung verringern. Wie in Fig. 7 gezeigt, kann eine schwebende leitfähige Leitung 55 mit dem leitfähigen Metall 13 zwischen der LED C2 und der LED C3 verbinden.

[0022] Ähnlich zu Fig. 7 ist Fig. 8 eine elektrische Schaltung einer Leuchtvorrichtung 60 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Anstelle der Ausbildung einer schwebenden leitfähigen Leitung 55, die mit dem leitfähigen Metall 13 verbindet, ist eine leitfähige Erdungsleitung 65 zwischen der LED-Zelle 11 mit dem höchsten Potential und der LED-Zelle 11 mit dem niedrigsten Potential ausgebildet und die leitfähige Erdungsleitung 65 ist durch Verbinden mit der Außenseite geerdet.

[0023] Fig. 9 ist der Querschnitt der in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigten Ausführungsform. Die schwebende (erdende) leitfähige Leitung 55 (65) kann auf der Iso-

lationsschicht 23 oder direkt auf dem Substrat 15 zwischen zwei LED-Zellen 11 ausgebildet sein.

[0024] Fig. 10A offenbart eine Leuchtvorrichtung 70 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Da die ESD-Beschädigung normalerweise den Ausfall der LED verursacht und nicht leicht zu vermeiden ist, sind zusätzliche ESD-Beschädigungsbereiche 75 ausgebildet, um die ESD-Beschädigung, die in den spezifischen Bereichen passiert, einzugrenzen. Wie in Fig. 10A gezeigt, sind zwei zusätzliche ESD-Beschädigungsbereiche 75 vorhanden, die sich von den leitfähigen Metallen 13 erstrecken. Da die zwei zusätzlichen ESD-Beschädigungsbereiche 75 eng einander zugewandt sind, wird die höhere elektrische Feldstärke dazwischen verursacht und die ESD-Beschädigung kann zwischen den zusätzlichen ESD-Beschädigungsbereichen 75 leichter passieren. Die zusätzlichen ESD-Beschädigungsbereiche 75 sind zwei zusätzliche Metallplatten, die nicht mit den LED-Zellen 11 funktionieren, daher können sie helfen, die Arbeitsfunktion der LED-Zellen 11 aufrechtzuerhalten. Außerdem kann die Kante des zusätzlichen ESD-Beschädigungsbereichs 75, die der anderen zugewandt ist, aufgeraut sein, um Spitzen zu bilden, was die Wahrscheinlichkeit, dass das ESD-Phänomen in den vorbestimmten Bereichen passiert, erhöht.

[0025] Fig. 10B ist der Querschnitt der in Fig. 10A gezeigten Ausführungsform. Die zwei zusätzlichen ESD-Beschädigungsbereiche 75 sind auf der Isolationsschicht 23 oder direkt auf dem Substrat 15 zwischen zwei LED-Zellen 11 ausgebildet.

[0026] Fig. 11 zeigt eine Leuchtvorrichtung 80 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Da die ESD-Beschädigung von der hohen elektrischen Feldstärke stammt und die elektrische Feldstärke zwischen zwei Objekten von der Potentialdifferenz und vom Abstand der zwei Objekte abhängt. Wie in Fig. 11 gezeigt, sollte durch das Versuchsergebnis angegeben der Abstand (D) zwischen zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11, wobei mehr als drei LED-Zellen 11 dazwischen angeschlossen sind, größer sein als 15 μm . Vorzugsweise sollte der Abstand (D) zwischen zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11, wobei mehr als drei LED-Zellen 11 darin angeschlossen sind, mehr als 30 μm sein. Der Abstand (D) ist hier als kürzester Abstand zwischen zwei ersten Halbleiterschichten 17 von zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 identifiziert. Außerdem bedeuten die „aneinander grenzenden LED-Zellen“ hier beliebige zwei LED-Zellen 11 mit dem kürzesten Abstand von den ersten Halbleiterschichten 17 der LED-Zelle zur ersten Halbleiterschicht der anderen LED-Zelle, wobei der Abstand (D) vorzugsweise kleiner ist als 50 μm .

[0027] Fig. 12 zeigt eine Leuchtvorrichtung 90 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Ähnlich zu der in Fig. 11 gezeigten Ausführungsform sollte, um die ESD-Beschädigung zu verhindern, die zwischen den leitfähigen Metallen 13 der zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 passiert, der Abstand (d) der leitfähigen Metalle 13 der zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 mehr als 100 μm sein. Diese Konstruktion ist für die zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 mit großer Potentialdifferenz dazwischen und/oder mit mehr als drei dazwischen angeschlossenen LED-Zellen 11 geeignet. Vorzugsweise sollte der Abstand (d) der leitfähigen Metalle 13 der zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 mehr als 80 μm sein. Der „Abstand der leitfähigen Metalle“ ist hier als kürzester Abstand vom leitfähigen Metall 13 der LED-Zelle 11 zum leitfähigen Metall 13 der angrenzenden LED-Zelle definiert. Außerdem bedeuten die „aneinander grenzenden Leuchtdiodenzellen“ hier beliebige zwei LED-Zellen 11 mit dem kürzesten Abstand von den ersten Halbleiterschichten 17 der LED-Zelle 11 zur ersten Halbleiterschicht 17 der anderen LED-Zelle 11, wobei der Abstand (d) vorzugsweise kleiner ist als 50 μm .

[0028] Wie in Fig. 13 gezeigt, tritt die hohe elektrische Feldstärke häufig zwischen zwei aneinander grenzenden LED-Zellen 11 auf, wobei mehr als drei LED-Zellen 11 dazwischen angeschlossen sind (mit großer Potentialdifferenz), wie z. B. LED-Zellen A und B, die in Fig. 12 gezeigt sind.

[0029] Um zu verhindern, dass die LED-Zellen 11 mit großer Potentialdifferenz zu nahe beieinander liegen, wenn eine Reihe von LED-Zellen 11 auf einem Substrat 15 ausgebildet ist, sollte die Reihe von LED-Zellen 11 ihre Anordnungsrichtung ändern, wenn eine bestimmte Menge an LED-Zellen 11 auf eine Richtung ausgerichtet sind, auf die beispielsweise mehr als drei LED-Zellen 11 ausgerichtet sind. Mit anderen Worten, die Anordnungsrichtung der Reihe der LED-Zellen 11 sollte häufig geändert werden, um zu vermeiden, dass irgendwelche zwei LED-Zellen 11 mit großer Potentialdifferenz oder mit mehr als drei dazwischen angeschlossenen LED-Zellen 11 aneinander angrenzend angeordnet sind. Fig. 13 zeigt drei Diagramme von verschiedenen Anordnungsconfigurationen einer Reihe von LED-Zellen 11 auf einem einzelnen Substrat 15 gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung. In jedem Diagramm ist eine Reihe der LED-Zellen 11 auf einem einzelnen Substrat 15 angeordnet (durch Epitaxie ausgebildet oder an dem Substrat durch Metallbonden oder Klebstoffbindung befestigt), wobei die Bondkontaktstellen 105 an zwei Enden der Reihe der LED-Zellen ausgebildet sind. Der Pfeil gibt hier die Verlaufsrichtung 103 (die Verbindungsreihenfolge) der LED-Zellen 11 an. In jeder Anordnung weisen beliebige zwei der aneinander

grenzenden LED-Zellen nicht die große Potentialdifferenz dazwischen auf. Wie in Fig. 13 gezeigt, umfasst im Einzelnen jede in Reihe geschaltete LED-Anordnung oder Matrix mindestens acht LED-Zellen und mindestens mehr als zwei Zweige. Um zu veranlassen, dass beliebige zwei der aneinander grenzenden LED-Zellen keine zu große Potentialdifferenz dazwischen aufweisen, ändert jede in der Figur gezeigte LED-Matrix ihre Anordnungsrichtung alle zwei aufeinander folgenden LED-Zellen.

[0030] Fig. 14 zeigt eine Leuchtvorrichtung 110 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Gemäß der elektrischen Oberflächenladungsverteilung der Objekte ist die elektrische Oberflächenladungsdichte pro Flächeneinheit des Objekts groß, wenn das Objekt einen kleinen Krümmungsradius aufweist. Eine weitere Ursache der Beschädigung der LED-Zellen 11, die „Spitzenentladung“ genannt wird, passiert häufig in der Position mit hoher elektrischer Oberflächenladungsdichte pro Flächeneinheit. Um das Phänomen der „Spitzenentladung“ zu verhindern, sind daher die Konturen der LED-Zellen 11 in dieser Ausführungsform modifiziert. Wie in Fig. 14 gezeigt, sind die oberen Ecken der ersten Halbleiterschicht 17 zwischen den LED-Zellen A und B strukturiert, beispielsweise abgerundet. Die obige Modifikation ist nicht auf die identifizierten Positionen begrenzt und alle Ecken der LED-Zellen 11 können so strukturiert werden, dass sie abgerundet sind. Ferner kann nicht nur die erste Halbleiterschicht 17, sondern die zweite Halbleiterschicht 19 auch abgerundet werden, insbesondere für die Kanten der LED-Zelle nahe der zweiten Seite, die den kleineren Abstand von der angrenzenden LED-Zelle aufweist. Vorzugsweise ist der Krümmungsradius der strukturierten Ecke nicht geringer als 15 μm .

[0031] Mit dem ähnlichen Konzept der in Fig. 14 offenbarten Ausführungsform zeigt Fig. 15, um das Phänomen der „Spitzenentladung“ zu verhindern, dass der Anschluss 123 jeder unterteilten Metallleitung der LED-Zellen 11 durch Ausbilden der runden Metallplatten 123 strukturiert werden kann. Die Form des Anschlussmetalls 123 ist nicht auf die runde Form begrenzt. Wie durch das Versuchsergebnis angegeben, kann irgendeine Form des Anschlussmetalls 123, das am Ende mit dem vergrößerten Abschnitt oder dem Radius, der größer ist als die Linienbreite des leitfähigen Metalls 13 ausgebildet ist, ausgebildet werden, um die „Spitzenentladungs“-Beschädigung zu verringern.

[0032] Fig. 16 zeigt einen Querschnitt einer Leuchtvorrichtung 130 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Um die unerwünschte Entladung zu verringern, kann ein glatterer Weg, der den Stromfluss erleichtert, helfen. Wie in Fig. 16 gezeigt, ist, um zu veranlassen, dass

sich der Strom vom leitfähigen Metall weit ausbreitet, eine Stromsperrschicht 133 unter dem leitfähigen Metall 13 vorgesehen. Die Stromsperrschicht 133 besteht aus einem dielektrischen Material, das ein Isolator ist, wie z. B. $\text{SiO}_{\text{Y}1}$ oder $\text{SiN}_{\text{Y}2}$. Die Stromsperrschicht sperrt jedoch auch die meisten Wege, die der Strom fließt. Wenn der Strom sich nicht entlang des normalen Wegs ausbreiten kann, kriecht er in anderen Formen wie z. B. ESD oder Spitzenentladung. Daher ist in dieser Ausführungsform die Stromsperrschicht 133 unter dem leitfähigen Metall 13, nicht unter dem Ende des leitfähigen Metalls 13 ausgebildet. Diese Konstruktion lässt den Strom am Ende des leitfähigen Metalls 133, wo die Entladung am leichtesten verursacht wird, gleichmäßiger fließen und verringert die Wahrscheinlichkeit, dass der Strom entlang des Entladungsweges kriecht. Außerdem kann eine transparente leitfähige Schicht 135 wie z. B. ITO, IZO, ZnO, AZO, eine dünne Metallschicht oder die Kombination davon auch wahlweise auf der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet werden, um der Stromausbreitung zu helfen.

[0033] Die vorstehend erwähnten Ausführungsformen werden verwendet, um die technische Denkweise und die Charakteristik der Erfindung zu beschreiben, und um zu veranlassen, dass der Fachmann auf dem Gebiet den Inhalt der Erfindung erkennt und ausführt. Das elektrische Verbindungsverfahren ist beispielsweise nicht auf die Reihenschaltung begrenzt. Die vorstehend als Ausführungsformen gezeigten ESD-Schutzverfahren können auf beliebige zwei aneinander angrenzende Leuchtdiodenzellen mit hoher elektrischer Feldstärke über einem bestimmten Wert oder mit mehr als drei dazwischen angeschlossenen LED-Zellen, die elektrisch parallel oder in der Kombination von in Reihe und parallel geschaltet sind, angewendet werden.

[0034] Es folgt eine Liste von Beispielen:

Beispiel 1: Leuchtvorrichtung, die umfasst:

eine in Reihe geschaltete LED-Anordnung mit mehreren LED-Zellen auf einem Substrat, die umfasst:

eine erste LED-Zelle, eine zweite LED-Zelle und eine in Reihe geschaltete LED-Unteranordnung mit mindestens drei LED-Zellen, die zwischen der ersten und der zweiten LED-Zelle liegen, wobei jede der ersten und der zweiten LED-Zelle eine erste Seite und eine zweite Seite umfasst, wobei die erste Seite der ersten LED-Zelle und/oder der zweiten LED-Zelle zur LED-Unteranordnung benachbart sind, und die zweite Seite der ersten LED-Zelle zur zweiten Seite der zweiten LED-Zelle benachbart ist;

einen Graben zwischen den zweiten Seiten der ersten und der zweiten LED-Zelle; und

eine Schutzstruktur, die nahe dem Graben ausgebildet ist, um zu verhindern, dass die Leuchtvorrichtung nahe dem Graben durch einen Spannungsstoß, der höher ist als eine normale Betriebsspannung der Leuchtvorrichtung, beschädigt wird.

Beispiel 2: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei die Schutzstruktur umfasst:

eine erste Isolationsschicht, die in den Graben gefüllt ist; und

eine zweite Isolationsschicht über der ersten Isolationsschicht.

Beispiel 3: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 2, wobei die erste LED-Zelle und die zweite LED-Zelle jeweils eine Seitenwand nahe der zweiten Seite umfassen und die erste Isolationsschicht die Seitenwände der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle konform bedeckt.

Beispiel 4: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 2, wobei die erste LED-Zelle und die zweite LED-Zelle jeweils eine obere Oberfläche umfassen und die zweite Isolationsschicht das meiste der oberen Oberflächen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle bedeckt.

Beispiel 5: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 2, wobei die zweite Isolationsschicht mehrere Schichten umfasst.

Beispiel 6: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei jede LED-Zelle eine aktive Schicht, die zwischen einer ersten Halbleiterschicht und einer zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist, und ein leitfähiges Metall, das auf der zweiten Halbleiterschicht angeordnet ist, umfasst.

Beispiel 7: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei die Dicke der Schutzstruktur im Graben größer ist als die Summe der Dicke der ersten Halbleiterschicht, der aktiven Schicht, der zweiten Halbleiterschicht und des leitfähigen Metalls.

Beispiel 8: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei die Dicke der Schutzstruktur im Graben größer ist als 1,5-mal die Summe der Dicke der ersten Halbleiterschicht, der aktiven Schicht, der zweiten Halbleiterschicht und des leitfähigen Metalls.

Beispiel 9: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei der Abstand zwischen der ersten Halbleiterschicht der ersten LED-Zelle und der ersten Halbleiterschicht der zweiten LED-Zelle kleiner ist als 50 μm .

Beispiel 10: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 9, wobei der Abstand zwischen der ersten Halbleiterschicht der ersten LED-Zelle und der ersten

Halbleiterschicht der zweiten LED-Zelle größer ist als 15 µm.

Beispiel 11: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 9, wobei der Abstand zwischen der ersten Halbleiterschicht der ersten LED-Zelle und der ersten Halbleiterschicht der zweiten LED-Zelle größer ist als 30 µm.

Beispiel 12: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 7, wobei der minimale Abstand zwischen dem leitfähigen Metall der ersten LED-Zelle und dem leitfähigen Metall der zweiten LED-Zelle größer ist als 80 µm.

Beispiel 13: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 7, wobei der minimale Abstand zwischen dem leitfähigen Metall der ersten LED-Zelle und dem leitfähigen Metall der zweiten LED-Zelle größer ist als 100 µm.

Beispiel 14: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei das leitfähige Metall ferner einen sich erstreckenden Teil mit mindestens einem Finger umfasst und der mindestens eine Finger ein vergrößertes Ende umfasst.

Beispiel 15: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei eine der LED-Zellen ferner eine Stromsperrschicht umfasst, die unter dem leitfähigen Metall ausgebildet ist.

Beispiel 16: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei jede der LED-Zellen ferner eine transparente leitfähige Schicht umfasst, die auf der zweiten Halbleiterschicht ausgebildet ist.

Beispiel 17: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei die in Reihe geschaltete LED-Anordnung mindestens acht LED-Zellen mit zwei Zweigen umfasst.

Beispiel 18: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei die in Reihe geschaltete LED-Anordnung mindestens acht LED-Zellen umfasst und die LED-Anordnung ihre Anordnungsrichtung alle zwei aufeinander folgenden LED-Zellen ändert.

Beispiel 19: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei jede der ersten Halbleiterschichten der LED-Zellen eine runde Ecke mit einem Krümmungsradius umfasst, der nicht geringer als 15 µm ist.

Beispiel 20: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 19, wobei die runde Ecke zur zweiten Seite benachbart ist.

Beispiel 21: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 6, wobei die erste Halbleiterschicht einer LED-Zelle in der in Reihe geschalteten LED-Anordnung mit der zweiten Halbleiterschicht der benachbarten LED-Zelle in der in Reihe geschalteten LED-Anordnung elektrisch verbunden ist.

Beispiel 22: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 2, wobei das Substrat eine obere Oberfläche umfasst, wobei die erste Isolationsschicht in dem Graben mit der oberen Oberfläche des Substrats direkt in Kontakt steht.

Beispiel 23: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei das Substrat ein einzelnes kristallines Substrat ist und die LED-Zellen der Reihen-LED-Anordnung auf dem einzelnen Substrat epitaxial gezüchtet sind.

Beispiel 24: Leuchtvorrichtung nach Beispiel 1, wobei die in Reihe geschaltete LED-Anordnung ferner zwei Bondkontaktstellen umfasst, die an Ecken des Substrats angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Leuchtvorrichtung (20), die umfasst:
ein einzelnes Substrat (15),
eine in Reihe geschaltete LED-Anordnung auf dem Substrat (15), die umfasst:
mehrere LED-Zellen mit einer ersten LED-Zelle, einer zweiten LED-Zelle und einer in Reihe geschalteten LED-Unteranordnung, die zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle liegt, wobei die erste LED-Zelle und die zweite LED-Zelle benachbart sind und jede der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle eine erste Halbleiterschicht (17), eine aktive Schicht (47) und eine zweite Halbleiterschicht (19) aufweist, die in Reihe auf dem einzelnen Substrat (15) ausgebildet sind;
mehrere leitfähige Metalle (13), die auf den mehreren LED-Zellen (11) ausgebildet sind, die LED-Zellen (11) elektrisch in Reihe zu schalten;
einen Graben, der zwischen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle ausgebildet ist;
eine Schutzstruktur, die nahe dem Graben ausgebildet ist, wobei die Schutzstruktur eine erste Isolationsschicht (23), die in den Graben gefüllt ist, und eine zweite Isolationsschicht (21) über der ersten Isolationsschicht (23) aufweist, und wobei die zweite Isolationsschicht (21) dicker ist als die erste Isolationsschicht (23) und mehrere Schichten aus verschiedenen Materialien aufweist, und wobei die zweite Isolationsschicht (21) obere Oberflächen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle bedeckt, und wobei die erste Isolationsschicht (23) die oberen Oberflächen der ersten LED-Zelle und der zweiten LED-Zelle berührt.

2. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die erste Halbleiterschicht (17) und/oder die zweite Halbleiterschicht (19) in einer Draufsicht eine runde Ecke umfasst.

3. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die in Reihe geschaltete LED-Unteranordnung zumindest drei LED-Zellen aufweist.

4. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die erste Isolationsschicht (23) direkt in Kontakt mit der oberen Oberfläche des einzelnen Substrats (15) steht.

5. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die erste Isolationsschicht (23) Seitenflächen der ersten Halbleiterschichten (17), der aktiven Schichten (47) und der zweiten Halbleiterschichten (19) berührt.

6. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, die umfasst:
eine Stromsperrschicht (133) bei einer der LED-Zellen, die unter dem leitfähigen Metall (13) ausgebildet ist, und
eine transparente leitfähige Schicht (135), die auf der Stromsperrschicht (133) ausgebildet ist.

7. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die erste Isolationsschicht (23) und/oder die zweite Isolationsschicht (21) Aluminiumoxid, Siliziumoxid oder Siliziumnitrid umfasst.

8. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei der Abstand zwischen der ersten Halbleiterschicht der ersten LED-Zelle und der ersten Halbleiterschicht der zweiten LED-Zelle größer ist als 15 μm und kleiner ist als 50 μm .

9. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei der minimale Abstand zwischen dem leitfähigen Metall der ersten LED-Zelle und dem leitfähigen Metall der zweiten LED-Zelle größer ist als 80 μm .

10. Leuchtvorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei das leitfähige Metall einen sich erstreckenden Teil mit mindestens einem Finger umfasst, wobei der mindestens eine Finger ein vergrößertes Ende umfasst.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

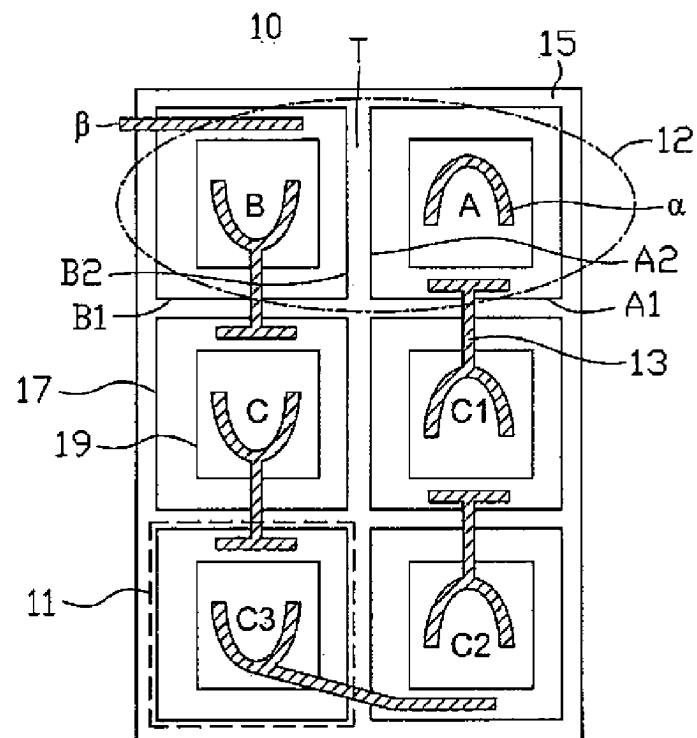


FIG. 1

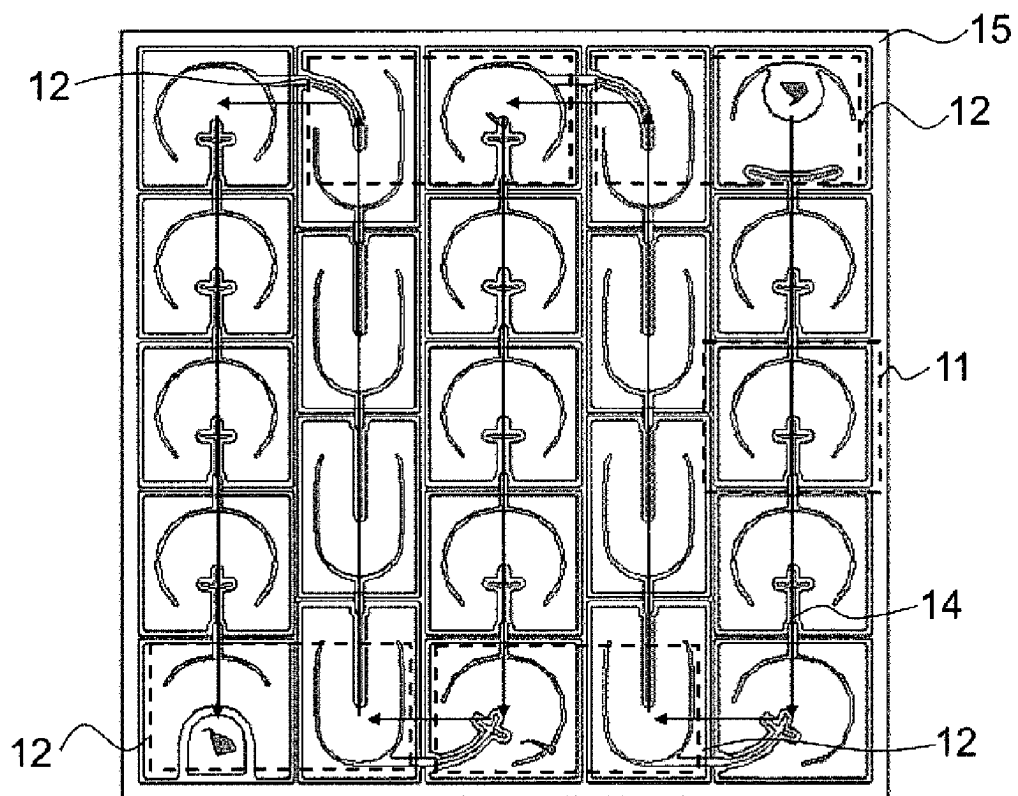


FIG. 2

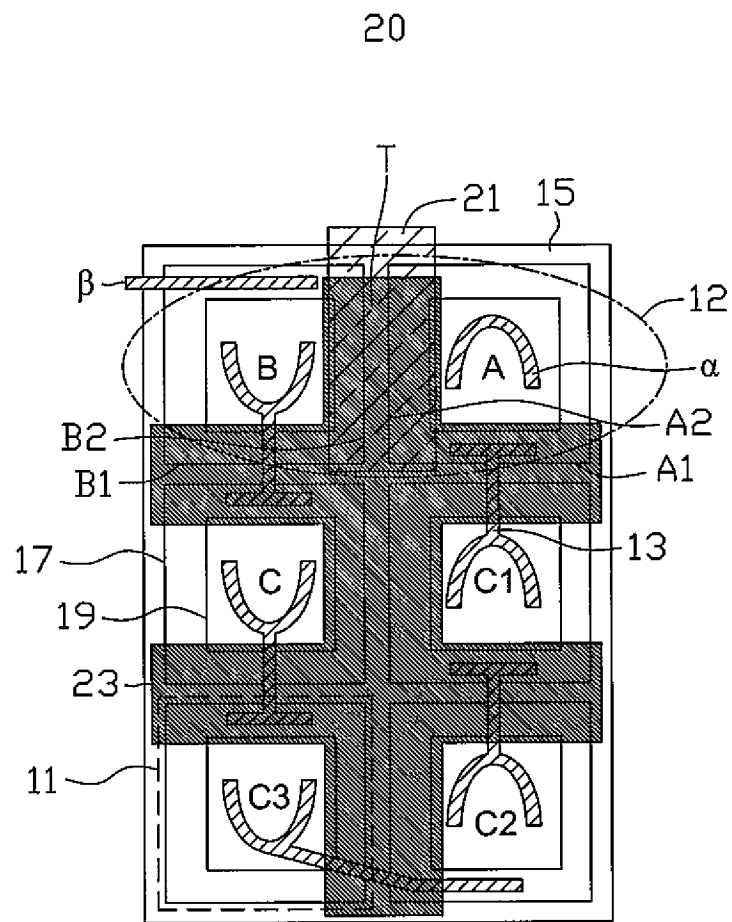
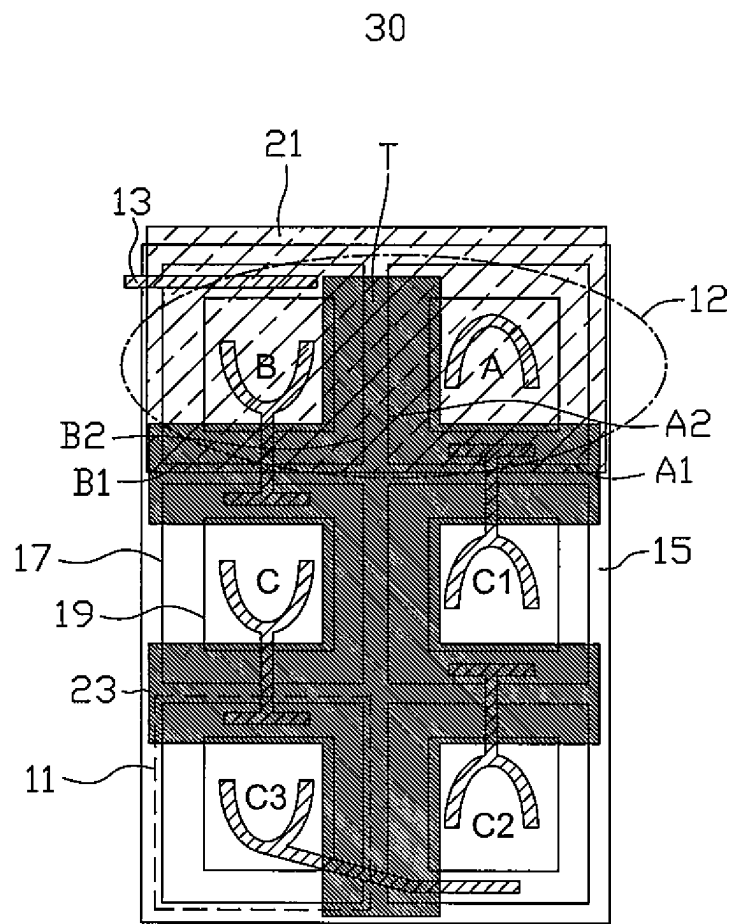


FIG. 3



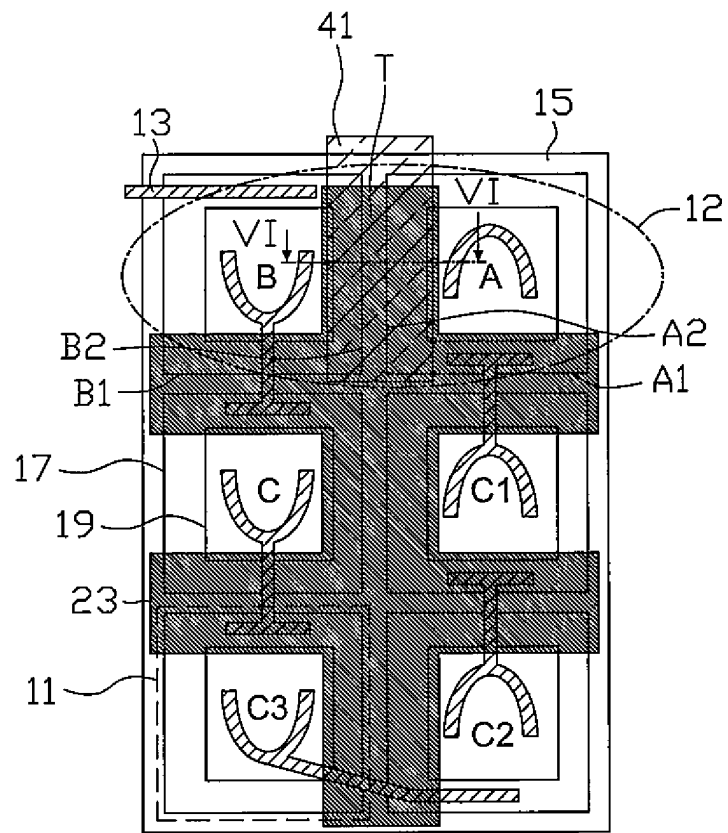


FIG. 5

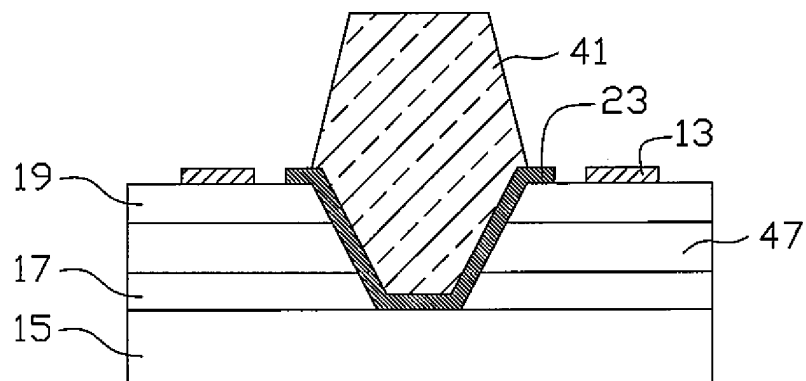


FIG. 6

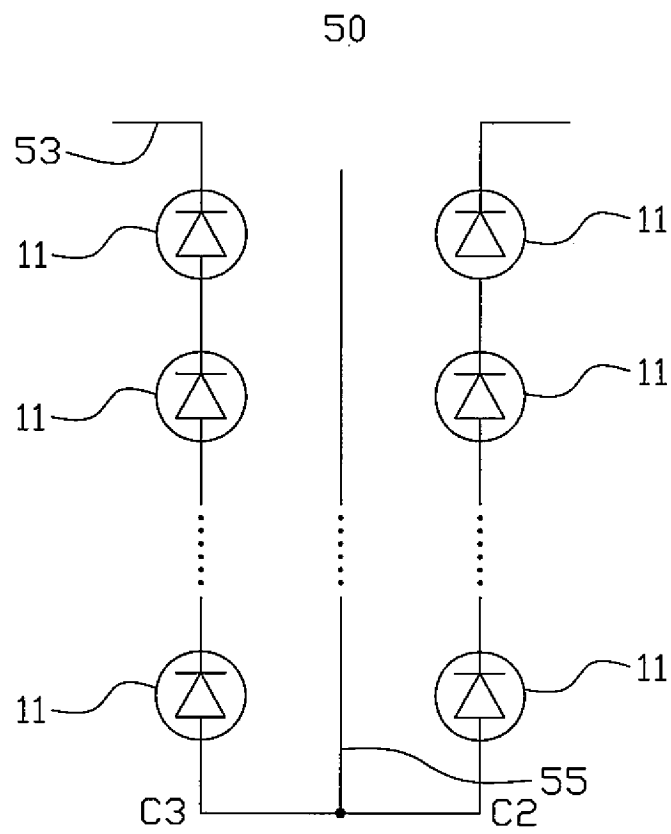


FIG. 7

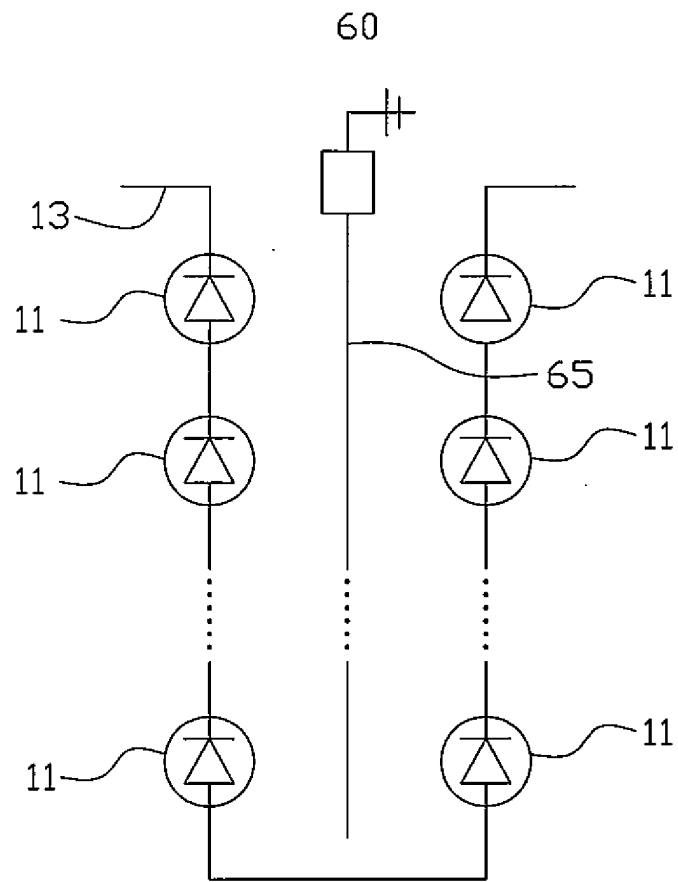


FIG. 8

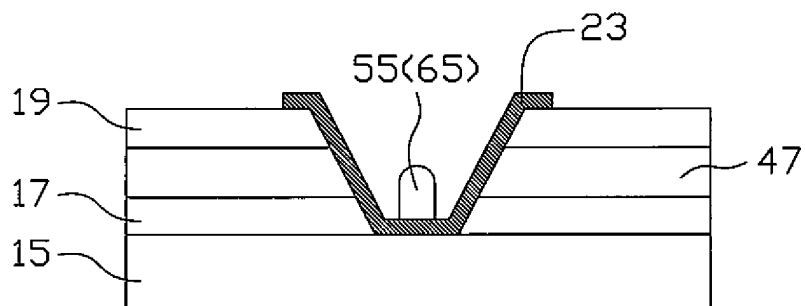


FIG. 9

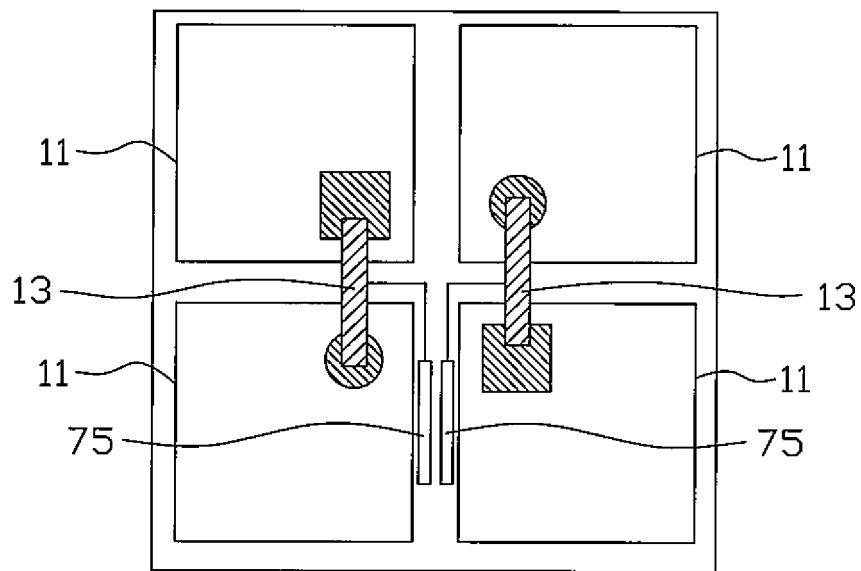


FIG. 10A

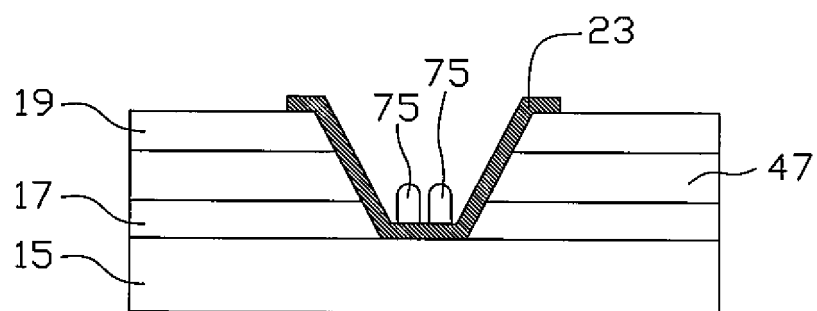


FIG. 10B

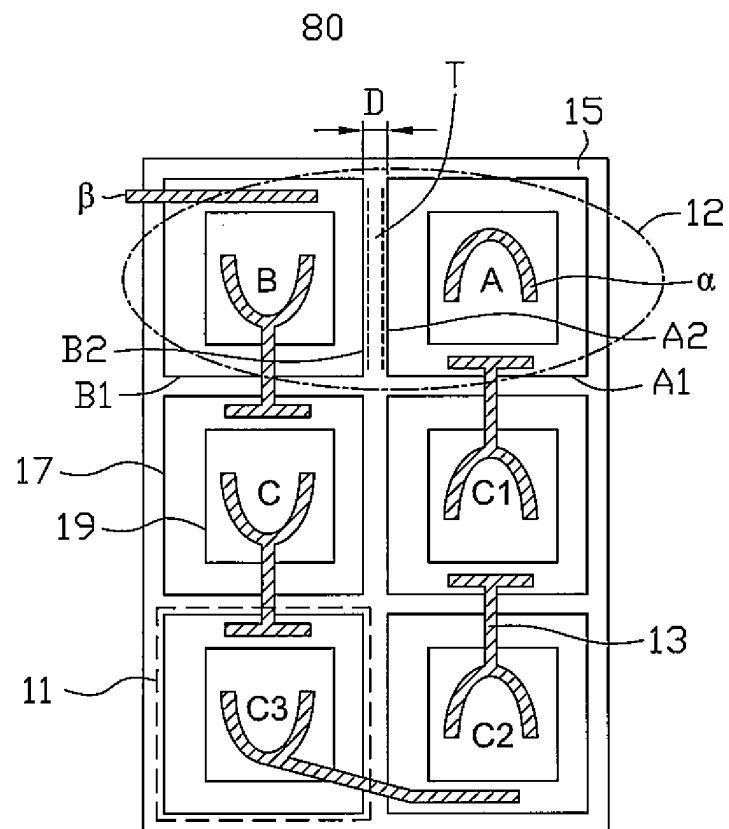


FIG. 11



FIG. 12

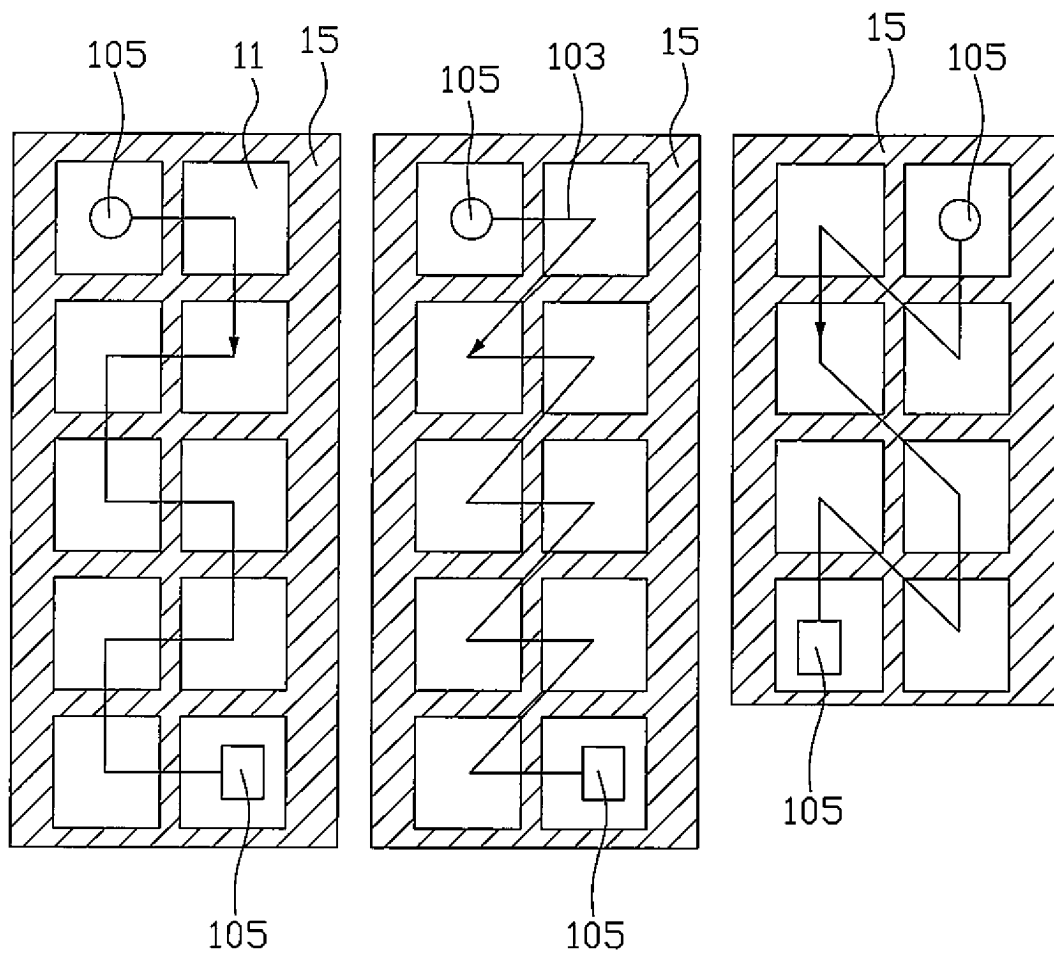


FIG. 13

110

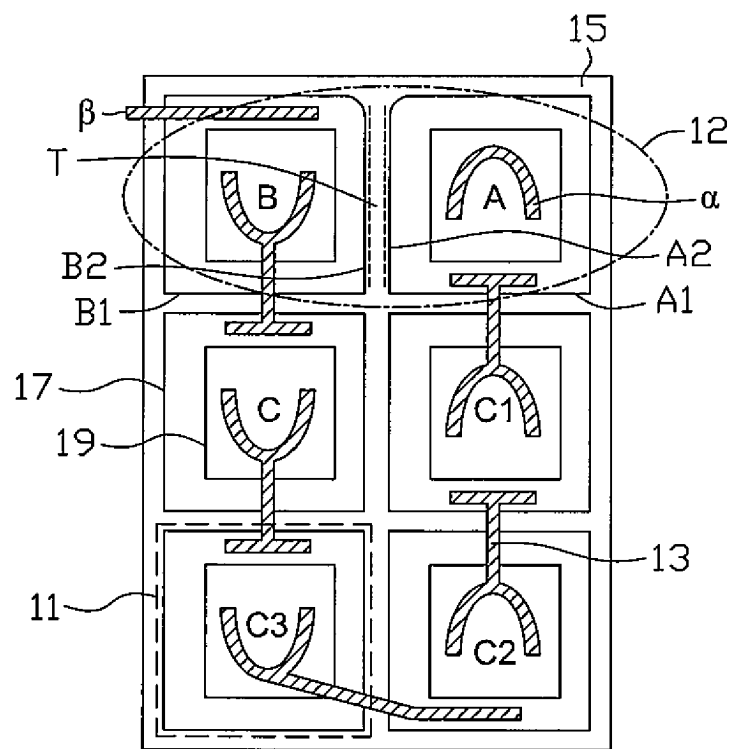


FIG. 14

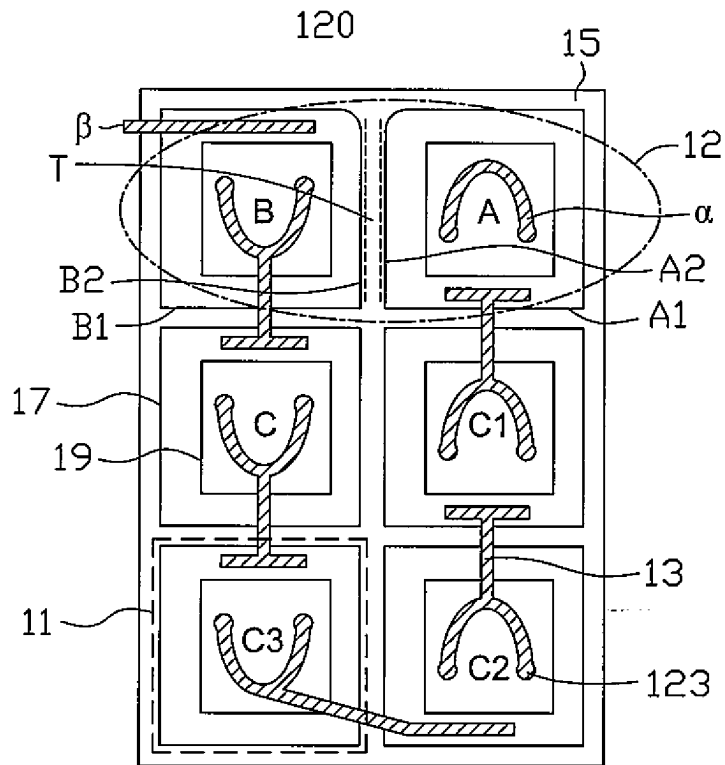


FIG. 15

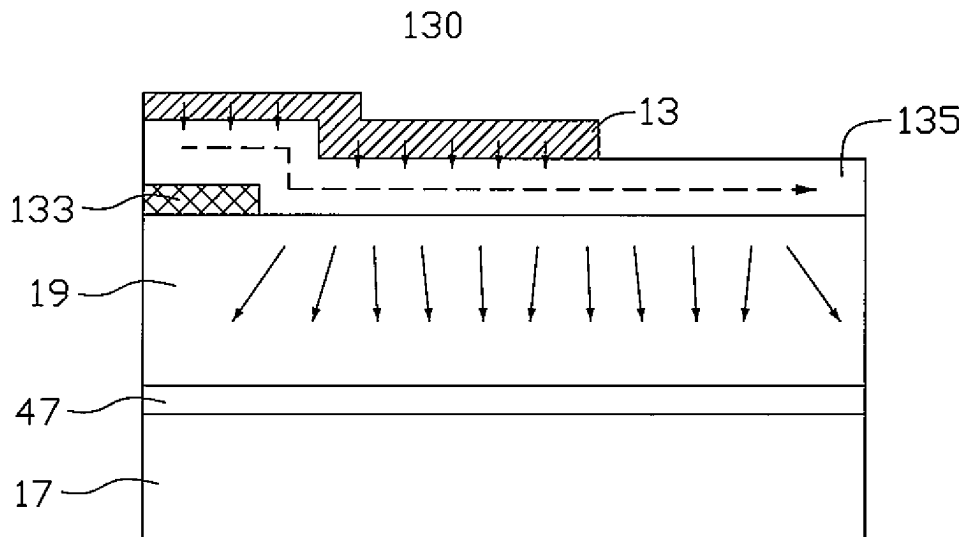


FIG. 16