



(10) **DE 10 2016 114 571 A1** 2018.02.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 114 571.8**

(22) Anmeldetag: **05.08.2016**

(43) Offenlegungstag: **08.02.2018**

(51) Int Cl.: **H01L 33/48 (2010.01)**

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(72) Erfinder:

**Perzlmaier, Korbinian, Dr., 93051 Regensburg,
DE; Leirer, Christian, Dr., 93053 Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

Wilhelm & Beck, 80639 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

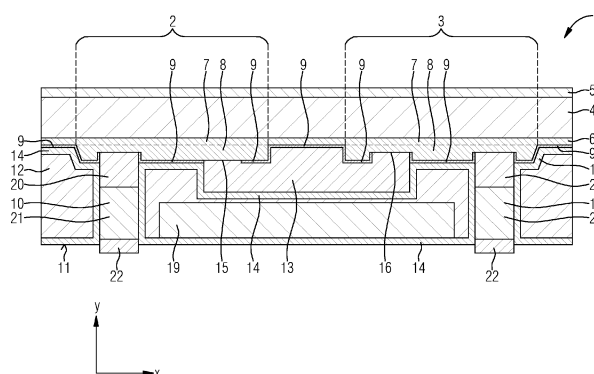
DE	10 2008 011 848	A1
DE	10 2012 112 302	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **FILAMENT MIT EINEM TRÄGER**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Filament (1) mit einem Träger (12), wobei auf dem Träger (12) wenigstens zwei Leuchtdiodenstrukturen (2, 3) mit einer p-n Halbleiterschichtstruktur (6, 7) mit einer aktiven Zone zum Erzeugen elektromagnetischer Strahlung angeordnet sind, wobei eine p-Schicht (8) der ersten Leuchtdiodenstruktur (2) mit einem elektrischen Verbindungskontakt (13) elektrisch leitend verbunden ist, wobei eine n-Schicht (7) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (3) mit dem elektrischen Verbindungskontakt (13) elektrisch leitend verbunden ist, wobei der elektrische Verbindungskontakt (13) auf einer ersten Seite (14) des Trägers (12) angeordnet ist, und wobei zwei Versorgungskontakte (10, 17) zum Betreiben des Filaments (1) am Träger (12) vorgesehen sind, wobei der erste Versorgungskontakt mit einer n-Schicht (7) der ersten Leuchtdiodenstruktur (2) elektrisch leitend verbunden ist, und wobei der zweite Versorgungskontakt (17) mit einer p-Schicht (8) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (3) elektrisch leitend verbunden ist. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Filaments.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Filament mit einem Träger mit Leuchtdiodenstrukturen gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren zum Herstellen eines Filaments mit Leuchtdiodenstrukturen gemäß Patentanspruch 12.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, LED-Filamente bereitzustellen, die einen Träger aufweisen, wobei auf dem Träger mehrere LED-Halbleiterchips angeordnet sind und in Serie elektrisch verschaltet sind.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Filament mit einem kompakteren Aufbau bereitzustellen.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0005] In den abhängigen Ansprüchen sind weitere Ausführungsformen angegeben.

[0006] Ein Vorteil des vorgeschlagenen Filaments besteht darin, dass das Filament eine kompakte Bauform aufweist. Dies wird dadurch erreicht, dass nicht einzelne LED-Bauelemente, sondern Leuchtdiodenstrukturen ohne Gehäuse auf dem Träger angeordnet werden. Dadurch ist der Aufbau kompakter.

[0007] In einer Ausführungsform sind die Leuchtdiodenstrukturen auf einem Substrat aufgewachsen. Das Verbleiben des Substrates am Filament vereinfacht das Herstellungsverfahren und erhöht die Steifigkeit des Filaments. Das Substrat ist transparent für die elektromagnetische Strahlung der Leuchtdiodenstrukturen.

[0008] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können die Leuchtdiodenstrukturen voneinander getrennt sein oder wenigstens eine gemeinsame Schicht aufweisen.

[0009] In einer Ausführungsform weist der Träger eine Versteifungsstruktur auf. Die Versteifungsstruktur ist insbesondere in dem Träger wenigstens teilweise eingebettet. Aufgrund der Versteifungsstruktur, die aus einem steiferen Material als der Träger gebildet ist, wird eine erhöhte Steifigkeit des Filaments erreicht. Dadurch kann das Filament mit einer geringeren Breite und/oder Höhe bei gleicher mechanischer Steifigkeit bereitgestellt werden.

[0010] Die Versteifungsstruktur kann beispielsweise aus einem Metall gebildet sein. Durch die Ausbildung der Versteifungsstruktur aus Metall wird neben der mechanischen Stabilität des Trägers zudem auch die thermische Leitfähigkeit des Trägers erhöht. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann das

Metall insbesondere galvanisch auf dem Träger abgeschieden werden.

[0011] In einer weiteren Ausführungsform sind die Versorgungskontakte des Filaments über Durchkontaktierungen zu einer Unterseite des Trägers geführt. Dadurch kann eine einfache elektrische Kontaktierung der Leuchtdiodenstrukturen über die Unterseite des Trägers erreicht werden. Somit wird eine Abschattung einer Abstrahlseite der Leuchtdiodenstrukturen, die gegenüberliegend zur Unterseite des Trägers vorgesehen ist, vermieden.

[0012] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können zwei oder mehrere Leuchtdiodenstrukturen durch entsprechende Verbindungskontakte elektrisch verbunden sein.

[0013] Der Verbindungskontakt ist dabei mit einer p-Schicht einer Leuchtdiodenstruktur und mit einer n-Schicht einer weiteren Leuchtdiodenstruktur elektrisch leitend verbunden. Dazu weisen die Leuchtdiodenstrukturen entsprechende Ausnehmungen auf, in die der Verbindungskontakt eingebracht ist.

[0014] Das Substrat kann sich über die gesamte Länge und/oder Breite des Filaments erstrecken. Dadurch wird eine Abdeckung der Leuchtdiodenstrukturen bereitgestellt. Zudem wird die Stabilität des Filaments erhöht.

[0015] Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann sich die Versteifungsstruktur über wenigstens 50 % einer Breite und/oder einer Länge des Trägers, insbesondere über 70 % einer Breite und/oder einer Länge des Trägers erstrecken. Weiterhin kann die Versteifungsstruktur in einzelne Teilstrukturen aufgeteilt sein, die voneinander getrennt sind oder miteinander verbunden sind. Somit ist es nicht erforderlich, dass die Versteifungsstruktur die gesamte Breite und/oder Länge des Trägers abdeckt. Je breiter und je länger die Versteifungsstruktur ist, umso steifer ist der Träger.

[0016] Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform die Versteifungsstruktur wenigstens 30 % der Dicke des Trägers einnehmen. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann die Versteifungsstruktur im Wesentlichen bis auf die Dicke der Verbindungskontakte die übrige Dicke des Trägers ausfüllen. Dadurch wird ein besonderes stabiles Filament bereitgestellt.

[0017] Ein Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, dass ein kompaktes Filament hergestellt werden kann. Die Leuchtdiodenstrukturen werden durch das Vorsehen von Ausnehmungen mit einer geringen Schichtdicke über die Verbindungskontakte elektrisch gekoppelt, insbesondere in Serie geschaltet.

[0018] Durch das Einbringen der Versteifungsstruktur in den Träger, wobei die Versteifungsstruktur aus einem Material mit einer höheren mechanischen Steifigkeit als der Träger gebildet ist, wird insgesamt eine erhöhte mechanische Steifigkeit des Filaments bei geringer Bauform erreicht.

[0019] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen in jeweils schematisierter Darstellung

[0020] Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines Filaments,

[0021] Fig. 2 einen Querschnitt durch eine p-Ebene der Leuchtdiodenstrukturen der Fig. 1,

[0022] Fig. 3 einen Querschnitt durch eine n-Ebene der Leuchtdiodenstrukturen der Fig. 1,

[0023] Fig. 4 einen Querschnitt durch eine gemeinsame Schicht oberhalb der n-Ebene der Leuchtdiodenstrukturen,

[0024] Fig. 5 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Filaments ohne ein Substrat,

[0025] Fig. 6 eine Draufsicht von unten auf das Filament der Fig. 5, und

[0026] Fig. 7 bis Fig. 14 verschiedene Ausführungen von Versteifungsstrukturen.

[0027] Fig. 1 zeigt einen schematischen Längsquerchnitt durch eine Ausführungsform eines Filaments 1 mit zwei Leuchtdiodenstrukturen 2, 3, d.h. ein LED-Filament. Das Filament 1 weist eine längliche Streifenform auf, wobei die im Querschnitt dargestellte Höhe kleiner ist als eine Breite des Filaments 1. Zudem ist das Filament 1 länger als breit oder hoch. Die zwei Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 sind auf einem Substrat 4 angeordnet. Auf dem Substrat 4 ist gegenüber liegend zu den Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 in dieser Ausführungsform eine Konversionsschicht 5 vorgesehen. Die Konversionsschicht 5 ist ausgebildet, um elektromagnetische Strahlung der Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 in der Wellenlänge zu verschieben. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auf die Konversionsschicht 5 verzichtet werden. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform auf das Substrat 4 verzichtet werden. Die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 sind mithilfe eines Herstellungsprozesses auf dem Substrat 4 erzeugt worden.

[0028] Die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 weisen Halbleiterschichten 7, 8 auf, die einen pn Übergang beinhalten. Der pn Übergang stellt eine aktive Zone dar, die bei Anlegen einer elektrischen Spannung ausgebildet ist, um elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 weisen pn-Halbleiterschichtstrukturen 7, 8 auf. Die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 weisen in dem Ausführungsbeispiel eine erste Schicht 6 auf, die auf dem Substrat 4 angeordnet ist. Die erste Schicht 6 weist eine geringe elektrische Leitfähigkeit auf oder elektrisch isolierend ausgebildet. Die erste Schicht 6 kann eine Pufferschicht darstellen und aus einem Halbleitermaterial gebildet sein. Auf der ersten Schicht 6 ist eine zweite Schicht 7 angeordnet. Die zweite Schicht 7 ist aus einem Halbleitermaterial gebildet, weist eine negative Dotierung auf und ist elektrisch leitend ausgebildet. Auf der zweiten Schicht 7 ist eine dritte Schicht 8 angeordnet, die aus einem Halbleitermaterial gebildet ist, positiv dotiert und elektrisch leitend ausgebildet ist. Zwischen der zweiten und der dritten Schicht 7, 8 ist der pn-Übergang ausgebildet, der die aktive Zone darstellt. Die aktive Zone ist ausgebildet, um bei Anlegen einer elektrischen Spannung eine elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Leuchtdiodenstrukturen stellen Leuchtdioden oder Laserdioden dar.

[0029] Die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 sind aus einem halbleitenden Materialsystem als pn-Struktur ausgebildet. Das Materialsystem kann beispielsweise Elemente der chemischen Hauptgruppen III, V, II und VI aufweisen, insbesondere aus III-V oder II-VI Halbleitermaterialsystemen gebildet sein. Die Halbleiterschichten werden beispielsweise epitaktisch auf einem Substrat 4, das beispielsweise aus Saphir besteht, beispielsweise mit metallorganischer Gasphasenepitaxie oder Molekularstrahlexpitaxie abgeschieden. Das Substrat ist transparent für die elektromagnetische Strahlung der Leuchtdiodenstrukturen 2, 3.

[0030] Die Halbleiterschichten können zum Beispiel aus dem Materialsystem Indium-Gallium-Aluminiumnitrid oder Indium-Gallium-Aluminiumphosphid gebildet sein. Zudem kann die aktive Zone als einfache pn-Schicht oder mit Quantentopfstrukturen ausgebildet sein. Zudem können die Leuchtdiodenstrukturen weitere Schichten aufweisen, die in dieser schematischen Darstellung nicht erwähnt werden. Zudem kann auch einzelne Schichten verzichtet werden, die nicht wesentlich für die Funktion der Leuchtdiodenstrukturen sind.

[0031] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die erste und zweite Leuchtdiodenstruktur 2, 3 über die erste Schicht 6 miteinander einteilig verbunden. Abhängig von der gewählten Ausführungsform können die Leuchtdiodenstrukturen 2, 3 auch getrennt voneinander sein. Beispielsweise kann auf

die erste Schicht **6** verzichtet werden, oder die erste Schicht **6** ist zwischen den Leuchtdiodenstrukturen getrennt.

[0032] Auf der dritten Schicht **8** ist eine erste Isolationsschicht **9** aufgebracht. Die erste Isolationsschicht **9** ist im linken Bereich von einer ersten Durchkontaktierung **10** durchbrochen. Die erste Durchkontaktierung **10** ist von einer Unterseite **11** eines Trägers **12** bis zur zweiten Schicht **7** der ersten Leuchtdiodenstruktur **2** geführt. Im Bereich der dritten Schicht **8** ist die erste Durchkontaktierung **10** von der ersten Isolationsschicht **9** umgeben und elektrisch gegenüber der dritten Schicht **8** isoliert. Seitlich neben der ersten Durchkontaktierung **10** ist beabstandet ein erster elektrischer Verbindungskontakt **13** vorgesehen, der auf einer Oberseite **14** des Trägers **12** angeordnet ist. Der erste elektrische Verbindungskontakt **13** erstreckt sich in einer Längsrichtung des Filaments **1** von der ersten Leuchtdiodenstruktur **2** bis zur zweiten Leuchtdiodenstruktur **3**. Der erste Verbindungskontakt **13** weist einen ersten Kontaktbereich **15** auf, der an die dritte Schicht **8** der ersten Leuchtdiodenstruktur **2** angrenzt und frei von der ersten Isolationsschicht **9** ist. Weitere Bereiche des ersten Verbindungskontaktes **13**, die an die erste und zweite Leuchtdiodenstruktur **2, 3** grenzen, sind von der ersten Isolationsschicht **9** bedeckt. Zudem weist der Verbindungskontakt **13** einen zweiten Kontaktbereich **16** auf, der in eine Ausnehmung der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** ragt und sich bis in die Ebene der zweiten Schicht **7** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** erstreckt. Der zweite Kontaktbereich **16** ist ebenfalls frei von der ersten Isolationsschicht **9**. Der elektrische Verbindungskontakt **13** ist elektrisch leitend und beispielsweise aus Metall gebildet. Somit stellt der erste Verbindungskontakt **13** eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der dritten Schicht **8** der ersten Leuchtdiodenstruktur **2** und der zweiten Schicht **7** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** her. In der dargestellten Ausführung ist der erste Verbindungskontakt **13** teilweise in einer Ausnehmung der Oberseite des Trägers **8** angeordnet.

[0033] Weiterhin ist eine zweite Durchkontaktierung **17** vorgesehen, die von der Unterseite **11** des Trägers **12** bis zur Oberseite **14** des Trägers **12** und bis zur dritten Schicht **8** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** geführt ist. Die zweite Durchkontaktierung **17** ist ebenfalls aus einem elektrisch leitenden Material, beispielsweise Metall hergestellt. Somit ist die zweite Durchkontaktierung **17** nur mit der dritten Schicht **8** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** elektrisch leitend verbunden.

[0034] In der dargestellten Ausführungsform ist eine zweite Isolationsschicht **18** vorgesehen, die auf der ersten Isolationsschicht **9** angeordnet ist und zudem zwischen den Durchkontaktierungen **10, 17** und dem Träger **12** und zwischen dem Verbindungskon-

takt **13** und dem Träger **12** ausgebildet ist. Somit bedeckt die zweite Isolationsschicht **18** die Oberseite **14** des Trägers **12**. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auf die zweite Isolationsschicht **18** im Bereich der ersten Isolationsschicht **9** verzichtet werden. Zudem kann auf die zweite Isolationsschicht **18** verzichtet werden, wenn der Träger **12** aus einem elektrisch isolierenden Material besteht. Der Träger **12** kann beispielsweise Moldmaterial wie Silikon, Epoxy oder Fotolack aufweisen oder daraus bestehen.

[0035] Zudem ist in die Unterseite **11** des Trägers **12** eine Versteifungsstruktur **19** in den Träger **12** eingebracht. Die Versteifungsstruktur **19** erstreckt sich entlang der Längsrichtung des Filaments **1** zwischen der ersten und der zweiten Durchkontaktierung **10, 17**. Die Versteifungsstruktur **19** ist aus einem Material gebildet, das eine höhere mechanische Steifigkeit als das Material des Trägers **12** aufweist. Beispielsweise kann die Versteifungsstruktur **19** Metall, insbesondere Nickel aufweisen oder daraus gebildet sein. Die Versteifungsstruktur **19** aus Metall kann beispielsweise galvanisch abgeschieden werden.

[0036] Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann die Versteifungsstruktur **19** sich wenigstens über 50 % einer Breite und/oder einer Länge des Trägers **12** erstrecken. Insbesondere kann die Versteifungsstruktur **19** sich über wenigstens 70 % einer Breite und/oder einer Länge des Trägers erstrecken. Zudem kann abhängig von der gewählten Ausführungsform sich die Versteifungsstruktur **19** wenigstens über 10 % der Dicke des Trägers **12** oder mehr erstrecken. Die Verstärkungsstruktur kann beispielsweise eine Schichtdicke im Bereich von 100 µm aufweisen.

[0037] In der dargestellten Ausführungsform ist die Unterseite **11** des Trägers **12** zudem mit der zweiten Isolationsschicht **18** bedeckt. Die erste und die zweite Durchkontaktierung **10, 17** sind durch die zweite Isolationsschicht **18** der Unterseite **11** des Trägers **12** geführt und somit von der Unterseite des Trägers **12** her elektrisch kontaktierbar.

[0038] Mithilfe dieser Anordnung sind die zwei Leuchtdiodenstrukturen **2, 3** über die erste Durchkontaktierung **10**, den Verbindungskontakt **13** und die zweite Durchkontaktierung **17** elektrisch in Serie geschaltet. Die zwei Leuchtdiodenstrukturen **2, 3** sind zwar einteilig über die erste Schicht **6** ausgebildet, jedoch weist die erste Schicht **6** eine entsprechend geringe elektrische Leitfähigkeit auf, so dass trotz der gemeinsamen ersten Schicht **6** eine elektrische Serienschaltung der zwei Leuchtdiodenstrukturen **2, 3** durch den Verbindungskontakt **13** erreicht wird.

[0039] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können die erste und die zweite Durchkontaktie-

rung **10, 17** aus verschiedenen Kontaktschichten hergestellt sein und bei den gleichen Abscheideverfahren hergestellt werden. Beispielsweise kann eine erste Kontaktschicht **20** der Durchkontaktierungen **10, 17**, die an die Leuchtdiodenstrukturen **2, 3** angrenzt, aus dem gleichen Material wie der Verbindungskontakt **13** hergestellt sein und eine gleiche Schichtdicke wie der Verbindungskontakt **13** aufweisen. Zudem kann eine zweite Kontaktschicht **21** aus dem gleichen Material wie die Versteifungsstruktur **19** gebildet sein und gleichzeitig mit der Versteifungsstruktur **19** abgeschieden werden. Zudem kann auf einer Unterseite der Durchkontaktierungen **10, 17** ein externer Kontakt **22** ausgebildet sein, der die Durchkontaktierungen **10, 17** abschließt. Der externe Kontakt **22** kann aus dem gleichen Material wie der erste Abschnitt **20** bestehen.

[0040] Zudem können die Ausführungsformen der **Fig. 1** auch ohne durchgehende erste Schicht **6** ausgebildet werden, so dass auch bei der Ausführungsform der **Fig. 1** nur zwei getrennt voneinander angeordnete Leuchtdiodenstrukturen **2, 3** vorgesehen sein können. Zudem können abhängig von der gewählten Ausführungsform auch mehr oder weniger als vier Leuchtdiodenstrukturen getrennt voneinander ausgebildet sein.

[0041] **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Filaments **1**, wobei bei dieser Ausführungsform vier Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** vorgesehen sind. Die erste, zweite, dritte und vierte Leuchtdiodenstruktur **2, 3, 23, 24** sind identisch ausgebildet und über die erste Schicht **6** einteilig miteinander verbunden. Der Aufbau des Filaments der **Fig. 2** entspricht im Wesentlichen dem Aufbau des Filaments der **Fig. 1**, wobei nicht nur zwei Leuchtdiodenstrukturen **2, 3**, sondern vier Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** elektrisch in Serie geschaltet sind. Bei dieser Ausführungsform ist die dritte Schicht **8** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** über einen zweiten Verbindungskontakt **25** elektrisch leitend mit einer zweiten Schicht **7** der dritten Leuchtdiodenstruktur **23** verbunden. Dazu weist der zweite Verbindungskontakt **25** einen ersten Kontaktbereich **15** auf, der mit der dritten Schicht **8** der zweiten Leuchtdiodenstruktur **3** verbunden ist. Zudem weist der zweite Verbindungskontakt **25** einen zweiten Kontaktbereich **16** auf, der mit der zweiten Schicht **7** der dritten Leuchtdiodenstruktur **23** verbunden ist. Zudem ist ein dritter Verbindungskontakt **26** vorgesehen, der die dritte Leuchtdiodenstruktur **23** mit der vierten Leuchtdiodenstruktur **24** verbindet. Der dritte Verbindungskontakt **26** weist einen ersten Kontaktbereich **15** auf, der mit der dritten Schicht **8** der dritten Leuchtdiodenstruktur **23** verbunden ist. Zudem weist der dritte Verbindungskontakt **26** einen zweiten Kontaktbereich **16** auf, der mit der siebten Schicht **7** der vierten Leuchtdiodenstruktur **24** verbunden ist. Zudem ist eine dritte Schicht der vierten Leuchtdiodenstruktur **24** mit der

zweiten Durchkontaktierung **17** elektrisch leitend verbunden. Die erste, zweite, dritte und vierte Schicht der Leuchtdiodenstrukturen sind beispielsweise jeweils gleich ausgebildet und können gleichzeitig hergestellt werden. Abhängig von der gewählten Ausführung können die Schichten der Leuchtdiodenstrukturen auch unterschiedlich ausgebildet sein.

[0042] Bei dieser Ausführungsform erstreckt sich die Versteifungsstruktur **19** zwischen der ersten und der zweiten Durchkontaktierung **10, 17** entlang des Trägers **12**. Der übrige Schichtaufbau entspricht dem Schichtaufbau der **Fig. 1**.

[0043] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können auch LED-Filamente mit drei oder mehr als vier Leuchtdiodenstrukturen verwendet werden.

[0044] In dem dargestellten Beispiel sind die Leuchtdiodenstrukturen elektrisch seriell verschaltet. Abhängig von der gewählten Ausführung können die Leuchtdiodenstrukturen elektrisch auch parallel verschaltet sein. Zudem können die Leuchtdiodenstrukturen elektrisch auch parallel und seriell mithilfe von Verbindungskontakten verschaltet sein. Beispielsweise können auch zwei oder mehr Reihen von nebeneinander angeordneten Leuchtdiodenstrukturen vorgesehen sein.

[0045] **Fig. 3** zeigt einen schematischen Querschnitt durch die Anordnung der **Fig. 2** in der dritten Schicht **8**, die elektrisch leitend und p-dotiert ist. Die Durchkontaktierungen **10, 17** ragen durch die dritte Schicht **8**. Zudem grenzen die ersten Kontaktbereiche **15** der Verbindungskontakte **13, 25, 26** jeweils an die dritten Schichten **8** der Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24**. Die zweiten Kontaktbereiche **16** sind durch die dritten Schichten **8** geführt, wobei die zweiten Kontaktbereiche **16** durch die erste Isolationsschicht **9** gegenüber der dritten Schicht **8** elektrisch isoliert sind. Ebenso sind auch Mittelstücke **27** der Verbindungskontakte **13, 25, 26** durch die dritte Schicht **8** geführt. Die Mittelstücke **27** sind durch die Isolationsschicht **9** gegen die dritte Schicht **8** elektrisch isoliert. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die ersten und die zweiten Kontaktbereiche **15, 16** der Verbindungskontakte genauso breit in der Z-Richtung ausgebildet wie die Leuchtdiodenstrukturen. Abhängig von der gewählten Ausführungsform können die ersten und zweiten Kontaktbereiche **15, 16** der Verbindungskontakte auch eine kleinere Breite aufweisen. Bei dieser Ausführungsform ist es erforderlich, dass die zweiten Kontaktbereiche **16** umlaufend gegenüber der dritten Schicht **8** elektrisch mithilfe der ersten Isolationsschicht **9** isoliert sind.

[0046] **Fig. 4** zeigt einen Querschnitt durch die Anordnung der **Fig. 2** in der Ebene der zweiten Schicht **7**, die elektrisch leitend und n-dotiert ist. In die zweite Schicht **7** ragt die erste Durchkontaktierung **10**. Zu-

dem wird die zweite Schicht **7** der einzelnen Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** jeweils durch die Isolationsschicht **9**, die die Mittelstücke **27** der Verbindungskontakte **13, 13, 25, 26** seitlich bedeckt, elektrisch voneinander getrennt. Ebenso ragen die zweiten Kontaktbereiche **16** in die zweiten Schichten **7** und sind elektrisch mit den zweiten Schichten **7** verbunden. Die zweite Durchkontaktierung **17** endet in der dritten Schicht **8** und ragt somit nicht in die zweite Schicht **7**.

[0047] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt in der Ebene der ersten Schicht **6**. Bei der Ausführungsform der Fig. 2 ist die erste Schicht **6** durchgehend über alle Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** ausgebildet.

[0048] Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Filaments **1**, wobei die Ausführungsform der Fig. 6 im Wesentlichen gemäß der Ausführungsform der Fig. 2 ausgebildet ist, wobei jedoch die Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** voneinander getrennt sind, da keine gemeinsame erste Schicht **6** vorgesehen ist. Zudem wurde bei dieser Ausführungsform auch das Substrat **4** entfernt. Die Konversionsschicht **5** ist dabei direkt auf den Leuchtdiodenstrukturen **2, 3, 23, 24** angeordnet. Abhängig von der gewählten Ausführungsform kann auf die Konversionsschicht **5** auch verzichtet werden.

[0049] Abhängig von der gewählten Ausführungsform können die Verbindungskontakte mehrere voneinander getrennte erste Kontaktbereiche **15** und/oder mehrere voneinander getrennte zweite Kontaktbereiche **16** aufweisen. Die mehreren ersten und zweiten Kontaktbereiche **15, 16** können in der Breite und/oder in der Länge des Trägers **12** verteilt angeordnet sein. Zudem können weitere Schichten und/oder Isolationsschichten und/oder Spiegelschichten vorgesehen sein, um die Funktionsfähigkeit des Filaments und insbesondere der Leuchtdiodenstrukturen zu verbessern.

[0050] Beispielsweise können die Verbindungskontakte, die ersten Abschnitte **20** der Durchkontaktierungen und/oder die externen Kontakte **22** Platin, Gold, Titan, Silber aufweisen. Die erste und/oder die zweite Isolationsschicht **9, 18** können beispielsweise aus Siliziumoxid gebildet sein. Die Ausnehmungen für die Einbringung der Durchkontaktierungen **10, 17** und der zweiten Kontaktbereiche **16** in die Leuchtdiodenstrukturen können mithilfe von Ätzverfahren eingebracht werden. Vor dem Einbringen der metallisch leitenden Materialien in die Ausnehmungen können die Wände der Ausnehmungen mit der ersten Isolationsschicht **9** bedeckt werden.

[0051] Zudem können abhängig von der gewählten Ausführungsform die Filamente auf einem Wafer mit einer Vielzahl von Filamenten gleichzeitig prozessiert

und anschließend in einzelne Filamente zerteilt werden.

[0052] Fig. 7 zeigt eine schematische Draufsicht auf die Unterseite **11** des Trägers **12**, wobei die zweite Isolationsschicht **18** nicht dargestellt ist. Der Träger **12** weist eine rechteckförmige Grundform auf, wobei in den gegenüberliegenden Endbereichen die erste und die zweite Durchkontaktierung **10, 17** angeordnet sind. Zwischen den zwei Durchkontaktierungen **10, 17** ist die Versteifungsstruktur **19** angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform weist die Versteifungsstruktur **19** die gleiche Breite wie der Träger **12** auf. Zudem erstreckt sich die Versteifungsstruktur **19** über 80 % der Länge des Trägers **12**.

[0053] Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf die Unterseite **11** einer weiteren Ausführungsform eines Filaments **1**, wobei die Versteifungsstruktur **19** die gleiche Länge wie in Fig. 7 aufweist, jedoch eine kleinere Breite als der Träger **12** aufweist. In der dargestellten Ausführungsform weist die Versteifungsstruktur **19** eine Breite auf, die wenigstens 80 % der Breite des Trägers **12** entspricht. In den Fig. 7 und Fig. 8 ist die Versteifungsstruktur **19** als eine einteilige Fläche mit einer im Wesentlichen rechteckförmigen Grundfläche ausgebildet.

[0054] Fig. 9 zeigt eine Draufsicht auf eine Unterseite **11** eines Trägers **12** eines Filaments **1**, bei dem die Versteifungsstruktur **19** in Form von zwei Teilstrukturen **31, 32** ausgebildet ist. Die zwei Teilstrukturen **31, 32** sind in Form von länglichen Streifen ausgebildet. Die Teilstrukturen **31, 32** sind parallel zueinander und parallel zur Längserstreckung des Filaments **1** angeordnet. Zudem erstrecken sich die Teilstrukturen **31, 32** zwischen den Durchkontaktierungen **10, 17** über wenigstens 80 % der Länge des Filaments **1**. Weiterhin sind die zwei Teilstrukturen **31, 32** beabstandet zu den Seiten des Trägers **12** angeordnet. Die Teilstrukturen **31, 32** sind in der dargestellten Ausführungsform identisch ausgebildet. Jede Teilstruktur **31, 32** weist eine Breite auf, die kleiner als eine Hälfte der Breite des Trägers **12** ist. Beispielsweise kann die Breite der Teilstrukturen **31, 32** ein Drittel der Breite des Trägers **12** aufweisen.

[0055] Fig. 10 zeigt eine Draufsicht auf eine Unterseite **11** eines Trägers **12** eines Filaments **1**, bei dem die Versteifungsstruktur **19** in Form von drei Teilstrukturen **31, 32, 33** ausgebildet ist. Die Teilstrukturen **31, 32, 33** sind als Streifen ausgebildet und parallel zueinander und parallel zur Längserstreckung des Filaments **1** angeordnet. Die Teilstrukturen weisen zueinander einen jeweils gleich großen Abstand auf und sind symmetrisch über die Breite des Trägers **12** ausgerichtet.

[0056] Fig. 11 zeigt eine Draufsicht auf eine Unterseite **11** eines Trägers **12** eines Filaments **1**, bei dem

die Versteifungsstruktur **19** in Form von drei Teilstrukturen **31**, **32**, **33** gemäß **Fig. 10** ausgebildet ist, wobei zudem Querstreben **34** zwischen den Teilstrukturen **31**, **32**, **33** vorgesehen sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind sieben Querstreben **34** mit gleichem Abstand zueinander vorgesehen. Jede Querstrebe **34** verbindet die drei Teilstrukturen **31**, **32**, **33**.

[0057] **Fig. 12** zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der drei Teilstrukturen **31**, **32**, **33** gemäß **Fig. 10** vorgesehen sind, wobei jedoch weitere Querstreben **35** mit den Teilstrukturen **31**, **32**, **33** verbunden sind. Die weiteren Querstreben **35** sind nicht senkrecht, sondern in einem Winkel geneigt zur Längserstreckung der Teilstrukturen **31**, **32**, **33** angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform sind vier weitere Querstreben **35** vorgesehen, die in Form einer Zickzacklinie miteinander verbunden sind.

[0058] **Fig. 13** zeigt eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform eines Filaments **1**, bei der die Versteifungsstruktur **19** in Form von mehreren miteinander verbundenen Ringstrukturen **36** ausgebildet ist. Die Ringstrukturen **36** sind in der Weise ausgebildet, dass jeweils zwei Ringstrukturen **36** aneinander angrenzen, wobei jeweils zwei aneinander angrenzende Ringstrukturen sich in der Mitte eines weiteren Ringes treffen. Die Ringstrukturen **36** sind parallel zu einer Längsrichtung des Filaments **1** zwischen den Durchkontaktierungen **10**, **17** angeordnet.

[0059] **Fig. 14** zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der zwei Teilstrukturen **31**, **32** in Form von länglichen Streifen angeordnet sind, wobei die zwei Teilstrukturen über gekreuzte weitere Querstreben **35** jeweils in den Endbereichen miteinander verbunden sind. Zudem ist in einem Mittenbereich ein Firmenlogo **37** aus dem Material der Teilstruktur in den Träger **12** eingebracht. Das Firmenlogo **37** kann eine unterschiedliche Höhe in Y-Richtung als die Teilstrukturen **31**, **32** aufweisen und insbesondere eine kleinere Höhe als die Teilstrukturen **31**, **32** aufweisen.

[0060] Abhängig von der gewählten Ausführung können auch verschiedene Formen von Teilstrukturen und Kombinationen von Teilstrukturen vorgesehen sein.

[0061] Die Erfindung wurde anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben. Dennoch ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Beispiele eingeschränkt. Vielmehr können hieraus andere Variationen vom Fachmann abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Filament
2	erste Leuchtdiodenstruktur
3	zweite Leuchtdiodenstruktur
4	Substrat
5	Konversionsschicht
6	erste Schicht
7	zweite Schicht
8	dritte Schicht
9	erste Isolationsschicht
10	erste Durchkontaktierung
11	Unterseite
12	Träger
13	erster Verbindungskontakt
14	Oberseite
15	erster Kontaktbereich
16	zweiter Kontaktbereich
17	zweite Durchkontaktierung
18	zweite Isolationsschicht
19	Versteifungsstruktur
20	erste Kontaktschicht
21	zweite Kontaktschicht
22	externer Kontakt
23	dritte Leuchtdiodenstruktur
24	vierte Leuchtdiodenstruktur
25	zweiter Verbindungskontakt
26	dritter Verbindungskontakt
27	Mittelstück
31	erste Teilstruktur
32	zweite Teilstruktur
33	dritte Teilstruktur
34	Querstrebe
35	weitere Querstrebe
36	Ringstruktur
37	Firmenlogo

Patentansprüche

1. Filament (**1**) mit einem Träger (**12**), wobei auf dem Träger (**12**) wenigstens zwei Leuchtdiodenstrukturen (**2**, **3**) mit einer p-n Halbleiterschichtstruktur (**6**, **7**) mit einer aktiven Zone zum Erzeugen elektromagnetischer Strahlung angeordnet sind, wobei eine p-Schicht (**8**) der ersten Leuchtdiodenstruktur (**2**) mit einem elektrischen Verbindungskontakt (**13**) elektrisch leitend verbunden ist, wobei eine n-Schicht (**7**) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (**3**) mit dem elektrischen Verbindungskontakt (**13**) elektrisch leitend verbunden ist, wobei der elektrische Verbindungskontakt (**13**) auf einer ersten Seite (**14**) des Trägers (**12**) angeordnet ist, und wobei zwei Versorgungskontakte (**10**, **17**) zum Betreiben des Filaments (**1**) am Träger (**12**) vorgesehen sind, wobei der erste Versorgungskontakt mit einer n-Schicht (**7**) der ersten Leuchtdiodenstruktur (**2**) elektrisch leitend verbunden ist, und wobei der zweite Versorgungskontakt (**17**) mit einer p-Schicht (**8**) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (**3**) elektrisch leitend verbunden ist.

2. Filament (1) nach Anspruch 1, wobei die Leuchtdiodenstrukturen (2, 3) auf einem Substrat (4) aufgewachsen sind, wobei das Substrat (4) gegenüber dem Träger (12) auf den Leuchtdiodenstrukturen (2, 3) angeordnet ist.

3. Filament (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (12) eine Versteifungsstruktur (19) aufweist, wobei die Versteifungsstruktur (19) auf dem Träger (12) oder wenigstens teilweise in den Träger (12) eingebettet ist.

4. Filament (1) nach Anspruch 3, wobei die Versteifungsstruktur (19) aus einem Metall gebildet ist, wobei das Metall insbesondere galvanisch abgeschieden wurde.

5. Filament (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungskontakte Durchkontaktierungen (10, 17) aufweisen, wobei die Durchkontaktierungen (10, 17) von der ersten Seite (14) des Trägers (12) zu einer zweiten Seite (11) des Trägers (12) geführt sind.

6. Filament (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei zwischen der p-Schicht (8) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (3) und dem zweiten Versorgungskontakt (17) wenigstens eine dritte Leuchtdiodenstruktur (23) mit einer pn-Halbleiterschichtstruktur (7, 8) mit einer aktiven Zone angeordnet ist, wobei die dritte Leuchtdiodenstruktur (23) auf dem Träger (12) angeordnet ist, wobei eine p-Schicht (8) der zweiten Leuchtdiodenstruktur (3) mit einem zweiten elektrisch leitenden Verbindungskontakt (25) verbunden ist, wobei eine n-Schicht (7) der dritten Leuchtdiodenstruktur (23) mit dem zweiten Verbindungskontakt (25) verbunden ist, und wobei der zweite Versorgungskontakt (17) mit einer p-Schicht (8) der dritten Leuchtdiodenstruktur (23) verbunden ist.

7. Filament (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 6, wobei sich die Versteifungsstruktur (19) über wenigstens 50% einer Breite und/oder einer Länge des Trägers (12), insbesondere über 70% einer Breite und/oder einer Länge des Trägers (12) erstreckt.

8. Filament (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Versteifungsstruktur (19) wenigstens zwei Teilstrukturen (31, 32, 33, 36) aufweist.

9. Filament (1) nach Anspruch 8, wobei die Teilstrukturen (31, 32, 33) über Querstreben (34, 35) verbunden sind.

10. Filament (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei die Versteifungsstruktur (19) ein Material aufweist, das thermisch besser leitet als der Träger (12).

11. Filament (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die wenigstens zwei Leuchtdiodenstrukturen (2, 3, 23, 24) über eine gemeinsame Schicht (6) miteinander verbunden sind und einteilig ausgebildet sind.

12. Verfahren zum Herstellen eines Filaments nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens zwei Leuchtdiodenstrukturen mit einer p-n Halbleiterschichtstruktur mit einer aktiven Zone zum Erzeugen einer elektromagnetischen Strahlung hergestellt werden, wobei ein elektrisch leitender Verbindungskontakt auf der ersten und der zweiten Leuchtdiodenstruktur abgeschieden wird, so dass eine p-Schicht der ersten Leuchtdiodenstruktur über den Verbindungskontakt elektrisch leitend mit einer n-Schicht der zweiten Leuchtdiodenstruktur elektrisch leitend verbunden wird, wobei ein Träger auf die Leuchtdiodenstrukturen und den Verbindungskontakt aufgebracht wird, wobei ein erster Versorgungskontakt als Durchkontaktierung von einer freien Seite des Trägers ausgehend in den Träger und in die erste Leuchtdiodenstruktur in der Weise eingebracht wird, dass der erste Versorgungskontakt mit der n-Schicht der ersten Leuchtdiodenstruktur elektrisch leitend verbunden wird, und wobei ein zweiter Versorgungskontakt von der freien Seite des Trägers ausgehend in den Träger und in die zweite Leuchtdiodenstruktur in der Weise eingebracht wird, dass der zweite Versorgungskontakt mit der p-Schicht der zweiten Leuchtdiodenstruktur elektrisch leitend verbunden wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die erste Leuchtdiodenstruktur und die zweite Leuchtdiodenstruktur in einer zusammenhängenden Schichtstruktur hergestellt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei in die erste und die zweite Leuchtdiodenstruktur jeweils eine Ausnehmung eingebracht wird, und wobei der Verbindungskontakt in die zwei Ausnehmungen eingebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei eine Versteifungsstruktur wenigstens teilweise in den Träger eingebracht wird, wobei die Versteifungsstruktur aus einem Material mit einer höheren mechanischen Steifigkeit als der Träger gebildet wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

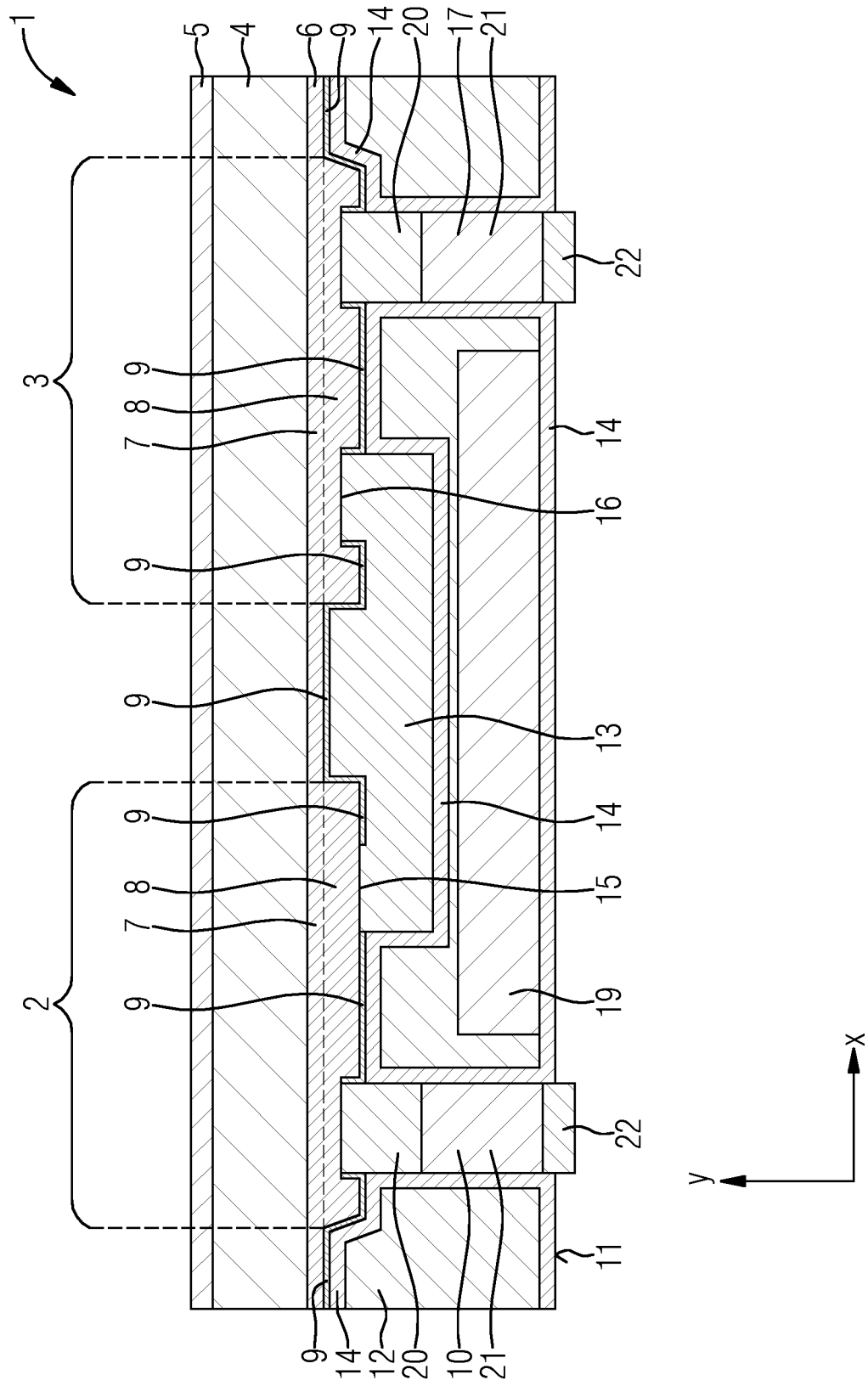


FIG 2

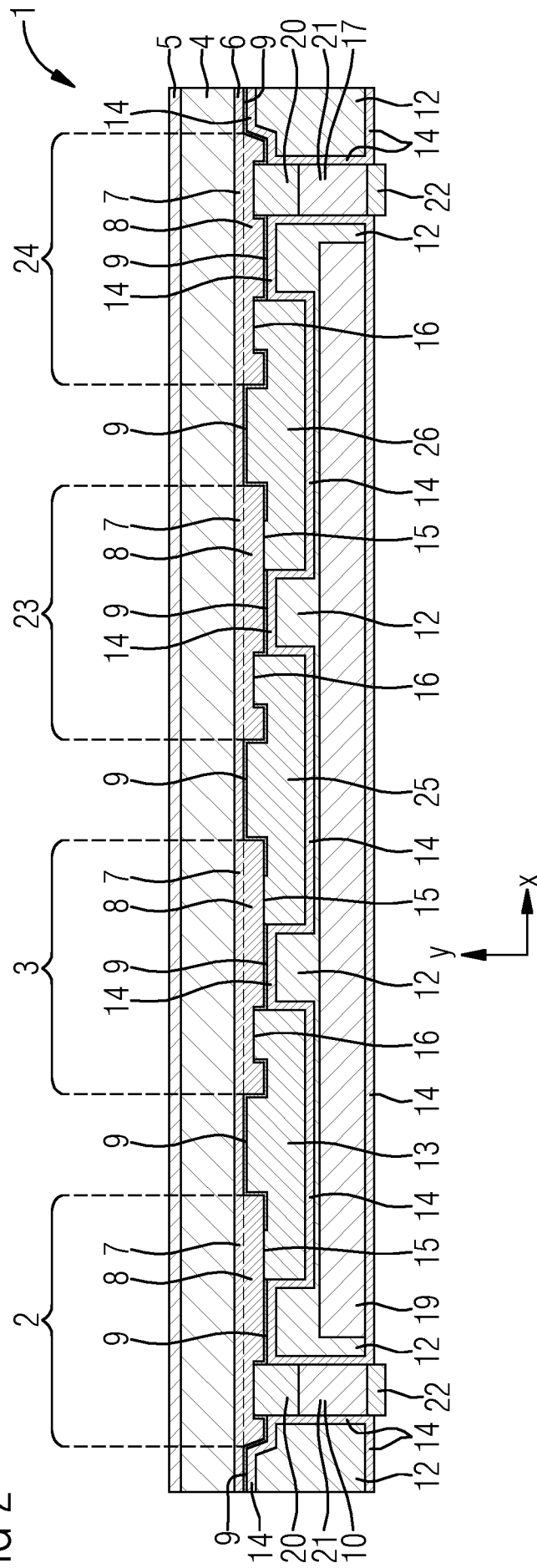


FIG 3

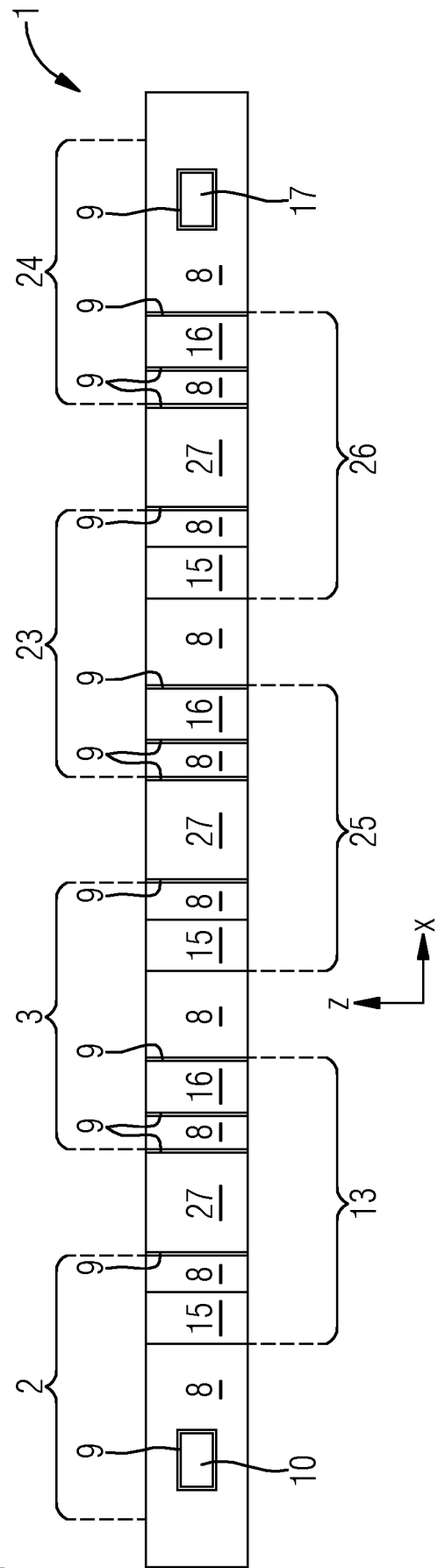


FIG 4

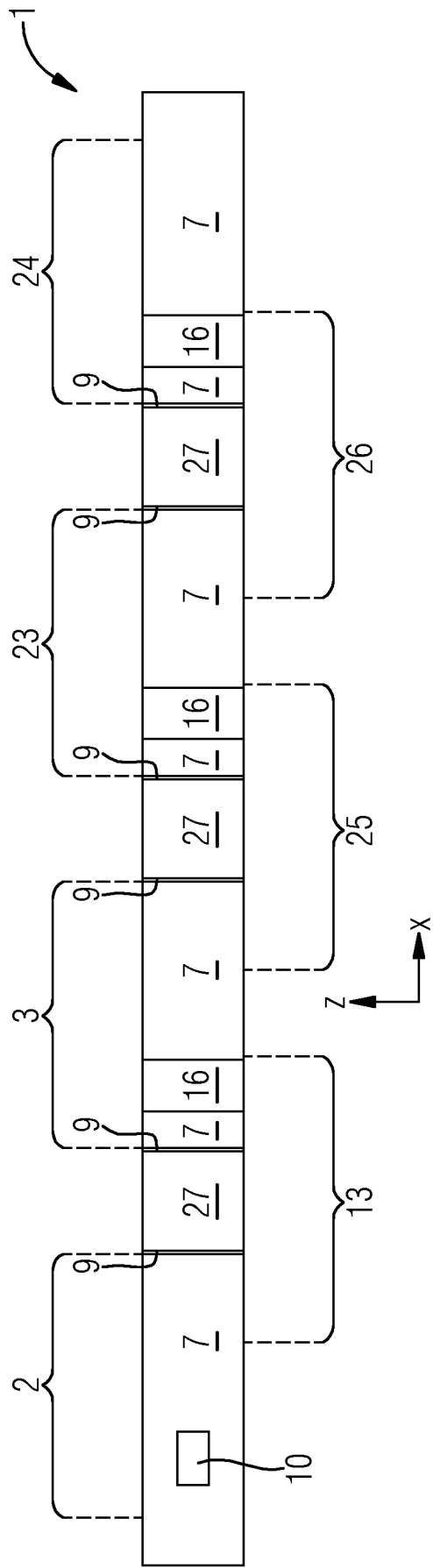


FIG 5

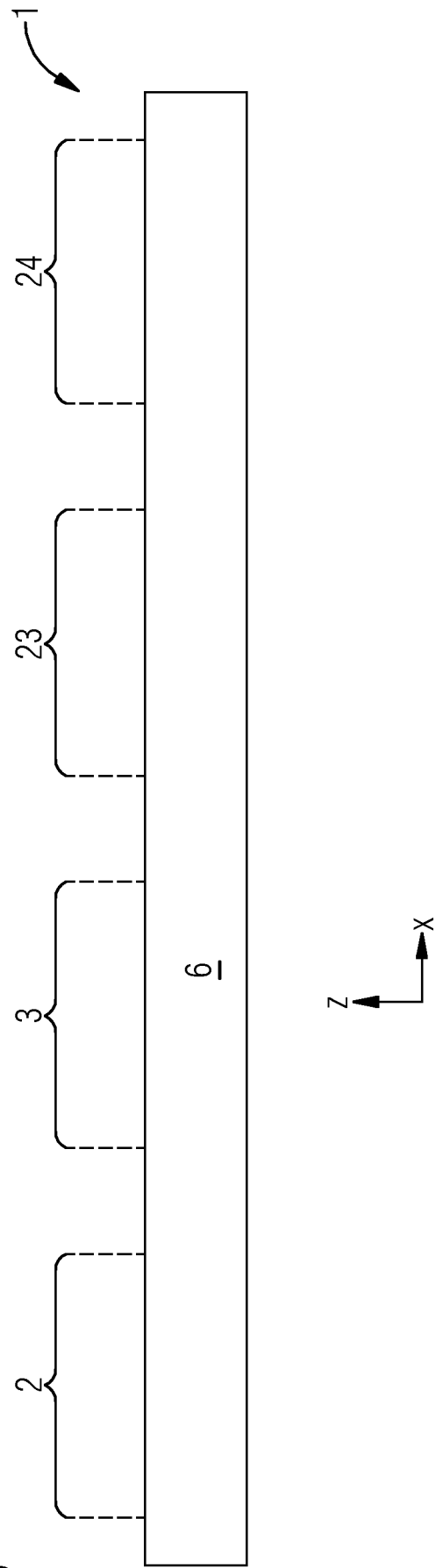


FIG 6

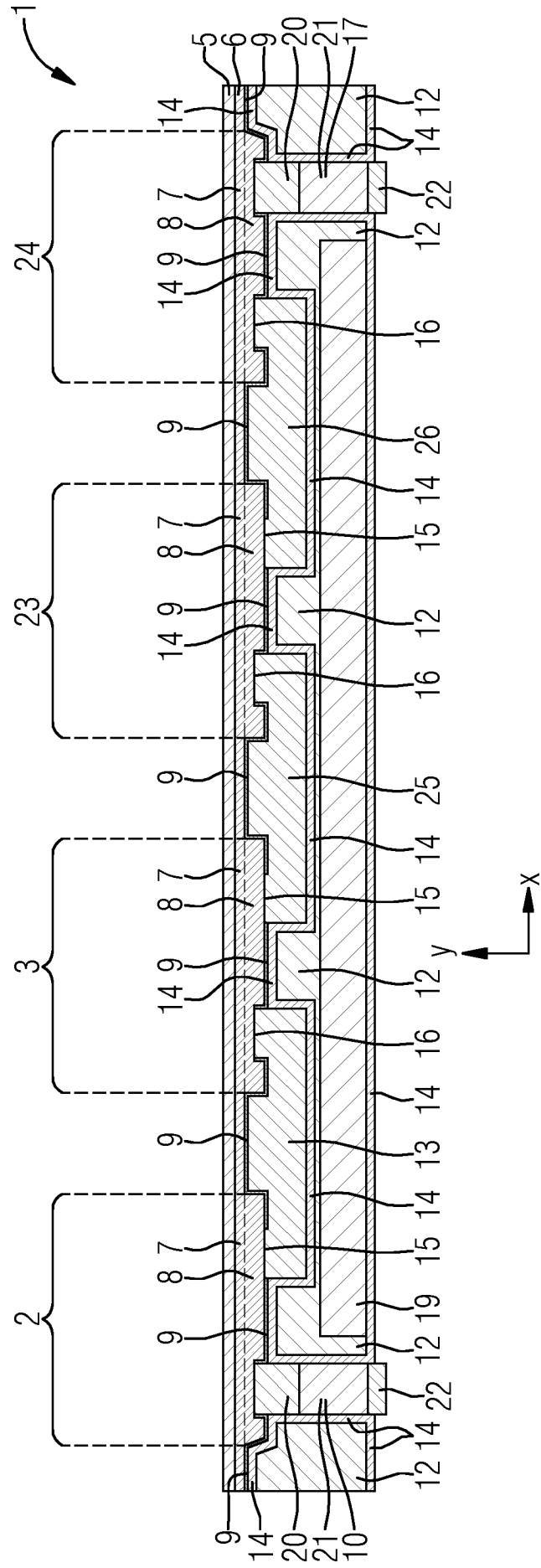


FIG 7

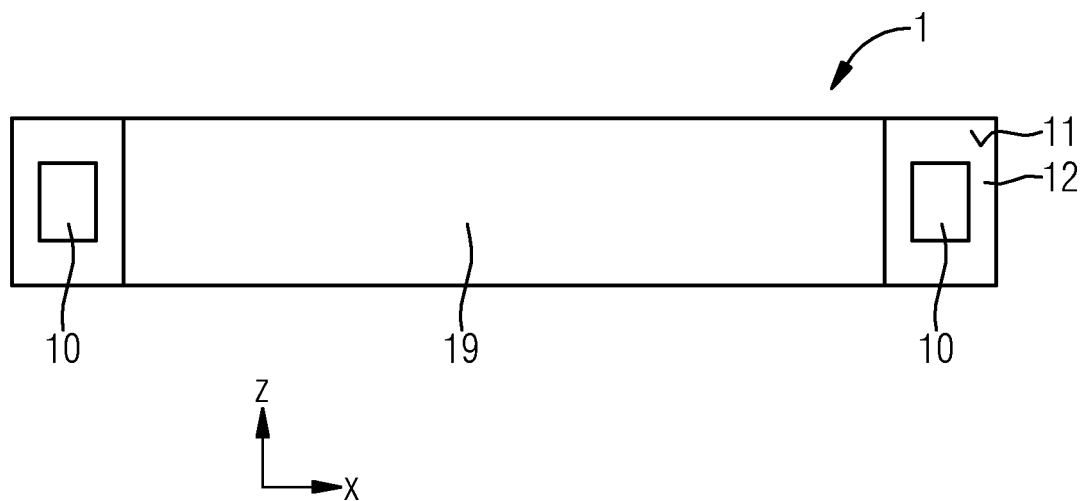


FIG 8

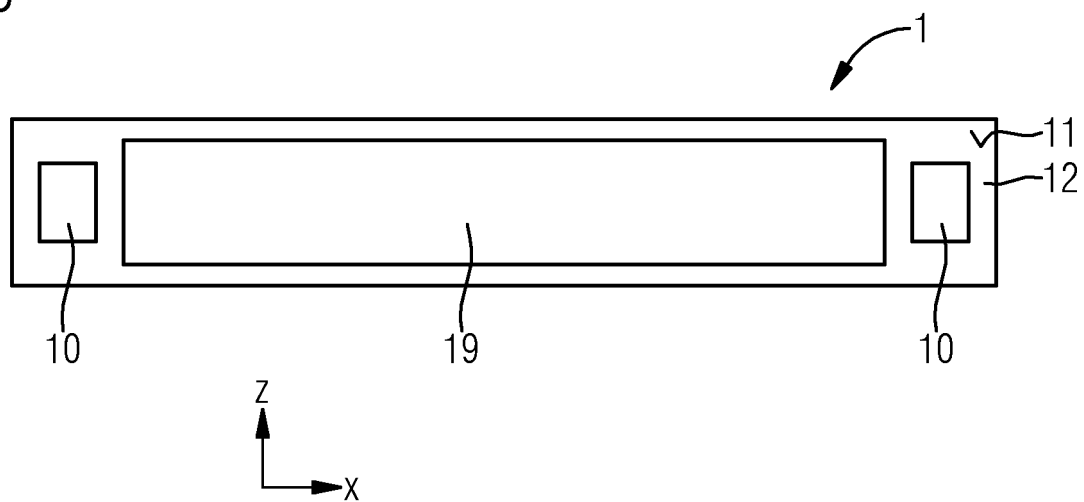


FIG 9

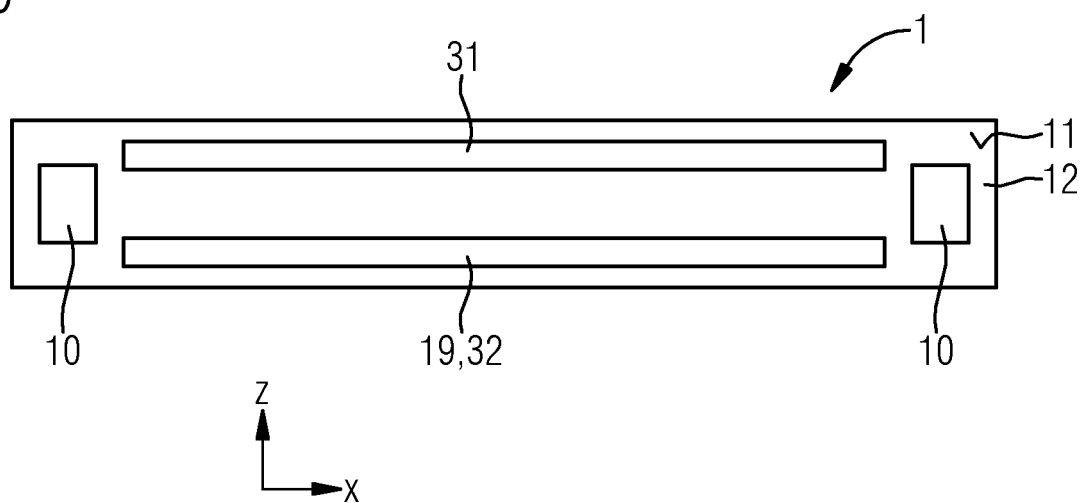


FIG 10

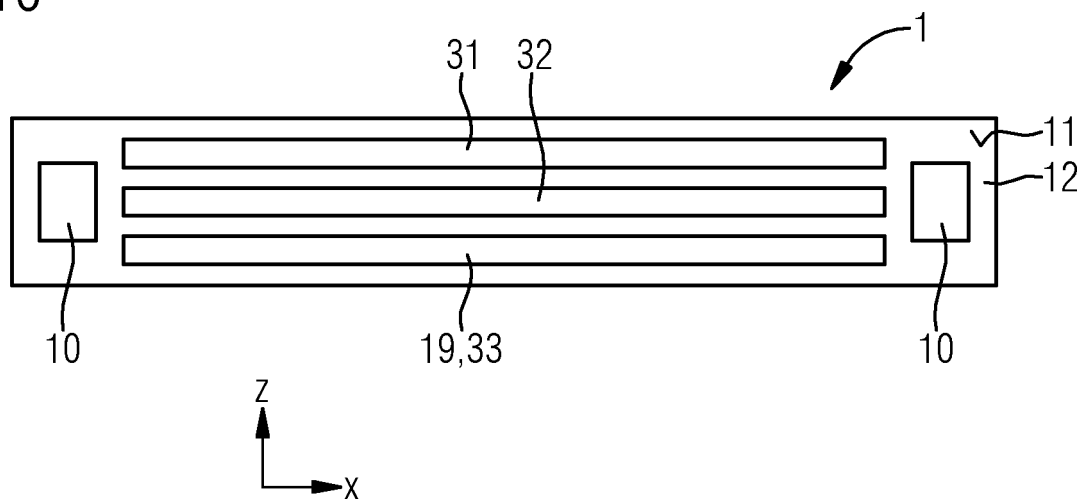


FIG 11

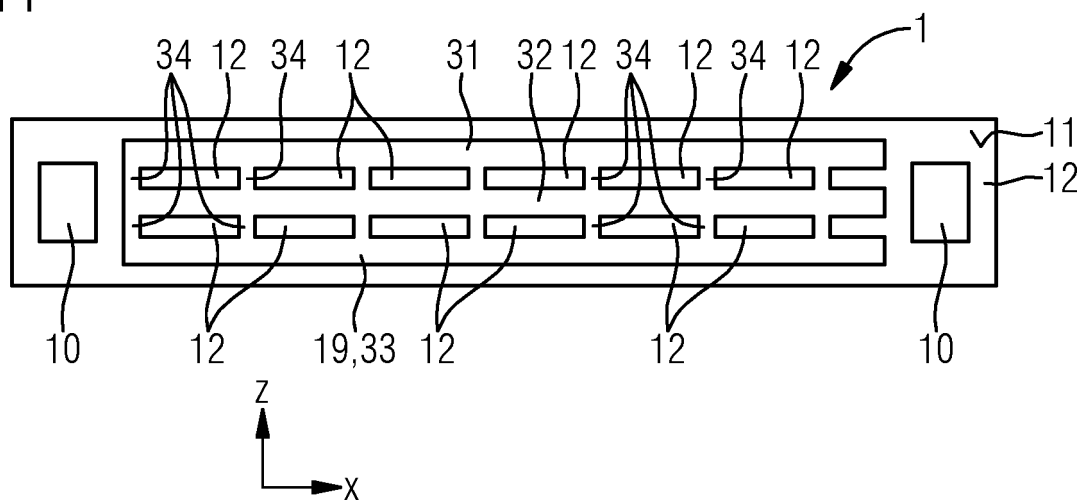


FIG 12

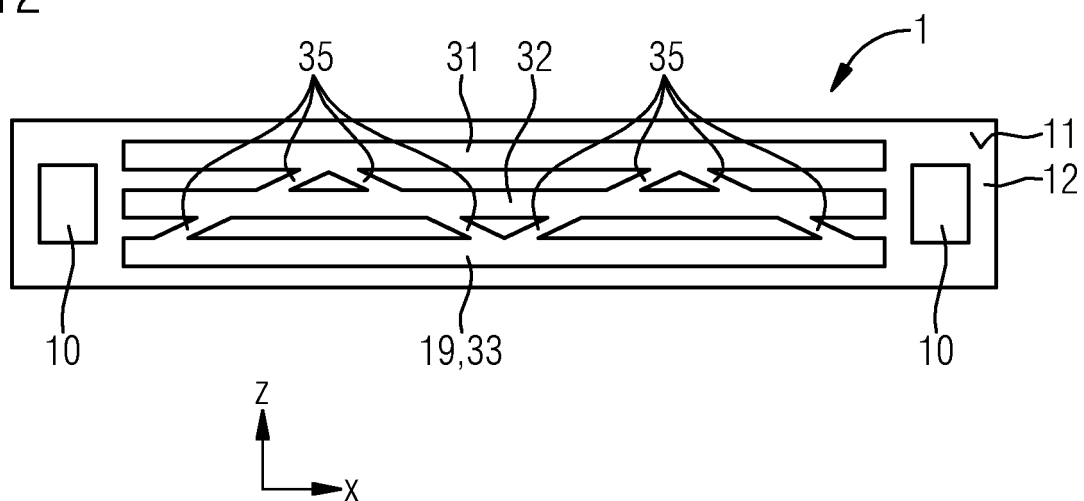


FIG 13

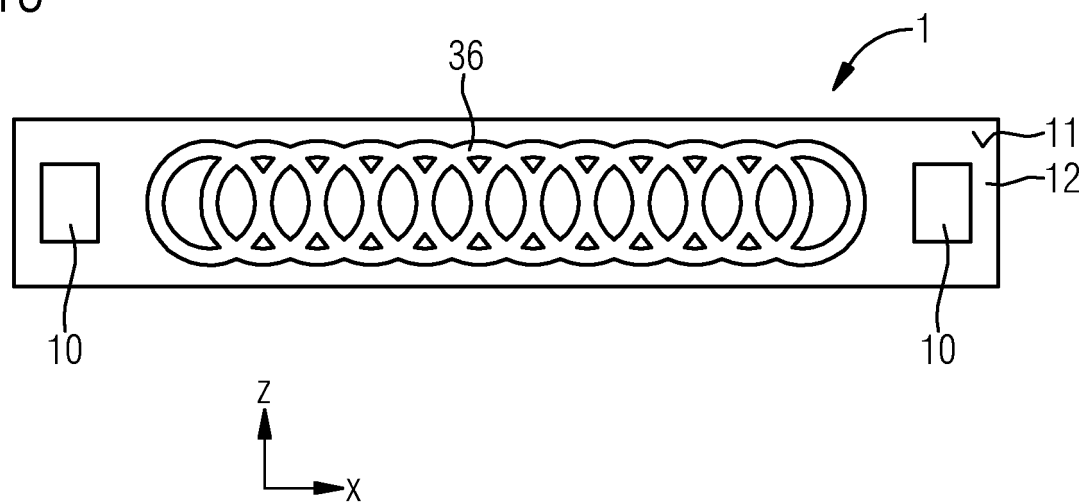


FIG 14

