(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 011 848 A1** 2009.09.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 011 848.6**
(22) Anmeldetag: **29.02.2008**
(43) Offenlegungstag: **03.09.2009**

(51) Int Cl.[8]: ***H01L 33/00*** (2006.01)

(71) Anmelder:
OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
Epping Hermann Fischer, Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München

(72) Erfinder:
Engl, Karl, Dr., 93051 Regensburg, DE; Rode, Patrick, 93051 Regensburg, DE; Höppel, Lutz, Dr., 93087 Alteglofsheim, DE; Straßburg, Martin, Dr., 93105 Tegernheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

US	**2007/00 90 377**	**A1**
DE	**10 2005 016845**	**A1**
DE	**10 2006 055884**	**A1**
US	**66 35 902**	**B1**
WO	**02/13 281**	**A1**

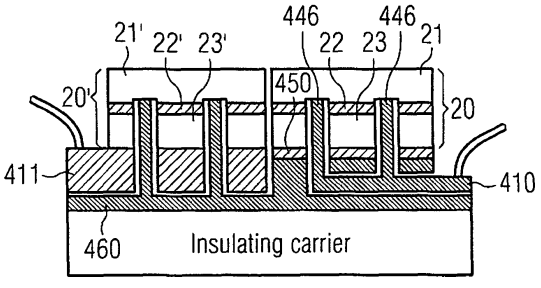
SCHNITZER,I.,u.a.:30% external quantum efficiency from surface textured, thin-film light-emitting diodes.In:Appl. Phys. Lett. 63 (16), 18.10.1993

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Optoelektronischer Halbleiterkörper und Verfahren zur Herstellung eines solchen**

(57) Zusammenfassung: Ein optoelektronischer Halbleiterkörper umfasst eine im Wesentlichen flächige Halbleiterschichtenfolge mit einer ersten und einer zweiten Hauptseite, die eine zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung geeignete aktive Schicht aufweist. Weiterhin umfasst der Halbleiterkörper zumindest einen die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge durchtrennenden Graben zur Unterteilung der aktiven der Halbleiterschichtenfolge in wenigstens zwei elektrisch isolierte aktive Teilschichten. Eine auf einer zweiten Hauptseite angeordnete erste und zweite Anschlussschicht dient zur Kontaktierung der aktiven Teilschichten. Hierbei sind die ersten und zweiten Anschlussschichten zur Kontaktierung der wenigstens zwei aktiven Teilschichten derart miteinander elektrisch leitend verbunden, dass die aktiven Teilschichten eine Serienschaltung bilden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen optoelektronischen Halbleiterkörper sowie ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers.

[0002] Optoelektronische Halbleiterkörper werden für eine Vielzahl verschiedener Lichtanwendungen verwendet. Sie bieten sich vor allem an, wenn eine hohe Lichtausbeute auf einem geringen Raum erforderlich ist. Beispiele für die Verwendung von optoelektronischen Halbleiterkörpern finden sich in Projektionsanwendungen und auch im Automotivbereich, dort unter anderem in der Verwendung von Frontscheinwerfern.

[0003] Dennoch bleibt das Bedürfnis, optoelektronische Halbleiterkörper anzugeben, die gegenüber herkömmlichen Beleuchtungsmitteln eine verbesserte Effizienz bei gleichzeitig geringerer Komplexität aufweisen.

[0004] Diese Aufgaben werden durch einen optoelektronischen Halbleiterkörper und durch ein Verfahren zum Herstellen eines solchen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche, deren Offenbarungsgehalt hiermit ausdrücklich in die Beschreibung mit aufgenommen wird.

[0005] Nach dem vorgeschlagenen Prinzip umfasst in einer Ausführungsform ein optoelektronischer Halbleiterkörper eine im Wesentlichen flächig angeordnete Halbleiterschichtfolge mit einer ersten und einer zweiten Hauptseite sowie eine zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung geeignete aktive Schicht.

[0006] Die aktive Schicht kann hierbei einen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, einen Einfachquantentopf (SQW, single quantum well) oder eine Mehrfachquantentopfstruktur (MQW, multi quantum well) zur Strahlungserzeugung aufweisen. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur entfaltet keinerlei Bedeutung hinsichtlich der Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst im Allgemeinen unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte sowie jede Kombination dieser Strukturen. Beispiele für Mehrfachquantentopfstrukturen sind in den Druckschriften WO 01/39282, US 5,831,277, US 6,172,382 sowie US 5,684,309 beschrieben. Deren Offenbarungsgehalt wird hiermit durch Rückbezug aufgenommen.

[0007] In der Ausgestaltung ist die erste Hauptseite zur Emission elektromagnetischer Strahlung vorgesehen. Des Weiteren ist zumindest die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge durch einen die aktive Schicht durchdringenden Graben in wenigstens zwei elektrisch voneinander isolierte aktive Teilschichten unterteilt. Mit anderen Worten durchtrennt der Graben die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge wodurch elektrisch voneinander isolierte aktive Teilschichten in der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet sind.

[0008] Der optoelektronische Halbleiterkörper umfasst weiterhin jeweils eine auf der zweiten Hauptseite angeordnete erste und zweite Anschlussschicht zur Kontaktierung der aktiven Teilschichten. Dabei bedeutet der Begriff einer auf der zweiten Hauptseite angeordnete Anschlussschicht, dass zumindestens ein Teil der ersten beziehungsweise zweiten Anschlussschicht der Halbleiterschichtfolge in Richtung von der Vorderseite zur Rückseite hin nachfolgt. Es ist dabei jedoch nicht notwendig, dass die erste beziehungsweise zweite Anschlussschicht direkt auf der zweiten Hauptseite der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht ist. Auch muss die erste und zweite Anschlussschicht die zweite Hauptseite der Halbleiterschichtenfolge nicht vollständig überdecken. Vielmehr sind die erste und zweite Anschlussschicht zur Kontaktierung der aktiven Teilschichten zumindest teilweise auf der zweiten Hauptseite angeordnet. Sie sind somit der zweiten Hauptseite näher als der ersten Hauptseite der Halbleiterschichtenfolge.

[0009] Erfindungsgemäß sind die ersten und zweiten Anschlussschichten welche jeweils die wenigstens zwei elektrisch isolierten aktiven Teilschichten kontaktierend derart miteinander elektrisch leitend verbunden, dass die aktiven Teilschichten eine Serienschaltung bilden.

[0010] Mit anderen Worten sind die beiden Anschlussschichten der aktiven Teilschichten so miteinander verbunden, dass die aktiven Teilschichten eine Serienschaltung bilden.

[0011] Der optoelektronische Halbleiterkörper ist somit in Teilbereiche aufgeteilt, die elektrisch miteinander unter Bildung einer Serienschaltung durch die verschiedenen Anschlussschichten verbunden sind. Damit wird erreicht, dass der optoelektronische Halbleiterkörper in einem Betrieb einen deutlich geringeren Stromfluss aufweist. Vielmehr sind nun mehr die einzelnen aktiven Teilbereiche in einer Serienschaltung miteinander verbunden. Der optoelektronische Halbleiterkörper kann somit spannungsgetrieben bei gleichzeitig niedrigen Strömen gespeist werden. Dadurch lassen sich beispielsweise teure Treiberstufen sowie Hochstromquellen durch entsprechende Hochspannungsquellen ersetzen, welche leichter zu fertigen sind. Durch die Unterteilung in Teilbereiche kann der optoelektronische Halbleiterkörper somit mit verschiedenen abhängig von der Unterteilung wählbaren Spannungen betrieben werden.

[0012] In einer Ausgestaltung ist der Halbleiterkör-

per ein Dünnfilm-Leuchtdiodenchip. Insbesondere weist er an seiner Rückseite ein Trägersubstrat auf. Bei einer Ausgestaltung sind die erste und die zweite Anschlussschicht zumindest stellenweise zwischen der Halbleiterschichtenfolge und dem Trägersubstrat angeordnet. Ein Dünnfilm-Leuchtdiodenchip zeichnet sich durch mindestens eines der folgenden charakteristischen Merkmale aus:

– an einer zu einem Trägerelement, insbesondere dem Trägersubstrat, hingewandten Hauptfläche der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge, bei der es sich insbesondere um eine strahlungserzeugende Epitaxie-Schichtenfolge handelt, ist eine reflektierende Schicht aufgebracht oder ausgebildet, die zumindest einen Teil der in der Halbleiterschichtenfolge erzeugten elektromagnetischen Strahlung in diese zurückreflektiert;

– der Dünnfilm-Leuchtdiodenchip weist ein Trägerelement auf, bei dem es sich nicht um das Wachstumssubstrat handelt, auf dem die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch gewachsen wurde, sondern um ein separates Trägerelement, das nachträglich an der Halbleiterschichtenfolge befestigt wurde;

– die Halbleiterschichtenfolge weist eine Dicke im Bereich von 20 µm oder weniger, insbesondere im Bereich von 10 µm oder weniger auf;

– die Halbleiterschichtenfolge ist frei von einem Aufwachssubstrat. Vorliegend bedeutet „frei von einem Aufwachssubstrat", dass ein gegebenenfalls zum Aufwachsen benutztes Aufwachssubstrat von der Halbleiterschichtenfolge entfernt oder zumindest stark gedünnt ist. Insbesondere ist es derart gedünnt, dass es für sich oder zusammen mit der Epitaxie-Schichtenfolge alleine nicht freitragend ist. Der verbleibende Rest des stark gedünnten Aufwachssubstrats ist insbesondere als solches für die Funktion eines Aufwachssubstrates ungeeignet; und

– die Halbleiterschichtenfolge enthält mindestens eine Halbleiterschicht mit zumindest einer Fläche, die eine Durchmischungsstruktur aufweist, die im Idealfall zu einer annähernd ergodischen Verteilung des Lichtes in der Halbleiterschichtenfolge führt, das heißt, sie weist ein möglichst ergodisch stochastisches Streuverhalten auf.

[0013] Ein Grundprinzip eines Dünnfilm-Leuchtdiodenchips ist beispielsweise in der Druckschrift I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16) 18. Oktober 1993, Seiten 2174–2176 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird. Beispiele für Dünnfilm-Leuchtdiodenchips sind in den Druckschriften EP 0905797 A2 und WO 02/13281 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit ebenfalls durch Rückbezug aufgenommen wird.

[0014] Ein Dünnfilm-Leuchtdiodenchip ist in guter Näherung ein Lambert'scher Oberflächenstrahler und eignet sich von daher beispielsweise gut für die Anwendung in einem Scheinwerfer, etwa einem Kraftfahrzeugscheinwerfer.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung verläuft der Graben im Wesentlichen senkrecht zur aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge. Er kann vollständig durch die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge verlaufen.

[0016] Der Graben kann mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllt sein und im Bereich von wenigen Mikrometern Dicke liegen. Vorzugsweise durchdringt er zumindest den Bereich der aktiven Schicht, in dem eine Rekombination der Ladungsträger und damit die Erzeugung elektromagnetischer Strahlung erfolgt. Alternativ kann der Graben senkrecht durch einen großen Bereich der Halbleiterschichtenfolge verlaufen und damit die Halbleiterschichtenfolge in Teilbereiche mit jeweils einer aktiven Teilschicht unterteilen. Dadurch werden Leckströme zwischen den einzelnen Teilbereichen beziehungsweise den aktiven Teilschichten verringert. Beispielsweise kann der Graben auch senkrecht zumindestens eine der beiden Anschlussschichten durchtrennen.

[0017] In einer Ausgestaltung ist die erste Anschlussschicht zur Kontaktierung einer ersten der wenigstens zwei aktiven Teilschichten mit der zweiten Anschlussschicht zur Kontaktierung einer zweiten der wenigstens zwei Teilschichten elektrisch leitend verbunden. Mit anderen Worten wird somit der ndotierte Bereich einer ersten aktiven Teilschicht durch die Anschlussschicht mit einem p-dotierten Bereich einer zweiten aktiven Teilschicht elektrisch leitend verbunden. Dadurch bildet sich eine Serienschaltung aus den beiden aktiven Teilschichten aus.

[0018] Für eine Kontaktierung der aktiven Teilschichten ist in einer Ausgestaltung vorgesehen einen zweiten Teilbereich der zweiten Anschlussschicht von der zweiten Hauptseite her durch einen Durchbruch der aktiven Teilschicht hindurch zur ersten Hauptseite hin zu erstrecken. Es werden somit durch die aktive Teilschicht hindurch Durchbrüche ausgebildet, mit der sich der Bereich der aktiven Teilschicht zur ersten Hauptseite hin kontaktieren lässt.

[0019] Vorteilhafterweise ist die lichtemittierende erste Hauptseite der Halbleiterschichtenfolge und des optoelektronischen Bauelements frei von elektrischen Kontaktstellen. Die Gefahr einer Abschattung beziehungsweise Absorption eines Teils der von der aktiven Teilschicht im Betrieb emittierten elektromagnetischen Strahlung durch die elektrische Kontaktstelle wird auf diese Weise reduziert. In einer Ausgestaltung der Erfindung umfassen somit die jeweils erste und zweite elektrische Anschlussschicht Teilbereiche, die mit Kontaktstellen auf der der ersten

Hauptseite abgewandten Seite des Halbleiterkörpers verbunden sind. Alternativ ist in einer Ausgestaltung der Erfindung eine Kontaktfläche auf der ersten Hauptseite des Halbleiterkörpers neben einem strahlungsemittierenden Bereich ausgestaltet. Dieser ist mit der ersten und/oder der zweiten Anschlussschicht elektrisch leitend gekoppelt.

[0020] Bevorzugt kann die erste beziehungsweise die zweite elektrische Anschlussschicht mit einer leitenden Spiegelschicht ausgestaltet sein, so dass elektromagnetische Strahlung die in Richtung der zweiten Hauptseite hin in Richtung der ersten Hauptseite reflektiert wird. In einer anderen Ausgestaltung ist zwischen der Halbleiterschichtenfolge und/oder der zweiten elektrischen Anschlussschicht wenigstens stellenweise eine Spiegelschicht angeordnet. Diese kann halbleitend oder auch elektrisch isolierend sein. In letzterem Fall kann sie eine Mehrzahl von Öffnungen aufweisen, durch die die erste und/oder die zweite elektrische Anschlussschicht die Halbleiterschichtenfolge und die aktiven Teilschichten kontaktieren. Ebenso kann eine laterale Stromverteilungsschicht zwischen der Halbleiterschichtenfolge und der ersten Anschlussschicht vorgesehen sein, um eine Stromeinkopplung zu verbessern. Die Stromaufweitungsschicht kann ein leitfähiges Oxid umfassen jedoch auch eine Spiegelschicht aufweisen und somit als Reflexionsschicht dienen.

[0021] Alternativ kann die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge mehrere übereinander gestapelte aktive Teilschichten umfassen. Beispielsweise kann die aktive Schicht eine Doppelheterostruktur oder Mehrfachquantenwell beinhalten. Darüber hinaus können Teilbereiche der aktiven Schicht unterschiedlich dotiert sein, so dass bei einer Rekombination elektromagnetische Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge emittiert wird. Beispielsweise können die aktiven Teilschichten in den unterschiedlichen Teilbereichen unterschiedlich dotiert sein, so dass elektromagnetische Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge in die einzelnen Teilbereiche emittiert wird.

[0022] Zur Verbesserung der Emission kann die erste Hauptseite der Schichtenfolge strukturiert sein. Ebenso ist es möglich, auf die erste Hauptseite ein Konversionsmaterial aufzubringen, um so die emittierte elektromagnetische Strahlung in eine zweite Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge zu verwandeln. Bei einem entsprechend geeigneten Konversionsmaterial sowie bestimmten Materialsystemen für die aktive Schicht kann dadurch weißes Licht beispielsweise für Frontscheinwerfer oder Projektionssysteme erzeugt werden.

[0023] Der erfindungsgemäße optoelektronische Halbleiterkörper wird in einer Ausgestaltung durch ein epitaktisches Aufwachsen einer Halbleiterschichtenfolge auf einem Aufwachssubstrat erzeugt. Dabei wird die Halbleiterschichtenfolge unter Bildung einer zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung geeigneten aktiven Schicht aufgewachsen. Weiterhin werden eine erste elektrische Anschlussschicht an einer der ersten Hauptseite abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge zur Kontaktierung der aktiven Schicht sowie eine Trennschicht und eine zweite elektrische Anschlussschicht aufgebracht, wobei die erste elektrische Anschlussschicht, die Trennschicht und die zweite elektrische Anschlussschicht zumindestens teilweise lateral überlappend ausgebildet werden.

[0024] Weiterhin umfasst das Verfahren den Schritt eines Ausbildens eines elektrisch isolierenden Grabens zumindestens in der aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge zur Unterteilung der Halbleiterschichtenfolge und insbesondere der aktiven Schicht in wenigstens zwei aktive Teilschichten. Mit diesem Schritt wird somit die Halbleiterschichtenfolge in Teilbereiche mit jeweils einer aktiven Teilschicht unterteilt. Diese aktiven Teilschichten sind durch die erste und zweite Anschlussschicht derart kontaktiert, dass die zwei aktiven Teilschichten eine Serienschaltung bilden.

[0025] Zweckmäßigerweise erfolgt das Ausbilden eines elektrisch isolierenden Grabens nach dem Aufbringen der ersten elektrischen Anschlussschicht, wodurch die erste elektrische Anschlussschicht ebenfalls unterteilt wird. Im weiteren Verlauf wird dann die erste elektrische Anschlussschicht eines ersten Teilbereichs beziehungsweise kontaktierend einer ersten aktive Teilschicht mit der zweiten elektrischen Anschlussschicht eines zweiten Teilbereichs beziehungsweise kontaktierend einer zweiten aktiven Teilschicht elektrisch leitend gekoppelt. Dadurch werden die beiden aktiven Teilschichten in Serie miteinander verschaltet.

[0026] In einer Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt ein Ausbilden eines Durchbruchs in der aktiven Schicht sowie ausbilden eines Teilbereichs der zweiten elektrischen Anschlussschicht in dem Durchbruch, wobei die zweite elektrische Anschlussschicht mittels der Trennschicht von der ersten elektrischen Anschlussschicht elektrisch isoliert wird. Durch den Teilbereich kontaktiert die zweite elektrische Anschlussschicht die aktive Schicht und insbesondere die aktiven Teilschichten. Hierzu kann in jedem durch die Gräben gebildeten Teilbereich der Halbleiterschichtenfolge beziehungsweise der aktiven Teilschichten ein Durchbruch in der jeweiligen aktiven Teilschicht vorgesehen werden.

[0027] Der elektrisch isolierende Graben und der Durchbruch können hierzu durch ein gemeinsam durchgeführtes Ätzen der aktiven Schicht erzeugt werden.

[0028] In einer anderen Ausgestaltung wird die erste elektrische Anschlussschicht reflektierend ausgebildet, so dass elektromagnetische in der aktiven Schicht erzeugte Strahlung emittiert in Richtung der der ersten Hauptseite abgewandten Seite von der ersten elektrischen Anschlussschicht in Richtung der ersten Hauptseite reflektiert wird.

[0029] In einer Weiterbildung wird auch in der Trennschicht ein Durchbruch eingearbeitet und dieser mit einem Material gefüllt, der die erste Anschlussschicht die eine erste aktive Teilschicht kontaktiert mit der zweiten Anschlussschicht elektrisch leitend verbindet, die eine zweite aktive Teilschicht kontaktiert. Auf diese Weise wird eine Verbindung zwischen denen durch den Graben getrennten aktiven Teilschichten erzeugt. Diese können dann beispielsweise in einer Serien- und/oder Parallelschaltung weiter verschaltet werden.

[0030] Wieder in einer anderen Ausgestaltung werden Kontaktpanele auf der der ersten Hauptseite abgewandten Seite ausgebildet, die jeweils die erste und zweite Anschlussschicht kontaktierend die einzelnen aktiven Teilschichten elektrisch verbinden. Demzufolge kann durch die einzelnen Kontaktpanele jede aktive Teilschicht einzeln mit Strom beaufschlagt werden. Dies ermöglicht eine selektive Ansteuerung der einzelnen Teilbereiche der Halbleiterschichtenfolge. In einer externen Elektronik können somit die aktiven Teilschichten der Halbleiterschichtenfolge in den Teilbereichen je nach gewünschtem Anwendungsfall seriell beziehungsweise parallel verschaltet werden.

[0031] Bei einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens wird nach dem Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge wenigstens ein Teil des Aufwachssubstrats entfernt. Dieses Entfernen kann vor oder nach dem Aufbringen der einzelnen Anschlussschichten erfolgen. Beispielsweise kann es insbesondere nach einer Unterteilung in einzelne Teilbereiche und einer anschließenden Kontaktierung der einzelnen Teilbereiche durchgeführt werden. Das Aufwachssubstrat kann abgesprengt werden, etwa mittels eines Laser-Abhebeverfahrens.

[0032] Vor dem Entfernen des Aufwachssubstrats kann in einer Ausgestaltung an der Rückseite des Halbleiterkörpers ein Trägersubstrat angeordnet werden. Bei diesem kann es sich um ein separates Trägerelement handeln, dass beispielsweise mittels einer Lot- beziehungsweise Klebstoffschicht mit der Halbleiterschichtenfolge verbunden wird. Zudem kann das Trägersubstrat einen Teil der ersten und/oder zweiten Anschlussschicht darstellen. Bei einer weiteren Ausgestaltung wird an der Rückseite der Halbleiterschichtenfolge stellenweise eine halbleitende oder elektrisch isolierende Spiegelschicht ausgeführt. Bei dieser können Öffnungen in de Spiegelschicht vorgesehen werden, durch die die aktive Schicht mit der ersten und/oder zweiten Anschlussschicht elektrisch verbunden werden kann.

[0033] Damit enthalten die erste und/oder die zweite elektrische Anschlussschicht jeweils Teilbereiche, die durch die Öffnungen der Spiegelschicht hindurch verlaufen.

[0034] Im Folgenden wird die Erfindung anhand verschiedener Ausgestaltung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail erläutert.

[0035] Es zeigen:

[0036] Fig. 1A bis Fig. 1G ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers nach dem vorgeschlagenen Prinzip,

[0037] Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers gemäß einer weiteren Ausführungsform,

[0038] Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers gemäß einer dritten Ausführungsform,

[0039] Fig. 4A, Fig. 4B schematische Schnittdarstellungen gemäß einer Ausführungsform,

[0040] Fig. 4C, Fig. 4D Ersatzschaltbilder der Ausführungsformen in den Fig. 4A, B,

[0041] Fig. 4E, F Draufsichten über einen optoelektronischen Halbleiterkörper unterteilt in vier Teilbereiche korrespondierend zu den Schnittdarstellungen und den Ersatzschaltbildern der Fig. 4A bis D,

[0042] Fig. 5A, B Draufsichten über einen optoelektronischen Halbleiterkörper mit Ausgestaltungen von Durchbrüchen durch die aktive Schicht.

[0043] In den Ausführungsbeispielen sind die Größenverhältnisse der dargestellten Elemente grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente etwa Schichten zum besseren Verständnis und/oder zur besseren Darstellbarkeit übertrieben groß beziehungsweise dick dargestellt sein.

[0044] Fig. 1A bis Fig. 1G zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Dargestellt sind schematische Schnittdarstellungen sowie Draufsichten in verschiedenen Stadien des Verfahrens. Im Besonderen ist zur Verdeutlichung der durch die Anschlussschichten erzeugten Serienschaltung jeweils zwei Schnittfiguren gekennzeichnet durch die durchgezogene bezie-

hungsweise gestrichelte Linie dargestellt.

[0045] Bei dem Verfahren wird zunächst eine Halbleiterschichtenfolge **20** auf einem Aufwachssubstrat **10** epitaktisch aufgewachsen.

[0046] Die Halbleiterschichtenfolge **20** basiert auf einem Halbleitermaterialsystem welches je nach Anwendung unterschiedlich dotiert sein kann. Beispielsweise können so genannte III/V-Verbindungs-Halbleiter oder auch II/VI-Verbindungs-Halbleiter verwendet werden. Die Halbleiterschichtenfolge **2** hat vorliegend eine Dicke zwischen fünf Mikrometer und sieben Mikrometer.

[0047] Ein III/V-Verbindungs-Halbleitermaterial weist wenigstens ein Element aus der dritten Hauptgruppe, wie beispielsweise Al, Ga, In, und ein Element aus der V-Hauptgruppe, wie beispielsweise B, N, P, As, auf. Insbesondere umfasst der Begriff "III/V-Verbindungs-Halbleitermaterial" die Gruppe der binären, ternären oder quaternären Verbindungen, die wenigstens ein Element aus der dritten Hauptgruppe und wenigstens ein Element aus der fünften Hauptgruppe enthalten, insbesondere Nitrid- und Phosphid-Verbindungs-Halbleiter. Eine solche binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung kann zudem beispielsweise ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Zu den III/V-Verbindungs-Halbleitermaterial gehören beispielsweise Nitrid-III-Verbindungs-Halbleitermaterial und Phosphid-III-Verbindungs-Halbleitermaterial, etwa GaN, GaAs, und InGaAlP. Ebenso wird das Materialsystem AlGaN/GaN zu den oben genannten Verbindungshalbleitern gezählt.

[0048] Entsprechend weist ein II/VI-Verbindungs-Halbleitermaterial wenigstens ein Element aus der zweiten Hauptgruppe, wie beispielsweise Be, Mg, Ca, Sr, und ein Element aus der sechsten Hauptgruppe, wie beispielsweise O, S, Se, auf. Insbesondere umfasst ein II/VI-Verbindungs-Halbleitermaterial eine binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung, die wenigstens ein Element aus der zweiten Hauptgruppe und wenigstens ein Element aus der sechsten Hauptgruppe umfasst. Eine solche binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung kann zudem beispielsweise ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Zu den II/VI-Verbindungs-Halbleitermaterialen gehören zum Beispiel ZnO, ZnMgO, CdS, CnCdS, MgBeO.

[0049] Abhängig von der gewünschten Wellenlänge oder dem gewünschten Wellenlängenspektrum können eine oder auch mehrere der oben genannten Verbindungen als Materialsystem für ein optoelektronisches Bauelement bereitgestellt werden.

[0050] Die dargestellte Halbleiterschichtenfolge **20** weist eine erste n-dotierte Schicht **21** auf, die dem Aufwachssubstrat **10** beispielsweise aus Saphir benachbart aufgewachsen ist. Abhängig von der gewünschten Anwendung kann diese Dotierung gleichmäßig in der Schicht **21** jedoch auch einen graduellen Unterschied aufweisen. Hieran angeschlossen ist eine p-dotierte Schicht **23**, die somit auf der von dem Aufwachssubstrat **10** abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge **20** angeordnet ist. Durch die verschiedene Dotierung der beiden Schichten **21** und **23** bildete sich zwischen ihnen eine aktive Zone **22** aus. Die Dicke dieser aktiven Zone **22** ist abhängig von der Dotierung der beiden aufgewachsenen Schichten **21** und **23**. In einem späteren Betrieb der Anordnung rekombinieren die in die Schichten **21** und **23** injizierten Ladungsträger im pn-Übergang **22** und emittieren dabei abhängig von der Bandlücke des verwendeten Halbleitersystems elektromagnetische Strahlung. Man spricht daher bei der Schichtenfolge **21** und **23** auch von einer aktiven Schicht. Diese ist vorliegend gleichmäßig über den optoelektronischen Halbleiterkörper hin angeordnet.

[0051] In einer alternativen Ausgestaltung ist die Halbleiterschichtenfolge **2** als npn-Schichtenfolge ausgebildet, bei der auf der von der n-dotierten Schicht **21** abgewandten Seite der p-dotierten Schicht **23** eine weitere n-dotierte Schicht ausgebildet ist. Bei einer anderen Ausgestaltung ist die p-dotierte Schicht **23** dem Aufwachssubstrat **10** benachbart und die n-dotierte Schicht **21** von dem Aufwachssubstrat **10** abgewandt.

[0052] In einer anderen Variante wird vor dem Aufwachsen der Halbleiterschichtenfolge **20** eine zusätzliche Pufferschicht auf dem Aufwachssubstrat **10** dem Saphir aufgebracht. Dies erlaubt es, die Gitterkonstante der späteren zu wachsenden Schichtenfolge an das Aufwachssubstrat **10** anzupassen, so dass Spannungen und mögliche Fehlstellen in der Schichtenfolge reduziert werden. Zusätzlich kann diese Pufferschicht undotiert oder schwach n-dotiert sein beispielsweise in der Konzentration von 2×10^{17} Atome/cm^3 oder weniger. Eine derartige Pufferschicht ist zwar nicht geeignet, vom Betriebsstrom des Halbleiterkörpers durchflossen zu werden, jedoch verringert diese bei dem fertig gestellten Halbleiterkörper die Gefahr einer Beschädigung oder Zerstörung durch eine elektrostatische Entladung.

[0053] In der Ausgestaltung des Verfahrens wird nach Beendigung der Herstellung der Halbleiterschichtenfolge **20** eine leitende Kontaktschicht **30** auf der p-dotierten Schicht **23** der Halbleiterschichtenfolge aufgebracht. Diese leitende Schicht **30** kann zudem reflektierend sein, so dass bei einem späteren Betrieb emittierte elektromagnetische Strahlung in Richtung auf die elektrisch leitende Schicht **30** von dieser reflektiert und in die gewünschte Richtung abgestrahlt wird. Das leitende Material kann beispielsweise Silber oder ein anderes reflektierendes Metall

umfassen.

[0054] Anschließend wird mittels einer Fotomaske die leitende Schicht **30** strukturiert und so beispielsweise kreisförmige regelmäßig angeordnete Kontaktöffnungen **32** gebildet. Dies ist in der Draufsicht des Halbleiterkörpers **1** in der mittleren Darstellung zu erkennen. Des Weiteren wird in die leitende Schicht **30** ein Graben **31** geätzt, so dass die elektrisch leitende Schicht wie vorliegend dargestellt in vier Teilbereiche unterteilt wird. Diese Teilbereiche korrespondieren zu der späteren Unterteilung des optoelektronischen Halbleiterkörpers in vier Teilbereiche. Zur Verdeutlichung sind in den beiden Schnittdarstellungen der rechte Teilbereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers mit R und der linke Teilbereich des Halbleiterkörpers mit L bezeichnet.

[0055] Anschließend wird gemäß Fig. 1B in der Halbleiterschichtenfolge mehrere Durchbrüche zur Kontaktierung der Schicht **21** ausgebildet. Dies erfolgt beispielsweise durch ein geeignetes Ätzen der Halbleiterschichtenfolge, wobei die darauf aufgebrachte strukturierte Metallisierung als Ätzmaske dienen kann. Die einzelnen Durchbrüche **41** gehen durch den pn-Übergang **22** der Halbleiterschichtenfolge **2** hindurch und kontaktieren somit die n-dotierte Schicht **21**. Des Weiteren wird auch der Bereich des Grabens **31** der metallischen Schicht geätzt, so dass sich in der Halbleiterschichtenfolge ein ebenfalls durch die aktive Schicht hindurch erstreckender Graben **42** ausbildet.

[0056] Durch geeignete Maßnahmen ist es zudem möglich, die Durchbrüche zur Kontaktierung der Halbleiterschicht **21** in einer gewissen Tiefe zu stoppen, während der Graben **42** eine deutlich größere Tiefe erreicht. Beispielsweise wird der Ätzvorgang bei Erreichen der ersten Tiefe der Durchbrüche **41** gestoppt, dann diese mittels Photomaske abgedeckt und der Graben **42** bis zur Endtiefe weiter geätzt. Natürlich können Graben und Durchbrüche auch erstmals gleiche Tiefe aufweisen. Mit Hilfe der neu ausgebildeten Gräben **42** wird der optoelektronische Halbleiterkörper in eine Vielzahl von Teilbereichen unterteilt, wobei die aktive Schicht **22** entsprechend in aktive Teilschichten getrennt wird. Durch die Erzeugung mehrerer Durchbrüche **41** in den verschiedenen Teilbereichen des optoelektronischen Halbleiterkörpers wird zudem eine homogene laterale Stromverteilung in der n-dotierten Schicht **21** erzielt.

[0057] Nach Beendigung der verschiedenen Ätzverfahren zur Erzeugung des Grabens **42** und der Durchbrüche **41** wird eine nicht-leitende Schicht **40** aufgebracht, welche die Gräben **42** sowie die Durchbrüche **41** füllt. Diese isolierende Schicht kann beispielsweise transparent ausgestaltet sein, so dass wie in der Fig. 1B in der Draufsicht dargestellt die einzelnen Gräben **42** sowie die Durchbrüche **32** weiterhin erkennbar sind.

[0058] In einem nächsten Schritt wird gemäß Fig. 1C die isolierende Schicht im Bereich der elektrisch leitenden Schicht **30** sowie im äußeren rechten Teil des optoelektronischen Halbleiterkörpers mit Hilfe einer Fotomaske entfernt. Im Bereich der Durchbrüche **41** sowie der Gräben **42** bleibt das isolierende Material hingegen erhalten, so dass sich entsprechende Säulen **41a**, **42a** ausbilden. Ebenso liegt die zweite Schicht **23** der Halbleiterschichtenfolge **20** im rechten Bereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers frei. Diese dient später zur Kontaktierung der Halbleiterschichtenfolge für einen Betrieb des Halbleiterkörpers. In der Draufsicht sind nunmehr die freiliegenden Stege **42a** im Bereich der Gräben **42** sowie die Säulen **41a** im Bereich der Durchbrüche **41** zu erkennen.

[0059] Nach einer Entfernung des isolierenden Materials außerhalb der Gräben **42** und der Durchbrüche **41** wird wie in Fig. 1D dargestellt eine weitere leitende Kontaktierungsschicht **50** aufgebracht und strukturiert, so dass sich in diese Öffnungen **50a** im Bereich der Durchbrüche **41** sowie der Gräben **42** ausbilden. Ebenso wird entsprechend elektrisch leitendes Material **51** auf die zweite Schicht **23** der Halbleiterschichtenfolge **20** im rechten Bereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers aufgebracht. Das Material der Schichten **50** bildet später eine der beiden Anschlussschichten zur Kontaktierung der Teilschichten.

[0060] Entsprechend ist wie in den Schnittdarstellungen Schnitt **1** und Schnitt **2** zu erkennen, die metallische Kontaktierung **50** im Bereich der Gräben **42** sowie der Durchbrüche **41** unterbrochen. Dies ist in der Aufsicht in Fig. 1D deutlich zu erkennen. Der rechte untere Teilbereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers Fig. 1D bildet später ein erstes Kontaktpanel, während das im Bereich **51** abgeschiedene Material ein zweites Kontaktpanel darstellt.

[0061] Die in den bisherigen Verfahrensschritten aufgebrachten leitenden Schichten **30** und **50** können beispielsweise aufgedampft werden und verschiedene Dicken aufweisen. So kann unter anderem die Schicht **30** dünner ausgebildet sein, als die leitende Schicht **50**. Darüber hinaus kann die leitende Schicht **30** auch als Stromaufweitungsschicht zu einer möglichst guten lateralen Verteilung späterer zu indizierender Ladungsträger geeignet sein. Beide Schichten können die gleiche als auch unterschiedliche Materialien aufweisen.

[0062] Gemäß Fig. 1E wird nunmehr eine isolierende Schicht **45** auf die leitenden Materialien **50** und **51** aufgebracht. Im Bereich **51** wird diese isolierende Schicht wieder entfernt. Vorzugsweise wird als isolie-

rende Schicht das gleiche Material verwendet, welches auch die Durchbrüche **40** und die Gräben **42** füllt. Anschließend wird mittels einer Fotomaske das isolierende Material **45** in den Durchbrüchen **41** geätzt und teilweise entfernt. An den Wänden der Durchbrüche **41** bleibt jedoch weiterhin isolierendes Material vorhanden. Der Ätzvorgang kann anisotrop erfolgen und entfernt in der Mitte des Grabens das isolierende Material bis zum Boden der Durchbrüche **41**. Die weiterhin isolierenden Seitenwände in den Durchbrüchen verhindern, dass das im nächsten Schritt eingebrachte Material **60** einen Kurzschluss mit den einzelnen Schichten der Halbleiterschichtenfolge **2** verursacht.

[0063] Demzufolge wird in den Durchbrüchen eine Trennschicht auf einem Teil der Oberfläche der Durchbrüche ausgebildet. Diese Trennschicht bedeckt die umlaufende Seitenwand beziehungsweise die Seitenwände der Durchbrüche **42** zumindest stellenweise in den Bereichen der metallischen Schicht **30**, der Kontaktierungsschicht **50** sowie der Schicht **23** der Schichtenfolge **20**. Die Trennschicht **45** bedeckt zudem die Kontaktierungsschicht **50** und füllt den Graben **42** vollständig aus.

[0064] Anschließend werden die Durchbrüche **41** mit einem Material **60** aufgefüllt, so dass sich Kontaktierungselemente **46** für die erste Schicht **21** der Halbleiterschichtenfolge **20** ergeben. Gemäß der Schnittdarstellung Schnitt **1** in Fig. 1E ist der Kontaktierungsbereich **63** vollständig mit dem leitenden Material **60** gefüllt, so dass dieser einen elektrischen Kontakt mit der ersten Schicht **21** über die Kontaktelemente **46a** bildet. Zwischen dem rechten und dem linken Teilbereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers ist zudem die Schicht **60** im Bereich des Grabens **42** getrennt.

[0065] In der Draufsicht auf den optoelektronischen Halbleiterkörper sind des Weiteren Öffnungen **48** dargestellt. Diese werden wie in der Schnittdarstellung Schnitt **2** durch Löcher gebildet, die in der Passivierungsschicht **45** ausgeführt sind und bis zur Kontaktierungsschicht **50** reichen.

[0066] Fig. 1F zeigt die Struktur nach weiteren Herstellungsschritten. Auf die Schicht **60**, welche den Bereich **63** mit den Gräben **42** eines jeden Teilbereichs kontaktiert wird eine Passivierungsschicht aufgebracht. Diese ist aus dem gleichen Material wie die Schicht **45**, wobei die Löcher **48** weiterhin ausgespart werden. Diese werden in den darauf folgenden Schritten wie aus der Darstellung des Schnitts **2** ersichtlich mit einem leitenden Material **54** aufgefüllt. Des Weiteren wird eine Materialschicht **55** auf der Oberfläche der Passivierungsschicht abgeschieden, wobei sich zwischen einem Teilbereich **56** des Materials, welches mit dem Anschluss **63** verbunden ist und dem Material des Bereichs **55** kein elektrischer Kontakt ergibt. Dies kann beispielsweise durch ein flächiges Auftragen des Materials in die Löcher sowie auf die Oberfläche der Passivierungsschicht **45** und einer anschließenden Strukturierung erfolgen.

[0067] Die Schicht des Teilbereichs **56** ist elektrisch leitend sowohl mit der Schicht **60** verbunden, welche die Durchbrüche **46** kontaktiert. Sie bildet somit eine erste Anschlussschicht zur Kontaktierung der Schicht **21** der Schichtenfolge **20**. Entsprechend bilden die Schichten **50** des rechten Teilbereichs R eine zweite Anschlussschicht zur Kontaktierung über die Zwischenschicht **30** der Halbleiterschichtenfolge **20**. Die zweite Anschlussschicht **50** des rechten Teilbereichs R ist über das Element **54** mit der Schicht **55** im linken Teilbereich L des optoelektronischen Halbleiterkörpers verbunden. Die Schicht **55** ist wiederum elektrisch leitend mit der Schicht **60** des linken Teilbereichs L kontaktiert, welche die Durchbrüche **46** im linken Teilbereich L des optoelektronischen Halbleiterkörpers kontaktiert.

[0068] Entsprechend bilden die Schichten **55** und **60** des linken Teilbereichs L eine erste Anschlussschicht des linken Teilbereichs zur Kontaktierung der aktiven Teilschicht im optoelektronischen Halbleiterkörper. Daraus ergibt sich dass in der gezeigten Serienschaltung die zweite Anschlussschicht eines Teilbereichs des optoelektronischen Halbleiterkörpers mit der ersten Anschlussschicht eines zweiten Teilbereichs des optoelektronischen Halbleiterkörpers und der Bildung einer Serienschaltung verschaltet ist.

[0069] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt gemäß Fig. 1G wird nachfolgend auf der vom Aufwachssubstrat **10** abgewandten Rückseite der Halbleiterschichtenfolge **2** ein Ersatzträger **80** mittels einer Lot- oder Klebstoffschicht befestigt. Der Ersatzträger kann hierzu beispielsweise aus Aluminiumnitrid oder einem anderen Material bestehen. Insbesondere isolierende Ersatzträgersubstrate **80** etwa Glasträgersubstrate sind hierzu geeignet.

[0070] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird das Aufwachssubstrat **10** gedünnt und anschließend vollständig entfernt. Dies kann beispielsweise mittels eines dem Fachmann im Prinzip bekannten Laser-Abhebeverfahrens erfolgen. Hierzu kann das Aufwachssubstrat **10** beziehungsweise die Halbleiterschichtenfolge **20** eine zusätzliche Opferschicht aufweisen, die bei Bestrahlung mit einem Laser zersetzt wird. Dadurch wird das Aufwachssubstrat **10** gesprengt.

[0071] Anschließend wird die dem Ersatzträger **80** abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge **20** um Auskoppelstrukturen **25** ergänzt. Des Weiteren wird im Bereich des Grabens **42** die Halbleiterschichtenfolge von der Oberseite her entfernt, so dass sich ein grabenförmiger Spalt **49** ausbildet. Dieser trennt

nunmehr die Teilbereiche der Halbleiterschichtenfolge des optoelektronischen Halbleiterkörpers vollständig, so dass Leckströme vermieden werden. Der Spalt **49** kann wiederum mit einem isolierenden Material gefüllt werden, beispielsweise SiO_2.

[0072] Zudem wird im Bereich des Anschlusskontaktes **63** die Halbleiterschichtenfolge entfernt, so dass die Oberfläche des Materials frei liegt. Dieser bildet ein erstes Kontaktpanel **63'** zur Kontaktierung. In einem weiteren Bereich des Halbleiterkörpers, in dem das Material der Halbleiterschichtenfolge ebenfalls entfernt ist wird ein zweites Kontaktpanel **63"** ebenfalls zur Kontaktierung ausgebildet. Durch die Serienschaltung der vier Teilbereiche des optoelektronischen Halbleiterkörpers können alle vier Teilbereiche durch die Kontaktpanels **63'** und **63"** mit dem für den Betrieb notwendigen Strom versorgt werden.

[0073] Der in Fig. 1G dargestellte optoelektronische Halbleiterkörper ist dazu vorgesehen in den vier Teilbereichen im Betrieb erzeugte elektromagnetische Strahlung in Richtung der strukturierten Seite der Halbleiterschichtenfolge zu emittieren. Elektromagnetische Strahlung die im Bereich des pn-Übergangs **22** in Richtung auf den Ersatzträger **80** hinemittiert wird, wird an der elektrisch leitenden Zwischenschicht in Richtung der strukturierten Seite der Schichtenfolge **20** reflektiert. Durch die Unterteilung in vier Teilbereiche wird der für den Betrieb notwendige Strom des optoelektronischen Halbleiterkörpers verringert, dafür jedoch aufgrund der Serienschaltung die für den Betrieb notwendige Spannung erhöht. In diesem Ausführungsbeispiel ist das optoelektronische Bauelement in vier Teilbereiche unterteilt, wodurch die Einsatzspannung um den Faktor vier erhöht und gleichzeitig der Stromverbrauch um den entsprechenden Faktor gesenkt wird. Bei einem Materialsystem basierend auf InGaN lässt sich in dieser Ausgestaltung ein lichtemittierendes Bauelement mit einer Betriebsspannung von zwölf Volt realisieren.

[0074] Diesbezüglich zeigen die Fig. 4A bis Fig. 4F eine schematische Darstellung einer Ausführungsform nach dem vorgeschlagenen Prinzip. Fig. 4A ist eine Schnittdarstellung durch einen optoelektronischen Halbleiterkörper entlang der in Fig. 4E gezeigten Richtung. Eine Kontaktierung erfolgt jeweils im Randbereich durch die Kontaktelemente **410** beziehungsweise **411**. Das Kontaktelement **410** ist mit den Durchbrüchen **446** elektrisch leitend verbunden, welche die Schicht **21** der Halbleiterschichtenfolge **20** kontaktieren. Zwischen den beiden unterschiedlich dotierten Schichten **21** und **23** bildet sich ein pn-Übergang **22** aus, in der die im Betrieb injizierten Ladungsträger rekombinieren und elektromagnetische Strahlung emittieren. Auf die Schicht **23** ist zudem eine laterale Stromverteilungsschicht **450** angeordnet, die aus dem gleichen Material besteht wie die Kontaktschicht **411** des zweiten Teilbereichs des elektronischen Halbleiterkörpers.

[0075] Eine zweite Anschlussschicht **460** kontaktiert die Stromverteilungsschicht **450** des rechten Teilbereichs des optoelektronischen Halbleiterkörpers und bildet die Durchbruchskontaktierung für die Schicht **21'** der Halbleiterschichtenfolge im linken Teilbereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers. Entsprechend ist die zweite Anschlussschicht **410** mit der zweiten Schicht **23'** der Halbleiterschichtenfolge **20'** verbunden.

[0076] Zwischen dem linken und dem rechten Teilbereich des optoelektronischen Halbleiterkörpers ist wie in der Schnittfigur 4A sowie in der Draufsicht der Fig. 4E dargestellt ein isolierender Graben vorgesehen. Dadurch werden die Teilbereiche elektrisch voneinander getrennt. Im Ersatzschaltbild gemäß Fig. 4C sind somit jeweils zwei Dioden in Serie geschaltet. Die Diodenwirkung ergibt sich dabei aus dem dargestellten pn-Übergang der Halbleiterschichtenfolge **20** beziehungsweise **20'**.

[0077] Fig. 4B zeigt eine alternative Ausgestaltung, bei der anstelle eines einfachen pn-Übergangs mehrere pn-Übergänge vorgesehen sind. Diese Übergänge wirken wie zwei hintereinander geschaltete Dioden, wie sich aus dem Ersatzschaltbild nach Fig. 4D ergibt.

[0078] Die Darstellung des Schnitts gemäß Fig. 4B erfolgt entlang der Achsen I wie in Fig. 4F gezeigt. In diesem Ausführungsbeispiel ist der optoelektronische Halbleiterkörper in vier Teilbereiche unterteilt, die jeweils von einem Graben **442** isolierend getrennt sind. Die verschiedenen Anschlussschichten **410**, **411**, **460** und **450** kontaktieren jeweils die Halbleiterschichtenfolgen der verschiedenen Teilbereiche und die darin befindlichen pn-Übergänge. Die Anschlussschichten **410**, **411**, **450** bis **470** sind dabei derart ausgestaltet, dass sie die vier Teilbereiche wie in dem Ersatzschaltbild gemäß Fig. 4D erläutert verschalten.

[0079] Dadurch wird bei dem optoelektronischen Halbleiterkörper nach dem vorgeschlagenen Prinzip eine Serienschaltung aus vier jeweils zwei hintereinander geschalteten Dioden realisiert. Im Betrieb der Anordnung wird demzufolge eine höhere Betriebsspannung notwendig. Durch die elegante Kombination aus Serienschaltungen in der Epitaxieschicht können teure Treiberstufen und Hochstromquellen eingesetzt werden, da die Leistungen nunmehr spannungsgetrieben bei niedrigen Strömen in den optoelektronischen Halbleiterkörper gespeist wird. Zudem ergibt sich eine optimierte Flächennutzung durch Vermeidung von absorbierenden Kontakten, da alle lichterzeugenden Bestandteile stromsparend auf einem einzelnen Halbleiterkörper realisierbar sind. Zu-

dem lässt sich eine Serienschaltung von Chips auch nur mit nur einem Topkontakt und einem leitenden Träger ausführen.

[0080] Ein derartiges Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist der Durchbruch **203** in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 durch die aktive Zone **200** als ein über die gesamte Dicke der Halbleiterschichtenfolge verlaufender Durchbruch ausgeführt. Der Durchbruch **203** erstreckt sich also vorliegend von der ersten Hauptfläche an der Oberseite bis hinunter zur zweiten Hauptfläche **202** der Halbleiterschichtenfolge. Er bildet ein Loch in der Halbleiterschichtenfolge **200**.

[0081] Auf der strukturierten Oberseite **225** der Halbleiterschichtenfolge **200** ist eine weitere Stromaufweitungsschicht **209** aufgebracht. Diese ist zusätzlich zu der an der Rückseite der Halbleiterschichtenfolge vorgesehenen Stromaufweitungsschicht **209** angeordnet. Beide Stromaufweitungsschichten dienen dazu, eine möglichst gute laterale Stromverteilung und Stromeinkopplung in die Halbleiterschichtenfolge zu gewährleisten. Dadurch wird die Effizienz des Bauelementes erhöht und andererseits eine lokale Erwärmung durch einen zu großen Stromfluss in die Halbleiterschichtenfolge vermieden. Hierzu weisen die Stromaufweitungsschichten einen möglichst geringen lateralen Flächenwiderstand auf.

[0082] Daneben kann die Stromaufweitungsschicht **209'** zusätzlich als transparentes Material beispielsweise in Form eines transparenten leitfähigen Oxids wie ITO ausgeführt sein. Die Stromaufweitungsschicht **209** auf der der Emissionsrichtung abgewandten Seite kann bevorzugt reflektierend jedoch auch transparent ausgeführt sein. In letzteren Fall weist wie dargestellt der optoelektronische Halbleiterkörper eine zusätzliche Spiegelschicht **210** auf. Diese ist bevorzugt nicht-leitend ausgeführt, sofern nicht eine zusätzliche isolierende Passivierungsschicht zwischen der Spiegelschicht **210** und dem Material der Anschlussschicht **203** vorgesehen ist. In einer Ausführungsform kann die Spiegelschicht **210** das gleiche Material wie die Trennschichten **205** umfassen. Dadurch werden die Reflexionseigenschaften auch bei einer Abstrahlung parallel zur aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge durch Reflexionen an den Seitenwänden verbessert.

[0083] Zur Kontaktierung ist die Stromaufweitungsschicht über Zuführungsdurchbrüche **210a** mit der elektrischen Anschlussschicht **204** verbunden. Diese ist über eine elektrische Zwischenschicht **208** mit einem Kontaktelement **207** auf der Rückseite gekoppelt. Das Kontaktelement **207** bildet gleichzeitig auch das Ersatzträgersubstrat für den optoelektronischen Halbleiterkörper.

[0084] In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist lediglich ein erster Teilbereich des Halbleiterkörpers gezeigt. Ein weiterer Teilbereich des Halbleiterkörpers schließt sich linksseitig an den hier dargestellten ersten Teilbereich an. Dieser ist so ausgeführt, dass die zweite Anschlussschicht **204** mit einem nicht gezeigten Durchbruch in der Halbleiterschichtenfolge **200** elektrisch leitend verbunden ist. Dieses kontaktiert die erste Schicht **221** der Halbleiterschichtenfolge **200** des zweiten Teilbereichs und bildet so eine Serienschaltung. Gleichzeitig bildet das linksseitig angeordnete isolierende Material **205** und **210** den die Halbleiterschichtenfolge in Teilbereiche auftrennenden Graben.

[0085] In den bisherigen Ausführungsbeispielen wurde eine Serienschaltung vor allem durch eine entsprechende Anordnung der Anschlussschichten innerhalb des Halbleiterkörpers realisiert. Darüber hinaus ist es jedoch auch denkbar, einen Teil der Serienschaltung beziehungsweise Verschaltungsvarianten extern auszubilden, um so sowohl Serien als auch Parallelschaltung und Kombinationen davon zu realisieren. Dadurch kann durch eine entsprechende Ansteuerelektronik charakteristische Eigenschaften des Halbleiterkörpers je nach Anwendung verändert werden. Beispielsweise ist es denkbar, im Fall von Lichtscheinwerfern durch ein entsprechendes hinzu- beziehungsweise wegschalten einzelner Teilbereiche des Halbleiterkörpers die Lichtstärke zu variieren.

[0086] Fig. 3 zeigt eine Querschnittsdarstellung einer entsprechenden Ausführungsform. Bei dieser sind ebenfalls alle Kontaktelemente rückseitig angeordnet. Die Halbleiterschichtenfolge **320** enthält wiederum eine erste n-dotierte Schicht **321**, an die benachbart eine p-dotierte Schicht **323** aufgebracht ist. An der Grenzfläche bildet sich wie dargestellt ein pn-Übergang **322** aus.

[0087] Als Materialsystem der Schichtenfolge kann beispielsweise InGaN/GaN verwendet werden, deren Emissionsspektrum im Bereich des sichtbaren blauen Lichtes liegt. Durch die vorgesehene aufgebrachte Strukturierung **325** wird eine Abstrahlungscharakteristik des optoelektronischen Halbleiterkörpers verbessert. Zudem kann darüber hinaus ein Konversionsmittel vorgesehen und auf der Oberfläche der Strukturierung **325** aufgebracht werden. Dadurch wird ein Teil des emittierten blauen Lichts in Licht einer anderen Wellenlänge konvertiert, wodurch sich die Erzeugung von weißem Licht realisieren lässt.

[0088] Auf der der Strukturierung **325** abgewandten Seite der zweiten Schicht **323** der Halbleiterschichtenfolge **320** ist eine leitende reflektierende Anschlussschicht **330** angeordnet. Diese dient gleichzeitig auch als laterale Stromaufweitungsschicht zur Einkopplung von Ladungsträgern. Die Schicht **330** wird durch mehrere Zuleitungselemente **350** kontak-

tiert, die ihrerseits mit einem Durchbruch **351** an einen rückseitig angeordneten Kontakt **390** angeschlossen sind.

[0089] Weiterhin ist ein Durchbruch **346** vorgesehen, der mit einem elektrisch leitenden Material **361** gefüllt ist. Der Durchbruch verläuft von der Rückseite des Halbleiterkörpers durch alle Schichten hindurch bis zur Schicht **321** der Halbleiterschichtenfolge **320**. Seine Seitenwände sind im Wesentlichen mit einem isolierenden Material **364** fast vollständig umgeben, um einen Kurzschluss beispielsweise mit der Anschlussschicht **330** zu vermeiden. Des Weiteren ist der Kontakt **361** mit einem rückseitigen Kontakt **391** auf der Rückseite des optoelektronischen Halbleiterkörpers sowie mit einer leitenden Materialschicht **350'** verbunden. Diese Materialschicht **350'** kontaktiert die Anschlussschicht **330'** des linken Teilbereichs des Halbleiterkörpers. Selbiger ist vom rechten Teilbereich durch einen isolierenden Graben **342** elektrisch vollständig getrennt. Der Graben **342** ist mit einem Isolationsmaterial gefüllt, welches auch die Zwischenräume zwischen den einzelnen Durchführungen **350'** und **350** auffüllt. Dieses isolierende Material kann gleichzeitig als Trägersubstrat für den Ersatzträger **380** verwendet werden.

[0090] Die leitende Schicht **350'** bildet gemeinsam mit der Schicht **330'** eine erste Anschlussschicht des linken Teilbereichs des optoelektronischen Halbleiterkörpers und kontaktiert die Schicht **323** der Halbleiterschichtenfolge **320**. Entsprechend ist auch im linken Teilbereich des Halbeiterkörpers ein Graben **361'** ausgebildet, dessen Seitenwände **346a** mit einem isolierenden Material versehen sind. Das Material des Grabens **361'** kontaktiert auf der rückseitigen Oberfläche befindlichen Kontakt **390'**.

[0091] Extern sind die Kontakte **390'** sowie **391** auf der Rückseite mit einem Schalter S1 gekoppelt, der an einen ersten Anschluss A1 führt. Der Kontakt **390** ist mit einem zweiten Anschluss A2 gekoppelt. In einem Betrieb der Anordnung wird nun abhängig von der Schalterstellung S1 werden nun lediglich der rechte Teil des optoelektronischen Bauelements oder beide Teile des optoelektronischen Bauelements mit Strom versorgt. In der dargestellten Schalterstellung fließt im Betrieb der Halbleiteranordnung ein Strom über den Kontakt **390** und die Zuführung **350** in die Halbleiterschichtenfolge des rechten Bereichs des Halbleiterkörpers. In dem dortigen pn-Übergang rekombinieren die Ladungsträger und emittieren Licht. Während des Betriebs ist in der dargestellten Schalterstellung der linke Teilbereich des Halbleiterkörpers abgeschaltet.

[0092] Wird nun der Anschluss A1 mit dem Kontakt **390'** über den Schalter S1 gekoppelt, so fließt der Strom über den Graben **361'** im rechten Teilbereich des Halbleiterkörpers in die erste Anschlussschicht aus den Schichten **350'** und **330'** im linken Teilbereich des Halbleiterkörpers. Dadurch sind die beiden Halbleiterschichtenfolge und ihre darin enthaltenen pn-Übergänge in Serie geschaltet.

[0093] Abhängig von der Ausgestaltung der einzelnen Anschlussschichten und ihrer Kontaktierung in den jeweiligen Teilbereichen lässt sich so eine externe Parallel- oder Serienschaltung der einzelnen Teilbereiche eines optoelektronischen Halbleiterkörpers erreichen.

[0094] Die Fig. 5A und Fig. 5B zeigen verschiedene Varianten für die Unterteilung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers in verschiedene Teilbereiche in einer schematischen Draufsicht während des Herstellungsprozesses. Dargestellt sind zudem verschiedene Formen des Durchbruchs **505** und des dadurch freigelegten Materials der aktiven Schicht **506**. In einem Randgebiet des jeweiligen Halbleiterkörpers befinden sich zudem Kontaktelemente **507**, welche später Teil der Kontaktpanele **561** bilden. Die Durchbrüche **505** sind in dieser Ausgestaltung grabenförmig ausgeführt und durchdringen die isolierende Schicht **541**, sowie die zweite Schicht und die aktive Zone der Halbleiterschichtenfolge. Des Weiteren ist der Halbleiterkörper durch die Gräben **542** in insgesamt drei Teilbereiche unterteilt, wobei der mittlere Teilbereich eine deutlich kleinere Ausdehnung aufweist. Durch eine entsprechende Verschaltung von Anschlussschichten sowie eine äußere externe Beschaltung kann eine beliebige Form von Serien- und Parallelschaltungen durch die dargestellten Bereiche realisiert werden.

[0095] In der Ausführungsform gemäß Fig. 5B sind die Durchbrüche **505** in Form von regelmäßig angeordneten Kreisen ausgebildet. Diese durchdringen die Isolierschicht **504** und die darunter liegende zweite Schicht und aktive Zone der Halbleiterschichtenfolge **541**. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sind Gräben **542** vorgesehen, die den optoelektronischen Halbleiterkörper in verschieden große Teilbereiche aufspalten. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt eine Verschaltung derart, dass jeweils einer der beiden Teilbereiche 1 und 2 entweder für sich genommen mit der für den Betrieb notwendigen Energie versorgt wird oder in Form einer Serienschaltung mit dem Teilbereich 3 verschaltet wird. Diese Verschaltung kann dabei je nach gewünschtem Anwendungsfall seriell oder parallel erfolgen.

[0096] Die vorgeschlagene Erfindung, einen Halbleiterkörper durch isolierende Unterteilung in verschiedene Teilbereiche aufzuspalten und anschließend mittels geeigneter Herstellung von Anschlussschichten diese Teilbereiche in Form einer Serienschaltung oder Parallelschaltung zu verschalten ist nicht auf die hier dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst sie jede Kombination

möglicher Verschaltungen und hierbei insbesondere die Ausgestaltung der verschiedenen Anschlussschichten. Durch eine entsprechende Strukturierung und Erzeugung der Anschlussschichten nach der Herstellung der Halbleiterschichtenfolge kann eine beliebige Verschaltung eines Halbleiterkörpers erzeugt werden.

[0097] Die Herstellung eines einzelnen Halbleiterkörpers und die spätere Unterteilung in verschiedene Teilbereiche ermöglicht eine kostengünstige Fertigung bei einer gleichzeitigen Steigerung der Lichteffizienz durch die geometrisch nahe Ausgestaltung. Durch die Verwendung von LED-Strukturen mit mehreren pn-Übergängen so genannte gesteppte LEDs lässt sich eine elegante Kombination aus Serien- und Parallelschaltungen erreichen. Insbesondere kann eine Verschaltung in der Epitaxieschicht erfolgen, wobei zudem die Verwendung von leitfähigen Trägermaterialien möglich ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 01/39282 **[0006]**
- US 5831277 **[0006]**
- US 6172382 **[0006]**
- US 5684309 **[0006]**
- EP 0905797 A2 **[0013]**
- WO 02/13281 A1 **[0013]**

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16) 18. Oktober 1993, Seiten 2174–2176 **[0013]**

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Halbleiterkörper umfassend:
– eine im Wesentlichen flächige Halbleiterschichtenfolge mit einer ersten und einer zweiten Hauptseite, die eine zur Erzeugung elektromagnetischer Strahlung geeignete aktive Schicht aufweist,
– bei der die erste Hauptseite zur Emission elektromagnetischer Strahlung vorgesehen ist;
– ein zumindest die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge durchtrennender Graben zur Unterteilung der aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge in wenigstens zwei elektrisch isolierte aktive Teilschichten;
– jeweils eine auf der zweiten Hauptseite angeordnete erste und zweite Anschlussschicht zur Kontaktierung der aktiven Teilschichten, wobei die ersten und zweiten Anschlussschichten, die jeweils die wenigstens zwei aktive Teilschichten kontaktieren, derart miteinander elektrisch leitend gekoppelt sind, dass die wenigstens zwei aktive Teilschichten eine Serienschaltung bilden.

2. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach Anspruch 1, bei der der Graben im Wesentlichen senkrecht zur aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge verläuft.

3. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem die erste Anschlussschicht zur Kontaktierung einer ersten der wenigstens zwei aktiven Teilschichten mit der zweiten Anschlussschicht zur Kontaktierung einer zweiten der wenigstens zwei aktiven Teilschichten elektrisch leitend verbunden ist.

4. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 2, bei dem die erste Anschlussschicht und die zweite Anschlussschicht und eine Trennschicht lateral überlappen.

5. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem sich ein Teilbereich der zweiten Anschlussschicht von der zweiten Hauptseite durch einen Durchbruch der aktiven Teilschicht hindurch zur ersten Hauptseite hin erstreckt.

6. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem der durchtrennende Graben mit einem isolierenden Material gefüllt ist.

7. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der durchtrennende Graben zumindest eine der beiden Anschlussschichten durchtrennt.

8. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der durchtrennende Graben die Schichtenfolge vollständig durchtrennt.

9. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die erste und/oder die zweite elektrische Anschlussschicht einen von einer der wenigstens zwei aktiven Teilschichten in Richtung zu der zweiten Hauptseite hin emittierten Teil der elektromagnetischen Strahlung in Richtung der ersten Hauptseite reflektieren.

10. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem zwischen der Halbleiterschichtenfolge und der ersten und/oder der zweiten elektrischen Anschlussschicht zumindest stellenweise eine halbleitende oder elektrisch isolierende Spiegelschicht angeordnet ist.

11. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach Anspruch 10, bei dem die halbleitende oder elektrisch isolierende Spiegelschicht eine Mehrzahl von Öffnungen aufweist und die erste und/oder die zweite elektrische Anschlussschicht durch die Öffnungen zu der Halbleiterschichtenfolge verlaufen.

12. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 10 oder 11, bei dem die halbleitende oder elektrisch isolierende Spiegelschicht 50% oder mehr der zweiten Hauptseite der Halbleiterschichtenfolge bedeckt.

13. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Halbleiterschichtenfolge eine der zweiten Hauptseite benachbarte Stromaufweitungsschicht, insbesondere ein leitfähiges Oxid aufweist.

14. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem die zweite Anschlussschicht des ersten Teilbereichs mit einem ersten Kontakt und die erste Anschlussschicht des zweiten Teilbereichs mit einem zweiten Kontakt gekoppelt sind.

15. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem die erste Anschlussschicht einen elektrischen Kontaktbereich aufweist, der zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers von der ersten Hauptseite geeignet ist.

16. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem erste und zweite Anschlussschicht zur Kontaktierung einer Teilschicht der Schichtenfolge jeweils einen Kontaktbereich aufweist, der zur elektrischen Kontaktierung des Halbleiterkörpers von der zweiten Hauptseite geeignet ist.

17. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach ei-

nem der Ansprüche 1 bis 16, bei dem die aktive Schicht der Halbleiterschichtenfolge mehrere übereinander gestapelte aktive Unterschichten umfasst.

18. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem die erste Hauptseite der Schichtenfolge strukturiert ist.

19. Optoelektronischer Halbleiterkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem die erste und zweite Anschlussschicht jeweils ein Teilelement umfasst, das eine außerhalb des Halbleiterkörpers angeordnete Zuleitung bildet und mit einem Kontakt auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers verbunden ist.

20. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterkörpers, umfassend:
– Epitaktisches Aufwachsen einer Halbleiterschichtenfolge auf einem Aufwachssubstrat, wobei die Halbleiterschichtenfolge eine zur Erzeugung von elektromagnetischer Strahlung geeignete aktive Schicht aufweist und zur Emission elektromagnetischer Strahlung von einer ersten Hauptseite vorgesehen ist;
– Ausbilden eines elektrisch isolierenden Grabens zumindest in der aktiven Schicht der Halbleiterschichtenfolge zur Unterteilung in wenigstens zwei aktive Teilschichten;
– Aufbringen einer ersten elektrischen Anschlussschicht an einer der ersten Hauptseite abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge zur Kontaktierung der aktiven Schicht
– Ausbilden einer Trennschicht an der der ersten Hauptseite abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge; und
– Aufbringen einer zweiten elektrischen Anschlussschicht an der der ersten Hauptseite abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge,
wobei
– die erste elektrische Anschlussschicht, die Trennschicht und die zweite elektrische Anschlussschicht zumindest teilweise lateral überlappend ausgebildet werden, und
– die Anschlussschichten wenigstens zwei aktive Teilschichten unter Bildung einer Serienschaltung kontaktieren.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem das Ausbilden eines elektrisch isolierenden Grabens nach dem Aufbringen der ersten elektrischen Anschlussschicht vorgenommen wird, wodurch die erste elektrische Anschlussschicht ebenfalls unterteilt wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 21, weiter umfassend ein:
– Ausbilden eines Durchbruchs in der aktiven Schicht;
– Ausbilden eines Teilbereichs der zweiten elektrischen Anschlussschicht in dem Durchbruch, wobei die zweite elektrische Anschlussschicht mittels der Trennschicht von der ersten elektrischen Anschlussschicht elektrisch isoliert wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, bei dem der Schritt des Ausbildens des elektrisch isolierenden Grabens und der Schritt des Ausbildens eines Durchbruchs ein gemeinsam durchgeführtes Ätzen der aktiven Schicht umfasst.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei die erste elektrische Anschlussschicht reflektierend ausgebildet wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, bei der in der Trennschicht ein Durchbruch eingearbeitet wird, der die erste Anschlussschicht, die eine erste aktive Teilschicht kontaktiert mit einer der zweiten Anschlussschicht elektrisch leitend verbindet, der eine zweite aktive Teilschicht kontaktiert.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, weiter umfassend:
– Ausbilden eines ersten Kontaktpanels, das die erste Anschlussschicht kontaktierend die erste aktive Teilschicht elektrisch kontaktiert; und
– Ausbilden eines zweiten Kontaktpanels, das die zweite Anschlussschicht kontaktierend die zweite aktive Teilschicht elektrisch kontaktiert.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26, weiter umfassend:
– Aufbringen eines Hilfsträgers auf der der ersten Hauptseite abgewandten Seite;
– Ablösen des Aufwachssubstrats;
– Strukturieren der Halbleiterschichtenfolge an der ersten Hauptseite.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

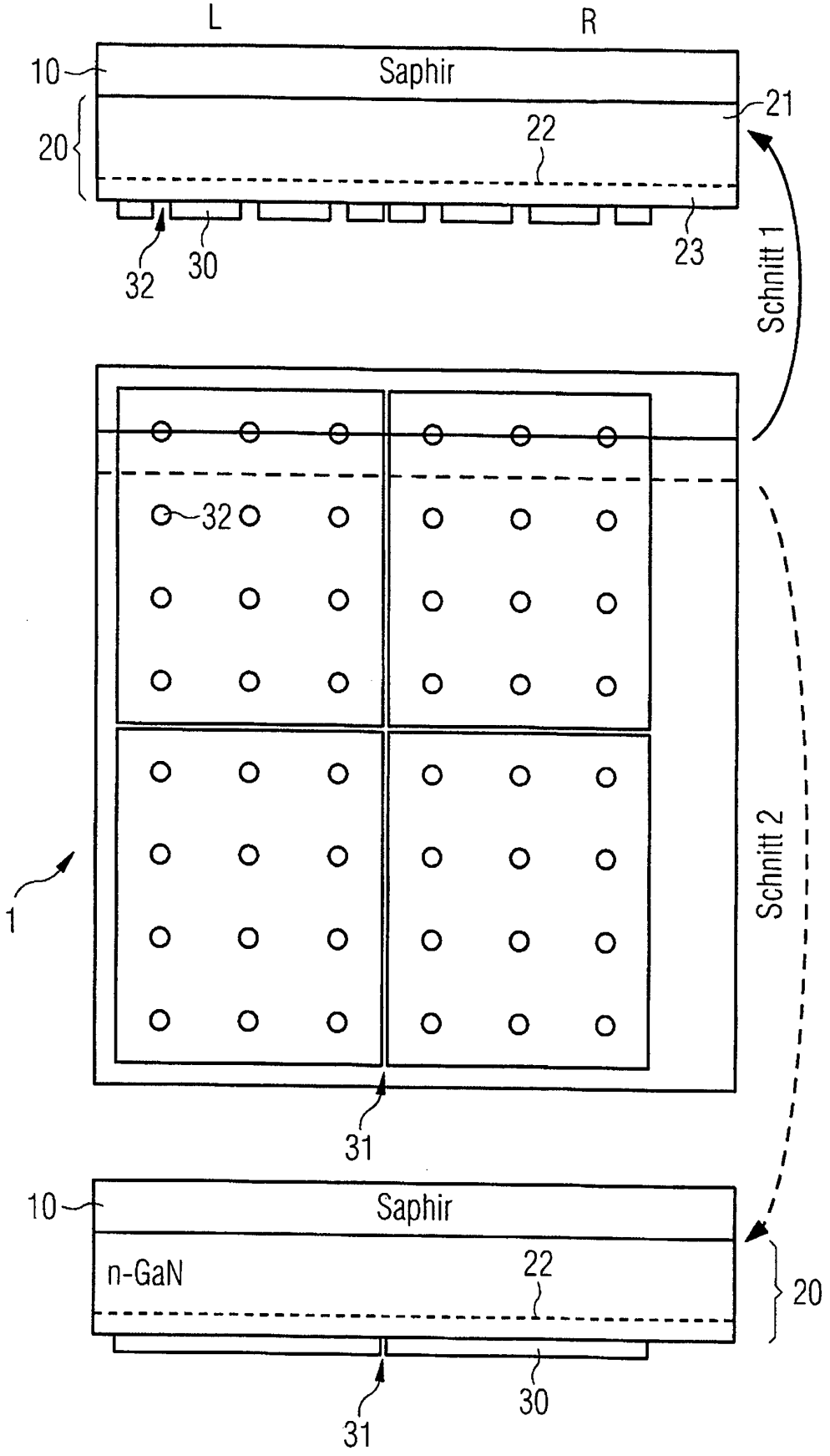


FIG 1B

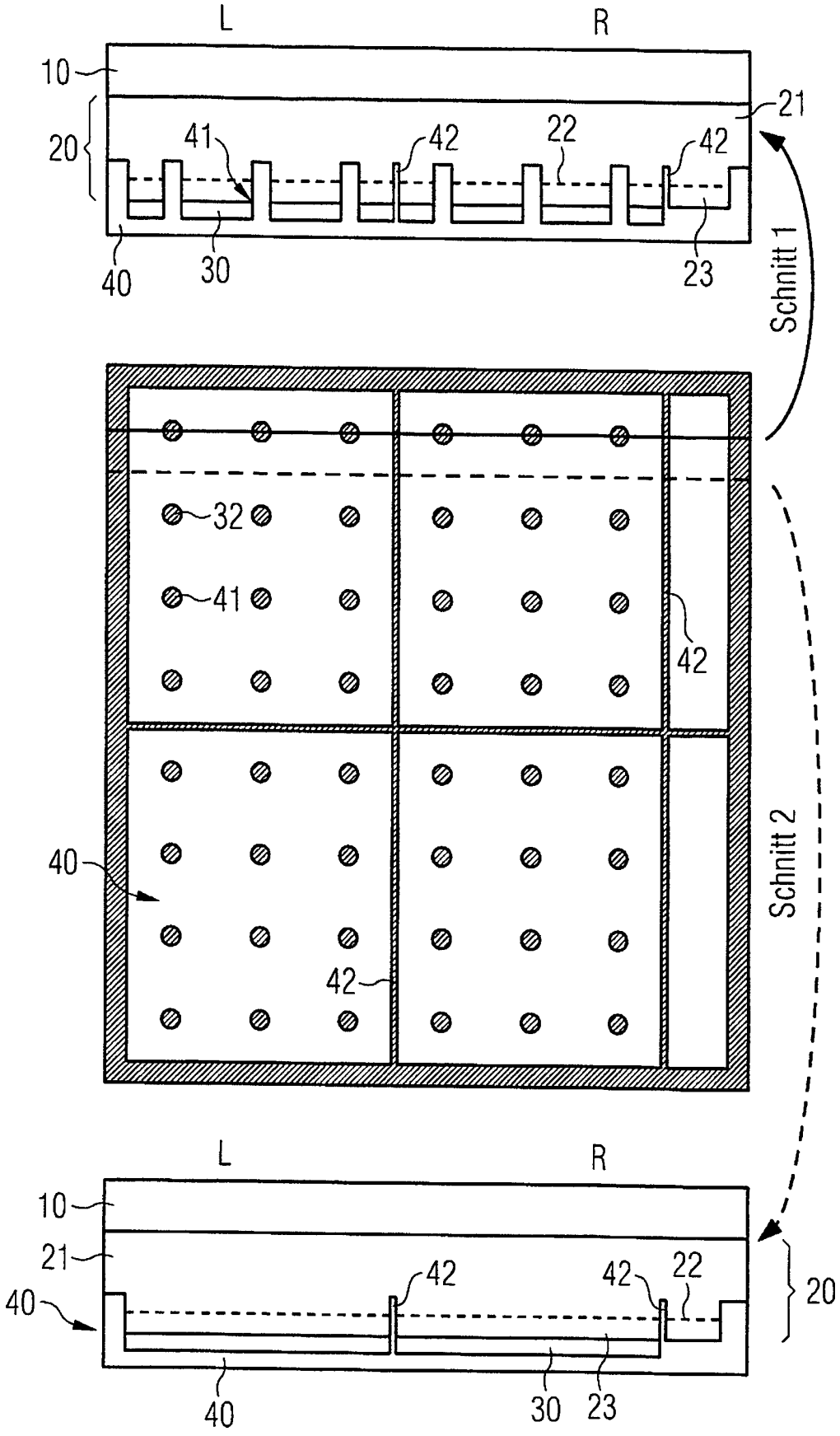

L
R
10
20
21
41
42
22
42
40
30
23
Schnitt 1
32
41
42
40
42
Schnitt 2
L
R
10
21
42
42
22
40
20
40
30
23

FIG 1C

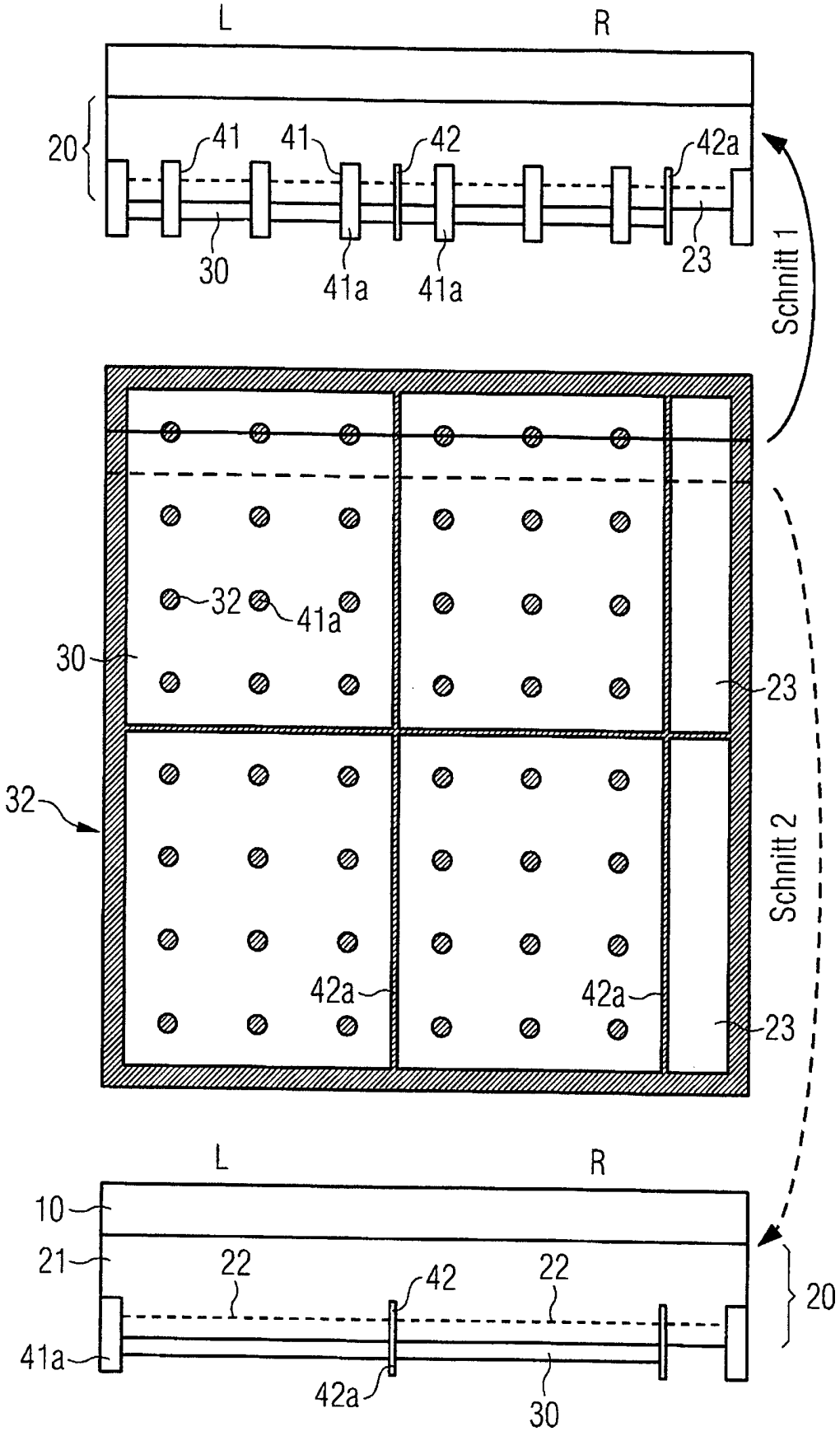

L
R
20
41
41
42
42a
30
41a
41a
23
Schnitt 1
32
41a
30
23
32
Schnitt 2
42a
42a
23
L
R
10
21
22
42
22
20
41a
42a
30

FIG 1D

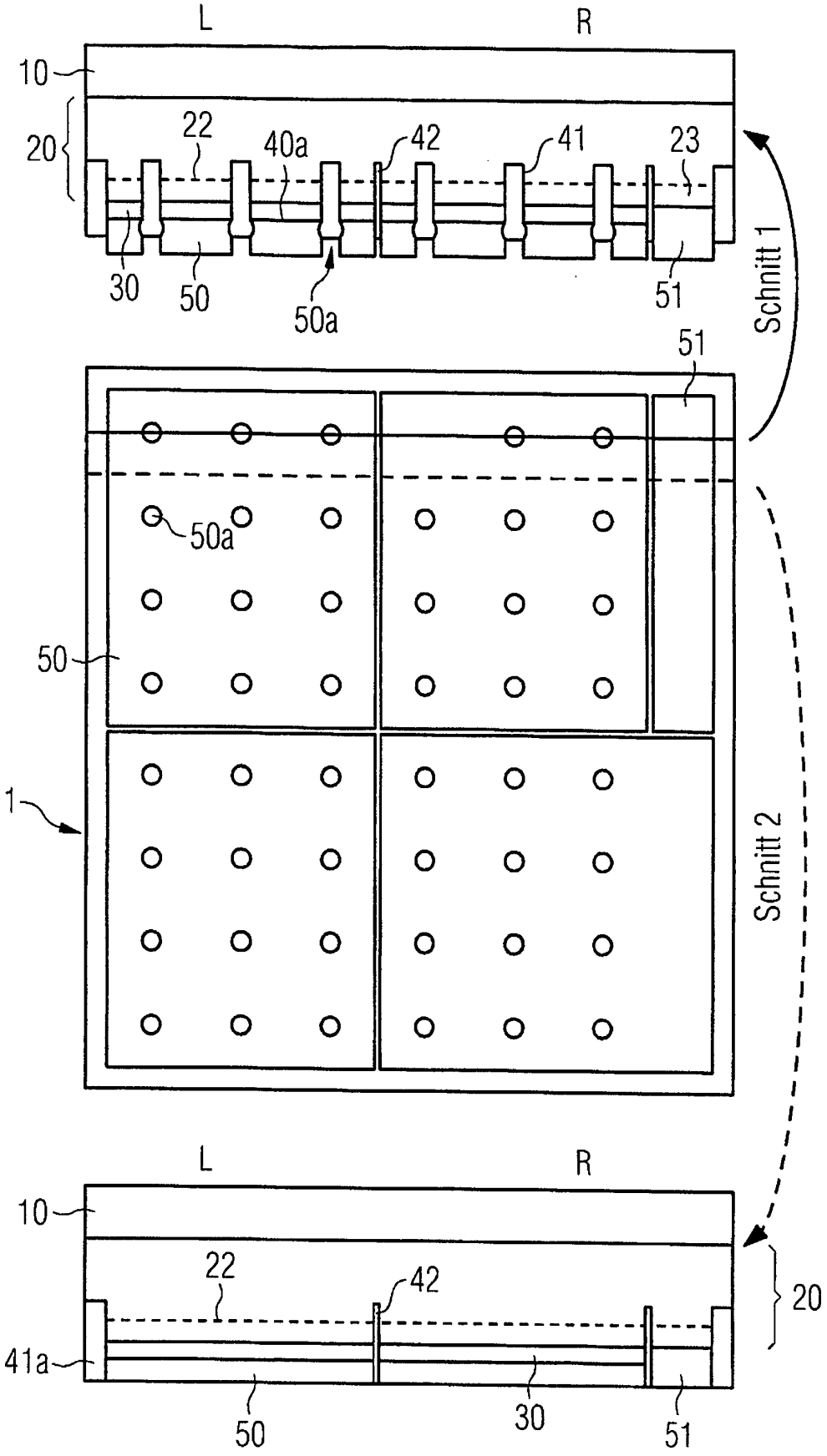

L
R
10
20
22
40a
42
41
23
30
50
50a
51
Schnitt 1
51
50a
50
1
Schnitt 2
L
R
10
22
42
20
41a
50
30
51

FIG 1E

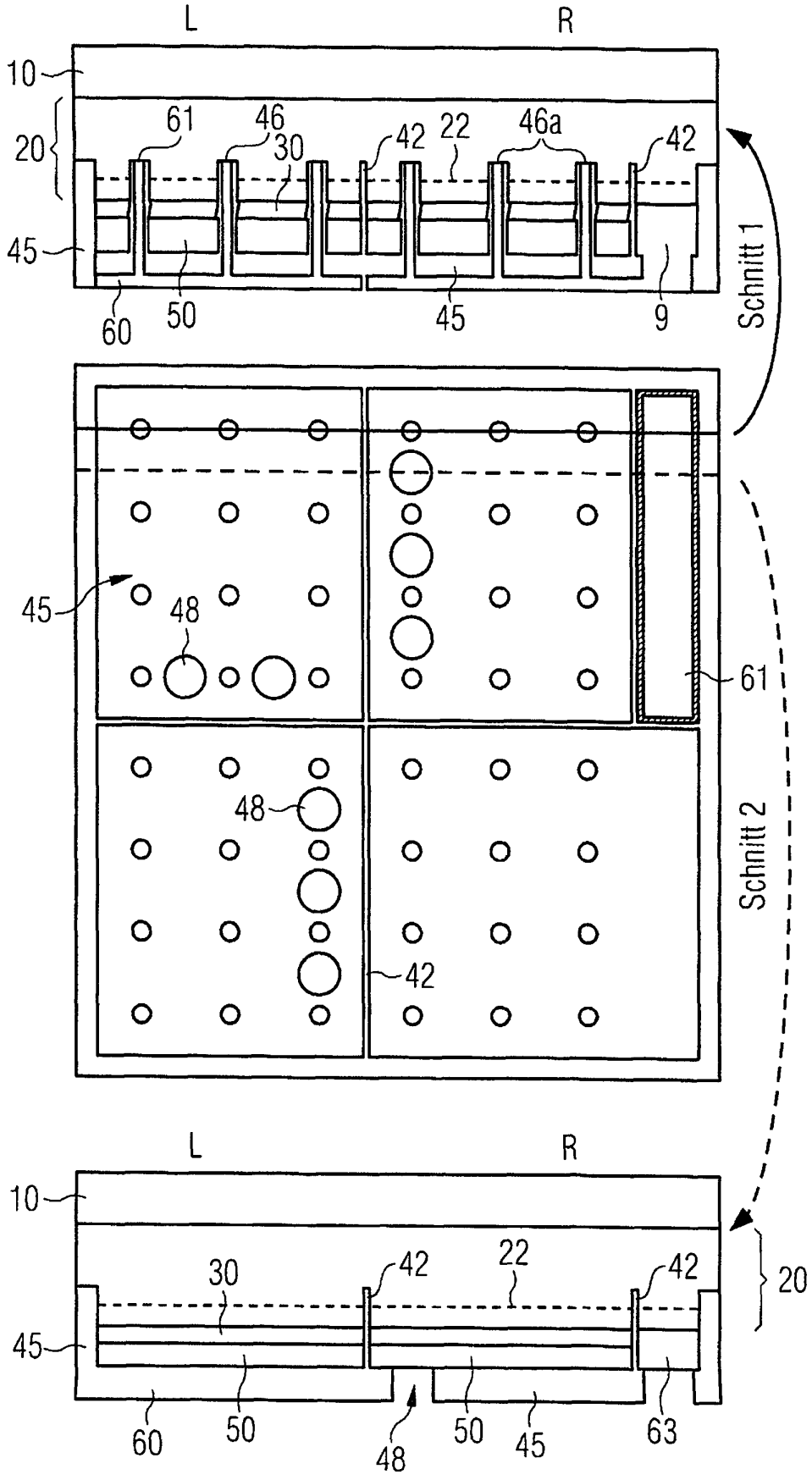

L
R
10
20
61
46
30
42
22
46a
42
45
60
50
45
9
Schnitt 1
45
48
61
48
42
Schnitt 2
L
R
10
30
42
22
42
20
45
60
50
48
50
45
63

FIG 1F

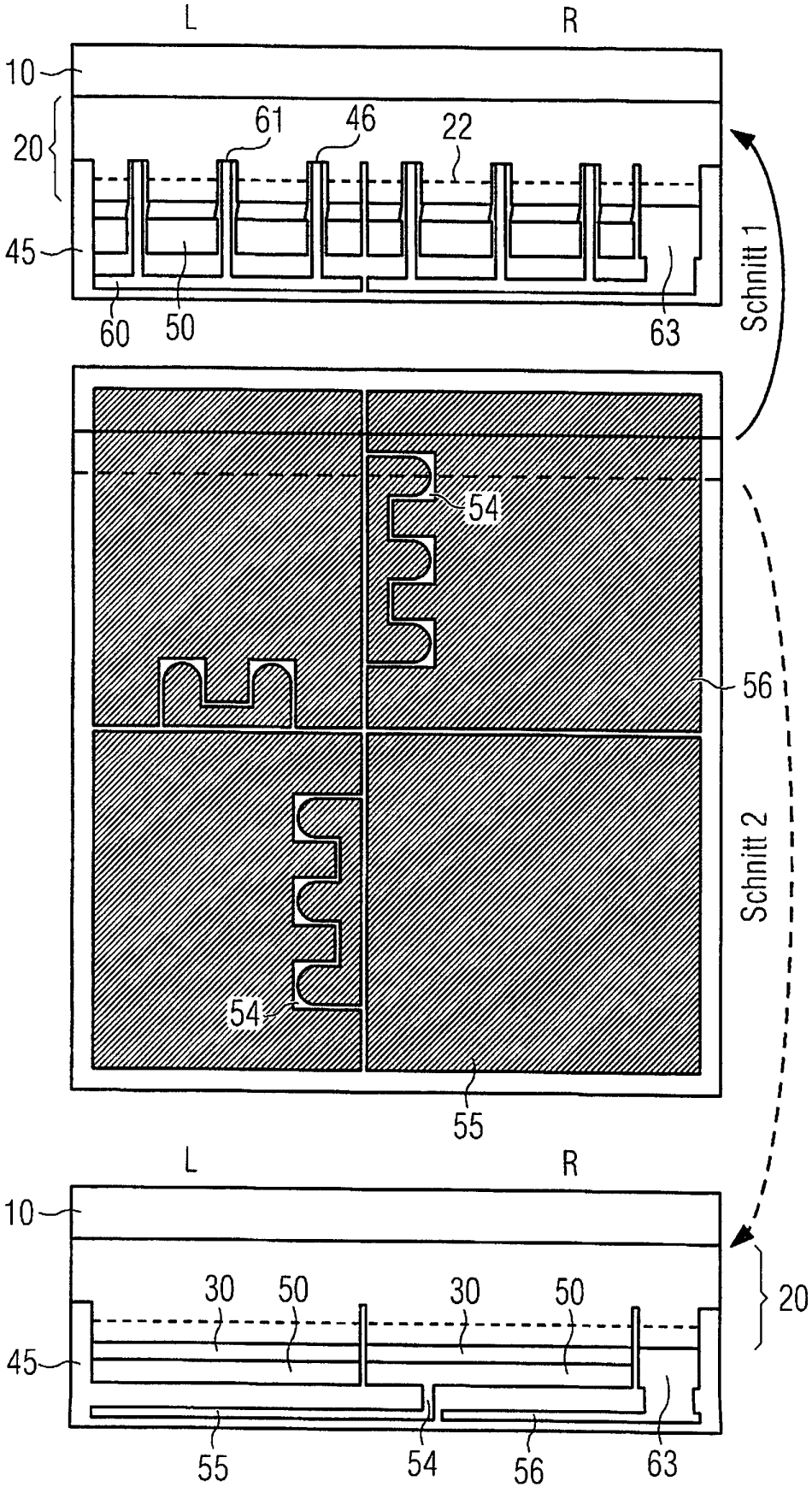

L
R
10
20
61
46
22
45
60
50
63
Schnitt 1
54
56
Schnitt 2
54
55
L
R
10
30
50
30
50
20
45
55
54
56
63

FIG 1G

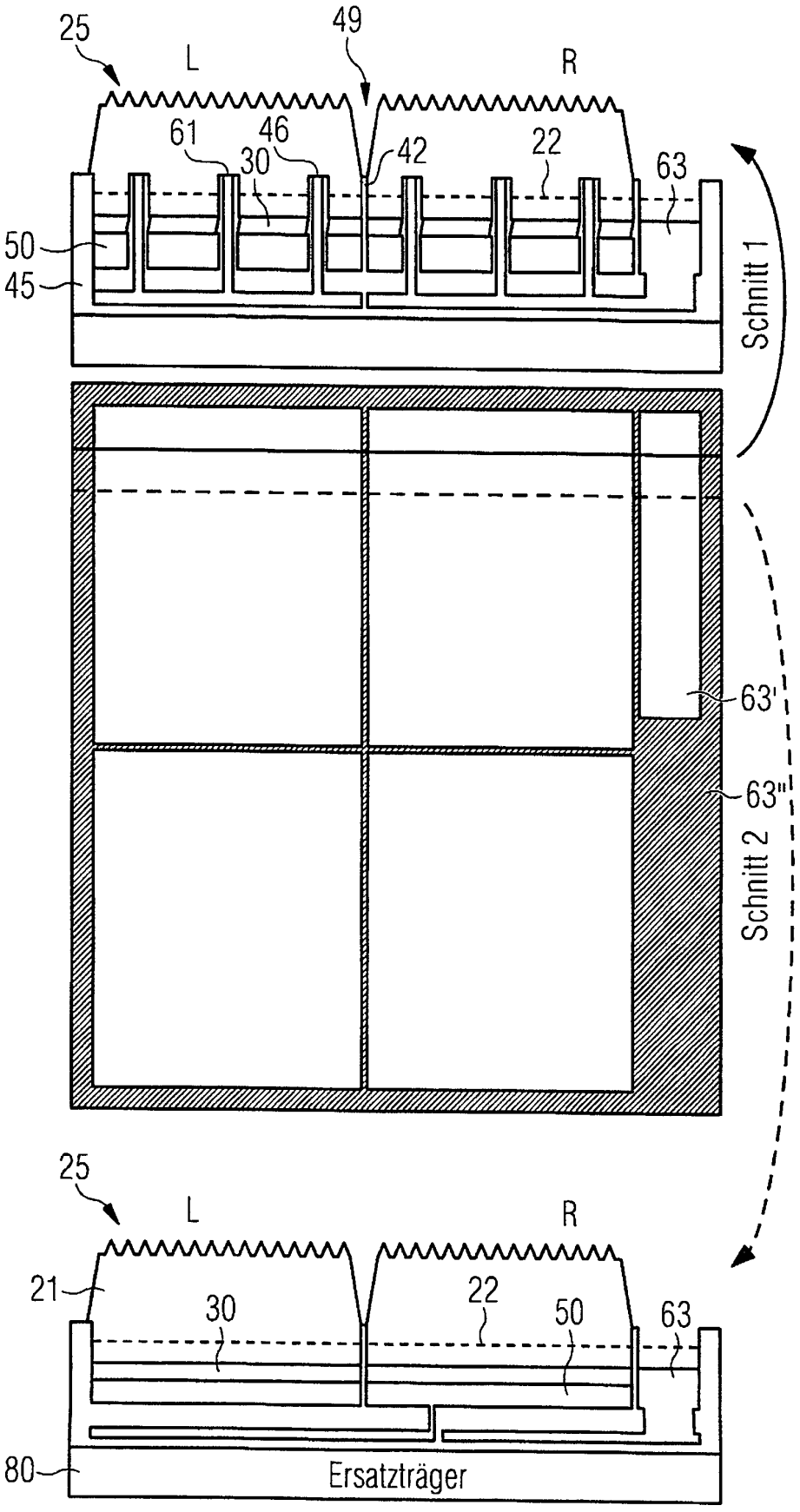

25
L
49
R
61
46
30
42
22
63
50
45
Schnitt 1
63'
63''
Schnitt 2
25
L
R
21
30
22
50
63
80
Ersatzträger

FIG 2

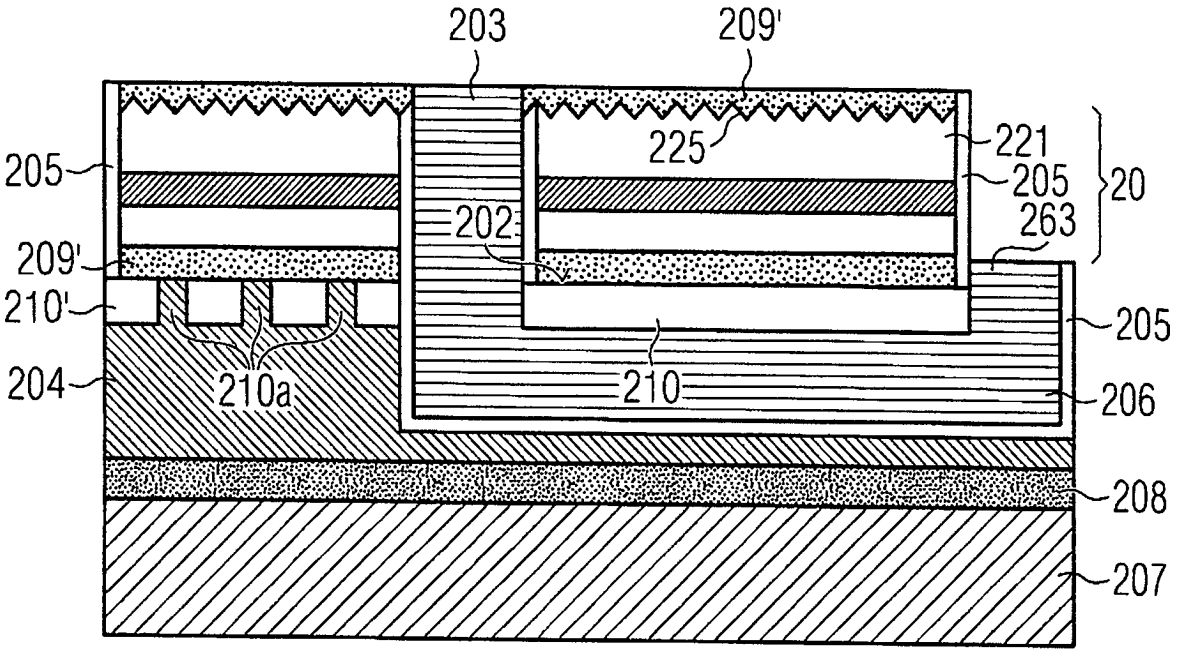

203
209'
225
221
205
205
20
202
263
209'
210'
205
204
210a
210
206
208
207

FIG 3

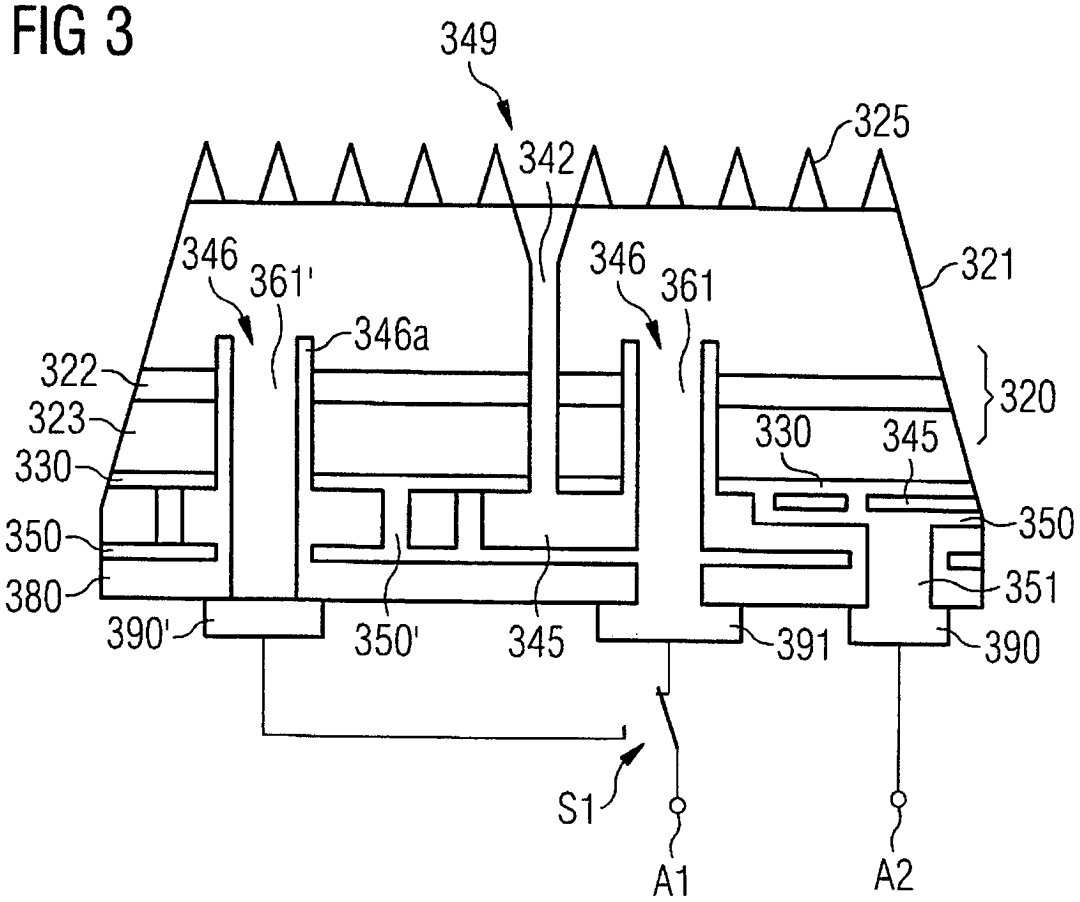

349
325
342
346
361'
346
361
321
346a
322
320
323
330
345
330
350
350
380
351
390'
350'
345
391
390
S1
A1
A2

FIG 4A

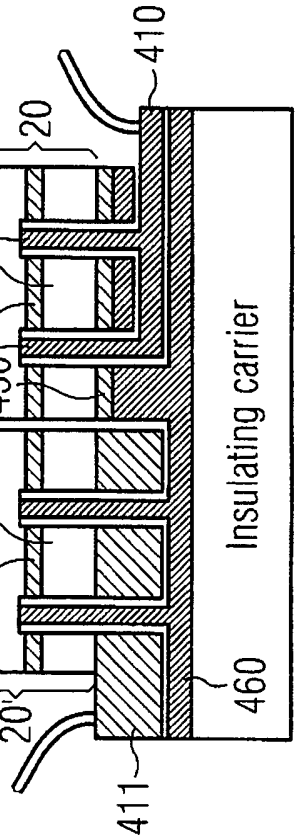


FIG 4B

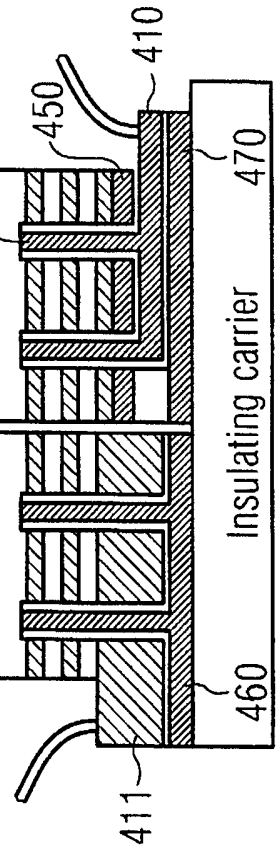


FIG 4C

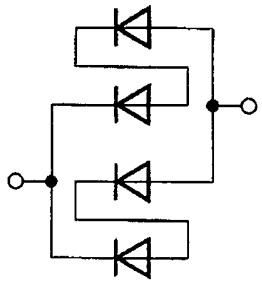


FIG 4D

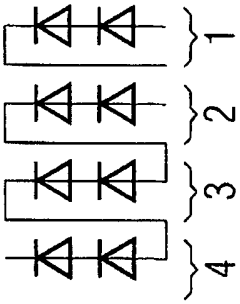


FIG 4E

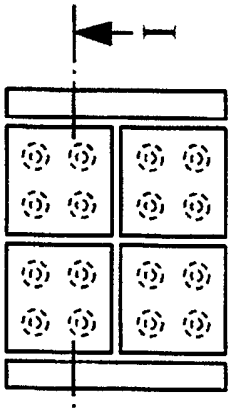


FIG 4F

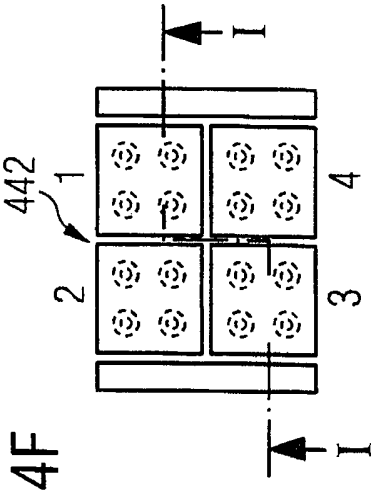


FIG 5A

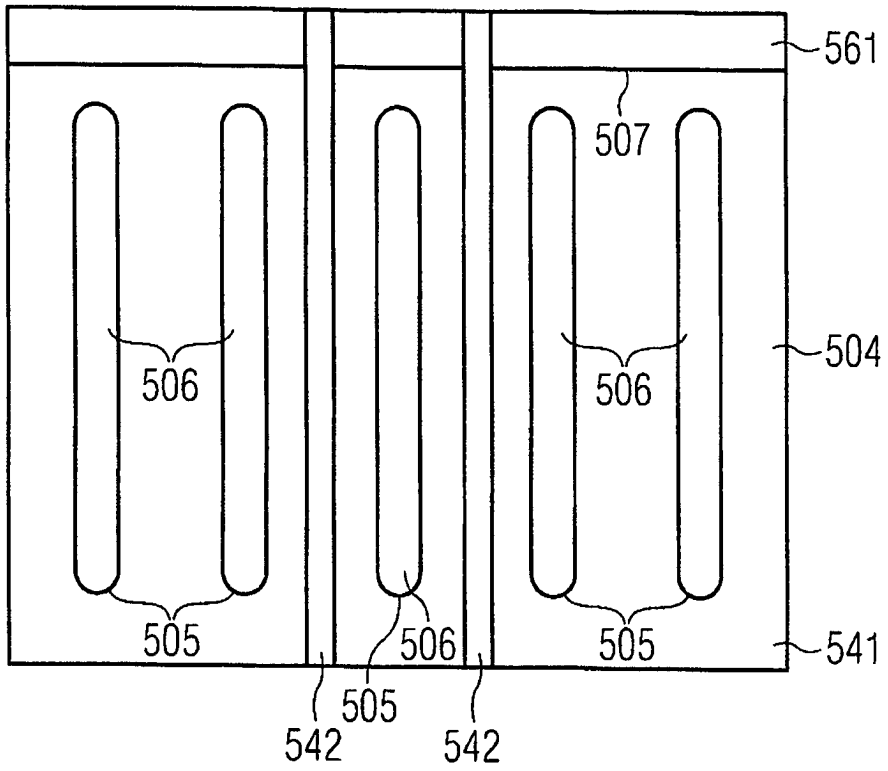
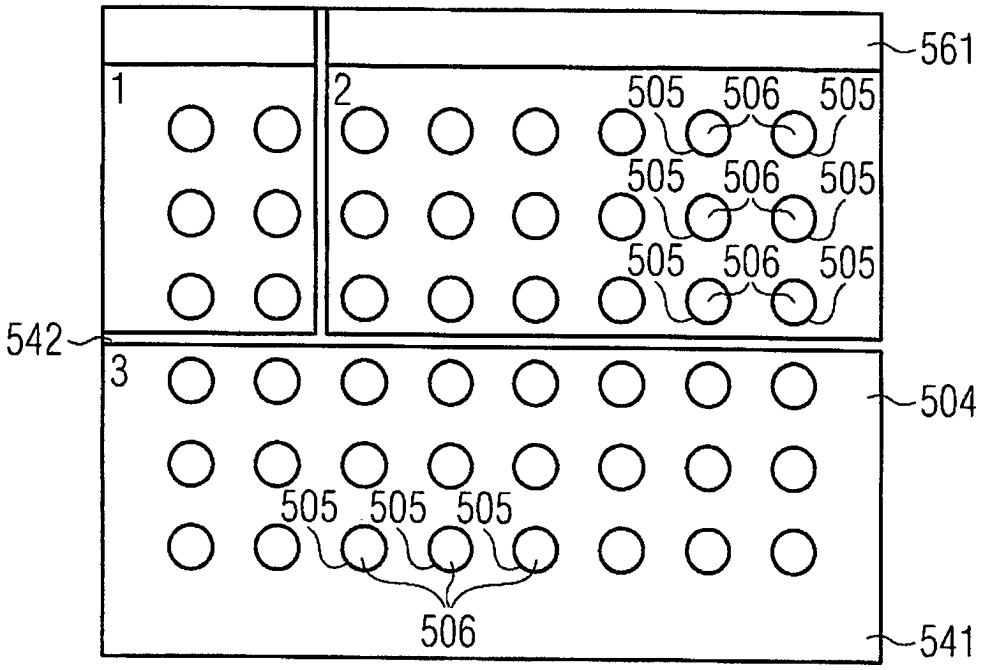

561
507
504
506
506
505
506
505
505
542
542
541

FIG 5B


561
1
2
505 506 505
505 506 505
505 506 505
542
3
504
505 505 505
506
541