



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2015 114 010.1

(51) Int Cl.: **H01L 33/62 (2010.01)**

(22) Anmeldetag: 24.08.2015

H01F 38/14 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 02.03.2017

H01L 21/52 (2006.01)

(71) Anmelder:

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

(72) Erfinder:

Perzlmaier, Korbinian, Dr., 93051 Regensburg, DE

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

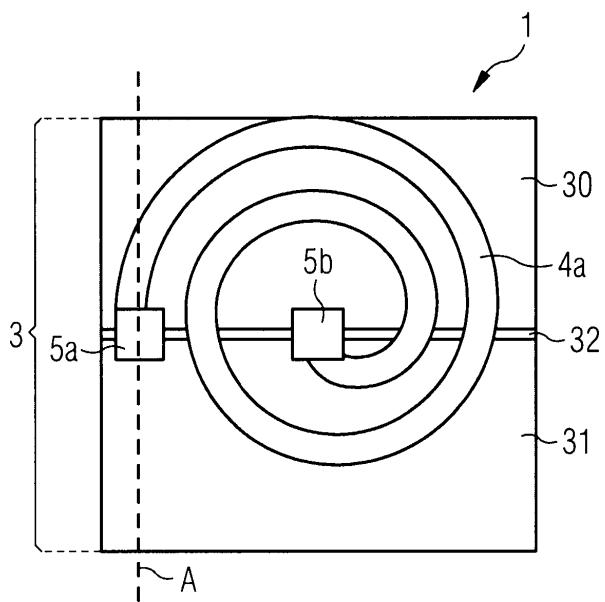
**DE 10 2008 024 779 A1
US 2012 / 0 153 826 A1
US 2014 / 0 264 407 A1**

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optoelektronisches Bauelement, Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements und Verfahren zum Betrieb eines optoelektronischen Bauelements**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronisches Bauelement (1) angegeben, umfassend einen Träger (2), welcher einen Formkörper umfasst, einen lichtemittierenden Halbleiterkörper (3) mit einem ersten Segment (30) und einem zweiten Segment (31). Weiterhin umfasst das optoelektronische Bauelement (1) eine elektrische Leiterbahn (4a), welche auf einer dem Träger (2) zugewandten Seite (3b) des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (3) auf dem ersten Segment (30) und auf dem zweiten Segment (31) angeordnet ist, und eine erste elektrische Verbindungsstruktur (5a) und eine zweite elektrische Verbindungsstruktur (5b), welche jeweils das erste Segment (30) und das zweite Segment (31) elektrisch miteinander verbinden und mittels der elektrischen Leiterbahn (4a) elektrisch miteinander verbunden sind, wobei das erste Segment (30) und das zweite Segment (31) antiparallel verschaltet sind, wobei die erste elektrische Verbindungsstruktur (5a), die zweite elektrische Verbindungsstruktur (5b) und die elektrische Leiterbahn (4a) vom Formkörper vollständig bedeckt sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement, ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements und ein Verfahren zum Betrieb eines optoelektronischen Bauelements.

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optoelektronisches Bauelement mit einer induktiven Einkopplung einer Betriebsspannung in das Bauelement anzugeben. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung sowie zum Betrieb eines solchen optoelektronischen Bauelements anzugeben.

[0003] Diese Aufgabe wird durch ein Erzeugnis und ein Verfahren zur Herstellung sowie ein Verfahren zum Betrieb des optoelektronischen Bauelements gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0004] Das optoelektronische Bauelement umfasst einen Träger, welcher einen Formkörper umfasst, einen lichtemittierenden Halbleiterkörper mit einem ersten Segment und einem zweiten Segment, wobei das erste Segment und das zweite Segment räumlich voneinander getrennt sind und jeweils eine Emissionsseite aufweisen, welche dem Träger abgewandt ist. Weiterhin umfasst das optoelektronische Bauelement eine elektrische Leiterbahn, welche auf einer dem Träger zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers auf dem ersten Segment und auf dem zweiten Segment angeordnet ist, und eine erste elektrische Verbindungsstruktur und eine zweite elektrische Verbindungsstruktur, welche jeweils das erste Segment und das zweite Segment elektrisch miteinander verbinden und mittels der elektrischen Leiterbahn elektrisch miteinander verbunden sind, so dass das erste Segment und das zweite Segment durch die erste elektrische Verbindungsstruktur und die zweite elektrische Verbindungsstruktur antiparallel verschaltet sind. Die erste elektrische Verbindungsstruktur, die zweite elektrische Verbindungsstruktur und die elektrische Leiterbahn sind auf einer dem Träger zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers vom Formkörper vollständig bedeckt.

[0005] Das erste Segment kann von dem zweiten Segment vorteilhaft mittels eines Trenngrabens getrennt sein, welcher in den Halbleiterkörper eingebbracht ist. Der Halbleiterkörper kann eine Halbleiterschichtenfolge mit einer aktiven Zone umfassen. Der Trenngraben kann sich beispielsweise vollständig durch die Halbleiterschichtenfolge bis in den Träger hinein erstrecken. Vorteilhaft können das erste Segment und das zweite Segment innerhalb des Trenngrabens schräge Seitenflächen umfassen. Weiterhin

sind das erste Segment und das zweite Segment so ausgebildet, dass deren Emissionsseiten in die gleiche Richtung zeigen.

[0006] Die erste elektrische Verbindungsstruktur und die zweite elektrische Verbindungsstruktur sind so an dem Halbleiterkörper angeordnet, dass das erste Segment mit dem zweiten Segment elektrisch verbunden wird. Dies wird vorteilhaft dadurch erreicht, dass die Verbindungsstrukturen den Trenngraben an einer dem Träger zugewandten Seite überbrücken und teilweise auf dem ersten und teilweise auf dem zweiten Segment angeordnet sind. Die Verbindungsstrukturen kontaktieren dabei die Halbleiterschichten des Halbleiterkörpers elektrisch. Die erste Verbindungsstruktur verbindet somit das erste Segment elektrisch mit dem zweiten Segment und die zweite Verbindungsstruktur verbindet somit das zweite Segment elektrisch mit dem ersten Segment. Dadurch wird vorteilhaft ein geschlossener Stromkreis durch die Segmente und die Verbindungsstrukturen erzeugt, wobei die Segmente antiparallel miteinander verschaltet sind. Beispielsweise wird durch die erste Verbindungsstruktur eine n-Typ Halbleiterschicht des ersten Segments mit einer p-Typ Halbleiterschicht des zweiten Segments verbunden, und durch die zweite Verbindungsstruktur eine p-Typ Halbleiterschicht des ersten Segments mit einer n-Typ Halbleiterschicht des zweiten Segments verbunden. Alternativ ist auch jeweils eine umgekehrte Verbindung von n- und p-Typ möglich.

[0007] Die elektrische Leiterbahn dient vorteilhaft zur induktiven Stromeinkopplung durch ein externes Magnetfeld, wobei die elektrische Leiterbahn zwischen der ersten Verbindungsstruktur und der zweiten Verbindungsstruktur ein elektrisches Potential erzeugt, welches wegen dem zeitlich veränderlichen induktiv eingekoppelten Magnetfeld selbst zeitlich veränderlich ist.

[0008] Um eine Lichtemission am Halbleiterkörper aufrechtzuerhalten, wenn über die elektrische Leiterbahn ein Wechselstrom eingekoppelt wird, sind das erste Segment und das zweite Segment vorteilhaft antiparallel geschaltet. Mit anderen Worten wirkt je nach Richtung des induzierten Stroms ein Segment als eine Diode in Durchlassrichtung und das andere Segment als eine Diode in Sperrrichtung. Bei einer Phasenumkehr der Spannung wirkt die Schaltung umgekehrt. Auf diese Weise kann vorteilhaft das optoelektronische Bauelement mit einem induktiv eingekoppelten Wechselstrom betrieben werden.

[0009] Durch den Formkörper sind die Verbindungsstrukturen sowie die Leiterbahn überdeckt und nicht freiliegend, da vorteilhaft keine Kontaktierung von außen nötig ist.

[0010] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements sind das erste Segment und das zweite Segment gleichartig aufgebaut.

[0011] Da die Segmente gleichartig aufgebaut sein können, ist es möglich die Segmente des Bauelements vorteilhaft gleichzeitig auf einem Aufwachsubstrat aufzubringen und mit jeweils demselben Prozessschritt herzustellen. Die Segmente weisen vorteilhaft einen Halbleiterschichtenstapel mit jeweils einer aktiven Zone auf. Die aktive Zone kann beispielsweise einen pn-Übergang umfassen. Beispielsweise kann die aktive Zone auch einen Quantentopfstruktur umfassen. Beide Segmente können daher vorteilhaft die gleiche Abfolge von Schichten und somit gleiche elektrische, thermische und lichtemittierende Eigenschaften aufweisen. Dies ist vorteilhaft, da die Segmente im Betrieb als zwei Chips mit gleichen Abstrahleigenschaften funktionieren.

[0012] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements überlappen das erste Segment und das zweite Segment in Draufsicht nicht.

[0013] Da das erste Segment und das zweite Segment nicht überlappen, kann vorteilhaft das zweite Segment während einer Lichtemission des ersten Segments keine Abstrahlfläche des ersten Segments abdecken und somit abschatten und umgekehrt.

[0014] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist die elektrische Leiterbahn zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur als eine Spule mit zumindest einer Windung ausgeformt.

[0015] Die elektrische Leiterbahn umschließt vorteilhaft eine Fläche des ersten Segments und des zweiten Segments zumindest teilweise in Form einer Kreisschleife. Mit anderen Worten bildet die elektrische Leiterbahn eine Windung einer Spule. Bei einer Windung kann es sich vorteilhaft um die Form einer Kreisschleife der elektrischen Leiterbahn handeln, welche zumindest 360° umschließt. Alternativ ist es allerdings auch möglich, dass eine Windung einen Winkel von weniger als 360° , beispielsweise 270° umschließt. Bei einer induktiven Ankopplung an ein Magnetfeld einer externen Spule wird dadurch vorteilhaft ein magnetischer Fluss innerhalb der Fläche der elektrischen Leiterbahn durch die elektrische Leiterbahn umschlossen. Ein sich zeitlich verändernder magnetischer Fluss durch die Fläche der elektrischen Leiterbahn führt vorteilhaft zu einer Induktion von Strom in der elektrischen Leiterbahn. Es ist weiterhin auch möglich, dass die Spule vorteilhaft mehrere Windungen aufweist, welche vorteilhaft in einer Ebene als planare und spiralförmige Spule oder in

mehreren Ebenen verlaufen, wobei die Windungen in mehreren Ebenen in Draufsicht auf die Spule überlappen können.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist eine dritte elektrische Verbindungsstruktur, welche das erste Segment und das zweite Segment elektrisch miteinander verbindet, mittels einer weiteren elektrischen Leiterbahn elektrisch mit der zweiten Verbindungsstruktur verbunden.

[0017] Eine dritte elektrische Verbindungsstruktur kontaktiert vorteilhaft eine Halbleiterschichtenfolge des Bauelements entsprechend der ersten Verbindungsstruktur. Dabei ist die dritte elektrische Verbindungsstruktur vorteilhaft zwischen dem ersten Segment und dem zweiten Segment angeordnet, so dass die Verbindungsstruktur einen Treppengraben zwischen dem ersten Segment und dem zweiten Segment an einer dem Träger zugewandten Seite des Halbleiterkörpers überspannt. Mit anderen Worten ist die dritte Verbindungsstruktur teilweise auf dem ersten Segment und teilweise auf dem zweiten Segment angeordnet. Weiterhin kontaktiert die dritte Verbindungsstruktur in einem der Segmente eine Halbleiterschicht in der Art und Weise, wie die erste Verbindungsstruktur. Die zwischen der zu kontaktierenden Halbleiterschicht und dem Träger angeordneten Halbleiterschichten werden vorteilhaft durch die Verbindungsstrukturen durchkontakteert.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur als eine Spule mit zumindest einer Windung ausgeformt.

[0019] Die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten Verbindungsstruktur und der dritten Verbindungsstruktur umschließt vorteilhaft eine Fläche des ersten Segments und des zweiten Segments zumindest teilweise in Form einer Kreisschleife und bildet eine Windung einer Spule. Bei einer induktiven Ankopplung an ein Magnetfeld einer externen Spule wird dadurch vorteilhaft ein magnetischer Fluss innerhalb der Fläche der weiteren elektrischen Leiterbahn durch die weitere elektrische Leiterbahn umschlossen. Ein sich zeitlich verändernder magnetischer Fluss durch die Fläche der weiteren elektrischen Leiterbahn führt vorteilhaft zu einer Induktion von Strom in der weiteren elektrischen Leiterbahn.

[0020] Zusätzlich zu einer als eine erste Spule wirkenden elektrischen Leiterbahn zwischen der ersten Verbindungsstruktur und der zweiten Verbindungsstruktur wirkt die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten Verbindungsstruktur und der drit-

ten Verbindungsstruktur vorteilhaft als eine zweite Spule.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements sind die dritte elektrische Verbindungsstruktur und die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur auf einer dem Träger zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers vom Formkörper vollständig bedeckt.

[0022] Der Formkörper überdeckt als elektrisch isolierender Verguss vorteilhaft die elektrischen Verbindungsstrukturen und die Leiterbahnen und verkapselt diese. Auf diese Weise ist eine Außenkontakteierung mit einem direkten elektrischen Kontakt des Bauelements nicht möglich. Die Kontaktierung erfolgt ausschließlich induktiv. Durch vollständige Überdeckung durch den Verguss ist das Bauelement vorteilhaft gegenüber statischer Elektrizität der Umgebung abgeschirmt. Das Bauelement eignet sich beispielsweise für den Betrieb in Atmosphären mit hochexplosiven Gasen oder korrosiven Gasen, da keine stromführenden Komponenten am Bauelement freiliegen.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements verschalten die erste elektrische Verbindungsstruktur und die zweite elektrische Verbindungsstruktur sowie die zweite elektrische Verbindungsstruktur und die dritte elektrische Verbindungsstruktur das erste Segment und das zweite Segment jeweils antiparallel.

[0024] Das erste Segment und das zweite Segment werden durch die erste und die zweite Verbindungsstruktur antiparallel miteinander verschaltet und auch durch die zweite und die dritte Verbindungsstruktur antiparallel miteinander verschaltet. Die erste Verbindungsstruktur und die dritte Verbindungsstruktur verbinden vorteilhaft stets die gleichen Halbleiterschichten in der gleichen Art und Weise miteinander. In einem Betrieb des ersten Segments und des zweiten Segments mit einer Wechselspannung emittieren das erste und das zweite Segment je nach Phase der Wechselspannung abwechselnd Licht, da die zwei Segmente als antiparallel geschaltete Dioden wirken.

[0025] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist die elektrische Leiterbahn zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur mit dem ersten Segment und mit dem zweiten Segment parallel verschaltet.

[0026] Die elektrische Leiterbahn weist zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur zumindest eine Windung auf. Mit einem extern an die elektrische Leiterbahn angelegten Magnetfeld kann durch

den Durchfluss des Magnetfelds innerhalb der Fläche einer Windung der Leiterbahn ein Strom in der elektrischen Leiterbahn zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur induziert werden. Dadurch wirkt die elektrische Leiterbahn zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur als eine Spannungsquelle innerhalb des Bauelements. Die Spannungsquelle erzeugt eine Wechselspannung. Damit die zwei antiparallel geschalteten Segmente des Halbleiterkörpers mit einer Wechselspannung betrieben werden können, sind die Segmente mit der elektrischen Leiterbahn vorteilhaft parallel geschaltet. Hierbei ist die elektrische Leiterbahn selbst als eine Spule mit zumindest einer Windung, also als ein elektrisches Bau teil, zu verstehen. In einer solchen Schaltung ist beispielsweise bei einer positiven Spannungsphase der Wechselspannung das erste Segment in Durchlassrichtung und das zweite Segment in Sperrrichtung geschaltet. Folglich fließt ein Strom über das erste Segment, wobei dieses Licht emittiert. Bei einer negativen Spannungsphase ist das zweite Segment bezüglich der Spule in Durchlassrichtung und das erste Segment in Sperrrichtung geschaltet.

[0027] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur mit dem ersten Segment und mit dem zweiten Segment parallel verschaltet.

[0028] Entsprechend der elektrischen Leiterbahn zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur wirkt die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur als eine Spannungsquelle innerhalb des Bauelements, wenn in ihr durch ein externes Magnetfeld eine Spannung induziert wird. Die weitere elektrische Leiterbahn zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur wirkt als eine zweite Spule im Bauelement. Die zweite Spule erzeugt eine Wechselspannung. Damit die zwei antiparallel geschalteten Segmente des Halbleiterkörpers mit einer Wechselspannung aus der zweiten Spule betrieben werden können, sind die beiden Segmente mit der zweiten Spule vorteilhaft parallel geschaltet. Die zweite Spule kann vorteilhaft auch mit der ersten Spule parallel geschaltet sein, somit wird die Induktion von Wechselspannung im Bauelement vorteilhaft verstärkt.

[0029] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements umfasst der Formkörper ein elektrisch isolierendes Kunststoffmaterial.

[0030] Der Formkörper dient vorteilhaft als Träger, welcher nach der Herstellung des Bauelements in diesem verbleibt und den Halbleiterkörper an einer Seite, die der Emissionsseite abgewandt ist, bedeckt. Weiterhin bedeckt der Formkörper vorteilhaft die elektrischen Leiterbahnen und die elektrischen Verbindungsstrukturen und verkapselt diese gegenüber Außeneinflüssen, wie statische Elektrizität oder Feuchtigkeit. Der Formkörper kann als Verguss die elektrischen Leiterbahnen und die elektrischen Verbindungsstrukturen vollständig bedecken und/oder zumindest teilweise einbetten, da die elektrischen Leiterbahnen und die elektrischen Verbindungsstrukturen nicht freigelegt werden müssen, da keine Kontaktierung des Bauelements von außen erfolgt. Der Formkörper umfasst vorteilhaft Epoxid, Silikon oder ein Thermoplastmaterial.

[0031] Der Formkörper kann alternativ im Kunststoffmaterial einen Zusatz an Kohlenstoff aufweisen und dadurch einen elektrischen Widerstand von vorzugsweise $100\text{ M}\Omega$ bis $100\text{ G}\Omega$ aufweisen. Dadurch ergibt sich eine geringfügige elektrische Leitfähigkeit wodurch statische Elektrizität abgeleitet werden kann.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements umfasst der Formkörper eine erste Ebene und eine zweite Ebene, wobei die erste Ebene eine erste Windung der elektrischen Leiterbahn umfasst und die zweite Ebene eine zweite Windung der elektrischen Leiterbahn umfasst. Die erste Ebene befindet sich beispielsweise dem Halbleiterkörper nachfolgend, wobei die zweite Ebene parallel zur ersten Ebene verläuft, und an einer dem Halbleiterkörper abgewandten Seite der ersten Ebene dieser nachfolgt. Die beiden Windungen der elektrischen Leiterbahn in der ersten Ebene und in der zweiten Ebene können beispielsweise durch einen Durchkontakt durch die erste Ebene und/oder zweite Ebene des Formkörpers miteinander in Serie verschaltet sein. Weiterhin kann eine Kontaktführung aus der zweiten Ebene zu einer der Verbindungsstrukturen mittels eines Durchkontaktees durch die erste Ebene erfolgen.

[0033] Alternativ dazu ist es auch möglich, dass anstatt zweier Windungen der elektrischen Leiterbahn sowohl die elektrische Leiterbahn als auch die weitere elektrische Leiterbahn jeweils in einer der beiden Ebenen enthalten sind. Beispielsweise umfasst die erste Ebene die elektrische Leiterbahn und die zweite Ebene die weitere elektrische Leiterbahn. Eine Kontaktierung der elektrischen Leiterbahnen in der ersten Ebene und in der zweiten Ebene mit den entsprechenden elektrischen Verbindungsstrukturen erfolgt dabei beispielsweise als Durchkontaktierung durch die erste oder zweite Ebene des Formkörpers. Durch den Formkörper sind beide elektrische Leiterbahnen elektrisch voneinander isoliert.

[0034] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements überlappt in Draufsicht die erste Windung der elektrischen Leiterbahn in der ersten Ebene mit der zweiten Windung der elektrischen Leiterbahn in der zweiten Ebene zumindest teilweise. Die Windungen können so ausgeformt sein, dass diese zumindest teilweise überlappen, bevorzugt vollständig überlappen.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist der lichtemittierende Halbleiterkörper zum Betrieb mit einer Wechselspannung eingerichtet.

[0036] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist ein Kontermaterial auf der Emissionsseite des ersten Segments und/oder des zweiten Segments angeordnet.

[0037] Das Verfahren zum Herstellen eines optoelektronischen Bauelements umfasst das Herstellen des optoelektronischen Bauelements in einem Waferverbund, wobei die elektrische Leiterbahn galvanisch auf dem lichtemittierenden Halbleiterkörper hergestellt wird, und der Träger mittels Vergießens des lichtemittierenden Halbleiterkörpers, der elektrischen Verbindungsstrukturen und der elektrischen Leiterbahn mit dem Formkörper hergestellt wird, so dass an der dem Träger zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers die elektrischen Verbindungsstrukturen und die elektrische Leiterbahn vollständig vom Formkörper bedeckt werden.

[0038] Der Halbleiterkörper kann als Halbleiterschichtenfolge auf einem Aufwachsubstrat beispielsweise epitaktisch aufgewachsen werden und zusammen mit dem Aufwachsubstrat einen Wafer bilden. In einem weiteren Schritt kann ein Trenngraben in der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet werden und ein erstes Segment und ein zweites Segment des Halbleiterkörpers festlegen. Nach dem Anbringen von elektrischen Verbindungsstrukturen und der elektrischen Leiterbahn wird vorteilhaft der Formkörper als Träger an einer dem Aufwachsubstrat abgewandten Seite des Halbleiterkörpers angebracht und das Aufwachsubstrat abgelöst. Der Formkörper kann beispielsweise durch ein Vergießen einer Vielzahl von Halbleiterkörpern einen Verbund mit mehreren optoelektronischen Bauelementen bilden. Es kann eine Vielzahl von Bauelementen gleichzeitig im Waferverbund hergestellt werden.

[0039] Das Aufwachsubstrat kann beispielsweise durch einen Lift-Off Prozess vom Halbleiterkörper abgelöst werden. Vorteilhaft erfolgt das Ablösen des Aufwachsubstrats mittels Ätzen und/oder Schleifen.

[0040] Die elektrische Leiterbahn sowie die weitere elektrische Leiterbahn kann beispielsweise galvanisch auf dem Halbleiterkörper aufgebracht werden,

beispielsweise mittels einer Anwachsschicht (Seed-layer). Nach dem Vergießen mit dem Formkörper ist es vorteilhaft nicht nötig die Leiterbahn und die elektrischen Verbindungsstrukturen freizulegen, wodurch kein Dünnen des Trägers notwendig ist.

[0041] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein Konvertermaterial auf die Emissionsseite aufgebracht.

[0042] Das Konvertermaterial kann in ein Matrixmaterial eingebracht sein.

[0043] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird ein transparenter Schutzlack auf alle Außenflächen des optoelektronischen Bauelements aufgebracht.

[0044] Der transparente Schutzlack kann vorteilhaft auf allen Seiten des optoelektronischen Bauelements als Außenschicht aufgebracht werden. Dadurch kann das Bauelement vorteilhaft besser vor Außeneinflüssen wie statischer Elektrizität, Feuchtigkeit, explosiven oder korrosiven Gasen geschützt werden. Der Schutzlack wirkt vorteilhaft für statische Elektrizität (ESD) ableitend als ESD-Schutz.

[0045] Das Verfahren zum Betrieb eines optoelektronischen Bauelements umfasst ein Betreiben des lichtemittierenden Halbleiterkörpers mittels induktiver Einkopplung einer Wechselspannung.

[0046] Durch ein extern angelegtes zeitlich veränderliches Magnetfeld wird vorteilhaft eine Wechselspannung in der elektrischen Leiterbahn und/oder in der weiteren elektrischen Leiterbahn induziert. Durch eine antiparallele Verschaltung des ersten und des zweiten Segments des Halbleiterkörpers jeweils emittiert jenes Segment Licht, welches während der jeweiligen Phase der induzierten Spannung in Durchlassrichtung geschaltet ist. Die Segmente emittieren somit abwechselnd Licht. Im Falle einer Anordnung eines Konvertermaterials auf den Segmenten, ist es vorteilhaft möglich, dass bei ausreichender Frequenz der Wechselspannung ein Nachleuchten des Konvertermaterials erfolgt sowie eine mögliche Streuung der von den Segmenten emittierten Strahlung durch das Matrixmaterial oder das Konvertermaterial sichtbar ist. Ein Eindruck eines abwechselnden Leuchtens der Segmente wird für einen Betrachter daher verringert, insbesondere falls die Betriebsfrequenz der wechselnd leuchtenden Bereiche höher ist als die Reaktionszeit des Betrachters. Es kann vorteilhaft ein Matrixmaterial gewählt werden, welches eine gute Wellenleitfähigkeit für die von den Segmenten und/oder vom Konvertermaterial emittierte Strahlung umfasst, um auch während der wechselnden Emission durch die Segmente eine homogene Ausleuchtung der Abstrahlseite des Bauelements zu erzielen. Das Matrixmaterial mit dem Konvertermaterial kann sich vorteil-

haft als ein durchgehendes Bauteil auf beiden Segmenten und über einem Trenngraben der Segmente erstrecken.

[0047] Die **Fig. 1** und **Fig. 4** zeigen ein optoelektronisches Bauelement in einer Draufsicht auf eine dem Träger zugewandte Seite des Halbleiterkörpers.

[0048] Die **Fig. 2** zeigt einen schematischen Schnitt durch das optoelektronische Bauelement in einer Seitenansicht.

[0049] Die **Fig. 3** und **Fig. 5** zeigen jeweils ein elektrisches Schaltbild des optoelektronischen Bauelements.

[0050] Die **Fig. 6a** und **Fig. 6b** zeigen schematische Ansichten von Ebenen des Trägers.

[0051] Nachfolgend wird ein hier beschriebenes optoelektronisches Bauelement sowie ein Verfahren zur Herstellung und Betrieb eines optoelektronischen Bauelements unter Bezugnahme auf die Figuren anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die in den Figuren dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen.

[0052] Die **Fig. 1** zeigt eine Draufsicht auf das erste Segment **30** und das zweite Segment **31** des Halbleiterkörpers **3** auf einer dem Träger zugewandten Seite und vorteilhaft der Emissionsseite abgewandten Seite. Das erste Segment **30** und das zweite Segment **31** sind durch einen Trenngraben **32** voneinander getrennt. Eine erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** und eine zweite elektrische Verbindungsstruktur **5b** sind so auf dem Halbleiterkörper angeordnet, dass sie jeweils den Trenngraben **32** überspannen und jeweils teilweise auf dem ersten Segment **30** und teilweise auf dem zweiten Segment **31** angeordnet sind. Dadurch ist es beispielsweise möglich, dass die erste Verbindungsstruktur **5a** eine p-Typ Halbleiterschicht des ersten Segments mit einer n-Typ Halbleiterschicht des zweiten Segments verbindet, und die zweite Verbindungsstruktur **5b** eine n-Typ Halbleiterschicht des ersten Segments mit einer p-Typ Halbleiterschicht des zweiten Segments verbindet, und somit die Segmente antiparallel verschaltet sind. Des Weiteren zeigt die **Fig. 1** eine elektrische Leiterbahn **4a**, welche auf dem ersten Segment **30** und auf dem zweiten Segment **31** angeordnet ist, den Trenngraben **32** überspannt und die erste Verbindungsstruktur **5a** mit der zweiten Verbindungsstruktur **5b** verbindet. Die elektrische Leiterbahn **4a** weist zumindest eine Windung auf, und wirkt als Spule zur induktiven Einkopplung von Wechselstrom in das Bauelement **1**. Hierbei ist die Spule mit dem ers-

ten Segment **30** und dem zweiten Segment **31** parallel geschaltet.

[0053] Die **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt durch das optoelektronische Bauelement **1** entlang einer Linie A aus der **Fig. 1**. Das erste Segment **30** und das zweite Segment **31** weisen jeweils einen Halbleiterschichtenstapel **6** auf, welcher eine n-Typ Halbleiterschicht **6a**, eine p-Typ Halbleiterschicht **6c** und eine aktive Zone **6b** aufweist. Die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** verbindet die n-Typ Halbleiterschicht **6a** des ersten Segments **30** mit der p-Typ Halbleiterschicht **6c** des zweiten Segments. Dies wird erzielt, indem vorteilhaft die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** im ersten Segment **30** die unterhalb der n-Typ Halbleiterschicht **6a** liegende aktive Zone **6b** und die p-Typ Halbleiterschicht **6c** mittels einer an den Rändern isolierten Durchkontaktierung durchdringt. Alternativ ist eine Kontaktführung an der Außenseite des Segments **30** zur n-Typ Halbleiterschicht **6a** ohne eine Durchkontaktierung möglich. Alternativ ist auch eine Kontaktführung der erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** an der Innenseite des Trenngrabens **32** möglich. Die Innenseiten des Trenngrabens **32** weisen vorteilhaft eine elektrische Isolierung auf. Die Kontaktierung der Halbleiterschichten **6a** und **6b** der Segmente **30** und **31** könnte durch die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** auch umgekehrt ausgeführt werden.

[0054] Die Anordnung der n-Typ und p-Typ Halbleiterschicht ist vertauschbar.

[0055] Weiterhin ist die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** beispielsweise an der dem Halbleiterkörper **3** abgewandten Unterseite mit einer elektrischen Leiterbahn **4a** kontaktiert. Ein Formkörper bildet als ein Verguss einen Träger **2**, in welchen die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** und die elektrische Leiterbahn **4a** eingebettet sind und vom Formkörper überdeckt sind.

[0056] Die Segmente **30** und **31** weisen jeweils eine Emissionsseite **3a** auf, welche dem Träger **2** abgewandt ist.

[0057] Weiterhin zeigt die **Fig. 2** einen transparenten Schutzlack **8**, welcher auf Außenflächen des Bauelements **1** aufgebracht ist.

[0058] Die **Fig. 3** zeigt ein elektrisches Schaltbild eines Halbleiterkörpers des optoelektronischen Baulements mit der elektrischen Leiterbahn **4a**. Das erste Segment **30** und das zweite Segment **31** wirken als Dioden, welche antiparallel geschaltet sind. Die elektrischen Leiterbahn **4a** wirkt als Spule, welche mit den Diode des ersten Segments **30** und des zweiten Segments **31** parallel geschaltet ist. Wird ein Wechselstrom durch die Spule **4a** eingekoppelt, ist je nach Flussrichtung des Stroms, mit anderen Worten

je nach Phase des Stroms, eine Diode in Durchlassrichtung geschaltet und emittiert Licht, und die andere Diode in Sperrrichtung geschaltet und emittiert kein Licht. Bei Phasenumkehr ist die Rolle der Dioden umgekehrt.

[0059] Die **Fig. 4** zeigt eine Draufsicht auf das erste Segment **30** und das zweite Segment **31** des Halbleiterkörpers **3** auf einer dem Träger zugewandten Seite gemäß der **Fig. 1**. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel aus der **Fig. 1** weist das Bauelement **1** in der **Fig. 4** eine dritte elektrische Verbindungsstruktur **5c** auf. Die dritte elektrische Verbindungsstruktur **5c** ist vorteilhaft gleich der ersten Verbindungsstruktur **5a** ausgebildet und verbindet die gleichen Halbleiterschichten miteinander wie die erste Verbindungsstruktur **5a**. Weiterhin ist eine weitere elektrische Leiterbahn **4b** zwischen der zweiten Verbindungsstruktur **5b** und der dritten Verbindungsstruktur **5c** auf dem ersten Segment **30** und auf dem zweiten Segment **31** angeordnet. Die weitere elektrische Leiterbahn **4b** zwischen der zweiten Verbindungsstruktur **5b** und der dritten Verbindungsstruktur **5c** weist vorteilhaft zumindest eine Windung auf und ist als Spule ausgebildet, welche mit dem ersten Segment **30** und dem zweiten Segment **31** über die zweite Verbindungsstruktur **5b** und die dritte Verbindungsstruktur **5c** parallel geschaltet ist.

[0060] Die **Fig. 5** zeigt ein elektrisches Schaltbild eines Halbleiterkörpers des optoelektronischen Baulements mit der elektrischen Leiterbahn **4a** gemäß der **Fig. 3** mit dem Zusatz, dass eine weitere elektrische Leiterbahn **4b** parallel mit den Segmenten **30** und **31** verschaltet ist. Die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** und die dritte elektrische Verbindungsstruktur **5c** kontaktieren jeweils die gleichen Halbleiterschichten und wirken daher als gleicher Schaltpunkt im Schaltbild. Die weitere elektrische Leiterbahn **4b** zwischen der zweiten Verbindungsstruktur **5b** und der dritten Verbindungsstruktur **5c** wirkt vorteilhaft als zweite Spule **4b** und wirkt bei einer induktiven Stromeinkopplung als eine weitere Spannungsquelle.

[0061] Die **Fig. 6a** zeigt eine Draufsicht auf eine erste Ebene **2a** der Formkörpers, welche die elektrische Leiterbahn **4a** umfasst. Die elektrische Leiterbahn **4a** ist mit der ersten elektrischen Verbindungsstruktur **5a** verbunden und umfasst eine erste Windung, welche einen möglichst großen Bereich des ersten Segments **30** und des zweiten Segments **31** des Halbleiterkörpers **3** auf einer der Emissionsseite abgewandten Seite abdeckt und den Trenngraben **32** überspannt. Eine erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** und eine zweite elektrische Verbindungsstruktur **5b** sind so auf dem Halbleiterkörper angeordnet, dass sie jeweils den Trenngraben **32** überspannen und jeweils teilweise auf dem ersten Segment **30** und teilweise auf dem zweiten Segment **31** angeordnet

sind, wobei die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** und die zweite elektrische Verbindungsstruktur **5b** entlang dem Trenngraben **32** lateral voneinander beabstandet sind. Die erste elektrische Verbindungsstruktur **5a** ist mit der elektrischen Leiterbahn **4a** vorteilhaft direkt elektrisch kontaktiert. Dies kann beispielsweise mit einem Durchkontakt erfolgen, welcher zumindest teilweise durch die erste Ebene **2a** verläuft. An einem Kontaktpunkt D kann, vorteilhaft über einer Durchkontakteierung, die erste Windung der elektrischen Leiterbahn **4a** mit einer zweiten Windung oder mehreren Windungen der elektrischen Leiterbahn **4a** in einer darunterliegenden zweiten Ebene verbunden werden, wie dies beispielsweise in der Fig. 6b dargestellt ist.

[0062] Die Fig. 6b zeigt analog zur Fig. 6a eine zweite Ebene **2b**, welche sich unterhalb der ersten Ebene aus der Fig. 6a befindet und welche eine zweite Windung der elektrischen Leiterbahn **4a** umfasst. Die zweite Windung ist in einem Kontaktpunkt D mit der darüberliegenden ersten Windung in der ersten Ebene verbunden, vorteilhaft in Serie geschaltet. Die erste und die zweite Windung verlaufen vorteilhaft in gleicher Richtung um die Segmente **30** und **31**. Die zweite Windung überlappt in Draufsicht mit der ersten Windung bis auf den Bereich, in welchem die elektrische Leiterbahn **4a** zur zweiten elektrischen Verbindungsstruktur **5b** geführt ist, welche sich bis in die zweite Ebene **2b** erstreckt.

[0063] Durch die erste und die zweite Ebene des Formkörpers sind die Windungen der elektrischen Leiterbahn **4a** vorteilhaft voneinander beabstandet. Die elektrische Leiterbahn **4a** kann in einer der zwei Ebenen auch mehr als eine Windung oder eine Windung mit weniger als 360° aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, dass sich die Windungen in der ersten und in der zweiten Ebene nicht überlappen.

[0064] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neuen Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (**1**) umfassend – einen Träger (**2**), welcher einen Formkörper umfasst, – einen lichtemittierenden Halbleiterkörper (**3**) mit einem ersten Segment (**30**) und einem zweiten Segment (**31**), wobei das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) räumlich voneinander getrennt

sind und jeweils eine Emissionsseite (**3a**) aufweisen, welche dem Träger (**2**) abgewandt ist, – eine elektrische Leiterbahn (**4a**), welche auf einer dem Träger (**2**) zugewandten Seite (**3b**) des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (**3**) auf dem ersten Segment (**30**) und auf dem zweiten Segment (**31**) angeordnet ist, und – eine erste elektrische Verbindungsstruktur (**5a**) und eine zweite elektrische Verbindungsstruktur (**5b**), welche jeweils das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) elektrisch miteinander verbinden und mittels der elektrischen Leiterbahn (**4a**) elektrisch miteinander verbunden sind, so dass das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) durch die erste elektrische Verbindungsstruktur (**5a**) und die zweite elektrische Verbindungsstruktur (**5b**) antiparallel verschaltet sind, wobei die erste elektrische Verbindungsstruktur (**5a**), die zweite elektrische Verbindungsstruktur (**5b**) und die elektrische Leiterbahn (**4a**) auf einer dem Träger (**2**) zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (**3**) vom Formkörper vollständig bedeckt sind.

2. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) gleichartig aufgebaut sind.

3. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) in Draufsicht nicht überlappen.

4. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die elektrische Leiterbahn (**4a**) zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur (**5a**) und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur (**5b**) als eine Spule mit zumindest einer Windung ausgeformt ist.

5. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer dritten elektrischen Verbindungsstruktur (**5c**), welche das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) elektrisch miteinander verbindet und mittels einer weiteren elektrischen Leiterbahn (**4b**) elektrisch mit der zweiten Verbindungsstruktur (**5b**) verbunden ist.

6. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die weitere elektrische Leiterbahn (**4b**) zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur (**5b**) und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur (**5c**) als eine Spule mit zumindest einer Windung ausgeformt ist.

7. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem die dritte elektrische Verbindungsstruktur (**5c**) und die weitere elektrische Leiterbahn (**4b**) zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur (**5b**) und der dritten elek-

trischen Verbindungsstruktur (**5c**) auf einer dem Träger (**2**) zugewandten Seite (**3b**) des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (**3**) vom Formkörper vollständig bedeckt sind.

8. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem die erste elektrische Verbindungsstruktur (**5a**) und die zweite elektrische Verbindungsstruktur (**5b**) sowie die zweite elektrische Verbindungsstruktur (**5b**) und die dritte elektrische Verbindungsstruktur (**5c**) das erste Segment (**30**) und das zweite Segment (**31**) jeweils antiparallel verschalten.

9. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die elektrische Leiterbahn (**4a**) zwischen der ersten elektrischen Verbindungsstruktur (**5a**) und der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur (**5b**) mit dem ersten Segment (**30**) und mit dem zweiten Segment (**31**) parallel verschaltet ist.

10. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem die weitere elektrische Leiterbahn (**4b**) zwischen der zweiten elektrischen Verbindungsstruktur (**5a**) und der dritten elektrischen Verbindungsstruktur (**5c**) mit dem ersten Segment (**30**) und mit dem zweiten Segment (**31**) parallel verschaltet ist.

11. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Formkörper ein elektrisch isolierendes Kunststoffmaterial umfasst.

12. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Formkörper eine erste Ebene (**2a**) und eine zweite Ebene (**2b**) umfasst, wobei die erste Ebene (**2a**) eine erste Windung der elektrischen Leiterbahn (**4a**) umfasst und die zweite Ebene (**2b**) eine zweite Windung der elektrischen Leiterbahn (**4a**) umfasst.

13. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem in Draufsicht die erste Windung der elektrischen Leiterbahn (**4a**) in der ersten Ebene (**2a**) mit der zweiten Windung der elektrischen Leiterbahn (**4a**) in der zweiten Ebene (**2b**) zumindest teilweise überlappt.

14. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der lichtemittierende Halbleiterkörper (**3**) zum Betrieb mit einer Wechselspannung eingerichtet ist.

15. Optoelektronisches Bauelement (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Konvertermaterial auf der Emissionsseite (**3a**) des ersten Segments (**30**) und/oder des zweiten Segments (**31**) angeordnet ist.

16. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (**1**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei
– das optoelektronische Bauelement (**1**) in einem Waferverbund hergestellt wird,
– die elektrische Leiterbahn (**4a**) galvanisch auf dem lichtemittierenden Halbleiterkörper (**3**) hergestellt wird, und
– der Träger (**2**) mittels Vergießens des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (**3**), der elektrischen Verbindungsstrukturen (**5a, 5b, 5c**) und der elektrischen Leiterbahn (**4a**) mit dem Formkörper hergestellt wird, so dass an der dem Träger (**2**) zugewandten Seite des lichtemittierenden Halbleiterkörpers (**3**) die elektrischen Verbindungsstrukturen (**5a, 5b, 5c**) und die elektrische Leiterbahn (**4a**) vollständig vom Formkörper bedeckt werden.

17. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (**1**) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, bei dem ein Konvertermaterial auf die Emissionsseite (**3a**) aufgebracht wird.

18. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements (**1**) gemäß einem der Ansprüche 16 oder 17, bei dem ein transparenter Schutzlack (**8**) auf alle Außenflächen des optoelektronischen Bauelements (**1**) aufgebracht wird.

19. Verfahren zum Betrieb eines optoelektronischen Bauelements (**1**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der lichtemittierende Halbleiterkörper (**3**) mittels induktiver Einkopplung einer Wechselspannung betrieben wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

FIG 1

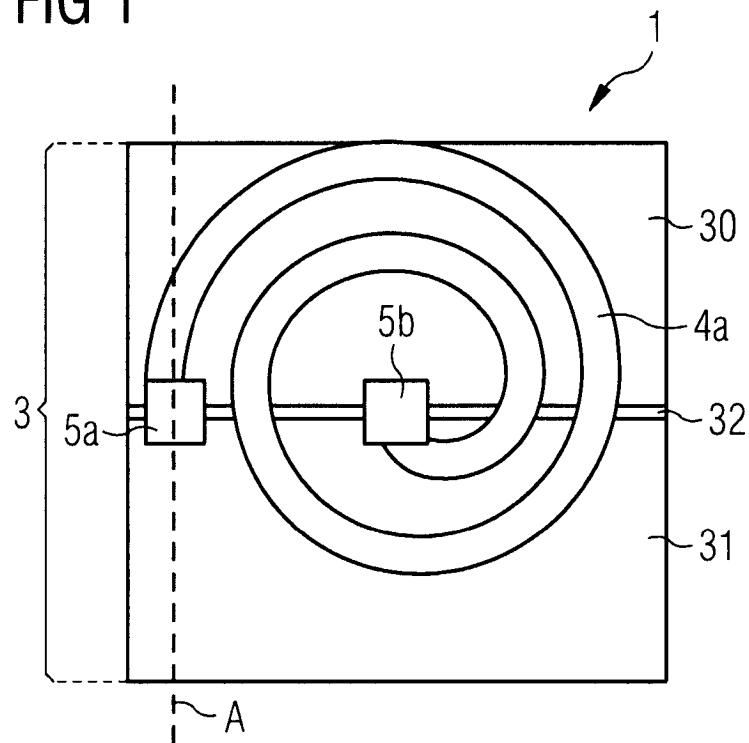


FIG 2

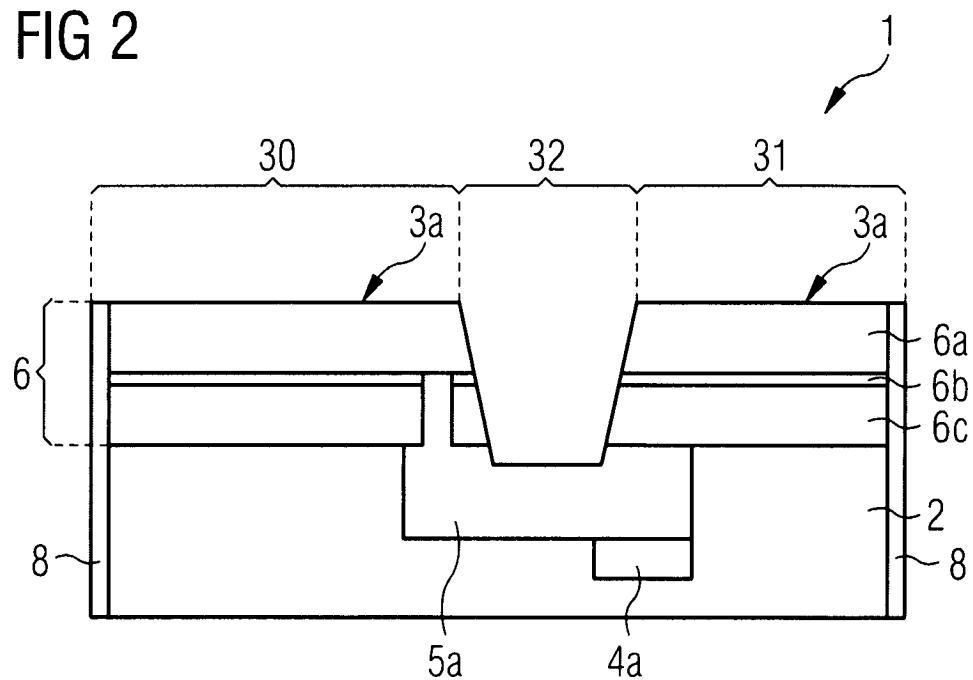


FIG 3

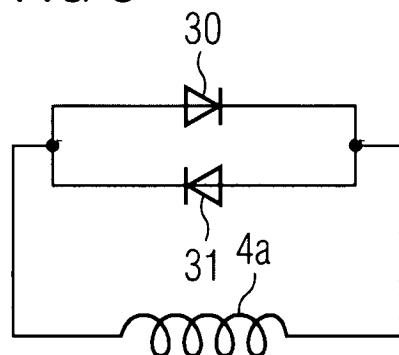


FIG 4

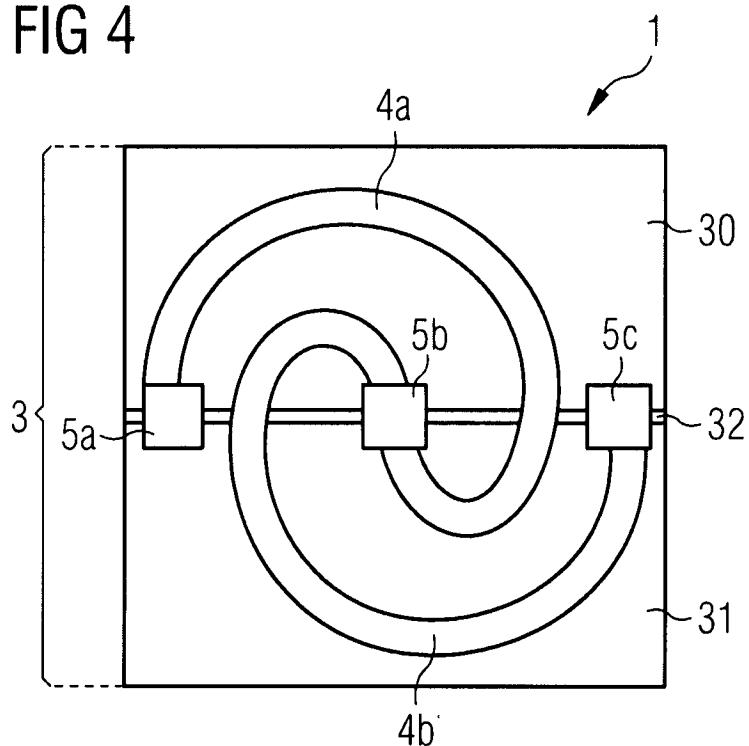


FIG 5

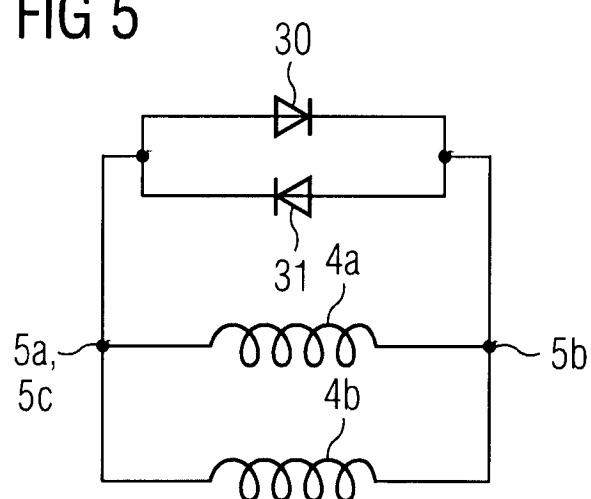


FIG 6a

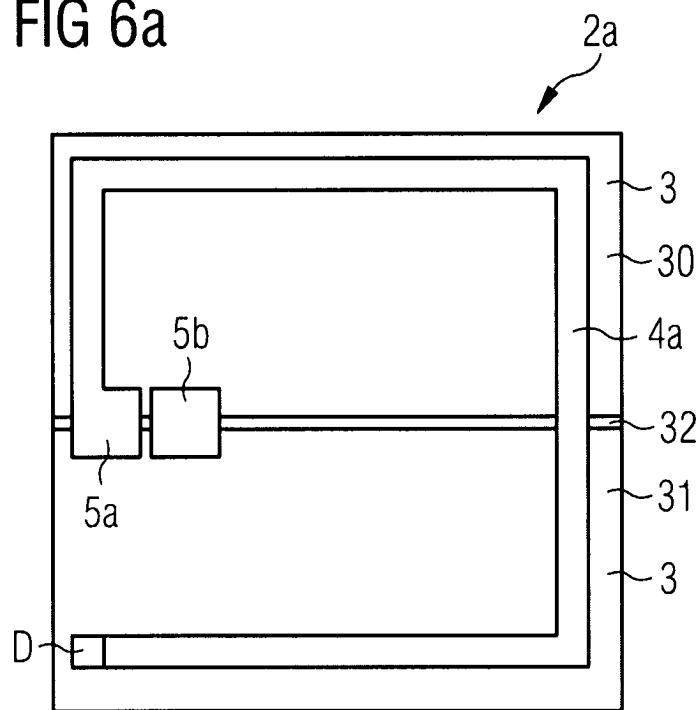


FIG 6b

