



(10) **DE 10 2010 007 751 B4** 2020.08.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 007 751.8**
(22) Anmeldetag: **12.02.2010**
(43) Offenlegungstag: **18.08.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.08.2020**

(51) Int Cl.: **H01L 33/58** (2010.01)
G02B 3/04 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
**OSRAM Opto Semiconductors Gesellschaft mit
beschränkter Haftung, 93055 Regensburg, DE**

(72) Erfinder:
Brick, Peter, Dr., 93051 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

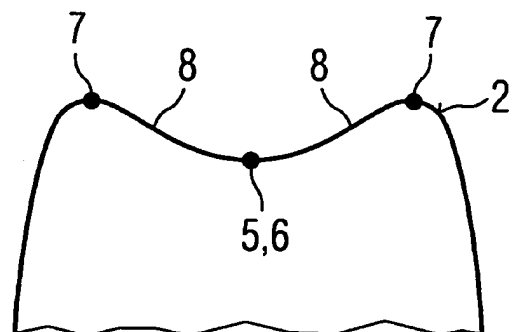
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2006 050880	A1
US	2009 / 0 032 827	A1
US	2009 / 0 225 543	A1
US	2004/00 61 120	A1
WO	2009/ 157 166	A1

(54) Bezeichnung: **Linse, optoelektronisches Halbleiterbauelement und Beleuchtungseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Linse (1) für ein optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) für eine Beleuchtungseinrichtung (100) mit einer Strahlungsaustrittsfläche (2) und mit einer optischen Achse (O) sowie mit einer in Draufsicht gesehen rechteckigen Grundform, wobei die Strahlungsaustrittsfläche (2)

- ein Minimum (5), das von der optischen Achse (O) durchstoßen ist und in einem Zentralbereich (3) liegt, aufweist,
- zwei lokale Maxima (7) aufweist,
- einen Verbindungswall (8) aufweist, der von einem der Maxima (7) zu dem anderen der Maxima (7) reicht und auf dem das Minimum (5) liegt,
- der Verbindungswall (8) einen Sattelpunkt (6) aufweist, der mit dem Minimum (5) zusammenfällt,
- ein Betrag einer mittleren Krümmung der Strahlungsaustrittsfläche (2) im Minimum (5) kleiner als ein Betrag der Krümmung in den Maxima (7) ist, und
- der Betrag der Krümmung der Strahlungsaustrittsfläche (2) einen Maximalwert an einer solchen Stelle der Strahlungsaustrittsfläche (2) aufweist, die außerhalb einer von den Maxima (7) begrenzten Kammlinie des Verbindungswalls (8) liegt und weiter von der optischen Achse (O) beabstandet ist als das entsprechende Maximum der Maxima (7).



Beschreibung

[0001] Es wird eine Linse angegeben. Darüber hinaus wird ein optoelektronisches Halbleiterbauelement mit einer solchen Linse und eine Beleuchtungseinrichtung mit solchen optoelektronischen Halbleiterbauteilen angegeben.

[0002] In der Druckschrift DE 10 2006 050 880 A1 sind ein optoelektronisches Bauteil und eine Beleuchtungseinrichtung angegeben.

[0003] Die Druckschrift US 2009 / 0 225 543 A1 zeigt eine Linse für LED-Chips mit einer Doppelhöckerstruktur, wobei die Linse linear aufgebaut ist. Dabei ist die Doppelhöcker-Linse einer LED nachgeordnet, die eine innere, kleinere Linse aufweist, welche einen LED-Chip überdeckt.

[0004] Der Druckschrift WO 2009/157166 A1 ist eine in Draufsicht gesehen Runde oder näherungsweise quadratische Linse zu entnehmen, bei der ein zentrales Minimum von einem Rand mit einer konstante Höhe umlaufen wird.

[0005] Linsen mit in Draufsicht gesehen rechteckigem Grundriss und mit einer Strahlungsaustrittsseite mit einem konstant hohen, umlaufenden Rand finden sich in der Druckschrift US 2009 / 0 032 827 A1).

[0006] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Linse anzugeben, die eine davon beabstandete Fläche gleichmäßig ausleuchtet. Weiterhin besteht eine zu lösende Aufgabe darin, ein Halbleiterbauteil mit einer solchen Linse und eine Beleuchtungseinrichtung mit solchen Halbleiterbauteilen anzugeben.

[0007] Erfindungsgemäß umfasst das optoelektronische Halbleiterbauteil einen Träger mit einer Trägeroberseite. Der Träger umfasst oder besteht bevorzugt aus einer Keramik, einem Glas, einer Metallkernplatine oder einer Leiterplatte. Der Träger kann Einrichtungen zu einer elektrischen Kontaktierung aufweisen, zum Beispiel Durchkontaktierungen und elektrisch leitfähige Beschichtungen in Teilbereichen an der Trägeroberseite und/oder an einer der Trägeroberseite gegenüberliegenden Trägerunterseite.

[0008] Erfindungsgemäß umfasst das Halbleiterbauteil mindestens einen optoelektronischen Halbleiterchip, der an der Trägeroberseite angebracht ist. Bevorzugt handelt es sich bei dem Halbleiterchip um eine Leuchtdiode. Insbesondere basiert der Halbleiterchip auf mindestens einem anorganischen Halbleitermaterial. Optional umfasst der Halbleiterchip ein Konversionselement, wobei das Konversionselement dazu eingerichtet ist, eine in einer aktiven Halbleiterschicht des Halbleiterchips erzeugte elektromagnetische Strahlung wenigstens teilweise in eine Strahlung einer anderen Wellenlänge umzuwandeln.

[0009] Erfindungsgemäß weist der Halbleiterchip eine der Trägeroberseite abgewandte Strahlungsdurchtrittsseite auf. Die Strahlungsdurchtrittsseite ist eine Hauptseite des Halbleiterchips und insbesondere parallel zu der Trägeroberseite orientiert. Durch die Strahlungsdurchtrittsseite ist ferner eine Ebene definiert. Insbesondere ist die Strahlungsdurchtrittsseite ein Teil der Ebene, wobei Haupterstreckungsrichtungen der Strahlungsdurchtrittsseite in der Ebene liegen.

Beispielsweise ist die Ebene senkrecht zu einer Wachstumsrichtung einer Halbleiterschichtenfolge des Halbleiterchips orientiert, wobei die Ebene die Strahlungsdurchtrittsseite möglichst so schneidet, dass die Ebene eine Ausgleichsebene der Strahlungsdurchtrittsseite ist, die sich etwa durch Mittelung über zum Beispiel Strukturen einer Aufrauung hinweg ergibt.

[0010] Erfindungsgemäß weist das Halbleiterbauteil zumindest eine Linse auf. Die Linse umfasst eine Strahlungsaustrittsfläche, die eine dem Träger abgewandte Begrenzungsfläche der Linse ist. Bevorzugt ist die Strahlungsaustrittsfläche eine zusammenhängende, glatte Fläche, über die die vom Halbleiterchip erzeugte Strahlung vollständig oder überwiegend das Halbleiterbauteil verlässt. Die Linse ist wenigstens für einen Teil der im Halbleiterchip erzeugten Strahlung durchlässig, bevorzugt klarsichtig. Für jeden Punkt der Strahlungsaustrittsfläche ist eine Höhe angebar. Die Höhe ist ein Abstand des entsprechenden Punkts der Strahlungsaustrittsfläche zu der durch die Strahlungsdurchtrittsseite des Halbleiterchips definierten Ebene, gemessen in einer Richtung senkrecht zu der Ebene.

[0011] Erfindungsgemäß weist die Linse ein Minimum auf. Das Minimum befindet sich insbesondere in einem Zentralbereich der Linse. Der Zentralbereich ist bevorzugt konkav gekrümmt und von einem Randbereich, der bevorzugt konvex gekrümmt ist, umgeben. Minimum bedeutet, dass zumindest in einer lokalen Umgebung des Minimums die Höhe der Strahlungsaustrittsfläche, bezogen auf die Ebene, am kleinsten ist.

[0012] Erfindungsgemäß weist die Linse eine optische Achse auf. Zum Beispiel ist die optische Achse senkrecht zu der Ebene, die durch die Strahlungsdurchtrittsseite des Halbleiterchips definiert ist, orientiert und stellt eine Symmetrieachse oder eine Gerade dar, die in wenigstens einer Symmetrieebene der Linse angeordnet ist. Bevorzugt durchstößt die optische Achse die Strahlungsausstrittsfläche der Linse in dem Zentralbereich, insbesondere in dem Minimum.

[0013] Erfindungsgemäß weist die Linse zwei lokale Maxima auf, die bevorzugt in dem konvex gekrümmten Randbereich liegen. Mit anderen Worten weisen die Maxima dann einen größeren Abstand zur optischen Achse auf als das Minimum. Ein Maximum ist ein solcher Bereich der Strahlungsausstrittsfläche, der, im Vergleich zu einer Umgebung an der Strahlungsausstrittsfläche, eine größere Höhe, bezogen auf die durch die Strahlungsdurchtrittsseite definierte Ebene, aufweist.

[0014] Erfindungsgemäß weist die Linse einen Verbindungswall auf. Der Verbindungswall ist eine erhabene, bergückenartige Struktur der Linse, die von einem der Maxima zu dem anderen der Maxima der Strahlungsausstrittsfläche reicht. Eine Kammlinie des Verbindungswalls liegt, bezogen auf die durch die Strahlungsdurchtrittsseite definierte Ebene, höher als das Minimum der Strahlungsausstrittsfläche und tiefer als die an den Verbindungswall angrenzenden Maxima. Weiterhin ist es möglich, dass die Kammlinie, insbesondere in Draufsicht gesehen, eine gerade Linie ist.

[0015] Erfindungsgemäß weist der Verbindungswall einen Sattelpunkt auf. Der Sattelpunkt ist ein tiefster Punkt der Kammlinie des Verbindungswalls.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils ist die Strahlungsausstrittsfläche der Linse durch eine zweidimensionale, differenzierbare Funktion beschreibbar und/oder approximierbar. Das heißt, insbesondere ein mittlerer Verlauf der Strahlungsausstrittsfläche der Linse ist durch diese Funktion wiedergebar. Beispielsweise entspricht die Funktion einer Formgebung einer Gussform, mit der die Linse hergestellt ist. Mit anderen Worten kann die differenzierbare Funktion eine Sollform der Strahlungsausstrittsfläche sein. Von dieser Sollform können kleinere Abweichungen auftreten, etwa herstellungsbedingt oder durch Unregelmäßigkeiten in einem Material der Linse.

[0017] Ist die Strahlungsausstrittsfläche durch eine solche differenzierbare Funktion wiedergebar, so liegt den Begriffen Minimum, Maximum und Sattelpunkt bezüglich dieser Funktion, die die Strahlungsausstrittsfläche wiedergibt, bevorzugt eine Bedeutung in ihrem mathematischen Sinn inne. Insbesondere ist dann in dem Minimum und in den Maxima die erste Ableitung der Funktion gleich Null und an dem Minimum sowie an den Maxima erfolgt ein Vorzeichenwechsel der zweiten Ableitung.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils beträgt eine laterale Abmessung der Linse, gemessen in der durch die Strahlungsdurchtrittsseite definierten Ebene, höchstens ein Zehnfaches einer lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips entlang derselben Richtung.

[0019] Erfindungsgemäß beträgt die laterale Abmessung der Linse höchstens ein Fünffaches oder höchstens ein Dreifaches der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips. Mit anderen Worten ist die laterale Abmessung der Linse vergleichbar mit der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips. Die Linse ist also vergleichsweise klein gestaltet.

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils ist die laterale Abmessung der Linse, gemessen in der Ebene, mindestens 1,5-fach oder mindestens 2-fach so groß wie die laterale Ausdehnung des Halbleiterchips, gemessen in derselben Richtung. Bevorzugt liegt die laterale Abmessung der Linse zwischen einschließlich dem 2,5-Fachen und dem 3,5-Fachen der lateralen Ausdehnung des Halbleiterchips.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils beträgt ein Abstand zwischen den Maxima zwischen einschließlich dem 0,4-Fachen und dem 0,9-Fachen der maximalen lateralen Abmessung der Linse. Die Abmessung der Linse ist hierbei in der Ebene, die durch die Strahlungsdurchtrittsseite definiert ist, und entlang derselben Richtung wie der Abstand zwischen den zwei Maxima zu bestimmen. Mit anderen Worten wird der Abstand zwischen den zwei Maxima in Draufsicht auf das Halbleiterbauteil bestimmt, ebenso wie die laterale Abmessung der Linse. Der Abstand zwischen den Maxima liegt insbesondere zwischen einschließlich dem 0,5-Fachen und dem 0,85-Fachen der lateralen Abmessung der Linse.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils beträgt eine Höhe H_{\max} der Maxima, bezogen auf die Ebene, jeweils mindestens ein 1,05-Faches oder mindestens ein 1,25-Faches der Höhe H_{\min}

des Minimums. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Höhe H_{\max} der Maxima jeweils höchstens ein 2,25-Faches oder ein 1,75-Faches der Höhe H_{\min} des Minimums.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterbauteils beträgt die Höhe H_{\min} des Minimums, bezogen auf die Ebene, höchstens ein 4,0-Faches oder höchstens ein 1,0-Faches einer Kantenlänge des Halbleiterchips. Alternativ oder zusätzlich beträgt die Höhe H_{\min} des Minimums mindestens ein 0,6-Faches oder mindestens ein 0,8-Faches der Kantenlänge des Halbleiterchips. Ist der Halbleiterchip quadratisch geformt, so ist die Kantenlänge eine Seitenlänge oder eine mittlere Seitenlänge des Halbleiterchips, in Draufsicht gesehen.

[0024] Erfindungsgemäß ist ein Betrag einer mittleren Krümmung der Strahlungsausstrittsfläche der Linse in dem Zentralbereich kleiner als ein Betrag der Krümmung in den Maxima und in den Sattelpunkten. Mit anderen Worten ist die Strahlungsausstrittsfläche im Bereich der Maxima, im Vergleich zu dem Zentralbereich, stärker gekrümmt.

[0025] Erfindungsgemäß weist der Betrag der Krümmung der Strahlungsausstrittsfläche einen Maximalwert an einer solchen Stelle der Strahlungsausstrittsfläche der Linse auf, die weiter von der optischen Achse beabstandet ist als das Maximum. Die Linse ist dabei in einem Querschnitt zu sehen, wobei der Querschnitt parallel zur und durch die optische Achse sowie durch das entsprechende Maximum verläuft. Mit anderen Worten liegt eine maximale Krümmung dann nicht in dem Maximum vor, sondern an einer Stelle der Strahlungsausstrittsfläche, die weiter von der optischen Achse entfernt liegt. So ist der Betrag der Krümmung in lateraler Richtung in einem Bereich maximal, der außerhalb einer von den Maxima begrenzten Kammlinie des Verbindungswalls liegt.

[0026] Darüber hinaus wird eine Beleuchtungseinrichtung und eine Linse angegeben. Die Beleuchtungseinrichtung beinhaltet eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauteilen, wie in Verbindung mit einem oder mehreren der vorangegangenen Ausführungsformen angegeben. Die Linse ist in einer Ausführungsform der Halbleiterbauteile, wie vorangehend angegeben, eingesetzt.

[0027] Erfindungsgemäß umfasst die Beleuchtungseinrichtung eine Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauteilen sowie eine Anschlussplatte. Bei der Anschlussplatte kann es sich um eine Platine und/oder um eine Leiterplatte handeln. Mindestens ein Teil der Halbleiterbauteile ist an Gitterpunkten eines regelmäßigen Gitters auf der Anschlussplatte angeordnet.

[0028] Erfindungsgemäß ist die Linse für ein optoelektronisches Halbleiterbauteil für eine Beleuchtungseinrichtung vorgesehen und weist eine Strahlungsausstrittsfläche und eine optische Achse auf. Die Strahlungsausstrittsfläche weist ein Minimum auf, das insbesondere von der optischen Achse durchstoßen ist und insbesondere in einem Zentralbereich der Strahlungsausstrittsfläche liegt. Weiterhin weist die Strahlungsausstrittsfläche zwei Maxima sowie einen Verbindungswall auf. Über den Verbindungswall ist eines der Maxima mit dem anderen der Maxima wallartig verbunden.

[0029] Nachfolgend wird eine hier beschriebene Linse, ein hier beschriebenes optoelektronisches Halbleiterbauteil sowie eine hier beschriebene Beleuchtungseinrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0030] Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 3 und Fig. 12 schematische Darstellungen von nicht erfindungsgemäßen Abwandlungen von optoelektronischen Halbleiterbauteilen,

Fig. 4 bis Fig. 6 schematische Darstellungen von nicht erfindungsgemäßen Abwandlungen von Linsen,

Fig. 7 und Fig. 9 schematische Darstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen Linsen,

Fig. 8 schematische Darstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen optoelektronischen Halbleiterbauteilen,

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer hier beschriebenen Beleuchtungseinrichtung,

Fig. 11 schematische Darstellungen von nicht erfindungsgemäßen Abwandlungen von Beleuchtungseinrichtungen, und

Fig. 13 eine schematische Darstellung einer Abstrahlcharakteristik einer nicht erfindungsgemäßen Abwandlung eines Halbleiterbauteils in einem optischen Fernfeld.

[0031] In **Fig. 1A** ist eine schematische, perspektivische Darstellung und in **Fig. 1B** eine Draufsicht auf ein Halbleiterbauteil **10** gezeigt. Weiterhin ist in **Fig. 2A** eine Schnittdarstellung entlang der Linie AA aus **Fig. 1B** und in **Fig. 2B** eine Schnittdarstellung entlang der Linie BB in **Fig. 1B** illustriert. In den **Fig. 2C**, **Fig. 2D** und **Fig. 2E** sind Höhen h sowie ein Betrag eines Krümmungsradiuses $|k|$ zu einer Linse **1** des Halbleiterbauteils **10** gemäß **Fig. 1** gezeigt.

[0032] Das Halbleiterbauteil **10** weist einen zum Beispiel keramischen Träger **12** mit einer Trägeroberseite **11** auf. Auf der Trägeroberseite **11** ist ein optoelektronischer Halbleiterchip **13** mit einer Strahlungsdurchtrittsseite **14** angebracht. Bei dem Halbleiterchip **13** handelt es sich bevorzugt um eine Leuchtdiode, die im Betrieb ultraviolette und/oder sichtbare Strahlung emittiert. Der Träger **12** umfasst ferner elektrische Anschlüsse **18**, die an der Trägeroberseite **11** sowie an einer der Trägeroberseite **11** gegenüberliegenden Trägerunterseite angebracht und zu einer elektrischen Kontaktierung des Halbleiterchips **13** eingerichtet sind. Durch die dem Träger **12** abgewandte Strahlungsdurchtrittsseite **14** des Halbleiterchips **13** ist eine Ebene P definiert, die parallel zur Trägeroberseite **11** orientiert ist und wobei die Strahlungsdurchtrittsseite **14** ein Teil der Ebene P ist.

[0033] Die Linse **1** ist, beispielsweise über ein Spritzgießen oder ein Spritzpressen, auf dem Träger **12** erzeugt und an den Träger **12** sowie an den Halbleiterchip **13** formschlüssig angeformt. Mit anderen Worten ist kein Luftspalt zwischen dem Halbleiterchip **13** und der Linse **1** ausgebildet. Da die Linse **1** an den Träger **12** angeformt ist, sind keine Haltevorrichtungen an der Linse **1** ausgebildet. Eine mechanische Fixierung der Linse an dem Träger **12** erfolgt also über Adhäsionskräfte eines Materials der Linse **1** mit insbesondere der Trägeroberseite **11** und den elektrischen Anschlüssen **18**.

[0034] Zur Verbesserung einer Haftung der Linse **1** an der Trägeroberseite **11** ist der Linse **1** optional ein Sockel **90** angegliedert, der sich über die gesamte Trägeroberseite **11** erstreckt. Eine dem Träger **12** abgewandte Oberseite des Sockels **90** verläuft bevorzugt parallel zur Trägeroberseite **11**. In einem Übergangsbereich zwischen der Linse **1** und dem Sockel **90** ist eine Randverrundung **9** ausgebildet, über die ein sanfter Übergang zwischen der Linse **1** und dem Sockel **90** gewährleistet ist. Durch die Randverrundung **9** können insbesondere Materialspannungen sowie eine Gefahr einer Rissbildung in oder an der Linse **1** reduziert sein. Eine Höhe der Randverrundung **9** beträgt zum Beispiel höchstens 25 % oder höchstens 15 % der Höhe der Maxima **7**, bezogen auf die Oberseite des Sockels **90** oder bezogen auf die Ebene P.

[0035] Die Linse **1** weist eine Strahlungsaustrittsfläche **2** auf, durch die die im Halbleiterchip **13** im Betrieb erzeugte Strahlung das Halbleiterbauteil **10** verlässt. Eine optische Achse O der Linse **1** verläuft senkrecht zu der Ebene P, bevorzugt auch zentral durch den Halbleiterchip **13**. In einem Zentralbereich **3** der Linse **1** befindet sich ein Minimum **5**. Im Bereich des Minimums **5** ist die Strahlungsaustrittsfläche **2** von der optischen Achse O durchstoßen. Weiterhin umfasst die Linse **1** vier Maxima **7** sowie vier Verbindungswälle **8**, die das Minimum **5** in dem Zentralbereich **3** vollständig rahmenartig umgeben, vergleiche insbesondere **Fig. 1B**. Die Maxima **7** liegen jeweils auf einer gleichen Höhe H_{\max} , bezogen auf die Ebene P. Die Verbindungswälle **8**, die sich zwischen jeweils zwei der Maxima **7** erstrecken, umfassen je einen Sattelpunkt **6**, der höher als das Minimum **5** und tiefer als die Maxima **7** liegt.

[0036] Durch eine x-Achse und durch eine y-Achse, vergleiche **Fig. 1B**, ist die Linse **1** in Draufsicht gesehen in vier Quadranten aufgeteilt. Die vier Quadranten der Linse **1** sind gleichartig geformt. In Draufsicht gesehen weist die Linse **1** eine quadratische Grundform mit abgerundeten Ecken auf.

[0037] Der Halbleiterchip **1** weist beispielsweise eine Kantenlänge E von zirka 750 μm auf, vergleiche **Fig. 2A**. Eine laterale Abmessung L der Linse, gemessen in der Ebene P, liegt gemäß **Fig. 2A** bei zirka 2100 μm . Ein Abstand T zwischen den Maxima **7** liegt bei zirka 1500 μm , ein Abstand zwischen einander gegenüberliegenden Sattelpunkten **6** bei zirka 1600 μm . Da die Linse **1** einen quadratischen Grundriss aufweist, sind der Abstand T', die laterale Abmessung L' sowie die laterale Ausdehnung D' des Halbleiterchips **13** gemäß der Schnittdarstellung in **Fig. 2B** jeweils um einen Faktor $\sqrt{2}$ größer als gemäß **Fig. 2A**. Eine Höhe H_{\min} des Minimums **5** beträgt zirka 730 μm , eine Höhe H_S der Sattelpunkte **6** zirka 990 μm und die Höhe H_{\max} der Maxima **7** liegt bei ungefähr 1080 μm . Eine gesamte laterale Ausdehnung des Trägers **12**, vergleiche **Fig. 2A**, liegt bei ungefähr 3,0 mm.

[0038] In **Fig. 2C** ist ein Verlauf der Strahlungsaustrittsfläche **2** der Linse **1** entlang der x-Achse dargestellt, aufgetragen in mm gegenüber der Höhe h über der Ebene P. In **Fig. 2D** ist eine entsprechende Darstellung entlang der Linie BB in **Fig. 1B** gezeigt. In **Fig. 2E** ist schließlich ein Betrag der Krümmung $|\kappa|$ der Strahlungsaustrittsfläche **2** entlang der Linien AA und BB in **Fig. 1B** illustriert.

[0039] Die Höhe h der Strahlungsaustrittsfläche **2** der Linse **1** lässt sich, bezogen auf die Ebene P, durch ein Polynom achten Grades angeben. Insbesondere hat das Polynom die Form

$$h(x,y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3(x^2 + y^2) + a_4(x^4 + y^4) + a_5(x^2 + y^2)^2 + a_6(x^6 + y^6) + a_7(x^4y^2 + x^2y^4) + a_8(x^8 + y^8)$$

[0040] Insbesondere mit einer Toleranz von höchstens dem 0,1-Fachen, bevorzugt von höchstens dem 0,05-Fachen oder von höchstens dem 0,02-Fachen liegt ein jeweiliger realer Wert der Höhe h(x,y) an dem Wert, der sich aus der oben genannten Formel ergibt.

[0041] Mindestens die Koeffizienten a_0 , a_3 , a_5 und a_7 sind $\neq 0$. Gemäß **Fig. 1** sind alle Koeffizienten, außer den Koeffizienten a_1 und a_2 , $\neq 0$. Bevorzugt sind die Koeffizienten a_0 , a_3 , $a_6 > 0$ und/oder die Koeffizienten a_4 , a_5 , a_7 und $a_8 < 0$. Bevorzugt gilt weiterhin, dass der Betrag des Koeffizienten a_5 größer ist als der Betrag des Koeffizienten a_4 , der wiederum bevorzugt kleiner ist als der Betrag des Koeffizienten a_7 . Weiterhin können, vom Betrag her, die Koeffizienten a_6 und a_8 größer sein als die restlichen Koeffizienten, wobei insbesondere der Betrag des Koeffizienten a_8 maximal ist. Speziell mit der angegebenen Toleranz für die Höhe h(x,y) gilt für die Linse gemäß **Fig. 1** der folgende Zusammenhang:

$$h(x,y) = 0,73 + 0,44(x^2 + y^2) - 0,22(x^4 + y^4) - 0,31(x^2y^2) + 1,64(x^6 + y^6) - 0,18(x^4y^2 + x^2y^4) - 2,12(x^8 + y^8)$$

[0042] In dem Zentralbereich **3** ist die die Strahlungsaustrittsfläche **2** der Linse **1** konkav und in dem Randbereich **4** konvex gekrümmt. Eine Grenze des Zentralbereichs **3** zu dem Randbereich **4** verläuft somit insbesondere entlang einer Linie, an der sich ein Vorzeichen der Krümmung der Strahlungsaustrittsfläche **2** ändert. Die Sattelpunkte **6** sowie die Maxima **7** liegen jeweils in dem Randbereich **4**. Eine Stelle mit einem maximalen Betrag der Krümmung der Strahlungsaustrittsfläche **2** liegt weiter von der optischen Achse O entfernt als die Maxima **7** und die Sattelpunkte **6**, vergleiche **Fig. 2E**. Die optional vorhandene Randverrundung **9** und der Sockel **90** sind in den **Fig. 2C**, **Fig. 2D** und **Fig. 2E** sowie in den angegebenen Formeln jeweils nicht berücksichtigt.

[0043] Eine Abstrahlcharakteristik der Linse **1** ist entlang der Linie AA aus **Fig. 1B** in **Fig. 3A** und entlang der Linie BB gemäß **Fig. 1B** in **Fig. 3B** illustriert. Die im Folgenden angegebenen Winkel und Winkelbereiche sind bezogen auf die optische Achse O und auf einen Durchstoßpunkt der optischen Achse O durch die Strahlungsdurchtrittsseite **14** des Halbleiterchips **13**, siehe auch die **Fig. 2C** und **Fig. 2D**.

[0044] In einem ersten Winkelbereich I von zirka 0° bis zirka 25° erfolgt jeweils eine Brechung von im Durchstoßpunkt der Strahlungsdurchtrittsseite **14** emittierter Strahlung bei Durchgang durch die Strahlungsaustrittsfläche **2** der Linse **1** von der optischen Achse O weg, siehe die Strahlen **R1** und **R3** in **Fig. 3**. In einem optional gegebenen Winkelbereich II von zirka 26° bis zirka 40° erfolgt eine interne Totalreflexion an der Strahlungsaustrittsfläche **2**, sodass eine Strahlung weg von der optischen Achse O gelenkt wird, vergleiche die Strahlen **R2** und **R4**. In einem dritten Bereich III, der vergleichsweise klein ist, erfolgt eine Brechung von Strahlung von der optischen Achse O weg. In einem vierten Bereich IV erfolgt wiederum eine Brechung zu der optischen Achse O hin, in einem Winkelbereich von zirka 45° bis zirka 84° . In einem fünften Bereich V zwischen ungefähr 84° und 90° erfolgt erneut eine Brechung zu der optischen Achse O hin.

[0045] Gemäß **Fig. 3A** liegt ein Grenzwinkel θ_2 , bis zu dem hin an der Strahlungsaustrittsfläche **2** eine Brechung weg von der optischen Achse O erfolgt, bei zirka $41,2^\circ$, gemäß **Fig. 3B** bei zirka $47,5^\circ$. Eine Winkelposition der Sattelpunkte **6** liegt ferner bei ungefähr bei zirka $38,5^\circ$, siehe **Fig. 3A**, und eine Winkelposition der Maxima **7** bei zirka $43,6^\circ$, siehe **Fig. 3B**.

[0046] Ein Verlauf der Strahlen bezieht sich in den **Fig. 2** und **Fig. 3** jeweils auf einen Brechungsindex eines Materials der Linse **1** von zirka 1,4. Bei Materialien mit davon abweichendem Brechungsindex ist eine Form der Strahlungsaustrittsfläche **2** anzupassen, um einen entsprechenden Verlauf der Strahlen zu erzielen.

[0047] In den **Fig. 4** bis **Fig. 6** sind weitere nicht erfindungsgemäße Abwandlungen der Linse **1** dargestellt, siehe die Draufsichten in den **Fig. 4A**, **Fig. 5A**, **Fig. 5B** sowie die Schnittdarstellungen in den **Fig. 4B**, **Fig. 6A**, **Fig. 6B**. Gemäß **Fig. 4** weist die Linse **1** zwei Maxima **7** sowie zwei Verbindungswälle **8** und zwei Sattelpunkte **6** auf. Die Verbindungswälle **8** sind gekrümmt geformt, siehe **Fig. 4A**, und schließen das Minimum **5** ringsum vollständig ein, zusammen mit den Maxima **7**. Kammlinien der Verbindungswälle **8** sind in den Figuren als Strich-Linien gezeichnet. In Draufsicht gesehen ist eine Grundform der Linse **1** rechteckig, mit abgerundeten Ecken, wobei sich die Maxima **7** an den Ecken befinden.

[0048] Die Linse **1** gemäß **Fig. 5A** weist in Draufsicht eine dreieckige Grundform auf und umfasst drei Maxima **7** sowie drei Sattelpunkte **6**. Die Linse **1** gemäß **Fig. 5B** ist in Draufsicht sechseckartig geformt und weist, wie auch die Linse gemäß **5A**, abgerundete Ecken auf. Die Verbindungswälle **8** verbinden die zugehörigen Maxima, in Draufsicht gesehen, in einer geraden Linie. Die Linse **1** kann also eine gleiche Anzahl von Maxima, Sattelpunkten und Verbindungswällen aufweisen.

[0049] Die Linse **1** gemäß den **Fig. 4** und **Fig. 5** folgen aufgrund der nicht 4-zähligen Geometrie nicht der in Verbindung mit den **Fig. 1** und **Fig. 2** angegebenen Formel.

[0050] In **Fig. 6** ist die Linse gemäß **Fig. 1** modifiziert. Gemäß **Fig. 6A** sind die Koeffizienten $a_1 \neq 0$ und $a_2 = 0$. Hierdurch weisen die Maxima **7a**, **7b** unterschiedliche Höhen $H_{\max,1}$ und $H_{\max,2}$ auf. Gemäß **Fig. 6B** sind beide Koeffizienten a_1 und a_2 gleich groß und von 0 verschieden. Die Maxima **7a**, **7b**, **7c** liegen hierdurch auf unterschiedlichen Höhen. Ebenso ist es möglich, dass dann der Sattelpunkt **6a** höher liegt als das Maximum **7c**. Durch eine derartige Ausgestaltung der Linse **1**, wie in den **Fig. 6A**, **Fig. 6B** gezeigt, ist eine asymmetrische Abstrahlcharakteristik erzielbar. Solche Linsen **1** können beispielsweise in Eckbereichen einer Anschlussplatte einer Beleuchtungseinrichtung eingesetzt werden.

[0051] In **Fig. 7** ist ein Ausführungsbeispiel einer Linse gezeigt. Die Linse weist eine in Draufsicht gesehen rechteckige Grundform auf, siehe **Fig. 7A**. Die zwei Maxima **7** sind über nur einen Verbindungswall **8** verbunden, wodurch das Minimum **5** mit dem Sattelpunkt **6** zusammenfällt, siehe auch die Schnittdarstellung in **Fig. 7B**.

[0052] Beim Halbleiterbauteil **10** gemäß **Fig. 8A**, gezeigt in einer Schnittdarstellung, umfasst der Halbleiterchip **13** an der Strahlungsdurchtrittsseite **14** ein Konversionselement **20**, beispielsweise in Form eines aufgeklebten oder aufgedruckten Plättchens. Über das Konversionselement **20** wird mindestens ein Teil der in einer aktiven Halbleiterschicht des Halbleiterchips **13** erzeugten Strahlung in eine Strahlung einer anderen Wellenlänge umgewandelt. Die Linse **1** ist formschlüssig an den Halbleiterchip **13** mit dem Konversionselement **20** angeformt.

[0053] Gemäß **Fig. 8B** umgibt das Konversionselement **20** einen Halbleiterkörper des Halbleiterchips **13**, mit Ausnahme einer dem Träger **12** zugewandten Seite, allseitig. Auch in diesem Fall ist die Linse **1** formschlüssig mit dem Halbleiterchip **13** und dem Träger **12** ausgebildet.

[0054] Bei dieser Ausgestaltung der Linse **1** gemäß **Fig. 8** weist die Linse **1** also keine Strahlungseintrittsfläche auf. Das heißt, dass keine Zwischenschicht zwischen einem Material der Linse **1** und dem Halbleiterchip **13** vorhanden ist. Hiervon abweichende Möglichkeiten der Gestaltung der Linse **1** sind in den Schnittdarstellungen gemäß **Fig. 9** gezeigt.

[0055] Laut **Fig. 9A** ist eine Strahlungseintrittsfläche **21** der Linse **1** planar geformt. In **Fig. 9B** ist die Linse **1** mit einer Ausnehmung **22** versehen, die quaderartig geformt ist und in der sich die Strahlungseintrittsfläche **21** befindet. Optional kann die Linse **1** Verankerungselemente **24** aufweisen, über die die Linse **1**, beispielsweise über ein Stecken, an einen in **Fig. 9B** nicht gezeichneten Träger arretierbar ist. Ein Zwischenraum zwischen der Strahlungseintrittsfläche **21** und einem in der Ausnehmung **22** angebrachten Halbleiterchip **13**, in **Fig. 9** nicht dargestellt, kann mit einem Verbindungsmittel oder mit einem Material zu einer Brechungsindexanpassung ausgefüllt sein. Gemäß **Fig. 9C** sind laterale Bereiche der Linse **1** mit einer Aufrauung **23** versehen. Laut **Fig. 9D** weist die Linse **1** eine Ausnehmung **22** auf und die Lichteintrittsfläche **21** ist kuppelartig geformt.

[0056] In **Fig. 10** ist ein Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung **100** gezeigt. Auf einer Oberseite **16** einer Anschlussplatte **15** sind an Gitterplätzen eines regelmäßigen Gitters in Abständen G mehrere der

Halbleiterbauteile **10** montiert. Der Abstand G , gerechnet zwischen den optischen Achsen O benachbarter Halbleiterbauteile **10**, liegt bevorzugt zwischen einschließlich 20 mm und 200 mm und entspricht auch einer Gitterkonstanten G des Gitters. Die Oberseite **16** kann diffus oder spekulär reflektierend ausgeführt sein. Ein Reflexionskoeffizient der Oberseite **16** beträgt bevorzugt mindestens 90 % oder mindestens 92,5 %. Spekulär reflektierend bedeutet hierbei, dass sich die Oberseite **16** wie eine glatte Spiegeloberfläche verhält. Weiterhin weist die Beleuchtungseinrichtung **100** eine Streuplatte **17** auf. Die Streuplatte **17** ist zum Beispiel in einer Entfernung W zwischen einschließlich 10 mm und 100 mm zu der Oberseite **16** der Anschlussplatte **15** angebracht.

[0057] Bei der Streuplatte **17** kann es sich um eine Platte handeln, die eine Reflektivität und ein Transmissionsvermögen von je zirka 50 % aufweist. Ebenso kann es sich um eine Platte handeln, die eine Reflektivität von zirka 75 % und eine Transmission von zirka 18 % aufweist. Bei der Entfernung W von 37 mm und bei Linsen **1** gemäß **Fig. 1** ist ein Quotient aus einer lokalen, minimalen Energiedichte und einer lokalen, maximalen Energiedichte an einer der Anschlussplatte **15** abgewandten Seite der Streuplatte **17** größer als zirka 94 %, ohne die Streuplatte **17** ist dieser Quotient, in derselben Ebene bestimmt, größer als zirka 89 %. Eine Farbinhomogenität beträgt, bezogen auf eine c_x -Koordinate in der CIE-Normfarbtafel bei einem c_x -Wert um 0, 27, jeweils höchstens 0,01. Bei der Entfernung W von nur 30 mm und mit auf diese geringere Entfernung W gegenüber den Linsen **1** aus **Fig. 1** modifizierten Linsen, hier nicht dargestellt, liegt dieser Quotient ohne die Streuplatte **17** bei mehr als zirka 70 % und mit Streuplatte **17** bei mehr als zirka 84 %. Die Farbinhomogenität, bezogen auf die c_x -Koordinate in der CIE-Normfarbtafel, beträgt ohne Streuplatte **17** höchstens 0,02 und mit Streuplatte **17** höchstens 0,01.

[0058] Mit anderen Worten ist durch die dargestellte Beleuchtungseinrichtung **10** eine sehr homogene Beleuchtung einer Fläche zum Beispiel nahe der Streuplatte **17** erzielbar, bei einer nur geringen Dicke der Beleuchtungseinrichtung **100**. Dies ist insbesondere durch die Linsen **1** ermöglicht.

[0059] In **Fig. 11** sind Draufsichten auf die Anschlussplatte **15** von nicht erfindungsgemäßen Abwandlungen der Beleuchtungseinrichtung **100** dargestellt. Gemäß **Fig. 11A** ist das Gitter, in dem die Halbleiterbauteile **10** angeordnet sind, quadratisch, gemäß **Fig. 11B** hexagonal. Eckbereiche der Linsen **1** der Halbleiterbauteile **10** weisen jeweils in solche Richtungen, die Winkelhalbierenden zwischen nächstbenachbarten Gitterpunkten entsprechen. Dadurch ist eine vergleichsweise hohe Lichtintensität entlang dieser Richtungen, gemäß **Fig. 11A** also etwa entlang von Diagonalen, erzielbar. An Ecken und/oder Rändern der Anschlussplatte **15** können die Halbleiterbauteile **10** gedreht angeordnet oder beispielsweise gemäß **Fig. 6** geformt sein.

[0060] Bei den Halbleiterbauteilen **10** gemäß **Fig. 11** handelt es sich insbesondere um Halbleiterbauteile, die weißes Licht emittieren, also beispielsweise um Halbleiterbauteile **10** gemäß **Fig. 8**. Ebenso ist es möglich, dass ein Halbleiterbauteil **10** einen im Roten, einen im Grünen und einem im Blauen emittierenden Halbleiterchip **13a**, **13b**, **13c** aufweist. Die Halbleiterchips **13a**, **13b**, **13c** sind bevorzugt je mit einer eigenen Linse **1a**, **1b**, **1c** versehen und auf dem gemeinsamen Träger **12** angeordnet. Die Linsen **1a**, **1b**, **1c** weisen bevorzugt ferner, im Vergleich zu **Fig. 1**, verkleinerte Abmessungen auf, siehe **Fig. 12A**.

[0061] Gemäß **Fig. 12B** ist auf dem gemeinsamen Träger **12** ein Halbleiterchip **13a** unter der Linse **1a** angebracht, der weißes Licht emittiert. Zusätzlich ist ein Halbleiterchip **13b** mit einer vergleichsweise kleinen Linse **1b** angebracht, der Licht im roten Spektralbereich emittiert. Solche Halbleiterbauteile **10** können, insbesondere beim Einsatz der Beleuchtungseinrichtung **100** zu Zwecken der Allgemeinbeleuchtung, einen hohen Farbwiedergabeindex der emittierten Strahlung gewährleisten. Alternativ zu der Ausführung gemäß **Fig. 12A** und **Fig. 12B** ist es ebenso möglich, dass je eine Linse und der zugehörige Halbleiterchip auf einem eigenen, separaten Träger montiert sind.

[0062] In den **Fig. 13A** und **Fig. 13B** ist eine Intensität I in einem optischen Fernfeld, aufgetragen in willkürlichen Einheiten, in Abhängigkeit von dem Abstrahlwinkel θ in $^\circ$ zur optischen Achse O dargestellt. Gemäß **Fig. 13A** handelt es sich um das Halbleiterbauteil **10** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**. In **Fig. 13B** ist die Intensität I im optischen Fernfeld für ein weiteres Halbleiterbauteil gezeigt.

Patentansprüche

1. Linse (1) für ein optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) für eine Beleuchtungseinrichtung (100) mit einer Strahlungsausstrittsfläche (2) und mit einer optischen Achse (O) sowie mit einer in Draufsicht gesehen rechteckigen Grundform, wobei die Strahlungsausstrittsfläche (2)

- ein Minimum (5), das von der optischen Achse (O) durchstoßen ist und in einem Zentralbereich (3) liegt, aufweist,

- zwei lokale Maxima (7) aufweist,
- einen Verbindungswall (8) aufweist, der von einem der Maxima (7) zu dem anderen der Maxima (7) reicht und auf dem das Minimum (5) liegt,
- der Verbindungswall (8) einen Sattelpunkt (6) aufweist, der mit dem Minimum (5) zusammenfällt,
- ein Betrag einer mittleren Krümmung der Strahlungsausstrittsfläche (2) im Minimum (5) kleiner als ein Betrag der Krümmung in den Maxima (7) ist, und
- der Betrag der Krümmung der Strahlungsausstrittsfläche (2) einen Maximalwert an einer solchen Stelle der Strahlungsausstrittsfläche (2) aufweist, die außerhalb einer von den Maxima (7) begrenzten Kammlinie des Verbindungswalls (8) liegt und weiter von der optischen Achse (O) beabstandet ist als das entsprechende Maximum der Maxima (7).

2. Linse (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, die genau zwei lokale Maxima (7) aufweist, wobei genau ein Sattelpunkt (6), genau ein Minimum (5) und genau ein Verbindungswall (8) vorhanden sind, und wobei die Maxima (7), der Verbindungswall (8) und der mit dem Minimum (5) zusammenfallende Sattelpunkt (6) auf einer geraden Linie liegen.

3. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) für eine Beleuchtungseinrichtung (100) mit

- einem Träger (12),
- mindestens einem optoelektronischen Halbleiterchip (13), der an dem Träger (12) angebracht ist und der eine dem Träger (12) abgewandte Strahlungsdurchtrittsseite (14) aufweist, durch die eine Ebene (P) definiert ist, und
- einer Linse (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei eine laterale Abmessung (L) der Linse (1) in der Ebene (P) höchstens ein Fünffaches einer lateralen Ausdehnung (D) des Halbleiterchips (13) entlang derselben Richtung beträgt.

4. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem, bezogen auf die Ebene (P), eine Höhe H_{\max} der Maxima jeweils zwischen einschließlich dem 1,05-Fachen und dem 2,25-Fachen der Höhe H_{\min} des Minimums (5) beträgt.

5. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Höhe H_{\min} des Minimums (5), bezogen auf die Ebene (P), zwischen einschließlich dem 0,6-Fachen und dem 4,0-Fachen einer Kantenlänge (E) des Halbleiterchips (13) beträgt.

6. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem die Linse (1), im Querschnitt durch die zwei Maxima (4) gesehen, in dem Zentralbereich (3) konkav und in einem Randbereich (4), mindestens auf einer dem Träger (12) abgewandten Seite der Ebene (P) und außerhalb einer Randverrundung (9), konvex gekrümmt ist, wobei die Maxima (7) jeweils in dem Randbereich (4) liegen.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem ein Betrag einer mittleren Krümmung (K) der Strahlungsausstrittsfläche (2) der Linse (1) in dem Zentralbereich (3) kleiner ist als in den Maxima (7), im Querschnitt durch die Maxima (7) gesehen.

8. Optoelektronisches Halbleiterbauteil (10) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, bei dem die Linse (1) ein Vergusskörper ist, der an den Träger (12) und an den Halbleiterchip (13) angeformt ist.

9. Beleuchtungseinrichtung (100) mit einer Anschlussplatte (15) und mit einer Mehrzahl von optoelektronischen Halbleiterbauteilen (10) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei mindestens ein Teil der Halbleiterbauteile (10) an Gitterpunkten eines regelmäßigen Gitters auf einer Anschlussplatte (15) angeordnet ist.

10. Beleuchtungseinrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, die eine Streuplatte (17) umfasst, die in einer Entfernung (W) zwischen einschließlich 10 mm und 100 mm zu der Anschlussplatte (15) angebracht ist, wobei eine den Halbleiterbauteilen (10) zugewandte Oberseite (16) der Anschlussplatte (15) spekulär oder diffus reflektierend gestaltet ist, und wobei eine Gitterkonstante (G) des regelmäßigen Gitters zwischen einschließlich 20 mm und 200 mm beträgt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

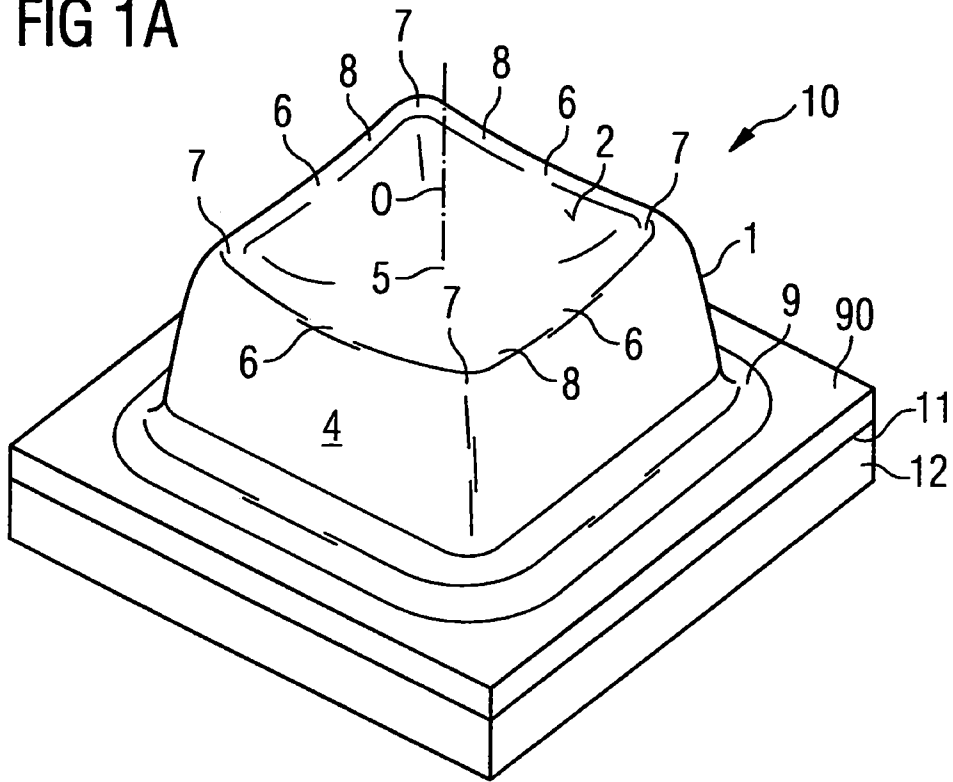


FIG 1B

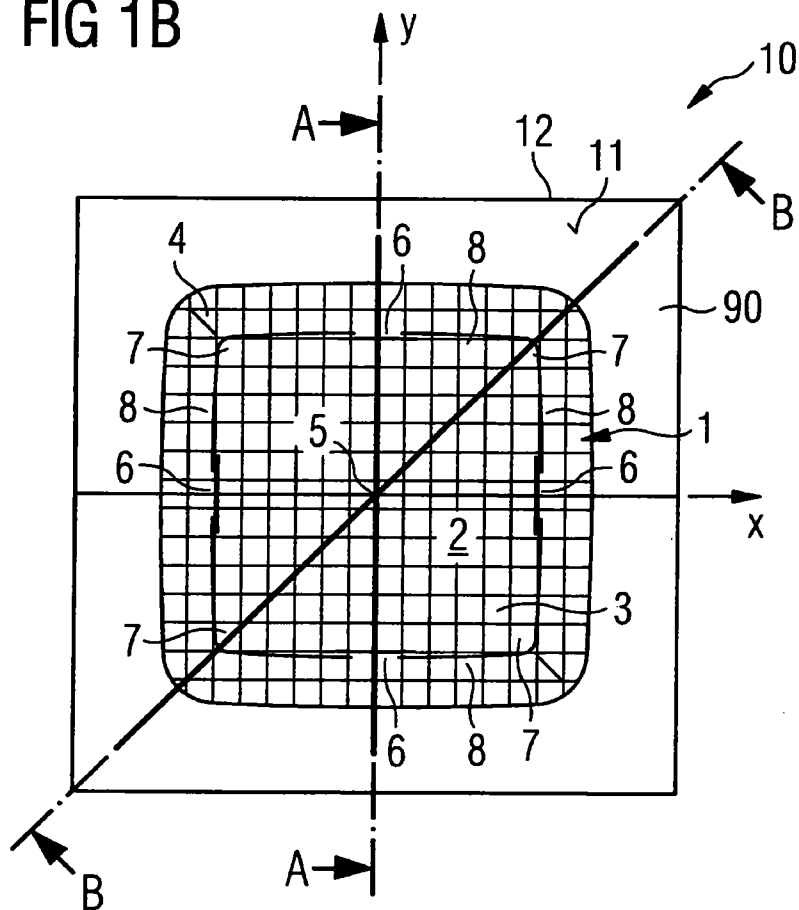


FIG 2A

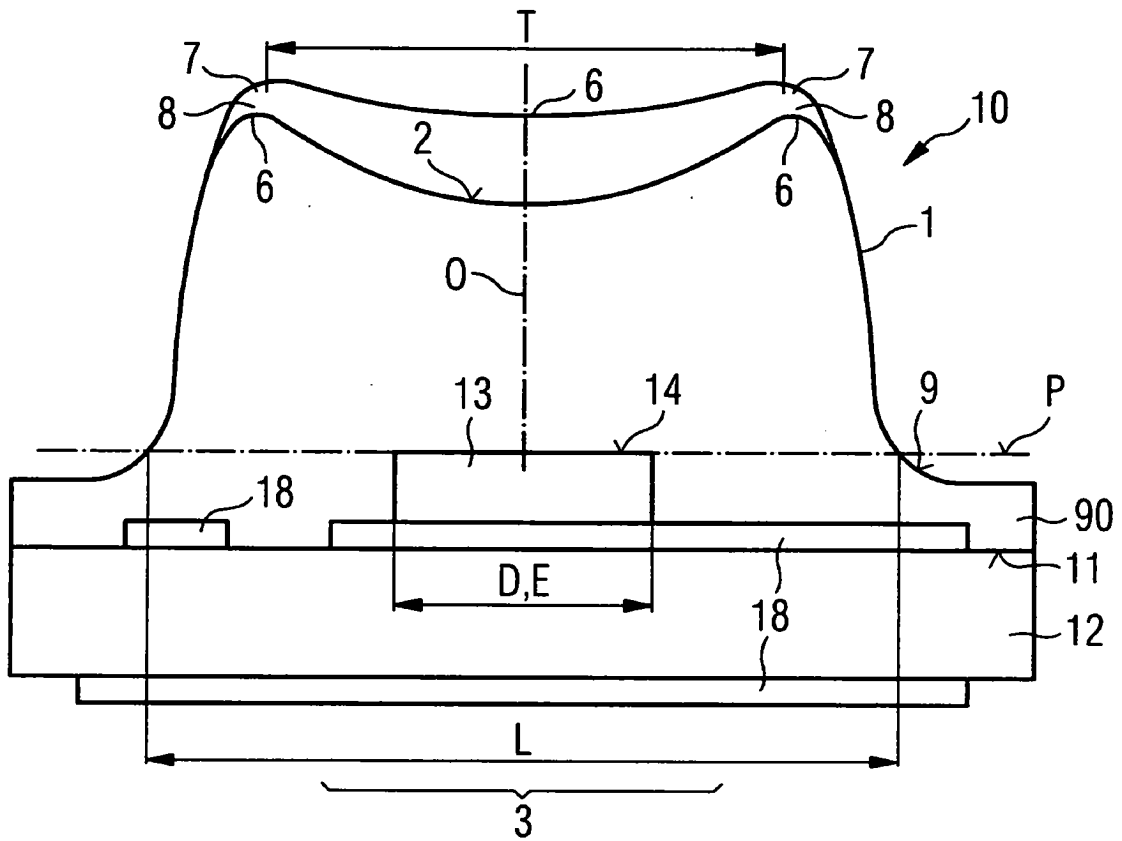


FIG 2B

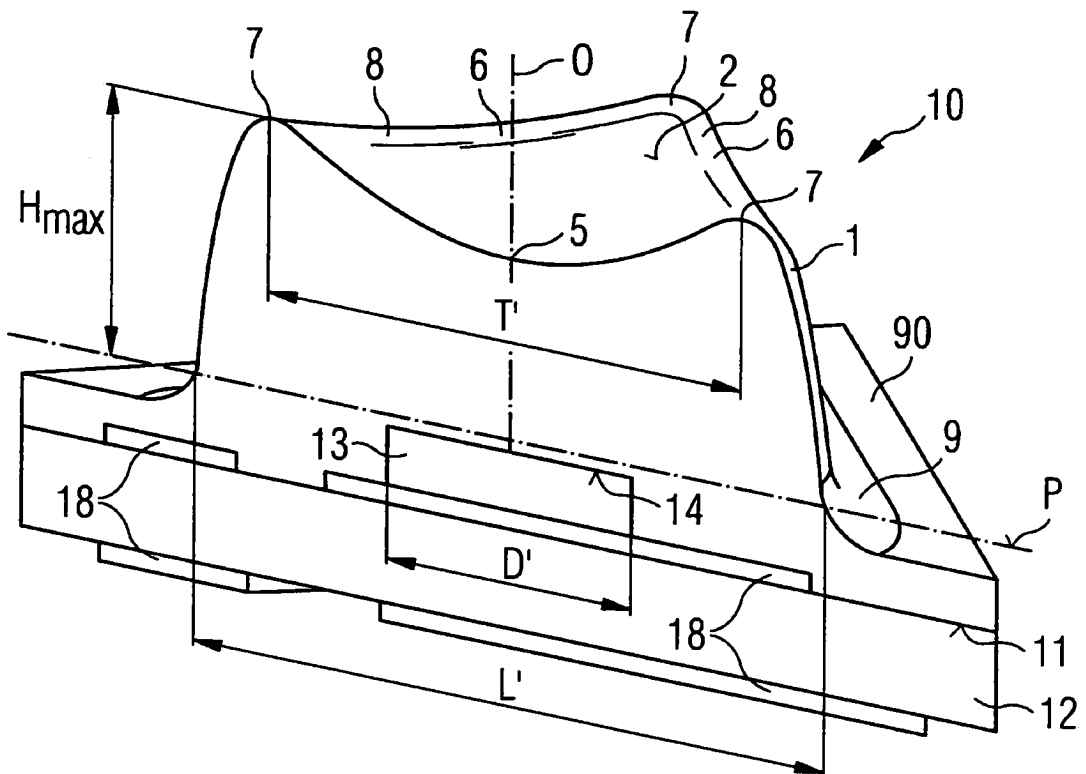


FIG 2C

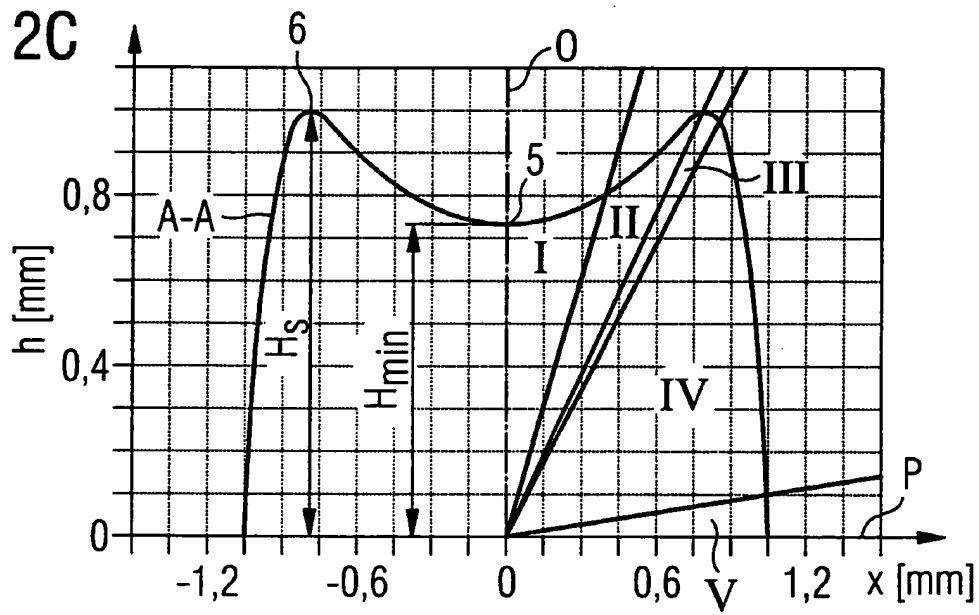


FIG 2D

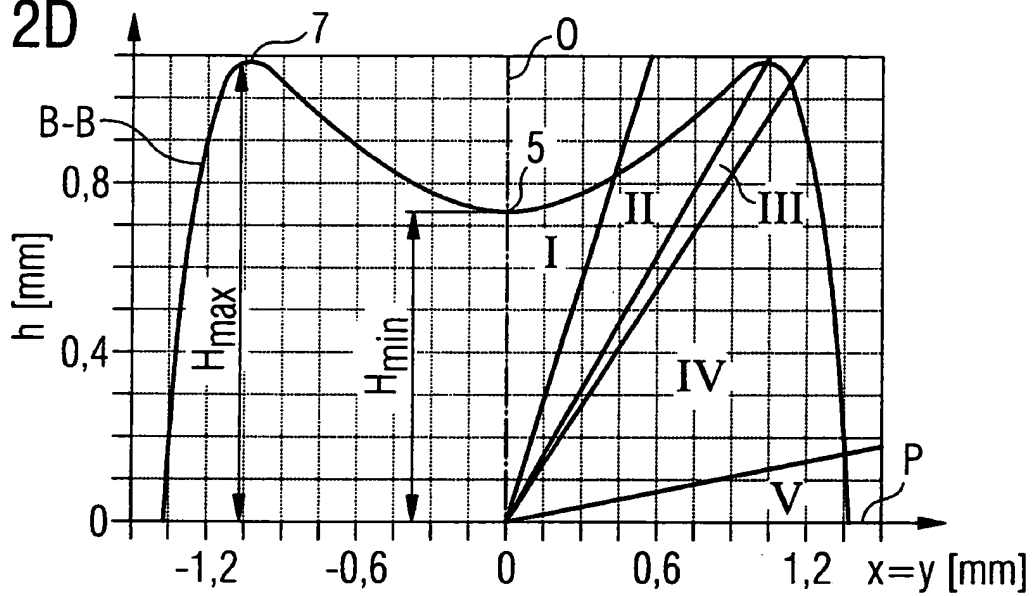


FIG 2E

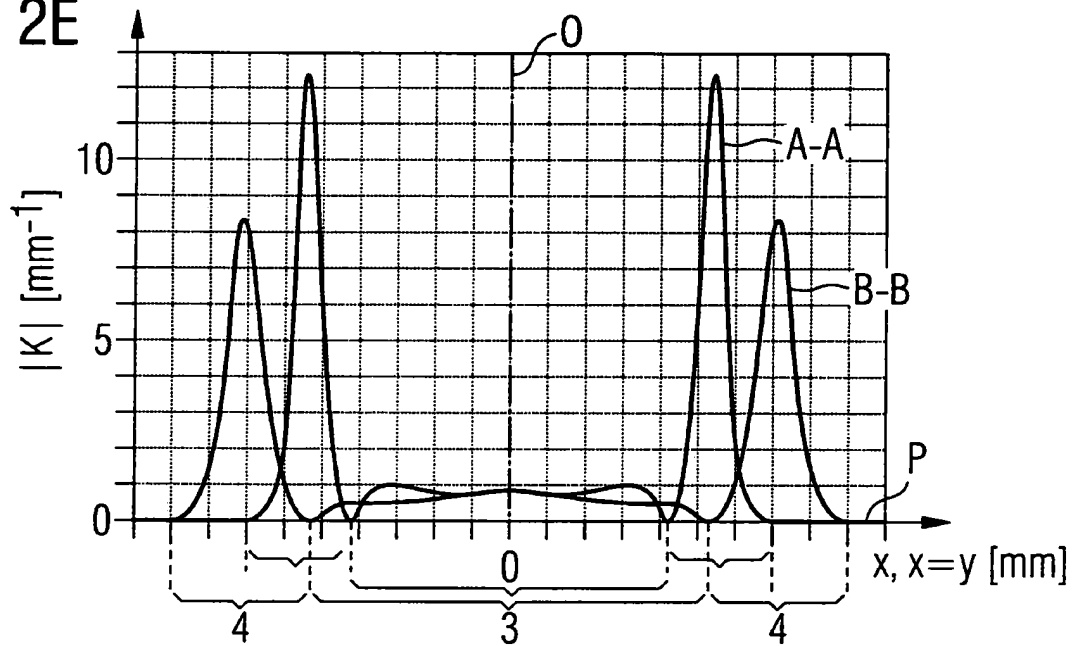


FIG 3A

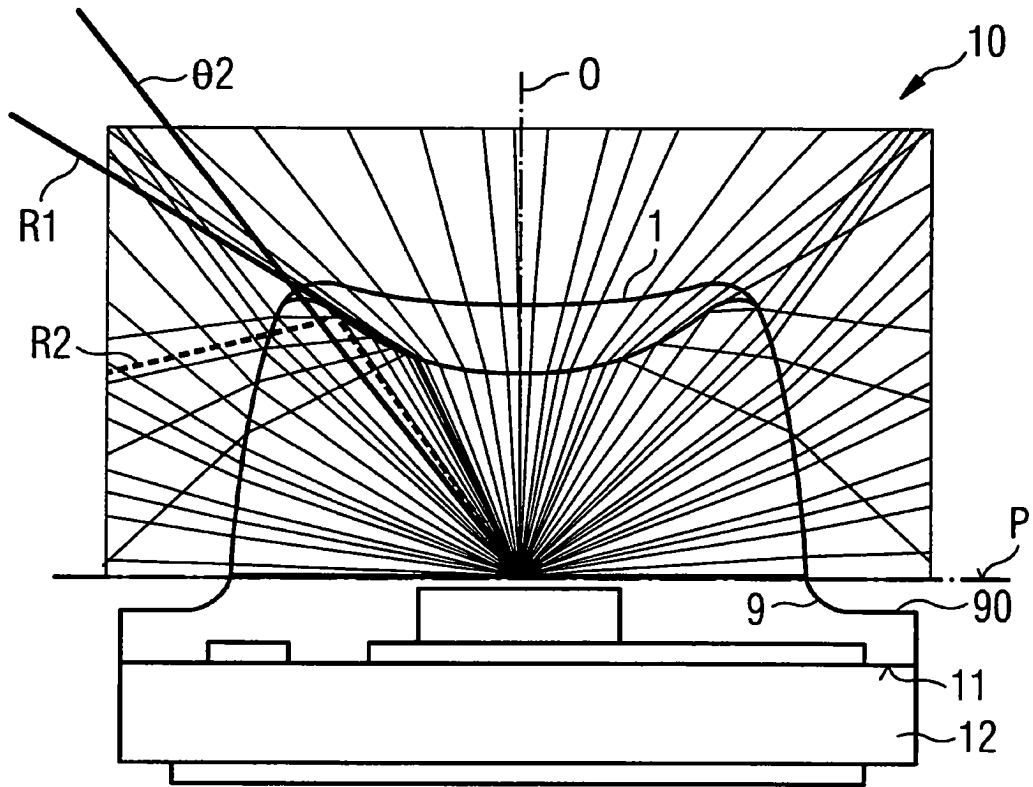


FIG 3B

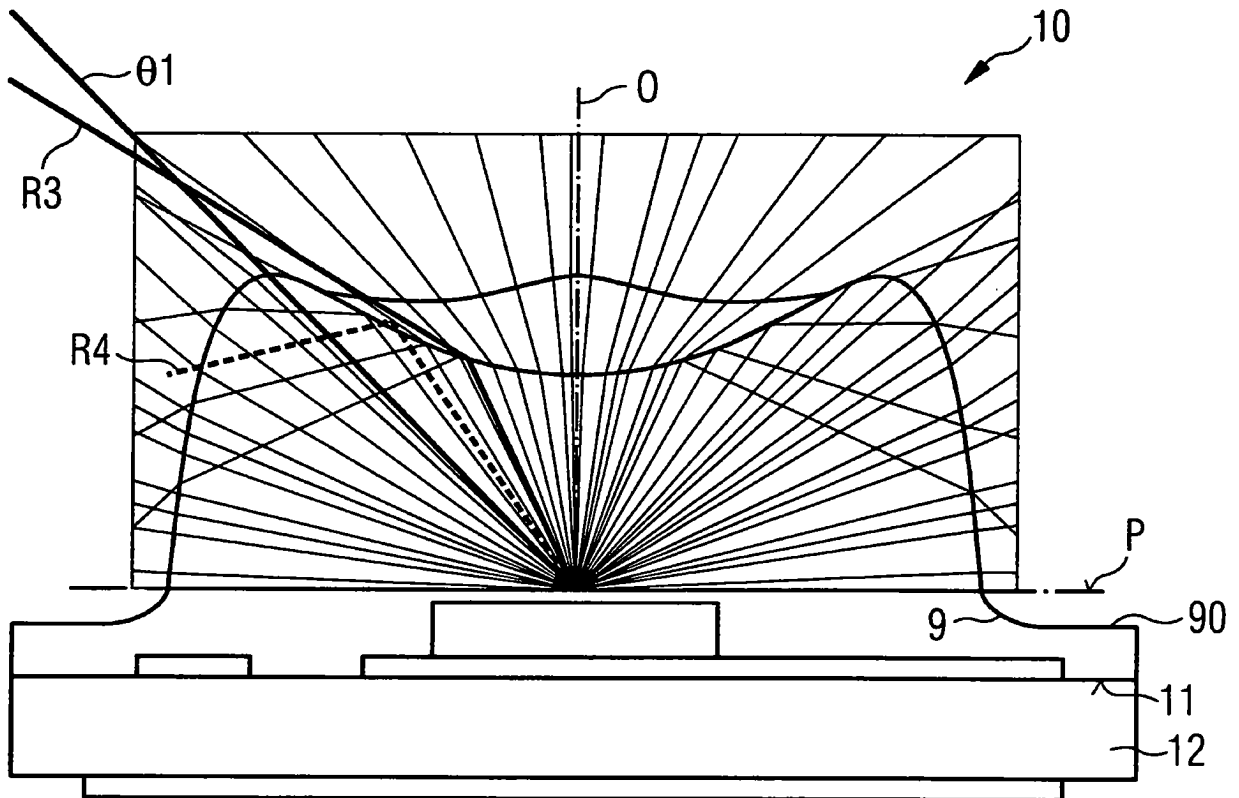


FIG 4A

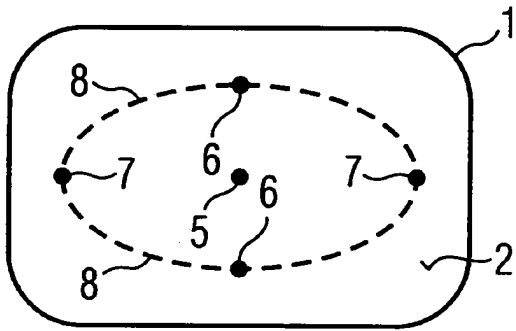


FIG 4B

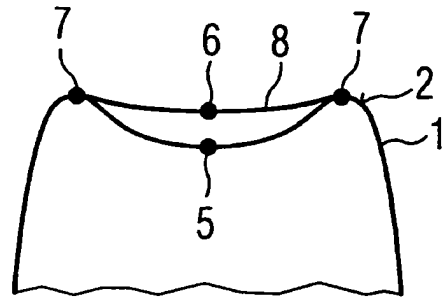


FIG 5A

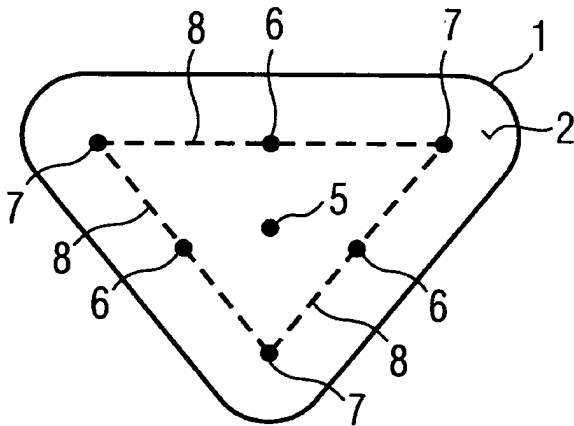


FIG 5B

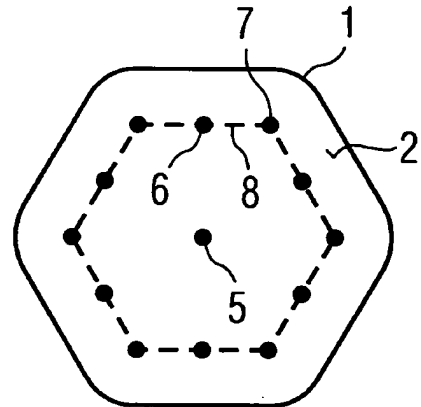


FIG 6A

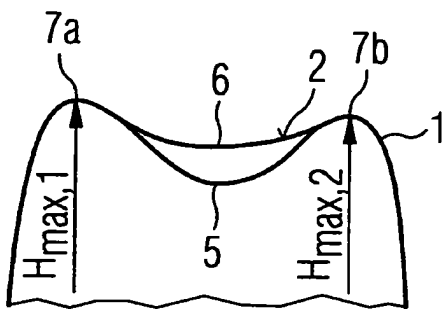


FIG 6B

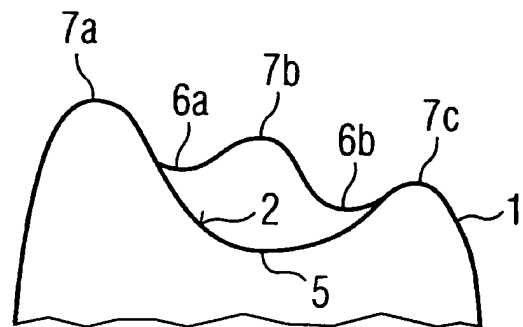


FIG 7A

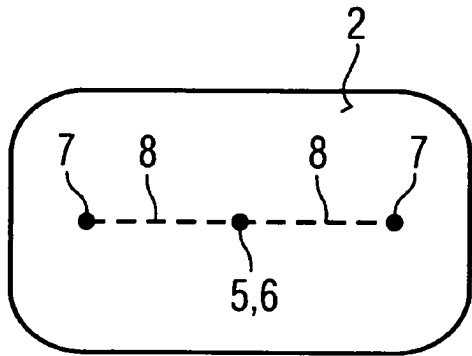


FIG 7B

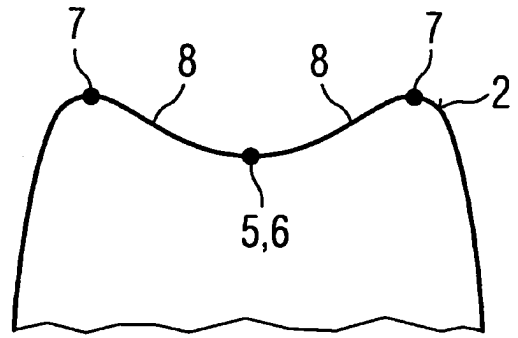


FIG 8A

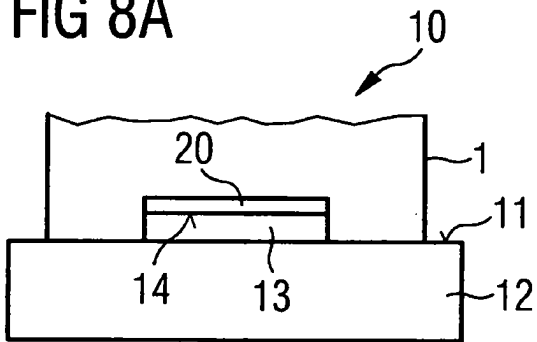


FIG 8B

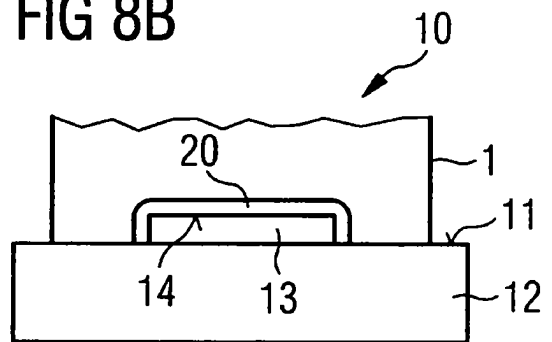


FIG 9A

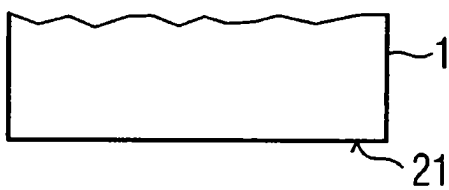


FIG 9B

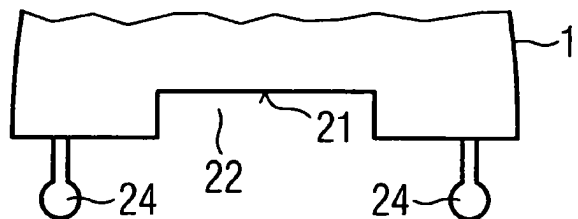


FIG 9C

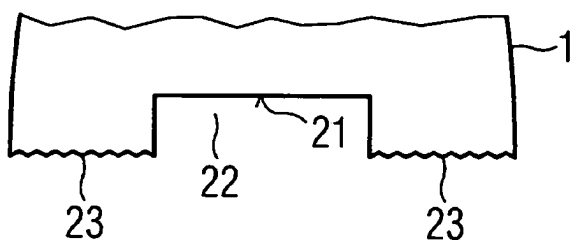


FIG 9D

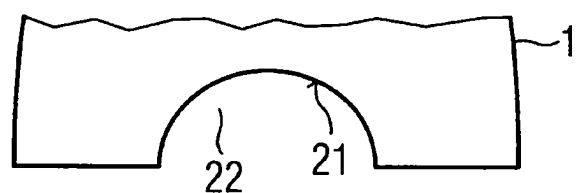


FIG 10

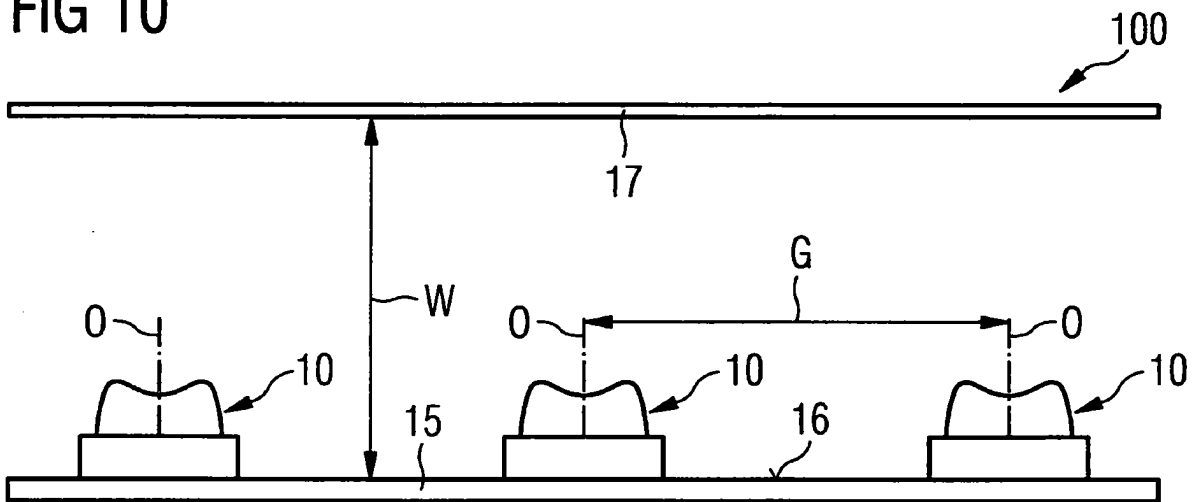


FIG 11A

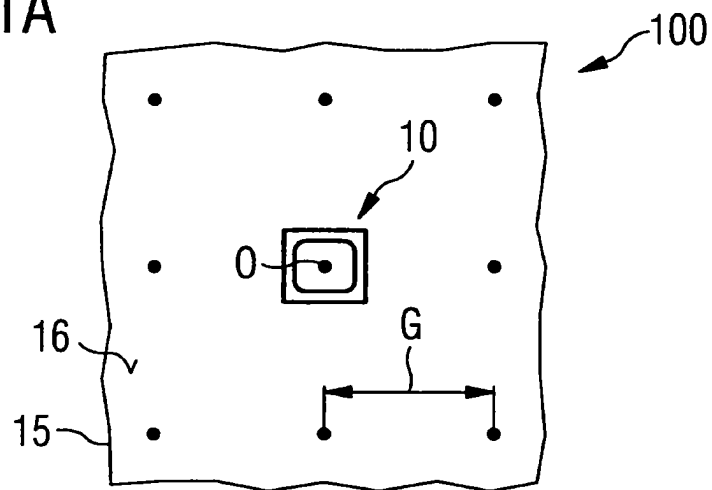


FIG 11B

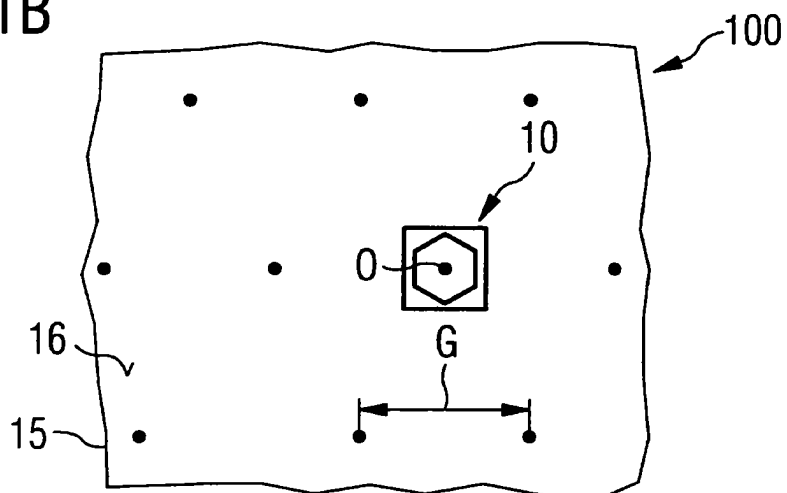


FIG 12A

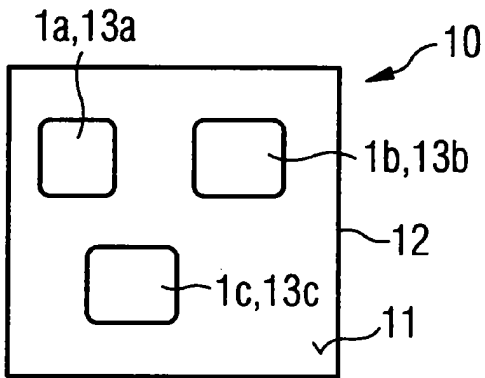


FIG 12B

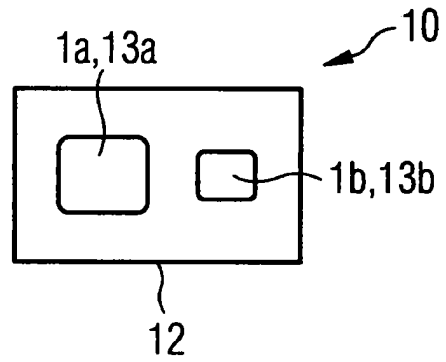


FIG 13A

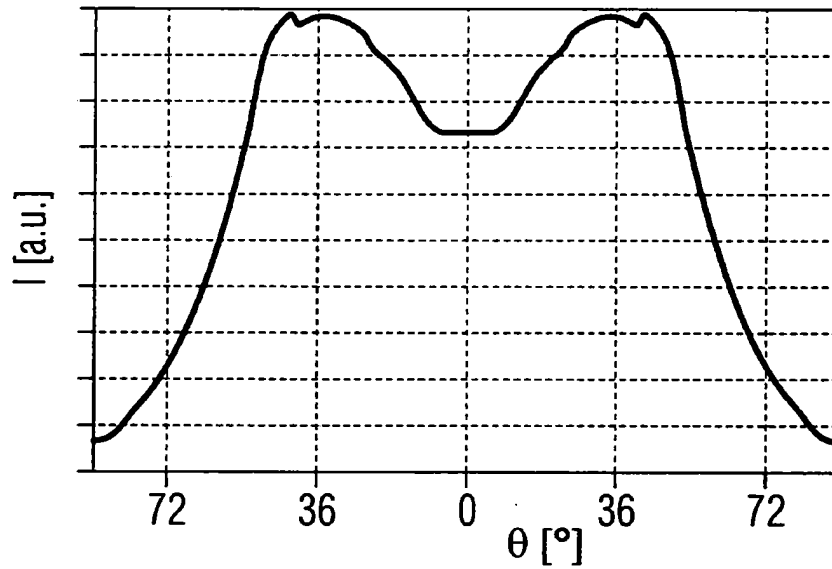


FIG 13B

