



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 038 857 A1** 2009.10.01

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 038 857.2**

(22) Anmeldetag: **13.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F21S 2/00** (2006.01)

**F21V 23/00** (2006.01)

**F21V 29/00** (2006.01)

**H01L 25/13** (2006.01)

(66) Innere Priorität:

**10 2008 016 486.0 31.03.2008**

(71) Anmelder:

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

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,  
 Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

**Plötz, Ludwig, 93473 Arnschwang, DE; Varga,  
 Horst, 93138 Lappersdorf, DE; Kunz, Thorsten,  
 29223 Celle, DE**

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

<b>DE</b>	<b>100 51 159</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>10 2005 022832</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2004 054837</b>	<b>A1</b>
<b>GB</b>	<b>23 74 990</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>69 64 501</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>66 11 000</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>2008/00 89 060</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007/02 97 172</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2007/00 86 189</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005/01 52 146</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>07/1 20 777</b>	<b>A2</b>

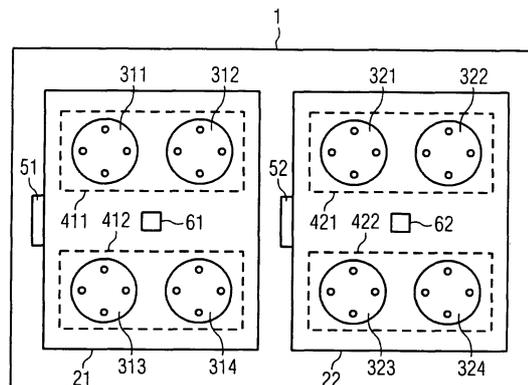
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

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

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungseinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Beleuchtungseinrichtung angegeben, umfassend einen Träger (1) und eine Mehrzahl von Lichtmodulen (21, 22) mit jeweils einer Mehrzahl von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) in mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422). Jede der mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422) umfasst zumindest zwei der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324). Jedem der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22) ist eine Regelungsvorrichtung (51, 52) zugeordnet zur Regelung der Helligkeit des Lichtmoduls (21, 22). Jedem der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22) ist eine Sensoreinheit (61, 62) zugeordnet zur Ermittlung von zumindest einem Messwert, umfassend die Helligkeit der Mehrzahl der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324).

Weiterhin wird eine Beleuchtungseinrichtung angegeben, umfassend einen Träger (1), eine Mehrzahl von Lichtmodulen (21, 22, 23), eine Mehrzahl von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) und eine wärmeregulierende Vorrichtung.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung.

**[0002]** Aus der Druckschrift WO 2007/076819 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung bekannt.

**[0003]** Eine Aufgabe von zumindest einer Ausführungsform ist es, eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Helligkeitsregelung anzugeben. Eine Aufgabe von zumindest einer weiteren Ausführungsform ist es, eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Wärmeregulation anzugeben.

**[0004]** Diese Aufgaben werden durch Beleuchtungseinrichtungen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Beleuchtungseinrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet und gehen weiterhin aus der nachfolgenden Beschreibung hervor. Der Offenbarungsgehalt der Patentansprüche wird hiermit explizit durch Rückbezug in die Beschreibung aufgenommen.

**[0005]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst eine Beleuchtungseinrichtung

- einen Träger und
- eine Mehrzahl von Lichtmodulen auf dem Träger, wobei
- auf jedem der Lichtmodule jeweils eine Mehrzahl von strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen in mehreren Zeilen angeordnet ist, wobei
- jede der mehreren Zeilen zumindest zwei der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente umfasst,
- jedem der Mehrzahl der Lichtmodule eine Regelungsvorrichtung zugeordnet ist zur Regelung der Helligkeit des jeweiligen Lichtmoduls und
- jedem der Mehrzahl der Lichtmodule eine Sensoreinheit zugeordnet ist zur Ermittlung von zumindest einem Messwert, umfassend die Helligkeit der Mehrzahl der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente des jeweiligen Lichtmoduls.

**[0006]** "Lichtmodul" kann hier und im Folgenden eine Anordnung der Mehrzahl der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente in Gruppen, Teilbereichen, Feldern oder so genannten „local dimming areas" bedeuten.

**[0007]** „Mehrzahl" oder „mehrere" kann hier und im Folgenden eine Anzahl, etwa von Lichtmodulen oder strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen, bezeichnen, die größer oder gleich zwei ist.

**[0008]** Dass eine erste Vorrichtung, wie beispielsweise eine Mehrzahl von Lichtmodulen „auf" einer

zweiten Vorrichtung wie beispielsweise einem Träger angeordnet oder aufgebracht ist, kann dabei hier und im Folgenden bedeuten, dass die erste Vorrichtung unmittelbar in direktem mechanischen und/oder elektrischen Kontakt auf der zweiten Vorrichtung angeordnet ist. Weiterhin kann es auch bedeuten, dass die erste Vorrichtung mittelbar „auf" der zweiten Vorrichtung angeordnet ist. Dabei können dann weitere Vorrichtungen zwischen der ersten und der zweiten Vorrichtung angeordnet sein.

**[0009]** Dass ein Lichtmodul auf dem Träger angeordnet ist kann weiterhin bedeuten, dass der Träger geeignet und dafür vorgesehen ist, das Lichtmodul zu tragen. Dazu kann das Lichtmodul flächig auf dem Träger angeordnet sein. Weiterhin können das Lichtmodul und der Träger auch ineinander greifen. Ferner kann der Träger das Lichtmodul auch teilweise umschließen, etwa in Randbereichen des Lichtmoduls.

**[0010]** Eine Zeile mit einer Mehrzahl von Elementen kann hier und im Folgenden eine Anordnung der Elemente entlang einer Zeilenerstreckungsrichtung bedeuten, also etwa eine lineare Anordnung der Elemente oder eine Anordnung der Elemente entlang einer gekrümmten Linie. Eine Mehrzahl von Zeilen kann dabei derart angeordnet sein, dass die Zeilenerstreckungsrichtungen parallel zueinander sind und dass Elemente von verschiedenen Zeilen in Spalten angeordnet sind. Eine Anordnung einer Mehrzahl von Zeilen mit jeweils einer Mehrzahl von Elementen kann dabei besonders bevorzugt eine matrixartige Anordnung der Elemente bedeuten. Dabei müssen die Zeilen und Spalten nicht zwingend senkrecht zueinander sein. Beispielsweise kann die matrixartige Anordnung eine rechteckige, quadratische oder hexagonale Anordnung von Elementen aufweisen.

**[0011]** In der hier beschriebenen Beleuchtungseinrichtung werden die strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente mehrzeilig in jedem der Mehrzahl der Lichtmodule angeordnet. Dabei werden jedem der Lichtmodule eine Regelungsvorrichtung und eine Sensoreinheit zugeordnet, was vorteilhaft bedeuten kann, dass jedes der mehrzeiligen Lichtmodule einzeln durch die jeweilige Regelungsvorrichtung geregelt werden kann. Eine derartige Regelungsvorrichtung kann die Helligkeit eines jeden Lichtmoduls individuell regeln, indem die Regelungsvorrichtung auf den zumindest einen Messwert reagiert, der durch die Sensoreinheit ermittelt wurde.

**[0012]** Der Messwert, wie beispielsweise ein Messwert für die Helligkeit, wird durch die jeweilige Sensoreinheit ermittelt, die jedem der Mehrzahl der Lichtmodule zugeordnet ist. Die Helligkeit eines Lichtmoduls entspricht dabei einem Maß für die von den Halbleiterbauelementen des Lichtmoduls abgestrahlten Lichtleistung und/oder Lichtintensität. Demnach

kann durch die Sensoreinheit eines jeden Lichtmoduls ein so genannter Ist-Wert für die Helligkeit eines jeden Lichtmoduls ermittelt werden, der durch die Regelungsvorrichtung mit einem gegebenen Soll-Wert verglichen wird. Durch die Regelungsvorrichtung kann demnach für jedes der Lichtmodule ein bestimmter Helligkeitswert eingestellt werden, der sich am Soll-Wert orientiert. Ebenfalls kann die Regelungsvorrichtung dazu geeignet sein, eine Differenz zwischen dem Ist-Wert und dem Soll-Wert der Helligkeit der einzelnen Lichtmodule zu korrigieren und die jeweilige Helligkeit von einer Mehrzahl der Lichtmodule zu synchronisieren.

**[0013]** Dabei kann „Strahlung“, „elektromagnetische Strahlung“ oder „Licht“ hier und im Folgenden eine elektromagnetische Strahlung mit zumindest einer Wellenlänge beziehungsweise einer spektralen Komponente in einem infraroten bis ultravioletten Wellenlängenbereich bedeuten. Insbesondere kann dabei infrarote, sichtbare und/oder ultraviolette elektromagnetische Strahlung bezeichnet sein.

**[0014]** Dabei kann ein „Soll-Wert“ hier und im Folgenden eine Führungs- oder Zielgröße oder einen zu erzielenden Messwert, beispielsweise für die Helligkeit bezeichnen, der in einem Regelkreis erreicht und durch einen Regler, wie beispielsweise eine Regelungsvorrichtung eingehalten werden soll. „Ist-Wert“ kann hier und im Folgenden eine Regelgröße wie beispielsweise einen aktuell für die Helligkeit eines einzelnen Lichtmoduls ermittelten Messwerts bedeuten. Weicht der Ist-Wert vom Soll-Wert ab, so wird versucht, diese so genannte Regeldifferenz mittels des Reglers zu beseitigen.

**[0015]** Damit der Helligkeitseindruck von der Sensoreinheit möglichst gleichmäßig von jedem einzelnen strahlungsemitternden Halbleiterbauelement eines einzelnen Lichtmoduls wahrgenommen wird und der daraus ermittelte durchschnittliche Messwert für die Helligkeit eines Lichtmoduls eine möglichst geringe Standardabweichung aufweist, kann die Sensoreinheit weiterhin zwischen zwei Zeilen der Mehrzahl der strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente angeordnet sein. Bevorzugt können die mehrzeilig angeordneten strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente eines Lichtmoduls gleichmäßig beabstandet zur Sensoreinheit auf jedem Lichtmodul angeordnet sein.

**[0016]** Weiterhin können die Lichtmodule eine polygonale Form aufweisen oder kreisförmig ausgeführt sein, damit die strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente auf dem Lichtmodul einen möglichst gleichen Abstand zur Sensoreinheit aufweisen. Dabei kann die Sensoreinheit bevorzugt mittig zwischen den einzelnen strahlungsemitternden Halbleiterbauelementen angeordnet sein, damit die strahlungsemitternden Bauelemente einen gleichmäßi-

gen Abstand zur Sensoreinheit aufweisen können.

**[0017]** Die polygonale Form der Lichtmodule, bevorzugt eine rechteckige, eine quadratische oder eine hexagonale Form, kann dabei vorteilhaft sein, da diese eine effizientere Anordnung der Lichtmodule auf dem Träger und damit eine kostengünstigere Produktionsweise ermöglichen kann. Weiterhin kann eine polygonale Form und insbesondere eine rechteckige, eine quadratische oder eine hexagonale Form der Lichtmodule zu bevorzugen sein, da diese eine Anordnung der strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente in einer Matrixform auf dem Lichtmodul ermöglichen kann. In einer Matrixform können die mehrzeilig angeordneten strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente auf dem Lichtmodule zudem zeilen- und spaltenweise ansteuerbar sein beziehungsweise angesteuert werden (so genanntes 2D-Dimming). Eine solche Zusammenfassung von strahlungsemitternden Halbleiterbauelementen zu Lichtmodulen kann beispielsweise in einer Hinterleuchtung Anwendung finden.

**[0018]** Weiterhin kann jede Regelungsvorrichtung jedes Lichtmoduls geeignet sein, jedem der strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente des jeweiligen Lichtmoduls einen Betriebsstrom aufzuprägen und diesen in Abhängigkeit von dem durch die Sensoreinheit des jeweiligen Lichtmoduls ermittelten zumindest einen Messwert zu regeln. In einer bevorzugten Ausführungsform ist dabei jede Regelungsvorrichtung als Treiber ausgeführt.

**[0019]** Die Sensoreinheit und die Regelungsvorrichtung können weiterhin Bestandteile eines Regelkreises sein. Dabei kann ein Regelkreis ein rückgekoppeltes System darstellen, das einen Regler, wie beispielsweise die Regelungsvorrichtung, aufweist, der in Rückkopplung mit der Sensoreinheit den Betriebsstrom durch jedes der strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente regelt.

**[0020]** Weiterhin kann die Beleuchtungseinrichtung gemäß einer Ausführungsform eine wärmeregulierende Vorrichtung zur Wärmeregulation der Mehrzahl der strahlungsemitternden Halbleiterbauelemente des jeweiligen Lichtmoduls umfassen. Dabei kann eine derartige wärmeregulierende Vorrichtung Merkmale und/oder Merkmalskombinationen aufweisen, die im Folgenden beschrieben werden.

**[0021]** Weiterhin können der Träger, die Lichtmodule und die Halbleiterbauelemente Merkmale und/oder Merkmalskombinationen aufweisen, die Folgenden beschrieben werden.

**[0022]** Gemäß zumindest einer weiteren Ausführungsform umfasst eine Beleuchtungseinrichtung

- einen Träger,
- eine Mehrzahl von Lichtmodulen auf dem Trä-

ger, wobei auf jedem der Mehrzahl der Lichtmodule jeweils eine Mehrzahl von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen angeordnet ist, und – eine wärmereregulierende Vorrichtung zur Wärmeregulation der Mehrzahl der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente des jeweiligen Lichtmoduls.

**[0023]** Bei herkömmlichen Beleuchtungseinrichtungen können die Lichtmodule so auf einem gemeinsamen Träger angeordnet sein, dass sich die einzelnen Lichtmodule untereinander thermisch beeinflussen können. Eine thermische Beeinflussung kann beispielsweise durch eine Wärmeleitung zwischen den Lichtmodulen durch Teilbereiche des Trägers möglich sein. Im Gegensatz dazu kann bei der hier beschriebenen Beleuchtungseinrichtung die Anordnung der wärmereregulierenden Vorrichtung eine thermische Entkopplung der Lichtmodule voneinander ermöglichen, sodass diese für sich selbst als isotherm behandelt werden können.

**[0024]** Die thermische Entkopplung kann beispielsweise dadurch ermöglicht werden, dass eine Wärmeleitung zwischen zwei Lichtmodulen im Vergleich zu bekannten Beleuchtungseinrichtungen verringert oder verhindert wird. Dadurch kann beispielsweise ein Wärmeleitpfad zwischen zwei Lichtmodulen erreicht werden, der eine im Vergleich zu bekannten Beleuchtungseinrichtungen geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist. Alternativ oder zusätzlich zur thermischen Entkopplung über eine Verringerung oder Verhinderung einer Wärmeleitung zwischen zwei Lichtmodulen kann die wärmereregulierende Vorrichtung auch die Ableitung der an den strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen entstehenden Wärme von den Lichtmodulen weg ermöglichen.

**[0025]** Dabei können die strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente Wärmequellen darstellen, die im Betrieb unterschiedliche Helligkeiten aufweisen können. Die unterschiedlichen Helligkeiten können zu unterschiedlichen thermischen Zuständen der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente führen. Demnach ist es prinzipiell vor allem bei bekannten Beleuchtungseinrichtungen möglich, dass sich unterschiedlich helle und benachbart angeordnete strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente thermisch beeinflussen können. Insbesondere im Fall von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen, wie beispielsweise Leuchtdioden, die Licht mit einem roten Farbspektrum emittieren, kann eine thermischer Beeinflussung untereinander nachteilig sein, da die thermische Beeinflussung zu Farbverfälschungen und Helligkeitsunterschieden der roten Leuchtdioden führen kann.

**[0026]** Eine Ableitung der entstehenden Wärme von der Wärmequelle mithilfe einer derartigen wärmereregulierenden Vorrichtung kann dabei ermöglichen,

dass eine thermische Beeinflussung benachbart auf verschiedenen Lichtmodulen angeordneter strahlungsemitierender Halbleiterbauelemente weitgehend unterbleibt.

**[0027]** Eine weitere Ausführungsform einer wärmereregulierenden Vorrichtung kann einen thermischen Isolator umfassen, der zumindest zwei der Mehrzahl der Lichtmodule thermisch voneinander isoliert. Ein derartiger thermischer Isolator kann damit die zumindest zwei Lichtmodule thermisch voneinander entkoppeln, sodass sich diese Lichtmodule, die beispielsweise Teilbereiche einer Hinterleuchtungsrückwand darstellen können, thermisch nicht beeinflussen können. „Thermisch isolieren“ und „thermisch entkoppeln“ kann dabei hier und im Folgenden bedeuten, dass der Wärmefluss beziehungsweise Wärmeeintrag von einem ersten Lichtmodul auf ein weiteres, beispielsweise benachbartes, zweites Lichtmodul im Vergleich zu bekannten Beleuchtungseinrichtungen soweit verringert oder ganz verhindert wird, dass der Betriebszustand, also beispielsweise die Helligkeit, des zweiten Lichtmoduls zumindest im Wesentlichen oder gar nicht durch das erste Lichtmodul beeinflusst wird.

**[0028]** Das kann bedeuten, dass beispielsweise ein Unterschied in der Helligkeit oder ein Unterschied im jeweils den Halbleiterbauelementen aufgeprägten Betriebsstrom, der zwischen den zumindest zwei der Mehrzahl der Lichtmodulen bestehen kann, zu jeweils unterschiedlichen thermischen Zuständen der einzelnen Lichtmodule führen kann. Durch die thermische Isolation der einzelnen Lichtmodule voneinander kann eine gegenseitige thermische Beeinflussung der Lichtmodule verhindert oder zumindest verringert werden.

**[0029]** Eine bevorzugte Ausführungsform des thermischen Isolators sieht vor, dass der thermische Isolator aus einem thermisch nicht-leitfähigen Material ausgebildet sein kann, beispielsweise aus einem Kunststoff wie einem Thermoplast oder einem Duroplast oder aus einer Kombination dieser. Weiterhin kann es bei der Ausführung des thermischen Isolators von Vorteil sein, wenn ein solcher Kunststoff zusätzlich reflektierende Eigenschaften aufweist, um Absorptionsverluste zu verhindern oder zumindest zu verringern. Als ein solcher reflektierender Kunststoff kann beispielsweise das unter dem Markennamen POCAN der Firma Bayer erhältliche Material aus der Materialgruppe der Polybutylenterephthalate (PBT) verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ sind auch Kombinationen weiterer Polyestermaterialien, Kombinationen thermoplastischer Kunststoffe oder Kombinationen von thermisch nicht-leitfähigen Kunststoffen denkbar, die über reflektierende Eigenschaften verfügen.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausführungsform kann

der thermische Isolator zwischen zumindest zwei Lichtmodulen angeordnet sein. Weiterhin kann zwischen jeweils zwei benachbart auf dem Träger angeordneten Lichtmodulen ein thermischer Isolator angeordnet sein.

**[0031]** Ferner kann ein thermischer Isolator beispielsweise als Steg ausgeführt sein, der auf dem Träger angeordnet ist oder im Träger ausgeformt ist. Der Steg kann eine thermische Entkopplung von zwei benachbart angeordneten Lichtmodulen mit jeweils unterschiedlichen Helligkeitszuständen, die zu unterschiedlichen thermischen Zuständen der einzelnen Lichtmodule führen, durch eine Verringerung der Wärmeleitung zwischen den Lichtmodulen ermöglichen.

**[0032]** Alternativ oder zusätzlich kann auch der Träger selbst als wärmeregulierende Vorrichtung und insbesondere als thermischer Isolator ausgeführt sein, indem der Träger aus einem thermisch nicht-leitfähigen Material, das beispielsweise aus einem der bereits beschriebenen Kunststoffe oder aus einem weiteren, thermisch nicht-leitfähigen Material wie beispielsweise Polyvinylchlorid ausgewählt sein kann, ausgeformt ist. In einer solchen Ausführung ist weiterhin denkbar, dass der Träger als thermischer Isolator zwischen den zumindest zwei Lichtmodulen angeordnet ist und die zwei Lichtmodule beispielsweise jeweils als Leiterplatten ausgeführt sind.

**[0033]** Weiterhin kann es bei einer solchen Ausführung des thermischen Isolators als Steg zwischen den zumindest zwei Lichtmodulen von Vorteil sein, wenn der thermische Isolator derart ausgeformt ist, dass keine Beschattung der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente und somit keine dadurch hervorgerufene Reduktion der Lichtemission aufgrund des thermischen Isolators auftritt.

**[0034]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der thermische Isolator eine Ausdünnung, einen Einschnitt, eine Einbuchtung, eine Einkerbung oder eine Verjüngung des Trägers zwischen zwei Lichtmodulen aufweisen. In einer bevorzugten Ausführung kann dies bedeuten, dass der Querschnitt des Trägers durch die Ausdünnung, den Einschnitt, die Einbuchtung, die Einkerbung oder durch die Verjüngung reduziert ist und dadurch die zumindest zwei Lichtmodule im oben beschriebenen Sinn thermisch voneinander isoliert werden. Eine derartige Ausführung des thermischen Isolators kann ermöglichen, dass der thermische Pfad zwischen zwei Lichtmodulen durch den reduzierten Trägerquerschnitt verjüngt wird und eine Wärmeübertragung zwischen den zwei Lichtmodulen somit erschwert, das heißt verhindert oder zumindest verringert, wird. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des reduzierten Trägerquerschnitts zwischen den zweien der Mehrzahl der Lichtmodule kann in Form einer Luftbrücke oder in ei-

nem Luftspalt ausgebildet sein.

**[0035]** Dabei kann der Träger bevorzugt als Leiterplatte ausgeführt sein, die auf einer der Mehrzahl der Lichtmodulen zugewandten Seite elektrische Kontakte zur elektrischen Kontaktierung der auf den Lichtmodulen angeordneten strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen aufweisen kann. Weiterhin kann der als Leiterplatte ausgeführte Träger beispielsweise einen elektrisch isolierenden Grundkörper wie ein Glasfasergewebe mit einer Epoxidharzbeschichtung umfassen, wobei die auf einer der Mehrzahl der Lichtmodulen zugewandten Seite angeordneten elektrischen Kontakte als Leiterbahnen ausgeführt sein können. Demnach können die strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente eines jeden Lichtmoduls über die Leiterbahnen auf der Leiterplatte elektrisch kontaktiert werden. Alternativ kann der Träger auch als Metallkernplatte ausgeführt sein.

**[0036]** Weiterhin kann der Träger unelastisch oder als flexible Leiterplatte ausgeführt sein. Dabei kann die Leiterplatte einen flexiblen Grundkörper umfassen, der aus einem flexiblen, elektrisch isolierenden Material wie Polyimid, Polyethylenphthalat oder aus Polyethylen bestehen oder zumindest eines dieser Materialien enthalten kann. Auf dem Grundkörper können elektrischen Leiterbahnen strukturiert sein. Die flexible Leiterplatte kann beispielsweise als flexible bedruckte Leiterplatte (Printed Flex Board) ausgeführt sein. Bevorzugt ist die Leiterplatte derart flexibel ausgeführt, dass sie aufrollbar sein kann. Das kann bedeuten, dass die Leiterplatte in einem „Rolle-zu-Rolle“-Prozess mit den strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen bestückt werden kann. Die bestückte Leiterplatte ist dann vorzugsweise auch wieder aufrollbar. Alternativ zum Träger können, wie bereits beschrieben, auch die Mehrzahl der Lichtmodule als Leiterplatten ausgeführt sein und jeweils alle die für Leiterplatten beschriebenen Merkmale und Kombinationen aufweisen.

**[0037]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die thermische Isolation von zumindest zwei Lichtmodulen dadurch gebildet sein, dass die zumindest zwei Lichtmodule auf dem Träger mit einem Abstand von größer oder gleich 5 mm bis kleiner oder gleich 50 mm, bevorzugt mit einem Abstand von größer oder gleich 20 mm bis kleiner oder gleich 30 mm, benachbart zueinander angeordnet sind. Dabei sollte der Abstand zwischen den zweien der Mehrzahl der Lichtmodule geeignet sein, die zwei Lichtmodule thermisch voneinander zu trennen.

**[0038]** Neben der thermischen Isolation durch die Verringerung oder Verhinderung der Wärmeleitung zwischen zwei Lichtmodulen kann die wärmeregulierende Vorrichtung die entstehende Wärme alternativ oder zusätzlich auch abführen. Dazu kann die wär-

mergulierende Vorrichtung eine Wärmesenke umfassen, die auf einer von der Mehrzahl der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente abgewandten Oberfläche der Lichtmodule oder des Trägers angeordnet ist.

**[0039]** Eine „Wärmesenke“ kann hier und im Folgenden ein thermodynamisches Umfeld mit einer hohen Wärmekapazität bezeichnen und weiterhin dadurch gekennzeichnet sein, dass es in der Lage ist, bei einer hohen Wärmeaufnahme einen quasistationären Temperaturzustand zu halten. Die Wirksamkeit einer Wärmesenke kann des Weiteren durch eine hohe (Durch-)Leitfähigkeit des Materials der Wärmesenke charakterisiert werden.

**[0040]** So kann beispielsweise eine Metallschicht, wie beispielsweise eine Bodenplatte aus Aluminium oder einem anderen Metall wie Kupfer oder Silber, oder eine Metallfolie als Wärmesenke verwendet werden, die auf der von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche der Lichtmodule oder des Trägers angeordnet ist. Eine derartige Metallfolie oder Metallschicht kann die Wärme der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente aufnehmen und ableiten, um dabei den Träger und die auf ihm angeordneten Lichtmodule auf einer quasi-stationären Temperatur zu halten. Dabei kann die Metallfolie beispielsweise geklebt, gedruckt, gestanzt oder lackiert auf die von der Mehrzahl der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche der Lichtmodule oder des Trägers aufgebracht werden. Zusätzlich kann die auf einer von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche der Lichtmodule oder des Trägers angeordnete Wärmesenke gemäß einer weiteren Ausführungsform ganzflächig angeordnet sein. Dies kann eine möglichst großflächige Ableitung der entstandenen Wärme ermöglichen.

**[0041]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Wärmesenke einen Kühlkörper umfassen oder als Kühlkörper ausgeführt sein. Denkbar ist beispielsweise ein, etwa auf der von der Mehrzahl der Lichtmodule abgewandten Seite des Trägers aufgebracht, Metallblock, eine Metallschicht oder eine Bodenplatte aus Aluminium oder aus einem anderen wärmeleitenden Metall wie Kupfer oder Silber. Ein solcher Kühlkörper kann zusätzlich Oberflächenstrukturen, wie beispielsweise Aufrauungen, eine Welligkeit oder eine Rippenstruktur mit Kühlrippen, -lamellen und/oder -finnen zur Kühlung aufweisen und durch Aufnieten, Kleben oder Schrauben auf der von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche der Lichtmodule oder des Trägers aufgebracht werden. Dabei können die Oberflächenstrukturen die Oberfläche der Wärmesenke zusätzlich vergrößern und damit den Kühleffekt der Wärmesenke erhöhen.

**[0042]** Weiterhin kann eine massive Metallplatte mit eingepressten oder eingelöteten Lamellen aus Kupfer oder Aluminium oder auch aus Vollmaterial gefräste, gestanzte oder geformte Kühlbleche, oder aufsteckbare Kühlsterne und Kühlfahnen aus Aluminiumfederbronze oder Stahlblech als Kühlkörper verwendet werden.

**[0043]** Dabei stellt eine Metallschicht, wie beispielsweise eine Bodenplatte aus Aluminium, ein Beispiel für einen passiven Kühlkörper dar. Ein passiver Kühlkörper zeichnet sich dadurch aus, dass er vorrangig durch Konvektion wirkt. Bevorzugt kann Aluminium aufgrund seines geringen Materialpreises, der leichten Verarbeitung, der geringeren Dichte, der Wärmekapazität und der befriedigenden Leitfähigkeit für einen passiven Kühlkörper verwendet werden. Kupfer verfügt über eine höhere Wärmeleitfähigkeit, ist jedoch teurer und schwieriger zu bearbeiten und wird daher vorwiegend für aktive Kühlkörper wie Lüfter oder in Flüssigkeitskühlern verwendet.

**[0044]** In einer bevorzugten Ausführungsform können die Wärmesenke und zumindest ein Lichtmodul oder die Wärmesenke und der Träger einstückig ausgebildet sein. In einer solchen Ausführung können der Träger und/oder die Lichtmodule bevorzugt ein Metall umfassen, die auf der von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche beispielsweise eine Welligkeit als Kühlkörper aufweisen kann.

**[0045]** Zusätzlich kann auf der von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche des Trägers und/oder der Lichtmodule eine weitere Wärmesenke beispielsweise in Form eines Kühlkörpers aufgebracht sein. Dies kann eine direkte thermische Ankopplung der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente an die Wärmesenke und eine möglichst effiziente Wärmeableitung auf die von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen abgewandte Oberfläche ermöglichen.

**[0046]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Wärmesenke vertieft im Träger oder in zumindest einem der Lichtmodule angeordnet sein. Dabei kann beispielsweise ein Metallkern verwendet werden, der vertieft im Träger oder in zumindest einem der Lichtmodule angeordnet ist.

**[0047]** Weiterhin kann sich die Wärmesenke in horizontaler und/oder vertikaler Richtung durch den Träger oder durch zumindest ein Lichtmodul hindurch erstrecken. Im Falle eines Metallkerns kann so eine erhöhte laterale Wärmeleitfähigkeit erreicht werden.

**[0048]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Träger oder zumindest ein Lichtmodul Öffnungen aufweisen, wobei in den Öffnungen die Wärmesenke angeordnet sein kann. Dies kann bedeu-

ten, dass im Träger oder im Lichtmodul als Wärmesenke Durchkontaktierungen oder bevorzugt so genannte thermale Vias angeordnet sein können, die sich durch den Träger oder durch das Lichtmodul hindurch erstrecken und die den Wärmetransport senkrecht zum Träger oder zum Lichtmodul verbessern können.

**[0049]** Als thermale Vias können Durchkontaktierungen bezeichnet sein, die aus Kupfer ausgeformt sind und damit die hohe Wärmeleitfähigkeit von Kupfer zur Wärmeableitung nutzen können. Diese Durchkontaktierungen können bevorzugt regelmäßig in einer dichten Anordnung, wie beispielsweise in einem Raster von beispielsweise größer oder gleich 0,1 mm bis kleiner oder gleich 2,0 mm im Träger angeordnet sein. Die thermalen Vias können dabei einen Durchmesser von größer oder gleich 0,25 mm bis kleiner oder gleich 1,5 mm umfassen.

**[0050]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Öffnungen mit einem thermisch leitfähigen Material gefüllt sein. Diese mit beispielsweise einer Wärmeleitpaste gefüllten Öffnungen können für die weitere Verarbeitung von Vorteil sein, da auf den gefüllten Öffnungen gelötet werden kann. Des Weiteren können diese gefüllten Öffnungen eine direkte leitfähige Anbindung zwischen den Lichtmodulen als Wärmequellen auf der einen Seite des Trägers und einer Wärmesenke auf der von der Mehrzahl der Lichtmodule abgewandten Seite des Trägers ermöglichen.

**[0051]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Träger in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt sein, wobei jedes der Mehrzahl der Lichtmodule auf jeweils einem der Mehrzahl der Segmente des Trägers angeordnet ist und jedes der Mehrzahl der Lichtmodule auf der von der Mehrzahl der strahlungsemitternden Halbleiterbauelementen abgewandten Seite des Trägers die Wärmesenke aufweist. Dies kann zum einen bedeuten, dass jedes der Mehrzahl der Lichtmodule auf jeweils einem Trägersegment angeordnet sein kann und damit von einem weiteren Lichtmodul auf einem weiteren Trägersegment thermisch isoliert wird.

**[0052]** Weiterhin ist auch denkbar, einem jeden Trägersegment eine individuelle Wärmesenke wie beispielsweise einen Kühlkörper zuzuordnen, die auf einer der von den strahlungsemitternden Halbleiterbauelementen abgewandten Seite des Trägers angeordnet sein kann oder alternativ auch im Träger angeordnet sein kann, wobei der Träger auch selbst die Wärmesenke darstellen kann.

**[0053]** Des Weiteren kann zumindest ein Segment des Trägers oder zumindest ein Lichtmodul zwischen thermisch isolierenden Haltern angeordnet sein. Bei diesen Haltern kann es sich bevorzugt um so ge-

nannte I-Profile handeln, die beispielsweise aus Materialien wie Polyimid, Teflon, Polystyrol, Polyamid und Kunststoffen, wie zum Beispiel thermoplastischen Kunststoffen, gebildet werden können. Dabei können die Trägersegmente zwischen den zwei elektrisch isolierenden Haltern, die auch als I-Profile, I-Träger oder Doppel-T-Träger bezeichnet werden, angeordnet sein, wobei jeder dieser elektrisch isolierenden Halter zwei Hauptflächen aufweist, die über einen verjüngten Steg verbunden sind. Die zwei Hauptoberflächen können beispielsweise eine Länge von größer oder gleich 20 mm, bevorzugt eine Länge von etwa 10 mm aufweisen. Dabei werden während der Anordnung des Trägers eines jeden Trägersegmentes zwischen zweien dieser elektrisch isolierenden Halter auf beiden Seiten des Trägersegments jeweils etwa größer oder gleich 0,5 mm und kleiner oder gleich 3 mm, bevorzugt etwa 2 mm des Trägersegmentes durch das I-Profil bedeckt.

**[0054]** Eine derartige Anordnung der Trägersegmente zwischen zwei thermisch isolierenden Haltern kann dazu beitragen, die thermische Beeinflussung, die von zwei Lichtmodulen mit unterschiedlichen Helligkeitszuständen ausgeht, weitgehend einzudämmen, sodass die Lichtmodule durch eine derartige Halterung zwischen zwei derartigen Haltern thermisch isoliert wird.

**[0055]** In einer Ausführung, in der zumindest ein Lichtmodul zwischen zwei thermisch isolierenden Haltern angeordnet ist, kann bevorzugt der Träger oder ein Trägersegment als thermisch isolierender Halter ausgeführt sein. Ebenfalls ist denkbar, auf der von den strahlungsemitternden Halbleiterbauelementen abgewandten Oberfläche des zumindest einen Lichtmoduls eine wärmereregulierende Vorrichtung, beispielsweise einen Kühlkörper anzuordnen, wobei das Lichtmodul die wärmereregulierende Vorrichtung alternativ auch umfassen kann. Alternativ oder zusätzlich sind auch Kombinationen von Lichtmodulen und Trägersegmenten möglich, die zwischen thermisch isolierenden Haltern angeordnet sein können.

**[0056]** Weitere Vorteile, bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Beleuchtungseinrichtung ergeben sich aus den im Folgenden und in Verbindung mit den Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

**[0057]** [Fig. 1A](#) eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel in Aufsicht,

**[0058]** [Fig. 1B](#) eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

**[0059]** [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) schematische Darstel-

lungen von Beleuchtungseinrichtungen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen in Aufsicht,

[0060] [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#) und [Fig. 3D](#) schematische Darstellungen von Beleuchtungseinrichtungen gemäß weiteren Ausführungsbeispielen,

[0061] [Fig. 4A](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

[0062] [Fig. 4B](#) eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 4A](#) in Aufsicht,

[0063] [Fig. 4C](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,

[0064] [Fig. 4D](#) eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 4C](#) in Aufsicht,

[0065] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) schematische Darstellungen einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel in dreidimensionalen Ansichten und

[0066] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer Beleuchtungseinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0067] In den Ausführungsbeispielen und Figuren sind gleiche oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen. Vielmehr sind einige Details der Figuren zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt.

[0068] [Fig. 1A](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung mit einem Träger **1**, auf dem zwei Lichtmodule **21**, **22** angeordnet sind. Auf jedem der Lichtmodule **21**, **22** sind jeweils vier strahlungsemitterende Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314** und **321**, **322**, **323**, **324** in zwei Zeilen **411**, **412** und **421**, **422** angeordnet. Dabei weist jede der Zeilen **411**, **412**, **421**, **422** jeweils zumindest zwei strahlungsemitterende Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314**, **321**, **322**, **323**, **324** auf. Alternativ zur hier dargestellten Ausführung ist es auch denkbar, dass mehr als zwei strahlungsemitterende Halbleiterbauelemente in einer Zeile angeordnet sind und/oder dass mehr als zwei Zeilen pro Lichtmodul vorhanden sind und/oder dass mehr als zwei Lichtmodule auf dem Träger **1** angeordnet sind.

[0069] Die zwei jeweils in einer Zeile **411**, **412** beziehungsweise **421**, **422** angeordneten strahlungsemit-

tierenden Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314** und **321**, **322**, **323**, **324** können bevorzugt Leuchtdioden umfassen. Dabei bilden bevorzugt immer vier Leuchtdioden, wie beispielsweise jeweils eine Leuchtdiode, die Licht einer Wellenlänge eines roten Spektralbereichs emittiert, eine Leuchtdiode, die Licht einer Wellenlänge eines blauen Spektralbereichs emittiert, sowie zwei Leuchtdioden, die Licht einer Wellenlänge eines grünen Spektralbereichs emittieren, ein strahlungsemitterendes Halbleiterbauelement **311**, **312**, **313**, **314**, **321**, **322**, **323**, **324**. Das kann bedeuten, dass zumindest zwei Leuchtdioden Licht mit zumindest zwei verschiedenen Spektren emittieren können, sodass sich durch die Überlagerung der Spektren beispielsweise weißes Licht ergibt.

[0070] Ein solches strahlungsemitterendes Halbleiterbauelement **311**, **312**, **313**, **314**, **321**, **322**, **323**, **324** kann weiterhin einen oder mehrere mehrschichtige Stapel funktioneller Schichten mit zumindest einer Licht emittierenden Schicht umfassen. Die funktionellen Schichten können ausgewählt sein aus n- und p-leitenden Schichten, etwa Elektroneninjektionsschichten, Elektronentransportschichten, Löcherblockierschichten, Elektronenblockierschichten, Löchertransportschichten und Löcherinjektionsschichten.

[0071] Die Licht emittierende Schicht kann beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur), ein lumineszierendes oder fluoreszierendes Material umfassen, wobei Licht durch die Rekombination von Elektronen und Löchern in der Licht emittierenden Schicht erzeugt wird. Die funktionellen Schichten können organische und/oder anorganische Materialien aufweisen.

[0072] Ein organisches Material kann organische Polymere oder kleine organische Moleküle umfassen. Bevorzugt umfassen organische Polymere vollständig oder teilweise konjugierte Polymere.

[0073] Geeignete organische Polymermaterialien umfassen zumindest eines der folgenden Materialien in jeder möglichen Kombination: Poly(p-phenylenvinylen)(PPV), Poly(2-methoxy-5(2-ethyl)hexyloxyphenylenvinylen)(MEH-PPV), zumindest ein PPV-Derivat (zum Beispiel Dialkoxy oder Dialkyl-Derivate) Polyfluorene und/oder Copolymere aufweisend Polyfluorenssegmente, PPVs und verwandte Copolymere, Poly(2,7-(9,9-di-N-octylfluoren)-(1,4-Phenylen-((4-secbutylphenyl)imino)-1,4-phenylen)(TFB), Poly(2,7-(9,9-di-N-octylfluoren)-(1,4-phenylen-((4-methylphenyl)imino)-1,4-phenylen-((4-methylphenyl)imino)-1,4-phenylen))(PFM), Poly(2,7-(9,9-di-N-octylfluoren)-(1,4-phenylen-((4-methoxyphenyl)imino)-

no)-1,4-phenylen))(PFMO), Poly(2,7-(9,9-di-N-octylfluoren)(F8), Poly(2,7(9,9-di-N-octylfluoren)-3,6-benzothiadiazol)(F8BT), oder Poly(9,9-dioctylfluoren).

**[0074]** Alternativ zu Polymeren können auch kleine organische Moleküle in der organischen Funktionsschicht verwendet werden. Beispiele solcher kleinen Moleküle sind beispielsweise: Aluminium-tris(8-hydroxychinolin) ( $Alq_3$ ), Aluminium-1,3-bis(N,N-dimethylaminophenyl)-1,3,4-oxydiazol (OXD-8), Aluminium-oxo-bis(2-methyl-8-chinolin), Aluminium-bis(2-methyl-8-hydroxychinolin), Berylliumbis(hydroxybenzochinolin) ( $BEQ_2$ ), Bis(diphenylvinyl)biphenylen (DPVBI) und Arylaminsubstituierte Distyrylarylene(DSA-Amine).

**[0075]** Des Weiteren kann die funktionelle Schicht anorganische Materialien wie beispielsweise III/V-Verbindungshalbleiter wie auf Nitrid- und/oder Phosphid-Verbindungshalbleitern basierende Materialien enthalten.

**[0076]** „Auf Nitrid-Verbindungshalbleitern basierend“ bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass die funktionelle Schicht ein Nitrid-III/V-Verbindungshalbleitermaterial, vorzugsweise  $Al_nGa_mIn_{1-n-m}N$ , umfasst, wobei  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$ . Dabei muss dieses Material nicht zwingend eine mathematisch exakte Zusammensetzung nach obiger Formel aufweisen. Vielmehr kann es einen oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen, die die charakteristischen physikalischen Eigenschaften des  $Al_nGa_mIn_{1-n-m}N$ -Materials im Wesentlichen nicht ändern. Der Einfachheit halber beinhaltet obige Formel jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters (Al, Ga, In, N), auch wenn diese teilweise durch geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt sein können.

**[0077]** „Auf Phosphid-Verbindungshalbleitern basierend“ bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, dass die funktionelle Schicht ein Phosphid-III/V-Verbindungshalbleitermaterial, vorzugsweise  $Al_nGa_mIn_{1-n-m}P$ , umfasst, wobei  $0 \leq n \leq 1$ ,  $0 \leq m \leq 1$  und  $n + m \leq 1$ .

**[0078]** Weiterhin können die funktionellen Schichten zusätzlich oder alternativ auch ein Halbleitermaterial basierend auf AlGaAs oder einem II/VI-Verbindungshalbleitermaterial aufweisen.

**[0079]** Zumindest eines der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314**, **321**, **322**, **323**, **324** kann insbesondere Merkmale eines Dünnfilm-Leuchtdiodenchips aufweisen. Ein Dünnfilm-Leuchtdiodenchip zeichnet sich durch mindestens eines der folgenden charakteristischen Merkmale aus:

- der Leuchtdiodenchip umfasst eine epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge mit einer zu

- einem Trägerelement, insbesondere zu einem Trägersubstrat hingewandten Hauptfläche an der weiterhin eine Spiegelschicht aufgebracht oder ausgebildet ist, 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  $\mu m$  oder weniger, insbesondere im Bereich von 10  $\mu m$  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 ausgedünnt ist. Insbesondere ist es derart gedünnt, dass es für sich oder zusammen mit der epitaktischen Halbleiterschichtenfolge 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.

**[0080]** Ein Grundprinzip eines Dünnfilm-Leuchtdiodenchips ist beispielsweise in der Druckschrift Schnitzer et al., Applied Physical Letters 63 (16), 18. Oktober 1993, Seiten 2174 bis 2176, beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird. Beispielhaft für Dünnfilm-Leuchtdiodenchips sind in den Druckschriften EP 0905797 A2 und WO 02/13281 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalte insofern hiermit ebenfalls durch Rückbezug aufgenommen werden.

**[0081]** 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.

**[0082]** Des Weiteren können die Lichtmodule **21**, **22** eine polygonale oder eine kreisförmige Form aufweisen, wobei eine rechteckige Form der Lichtmodule **21**, **22** bevorzugt wird. Eine rechteckige Ausführung der Lichtmodule **21**, **22** wie im gezeigten Ausführungsbeispiel ermöglicht eine matrixartige Anordnung der strahlungsemitierenden Halbleiterbauele-

mente **311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324** auf jeweils einem Lichtmodul **21, 22** und die Ansteuerung der Lichtmodule in Zeilen und Spalten (2D-Dimming).

**[0083]** Insbesondere ist eine derartige Ausformung der Lichtmodule **21, 22** zu bevorzugen, bei der die Mehrzahl der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente **311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324** gleichmäßig beabstandet zu einer Sensoreinheit **61, 62** auf dem Lichtmodul **21, 22** angeordnet sein können. Eine solche Sensoreinheit **61, 62** kann geeignet sein, die Helligkeiten eines jeden strahlungsemitterenden Halbleiterbauelements **311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324** des jeweiligen Lichtmoduls **21, 22** zu ermitteln. Dazu sind die Sensoreinheiten **61, 62** im gezeigten Ausführungsbeispiel als Lichtdetektoren, beispielsweise Photodioden oder lichtsensitive Widerstände, ausgebildet. Die Sensoreinheiten **61** und **62** sind derart ausgeführt, dass jeweils ein Teil des von den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen **311, 312, 313** und **414** beziehungsweise **321, 322, 323** und **324** abgestrahlten Lichts detektiert werden kann. Aus den Helligkeitswerten eines jeden strahlungsemitterenden Halbleiterbauelements **311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324** eines jeden Lichtmoduls **21, 22** kann dann ein Ist-Wert der Helligkeit des jeweiligen Lichtmoduls **21, 22** bestimmt werden, der an eine Regelungsvorrichtung **51, 52** übermittelt werden und mit einem Soll-Wert verglichen werden kann.

**[0084]** Durch die Regelungsvorrichtung **51, 52**, die als Treiber oder als Microcontroller ausgeführt sein kann, kann demnach für jedes der Lichtmodule **21, 22** ein bestimmter Helligkeitswert eingestellt werden, der sich am Soll-Wert orientiert. Ebenfalls kann die Regelungsvorrichtung **51, 52** dazu geeignet sein, eine Differenz zwischen dem Ist-Wert und dem Soll-Wert der Helligkeit der einzelnen Lichtmodule **21, 22** zu korrigieren und die Helligkeit von einer Mehrzahl der Lichtmodule **21, 22** zu synchronisieren.

**[0085]** Insbesondere ist die Regelungsvorrichtung **51, 52** jedes Lichtmoduls **21, 22** geeignet, den jedem der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente **311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324** des jeweiligen Lichtmoduls **21, 22** aufgeprägten Betriebsstrom in Abhängigkeit vom durch jede Sensoreinheit **61, 62** des jeweiligen Lichtmoduls **21, 22** ermittelten Messwert zu regeln. Somit werden die einzelnen Lichtmodule **21, 22** individuell durch eine solche Regelungsvorrichtung **51, 52** geregelt werden. Des Weiteren ermöglicht eine solche individuelle Regelung der einzelnen Lichtmodule **21, 22** neben der Korrektur der Helligkeit durch die Regelung des Betriebsstroms durch die jeweilige Regelungsvorrichtung **51, 52** die Synchronisation der einzelnen Lichtmodule **21, 22**.

**[0086]** In [Fig. 1B](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Beleuchtungseinrichtung beispielsweise

zur Hinterleuchtung eines Bildschirms. Dabei sind auf einem Träger **1**, der nur als Ausschnitt gezeigt ist, eine Mehrzahl von Lichtmodulen angeordnet, wobei der Übersichtlichkeit halber nur die Lichtmodule **21** und **22** gekennzeichnet sind. Die Anzahl der Lichtmodule sowie die Anordnung in Zeilen und Spalten auf dem Träger **1** kann dabei entsprechend der Anforderungen an die Beleuchtungseinrichtung beispielsweise hinsichtlich ihrer Größe gewählt werden. Auch können die Lichtmodule, die im gezeigten Ausführungsbeispiel rechteckig ausgeführt sind, eine andere, beispielsweise polygonale Form, etwa eine quadratische oder hexagonale Form, aufweisen.

**[0087]** Jedes der Lichtmodule, die als Leierplatten ausgeführt sind, weist strahlungsemitterende Halbleiterbauelemente auf, die in vier Zeilen zu je sechs strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen angeordnet sind. Dabei umfasst jedes der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente, von denen rein beispielhaft die Halbleiterbauelemente **311, 312, 313, 314** und **321, 322, 323, 324** mit Bezugszeichen gekennzeichnet sind, vier Leuchtdioden (LEDs), von denen je eine LED rotes Licht, eine LED blaues Licht und zwei LEDs grünes Licht emittieren. Jedes der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente kann damit hinsichtlich seiner Abstrahlintensität und seiner abgestrahlten Farbe durch Überlagerung der Emissionsspektren der jeweils vier LEDs eingestellt werden. Die LEDs eines strahlungsemitterenden Halbleiterbauelements können dabei einzeln oder in einem dafür vorgesehenen Gehäuse (Packaging) auf dem jeweiligen Lichtmodul angeordnet sein.

**[0088]** Je vier der strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente sind im gezeigten Ausführungsbeispiel zu einer Gruppe zusammengefasst, wie durch die mit **41** bis **46** gekennzeichneten Linien angedeutet ist. Jede der Gruppen **41** bis **46** umfasst damit zwei Zeilen von jeweils zwei strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen, denen jeweils eine Sensoreinheit gleichbeabstandet zu den strahlungsemitterenden Halbleiterbauelementen einer Gruppe zugeordnet ist. Der Übersichtlichkeit halber sind nur die Sensoreinheiten der Gruppen **41** und **42** mit den Bezugszeichen **61** und **62** versehen.

**[0089]** Jede der Sensoreinheiten, die zusätzlich an jeweils eine Regelungsvorrichtung (nicht gezeigt) gekoppelt sind, dient der elektrischen und thermischen Synchronisation der zugeordneten strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente einer Gruppe, so dass für die strahlungsemitterenden Halbleiterbauelemente jeder der Gruppen **41** bis **46** auf einem Lichtmodul unabhängig voneinander stabile Betriebsbedingungen einstellbar sind.

**[0090]** Neben der Anzahl der Lichtmodule der Beleuchtungseinrichtung können die Anzahl der Gruppen von strahlungsemitterenden Halbleiterbauele-

menten sowie die Anzahl der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente pro Gruppe auf einem Lichtmodul entsprechend der Anforderungen an die Beleuchtungseinrichtung gewählt werden und jeweils größer oder gleich 1 sein.

**[0091]** Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann jede der Gruppen eines Lichtmoduls einen eigenen Subträger auf dem Lichtmodul aufweisen, auf dem die strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente und die Sensoreinheit jeweils angeordnet sind. Der Träger **1**, die Lichtmodule und gegebenenfalls die Subträger können dabei als einzelne Bauteile oder auch als gemeinsames Bauteil beispielsweise durch einen Metall-Kunststoff-Formprozess herstellbar sein.

**[0092]** Die thermische Isolierung der Gruppen von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen auf einem Lichtmodul kann dabei mittels des Abstands der Gruppen zueinander und/oder durch eine wärme-regulierende Vorrichtung wie etwa einen thermischen Isolator oder eine Wärmesenke erfolgen wie in den folgenden Ausführungsbeispielen beschrieben ist.

**[0093]** Die in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigten Regelungsvorrichtungen **51**, **52** beziehungsweise die Sensoreinheiten **61**, **62** sind in den weiteren Ausführungsbeispielen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt, können aber auch in diesen vorhanden sein.

**[0094]** [Fig. 2A](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung, das einem Ausschnitt des in der [Fig. 1A](#) dargestellten Trägers **1** mit den jeweils ersten Zeilen **411**, **421** mit zumindest zwei Lichtmodulen **21**, **22** entspricht. Auf jedem der Lichtmodule **21**, **22** sind jeweils zwei strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente **311**, **312** beziehungsweise **321**, **322** angeordnet. Des Weiteren umfasst die Beleuchtungseinrichtung zusätzlich eine wärme-regulierende Vorrichtung, die auf dem Träger **1** angeordnet und als thermischer Isolator **71** ausgeführt ist. Dabei ist der thermische Isolator **71** als Steg zwischen den zwei Lichtmodulen **21**, **22** angeordnet und isoliert somit die zwei Lichtmodule **21**, **22** thermisch voneinander.

**[0095]** Der als Steg ausgeführte thermische Isolator **71** ist dabei in einer Vertiefung des Trägers angeordnet und weist einen thermisch schlecht leitenden Kunststoff wie im allgemeinen Teil ausgeführt auf. Dadurch wird der Trägerquerschnitt, über den eine Wärmeleitung zwischen den Lichtmodulen **21** und **22** stattfinden kann, verringert, wodurch der Wärmeaustausch zwischen den Lichtmodulen **21** und **22** erheblich vermindert werden kann. Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel kann der thermische Isolator **71** auch als Luftspalt im Träger **1** ausgeführt sein, beispielsweise in Form einer Öffnung im Träger **1**.

**[0096]** [Fig. 2B](#) zeigt wie [Fig. 2A](#) einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels eines ähnlich zur [Fig. 1A](#) dargestellten Trägers **1** mit den jeweils ersten Zeilen **411**, **421** mit zumindest zwei Lichtmodulen **21**, **22**. Dabei werden die zwei Lichtmodule **21**, **22** in einer alternativen Ausführung der wärme-regulierenden Vorrichtung über einen thermischen Isolator **71** in Form einer Verjüngung **72** des Trägers **1** thermisch isoliert. Dabei ist der Querschnitt des Trägers **1** im Bereich der Verjüngung **72** gegenüber dem Bereich, auf dem die Lichtmodule **21**, **22** angeordnet, reduziert. Durch diese Verjüngung **72** können die Lichtmodule **21**, **22** thermisch voneinander isoliert werden, indem die Querschnittsfläche des thermischen Pfads **73** zwischen den beiden Lichtmodulen **21**, **22** durch die Verjüngung **72** verkleinert und somit die thermische Beeinflussung der beiden Lichtmodule **21**, **22** aufgrund von Wärmeübertragung durch den Träger **1** weitgehend reduziert wird.

**[0097]** Alternativ zu den dargestellten Ausführungsbeispielen in den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) können die dort gezeigten Beleuchtungseinrichtungen jeweils eine Mehrzahl von Halbleiterbauelementen pro Zeile, eine Mehrzahl von Zeilen mit Halbleiterbauelementen und/oder eine Mehrzahl von Lichtmodulen aufweisen. Insbesondere können auch mehrere thermische Isolatoren **71** in Form von einer Mehrzahl von Stegen und/oder einer Mehrzahl von Verjüngungen im oder auf dem Träger **1** angeordnet beziehungsweise ausgebildet sein.

**[0098]** [Fig. 3A](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung in einer Schnittdarstellung mit einem Träger **1** mit den beispielsweise in [Fig. 1A](#) dargestellten jeweils zweiten Zeilen **412**, **422** mit zwei Lichtmodulen **21**, **22**. Dabei sind auf jedem Lichtmodul **21**, **22** rein beispielhaft jeweils zwei strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente **313**, **314** und **323**, **324** angeordnet.

**[0099]** Weiterhin weist die Beleuchtungseinrichtung eine wärme-regulierende Vorrichtung in Form einer Wärmesenke **8** auf dem Träger **1** auf. Dabei sind der Träger **1** und die Wärmesenke **8** einstückig ausgebildet, sodass der Träger **1** die Wärmesenke **8** umfasst. Dies ermöglicht eine direkte thermische Ankopplung der Lichtmodule **21**, **22** an die Wärmesenke **8**, die auf einer von den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandten Oberfläche des Trägers **1** angeordnet ist und somit eine effiziente Wärmeableitung auf die von den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandten Seite des Trägers **1** ermöglicht. Des Weiteren ist die Wärmesenke **8** ganzflächig auf der von den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandten Oberfläche des Trägers **1** angeordnet.

**[0100]** Eine solche Anordnung kann eine möglichst großflächige Ableitung der von den Halbleiterbauelementen der Lichtmodule **21**, **22** erzeugten Wärme an die Umgebung ermöglichen. Durch eine effiziente

Wärmeableitung von den Lichtmodulen **21** beziehungsweise **22** an die Umgebung kann eine Wärmeübertragung zwischen den Lichtmodulen **21**, **22** selbst effektiv reduziert werden. Weiterhin weist die Wärmesenke **8** Oberflächenstrukturen wie beispielsweise im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Welligkeit auf, die die Oberfläche des Trägers **1** vergrößert und somit eine verbesserte Wärmeableitung an die Umgebung ermöglichen.

**[0101]** Dies kann besonders dann zutreffen, wenn der Träger **1** als Metallblock, als metallische Leiterplatte, als Metallfolie oder als Metallschicht ausgeführt ist. Die im Ausführungsbeispiel gezeigte Wärmesenke **8** kann geeignet sein, die Wärme der auf dem Träger **1** angeordneten Lichtmodule **21**, **22** aufzunehmen und an die Umgebung des Trägers **1** abzuleiten und dabei den Träger **1** und die auf ihm angeordneten Lichtmodule **21**, **22** auf einer quasi-stationären Temperatur zu halten. Alternativ kann die Wärmesenke **8** auch einen Kühlkörper umfassen, der auf der den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandten Oberfläche des Trägers **1** angeordnet ist.

**[0102]** Gemäß der [Fig. 3B](#) ist die Wärmesenke **8** im Träger **1** angeordnet. Dabei weist der Träger **1** einen Metallkern **81** auf, der im Inneren des Trägers **1** angeordnet ist. Hierzu können beispielsweise ein Kupferblock oder alternativ Kupfer oder Aluminium in mehrlagigen Schichten im Träger **1** angeordnet sein. Wie die [Fig. 3B](#) zeigt, erstreckt sich die Wärmesenke **8** in horizontaler Richtung durch den Träger **1** hindurch. Im Falle eines Metallkerns **81** kann so eine erhöhte laterale Wärmeleitfähigkeit erreicht werden sowie eine effektive Wärmeleitung der von den Lichtmodulen **21**, **22** erzeugten Wärme auf die den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandte Oberfläche des Trägers **1**.

**[0103]** Weiterhin können die als Oberflächenstruktur ausgebildete Wärmesenke **8** der [Fig. 3A](#) und die als Metallkern **81** ausgebildete Wärmesenke **8** der [Fig. 3B](#) kombiniert werden.

**[0104]** [Fig. 3C](#) zeigt in einem weiteren Ausführungsbeispiel Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922**, die im Träger **1** angeordnet sind und sich durch den Träger **1** hindurch erstrecken. Dabei können die Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** als Durchkontaktierungen oder bevorzugt als so genannte thermale Vias ausgeführt sein und damit als Teil einer Wärmesenke **8** ausgebildet sein. Diese thermalen Vias können aus Kupfer ausgeformt sein und damit die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer als Wärmeableitung nutzen und somit den Wärmetransport senkrecht zum Träger **1** durch diesen hindurch verbessern.

**[0105]** Wie hier dargestellt, sind die als Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922**, die die thermalen Vias umfassen, in direktem Kontakt zu den Lichtmodulen **21**, **22** an-

geordnet, um die dort entstehende Wärme direkt auf die von den Lichtmodulen **21**, **22** abgewandte Seite des Trägers **1** abzuleiten. Die Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** können dabei bevorzugt regelmäßig in einer Anordnung, wie beispielsweise einem Raster im Träger **1** angeordnet sein.

**[0106]** Im Falle einer mehrlagigen schichtartigen Anordnung von Kupfer im Träger **1** sind neben den hier dargestellten Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922**, die sich vollständig durch den Träger **1** hindurch erstrecken, auch Durchkontaktierungen möglich, die nur jeweils eine Kupferlage durchziehen. Solche als „blind via“ bezeichnete Durchkontaktierungen können beispielsweise in direktem Kontakt mit einem der Lichtmodule **21**, **22** stehen, eine Kupferlage wie beispielsweise den bereits in der [Fig. 3B](#) dargestellten Metallkern durchziehen und dann blind auf einer sich an die Kupferlage anschließenden isolierenden Schicht enden. Alternativ sind auch Durchkontaktierungen denkbar, die jeweils zwei Kupferlagen miteinander verbinden und sich dabei durch eine jeweils an die Kupferlagen angrenzende isolierende Schicht erstrecken (buried via). Weiterhin können die Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** mit einem thermisch leitfähigen Material gefüllt sein.

**[0107]** Zusätzlich weist die Wärmesenke **8** einen Kühlkörpers **82** auf der von der Mehrzahl der Lichtmodule **21**, **22** abgewandten Oberfläche des Trägers **1** auf, wobei ein direkter Kontakt zwischen den in Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** des Trägers **1** angeordneten Durchkontaktierungen und dem Kühlkörper **82** hergestellt wird.

**[0108]** [Fig. 3D](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung mit rein beispielhaft gezeigten zwei Lichtmodulen **21**, **22** und jeweils zwei strahlungsemittierende Halbleiterbauelementen **313**, **314** und **323**, **324** auf den Lichtmodulen **21**, **22**. Dabei sind in den Lichtmodulen **21**, **22** jeweils Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** angeordnet, die sich durch die Lichtmodule **21**, **22** hindurch auf eine von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** abgewandte Oberfläche **20** der Lichtmodule **21**, **22** erstrecken. In den Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** sind jeweils als Teil einer Wärmesenke **8** thermale Vias angeordnet, die die von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** erzeugte Wärme auf eine von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** abgewandte Oberfläche **20** der Lichtmodule **21**, **22** ableitet. Auf der von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** abgewandten Oberfläche **20** der Lichtmodule **21**, **22** ist ein Träger **1** angeordnet, der gleichzeitig als weiterer Teil der Wärmesenke **8** in Form eines Kühlkörpers **82** ausgeführt ist, wobei die Lichtmodule **21**, **22** jeweils ganzflächig auf dem als Kühlkörper **82** ausgeführten Träger **1** angeordnet sind,

sodass eine möglichst großflächige Wärmeableitung erfolgen kann. Wie die [Fig. 3D](#) zeigt, sind die in den Öffnungen **911**, **912**, **921**, **922** angeordneten thermalen Vias und der Kühlkörper **82** als Träger **1** einstückig ausgebildet.

**[0109]** Die in den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 3D](#) gezeigten wärmereregulierenden Vorrichtungen können auch miteinander kombiniert werden.

**[0110]** [Fig. 4A](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung mit thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103**, die eines oder eine Kombination der im allgemeinen Teil genannten Materialien zur thermischen Isolation aufweisen. Die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** sind im Querschnitt als I- bzw. U-Profile zur Halterung und zur thermischen Isolierung von zumindest zwei Trägern **1**, im dargestellten Ausführungsbeispiel in Form von rein beispielhaft gezeigten zwei Trägersegmenten **11**, **12** mit jeweils einem Lichtmodul **21**, **22** ausgeführt.

**[0111]** Die verwendeten I- bzw. U-Profile haben jeweils zwei Grundflächen **104**, die eine bevorzugte Länge von 10 mm aufweisen, und Innenflächen **105**, die bevorzugt eine Breite von 2 mm aufweisen, was bedeuten kann, dass 2 mm des Trägers **1**, also der Trägersegmente **11**, **12** in das I- bzw. U-Profil hineinragen..

**[0112]** Eine solche Anordnung des Trägersegments **11** mit dem Lichtmodul **21** und des Trägersegments **12** mit dem Lichtmodul **22** zwischen thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103** ermöglicht die thermische Entkopplung der Lichtmodule **21**, **22** und der auf den Lichtmodulen **21**, **22** angeordneten strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** durch die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103**. Daher können die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** die thermischen Entkopplung der Lichtmodule **21**, **22** voneinander ermöglichen und können daher ein weiteres Beispiel für eine wärmereregulierende Vorrichtung, beziehungsweise für einen thermischen Isolator **71** darstellen.

**[0113]** Eine solche Anordnung der Lichtmodule **21**, **22** zwischen thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103** kann zusätzlich ermöglichen, dass die zwei Lichtmodule **21**, **22** mit einem Abstand von 5 mm bis 50 mm und bevorzugt mit einem Abstand von 20 mm bis 30 mm angeordnet sind.

**[0114]** Zusätzlich zur thermischen Entkopplung durch die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** ist auf den von den strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen **313**, **314**, **323**, **324** abgewandten Oberflächen des Trägers **1** und der Lichtmodule **21**, **22** jeweils ein als Wärmesenke **8** ausgeführter Kühlkörper **82** angeordnet.

**[0115]** [Fig. 4B](#) zeigt das Ausführungsbeispiel der [Fig. 4A](#) in einer Aufsicht mit den rein beispielhaft gezeigten zwei Lichtmodulen **21**, **22**, die jeweils zwei in einer Zeile angeordnete strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente **313**, **314**, **323**, **324** aufweisen. Dabei sind die Lichtmodule **21**, **22** jeweils auf einem Trägersegment **11**, **12** angeordnet, die zwischen thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103** angeordnet sind. Dabei wird die Grenzlinie **10**, bis zu der die Trägersegmente **11**, **12** in die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** hineinragen und somit an die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** angrenzen, durch die gestrichelt angedeutete Linie markiert.

**[0116]** Dabei sind die beiden Trägersegmente **11**, **12** mit den Lichtmodulen **21**, **22** in einem als isolierenden Rahmen ausgeführten thermisch isolierenden Halter mit den drei thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** angeordnet. Dabei bilden die drei thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** eine Einheit mit Öffnungen, in denen die Trägersegmente **11**, **12** mit den Lichtmodulen **21**, **22** angeordnet sind und umschließen somit die Lichtmodule **21**, **22**. Die mit dem Bezugszeichen **9** versehene Linie markiert die Schnittebene der Schnittdarstellung der [Fig. 4A](#).

**[0117]** Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel können die thermisch isolierenden Halter **101**, **102** und **103** auch als separate, von einander getrennte Bauteile ausgeführt sein.

**[0118]** [Fig. 4C](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung mit thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103**, die hinsichtlich ihrer Geometrie wie im vorherigen Ausführungsbeispiel ausgeführt sind. Im hier gezeigten Ausführungsbeispiel sind die thermisch isolierenden Halter **101**, **102**, **103** als Teile eines Trägers **1** ausgebildet, auf dem rein beispielhaft zwei Lichtmodule **21**, **22** angeordnet sind. Insbesondere sind wie bereits im allgemeinen Teil beschrieben der Träger **1** als thermisch isolierender Halter und die Lichtmodule **21**, **22** als Leiterplatten ausgeführt. Auf der von den strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen **21**, **22** abgewandten Oberfläche **20** der Lichtmodule **21**, **22** ist jeweils eine als Kühlkörper **82** ausgebildete Wärmesenke **8** mit einer Rippenstruktur zur Wärmeableitung angeordnet.

**[0119]** [Fig. 4D](#) zeigt das Ausführungsbeispiel der [Fig. 4C](#) in einer Aufsicht mit den zwei Lichtmodulen **21**, **22**, die jeweils zwei in einer Zeile angeordnete strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente **313**, **314**, **323**, **324** aufweisen. Wie in [Fig. 4D](#) dargestellt ist, ist der Träger als Rahmen mit den Haltern **101**, **102** und **103** ausgebildet. Dabei sind die Lichtmodule **21**, **22** jeweils zwischen den thermisch isolierenden Haltern **101**, **102**, **103** angeordnet. Die weiteren Bezugszeichen bezeichnen Merkmale, die bereits in Verbindung mit [Fig. 4B](#) beschrieben sind.

[0120] Weiterhin kann eine Beleuchtungseinrichtung auch eine Kombination der Merkmale der in den [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) gezeigten Ausführungsbeispiele aufweisen. Die Lichtmodule **21**, **22** können insbesondere als Leiterplatten (PCB), beispielsweise aus FR4, als Metallkernplatinen (MCPCB) oder als Flexboards oder als Kombination daraus ausgeführt sein und Leiterbahnen, beispielsweise aus Kupfer mit einer Dicke von etwa 35 µm, aufweisen, über die die strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente in Form von LEDs in Packages oder in Form von einzelnen LEDs elektrisch angeschlossen sind.

[0121] [Fig. 5A](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungseinrichtung in einer dreidimensionalen Aufsicht mit einer Mehrzahl von Lichtmodulen **21**, **22**, **23**, die jeweils über einen thermisch isolierenden Träger **1** miteinander verbunden sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Träger **1** als thermisch isolierender Halter mit einem umlaufenden I-Profil ausgeführt. Rein exemplarisch sind nur auf dem Lichtmodul **21** vier strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314** in zwei Zeilen mit jeweils zwei Halbleiterbauelementen **311**, **312** beziehungsweise **313**, **314**, also zwei Spalten, angeordnet, es sind aber ebenso mehr oder weniger als vier strahlungsemittierende Halbleiterbauelemente in mehr oder weniger als zwei Spalten oder Zeilen denkbar. Zur Vereinfachung sind auf den Lichtmodulen **22**, **23** keine strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente eingezeichnet.

[0122] Dabei ist der Träger **1** als polygonales I-Profil mit einem thermisch isolierenden Material ausgeführt, der zwischen den Lichtmodulen **21**, **22**, **23** angeordnet ist und jeweils zwei der Mehrzahl der Lichtmodule wie beispielsweise die Lichtmodule **21** und **22** und die Lichtmodule **21** und **23** thermisch voneinander entkoppelt. An die Lichtmodule **22** und **23** kann sich ein weiterer Träger mit weiteren Lichtmodulen zur thermischen Entkopplung anschließen. An die übrigen Seiten des Trägers **1** können sich ebenfalls weitere Lichtmodule anschließen.

[0123] [Fig. 5B](#) zeigt das Ausführungsbeispiel der [Fig. 5A](#) in einer dreidimensionalen Seitenansicht mit dem als I-Profil ausgeführten Träger **1**. Angrenzend an das I-Profil des Trägers **1** sind jeweils die Lichtmodule **21**, **22**, **23** angeordnet, die zusätzlich zur thermischen Entkopplung durch den Träger **1** eine als Kühlkörper **82** ausgeführte Wärmesenke zur Wärmeableitung aufweisen. Dabei sind jeweils ein Lichtmodul **21**, **22**, **23** und mit einem Kühlkörper **82** einstückig ausgeführt. Dadurch, dass das jeweilige Lichtmodul **21**, **22**, **23** jeweils einen Kühlkörper **82** umfasst, ist eine direkte Wärmeableitung der von den exemplarisch nur auf dem Lichtmodul **21** dargestellten strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313**, **314** erzeugten Wärme auf eine von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **311**, **312**, **313**,

**314** abgewandte Oberfläche möglich.

[0124] [Fig. 5C](#) zeigt einen Ausschnitt des Ausführungsbeispiels der [Fig. 5A](#) in einer dreidimensionalen Ansicht der Rückseite des Lichtmoduls **21**, die der von den strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **311**, **312**, **313**, **314** abgewandten Oberfläche **20** des Lichtmoduls **21** entspricht. Der in der [Fig. 5C](#) gezeigte Ausschnitt zeigt das Lichtmodul **21**, das vom Träger **1** umgeben wird und sich durch den Träger **1** hindurch erstreckt.

[0125] Der Kühlkörper **82** weist Oberflächenstrukturen auf, um die von den auf dem Lichtmodul **21** angeordneten strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen **311**, **312**, **313**, **314** erzeugte Wärme über die Strukturen an ein umgebendes oder zirkulierendes Medium wie beispielsweise Luft abzugeben.

[0126] [Fig. 5D](#) zeigt dementsprechend eine Rückansicht der Darstellung gemäß [Fig. 5A](#).

[0127] In [Fig. 6](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Beleuchtungseinrichtung gezeigt, die eine Vielzahl von Lichtmodulen aufweist, von denen der Übersichtlichkeit halber nur drei Lichtmodule **21**, **22**, **23** mit Bezugszeichen versehen sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Lichtmodule auf einem gemäß der [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4D](#) und [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) beschriebenen Träger **1** angeordnet und mittels diesem thermisch isoliert. Der Träger **1** ist dabei der Übersichtlichkeit halber nur als Randlinien der Lichtmodule angedeutet und bildet gemäß den vorangehenden Beschreibungen einen Rahmen mit Trägersegmenten, auf dem die Lichtmodule angeordnet sind. Alternativ dazu kann die Anordnung der Lichtmodule auf einem Träger oder Trägersegmenten gemäß einem der weiteren vorherigen Ausführungsbeispiele oder einer Kombination davon ausgeführt sein.

[0128] Jedes der Lichtmodule weist eine Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen mit jeweils vier Halbleiterbauelementen in drei Zeilen auf, von denen der Übersichtlichkeit halber nur die Zeilen **411**, **412** und **413** der Lichtmoduls **21** und die Halbleiterbauelemente **311**, **312**, **313** und **314** der Zeile **411** mit Bezugszeichen versehen sind. Die Lichtmodule weisen beispielsweise einen sichtbaren, das heißt nicht vom Träger **1** überdeckten, Bereich von 95,5 mm Länge und 64,25 mm Breite auf, auf dem die 12 als LEDs ausgeführten strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente mit einem Zeilenabstand von etwa 23,88 mm und einem Spaltenabstand von etwa 25,48 mm angeordnet sind. Die Lichtmodule sind dabei als Leiterplatten ausgeführt.

[0129] Auf den Lichtmodulen können weiterhin auch Sensoreinheiten und Regelungsvorrichtungen wie in Verbindung mit den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) beschrieben angeordnet sein.

**[0130]** Die Beleuchtungseinrichtung weist eine matrixartige Anordnung der Lichtmodule in acht Zeilen und zehn Spalten auf und ist besonders geeignet als Hinterleuchtungsvorrichtung, beispielsweise für Bildschirme, geeignet. Durch den modularen Aufbau und das jeweils für die einzelnen Lichtmodule individuelle Thermomanagement ist eine Skalierung zu größeren oder kleineren Beleuchtungseinrichtungen leicht möglich. Alternativ zu der gezeigten Ausführung mit rechteckigen Leuchtmodulen können diese beispielsweise auch hexagonal oder quadratisch ausgeführt sein.

**[0131]** Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn diese Merkmale oder diese Kombination von Merkmalen selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben 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 2007/076819 A1 [\[0002\]](#)
- EP 0905797 A2 [\[0080\]](#)
- WO 02/13281 A1 [\[0080\]](#)

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Schnitzer et al., Applied Physical Letters 63 (16), 18. Oktober 1993, Seiten 2174 bis 2176 [\[0080\]](#)

**Patentansprüche**

1. Beleuchtungseinrichtung, umfassend

- einen Träger (1) und
- eine Mehrzahl von Lichtmodulen (21, 22) auf dem Träger (1), wobei
- auf jedem der Lichtmodule (21, 22) jeweils eine Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) in mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422) angeordnet ist, wobei
- jede der mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422) zumindest zwei der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) umfasst,
- jedem der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22) eine Regelungsvorrichtung (51, 52) zugeordnet ist zur Regelung der Helligkeit des jeweiligen Lichtmoduls (21, 22) und
- jedem der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22) eine Sensoreinheit (61, 62) zugeordnet ist zur Ermittlung von zumindest einem Messwert, umfassend die Helligkeit der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) des jeweiligen Lichtmoduls (21, 22).

2. Beleuchtungseinrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

- die Sensoreinheit (61, 62) jedes Lichtmoduls (21, 22) zwischen zwei Zeilen (411, 412, 421, 422) der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) angeordnet ist.

3. Beleuchtungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend

- eine wärmeregulierende Vorrichtung zur Wärmeregulation der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) eines jeden der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22, 23).

4. Beleuchtungseinrichtung, umfassend

- einen Träger (1),
- eine Mehrzahl von Lichtmodulen (21, 22, 23) auf dem Träger (1), wobei auf jedem der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22, 23) jeweils eine Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) angeordnet ist, und
- eine wärmeregulierende Vorrichtung zur Wärmeregulation der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) des jeweiligen Lichtmoduls (21, 22, 23).

5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 4, wobei

- auf jedem der Lichtmodule (21, 22, 23) jeweils eine Mehrzahl von strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324)

in mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422) angeordnet sind, wobei

- jede der mehreren Zeilen (411, 412, 421, 422) zumindest zwei der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) umfasst.

6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei

- die wärmeregulierende Vorrichtung einen thermischen Isolator (71) umfasst, der zumindest zwei der Mehrzahl der Lichtmodule (21, 22, 23) thermisch voneinander isoliert.

7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, wobei

- der thermische Isolator eine Ausdünnung, einen Einschnitt, eine Einbuchtung, eine Einkerbung oder eine Verjüngung des Trägers (1) zwischen zumindest zwei Lichtmodulen (21, 22, 23) aufweist.

8. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei

- die wärmeregulierende Vorrichtung eine Wärmesenke (8) umfasst, die auf einer von der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente (311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324) abgewandten Oberfläche der Lichtmodule (21, 22, 23) oder des Trägers (1) angeordnet ist.

9. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 8, wobei

- die Wärmesenke (8) einen Kühlkörper umfasst.

10. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei

- die Wärmesenke (8) und zumindest ein Lichtmodul (21, 22, 23) oder die Wärmesenke (8) und der Träger (1) einstückig ausgeführt sind.

11. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei

- die Wärmesenke (8) vertieft im Träger (1) oder in zumindest einem der Lichtmodule (21, 22, 23) angeordnet ist.

12. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 11, wobei

- sich die Wärmesenke (8) durch den Träger (1) oder durch zumindest ein Lichtmodul (21, 22, 23) hindurch erstreckt.

13. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei

- der Träger (1) oder zumindest ein Lichtmodul (21, 22, 23) Öffnungen (911, 912, 921, 922) aufweist, wobei
- in den Öffnungen die Wärmesenke (8) angeordnet ist.

14. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei

- der Träger **(1)** in eine Mehrzahl von Segmenten **(11, 12)** unterteilt ist, wobei
- jedes der Mehrzahl der Lichtmodule **(21, 22, 23)** auf jeweils einem der Mehrzahl der Segmente **(11, 12)** des Trägers **(1)** angeordnet ist, und
- jedes der Mehrzahl der Lichtmodule **(21, 22, 23)** auf der von der Mehrzahl der strahlungsemittierenden Halbleiterbauelemente **(311, 312, 313, 314, 321, 322, 323, 324)** abgewandten Seite des Trägers **(1)** die Wärmesenke **(8)** aufweist.

15. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 14, wobei

- zumindest ein Segment **(11, 12)** des Trägers **(1)** oder zumindest ein Lichtmodul **(21, 22, 23)** zwischen thermisch isolierenden Haltern **(101, 102, 103)** angeordnet ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG 1A

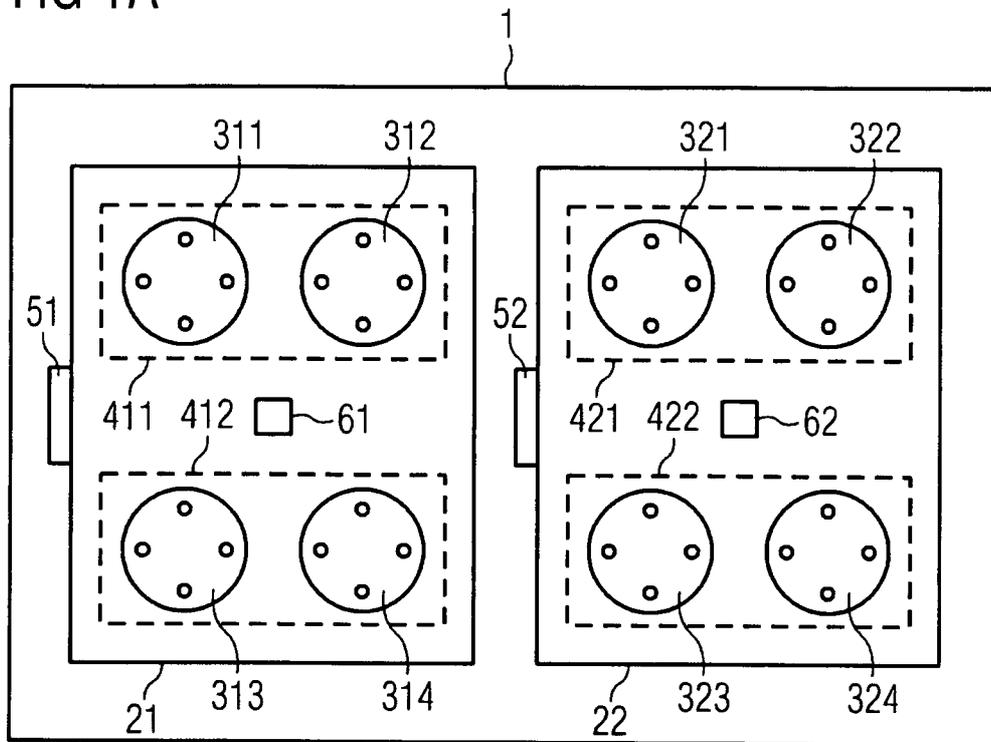


FIG 1B

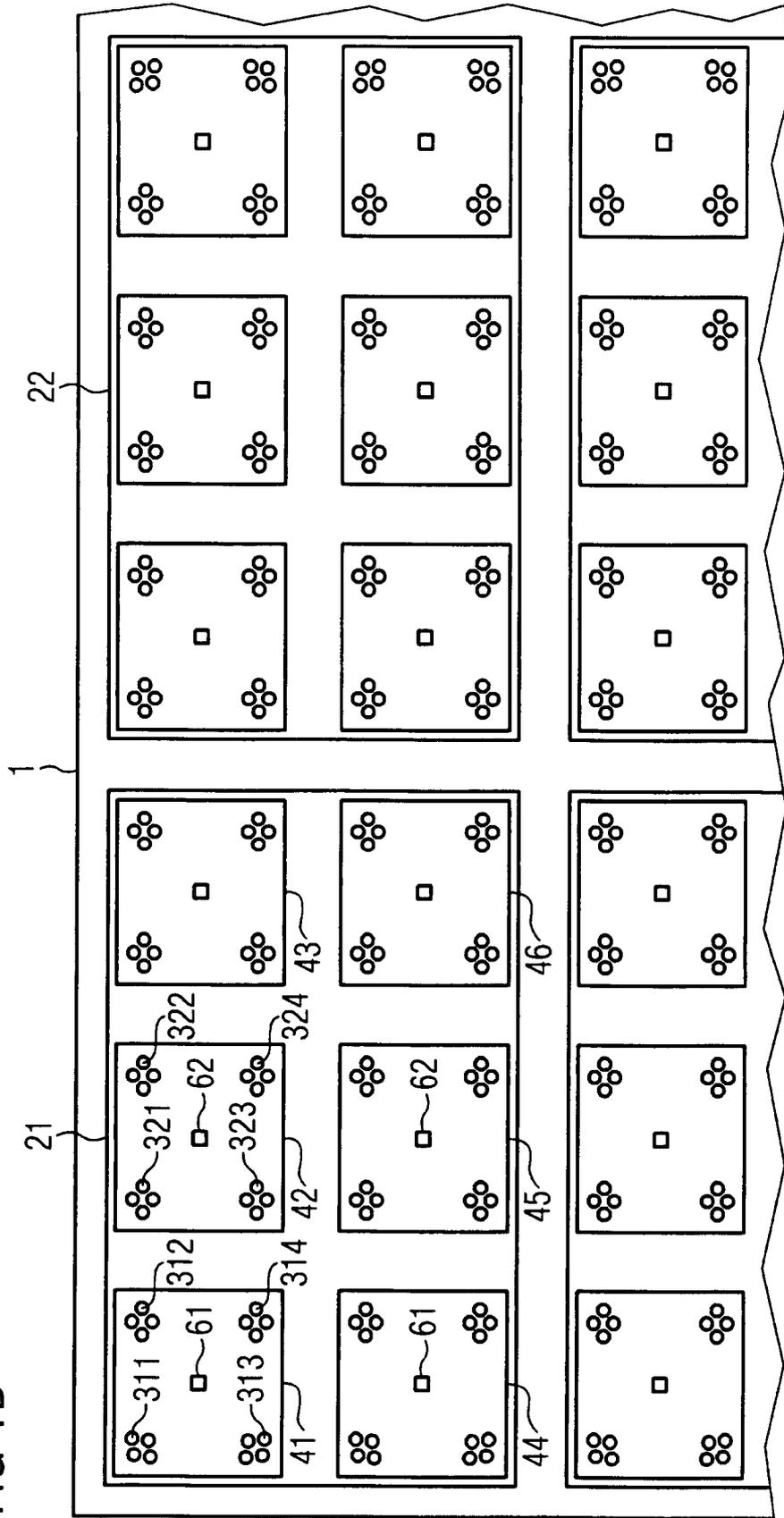


FIG 2A

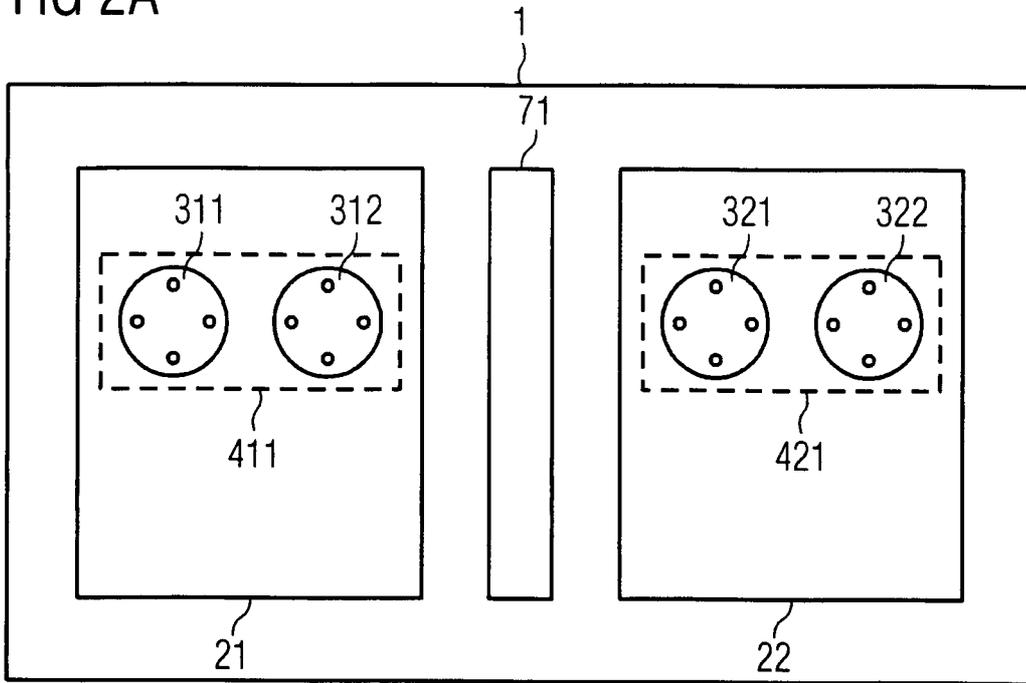


FIG 2B

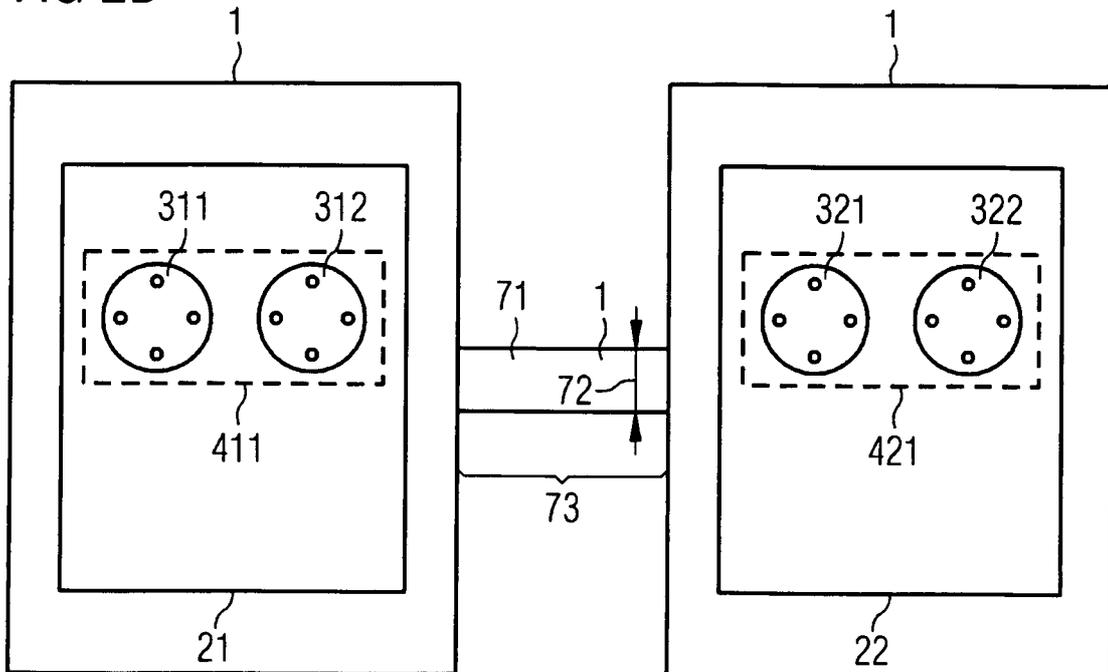


FIG 3A

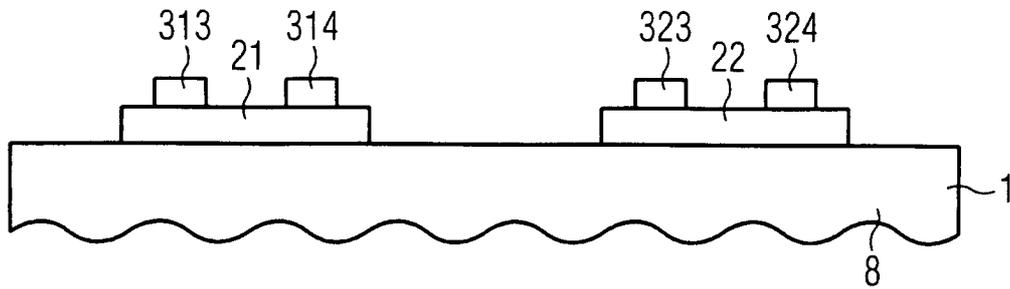


FIG 3B

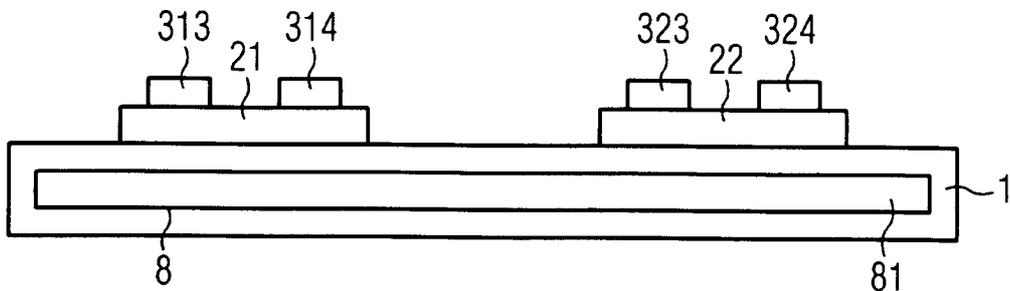


FIG 3C

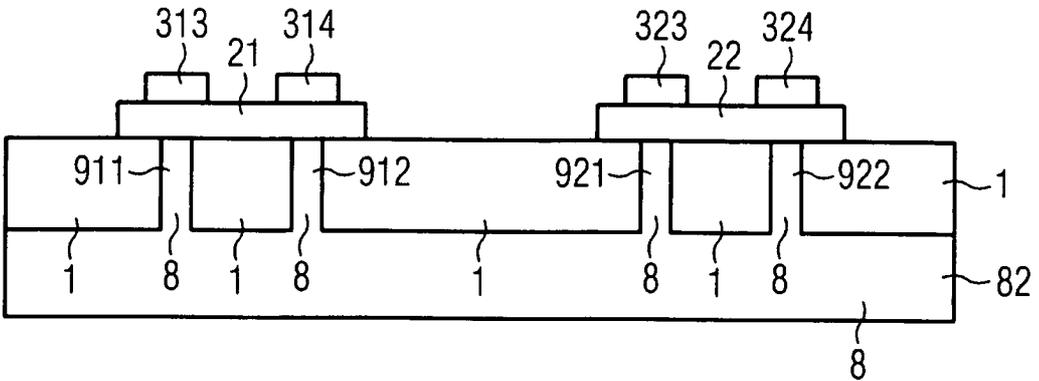


FIG 3D

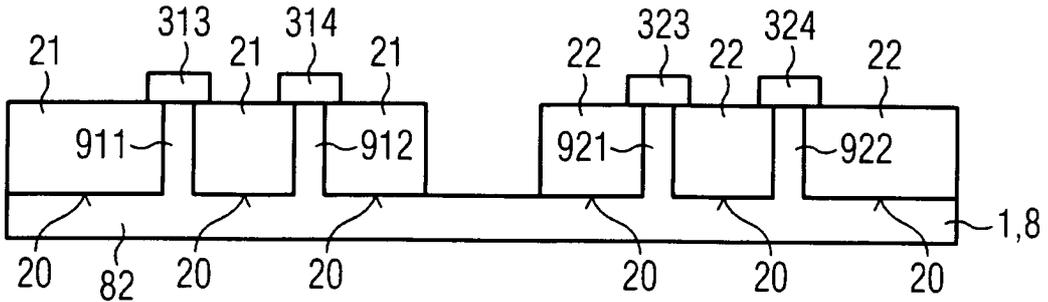


FIG 4A

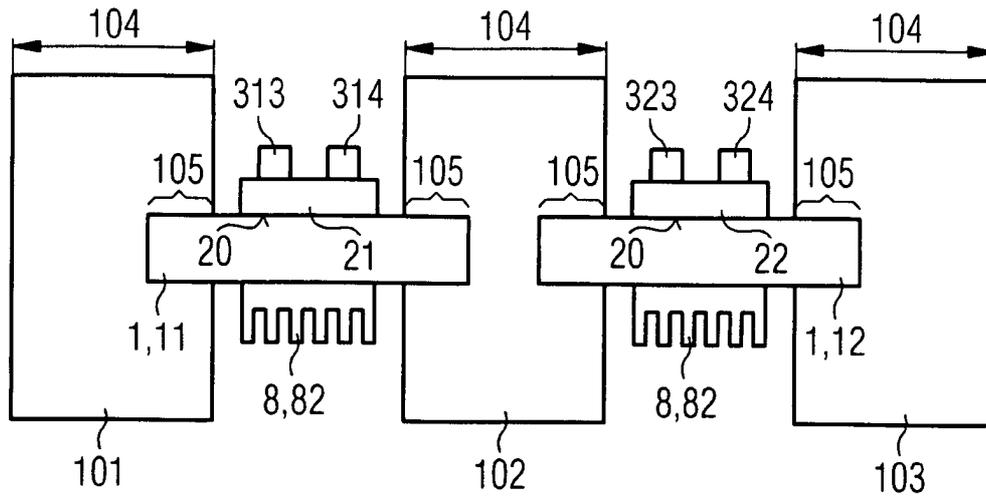


FIG 4B

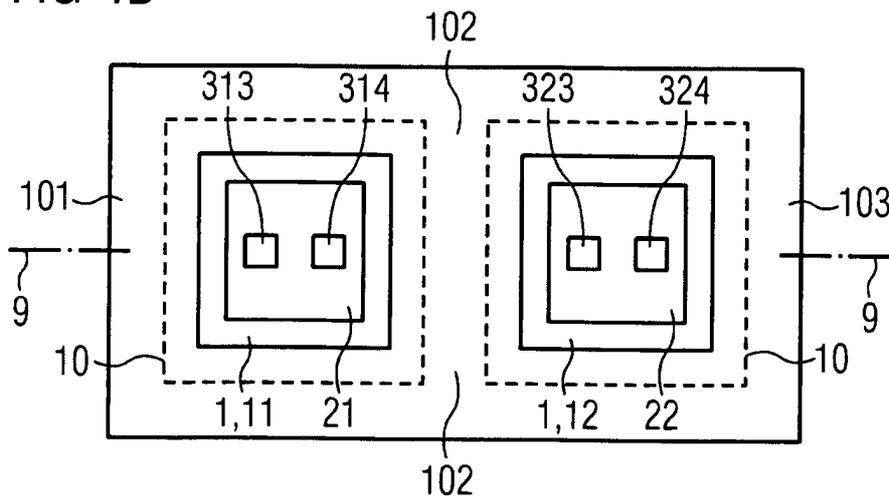


FIG 4C

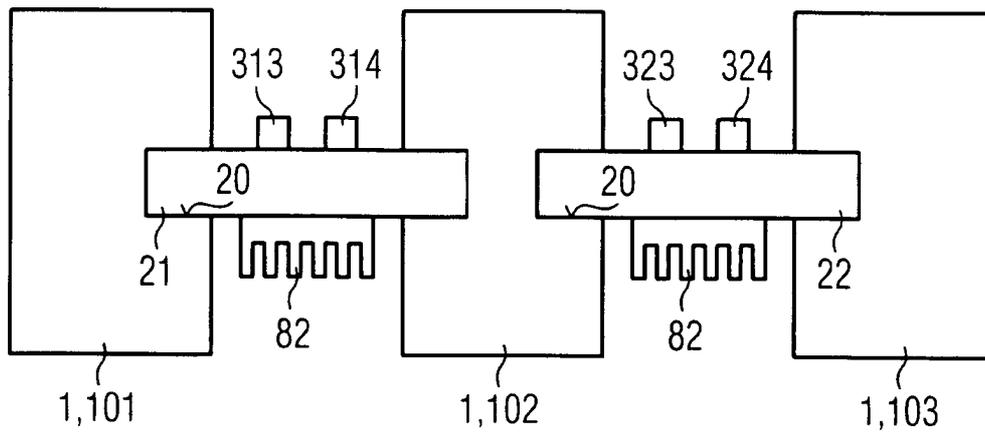


FIG 4D

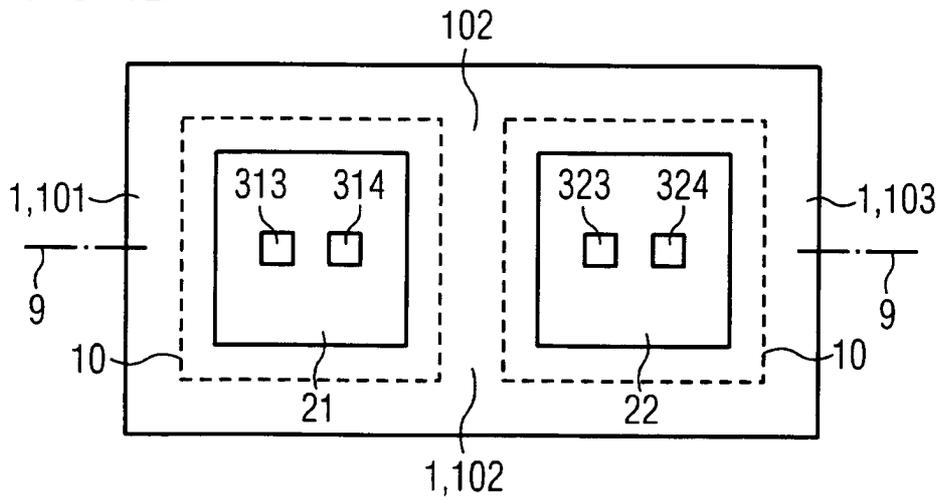


FIG 5A

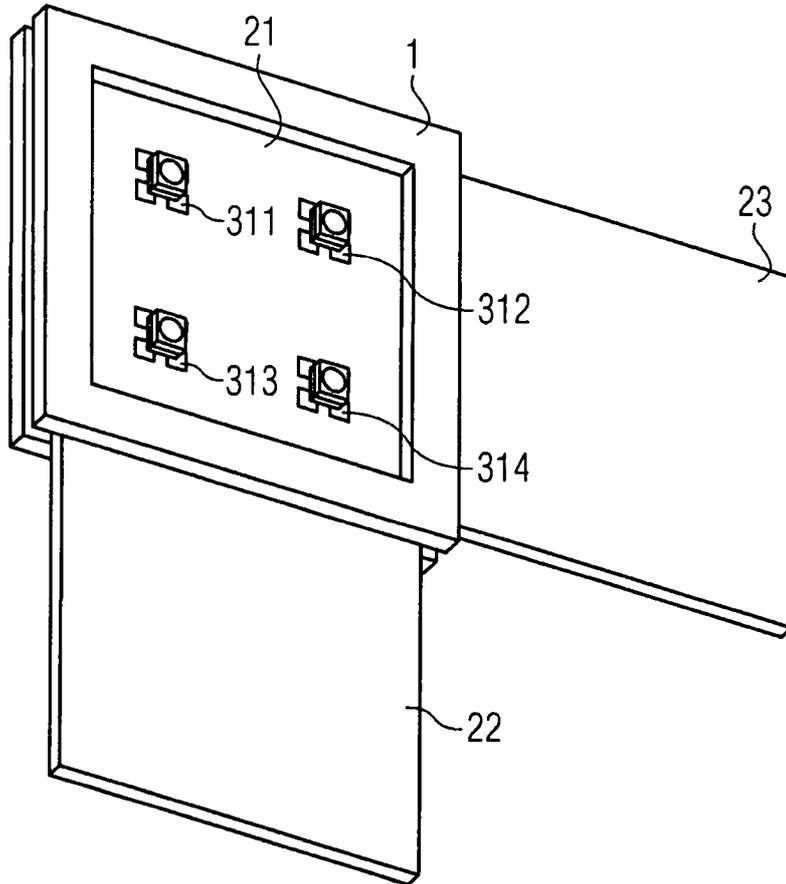


FIG 5B

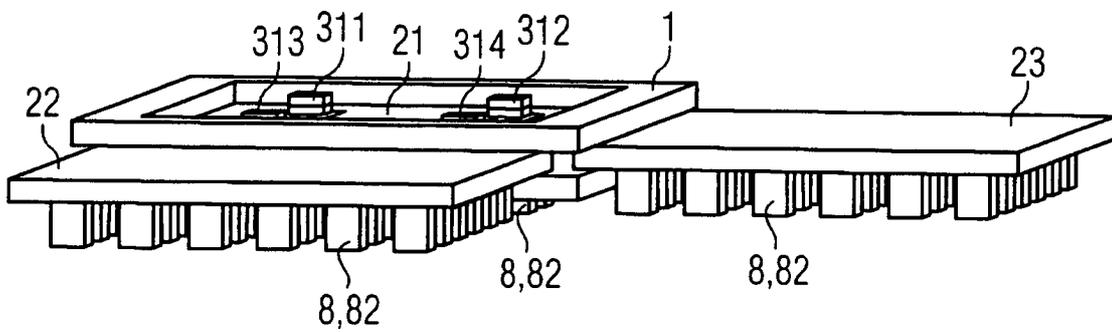


FIG 5C

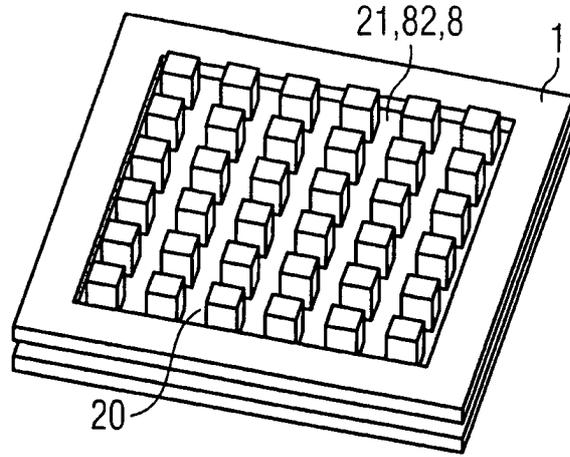


FIG 5D

