



(10) **DE 11 2011 103 147 T5** 2013.07.25

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/040084**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 103 147.5**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2011/052102**  
(86) PCT-Anmeldetag: **19.09.2011**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.03.2012**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **25.07.2013**

(51) Int Cl.: **H01L 25/075** (2013.01)  
**H01L 33/62** (2013.01)

(30) Unionspriorität:

<b>61/384,623</b>	<b>20.09.2010</b>	<b>US</b>
<b>61/390,963</b>	<b>07.10.2010</b>	<b>US</b>
<b>13/017,502</b>	<b>31.01.2011</b>	<b>US</b>
<b>13/017,407</b>	<b>31.01.2011</b>	<b>US</b>

(71) Anmelder:

**Cree, Inc., Durham, N.C., US**

(74) Vertreter:

**isarpatent GbR Patent- und Rechtsanwälte,  
80801, München, DE**

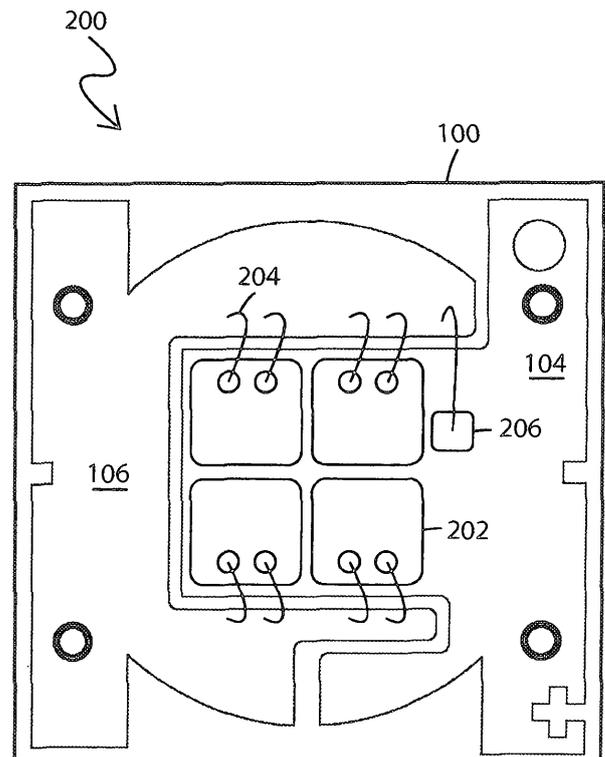
(72) Erfinder:

**Andrews, Peter S., Durham, N.C., US; Emerson,  
David T., Chapel Hill, N.C., US; Laughner, Michael  
P., Cary, N.C., US; Britt, Jeffrey C., Cary, N.C., US;  
Rosado, Raymond, Apex, N.C., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Multi-Chip-LED-Vorrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Multi-Chip-LED-Vorrichtung (200, 300) werden beschrieben. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bieten Multi-Chip-LED-Vorrichtungen (200, 300) mit relativ hoher Effizienz und guter Farbwiedergabe. Die LED-Vorrichtung (200, 300) enthält eine Mehrzahl von verbundenen LED-Chips (202, 302) und ein optisches Element, wie z. B. eine Linse. Das optische Element kann aus Silicon geformt sein. Die LED-Chips (202, 302) können parallel verbunden sein. Bei manchen Ausführungsformen beinhaltet die LED-Vorrichtung (200, 300) einen Unterbau (100), welcher aus einem keramischen Material, wie z. B. Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, hergestellt sein kann. Bonddrähte (204, 304, 305) können mit den LED-Chips (202, 302) derart verbunden sein, dass sich alle Bonddrähte zu der Außenseite einer Gruppe von LED-Chips erstrecken. Verschiedene Größen und Typen von LED-Chips können verwendet werden, einschließlich vertikaler LED-Chips und Seitenansicht-LED-Chips.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Beleuchtungssysteme mit lichtemittierenden Dioden (LED) werden immer vorherrschender als Ersatz für existierende Beleuchtungssysteme. LEDs sind ein Beispiel von Festkörperbeleuchtung (SSL) und haben Vorteile gegenüber traditionellen Beleuchtungslösungen, wie z. B. Glühbeleuchtung und Fluoreszenzbeleuchtung, weil sie weniger Energie verbrauchen, beständiger sind, länger arbeiten, in Mehrfarbanordnungen kombiniert werden können, welche derart gesteuert werden können, dass sie virtuell jegliches Farblicht liefern, und kein Blei oder Quecksilber enthalten. In vielen Anwendungen werden ein oder mehrere LED-Chips (oder Substrate) innerhalb einer LED-Verpackung oder auf einem LED-Modul angebracht, und solch eine Vorrichtung kann einen Teil einer Beleuchtungseinheit, Lampe, "Lichtbirne" oder einfacher einer "Birne" bilden, welche ein oder mehrere Spannungsversorgungen zur Stromversorgung der LEDs aufweist. Eine LED-Birne kann mit einem Formfaktor hergestellt werden, welcher ermöglicht, dass sie eine standardmäßige, mit einem Gewinde versehene Glühbirne oder jegliche von verschiedenen Typen fluoreszierende Leuchten ersetzt.

**[0002]** Farbreproduktion kann eine wichtige Charakteristik von jeglichem Typ künstlicher Beleuchtung, einschließlich LED-Beleuchtung, sein. Farbreproduktion wird typischerweise gemessen unter Verwendung des Farbwiedergabeindex (CRI). Der CRI ist eine relative Größe, wie sich die Farbwiedergabe eines Beleuchtungssystems mit der eines theoretischen Schwarzkörperstrahlers vergleicht. Parktisch ausgedrückt, ist der CRI eine relative Größe der Verschiebung in der Oberflächenfarbe eines Objekts, wenn es von einer bestimmten Lampe beleuchtet wird. Der CRI gleicht 100, falls die Farbkoordinaten eines Satzes von Testoberflächen, welche von der Lampe beleuchtet werden, dieselben sind wie die Koordinaten derselben Testoberflächen, welche von dem theoretischen Schwarzkörperstrahler beleuchtet werden. Tageslicht hat den höchsten CRI (100), wobei Glühbirnen relativ nahe beieinanderliegen (etwa 95) und Fluoreszenz-Beleuchtung weniger genau ist (70–85). Bei Multi-Chip-LED-Vorrichtungen wird die Farbe des Lichtes von der Vorrichtung durch die Farbe des von jedem Chip in der Vorrichtung emittierten Lichts beeinflusst. Chips müssen geeignet gemischt werden, um die erwünschten Farbparameter für eine Vorrichtung, einschließlich des CRI, aufrechtzuerhalten.

## Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung schaffen Multi-Chip-LED-Vorrichtungen mit relativ hoher Effizienz und guter Farbwiedergabe zur Benutzung in Beleuchtungssystemen. Bei manchen

Ausführungsformen umfasst eine LED-Vorrichtung eine Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und ein optisches Element, welches derart angeordnet ist, dass es Licht von den LED-Chips beeinflusst. Bei manchen Ausführungsformen ist das optische Element weniger als 5 mm im Durchmesser, während ein Abstand zwischen einem beliebigen der LED-Chips und einem Rand des optischen Elements derart aufrechterhalten wird, dass der Abstand etwa 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite der Mehrzahl der LED-Chips beträgt. Bei manchen Ausführungsformen ist die Linse weniger als 4 mm im Durchmesser. Bei manchen Ausführungsformen ist der Abstand etwa 0,3 bis 0,65 mal der Maximalbreite der Mehrzahl von LED-Chips. Bei manchen Ausführungsformen sind zumindest einige der LED-Chips parallel verbunden.

**[0004]** Bei manchen Ausführungsformen ist das optische Element, welches eine Linse sein kann, etwa 3,1 mm im Durchmesser. Bei manchen Ausführungsformen ist das optische Element eine geformte Siliconlinse, und ein Unterbau für die Vorrichtung ist ein keramisches Material, wie z. B. Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid. Bei manchen Ausführungsformen ist die Mehrzahl von LED-Chips derart ausgewählt, dass sie den CRI der LED-Vorrichtung maximieren. Bei manchen Ausführungsformen emittiert die LED-Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie versorgt werden, Licht mit einer Effizienz von zumindest 80 lm/W, und der CRI beträgt zumindest 80. Bei manchen Ausführungsformen emittiert die LED-Vorrichtung Licht mit einer Effizienz von zumindest etwa 89 lm/W, und der CRI ist zumindest 82.

**[0005]** Bei manchen Ausführungsformen ist eine Mehrzahl von Bonddrähten mit den LED-Chips verbunden, wobei jeder Bonddraht zwischen einem LED-Chip und dem Unterbau angeschlossen ist und die Mehrzahl von Bonddrähten derart angeordnet ist, dass alle Bonddrähte sich zur Außenseite der Mehrzahl von LED-Chips erstrecken. Bei manchen Ausführungsformen sind zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips vertikale LED-Chips. Bei manchen Ausführungsformen sind zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips Seitenansicht-LED-Chips (Side-view Chip).

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0006]** [Fig. 1](#) ist eine obere Draufsicht eines LED-Unterbaus gemäß beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0007]** [Fig. 2](#) ist eine obere Draufsicht einer Multi-Chip-LED-Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. In diesem Fall ist jede LED über die untere Montageoberfläche des Chips und einem Bonddraht auf der Oberseite des Chips angeschlossen. Die Vorrichtung von [Fig. 2](#) verwendet den Un-

terbau von [Fig. 1](#), und die Linse und ihre Verzerrung sind aus Klarheitsgründen weggelassen.

**[0008]** [Fig. 3](#) ist eine obere Draufsicht einer Multi-Chip-LED-Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. In diesem Fall sind zwei Bonddrähte an der Oberseite jedes LED-Chips verwendet, um den Chip anzuschließen. Die Vorrichtung von [Fig. 3](#) verwendet wiederum den Unterbau von [Fig. 1](#), und die Linse und ihre Verzerrung sind aus Klarheitsgründen weggelassen.

**[0009]** [Fig. 4](#) ist ein elektrisches Schemadiagramm der LED-Vorrichtung von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#).

**[0010]** [Fig. 5](#) ist eine obere Draufsicht eines LED-Unterbaus gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0011]** [Fig. 6–Fig. 9](#) sind obere Draufsichten verschiedener Multi-Chip-LED-Vorrichtungen mit hoher Dichte gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die in [Fig. 6–Fig. 9](#) gezeigten Ausführungsformen verwenden alle den Unterbau von [Fig. 5](#), und die Linse und ihre Verzerrung sind aus Klarheitsgründen weggelassen.

**[0012]** [Fig. 10](#) ist eine obere Draufsicht eines LED-Unterbaus gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0013]** [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) sind obere Draufsichten von verschiedenen Multi-Chip-LED-Vorrichtungen mit hoher Dichte gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die in [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) gezeigten Ausführungsformen verwenden den Unterbau von [Fig. 10](#), und die Linse und ihre Verzerrung sind aus Klarheitsgründen weggelassen.

**[0014]** [Fig. 13](#) ist ein generalisiertes elektrisches Schemadiagramm von LED-Vorrichtungen nach [Fig. 5–Fig. 8](#).

**[0015]** [Fig. 14](#) ist eine perspektivische Ansicht einer vollständigen Multi-Chip-LED-Vorrichtung mit hoher Dichte gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung.

**[0016]** [Fig. 15](#) ist eine obere schematische Illustration einer Ausführungsform der Erfindung zum Angeben, wie die geeignete Linsengröße bestimmt wird.

Beste Art(en) zur Ausführung der Erfindung

**[0017]** Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden jetzt im Folgenden vollständiger mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen Ausführungsformen der Erfindung gezeigt sind. Diese Erfindung kann jedoch in vielen verschiedenen Formen ausgeführt werden, und sie sollte nicht

als auf die hier angeführten Ausführungsformen begrenzt angesehen werden. Vielmehr sind diese Ausführungsformen angeführt, so dass diese Offenbarung durchgängig und vollständig ist und den Schutzzumfang der Erfindung für Fachleute vollständig übermitteln. Gleiche Bezugszeichen beziehen sich durchgängig auf gleiche Elemente.

**[0018]** Man wird verstehen, dass diese Elemente, obwohl die Ausdrücke erster, zweiter usw. hier verwendet werden können, um verschiedene Elemente zu beschreiben, durch diese Ausdrücke nicht begrenzt sein sollen. Diese Ausdrücke werden nur verwendet, um ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Beispielsweise könnte ein erstes Element ein zweites Element genannt werden, und in ähnlicher Weise könnte ein zweites Element ein erstes Element genannt werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen. Wie hier verwendet, beinhaltet der Ausdruck "und/oder" jegliche und alle Kombinationen von einem oder mehreren der zugehörigen angeführten Gegenstände.

**[0019]** Man wird verstehen, dass ein Element, wie z. B. eine Schicht, ein Bereich oder ein Substrat, wenn es als "auf" oder erstreckend "auf" ein weiteres Element bezeichnet wird, direkt auf dem anderen Element sein kann bzw. sich darauf erstrecken kann, oder zwischenliegende Elemente ebenfalls vorliegen können. Im Gegensatz dazu gibt es, wenn ein Element als "direkt auf" oder sich erstreckend "direkt auf" ein weiteres Element bezeichnet wird, keine dazwischen liegenden Elemente. Man wird auch verstehen, dass ein Element, wenn es als "angeschlossen" oder "verbunden" an bzw. mit einem anderen Element bezeichnet wird, direkt an das andere Element angeschlossen bzw. damit verbunden sein kann oder dazwischen liegende Elemente vorliegen können. Wenn im Gegensatz dazu ein Element als "direkt angeschlossen" oder "direkt verbunden" an bzw. mit einem anderen Element bezeichnet wird, so gibt es keine dazwischen liegenden Elemente.

**[0020]** Relative Ausdrücke, wie z. B. "unter" oder "über" oder "oberer" oder "unterer" oder "horizontal" oder "vertikal" können hier verwendet werden, um eine Beziehung von einem Element, einer Schicht oder einem Bereich zu einem anderen Element, einer anderen Schicht oder einem anderen Bereich, wie in den Figuren illustriert, zu beschreiben. Man wird verstehen, dass diese Ausdrücke verschiedene Orientierungen der Vorrichtung zusätzlich zu der in den Figuren dargestellten Orientierung umfassen sollen.

**[0021]** Die hier verwendete Terminologie dient lediglich dem Zweck der Beschreibung bestimmter Ausführungsformen und soll die Erfindung nicht beschränken. Wie hier verwendet, sollen die Singularformen "ein", "eine" und "der/die/das" die Pluralformen genauso umfassen, falls es der Kontext nicht

deutlich anders anzeigt. Man wird weiter verstehen, dass die Ausdrücke "umfasst", "umfassend", "beinhaltet" und/oder "beinhaltend", wie hier verwendet, die Gegenwart von den bezeichneten Merkmalen, Zahlen, Schritten, Operationen, Elemente und/oder Komponenten spezifizieren, aber nicht die Gegenwart oder Hinzufügung von einem oder mehreren anderen Merkmalen, Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschließen.

**[0022]** Falls nicht anders definiert, haben alle Ausdrücke (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Ausdrücke), die hier verwendet werden, dieselbe Bedeutung, wie gemeinhin verstanden von Fachleuten, an die sich die Erfindung richtet, verstanden wird. Man wird weiter verstehen, dass die hier verwendeten Ausdrücke interpretiert werden sollen als eine Bedeutung habend, welche konsistent mit ihrer Bedeutung in dem Kontext dieser Spezifikation und dem relevanten Stand der Technik ist, und sollten nicht in einer idealisierten oder in einem übertrieben formalen Sinn interpretiert werden, falls nicht ausdrücklich hier so definiert.

**[0023]** Falls nicht anderweitig ausdrücklich festgestellt, sollen vergleichende, quantitative Terme, wie z. B. "weniger" und "größer", das Konzept der Gleichheit umfassen. Beispielsweise kann "weniger" nicht nur "weniger" im strengsten mathematischen Sinn bedeuten, sondern auch "weniger als oder gleich".

**[0024]** **Fig. 1** ist eine obere Draufsicht eines Unterbaus **100** für eine LED-Vorrichtung gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Der Unterbau **100** von **Fig. 1** umfasst eine starre Basis **102**, welche beispielsweise aus einem keramischen Material, wie z. B. Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, hergestellt sein kann. Der Unterbau **100** umfasst ebenfalls eine strukturierte Metallschicht, die derart gestaltet ist, dass sie Anschlussmöglichkeiten für die an dem Unterbau befestigten LED-Chips bietet. Der Metallschichtbereich **104** dient zur Verbindung mit den Anoden der an dem Unterbau befestigten LED-Chips, und ein Metallschichtbereich **106** dient zur Verbindung mit den Kathoden der LED-Chips. Die Metallschicht kann anfänglich auf der keramischen Basis abgeschieden und dann zur Ausbildung des erwünschten Musters geätzt werden, kann gebildet werden und mit Klebstoff an der Basis befestigt werden oder kann in irgendeiner anderen geeigneten Art und Weise produziert werden. Die Metallschicht kann verschiedene Löcher und Kerben zur Ausrichtung während der Herstellung, sichtbare Identifikationen usw., wie z. B. Verbindungspunkte **108** zum Verbinden von Drähten von der positiven Seite der Spannungsquelle der LED-Vorrichtung und Verbindungspunkte **109** zum Verbinden von Drähten von der negativen Seite der Spannungsquelle mit der LED-Vorrichtung enthalten. Verbindungspunkte können aus

zusätzlichem Metall oder aus auf der Metallschicht abgeschiedenem Lot gebildet werden.

**[0025]** **Fig. 2** ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **200** gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **200** verwendet den Unterbau **100**, wie in **Fig. 1** beschrieben. Die LED-Vorrichtung **200** umfasst eine Mehrzahl von verbundenen LED-Chips **202**, welche an dem Metallschichtbereich **104** des Unterbaus befestigt sind. Bei diesem speziellen Beispiel werden vier LED-Chips verwendet. Die Anoden der LED-Chips sind auf der Unterseite der Chips in dieser Ansicht und sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich **104**, welcher wiederum mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Chips verbunden ist. Die Kathoden der LED-Chips sind durch Bonddrähte **204** mit dem Metallschichtbereich **106** verbunden, welcher wiederum mit dem negativen Anschluss der Spannungsquelle verbunden ist. Somit sind bei diesem Beispiel die vier LED-Chips parallel verbunden.

**[0026]** Weiter mit Bezug auf **Fig. 2** umfasst die LED-Vorrichtung **200** einen Schutzchip **206** gegen elektrostatische Entladung (ESD) **206**, welcher ebenfalls an dem Metallschichtbereich **104** befestigt ist. Der ESD-Chip **206** ist mittels eines Banddrahtes mit dem Metallschichtbereich **106** verbunden. Es sollte ebenfalls bemerkt werden, dass die Bonddrähte **204**, welche zwischen den LED-Chips und dem Unterbau angeschlossen sind, derart angeordnet sind, dass alle Bonddrähte auf der Außenseite der Gruppe der vier LED-Chips, welche in der LED-Vorrichtung **200** verwendet werden, angeordnet sind. Diese Anordnung ermöglicht, dass die Mehrzahl der LED-Chips nahe beieinander platziert und relativ klein ist, aber dennoch eine relativ hohe Effizienz und Ausgabe hat. Zusätzlich können vier Chips in verschiedenen Farbkombinationen kombiniert werden, um einen erwünschten CRI, eine erwünschte Farbtemperatur oder andere farbbezogene Charakteristika zu erzielen.

**[0027]** Die LED-Chips **202** und der ESD-Chip **206** von **Fig. 2** können mit Leitleber, Lot, einem Schweißprozess oder auf irgendeine von verschiedenen anderen Arten am Unterbau befestigt werden. Die Vorrichtung wird mit einem optischen Element vervollständigt, beispielsweise einer Linse, welche auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt und an Ort und Stelle befestigt wird, um das Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl die Linse als auch die Verzerrung, welche sie einführen würde, wenn die Vorrichtung betrachtet wird, sind in **Fig. 2** aus Klarheitsgründen weggelassen, aber eine beispielhafte Linse wird später in Verbindung mit einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert. Sowohl der Ausdruck "optisches Element" als auch der Ausdruck "Linse", wie in dieser Offenbarung

verwendet, sollen in ihrem breitesten Sinn verstanden werden. Solch ein Element kann Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen, durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung zu liefern. Eine Linse zur Verwendung mit einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung kann aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, kann an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder anderweitig gebildet oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Beispielsweise kann die Linse an Ort und Stelle aus Silicon geformt werden. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird ein Abstand zwischen dem Rand von jeglichen der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse aufrechterhalten. Bei manchen Ausführungsformen beträgt der Abstand näherungsweise 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite über die LED-Chips. Der Abstand kann ebenfalls von 0,3 bis 0,65 mal der Breite der LED-Chips reichen. Bei einem spezielleren Beispiel mit vier LED-Chips beträgt der Abstand etwa 0,9 mm, falls die Maximalbreite der LED-Chips 1,4 mm ist, oder etwa 0,643 bei der Maximalbreite der LED-Chips.

**[0028]** Die LED-Chips **202** von **Fig. 2** können aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen Farbwiedergabeindex (CRI) zu liefern. Die erwünschte Farbmischung kann beispielsweise unter Verwendung von blauen, grünen, gelben, roten und/oder orangefarbenen LED-Chips erreicht werden. Ein oder mehrere der Chips können in einer Verpackung mit einem Phosphor sein oder können andererseits lokal aufgetragenen Phosphor haben. Ein Beispiel des Auswählens von Chips aus verschiedenen Farbbins zum Erzeugen erwünschter Farbcharakteristika ist beschrieben in der US-Patentanmeldung Nr. 2010/0140633, veröffentlicht am 10. Januar 2010, welche hierin durch Bezugnahme eingegliedert wird. Ein detailliertes Beispiel der Verwendung von Gruppen von LEDs, welche Licht verschiedener Wellenlängen emittieren, zum Erzeugen von im Wesentlichen weißem Licht lässt sich im erteilten US-Patent 7,213,940 finden, welches hierin durch Bezugnahme eingegliedert wird.

**[0029]** Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **200** von **Fig. 2**, geringer als 5 mm im Durchmesser oder geringer als 4 mm im Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 3,1 mm im Durchmesser sein und kann LED-Chips von etwa 700 µm in der Größe aufweisen, was bedeutet, dass die Chips etwa 700 µm auf einer Seite breit sind. Die Chips können etwa oder weniger als 1000 µm in der Größe, etwa oder weniger als 700 µm in der Größe, etwa oder weniger als 500 µm in der Größe oder etwa oder weniger als

300 µm in der Größe sein. Eine LED-Vorrichtung, wie die in **Fig. 2** gezeigte, kann eine Effizienz von zumindest 80 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von zumindest 89 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Das Design der LED-Vorrichtung kann derart angepasst werden, dass verschiedene Typen von LED-Chips verwendet werden können, wie z. B. Direct-Bond-Chips, Flip-Chips und Chips mit Substraten aus Saphir, Siliciumcarbid, Silicium oder anderen Materialien.

**[0030]** **Fig. 3** ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **300** gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **300** verwendet wiederum den Unterbau **100**, wie in **Fig. 1** beschrieben. Die LED-Vorrichtung **300** enthält eine Mehrzahl verbundener LED-Chips **302**, welche an dem Metallschichtbereich **104** des Unterbaus befestigt sind. In diesem Beispiel sind die LED-Chips so genannte "Seitenansicht"-LEDs, wobei für jeden die Verbindungspunkte für sowohl die Anode als auch die Kathode auf der Oberseite liegen. Die Anoden der LED-Chips sind mit dem Metallschichtbereich **104** mittels Bonddrähten **304** verbunden, und die Kathoden der LED-Chips sind mittels Bonddrähten **305** mit dem Metallschichtbereich **106** verbunden. Bei diesem Beispiel sind die vier LED-Chips wiederum parallel geschaltet.

**[0031]** Weiter mit Bezug auf **Fig. 3** umfasst die LED-Vorrichtung **300** einen Schutzchip **306** gegen elektrostatische Entladung (ESD), der am Metallschichtbereich **104** befestigt ist. Der ESD-Chip **306** ist ebenfalls mittels eines Bonddrahtes mit dem Metallschichtbereich **106** verbunden. Es sollte ebenfalls bemerkt werden, dass die Bonddrähte, welche zwischen der Mehrzahl von LED-Chips und dem Unterbau angeschlossen sind, derart angeordnet sind, dass sich alle Bonddrähte so weit wie möglich zur Außenseite der Gruppe der vier LED-Chips, welche in der LED-Vorrichtung **300** verwendet werden, erstrecken. Diese Anordnung wiederum ermöglicht, dass die LED-Chips nahe zusammen platziert werden. Wie zuvor, können die LED-Chips in verschiedenen Farbkombinationen kombiniert werden, um einen erwünschten CRI, eine erwünschte Farbtemperatur oder andere farbbezogene Charakteristik zu erzielen.

**[0032]** Die LED-Chips **302** von **Fig. 3** können an den Unterbau mit Klebstoff oder in einer beliebigen von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Da diese Seitenansicht-Chips beide Verbindungen an der Oberseite haben, muss der Klebstoff nicht leitfähig sein. Wie zuvor wird die Vorrichtung mit einem optischen Element vervollständigt, beispielsweise einer Linse, welche auf die Oberseite der Vorrichtung platziert und an Ort und Stelle befestigt wird, um Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl die Linse als auch die Verzerrung, welche die Vorrichtung einfüh-

ren würde, wenn sie betrachtet wird, sind aus Klarheitsgründen aus [Fig. 3](#) weggelassen, eine Beispiellinse wird aber später in Verbindung mit einer weiteren Ausführungsform der Erfindung illustriert. Sowohl der Ausdruck "optisches Element" als auch der Ausdruck "Linse", wie in dieser Offenbarung verwendet, sind in ihrem breitesten Sinn gemeint. Solch ein Element kann Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen, durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung vorzusehen. Eine Linse zur Verwendung mit einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung kann aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, kann an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder anderweitig geformt oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Beispielshalber kann die Linse an Ort und Stelle aus Silicon geformt werden. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird ein Abstand wiederum zwischen dem Rand von jeglichem der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse aufrechterhalten. Bei manchen Ausführungsformen beträgt der Rand näherungsweise 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite über die LED-Chips. Der Abstand kann ebenfalls zwischen 0,3 und 0,65 mal der Breite der LED-Chips betragen. Die LED-Chips **302** von [Fig. 3](#) können wiederum aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausgabe mit hohem Farbwiedergabeindex (CRI) zu liefern. Die erwünschte Farbmischung kann beispielsweise durch Verwendung blauer, grüner, gelber, roter und/oder rot-oranger LED-Chips erzielt werden. Einer oder mehrere der Chips können in einer Packung mit einem Phosphor sein oder können andererseits lokal aufgetragenen Phosphor aufweisen.

**[0033]** Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **300** von [Fig. 3](#), kleiner als 5 mm im Durchmesser oder kleiner als 4 mm im Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 3,1 mm im Durchmesser sein. LED-Chips verschiedener Größen und Gestalten können verwendet werden. Ein typischer Seitenansicht-Chip hat eine rechteckige Oberseite, gewinkelte Seiten und eine kleinere rechteckige Unterseite. Die Seiten des Rechtecks können zwischen 100 und 500 µm variieren, und der Chip kann eine Dicke von 100 bis 150 µm aufweisen.

**[0034]** [Fig. 4](#) ist ein elektronisches Schemadiagramm der Schaltung der LED-Vorrichtungen von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#). Die Schaltung **400** umfasst vier LEDs **402**, welche parallel geschaltet sind, um eine einzelne Gruppe von LEDs zu bilden. Strom zum Beleuchten der LEDs wird von der Spannungsquelle **405** zugeführt. Die ESD-Schutzvorrichtung **406** ist parallel zu den LEDs geschaltet.

**[0035]** [Fig. 5](#) ist eine obere Draufsicht eines Unterbaus **500**, welche für verschiedene LED-Vorrichtungen gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung benutzt werden kann. Der Unterbau **500** von [Fig. 5](#) enthält eine starre Basis **502**, welche beispielsweise aus Kunststoff sein kann oder als weiteres Beispiel aus einem keramischen Material, wie z. B. Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, hergestellt sein kann. Der Unterbau **500** enthält eine strukturierte Metallschicht, die derart gestaltet ist, dass sie Anschlussmöglichkeiten für die am Unterbau befestigten LED-Chips bietet. Diese strukturierte Metallschicht umfasst halbkreisförmige Bereiche aus Metall, auf die die LED-Chips gebondet werden können. Der Metallschichtbereich **504** ist zur Verbindung mit den Anoden einer Gruppe von LED-Chips, welcher an dem Unterbau befestigt werden, und der Metallschichtbereich **506** ist zur Verbindung mit den Anoden einer weiteren Gruppe von LED-Chips. Der Metallschichtbereich **508** ist zur Verbindung mit einigen der Kathoden der LED-Chips in der ersten Gruppe der LED-Chips, und der Metallschichtbereich **510** ist zur Verbindung mit einigen der Kathoden in der anderen Gruppe der LED-Chips. Der Metallschichtbereich **510** ist mit der hervorstehenden Schiene **512** verbunden, und die Metallschichtbereiche **506** und **508** sind durch die Verbindungsschiene **514** verbunden. Die Schienen **512** und **514** verlaufen nahe zueinander und formen einen zentral gelegenen Verbindungsbus oder einfacher ausgedrückt einen zentralen Bus, mit dem Bonddrähte von einigen Kathoden der LED-Chips verbunden sind. Ein zentraler Bus oder ein zentraler Verbindungsbus innerhalb der Bedeutung dieser Offenbarung ist ein Teil der Metallschicht eines Unterbaus, wo mit verschiedenen LEDs oder verschiedenen Anschlüssen von LEDs zu verbindende Bereiche einander nahe kommen, um Verbindungen zu ermöglichen, welche eine relativ hohe Chipdichte ermöglichen. Solch ein zentraler Bus hat typischerweise ein oder mehrere Verbindungsschienen zum Bereitstellen von zumindest einigen der Verbindungsbereiche. In diesem Beispiel sind Bonddrähte von einigen der Kathoden der LED-Chips aus der ersten Gruppe von LED-Chips mit der Schiene **514** verbunden, und Bonddrähte von einigen der Kathoden der LED-Chips in der zusätzlichen Gruppe von LED-Chips sind mit der Schiene **512** verbunden.

**[0036]** Die Metallschicht kann anfänglich auf die Basis abgeschieden und dann geätzt werden, um das erwünschte Muster zu bilden, kann gebildet und mit Klebstoff auf der Basis fixiert werden, kann in eine Basis geformt werden oder auf eine andere geeignete Art und Weise erzeugt werden. Die Metallschicht kann verschiedene Löcher und Kerben zur Ausrichtung während der Herstellung, sichtbare Identifikationen und dergleichen sowie Verbindungspunkte, wie z. B. Verbindungspunkte **520** zum Verbinden von Drähten von der positiven Seite der Spannungsquelle für die LED-Vorrichtung und Verbindungspunkte **522**

zum Verbinden von Drähten von der negativen Seite der Spannungsquelle für die LED-Vorrichtung erhalten. Die Verbindungspunkte können aus zusätzlichem Metall oder auf der Metallschicht abgeschiedenem Lot gebildet werden.

**[0037]** Fig. 6 ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung 600 gemäß weiteren beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung 600 verwendet den Unterbau 500, wie in Fig. 5 beschrieben. Die LED-Vorrichtung 600 enthält zwölf LED-Chips, welche in zwei Gruppen angeordnet sind. Sechs LED-Chips 610 sind am Metallschichtbereich 504 des Unterbaus befestigt und parallel geschaltet. Die Anoden sind auf der Unterseite der LED-Chips 610 und sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich 504, welcher wiederum mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die Vorrichtung über Verbindungspunkte 520 verbunden ist. Sechs LED-Chips 612 sind am Metallschichtbereich 506 des Unterbaus befestigt und sind ebenfalls parallel geschaltet. Die Anoden der LED-Chips 612 sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich 506.

**[0038]** Weiter mit Bezug auf Fig. 6 sind die Kathoden von allen LED-Chips durch Bonddrähte mit Metallschichtbereichen des Unterbaus 500 folgendermaßen verbunden. Bonddrähte von den Kathoden der LED-Chips 610 sind mit Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Insbesondere sind die Bonddrähte 614 mit der Verbindungsschiene 514 des zentralen Busses des Unterbaus 500 verbunden, und die Bonddrähte 616 sind mit dem Metallschichtbereich 508 des Unterbaus verbunden. Bonddrähte von den Kathoden der LED-Chips 612 sind ebenfalls mit Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Insbesondere sind die Bonddrähte 618 mit der Verlängerungsschiene 512 des zentralen Busses des Unterbaus 500 verbunden, und die Bonddrähte 620 sind mit dem Metallschichtbereich 510 des Unterbaus 500 verbunden.

**[0039]** Weiterhin mit Bezug auf Fig. 6 umfasst die LED-Vorrichtung 600 einen Schutzchip 630 gegen elektrostatische Entladung (ESD), welcher an dem Metallschichtbereich 510 befestigt ist und mittels eines Bonddrahtes am Metallschichtbereich 504 angeschlossen ist. Der Metallschichtbereich 504 ist mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung verbunden. Der Metallschichtbereich 510 ist mit dem negativen Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung verbunden. Die zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von sechs LED-Chips in der LED-Vorrichtung 600 und dem Unterbau angeschlossenen Bonddrähte sind derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von sechs LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe zusammen plat-

ziert werden und diese Dichte von LED-Chips in einer Gruppe erlaubt, dass die LED-Vorrichtung 600 relativ klein ist, aber noch eine relativ hohe Effizienz und Ausgabe aufweist. Ebenfalls verbindet das Strukturieren der Metallschichtbereiche des Unterbaus zusammen mit der Anordnung der Bonddrähte die LED-Chips innerhalb einer Gruppe parallel, während die Gruppen selbst in Serie geschaltet sind.

**[0040]** Die LED-Chips und der ESD-Chip der LED-Vorrichtung 600 von Fig. 6 kann an den Unterbau mit Leitkleber, Lot, einem Schweißprozess oder in einer beliebigen von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Wie zuvor, wird die Vorrichtung vervollständigt mit einem optischen Element, welches auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt wird, um Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, welche die Vorrichtung einführen würde, wenn sie betrachtet wird, sind in Fig. 6 aus Klarheitsgründen weggelassen, aber eine beispielhafte Linse wird später mit Bezug auf Fig. 14 diskutiert. Wiederum kann ein optisches Element, beispielsweise eine Linse, Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung zu liefern. Eine Linse oder ein anderes optisches Element zur Verwendung bei einer LED-Vorrichtung nach Ausführungsformen der Erfindung kann aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, kann an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder kann anderweitig geformt oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird wiederum ein Abstand zwischen dem Rand von jeglichem der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse aufrechterhalten. Bei manchen Ausführungsformen beträgt der Abstand etwa 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite der LED-Chips. Der Abstand kann ebenfalls zwischen 0,3 und 0,65 der Breite der LED-Chips liegen. Bei einem spezielleren Beispiel beträgt der Linsenabstand etwa 1,7 mm, falls die maximale Breite der LED-Chips 5,6 mm beträgt, oder etwa 0,303 mal der Maximalbreite der LED-Chips.

**[0041]** Wie zuvor können die LED-Chips in der Vorrichtung nach Fig. 6 aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen CRI zu schaffen. Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung 600 von Fig. 6, geringer als 12 mm im Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse kleiner als 10 mm im Durchmesser, kleiner als 9 mm im Durchmesser oder kleiner als 8 mm im Durchmesser sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die Linse ungefähr 9,1 mm im Durchmesser sein und kann identische LED-Chips von etwa 1000 µm Größe verwenden, was bedeutet, dass die Chips

auf einer Seite etwa 1000  $\mu\text{m}$  breit sind. Jedoch können Chips verschiedener Größe verwendet werden. Die Chips können etwa oder weniger als 2000  $\mu\text{m}$  in der Größe oder etwa oder weniger als 1000  $\mu\text{m}$  in der Größe, etwa oder weniger als 700  $\mu\text{m}$  in der Größe oder etwa oder weniger als 500  $\mu\text{m}$  in der Größe sein. Ebenfalls können in einer einzelnen Vorrichtung gemischte Chipgrößen verwendet werden. Eine spezielle beispielhafte Ausführungsform mit gemischten Chipgrößen wird später in dieser Offenbarung mit Bezug auf [Fig. 9](#) beschrieben. Eine LED-Vorrichtung, wie die in [Fig. 6](#) gezeigte, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung mit einer warmen weißen Farbe, wie oft zum Ersatz von Glühbeleuchtung erwünscht, kann so viel wie etwa 100 lm/W betragen. Das Design der LED-Vorrichtung von [Fig. 6](#) kann ebenfalls derart angepasst werden, dass verschiedene Typen von LED-Chips verwendet werden können, wie z. B. Direct-Bond-Chips, Flip-Chips und Chips mit Substraten aus Saphir, Siliciumcarbid, Silicium oder anderen Materialien.

**[0042]** [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) sind obere Draufsichten von LED-Vorrichtungen, welche ähnlich der in [Fig. 6](#) gezeigten Vorrichtung sind, aber welche mehr LED-Chips in jeder Gruppe enthalten. [Fig. 7](#) ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **700** gemäß einiger beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **700** verwendet einen Unterbau **500**, wie zuvor beschrieben. Die LED-Vorrichtung **700** umfasst vierzehn LED-Chips, welche in zwei Gruppen angeordnet sind. Sieben LED-Chips **710** sind am Metallschichtbereich **504** des Unterbaus befestigt und sind parallel geschaltet. Sieben LED-Chips **712** sind am Metallschichtbereich **506** des Unterbaus befestigt und ebenfalls parallel geschaltet. Wie zuvor sind die Anoden der LED-Chips in Kontakt mit Bereichen der Metallschicht des Unterbaus **500**.

**[0043]** Weiter mit Bezug auf [Fig. 7](#) sind die Kathoden aller LED-Chips mittels Bonddrähten mit Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Bonddrähte **714** sind mit der Verbindungsschiene **514** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und Bonddrähte **716** sind mit dem Metallschichtbereich **408** des Unterbaus verbunden. Bonddrähte **718** sind mit der Verlängerungsschiene **512** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und Bonddrähte **720** sind mit dem Metallschichtbereich **510** des Unterbaus **500** verbunden. Die LED-Vorrichtung **700** umfasst einen Schutzchip **730** gegen elektrostatische Entladung (ESD), welcher an dem Metallschichtbereich **510** befestigt ist, wobei ein Bonddraht mit dem Metallschichtbereich **504** verbunden ist. Wie zuvor, ist der Metallschichtbereich **504** mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle und der Metall-

schichtbereich **510** mit dem negativen Anschluss verbunden. Die Bonddrähte, welche zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von sieben LED-Chips in der LED-Vorrichtung **700** und dem Unterbau angeschlossen sind, sind wiederum derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von sieben LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe zusammen platziert werden. Die LED-Chips innerhalb einer Gruppe sind parallel geschaltet, während die Gruppen von Chips in Reihe geschaltet sind.

**[0044]** Die LED-Chips und der ESD-Chip der LED-Vorrichtung **700** von [Fig. 7](#) können am Unterbau mittels Leitleber, Lot, einem Schweißprozess oder auf eine beliebige von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Wie zuvor, wird die Vorrichtung mit einem optischen Element vervollständigt, welches auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt wird, um Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, die die Vorrichtung einführen würde, wenn sie betrachtet wird, sind in [Fig. 7](#) aus Klarheitsgründen weggelassen. Wiederum kann ein optisches Element, beispielsweise eine Linse, Licht durch Brechen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung zu schaffen. Eine Linse oder ein anderes optisches Element zur Verwendung bei einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung kann aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, kann dann auch an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder kann anderweitig gebildet oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird ein Abstand zwischen dem Rand von jeglichem der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse, wie zuvor beschrieben, aufrechterhalten.

**[0045]** Wie zuvor, können die LED-Chips in der Vorrichtung von [Fig. 7](#) aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen CRI zu schaffen. Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **700** von [Fig. 7](#), weniger als 12 mm im Durchmesser betragen. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse weniger als 10 mm im Durchmesser, weniger als 9 mm im Durchmesser oder weniger als 8 mm im Durchmesser betragen. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 9,1 mm im Durchmesser betragen und kann identische LED-Chips von etwa 1000  $\mu\text{m}$  Größe verwenden, was bedeutet, dass die Chips auf einer Seite etwa 1000  $\mu\text{m}$  breit sind. Jedoch können verschiedene Größen, Materialien und Typen verwendet werden, wie mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschrieben. Eine LED-Vorrichtung, wie die in [Fig. 7](#)

gezeigte, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung mit einer warmen weißen Farbe, wie zum Ersatz von Glühbeleuchtung oft erwünscht, kann so groß sein wie etwa 100 lm/W. Falls jedoch die Vorrichtung für eine kühle weiße Farbe gebinnt wird, kann eine Effizienz von so viel wie etwa 105 lm/W erzielt werden.

[0046] **Fig. 8** ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **800** gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **800** verwendet den Unterbau **500**, wie zuvor beschrieben, und enthält sechzehn LED-Chips, welche in zwei Gruppen angeordnet sind. Acht LED-Chips **810** sind am Metallschichtbereich **504** des Unterbaus befestigt. Acht LED-Chips **812** sind am Metallschichtbereich **506** des Unterbaus befestigt. Wie zuvor sind die Anoden der LED-Chips in Kontakt mit Bereichen der Metallschicht des Unterbaus **500**. Die Kathoden von allen LED-Chips in der Vorrichtung **800** sind durch Bonddrähte mit Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Die Bonddrähte **814** sind mit der Verbindungsschiene **514** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und die Bonddrähte **816** sind mit der Metallschichtbereich **408** des Unterbaus verbunden. Die Bonddrähte **818** sind mit der Verlängerungsschiene **512** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und die Bonddrähte **820** sind mit dem Metallschichtbereich **510** des Unterbaus **500** verbunden.

[0047] Weiter mit Bezug auf **Fig. 8** umfasst die Vorrichtung **800** einen Schutzchip **830** gegen elektrostatische Entladung (ESD), welcher an einem Metallschichtbereich **510** angebracht ist und durch einen Bonddraht mit dem Metallschichtbereich **504** verbunden ist. Wie zuvor ist der Metallschichtbereich **504** mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle verbunden und ist der Metallschichtbereich **510** mit dem negativen Anschluss verbunden. Die Bonddrähte, welche zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von acht LED-Chips in der LED-Vorrichtung **800** und dem Unterbau angeschlossen sind, sind wiederum derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von acht LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe zusammen platziert sind. Die LED-Chips innerhalb einer Gruppe sind parallel geschaltet, während die Gruppen in Serie geschaltet sind.

[0048] Die LED-Chips und der ESD-Chip der LED-Vorrichtung **800** von **Fig. 8** können an dem Unterbau mit Leitkleber, Lot, einem Schweißprozess oder in einer beliebigen von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Wie zuvor wird die Vorrichtung mit ei-

nem optischen Element vervollständigt, welches auf die Oberseite der Vorrichtung platziert wird, um das Licht von dem LED-Chip zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, welche die Vorrichtung einführen würde, wenn sie betrachtet wird, sind in **Fig. 8** aus Klarheitsgründen weggelassen. Wiederum kann ein optisches Element, beispielsweise eine Linse, das Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen, durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung vorzusehen. Eine Linse oder ein anderes optisches Element zur Verwendung mit einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung können aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, können an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder können anderweitig geformt oder an die Vorrichtung angebracht werden, falls erwünscht. Ein Abstand wird zwischen dem Rand von einem jeweiligen der Mehrzahl von verbundenen Chips und dem Rand der Linse aufrechterhalten, wie zuvor beschrieben.

[0049] Wie zuvor, können die LED-Chips in der Vorrichtung von **Fig. 8** aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen CRI zu schaffen. Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **800** nach **Fig. 8**, weniger als 12 mm im Durchmesser betragen. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse weniger als 10 mm im Durchmesser, weniger als 9 mm im Durchmesser oder weniger als 8 mm im Durchmesser betragen. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 9,1 mm im Durchmesser betragen und kann identische LED-Chips von etwa 1000 µm in der Größe verwenden, was bedeutet, dass die Chips auf einer Seite etwa 1000 µm breit sind. Jedoch können verschiedene Größen, Materialien und Typen verwendet werden, wie mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben. Eine LED-Vorrichtung wie diejenige, welche in **Fig. 8** gezeigt ist, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung mit einer warmen weißen Farbe, wie oft bei der Ersetzung für Glühbeleuchtung erwünscht, kann so viel wie etwa 100 lm/W sein. Falls jedoch die Vorrichtung für eine kühle weiß Farbe gebinnt ist, kann eine Effizienz von so viel wie etwa 150 lm/W erreicht werden.

[0050] Wie zuvor erwähnt, braucht eine Ausführungsform der Erfindung nicht LED-Chips gleicher Größe zu verwenden. **Fig. 9** ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **900**, bei der verschiedene Größen von LED-Chips verwendet werden. Die LED-Vorrichtung **900** verwendet den Unterbau **500**, wie mit Bezug auf **Fig. 4** beschrieben. Die LED-Vorrich-

zung **900** umfasst sechzehn LED-Chips, einschließlich Chips von zwei unterschiedlichen Größen, welche in zwei Gruppen angeordnet sind. Sechs LED-Chips **910** einer Größe und zwei LED-Chips **911** einer kleineren Größe sind auf dem Metallschichtbereich **504** des Unterbaus befestigt und parallel geschaltet. Die Anoden der LED-Chips **910** und **911** sind auf den Unterseiten der Chips und sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich **504**, welcher wiederum mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die Vorrichtung über Verbindungspunkte **520** verbunden ist. Sechs LED-Chips **912** einer Größe und zwei LED-Chips **913** einer kleineren Größe sind am Metallschichtbereich **506** des Unterbaus befestigt und ebenfalls parallel geschaltet. Die Anoden der LED-Chips **912** und **913** sind auf den Unterseiten der Chips und sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich **506**.

[0051] Weiterhin mit Bezug auf [Fig. 9](#) sind die Kathoden aller LED-Chips mittels Bonddrähten mit Metallschichtbereichen des Unterbaus **500** folgendermaßen verbunden. Die Bonddrähte **914** sind von den Kathoden von einigen der LED-Chips **910** mit der Verbindungsschiene **514** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und Bonddrähte **916** sind von dem Rest der LED-Chips **910** mit dem Metallschichtbereich **508** des Unterbaus verbunden. Die Bonddrähte **917** sind von den Kathoden der kleineren LED-Chips **911** mit dem Metallschichtbereich **408** des Unterbaus verbunden. Die Bonddrähte **918** sind von den Kathoden von manchen LED-Chips **912** mit der Verlängerungsschiene **512** des zentralen Busses des Unterbaus **500** verbunden, und die Bonddrähte **920** sind von den Kathoden des Restes der LED-Chips **912** mit dem Metallschichtbereich **510** des Unterbaus **500** verbunden. Die Bonddrähte **921** sind von den Kathoden der kleineren LED-Chips **913** mit dem Metallschichtbereich **508** des Unterbaus verbunden.

[0052] Weiter mit Bezug auf [Fig. 9](#) umfasst die LED-Vorrichtung **900** einen Schutzchip **930** gegen elektrostatische Entladung (ESD), der wie zuvor beschrieben angeschlossen ist. Der Metallschichtbereich **504** ist mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung verbunden. Der Metallschichtbereich **510** ist mit dem negativen Anschluss einer Stromquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung verbunden. Die Bonddrähte, welche zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von acht LED-Chips gemischter Größe in der LED-Vorrichtung **900** und dem Unterbau angeschlossen sind, sind derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe beieinander platziert sind. Ebenfalls verbindet das Strukturieren der Metallschichtbereiche des Unterbaus zusammen mit der Anordnung der Bonddrähte die LED-

Chips innerhalb einer Gruppe parallel, während die Gruppen von Chips in Serie geschaltet sind.

[0053] Wie bei den anderen Ausführungsformen können die LED-Chips und der ESD-Chip der LED-Vorrichtung **900** von [Fig. 9](#) an dem Unterbau mit Leitkleber, Lot, einem Schweißprozess oder auf eine beliebige von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Wie zuvor wird die Vorrichtung mit einem optischen Element vervollständigt, welches auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt wird, um das Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, die die Vorrichtung einführen würde, wenn sie betrachtet wird, sind in [Fig. 9](#) aus Klarheitsgründen weggelassen. Wiederum kann ein optisches Element, beispielsweise eine Linse, das Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen, durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung vorzusehen. Eine Linse oder ein anderes optisches Element zur Verwendung bei einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung könnte aus Glas oder Kunststoff hergestellt sein, könnte an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden oder könnte anderweitig geformt oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird zwischen dem Rand von jeglichem der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse wiederum ein geeigneter Abstand aufrechterhalten.

[0054] Wie zuvor können die LED-Chips in der Vorrichtung von [Fig. 9](#) aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit hohem CRI zu schaffen. Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **900** von [Fig. 9](#), geringer als 12 mm in Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse weniger als 10 mm im Durchmesser, weniger als 9 mm im Durchmesser oder weniger als 8 mm im Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 9,1 mm im Durchmesser sein. Verschiedene Anzahlen von Chips verschiedener Größen können auf verschiedene Weisen kombiniert werden, um eine Vorrichtung gemäß den Ausführungsformen der Erfindung zu bilden. Chips zweier verschiedener Größen, dreier verschiedener Größen oder vierer verschiedener Größen können verwendet werden. Größere LED-Chips von etwa 1000 µm Größe, was bedeutet, dass die Chips auf einer Seite etwa 1000 µm breit sind, können verwendet werden. Jedoch können verschiedene Größen verwendet werden. Die größeren Chips können ungefähr oder weniger als 2000 µm in der Größe, ungefähr oder weniger als 1000 µm in der Größe, ungefähr oder weniger als 700 µm in der Größe oder ungefähr oder weniger als 500 µm in der Größe betragen. Die

kleineren Chips können 1000 µm, 700 µm, 500 µm in der Größe oder weniger betragen.

**[0055]** Die Möglichkeit, mehrere LED-Chips verschiedener Größen zu verwenden, ermöglicht einem Designer, die Multi-Chip-LED-Vorrichtung für die erwünschte Kombination von Spannung, Stromdichte und Lichtausbeute "abzustimmen". Kleinere Chips können ebenfalls verwendet werden, um Zwischenräume zwischen oder um größere Chips zu füllen, um eine größere Chipdichte zu erzielen. LED-Chips verschiedener Größen haben verschiedene Stromdichten für denselben Treiberstrom, wie größere Chips eine geringere Vorwärtsspannung für denselben Treiberstrom haben als kleinere Chips aufgrund der Stromdichte. LED-Chips verschiedener Größen können bei jeder Ausführungsform der Erfindung unter Verwendung einer Gruppe von Chips zusammen vermischt werden, wie z. B. bei der Ausführungsform, welche mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben wurde, oder bei Ausführungsformen mit zwei Gruppen von Chips, wo parallele Gruppen in Serie geschaltet sind, wie z. B. bei denen, die mit Bezug auf [Fig. 6–Fig. 9](#) beschrieben wurden. Eine LED-Vorrichtung wie diejenige, welche in [Fig. 9](#) gezeigt ist, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einem CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung mit einer warmen weißen Farbe, wie beim Ersatz von Glühbeleuchtung oft erwünscht, kann so viel wie etwa 100 lm/W betragen. Falls jedoch die Vorrichtung für eine kühle weiße Farbe gebinnt ist, kann eine Effizienz von so viel wie etwa 150 lm/W erzielt werden. Das Design der LED-Vorrichtung von [Fig. 9](#) kann derart angepasst werden, dass verschiedene Typen von LED-Chips benutzt werden können, wie z. B. Direct-Bond-Chips, Flip-Chips und Chips mit Substraten aus Saphir, Siliciumcarbid, Silicium oder anderen Materialien.

**[0056]** [Fig. 10](#) ist eine obere Draufsicht eines weiteren Unterbaus **1000**, welcher für verschiedene LED-Vorrichtungen gemäß beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung verwendet werden kann. Der Unterbau **1000** von [Fig. 10](#) umfasst wiederum eine starre Basis **1002**, welche beispielhalber aus Kunststoff hergestellt sein kann oder welche als weiteres Beispiel aus einem keramischen Material, wie z. B. Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, hergestellt sein kann. Der Unterbau **1000** umfasst eine strukturierte Metallschicht, welche derart gestaltet ist, dass sie Anschlussmöglichkeiten für auf dem Unterbau befestigten LED-Chips bietet. Diese strukturierte Metallschicht wiederum umfasst halbkreisförmige Bereiche aus Metall, auf die vertikale LED-Chips gebondet werden können. Der Metallschichtbereich **1004** dient zur Verbindung mit den Anoden und einer Gruppe von LED-Chips, welche auf dem Unterbau befestigt

sind, und der Metallschichtbereich **1006** dient zur Verbindung mit den Anoden einer weiteren Gruppe von LED-Chips. Der Metallschichtbereich **1008** ist zur Verbindung mit einigen der Kathoden der LED-Chips in der ersten Gruppe von LED-Chips, und der Metallschichtbereich **1010** ist zur Verbindung mit einigen der Kathoden in der andere Gruppe der LED-Chips. Der Metallschichtbereich **1010** ist mit der vorstehenden Schiene **1012** verbunden, und die Metallschichtbereiche **1004** und **1006** liegen beide neben dieser Schiene und nahe beieinander. Wie beim Unterbau, welcher in [Fig. 5](#) gezeigt ist, bilden die Schiene **1012** und die benachbarten Bereiche der Metallschicht einen zentral gelegenen Verbindungsbuss, oder, einfacher gesagt, einen zentralen Bus, mit dem Bonddrähte von einigen der Kathoden der LED-Chips verbunden sind.

**[0057]** Die Metallschicht kann anfänglich auf der Basis abgeschieden und dann geätzt werden, um das erwünschte Muster zu bilden, kann gebildet und an der Basis mit Klebstoff befestigt werden, kann in einer Basis geformt werden oder kann auf irgendeiner anderen geeigneten Art und Weise erzeugt werden. Die Metallschicht kann verschiedene Löcher und Kerben zur Ausrichtung während der Herstellung, sichtbare Identifikationen und dergleichen sowie Verbindungspunkte, wie z. B. die Verbindungspunkte **1020** zum Verbinden der Drähte von der positiven Seite der Stromquelle mit der LED-Vorrichtung und die Verbindungspunkte **1022** zur Verbindung von Drähten von der negativen Seite der Stromquelle mit der LED-Vorrichtung, enthalten. Die Verbindungspunkte können durch zusätzliches Metall oder auf der Metallschicht abgeschiedenes Lot gebildet werden.

**[0058]** [Fig. 11](#) ist eine obere Ansicht einer LED-Vorrichtung **1100** gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **1100** verwendet den Unterbau **1000**, wie in [Fig. 10](#) beschrieben. Die LED-Vorrichtung **1100** umfasst zwölf LED-Chips, welche in zwei Gruppen angeordnet sind. Sechs LED-Chips **1120** sind am Metallschichtbereich **1006** des Unterbaus befestigt und parallel verbunden. Die Anoden sind auf der Unterseite der LED-Chips **1120** und sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich **1006**. Sechs LED-Chips **1121** sind an dem Metallschichtbereich **1004** des Unterbaus befestigt und ebenfalls parallel verbunden. Die Anoden der LED-Chips **1121** sind in Kontakt mit dem Metallschichtbereich **1004**.

**[0059]** Weiterhin mit Bezug auf [Fig. 11](#) sind die Kathoden aller LED-Chips durch Bonddrähte mit den Metallschichtbereichen des Unterbaus **1000** verbunden. Die Bonddrähte von den Kathoden der LED-Chips **1120** sind mit den Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Insbesondere sind die Bonddrähte **1122** mit der Verbindungsschiene **1012** des zentralen Busses des Unterbaus **1000** verbunden,

und die Bonddrähte **1123** sind mit dem Metallschichtbereich **1010** des Unterbaus verbunden. Die Bonddrähte von den Kathoden der LED-Chips **1121** sind ebenfalls mit den Metallschichtbereichen des Unterbaus verbunden. Insbesondere sind die Bonddrähte **1125** mit einem naheliegenden Teil des Metallschichtbereiches **1006** des Unterbaus **1000** verbunden und sind die Bonddrähte **1126** mit den Metallschichtbereich **1008** des Unterbaus **1000** verbunden.

**[0060]** Weiter mit Bezug auf [Fig. 11](#) umfasst die LED-Vorrichtung **1100** einen Schutzchip **1130** gegen elektrostatische Entladung (ESD), welcher am Metallschichtbereich **1010** befestigt und mittels eines Bonddrahts mit dem Metallschichtbereich **1004** verbunden ist. Der Metallschichtbereich **1004** ist mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung über Verbindungspunkte **1020** verbunden. Der Metallschichtbereich **1010** ist mit dem negativen Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung über Verbindungspunkte **1022** verbunden. Die zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von sechs LED-Chips in der LED-Vorrichtung **1100** und dem Unterbau angeschlossenen Bonddrähte sind derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von den sechs LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe zusammen platziert und diese Dichte von LED-Chips in einer Gruppe ermöglicht, dass die LED-Vorrichtung **1100** relativ klein ist, aber dennoch eine relativ hohe Effizienz und Ausgabe hat. Ebenfalls verbindet das Restrukturieren der Metallschichtbereiche des Unterbaus zusammen mit der Anordnung der Bonddrähte die LED-Chips innerhalb einer Gruppe parallel, während die Gruppen selbst in Serie geschaltet sind. Andere Serien- und Parallelkombinationen sind implementierbar.

**[0061]** Die LED-Chips und ESD-Chip der LED-Vorrichtung **1100** von [Fig. 11](#) kann an dem Unterbau mit Leitkleber, Lot, einem Schweißprozess oder in irgendeiner von verschiedenen anderen Arten befestigt werden. Wie zuvor wird die Vorrichtung mit einem optischen Element vervollständigt, welches auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt wird, um Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, wie die Vorrichtung einführen würde, wenn sie betrachtet wird, sind in [Fig. 11](#) aus Klarheitsgründen weggelassen, aber eine beispielhafte Linse wird später mit Bezug auf [Fig. 14](#) diskutiert. Wiederum kann ein optisches Element, beispielsweise eine Linse, Licht durch Beugen und/oder Konzentrieren von Lichtstrahlen, durch Farbmischen oder durch eine Kombination dieser Effekte beeinflussen. Ein Phosphor könnte ebenfalls verwendet werden, um eine Wellenlängenumwandlung zu bieten. Bei beispielhaften Ausführungsformen wird wiederum ein Abstand zwischen dem Rand

von einem jeweiligen der Mehrzahl von verbundenen LED-Chips und dem Rand der Linse aufrecht erhalten. Bei einigen Ausführungsformen ist der Abstand etwa 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite über die LED-Chips. Der Abstand kann ebenfalls von 0,3 bis 0,65 mal der Breite der LED-Chips liegen. In einem spezielleren Beispiel ist der Linsenabstand etwa 1,7 mm, falls die Maximalbreite der LED-Chips 5,6 mm beträgt, oder etwa 0,303 mal der Maximalbreite der LED-Chips.

**[0062]** Wie zuvor können die LED-Chips in der Vorrichtung von [Fig. 11](#) aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen CRI zu liefern. Bei manchen beispielhaften Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **1100** von [Fig. 11](#), geringer als 12 mm im Durchmesser sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die Linse geringer als 10 mm im Durchmesser, geringer als 9 mm im Durchmesser oder geringer als 8 mm im Durchmesser sein. Bei manchen Ausführungsformen kann die Linse etwa 9,1 mm im Durchmesser sein und kann identische LED-Chips von etwa 1000  $\mu\text{m}$  in der Größe verwenden, was bedeutet, dass die Chips auf einer Seite etwa 1000  $\mu\text{m}$  breit sind. Jedoch können Chips verschiedener Größen verwendet werden. Die Chips können etwa oder weniger als 2000  $\mu\text{m}$  in der Größe, etwa oder weniger als 1000  $\mu\text{m}$  in der Größe, etwa oder weniger als 700  $\mu\text{m}$  in der Größe oder etwa oder weniger als 500 in der Größe sein. Eine LED-Vorrichtung wie diejenige, die in [Fig. 11](#) gezeigt ist, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Das Design der LED-Vorrichtung von [Fig. 11](#) kann derart angepasst werden, dass verschiedene Typen von LED-Chips verwendet werden können, wie z. B. Direct-Bond-Chips, Flip-Chips und Chips mit Substraten aus Saphir, Siliciumcarbid, Silicon oder anderen Materialien. Die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung mit einer warmen weißen Farbe, wie beim Ersatz von Glühbeleuchtung oft erwünscht, kann so viel wie etwa 100 lm/W betragen. Falls jedoch die Vorrichtung für eine kühle weiße Farbe gebinnt ist, kann eine Effizienz von so viel wie etwa 150 lm/W erzielt werden.

**[0063]** [Fig. 12](#) ist eine obere Draufsicht einer LED-Vorrichtung **1200** gemäß einigen beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung. Die LED-Vorrichtung **1200** macht wiederum Verwendung vom Unterbau **1000**, wie in [Fig. 10](#) beschrieben. Die LED-Vorrichtung **1200** enthält jedoch zwei verschiedene Arten von LED-Chips. Die LED-Chips **1220** sind auf dieselbe Art und Weise wie die LED-Chips **1120** in [Fig. 11](#), welche an der Metallschiene **1012** befestigt waren, positioniert und verbunden. Die LED-Chips **1221** sind am Metallschichtbereich **1004** des Unterbaus befestigt.

tigt. Die Vorrichtung **1200** jedoch beinhaltet ebenfalls Seitenansicht-LED-Chips **1240**, von denen jeder Bonddrähte aufweist, welche mit der Oberseite sowohl für die Anode als auch für die Kathode verbunden sind. Die LED-Chips **1240** sind ebenfalls rechteckig anstatt quadratisch in der Gestalt. Die Bonddrähte **1242** verbinden die Anoden und die Bonddrähte **1244** verbinden die Kathoden mit dem geeigneten Metallschichtbereich. Somit können LED-Multi-Chip-Vorrichtungen mit hoher Dichte gemäß der Ausführungsform der Erfindung verschiedene Typen und Gestalten von LEDs aufweisen. Jeglicher von verschiedenen Typen kann allein verwendet werden, oder verschiedene Typen, Größen und Gestalten von LEDs können kombiniert werden.

**[0064]** Weiter mit Bezug auf [Fig. 12](#) beinhaltet die LED-Vorrichtung **1200** einen Schutzchip **1230** gegen elektrostatische Entladung (ESD), welcher an dem Metallschichtbereich **1010** befestigt ist und mit einem Bonddraht am Metallschichtbereich **1004** angeschlossen ist. Der Metallschichtbereich **1004** ist mit dem positiven Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung über Verbindungspunkte **1020** verbunden. Der Metallschichtbereich **1010** ist mit dem negativen Anschluss einer Spannungsquelle zur Stromversorgung für die LED-Vorrichtung über Verbindungspunkte **1022** verbunden. Die zwischen den LED-Chips innerhalb jeder Gruppe von sechs LED-Chips gemischten Typs in der LED-Vorrichtung **1200** und dem Unterbau verbundenen Bonddrähte sind wiederum derart angeordnet, dass alle Bonddrähte in einer Gruppe auf der Außenseite der Gruppe von sechs LED-Chips angeordnet sind, was ermöglicht, dass die LED-Chips in einer Gruppe nahe zusammen gesetzt sind und diese Dichte der LED-Chips in einer Gruppe ermöglicht, dass die LED-Vorrichtung **1200** relativ klein ist, aber dennoch eine relativ hohe Effizienz und Ausgabe aufweist. Ebenfalls verbindet das Strukturieren der Metallschichtbereiche des Unterbaus zusammen mit der Anordnung von Bonddrähten die LED-Chips innerhalb einer Gruppe parallel, während die Gruppen selbst in Reihe geschaltet sind. Weitere Serien- und/oder Parallelkombinationen von LEDs sind möglich mit allen in den verschiedenen hierin beschriebenen Ausführungsformen gezeigten Unterbauten.

**[0065]** Wie zuvor wird die Vorrichtung **1200** von [Fig. 12](#) mit einem optischen Element vervollständigt, welches auf die Oberseite der Vorrichtung gesetzt wird, um das Licht von den LED-Chips zu beeinflussen. Sowohl das optische Element als auch die Verzerrung, die es einführen würde, wenn die Vorrichtung betrachtet wird, sind in [Fig. 12](#) aus Klarheitsgründen weggelassen, aber eine beispielhafte Linse wird später mit Bezug auf [Fig. 14](#) erörtert. In einer Ausführungsform mit gemischten Chipgrößen und -gestalten wird wiederum ein Abstand zwischen dem Rand von einem jeglichen der Mehrzahl von verbun-

denen LED-Chips und dem Rand der Linse aufrecht erhalten. Bei einigen Ausführungsformen beträgt der Abstand etwa 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite über die LED-Chips. Dieser Abstand kann ebenfalls zwischen 0,3 und 0,54 mal der Breite der LED-Chips liegen. In einem speziellen Beispiel ist der Linsenabstand etwa 1,7 mm, falls die Maximalbreite der LED-Chips 5,6 mm ist, oder etwa 0,303 mal der Maximalbreite der LED-Chips.

**[0066]** Wie zuvor können die LED-Chips in der Vorrichtung von [Fig. 12](#) aus verschiedenen Lichtfarbbins ausgewählt werden, um eine kombinierte Lichtausbeute mit einem hohen CRI zu schaffen. Bei einigen Ausführungsformen kann die Linse für eine LED-Vorrichtung, wie z. B. die LED-Vorrichtung **1200** von [Fig. 12](#), kleiner als 12 mm im Durchmesser sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die Linse geringer als 10 mm im Durchmesser, geringer als 9 mm im Durchmesser oder geringer als 8 mm im Durchmesser sein. Bei einigen Ausführungsformen kann die Linse etwa 9,1 mm im Durchmesser sein und kann identische LED-Chips von etwa 1000  $\mu\text{m}$  in der Größe verwenden, was bedeutet, dass die Chips etwa 1000  $\mu\text{m}$  auf einer Seite breit sind. Jedoch können Chips verschiedener Größen verwendet werden. Die Chips können etwa oder weniger als 2000  $\mu\text{m}$  in der Größe, etwa oder weniger als 1000  $\mu\text{m}$  in der Größe, etwa oder weniger als 700  $\mu\text{m}$  in der Größe oder etwa oder weniger als 500  $\mu\text{m}$  in der Größe sein. Eine LED-Vorrichtung wie diejenigen, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist, kann eine Effizienz von zumindest 80, 85 oder 90 Lumen/Watt (lm/W) und einen CRI von zumindest 80 aufweisen. Die LED-Vorrichtung kann eine Effizienz von etwa 95 lm/W und einen CRI von zumindest 82 aufweisen. Weiterhin kann die Effizienz solch einer LED-Vorrichtung bei einer warmen weißen Farbe, wie oft erwünscht beim Ersatz von Glühbeleuchtung, so viel wie ungefähr 100 lm/W betragen. Falls jedoch die Vorrichtung für eine kühle weiße Farbe gebinnt ist, kann eine Effizienz von so viel wie etwa 150 lm/W erzielt werden.

**[0067]** [Fig. 13](#) ist ein generalisiertes elektronisches Schemadiagramm der Schaltung der LED-Vorrichtungen von [Fig. 6–Fig. 12](#). Die Schaltung **1300** umfasst mehrere LEDs **1302**, welche parallel geschaltet sind, um eine erste Gruppe von parallel geschalteten LEDs zu bilden. Mehrere LEDs **1303** sind parallel geschaltet, um eine zweite Gruppe von parallel geschalteten LEDs zu bilden. Die zwei Gruppen von parallelen LEDs sind wiederum in Serie geschaltet. Strom zum Beleuchten der LEDs wird durch die Spannungsquelle **1305** zugeführt. Die ESD-Schutzvorrichtung **1306** ist parallel über die gesamte LED-Schaltung umspannend beide Gruppen von LEDs angeschlossen.

**[0068]** [Fig. 14](#) ist eine perspektivische Ansicht der LED-Vorrichtung **1100**, welche zuvor gezeigt und mit

Bezug auf [Fig. 11](#) beschrieben wurde. In [Fig. 14](#) ist das optische Element, die Linse **1150**, sichtbar über den zwei Gruppen von sechs LED-Chips und dem Unterbau **1000**. Die durch die Linse eingeführte Verzerrung ist ebenfalls erkennbar. In der Ansicht von [Fig. 14](#) ist die Vorrichtung **1100** derart positioniert, dass das Pluszeichen in der Metallschicht in der oberen linken Ecke ist. Wie zuvor erwähnt, kann eine Linse zur Verwendung bei einer LED-Vorrichtung einer Ausführungsform der Erfindung aus Glas oder Kunststoff sein, an Ort und Stelle oder andernorts geformt werden, oder kann anderweitig geformt oder an die Vorrichtung angebracht werden, wie erwünscht. Beispielsweise kann die Linse an Ort und Stelle aus Silicon geformt werden. [Fig. 14](#) illustriert eine Linse, welche bei der Ausführungsform der LED-Vorrichtung, die zuvor präzise in [Fig. 11](#) gezeigt wurde, verwendet wird, jedoch kann essentiell derselbe Typ und dieselbe Erscheinungsform von Linse bei einer beliebigen der hier beschriebenen Ausführungsformen verwendet werden, und zwar mit geeigneter Einstellung der Größe der Linse für die Anzahl von LED-Chips und die Größe des verwendeten Substrats.

**[0069]** [Fig. 15](#) zeigt, wie der Abstand zwischen den LED-Chips und dem Rand der Linse für Ausführungsformen der Erfindung bestimmt wird. Die Ansicht von [Fig. 15](#) ist rein schematisch. Bei diesem Beispiel werden vierzehn identische LED-Chips durch Quadrate **1502** dargestellt. Der äußere Rand der Linse wird durch einen Kreis **1504** dargestellt. Der Kreis **1506** umschreibt die LED-Chips an ihrem breitesten Punkt. Der Bereich **1508** ist der Abstandsbereich, wobei die Größe des Abstands durch die Länge **1510** definiert ist. Wie zuvor beschrieben, kann diese Größe bei beispielhaften Ausführungsformen etwa 0,2 bis 0,8 mal der Maximalbreite über die LED-Chips betragen. Dieser Abstand kann ebenfalls zwischen 0,3 und 0,65 mal der Breite der LED-Chips liegen.

**[0070]** Multi-Chip-Vorrichtungen mit hoher Dichte, wie hier beschrieben, insbesondere wie durch die Ausführungsformen, welche in [Fig. 5–Fig. 15](#) gezeigt sind, exemplarisch angeführt wurden, können mit vielen Typen von LED-Chips hergestellt werden. Vertikale Chips wurden weitläufig in diesen Ausführungsformen verwendet, aber Flip-Chips und Seitenansicht-Chips können ebenfalls verwendet werden, und Seitenansichtstil-Chips sind in einigen dieser speziellen Ausführungsformen ebenfalls gezeigt. Chips mit geringer Reabsorption, insbesondere für blaues Licht, können zum Verbessern der Lichtausbeute beitragen. Quadratische Unterbauten sind gezeigt worden, aber es können Unterbauten verschiedener Gestalten und Größen verwendet werden. Die Unterbauten können aus Keramik, wie bei den vorherigen Beispielen, Metall oder Kunststoff sein. Ein Kunststoffunterbau kann einen Metalleinsatz zur Unterstützung als Wärmesenke aufweisen. Verschiedene Halbleitermaterialien können für die LEDs ver-

wendet werden, einschließlich Siliciumcarbid und Saphir. Die Layouts bieten hohe Dichte und sehr effiziente Lichtausbeute teilweise durch die Platzierung der Bondwerte, welche verwendet werden, um die LED-Chips zu verbinden. Die speziellen Designs des Unterbau-Metallmusters minimieren Lichtabsorption durch den Unterbau und helfen somit ebenfalls, die Lichtausbeute zu erhöhen.

**[0071]** Die oben beschriebenen Charakteristika ermöglichen eine Lichtvorrichtung mit hoher Dichte, die beschriebenermaßen bei einem Festkörperersatz für eine helle Halogenbirne, wie z. B. die neue populäre MR16-Halogen-Multreflektorbirne, zu verwenden ist. Bei beispielhaften Ausführungsformen ist die Größe der Vorrichtung etwa 10 mm auf einer Seite. Es ist möglich, durch die Verwendung kleiner LED-Chips oder weniger größerer LED-Chips noch eine sehr hohe Effizienz in einer kleinen Packung zu erzielen, beispielsweise einer Packung mit weniger als 5 mm auf einer Seite oder weniger als 3,5 mm auf einer Seite. Vier 1000-µm-LED-Chips könnten durch einen 2000-µm-LED-Chip ersetzt werden. Eine Vorrichtung könnte ebenfalls auf genau die Maximalgröße skaliert werden, welche in eine LED-Birne mit einem Formfaktor geeignet für eine spezielle Glühlampe oder Halogenlampe passen würde, wie z. B. die zuvor erwähnte MR16-Birne.

**[0072]** Obwohl hier spezielle Ausführungsformen illustriert und beschrieben wurden, werden die Fachleute erkennen, dass jede beliebige Anordnung, welche zum Erzielen desselben Zwecks ausgelegt ist, für die speziellen gezeigten Ausführungsformen substituiert werden kann und dass die Erfindung andere Anwendungen in anderen Umgebungen aufweist. Die Anmeldung soll jegliche Anpassungen oder Variationen der vorliegenden Erfindung abdecken. Die folgenden Ansprüche sollen den Schutzzumfang der Erfindung nicht auf die speziell hierin beschriebenen Ausführungsformen limitieren.

**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**

- US 7213940 [\[0028\]](#)

**Patentansprüche**

1. LED-Vorrichtung mit:  
einer Mehrzahl verbundener LED-Chips; und  
einem optischen Element, welches derart angeordnet  
ist, dass es das Licht von den LED-Chips beeinflusst;  
wobei das optische Element weniger als 5 mm im  
Durchmesser beträgt, während ein Abstand zwi-  
schen irgendeinem der LED-Chips und einem Rand  
des optischen Elements derart ist, dass der Abstand  
zwischen etwa 0,2 und 0,8 mal der Breite der Mehr-  
zahl der verbundenen LED-Chips liegt.
2. LED-Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das  
optische Element weniger als 4 mm im Durchmesser  
aufweist.
3. LED-Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der  
Abstand zwischen etwa 0,3 und 0,65 mal der Breite  
der Mehrzahl verbundener LED-Chips liegt.
4. LED-Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die  
LED-Chips parallel verbunden sind und auf einem ke-  
ramischen Unterbau angebracht sind.
5. LED-Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei das  
optische Element aus Silicon geformt ist.
6. LED-Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei zu-  
mindest einige der Mehrzahl von verbundenen LED-  
Chips vertikale LED-Chips sind.
7. LED-Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei, wenn  
die LED-Chips mit Energie versorgt sind, die Vorrich-  
tung Licht mit einer Effizienz von zumindest 80 lm/W  
und einem Farbwiedergabeindex von zumindest 80  
emittiert.
8. LED-Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das  
optische Element etwa 3,1 mm im Durchmesser, die  
Effizienz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zu-  
mindest 82 beträgt.
9. LED-Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei zu-  
mindest einige der Mehrzahl von verbundenen LED-  
Chips Seitenansicht-LED-Chips sind.
10. LED-Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die  
Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie ver-  
sorgt sind, Licht mit einer Effizienz von zumindest  
80 lm/W und einem Farbwiedergabeindex von zumin-  
dest 80 emittiert.
11. LED-Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das  
optische Element etwa 3,1 mm im Durchmesser, die  
Effizienz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zu-  
mindest 82 beträgt.
12. LED-Vorrichtung mit:  
einem Unterbau;
- einer Mehrzahl von LED-Chips, welche an dem Un-  
terbau befestigt sind;
- einer Mehrzahl von Bonddrähten, die jeweils zwi-  
schen einem LED-Chip und dem Unterbau ange-  
schlossen sind, wobei die Mehrzahl von Bonddrähten  
derart angeordnet ist, dass alle Bonddrähte sich zur  
Außenseite der Mehrzahl von LED-Chips erstrecken;  
und  
einem optischen Element, was derart angeordnet ist,  
das das Licht von der Mehrzahl von LED-Chips be-  
einflusst.
13. LED-Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei das  
optische Element Silicon und der Unterbau Keramik  
aufweist.
14. LED-Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei zu-  
mindest einige der Mehrzahl der LED-Chips parallel  
verbunden sind.
15. LED-Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die  
Mehrzahl von LED-Chips vier LED-Chips aufweist.
16. LED-Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei zu-  
mindest einige der Mehrzahl von LED-Chips vertikale  
LED-Chips sind.
17. LED-Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die  
Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie ver-  
sorgt sind, Licht mit einer Effizienz von zumindest  
80 lm/W und einem Farbwiedergabeindex von zumin-  
dest 80 emittiert.
18. LED-Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei das  
optische Element 3,1 mm im Durchmesser, die Effizi-  
enz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zumindest  
82 beträgt.
19. LED-Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei zu-  
mindest einige der Mehrzahl von LED-Chips Seiten-  
ansicht-LED-Chips sind.
20. LED-Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei die  
Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie ver-  
sorgt sind, Licht mit einer Effizienz von zumindest  
80 lm/W und einem Farbwiedergabeindex von zumin-  
dest 80 emittiert.
21. LED-Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei das  
optische Element etwa 3,1 mm im Durchmesser, die  
Effizienz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zu-  
mindest 82 ist.
22. LED-Vorrichtung mit:  
einem keramischen Unterbau;
- einer Mehrzahl von LED-Chips, welche an dem Un-  
terbau befestigt sind, wobei die Mehrzahl von LED-  
Chips derart ausgewählt ist, dass sie einen Farbwie-  
dergabeindex (CRI) der LED-Vorrichtung maximie-  
ren; und

einer Siliconlinse, welche derart angeordnet ist, dass sie das Licht von der Mehrzahl von LED-Chips beeinflusst.

23. LED-Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips vertikale LED-Chips sind.

24. LED-Vorrichtung nach Anspruch 23, wobei die Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie versorgt sind, Licht mit einer Effizienz von zumindest 80 lm/W emittiert und der CRI zumindest 80 beträgt.

25. LED-Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei das optische Element etwa 3,1 mm im Durchmesser, die Effizienz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zumindest 92 beträgt.

26. LED-Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips Seitenansicht-LED-Chips sind.

27. LED-Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Vorrichtung, wenn die LED-Chips mit Energie versorgt sind, Licht mit einer Effizienz von zumindest 80 lm/W emittiert und der CRI zumindest 80 beträgt.

28. LED-Vorrichtung nach Anspruch 27, wobei das optische Element etwa 3,1 mm im Durchmesser, die Effizienz zumindest etwa 89 lm/W und der CRI zumindest 82 beträgt.

29. Verfahren zum Herstellen einer LED-Vorrichtung, welches folgende Schritte aufweist:  
Auswählen einer Mehrzahl von LED-Chips zum Maximieren eines Farbwiedergabeindex (CRI) der LED-Vorrichtung;  
Befestigen der Mehrzahl von LED-Chips an einem keramischen Unterbau;  
Verbinden der Mehrzahl von LED-Chips; und  
Anbringen einer Siliconlinse auf den keramischen Unterbau, so dass er Licht von den LED-Chips beeinflusst.

30. Verfahren nach Anspruch 29, weiterhin aufweisend den Schritt des Herstellens des keramischen Aufbaus aus Aluminiumoxid.

31. LED-Vorrichtung nach Anspruch 30, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips vertikale LED-Chips sind.

32. LED-Vorrichtung nach Anspruch 30, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips Seitenansicht-LED-Chips sind.

33. Verfahren nach Anspruch 29, weiterhin aufweisend den Schritt des Herstellens des keramischen Unterbaus aus Aluminiumnitrid.

34. LED-Vorrichtung nach Anspruch 33, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips vertikale LED-Chips sind.

35. LED-Vorrichtung nach Anspruch 33, wobei zumindest einige der Mehrzahl von LED-Chips Seitenansicht-LED-Chips sind.

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

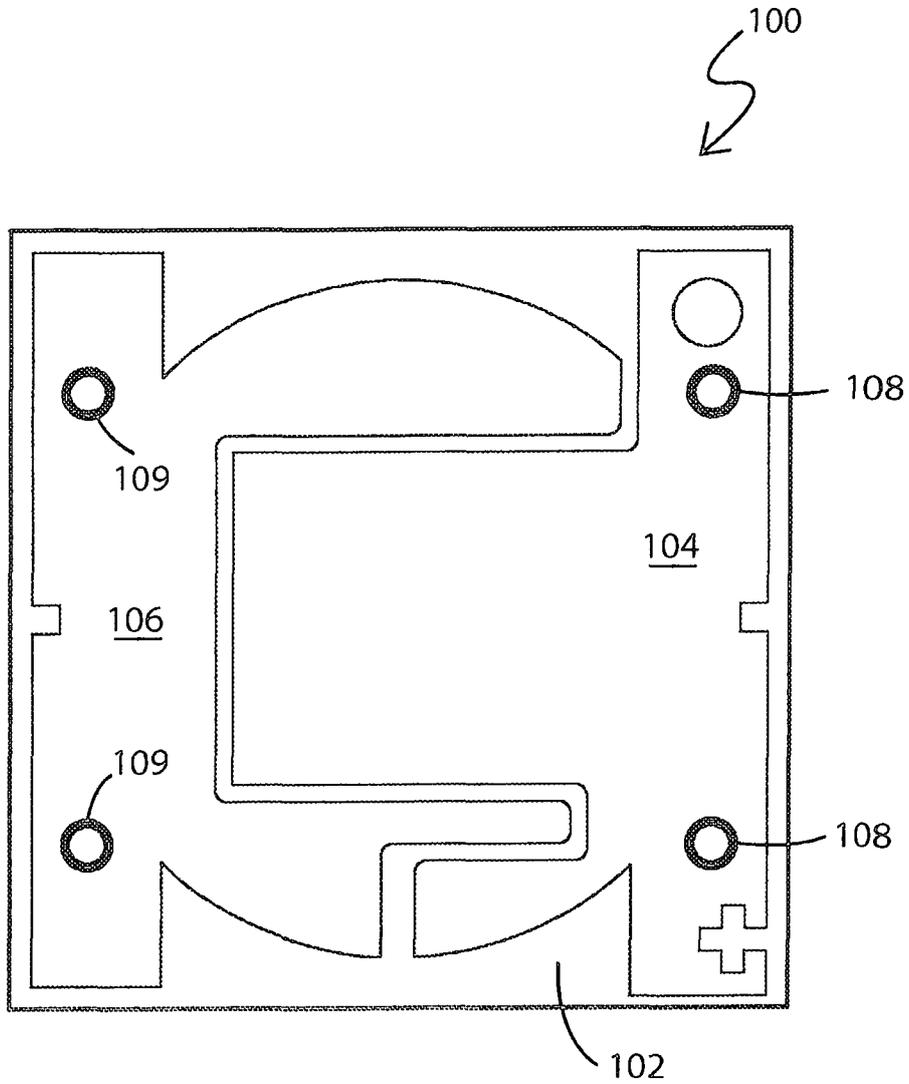


FIG. 1

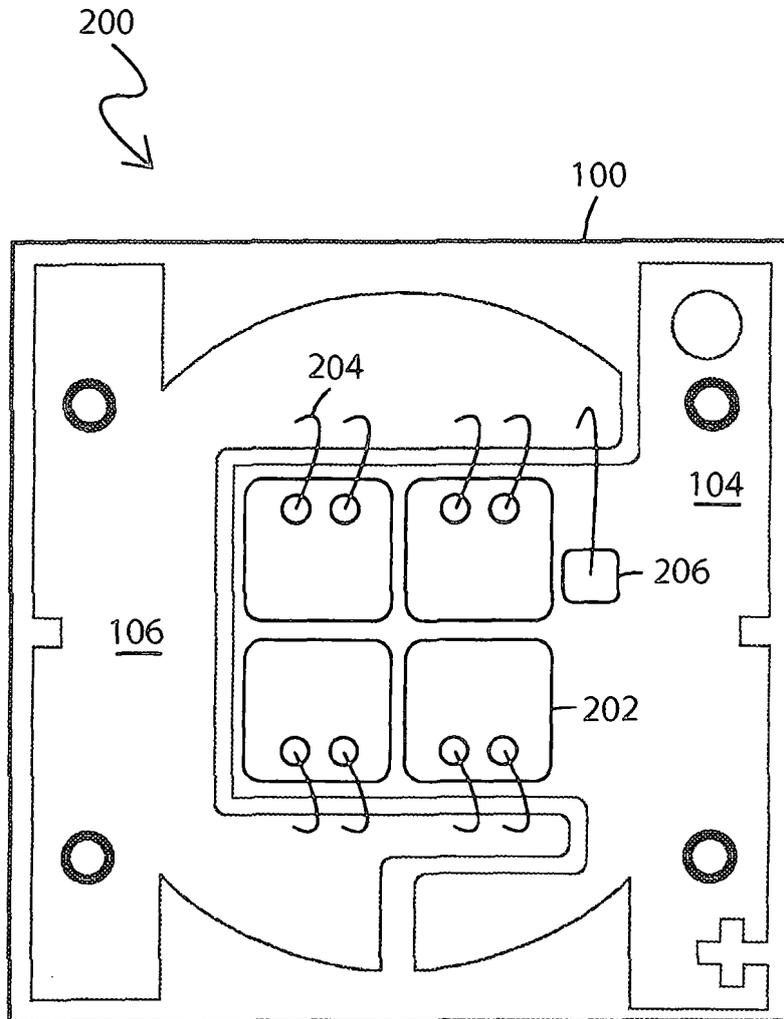


FIG. 2

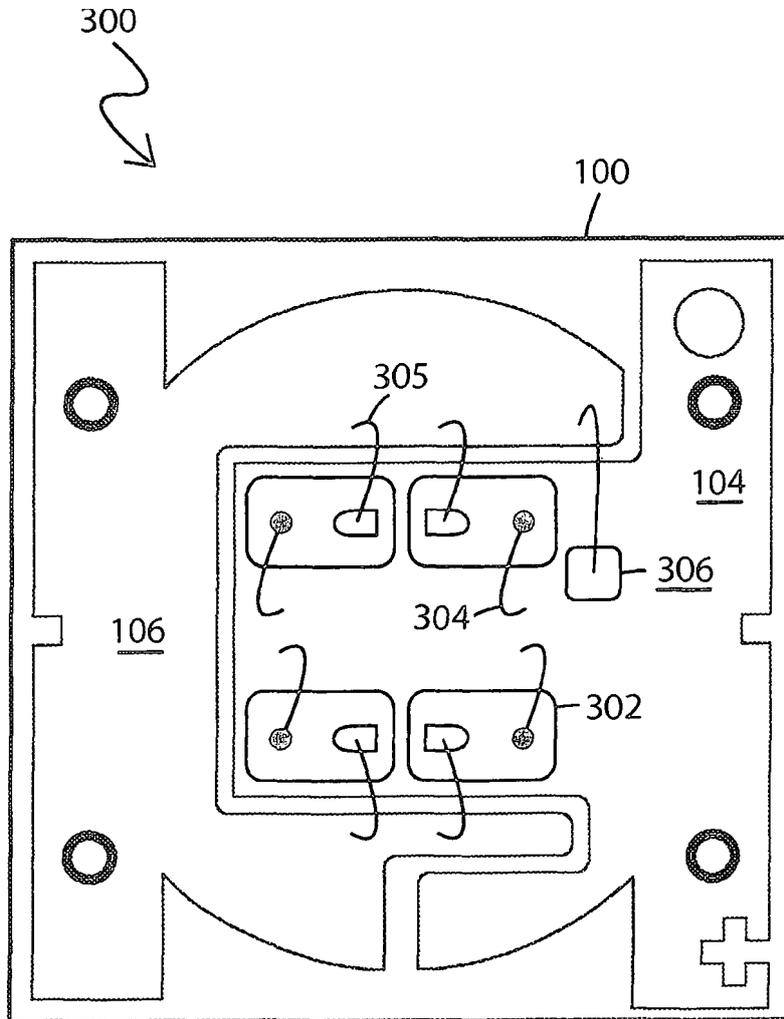


FIG. 3

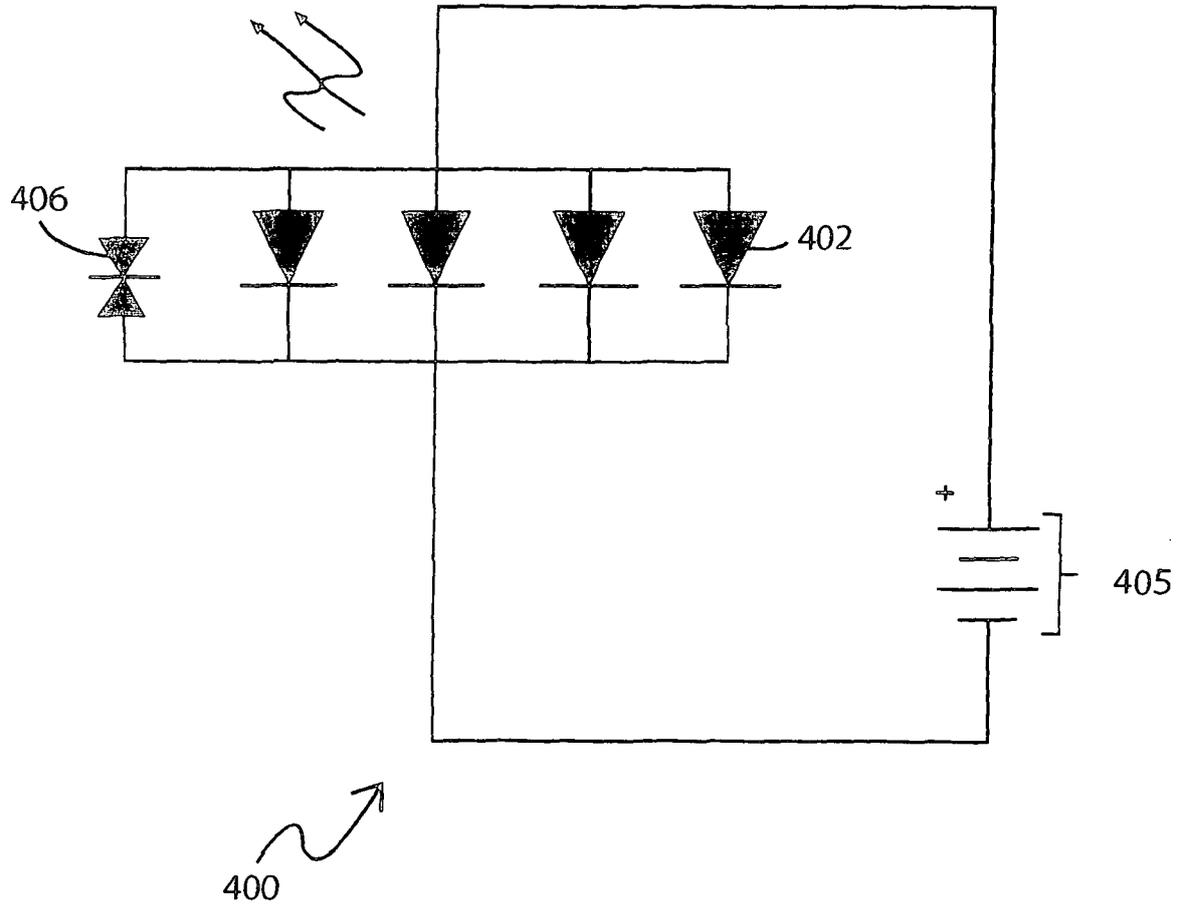


FIG. 4

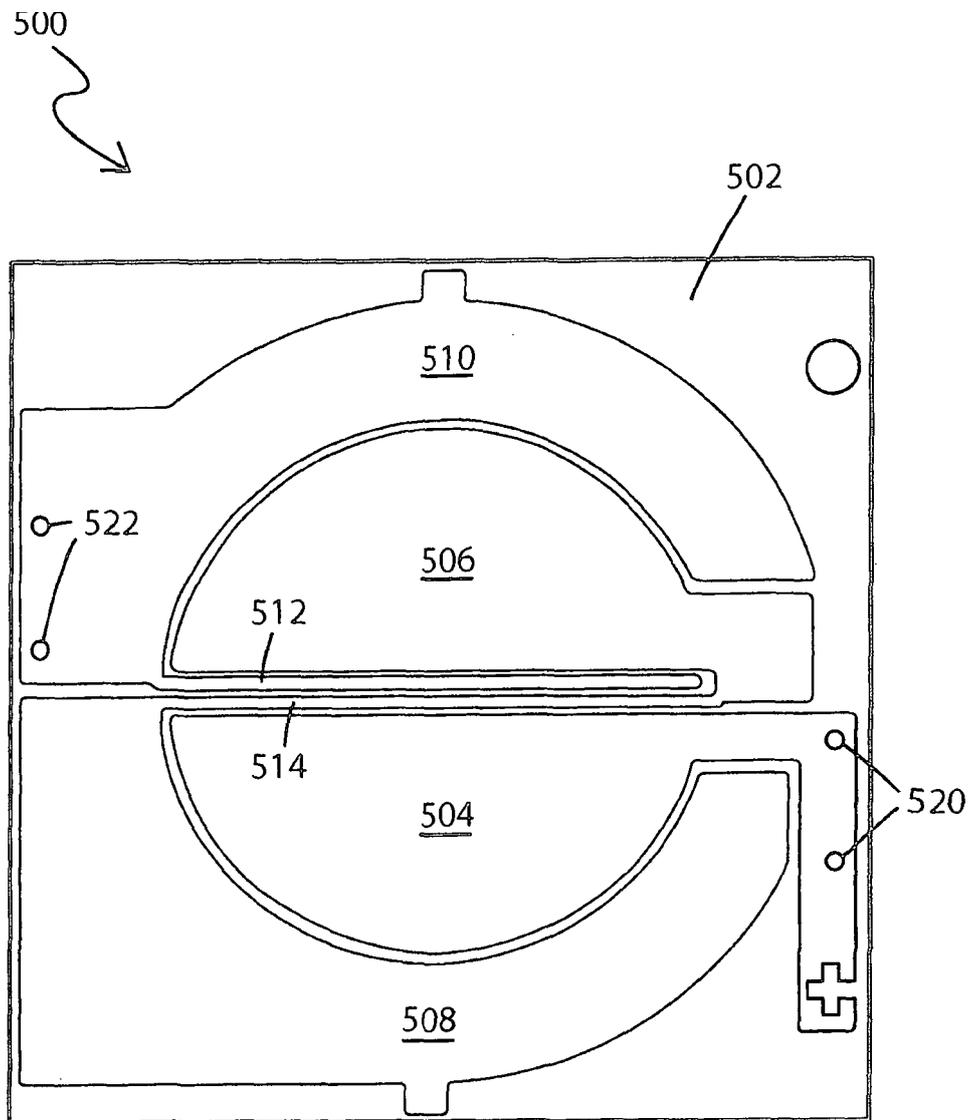


FIG. 5

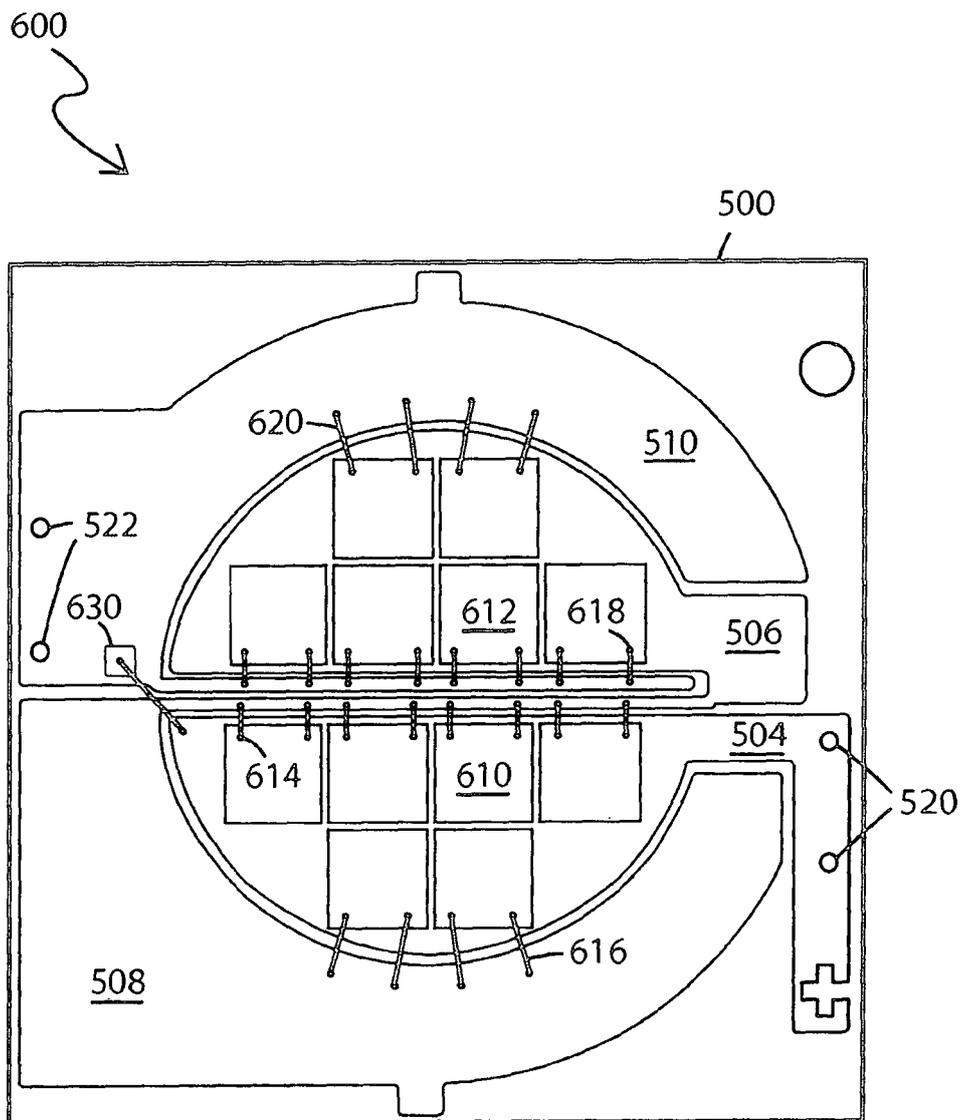


FIG. 6

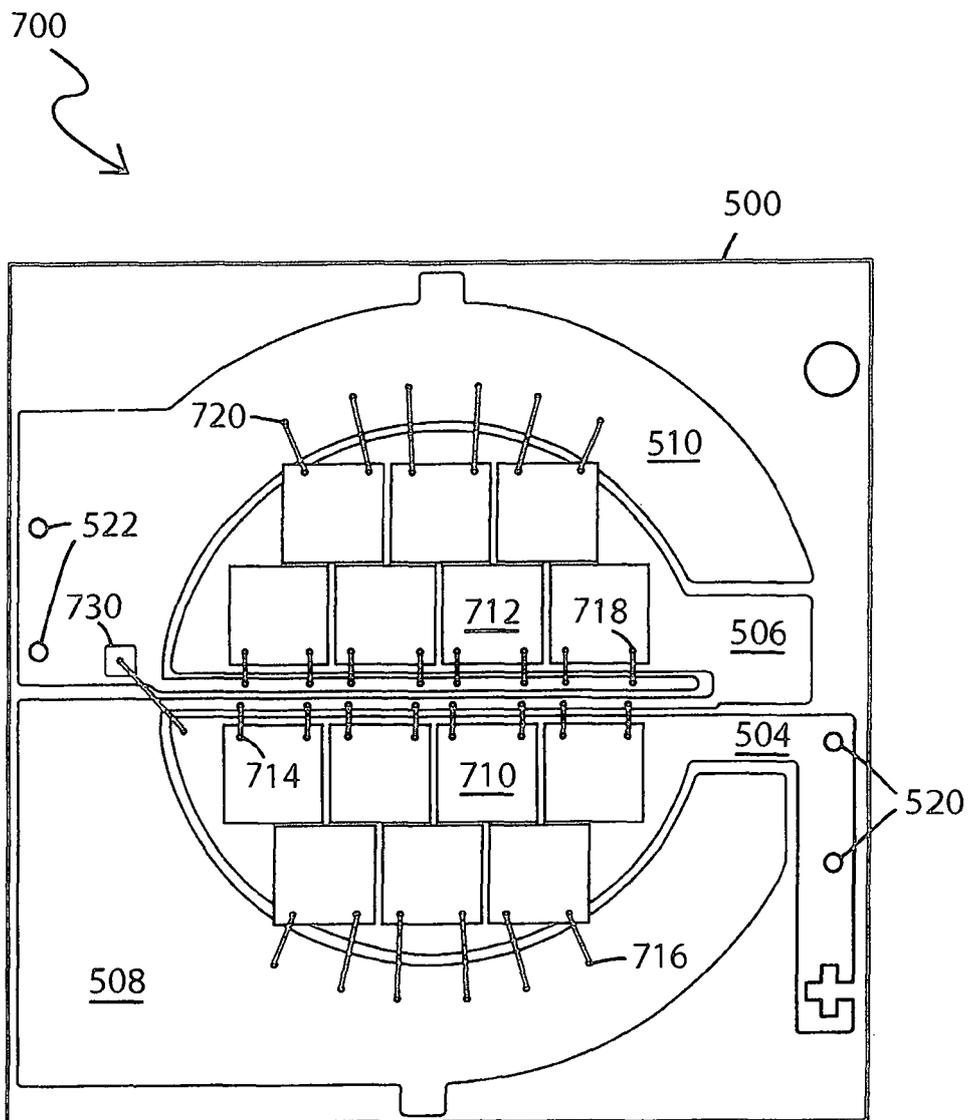


FIG. 7

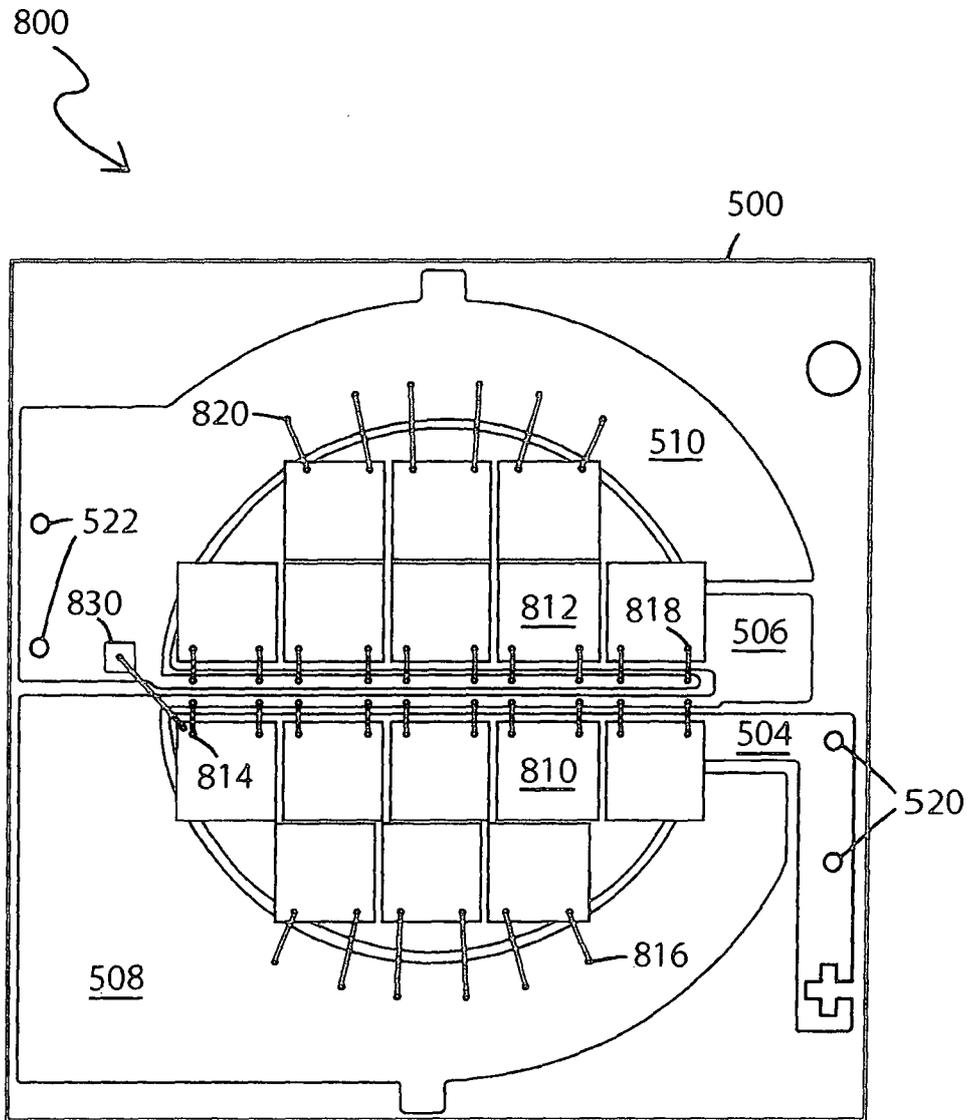


FIG. 8



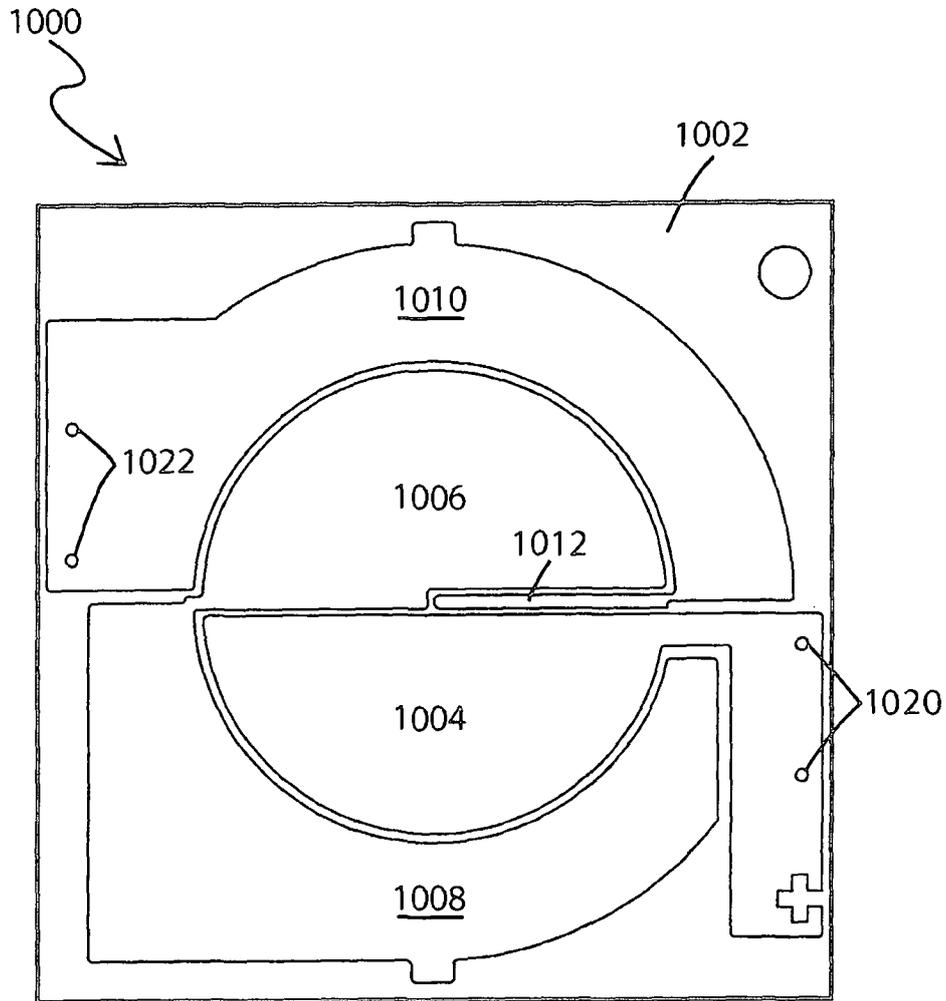


FIG. 10

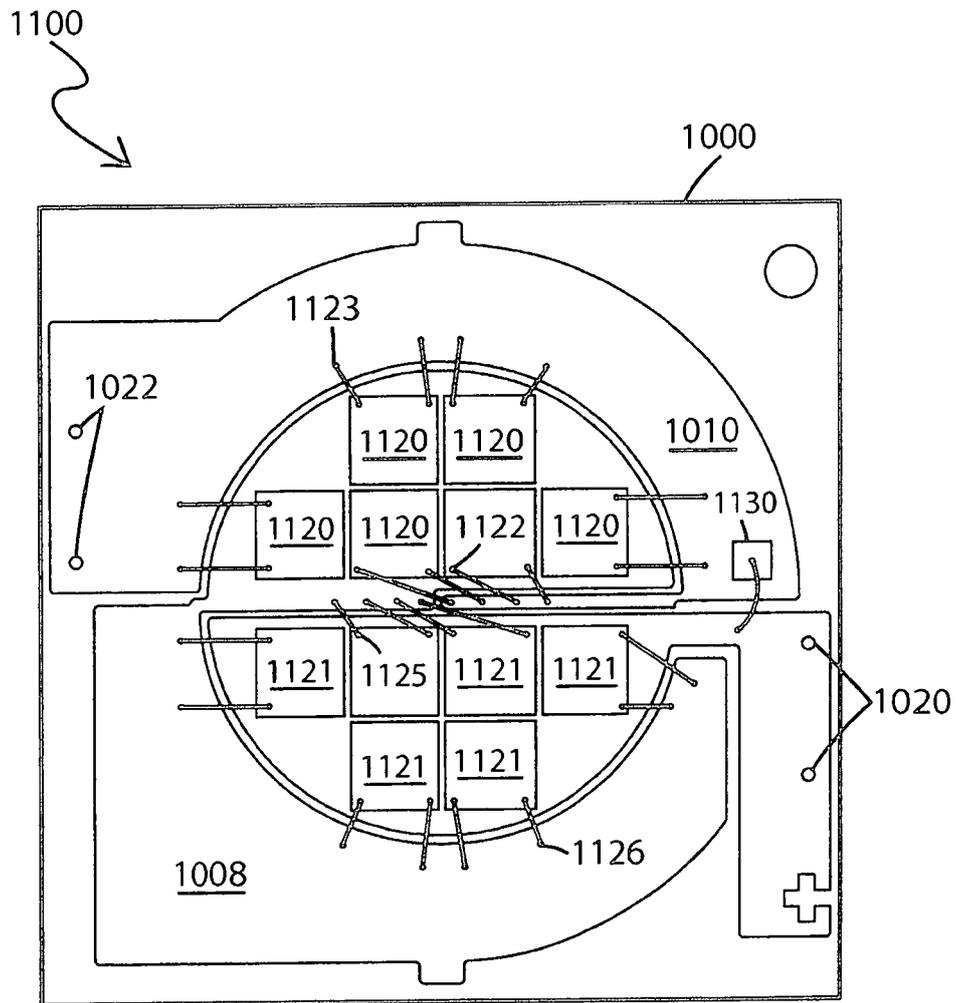


FIG. 11

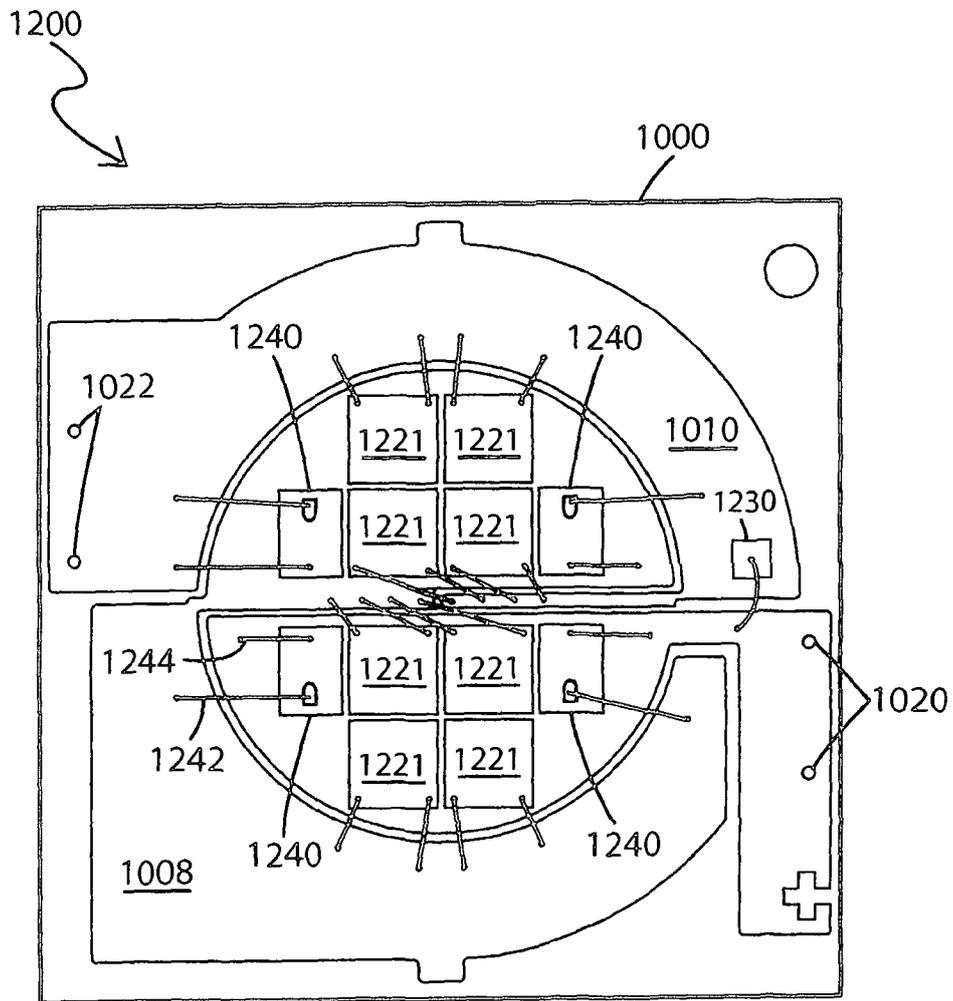


FIG. 12

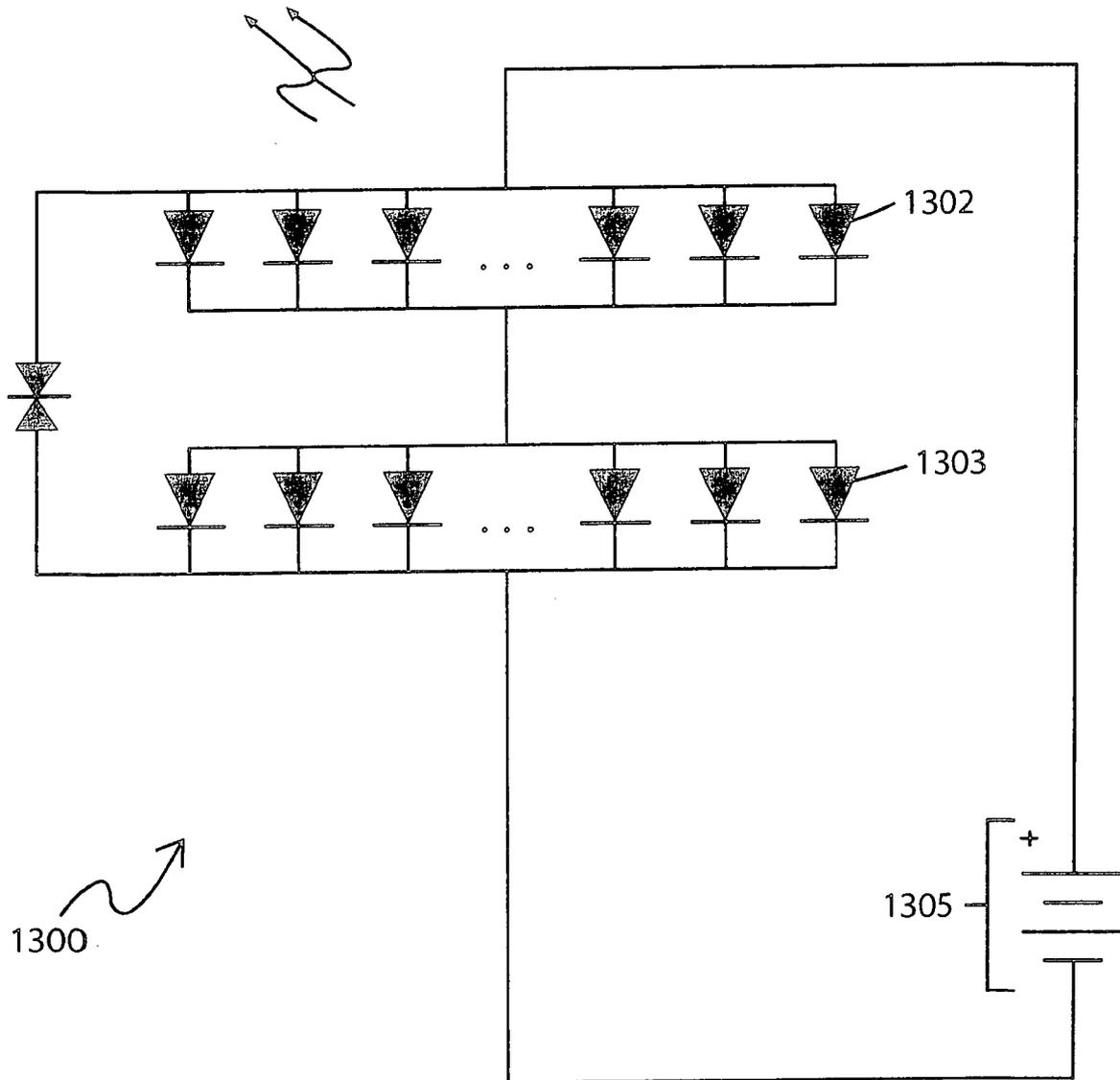


FIG. 13

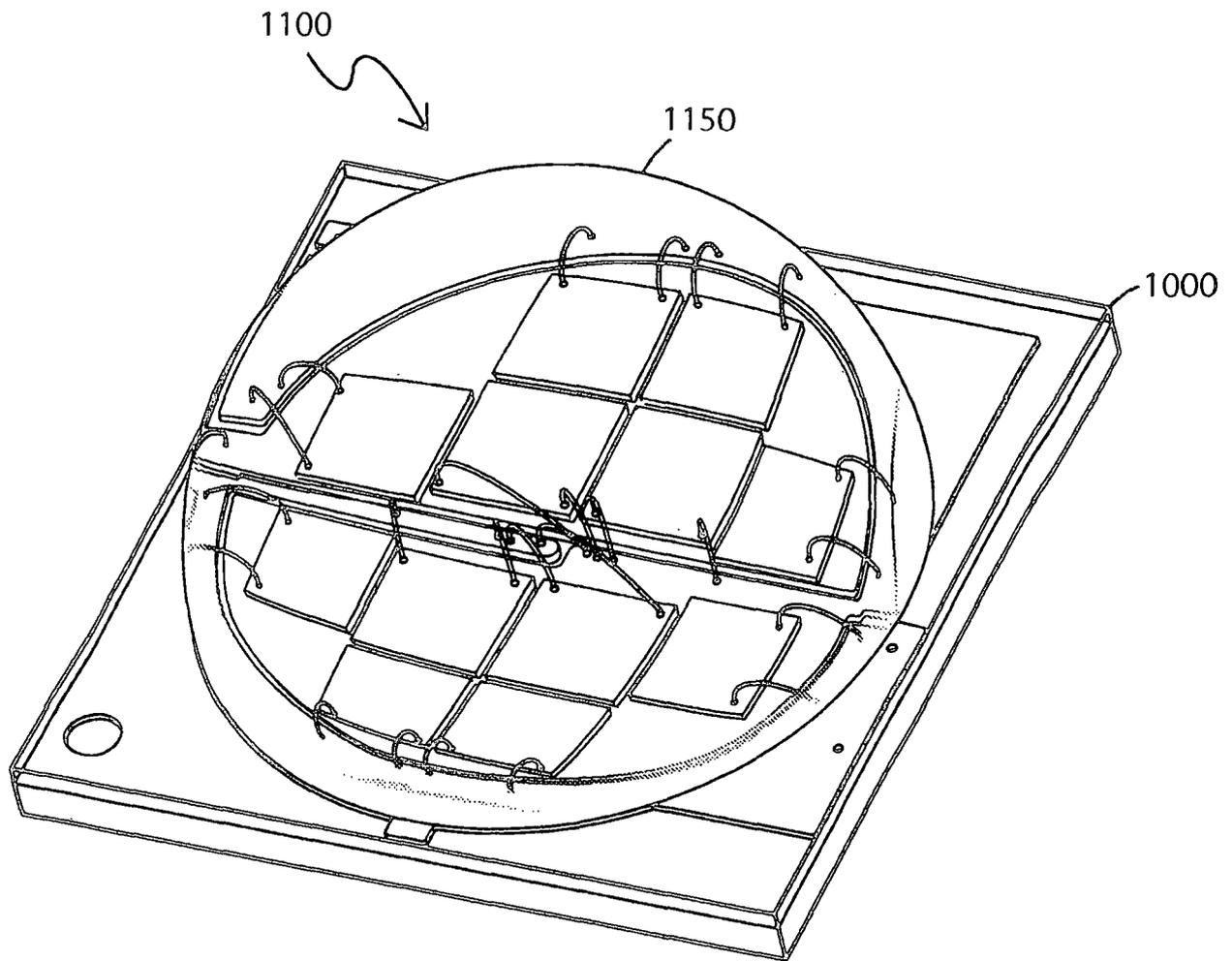


FIG. 14

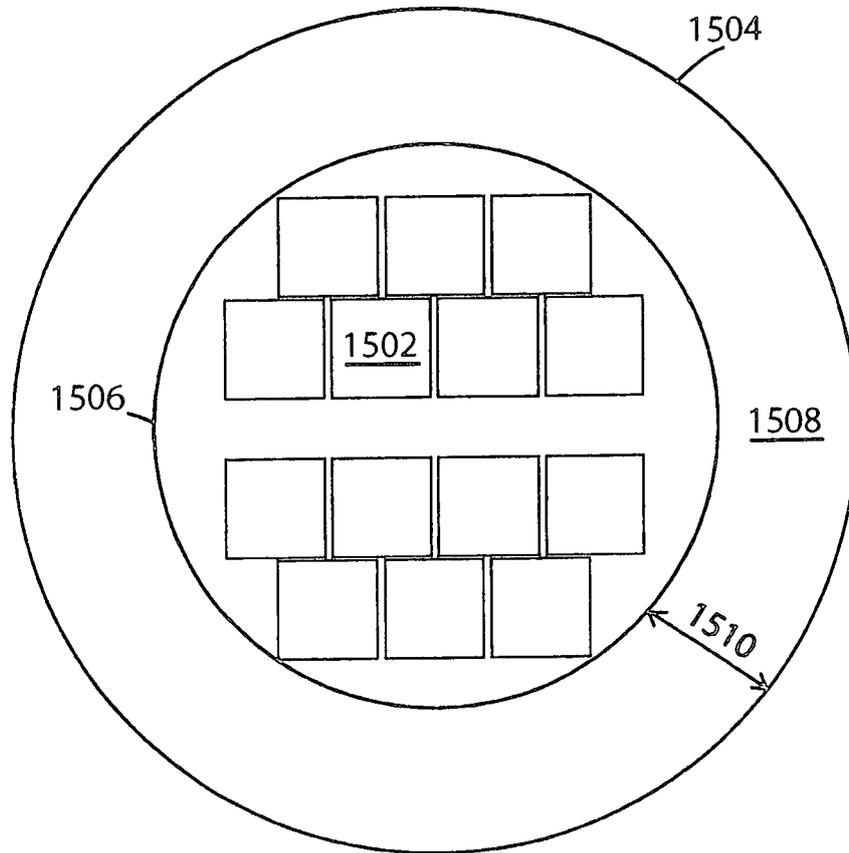


FIG. 15