



(10) **DE 10 2014 112 171 B4** 2018.01.25

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 112 171.6**
 (22) Anmeldetag: **26.08.2014**
 (43) Offenlegungstag: **26.02.2015**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **25.01.2018**

(51) Int Cl.: **H05B 37/03 (2006.01)**
B60Q 11/00 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
OSRAM OLED GmbH, 93049 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
**Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und
 Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE**

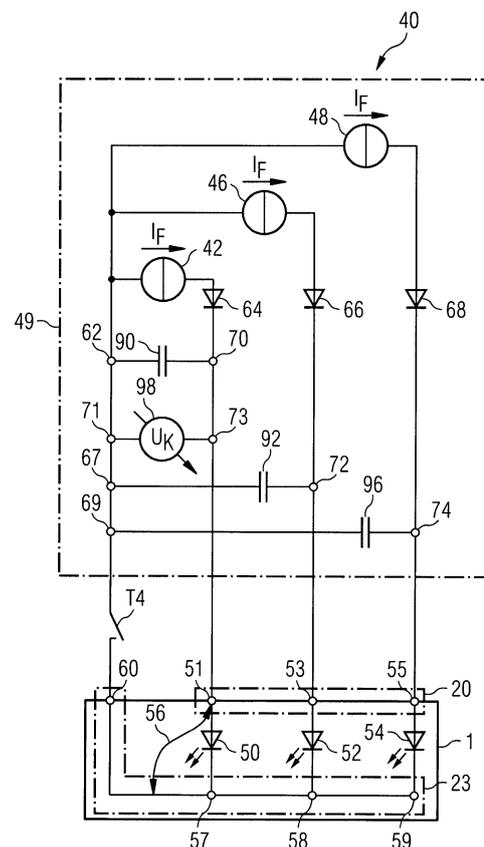
(72) Erfinder:
Regau, Kilian, 93047 Regensburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2012 201 317	A1
US	7 391 335	B2
US	2004 / 0 164 939	A1
US	2006 / 0 015 272	A1
EP	1 538 588	A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement und optoelektronische Baugruppe**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement (50), wobei ein erster Ansteuerschaltkreis (42) zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements (50) angeordnet ist und ein zweiter Ansteuerschaltkreis (46) zum Ansteuern eines zweiten Leuchtdiodenelements (52) angeordnet ist, wobei bei dem Verfahren das erste Leuchtdiodenelement (50) mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises (46) im Sperrbereich betrieben wird, überprüft wird, ob ein elektrischer Strom (I_R) in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement (50) fließt, und der Kurzschluss erkannt wird, falls die Überprüfung ergibt, dass der Strom (I_R) in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement und eine optoelektronische Baugruppe.

[0002] Optoelektronische Bauelemente, die Licht emittieren, können beispielsweise Leuchtdioden (LEDs) oder organische Leuchtdioden (OLEDs) sein. Eine OLED kann eine Anode und eine Kathode mit einem organischen funktionellen Schichtensystem dazwischen aufweisen. Das organische funktionelle Schichtensystem kann aufweisen eine oder mehrere Emitterschichten, in denen elektromagnetische Strahlung erzeugt wird, eine Ladungsträgerpaar-Erzeugungsschichtenstruktur aus jeweils zwei oder mehr Ladungsträgerpaar-Erzeugungsschichten („charge generating layer“, CGL) zur Ladungsträgerpaarerzeugung, sowie eine oder mehrere Elektronenblockadeschichten, auch bezeichnet als Lochtransportschicht(en) („hole transport layer“ – HTL), und eine oder mehrere Lochblockadeschichten, auch bezeichnet als Elektronentransportschicht(en) („electron transport layer“ – ETL), um den Stromfluss zu richten.

[0003] Optoelektronische Baugruppen weisen beispielsweise zwei oder mehr optoelektronische Bauelemente, beispielsweise LEDs und/oder OLEDs, und Ansteuerschaltkreise, beispielsweise Treiber, zum Betreiben der optoelektronischen Bauelemente auf. Die optoelektronischen Bauelemente können beispielsweise elektrisch parallel geschaltet sein. Ein optoelektronisches Bauelement, beispielsweise eine OLED, kann segmentiert sein und daher mehrere OLED-Elemente aufweisen. Die OLED-Elemente können beispielsweise elektrisch parallel geschaltet sein und/oder sich zumindest eine gemeinsame Elektrode teilen. Beispielsweise weisen zwei OLED-Elemente dieselbe Kathode auf, haben jedoch voneinander getrennte organische funktionelle Schichtenstrukturen und entsprechend voneinander getrennte Anoden. Dies kann dazu beitragen, dass bei einem Kurzschluss eines der OLED-Elemente die anderen OLED-Elemente grundsätzlich weiter betrieben werden können.

[0004] Trotz aufwändiger Qualitätskontrollen von OLEDs kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass die OLEDs in der Anwendung spontan ausfallen. Ein typisches Fehlerbild für Spontanausfälle sind Kurzschlüsse zwischen den Elektroden. Solche Kurzschlüsse sind in der Regel sehr kleinflächig, es konzentriert sich dadurch ein Großteil des Gesamtstromes in diesem Kurzschlusspunkt. Die Stromdichte ist folglich deutlich überhöht, womit sich diese Stellen je nach flächiger Ausbildung sehr stark erhitzen können. Dies kann zum Aufschmelzen der Elektroden, zu dunklen Flecken im Leuchtbild, zu komplett

dunklen OLEDs und/oder einfach zu sehr heiß werdenden Stellen auf der OLED führen. Um potenzielle Gefahren durch diese Überhitzung (Verbrennungsgefahr, Brand, Bersten) zu verhindern, sollte ein solcher Kurzschluss von der Ansteuer- bzw. Treiberelektronik oder einer Übergeordneten Auswertereinheit und/oder Recheneinheit erkannt werden und eine entsprechende Reaktion, beispielsweise eine Schutzmaßnahme, erfolgen (Abschalten des kurzgeschlossenen Bauelements, Erzeugen von Warnsignalen, Bypassing, also Umgehen des Kurzschlusses, etc.). Gerade im Automobilbereich wird von den Herstellern gefordert, dass z. B. defekte OLEDs oder LEDs in Rückleuchten elektronisch erkannt und zumindest ans Bordsystem gemeldet werden müssen.

[0005] Es ist bekannt, Kurzschlüsse in OLEDs zu erkennen, indem eine Über- oder Unterspannung an den OLEDs erfasst wird und als Kriterium für einen Defekt verwendet wird. Als Reaktion auf das Erkennen des Kurzschlusses kann ein Bypassing und/oder eine Fehlersignalerzeugung erfolgen.

[0006] DE 10 2012 201 317 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überprüfen von LEDs oder OLEDs bezüglich ESD-Beschädigungen, bei dem bzw. bei der eine Spannung in Sperrrichtung an die LEDs bzw. die OLEDs angelegt wird und ein daraus resultierender Leckstrom erfasst wird.

[0007] US 2006/0 015 272 A1 zeigt ein Verfahren zum Erkennen eines Defekts eines OLED-Pixels eines OLED-Displays zu zeigen, bei dem an die entsprechende OLED eine Rückwärtsspannung angelegt wird und ein Leckstrom erfasst wird. Bei den zu erkennenden Defekten handelt es sich um Inhomogenitäten, Partikel, Löcher oder Hügel in der organischen Schichtenstruktur der entsprechenden OLED.

[0008] US 2004/0 164 939 A1 zeigt ein Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses einer OLED, bei dem an die entsprechende OLED eine Rückwärtsspannung angelegt wird und der daraus resultierende Strom in Sperrrichtung erfasst wird.

[0009] US 7 391 335 B2 zeigt ein Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses bei einer LED-Bank, bei dem eine Rückwärtsspannung an die LED-Bank angelegt wird und der Kurzschluss abhängig von einem daraus resultierenden Rückwärtsstrom über die LED-Bank erkannt wird.

[0010] EP 1 538 588 A2 zeigt ein Anzeigemodul, bei dem ein Defekt eines Pixels des Anzeigemoduls einem Anwender signalisiert wird. Der Defekt des Pixels wird erkannt anhand einer Wellenform eines Stroms, der in Sperrrichtung an ein lichtemittierendes Element des Pixels angelegt wird.

[0011] Eine Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement bereitzustellen, das einfach durchführbar ist und/oder das zu einem sicheren Betreiben des ersten Leuchtdiodenelements und/oder einer optoelektronischen Baugruppe, die das erste Leuchtdiodenelement aufweist, beiträgt.

[0012] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, eine optoelektronische Baugruppe bereitzustellen, die einfach ausgebildet ist und/oder sicher betrieben werden kann.

[0013] Eine Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement, wobei ein erster Ansteuerschaltkreis zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements angeordnet ist und ein zweiter Ansteuerschaltkreis zum Ansteuern eines zweiten Leuchtdiodenelements angeordnet ist, wobei bei dem Verfahren das erste Leuchtdiodenelement mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises im Sperrbereich betrieben wird, überprüft wird, ob ein elektrischer Strom in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement fließt, und der Kurzschluss erkannt wird, falls die Überprüfung ergibt, dass der Strom in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist.

[0014] Das Verfahren beruht darauf, dass ein intaktes Leuchtdiodenelement, beispielsweise eine LED, eine OLED oder ein OLED-Element, eine Gleichrichterwirkung zeigt, d. h. dass sie in Vorwärtsrichtung Strom leitet (nichtlineare Kennlinie) und in Rückwärtsrichtung den Strom sperrt, bis auf den Leckstrom, der grundsätzlich bei jeder Diode auftritt, meist gut bekannt und häufig vernachlässigbar ist. Eine defekte LED oder OLED, welche einen Kurzschluss aufweist, hat keine gleichrichtende Wirkung mehr. Durch den Kurzschluss sind die Halbleiterschichten überbrückt und die LED bzw. OLED zeigt annähernd gleiche Leitfähigkeit in beiden Polungsrichtungen (Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb). Es wird also eine Rückwärtsspannung, insbesondere eine moderate Rückwärtsspannung an die LED bzw. OLED angelegt oder ein moderater Rückwärtsstrom eingepreßt, um ein abnormales Rückwärtsverhalten zu erkennen. Dass die Rückwärtsspannung bzw. der Rückwärtsstrom moderat sind, bedeutet beispielsweise, dass die entsprechende LED bzw. OLED im Sperrbereich betrieben wird und nicht im Durchbruchbereich, beispielsweise in einem Bereich, der betragsmäßig ungefähr der Vorwärtsspannung im Nennarbeitspunkt der LED bzw. OLED entspricht. Die moderate Rückwärtsspannung kann beispielsweise betragsmäßig kleiner oder gleich der Nennspannung im Vorwärtsbetrieb sein. Die Nennspannung ist die Spannung, die vorzugsweise in normalem Vorwärtsbetrieb an die OLED angelegt wird.

[0015] OLEDs sind zwar grundsätzlich nicht für den Betrieb im Sperrbereich, also den Rückwärtsbetrieb, gedacht, aber die moderate Rückwärtsspannungen in kurzen Pulsen und/oder für kurze Zeitdauern fügen der OLED keinen Schaden zu und verschlechtern die Performance nicht. Bei dem Verfahren kann somit das erste Leuchtdiodenelement in kurzen Pulsen und/oder für kurze Zeitdauern im Sperrbereich betrieben werden. Falls das erste Leuchtdiodenelement bzw. die entsprechende Leuchtdiode im Vorwärtsbetrieb gepulst betrieben wird, so kann die Pulsdauer so kurz gewählt werden, dass die Pulse im Rückwärtsbetrieb vollständig in den Pulspausen des Vorwärtsbetriebs liegen.

[0016] Das erste Leuchtdiodenelement kann beispielsweise eine einzelne LED oder OLED, die mit anderen LEDs und/oder OLEDs zusammen betrieben wird, beispielsweise mittels elektrischen Kopplens deren Kathoden oder Anoden, oder ein Segment einer Mehrsegment-OLED mit zwei oder mehr Leuchtdiodenelementen, die eine gemeinsamen Kathode oder Anode aufweisen, sein. Beispielsweise kann das erste Leuchtdiodenelement neben anderen einzelnen LEDs, OLEDs oder OLED-Segmenten separat angesteuert werden, beispielsweise zur Realisierung von dynamischen Lichteffekten, beispielsweise im Automobilbereich, beispielsweise zum Darstellen von Blinkerszenarien und/oder Welcome-Szenarien.

[0017] Dass das erste Leuchtdiodenelement im Sperrbereich betrieben wird, kann beispielsweise bedeuten, dass eine moderate Rückwärtsspannung an die LED bzw. OLED angelegt wird oder ein moderater Rückwärtsstrom in die LED bzw. OLED eingepreßt wird. Das Erkennen des Stromflusses in Sperrrichtung kann auf verschiedene Arten erfolgen, insbesondere kann der Stromfluss in Sperrrichtung direkt oder indirekt erkannt werden. Der Stromfluss in Sperrrichtung kann beispielsweise über verschiedene Messungen des Stromflusses direkt detektiert werden. Der Stromfluss in Sperrrichtung kann jedoch auch indirekt detektiert werden mittels Prüfen von Effekten, die der Stromfluss in Sperrrichtung bewirkt. Wird der Stromfluss in Sperrrichtung direkt erfasst oder sein Vorhandensein beim Überprüfen indirekt erkannt und ist dieser größer als der vorgegebene Leckstrom des ersten Leuchtdiodenelements, so wird der Kurzschluss erkannt und das entsprechende erste Leuchtdiodenelement als fehlerhaft erkannt.

[0018] Das Verfahren kann in einem eigenen Testmodus oder Testablauf, welcher beispielsweise vor oder nach dem Betrieb der LED oder OLED durchgeführt wird (beispielsweise beim Ein- oder Ausschalten des Auto-Rücklichts, o. ä.), durchgeführt werden. Alternativ oder zusätzlich kann das Verfahren während des Betriebs des ersten Leuchtdiodenelements,

beispielsweise in Licht/Strom-Pausen beim gepulsten Betrieb (PWM-Betrieb) durchgeführt werden.

[0019] Der Test bezüglich des Kurzschlusses, also der Betrieb des ersten Leuchtdiodenelements im Sperrbereich, wird durch eine geeignete Nutzung und/oder Verschaltung der Elektronik, insbesondere der Ansteuerschaltkreise, einer optoelektronischen Baugruppe, die das erste Leuchtdiodenelement aufweist, umgesetzt werden. Das gesamte Testsystem kann im Vergleich zur "normalen" Ansteuer- bzw. Treiberelektronik mit nur wenig zusätzlichen Komponenten, wie beispielsweise Schutzdioden, elektronische Schalter (z. B. Transistoren) und/oder Messaufnehmer, ausgebildet werden. Alternativ oder zusätzlich können Funktionsbereiche der bereits vorhandenen Ansteuer- bzw. Treiberelektronik für die Kurzschlusserkennung verwendet werden, beispielsweise eine Messeinrichtung zur Strom- und/oder Spannungsmessung und/oder ein Ausgangskondensator eines entsprechenden Ansteuerschaltkreises.

[0020] Die Messwertaufnahme, Ablaufsteuerung und/oder Auswertung des Tests und die Reaktion auf das Ergebnis des Tests können beispielsweise von einer Recheneinheit, beispielsweise einem Mikrocontroller, beispielsweise von dem zentralen Controller der Treibersteuerung, durchgeführt werden. Alternativ oder zusätzlich können diese Funktionen auch mittels einer eigenständigen Elektronik, die beispielsweise analoge, digitale oder „mixed signal“ Schaltungen aufweist, durchgeführt werden. Die Reaktion auf eine Erkennung des Kurzschlusses kann umfassen eine Deaktivierung des entsprechenden Leuchtdioden-Ansteuerschaltkreises, beispielsweise des entsprechenden Treibers, eine Meldung an eine andere Steuergruppe, einen Zentralcomputer und/oder Mikrocontroller, eine Ansteuerung einer Bypass-Einheit, beispielsweise einen oder mehrere zu dem entsprechenden Leuchtdiodenelement parallel geschaltete Thyristoren, Mosfets, Transistoren o. ä., optional mittels eines Halteglieds. Beispielsweise ist eine Rückmeldung an ein höherrangiges System möglich, beispielsweise an einen Bordcomputer im Auto, beispielsweise im Falle eines Blinkers oder einer Rückfahrleuchte.

[0021] Das Verfahren kann beispielsweise im Automotive-Bereich oder im Consumer-Bereich, beispielsweise bei einer Handleuchte mit einem einzelnen Leuchtdiodenelement oder bei einem Leuchtdioden-Modul mit integriertem Treiber zur Flächenbeleuchtung verwendet werden. Die entsprechenden Leuchtdioden können dann sicher betrieben werden, wobei beispielsweise eine Brand-, Verletzungs- und/oder Zerstörungsgefahr besonders gering sein können. Alternativ oder zusätzlich können die entsprechenden Detektionsschaltungen einfach und/oder kostengünstig ausgeführt werden, insbesondere wenn lediglich ein geringer Mehraufwand bei

der Hardware betrieben wird und somit keine oder nur geringfügig höhere Materialkosten entstehen.

[0022] Erfindungsgemäß ist der erste Ansteuerschaltkreis zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements angeordnet und der zweite Ansteuerschaltkreis ist zum Ansteuern des zweiten Leuchtdiodenelements angeordnet. Das erste Leuchtdiodenelement wird mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises im Sperrbereich betrieben. Dies ermöglicht, auf eine zusätzliche Energiequelle und/oder Treiberelektronik zum Erkennen des Kurzschlusses verzichten zu können. Dies kann dazu beitragen, dass der Kurzschluss besonders einfach und/oder kostengünstig erkannt werden kann.

[0023] Gemäß einer Weiterbildung ist der erste Ansteuerschaltkreis ausgeschaltet. Der Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der zweite Ansteuerschaltkreis ist zunächst ebenfalls ausgeschaltet. Der Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises, der Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises, die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt. Der Eingang des ersten Leuchtdiodenelements wird mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements werden von dem ersten Knoten elektrisch getrennt, wobei die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch miteinander gekoppelt bleiben, und der zweite Ansteuerschaltkreis wird angeschaltet, wodurch das erste Leuchtdiodenelement im Sperrbereich betrieben wird. Es wird überprüft, ob der elektrische Strom in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement fließt, indem eine Ansteuerung des zweiten Ansteuerschaltkreises erfasst wird. Der Kurzschluss wird erkannt, wenn die Ansteuerung einen ersten Ansteuerung-Schwellenwert nicht erreicht oder nicht überschreitet. Alternativ oder zusätzlich wird ein Ansteuerstrom des zweiten Ansteuerschaltkreises erfasst und der Kurzschluss wird erkannt, wenn der Ansteuerstrom größer als ein vorgegebener Ansteuerstrom-Schwellenwert ist.

[0024] Aufgrund der elektrischen Trennung der zweiten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und der zweiten Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements von dem ersten Knoten und der elektrischen Kopplung der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements mit dem ersten Knoten bilden der zweite Ansteuerschaltkreis, das erste Leuchtdiodenelement im Rückwärtsbetrieb und das zweite

Leuchtdiodenelement im Vorwärtsbetrieb einen geschlossenen Schaltkreis. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements können zuerst von dem ersten Knoten elektrisch getrennt werden und dann kann der zweite Ansteuerschaltkreis angeschaltet werden oder der zweite Ansteuerschaltkreis kann zuerst angeschaltet werden und dann können die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements von dem ersten Knoten elektrisch getrennt werden.

[0025] Falls kein Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement vorliegt, so kann der zweite Ansteuerschaltkreis keinen Strom durch den geschlossenen Schaltkreis treiben, wodurch automatisch die Ansteuerspannung erhöht wird und den ersten Ansteuerspannungs-Schwellenwert überschreitet. Der erste Ansteuerspannungs-Schwellenwert kann beispielsweise für den entsprechenden Ansteuerschaltkreis fest vorgegeben sein oder empirisch ermittelt und dann vorgegeben werden. Falls der Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement vorliegt, so kann der zweite Ansteuerschaltkreis den Strom problemlos durch den geschlossenen Schaltkreis treiben, weshalb die Ansteuerspannung nicht erhöht wird und der erste Ansteuerspannungs-Schwellenwert nicht erreicht bzw. nicht überschritten wird.

[0026] Falls kein Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement vorliegt, so kann der zweite Ansteuerschaltkreis keinen Strom durch den geschlossenen Schaltkreis treiben, weshalb der erste Ansteuerstrom-Schwellenwert nicht überschritten wird. Der erste Ansteuerstrom-Schwellenwert kann beispielsweise für den entsprechenden Ansteuerschaltkreis fest vorgegeben sein oder empirisch ermittelt und dann vorgegeben werden. Falls der Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement vorliegt, so kann der zweite Ansteuerschaltkreis den Strom problemlos durch den geschlossenen Schaltkreis treiben, weshalb der erste Ansteuerstrom-Schwellenwert überschritten wird.

[0027] Zum Erfassen der Ansteuerspannung bzw. des Ansteuerstroms kann eine eigens dafür vorgesehene Ansteuerspannung-Erfassungsvorrichtung bzw. Ansteuerstrom-Erfassungsvorrichtung vorgesehen sein. Alternativ dazu kann die Ansteuerspannung bzw. der Ansteuerstrom mittels der Elektronik des zweiten Ansteuerschaltkreises ermittelt werden. Beispielsweise falls der zweite Ansteuerschaltkreis eine Regelung zum Betreiben des zweiten Leuchtdiodenelements aufweist, so kann die entsprechende Regelungselektronik selbst Messsignale liefern, die in diesem Zusammenhang geeignet sind.

[0028] Gemäß einer Weiterbildung wird eine Analysespannung zwischen der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelement und der zweiten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements erfasst. Abhängig von der erfassten Analysespannung wird der Kurzschluss klassifiziert. Die Analysespannung wird erfasst, wenn der Eingang des ersten Leuchtdiodenelements mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt ist. Das Erfassen der Analysespannung ermöglicht, die elektrische Leistung in dem Kurzschluss zu messen. Dies kann dazu beitragen, den Ausbildungsfortschritt abzuschätzen und/oder zu bewerten und/oder das Risikopotenzial bewerten.

[0029] Gemäß einer Weiterbildung ist der erste Ansteuerschaltkreis ausgeschaltet. Der Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der zweite Ansteuerschaltkreis ist zunächst ebenfalls ausgeschaltet. Der Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises, der Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises, die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt. Der erste Ansteuerschaltkreis wird so angeschaltet, dass eine Ansteuerspannung des ersten Ansteuerschaltkreises kleiner als ein vorgegebener zweiter Ansteuerspannungs-Schwellenwert ist, wodurch ein Kondensator aufgeladen wird, der elektrisch zwischen die erste Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und den ersten Knoten geschaltet ist. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements werden von dem ersten Knoten elektrisch getrennt, wobei die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch miteinander gekoppelt bleiben, eine Kondensatorspannung des Kondensators wird erfasst, beispielsweise überwacht, und der zweite Ansteuerschaltkreis wird angeschaltet, wodurch das erste Leuchtdiodenelement im Sperrbereich betrieben wird. Es wird erkannt, dass der Strom in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist, falls eine auftretende Änderung der Kondensatorspannung größer als ein vorgegebener Kondensatorspannungs-Schwellenwert wird. Falls kein Kurzschluss vorliegt, so ändert sich die Kondensatorspannung nur geringfügig und/oder sehr langsam. Der zweite Ansteuerschwellenwert wird beispielsweise so gewählt, dass er kleiner oder gleich einem Wert einer Schleusenspannung des zu überprüfenden Leuchtdiodenelements **50** ist. Der Kondensatorspannungs-Schwellenwert kann beispielsweise berechnet oder empirisch ermittelt werden, beispielsweise so, dass beim Auftreten des Leckstroms und der dadurch möglichen Aufladung des ersten Kon-

densators **90** noch nicht auf den Kurzschluss erkannt wird, jedoch dann der Kurzschluss erkannt wird, wenn der Strom I_R in Sperrichtung größer als der vorgegebene Leckstrom ist. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements können zuerst von dem ersten Knoten elektrisch getrennt werden und dann kann der zweite Ansteuerschaltkreis angeschaltet werden oder der zweite Ansteuerschaltkreis kann zuerst angeschaltet werden und dann können die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements von dem ersten Knoten elektrisch getrennt werden.

[0030] Eine Aufgabe wird gelöst durch die optoelektronische Baugruppe aufweisend das erste Leuchtdiodenelement, das zweite Leuchtdiodenelement und den elektronischen Schaltkreis mit dem ersten Ansteuerschaltkreis zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements und dem zweiten Ansteuerschaltkreis zum Ansteuern des zweiten Leuchtdiodenelements, die so angeordnet und ausgebildet sind, dass das erste Leuchtdiodenelement mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises im Sperrbereich betrieben wird, wobei der elektronische Schaltkreis dazu ausgebildet ist, zu überprüfen, ob über das erste Leuchtdiodenelement ein elektrischer Strom in Sperrichtung fließt, und einen Kurzschluss in dem ersten Leuchtdiodenelement zu erkennen, falls die Überprüfung ergibt, dass der Strom in Sperrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist.

[0031] Gemäß einer Weiterbildung weist die optoelektronische Baugruppe den ersten Trennschalter auf. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind elektrisch miteinander gekoppelt. Der Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises, der Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises, die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt. Der erste Testschalter koppelt in seinem ersten Schaltzustand die erste Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements mit dem ersten Knoten elektrisch und trennt in seinem zweiten Schaltzustand die erste Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und den ersten Knoten elektrisch voneinander. Der erste Trennschalter koppelt in seinem ersten Schaltzustand die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements mit dem ersten Knoten elektrisch und trennt in seinem zweiten Schaltzustand die zweite Elektrode des ers-

ten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements von dem ersten Knoten elektrisch.

[0032] Gemäß einer Weiterbildung weist die optoelektronische Baugruppe eine Analysespannungsvorrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, die Analysespannung zwischen der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und der zweiten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements zu erfassen.

[0033] Gemäß einer Weiterbildung weist die optoelektronische Baugruppe das zweite Leuchtdiodenelement, den ersten Ansteuerschaltkreis, den zweiten Ansteuerschaltkreis, den ersten Kondensator und eine Kondensatorspannung-Erfassungsvorrichtung auf. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind elektrisch miteinander gekoppelt. Der Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises ist mit der ersten Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements elektrisch gekoppelt. Der Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises, der Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises, die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind mit dem ersten Knoten elektrisch gekoppelt. Der erste Kondensator ist einerseits mit dem Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises und andererseits mit dem Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises elektrisch gekoppelt. Der erste Trennschalter koppelt in seinem ersten Schaltzustand die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements mit dem ersten Knoten elektrisch und trennt in seinem zweiten Schaltzustand die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements von dem ersten Knoten elektrisch. Die Kondensatorspannung-Erfassungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, die Kondensatorspannung des ersten Kondensators zu erfassen.

[0034] Gemäß einer Weiterbildung weist die optoelektronische Baugruppe eine organische Leuchtdiode auf, die das erste Leuchtdiodenelement und das zweite Leuchtdiodenelement aufweist. Die zweite Elektrode des ersten Leuchtdiodenelements und die zweite Elektrode des zweiten Leuchtdiodenelements sind von einer zweiten Elektrode der organischen Leuchtdiode gebildet. Beispielsweise ist die organische Leuchtdiode segmentiert und das erste Leuchtdiodenelement ist von einem ersten Segment der organischen Leuchtdiode gebildet und das zweite Leuchtdiodenelement ist von einem zweiten Segment der organischen Leuchtdiode gebildet. Ferner kann die organische Leuchtdiode ein, zwei oder mehr

weitere Segmente bzw. Leuchtdiodenelemente aufweisen.

[0035] Beispiele, die zum Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung dienen sowie Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

[0036] Es zeigen:

[0037] Fig. 1 eine seitliche Schnittdarstellung eines Beispiels einer Leuchtdiode;

[0038] Fig. 2 ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0039] Fig. 3 ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0040] Fig. 4 ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0041] Fig. 5 ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0042] Fig. 6 ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0043] Fig. 7 ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0044] Fig. 8 ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe;

[0045] Fig. 9 einen beispielhaften Verlauf eines Stroms und einen beispielhaften Verlauf einer Kondensatorspannung;

[0046] Fig. 10 einen beispielhaften Verlauf eines Stroms und einen beispielhaften Verlauf einer Kondensatorspannung;

[0047] Fig. 11 mehrere beispielhafte Verläufe einer Kondensatorspannung;

[0048] Fig. 12 eine detaillierte Schnittdarstellung einer Schichtenstruktur eines Beispiels einer Leuchtdiode.

[0049] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die Teil dieser Beschreibung bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsbeispiele gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. In dieser Hinsicht wird Richtungsterminologie wie etwa „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „vorderes“, „hinteres“, usw. mit Bezug auf die Orientierung der beschriebenen Figur(en) verwendet. Da Komponenten von Ausführungsbeispielen in einer Anzahl verschiedener Orientierungen po-

sitioniert werden können, dient die Richtungsterminologie zur Veranschaulichung und ist auf keinerlei Weise einschränkend. Es versteht sich, dass andere Ausführungsbeispiele benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0050] Im Rahmen dieser Beschreibung werden die Begriffe „verbunden“, „angeschlossen“ sowie „gekoppelt“ verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten Verbindung, eines direkten oder indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

[0051] Eine optoelektronische Baugruppe kann ein, zwei oder mehr optoelektronische Bauelemente aufweisen. Optional kann eine optoelektronische Baugruppe auch ein, zwei oder mehr elektronische Bauelemente aufweisen. Ein elektronisches Bauelement kann beispielsweise ein aktives und/oder ein passives Bauelement aufweisen. Ein aktives elektronisches Bauelement kann beispielsweise eine Rechen-, Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder einen Transistor aufweisen. Ein passives elektronisches Bauelement kann beispielsweise einen Kondensator, einen Widerstand, eine Diode oder eine Spule aufweisen. Ein optoelektronisches Bauelement kann ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Bauelement sein. Ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Bauelement kann beispielsweise ein elektromagnetische Strahlung emittierendes Halbleiter-Bauelement sein und/oder als eine elektromagnetische Strahlung emittierende Diode, als eine organische elektromagnetische Strahlung emittierende Diode, als ein elektromagnetische Strahlung emittierender Transistor oder als ein organischer elektromagnetische Strahlung emittierender Transistor ausgebildet sein. Die Strahlung kann beispielsweise Licht im sichtbaren Bereich, UV-Licht und/oder Infrarot-Licht sein. In diesem Zusammenhang kann das elektromagnetische Strahlung emittierende Bauelement beispielsweise als Licht emittierende Diode (light emitting diode, LED) als organische Licht emittierende Diode (organic light emitting diode, OLED), als Licht emittierender Transistor oder als organischer Licht emittierender Transistor ausgebildet sein. Das Licht emittierende Bauelement kann in verschiedenen Ausführungsbeispielen Teil einer integrierten Schaltung sein. Weiterhin kann eine Mehrzahl von

Licht emittierenden Bauelementen vorgesehen sein, beispielsweise untergebracht in einem gemeinsamen Gehäuse.

[0052] Fig. 1 zeigt ein Beispiel einer Leuchtdiode **1**, insbesondere einer organische Leuchtdiode (OLED), das zum Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung dienen soll. Alternativ dazu kann die Leuchtdiode **1** keine organische Leuchtdiode sondern eine anorganische Leuchtdiode, insbesondere eine LED, sein. Die Leuchtdiode **1** weist einen Träger **12** auf. Auf dem Träger **12** ist eine optoelektronische Schichtenstruktur ausgebildet.

[0053] Die optoelektronische Schichtenstruktur weist eine erste elektrisch leitfähige Schicht **14** auf, die einen ersten Kontaktabschnitt **16**, einen zweiten Kontaktabschnitt **18** und eine erste Elektroden-schicht **20** aufweist. Der Träger **12** mit der ersten elektrisch leitfähigen Schicht **14** kann auch als Substrat bezeichnet werden. Der zweite Kontaktabschnitt **18** ist mit der ersten Elektroden-schicht **20** der optoelektronischen Schichtenstruktur elektrisch gekoppelt, beispielsweise sind der zweite Kontaktabschnitt **18** und die erste Elektroden-schicht einstückig ausgebildet. Die erste Elektroden-schicht **20** ist von dem ersten Kontaktabschnitt **16** mittels einer elektrischen Isolierungsbarriere **21** elektrisch isoliert. Über der ersten Elektroden-schicht **20** ist eine optisch funktionelle Schichtenstruktur, beispielsweise eine organische funktionelle Schichtenstruktur **22**, der optoelektronischen Schichtenstruktur ausgebildet. Die organische funktionelle Schichtenstruktur **22** kann beispielsweise eine, zwei oder mehr übereinander ausgebildete Teilschichten aufweisen, wie weiter unten mit Bezug zu Fig. 12 näher erläutert. Über der organischen funktionellen Schichtenstruktur **22** ist eine zweite elektrisch leitfähige Schicht, insbesondere eine zweite Elektroden-schicht **23** der optoelektronischen Schichtenstruktur ausgebildet, die elektrisch mit dem ersten Kontaktabschnitt **16** gekoppelt ist. Die erste Elektroden-schicht **20** dient beispielsweise als Anode oder Kathode der optoelektronischen Schichtenstruktur. Die zweite Elektroden-schicht **23** dient korrespondierend zu der ersten Elektroden-schicht **20** als Kathode bzw. Anode der optoelektronischen Schichtenstruktur.

[0054] Die Leuchtdiode **1** weist mindestens zwei, beispielsweise drei oder mehr Segmente, beispielsweise ein erstes Segment, ein zweites Segment und ein drittes Segment auf. In anderen Worten ist die Leuchtdiode **1** segmentiert. Das erste Segment ist von einem ersten Leuchtdiodenelement **50** gebildet. Das zweite Segment ist von einem zweiten Leuchtdiodenelement **52** gebildet. Das dritte Segment ist von einem dritten Leuchtdiodenelement **54** gebildet. Die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** weisen voneinander getrennte Segmente der organischen funktionellen Schichtenstruktur **22** und voneinander ge-

trennte Segmente der ersten Elektroden-schicht **20** auf. Insbesondere weist die erste Elektroden-schicht **20** eine erste Elektrode **51** des ersten Leuchtdiodenelements **50**, eine erste Elektrode **53** des zweiten Leuchtdiodenelements **52** und eine erste Elektrode **55** des dritten Leuchtdiodenelements **54** auf. Falls die Leuchtdiode **1** mehr oder weniger Segmente aufweist, so weist die erste Elektroden-schicht **20** entsprechend mehr bzw. weniger erste Elektroden **51**, **53**, **55** auf. Optional teilen sich die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** die zweite Elektroden-schicht **23**, die nicht segmentiert ist. Alternativ dazu kann bei den Leuchtdiodenelementen **50**, **52**, **54** die zweite Elektroden-schicht **23** segmentiert sein und/oder die erste Elektroden-schicht **20** kann nicht segmentiert und/oder einstückig ausgebildet sein. Die ersten Elektroden **51**, **53**, **55** können mit nicht dargestellten verschiedenen, voneinander elektrisch isolierten, Bereichen des zweiten Kontaktabschnitts **18** elektrisch gekoppelt sein, so dass die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** unabhängig voneinander betrieben werden können.

[0055] Alternativ dazu kann die Leuchtdiode **1** unsegmentiert sein, also keine Segmente aufweisen, und/oder aus einem einzelnen Leuchtdiodenelement bestehen. Ferner kann die Leuchtdiode **1** mit einer, zwei oder mehr nicht dargestellten weiteren Leuchtdioden elektrisch und/oder mechanisch gekoppelt sein. Beispielsweise können die entsprechenden Leuchtdioden elektrisch parallel geschaltet sein, beispielsweise über eine elektrische Verbindung der ersten oder zweiten Elektroden, beispielsweise kann eine der Elektroden der verschiedenen Leuchtdioden einstückig ausgebildet sein und sich über mehrere Leuchtdioden erstrecken.

[0056] Über der zweiten Elektroden-schicht **23** und teilweise über dem ersten Kontaktabschnitt **16** und teilweise über dem zweiten Kontaktabschnitt **18** ist eine Verkapselungsschicht **24** der optoelektronischen Schichtenstruktur ausgebildet, die die optoelektronische Schichtenstruktur verkapselt. In der Verkapselungsschicht **24** sind über dem ersten Kontaktabschnitt **16** eine erste Ausnehmung der Verkapselungsschicht **24** und über dem zweiten Kontaktabschnitt **18** eine zweite Ausnehmung der Verkapselungsschicht **24** ausgebildet. In der ersten Ausnehmung der Verkapselungsschicht **24** ist ein erster Kontaktbereich **32** freigelegt und in der zweiten Ausnehmung der Verkapselungsschicht **24** ist ein zweiter Kontaktbereich **34** freigelegt. Der erste Kontaktbereich **32** dient zum elektrischen Kontaktieren des ersten Kontaktabschnitts **16** und der zweite Kontaktbereich **34** dient zum elektrischen Kontaktieren des zweiten Kontaktabschnitts **18**.

[0057] Über der Verkapselungsschicht **24** ist eine Haftmittelschicht **36** ausgebildet. Die Haftmittelschicht **36** weist beispielsweise ein Haftmittel, bei-

spielsweise einen Klebstoff, beispielsweise einen Laminierklebstoff, einen Lack und/oder ein Harz auf. Über der Haftmittelschicht **36** ist ein Abdeckkörper **38** ausgebildet. Die Haftmittelschicht **36** dient zum Befestigen des Abdeckkörpers **38** an der Verkapselungsschicht **24**. Der Abdeckkörper **38** dient zum Schützen der Leuchtdiode **1**, beispielsweise vor mechanischen Kräfteinwirkungen von außen. Ferner kann der Abdeckkörper **38** zum Verteilen und/oder Abführen von Hitze dienen, die in der Leuchtdiode **1** erzeugt wird. Das Substrat steht seitlich unter dem Abdeckkörper **38** hervor. Alternativ dazu können das Substrat und der Abdeckkörper **38** an ihren Seitenkanten bündig oder nahezu bündig ausgebildet sein, wobei eine Kontaktierung der Kontaktbereiche **32**, **34** beispielsweise über Ausnehmungen und/oder Löcher im Abdeckkörper **38** und/oder im Träger **12** erfolgen kann.

[0058] Fig. 2 zeigt zum besseren Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung ein Beispiel einer optoelektronischen Baugruppe, die eine Leuchtdiode, beispielsweise die im Vorhergehenden erläuterte Leuchtdiode **1**, und/oder ein Leuchtdiodenelement, beispielsweise das im Vorhergehenden erläuterte erste Leuchtdiodenelement **50**, und einen elektronischen Schaltkreis **40** aufweist. Der elektronische Schaltkreis **40** weist einen ersten Ansteuerschaltkreis **42** zum Ansteuern der Leuchtdiode **1** bzw. des ersten Leuchtdiodenelements **50** auf. Der erste Ansteuerschaltkreis **42** kann auch als Treiber zum Betreiben der Leuchtdiode **1** bzw. des ersten Leuchtdiodenelements **50** bezeichnet werden.

[0059] In einem Normalbetrieb steuert der Ansteuerschaltkreis **42** die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** so an, dass es Licht emittiert. Optional kann die Ansteuerung im Zuge einer Regelung erfolgen. In anderen Worten können die Leuchtdiode **1** und/oder das Leuchtdiodenelement **50** mit Hilfe des Ansteuerschaltkreises **42** geregelt werden. Im Normalbetrieb erzeugt der Ansteuerschaltkreis **42** einen Ansteuerstrom I_F und/oder eine Ansteuerungsspannung, die den Ansteuerstrom I_F bewirkt, wobei der Ansteuerstrom I_F in Vorwärtsrichtung, also in Durchlassrichtung, über die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** strömt. Im Normalbetrieb wird die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** im Durchlassbereich betrieben und erzeugt Licht. Die Ansteuerungsspannung im Normalbetrieb kann auch Nennspannung bezeichnet werden.

[0060] In einem Testbetrieb kann überprüft werden, ob die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** einen Kurzschluss aufweisen. Im Testbetrieb wird die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** im Sperrbereich betrieben. Die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** werden im Sperrbereich betrieben, indem eine Rückwärtsspan-

nung die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** angelegt wird. Sofern die Leuchtdiode **1** und/oder das erste Leuchtdiodenelement **50** keinen Kurzschluss aufweisen, sperren sie einen Fluss des elektrischen Stroms I_R in Sperrrichtung bis auf einen in der Regel nicht zu verhindernden Leckstrom, der von der Leuchtdiode **1** bzw. dem ersten Leuchtdiodenelement **50** abhängt und bekannt, beispielsweise vorgegeben, sein kann.

[0061] Falls die Leuchtdiode **1** und/oder das erste Leuchtdiodenelement **50** einen Kurzschluss aufweisen, so verliert die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** seine gleichrichtende Wirkung und es fließt ein elektrischer Strom I_R in Rückwärtsrichtung, also in Sperrrichtung, über die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50**, der größer ist als der vorgegebene Leckstrom. Somit kann überprüft werden, ob der Kurzschluss vorliegt, indem die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** im Sperrbereich, also im Rückwärtsbetrieb, betrieben wird und überprüft wird, ob der Strom I_R , der in Sperrrichtung fließt, größer als der vorgegebene Leckstrom ist.

[0062] Die Leuchtdiode **1** und/oder das erste Leuchtdiodenelement **50** können im Sperrbereich betrieben werden mittels des ersten Ansteuerschaltkreises **42**, sofern dieser für den Rückwärtsbetrieb ausgelegt ist. Ferner kann der erste Ansteuerschaltkreis **42** so ausgebildet sein, dass er den Ansteuerstrom I_F , den Strom I_R in Sperrrichtung, die Ansteuerungsspannung und/oder die Rückwärtsspannung erfassen kann und so überprüfen kann, ob der Kurzschluss vorliegt oder nicht. Alternativ oder zusätzlich kann der erste Ansteuerschaltkreis **42** mit einer Auswerteeinheit und/oder einer Recheneinheit elektrisch gekoppelt sein, mittels der die Signale des ersten Ansteuerschaltkreises **42** empfangen und ausgewertet werden können, so dass mittels der Auswerteeinheit bzw. der Recheneinheit ermittelt werden kann, ob der Kurzschluss vorliegt oder nicht.

[0063] Falls der Kurzschluss vorliegt, so können der erste Ansteuerschaltkreis **42**, die Auswerteeinheit und/oder die Recheneinheit Schutzmaßnahmen einleiten, beispielsweise die beschädigte Leuchtdiode **1** bzw. das beschädigte Leuchtdiodenelement **50** abschalten oder umgehen und/oder ein Warnsignal an eine übergeordnete Einheit, beispielsweise einen Computer, beispielsweise einen Bordcomputer eines Fahrzeugs, senden und/oder direkt ein Warnsignal ausgeben, beispielsweise ein akustisches oder optisches.

[0064] Im Testbetrieb wird also eine Rückwärtsspannung, insbesondere eine moderate Rückwärtsspannung an die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** angelegt oder ein moderater Rückwärtstrom eingepreßt, um ein abnormales Rückwärts-

verhalten zu erkennen. Dass die Rückwärtsspannung bzw. der Rückwärtsstrom moderat sind, bedeutet beispielsweise, dass die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** im Sperrbereich betrieben wird und nicht im Durchbruchbereich, beispielsweise in einem Bereich, der betragsmäßig ungefähr der Vorwärtsspannung im Nennarbeitspunkt entspricht. Die moderate Rückwärtsspannung kann beispielsweise betragsmäßig kleiner oder gleich der Nennspannung im Vorwärtsbetrieb sein. Die Nennspannung, also die Vorwärtsspannung, ist die Spannung, die vorzugsweise in normalem Vorwärtsbetrieb an die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** angelegt wird. Die Vorwärtsspannung von ungestapelten OLEDs beispielsweise kann in einem Bereich liegen beispielsweise von 3,5 V bis 4,5 V, bei einfach gestapelten beispielsweise 6 V bis 7 V, bei dreifach gestapelten beispielsweise 10 V bis 11 V. Falls die OLED im Rückwärtsbetrieb höhere Spannungen ohne Schaden aushält, kann die Rückwärtsspannung auch einer möglichen maximalen Ausgangsspannung des ersten Ansteuerschaltkreises **42** liegen, in einem Bereich von beispielsweise 20 V bis 120 V, beispielsweise von 30 V bis 80 V, beispielsweise ungefähr 60 V oder ungefähr 34 V.

[0065] OLEDs sind zwar grundsätzlich nicht für den Betrieb im Sperrbereich, also den Rückwärtsbetrieb, gedacht, aber die moderate Rückwärtsspannungen in kurzen Pulsen und/oder für kurze Zeitdauern fügen der OLED keinen Schaden zu und verschlechtern die Performance nicht. Bei dem Verfahren kann somit die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** in kurzen Pulsen und/oder für kurze Zeitdauern im Sperrbereich betrieben werden. Die kurzen Pulse bzw. kurzen Zeitdauern könnten in einem Bereich liegen beispielsweise 0,1 ms bis 1 s, beispielsweise von 1 ms bis 100 ms, beispielsweise von 2,5 ms bis 10 ms, beispielsweise von 4 ms bis 5 ms. Falls die Leuchtdiode **1** bzw. das Leuchtdiodenelement **50** im Vorwärtsbetrieb gepulst betrieben wird, so kann die Pulsdauer so kurz gewählt werden, dass die Pulse im Rückwärtsbetrieb vollständig in den Pulspausen des Vorwärtsbetriebs liegen.

[0066] Fig. 3 zeigt zum besseren Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung ein Beispiel einer optoelektronischen Baugruppe, die beispielsweise weitgehend der in Fig. 2 gezeigten optoelektronischen Baugruppe entsprechen kann. Die optoelektronische Baugruppe weist den elektronischen Schaltkreis **40** und die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** auf. Der elektronische Schaltkreis **40** weist den ersten Ansteuerschaltkreis **42** und eine Testspannungsquelle **44** auf.

[0067] Die Testspannungsquelle **44** kann beispielsweise angeordnet sein, falls der erste Ansteuerschaltkreis **42** nicht dazu ausgebildet ist, die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** im

Sperrbereich zu betreiben. Die Testspannungsquelle **44** ist mit der Leuchtdiode **1** und/oder dem ersten Leuchtdiodenelement **50** in Reihe geschaltet. Der elektronische Schaltkreis **40** weist einen ersten Verbindungsschalter V1 auf, der in seinem ersten Schaltzustand den ersten Ansteuerschaltkreis **42** und die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** elektrisch verbindet, und somit geschlossen ist, und der in seinem zweiten Schaltzustand den ersten Ansteuerschaltkreis **42** und die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** elektrisch voneinander trennt, und somit offen ist. Der elektronische Schaltkreis **40** weist einen zweiten Verbindungsschalter V2 auf, der in seinem ersten Schaltzustand die Testspannungsquelle **44** mit der ersten Leuchtdiode **1** und/oder dem ersten Leuchtdiodenelement **50** elektrisch verbindet, und somit geschlossen ist, und der in seinem zweiten Schaltzustand die Testspannungsquelle **44** elektrisch von der Leuchtdiode **1** bzw. dem ersten Leuchtdiodenelement **50** trennt, und somit offen ist.

[0068] Im Normalbetrieb der optoelektronischen Baugruppe befindet sich der erste Verbindungsschalter V1 in seinem ersten Schaltzustand und der zweite Verbindungsschalter V2 befindet sich in seinem zweiten Schaltzustand, so dass der erste Ansteuerschaltkreis **42** mit der Leuchtdiode **1** und/oder dem ersten Leuchtdiodenelement **50** elektrisch in Reihe geschaltet ist und die Testspannungsquelle **44** von der Leuchtdiode **1** bzw. dem ersten Leuchtdiodenelement **50** elektrisch getrennt ist.

[0069] In einem Testbetrieb befindet sich der erste Verbindungsschalter V1 in seinem zweiten Schaltzustand und der zweite Verbindungsschalter V2 befindet sich in seinem ersten Schaltzustand, so dass der erste Ansteuerschaltkreis **42** elektrisch von der Leuchtdiode **1** und/oder dem ersten Leuchtdiodenelement **50** getrennt ist und die Testspannungsquelle **44** mit der Leuchtdiode **1** und/oder dem ersten Leuchtdiodenelement **50** elektrisch in Reihe geschaltet ist. Mit Hilfe der Testspannungsquelle **44** wird eine Rückwärtsspannung U_R an die Leuchtdiode **1** und/oder das erste Leuchtdiodenelement **50** angelegt. Falls in dem Testbetrieb der Strom I_R in Sperrichtung über die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** fließt und dieser Strom I_R größer ist als der vorgegebene Leckstrom, so weist die Leuchtdiode **1** bzw. das erste Leuchtdiodenelement **50** den Kurzschluss auf.

[0070] Alternativ zu der Testspannungsquelle **44** kann eine in Fig. 3 nicht dargestellte Teststromquelle angeordnet sein, mit deren Hilfe die Leuchtdiode **1** und/oder das erste Leuchtdiodenelement **50** im Sperrbereich betrieben werden kann. Der Strom I_R in Sperrichtung kann beispielsweise mittels der Testspannungsquelle **44** oder mittels einer in Fig. 3 nicht dargestellten Teststrom-Erfassungsvorrichtung

erfasst werden. Das Überprüfen, ob der Strom I_R in Sperrrichtung fließt und größer als der vorgegebene Leckstrom ist, kann beispielsweise mit Hilfe der im Vorhergehenden erläuterten Auswerteeinheit und/oder Recheneinheit überprüft werden.

[0071] Fig. 4 zeigt zum besseren Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe, die mindestens eine Leuchtdiode aufweist, beispielsweise die im Vorhergehenden erläuterte Leuchtdiode 1. Die Leuchtdiode 1 weist das erste Leuchtdiodenelement 50, das zweite Leuchtdiodenelement 52 und das dritte Leuchtdiodenelement 54 auf. Alternativ dazu kann die Leuchtdiode 1 auch lediglich zwei Leuchtdiodenelemente 50, 52 oder mehr als drei Leuchtdiodenelemente 50, 52, 54 aufweisen. Ferner können alternativ oder zusätzlich zu der einen Leuchtdiode 1 mit den Leuchtdiodenelementen 50, 52, 54 zwei oder mehr Leuchtdioden 1 mit oder ohne Leuchtdiodenelementen 50, 52, 54 angeordnet sein und beispielsweise mit der Leuchtdiode 1 bzw. den Leuchtdiodenelementen 50, 52, 54 elektrisch parallel geschaltet sein.

[0072] Das erste Leuchtdiodenelement 50 weist die erste Elektrode 51 und eine zweite Elektrode 57 des ersten Leuchtdiodenelements 50 auf. Die zweite Elektrode 57 des ersten Leuchtdiodenelements 50 ist mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 elektrisch gekoppelt. Die zweite Elektrode 57 des ersten Leuchtdiodenelements 50 kann beispielsweise einstückig mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 ausgebildet sein und/oder einen Teil dieser bilden.

[0073] Das zweite Leuchtdiodenelement 52 weist die erste Elektrode 53 und eine zweite Elektrode 58 des zweiten Leuchtdiodenelements 52 auf. Die zweiten Elektroden 57, 58 des ersten und zweiten Leuchtdiodenelements 50, 52 sind elektrisch miteinander gekoppelt. Die zweite Elektrode 58 des zweiten Leuchtdiodenelements 52 ist beispielsweise mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 elektrisch gekoppelt. Die zweite Elektrode 58 des zweiten Leuchtdiodenelements 52 kann beispielsweise einstückig mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 ausgebildet sein und/oder einen Teil dieser bilden.

[0074] Das dritte Leuchtdiodenelement 54 weist die erste Elektrode 55 und eine zweite Elektrode 59 des dritten Leuchtdiodenelements 54 auf. Die zweite Elektrode 59 des dritten Leuchtdiodenelements 54 ist mit der zweiten Elektrode 57 des ersten Leuchtdiodenelements 50 und/oder der zweiten Elektrode 58 des zweiten Leuchtdiodenelements 52 elektrisch gekoppelt. Die zweite Elektrode 59 des dritten Leuchtdiodenelements 54 ist beispielsweise mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 elektrisch gekoppelt. Die zweite Elektrode 59 des drit-

ten Leuchtdiodenelements 54 kann beispielsweise einstückig mit der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 ausgebildet sein und/oder einen Teil dieser bilden.

[0075] Beispielsweise können die zweiten Elektroden 57, 58, 59 direkt elektrisch miteinander gekoppelt sein, beispielsweise können die zweiten Elektroden 57, 58, 59 einstückig ausgebildet sein und/oder von der zweiten Elektrodenschicht 23 der Leuchtdiode 1 gebildet sein. Alternativ oder zusätzlich können die ersten Elektroden 51, 53, 55 direkt elektrisch miteinander gekoppelt und/oder einstückig ausgebildet und/oder von der ersten Elektrodenschicht 20 gebildet sein.

[0076] Der elektronische Schaltkreis 40 weist einen zweiten Ansteuerschaltkreis 46 und/oder einen dritten Ansteuerschaltkreis 48 auf. Der elektronische Schaltkreis 40 weist einen ersten Knoten 62, einen zweiten Knoten 70, einen dritten Knoten 72, einen vierten Knoten 74 und einen fünften Knoten 84 auf. Der elektronische Schaltkreis 40 weist einen ersten Testschalter T1, einen zweiten Testschalter T2 und/oder einen dritten Testschalter T3 und den ersten Verbindungsschalter V1 auf.

[0077] Der erste Testschalter T1 koppelt in seinem ersten Schaltzustand den fünften Knoten 84 und den zweiten Knoten 70 elektrisch miteinander und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander. Der zweite Testschalter T2 koppelt in seinem ersten Schaltzustand den fünften Knoten 84 und den dritten Knoten 72 elektrisch miteinander und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander. Der dritte Testschalter T3 koppelt in seinem ersten Schaltzustand den fünften Knoten 84 und den vierten Knoten 74 elektrisch miteinander und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander.

[0078] Die zweiten Elektroden 57, 58, 59 sind über eine optionale erste Kontaktstelle 60 mit dem ersten Knoten 62 des elektronischen Schaltkreises 40 elektrisch gekoppelt. Der erste Knoten 62 ist über den ersten Verbindungsschalter V1 abhängig von der Schaltstellung des ersten Verbindungsschalters V1 mit einem Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises 42 elektrisch gekoppelt. Ein Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises 42 ist mit dem zweiten Knoten 70 elektrisch gekoppelt, beispielsweise über die erste Schutzdiode 64. Der zweite Knoten 70 ist elektrisch mit der ersten Elektrode 51 des ersten Leuchtdiodenelements 50 gekoppelt.

[0079] Ein Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises 46 ist über den ersten Verbindungsschalter V1 abhängig von der Schaltstellung des ersten Verbindungsschalters V1 mit dem ersten Knoten 62 elektrisch gekoppelt. Ein Ausgang des zweiten Ansteu-

erschaltkreises **46** ist mit dem dritten Knoten **72** elektrisch gekoppelt, beispielsweise über die zweite Schutzdiode **66**. Der dritte Knoten **72** ist elektrisch mit der ersten Elektrode **53** des zweiten Leuchtdiodenelements **52** elektrisch gekoppelt. Der zweite Ansteuerschaltkreis **46** dient im Normalbetrieb der optoelektronischen Baugruppe dazu, das zweite Leuchtdiodenelement **52** anzusteuern, zu regeln und/oder zu betreiben. Der zweite Ansteuerschaltkreis **46** kann auch als zweiter Treiber bezeichnet werden.

[0080] Ein Eingang des dritten Ansteuerschaltkreises **48** ist über den ersten Verbindungsschalter V1 abhängig von der Schaltstellung des ersten Verbindungsschalters V1 mit dem ersten Knoten **62** elektrisch gekoppelt. Ein Ausgang des dritten Ansteuerschaltkreises **48** ist mit dem vierten Knoten **74** elektrisch gekoppelt, beispielsweise über die dritte Schutzdiode **68**. Der vierte Knoten **74** ist mit der ersten Elektrode **55** des dritten Leuchtdiodenelements **54** elektrisch gekoppelt. Der dritte Ansteuerschaltkreis **48** dient im Normalbetrieb der optoelektronischen Baugruppe zum Ansteuern, Regeln und/oder Betreiben des dritten Leuchtdiodenelements **54**.

[0081] Der erste Ansteuerschaltkreis **42**, der zweite Ansteuerschaltkreis **46** und/oder der dritte Ansteuerschaltkreis **48** können beispielsweise in einer gemeinsamen Steuereinheit **49** integriert sein. Die Steuereinheit **49** kann lediglich einen oder zwei der Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** oder mehr Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** zum Ansteuern entsprechend weniger oder mehr Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** aufweisen. Gegebenenfalls kann der elektronische Schaltkreis **40** weniger bzw. mehr Schutzdioden **64**, **66**, **68** und/oder Testschalter T1, T2, T3 aufweisen. Die Steuereinheit **49** dient zum Ansteuern, Regeln und/oder Betreiben der Leuchtdiode **1**.

[0082] Der elektronische Schaltkreis **40** weist die Testspannungsquelle **44** und eine Teststrom-Erfassungsvorrichtung **82** auf. Die Testspannungsquelle **44** und die Teststrom-Erfassungsvorrichtung **82** sind zwischen dem ersten Knoten **62** und dem fünften Knoten **84** elektrisch in Reihe geschaltet.

[0083] Im Normalbetrieb der optoelektronischen Baugruppe befinden sich die Testschalter T1, T2, T3 in ihrer zweiten Schaltstellung, und sind somit offen, der erste Verbindungsschalter V1 befindet sich in seinem ersten Schaltzustand, und ist somit geschlossen, und der erste, zweite und/oder dritte Ansteuerschaltkreis **42**, **46**, **48** betreiben, also steuern oder regeln, die entsprechenden Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** jeweils in Durchlassrichtung, so dass diese Licht emittieren, wobei die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** gleich oder unterschiedlich angesteuert werden können. Beispielsweise können die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** gleichzeitig, zeitlich überlappend oder alternierend betrieben werden, so dass

unterschiedliche Lichtszenarien, beispielsweise flächiges Dauerlicht oder flächiges Blinklicht oder lokal wechselndes Blinklicht, erzeugt werden können. Ferner können durch eine unterschiedliche Ansteuerung der Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** auch unterschiedliche Helligkeiten des Lichts erzeugt werden.

[0084] In einem Testbetrieb zum Überprüfen, ob eines der Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** einen Kurzschluss aufweist, können zunächst alle Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** im nicht aktiven Betrieb betrieben werden, also ausgeschaltet werden und der erste Verbindungsschalter V1 kann in seinen zweiten Schaltzustand geschaltet werden, also geöffnet werden. Zum Überprüfen, ob beispielsweise das erste Leuchtdiodenelement **50** einen Kurzschluss aufweist, wird der erste Testschalter T1 in seinen ersten Schaltzustand geschaltet und somit geschlossen und der zweite und der dritte Testschalter T2, T3 bleiben in ihrem zweiten Schaltzustand. Nachfolgend kann mittels der Testspannungsquelle **44** die Rückwärtsspannung U_R in Sperrrichtung an das erste Leuchtdiodenelement **50** angelegt werden. Mit Hilfe der Teststrom-Erfassungsvorrichtung **82** kann dann gegebenenfalls der Strom I_R in Sperrrichtung erfasst werden. Alternativ dazu kann mit Hilfe der Testspannungsquelle **44** gegebenenfalls der Strom I_R in Sperrrichtung erfasst werden, falls diese dafür ausgelegt ist. Ferner kann mit der nicht dargestellten Auswerteeinheit überprüft werden, ob der erfasste Strom I_R in Sperrrichtung größer als der vorgegebene Leckstrom ist. Der Strom I_R in Sperrrichtung kann beispielsweise über einen Strompfad **56**, über den der Kurzschluss erfolgt, zwischen der ersten Elektrode **51** des ersten Leuchtdiodenelements **50** und der zweiten Elektroden-schicht **23** fließen. Falls der Strom I_R in Sperrrichtung größer ist als der vorgegebene Leckstrom, so wird der Kurzschluss erkannt. Optional kann nachfolgend der erste Ansteuerschaltkreis **42** ausgeschaltet werden, so dass das erste Leuchtdiodenelement **50** mit dem Kurzschluss nicht weiter betrieben wird. Die beiden anderen Leuchtdiodenelemente **52**, **54**, die keinen Kurzschluss aufweisen, können normal weiter betrieben werden.

[0085] Zum Überprüfen des zweiten Leuchtdiodenelements **52** kann der zweite Testschalter T2 in seinen ersten Schaltzustand geschaltet werden und der erste und der dritte Testschalter T1 und T3 können in ihren zweiten Schaltzustand geschaltet werden. Zum Überprüfen des dritten Leuchtdiodenelements **54** kann der dritte Testschalter T3 in seinen ersten Schaltzustand geschaltet werden und der erste und der zweite Testschalter T1, T2 können in ihren zweiten Schaltzustand geschaltet werden.

[0086] Fig. 5 zeigt zum besseren Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung ein Schaltbild eines Beispiels einer optoelektronischen Baugruppe, die beispielsweise weitgehend der in Fig. 4 ge-

zeigten optoelektronischen Baugruppe entsprechen kann. Die optoelektronische Baugruppe weist eine Teststromquelle **86** auf, die elektrisch zwischen den ersten Knoten **62** und dem fünften Knoten **84** geschaltet ist. Mit Hilfe der Teststromquelle **86** kann anstatt mit Hilfe der Testspannungsquelle **44** der Strom I_R in Sperrichtung in eines oder mehrere der Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** eingepreßt werden und zwar abhängig von dem Schaltzustand der Testschalter T1, T2, T3. Zum Überprüfen, ob der Kurzschluss vorliegt, kann dann die Rückwärtsspannung U_R erfasst werden. Die Rückwärtsspannung U_R kann beispielsweise mit einer eigens dafür vorgesehenen Testspannung-Erfassungsvorrichtung oder mit einer Elektronik der Teststromquelle **86** erfasst werden, falls diese dafür ausgelegt ist. Die Rückwärtsspannung U_R ist in diesem Fall repräsentativ für den Strom I_R in Sperrichtung. In anderen Worten kann anhand der Rückwärtsspannung U_R indirekt überprüft werden, ob der Strom I_R in Sperrichtung fließt und größer ist als der vorgegebene Leckstrom.

[0087] Beispielsweise kann das erste Leuchtdiodenelement **50** bezüglich des Kurzschlusses überprüft werden, wenn der erste Testschalter T1 sich in seinem ersten Schaltzustand befindet, also geschlossen ist, und sich der zweite und der dritte Testschalter T2, T3 in ihrem zweiten Schaltzustand befinden, also offen sind. Das zweite Leuchtdiodenelement **52** kann bezüglich des Kurzschlusses geprüft werden, wenn sich der zweite Testschalter T2 in seinem ersten Schaltzustand befindet und sich der erste und der dritte Testschalter T1, T3 in ihrem zweiten Schaltzustand befinden. Das dritte Leuchtdiodenelement **54** kann bezüglich des Kurzschlusses überprüft werden, wenn sich der dritte Testschalter T3 in seinem ersten Schaltzustand befindet und sich der erste und der zweite Testschalter T1, T2 in ihrem zweiten Schaltzustand befinden. Beim Überprüfen der Leuchtdiode **1** bezüglich des Kurzschlusses sind alle Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** ausgeschaltet.

[0088] Fig. 6 zeigt ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe, die beispielsweise weitgehend der im Vorhergehenden erläuterten optoelektronischen Baugruppe entsprechen kann. Die optoelektronische Baugruppe weist anstatt der Testspannungsquelle **44** und der Teststromquelle **86** und dem fünften Knoten **84** einen Trennschalter T4 auf. Der Trennschalter T4 ist einerseits über eine erste Kontaktstelle **63** mit dem ersten Knoten **62** und andererseits mit der zweiten Elektroden-schicht **23** der Leuchtdiode **1** elektrisch gekoppelt. Insbesondere verbindet der Trennschalter T4 in seinem ersten Schaltzustand den ersten Knoten **62** und die zweite Elektroden-schicht **23** elektrisch und trennt in seinem zweiten Schaltzustand den ersten Knoten **62** und die zweite Elektroden-schicht **23** voneinander. Im Normalbetrieb der optoelektronischen

Baugruppe befindet sich der Trennschalter T4 in seinem ersten Schaltzustand und ist somit geschlossen.

[0089] Der erste Testschalter T1 ist einerseits über eine zweite Kontaktstelle **65** mit dem ersten Knoten **62** und andererseits mit dem zweiten Knoten **70** elektrisch gekoppelt. Der erste Testschalter T1 verbindet in seinem ersten Schaltzustand den ersten und den zweiten Knoten **62**, **70** elektrisch und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander. Der zweite Testschalter T2 ist einerseits mit dem ersten Knoten **62** und andererseits mit dem dritten Knoten **72** elektrisch gekoppelt. Der zweite Testschalter T2 verbindet in seinem ersten Schaltzustand den ersten und den dritten Knoten **62**, **72** elektrisch und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander. Der dritte Testschalter T3 ist einerseits über die erste Kontaktstelle **63** mit dem ersten Knoten **62** und andererseits mit dem vierten Knoten **74** elektrisch gekoppelt. Der erste Testschalter T1 verbindet in seinem ersten Schaltzustand den ersten und den vierten Knoten **62**, **74** elektrisch und trennt diese in seinem zweiten Schaltzustand elektrisch voneinander.

[0090] Der elektronische Schaltkreis **40** weist optional eine erste Schutzdiode **64**, eine zweite Schutzdiode **66** und/oder eine dritte Schutzdiode **68** auf. Die Schutzdioden **64**, **66**, **68** verhindern, dass im Testbetrieb zum Erkennen des Kurzschlusses ein Strom in Sperrichtung über den entsprechenden Ansteuerschaltkreis **42**, **46**, **48** fließt. Alternativ dazu können die Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** selbst eine entsprechende Schutzvorrichtung und/oder Schutzfunktion aufweisen, die verhindern dass im Testbetrieb zum Erkennen des Kurzschlusses der Strom in Sperrichtung über den entsprechenden Ansteuerschaltkreis **42**, **46**, **48** fließt.

[0091] Zum Überprüfen, ob in der Leuchtdiode **1** ein Kurzschluss vorliegt, werden zunächst alle Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** ausgeschaltet. Zum Überprüfen beispielsweise des ersten Leuchtdiodenelements **50** wird der erste Testschalter T1 in seinen ersten Schaltzustand geschaltet und der zweite Testschalter T2, der dritte Testschalter T3 und der Trennschalter T4 werden in ihren zweiten Schaltzustand geschaltet, also geöffnet. Der zweite Ansteuerschaltkreis **46** wird angeschaltet. Falls bei dem ersten Leuchtdiodenelement **50** der Kurzschluss vorliegt, so fließt der elektrische Strom I_F in Vorwärtsrichtung über die Schutzdiode **66**, über das zweite Leuchtdiodenelement **52** und über den Strompfad **56** des Kurzschlusses in Sperrichtung über das erste Leuchtdiodenelement **50** und über den zweiten Knoten **70** und den ersten Knoten **62** zum Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises **46**. Falls kein Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement **50** vorliegt, so sperrt dieses den Stromfluss und bis auf den Leckstrom kann kein Strom in

Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement **50** fließen.

[0092] Zum Erfassen des Stroms in Sperrrichtung kann beispielsweise eine eigens dafür vorgesehene Strommessvorrichtung vorgesehen sein, die beispielsweise mit dem zweiten Ansteuerschaltkreis **46** in Reihe geschaltet sein kann. Alternativ dazu kann der zweite Ansteuerschaltkreis **46** derart ausgestaltet sein, dass mit seiner Hilfe der Strom I_F in Vorwärtsrichtung über das zweite Leuchtdiodenelement **52** bzw. der Strom I_R in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement **50** erfasst werden kann, zumindest falls dieser größer ist als der vorgegebene Leckstrom. Beispielsweise kann der zweite Ansteuerschaltkreis **46** so ausgebildet sein, dass im Testbetrieb bei intaktem ersten Leuchtdiodenelement **50** auf Grund des mangelnden Stromflusses sich die Ansteuerspannung erhöht, beispielsweise bis hin zu einem Ansteuerspannung-Schwellenwert, und mit Hilfe des ersten Ansteuerschaltkreises **42** selbst und/oder der nicht dargestellten Auswerteeinheit kann dann erkannt werden, dass die Ansteuerspannung diesen Ansteuerspannung-Schwellenwert erreicht und/oder sogar überschreitet. Im Testbetrieb liegt in diesem Fall kein Kurzschluss vor. Im Unterschied dazu kann im Testbetrieb darauf geschlossen werden, dass der Kurzschluss vorliegt, falls die Ansteuerspannung nicht den Ansteuerspannung-Schwellenwert erreicht.

[0093] Somit wird der zweite Ansteuerschaltkreis **46**, der im Normalbetrieb zum Ansteuern des zweiten Leuchtdiodenelements **52** vorgesehen ist, im Testbetrieb dazu verwendet werden, das erste Leuchtdiodenelement **50** im Sperrbereich zu betreiben. Dieses Konzept kann auch auf die anderen Leuchtdiodenelemente **52**, **54** bzw. Ansteuerschaltkreise **42**, **48** übertragen werden. Beispielsweise kann der zweite Ansteuerschaltkreis **46** oder der erste Ansteuerschaltkreis **42** zum Überprüfen des dritten Leuchtdiodenelements **54** verwendet werden und/oder der dritte Ansteuerschaltkreis **48** kann zum Überprüfen des ersten und/oder zweiten Leuchtdiodenelements **50**, **52** verwendet werden und/oder der erste Ansteuerschaltkreis **42** kann zum Überprüfen des zweiten und/oder dritten Leuchtdiodenelements **54** verwendet werden abhängig von den Schaltzuständen des ersten Testschalters T1, des zweiten Testschalters T2 und des dritten Testschalters T3.

[0094] Fig. 7 zeigt ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe, die beispielsweise weitgehend der in Fig. 6 gezeigten optoelektronischen Baugruppe entsprechen kann. Zwischen der zweiten Elektrodenschicht **23** und dem ersten Knoten **62** ist eine Analysespannung-Erfassungsvorrichtung **88** zum Erfassen einer Analysespannung U_A zwischen der zweiten Elektrodenschicht **23** der Leuchtdiode **1** und dem ersten Knoten **62** angeord-

net. Mit Hilfe der Analysespannung U_A kann eine Energieverteilung an dem Kurzschluss, insbesondere eine Leistung P , die über dem Kurzschluss abfällt, ermittelt werden. Die Leistung P über dem Kurzschluss ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$P = I_F \times (U_A - (I_F \times RT)),$$

wobei I_F der Strom in Vorwärtsrichtung des für den Test aktivierten Ansteuerschaltkreises **42**, **46**, **48** und RT der elektrische Widerstand des entsprechenden, sich in seinem ersten Schaltzustand befindenden, also geschlossenen, Testschalters T1, T2, T3 ist.

[0095] Falls die Spannung am Trennschalter T4 auf eine Grundspannung des elektronischen Schaltkreises **40**, beispielsweise auf ein Massepotential, bezogen ist, und beispielsweise am ersten Knoten **62** das Massepotential anliegt, ist eine sehr kostengünstige Implementierung möglich. Beispielsweise wird bei der Auswerteeinheit bzw. Recheneinheit zum Schalten der Schalter T1 bis T4 und/oder zum Ansteuern der Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** und/oder zum Erkennen des Kurzschlusses lediglich je ein Ausgang bzw. Eingang am Mikrokontroller benötigt, da jeder der Schalter T1, T2, T3, die Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** und die Analysespannung-Erfassungsvorrichtung **88** auf das Gleiche Potential bezogen sind. Der Mikrokontroller kann beispielsweise ein Element der Steuereinheit **49** sein.

[0096] Fig. 8 zeigt ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels einer optoelektronischen Baugruppe, die beispielsweise weitgehend einer der im Vorhergehenden erläuterten optoelektronischen Baugruppen entsprechen kann. Zwischen den ersten Knoten **62** und den zweiten Knoten **70** ist ein erster Kondensator **90** elektrisch geschaltet. Zusätzlich kann noch ein zweiter Kondensator **92** über eine dritte Kontaktstelle **67** zwischen den ersten Knoten **62** und den dritten Knoten **72** und/oder ein dritter Kondensator **96** über eine vierte Kontaktstelle **69** zwischen den ersten Knoten **62** und den vierten Knoten **74** elektrisch geschaltet sein. Parallel zu dem ersten Kondensator **90** ist über eine fünfte Kontaktstelle **71** und eine sechste Kontaktstelle **73** zwischen dem ersten Knoten **62** und dem zweiten **70** eine Kondensatorspannung-Erfassungsvorrichtung **98** elektrisch geschaltet, mit deren Hilfe eine Kondensatorspannung U_K erfasst werden kann, die an dem ersten Kondensator **90** anliegt. Zusätzlich können noch weitere Kondensatorspannung-Erfassungsvorrichtungen angeordnet sein, die beispielsweise parallel zu dem zweiten Kondensator **92** und/oder parallel zu dem dritten Kondensator **96** geschaltet sind und jeweils zum Erfassen von Kondensatorspannungen des entsprechenden Kondensators **92**, **96** dienen.

[0097] Zum Überprüfen, ob der Kurzschluss beispielsweise in dem ersten Leuchtdiodenelement **50**

vorliegt, werden der zweite und der dritte Ansteuerschaltkreis **46, 48** ausgeschaltet und der Trennschalter T4 wird oder bleibt geschlossen. Der erste Ansteuerschaltkreis **42** wird oder bleibt zunächst angeschaltet, wobei eine Ansteuerspannung des ersten Ansteuerschaltkreises **42** auf eine Spannung unterhalb der Schleusenspannung des ersten Leuchtdiodenelements **50** gesetzt wird, beispielsweise auf null oder einen Wert zwischen null und der Schleusenspannung. Dadurch fließt ein Strom über einen Eingang des ersten Kondensators **90**, und zwar so, dass an dem ersten Kondensator **90** eine bestimmte Kondensatorspannung U_K anliegt. Anschließend wird der erste Ansteuerschaltkreis **42** abgeschaltet, beispielsweise nach 1 ms. Nachfolgend wird der Trennschalter T4 geöffnet. Nun wird der zweite Ansteuerschaltkreis **46** angeschaltet und zwar mit einer Spannungsbegrenzung, beispielsweise auf maximal das eineinhalbfache bis dreifache, beispielsweise das zweifache des Nennwerts der Ansteuerspannung im Normalbetrieb. Alternativ dazu können zuerst der zweite Ansteuerschaltkreis **46** angeschaltet werden und dann der Trennschalter T4 geöffnet werden. Nun wird Parallel dazu wird die Kondensatorspannung U_K überwacht. Falls bei dem ersten Leuchtdiodenelement **50** der Kurzschluss vorliegt, wird der erste Kondensator **90** mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises **46** über den Strompfad **56** des Kurzschlusses aufgeladen und die Kondensatorspannung U_K steigt, und zwar maximal bis zu der Ansteuerspannung, die der zweite Ansteuerschaltkreis **64** bereitstellt, minus die Spannungen, die an der zweiten Schutzdiode **66** und dem zweiten Leuchtdiodenelement **52** anliegen. Falls die Kondensatorspannung U_K jedoch abnimmt oder gleich bleibt, liegt kein Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement **50** vor. Die Kondensatorspannung U_K kann beispielsweise mittels der Auswertereinheit und/oder der Recheneinheit ausgewertet werden.

[0098] Bei den vor **Fig. 8** genannten Ausführungsbeispielen der optoelektronischen Baugruppe fließt bei Vorliegen des Kurzschlusses im Testbetrieb ein Strom über den Kurzschlusspfad **56**. Dieser Strom kann während des gesamten Testbetriebs fließen. Im Unterschied dazu fließt bei dem in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Bauelements nur sehr kurz ein signifikanter Strom über den Kurzschlusspfad **56**, und zwar bis der entsprechende Kondensator **90, 92, 96** aufgeladen ist.

[0099] **Fig. 9** zeigt einen beispielhaften Verlauf **100** eines Stroms I an einem Ausgang des ersten Kondensators **90** und einen beispielhaften Verlauf **102** der Kondensatorspannung U_K , falls kein Kurzschluss vorliegt.

[0100] Anfangs wird mit Hilfe des ersten Ansteuerschaltkreises **42** das erste Leuchtdiodenelement **50** in Durchlassrichtung unterhalb seiner Schleusen-

spannung betrieben und der erste Kondensator **90** ist bereits auf die bestimmte Kondensatorspannung U_K aufgeladen, weswegen der Strom I gleich null ist und die Kondensatorspannung U_K konstant ist. Insbesondere entspricht die Kondensatorspannung U_K der Ansteuerspannung des ersten Ansteuerschaltkreises **42** minus die Spannung, die an der ersten Schutzdiode **64** abfällt.

[0101] Zu einem ersten Zeitpunkt **106** wird der erste Ansteuerschaltkreis **42** abgeschaltet. Es fließt näherungsweise kein Strom I über den ersten Kondensator **90** und die Kondensatorspannung U_K bleibt näherungsweise gleich, da die erste Schutzdiode **64** und das erste Leuchtdiodenelement **56** unterhalb der Schleusenspannung einen signifikanten Stromfluss verhindern.

[0102] Zu einem zweiten Zeitpunkt **108** wird der Trennschalter T4 geöffnet, wodurch die zweite Elektrodenschicht **23** der Leuchtdiode **1** von dem ersten Knoten **62** getrennt wird. Die Kondensatorspannung U_K und der Strom I bleiben näherungsweise unverändert.

[0103] Zu einem dritten Zeitpunkt **110** wird der zweite Ansteuerschaltkreis **46** aktiviert, wobei der Strom I und die Kondensatorspannung U_K weiterhin näherungsweise gleich bleiben, und zwar aufgrund der sperrenden Wirkung des kurzschlussfreien ersten Leuchtdiodenelements **50**.

[0104] Dass der Strom I und/oder die Kondensatorspannung U_K gleich bleiben oder näherungsweise gleich bleiben, bedeutet, dass bei nicht idealen Bauelementen auftretende Leckströme, beispielsweise über die Bulk-Widerstände der Dioden **64, 66, 68, 50, 52, 54** nicht berücksichtigt werden. In anderen Worten können kleine Ströme I im Pikko- oder Mikro-Ampere-Bereich und entsprechende kleine Änderungen der Kondensatorspannung U_K auftreten, diese können hier jedoch vernachlässigt werden.

[0105] **Fig. 10** zeigt einen beispielhaften Verlauf **100** eines Stroms I an einem Ausgang des ersten Kondensators **90** und einen beispielhaften Verlauf **102** der Kondensatorspannung U_K , falls der Kurzschluss bei dem ersten Leuchtdiodenelement **50** vorliegt.

[0106] Anfangs wird mit Hilfe des ersten Ansteuerschaltkreises **42** das erste Leuchtdiodenelement **50** in Durchlassrichtung unterhalb seiner Schleusenspannung betrieben. Der erste Kondensator **90** ist bereits auf die bestimmte Kondensatorspannung U_K aufgeladen und der Strom I ist gleich null.

[0107] Zu dem ersten Zeitpunkt **106** wird der erste Ansteuerschaltkreis ausgeschaltet. Die Kondensatorspannung U_K fällt auf 0 ab, da sich der erste Kondensator **90** über den Kurzschluss entlädt.

[0108] Zu dem zweiten Zeitpunkt **108** werden die zweite Elektrodenschicht **23** und der erste Knoten **62** mittels des Trennschalters T4 elektrisch voneinander getrennt, wobei sich weder der Stromfluss noch die Kondensatorspannung U_K signifikant verändern.

[0109] Zu dem dritten Zeitpunkt **110** wird der zweite Ansteuerschaltkreis **46** aktiviert, wobei sich der erste Kondensator **90** über den Kurzschluss auflädt und die Kondensatorspannung U_K ansteigt. Dieses Ansteigen der Kondensatorspannung U_K kann zum Erkennen des Kurzschlusses dienen. Alternativ oder zusätzlich kann das Abfallen der Kondensatorspannung U_K beim ersten Zeitpunkt **106** zum Erkennen des Kurzschlusses dienen, allerdings ist dieses Abfallen allgemein darin begründet, dass eine Diode mit einem Kurzschluss auch bezüglich der Schleusenspannung ein untypisches Verhalten zeigt und insbesondere unterhalb der Schleusenspannung ein Strom I_F in Durchlassrichtung fließt.

[0110] Fig. 11 zeigt mehrere Verläufe der Kondensatorspannung U_K für unterschiedlich große Widerstände R des Kurzschlusses. Für die Erkennung des Kurzschlusses kann ein Schwellenwert gesetzt werden, beispielsweise so, dass lediglich Kurzschlüsse mit Widerständen R von beispielsweise kleiner oder gleich $1\text{ k}\Omega$, beispielsweise kleiner oder gleich $100\ \Omega$, beispielsweise kleiner oder gleich $50\ \Omega$, beispielsweise kleiner oder gleich $20\ \Omega$, beispielsweise kleiner oder gleich $10\ \Omega$, als Kurzschluss erkannt werden und Kurzschlüsse mit Widerständen R von beispielsweise größer $10\ \Omega$, beispielsweise größer $20\ \Omega$, beispielsweise größer $50\ \Omega$, beispielsweise größer $100\ \Omega$, beispielsweise größer $1\text{ k}\Omega$, noch nicht als Kurzschluss erkannt werden. Beispielsweise können Kurzschlüsse mit einem entsprechenden Widerstand R keine oder nur vernachlässigbare Probleme bewirken, beispielsweise kann ein Temperaturanstieg bei einem Kurzschluss mit einem entsprechenden Widerstand R keine bis lediglich eine vernachlässigbare lokale Temperaturerhöhung erwirken, weswegen ein derartiger Kurzschluss noch keine oder nur vernachlässigbare Probleme darstellt.

[0111] Fig. 12 zeigt zum besseren Verständnis der in den Ansprüchen definierten Erfindung eine detaillierte Schnittdarstellung einer Schichtenstruktur eines Beispiels einer Leuchtdiode, beispielsweise der im Vorhergehenden erläuterten Leuchtdiode **1**, beispielsweise eines der Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54**. Die Leuchtdiode **1** kann als Top-Emitter und/oder Bottom-Emitter ausgebildet sein. Falls die Leuchtdiode **1** als Top-Emitter und Bottom-Emitter ausgebildet ist, kann die Leuchtdiode **1** als optisch transparente Leuchtdiode bezeichnet werden.

[0112] Die Leuchtdiode **1** weist den Träger **12** und einen aktiven Bereich über dem Träger **12** auf. Zwischen dem Träger **12** und dem aktiven Bereich

kann eine erste nicht dargestellte Barrierschicht, beispielsweise eine erste Barriere dünnschicht, ausgebildet sein. Der aktive Bereich weist die erste Elektrodenschicht **20**, die organische funktionelle Schichtenstruktur **22** und die zweite Elektrodenschicht **23** auf. Über dem aktiven Bereich ist die Verkapselungsschicht **24** ausgebildet. Die Verkapselungsschicht **24** kann als zweite Barrierschicht, beispielsweise als zweite Barriere dünnschicht, ausgebildet sein. Über dem aktiven Bereich und gegebenenfalls über der Verkapselungsschicht **24**, ist der Abdeckkörper **38** angeordnet. Der Abdeckkörper **38** kann beispielsweise mittels einer Haftmittelschicht **36** auf der Verkapselungsschicht **24** angeordnet sein.

[0113] Der aktive Bereich ist ein elektrisch und/oder optisch aktiver Bereich. Der aktive Bereich ist beispielsweise der Bereich der Leuchtdiode **1**, in dem elektrischer Strom zum Betrieb der Leuchtdiode **1** fließt und/oder in dem elektromagnetische Strahlung erzeugt oder absorbiert wird.

[0114] Die organische funktionelle Schichtenstruktur **22** kann ein, zwei oder mehr übereinander ausgebildete funktionelle Schichtenstruktur-Einheiten und eine, zwei oder mehr Zwischenschichten zwischen den Schichtenstruktur-Einheiten aufweisen. Die organische funktionelle Schichtenstruktur **22** kann in lateraler Richtung segmentiert sein.

[0115] Der Träger **12** kann transluzent oder transparent ausgebildet sein. Der Träger **12** dient als Trägerelement für elektronische Elemente oder Schichten, beispielsweise lichtemittierende Elemente. Der Träger **12** kann beispielsweise Glas, Quarz, und/oder ein Halbleitermaterial oder irgendein anderes geeignetes Material aufweisen oder daraus gebildet sein. Ferner kann der Träger **12** eine Kunststoffolie oder ein Laminat mit einer oder mit mehreren Kunststoffolien aufweisen oder daraus gebildet sein. Der Kunststoff kann ein oder mehrere Polyolefine aufweisen. Ferner kann der Kunststoff Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polyester und/oder Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polyethersulfon (PES) und/oder Polyethylenaphthalat (PEN) aufweisen. Der Träger **12** kann ein Metall aufweisen oder daraus gebildet sein, beispielsweise Kupfer, Silber, Gold, Platin, Eisen, beispielsweise eine Metallverbindung, beispielsweise Stahl. Der Träger **12** kann als Metallfolie oder metallbeschichtete Folie ausgebildet sein. Der Träger **12** kann ein Teil einer Spiegelstruktur sein oder diese bilden. Der Träger **12** kann einen mechanisch rigiden Bereich und/oder einen mechanisch flexiblen Bereich aufweisen oder derart ausgebildet sein.

[0116] Die erste Elektrodenschicht **20** kann als Anode oder als Kathode ausgebildet sein. Die erste Elektrodenschicht **20** kann transluzent oder transparent ausgebildet sein. Die erste Elektrodenschicht **20**

weist ein elektrisch leitfähiges Material auf, beispielsweise Metall und/oder ein leitfähiges transparentes Oxid (transparent conductive oxide, TCO) oder einen Schichtenstapel mehrerer Schichten, die Metalle oder TCOs aufweisen. Die erste Elektrodenschicht **20** kann beispielsweise einen Schichtenstapel einer Kombination einer Schicht eines Metalls auf einer Schicht eines TCOs aufweisen, oder umgekehrt. Ein Beispiel ist eine Silberschicht, die auf einer Indium-Zinn-Oxid-Schicht (ITO) aufgebracht ist (Ag auf ITO) oder ITO-Ag-ITO Multischichten. Die erste Elektrodenschicht **20** kann segmentiert sein.

[0117] Als Metall können beispielsweise Ag, Pt, Au, Mg, Al, Ba, In, Ca, Sm oder Li, sowie Verbindungen, Kombinationen oder Legierungen dieser Materialien verwendet werden.

[0118] Transparente leitfähige Oxide sind transparente, leitfähige Materialien, beispielsweise Metalloxide, wie beispielsweise Zinkoxid, Zinnoxid, Cadmiumoxid, Titanoxid, Indiumoxid, oder Indium-Zinn-Oxid (ITO). Neben binären Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise ZnO, SnO₂, oder In₂O₃ gehören auch ternäre Metallsauerstoffverbindungen, wie beispielsweise AlZnO, Zn₂SnO₄, CdSnO₃, ZnSnO₃, MgIn₂O₄, GaInO₃, Zn₂In₂O₅ oder In₄Sn₃O₁₂ oder Mischungen unterschiedlicher transparenter leitfähiger Oxide zu der Gruppe der TCOs.

[0119] Die erste Elektrodenschicht **20** kann alternativ oder zusätzlich zu den genannten Materialien aufweisen: Netzwerke aus metallischen Nanodrähten und -teilchen, beispielsweise aus Ag, Netzwerke aus Kohlenstoff-Nanoröhren, Graphen-Teilchen und -Schichten und/oder Netzwerke aus halbleitenden Nanodrähten. Beispielsweise kann die erste Elektrodenschicht **20** eine der folgenden Strukturen aufweisen oder daraus gebildet sein: ein Netzwerk aus metallischen Nanodrähten, beispielsweise aus Ag, die mit leitfähigen Polymeren kombiniert sind, ein Netzwerk aus Kohlenstoff-Nanoröhren, die mit leitfähigen Polymeren kombiniert sind und/oder Graphen-Schichten und Composite. Ferner kann die erste Elektrodenschicht **20** elektrisch leitfähige Polymere oder Übergangsmetalloxide aufweisen.

[0120] Die erste Elektrodenschicht **20** kann beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von 10 nm bis 500 nm, beispielsweise von 25 nm bis 250 nm, beispielsweise von 50 nm bis 100 nm.

[0121] Die erste Elektrodenschicht **20** kann einen ersten elektrischen Anschluss aufweisen, an den ein erstes elektrisches Potential anlegbar ist. Das erste elektrische Potential kann von einer Energiequelle (nicht dargestellt) bereitgestellt werden, beispielsweise von einer Stromquelle oder einer Spannungsquelle. Alternativ kann das erste elektrische Potential an den Träger **12** angelegt sein und der ersten Elek-

trodenschicht **20** über den Träger **12** mittelbar zugeführt werden. Das erste elektrische Potential kann beispielsweise das Massepotential oder ein anderes vorgegebenes Bezugspotential sein.

[0122] Die organische funktionelle Schichtenstruktur **22** kann eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Emitterschicht, eine Elektronentransportschicht und/oder eine Elektroneninjektionsschicht aufweisen.

[0123] Die Lochinjektionsschicht kann auf oder über der ersten Elektrodenschicht **20** ausgebildet sein. Die Lochinjektionsschicht kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: HAT-CN, Cu (I)pFBz, MoOx, WOx, VOx, ReOx, F4-TCNQ, NDP-2, NDP-9, Bi(III)pFBz, F16CuPc; NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis(biphenyl-4-yl-amino)phenyl)-9H-fluoren]; 9,9-Bis[4-(N,N-bis(naphthalen-2-yl-amino)phenyl)-9H-fluoren]; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis(naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl)-9H-fluor]; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); 2,7 Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]-9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-di-phenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7' tetra(N,N-ditolyl) amino-spiro-bifluoren; und/oder N,N,N',N'-tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

[0124] Die Lochinjektionsschicht kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 1000 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 30 nm bis ungefähr 300 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 50 nm bis ungefähr 200 nm.

[0125] Auf oder über der Lochinjektionsschicht kann die Lochtransportschicht ausgebildet sein. Die Lochtransportschicht kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); beta-NPB N,N'-Bis(naphthalen-2-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro TPD (N,N'-Bis(3-methyl-

phenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin); Spiro-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-spiro); DMFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DMFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-dimethyl-fluoren); DPFL-TPD (N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); DPFL-NPB (N,N'-Bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-9,9-diphenyl-fluoren); Spiro-TAD (2,2',7,7'-Tetrakis(n,n-diphenylamino)-9,9'-spirobifluoren); 9,9-Bis[4-(N,N-bis-biphenyl-4-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N-bis-naphthalen-2-yl-amino)phenyl]-9H-fluoren; 9,9-Bis[4-(N,N'-bis-naphthalen-2-yl-N,N'-bis-phenyl-amino)-phenyl]-9H-fluor; N,N'-bis(phenanthren-9-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin; 2,7-Bis[N,N-bis(9,9-spiro-bifluorene-2-yl)-amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis[N,N-bis(biphenyl-4-yl)amino]9,9-spiro-bifluoren; 2,2'-Bis(N,N-diphenyl-amino)9,9-spiro-bifluoren; Di-[4-(N,N-ditolyl-amino)-phenyl]cyclohexan; 2,2',7,7'-tetra(N,N-ditolyl)amino-spiro-bifluoren; und N,N,N',N' tetra-naphthalen-2-yl-benzidin.

[0126] Die Lochtransportschicht kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

[0127] Auf oder über der Lochtransportschicht kann die eine oder mehrere Emitterschichten ausgebildet sein, beispielsweise mit fluoreszierenden und/oder phosphoreszierenden Emittern. Die Emitterschicht kann organische Polymere, organische Oligomere, organische Monomere, organische kleine, nichtpolymere Moleküle („small molecules“) oder eine Kombination dieser Materialien aufweisen. Die Emitterschicht kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: organische oder organometallische Verbindungen, wie Derivate von Polyfluoren, Polythiophen und Polyphenylen (z. B. 2- oder 2,5-substituiertes Poly-p-phenylenvinyl) sowie Metallkomplexe, beispielsweise Iridium-Komplexe wie blau phosphoreszierendes Flr-Pic (Bis(3,5-difluoro-2-(2-pyridyl)phenyl)-(2-carboxypyridyl)iridium III), grün phosphoreszierendes Ir(ppy)3 (Tris(2-phenylpyridin)iridium III), rot phosphoreszierendes Ru (dtb-bpy) 3·2 (PF6) (Tris[4,4'-di-tert-butyl-(2,2')-bipyridin]ruthenium(III)komplex) sowie blau fluoreszierendes DPAVBi (4,4-Bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]biphenyl), grün fluoreszierendes TTPA (9,10-Bis[N,N-di-(p-tolyl)amino]anthracen) und rot fluoreszierendes DCM2 (4-Dicyanomethylen)-2-methyl-6-julolidyl-9-enyl-4H-pyran) als nichtpolymere Emittter. Solche nichtpolymeren Emittter sind beispielsweise mittels thermischen Verdampfens abscheidbar. Ferner können Polymeremittter eingesetzt werden, welche beispielsweise mittels eines nasschemischen Verfahrens abscheidbar sind, wie beispielsweise einem Aufschleuderverfahren (auch bezeichnet als Spin Coating). Die Emitttermaterialien können in ge-

eigneter Weise in einem Matrixmaterial eingebettet sein, beispielsweise einer technischen Keramik oder einem Polymer, beispielsweise einem Epoxid, oder einem Silikon.

[0128] Die erste Emitterschicht kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

[0129] Die Emitterschicht kann einfarbig oder verschiedenfarbig (zum Beispiel blau und gelb oder blau, grün und rot) emittierende Emitttermaterialien aufweisen. Alternativ kann die Emitterschicht mehrere Teilschichten aufweisen, die Licht unterschiedlicher Farbe emittieren. Mittels eines Mischens der verschiedenen Farben kann die Emission von Licht mit einem weißen Farbeindruck resultieren. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, im Strahlengang der durch diese Schichten erzeugten Primäremission ein Konvertermaterial anzuordnen, das die Primärstrahlung zumindest teilweise absorbiert und eine Sekundärstrahlung anderer Wellenlänge emittiert, so dass sich aus einer (noch nicht weißen) Primärstrahlung durch die Kombination von primärer Strahlung und sekundärer Strahlung ein weißer Farbeindruck ergibt.

[0130] Auf oder über der Emitterschicht kann die Elektronentransportschicht ausgebildet sein, beispielsweise abgeschieden sein. Die Elektronentransportschicht kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: NET-18; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole,2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolito-lithium, 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolato)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthrolin; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide; Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid oder dessen Imide; Perylentetracarbonsäuredianhydrid oder dessen Imide; und Stoffen basierend auf Silolen mit einer Silacyclopentadieneinheit.

[0131] Die Elektronentransportschicht kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 10 nm bis ungefähr 30 nm, beispielsweise ungefähr 20 nm.

[0132] Auf oder über der Elektronentransportschicht kann die Elektroneninjectionsschicht ausgebildet sein. Die Elektroneninjectionsschicht kann eines oder mehrere der folgenden Materialien aufweisen oder daraus gebildet sein: NDN-26, MgAg, Cs₂CO₃, Cs₃PO₄, Na, Ca, K, Mg, Cs, Li, LiF; 2,2',2''-(1,3,5-Benzinetriyl)-tris(1-phenyl-1-H-benzimidazole); 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole, 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP); 8-Hydroxyquinolinolitolithium, 4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole; 1,3-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazolo-5-yl]benzene; 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline (BPhen); 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole; Bis(2-methyl-8-quinolinolato)-4-(phenylphenolato)aluminium; 6,6'-Bis[5-(biphenyl-4-yl)-1,3,4-oxadiazolo-2-yl]-2,2'-bipyridyl; 2-phenyl-9,10-di(naphthalen-2-yl)-anthracene; 2,7-Bis[2-(2,2'-bipyridine-6-yl)-1,3,4-oxadiazolo-5-yl]-9,9-dimethylfluorene; 1,3-Bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazolo-5-yl]benzene; 2-(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline; Tris(2,4,6-trimethyl-3-(pyridin-3-yl)phenyl)borane; 1-methyl-2-(4-(naphthalen-2-yl)phenyl)-1H-imidazo[4,5-f][1,10]phenanthroline; Phenyl-dipyrenylphosphine oxide; Naphtahlintetracarbonsäuredianhydrid oder dessen Imide; Perylentetracarbonsäuredianhydrid oder dessen Imide; und Stoffen basierend auf Silolen mit einer Silacyclopentadieneinheit.

[0133] Die Elektroneninjectionsschicht kann eine Schichtdicke aufweisen in einem Bereich von ungefähr 5 nm bis ungefähr 200 nm, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 20 nm bis ungefähr 50 nm, beispielsweise ungefähr 30 nm.

[0134] Bei einer organischen funktionellen Schichtenstruktur **22** mit zwei oder mehr organischen funktionellen Schichtenstruktur-Einheiten können entsprechende Zwischenschichten zwischen den organischen funktionellen Schichtenstruktur-Einheiten ausgebildet sein. Die organischen funktionellen Schichtenstruktur-Einheiten können jeweils einzeln für sich gemäß einer Ausgestaltung der im Vorhergehenden erläuterten organischen funktionellen Schichtenstruktur **22** ausgebildet sein. Die Zwischenschicht kann als eine Zwischenelektrode ausgebildet sein. Die Zwischenelektrode kann mit einer externen Spannungsquelle elektrisch verbunden sein. Die externe Spannungsquelle kann an der Zwischenelektrode beispielsweise ein drittes elektrisches Potential bereitstellen. Die Zwischenelektrode kann jedoch auch keinen externen elektrischen Anschluss aufwei-

sen, beispielsweise indem die Zwischenelektrode ein schwebendes elektrisches Potential aufweist.

[0135] Die organische funktionelle Schichtenstruktur-Einheit kann beispielsweise eine Schichtdicke aufweisen von maximal ungefähr 3 µm, beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 1 µm, beispielsweise eine Schichtdicke von maximal ungefähr 300 nm.

[0136] Die Leuchtdiode **1** kann optional weitere funktionale Schichten aufweisen, beispielsweise angeordnet auf oder über der einen oder mehreren Emitterschichten oder auf oder über der Elektronentransportschicht. Die weiteren funktionalen Schichten können beispielsweise interne oder extern Ein-/Auskoppelstrukturen sein, die die Funktionalität und damit die Effizienz der Leuchtdiode **1** weiter verbessern können.

[0137] Die zweite Elektrodenschicht **23** kann gemäß einer der Ausgestaltungen der ersten Elektrodenschicht **20** ausgebildet sein, wobei die erste Elektrodenschicht **20** und die zweite Elektrodenschicht **23** gleich oder unterschiedlich ausgebildet sein können. Die zweite Elektrodenschicht **23** kann als Anode oder als Kathode ausgebildet sein. Die zweite Elektrodenschicht **23** kann einen zweiten elektrischen Anschluss aufweisen, an den ein zweites elektrisches Potential anlegbar ist. Optional kann die zweite Elektrodenschicht **23** segmentiert sein. Das zweite elektrische Potential kann von der gleichen oder einer anderen Energiequelle bereitgestellt werden wie das erste elektrische Potential. Das zweite elektrische Potential kann unterschiedlich zu dem ersten elektrischen Potential sein. Das zweite elektrische Potential kann beispielsweise einen Wert aufweisen derart, dass die Differenz zu dem ersten elektrischen Potential einen Wert in einem Bereich von ungefähr 1,5 V bis ungefähr 20 V aufweist, beispielsweise einen Wert in einem Bereich von ungefähr 2,5 V bis ungefähr 15 V, beispielsweise einen Wert in einem Bereich von ungefähr 3 V bis ungefähr 12 V.

[0138] Die Verkapselungsschicht **24** kann auch als Dünnschichtverkapselung bezeichnet werden. Die Verkapselungsschicht **24** kann als transluzente oder transparente Schicht ausgebildet sein. Die Verkapselungsschicht **24** bildet eine Barriere gegenüber chemischen Verunreinigungen bzw. atmosphärischen Stoffen, insbesondere gegenüber Wasser (Feuchtigkeit) und Sauerstoff. In anderen Worten ist die Verkapselungsschicht **24** derart ausgebildet, dass sie von Stoffen, die die Leuchtdiode **1** schädigen können, beispielsweise Wasser, Sauerstoff oder Lösemittel, nicht oder höchstens zu sehr geringen Anteilen durchdrungen werden kann. Die Verkapselungsschicht **24** kann als eine einzelne Schicht, ein Schichtstapel oder eine Schichtstruktur ausgebildet sein.

[0139] Die Verkapselungsschicht **24** kann aufweisen oder daraus gebildet sein: Aluminiumoxid, Zinkoxid, Zirkoniumoxid, Titanoxid, Hafniumoxid, Tantaloxid, Lanthanumoxid, Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxinitrid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Aluminium-dotiertes Zinkoxid, Poly(p-phenylenterephthalamid), Nylon 66, sowie Mischungen und Legierungen derselben.

[0140] Die Verkapselungsschicht **24** kann eine Schichtdicke von ungefähr 0,1 nm (eine Atomlage) bis ungefähr 1000 nm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke von ungefähr 10 nm bis ungefähr 100 nm, beispielsweise ungefähr 40 nm. Die Verkapselungsschicht **24** kann ein hochbrechendes Material aufweisen, beispielsweise ein oder mehrere Material(ien) mit einem hohen Brechungsindex, beispielsweise mit einem Brechungsindex von 1,5 bis 3, beispielsweise von 1,7 bis 2,5, beispielsweise von 1,8 bis 2.

[0141] Gegebenenfalls kann die erste Barrierschicht auf dem Träger **12** korrespondierend zu einer Ausgestaltung der Verkapselungsschicht **24** ausgebildet sein.

[0142] Die Verkapselungsschicht **24** kann beispielsweise mittels eines geeigneten Abscheideverfahrens gebildet werden, z. B. mittels eines Atomlagenabscheideverfahrens (Atomic Layer Deposition (ALD)), z. B. eines plasmaunterstützten Atomlagenabscheideverfahrens (Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition (PEALD)) oder eines plasmalosen Atomlagenabscheideverfahrens (Plasma-less Atomic Layer Deposition (PLALD)), oder mittels eines chemischen Gasphasenabscheideverfahrens (Chemical Vapor Deposition (CVD)), z. B. eines plasmaunterstützten Gasphasenabscheideverfahrens (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD)) oder eines plasmalosen Gasphasenabscheideverfahrens (Plasma-less Chemical Vapor Deposition (PLCVD)), oder alternativ mittels anderer geeigneter Abscheideverfahren.

[0143] Optional kann eine Ein- oder Auskoppelschicht beispielsweise als externe Folie (nicht dargestellt) auf dem Träger **12** oder als interne Auskoppelschicht (nicht dargestellt) im Schichtenquerschnitt der Leuchtdiode **1** ausgebildet sein. Die Ein-/Auskoppelschicht kann eine Matrix und darin verteilt Streuzentren aufweisen, wobei der mittlere Brechungsindex der Ein-/Auskoppelschicht größer ist als der mittlere Brechungsindex der Schicht, aus der die elektromagnetische Strahlung bereitgestellt wird. Ferner können zusätzlich eine oder mehrere Entspiegelungsschichten ausgebildet sein.

[0144] Die Haftmittelschicht **36** kann beispielsweise Klebstoff und/oder Lack aufweisen, mittels dessen der Abdeckkörper **38** beispielsweise auf der Verkapselungsschicht **24** angeordnet, beispielsweise auf-

geklebt, ist. Die Haftmittelschicht **36** kann transparent oder transluzent ausgebildet sein. Die Haftmittelschicht **36** kann beispielsweise Partikel aufweisen, die elektromagnetische Strahlung streuen, beispielsweise lichtstreuende Partikel. Dadurch kann die Haftmittelschicht **36** als Streuschicht wirken und zu einer Verbesserung des Farbwinkelverzugs und der Auskoppel-effizienz führen.

[0145] Als lichtstreuende Partikel können dielektrische Streupartikel vorgesehen sein, beispielsweise aus einem Metalloxid, beispielsweise Siliziumoxid (SiO₂), Zinkoxid (ZnO), Zirkoniumoxid (ZrO₂), Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Indium-Zink-Oxid (IZO), Galliumoxid (Ga₂O_x) Aluminiumoxid, oder Titanoxid. Auch andere Partikel können geeignet sein, sofern sie einen Brechungsindex haben, der von dem effektiven Brechungsindex der Matrix der Haftmittelschicht **36** verschieden ist, beispielsweise Luftblasen, Acrylat, oder Glashohlkugeln. Ferner können beispielsweise metallische Nanopartikel, Metalle wie Gold, Silber, Eisen-Nanopartikel, oder dergleichen als lichtstreuende Partikel vorgesehen sein.

[0146] Die Haftmittelschicht **36** kann eine Schichtdicke größer 1 µm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke von mehreren µm. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann der Klebstoff ein Laminations-Klebstoff sein.

[0147] Die Haftmittelschicht **36** kann einen Brechungsindex aufweisen, der kleiner ist als der Brechungsindex des Abdeckkörpers **38**. Die Haftmittelschicht **36** kann beispielsweise einen niedrigbrechenden Klebstoff aufweisen, wie beispielsweise ein Acrylat, der einen Brechungsindex von ungefähr 1,3 aufweist. Die Haftmittelschicht **36** kann jedoch auch einen hochbrechenden Klebstoff aufweisen, der beispielsweise hochbrechende, nichtstreuende Partikel aufweist und der einen schichtdickengemittelten Brechungsindex aufweist, der ungefähr dem mittleren Brechungsindex der organisch funktionellen Schichtenstruktur **22** entspricht, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 1,6 bis 2,5, beispielsweise von 1,7 bis ungefähr 2,0.

[0148] Auf oder über dem aktiven Bereich kann eine sogenannte Getter-Schicht oder Getter-Struktur, d. h. eine lateral strukturierte Getter-Schicht, (nicht dargestellt) angeordnet sein. Die Getter-Schicht kann transluzent, transparent oder opak ausgebildet sein. Die Getter-Schicht kann ein Material aufweisen oder daraus gebildet sein, das Stoffe, die schädlich für den aktiven Bereich sind, absorbiert und bindet. Eine Getter-Schicht kann beispielsweise ein Zeolith-Derivat aufweisen oder daraus gebildet sein. Die Getter-Schicht kann eine Schichtdicke größer 1 µm aufweisen, beispielsweise eine Schichtdicke von mehreren µm. In verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Getter-Schicht einen Laminations-Klebstoff

aufweisen oder in der Haftmittelschicht **36** eingebettet sein.

[0149] Der Abdeckkörper **38** kann beispielsweise von einem Glaskörper, einer Metallfolie oder einem abgedichteten Kunststofffolienabdeckkörper gebildet sein. Der Abdeckkörper **38** kann beispielsweise mittels einer Fritten-Verbindung (engl. glass frit bonding/glass soldering/seal glass bonding) mittels eines herkömmlichen Glaslotes in den geometrischen Randbereichen der Leuchtdiode **1** auf der Verkapselungsschicht **24** bzw. dem aktiven Bereich angeordnet sein. Der Abdeckkörper **38** kann beispielsweise einen Brechungsindex (beispielsweise bei einer Wellenlänge von 633 nm) von beispielsweise 1,3 bis 3, beispielsweise von 1,4 bis 2, beispielsweise von 1,5 bis 1,8 aufweisen.

[0150] Die Erfindung ist nicht auf die angegebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Beispielsweise kann die Leuchtdiode **1** mehr oder weniger Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** aufweisen. Alternativ oder zusätzlich kann die optoelektronische Baugruppe mehr oder weniger Leuchtdioden **1**, Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** und/oder entsprechende Ansteuerschaltkreise **42**, **46**, **48** aufweisen. Ferner können alle dargestellten Ausführungsbeispiele mit oder ohne Schutzdioden **64**, **66**, **68** ausgebildet sein. Ferner können anstatt der Leuchtdiode **1** mit den Leuchtdiodenelementen **50**, **52**, **54** bei allen Ausführungsbeispielen die Leuchtdiodenelemente **50**, **52**, **54** durch voneinander unabhängige Leuchtdioden **1** ersetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen eines Kurzschlusses in einem ersten Leuchtdiodenelement (**50**), wobei ein erster Ansteuerschaltkreis (**42**) zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) angeordnet ist und ein zweiter Ansteuerschaltkreis (**46**) zum Ansteuern eines zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) angeordnet ist, wobei bei dem Verfahren das erste Leuchtdiodenelement (**50**) mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**) im Sperrbereich betrieben wird, überprüft wird, ob ein elektrischer Strom (I_R) in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement (**50**) fließt, und der Kurzschluss erkannt wird, falls die Überprüfung ergibt, dass der Strom (I_R) in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Ansteuerschaltkreis (**42**) ausgeschaltet ist, wobei ein Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises (**42**) mit einer ersten Elektrode (**51**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) elektrisch gekoppelt ist, der zweite Ansteuerschaltkreis (**46**) ausgeschaltet ist, wobei ein Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkrei-

ses (**46**) mit einer ersten Elektrode (**53**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) elektrisch gekoppelt ist und wobei ein Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises (**42**), ein Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**), eine zweite Elektrode (**57**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) und eine zweite Elektrode (**58**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) mit einem ersten Knoten (**62**) elektrisch gekoppelt sind,

die erste Elektrode (**51**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) mit dem ersten Knoten (**62**) elektrisch gekoppelt wird,

die zweite Elektrode (**57**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) und die zweite Elektrode (**58**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) von dem ersten Knoten (**62**) elektrisch getrennt werden, wobei die zweite Elektrode (**57**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) und die zweite Elektrode (**58**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) elektrisch miteinander gekoppelt bleiben, und der zweite Ansteuerschaltkreis (**46**) angeschaltet wird, wodurch das erste Leuchtdiodenelement (**50**) im Sperrbereich betrieben wird, und überprüft wird, ob der elektrische Strom (I_R) in Sperrrichtung über das erste Leuchtdiodenelement (**50**) fließt, indem eine Ansteuerspannung des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**) erfasst wird und der Kurzschluss erkannt wird, wenn die Ansteuerspannung einen ersten Ansteuerspannung-Schwellenwert nicht erreicht oder nicht überschreitet, oder indem ein Ansteuerstrom (I_F) des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**) erfasst wird und der Kurzschluss erkannt wird, wenn der Ansteuerstrom (I_F) größer als ein vorgegebener Ansteuerstrom-Schwellenwert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem eine Analysespannung (U_A) zwischen der zweiten Elektrode (**57**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) und der ersten Elektrode (**51**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) erfasst wird und bei dem abhängig von der erfassten Analysespannung (U_A) der Kurzschluss klassifiziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste Ansteuerschaltkreis (**42**) ausgeschaltet ist, wobei ein Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises (**42**) mit einer ersten Elektrode (**51**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) elektrisch gekoppelt ist, der zweite Ansteuerschaltkreis (**46**) ausgeschaltet ist, wobei ein Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**) mit einer ersten Elektrode (**53**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) elektrisch gekoppelt ist und wobei ein Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises (**42**), ein Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises (**46**), eine zweite Elektrode (**57**) des ersten Leuchtdiodenelements (**50**) und eine zweite Elektrode (**58**) des zweiten Leuchtdiodenelements (**52**) mit einem ersten Knoten (**62**) elektrisch gekoppelt sind, der erste Ansteuerschaltkreis (**42**) so angeschaltet wird, dass eine Ansteuerspannung des ersten An-

steuerschaltkreises (42) kleiner als ein vorgegebener zweiter Ansteuerspannung-Schwellenwert ist, wodurch ein erster Kondensator (90) aufgeladen wird, der elektrisch zwischen die erste Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und den ersten Knoten (62) geschaltet ist,

die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) von dem ersten Knoten (62) elektrisch getrennt werden, wobei die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) elektrisch miteinander gekoppelt bleiben, eine Kondensatorspannung (U_K) des ersten Kondensators (90) überwacht wird, und der zweite Ansteuerschaltkreis (46) angeschaltet wird, wodurch das erste Leuchtdiodenelement (50) im Sperrbereich betrieben wird, und

erkannt wird, dass der Strom (I_R) in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist, falls eine auftretende Änderung der Kondensatorspannung (U_K) größer als ein vorgegebener Kondensatorspannung-Schwellenwert wird.

5. Optoelektronische Baugruppe, aufweisend ein erstes Leuchtdiodenelement (50), ein zweites Leuchtdiodenelement (52) und einen elektronischen Schaltkreis (40) mit einem ersten Ansteuerschaltkreis (42) zum Ansteuern des ersten Leuchtdiodenelements (50) und einem zweiten Ansteuerschaltkreis (46) zum Ansteuern des zweiten Leuchtdiodenelements (52), die so angeordnet und ausgebildet sind, dass das erste Leuchtdiodenelement (50) mittels des zweiten Ansteuerschaltkreises (46) im Sperrbereich betrieben wird, wobei der elektronische Schaltkreis (40) dazu ausgebildet ist, zu überprüfen, ob über das erste Leuchtdiodenelement (50) ein elektrischer Strom (I_R) in Sperrrichtung fließt, und einen Kurzschluss in dem ersten Leuchtdiodenelement (50) zu erkennen, falls die Überprüfung ergibt, dass der Strom (I_R) in Sperrrichtung fließt und größer als ein vorgegebener Leckstrom ist.

6. Optoelektronische Baugruppe nach Anspruch 5, bei der

eine zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und eine zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) elektrisch miteinander gekoppelt sind,

ein Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises (42) mit einer ersten Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) elektrisch gekoppelt ist und ein Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises (46) mit einer ersten Elektrode (53) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) elektrisch gekoppelt ist, wobei ein Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises (42), ein Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises (46), die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten

Leuchtdiodenelements (52) mit einem ersten Knoten (62) elektrisch gekoppelt sind, und die aufweist einen ersten Testschalter (T1), der in seinem ersten Schaltzustand die erste Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) mit dem ersten Knoten (62) elektrisch koppelt und der in seinem zweiten Schaltzustand die erste Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und den ersten Knoten (62) elektrisch voneinander trennt,

einen Trennschalter (T4), der in seinem ersten Schaltzustand die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) mit dem ersten Knoten (62) elektrisch koppelt und der in seinem zweiten Schaltzustand die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) von dem ersten Knoten (62) elektrisch trennt.

7. Optoelektronische Baugruppe nach Anspruch 6, mit einer Analysespannungsvorrichtung (88), die dazu ausgebildet ist, eine Analysespannung (U_A) zwischen der zweiten Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und der ersten Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) zu erfassen.

8. Optoelektronische Baugruppe nach Anspruch 5, bei der

eine zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und eine zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) elektrisch miteinander gekoppelt sind,

ein Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises (42) mit einer ersten Elektrode (51) des ersten Leuchtdiodenelements (50) elektrisch gekoppelt ist und ein Ausgang des zweiten Ansteuerschaltkreises (46) mit einer ersten Elektrode (53) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) elektrisch gekoppelt ist, wobei ein Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises (42), ein Eingang des zweiten Ansteuerschaltkreises (46), die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) mit einem ersten Knoten (62) elektrisch gekoppelt sind, und die aufweist einen ersten Kondensator (90), der einerseits mit dem Ausgang des ersten Ansteuerschaltkreises (42) elektrisch gekoppelt ist und der andererseits mit dem Eingang des ersten Ansteuerschaltkreises (42) elektrisch gekoppelt ist,

einen Trennschalter (T4), der in seinem ersten Schaltzustand die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) mit dem ersten Knoten (62) elektrisch koppelt und der in seinem zweiten Schaltzustand die zweite Elektrode (57) des ersten Leuchtdiodenelements (50) und die zweite Elektrode (58) des zweiten Leuchtdiodenelements (52) von dem ersten Knoten (62) elektrisch trennt, einer Kondensatorspannung-Erfassungsvorrichtung (98), die dazu ausgebildet ist, eine Kondensatorspannung

nung (U_K) zu erfassen, die an dem ersten Kondensator **(90)** anliegt.

9. Optoelektronische Baugruppe nach einem der Ansprüche 5 bis 8, die eine organische Leuchtdiode **(1)** aufweist, die das erste Leuchtdiodenelement **(50)** und das zweite Leuchtdiodenelement **(52)** aufweist, wobei die zweite Elektrode **(57)** des ersten Leuchtdiodenelements **(50)** und die zweite Elektrode **(58)** des zweiten Leuchtdiodenelements **(52)** von einer zweiten Elektrodenschicht **(23)** der organischen Leuchtdiode **(1)** gebildet sind.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

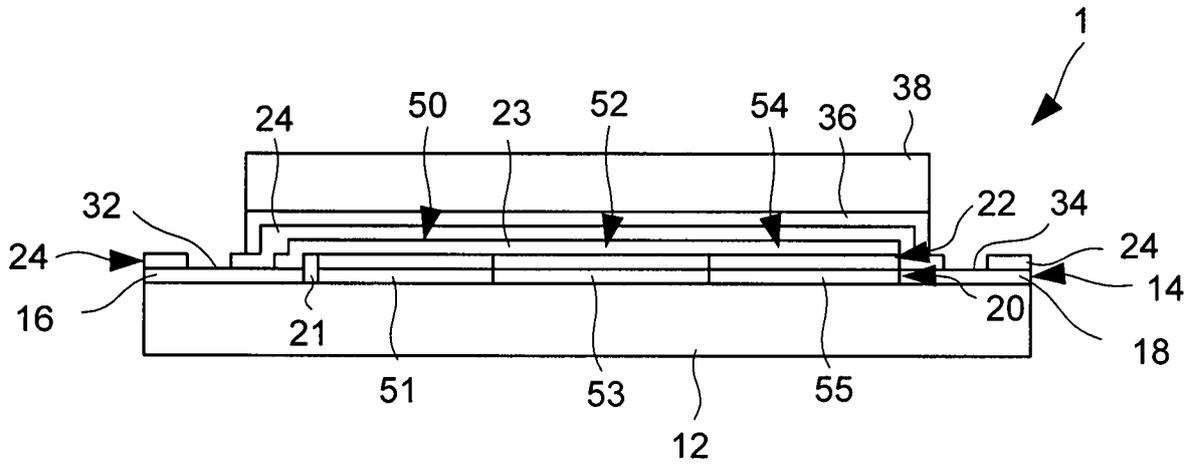


FIG 2

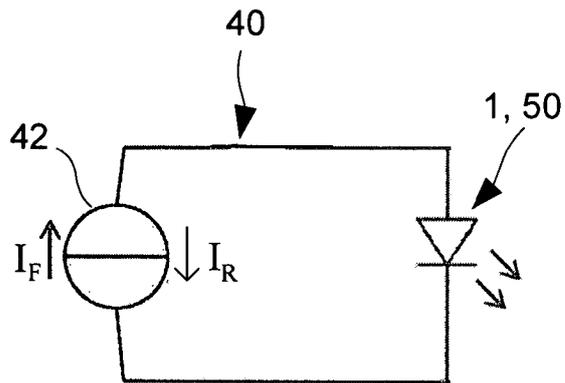


FIG 3

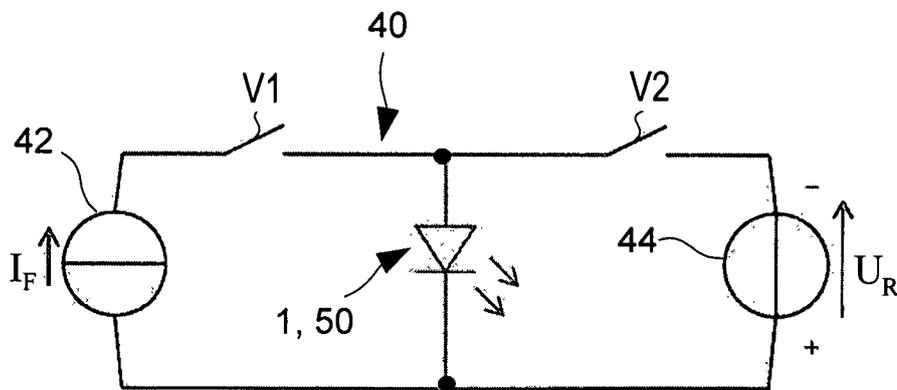


FIG 4

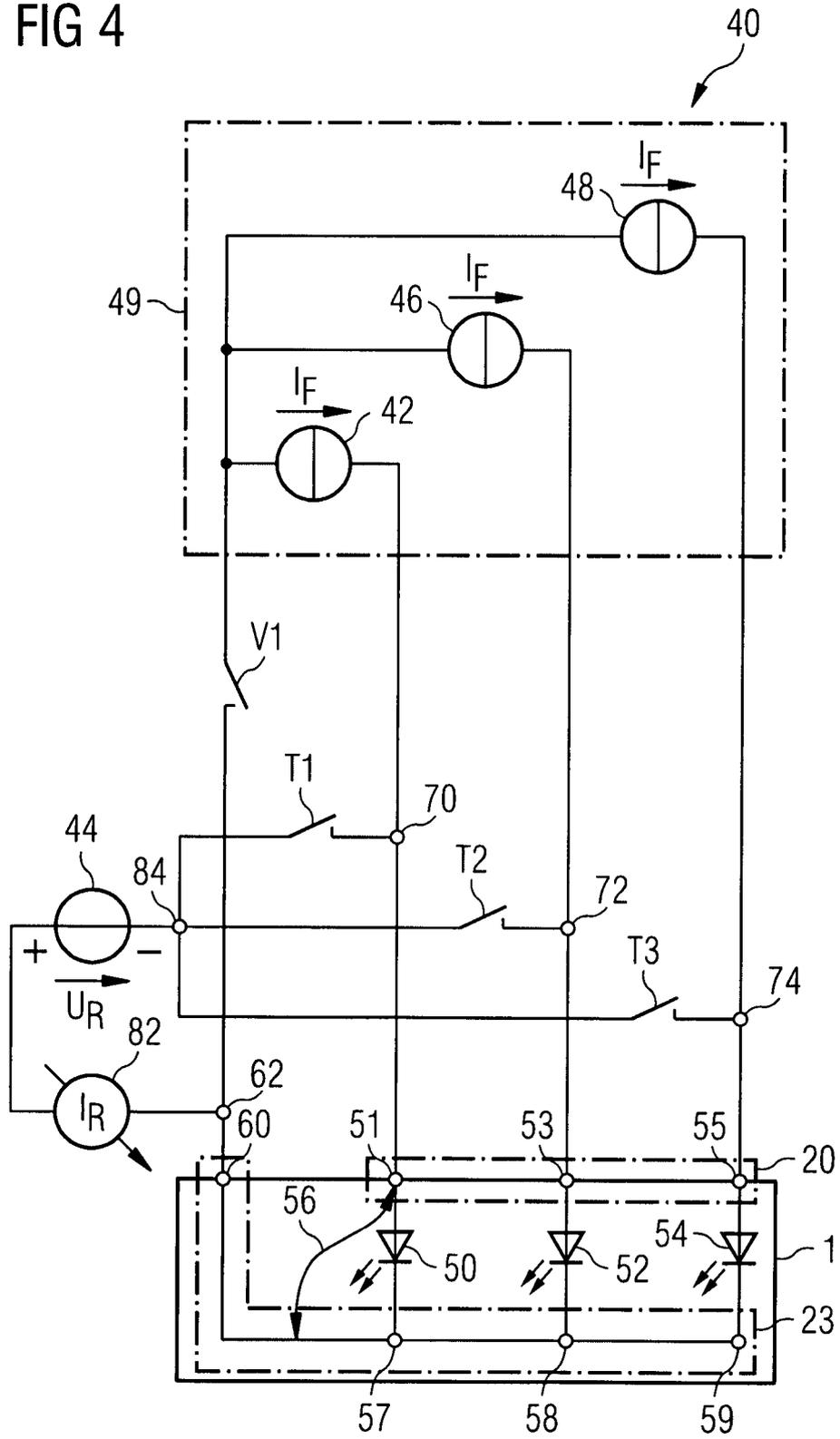


FIG 5

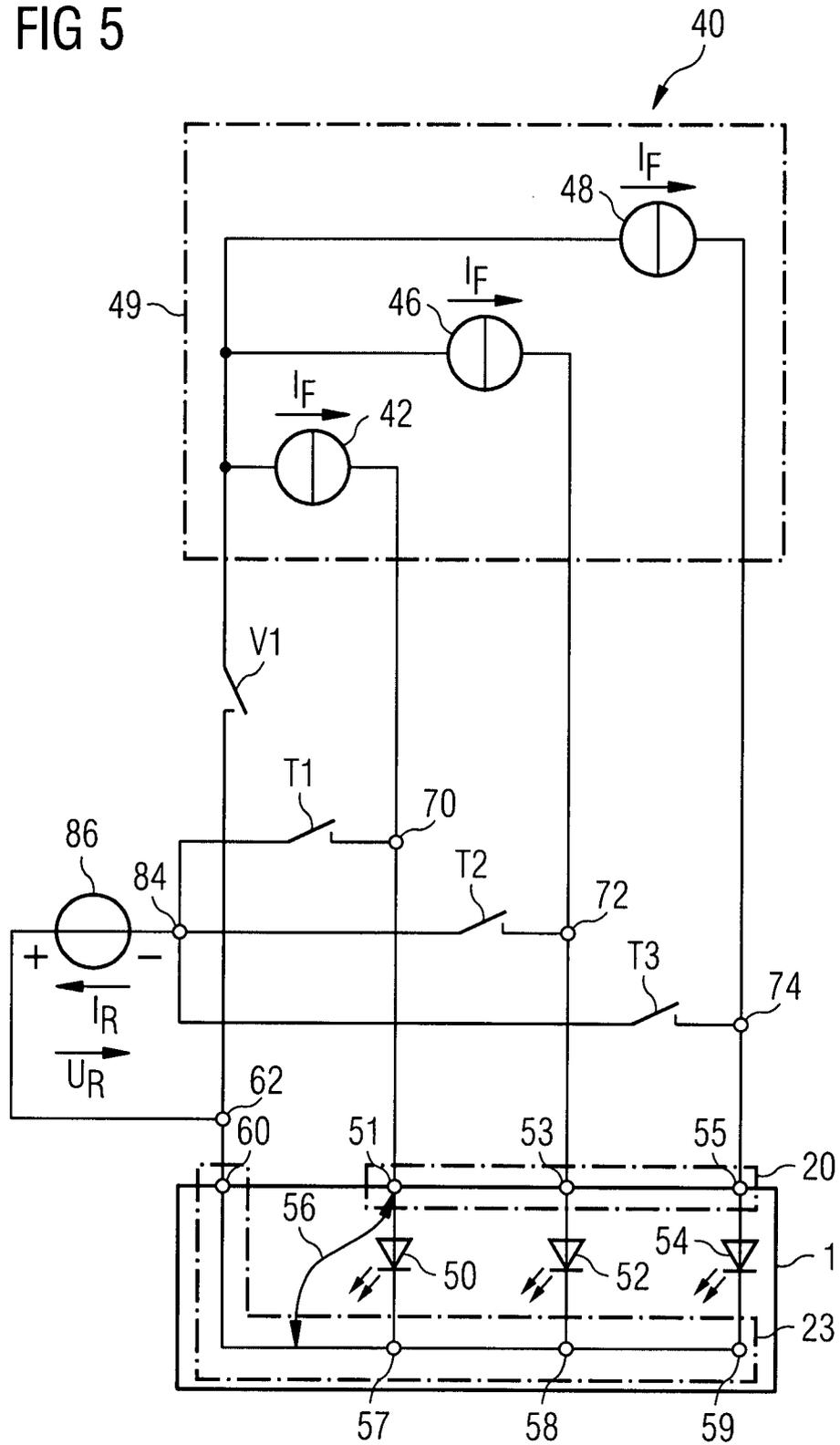


FIG 7

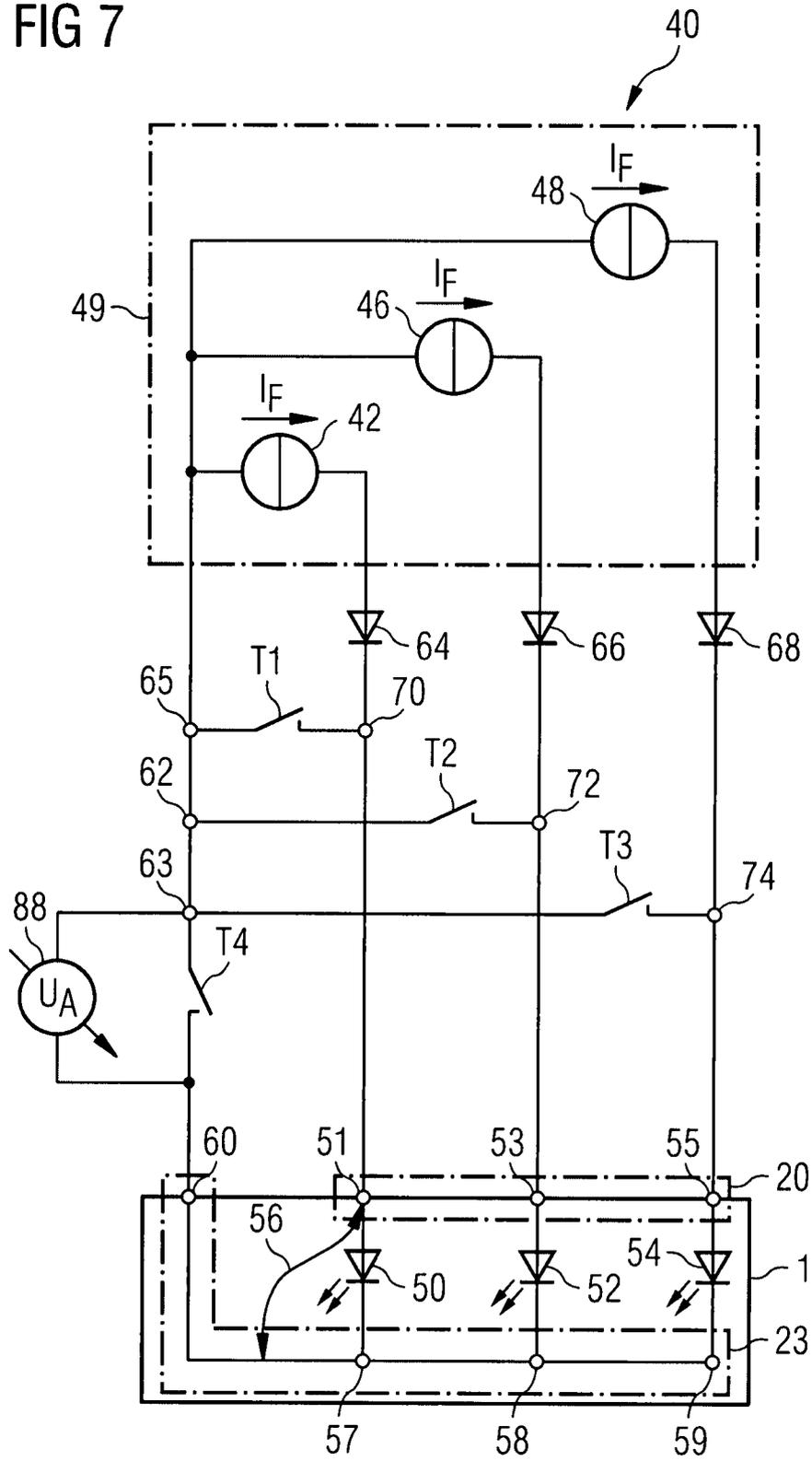


FIG 8

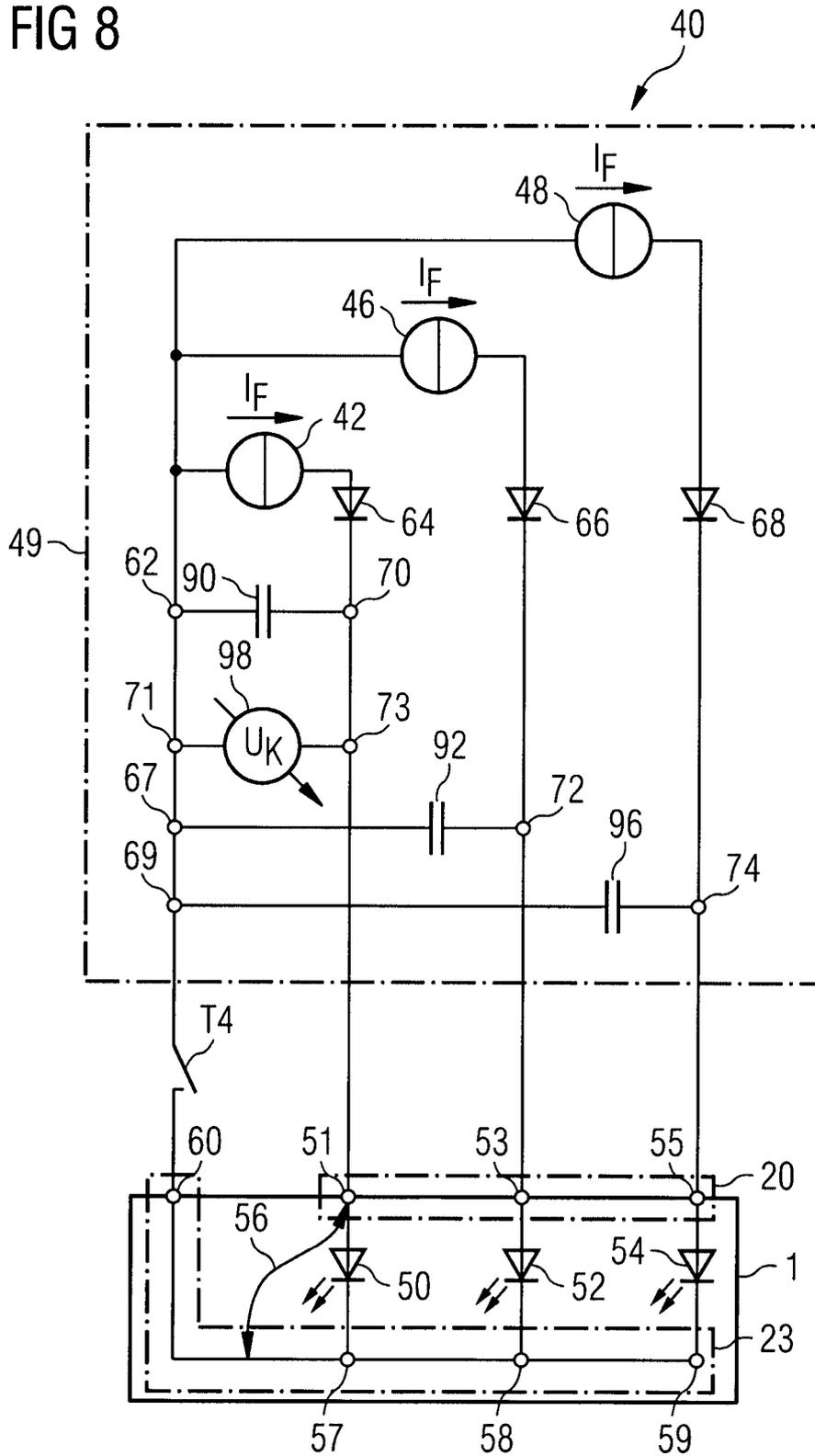


FIG 9

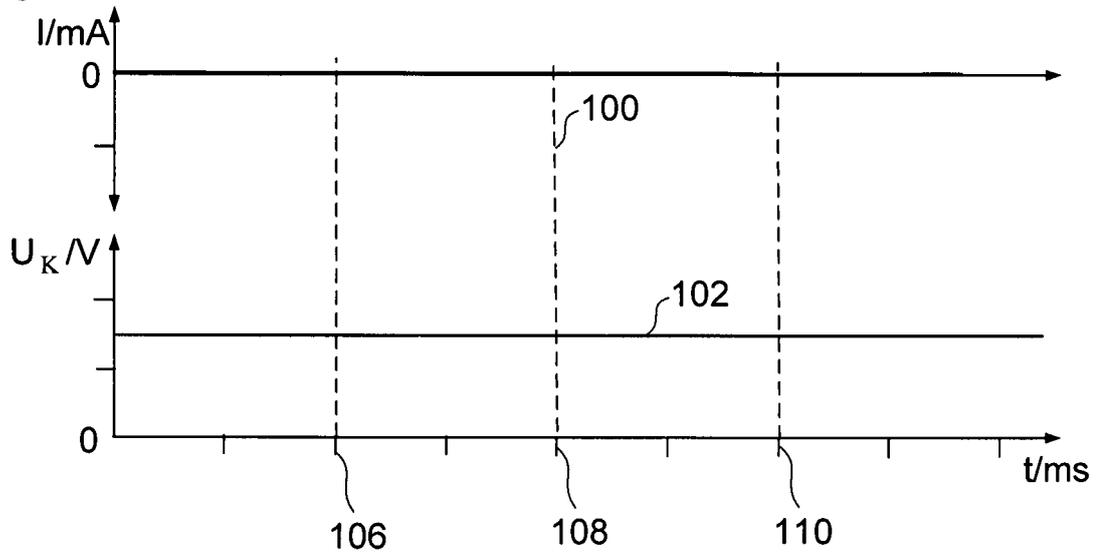


FIG 10

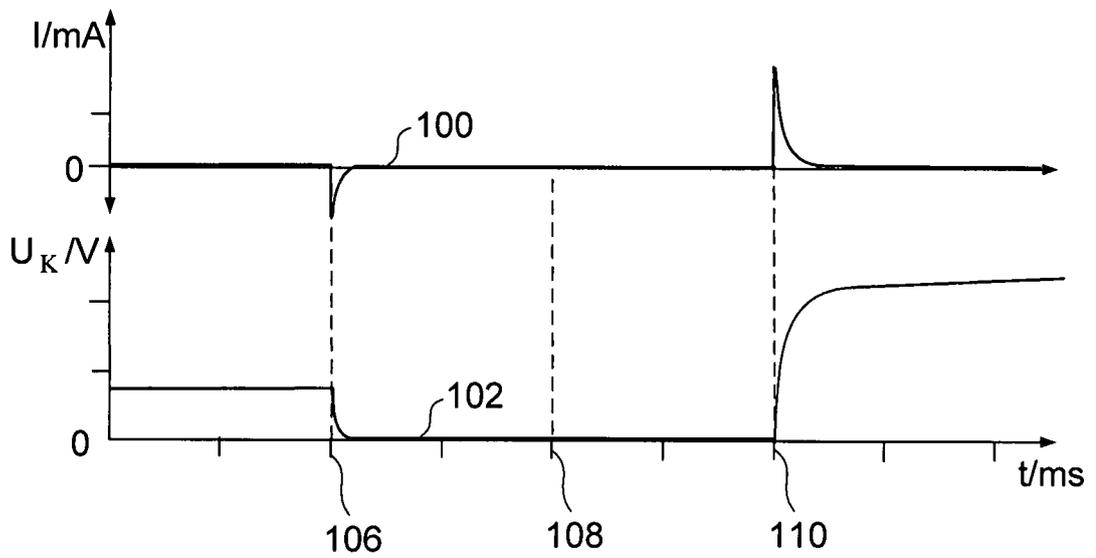


FIG 11

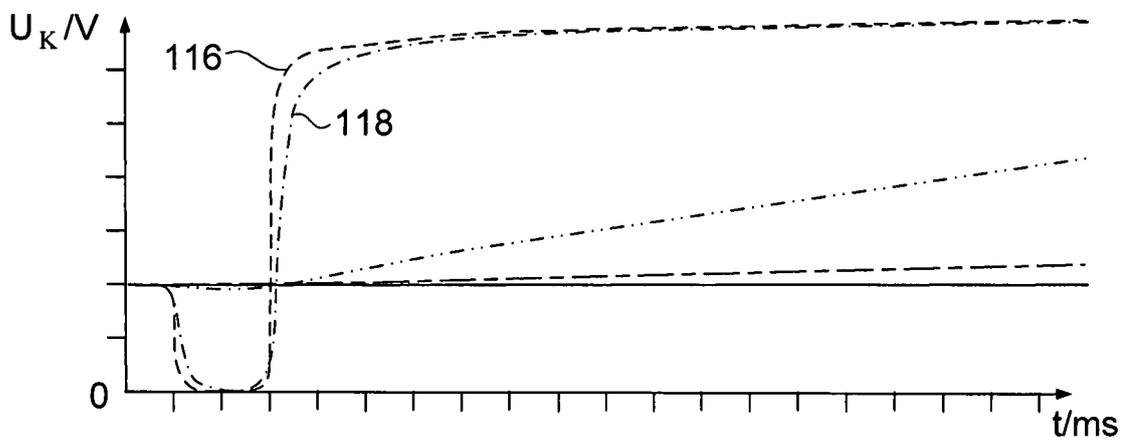


FIG 12

