



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01) H05B 37/03 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17191776.8**

(22) Anmeldetag: **19.09.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **22.05.2017 DE 102017111087**
22.05.2017 DE 102017111089

(71) Anmelder: **ELMOS Semiconductor Aktiengesellschaft**
44227 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:
• **Schmitz, Christian**
44575 Castrop-Rauxel (DE)
• **Regolin, Ingo**
46147 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter: **Durm Patentanwälte PartG mbB**
Patentanwälte
Moltkestrasse 45
76133 Karlsruhe (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG EINER FUNKTIONSPRÜFUNG EINES LEUCHTMITTELS EINER LEUCHTE FÜR BELEUCHTUNGS- ODER ANZEIGEZWECKE**

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels (3, 4, 5) einer Leuchte (6) für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke mit zwei Leuchtmitteln (3, 4, 5). Die Leuchtmittel (3, 4, 5) sind derart beschaltet, dass sie in einem ersten Zustand eine spezifische erste Lichtleistung abstrahlen und in einem zweiten Zustand eine spezifische zweite Lichtleistung abstrahlen, wobei die erste Lichtleistung größer ist als die zweite Lichtleistung. Das Verfahren umfasst die Schritte Schalten des ersten Leuchtmittels (3) in den ers-

ten Zustand und Schalten des zweiten Leuchtmittels (4) in den zweiten Zustand, Messen eines durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels (3) in dem zweiten Leuchtmittel (4) hervorgerufenen Messwerts eines elektrischen Parameters, Bewerten des gemessenen Messwerts, Detektieren eines Funktionszustands eines der Leuchtmittel, wobei der Funktionszustand eine Aussage über die Lichtemissionsfähigkeit des Leuchtmittels erlaubt.

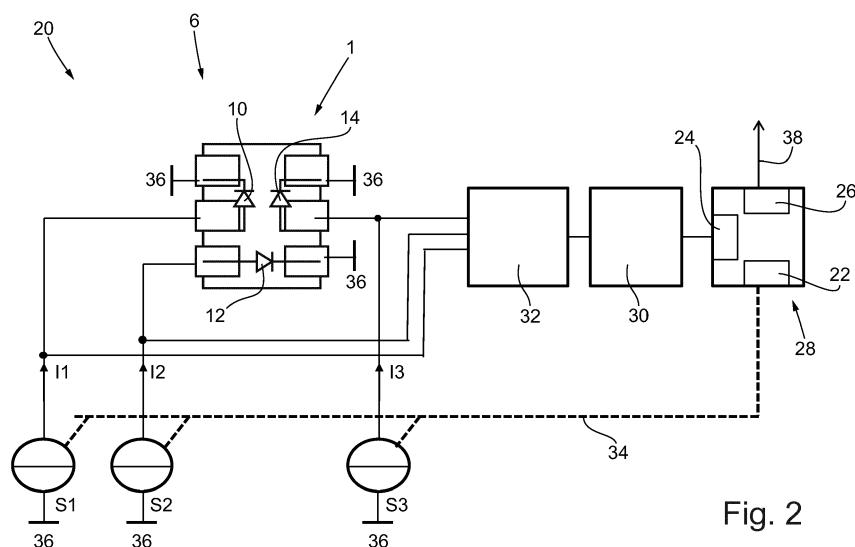


Fig. 2

Beschreibung

US 2007 0 159 750 A1

[0001] Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels einer Leuchte für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels einer Leuchte für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke. Die Leuchte umfasst wenigstens zwei Leuchtmittel, die in einen ersten oder einen zweiten Zustand geschaltet werden können. In dem ersten Zustand strahlen die Leuchtmittel eine für das Leuchtmittel spezifische erste Lichtleistung ab. In dem zweiten Zustand strahlen sie eine spezifische zweite Lichtleistung ab. Die erste Lichtleistung ist dabei größer als die zweite Lichtleistung. Die Leuchtmittel können bevorzugt LEDs sein.

[0003] Die Verwendung von Leuchtdioden (LEDs) als Leuchtmittel für sicherheitsrelevante Aufgaben z.B. in Fahrzeugen wird immer bedeutender. Insbesondere Fahrzeuge mit autonomen oder teilautonomen Zuständen erfordern beispielsweise bei optischen Statusanzeigen (z.B. LED-Leuchtbändern) eine Leuchtmittel- oder LED-Diagnose-Fähigkeit. Es sollen zumindest die Zustände "LED leuchtet" oder "LED leuchtet nicht" erkannt werden können, um ausgefallene LEDs zu diagnostizieren und zu erkennen, damit der Benutzer oder Fahrer informiert und die betroffenen Leuchtdioden ausgetauscht werden können.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind allerdings nur Verfahren zur indirekten Diagnose bekannt, welche die an den LEDs abfallende Spannung oder den Strom- oder Energieverbrauch der LEDs auswerten. Hierfür werden intelligente Treiber genutzt, die teuer sind. Die Diagnose erfolgt stets im Zusammenwirken mit einem solchen Treiber, aber nur indirekt über eine Spannungs-/Strom-Bewertung.

[0005] Beispielsweise sind Verfahren und Vorrichtungen zur Überwachung elektrischer oder thermischer Parameter von Leuchtdioden (LED) und Ketten von Leuchtdioden (Leuchtdiodenbänder, LED-Bänder) aus den folgenden Schriften bekannt:

DE 10 2015 008 110 A1,
DE 10 2015 017 086.4 (noch unveröffentlicht),
DE 10 2015 008 109 A1,
DE 10 2015 017 087.2 (noch unveröffentlicht),
DE 10 2016 105 516 B3,
DE 10 2016 1055 17B3,
DE 10 2016 119 584.7 (noch unveröffentlicht),
US2008 0 204 029 A1,
US 2007 0 159 750 A1,
EP 0 955 619 A1,
DE 10 2011 120 781 A1,
DE 11 2009 005 227 T5,
DE 10 2014 107 947 A1,
US 2012 0 200 296 A1,
US 2006 0 170 287 A1,

[0006] Ein Nachteil des Stands der Technik liegt darin, dass die eigentliche Funktion der Lichtabgabe oder der Lichtemission der Leuchtmittel nicht geprüft wird.

[0007] Es besteht deshalb ein Bedarf an einer verbesserten und direkteren Diagnosemöglichkeit.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es also, ein verbessertes Verfahren zur genauen Überprüfung der Funktion eines Leuchtmittels, insbesondere einer LED, vorzuschlagen, das insbesondere die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile umgeht.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 13.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels einer Leuchte für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke setzt wenigstens zwei Leuchtmittel voraus. Bei der Funktionsprüfung wird der Funktionszustand eines Leuchtmittels ermittelt, wobei ein möglicher Funktionszustand ein Defekt ist und der Zustand somit "defekt" bedeutet. Ein weiterer Funktionszustand spiegelt die fehlerfreie Funktion des Leuchtmittels wider und wird als "intakt" bezeichnet. Der Funktionszustand lässt somit eine Aussage über das Leuchtmittel, insbesondere über dessen Leuchtemissionsfähigkeit zu.

[0011] Die für das Verfahren vorausgesetzten Leuchtmittel lassen sich derart beschalten, dass sie in einem ersten Zustand eine spezifische erste Lichtleistung abstrahlen und in einem zweiten Zustand eine spezifische zweite Lichtleistung abstrahlen. Die erste Lichtleistung ist größer als die zweite Lichtleistung. "Spezifische Lichtleistung" bedeutet im Sinne der Erfindung eine Lichtleistung, die auf das jeweilige Leuchtmittel bezogen ist. Die Lichtleistung kann also von der Art des Leuchtmittels abhängen und für jedes Leuchtmittel verschieden sein. In einer besonderen Ausführung, in der LEDs als Leuchtmittel verwendet werden, kann die spezifische Lichtleistung von den jeweiligen LEDs oder Leuchtmitteln abhängen, beispielsweise davon abhängig sein, ob es sich um eine blaue, rote oder grüne LED handelt.

[0012] Erfindungsgemäß wird das erste Leuchtmittel in den ersten Zustand geschaltet. Das zweite Leuchtmittel ist in den zweiten Zustand geschaltet. In einem weiteren Verfahrensschritt wird ein in dem zweiten Leuchtmittel hervorgerufener Messwert eines elektrischen Parameters gemessen, wobei der Messwert durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels hervorgerufen wird. Der gemessene Messwert wird bewertet, sodass ein Funktionszustand ermittelt werden kann. Hierbei wird der Funktionszustand eines der beiden Leuchtmittel detektiert, der eine Aussage über die Leuchtemissionsfähigkeit des Leuchtmittels erlaubt.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von LEDs erläutert, die stellvertretend für Leuchtmittel beschrieben werden. Dies stellt jedoch keine Einschränkung der Erfindung in seiner Allgemeinheit oder auf LEDs

als Leuchtmittel dar, solange nicht explizit etwas Gegenteiliges beschrieben ist.

[0014] Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass bei einem Fehler oder Defekt eines Leuchtmittels, insbesondere einer LED, der sich auf das Abstrahlverhalten, also die Emission bezieht, auch kein messbarer Effekt bei der Absorption entsteht. Beispielsweise kann eine LED, die keine Lichtleistung abstrahlt, auch keine Lichtleistung empfangen, jedenfalls ist kein Fotostrom und/oder keine Spannung an der LED messbar. Dieses zunächst in Versuchen festgestellte Prinzip ließ sich theoretisch untermauern und mit dem Einsteinschen Gesetz herleiten, wonach der Emissionskoeffizient gleich dem Absorptionskoeffizienten ist.

[0015] In einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein drittes Leuchtmittel verwendet, das ebenfalls in einen ersten oder zweiten Zustand geschaltet werden kann, in denen eine erste bzw. zweite Lichtleistung abgestrahlt wird. Die erste Lichtleistung ist dabei größer als die zweite Lichtleistung.

[0016] Das dritte Leuchtmittel wird ebenfalls in den zweiten Zustand geschaltet, in dem eine spezifische zweite Lichtleistung abgestrahlt wird. In einem weiteren Schritt wird ein Messwert eines elektrischen Parameters ermittelt, der durch die von dem ersten Leuchtmittel abgestrahlte erste Lichtleistung in dem dritten Leuchtmittel hervorgerufen wird. Dieser als zweiter Messwert bezeichnete Messwert wird bewertet, wobei er optional mit dem (ersten) gemessenen Messwert des zweiten Leuchtmittels in Beziehung gesetzt werden kann. Aus dem zweiten Messwert des dritten Leuchtmittels und dem Messwert des ersten Leuchtmittels lassen sich Rückschlüsse auf den Funktionszustand oder einen möglichen Fehler eines der drei Leuchtmittel ziehen.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird ein Defekt des ersten Leuchtmittels erkannt, wenn die gemessenen Messwerte des zweiten Leuchtmittels und/oder des dritten Leuchtmittels unterhalb eines für das jeweilige Leuchtmittel spezifischen Schwellwertes liegen. Der Schwellwert wird bevorzugt derart festgelegt, dass ein Messwert, der oberhalb des Schwellwerts liegt, einen intakten Zustand des Leuchtmittels repräsentiert. Eine von außen eingestrahlte Lichtleistung wird in dem jeweiligen Leuchtmittel erkannt, da der Messwert oberhalb des Schwellwertes liegt.

[0018] Strahlt das erste Leuchtmittel mit der ersten Lichtleistung in das bzw. die anderen Leuchtmittel ein, wobei der in den jeweiligen Leuchtmitteln detektierte Messwert unterhalb des Schwellwertes bleibt, so ist davon auszugehen, dass das erste Leuchtmittel keine ausreichende Lichtleistung abgestrahlt hat. Es lässt sich somit auf einen Defekt des ersten Leuchtmittels und insbesondere auf eine fehlerhafte oder mangelhafte Lichtemissionsfähigkeit des ersten Leuchtmittels schließen.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform mit insgesamt wenigstens drei Leuchtmitteln kann der Funktionszustand des zweiten Leuchtmittels, das in den zweiten Zustand geschaltet ist, ermittelt werden. Liegt der im

zweiten Leuchtmittel gemessene Messwert unterhalb des spezifischen Schwellwertes und gleichzeitig der im dritten Leuchtmittel gemessene Messwert oberhalb des spezifischen Schwellwertes, so liegt ein Defekt des zweiten Leuchtmittels vor. Das dritte Leuchtmittel hat die abgestrahlte Lichtleistung des ersten Leuchtmittels erkannt, da der Messwert oberhalb des Schwellwertes liegt. Gleichzeitig empfängt das zweite Leuchtmittel jedoch keine oder eine zu geringe Lichtleistung, sodass der Messwert unterhalb des Schwellwertes verbleibt. Hieraus lässt sich eine Funktionsstörung des zweiten Leuchtmittels erkennen.

[0020] In einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens wird ein intaktes Verhalten und eine vollständige Funktionsfähigkeit des ersten Leuchtmittels erkannt, wenn in den beiden anderen Leuchtmitteln, die in den zweiten Zustand geschaltet sind, also das zweite und dritte Leuchtmittel, der Messwert oberhalb des jeweiligen spezifischen Schwellwertes liegt. Das zweite und dritte Leuchtmittel erkennen die abgestrahlte Lichtemission des ersten Leuchtmittels. Gleichzeitig wird die intakte Funktion und Emissionsfähigkeit des zweiten und dritten Leuchtmittels detektiert, da sie hinreichend viel Licht absorbieren.

[0021] Der Funktionszustand eines der beiden in den zweiten Zustand geschalteten Leuchtmittel wird als intakt erkannt, wenn die Differenz zwischen gemessenem Messwert und dem zugehörigen spezifischen Schwellwert bei beiden Leuchtmitteln das gleiche Vorzeichen aufweist. Entweder liegt der Messwert jeweils über dem jeweiligen Schwellwert, sodass die von dem ersten Leuchtmittel ausgesendete Lichtemission detektiert wird, oder beide Leuchtmittel (zweites und drittes Leuchtmittel) detektieren keine Lichtemission, wobei die beiden Leuchtmittel als intakt eingestuft werden. Liegen die Messwerte beider Leuchtmittel unter dem Schwellwert, ist auf einen Fehler der abstrahlenden Leuchtmittel oder Leuchtdiode zu schließen.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist die zweite Lichtleistung der Leuchtmittel derart gering, dass keine oder eine im Vergleich zur ersten Lichtleistung der Leuchtmittel deutlich geringere Lichtemission erfolgt. Bevorzugt ist die zweite Lichtleistung jedes Leuchtmittels geringer als die erste Lichtleistung eines beliebigen Leuchtmittels. Eine deutlich geringere Lichtleistung bzw. deutlich geringere Lichtemission im zweiten Zustand bedeutet im Rahmen der Erfindung, dass eine durch die Lichtemission eines im ersten Zustand befindlichen Leuchtmittels eingestrahlte Lichtleistung in ein Leuchtmittel größer ist als die (deutlich geringere) Lichtleistung des empfangenen Leuchtmittels, insbesondere einer LED. Bevorzugt ist die empfangene Lichtleistung in einem Leuchtmittel, das im zweiten Zustand geschaltet ist und eine zweite Lichtleistung aussendet, soviel größer, dass ein vorgegebenes Signal-Rausch-Verhältnis erzielt wird, z.B. also dass die empfangene Lichtleistung größer, bevorzugt signifikant und in der Praxis unterscheidbar größer, ist als die abge-

strahlte Lichtleistung des betreffenden Leuchtmittels. In diesem Fall lässt sich garantieren, dass eine empfangene Lichtleistung detektiert und als solche erkannt wird.

[0023] In einer besonderen Ausführung des Verfahrens werden LEDs als Leuchtmittel verwendet. Besonders bevorzugt strahlen die verwendeten LEDs alle unterschiedliche Farben aus. Beispielsweise strahlt die erste LED eine blaue Farbe ab, die zweite LED eine grüne und die dritte LED eine rote Farbe. Bevorzugt weisen die LEDs unterschiedliche Schwerpunktwellenlängen auf, wobei unter der Schwerpunktwellenlänge die Wellenlänge im Wellenlängenspektrum bezeichnet wird, bei der ein Intensitätsmaximum der entsprechenden LED bzw. des entsprechenden Leuchtmittels auftritt.

[0024] Bevorzugt ist der im Verfahren gemessene elektrische Parameter eine Fotospannung oder ein Fotostrom. Die Fotospannung ist dabei die an der LED anliegende Spannung, die durch einen Fotostrom erzeugt wird, der aufgrund der empfangenen Emission von Licht entsteht. Bei einer LED wird die Fotospannung teilweise auch LED-Spannung genannt. Das Produkt aus Fotostrom und Fotospannung entspricht der in der bestrahlten LED bzw. Leuchtmittel in elektrische Energie umgewandelten Lichtenergie. Die Energie wird bevorzugt bei einer externen eingepprägten Spannung von 0 Volt (0 V) als reiner Fotostrom oder bei einem externen eingepprägten Strom von 0 Ampere (0 A) als reine Fotospannung gemessen. Der Fachmann kann die erzeugte Energie auch in anderen Arbeitspunkten bestimmen, wobei die Bestimmung aufwendiger ist. Fotostrom und Fotospannung können als Maße für die Lichtleistung verwendet werden, die auf ein Leuchtmittel bzw. eine LED einstrahlt.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens weist die Leuchte zwei Leuchtmittelgruppen auf, wobei jede Leuchtmittelgruppe wenigstens ein Leuchtmittel umfasst und wobei ein Leuchtmittel der ersten Leuchtmittelgruppe in den ersten Zustand geschaltet ist und ein Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet ist. Es findet also eine Detektion des Funktionszustands zwischen zwei Leuchtmittelgruppen statt.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Leuchte verwendet, bei der wenigstens zwei Leuchtmittelgruppen jeweils drei Leuchtmittel umfassen. Ein Leuchtmittel der ersten Leuchtmittelgruppe ist in den ersten Zustand geschaltet, während ein Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet ist. Bevorzugt sind zwei Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet, besonders bevorzugt sind alle Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet. Während die erste Leuchtmittelgruppe also Licht emittiert, wenigstens eines der Leuchtmittel der ersten Leuchtmittelgruppe, werden in der zweiten Leuchtmittelgruppe die Lichtemissionen gemessen, wobei bevorzugt wenigstens zwei Leuchtmittel das emittierte Licht empfangen, sodass ein Messwert gemessen werden kann. Bevorzugt wird im zweiten Zustand kein Licht emittiert,

so dass die Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe ausgeschaltet sind.

[0027] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung zur Durchführung einer Funktionsprüfung gelöst. Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung wenigstens zwei Leuchtmittel, eine Steuereinheit, eine Messeinheit, eine Auswerteeinheit und zwei Schalter auf. Die beiden Schalter können von der Steuereinheit geschaltet werden, sind also schaltbar. Die Schalter können mehrere Zustände annehmen und durch technische Äquivalente ersetzt oder realisiert sein. Je ein Leuchtmittel lässt sich mittels eines der Schalter in einen ersten Zustand oder einen zweiten Zustand schalten. Gegebenenfalls können mehr Zustände vorgesehen sein. In den beiden (oder mehreren) Zuständen wird jeweils eine spezifische Lichtleistung abgestrahlt, wobei die Lichtleistung im ersten Zustand größer ist als die im zweiten Zustand. Die Lichtleistung kann in einem Zustand auch Null sein. Die Steuereinheit ist dazu ausgebildet und eingerichtet, das erste Leuchtmittel in den ersten Zustand und das zweite Leuchtmittel in den zweiten Zustand zu schalten. Die Messeinheit detektiert an dem zweiten Leuchtmittel einen Messwert eines elektrischen Parameters, insbesondere einen Strom oder eine Spannung. Der elektrische Parameter wird durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels hervorgerufen, die abgestrahlt und in dem zweiten Leuchtmittel empfangen wird. Die Auswerteeinheit bewertet den gemessenen Messwert und detektiert einen Funktionszustand oder Fehlerzustand eines der Leuchtmittel, wie schon oben beschrieben.

[0028] In einer besonderen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Steuereinheit, die Messeinheit und/oder die Auswerteeinheit in einem Microcontroller (μ Controller) oder in einem Rechner integriert.

[0029] Besonders bevorzugt sind die verwendeten Leuchtmittel Leuchtdioden, LEDs. Ebenfalls bevorzugt umfasst die Vorrichtung einen Analog-Digital-Wandler, um die gemessenen Messwerte dem Microcontroller zur Verfügung zu stellen. In einer weiteren besonderen Ausführungsform umfasst die Vorrichtung einen Multiplexer, um mehrere Messwerte zu verarbeiten.

[0030] Bei automobilen Anwendungen sind Steuerprozessoren (μ Controller), die die Leuchtmittelgruppen ansteuern, mit einem Analog-zu-Digital-Wandler ausgestattet, um verschiedene Parameter einer Beleuchtungsvorrichtung erfassen zu können. Diese Analog-zu-Digital-Wandler der Steuerprozessoren können beispielsweise über einen Multiplexer dazu benutzt werden, um die Fotospannung bzw. den Fotostrom oder ganz allgemein die durch die Bestrahlung in der bestrahlten LED (Leuchtmittel) der Leuchtmittelgruppe erzeugte Energie zu vermessen und einen Messwert zu ermitteln. Da in der Regel bekannt ist, welche Intensität von der abstrahlenden LED ausgesendet wird (LED im ersten Zustand mit erster Lichtleistung), kann der so ermittelte Messwert mit einem (spezifischen) Schwellwert verglichen werden.

Bevorzugt wird der erste Zustand als "An" bezeichnet, in dem die Lichtleistung abgestrahlt wird, und der zweite Zustand als "Aus" bezeichnet, in dem das Leuchtmittel ausgeschaltet ist und keine Lichtleistung abgestrahlt wird. Vorzugsweise wird bei der abgestrahlten Intensität nur zwischen An und Aus unterschieden.

[0031] Liegt der Messwert unter dem Schwellwert, so sendet entweder die abstrahlende LED zu wenig Lichtleistung ab oder die bestrahlte LED erzeugt zu wenig Fotospannung bzw. Fotostrom. Insofern kann bereits hieraus angenommen werden, dass die Leuchtmittelgruppe als solches zumindest einen dieser Defekte aufweist.

[0032] Eine Leuchtmittelgruppe im Sinne der Erfindung umfasst in der Regel mehr als ein Leuchtmittel bzw. mehr als eine LED. Bevorzugt, aber nicht notwendiger Weise, umfasst eine Leuchtmittelgruppe zur Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens eine rote, eine grüne und eine blaue LED oder ähnliche Kombinationen komplementärer Farben. In dem Fall kann dann durch zyklisches Vertauschen der strahlenden und der bestrahlten LEDs einer solchen Leuchtmittelgruppe bei einem Einzelfehler herausgefunden werden, welche LED tatsächlich fehlerhaft ist. Somit ist eine direkte Diagnose der Lichtemission einer (oder aller) LED bei Leuchtmittelgruppen aus LEDs möglich.

[0033] Im Gegensatz dazu wird im Stand der Technik nur die Lage der elektrischen Betriebsparameter innerhalb von vorgegebenen Toleranzbereichen bewertet. Ob die Leuchtmittel tatsächlich Licht abstrahlen, wird nicht überprüft. Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht also eine direkte Überprüfung der Lichtabstrahlung anstelle eines indirekten Schlusses auf eine solche Lichtabstrahlung.

[0034] Verschiedene Leuchtmittelgruppen einer größeren Leuchtvorrichtung können auch untereinander einstrahlen. Daher eignet sich das hier vorgeschlagene Verfahren auch zum Test von Leuchtbändern mit geeigneten Leuchtmitteln, die längs des Leuchtbandes angeordnet sind.

[0035] Bevorzugt sind die Leuchtmittel auf dem Leuchtband gleich beabstandet. Bei gleichen Leuchtmitteln treten bevorzugt bei linearer, planarer Verlegung gleiche optische Kopplungen zwischen den einzelnen Leuchtmitteln auf, was die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt für diesen Fall ermöglicht.

[0036] Sind die Leuchtmittel längs eines solchen Leuchtbandes nicht gleich beabstandet, so setzt bevorzugt die Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens einen vorbekannten Abstand bzw. eine vorbekannte optische Kopplung zwischen den Leuchtmitteln voraus. Diese Vorkenntnis kann konstruktionsbedingt an einem Prototyp in Form geeigneter Kopplungsparameter bestimmt werden. Bei baugleichen Leuchtbändern sind dann ähnliche Kopplungsfaktoren mit gewissen Toleranzen zu erwarten. Eine geeignete Vorkenntnis kann bevorzugt auch durch Simulation oder Berechnung der

wechselseitigen Einstrahlintensität erlangt werden. Sofern das Leuchtband nicht planar verlegt ist, hat dies den gleichen Effekt wie unterschiedliche Abstände der Leuchtmittel des Leuchtbandes.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich bevorzugt zum Test von Leuchtmatten, also zweidimensionalen Anordnungen von Leuchtmitteln. In diesem Fall sind die Leuchtmittel bevorzugt in Form eines zweidimensionalen, besonders bevorzugt regelmäßigen, Gitters angeordnet. Besonders bevorzugt ist eine kubische oder hexagonale Anordnung der Leuchtmittel zueinander. Bei Abweichungen von solchen regulären Strukturen kann durch Simulation oder Experimente mit Prototypen eine Vorkenntnis erlangt werden, die die weitere (notwendige) Parameter für eine verbesserte Berechnung der optischen Kopplung liefern.

[0038] Ein von Fachleuten typischerweise erhobener Einwand ist, dass die Leuchtmittelgruppen in der Regel verschiedenfarbige LEDs aufweisen, um alle durch den Menschen erkennbaren Farben im Farbraum als RGB-Farbe darstellen zu können. Daher sollte es nach dieser Meinung zwar sicher möglich sein, mit einer kurzwelligeren LED, also beispielsweise einer blauen LED, in einer langwelligeren LED, also beispielsweise einer roten LED, einen Fotostrom hervorzurufen, da die Bandlücke der langwelligen LED, also beispielsweise der roten LED, kleiner ist als die Photonenenergie der von der kurzwelligen LED, also der blauen LED, abgestrahlten Photonen. Umgekehrt jedoch wird gemäß dieser Expertenmeinung von Fachleuten erwartet, dass es eben nicht sicher möglich sei, mit einer langwelligeren LED, also beispielsweise einer roten LED, in einer kurzwelligeren LED, also beispielsweise einer blauen LED, einen sicher messbaren Fotostrom oder eine sicher messbare Fotospannung hervorzurufen, da die Bandlücke der kurzwelligen LED, also beispielsweise der blauen LED, größer als die Photonenenergie der von der langwelligen LED, also beispielsweise der roten LED, abgestrahlten Photonen ist.

[0039] Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass dieser Umstand einer Diagnose aber nicht im Wege steht, da über eine wechselseitige Kombinatorik eine ausreichende Zustandserkennung möglich ist. Hierbei wird die Tatsache verwendet, dass der Emissionskoeffizient immer gleich dem Absorptionskoeffizienten ist und somit bei einem Defekt bei der Emission auch kein messbarer elektrischer Effekt bei der Absorption entsteht.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bevorzugt bei der Vermessung von RGB-Leuchtmittelgruppen mit einer blauen LED, die blaues Licht abstrahlt, mit einer grünen LED, die grünes Licht abstrahlt, und mit einer roten LED, die rotes Licht abstrahlt, wie folgt aussehen:

- Die blaue LED wird bestromt und strahlt blaues Licht ab. Die rote LED und die grüne LED werden bevorzugt nicht bestromt.
- Es wird ein erster Messwert für die Fotospannung und/oder den Fotostrom der roten LED ermittelt. Bei-

spielsweise kann zusätzlich die Fotoleistung der roten LED aus dem Produkt von Fotospannung und Fotostrom ermittelt werden.

- Es wird ebenso ein zweiter Messwert für die grüne LED ermittelt und optional die Fotoleistung. 5
- Der erste Messwert wird mit einem ersten Schwellwert für den ersten Messwert bei Bestrahlung der roten LED durch die blauen LED verglichen und bevorzugt ein erster Vergleichswert ermittelt. 10
- Der zweite Messwert wird mit einem zweiten Schwellwert für den zweiten Messwert bei Bestrahlung der grünen LED durch die blauen LED verglichen und bevorzugt ein zweiter Vergleichswert ermittelt. 15

[0041] Die weiteren bevorzugten Schritte verwenden die beiden Vergleichswerte zur Auswertung und Analyse. Selbstverständlich lassen sich die Auswertung und Analyse nur mit Messwert und Schwellwert, also ohne direkten Vergleichswert durchführen, wie oben beschrieben. 20

- Der erste Vergleichswert nimmt bevorzugt einen ersten Zustand an, wenn der erste Messwert unterhalb des ersten Schwellwerts (für den ersten Messwert bei Bestrahlung der roten LED durch die blauen LED) liegt, und einen zweiten Zustand an, wenn der erste Messwert oberhalb des ersten Schwellwerts liegt. Der erste Zustand entspricht also dem Fall, dass die blaue LED strahlt und die rote LED das Licht der blauen LED empfängt und in einen Fotostrom bzw. eine Fotospannung umwandelt. Der zweite Zustand entspricht dann dem Fall, dass zumindest einer dieser beiden Vorgänge nicht stattfindet. 25
- Der zweite Vergleichswert nimmt bevorzugt einen ersten Zustand an, wenn der zweite Messwert unterhalb des zweiten Schwellwerts (für den zweiten Messwert bei Bestrahlung der grünen LED durch die blauen LED) liegt, und einen zweiten Zustand an, wenn der zweite Messwert oberhalb des zweiten Schwellwerts für den zweiten Messwert liegt. Der erste Zustand entspricht also dem Fall, dass die blaue LED strahlt und die grüne LED das Licht der blauen LED empfängt und in einen Fotostrom bzw. eine Fotospannung umwandelt. Der zweite Zustand entspricht dem Fall, dass zumindest einer dieser beiden Vorgänge nicht stattfindet. 30
- Ein weiterer Schritt umfasst das Ermitteln des Zustands der LEDs aus dem ersten Vergleichswert und dem zweiten Vergleichswert. 35
- Sind beide Vergleichswerte im zweiten Zustand, so strahlt die blaue LED und das Licht wird von der roten LED und von der grünen LED empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue LED korrekt arbeitet und dass die grüne LED korrekt arbeitet und dass die rote LED korrekt arbeitet. 40
- Ist der erste Vergleichswert im zweiten Zustand und der zweite Vergleichswert im ersten Zustand, so strahlt die blaue LED und das Licht der blauen LED wird von der roten LED empfangen und von der grünen LED nicht empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue und die rote LED korrekt arbeiten und dass die grüne LED nicht korrekt arbeitet. 45
- Ist der erste Vergleichswert im ersten Zustand und der zweite Vergleichswert im zweiten Zustand, so strahlt die blaue LED und das Licht der blauen LED wird von der roten LED nicht empfangen und von der grünen LED empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue und grüne LED korrekt arbeiten und dass die rote LED nicht korrekt arbeitet. 50
- Sind beide Vergleichswerte im ersten Zustand, so strahlt die blaue LED wahrscheinlich nicht und das Licht der blauen LED wird von keiner der anderen LEDs empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass entweder als erste Möglichkeit die blaue LED nicht korrekt arbeitet oder dass als zweite Möglichkeit die grüne LED und die rote LED nicht korrekt arbeiten. 55

LED und von der grünen LED empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue LED korrekt arbeitet und dass die grüne LED korrekt arbeitet und dass die rote LED korrekt arbeitet.

- Ist der erste Vergleichswert im zweiten Zustand und der zweite Vergleichswert im ersten Zustand, so strahlt die blaue LED und das Licht der blauen LED wird von der roten LED empfangen und von der grünen LED nicht empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue und die rote LED korrekt arbeiten und dass die grüne LED nicht korrekt arbeitet.
- Ist der erste Vergleichswert im ersten Zustand und der zweite Vergleichswert im zweiten Zustand, so strahlt die blaue LED und das Licht der blauen LED wird von der roten LED nicht empfangen und von der grünen LED empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass die blaue und grüne LED korrekt arbeiten und dass die rote LED nicht korrekt arbeitet.
- Sind beide Vergleichswerte im ersten Zustand, so strahlt die blaue LED wahrscheinlich nicht und das Licht der blauen LED wird von keiner der anderen LEDs empfangen. Dies lässt darauf schließen, dass entweder als erste Möglichkeit die blaue LED nicht korrekt arbeitet oder dass als zweite Möglichkeit die grüne LED und die rote LED nicht korrekt arbeiten.

[0042] Diese Messung kann mit der grünen LED als Sender und der roten LED als einzigem Empfänger in analoger Weise durchgeführt werden, um weitere Informationen zu erlangen. Selbstverständlich sind auch mehr Farben und/oder LEDs verwendbar.

[0043] Andererseits ist eine eindeutige Diagnose mit Zuordnung des genauen Fehlers zu einem konkreten Leuchtmittel (hier LEDs) oftmals in den realen Anwendungen nicht erforderlich. In der Regel ist eine Aussage über einen Defekt der Lichtgruppe an sich schon ausreichend.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Lichtdetektion zur Diagnose bei Vorhandensein von mehreren Leuchtmittelgruppen prinzipiell wie folgt erfolgen:

- a) Innerhalb einer Leuchtmittelgruppe durch Absorption zwischen benachbarten LEDs dieser Leuchtmittelgruppe oder
- b) Leuchtmittelgruppen übergreifend, wobei die Lichtemission einer LED einer ersten Leuchtmittelgruppe mittels einer LED einer benachbarten Leuchtmittelgruppe detektiert werden kann.

[0045] Beispielsweise kann das Verfahren b) innerhalb einer LED-Kette entlang eines LED-Bandes eingesetzt werden. Da die Abstände dann größer sind, sind die empfangenen Signale häufig kleiner. Hierbei ist eine Diagnose aller LEDs aller Leuchtmittelgruppen im Rahmen ei-

nes Diagnosezyklus oder durch sinnvolle Kodierung der Ansteuerung ggf. auch im laufenden Betrieb möglich.

[0046] Bevorzugt wird Fotostrom einer LED zu solchen Zeiten zu vermessen, in denen diese nicht angesteuert (bestromt) wird, also sich in einem Aus-Zustand befindet und somit selbst kein Licht abstrahlt. Anstelle des Aus-Zustands kann die LED auch in den zweiten Zustand geschaltet sein und kein Licht oder eine für die Messung in einer benachbarten LED ungenügend große Lichtmenge ausstrahlen. Des Weiteren muss sich zu diesem Zeitpunkt mindestens eine andere LED im An-Zustand befinden, also Licht (mit einer hinreichend großen Lichtleistung) abstrahlen, was auch dem zweiten Zustand des Leuchtmittels entspricht. Dieses Licht muss in ausreichender Menge auf die LED im Aus-Zustand fallen und einen geeigneten Pegel aufweisen, damit Licht in die LED im Aus-Zustand so einstrahlt, dass ein messbarer Fotostrom bzw. eine messbare Foto-Spannung entsteht.

[0047] Bewertet wird bevorzugt nur die LED im Aus-Zustand, insbesondere, wenn mehrere LEDs in die LED im Aus-Zustand einstrahlen.

[0048] Bevorzugt wird der Fotostrom mehrerer LEDs zeitlich parallel oder quasi parallel zu solchen Zeiten zu vermessen, in denen diese nicht angesteuert werden, sich also in einem Aus-Zustand (zweiter Zustand) befinden und somit selbst kein oder vernachlässigbar wenig Licht abstrahlen.

[0049] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens muss sich zu dem Messzeitpunkt eine LED (nicht die empfangene) im An-Zustand (erster Zustand) befinden, also Licht abstrahlen. Dieses Licht muss in ausreichender Menge auf die LEDs im Aus-Zustand fallen und von seinem Pegel her geeignet sein, in die LEDs im Aus-Zustand so einzustrahlen, dass sich jeweils ein messbarer Fotostrom ergibt. Bewertet wird dann bevorzugt die LED im An-Zustand, wobei bevorzugt wenigstens zwei, besonders bevorzugt wenigstens drei LEDs ausgewertet werden.

[0050] Das erfindungsgemäße Verfahren dient somit der Durchführung einer Prüfung auf Lichtemission für ein erstes Leuchtmittel, bevorzugt für eine erste LED, einer Leuchte, die für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke vorgesehen ist. Die Leuchte verfügt über mindestens zwei Leuchtmittel, bevorzugt LEDs. Die Leuchtmittel können eine erste und zweite Lichtleistung abstrahlen. Der Betrag der ersten Lichtleistung ist größer als der Betrag der zweiten Lichtleistung. Vorzugsweise ist die zweite Lichtleistung null oder nahezu null, was bedeutet, dass im Aus-Zustand das betreffende Leuchtmittel bevorzugt nicht leuchtet.

[0051] Bevorzugt ist das erste Leuchtmittel angeschaltet und damit in den An-Zustand (erster Zustand) gebracht. Das zweite Leuchtmittel wird in den Aus-Zustand (zweiter Zustand) gebracht, also ausgeschaltet.

[0052] Bevorzugt ist das erste Leuchtmittel so zu dem zweiten Leuchtmittel angeordnet, dass das erste Leuchtmittel das zweite Leuchtmittel mit dem abgestrahlten Licht bestrahlt. Mittels eines bevorzugten Analog-Digital-

Wandlers erfolgt das Vermessen eines elektrischen Parameters des zweiten Leuchtmittels zur Ermittlung eines Messwertes für diesen Parameter. Im Falle einer zweiten LED als zweites Leuchtmittel ist dieser elektrische Parameter bevorzugt eine Fotospannung der zweiten LED, die diese infolge der Bestrahlung erzeugt, oder ein Fotostrom der zweiten LED, der infolge der Bestrahlung erzeugt.

[0053] Der Wert des gewählten Parameters ist von der Beleuchtung in Form der in das zweite Leuchtmittel eingestrahlten Lichtleistung abhängig. Durch die Bestrahlung wird das zweite Leuchtmittel in einen Zustand gebracht, in dem diese Abhängigkeit gemessen werden kann. Besonders bevorzugt wird daher die zweite LED abgeschaltet, um ein gutes Signal-Rauschverhältnis zu erzielen.

[0054] Der - typischerweise durch den Analog-Digital-Wandler - erfasste Messwert wird mit einem Schwellwert verglichen. Dies geschieht bevorzugt durch ein Programm eines Steuerrechners oder eines Rechners, an den der Steuerrechner den Messwert oder einen daraus abgeleiteten Wert sendet. Dieser bewertet beispielsweise das erste und/oder zweite Leuchtmittel oder die Leuchte als "möglicherweise fehlerhaft", wenn der Vergleich des Messwertes mit dem Schwellwert ergibt, dass die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels zu gering ist oder dass der Wert des Parameters des zweiten Leuchtmittels nicht ausreichend ist. Das Ergebnis des Vergleichs des Messwertes mit dem Schwellwert bedeutet im Falle zweier LEDs, dass die Fotospannung oder der Fotostrom, die die zweite LED generiert, zu gering ist. Der zu geringe Fotostrom bzw. die zu geringe Fotospannung beruht entweder auf einer zu geringen ersten Lichtleistung des ersten Leuchtmittels und somit auf einer zu geringen Abstrahlung oder auf einer zu geringen Empfindlichkeit des zweiten Leuchtmittels gegenüber der Einstrahlung durch das erste Leuchtmittel. In diesem Fall kann typischerweise von einem Defekt der zweiten LED ausgegangen werden.

[0055] Um eine bessere Unterscheidung treffen zu können, wird das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt auf drei Leuchtmittel erweitert. Da in den meisten Leuchtmittelgruppen drei Leuchtmittel unterschiedlicher Farbe vorhanden sind, kann diese Erweiterung typischerweise bei Leuchten mit einstellbarer Farbe angewendet werden.

[0056] In einer bevorzugten Ausführungsform wird zur Prüfung eines ersten Leuchtmittels ein erster Test nach dem zuvor beschriebenen Verfahren mit dem ersten und zweiten Leuchtmittel durchgeführt und ein zweiter Test mit dem ersten und einem dritten Leuchtmittel. Dabei wird das dritte Leuchtmittel ebenfalls ausgeschaltet und vermessen, entsprechend dem zweiten Leuchtmittel. Es ergeben sich somit ein erstes Testergebnis für den ersten Test und ein zweites Testergebnis für den zweiten Test. Die beiden Testergebnisse können jeweils für sich die Werte "in Ordnung" bzw. "intakt" oder "möglicher Defekt" bzw. "defekt" einer der beiden am jeweiligen Test betei-

ligten jeweils zwei Leuchtmittel haben. Das erste Testergebnis kann somit die Werte "in Ordnung" oder "möglicher Defekt" für das erste Leuchtmittel und für das zweite Leuchtmittel haben. Das zweite Testergebnis kann somit die Werte "in Ordnung" oder "möglicher Defekt" für das erste Leuchtmittel und für das dritte Leuchtmittel haben.

[0057] Ergeben beide Tests das Ergebnis "in Ordnung", so ist das erste Leuchtmittel intakt.

[0058] Ergibt der erste Test "intakt" und der zweite Test "defekt", so liegt wahrscheinlich ein Defekt des dritten Leuchtmittels vor.

[0059] Ergibt der erste Test "defekt" und der zweite Test "intakt", so liegt wahrscheinlich ein Defekt des zweiten Leuchtmittels vor.

[0060] Ergibt der erste Test "defekt" und der zweite Test "defekt", so liegt ein Defekt des ersten Leuchtmittels, also im Falle von LEDs der ersten LED, vor.

[0061] Vorzugsweise laufen diese Tests nicht sequentiell hintereinander ab, sondern parallel oder mit einem geringen Zeitverzug.

[0062] Das erfindungsgemäße Verfahren kann für alle Leuchtmittel angewandt werden, bevorzugt nacheinander. Bevorzugt werden stets drei oder mehrere Leuchtmittel miteinander vermessen, wobei bevorzugt ein Leuchtmittel in den ersten Zustand geschaltet ist und Licht abstrahlt und die anderen Leuchtmittel im zweiten Zustand (bzw. Aus-Zustand) geschaltet sind und kein Licht (oder eine vernachlässigbare Lichtleistung) abstrahlen.

[0063] Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Prüfung von sogenannten RGB-Lichtmodulen verwendet. Solche RGB-Lichtmodule sind bevorzugt Zusammenstellungen aus drei LEDs unterschiedlicher Farbe. Bevorzugt besitzt eine erste LED eine blaue Farbe, eine zweite LED eine grüne Farbe und eine dritte LED eine rote Farbe.

[0064] Es ist bekannt, dass es bei biologisch-dynamischen Licht üblich ist, eine vierte, durch das menschliche Auge nicht mit der gleichen Intensität bewusst erkennbare Farbe zu verwenden, die die Melatonin-Ausschüttung im menschlichen Körper steuert und damit den Schlaf-/Wachrhythmus beeinflusst. Bevorzugt sind mehr als drei Farben oder Schwerpunktwellenlängen denkbar.

[0065] Des Weiteren ist die Kombination mit infraroten LEDs als Sender für kommunikative Zwecke, beispielsweise zur Datenübertragung, Abstandmessung oder Übertragung von Sensorwerten, denkbar. Es sind daher auch Leuchtmodule mit mehr als vier LED-Schwerpunktwellenlängen bevorzugt.

[0066] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen beschrieben. Die hierbei gezeigten Ausführungen stellen lediglich eine Bevorzugung dar. Die gezeigten Merkmale können aber auch einzeln oder in einer anderen Kombination verwendet werden, auch wenn sie nicht explizit gezeigt sind. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Abbildung eines Leuchtmoduls mit drei LEDs; und

Figur 2 ein Prinzipbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Funktionsüberwachung der Lichtemission eines Leuchtmittels.

[0067] Die Figur 1 zeigt schematisch eine Leuchtmittelgruppe 1 mit drei Leuchtmitteln 3, 4, 5, die als Leuchtmodul ausgebildet ist. Das Leuchtmodul ist ein LED-Modul 2 mit einer ersten LED 10 und einer zweiten LED 12 und einer dritten LED 14. Eins oder mehrere dieser LED-Module 2 können in einer Vorrichtung oder Leuchte integriert sein. Die LEDs 10, 12, 14 können unterschiedlich farbiges Licht abstrahlen und/oder eine unterschiedliche Schwerpunktwellenlänge aufweisen.

[0068] Figur 2 zeigt beispielhaft und schematisch eine Vorrichtung 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie kann beispielsweise eine Leuchte 6 sein. Die Vorrichtung 20 umfasst ein LED-Modul 2 mit drei LEDs 10, 12, 14, wobei selbstverständlich auch mehrere LED-Module 2 umfasst sein könnten. Die Vorrichtung umfasst bevorzugt für jedes Leuchtmittel eine Stromquelle und einen Schalter, der zwischen Stromquelle und Leuchtmittel angeordnet ist und mittels dem das Leuchtmittel bestromt werden kann, also in einen ersten Zustand oder in einen zweiten Zustand geschaltet werden kann. Die Leuchtmittel lassen sich also bevorzugt wenigstens an- und ausschalten. Das Betätigen der Schalter erfolgt bevorzugt mittels einer Steuervorrichtung oder Steuereinheit.

[0069] In der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform weist die Vorrichtung 20 drei schalt- und/oder steuerbaren Stromquellen S1, S2, S3. Eine Steuereinheit 22 steuert und schaltet die Stromquellen S1, S2, S3. Die schaltbaren Stromquellen werden bevorzugt anstelle einfacher Stromquellen und separater Schalter eingesetzt.

[0070] Eine Messeinheit 24 misst den Fotostrom und/oder die Fotospannung der LEDs 10, 12, 14. Die Messwerte werden von einer Auswerteeinheit 26 ausgewertet, wobei sie bevorzugt mit in der Auswerteeinheit 26 oder in einem optionalen Speicher hinterlegten Schwellwerten verglichen werden. Die Schwellwerte können für jede LED 10, 12, 14 spezifisch und individuell sein.

[0071] Die Steuereinheit 22, die Messeinheit 24 und/oder die Auswerteeinheit 26 können in einem Mikrokontroller (μ C, Microcontroller) oder einem Rechnersystem 28 integriert sein; in der gezeigten Ausführungsform sind die drei Einheiten in dem Rechnersystem 28 umfasst.

[0072] Die LEDs werden von einer Energiequelle versorgt, beispielsweise einer Stromquelle. Die erste LED 10 des LED-Moduls 2 aus Figur 1 wird von der ersten Stromquelle S1 mit einem ersten Strom I1 versorgt. Die zweite LED 12 des LED-Moduls 2 wird von der zweiten Stromquelle S2 mit einem zweiten Strom I2 und die dritte LED 14 von der dritten Stromquelle S3 mit einem dritten

Strom I3 versorgt.

[0073] Wenn ein Strom I1, I2, I3 in eine der LEDs 10, 12, 14 fließt, wird die entsprechende LED 10, 12, 14 in einen ersten Zustand geschaltet, in dem sie eine erste Lichtleistung abstrahlt und Licht emittiert. Der erste Zustand ist der An-Zustand. Fließt kein Strom I1, I2, I3 in die LED 10, 12, 14, so befindet sich die entsprechende LED 10, 12, 14 in einem zweiten Zustand. In dieser bevorzugten Ausführungsform strahlt die LED 10, 12, 14 keine Lichtleistung ab. Der zweite Zustand ist der Aus-Zustand, in dem die LED 10, 12, 14 also dunkel bzw. ausgeschaltet ist.

[0074] Ein bevorzugter Analog-Digital-Wandler 30 (A-D-Converter) kann über einen bevorzugt analogen Multiplexer 32, der von einem Rechnersystem 28 gesteuert wird, an die Ausgangsknoten der ersten Stromquelle S1, der zweiten Stromquelle S2 und/oder der dritten Stromquelle S3 geschaltet werden. Typischerweise wird diese Konfiguration auch dazu benutzt, um den Spannungsabfall über die erste LED 10, die zweite LED 12 und/oder die dritte LED 14 zu überwachen und Ausfälle im Betrieb zu erkennen. Alternativ können mehrere Analog-Digital-Wandler 30 eingesetzt werden, wenn auf den Multiplexer 32 verzichtet werden soll.

[0075] Die Stromquellen S1, S2, S3 werden über einen Steuerbus 34 oder Steuersignalleitungen durch das Rechnersystem 28 gesteuert.

[0076] Die beispielhaft gezeichneten Stromquellen S1, S2, S3 werden bevorzugt in praxisnahen Realisierungen als sogenannte High-Side-Stromquellen ausgeführt, die ihre Energie aus der positiven Versorgungsspannung beziehen. Selbstverständlich können auch Low-Side-Stromquellen oder andere verwendet werden. Solche High-Side-Stromquellen werden bevorzugt mit Hilfe eines Stromspiegels realisiert, wobei eine MOS-Diode zur Referenzspannungserzeugung und ein Stromquellentransistor bevorzugt direkt mit dieser positiven Versorgungsspannung verbunden sind. Diese bevorzugte Realisierung ist in der Figur 2 jedoch nicht dargestellt. Stattdessen sind ideale Stromquellensymbole gezeigt, die auf das Bezugspotenzial 36 (GND) bezogen sind, und somit mehr theoretischer Natur sind. Der Analog-Digital-Wandler 30 meldet die Messwerte an das Rechnersystem 28. Das Rechnersystem 28 führt das vorgeschlagene Verfahren durch.

[0077] Besonders bevorzugt erfolgt die Vermessung der ersten LED 10 dadurch, dass das Rechnersystem 28 die erste LED 10 durch Einschalten der ersten Stromquelle S1 mit einem von null verschiedenen elektrischen ersten Strom I1 versorgen lässt und die zweite Stromquelle S2 und die dritte Stromquelle S3 abschaltet. Mittels des Multiplexers 32 und des Analog-Digitalwandlers 30 ermittelt das Rechnersystem 28 bevorzugt die zweite Fotospannung der zweiten LED 12 und die dritte Fotospannung der dritten LED 14. Die Fotospannung einer LED 10, 12, 14 ist die Potenzialdifferenz zwischen dem Ausgangsknoten der jeweiligen Stromquelle S1, S2, S3 und dem Bezugspotenzial 36.

[0078] Besonders bevorzugt erfolgt die Vermessung der zweiten LED 12 dadurch, dass das Rechnersystem 28 die zweite LED 12 durch Einschalten der zweiten Stromquelle S2 mit einem von null verschiedenen elektrischen zweiten Strom I2 versorgen lässt und die erste Stromquelle S1 und die dritte Stromquelle S3 abschaltet. Mittels des Multiplexers 2 und des Analog-Digitalwandlers 30 ermittelt das Rechnersystem 28 dann bevorzugt die erste Fotospannung der ersten LED 10 und die dritte Fotospannung der dritten LED 14.

[0079] Besonders bevorzugt erfolgt die Vermessung der dritten LED 14 dadurch, dass das Rechnersystem 28 die dritte LED 14 durch Einschalten der dritten Stromquelle S3 mit einem von null verschiedenen elektrischen dritten Strom I3 versorgen lässt und die zweite Stromquelle S2 und die erste Stromquelle S1 abschaltet. Mittels des Multiplexers 2 und des Analog-Digitalwandlers 30 ermittelt das Rechnersystem 28 bevorzugt die zweite Fotospannung der zweiten LED 12 und die erste Fotospannung der ersten LED 10.

[0080] Die so ermittelte erste, zweite und dritte Fotospannung werden bevorzugt nach jedem dieser drei Messvorgänge mit je zwei Messungen mit jeweils einem zugehörigen (bevorzugt spezifischen) Schwellwert durch das Rechnersystem 28 verglichen. Die zugehörigen Schwellwerte sind bevorzugt im Programm- oder Datenspeicher des Rechnersystems 28 abgelegt.

[0081] Wie leicht zu erkennen ist, kann die Redundanz der Messungen bevorzugt dazu genutzt werden, weniger Messungen durchführen zu müssen und Zeit zu sparen. Stellt das Rechnersystem einen Fehler fest, so signalisiert es beispielsweise über eine Signalisierungsleitung 38 oder einen Datenbus an eine übergeordnete (nicht gezeigte) Einheit, beispielsweise einen Busmaster oder ein Steuergerät, einen Fehler.

[0082] Wenn mehrere Leuchtmodule oder LED-Module 2 in einer Vorrichtung 20 vorhanden sind, kann die Vermessung der LEDs 10, 12, 14 auch modulübergreifend erfolgen. Die LED-Module 2 entsprechen einer Leuchtmittelgruppe 1, die bevorzugt drei LEDs umfasst, besonders bevorzugt eine blaue, eine rote und eine grüne LED.

[0083] Die Messung erfolgt bevorzugt dadurch, dass die erste LED 10 des ersten LED-Moduls eingeschaltet wird und Licht bzw. eine Lichtleistung emittiert, die in den ausgeschalteten LEDs eines zweiten, bevorzugt benachbarten LED-Moduls bzw. Leuchtmittelgruppe 1 eine messbare Fotospannung bzw. Fotostrom hervorruft. Bevorzugt sind die anderen LEDs des ersten LED-Moduls ausgeschaltet. Die LEDs 10, 12, 14 des zweiten LED-Moduls sind bevorzugt ausgeschaltet und werden vermessen; es wird also die Fotospannung ermittelt und mit einem hinterlegten Schwellwert verglichen. Die Vorrichtung weist in diesem Fall bevorzugt mehrere Stromquellen und bevorzugt mehrere Multiplexer und/oder Analog-Digitalwandler auf.

[0084] Ein solches Diagnoseverfahren ermöglicht die Prüfung von Leuchtmitteln, insbesondere LEDs, wenn

diese durch Bestrahlung mit Licht in zumindest einem Betriebszustand messbar beeinflusst werden. Die Vorteile sind hierauf aber nicht beschränkt.

[0085] Im Gegensatz zu den aktuell verwendeten Diagnosen, die nur indirekte Hinweise über den LED-Strom und -Spannung liefern und damit keinen eindeutigen Schluss auf eine tatsächliche Emission von Licht erlauben, ermöglicht die vorliegende Erfindung einen eindeutigen Schluss auf eine tatsächliche Emission von Licht durch ein Leuchtmittel bzw. eine LED.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels einer Leuchte für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke mit zwei Leuchtmitteln, wobei die Leuchtmittel (3, 4, 5) derart beschaltet sind, dass sie in einem ersten Zustand eine spezifische erste Lichtleistung abstrahlen und in einem zweiten Zustand eine spezifische zweite Lichtleistung abstrahlen, wobei die erste Lichtleistung größer ist als die zweite Lichtleistung, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- Schalten des ersten Leuchtmittels (3) in den ersten Zustand und Schalten des zweiten Leuchtmittels (4) in den zweiten Zustand,
- Messen eines durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels (3) in dem zweiten Leuchtmittel (4) hervorgerufenen Messwerts eines elektrischen Parameters,
- Bewerten des gemessenen Messwerts,
- Detektieren eines Funktionszustands eines der Leuchtmittel, wobei der Funktionszustand eine Aussage über die Lichtemissionsfähigkeit des Leuchtmittels erlaubt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchte (6) ein drittes Leuchtmittel (5) aufweist, das derart beschaltet ist, dass es in einem ersten Zustand eine spezifische erste Lichtleistung abstrahlt und in einem zweiten Zustand eine spezifische zweite Lichtleistung abstrahlt, wobei die erste Lichtleistung größer ist als die zweite Lichtleistung,

gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

- Schalten des dritten Leuchtmittels (5) in den zweiten Zustand,
- Messen eines durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels (3) im dritten Leuchtmittel (5) hervorgerufenen zweiten Messwerts eines elektrischen Parameters,
- Bewerten des gemessenen zweiten Messwerts,
- optionales Inbeziehungsetzen des zweiten Messwerts des dritten Leuchtmittels (5) mit dem

Messwert des zweiten Leuchtmittels (4).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Leuchtmittel (3) als defekt erkannt wird, wenn die gemessenen Messwerte unterhalb eines Schwellwertes, bevorzugt eines für das jeweilige Leuchtmittel spezifischen Schwellwertes, liegen.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eines der in den zweiten Zustand geschalteten Leuchtmittel (4, 5) als defekt erkannt wird, wenn der gemessene Messwert unterhalb eines für das Leuchtmittel (4, 5) spezifischen Schwellwerts liegt und der gemessene Messwert für das andere in den zweiten Zustand geschalteten Leuchtmittel (4, 5) oberhalb eines für dieses Leuchtmittel spezifischen Schwellwerts liegt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Leuchtmittel (3) als intakt erkannt wird, wenn alle gemessenen Messwerte der in den zweiten Zustand geschalteten Leuchtmittel (4, 5) oberhalb der für die jeweiligen Leuchtmittel (4, 5) spezifischen Schwellwerte liegen.
6. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Leuchtmittel (4, 5), das in den zweiten Zustand geschaltet ist, als intakt erkannt wird, wenn die Differenz von gemessenem Messwert und zugehörigem spezifischen Schwellwert das gleiche Vorzeichen aufweist wie die Differenz des gemessenen Messwerts und dem jeweiligen spezifischen Schwellwert des anderen in den zweiten Zustand geschalteten Leuchtmittels (5, 4).
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Lichtleistung der Leuchtmittel derart gering ist, dass keine oder eine im Vergleich zu der ersten Lichtleistung deutlich geringere Lichtemission des Leuchtmittels erfolgt, wobei bevorzugt die zweite Lichtleistung jedes Leuchtmittels geringer ist als die erste Lichtleistung eines beliebigen Leuchtmittels.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchtmittel (3, 4, 5) LEDs (10, 12, 14) sind.
9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle LEDs (10, 12, 14) unterschiedliche Farben ausstrahlen und/oder eine unterschiedliche Schwerpunktwellenlänge aufweisen.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektri-

sche Parameter eine Fotospannung oder ein Fotostrom ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchte (6) zwei Leuchtmittelgruppen (1) aufweist, wobei jede Leuchtmittelgruppe (1) wenigstens ein Leuchtmittel (3, 4, 5) umfasst und wobei ein Leuchtmittel (3) der ersten Leuchtmittelgruppe in den ersten Zustand geschaltet ist und ein Leuchtmittel (4, 5) der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet ist. 5 10
12. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Leuchtmittelgruppen (1) drei Leuchtmittel (3, 4, 5) umfassen, wobei ein Leuchtmittel (3) der ersten Leuchtmittelgruppe in den ersten Zustand geschaltet ist und ein Leuchtmittel (4, 5) der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet ist, bevorzugt zwei Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe in den zweiten Zustand geschaltet sind, besonders bevorzugt alle Leuchtmittel der zweiten Leuchtmittelgruppe. 15 20 25
13. Vorrichtung zur Durchführung einer Funktionsprüfung eines Leuchtmittels einer Leuchte für Beleuchtungs- oder Anzeigezwecke umfassend zwei Leuchtmittel (3, 4, 5), eine Steuereinheit (22), eine Messeinheit (24), eine Auswerteeinheit (26) und zwei Schalter, die zwischen je einem Leuchtmittel (3, 4, 5) und einer Stromquelle angeordnet sind und die von der Steuereinheit (22) geschaltet werden und je ein Leuchtmittel (3, 4, 5) in einen ersten Zustand oder einen zweiten Zustand schalten, wobei das Leuchtmittel (3, 4, 5) in dem ersten Zustand eine spezifische erste Lichtleistung abstrahlt und in dem zweiten Zustand eine spezifische zweite Lichtleistung abstrahlt, die geringer ist als die erste Lichtleistung, wobei 30 35 40
 - die Steuereinheit (22) dazu ausgebildet und eingerichtet ist, das erste Leuchtmittel (3) in den ersten Zustand und das zweite Leuchtmittel (4) in den zweiten Zustand zu schalten, 45
 - die Messeinheit (24) an dem zweiten Leuchtmittel (4) einen Messwert eines elektrischen Parameters detektiert, der durch die erste Lichtleistung des ersten Leuchtmittels (3) hervorgerufen wird, und 50
 - die Auswerteeinheit (26) den gemessenen Messwert bewertet und einen Funktionszustand eines der Leuchtmittel (3, 4, 5) detektiert. 55
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (22), die Messeinheit (24) und/oder die Auswerteeinheit (26) in einen

Microcontroller oder ein Rechnersystem (28) integriert ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchtmittel (3, 4, 5) LEDs (10, 12, 14) sind und bevorzugt die Vorrichtung (20) einen Analog-Digital-Wandler (30) und besonders bevorzugt einen Multiplexer (32) umfasst.

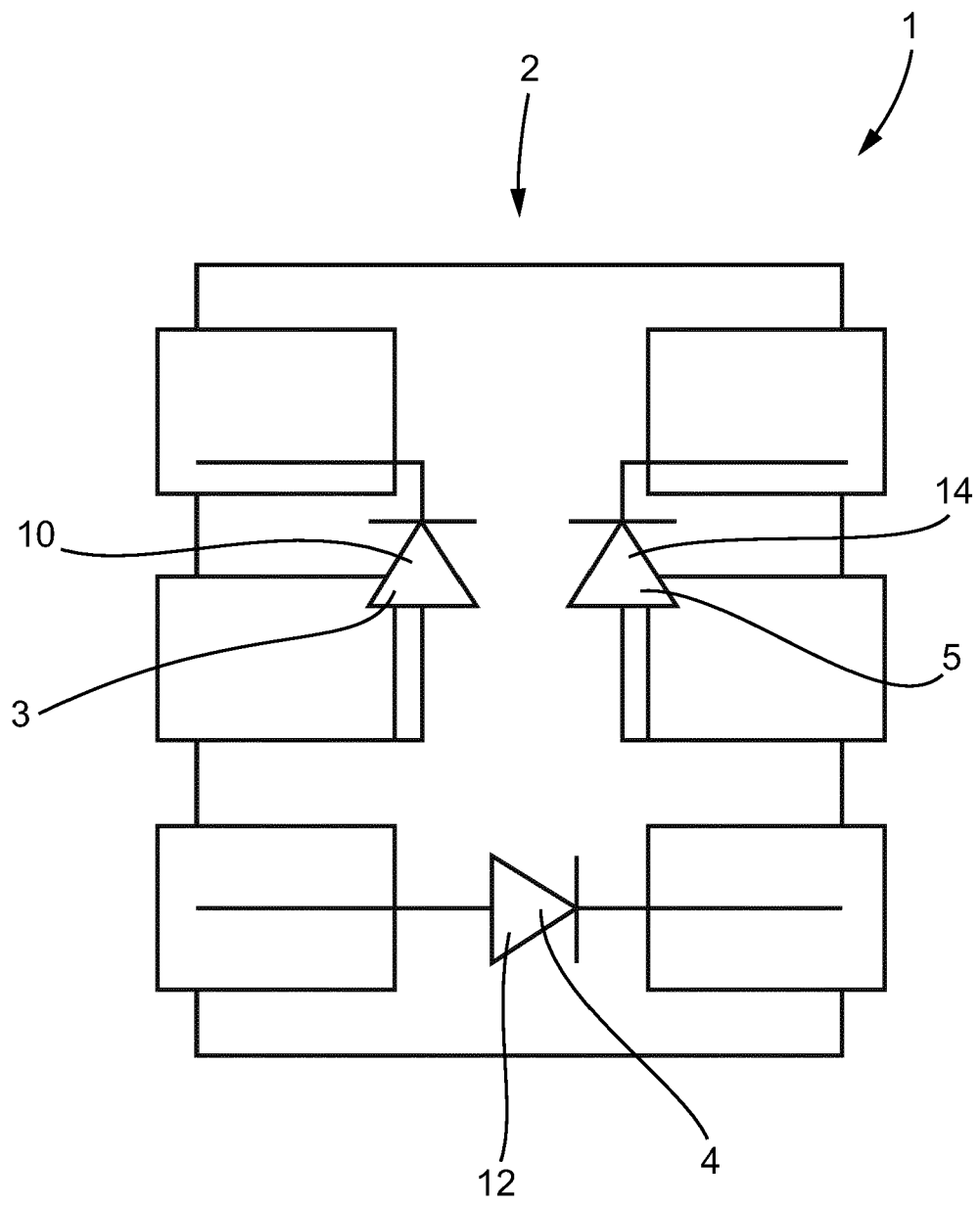


Fig. 1

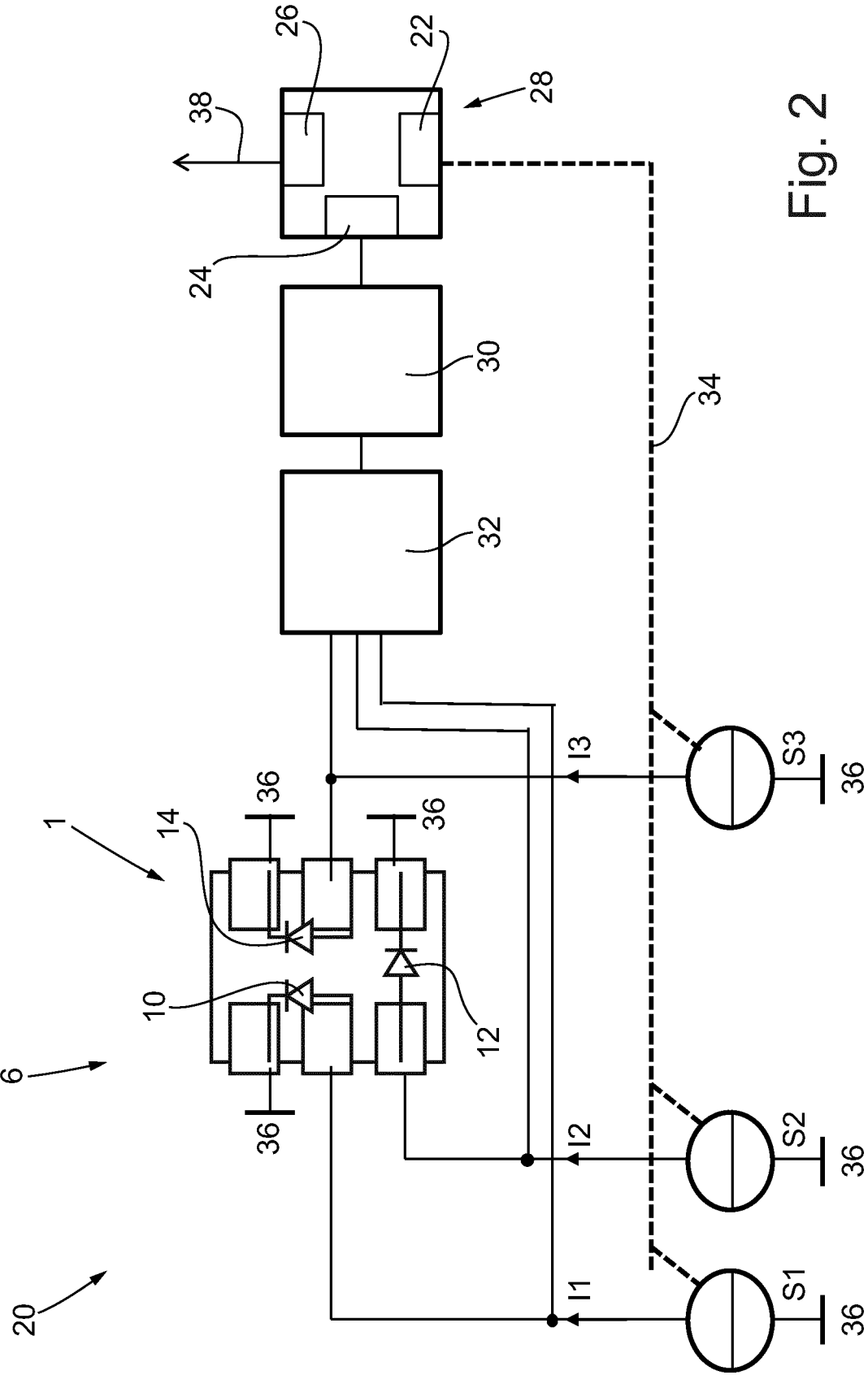


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 19 1776

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 100 18 760 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) * Absatz [0027]; Ansprüche 1, 3; Abbildung 5 *	1-15	INV. H05B33/08 H05B37/03
X	ANH BUI DUY ET AL: "Absorbance measurements with light-emitting diodes as sources: Silicon photodiodes or light-emitting diodes as detectors?", TALANTA, Bd. 116, 23. August 2013 (2013-08-23), Seiten 1073-1078, XP028743995, ISSN: 0039-9140, DOI: 10.1016/J.TALANTA.2013.08.007 * das ganze Dokument *	1-15	
X	US 2009/079987 A1 (BEN-EZRA MOSHE [CN] ET AL) 26. März 2009 (2009-03-26) * Absatz [0036] * * Absatz [0057] *	1-15	
X	DE 10 2011 011699 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23. August 2012 (2012-08-23) * Absatz [0005] - Absatz [0043] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B F21Y B60Q F21S G01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. Januar 2018	Prüfer Hernandez Serna, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 19 1776

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-01-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 10018760 A1	18-10-2001	KEINE	

15	US 2009079987 A1	26-03-2009	KEINE	

	DE 102011011699 A1	23-08-2012	CN 102695344 A	26-09-2012
			DE 102011011699 A1	23-08-2012
			GB 2488230 A	22-08-2012
20			US 2012212133 A1	23-08-2012

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102015008110 A1 [0005]
- DE 102015017086 [0005]
- DE 102015008109 A1 [0005]
- DE 102015017087 [0005]
- DE 102016105516 B3 [0005]
- DE 102016105517 B3 [0005]
- DE 102016119584 [0005]
- US 20080204029 A1 [0005]
- US 20070159750 A1 [0005]
- EP 0955619 A1 [0005]
- DE 102011120781 A1 [0005]
- DE 112009005227 T5 [0005]
- DE 102014107947 A1 [0005]
- US 20120200296 A1 [0005]
- US 20060170287 A1 [0005]