

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
24. April 2014 (24.04.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/060288 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**H05B 33/08** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/071190

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Oktober 2013 (10.10.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 218 772.3  
15. Oktober 2012 (15.10.2012) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**  
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **KOVATCHEV, Emil**; Markomannenstrasse  
28/13/24, A-1220 Wien (AT). **STÖGER, Christian**;  
Schumanngasse 92/3, A-1170 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE DIAGNOSIS OF A FAULTY LIGHT-EMITTING MEANS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DIAGNOSE EINES FEHLERHAFTEN LEUCHTMITTELS

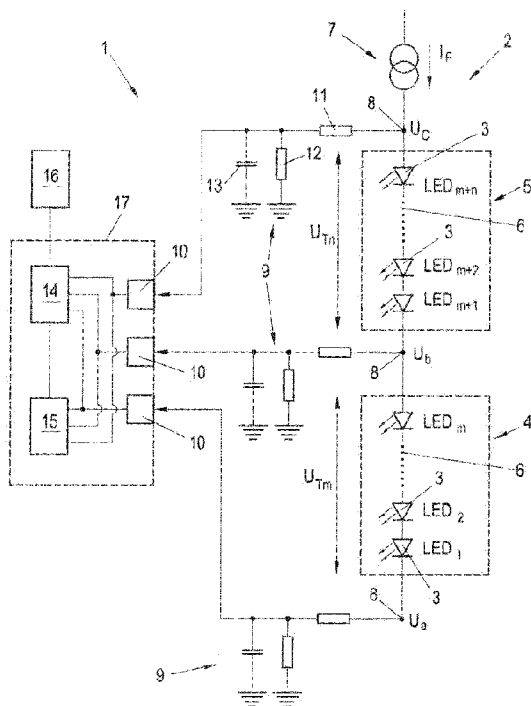
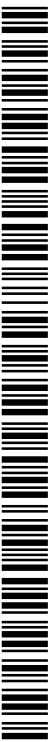


Fig. 1

(57) Abstract: Method and device (1) for the diagnosis of a faulty light-emitting means (3) in a string (2) comprising at least two light-emitting means (3), in particular light-emitting diodes, wherein the light-emitting means (3) are divided into at least two groups (4, 5) and an electrical measured variable ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) is determined for each group (4, 5) of measurement units (10), wherein changes in the measured variable ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) with respect to a reference value are established per group and, by means of a diagnosis unit (14) connected to the measurement units (10), a defect of a light-emitting means (3) is identified on the basis of the ratio of the changes in the groups (4, 5) and signalled.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Einrichtung (1) zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels (3) in einem Strang (2) mit mindestens zwei Leuchtmitteln (3), insbesondere Leuchtdioden, wobei die Leuchtmittel (3) in mindestens zwei Gruppen (4, 5) unterteilt sind und eine elektrische Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) für jede Gruppe (4, 5) von Messeinheiten (10) ermittelt wird, wobei pro Gruppe Änderungen der Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) gegenüber einem Referenzwert festgestellt werden und mittels einer mit den Messeinheiten (10) verbundenen Diagnoseeinheit (14) anhand des Verhältnisses der Änderungen in den Gruppen (4, 5) ein Defekt eines Leuchtmittels (3) erkannt und signalisiert wird.



WO 2014/060288 A1

**WO 2014/060288 A1** 

---

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**  
— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## Beschreibung

## Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels in einem Strang mit mindestens zwei Leuchtmitteln, insbesondere Leuchtdioden, wobei die Leuchtmittel in mindestens zwei Gruppen unterteilt sind und  
10 eine elektrische Messgröße für jede Gruppe ermittelt wird bzw. jeder Gruppe Messmittel zur Ermittlung einer elektrischen Messgröße zugeordnet sind.

Bei Leuchtmitteln, die besondere Ausfallmuster aufweisen, wie beispielsweise Leuchtdioden (LEDs), ist bisher die Erkennung von  
15 Fehlern oder Ausfällen nur mit erheblichem schaltungstechnischen Aufwand möglich. So ist es durchaus möglich, dass derlei Leuchtmittel zwar kein Licht mehr abstrahlen, aber dennoch stromleitend bleiben und somit ein Strang weiterhin von Strom durchflossen und operabel ist. Gleichzeitig wird der Einsatz von  
20 LEDs oder LED-Gruppen z.B. in der Automobiltechnik aufgrund der hohen Lebenserwartung, der kompakten und robusten Bauweise sowie dem hohen Wirkungsgrad bei sinkenden Preisen immer attraktiver, wobei die unterschiedlichsten Anwendungsbereiche von Innenraumbelichtung bis hin zu Haupt- und Signallichtquellen in Frage  
25 kommen. Die eingesetzten Lichtquellen müssen häufig Sicherheitsbestimmungen, wie beispielsweise eine Mindesthelligkeits-Anforderung, erfüllen. Eine zuverlässige Diagnose von Ausfällen bereits einzelner Leuchtmittel oder von fehlerhaften Leuchtmitteln ist daher essentiell und hat oft sogar gesetzliche  
30 Relevanz.

Ein Lösungsansatz wäre die Messung der Flussspannung jedes einzelnen Leuchtmittels in einem Strang und der Vergleich mit einem nominalen, für das jeweilige Leuchtmittel spezifischen Spannungswert. Erschwerend kommt hier die - bei LEDs fundamental  
35 bedingte - Temperaturabhängigkeit der Durchlassspannung hinzu, welche innerhalb der im KFZ-Bereich zu berücksichtigenden Temperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $125^{\circ}\text{C}$  für gewöhnlich erheblichen

Schwankungen ausgesetzt ist. Darüber hinaus ist eine Abschätzung der relevanten Temperatur im Inneren des Leuchtmittels (z.B. in der Sperrschicht der LED) nur indirekt möglich und daher dementsprechend ungenau und unzuverlässig.

- 5 Eine Schaltungsanordnung zur Erkennung eines Kurzschlusses von Leuchtdioden ist in der DE 10 2008 008 217 gezeigt, wobei jeder LED ein elektronischer Schalter zur Überwachung zugeordnet ist; jeder Schalter schaltet je nach Zustand der LED, d.h. Normalbetrieb oder Kurzschlussfall, zwischen einem Offenzustand  
10 und einem Schließzustand um. Der dadurch geänderte Spannungsabfall wird detektiert. Nachteilig hierbei sind die generell ungenauen und nicht einstellbaren Ansprechschwellen der Überwachungselemente sowie der hohe Preis, z.B. von JFET-Transistoren, und die notwendig hohe Anzahl an Bauteilen.  
15 Außerdem ist die Auswertung rein analog und folglich temperatur- und bauteiltoleranzabhängig, ungenau und nicht parametrierbar.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, eine zuverlässige, einfache und wirtschaftliche Technik vorzuschlagen, um den Ausfall einer oder mehrerer LEDs zu diagnostizieren.

- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren der eingangs angeführten Art löst diese Aufgabe, indem pro Gruppe Änderungen der Messgröße gegenüber einem Referenzwert festgestellt werden und anhand des Verhältnisses der Änderungen in den Gruppen ein Defekt eines Leuchtmittels erkannt und signalisiert wird.
- 25 Bei der korrespondierenden erfindungsgemäßen Einrichtung ist eine Diagnoseeinheit zum Vergleich von Änderungen der Messgrößen gegenüber einem Referenzwert mit den Messmitteln der mindestens zwei Gruppen verbunden.

- Dieses Verfahren bzw. diese Einrichtung hat den Vorteil, dass der  
30 Überwachungsaufwand bei zunehmender Anzahl von Leuchtmitteln pro Gruppe gleich bleibt, insbesondere nicht proportional zur Anzahl der Leuchtmittel zunimmt. Außerdem ist die Überwachung unabhängig von Bauteilschwankungen, da nur Änderungen von Messgrößen ausgewertet werden, nicht jedoch deren absoluter Betrag. Des

Weiteren funktioniert die Überwachung, solange alle Gruppen denselben Einflüssen ausgesetzt sind, unabhängig von umgebungsbedingten Einflüssen, da die Diagnose aufgrund des Änderungsverhältnisses der Messgrößen gestellt wird. Das Verfahren bzw. die Einrichtung basiert demzufolge auf der Annahme, dass unter gleichen Bedingungen in separaten Gruppen gleiches Verhalten zu beobachten ist und somit ein im Wesentlichen konstantes Verhältnis zwischen den Änderungen der ausgewerteten Messgröße besteht.

10 Bevorzugt kann es sich bei der Messgröße um eine elektrische Spannung handeln, wobei der Spannungsabfall an jeder Gruppe ermittelt und dessen etwaige Änderung festgestellt wird. Die Messung der elektrischen Spannung ist insbesondere bei einer Versorgung der Leuchtmittel durch eine Konstantstromquelle von  
15 Vorteil, wobei die Leuchtmittel in diesem Fall vorzugsweise in Serie geschaltet sind, was beispielsweise bei LEDs einem üblichen Ansteuerkonzept entspricht.

Bei Durchführung des vorliegenden Verfahrens hat sich als günstig herausgestellt, wenn zur Erkennung eines Defekts eines  
20 Leuchtmittels das Verhältnis der Änderungen der Messgrößen mit dem Verhältnis der Anzahl der Leuchtmittel je Gruppe verglichen und bei einer Abweichung ein Defekt signalisiert wird. Somit kann die Überwachung auf einfache Weise an eine aktuelle Anzahl von Leuchtmitteln angepasst werden und es muss das konstante  
25 Verhältnis der Änderungen nicht für jede Konfiguration neu ermittelt werden. Selbstverständlich kann diese einfache Lösung nur bei durchwegs gleichartigen Leuchtmitteln verwendet werden.

Da sich in der Praxis für separate Gruppen meist nicht exakt identische Umgebungsbedingungen realisieren lassen, ist es  
30 vorteilhaft, wenn erst bei einer Abweichung außerhalb eines Toleranzbereichs ein Defekt signalisiert wird. Der Toleranzbereich kann außerdem erforderlich sein, um auch bei gleichartigen Leuchtmitteln auftretende Bauteiltoleranzen zu berücksichtigen, und schließlich ist auch im Rahmen der Messung mit  
35 unvermeidlichen Messfehlern beispielsweise durch Quantisierungen, Offset-Ströme oder unberücksichtigte Widerstände zu

rechnen. Bei der Wahl des Toleranzbereichs muss zwischen den geschilderten Abweichungen im Normalbetrieb und der erwarteten Änderung der Messgröße, beispielsweise einer maximalen LED-Durchlassspannung, im Fehlerfall abgewogen werden.

5 Damit das gegenständliche Verfahren mit großer Sicherheit Fehler, d.h. Abweichungen von einem fehlerfreien Verhalten, diagnostizieren kann, werden die Referenzwerte der Gruppen bevorzugt unmittelbar nach einer optischen und elektrischen Kontrolle des Strangs ermittelt und festgelegt. Auf diese Weise,  
10 nämlich bei Festlegung des Referenzwerts bereits zur Zeit der Produktion, kann vermieden werden, dass bereits die Referenzwerte einem Fehlerfall entsprechen und der vorhandene Fehler somit nicht detektierbar wäre, da keine entsprechenden Änderungen der Messgröße (gegenüber dem fehlerbehafteten Referenzwert)  
15 festgestellt werden könnten.

Um möglichst reproduzierbare Referenzwerte zu erhalten, können zur Ermittlung der Referenzwerte Strompulse im Mikrosekunden-Bereich verwendet werden. Die Verwendung von kurzen Strompulsen hat den Vorteil, dass somit die Leuchtmittel kaum erwärmt werden und die Messgröße unabhängig von Temperatureinflüssen, insbesondere von temperaturbedingten Wechselwirkungen zwischen den Leuchtmitteln, ermittelt und als Referenzwert festgelegt werden kann. Ebenso ist es vorteilhaft, wenn zur Ermittlung der Messgrößen bei einem Funktionstest, beispielsweise bei Inbetriebnahme eines mit der Einrichtung  
20 ausgestatteten Fahrzeugs, ähnlich kurze Strompulse verwendet werden, da somit ein Aufleuchten der getesteten Leuchtmittel für das menschliche Auge nicht oder kaum sichtbar ist.  
25

Da bei diesen bei relativ geringen Kosten eine hohe Lebenserwartung und ein hoher Wirkungsgrade erzielt werden kann, ist es günstig, wenn die Leuchtmittel Leuchtdioden (LEDs), bevorzugt LEDs gleicher Bauart, Type und Farbe, sind. Bei LEDs kann eine besonders ausgeprägte Temperaturabhängigkeit der Durchlassspannung beobachtet werden, so dass unter Umständen alleine  
30 aufgrund einer Spannungsmessung nicht zwischen einem Fehlerfall und einem Temperaturanstieg bei voller Funktion unterschieden  
35

werden kann. Daher sind die Vorteile der erfindungsgemäßen Einrichtung im Zusammenspiel mit LEDs besonders augenscheinlich, insbesondere was die Kompensation bzw. die Unabhängigkeit von Umgebungsbedingungen betrifft.

- 5 Um das Detektionsprinzip der Einrichtung zu unterstützen, ist es von Vorteil, wenn sämtliche Leuchtmittel unter denselben Bedingungen arbeiten oder die Bedingungen der Gruppen zumindest symmetrisch sind. Es kann daher zwischen den Leuchtmitteln eine thermische Anbindung vorgesehen sein. Die thermische Anbindung  
10 kann dabei vorzugsweise für eine gleichmäßige Temperaturverteilung auf alle Leuchtmittel oder zumindest für symmetrische Temperaturprofile zwischen den Leuchtmittel-Gruppen eingerichtet sein.

- Eine bevorzugte Variante der thermischen Anbindung zwischen den  
15 Leuchtmitteln besteht darin, eine gemeinsame Kühlfläche für die Leuchtmittel vorzusehen. Da die Leuchtmittel üblicherweise ohnehin eine Kühlung benötigen, kann eine gemeinsame Kühlung bzw. Kühlfläche auf einfache Weise und ohne zusätzlichen Aufwand zur gewünschten Temperaturverteilung führen.

- 20 Wenn die Leuchtmittel gemeinsam mit den Messvorrichtungen und der Diagnoseeinheit auf einer einzigen Leiterplatte (PCB) angeordnet sind, kann die erfindungsgemäße Einrichtung besonders kosteneffizient hergestellt werden. Die bauliche Einheit von Leuchtmitteln und Diagnoseschaltung erhöht die Zuverlässigkeit  
25 der gesamten Anordnung, da in diesem Fall die Sicherheitsfunktion der Diagnoseeinheit fest mit den Leuchtmitteln verbunden ist, was die Wahrscheinlichkeit von Fehlverbindungen oder einer Umgehung der Diagnoseeinheit reduziert.

- Die gesamte Einrichtung ist besonders flexibel, kompakt und  
30 kosteneffizient herzustellen, wenn die Messvorrichtungen und die Diagnoseeinheit in einem Mikrocontroller integriert sind, wobei die Anschlüsse der Leuchtmittel-Gruppen bevorzugt über Spannungsteiler mit Eingängen des Mikrocontrollers verbunden sind. Beim Einsatz eines Mikrocontrollers können verschiedene  
35 Leuchtmittel-Typen durch neue Parametrisierung erfasst werden

und Parameteranpassungen sind einfach und kostenneutral. Der Toleranzbereich und die relative Messung können quasi ohne Aufwand umgesetzt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit zur Überwachung mehrerer Leuchtmittel-Stränge je nach verfügbaren Anschlüssen und Ressourcen des Mikrocontrollers. Auch ist das Kalibrierungsverfahren in der Produktion kosteneffizient, und aufgrund der Integration aller wichtigen Elemente werden nur wenige Bauteile zur Umsetzung der Einrichtung benötigt. Demzufolge kann die Einrichtung als einlagiges Layout ausgeführt werden, was insbesondere bei Verwendung von konstruktions- und temperaturbedingt oft erforderlichen Leiterplatten mit Aluminium oder Keramik-Substrat-Trägern vorteilhaft ist.

Bezüglich der Referenzwerte ist es bei Verwendung eines Mikrocontrollers günstig, wenn die Referenzwerte der Messgrößen in einem nicht-flüchtigen Speicher des Mikrocontrollers gespeichert sind. In diesem Fall können einerseits zusätzliche Bauteile vermieden werden und gleichzeitig kann eine einmalige Initialisierung, beispielsweise nach einer optischen und elektrischen Kontrolle des Strangs, dauerhaft gespeichert und die gespeicherten Werte auch nach Unterbrechungen der Stromversorgung verwendet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von besonders bevorzugten Ausführungsbeispielen, auf die sie jedoch nicht beschränkt sein soll, und unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. In der Zeichnung zeigen dabei im Einzelnen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung mit einem Strang mit zwei Gruppen von LEDs;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens samt Initialisierung der Referenzwerte;

Fig. 3 ein Schaltbild einer Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung mit einem Strang mit drei Gruppen von LEDs;

Fig. 4 ein Schaltbild einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Einrichtung mit zwei Strängen mit jeweils zwei Gruppen von LEDs; und

Fig. 5 schaubildlich eine Anordnung von LED-Gruppen und

zugehörigen Schaltungskomponenten auf einer gemeinsamen Leiterplatte mit einem gemeinsamen Kühlkörper.

In Fig. 1 ist eine Einrichtung 1 mit einem Strang 2 von Leuchtdioden (LEDs) 3 gezeigt. Der Strang 2 ist in eine erste Gruppe 4 und eine zweite Gruppe 5 von LEDs 3 unterteilt. Die LEDs 3 beider Gruppen 4, 5 können dabei alle einer bestimmten Lichtfunktion (z.B. einem Blinker eines Kraftfahrzeugs) zugeordnet sein. Die beiden Gruppen 4, 5 sind in Serie geschaltet und die LEDs 3 innerhalb der Gruppen 4, 5 sind ebenfalls in Serie geschaltet, so dass sämtliche LEDs 3 des Strangs 2 hintereinander geschaltet sind. Auch wenn jeweils nur drei LEDs 3 abgebildet sind, so sollen die gestrichelten Leitungsabschnitte 6 zwischen den LEDs 3 darauf hindeuten, dass in jeder Gruppe 4, 5 mehr als drei LEDs 3 vorgesehen sein können. Im Allgemeinen weist die erste Gruppe 4 eine Anzahl von  $m$  LEDs 3 auf und die zweite Gruppe 5 eine Anzahl von  $n$  LEDs 3. Der über die insgesamt  $m+n$  LEDs 3 fließende Strom wird von einer Stromquelle 7 geliefert, welche einen Strom  $I_F$  erzeugt. Der Spannungsabfall an der ersten Gruppe 4 ist mit  $U_{Tm}$  und jener an der zweiten Gruppe 5 mit  $U_{Tn}$  bezeichnet.

Der Strang 2 ist an drei Knoten 8 mit den Potentialen  $U_a$ ,  $U_b$  und  $U_c$  jeweils über einen Spannungsteiler 9 mit Messmitteln 10 verbunden, welche in dem dargestellten Beispiel durch Analog-Digital-Wandler gebildet sind. Die an den beiden Gruppen 4, 5 abfallenden Gruppenspannungen  $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$  entsprechen jeweils einer Differenz von Potentialen, d.h.  $U_{Tn} = U_c - U_b$  und  $U_{Tm} = U_b - U_a$ . Bei gleichartigen Leuchtmitteln bzw. LEDs 3 - wie in diesem Beispiel - sind die Gruppenspannungen  $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$  direkt proportional zur Anzahl  $m$ ,  $n$  der Leuchtmittel 3 pro Gruppe 4, 5.

Die drei mit den Messmitteln 10 verbundenen Spannungsteiler 9 weisen jeweils einen Längswiderstand 11 und einen Quer-Widerstand 12 sowie einen Kondensator 13 parallel zum Quer-Widerstand 12 auf und sind mit einer gemeinsamen Masse der Messmittel 10 verbunden, so dass die Spannungen an den Potentialen  $U_a$ ,  $U_b$  und  $U_c$  jeweils im Arbeitsbereich der Messmittel 10 skaliert werden und etwaigen common-mode-Anforderungen entsprechen. Es können daher auch LED-Ketten diagnostiziert

werden, die „schwebend“ in Bezug auf Masse betrieben werden, wie dies z.B. bei einem Buck-Boost-LED-Wandler als Stromquelle 7 der Fall wäre.

In einer Diagnoseeinheit 14 wird anhand der an den Messmitteln 5 10 anliegenden und gemessenen Spannungen jeweils eine zu den Gruppenspannungen  $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$  proportionale Spannung berechnet. Der Einfachheit halber werden im Folgenden diese berechneten und eigentlich - entsprechend der Konfiguration der Spannungsteiler 9 - skalierten Spannungen mit den Gruppenspannungen  $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$  10 identifiziert. Bei entsprechender Dimensionierung der Widerstände 11, 12 und Kapazitäten 13 ergibt sich ein konstanter Skalierungsfaktor, der sich bei der Auswertung der Spannungsverhältnisse aufheben (wegkürzen) würde.

Ausgehend von den Gruppenspannungen  $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$  kann eine Bedingung 15 für einen fehlerfreien Betrieb des Stranges 2 formuliert werden, die einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zugrunde liegt:

$$\frac{m}{n} \left( 1 - \frac{t}{100} \right) \leq \left| \frac{U_{Tm} - U_{CAL,m}}{U_{Tn} - U_{CAL,n}} \right| \leq \frac{m}{n} \left( 1 + \frac{t}{100} \right) \quad (1)$$

Hierbei geht neben der Anzahl  $m$ ,  $n$  der Leuchtmittel 3 pro Gruppe 20 4, 5 und den jeweiligen Gruppenspannung  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  noch eine Toleranzparameter  $t$  und für jede Gruppe 4, 5 ein Referenzspannungswert  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  ein. Der Toleranzparameter  $t$  definiert hierbei einen symmetrischen Toleranzbereich auf beiden Seiten des erwarteten Verhältnisses gemäß

$$\left| \frac{U_{Tm} - U_{CAL,m}}{U_{Tn} - U_{CAL,n}} \right| \approx \frac{m}{n} \quad (2)$$

wobei  $t$  in Gleichung (1) ein Platzhalter für die zulässige Gesamttoleranz der Ausfallerkennung in Prozent ist. Ein symmetrischer Toleranzbereich bedeutet, dass Ausfälle in einer Gruppe 4, 5 unter denselben Voraussetzungen erkannt werden wie 30 Ausfälle in einer anderen Gruppe 5, 4.

Die Gruppenspannungen  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  werden periodisch während des Betriebs ermittelt. Die Referenzspannungswerte  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  entsprechen einem Spannungsabfall  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  in den Gruppen 4, 5, der gleich nach dem LED-Funktionstest während der Produktion gemessen und in einer mit der Diagnoseeinheit 14 und den Messeinheiten 10 verbundenen Speichereinheit 15 abgelegt wird. Der Funktionstest umfasst dabei üblicherweise eine elektrische und optische Kontrolle sämtlicher LEDs 3. Bevorzugt werden die Referenzwerte  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  bereits am Fertigungsstandort während des end-of-line-Tests (EOL-Test) gemessen und in einem nichtflüchtigen Speicher 15 im Zuge der üblichen Parametrierung abgelegt, da so sichergestellt ist, dass alle LEDs 3 ordnungsgemäß funktionieren. Zur Messung der Referenzwerte  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  können kurze Strompulse im Millisekunden-Bereich verwendet werden, so dass eine Eigenerwärmung der LED-Chips während der Referenzmessung weitgehend vermieden wird. Die genaue LED-Chip-Temperatur während dieser Messung bzw. Kalibrierung ist unbekannt und auch weitgehend irrelevant für das vorliegende Verfahren.

Die Gesamttoleranz bzw. der Toleranzbereich und der Toleranzparameter  $t$  müssen je nach konkretem Fall beispielsweise basierend auf der Auskunft des LED-Herstellers betreffend Bauteiltoleranzen und -eigenschaften und auf der LED-Anzahl gewählt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass auch die Widerstände der Spannungsteiler 9 fehlerbehaftet sind und die Messeinheiten 10 beispielsweise aufgrund von Quantisierung, Offset-Strömen und Eingangswiderstand zu Messfehlern beitragen. Diese Abweichungen müssen gegen die vom Hersteller angegebene maximale LED-Durchlassspannung im „Kurzschluss“-Fehlerfall abgewogen werden, um eine optimale Ausfallerkennung zu gewährleisten.

Zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels wird anhand des Toleranzparameters  $t$  und der im Speicher 15 abgelegten Referenzwerte  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  in der Diagnoseeinheit 14 die in Gleichung (1) angegebene Bedingung getestet. Wenn der Test eine Überschreitung des Toleranzbereichs aufzeigt, gibt die Diagnoseeinheit 14 ein Signal an eine Anzeigeeinheit 16 aus, welche

z.B. einen Benutzer auf den Ausfall bzw. die Fehlfunktion aufmerksam macht, so dass eine Reparatur oder ein Austausch des fehlerhaften Leuchtmittels vorgenommen werden kann. Die Anzeigeeinheit kann beispielsweise in einem Fahrzeug eine Warnlampe aufweisen und/oder Teil eines Bordcomputers sein, welcher eine konkretere Warnmeldung ausgeben kann.

In dem hier dargestellten Beispiel sind die Messeinheiten 10 gemeinsam mit der Speichereinheit 15 und der Diagnoseeinheit 14 in einem Mikrocontroller 17 integriert. Die Messeinheiten 10 entsprechen den ADC-Eingängen (Analog-Digital-Wandler-Eingängen) des Mikrocontrollers 17 und können daher einfach parametrisiert werden; die Speichereinheit 15 entspricht einem im Mikrocontroller 17 integrierten nichtflüchtigen Speicher (auch Non-Volatile Random-Access Memory, kurz NVRAM) 15. Die zu testende Bedingung (1) sowie die darin enthaltenen Parameter können einfach beispielsweise über eine standardisierte Schnittstelle des Mikrocontrollers 17 programmiert werden und es sind keine aufgabenspezifischen Bauteile erforderlich. Das Abspeichern der Referenzwerte  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  kann zum passenden Zeitpunkt beispielsweise über eine Wartungsschnittstelle (nicht gezeigt) des Mikrocontrollers 17, z.B. durch eine Diagnose- nachricht auf einem Fahrzeugbus, ausgelöst werden.

Das Flussdiagramm in Fig. 2 zeigt beispielhaft den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels. Das Diagramm beginnt unmittelbar nach dem EOL-Test, es kann aber auch vorgesehen sein, nach jedem Reset bzw. Einschalten zu diesem Punkt zurückzukehren. Im ersten Schritt 18 wird zunächst geprüft, ob der EOL-Test fehlerfrei war oder ob Fehler an den LEDs 3 festgestellt wurden. Im zweiten Fall, s. Schritt 19, wird das Verfahren unmittelbar abgebrochen und die getesteten Leuchtmittel werden aus der Produktion genommen. Falls der EOL-Test erfolgreich verlaufen ist, werden als nächstes vom Mikrocontroller 17 bzw. von den Messeinheiten 10 gemäß Schritt 20 die Messungen der Spannungen  $U_a$ ,  $U_b$  und  $U_c$  durchgeführt. Im folgenden Berechnungsschritt 21 werden vom Mikrocontroller 17 aus den Messergebnissen die Gruppenspannungen  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  ermittelt. Während der Parametrierung, Schritt 22,

werden die fallbezogen konfigurierbaren Angaben für die Gruppengrößen  $m$ ,  $n$  des LED-Strangs 1 und der Toleranzparameter  $t$  festgelegt und im Mikrocontroller-NVRAM 15 abgespeichert. Zum Abschluss der Initialisierungssequenz, s. Schritt 23, werden die  
5 ermittelten Spannungen als Referenzspannungen  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  im NVRAM 15 des Mikrocontrollers 17 gespeichert.

Nach der Initialisierung beginnt der erste Messzyklus. Dabei wird zunächst gemäß Schritt 24 eine Messung der aktuellen Gruppenspannungen  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  und anschließend gemäß Schritt 25 ein  
10 Vergleich mit den zuvor gespeicherten Referenzwerten  $U_{CAL,m}$ ,  $U_{CAL,n}$  durchgeführt bzw. wird die Differenz zu den Referenzwerten gebildet. Das Verhältnis dieser Differenzen wird gemäß der in Gleichung (1) angegebene Bedingung in Schritt 26 einer Prüfung unterzogen. Wenn diese erfolgreich ist, d.h. wenn das Verhältnis  
15 des Spannungsänderungen innerhalb des Toleranzbereichs liegt, wird – gegebenenfalls mit einer vorbestimmten Verzögerung – der nächste Messzyklus mit einer erneuten Messung, Schritt 24, ausgelöst. Falls die Bedingung (1) nicht erfüllt ist, wird gemäß Schritt 27 ein LED Fehler diagnostiziert, und dieser kann somit  
20 bei Bedarf signalisiert werden.

Grundsätzlich können bei einer Lichtfunktion auch andere Gruppenaufteilungen, d.h. mit mehr als zwei Gruppen 4, 5, vorgesehen sein. Dies wird in Fig. 3 und Fig. 4 anhand von schematischen Blockschaltbildern angedeutet.

25 Bei der in Fig. 3 gezeigten Schaltung 28 ist ein einzelner Strang 2 von in Reihe geschalteten LEDs 3 in drei Gruppen 4, 5, 29 aufgeteilt, wobei der Mikrocontroller 17 insgesamt an vier Knoten 8 für Spannungsmessungen mit dem Strang 2 verbunden ist. Der gesamte Strang 2 wird von einer einzigen Konstantstromquelle 7  
30 versorgt. Die Verbindungen zwischen Strang 2 und Messeinheiten 10 bzw. Mikrocontroller 17 sind auch in diesem Beispiel über Spannungsteiler 9 hergestellt. Es kann bei vier Messungen entweder eine der beiden mittleren Messungen verworfen werden, wodurch effektiv zwei Gruppen 4, 5, 29 zusammengelegt würden;  
35 oder es kann ein paarweiser Vergleich zwischen einigen oder allen Gruppenkombinationen durchgeführt werden. Ein Vorteil, der sich

bei der Aufteilung in mehr als zwei Gruppen 4, 5, 29 mit paarweisem Vergleich aller möglichen Paare ergibt, ist die Erkennung der fehlerbehafteten Gruppe 4, 5, 29, d.h. es kann ermittelt und angegeben werden, welcher Gruppe 4, 5, 29 das fehlerhafte  
5 Leuchtmittel zugeordnet ist. Außerdem ist bei mehreren und kleineren Gruppen 4, 5, 29 die Wahrscheinlichkeit geringer, dass in allen Gruppen 4, 5, 29 gleichzeitig ein Leuchtmittel 3 ausfällt, was andernfalls ein vom vorliegenden Verfahren nicht erkennbarer Fehler sein könnte.

10 Wie anhand der Variante 30 in Fig. 4 gezeigt ist, kann ein einzelner Mikrocontroller 17 aber auch mehrere Stränge 2, 31 überwachen, falls die entsprechende Anzahl von Eingängen 10 vorhanden ist. Die beiden in Fig. 4 gezeigten Stränge 2, 31 weisen  
15 jeweils zwei Gruppen 4, 5, 32, 33 von in Serie geschalteten LEDs 3 auf. Jeder Strang 2, 31 wird von einer eigenen Konstantstromquelle 7, 34 versorgt und ist am Anfang und am Ende sowie zwischen den beiden Gruppen 4, 5, 32, 33 über Spannungsteiler 9 mit jeweils einem ADC-Eingang 10 des Mikrocontrollers 17 verbunden. Da aufgrund der Spannungsteiler 9 die zu messenden  
20 Spannungen gegen die Mikrocontroller-Masse referenziert werden, können die beiden Stromquellen 7, 34 unabhängig und „schwebend“ arbeiten. Das Prinzip der Diagnose ist identisch wie im Fall nur eines Strangs 2, wobei jedoch bei Diagnose eines Fehlers dieser Fehler günstigerweise einem Strang 2, 31 zugeordnet wird, um ein  
25 rasches und effizientes Beheben zu ermöglichen.

Die dem vorliegenden Verfahren zugrunde liegende Erkenntnis ist am einfachsten unter Annahme gleichartiger LEDs 3 nachzuvollziehen. Unter dieser Annahme entspricht jede Gruppenspannung  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$  der Summe von näherungsweise identischen, von der  
30 Temperatur abhängigen LED-Durchlassspannungen. Die einzelnen Durchlassspannungen hängen außer von der Temperatur noch von einer Reihe von technologie- und materialbedingten Parametern sowie Prozesseigenschaften bei der Herstellung der LED-Chips ab. Da jedoch nur das Verhältnis der Gruppenspannungen  $U_{Tm}$ ,  $U_{Tn}$   
35 ausgewertet wird, ist die Temperaturabhängigkeit bzw. der exakte Verlauf der einzelnen Durchlassspannungen irrelevant, solange die Durchlassspannung bei LEDs von gleichem Typ und vom gleichen

Hersteller weitgehend konstant und gut reproduzierbar ist und die Sperrschicht-Temperatur aller LEDs nahezu gleich ist. Es kommt dann nur auf die Anzahl der Einträge in jeder Summe (bei in Reihe geschalteten LEDs), d.h. auf die Anzahl  $m, n$  der LEDs 3 pro Gruppe  
 5 4, 5, 29, etc., an. Um Verfälschungen durch temperaturunabhängige Faktoren auszuschließen, ist es außerdem zweckmäßig, statt der absoluten Gruppenspannungen  $U_{Tm}, U_{Tn}$  deren Abweichung  $\Delta U_m = U_{Tm} - U_{CAL,m}$  bzw.  $\Delta U_n = U_{Tn} - U_{CAL,n}$  von einem konstanten und unter gleichen (Temperatur-) Bedingungen gemessenen Referenzwert  
 10  $U_{CAL,m}, U_{CAL,n}$  zu vergleichen.

Ein Spezialfall des allgemeinen Zusammenhangs zwischen Temperatur und LED-Durchlassspannung ist ein linearer Verlauf, wobei eine Temperaturänderung  $\Delta T$  proportional zu einer Änderung der Durchlassspannung  $\Delta U$  ist:

$$15 \quad TC_U \approx \frac{\Delta U}{\Delta T} \quad (3)$$

Der annähernd konstante Proportionalitätsfaktor  $TC_U$  ist ein Temperaturkoeffizient (wobei allerdings realistische Temperaturkoeffizienten selbst temperatur-, material-, prozess- und stromabhängig sind).

20 Das Verhältnis der Spannungsänderungen gegenüber einem Referenzwert ergibt sich somit zu

$$\left| \frac{U_{T,m} - U_{CAL,m}}{U_{T,n} - U_{CAL,n}} \right| = \left| \frac{\sum_{i=0}^m TC_{U,i} \Delta T}{\sum_{i=0}^n TC_{U,m+i} \Delta T} \right| \approx \left| \frac{m \overline{TC_U}}{n \overline{TC_U}} \right| \approx \frac{m}{n} \quad (4)$$

der Median der Temperaturkoeffizienten ist und  $\Delta T$  in diesem Fall die Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur während der  
 25 Referenzmessung (Referenztemperatur) und der Temperatur während der Diagnose ist. Bei LEDs gleicher Bauart und gleicher Farbe (gleiches Halbleitermaterial) weichen die individuellen Temperaturkoeffizienten nur sehr geringfügig von diesem Median ab. Je mehr LEDs 3 die beiden Gruppen 4, 5 aufweisen, d.h. je mehr

Einträge die Summe hat, desto exakter ist die Gleichung (4) erfüllt, da die Genauigkeit der Mittelwerte mit zunehmender Anzahl an Einträgen steigt. Wie aus der Gleichung (4) ersichtlich, kann das vorliegende Verfahren auch bei geringen  
5 (wegen der linearen Approximation des Temperatureinflusses) Temperaturunterschieden zwischen den Gruppen eingesetzt werden, wobei die Gruppentemperatur jeweils gemessen und das Verhältnis der Temperaturabweichungen (von der Referenztemperatur) der beiden Gruppen entsprechend berücksichtigt werden kann. Eine  
10 genaue Kenntnis der absoluten Temperaturkoeffizienten ist dabei nicht erforderlich, solange die Temperaturkoeffizienten der beiden Gruppen gleich sind.

Wie obenstehend bereits angesprochen ist es wünschenswert, die Leuchtmittel bzw. LEDs 3 aller Gruppen, z.B. der Gruppen 4, 5, bzw.  
15 4, 5, 29 bzw. 4, 5, 32, 33 (s. Fig. 1, 3 bzw. 4) gemeinsam zu kühlen bzw. auf einer gemeinsamen (gekühlten) Temperatur zu halten. Hierfür ist zweckmäßig eine gemeinsame Temperatureausgleichsfläche vorzusehen, die auf verschiedene Arten realisiert werden kann. Eine Möglichkeit besteht darin, die LEDs 3, gegebenenfalls  
20 auch die übrigen Schaltungskomponenten, auf einer gemeinsamen Leiterplatte (PCB) anzubringen, wobei diese Leiterplatte (PCB) ein wärmeleitendes Substrat, z.B. ein Aluminium-Substrat, oder aber einen Keramik-Träger aufweist, sodass die LEDs 3 dann annähernd gleiche Lötstellen-Temperatur erfahren. Denkbar ist es  
25 jedoch auch, wie in Fig. 5 gezeigt, die LEDs 3 und die übrigen Schaltungskomponenten - insbesondere über eine gemeinsame Leiterplatte 35 - auf einem gemeinsamen Kühlkörper 36 anzubringen. In der schaubildlichen Darstellung von Fig. 5 sind auf der Leiterplatte 35 im mittleren Bereich insgesamt 13 LEDs 3  
30 gezeigt, nämlich in einer Matrix 3x4 LEDs 3 plus einer gesonderten LED. Weiters sind die erforderlichen Schaltungskomponenten, wie u.a. der Mikrocontroller 17, auf der Leiterplatte 35 gemäß Fig. 5 ersichtlich.

Die Leiterplatte 35 wird auf dem Kühlkörper 36 beispielsweise  
35 durch Verkleben, Verschrauben usw. montiert, und die LEDs 3 werden mit möglichst vielen Durchkontaktierungen in der Leiterplatte 35 gekühlt, wobei beispielsweise die Leiterplatte 35

mit dem Kühlkörper 36 thermisch mittels einer herkömmlichen Gapfiller-Masse verbunden werden kann.

Auf diese Weise wird mit Hilfe zumindest der Leiterplatte 35 eine thermische Anbindung 37 zwischen den Leuchtmitteln (LEDs 3),  
5 nämlich insbesondere eine gemeinsame Kühlfläche 38 vorgesehen.

Ganz allgemein ist bei LED-Einheiten meistens ein Kühlkörper 36 vorhanden, was aber nicht unbedingt der Fall sein muss, da sich auch im Fall einer großen gemeinsamen Leiterplatte 35 die  
10 Temperatur „vergleichmäßig“, sodass auch ohne Kühlkörper 36 erreicht wird, dass die Lötstellen-Temperaturen der einzelnen LEDs 3 ungefähr gleich sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels (3) in einem Strang (2) mit mindestens zwei Leuchtmitteln (3),  
5 insbesondere Leuchtdioden, wobei die Leuchtmittel (3) in mindestens zwei Gruppen (4, 5) unterteilt sind und eine elektrische Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) für jede Gruppe (4, 5) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass pro Gruppe Änderungen der Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) gegenüber einem Referenzwert festgestellt  
10 werden und anhand des Verhältnisses der Änderungen in den Gruppen (4, 5) ein Defekt eines Leuchtmittels (3) erkannt und signalisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die  
15 ermittelte Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) eine elektrische Spannung ist, wobei der Spannungsabfall an jeder Gruppe (4, 5) ermittelt und dessen Änderung festgestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass zur Erkennung eines Defekts eines Leuchtmittels (3) das Verhältnis der Änderungen mit dem Verhältnis der Anzahl ( $n$ ,  $m$ ) der Leuchtmittel (3) je Gruppe (4, 5) verglichen und bei einer Abweichung ein Defekt signalisiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 erst bei einer Abweichung außerhalb eines Toleranzbereichs ein Defekt signalisiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch ge-  
30 kennzeichnet, dass die Referenzwerte der Gruppen (4, 5) unmittelbar nach einer optischen und elektrischen Kontrolle des Strangs (2) ermittelt und festgelegt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch ge-  
35 kennzeichnet, dass zur Ermittlung der Messgrößen ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) und/oder der Referenzwerte Strompulse im Mikrosekunden-Bereich verwendet werden.

7. Einrichtung (1) zur Diagnose eines fehlerhaften Leuchtmittels (3) in einem Strang (2) mit mindestens zwei Leuchtmitteln (3), insbesondere nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Leuchtmittel (3) in mindestens zwei Gruppen (4, 5) unterteilt sind und jeder Gruppe (4, 5) Messmittel (10) zur Ermittlung einer elektrischen Messgröße ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine Diagnoseeinheit (14) zum Vergleich von Änderungen der Messgrößen ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) gegenüber einem Referenzwert mit den Messmitteln (10) der mindestens zwei Gruppen (4, 5) verbunden ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtmittel (3) Leuchtdioden (LEDs), bevorzugt LEDs gleicher Bauart, Type und Farbe, sind.
9. Einrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Leuchtmitteln (3) eine thermische Anbindung (37) vorgesehen ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtmittel (3) eine gemeinsame Kühlfläche (38) aufweisen.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtmittel (3) gemeinsam mit den Messvorrichtungen (10) und der Diagnoseeinheit (14) auf einer einzigen Leiterplatte (35) angeordnet sind.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtungen (10) und die Diagnoseeinheit (14) in einem Mikrocontroller (17) integriert sind, wobei die Anschlüsse der Leuchtmittel-Gruppen (4, 5) bevorzugt über Spannungsteiler (9) mit Eingängen (10) des Mikrocontrollers (17) verbunden sind.
13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzwerte der Messgrößen ( $U_{Tn}$ ,  $U_{Tm}$ ) in einem

nicht-flüchtigen Speicher (15) des Mikrocontrollers (17) gespeichert sind.

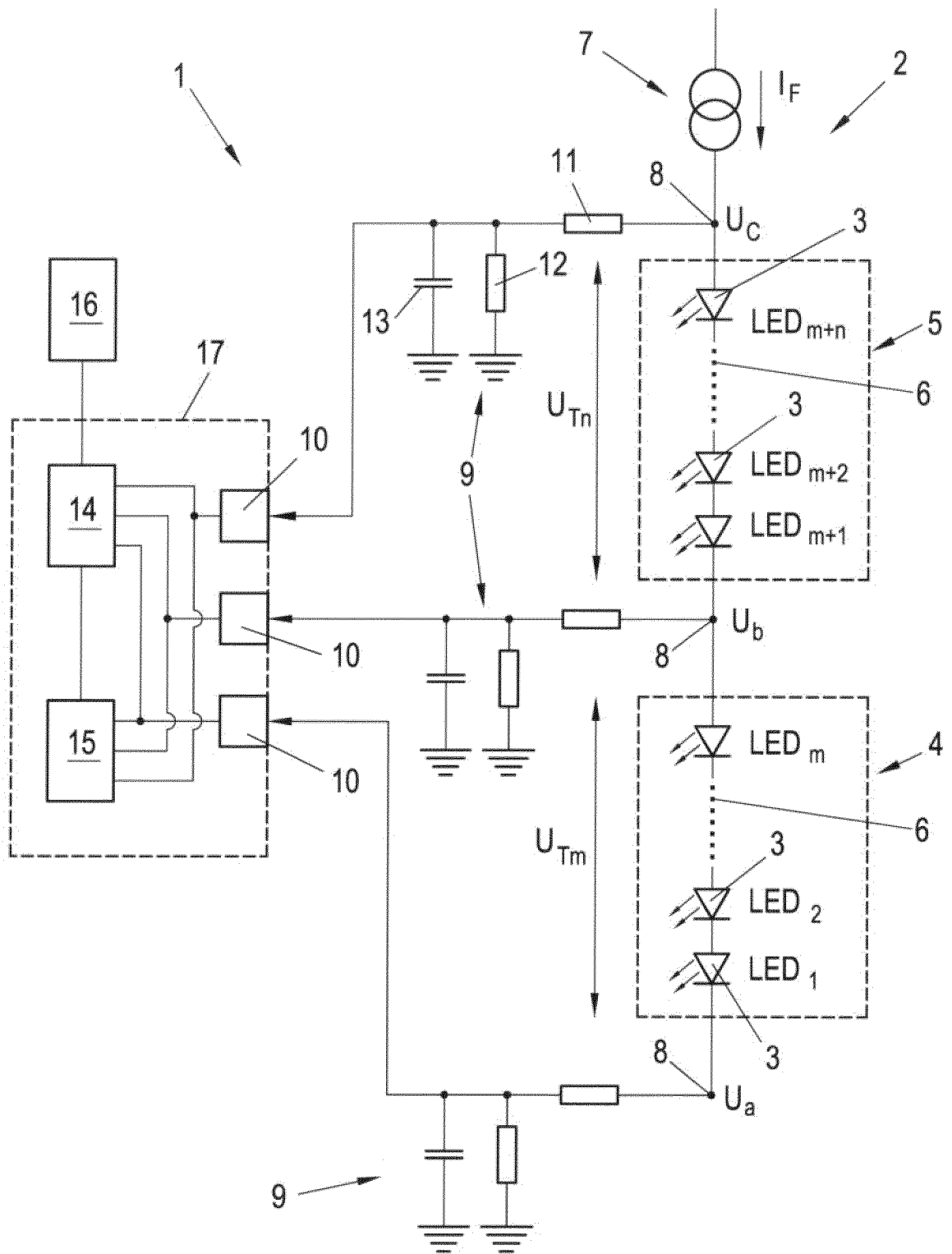


Fig. 1

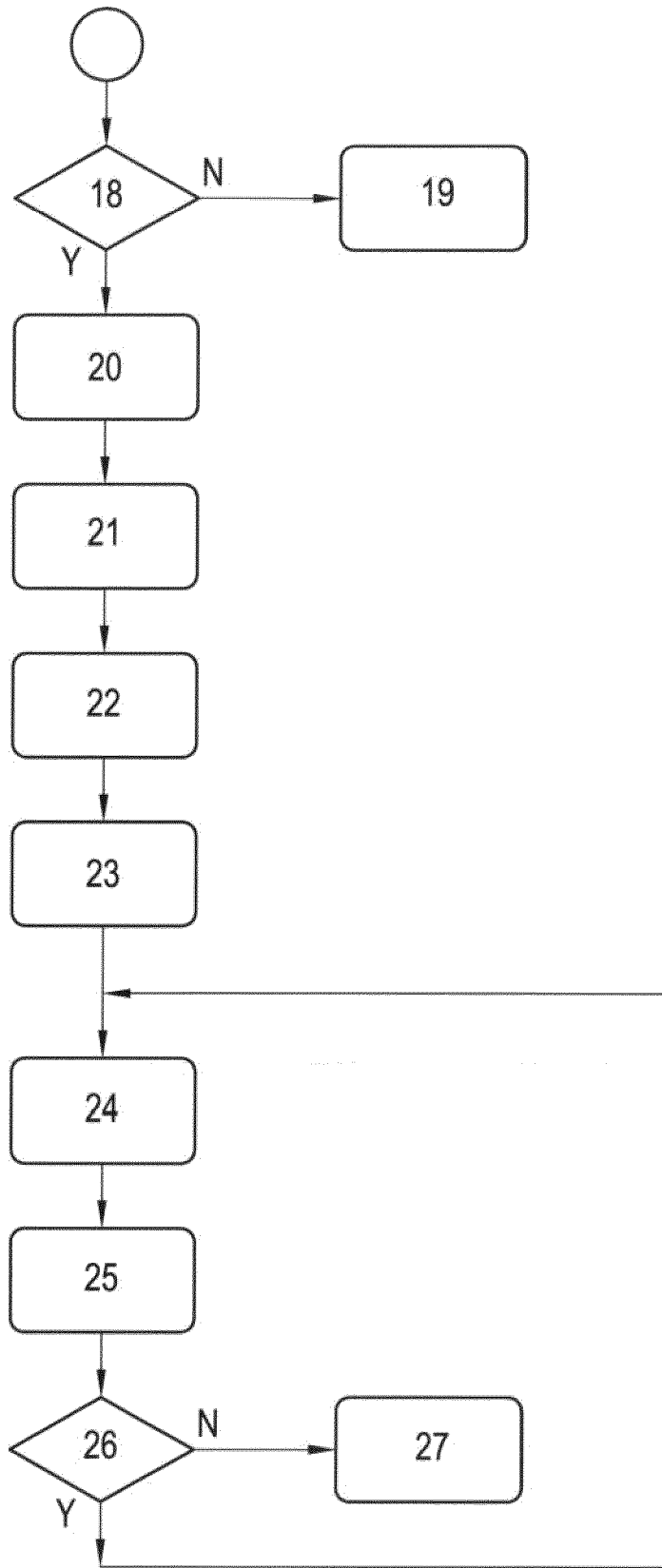


Fig. 2

3/5

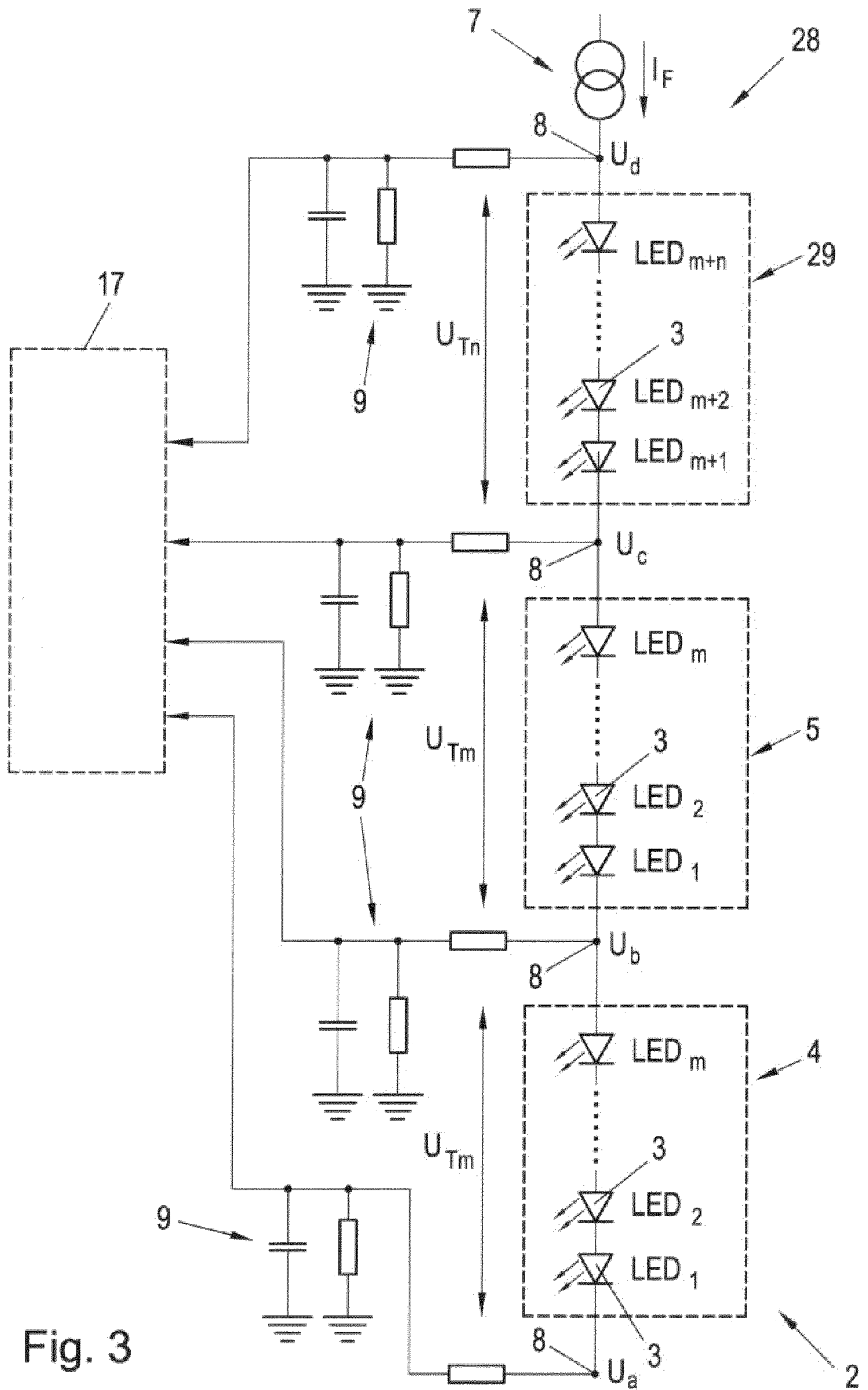


Fig. 3

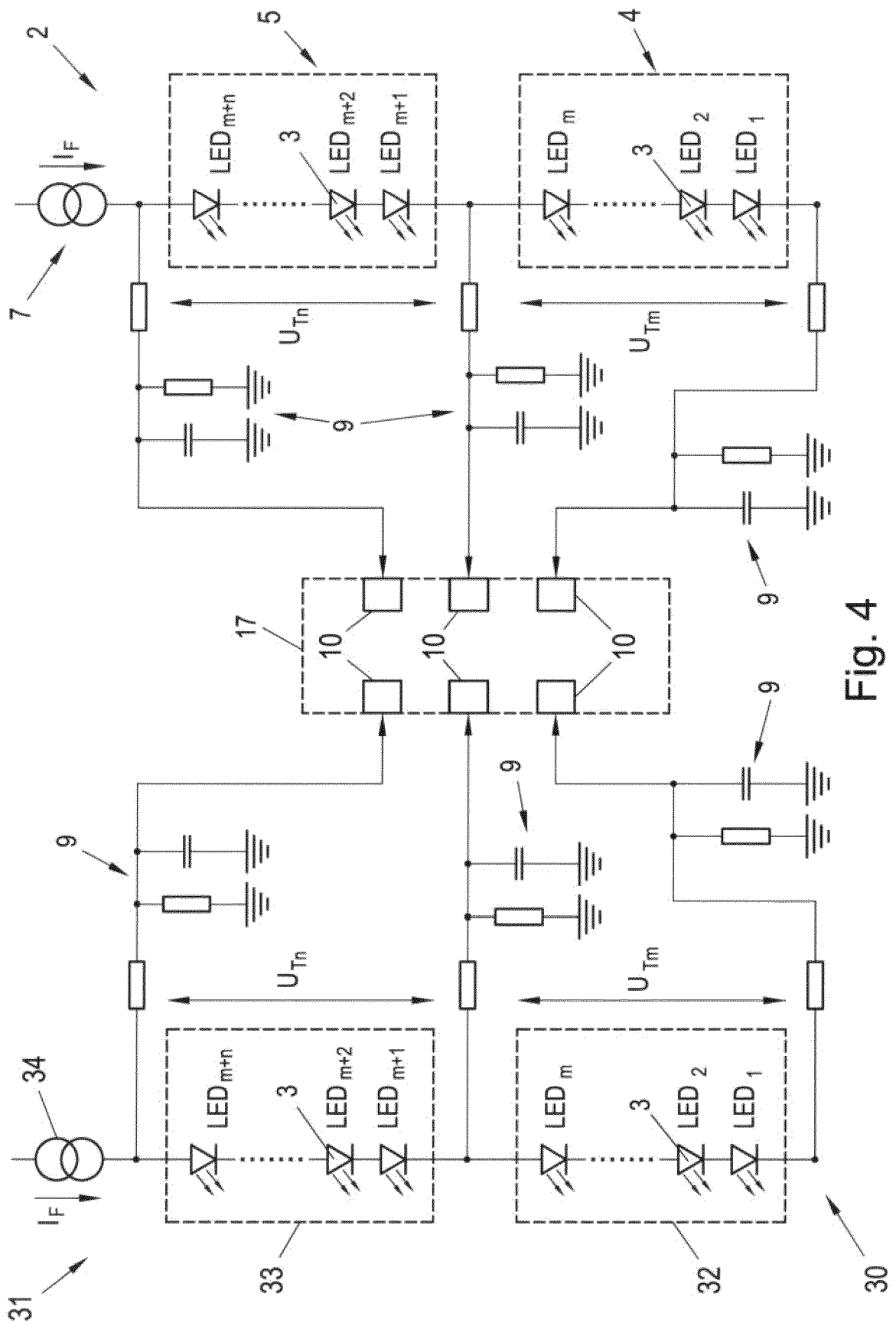


Fig. 4

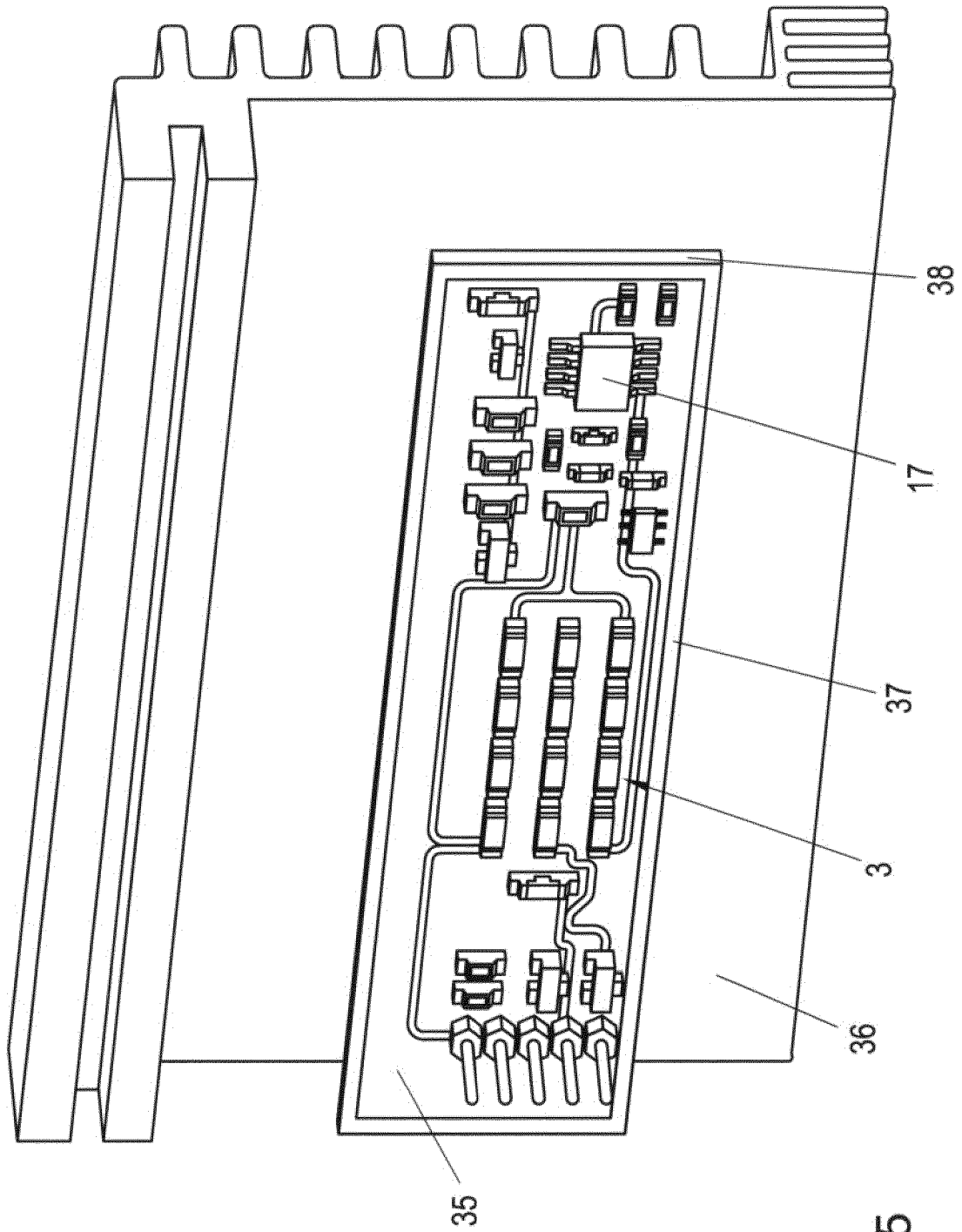


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/071190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H05B33/08  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | DE 101 07 578 A1 (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 29 August 2002 (2002-08-29)<br>figure 3<br>paragraph [0027] - paragraph [0029]<br>-----                                      | 1-13                  |
| A         | US 2003/085712 A1 (FLEURY CHRISTOPHE [FR])<br>8 May 2003 (2003-05-08)<br>paragraph [0020] - paragraph [0020]<br>paragraph [0042] - paragraph [0044]<br>figure 3<br>----- | 6                     |
| A,P       | US 2013/241410 A1 (SAKUMA YOICHI [JP])<br>19 September 2013 (2013-09-19)<br>paragraph [0061] - paragraph [0062]<br>figure 1<br>-----<br>-/--                             | 1-13                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2014

Date of mailing of the international search report

05/02/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bagge af Berga, Hans

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/071190

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                             |                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                          | Relevant to claim No. |
| A                                                    | US 2005/242822 A1 (KLINGER JURGEN [DE]<br>KLINGER JUERGEN [DE])<br>3 November 2005 (2005-11-03)<br>paragraph [0046] - paragraph [0046]<br>figure 1<br>----- | 1-13                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| International application No<br>PCT/EP2013/071190 |
|---------------------------------------------------|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date              |
|----------------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| DE 10107578                            | A1               | 29-08-2002              | AT 415312 T 15-12-2008        |
|                                        |                  | AU 2002254895 B2        | 24-08-2006                    |
|                                        |                  | DE 10107578 A1          | 29-08-2002                    |
|                                        |                  | DK 1360088 T3           | 02-03-2009                    |
|                                        |                  | EP 1360088 A1           | 12-11-2003                    |
|                                        |                  | ES 2314054 T3           | 16-03-2009                    |
|                                        |                  | NZ 528180 A             | 24-03-2005                    |
|                                        |                  | PT 1360088 E            | 25-02-2009                    |
|                                        |                  | WO 02066290 A1          | 29-08-2002                    |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| US 2003085712                          | A1               | 08-05-2003              | AT 317210 T 15-02-2006        |
|                                        |                  | CA 2406582 A1           | 08-05-2003                    |
|                                        |                  | DE 60208987 T2          | 21-09-2006                    |
|                                        |                  | EP 1315405 A1           | 28-05-2003                    |
|                                        |                  | ES 2257520 T3           | 01-08-2006                    |
|                                        |                  | FR 2831980 A1           | 09-05-2003                    |
|                                        |                  | JP 4167877 B2           | 22-10-2008                    |
|                                        |                  | JP 2003146297 A         | 21-05-2003                    |
|                                        |                  | US 2003085712 A1        | 08-05-2003                    |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| US 2013241410                          | A1               | 19-09-2013              | JP 2013189070 A 26-09-2013    |
|                                        |                  | US 2013241410 A1        | 19-09-2013                    |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| US 2005242822                          | A1               | 03-11-2005              | DE 102004027676 A1 24-11-2005 |
|                                        |                  | FR 2869689 A1           | 04-11-2005                    |
|                                        |                  | US 2005242822 A1        | 03-11-2005                    |
| -----                                  |                  |                         |                               |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H05B33/08  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                               | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | DE 101 07 578 A1 (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 29. August 2002 (2002-08-29)<br>Abbildung 3<br>Absatz [0027] - Absatz [0029]<br>-----                                | 1-13               |
| A          | US 2003/085712 A1 (FLEURY CHRISTOPHE [FR])<br>8. Mai 2003 (2003-05-08)<br>Absatz [0020] - Absatz [0020]<br>Absatz [0042] - Absatz [0044]<br>Abbildung 3<br>----- | 6                  |
| A,P        | US 2013/241410 A1 (SAKUMA YOICHI [JP])<br>19. September 2013 (2013-09-19)<br>Absatz [0061] - Absatz [0062]<br>Abbildung 1<br>-----                               | 1-13               |
|            | -/-                                                                                                                                                              |                    |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Januar 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bagge af Berga, Hans

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                           |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                        | Betr. Anspruch Nr. |
| A                                                     | US 2005/242822 A1 (KLINGER JURGEN [DE]<br>KLINGER JUERGEN [DE])<br>3. November 2005 (2005-11-03)<br>Absatz [0046] - Absatz [0046]<br>Abbildung 1<br>----- | 1-13               |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/071190

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10107578                                        | A1                            | 29-08-2002                        | AT 415312 T 15-12-2008        |
|                                                    |                               |                                   | AU 2002254895 B2 24-08-2006   |
|                                                    |                               |                                   | DE 10107578 A1 29-08-2002     |
|                                                    |                               |                                   | DK 1360088 T3 02-03-2009      |
|                                                    |                               |                                   | EP 1360088 A1 12-11-2003      |
|                                                    |                               |                                   | ES 2314054 T3 16-03-2009      |
|                                                    |                               |                                   | NZ 528180 A 24-03-2005        |
|                                                    |                               |                                   | PT 1360088 E 25-02-2009       |
|                                                    |                               |                                   | WO 02066290 A1 29-08-2002     |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2003085712                                      | A1                            | 08-05-2003                        | AT 317210 T 15-02-2006        |
|                                                    |                               |                                   | CA 2406582 A1 08-05-2003      |
|                                                    |                               |                                   | DE 60208987 T2 21-09-2006     |
|                                                    |                               |                                   | EP 1315405 A1 28-05-2003      |
|                                                    |                               |                                   | ES 2257520 T3 01-08-2006      |
|                                                    |                               |                                   | FR 2831980 A1 09-05-2003      |
|                                                    |                               |                                   | JP 4167877 B2 22-10-2008      |
|                                                    |                               |                                   | JP 2003146297 A 21-05-2003    |
|                                                    |                               |                                   | US 2003085712 A1 08-05-2003   |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2013241410                                      | A1                            | 19-09-2013                        | JP 2013189070 A 26-09-2013    |
|                                                    |                               |                                   | US 2013241410 A1 19-09-2013   |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2005242822                                      | A1                            | 03-11-2005                        | DE 102004027676 A1 24-11-2005 |
|                                                    |                               |                                   | FR 2869689 A1 04-11-2005      |
|                                                    |                               |                                   | US 2005242822 A1 03-11-2005   |
| -----                                              |                               |                                   |                               |