

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50111/2012

(22) Anmeldetag: 29.03.2012

(45) Veröffentlicht am: 15.03.2015

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

(56) Entgegenhaltungen:

JP 2004170311 A
US 2005062481 A1
US 2007159750 A1
US 2011175547 A1
WO 2008061301 A1
DE 10336973 A1

(73) Patentinhaber:

DIN-Dietmar Nocker Facilitymanagement GmbH
4030 Linz (AT)

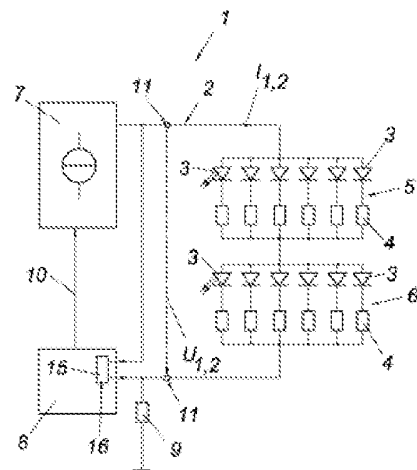
(74) Vertreter:

JELL FRIEDRICH DIPL.ING.
4020 LINZ (AT)

(54) **Schaltungsanordnung und Verfahren zum Testen eines Leuchtdiodenzweigs einer Schaltungsanordnung**

(57) Es wird eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Testen eines Leuchtdiodenzweigs (2) einer Schaltungsanordnung (1), insbesondere von einer Notbeleuchtung, auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdioden (3), wobei der Leuchtdiodenzweig (2) mehrere Leuchtdioden (3) und mindestens einen Widerstand (4) in Serie aufweist, bei welchem Verfahren der Leuchtdiodenzweig (2) von seinem Betriebszustand unter Einprägung eines konstanten elektrischen Stroms (I1) mit wenigstens einer ersten Stromstärke in einen Testzustand unter Einprägung eines elektrischen Stroms (I2) mit einer anderen Stromstärke übergeführt wird, wobei unter Berücksichtigung mindestens einer direkten oder indirekten Messung wenigstens einer elektrischen Größe der Schaltungsanordnung (1) der Leuchtdiodenzweig (2) getestet wird. Um einfache Verhältnissen zu schaffen, wird vorgeschlagen, dass dem Leuchtdiodenzweig (2), der mindestens zwei parallele Leuchtdioden (3) mit je einem Widerstand (4) in Serie aufweist, im Testzustand ein konstanter elektrischer Strom (I2) eingepreßt wird und dass im Betriebs- und Testzustand als elektrische Größe je eine Spannung (U1, U2) zumindest über dem Leuchtdiodenzweig (2) gemessen wird, wobei der Leuchtdiodenzweig (2) unter Berücksichtigung der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen (U1, U2) auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdiode (3) bzw. Leuchtdioden (3) getestet wird.

FIG.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Testen eines Leuchtdiodenzweigs einer Schaltungsanordnung, insbesondere von einer Notbeleuchtung, auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdioden, wobei der Leuchtdiodenzweig mehrere Leuchtdioden und mindestens einen Widerstand in Serie aufweist, bei welchem Verfahren der Leuchtdiodenzweig von seinem Betriebszustand unter Einprägung eines konstanten elektrischen Stroms mit wenigstens einer ersten Stromstärke in einen Testzustand unter Einprägung eines elektrischen Stroms mit einer anderen Stromstärke übergeführt wird, wobei unter Berücksichtigung mindestens einer direkten oder indirekten Messung wenigstens einer elektrischen Größe der Schaltungsanordnung der Leuchtdiodenzweig getestet wird.

[0002] Um einen Ausfall einer Leuchtdiode (LED) zu erkennen, ist es aus dem Stand der Technik bekannt (DE102009029930B3), einen Leuchtdiodenzweig von einem Betriebszustand, in dem seine Leuchtdioden mit Strom einer Konstantstromquelle betrieben wird, in einen Testzustand überzuführen. Im Testzustand werden nun Messungen von elektrischen Größen der Schaltungsanordnung vorgenommen, wobei mit Hilfe dieser Messdaten auf Betriebsparameter der Leuchtdioden des Leuchtdiodenzweigs rückgeschlossen wird. So wird vorgeschlagen, die Schaltungsanordnung im Testzustand mit einer Konstantspannungsquelle zu verbinden und in diesem Zustand die Stromstärke zu messen, wonach die gemessenen Stromstärken im Vergleich zu einem gespeicherten Normstromwert beurteilt werden. Ein Kurzschluss einer oder mehrere Leuchtdioden kann jedoch nachteilig zu erheblichen Stromstärken in der Schaltungsanordnung führen, wodurch Beschädigungen anderer Schaltungsteile zu befürchten ist. Außerdem ist die Speicherung von Normstromwerten zum Zwecke eines Stromstärkenvergleichs verhältnismäßig aufwendig und stellt auch einen vergleichsweise unzuverlässigen Ansatz für eine Fehlererkennung dar - unter anderem deshalb, weil sich Stromstärken auch durch Alterungserscheinungen der Leuchtdioden ändern können. Ein Verfahren zur Erkennung eines Funktionsversagens einer Leuchtdiode, das auf den Vergleich mit dem Normstromwert beruht und diese Umstände nicht berücksichtigt, kann somit scheitern.

[0003] Außerdem ist aus der JP2004170311A eine Alterungserkennung einzelner Dioden bekannt. Aus der US2005/0062481A1 ist bekannt, Messergebnisse einzelner Dioden mit bekannten Normalzuständen zu vergleichen.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik, ein Verfahren zu schaffen, durch das die Funktionstüchtigkeit von Leuchtdioden sicher und zuverlässig getestet werden kann.

[0005] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens dadurch, dass dem Leuchtdiodenzweig, der mindestens zwei parallele Leuchtdioden mit je einem Widerstand in Serie aufweist, im Testzustand ein konstanter elektrischer Strom eingepreßt wird und dass im Betriebs- und Testzustand als elektrische Größe je eine Spannung zumindest über dem Leuchtdiodenzweig gemessen wird, wobei der Leuchtdiodenzweig unter Berücksichtigung der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdiode (3) bzw. Leuchtdioden getestet wird.

[0006] Dadurch dass dem Leuchtdiodenzweig im Testzustand ein konstanter elektrischer Strom eingepreßt wird, kann unter anderem vermieden werden, dass sich bei einem eventuellen Kurzschluss einer Leuchtdiode unzulässig hohe Stromstärken in der Schaltungsanordnung ausbilden. Somit können Beschädigungen der Schaltungsanordnung während des Testzustands auf einfache Weise vermieden werden, was ein sicheres Verfahren zum Testen der Funktionstüchtigkeit gewährleisten kann. Wird weiter im Betriebs- und Testzustand als elektrische Größe je eine Spannung zumindest über dem Leuchtdiodenzweig gemessen, wobei der Leuchtdiodenzweig unter Berücksichtigung der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden getestet wird, kann im Gegensatz zum Stand der Technik auf gespeicherte Normwerte zum Zwecke einer Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Leuchtdiodenstrecke bzw. des Leuchtdiodenzweigs verzichtet werden. Es

können nämlich einzig die im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungshöhen ausreichen, um für eine sichere und zuverlässige Überprüfung vorzugsweise aller Leuchtdioden des Leuchtdiodenzweigs zu sorgen. Mit diesem erfindungsgemäßen Funktionstest der Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden kann nun größere Sicherheit darüber gewonnen werden, ob der Leuchtdiodenzweig innerhalb der geplanten Rahmenbedingungen funktioniert bzw. ob bestimmte Eigenschaften vorliegen oder nicht. Über die Höhe der Spannungen kann nämlich Auskunft erhalten werden, ob diese noch von einer nichtlinearen Spannungs-Stromkennlinie der Leuchtdiode geprägt werden, was im bejahenden Fall für eine funktionstüchtige Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden sprechen würde - denn auch unterschiedlich hohe konstante Stromstärken führen auf Grundlage der Nichtlinearität der Spannungs-Stromkennlinie einer Leuchtdiode zu vergleichsweise ähnlich hohen Spannungen. Hingegen kann bei einem Fehler an wenigstens einer Leuchtdiode, sei es im Falle eines Kurzschlusses oder auch eines Leitungsbruchs, mit deutlich differierenden Spannungshöhen gerechnet werden. In diesem Fall kommt die Nichtlinearität der Spannungs-Stromkennlinie einer Leuchtdiode nicht mehr zum Tragen, wodurch die Widerstände zu erhöhten Spannungsverschiebungen beitragen. Gegenüber dem Stand der Technik kann daher ein vergleichsweise einfaches Verfahren zur Überprüfung der Funktionsweise einer Leuchtdiode geschaffen werden. Hinzu kommt, dass das erfindungsgemäße Verfahren auch vergleichsweise robust ist. Beispielsweise wirkt sich auch eine Alterung der Leuchtdiode nur geringfügig auf das Verfahrensergebnis aus, weil selbst gealterte Leuchtdioden eine nichtlineare Spannungs-Stromkennlinie führen und so ein erfindungsgemäßes Testen der Leuchtdiode bzw. der Leuchtdioden ermöglichen können. Außerdem weist das Verfahren durch den Spannungsabgriff über dem Leuchtdiodenzweig nahezu keine Abhängigkeit von dessen konstruktivem Aufbau auf, sodass sich eine äußerst vielseitige Anwendungsmöglichkeit bzw. ein breites Anwendungsspektrum ergeben kann.

[0007] Vorteilhaft kann das Verfahren auch dort angewendet werden, wo der Leuchtdiodenzweig mehrere in Serie und/oder parallel geschaltete Leuchtdioden mit je einem Widerstand in Serie aufweist. So kann beispielsweise selbst ein Kurzschluss einer Leuchtdiode bei sechs parallel geschalteten Leuchtdioden reproduzierbar erkannt werden. Der schadhafte Strompfad über die kurzgeschlossene Leuchtdiode und seinem in Serie geschalteten Widerstand führte nämlich zu einer erheblichen Spannungsverschiebung zwischen Betriebs- und Testzustand.

[0008] Ein vergleichsweise einfaches Verfahren kann sich ergeben, wenn der Test ein Verhältnis der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen berücksichtigt. Besonders aber kann der Quotient der Spannungswerte zu einem aussagekräftigen Ergebnis und damit zu einem sicheren Test der Leuchtdiode beitragen.

[0009] Wird anhand des Quotienten der gemessenen Spannungen getestet, ob eine oder mehrere Leuchtdiode bzw. Leuchtdioden des Leuchtdiodenzweigs funktionsuntüchtig sind, kann eine einfache Verfahrensvorschrift zur Detektion von Fehlern im Leuchtdiodenzweig ermöglicht werden, über die sowohl ein Kurzschluss als auch ein Leitungsbruch erkannt werden kann. Eventuelle Parameterschwankungen im Leuchtdiodenzweig können ausgeglichen werden, wenn dabei ein Schwellwert berücksichtigt wird.

[0010] Es ist weiter die Aufgabe der Erfindung, ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik eine konstruktiv einfache Schaltungsanordnung zu schaffen, deren Leuchtdiodenzweig auf defekte und/oder der Art der Defekte von Leuchtdioden sicher getestet werden kann.

[0011] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe hinsichtlich der Schaltungsanordnung dadurch, dass die Konstantstromquelle in der erzeugbaren Stromstärke hinsichtlich seines konstanten Stroms variabel ausgeführt ist, wobei die Testeinrichtung für einen Testzustand des Leuchtdiodenzweigs mit der Konstantstromquelle zur Erzeugung eines konstanten Stroms einer zum konstanten Strom unterschiedlichen Stromstärke verbunden ist.

[0012] Konstruktive Einfachheit kann sich ergeben, wenn eine Konstantstromquelle verwendet wird, die in der erzeugbaren Stromstärke hinsichtlich seines konstanten Stroms variabel ausgeführt ist, um den Leuchtdiodenzweig so in unterschiedlichen Stromzuständen zu betreiben. Dadurch kann auch ermöglicht werden, dass ein und dieselbe Konstantstromquelle auch für

den Testzustand des Leuchtdiodenzweigs Verwendung finden kann. Zu diesem Zweck kann die Testeinrichtung mit der Konstantstromquelle zur Erzeugung eines konstanten Stroms einer zum konstanten Strom unterschiedlichen Stromstärke verbunden sein.

[0013] Eine besonders sichere Bestimmung von Defekten im Leuchtdiodenzweig kann ermöglicht werden, wenn die Testeinrichtung eine Spannungsmessschaltung mit einem Messabgriff über wenigstens dem Leuchtdiodenzweig zur Messung je einer Spannung in seinem Betriebs- und Testzustand aufweist.

[0014] Weist die Testeinrichtung eine Verhältnisschaltung zur Ausbildung eines Verhältnisses der Spannungen zueinander im Betriebs- und Testzustand des Leuchtdiodenzweigs auf, kann eine vergleichsweise hohe konstruktive Einfachheit an der Schaltungsanordnung erreicht werden.

[0015] In den Figuren ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

[0016] Fig. 1 eine Schaltungsanordnung und

[0017] Fig. 2 ein Spannungs-Stromkennliniendiagramm der Schaltungsanordnung nach Fig. 1.

[0018] In der nach der Fig. 1 beispielsweise dargestellten Schaltungsanordnung 1 wird ein Leuchtdiodenzweig 2 mit sechs parallel liegenden Leuchtdioden 3 gezeigt, denen je ein Widerstand 4 in Serie geschaltet ist. Diese Parallelschaltung 5 ist mit einer weiteren Parallelschaltung 6, die ebenso sechs parallel liegende Leuchtdioden 3 mit je einem Widerstand 4 in Serie aufweist, in Serie geschaltet.

[0019] Im Betriebszustand der Leuchtdioden 3 wird dem Leuchtdiodenzweig 2 ein konstanter elektrischer Strom I_1 zugeführt bzw. diesem Leuchtdiodenzweig eingeprägt, um diese mit elektrischer Leistung zu versorgen. Zu diesem Zweck wird eine Konstantstromquelle 7 verwendet. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass die konstante Stromstärke zur Erzeugung des Stroms I_1 beispielsweise nach den Helligkeitsanforderungen eingestellt werden kann und diese konstante Stromstärke durchaus auch einem sich ändernden Helligkeitsbedarf angepasst werden kann - z.B.: durch Dimmen. Solch eine Einstellung der gewünschten Stromstärke kann auch eine Testeinrichtung 8 vornehmen, die über einen in der Impedanz bekannten Widerstand 9 die Spannung über diesen Widerstand 9 misst und die Konstantstromquelle 7 hinsichtlich der gewünschten konstanten Stromstärke regelt.

[0020] Dieser Leuchtdiodenzweig 2 wird getestet bzw. auf die Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdioden 3 überprüft, indem der Leuchtdiodenzweig 2 von seinem Betriebszustand in einen Testzustand übergeführt wird. Hierzu wird der Leuchtdiodenzweig 2 mit einem elektrischen Strom I_2 mit einer gegenüber der Stromstärke des konstanten Stroms I_1 im Betriebszustand unterschiedlichen Stromstärke belastet.

[0021] Um im Falle defekter Leuchtdioden 3, was beispielsweise auch in einem Kurzschluss liegen kann, keine Beschädigungen an anderen Bauteilen der Schaltungsanordnung 1 befürchten zu müssen, wird erfindungsgemäß im Testzustand ebenfalls ein konstanter elektrischer Strom I_2 eingeprägt. Zu diesem Zweck ist die Konstantstromquelle 7 in der erzeugbaren Stromstärke hinsichtlich seines konstanten Stroms I_1 bzw. I_2 variabel ausgeführt. Eine Testeinrichtung 8 schaltet die Konstantstromquelle 7 von einem konstanten Strom I_1 auf einen konstanten Strom I_2 um, indem die mit der Konstantstromquelle 7 im Steuerungsverband stehende Testeinrichtung 8 eine Steuerungsleitung 10 betätigt. Unter Berücksichtigung einer direkten Messung von Spannungen U_1 und U_2 als elektrische Größen der Schaltungsanordnung 1 werden nun die Leuchtdioden 3 auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet. Wie in der Fig. 1 dargestellt, werden diese Spannungen U_1 und U_2 am Messabgriff 11 über dem Leuchtdiodenzweig 2 im Betriebs- und Testzustand gemessen.

[0022] Im Weiteren wird nun näher auf Fig. 2 eingegangen, die beispielhaft die Auswirkungen diverser Defekte einer Schaltungsanordnung veranschaulicht. Liegt kein Defekt einer Leuchtdiode 3 vor, so ergibt sich die Spannungs-Stromkennlinie 12. Ist eine der Leuchtdioden 3 defekt, indem diese einen Kurzschluss führt, kann eine Spannungs-Stromkennlinie 13 beobachtet

werden. Sind drei Leuchtdioden 3 des Leuchtdiodenzweigs 2 defekt, indem diese einen Leitungsbruch (offen) aufweisen, ergibt sich die Spannungs-Stromkennlinie 14.

[0023] Folgende Spannungen U_1 und U_2 konnten in diesen Fällen unter Verwendung von I_1 mit einer ersten Stromstärke von 60mA und I_2 mit einer Stromstärke von 240mA gemessen werden:

	Fall 12	Fall 13	Fall 14
U_1	5,72 Volt	3,73 Volt	5,91 Volt
U_2	6,80 Volt	6,26 Volt	7,38 Volt

[0024] Zur Messung der Spannungen U_1 und U_2 weist die Testeinrichtung 8 eine Spannungsmessschaltung 15 mit einem Messabgriff 11 über dem Leuchtdiodenzweig 2 auf. Insbesondere ist die Spannungsmessschaltung 15 mit einer Verhältnisschaltung 16 erweitert. Die Verhältnisschaltung 16 speichert die im Betriebszustand gemessene Spannung U_1 , um diese mit der im Testzustand gemessenen Spannung U_2 in Verhältnis setzen zu können, was den Test der Leuchtdioden 2 automatisiert und erleichtert.

[0025] Folgende Quotienten U_2/U_1 bilden sich aus:

[0026] • im Fall 12 (ohne eine defekte Leuchtdiode 3) 1,18

[0027] • im Fall 13 (mit einer kurzgeschlossenen Leuchtdiode 3) 1,68

[0028] • im Fall 14 (mit drei offenen Leuchtdioden 3) 1,25

[0029] Die Fälle 13 und 14 unterscheiden sich in ihren Verhältnissen deutlich gegenüber dem schadensfreien Fall 12. Bei einem fehlerlosen Leuchtdiodenzweig 2 geht nämlich aufgrund der intakten nichtlinearen Spannungs-Stromkennlinien der Leuchtdioden 3 das Verhältnis gegen 1. Die deutlichen Unterschiede können schnell detektiert, analysiert und daraus reproduzierbar ein Testergebnis zur Funktionstüchtigkeit des Leuchtdiodenzweigs 2 gebildet werden.

[0030] Um erhöhte Testsicherheit zu erreichen, kann noch ein Schwellwert berücksichtigt werden. So ist vorstellbar, erst bei einem Überschreiten eines Schwellwerts von 1,2 von einem Defekt im Leuchtdiodenzweig 2 auszugehen.

[0031] Im Allgemeinen ist auch denkbar, die Größe des Unterschieds des gemessenen Verhältnis U_2/U_1 zum schadensfreien Verhältnis U_2/U_1 (Fall 12 ohne Defekt) heranzuziehen, um damit eine Unterscheidung der Art des Schadensfalls - beispielsweise hinsichtlich eines Kurzschlusses oder eines Leitungsbruchs an den Leuchtdioden 3 - vorzunehmen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Testen eines Leuchtdiodenzweigs (2) einer Schaltungsanordnung (1), insbesondere von einer Notbeleuchtung, auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdioden (3), wobei der Leuchtdiodenzweig (2) mehrere Leuchtdioden (3) und mindestens einen Widerstand (4) in Serie aufweist, bei welchem Verfahren der Leuchtdiodenzweig (2) von seinem Betriebszustand unter Einprägung eines konstanten elektrischen Stroms (I_1) mit wenigstens einer ersten Stromstärke in einen Testzustand unter Einprägung eines elektrischen Stroms (I_2) mit einer anderen Stromstärke übergeführt wird, wobei unter Berücksichtigung mindestens einer direkten oder indirekten Messung wenigstens einer elektrischen Größe der Schaltungsanordnung (1) der Leuchtdiodenzweig (2) getestet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Leuchtdiodenzweig (2), der mindestens zwei parallele Leuchtdioden (3) mit je einem Widerstand (4) in Serie aufweist, im Testzustand ein konstanter elektrischer Strom (I_2) eingepägt wird und dass im Betriebs- und Testzustand als elektrische Größe je eine Spannung (U_1 , U_2) zumindest über dem Leuchtdiodenzweig (2) gemessen wird, wobei der Leuchtdiodenzweig (2) unter Berücksichtigung der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen (U_1 , U_2) auf Funktionstüchtigkeit seiner Leuchtdiode (3) bzw. Leuchtdioden (3) getestet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leuchtdiodenzweig (2) mehrere in Serie und parallel geschaltete Leuchtdioden (3) mit je einem Widerstand (4) in Serie aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Test ein Verhältnis der im Betriebs- und Testzustand gemessenen Spannungen (U_1 , U_2) berücksichtigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand des Quotienten der gemessenen Spannungen (U_1 , U_2) unter eventueller Berücksichtigung eines Schwellwerts getestet wird, ob eine oder mehrere Leuchtdioden (3) des Leuchtdiodenzweigs (2) funktionsuntüchtig sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die andere Stromstärke des konstanten elektrischen Stroms (I_2) größer ist als die erste Stromstärke des konstanten elektrischen Stroms (I_1).
6. Schaltungsanordnung, insbesondere für Leuchten einer Notbeleuchtung, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem Leuchtdiodenzweig (2), der mehrere Leuchtdioden (3) und mindestens einen Widerstand (4) in Serie aufweist, mit einer mit dem Leuchtdiodenzweig (2) elektrisch verbundenen Konstantstromquelle (7) zur elektrischen Leistungsversorgung, und mit einer eine Messschaltung aufweisenden Testeinrichtung (8) zum Testen des Leuchtdiodenzweigs (2) auf Funktionstüchtigkeit der Leuchtdioden (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leuchtdiodenzweig (2) mindestens zwei parallele Leuchtdioden (3) mit je einem Widerstand (4) in Serie aufweist, und dass die Konstantstromquelle (7) in der erzeugbaren Stromstärke hinsichtlich seines konstanten Stroms (I_1 bzw. I_2) variabel ausgeführt ist, wobei die Testeinrichtung (8) für einen Testzustand des Leuchtdiodenzweigs (2) mit der Konstantstromquelle (7) zur Erzeugung eines konstanten Stroms (I_2) einer zum konstanten Strom (I_1) unterschiedlichen Stromstärke verbunden ist und wobei die Testeinrichtung (8) als Messschaltung eine Spannungsmessschaltung (15) mit einem Messabgriff (11) über wenigstens dem Leuchtdiodenzweig (2) zur Messung je einer Spannung (U_1 , U_2) in ihrem Betriebs- und Testzustand aufweist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leuchtdiodenzweig (2) mehrere in Serie und parallel geschaltete Leuchtdioden (3) mit je einem Widerstand (4) in Serie aufweist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Testeinrichtung (8) eine Verhältnisschaltung (16) zur Ausbildung eines Verhältnisses der Spannungen (U_1 und U_2) zueinander im Betriebs- und Testzustand des Leuchtdiodenzweigs (2) aufweist.

- Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die andere Stromstärke des konstanten Stroms (I_2) größer ist als die erste Stromstärke des konstanten elektrischen Stroms (I_1).

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

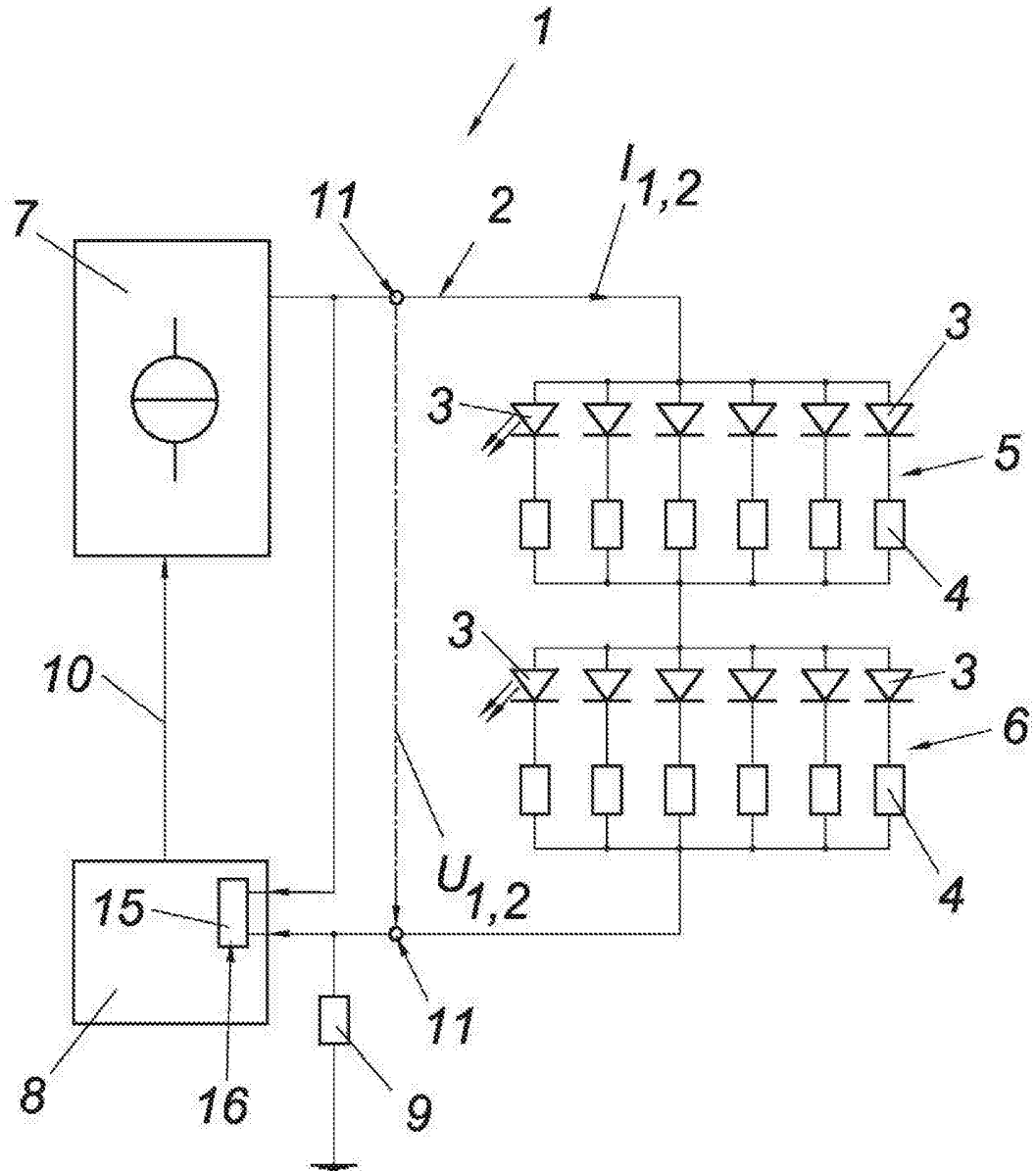


FIG.2

