



(11) **EP 4 203 621 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2023 Patentblatt 2023/26

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 45/54 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **21217549.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 45/54

(22) Anmeldetag: **23.12.2021**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Graf, Thomas**
3140 Pottenbrunn (AT)

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei**
Matschnig & Forsthuber OG
Biberstraße 22
Postfach 36
1010 Wien (AT)

(71) Anmelder: **ZKW Group GmbH**
3250 Wieselburg (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR ERKENNUNG EINES KURZSCHLUSSES ZUMINDEST EINER LED EINES LED-STRANGES EINES LICHTMODULS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Kurzschlusses zumindest einer LED (31) eines LED-Stranges (3) eines Lichtmoduls (8), wobei der LED-Strang (3) eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie geschalteten LEDs (31) umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Bereitstellen eines Referenzwertes (R_{ref}), welcher mit einem differentiellen Betriebswechselstrom-Soll-Widerstands des LED-Stranges (3) korreliert und Hinterlegen des Referenzwertes (R_{ref}) auf einem Datenspeicher (6),
- Inbetriebnahme des LED-Stranges (3) mit einer Betriebsgleichspannung (UBT1, UBT2, UBT3), sodass der LED-Strang (3) Licht abstrahlt,
- Einprägen eines zu der Betriebsgleichspannung (UBT1, UBT2, UBT3) überlagerten Wechselstromes (IW1, IW2) in den LED-Strang (3), wobei die Frequenz des Wechselstromes (IW1, IW2) zumindest 60 Hz beträgt,
- Messen des durch den Wechselstrom (IW1, IW2) gemäß Schritt c) verursachten Wechselspannungsabfalles (UW1, UW2) an dem LED-Strang,
- Ableiten eines mit einem differentiellen Betriebs-Wechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden Vergleichs-Ist-Wertes (R_{ist}) des LED-Strangs unter Zuhilfenahme des gemäß Schritt d) gemessenen Wechselspannungsabfalles (UW1, UW2),
- Abrufen des auf dem Datenspeicher (6) gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellten Referenzwertes (R_{ref}) und Vergleich mit dem Vergleichs-Ist-Wert (R_{ist}), wobei ergebnisabhängig von dem Vergleich auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird.

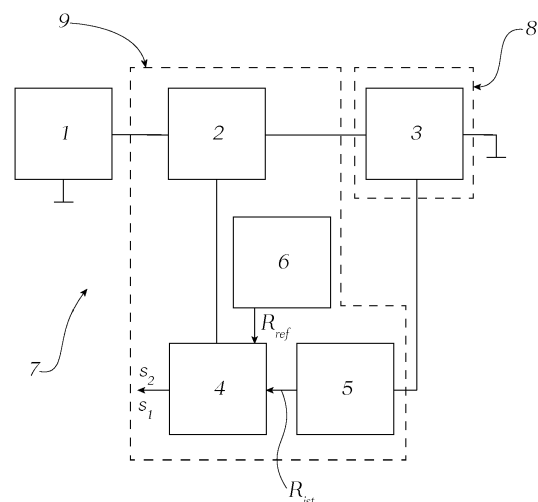


Fig. 1

EP 4 203 621 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Kurzschlusses zumindest einer LED eines LED-Stranges eines Lichtmoduls, wobei der LED-Strang eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie geschalteten LEDs umfasst.

[0002] Viele technische Anwendungen von Lichtmodulen setzen eine hohe technische Zuverlässigkeit derselben voraus. Hierzu ist es in der Industrie üblich, durch Auswahl hochwertiger Komponenten und durch Vornahme eines geeigneten Lichtmoduldesigns möglichst hohe Zuverlässigkeit zu garantieren. Dennoch kann das Auftreten von Fehlern in der Regel nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

[0003] Ein weiteres technisches Aufgabengebiet beschäftigt sich daher mit der Frage des optimalen Umgangs mit Fehlern. Um auf das Vorliegen eines Fehlers reagieren zu können, muss dieser zuerst erkannt werden. Bei Lichtmodulen mit einem LED-Strang ist aus dem Stand der Technik eine Überwachung bekannt geworden, bei der jede einzelnen LED-Vorwärtsspannung jeder LED des LED-Stranges gemessen und mit einem Sollwert verglichen wird. Tritt ein Kurzschluss in einer LED auf, so bricht die Vorwärtsspannung an dieser LED ein, wodurch der Kurzschlussfehler messtechnisch erfasst werden kann. Eine solche Überwachung ist aber mit einem hohen Aufwand verbunden.

[0004] Eine weitere Fehlererkennungsmethode liegt in einer Messung der LED-Vorwärtsspannungen des gesamten LED-Strangs und der Verwendung eines zusätzlichen Temperatursensor, der zur temperaturabhängigen Anpassung eines Erwartungswertes der LED-Vorwärtsspannung eingesetzt wird. Der Vergleich der gemessenen LED-Vorwärtsspannung des gesamten Strangs kann dann mit dem Referenzwert erfolgen. Diese Methode erschwert aber einen Ersatzteilaustausch, da sie sehr von sensibel auf die einzelnen LED-Vorwärtsspannungen reagiert, die z.B. je nach Produktionscharge stark variieren kann. Außerdem lässt sich der Temperatureinfluss nur bedingt voraussagen, weshalb diese Methode nur für die Überwachung einer geringen Anzahl an LEDs in einem LED-Strang geeignet ist.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin ein Verfahren zu schaffen, welches eine kostengünstige und zuverlässige Detektion von Kurzschlussfehlern einer LED in einem LED-Strang erkennt, wobei die Anzahl der LEDs in dem LED-Strang frei gewählt werden kann, ohne dass das Verfahren dabei versagt. Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannt Art gelöst, welches erfindungsgemäß die folgenden Schritte umfasst:

a) Bereitstellen eines Referenzwertes, welcher mit einem differentiellen Betriebswechselstrom-Soll-Widerstands des LED-Stranges korreliert und Hinterlegen des Referenzwertes auf einem Datenspeicher,

b) Inbetriebnahme des LED-Stranges mit einer Betriebsgleichspannung, sodass der LED-Strang Licht abstrahlt,

5 c) Einprägen eines zu der Betriebsgleichspannung überlagerten Wechselstromes in den LED-Strang, wobei die Frequenz des Wechselstromes zumindest 60 Hz beträgt,

10 d) Messen des durch den Wechselstrom gemäß Schritt c) verursachten Wechselspannungsabfalles an dem LED-Strang,

15 e) Ableiten eines mit einem differentiellen Betriebs-Wechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden Vergleichs-Ist-Wertes des LED-Strangs unter Zuhilfenahme des gemäß Schritt d) gemessenen Wechselspannungsabfalles,

20 f) Abrufen des auf dem Datenspeicher gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellten Referenzwertes und Vergleich mit dem Vergleichs-Ist-Wert, wobei ergebnisabhängig von dem Vergleich auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird.

25 **[0006]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine kostengünstige und gleichzeitig zuverlässige Lösung geschaffen, mit der Kurzschlüsse von LEDs in einem LED-Strang erkannt werden können. Wird dieses Verfahren beispielsweise bei handelsüblichen Kraftfahrzeugscheinwerfern eingesetzt, so wird keine zusätzliche Hardware bei der Implementierung vorausgesetzt, da moderne LED-Steuergeräte bereits ohnehin über geeignete Hardware zur Ausführung des Verfahrens verfügen. Wenn bereits eine Spannungsmessung der gesamten LED-Kette in einem Lichtmodul ohnehin vorhanden ist, kann eine Anpassung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens darin erfolgen, indem durch Softwareanpassung der LED Betriebsgleichstrom mit einem LED-Wechselstrom beaufschlagt wird und so entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren die Anzahl der funktionierenden LEDs ermittelbar ist. Die Anzahl der LEDs in einem Strang ist grundsätzlich frei wählbar und kann beispielsweise zumindest vier, zumindest 30 zehn, zwischen vier und vierzig oder auch eine beliebige andere Anzahl betragen. Die Vorteile der Erfindung kommen besonders bei einer hohen Anzahl an LEDs in einem Strang zu tragen. Durch Verwendung einer Frequenz von über 60 Hz im Zusammenhang mit dem eingesetzten Wechselstrom wird vermieden, dass etwaige geringe Schwankungen in der Lichtintensität als unangenehmes Flackern sichtbar werden. Insbesondere kann die Frequenz hierzu mindestens 100 Hz betragen.

45 **[0007]** Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der gemäß Schritt c) eingeprägte Wechselstrom frei von einem Gleichanteil ist. Dadurch wird eine zeitliche Änderung der abgestrahlten Lichtleistung der LEDs weitgehend minimiert und der zusätzliche Energieverbrauch

gering gehalten.

[0008] Weiters kann vorgesehen sein, dass der eingeprägte Wechselstrom den zeitlichen Verlauf eines Rechtecksignals, eines Dreiecksignals oder eines Sinussignals aufweist.

[0009] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der gemäß Schritt c) eingeprägte Wechselstrom so gewählt ist, dass seine Amplitude mindestens 20%, vorzugsweise zwischen 20% und 60% des Absolutbetrages des Nennwertes eines durch die Betriebsgleichspannung veranlassten Betriebsgleichstromes des LED-Stranges beträgt. Durch diese geeignet groß gewählte Stromamplitude wird die Messung vereinfacht, da die zu messende Spannungsamplitude somit auch entsprechend groß ausfällt. Etwaige Messungenauigkeiten wirken sich dann also weniger stark auf das Vergleichsergebnis gemäß Schritt f) aus, da der zu berechnende mit dem differentiellen Betriebs-Wechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden Vergleichs-Ist-Wertes weniger stark schwankt.

[0010] Weiters kann vorgesehen sein, dass der gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellte Referenzwert der differentielle Betriebswechselstrom-Soll-Widerstand ist, und wobei der gemäß Schritt e) abgeleitete Vergleichs-Ist-Wert ein differentieller Betriebswechselstrom-Widerstands-Ist-Wert ist, der erhalten wird, indem ein Quotient aus dem gemessenen Wechselspannungsabfall gemäß Schritt d) und dem eingepägten Wechselstroms gemäß Schritt c) gebildet wird. Dieser differentielle Betriebswechselstrom-Widerstands-Ist-Wert entspricht daher der Steigung einer Strom-Spannungs-Kurve des LED-Stranges im jeweiligen Betriebspunkt.

[0011] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass es sich bei dem Vergleich gemäß Schritt f) um einen Grenzwertvergleich handelt, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren maximalen Differenzbetrags, gebildet durch die Differenz aus Referenzwert und dem Vergleichs-Ist-Wert, auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird, wobei der maximale Differenzbetrag maximal 10% des Referenzwertes beträgt.

[0012] Weiters kann vorgesehen sein, dass bei Feststellen eines LED-Kurzschlusses eine Fehleroutine ausgelöst wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Fehleroutine die Ausgabe eines Fehlersignals und/oder die Veränderung des Betriebszustandes des LED-Stranges umfasst. Die Veränderung des Betriebszustandes kann z.B. Senkung der Betriebsspannung des LED-Stranges, Ausschaltung des LED-Stranges, Erhöhen der Sendeleistung der verbleibenden funktionierenden LEDs des LED-Stranges (z.B. durch Erhöhung der Einschaltzeitdauer bzw. des Tastgrades im Falle eines getakteten Betriebs) und/oder Einschaltung eines Ersatzstranges erfolgen.

[0013] Weiters kann vorgesehen sein, dass bei Nichtvorliegen eines LED-Kurzschlusses ein Signal zur Bestätigung der Fehlerfreiheit ausgegeben wird.

[0014] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass im

Falle des Feststellens von Kurzschlussfehlerfreiheit in Schritt e) der erfasste Vergleichs-Ist-Wert den vorliegenden Referenzwert ersetzt und auf dem Datenspeicher abgespeichert wird, um in einer nachfolgenden Iteration der Schritte a) bis f) als aktualisierter Referenzwert zu dienen. Damit können Alterungseffekte ausgeglichen werden. Das Verfahren wird dadurch selbstkalibrierend und selbstlernend.

[0015] Weiters betrifft die Erfindung ein kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das kurzschlussfehlererkennende Lichtsystem hierzu Folgendes umfasst: Ein Lichtmodul mit zumindest einem LED-Strang, wobei der zumindest eine LED-Strang eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie geschalteten LEDs aufweist, sowie ein Kurzschlusserkennungssystem, wobei das Kurzschlusserkennungssystem zumindest zur elektrischen Versorgung des zumindest einen LED-Stranges eingerichtet ist, wobei das Kurzschlusserkennungssystem dazu eingerichtet ist, die Schritte a) bis f) des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

[0016] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Kurzschlusserkennungssystem dazu eingerichtet ist, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes unabhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes des LED-Stranges ist. Wenn der überlagerte Wechselstrom unabhängig vom Arbeitspunkt ist, dann sollte die Auswertung der Spannungsmessung laufend angepasst werden (z.B. wegen der nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie der LEDs oder Temperatureinflüsse), um eine korrekte Kurzschlusserkennung bei verschiedenen Betriebsgleichströmen zu erreichen. Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass der Aufwand für eine korrekte Kurzschlusserkennung von der Treiberseite zur Messseite verschoben werden kann.

[0017] Weiters kann vorgesehen sein, dass das Kurzschlusserkennungssystem dazu eingerichtet ist, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes abhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes des LED-Stranges ist. Im Gegensatz zu der zuvor genannten Variante führt ein abhängiger Wechselstrom dazu, dass die Anpassung an o.g. Einflüsse auf die Treiberseite verschoben werden. Als besonders vorteilhaft wird diese Ausgestaltung zum Beispiel im Falle von temperaturabhängigen Derating der LEDs oder bei Übergangseffekten von einer Lichtfunktion in eine andere angesehen. Es kann vorgesehen sein, dass die Amplitude des eingepägten Wechselstroms einen Prozentsatz, zum Beispiel zwischen 20% und 50%, insbesondere genau 30% des Absolutbetrages des Nennwertes des Betriebsgleichstromes des LED-Stranges in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebszustand beträgt.

[0018] Weiters betrifft die Erfindung einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, umfassend ein erfindungsgemäßes kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem.

[0019] Zudem betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug,

umfassend ein erfindungsgemäßes kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem und/oder einen erfindungsgemäßen Krafffahrzeugscheinwerfer.

[0020] Anders ausgedrückt können die Überlegungen zur Erfindung wie folgt beschrieben werden: Der dynamische Widerstand einer LED (Halbleiter) verändert sich über die Temperatur nur sehr wenig und kann daher zur Erkennung von Kurzschlüssen in einer Kette von LEDs verwendet werden. Durch die Überlagerung eines Wechselstroms auf den LED-(Gleich-)Strom (d.h. den Betriebsstrom) kann durch den dynamischen Widerstand die Wechselspannung an der LED-Kette ermittelt bzw. umgekehrt durch Erfassung von Strom und Spannung der dynamische Widerstand ermittelt werden. Dem LED-Treiber oder LED-Steuergerät ist bei der erstmaligen Inbetriebnahme die Anzahl der LEDs und der dynamische Widerstand in einem definierten Betriebszustand bekannt (z.B. indem der eines Referenzwertes R_{ref} gemäß Schritt a) bereitgestellt wird) um im regulären Betrieb die mit Wechselstrom generierten Daten zu vergleichen.

[0021] Dadurch ist ein Kurzschluss einer oder mehrere LEDs aus einer LED-Kette unbestimmter Anzahl größer 1 ermittelbar. Der Wechselstrom Anteil kann so gewählt werden, dass sich dies weder auf die Intensität noch auf die thermische Belastung merklich auswirkt.

[0022] Die Erfindung ist im Folgenden anhand einer beispielhaften und nicht einschränkenden Ausführungsform näher erläutert, die in den Figuren veranschaulicht ist. Darin zeigt

Figur 1 eine schematische Darstellung eines kurzschlussfehlererkennenden Lichtsystems zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 einen beispielhaften LED-Strang eines Lichtsystems,

Figur 3 drei beispielhafte Betriebsgleichspannungen für unterschiedliche Temperaturen sowie einen zugehörigen Stromverlauf durch den LED-Strang,

Figur 4 eine beispielhafte Kennlinie einer LED 31 eines LED-Stranges 3 bei einer Temperatur von 25°C, und

Figur 5 eine beispielhafte Ausführung einer Treiberschaltung.

[0023] In den folgenden Figuren bezeichnen - sofern nicht anders angegeben - gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale.

[0024] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines kurzschlussfehlererkennenden Lichtsystems 7 zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Dieses Verfahren zur Erkennung eines Kurzschlusses zumindest einer LED 31 eines LED-Stranges 3 (siehe Fig. 2) eines Lichtmoduls 8, wobei der LED-Strang 3 eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie ge-

schalteten LEDs 31 umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

5 a) Bereitstellen eines Referenzwertes R_{ref} , welcher mit einem differentiellen Betriebswechselstrom-Soll-Widerstands des LED-Stranges korreliert und Hinterlegen des Referenzwertes R_{ref} auf einem Datenspeicher 6,

10 b) Inbetriebnahme des LED-Stranges 3 mit einer Betriebsgleichspannung (diese kann z.B. in Abhängigkeit von der Temperatur des Stranges variieren bzw. angepasst werden, um einen gewissen Betriebsstrom zu erreichen; Fig. 3 zeigt drei beispielhafte Betriebsgleichspannungen für unterschiedliche Temperaturen, nämlich U_{BT1} für eine Temperatur von -40°C, U_{BT2} für eine Temperatur von -25°C und U_{BT3} für eine Temperatur von -105°C), sodass der LED-Strang 3 Licht abstrahlt,

15 c) Einprägen eines zu der Betriebsgleichspannung U_{BT1} , U_{BT2} bzw. U_{BT3} überlagerten Wechselstromes I_{W1} bzw. I_{W2} in den LED-Strang 3, wobei die Frequenz des Wechselstromes I_{W1} bzw. I_{W2} zumindest 20 60 Hz beträgt (bei I_{W1} handelt es sich um einen rechteckförmigen zeitlichen Verlauf des Wechselstromes und I_{W2} betrifft einen sinusförmigen Verlauf eines Wechselstromes - die Wechselstromkomponente wird dabei der Gleichstromkomponente überlagert; es können grundsätzlich beliebige (vorteilhafterweise periodische) Wechselsignalverläufe verwendet werden),

25 d) Messen des durch den Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} gemäß Schritt c) verursachten Wechselspannungsabfalles U_{W1} , U_{W2} an dem LED-Strang 3,

30 e) Ableiten eines mit einem differentiellen Betriebswechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden Vergleichs-Ist-Wertes R_{ist} des LED-Stranges 3 unter Zuhilfenahme des gemäß Schritt d) gemessenen Wechselspannungsabfalles U_{W1} bzw. U_{W2} (je nachdem, ob eben z.B. der Strom I_{W1} oder I_{W2} vorlag),

35 f) Abrufen des auf dem Datenspeicher 6 gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellten Referenzwertes R_{ref} und Vergleich mit dem Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} , wobei ergebnisabhängig von dem Vergleich auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird.

40 **[0025]** Das kurzschlussfehlererkennende Lichtsystem 7 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst ein Lichtmodul 8 mit zumindest einem LED-Strang 3, wobei der zumindest eine LED-Strang 3 eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie geschalteten LEDs 31 aufweist, sowie ein Kurzschlusserkennungs-
45 system 9, wobei das Kurzschlusserkennungs-

system 9 zumindest zur elektrischen Versorgung des zumindest einen LED-Stranges 3 eingerichtet ist, wobei das Kurzschlusserkennungs-system 9 dazu eingerichtet ist, die Schritte a) bis f) des Verfahrens durchzuführen.

[0026] Wie anhand Fig. 3 erkennbar ist, die einen zeitlichen Verlauf des Strangstromes $I(t)$ sowie der Strangspannung $U(t)$ zeigt, kann vorgesehen sein, dass der gemäß Schritt c) eingeprägte Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} frei von einem Gleichanteil ist. Wie in Fig. 3 gut erkennbar ist, verändert sich die LED-Vorwärtsspannung bzw. die Betriebsgleichspannung der gesamten Kette mit der Temperatur viel stärker als die, aus dem überlagerten Wechselstrom, resultierende Wechselspannung in Verbindung mit dem beinahe konstanten dynamischen Widerstand bzw. dem differentiellen Betriebswechselstrom-Widerstand. Die entstehende Wechselspannung ist nahezu temperaturunabhängig.

[0027] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellte Referenzwert R_{ref} der differentielle Betriebswechselstrom-Soll-Widerstand ist, und wobei der gemäß Schritt e) abgeleitete Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} ein differentieller Betriebswechselstrom-Widerstands-Ist-Wert ist, der erhalten wird, indem ein Quotient aus dem gemessenen Wechselspannungsabfall U_{W1} , U_{W2} gemäß Schritt d) und dem eingepägten Wechselstrom I_{W1} , I_{W2} gemäß Schritt c) gebildet wird. Dieser Wert korreliert mit der Steigung der Kennlinie des jeweiligen LED-Stranges 3 im Betriebspunkt. Figur 4 zeigt eine beispielhafte Strom-Spannungs-Kennlinie einer LED 31 eines LED-Stranges 3 bei einer Temperatur von 25°C. Beispielhaft ist darin auch der differentielle Wechselstromwiderstand in einem Betriebsbereich dargestellt, wobei dieser Widerstand dem Kehrwert der Steigung k entspricht. Der eingepägte Wechselstrom I_{W2} verursacht in diesem Betriebsbereich den entsprechend korrelierenden Spannungsabfall U_{W2} . Bei einem LED-Strang umfassend beispielsweise vier LEDs ergäbe das bei diesen LEDs eine Betriebsvorwärtsspannung zwischen ca. 12V und 13V.

[0028] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass es sich bei dem Vergleich gemäß Schritt f) um einen Grenzwertvergleich handelt, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren maximalen Differenzbetrags gebildet durch die Differenz aus Referenzwert R_{ref} und dem Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird, wobei der maximale Differenzbetrag maximal 10% des Referenzwertes R_{ref} beträgt.

[0029] Weiters kann z.B. vorgesehen sein, dass bei Feststellen eines LED-Kurzschlusses eine Fehlerroutine ausgelöst wird. Die Fehlerroutine kann beispielsweise die Ausgabe eines Fehlersignals $s1$ (siehe Fig. 1) und/oder die Veränderung des Betriebszustandes des LED-Stranges 3 umfassen. Bei Nichtvorliegen eines LED-Kurzschlusses kann hingegen ein Signal $s2$ zur Bestätigung der Fehlerfreiheit ausgegeben werden.

[0030] Im Falle des Feststellens von Kurzschlussfehlerfreiheit kann der erfasste Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} den vorliegenden Referenzwert R_{ref} ersetzen und auf dem

Datenspeicher 6 abgespeichert werden, um in einer nachfolgenden Iteration der Schritte a bis f als aktualisierter Referenzwert zu dienen.

[0031] Mit Blick auf Fig. 1 sei erwähnt, dass das Kurzschlusserkennungs-system 9 dazu eingerichtet sein kann, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes I_{W1} , I_{W2} unabhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes I_B des LED-Stranges 3 ist.

[0032] Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass das Kurzschlusserkennungs-system dazu eingerichtet ist, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes I_{W1} , I_{W2} abhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes I_B des LED-Stranges 3 ist.

[0033] Weiters betrifft die Erfindung einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, umfassend ein erfindungsgemäßes kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem 7. Weiters betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, umfassend ein erfindungsgemäßes kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem 7 und/oder einen erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerfer.

[0034] Fig. 1 zeigt noch einige weitere Merkmale, die erwähnenswert sind: Die Versorgung des LED-Strangs 3 bzw. des Lichtsystems 7 kann von einer Batterie 1 bzw. einem Energiespeicher bereitgestellt werden. Der Betriebsgleichstrom I_B kann von einem Treiber 2 geliefert werden.

[0035] Dieser Treiber 2 kann beispielsweise als Schaltwandler oder als Linearregler ausgeführt sein. Ist der Treiber 2 als Schaltwandler ausgeführt, so weist dieser, bekanntermaßen, einen elektronischen Schalter (nicht gezeigt) auf, um eine geforderte Ausgangsgröße zu steuern. Je nach Anforderungen kann der Treiber 2 als eine Kombination aus mehreren Schaltwandlern ausgeführt sein. Beispielsweise kann eine Kombination aus Hochsetzstellern 21 und Tiefsetzstellern 22, 22a eingesetzt werden (siehe Fig. 5). Sind mehrere LED-Stränge zu versorgen, so kann für jeden LED-Strang ein Tiefsetzsteller 22, 22a vorgesehen sein. Bevorzugt wird die Ausgangsgröße des Schaltwandlers geregelt. Die Ausgangsgröße kann dabei dem geforderten Betriebsgleichstrom I_B entsprechen. Die Regelung des Betriebsgleichstromes I_B kann über eine Modulation der Einschaltdauer des elektronischen Schalters realisiert werden. Alternativ dazu sind auch Schaltwandler bekannt geworden, welche über Modulation einer Schaltfrequenz des elektronischen Schalters die Ausgangsgröße, im vorliegenden Fall, den Betriebsgleichstrom I_B , regeln. Bei beiden Regelungsarten sind Schaltfrequenzen im oberen kHz-Bereich bis hin zu wenigen MHz üblich.

[0036] Es kann vorgesehen sein, dass der Betriebsgleichstrom I_B des LED-Stranges 3 von einem stromgeregelten Tiefsetzsteller 22, 22a bereitgestellt wird. Dieser Tiefsetzsteller weist einen elektronischen Schalter (nicht gezeigt) auf, dessen Schaltzyklen vom geforderten Betriebsgleichstrom I_B abhängen. Die Schaltzyklen entsprechen somit einer Stellgröße welche durch die Einschaltdauer und/oder durch die Schaltfrequenz änderbar

ist. Wird nun der LED-Strang 3 mittels einer Betriebsgleichspannung, beispielsweise über die Verbindung zu einer Strom- bzw. Spannungsquelle, beispielsweise einer Batterie 1, in Betrieb genommen, so kann ein Wechselstrom I_{W1} oder I_{W2} durch eine Änderung der Schaltzyklen des elektronischen Schalters überlagert werden. Die Frequenz f_w des überlagerten Wechselstromes beträgt dabei bevorzugt weniger als ein Tausendstel der Schaltfrequenz des elektronischen Schalters im stromgeregelten Tiefsetzsteller, wobei die Frequenz f_w des überlagerten Wechselstromes zumindest 60Hz beträgt.

[0037] Alternativ oder zusätzlich kann der Betriebsgleichstrom I_B linear geregelt bzw. begrenzt werden. Dazu kann ein elektronischer Schalter (nicht gezeigt) in Serie mit den LEDs 31 des LED-Stranges 3 geschaltet sein. Dieser elektronische Schalter wirkt dabei wie ein gesteuerter Widerstand und erlaubt es so, den Betriebsgleichstrom I_B des LED-Stranges 3 zu ändern. Die Stellgröße, die in dieser Variante den Betriebsstrom I_B bestimmt ist somit jene Größe, die den Wert des gesteuerten Widerstandes beeinflusst. Dadurch kann wie beim Schalterwandler der LED-Strang 3, mit einem dem Betriebsgleichstrom I_B überlagerten Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} , versorgt werden.

[0038] Sowohl in der Variante, in der der Betriebsgleichstrom I_B über einen Schaltwandler bereitgestellt wird, als auch in der Variante, in welcher der Betriebsgleichstrom I_B linear geregelt wird, kann die Stellgröße für den Treiber 2 und somit die Frequenz f_w des überlagerten Wechselstromes I_{W1} bzw. I_{W2} von einem Microcontroller 4 vorgegeben werden.

[0039] Der überlagerte Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} führt zu einer entsprechenden Änderung der LED-Strangspannung $U(t)$ des LED-Stranges 3 um den Betriebsgleichspannungspunkt. Betrachtet man nun lediglich das Kleinsignalverhalten der LEDs 31 im LED-Strang 3, so kann man von einem, durch den überlagerten Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} resultierenden, Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} am LED-Strang 31 sprechen. Dieser kann nun herangezogen werden, um auf einen Kurzschluss rückzuschließen.

[0040] Dazu kann der durch den Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} verursachte Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} am LED-Strang 3 gemessen werden. Durch eine Filterung der LED-Strangspannung $U(t)$, beispielsweise durch einen elektronischen Hochpass, kann der resultierende Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} von der Betriebsgleichspannung $U_{B(T1,T2,T3)}$ getrennt gemessen werden. Die Messung des Wechselspannungsabfalles U_{W1} bzw. U_{W2} kann durch eine Messung des Amplitudenwertes oder eine Peak to Peak Wertmessung der resultierenden Wechselspannung U_{W1} bzw. U_{W2} am LED-Strang 31 realisiert werden. Weiters kann durch den gemessenen Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} ein Effektivwert der resultierenden Wechselspannung am LED-Strang 31 berechnet werden.

[0041] Insbesondere kann eine kontinuierliche Messung des Wechselspannungsabfalls U_{W1} bzw. U_{W2} am

LED-Strang 31 vorgesehen sein, welche die LED-Strangspannung $U(t)$ bzw. den Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} laufend misst. In der Praxis wird eine derartige laufende Messung bevorzugter Weise in diskreten Zeitabständen von mindestens $1/(2*f_w)$, besonders bevorzugt von mindestens $1/(5*f_w)$, durchgeführt.

[0042] Ist eine Wechselspannungsmessung in Form einer Peak-to-Peak-Wertmessung vorgesehen, so können die einzelnen Messungen nach Maximal- und Minimalwerten gefiltert werden, womit die Berechnung des Peak-to-Peak-Wertes über die Differenzbildung von Maximal- und Minimalwert möglich wird. Dieser Peak-to-Peak-Wert entspricht einem, mit dem differentiellen Betriebs-Wechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden, Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} . Der Peak-to-Peak-Wert steigt entsprechend der abflachenden Kurve des repräsentativen differenziellen Widerstandes mit zunehmender Anzahl an LEDs 31 im LED-Strang 3. Bei einem Kurzschluss einer LED 31 sinkt der Peak-to-Peak-Wert LED-Strang 3. Analog dazu kann der Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} auch dem Amplitudenwert oder dem Effektivwert des Wechselspannungsabfalles U_{W1} bzw. U_{W2} des LED-Stranges 3 entsprechen.

[0043] Vorteilhaft ist es, wenn die Maximal- und Minimalwerte jeweils über mindestens drei Messungen gemittelt werden, bevor der Peak-to-Peak-Wert berechnet wird.

[0044] In einer bevorzugten Ausführung entspricht der Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} einer bestimmten zeitlichen Änderungsrate. Diese zeitliche Änderungsrate kann der zeitlichen Änderung eines Peak-to-Peak-Wertes oder eines Amplitudenwertes oder eines Effektivwertes innerhalb einer definierten Zeitdauer entsprechend. Damit wird die Kurzschlusserkennung unabhängiger von langsamen Änderungen durch Umwelteinflüsse. Vorteilhafterweise entspricht der Referenzwert in diesem Fall $-x*0.1$ des Vergleichs-Ist-Wertes pro Millisekunde, wobei x der Anzahl der LEDs 31 im LED-Strang 3 entspricht.

[0045] Insbesondere kann ein Microcontroller 4 vorgesehen sein, welcher dazu eingerichtet ist, den Vergleich des Referenzwertes R_{ref} mit dem Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} durchzuführen. Dieser Microcontroller 4 kann eine Spannungsmesseinheit 5 aufweisen, mit welcher die LED-Strangspannung $U(t)$ bzw. der Wechselspannungsabfall U_{W1} bzw. U_{W2} gemessen wird.

[0046] Besonders bevorzugt ist der Microcontroller 4 dazu eingerichtet, sowohl den Vergleichs-Ist-Wert R_{ist} zu ermitteln und diesen mit dem Referenzwert R_{ref} zu vergleichen, als auch die oben genannte Stellgröße für den Treiber 2 zur Verfügung zu stellen. In einer weiteren Ausführungsform kann der eingeprägte Wechselstrom I_{W1} bzw. I_{W2} dergestalt gewählt sein, dass seine Amplitude unabhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes I_B des LED-Stranges 3 ausgestaltet ist.

[0047] Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt, sondern durch den gesamten Schutzzumfang der Ansprüche definiert. Auch können

einzelne Aspekte der Erfindung bzw. der Ausführungsformen aufgegriffen und miteinander kombiniert werden. **[0048]** Etwaige Bezugszeichen in den Ansprüchen sind beispielhaft und dienen nur der einfacheren Lesbarkeit der Ansprüche, ohne diese einzuschränken.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Kurzschlusses zumindest einer LED (31) eines LED-Stranges (3) eines Lichtmoduls (8), wobei der LED-Strang (3) eine Anzahl von zumindest zwei an miteinander in Serie geschalteten LEDs (31) umfasst, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a) Bereitstellen eines Referenzwertes (R_{ref}), welcher mit einem differentiellen Betriebswechselstrom-Soll-Widerstands des LED-Stranges (3) korreliert und Hinterlegen des Referenzwertes (R_{ref}) auf einem Datenspeicher (6),
- b) Inbetriebnahme des LED-Stranges (3) mit einer Betriebsgleichspannung (U_{BT1} , U_{BT2} , U_{BT3}), sodass der LED-Strang (3) Licht abstrahlt,
- c) Einprägen eines zu der Betriebsgleichspannung (U_{BT1} , U_{BT2} , U_{BT3}) überlagerten Wechselstromes (I_{W1} , I_{W2}) in den LED-Strang (3), wobei die Frequenz des Wechselstromes (I_{W1} , I_{W2}) zumindest 60 Hz beträgt,
- d) Messen des durch den Wechselstrom (I_{W1} , I_{W2}) gemäß Schritt c) verursachten Wechselspannungsabfalles (U_{W1} , U_{W2}) an dem LED-Strang,
- e) Ableiten eines mit einem differentiellen Betriebs-Wechselstrom-Ist-Widerstandswert korrelierenden Vergleichs-Ist-Wertes (R_{ist}) des LED-Strangs unter Zuhilfenahme des gemäß Schritt d) gemessenen Wechselspannungsabfalles (U_{W1} , U_{W2}),
- f) Abrufen des auf dem Datenspeicher (6) gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellten Referenzwertes (R_{ref}) und Vergleich mit dem Vergleichs-Ist-Wert (R_{ist}), wobei ergebnisabhängig von dem Vergleich auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der gemäß Schritt c) eingeprägte Wechselstrom (I_{W1} , I_{W2}) frei von einem Gleichanteil ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der eingeprägte Wechselstrom (I_{W1} , I_{W2}) den zeitlichen Verlauf eines Rechtecksignals, eines Dreiecksignals oder eines Sinussignals aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gemäß Schritt c) eingeprägte Wechselstrom (I_{W1} , I_{W2}) so gewählt ist, dass seine Amp-

litude mindestens 20%, vorzugsweise zwischen 20% und 60% des Absolutbetrages des Nennwertes eines durch die Betriebsgleichspannung (U_{BT1} , U_{BT2} , U_{BT3}) veranlassten Betriebsgleichstromes (IB) des LED-Stranges (3) beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gemäß Schritt a) zur Verfügung gestellte Referenzwert (R_{ref}) der differentielle Betriebswechselstrom-Soll-Widerstand ist, und wobei der gemäß Schritt e) abgeleitete Vergleichs-Ist-Wert (R_{ist}) ein differentieller Betriebswechselstrom-Widerstands-Ist-Wert ist, der erhalten wird, indem ein Quotient aus dem gemessenen Wechselspannungsabfall (U_{W1} , U_{W2}) gemäß Schritt d) und dem eingepägten Wechselstroms (I_{W1} , I_{W2}) gemäß Schritt c) gebildet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei es sich bei dem Vergleich gemäß Schritt f) um einen Grenzwertvergleich handelt, wobei bei Überschreiten eines vorgebbaren maximalen Differenzbetrags gebildet durch die Differenz aus Referenzwert (R_{ref}) und dem Vergleichs-Ist-Wert (R_{ist}) auf das Vorliegen eines LED-Kurzschlusses rückgeschlossen wird, wobei der maximale Differenzbetrag maximal 10% des Referenzwertes (R_{ref}) beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Feststellen eines LED-Kurzschlusses eine Fehleroutine ausgelöst wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Fehleroutine die Ausgabe eines Fehlersignal ($s1$) und/oder die Veränderung des Betriebszustandes des LED-Stranges (3) umfasst.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Nichtvorliegen eines LED-Kurzschlusses ein Signal ($s2$) zur Bestätigung der Fehlerfreiheit ausgegeben wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Falle des Feststellens von Kurzschlussfehlerfreiheit in Schritt e) der erfasste Vergleichs-Ist-Wert (R_{ist}) den vorliegenden Referenzwert (R_{ref}) ersetzt und auf dem Datenspeicher (6) abgespeichert wird, um in einer nachfolgenden Iteration der Schritte a) bis f) als aktualisierter Referenzwert zu dienen.

11. Kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem (7) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend

- ein Lichtmodul (8) mit zumindest einem LED-Strang (3), wobei der zumindest eine LED-Strang (3) eine Anzahl von zumindest zwei an

- miteinander in Serie geschalteten LEDs (31) aufweist,
 - sowie ein Kurzschlusserkennungssystem (9), wobei das Kurzschlusserkennungssystem (9) zumindest zur elektrischen Versorgung des zumindest einen LED-Stranges (3) eingerichtet ist, wobei das Kurzschlusserkennungssystem (9) dazu eingerichtet ist, die Schritte a) bis f) des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen. 5 10
- 12.** Kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem (7) nach Anspruch 11, wobei das Kurzschlusserkennungssystem (9) dazu eingerichtet ist, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes (I_{W1} , I_{W2}) unabhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes (IB) des LED-Stranges (3) ist. 15
- 13.** Kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem (7) nach Anspruch 11, wobei das Kurzschlusserkennungssystem dazu eingerichtet ist, dass die Amplitude des überlagerten Wechselstromes (I_{W1} , I_{W2}) abhängig vom Absolutbetrag des Nennwertes des Betriebsgleichstromes (IB) des LED-Stranges (3) ist. 20 25
- 14.** Kraftfahrzeugscheinwerfer, umfassend ein kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 15.** Kraftfahrzeug, umfassend ein kurzschlussfehlererkennendes Lichtsystem (7) nach einem der Ansprüche 11 bis 13 und/oder einen Kraftfahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 14. 30 35 40 45 50 55

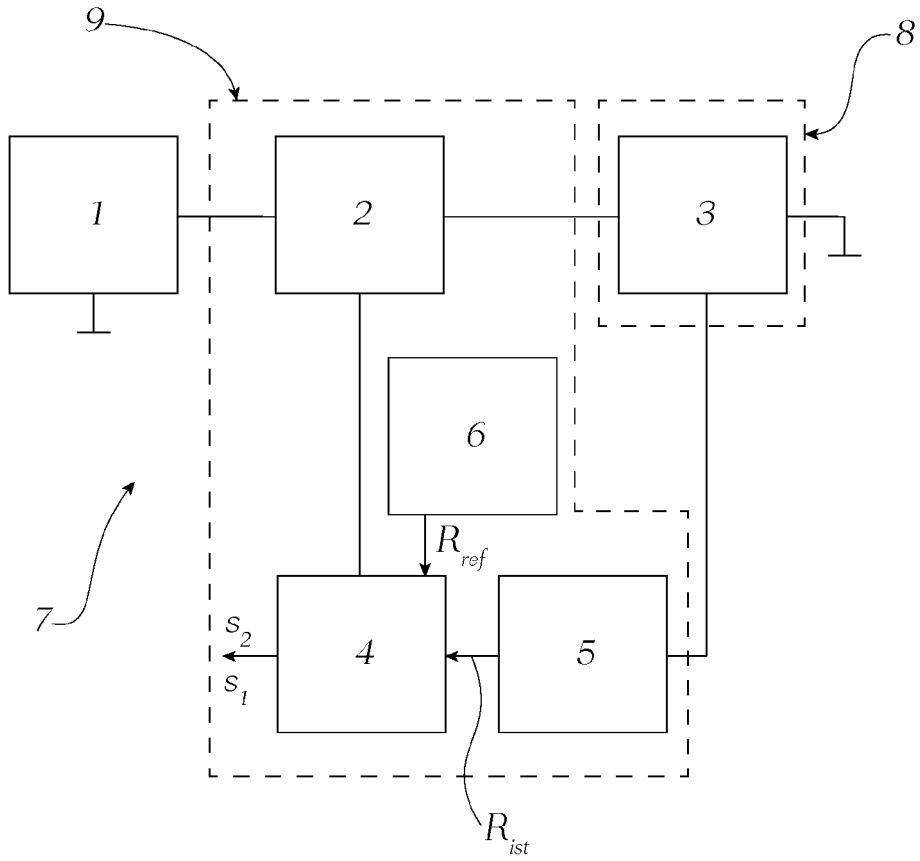


Fig. 1

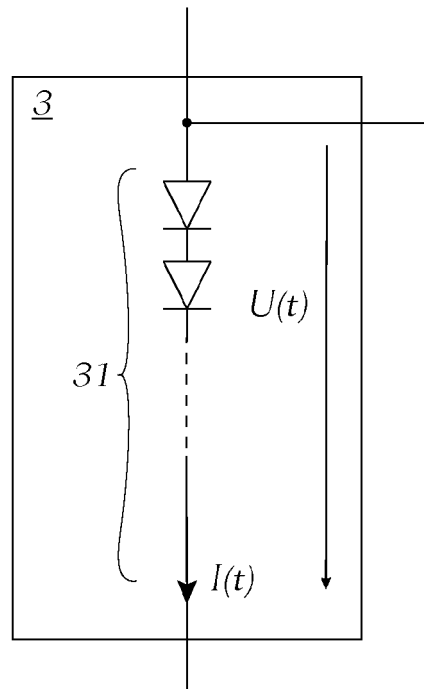


Fig. 2

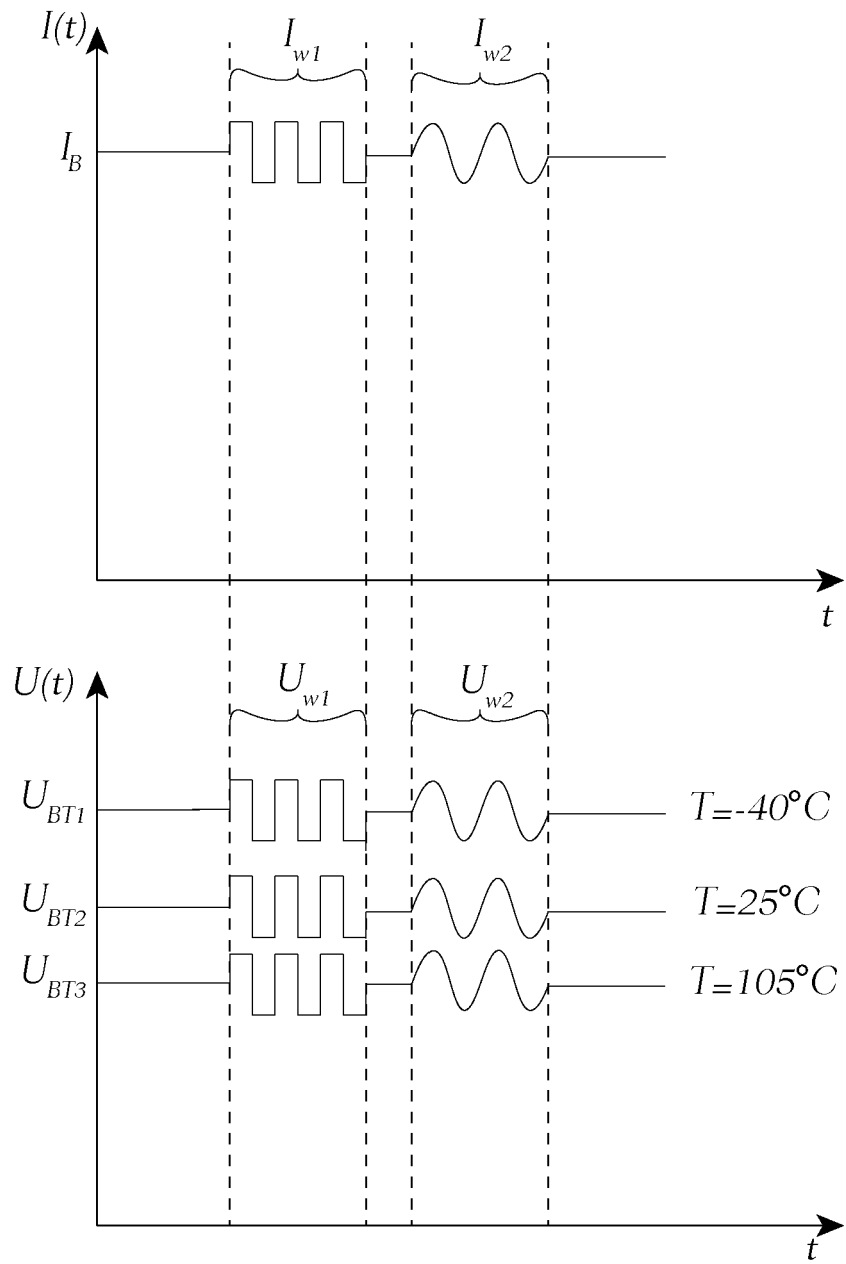


Fig. 3

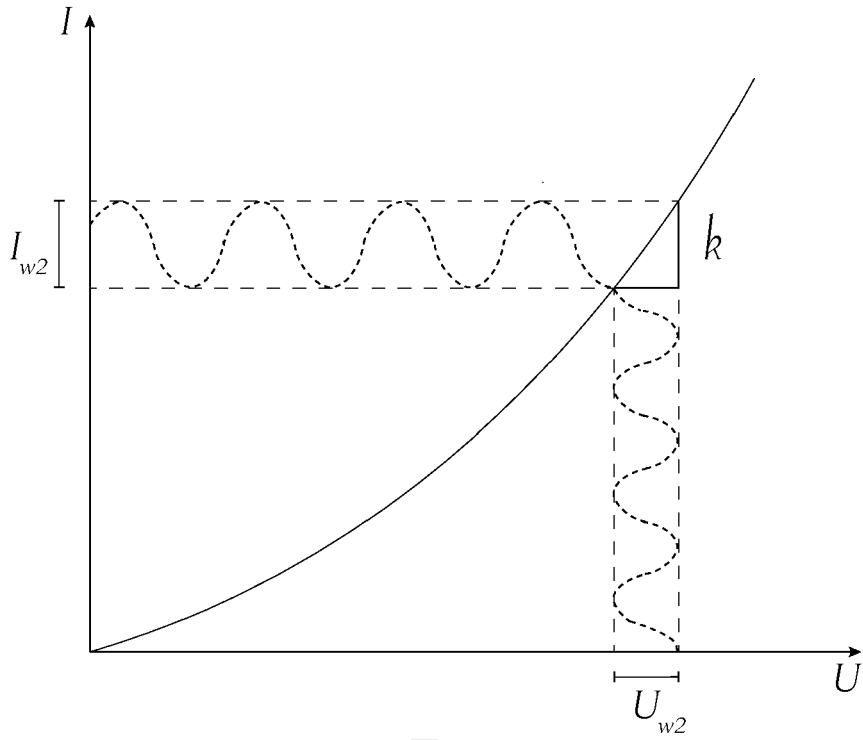


Fig. 4

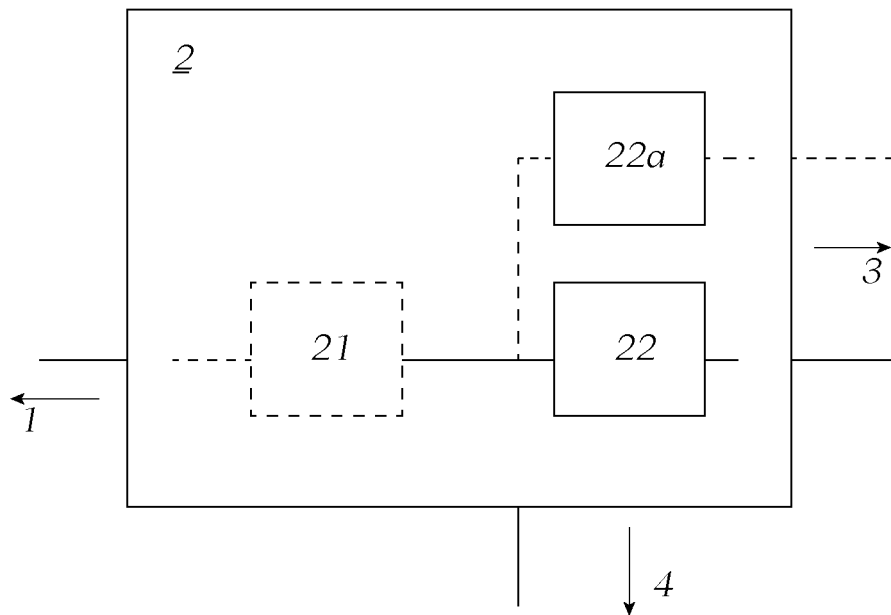


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 21 7549

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	<p>EP 2 717 653 A1 (NXP BV [NL]) 9. April 2014 (2014-04-09) * Absatz [0023] - Absatz [0050]; Abbildungen 1, 2 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15	<p>INV. H05B45/54</p>
			<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</p>
			<p>H05B</p>
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p>			
<p>Recherchenort München</p>		<p>Abschlußdatum der Recherche 30. Mai 2022</p>	<p>Prüfer Plamann, Tobias</p>
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>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</p>			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 21 7549

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

30-05-2022

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
10	EP 2717653 A1	09-04-2014	CN 103716972 A	09-04-2014
			EP 2717653 A1	09-04-2014
15			US 2014097849 A1	10-04-2014
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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