



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2016 Patentblatt 2016/42

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

(21) Anmeldenummer: **16165482.7**

(22) Anmeldetag: **15.04.2016**

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

(30) Priorität: **17.04.2015 DE 102015105914**

(71) Anmelder: **Siteco Beleuchtungstechnik GmbH**
83301 Traunreut (DE)

(72) Erfinder:
• **Wuppinger, Bernhard**
83362 Surberg (DE)
• **Rhein, Markus**
83329 Otting (DE)
• **Pölzl, Julia**
83355 Grabenstätt (DE)

(74) Vertreter: **Schmidt, Steffen**
Boehmert & Boehmert
Anwaltpartnerschaft mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG EINER LEBENSERWARTUNGS-INFORMATION EINES LED-MODULS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls mit einer Vielzahl von LEDs, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Erfassen von Vorwärtsspannungen des LED-Moduls zu Zeitpunkten, die weniger als 100 ms auseinander liegen, Vergleichen einer aktuell erfassten Vorwärtsspannung mit einer oder mehreren früher erfassten Vorwärtsspannungen, um einen Span-

nungssprung zu detektieren, der eine Mindestsprungspannung innerhalb einer vorgegebenen Sprungdauer erreicht, wobei die Mindestsprungspannung zumindest 60 mV beträgt und die vorgegebene Sprungdauer weniger als 100 ms lang ist und Bestimmen einer Lebenserwartungs-Information basierend auf einem oder mehreren detektierten Spannungssprüngen.

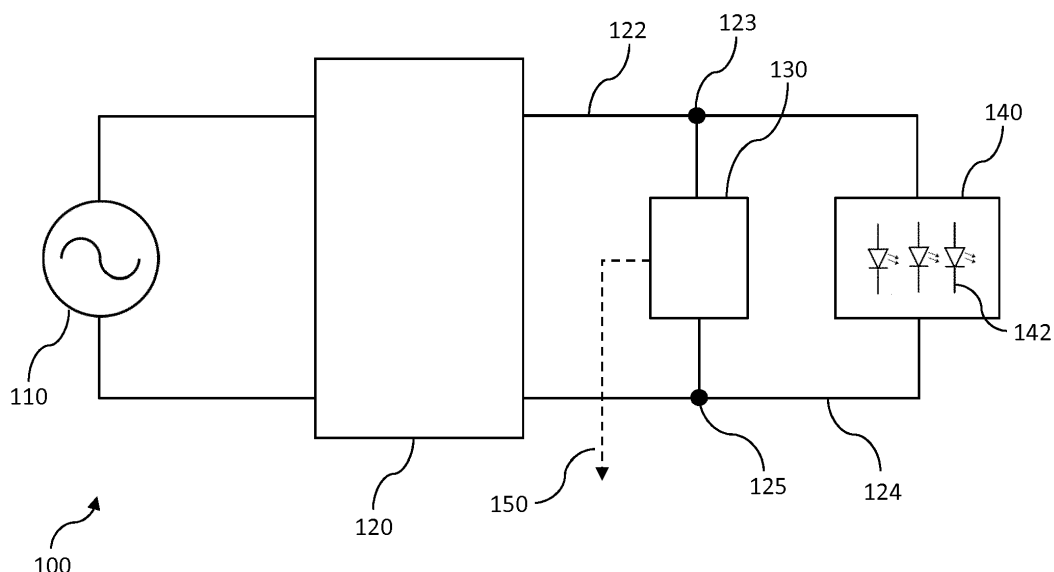


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls mit einer Vielzahl von LEDs.

[0002] LEDs haben typischerweise eine höhere Lebenserwartung als klassische Leuchtmittel wie z.B. Glühlampen oder auch Kompaktleuchtstofflampen. Dennoch besteht auch bei LED-Modulen ein Bedarf, einen bevorstehenden Ausfall des LED-Moduls zu erkennen. Insbesondere ist es wichtig, einen bevorstehenden Ausfall des LED-Moduls zu erkennen, der nicht auf einen Ausfall einer der LEDs zurückzuführen ist, sondern auf eine anderweitige Alterungserscheinung des LED-Moduls. Diese anderweitigen Alterungserscheinungen führen typischerweise deutlich häufiger und früher zu einem Ausfall des LED-Moduls als die Alterung der LEDs selber.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass einzelne Betriebsparameter von Leuchtmitteln, z.B. die im Konstantstrombetrieb anliegende Spannung, sich mit zunehmendem Alter des Leuchtmittels allmählich ändern und somit eine verbleibende Lebenserwartung des Leuchtmittels abgeschätzt werden kann.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, welches eine zuverlässige Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls ermöglicht.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls mit einer Vielzahl von LEDs, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Erfassen von Vorwärtsspannungen des LED-Moduls zu Zeitpunkten, die weniger als 100 ms auseinander liegen,
- Vergleichen einer aktuell erfassten Vorwärtsspannung mit einer oder mehreren früher erfassten Vorwärtsspannungen, um einen Spannungssprung zu detektieren, der eine Mindestsprungspannung innerhalb einer vorgegebenen Sprungdauer erreicht, wobei die Mindestsprungspannung zumindest 60 mV beträgt und die vorgegebene Sprungdauer weniger als 100 ms lang ist, und
- Bestimmen einer Lebenserwartungs-Information basierend auf einem oder mehreren detektierten Spannungssprüngen.

[0006] Die Erfinder haben erkannt, dass die besonderen thermischen Bedingungen innerhalb von LED-Modulen entscheidend sind für einen vorzeitigen Ausfall der LED-Module. Relativ zum erzeugten Lichtstrom erwärmen sich LEDs zwar deutlich weniger als z.B. Glühlampen. Aufgrund der geringen Größe der LEDs kommt es aber dennoch zu einer hohen Wärmeentwicklung am Ort der LEDs sowie am Ort der Lötstellen, mit denen die

LEDs mit dem LED-Modul elektrisch verbunden und am LED-Modul mechanisch befestigt sind. Insbesondere bei häufigem Ein- und Ausschalten des LED-Moduls kommt es daher zu am Ort der Lötstellen zu hohen Temperaturschwankungen.

[0007] Diese Temperaturschwankungen bedeuten eine hohe thermische und mechanische Belastung für die Lötstellen und führen zu thermischen Verwerfungen, die letztlich zum Ausfall des LED-Moduls führen können. Insbesondere können die thermischen Verwerfungen zu Entstehen von Rissen in den Lötstellen führen. Diese Risse können plötzlich entstehen und verursachen dabei einen plötzlich veränderten Spannungsabfall an der Lötstelle. Die Ermüdung einer Lötstelle, welche thermischer Wechsellast unterzogen wird, kann durch Rissinitiierung an den Außenkanten der Lötstelle und weiterer Schädigung durch Rissfortschritt erfolgen, bis diese letztendlich brechen. Der Fortschritt der Lötstelleneimüdung kann anhand der Spannungssprünge festgestellt werden. Durch permanente (bzw. periodische) Überwachung der Vorwärtsspannung einer oder mehrerer LEDs ist es daher möglich, frühzeitige Ausfälle des LED-Moduls zu detektieren

[0008] Erfindungsgemäß können diese plötzlich erhöhten Spannungsabfälle detektiert werden und zur Vorhersage einer Lebenserwartungs-Information verwendet werden.

[0009] Die Erfassung der Vorwärtsspannungen kann z.B. durch einen A/D-Wandler folgen, wobei die vom A/D-Wandler erfassten Vorwärtsspannungen in einem Speicher-Array eines Mikro-controllers gespeichert werden.

[0010] Die Zeitpunkte, zu denen die Erfassung erfolgt, können in regelmäßigen Abständen zueinander liegen. Zum Beispiel kann ein D/A-Wandler mit einer festen Taktrate Vorwärtsspannungen einlesen.

[0011] Die Vorwärtsspannung kann an dem positiven und negativen Anschluss des LED-Moduls abgegriffen werden. Das LED-Modul kann dazu ausgebildet sein, von einer Konstantstromquelle versorgt zu werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das LED-Modul keine eigene Regelelektronik aufweist.

[0012] In bevorzugten Ausführungsformen umfasst das LED-Modul mehrere in Reihe geschaltete LEDs. Die Vorwärtsspannung kann dabei in bestimmten Ausführungsformen auch direkt an den positiven und negativen Anschlüssen dieser Reihenschaltung abgegriffen werden.

[0013] In Ausgestaltungen der Erfindung ist vorgesehen, dass die LEDs des LED-Moduls von einer Konstantstromquelle versorgt werden.

[0014] Die LEDs des LED-Moduls können auf einer Leiterplatte aufgelötet sein. Alternativ sind aber auch andere Anordnungen denkbar. Als Lot kann dabei ein Weichlot oder ein Hartlot zum Einsatz kommen. Insbesondere können Zinnlote zum Einsatz kommen. Diese können unterschiedliche Anteile von Zinn und Blei mit geringen Anteilen an Eisen, Antimon, Kupfer und Nickel aufweisen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Mindestsprungspannung mehr als 200 mV, insbesondere mehr als 500 mV beträgt und/oder die Sprungdauer weniger als 50 ms, insbesondere weniger als 10 ms, lang ist.

[0016] Somit können ermüdungsbedingte Spannungssprünge von reinem Rauschen in der Erfassung der Vorwärtsspannung unterschieden werden.

[0017] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Mindestsprungspannung mehr als 1 V oder mehr als 2 V beträgt und/oder die Sprungdauer weniger als 5 ms oder weniger als 2 ms beträgt.

[0018] Die Erfassung auch von derart kurzen Spannungssprüngen setzt ggf. voraus, dass die Vorwärtsspannung in entsprechend kurzen Zeitintervallen erfasst wird.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass für negative Spannungssprünge, bei denen die Vorwärtsspannung auf einen niedrigeren Wert springt, eine negative Mindestsprungspannung definiert ist und für positive Spannungssprünge, bei denen die Vorwärtsspannung auf einen höheren Wert springt, eine positive Mindestsprungspannung definiert ist, wobei die positive Mindestsprungspannung von der negativen Mindestsprungspannung verschieden ist.

[0020] Vorzugsweise werden sowohl positive als auch negative Spannungsschwankungen als Spannungssprünge detektiert. Experimente haben aber ergeben, dass bei bestimmten LED-Modulen positive Spannungssprünge, bei denen die Vorwärtsspannung am LED-Modul plötzlich ansteigt, ein noch zuverlässigeres Zeichen für einen bevorstehenden Ausfall sind, als negative Spannungssprünge. Insofern kann es vorteilhaft sein, eine positive Mindestsprungspannung zu wählen, die niedriger festgelegt ist als die negative Mindestsprungspannung. Somit können mehr positive Spannungssprünge detektiert und bei der Bestimmung der Lebenserwartungs-Information berücksichtigt werden.

[0021] In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass die Mindestsprungspannung, ab der ein Spannungssprung detektiert wird, relativ zur Vorwärtsspannung bestimmt wird. Zum Beispiel kann die Mindestsprungspannung 0,05% der Vorwärtsspannung betragen. In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann die Mindestsprungspannung 0,1%, 0,3%, 1% oder 3 % der Vorwärtsspannung betragen. Dabei kann die Mindestsprungspannung relativ zur momentanen Vorwärtsspannung oder relativ zu der zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung bestimmt werden.

[0022] Bei der Mindestsprungspannung, ab der ein Spannungssprung detektiert wird, handelt es sich um ein Fehlerkriterium, das so wie andere Fehlerkriterien je nach Applikation (Umgebungstemperaturbereiche, LED, Leiterplattenmaterial,...) definiert werden kann. Vorzugsweise werden Mindestsprungspannungen zwischen 0,3 - 2,0 V definiert.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist

vorgesehen, dass die Lebenserwartungs-Information umfasst:

- eine erste Alarm-Information, die ausgegeben wird, wenn ein erstmaliger Spannungssprung detektiert wird, und/oder
- eine zweite Alarm-Information, die ausgegeben wird, wenn innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums mehr als eine vorgegebene Anzahl von Spannungssprüngen detektiert wird.

[0024] Die erste Alarm-Information kann sich also auf eine erste Frühwarnung beziehen. Typischerweise wird ein erster Spannungssprung schon relativ früh im Lebenszyklus eines LED-Moduls auftreten, z.B. zu einem Zeitpunkt, an dem die Ausfallwahrscheinlichkeit noch unter 10% beträgt.

[0025] Sofern die Mindestsprungspannung, ab der ein Spannungssprung detektiert wird, etwas höher festgelegt wird, z.B. auf mindestens 500 mV, mindestens 1 V oder mindestens 3 V, kann ein erstmaliger derartiger Spannungssprung aber auch schon darauf hindeuten, dass eine Wahrscheinlichkeit für einen baldigen Ausfall bereits 50% erreicht hat.

[0026] Die zweite Alarm-Information bezieht sich darauf, dass innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums mehr als eine vorgegebene Anzahl von Spannungssprüngen detektiert wird, d.h. dass bereits eine gewisse Frequenz an Spannungssprüngen erreicht ist. Der vorgegebene Zeitraum bezieht sich dabei typischerweise nur auf einen eingeschalteten Zeitraum des LED-Moduls.

[0027] Die zweite Alarm-Information ist im Vergleich zur ersten Alarm-Information typischerweise ein noch zuverlässigeres Zeichen für eine Alterung des LED-Moduls bzw. von Lötstellen des LED-Moduls, so dass ein baldiger Ausfall des LED-Moduls zu befürchten ist.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Ausgeben der ersten und/oder zweiten Alarm-Information umfasst, ein akustisches und/oder optisches Warnsignal auszugeben, insbesondere das LED-Modul in einen Blink-Modus zu versetzen.

[0029] Somit kann ein Benutzer frühzeitig darauf hingewiesen werden, dass ein Ausfall des LED-Moduls bevorsteht.

[0030] Es versteht sich, dass in Ausgestaltungen der Erfindung auch bei anderen Alarm-Informationen als der oben genannten ersten und/oder zweiten Alarm-Information ein Warnsignal ausgegeben werden kann. Zum Beispiel kann ein Warnsignal ausgegeben werden, wenn eine konkret berechnete verbleibende Lebenserwartung des LED-Moduls geringer als eine vorgegebene Mindest-Lebenserwartung ist.

[0031] In alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann das Ausgeben eines Warnsignals auch unmittelbar nach der Detektion von Spannungssprüngen erfolgen. Somit kann ein Benutzer ohne zeitliche Verzögerung sofort über einen bevorstehenden Ausfall infor-

miert werden. Dies hat den weiteren Vorteil, dass der Benutzer möglicherweise erkennen kann, dass die Alterung des LED-Moduls möglicherweise auf einen bestimmten Betriebsmodus zurückzuführen ist.

[0032] Zum Beispiel wenn das LED-Modul in einem Lampenschirm verbaut ist, in dem nicht ausreichend Wärme abgeführt werden kann, ist es sinnvoll, dass der Benutzer über die Spannungssprünge unmittelbar informiert wird.

[0033] In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass bei Ausgabe der ersten und/oder zweiten Alarm-Information ein Marker gesetzt wird, dass beim nächsten Einschalten des LED-Moduls ein Warnsignal ausgegeben wird. Somit kann der Benutzer beim nächsten Einschalten des LED-Moduls über den bevorstehenden Ausfall informiert werden.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Verfahren weiterhin die Schritte umfasst:

- Erfassen einer Temperatur und
- Anpassen der Mindestsprungspannung und/oder der vorgegebenen Sprungdauer basierend auf der erfassten Temperatur.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass nach einem Einschalten des LED-Moduls erst eine vorbestimmte Einschwingzeit abgewartet wird, bevor die weiteren Verfahrensschritte ausgeführt werden. Somit kann verhindert werden, dass Spannungsschwankungen, die auf ein normales Einschwingverhalten nach dem Einschalten zurückzuführen sind, fälschlicherweise als alterungsbedingte Spannungssprünge identifiziert werden und somit die Bestimmung der Lebenserwartungs-Information verfälschen.

[0036] Erfindungsgemäß kann die Bestimmung der Lebenserwartungs-Information auch in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur erfolgen. Zum Beispiel kann berücksichtigt werden, dass bei einer höheren Temperatur des LED-Moduls generell von einer kürzeren Lebenserwartung auszugehen ist.

[0037] Typischerweise treten alterungsbedingte Spannungssprünge erst bei einer gewissen Erwärmung der LED-Module auf. Da nach dem Einschalten einige Zeit vergeht, bevor diese Erwärmung erreicht ist, kann die vorbestimmte Einschwingzeit großzügig gewählt werden. Zum Beispiel kann die vorbestimmte Einschwingzeit, die abgewartet wird, 1 Sekunde, 5 Sekunden oder 30 Sekunden betragen.

[0038] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Verfahren weiterhin die Schritte umfasst:

- Speichern von erfassten Vorwärtsspannungen in einem Speicher-Array,
- Bestimmen einer minimalen und/oder einer maximalen in dem Speicher-Array gespeicherten Vorwärtsspannung,

wobei das Vergleichen einer aktuell erfassten Vorwärtsspannung mit einer oder mehreren früher erfassten Vorwärtsspannungen umfasst, die aktuell erfasste Vorwärtsspannung mit der minimalen und/oder mit der maximalen Vorwärtsspannung zu vergleichen.

[0039] Somit ist ein besonders einfach zu implementierendes Verfahren gegeben, bei dem zuverlässig einzelne Ausreißer als Spannungssprünge identifiziert werden können.

[0040] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass mehr als 20 und/oder weniger als 200 Vorwärtsspannungen in dem Speicher-Array gespeichert werden. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass lediglich 10 Vorwärtsspannungen gespeichert werden oder mehr als 500 Vorwärtsspannungen gespeichert werden.

[0041] In Ausführungsformen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass nur eine bestimmte Teilmenge der erfassten Vorwärtsspannungen im Speicher-Array gespeichert werden. Zum Beispiel kann jede zweite oder jede dritte erfasste Vorwärtsspannung im Speicher-Array gespeichert werden.

[0042] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Verfahren weiterhin einen Schritt umfasst, mehrere erfasste Vorwärtsspannungen zu mitteln, um eine zeitlich gemittelte Vorwärtsspannung zu erhalten, wobei das Vergleichen einer aktuell erfassten Vorwärtsspannung mit einer oder mehreren früher erfassten Vorwärtsspannungen umfasst, die aktuell erfasste Vorwärtsspannung mit der zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung zu vergleichen.

[0043] Die aktuell erfassten Vorwärtsspannungen mit einer zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung zu vergleichen, hat den Effekt, dass einzelne kleiner Ausreißer bei der Erfassung der Vorwärtsspannung nicht für den Vergleich mit der aktuell erfassten Vorwärtsspannung verwendet werden. Da diese kleineren Ausreißer typischerweise auf Rauschen bei der Erfassung der Vorwärtsspannung zurückzuführen sind, kann es sinnvoll sein, sie bei der Bestimmung der Spannungssprünge nicht zu berücksichtigen.

[0044] Das Bestimmen der zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung kann über eine vorbestimmte Zeit erfolgen, die z.B. 0,1 Sekunden 1 Sekunde, 10 Sekunden oder 1 Minute betragen kann.

[0045] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Lebenserwartungs-Information eine Ausfallwahrscheinlichkeit umfasst, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit basierend auf einer Höhe und/oder einer Häufigkeit der Spannungssprünge bestimmt wird, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit insbesondere proportional zu der Höhe und/oder der Häufigkeit der Spannungssprünge bestimmt wird. Zum Beispiel kann die Berechnung über eine Formel erfolgen, in der als Faktoren sowohl eine durchschnittliche Sprungspannung der letzten detektierten Spannungssprünge als auch die Frequenz und/oder kumulative Häufigkeit der Spannungssprünge

auftauchen.

[0046] Somit ist ein besonders einfach, einen Schätzwert für die Ausfallwahrscheinlichkeit zu bestimmen. Es versteht sich, dass erfindungsgemäß die bestimmte Ausfallwahrscheinlichkeit nicht zwangsläufig exakt proportional zu der Höhe und/oder der Häufigkeit der Spannungssprünge bestimmt werden muss. Es ist auch denkbar, dass die Ausfallwahrscheinlichkeit über eine Formel bestimmt wird, bei der lediglich in bestimmten Abschnitten eine Proportionalität zu der Höhe und/oder der Häufigkeit der Spannungssprünge besteht.

[0047] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Verfahren weiterhin einen Schritt umfasst, eine Differenz der erfassten Vorwärtsspannung von einer Referenz-Vorwärtsspannung zu bestimmen, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit proportional zu der Differenz bestimmt wird. Bei dieser Ausführungsform kann die Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit also proportional zur genannten Differenz und der Höhe und/oder der Häufigkeit der Spannungssprünge sein.

[0048] Die eingangs genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch eine Vorrichtung, die dazu ausgebildet ist, das Verfahren gemäß einer der oben genannten Ausführungsformen auszuführen.

[0049] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Vorrichtung weiterhin eine Bus-Schnittstelle und/oder eine Funk-Schnittstelle aufweist, die dazu ausgebildet ist, die Lebenserwartungs-Information auszugeben. Somit können die Informationen über die Lebenserwartung von verschiedenen LED-Modulen in einem Gebäude zentral erfasst werden. Somit kann leicht ein Überblick darüber erhalten werden, wo und wann welche LED-Module voraussichtlich ausgetauscht werden müssen.

[0050] Bei der Funk-Schnittstelle kann es sich um ein WLAN-Modul handeln, das dazu ausgebildet ist, eine Funkverbindung mit einem WLAN und mit dem Internet aufzunehmen. Bei der Funk-Schnittstelle, kann es sich auch um ein Funkmodul handeln, das dazu ausgebildet ist, mit einem Mobilfunknetz Verbindung aufzunehmen und somit eine Verbindung zum Internet herzustellen. Somit ist es möglich, dass die Vorrichtung über die Lebenserwartungs-Information über das Internet kommunizieren kann. Zum Beispiel kann die Lebenserwartungs-Information an ein Wartungs-Unternehmen kommuniziert werden. Die Mitarbeiter des Wartungs-Unternehmens wissen dann, dass bald LED-Module ausgetauscht werden müssen.

[0051] Über BUS-Protokolle der Beleuchtungstechnik (z.B. DALI, DMX,...) kann das Auftreten derartiger Fehler abgefragt und ggf. ein Gruppentausch veranlasst werden, ohne dass die Beleuchtungs-Anlage zuvor ausfällt bzw. ihre lichttechnische Aufgabe nicht mehr erfüllt.

[0052] Über entsprechende Wartungstools (Servicebox,...) wäre es für einen Techniker möglich, vor Ort den Leuchtenzustand zu verifizieren.

[0053] Die eingangs genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch ein LED-Modul, umfas-

send eine Leiterplatte, eine Vielzahl von auf der Leiterplatte aufgelöteten LEDs und eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0054] Vorzugsweise umfasst das LED-Modul eine Vielzahl von in Reihe geschalteten LEDs, z.B. zumindest 10 oder 30 in Reihe geschaltete LEDs.

[0055] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Vorrichtung eine Steck-Vorrichtung ist, die dazu geeignet ist, auf ein LED-Modul und/oder auf ein elektronisches Vorschalt-Gerät aufgesteckt zu werden. Vorteilhafterweise kann die Vorrichtung dabei einfach an den positiven und negativen Anschluss des LED-Moduls angeklemt werden. Somit ist es besonders einfach, eine Möglichkeit zur Bestimmung von Lebenserwartungs-Informationen bei vorhandenen LED-Modulen und/oder elektronischen Vorschalt-Geräten nachzurüsten. Die Steck-Vorrichtung kann einen Temperatur-Sensor aufweisen, der an der Steck-Vorrichtung so angeordnet ist, dass er im aufgesteckten Zustand dem LED-Modul zugewandt ist, also die Temperatur des LED-Moduls bestimmen kann.

[0056] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass das LED-Modul eine Konstantstromquelle zur Versorgung der LEDs mit einem Konstantstrom aufweist, wobei die Konstantstromquelle dazu ausgebildet ist, den Konstantstrom zu reduzieren, wenn die Vorrichtung eine erste und/oder eine zweite Alarm-Information ausgibt.

[0057] Dies hat den Vorteil, dass das LED-Modul "geschont" werden kann, wenn erkannt wird, dass eine Alterung des LED-Moduls bereits soweit fortgeschritten ist, dass ein Ausfall des LED-Moduls droht. Durch eine Reduktion des Konstantstroms reduzieren sich die Leistung und somit auch die Wärmeentwicklung des LED-Moduls. Damit können weitere thermische Verwerfungen zumindest teilweise verhindert werden. Die reduzierte Leistung geht für den Benutzer zwar mit einem reduzierten Lichtstrom einher. In vielen Fällen wird es aber vorzuziehen sein, zumindest eine gewisse Mindestbeleuchtung statt gar keiner Beleuchtung zu haben. Zudem ist der sichtbar reduzierte Lichtstrom für den Benutzer ein Zeichen, dass bei dem LED-Modul bereits eine gewisse Alterung eingetreten ist und somit möglicherweise ein baldiger Austausch des LED-Moduls erforderlich ist.

[0058] In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann das LED-Modul erste und zweite LEDs aufweisen, wobei in einem Normalbetrieb die ersten LEDs leuchten, die zweiten LEDs hingegen abgeschaltet sind. Das LED-Modul kann dann dazu ausgebildet sein, statt einer Reduzierung des Konstantstroms einen Schaltvorgang vorzunehmen, um einen Versorgungsstrom von den ersten LEDs auf die zweiten LEDs umzuschalten.

[0059] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten

Figuren beschrieben. In den Figuren ist Folgendes dargestellt:

- Figur 1 zeigt ein beispielhaftes vereinfachtes Schaltbild einer Anordnung mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und einem LED-Modul,
- Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information,
- Figur 3 zeigt ein Schaubild von Vorwärtsspannung und Strom im Anschluss an einen Aus- und Einschaltvorgang eines LED-Moduls,
- Figur 4 zeigt ein Schaubild von Vorwärtsspannung im Strom, wobei im Verlauf der Vorwärtsspannung mehrere kleine Spannungssprünge detektiert werden können, und
- Figur 5 zeigt ein Schaubild von Vorwärtsspannung und Strom, wobei im Verlauf der Vorwärtsspannung ein großer Spannungssprung detektiert werden kann.

[0060] Figur 1 zeigt ein beispielhaftes vereinfachtes Schaltbild 100 einer Anordnung aus Wechselspannungsquelle 110, elektronischem Vorschaltgerät 120, Vorrichtung 130 und LED-Modul 140. Das elektronische Vorschaltgerät 120 beinhaltet u.a. einen Gleichrichter, der die Wechselspannung der Wechselspannungsquelle 110 in eine Gleichspannung umwandelt. Die Gleichspannung wird über eine positive Zuführung 122 und eine negative Zuführung 124 dem LED-Modul 140 zugeführt. An der positiven Zuführung 122 wird an einem positiven Kontakt 123 eine Zuleitung zu der Vorrichtung 130 abgeführt. Ebenso wird in der negativen Zuführung 124 an einem negativen Kontakt 125 eine negative Zuleitung zu der Vorrichtung 130 abgeführt. Die Kontakte 123, 125 können z.B. durch eine Steckverbindung realisiert sein, so dass die Vorrichtung 130 durch einfaches Aufstecken zu einer bestehenden Anordnung aus elektronischem Vorschaltgerät 120 und LED-Modul 140 hinzugefügt werden kann. Zumindest einige der LEDs 142 des LED-Moduls 140 sind vorzugsweise in Reihe geschaltet (in Fig. 1 nicht dargestellt).

[0061] Die Vorrichtung 130 weist weiterhin einen Bus-Anschluss 150, über die von der Vorrichtung bestimmte Lebenserwartungs-Informationen über das LED-Modul 140 an weitere elektronische Verarbeitungseinrichtungen kommuniziert werden können (in Fig. 1 nicht dargestellt).

[0062] Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information.

[0063] In einem ersten Schritt S10 wird das LED-Modul bzw. eine elektronisches Vorschalt-Gerät EVG einge-

schaltet. In einem zweiten Schritt S20 beginnt die Endlosschleife, in der die Spannungssprünge detektiert werden. Der Zeittakt beträgt dabei im hier dargestellten Beispiel $T=1\text{ms}$. In Schritt S30 wird überprüft, ob das LED-Modul gerade gedimmt wird oder noch eine Einschwingphase nach dem Einschalten des LED-Moduls vorliegt. Sofern dies der Fall ist, wird in Schritt S40 gewartet und im nächsten Zeittakt in Schritt S30 erneut überprüft, ob noch gedimmt wird oder noch eine Einschwingphase läuft.

[0064] Sobald in Schritt S30 festgestellt wurde, dass nicht mehr gedimmt wird oder eingeschwungen wird, setzt das Verfahren in Schritt S50 fort und nimmt einen neuen Messwert einer Vorwärtsspannung auf. In Schritt S60 wird dann überprüft ob es sich hierbei um den ersten Messwert nach dem Dimmen oder Einschwingen handelt. Falls ja, werden in Schritt S62 alle Wert in einem als Speicher-Array dienenden Auswertearray auf diesen neuen Messwert gesetzt. Falls nein, setzt das Verfahren in Schritt S70 fort und der maximale Wert im Auswertearray (im Folgenden: Maximalwert) und der minimale Wert im Auswertearray (im Folgenden: Minimalwert) werden ermittelt.

[0065] In Schritt S80 wird überprüft, ob eine Differenz zwischen dem Maximalwert und dem neuen Messwert größer als die Mindestsprungspannung, im vorliegenden Beispiel 60 mV, ist. Falls nein, setzt das Verfahren in Schritt S90 fort und überprüft, ob eine Differenz zwischen dem Minimalwert und dem neuen Messwert größer als die Mindestsprungspannung, hier: 60 mV, ist. Falls nein, werden in Schritt S100 alle Messwerte im Auswertearray eine Stelle "in die Vergangenheit" geschoben und in Schritt S110 der neue Messwert an der "jüngsten" Stelle gespeichert.

[0066] In alternativen Ausgestaltungen der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in Schritt S70 statt der Bestimmung des Maximal- und Minimalwerts ein zeitlich gemittelter Durchschnittswert bestimmt wird. Dies kann z.B. dadurch erfolgen, dass alle im Auswertearray gespeicherten Vorwärtsspannungen gemittelt werden. In den Schritten S80 und S90 kann dann ein Vergleich mit dieser zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung erfolgen. Zum Beispiel kann in Schritt S80 bestimmt werden, ob die aktuelle Vorwärtsspannung mehr als die (vorgegebene) positive Mindestsprungspannung über der zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung liegt und in Schritt S90 kann bestimmt werden, ob die aktuelle Vorwärtsspannung mehr als die (vorgegebene) negative Mindestsprungspannung unter der zeitlich gemittelten Vorwärtsspannung liegt. In diesen Fällen kann in Schritt S92 eine Ermüdung von mindestens einer Lötstelle erkannt werden.

[0067] Sofern eine der Überprüfungen in Schritt S100 oder Schritt S110 ein positives Ergebnis ergeben hat, dass die Mindestdifferenz also überschritten wurde, wird in Schritt S92 intern festgestellt, dass mindestens eine Lötstelle beginnt zu ermüden. In Schritt S94 wird sodann ein Marker für eine Meldung an das übergeordnete System gesetzt oder für eine Signalisierung beim Einschalt-

ten gesetzt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Endlosschleife hier beendet werden, in anderen Ausführungsbeispielen kann hingegen vorgesehen sein, dass die Endlosschleife fortgesetzt wird, z.B. um weitere Lebenserwartungs-Informationen zu erfassen und über einen Bus auszugeben.

[0068] In Schritt S120 wird die Endlosschleife beim Abschalten des EVGs bzw. des LED-Moduls beendet.

[0069] Die Figuren 3 bis 5 zeigen beispielhafte Verläufe der Vorwärtsspannung und des Betriebsstroms des LED-Moduls.

[0070] Bei dem Schaubild in Fig. 3 stellt die horizontale Achse die Zeit dar, mit einer Einheit von 1 Sekunde pro horizontalem Abschnitt 301. In vertikaler Richtung sind Vorwärtsspannung und Betriebsstrom eingezeichnet, mit Einheiten 2 V bzw. 100 mA pro vertikalem Abschnitt 302.

[0071] Fig. 3 bezieht sich auf ein Szenario, in dem das LED-Modul zuerst eingeschaltet ist, dann aus und wieder eingeschaltet wird. Dementsprechend ist der Betriebsstrom 310 zuerst konstant auf dem bestimmungsgemäßen Stromwert der Konstantstromquelle, an der linken Achse mit Bezugszeichen 311 gekennzeichnet, fällt dann zum Zeitpunkt 305 des Ausschaltens plötzlich ab auf einen Null-Stromwert, mit Bezugszeichen 312 gekennzeichnet, und steigt zum Zeitpunkt 306 des Einschaltens steil wieder an auf den bestimmungsgemäßen Stromwert.

[0072] Nach dem Einschalten zum Zeitpunkt 306 ist beim Spannungsverlauf 320 ein Einschwingvorgang 321 zu beobachten, bei dem die Spannung innerhalb von ca. 0,5 Sekunden absinkt auf einen stabilen Spannungswert. Eine erste Spannungsschwankung 322 hat einen Spannungshub von knapp 1 V. Dies kann je nach gewählter Ausführungsform der Erfindung bereits als Spannungssprung erkannt werden oder auch nicht. Eine zweite Spannungsschwankung weist einen Spannungshub von gut 2 V auf und würde typischerweise als Spannungssprung erkannt werden. Nach diesem Spannungssprung pendelt sich die Vorwärtsspannung des LED-Modul auf einem neuen, ca. 2 V niedrigeren stabilen Spannungswert ein.

[0073] Bei den Schaubildern in Fig. 4 und 5 stellt die horizontale Achse die Zeit dar, mit einer Einheit von 2 Sekunden pro horizontalem Abschnitt 401, 501. In vertikaler Richtung sind Vorwärtsspannung und Betriebsstrom eingezeichnet, mit Einheiten 1 V bzw. 200 mA pro vertikalem Abschnitt 302.

[0074] Fig. 4 zeigt ein Szenario, bei dem das LED-Modul durchgehend eingeschaltet ist. Die Betriebsstromkurve 410 ist somit im Wesentlichen konstant. Die Spannungskurve 420 schwankt kontinuierlich und weist mehrere Spannungsschwankungen 421, 422, 423, 424 und 425 auf, die von einem erfindungsgemäßen Verfahren als Spannungssprünge 421, 422, 423, 424 und 425 erkannt werden. Je nach Einstellung der Mindestsprungspannung (die, wie oben ausgeführt, z.B. von einer erfassten Temperatur abhängen kann), können auch wei-

tere Spannungsschwankungen (in Fig. 4 nicht mit Bezugszeichen versehen) als Spannungssprünge erkannt werden. Eine zu niedrige Mindestsprungspannung kann dagegen dazu führen, dass auch Rauschen fälschlicherweise als Spannungssprung erkannt wird.

[0075] Bei dem in Fig. 5 dargestellten Szenario ist das LED-Modul ebenfalls während der ganzen dargestellten Zeit eingeschaltet. Die Betriebsstromkurve 510 ist somit bis auf geringes Rauschen konstant. Bei der Spannungs-kurve 520 liegen Schwankungen vor, insbesondere eine Spannungsschwankung 521 weist einen Spannungshub von knapp 2 V auf und wird von einem erfindungsgemäßen Verfahren als Spannungssprung 521 erkannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls (140) mit einer Vielzahl von LEDs (142), wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Erfassen (S50) von Vorwärtsspannungen des LED-Moduls zu Zeitpunkten, die weniger als 100 ms auseinander liegen,
- Vergleichen (S80, S90) einer aktuell erfassten Vorwärtsspannung mit einer oder mehreren früher erfassten Vorwärtsspannungen, um einen Spannungssprung (322, 323, 421-425, 521) zu detektieren, der eine Mindestsprungspannung innerhalb einer vorgegebenen Sprungdauer erreicht, wobei die Mindestsprungspannung zumindest 60 mV beträgt und die vorgegebene Sprungdauer weniger als 100 ms lang ist, und
- Bestimmen (S92, S94) einer Lebenserwartungs-Information basierend auf einem oder mehreren detektierten Spannungssprüngen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Mindestsprungspannung mehr als 200 mV, insbesondere mehr als 500 mV beträgt und/oder die Sprungdauer weniger als 50 ms, insbesondere weniger als 10 ms, lang ist.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei für negative Spannungssprünge (322, 323, 421-425), bei denen die Vorwärtsspannung auf einen niedrigeren Wert springt, eine negative Mindestsprungspannung definiert ist und für positive Spannungssprünge (521), bei denen die Vorwärtsspannung auf einen höheren Wert springt, eine positive Mindestsprungspannung definiert ist, wobei die positive Mindestsprungspannung von der negativen Mindestsprungspannung verschieden ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Lebenserwartungs-Information umfasst:

- eine erste Alarm-Information, die ausgegeben wird, wenn ein erstmaliger Spannungssprung (322, 421, 521) detektiert wird, und/oder
 - eine zweite Alarm-Information, die ausgegeben wird, wenn innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, insbesondere innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums des LED-Moduls im eingeschalteten Zustand, mehr als eine vorgegebene Anzahl von Spannungssprüngen detektiert wird.
- 5
11. Verfahren nach Anspruch 10, weiterhin umfassend einen Schritt, eine Differenz der erfassten Vorwärtsspannung von einer Referenz-Vorwärtsspannung zu bestimmen, wobei die Ausfallwahrscheinlichkeit proportional zu der Differenz bestimmt wird.
- 10
12. Vorrichtung (130) zur Bestimmung einer Lebenserwartungs-Information eines LED-Moduls (140), wobei die Vorrichtung dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche auszuführen.
- 15
13. Vorrichtung (130) nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung weiterhin eine Bus-Schnittstelle (150) und/oder eine Funk-Schnittstelle aufweist, die dazu ausgebildet ist, die Lebenserwartungs-Information auszugeben.
- 20
14. Vorrichtung (130) nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei die Vorrichtung eine Steck-Vorrichtung ist, die dazu geeignet ist, auf ein LED-Modul (140) und/oder auf ein elektronisches Vorschalt-Gerät (120) aufgesteckt zu werden
- 25
15. LED-Modul (140), umfassend eine Leiterplatte, eine Vielzahl von auf der Leiterplatte aufgelöteten LEDs (142) und eine Vorrichtung (130) gemäß einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei das LED-Modul eine Konstantstromquelle zur Versorgung der LEDs mit einem Konstantstrom aufweist, wobei die Konstantstromquelle dazu ausgebildet ist, den Konstantstrom zu reduzieren, wenn die Vorrichtung eine erste und/oder eine zweite Alarm-Information ausgibt.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

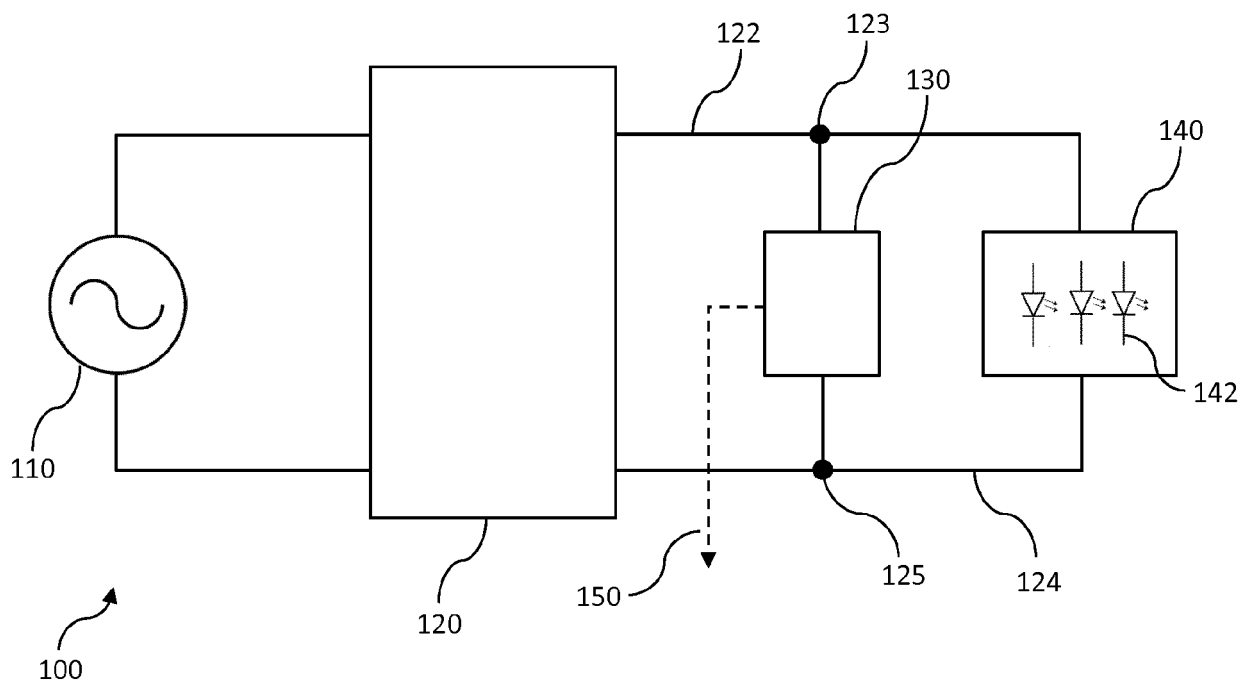
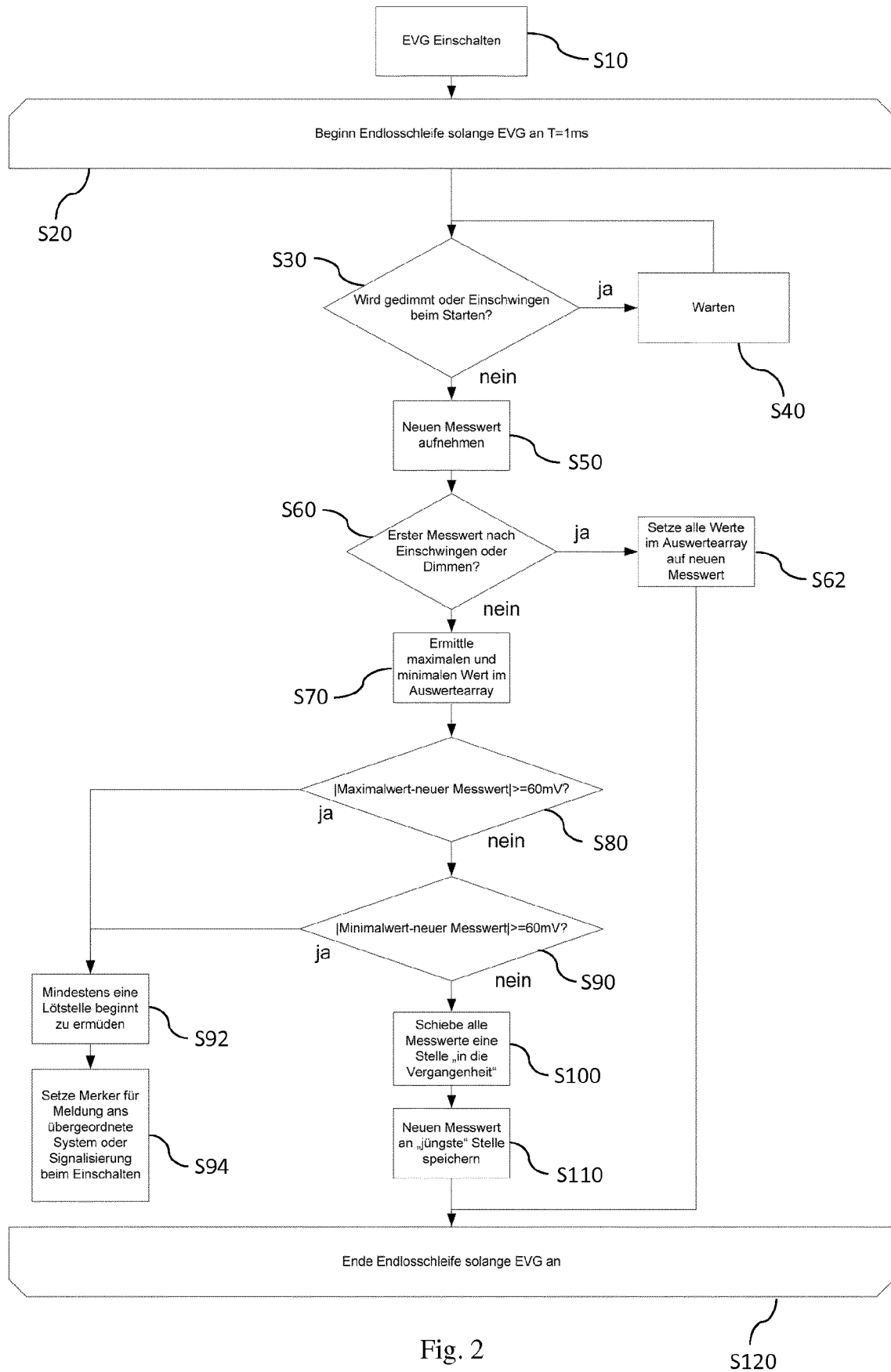
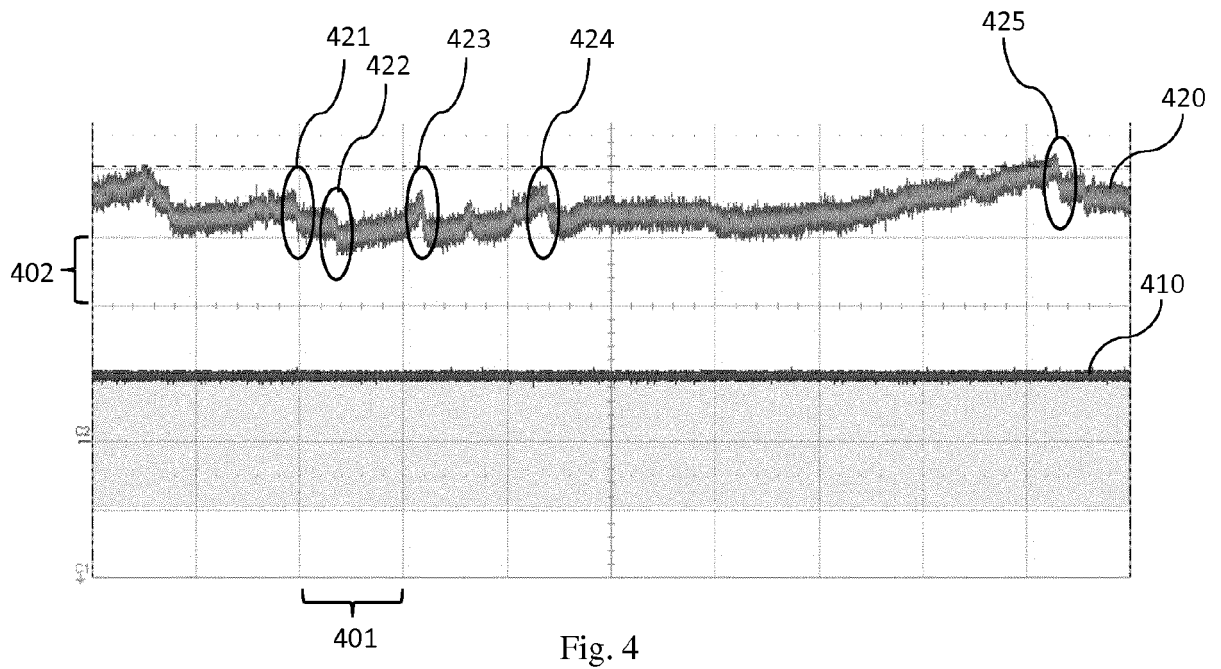
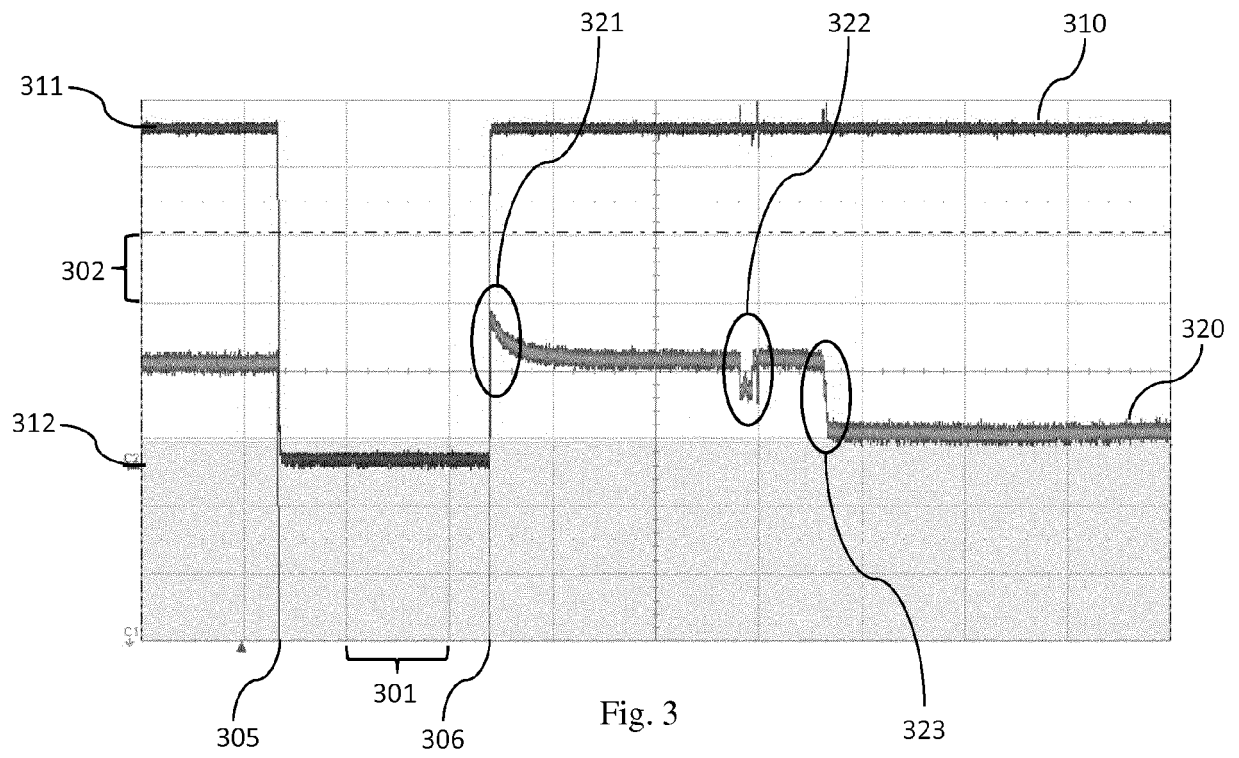


Fig. 1





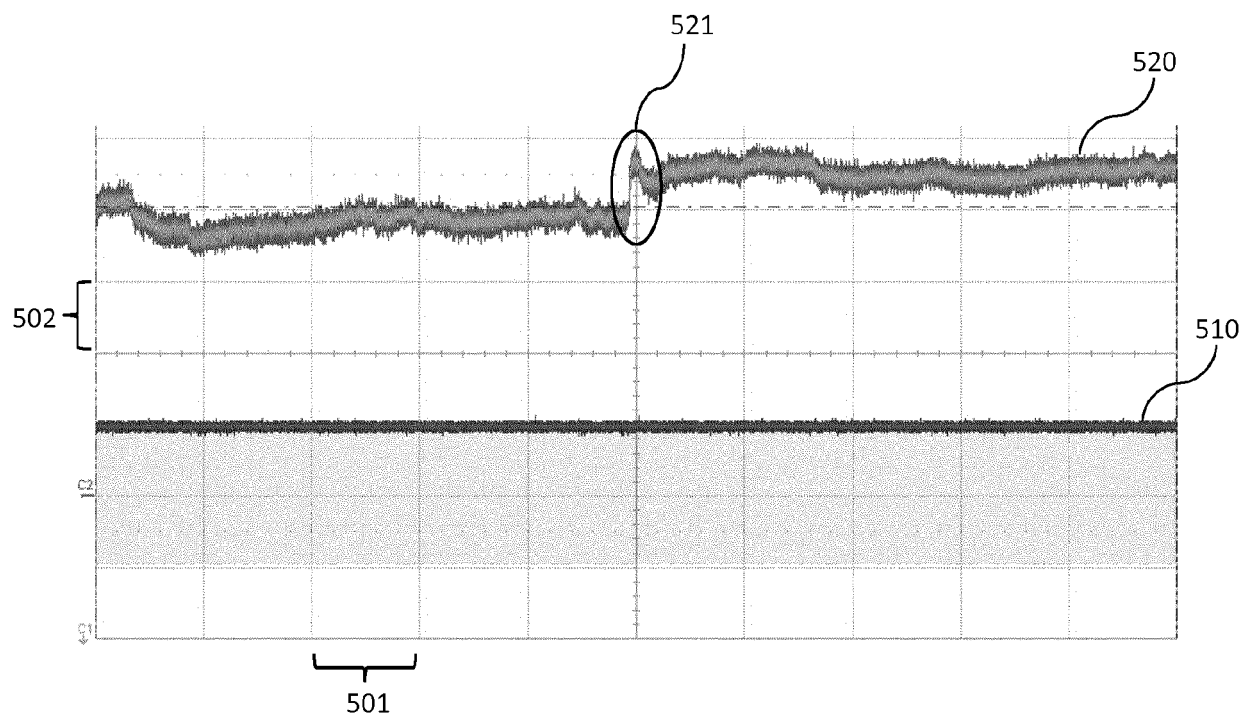


Fig.5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 16 5482

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 A	US 2010/225235 A1 (NAGASE HARUO [JP]) 9. September 2010 (2010-09-09) * Absätze [0019] - [0044]; Abbildungen 1-4 * -----	1-3,6,7, 12-14 4,5, 8-11,15	INV. H05B33/08
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. August 2016	Prüfer Waters, Duncan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 16 5482

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

08-08-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2010225235	A1	09-09-2010	CN	101842914 A	22-09-2010
				EP	2204856 A1	07-07-2010
				JP	2009111035 A	21-05-2009
15				US	2010225235 A1	09-09-2010
				WO	2009054224 A1	30-04-2009

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