



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2021 Patentblatt 2021/44

(51) Int Cl.:
H05B 45/46 (2020.01) **H05B 45/35 (2020.01)**
H05B 45/20 (2020.01) **H05B 47/18 (2020.01)**
H05B 47/19 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **21170076.0**

(22) Anmeldetag: **23.04.2021**

(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:
• **Haselberger, Hans**
83373 Tengling (DE)
• **Rhein, Markus**
83329 Otting (DE)

(74) Vertreter: **Schmidt, Steffen**
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)

(30) Priorität: **28.04.2020 DE 102020111580**

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

(54) **LED-LEUCHTE MIT STUFENLOS EINSTELLBARER LICHTFARBE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Leuchte mit einem einkanaligen elektronischen Vorschaltgerät, EVG, und einem LED-Modul, wobei das LED-Modul wenigstens drei parallele Stränge aus jeweils wenigstens einer LED umfasst und in jedem Strang ein Stromregler zum Regeln des Stroms durch den betreffenden Strang vorgesehen

ist, wobei die LEDs in unterschiedlichen Strängen eingerichtet sind, um Licht in verschiedenen Farben abzugeben, und das LED-Modul eine Steuereinrichtung aufweist, die mit den Stromreglern verbunden ist, um den Stromfluss durch die Stränge in unterschiedlichen Verhältnisse einzustellen.

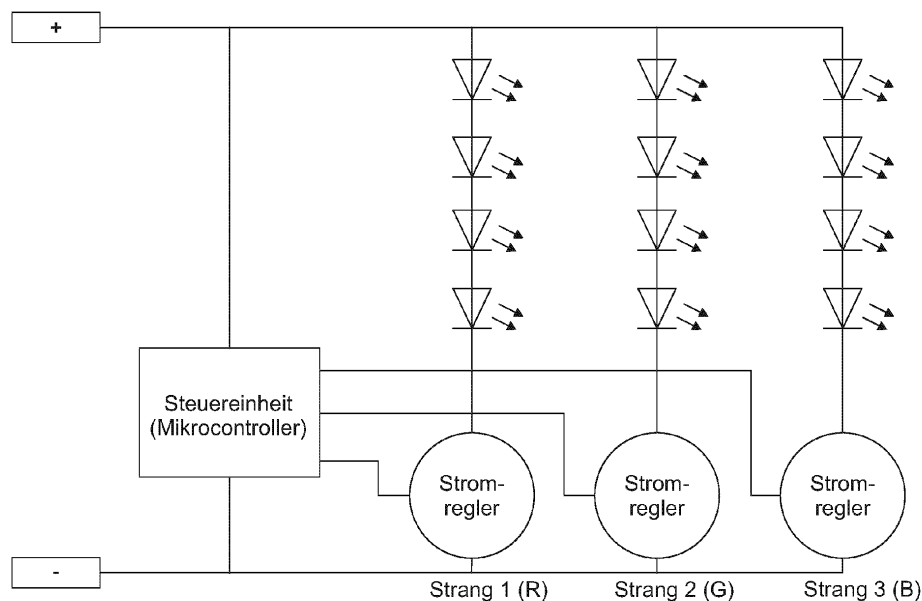


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine LED-Leuchte und insbesondere eine LED-Leuchte, deren Farbe einstellbar ist.

[0002] Die Anpassung einer Farbe einer Leuchte ist für variable Beleuchtungssituationen im Innen- und Außenbereich häufig gewünscht. Im Stand der Technik ist dazu bekannt, mit einem mehrkanaligen elektronischen Vorschaltgerät verschiedenfarbige Lichtquellen, die Licht unterschiedlicher Farbe abgeben, zu betreiben. Das Licht dieser Kanäle kann dann gemischt werden. Alternativ können auch einkanalige elektronische Vorschaltgeräte vorgesehen sein, dann ist jedoch für jede Lichtquelle, deren Licht mit andersfarbigen Lichtquellen gemischt werden soll, ein eigenes elektronisches Vorschaltgerät notwendig.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine LED-Leuchte bereitzustellen, die mit geringem Aufwand verschiedene Farben bereitstellen kann.

[0004] Gelöst wird die Aufgabe durch eine Leuchte gemäß Anspruch 1.

[0005] Eine Besonderheit der Leuchte der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Leuchte wenigstens drei Stränge von jeweils einer oder mehreren in Reihe geschalteten LEDs umfasst, wobei die Stränge Licht in verschiedenen Farben abgeben. Die logische und physikalische Farbmischung wird von dem elektronischen Vorschaltgerät (EVG) erfindungsgemäß in das LED-Modul verlagert. Das LED-Modul übernimmt die Aufteilung des Stroms aus dem vorzugsweise stromgeregelten EVG auf die wenigstens drei LED-Stränge. Durch die Kombination des Lichts der mehreren Stränge können gewünschte Farben variabel ausgewählt werden. Um das Licht der verschiedenen Stränge in beliebiger Weise kombinieren zu können, ist in jedem Strang ein Stromregler vorgesehen, welcher den Strom durch den betreffenden Strang regelt. Die Stromversorgung für alle Stränge wird durch ein gemeinsames einkanaliges elektronisches Vorschaltgerät bereitgestellt, welches das gesamte Leuchtenmodul, in dem sich alle Stränge befinden, versorgt. Durch die Stromregler kann das Verhältnis der Stromflüsse in den einzelnen Strängen eingestellt werden, um dadurch die gewünschte Mischfarbe zu erzeugen. Von besonderem Vorteil ist dabei, dass die Stromregler in den Stromsträngen und das Steuergerät in dem LED-Modul vorgesehen sind, welches insgesamt nur an ein einkanaliges elektronisches Vorschaltgerät anzuschließen ist. Im Vergleich zu Lösungen aus dem Stand der Technik, in welchem verschiedene Teilbereiche von LED-Anordnungen zur Erzeugung einer gewünschten Mischfarbe zusammengeschaltet werden, ist es nicht mehr notwendig, mehrkanalige elektronische Vorschaltgeräte für jeden Teilbereich der LED-Anordnung vorzusehen. Erfindungsgemäß genügt ein elektronisches Vorschaltgerät mit nur einem Kanal, weil die Aufteilung der Stromflüsse über die verschiedenen Stränge erst im LED-Modul durch die Stromregler in den einzelnen

Strängen, gesteuert durch den Stromregler, geschaltet werden. Das elektronische Vorschaltgerät kann davon unbeeinflusst lediglich den Strom für das gesamte Modul bereitstellen.

5 **[0006]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die eine oder die mehreren LEDs des ersten Strangs die Farbe Rot, die eine oder die mehreren LEDs des zweiten Strangs die Farbe Grün und die eine oder die mehreren LEDs des dritten Strangs die Farbe Blau auf. Durch die Mischung der drei Farben lässt sich eine gewünschte Farbe über das ganze sichtbare Farbspektrum elektronisch einstellen. In einer weiteren Ausführungsform kommen noch die Farben Weiß und/oder Amber hinzu.

10 **[0007]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das LED-Modul einschließlich der in jedem Strang vorgesehenen Stromregler und der Steuereinrichtung in der Leuchte austauschbar montiert und das EVG ist außerhalb des LED-Moduls in der Leuchte verbaut. Da die Stromregler und die Steuereinrichtung in dem LED-Modul angeordnet sind, und die Stromversorgung für das gesamte LED-Modul nur durch das einkanalige EVG bereitgestellt wird, können die Komponenten separat in der Leuchte eingefügt werden. Bei Defekt einzelner Lichtquellen kann das LED-Modul ausgetauscht werden, ohne das Vorschaltgerät ersetzen zu müssen. Ferner ist es auch möglich, verschiedene LED-Module für einen gleichen Leuchtentyp vorzusehen, um die Variabilität des Leuchtentyps in Bezug auf Lichtfarben noch weiter zu erhöhen. Außerdem kann das elektronische Vorschaltgerät in der Leuchte ebenfalls im Fall eines Defekts unabhängig von dem LED-Modul ersetzt werden.

25 **[0008]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, in jedem Schaltungszustand, in welcher die Leuchte nicht vollständig ausgeschaltet ist, wenigstens einen Stromregler vollständig niederohmig, d.h. < 3 Ohm, zu schalten. In dieser Ausführungsform ist stets ein Strang vollständig aufgesteuert, d.h. in diesem Strang ist der Strom durch die eine oder die mehreren LEDs nicht geregelt und am höchsten bzw. ggf. gleich hoch mit anderen Strängen, die ebenfalls voll aufgesteuert sind. Da der Stromregler niederohmig ist, ist der Wirkungsgrad der Leuchte maximal. Lediglich in dem einen oder den mehreren Strängen, die nur weniger Licht zur Gesamtfarbttemperatur der Leuchte beisteuern sollen, entsteht durch den nicht vollständig geöffneten Stromregler ein Verlust.

30 **[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellt das EVG einen Konstantstrom zur Stromversorgung des LED-Moduls bereit. Bei dieser Ausführungsform ist gewährleistet, dass der Stromfluss durch die LEDs eines oder mehrerer voll aufgesteuerter Stränge dem von dem EVG bereitgestellten Konstantstrom entspricht. Lediglich diejenigen Stränge, welche nur einen geringeren Anteil des Lichts der einzustellenden Mischfarbe der Leuchte beitragen sollen, werden durch einen geringeren Strom im Verhältnis zu dem Strom durch den oder die voll aufgesteuerten Strängen versorgt. Im Un-

terschied zu einer Konstantspannungsquelle bleibt die Stromstärke in den voll aufgesteuerten Strängen erhalten unabhängig vom Innenwiderstand des gesamten LED-Moduls, der sich entsprechend dem Schaltungszustand der Stromregler jederzeit ändern kann.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Steuereinheit einen Microcontroller und einen, vorzugsweise nicht flüchtigen, Speicher, der dazu eingerichtet ist, mehrere Schaltungszustände der Stromregler zu speichern, die über den Microcontroller zum Einstellen der Stromregler abrufbar sind. Beispielsweise kann in dem Speicher eine Lookup-Tabelle gespeichert sein, welche die Steuerparameter für die Stromregler der einzelnen Stränge zum Erreichen verschiedener Mischfarben beinhaltet. Die Steuereinheit kann die Steuerparameter aus dem Speicher auslesen, um die Stromregler entsprechend einzustellen. Bei einem nichtflüchtigen Speicher können ferner bereits bei der Herstellung der Leuchte vorgegebene Stromverhältnisse zur Erzielung definierter Mischfarben gespeichert sein. Aus diesen vorgegebenen Schaltungszuständen kann jederzeit bei der Installation der Leuchte oder auch während deren Betrieb eine gewünschte Farbe ausgewählt werden, indem die entsprechenden Parameter aus dem Speicher von der Steuereinheit ausgelesen werden.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit dafür eingerichtet, in einem der drei Stränge den Stromregler niederohmig, d.h. $< 3 \text{ Ohm}$, zu schalten und in wenigstens einem der zwei weiteren Stränge den Stromregler stufenlos zwischen niederohmig und hochohmig, d.h. $> 1 \text{ MOhm}$, zu regeln. In dieser Ausführungsform lässt sich die Mischfarbe stufenlos regeln durch Verändern der Einstellung des Stromreglers zwischen dem niederohmigen und dem hochohmigen Zustand. Ferner entstehen keine Verluste in dem Strang, dessen Stromregler niederohmig geschaltet ist, und damit zum größten Anteil des abgegebenen Lichts der Leuchte beiträgt.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Leuchte wenigstens eine Schnittstelle auf, die dafür eingerichtet ist, die Steuereinheit über eine Einrichtung außerhalb der Leuchte anzusteuern. Diese Ausführungsform ermöglicht es, die Leuchte auch nach der Installation vor Ort zur Erzeugung verschiedener gewünschter Mischfarben noch einzurichten.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schnittstelle eine drahtlose Schnittstelle, die eingerichtet ist, um die Leuchte individuell anzusteuern. Beispielsweise kann mit einer Fernbedienung, z.B. über Nahfeldkommunikation, Bluetooth oder WLAN, die Leuchte vor Ort eingestellt werden. Der Installationsaufwand ist minimiert, weil keine separate Verkabelung für eine Änderung der Einstellung erforderlich ist.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schnittstelle drahtgebunden und an einem Bussystem anschließbar, welches zum Steuern mehrerer gleichartiger Leuchten eingerichtet ist. Beispielsweise kann eine ganze Reihe von baugleichen Leuchten, z.B.

für eine Straßenbeleuchtung oder für die Beleuchtung eines Raums in einem Gebäude, vorgesehen sein, wobei jede Leuchte individuell entsprechend ihrem Standort eine bevorzugte Mischfarbe erzeugen kann. Die Leuchten selbst können aber alle von der gleichen Bauart sein.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit dafür eingerichtet, mittels des Stromreglers in wenigstens einem der Stränge den Strom durch den Strang zur Kompensation eines über eine Alterung der LEDs in dem Strang entstandenen Lichtstromverlust durch Erhöhen der durch des betreffenden Strang fließenden Stroms zu kompensieren. Im Stand der Technik ist es bereits bekannt, dass LEDs im Laufe ihrer Betriebszeit einen schwächeren Lichtstrom bei gegebener Stromstärke oder ein sich veränderndes Farbspektrum abgeben. Ferner ist es auch bekannt, den Verlust des Lichtstroms dadurch zu kompensieren, dass der Strom durch die betreffende LED erhöht wird. In der Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung kann dieses Ziel einfach durch die ohnehin vorhandene Stromregelung mit den einzelnen Strängen im LED-Modul erzielt werden. Es sind keine separaten Steuerungen erforderlich, weil der Strom durch eine oder alle Stränge des LED-Moduls mittels der ohnehin vorhandenen Stromregler möglich ist. Lediglich die Steuereinrichtung muss entsprechend programmiert sein, um den Lichtstrom der LEDs entsprechend den Alterungsbedingungen anzupassen. Bei einer Farbveränderung der LEDs kann die Kompensation dadurch erfolgen, dass Stromverteilung über die verschiedenen Stränge verändert wird. Wenn sich z.B. die Lichtfarbe Rot im Laufe des Alters der betreffenden LED abschwächt, kann ein Anteil von rotem Licht durch Erhöhen des Stroms durch den betreffenden Strang mit LEDs, die einen Rotanteil aufweisen, zum Ausgleichen der altersbedingten Farbveränderung hinzugegeben werden.

[0016] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung deutlich, die in Verbindung mit den Figuren gegeben wird. In den Figuren ist Folgendes dargestellt:

Figur 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform eines LED-Moduls einer erfindungsgemäßen Leuchte.

Figuren 2a-e zeigen ein EVG mit dem LED-Modul nach Figur 1, welches verschiedene Mischungsverhältnisse der Lichtfarben durch die Einstellung der Stromregler in einem LED-Modul erzeugt.

Figur 3 zeigt schematisch in einem Blockdiagramm eine Ausführungsform einer Leuchte gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0017] In Figur 1 ist lediglich ein LED-Modul dargestellt, welches zusammen mit einem elektronischen Vor-

schaltgerät (EVG) in einer Leuchte betrieben wird. Das elektronische Vorschaltgerät ist ein einkanaliges Vorschaltgerät, d.h. es wird lediglich eine, vorzugsweise konstant geregelte, Stromstärke für ein anzuschließen- des LED-Modul bereitgestellt.

[0018] Das LED-Modul selbst besitzt mehrere Kanäle, die im Folgenden auch als Stränge bezeichnet werden. In der Ausführungsform gemäß Figuren 1 und 2a bis 2e sind ein Strang (R) für Rot, ein Strang (G) für Gelb und ein Strang (B) für Blau vorgesehen. In anderen Ausführungsformen können noch mehr Stränge mit weiteren Farben vorgesehen sein.

[0019] Diese drei Farben stellen die Grundfarben der physikalisch einstellbaren Mischfarben der Leuchte dar. Um Mischfarben aus den Grundfarben zu erreichen, wird der vom EVG gelieferte elektrische Strom in einem charakteristischen Verhältnis zwischen den Strängen aufgeteilt. Hierzu dient die Schaltung in dem LED-Modul, wie in Figur 1 dargestellt.

[0020] Das LED-Modul umfasst in jedem Strang aus einer oder mehreren LEDs, die jeweils in einer Reihe geschaltet sind, einen Stromregler, welcher den Stromfluss durch den betreffenden Strang regelt. Die Stromregler in allen Strängen werden von einer gemeinsamen Steuereinheit gesteuert, die in dem LED-Modul vorgesehen ist und auch durch den Versorgungsstrom des LED-Moduls, welcher von den EVG bereitgestellt wird, betrieben wird.

[0021] Durch Vorsehen mehrerer LED-Stränge auf dem LED-Modul, welche individuell von 0-100% des Stroms regelbar sind und jeweils eine unterschiedliche Farben aufweisen, lässt sich eine gewünschte Mischfarbe der Leuchte erzeugen. Somit kann durch gezielt unterschiedliches Bestromen der einzelnen Stränge die Farbe einer Leuchte quasi elektrisch verändert werden. Das LED-Modul übernimmt dabei die Aufteilung des Stromes aus dem stromgeregelten EVG auf die wenigstens drei, elektrisch betrachtet symmetrisch aufgebauten, LED-Stränge mittels linearer Stromregler in jedem Strang.

[0022] Ein Beispiel für verschiedene Einstellungen der Stromregler zur Mischung der Farben Rot, Grau und Blau eines LED-Moduls gemäß Figur 1 ist in den Figuren 2a bis 2e dargestellt. Die Stellung des Stromreglers in jedem Strang kann zwischen 0 (= ganz zu) und 100 (= voll offen) geregelt werden. Die in den Figuren 2a bis 2e dargestellten Reglerstellungen sind nur beispielhaft. Es sind auch andere Stellungen denkbar, wichtig ist lediglich, dass die Summe der Ströme aller Regler einen höheren Wert ergibt als der Gesamtstrom, mit dem das LED-Modul bestromt wird, um zu verhindern, dass die Stromregler auf dem LED-Modul gegen das auf einen Konstantstrom geregelte EVG, an welchem das LED-Modul angeschlossen ist, arbeiten.

[0023] In einer Grundeinstellung gemäß Figur 2a werden alle Stränge mit jeweils einem Drittel des von dem EVG bereitgestellten Stroms gespeist. In diesem Fall sind alle Stromregler aller Farben voll aufgesteuert. Die

Stromregler verhalten sich schaltungstechnisch als ob sie nicht vorhanden wären (d.h. niederohmig mit einem Widerstand $< 3 \text{ Ohm}$). Entsprechend gering sind auch die Verluste, d.h. nahezu 0. Die Ströme teilen sich bedingt durch den symmetrischen Aufbau der einzelnen Stränge von selbst gleichmäßig auf.

[0024] Um eine der Grundfarben, z.B. Rot, vollständig auszuwählen, wird nur der Stromregler des Strangs der Farbe Rot voll aufgesteuert. Er verhält sich schaltungstechnisch so als wäre er nicht vorhanden (d.h. niederohmig $< 3 \text{ Ohm}$). Entsprechend gering sind somit auch die Verluste in dieser Einstellung. Die Stromregler der beiden übrigen Farben sind komplett geschlossen (d.h. hochohmig $> 1 \text{ MOhm}$). Folglich fließt in diesen beiden Strängen kein Strom und die Regelverluste sind dadurch 0, da der Gesamtstrom nur durch den roten Strang fließt. Ebenso verhält es sich beim Auswählen einer der anderen Grundfarben, z.B. Grün oder Blau.

[0025] In der Figur 2c wird eine Mischfarbe aus allen drei Grundfarben Rot, Grün und Blau im Verhältnis 20%:70%:10% eingestellt. Der Stromregler derjenigen Farbe mit dem größten Anteil ist voll aufgesteuert (in dem Beispiel die Farbe Grün). Der Stromregler in diesem Strang ist niederohmig. Entsprechend erzeugt er auch keine Verluste. Die Stromregler der beiden übrigen Stränge sind soweit aufgesteuert, dass ein Strom gemäß dem gewünschten Anteil der entsprechenden Farbe fließt. In diesem Beispiel wäre dies bei einem angenommen Gesamtstrom von z.B. 1000 mA für den Stromregler Rot 200 mA und für den Stromregler Blau 100 mA. Der restliche Strom von 700 mA fließt über den grünen Strang. Somit ergibt sich das Mischungsverhältnis von 20%:70%:10%.

[0026] Die Figur 2d zeigt eine Farbmischung im Verhältnis von 40%:40%:20%. In dieser Ausführungsform sind der rote und grüne Strang voll aufgeregelt (niederohmig) und der Stromregler des blauen Strangs soweit geöffnet, dass noch 20% des von dem EVG bereitgestellten Gesamtstroms durch diesen Strom fließen. Beim Gesamtstrom von 1000 mA fließen z.B. jeweils 400 mA durch den roten und grünen Strang und 200 mA durch den blauen Strang.

[0027] Die Figur 2e zeigt ein Beispiel mit einem Mischungsverhältnis von 20%:20%:60%. In diesem Fall ist der blaue Strang voll aufgeregelt, d.h. niederohmig, und die beiden anderen Stränge so eingestellt, dass jeweils 20% des von dem EVG bereitgestellten Gesamtstroms durch diese Stränge fließen.

[0028] Das LED-Modul wird in einer Leuchte (1) eingesetzt, die in einer Ausbaustufe gemäß Figur 3 folgende Komponenten umfasst:

1. Beliebiges EVG(2) mit nur einer Endstufe (einkanaliges EVG)
2. LED-Modul(4) mit einem Microcontroller (pC) (5), welcher als Steuereinheit dient, und wenigstens zwei LED-Strängen, die so angeordnet sind, dass

eine Mischung von Farbtemperaturen möglich ist. Der μC im LED-Modul beinhaltet einen nichtflüchtigen Speicher, welcher bei der Produktion des LED-Moduls mit einem vollständigen Datensatz zur Beschreibung der bestückten LED-Stränge beschrieben wurde:

- a. $I(\text{PHI}, T)$ zur Helligkeitsberechnung jedes LED-Strangs im zulässigen Temperaturbereich,
- b. $\text{CCT}(T)$ für alle bestückten LED-Typen zur Lichtfarbenberechnung im zulässigen Temperaturbereich,
- c. $\text{deltaPHI}(T, I)$ zur Berechnung des Lichtstromverlusts im Laufe der Leuchtenlebensdauer zur Alterungskompensation,
- d. $\text{deltaCCT}(T, I)$ zur Berechnung der alterungsbedingten Lichtfarbenverschiebung zur Alterungskompensation,
- e. Verschaltung der LED,
- f. $I_{\text{WW}}: I_{\text{CW}}(\text{CCT}(T))$ zur Ermittlung des el. Stromverhältnisses zwischen den LED-Strängen unter Berücksichtigung der thermischen Farbdrift der LED, und
- g. mehrere Stromregler (Stromverteilerschaltung) auf dem LED-Modul, welche vom $\mu\text{C}(5)$ angesteuert werden können.

3. Eine Verbindungsleitung(6) vom EVG zum LED-Modul zum Versorgen der LED-Stränge auf dem LED-Modul(4)

4. Eine Netz-/Versorgungsleitung (8) zur Energieversorgung der Leuchte (1)

5. Eine optionale externe Steuerschnittstelle (15) für Leuchten mit einem Bus-System z.B.: KNX, DALI, DMX

6. Eine Steuerschnittstelle(12) vom EVG zum LED-Modul zum Anfordern einer anderen Farbtemperatur/Lichtverteilung z.B. RS232, CAN,... (ggf. über einen Bus mit Pegelanpassung) .

[0029] Weiterhin ist es möglich, den vom EVG gelieferten Strom zu messen oder auch die Datenverbindung zwischen EVG und LED-Modul zu verwenden, um die Abstimmung zwischen den Geräten zu verbessern (z.B. Abstimmung der Höhe des el. LED-Stroms)

[0030] Exemplarisch wird hier eine Leuchte mit drei Strängen zur dynamischen Änderung der Mischfarbe beschrieben, es können aber auch mehrere Stränge zur Änderung der Farbtemperatur verwendet werden. Zum Beispiel können in Ergänzung der drei Grundfarben Rot, Grün und Blau auch noch zwei Stränge mit Weiß und Amber hinzugefügt werden.

[0031] Vorzugsweise ist stets (mindestens) ein Strang voll aufgesteuert, d.h. für diesen Strang wird der Strom nicht geregelt und er ist (mit) am höchsten bestromt.

Wenn im Rahmen einer Farbveränderung dieser Strang geregelt werden soll, muss ein anderer Strang dessen Einstellung (voll aufgesteuert) übernehmen. Die verhältnismäßige Aufteilung des Stroms erfolgt lediglich durch Begrenzung des Stroms in dem/den niedriger bestromten Strang/Strängen.

[0032] Trotz der prinzipbedingt verlustbehafteten Linearregler bleiben die schaltungsbedingten Verluste dabei sehr gering, da:

- die Stromregler nur in den niedriger bestromten Kanälen aktiv sind,
- die Stromregler daher immer weniger als 50% des Gesamtstroms im LED-Modul begrenzen müssen, und
- lediglich die Differenz der Vorwärtsspannungen der LED-Stränge in Wärme umgewandelt wird. Diese Differenz ist aufgrund der flachen Diodenkennlinie gering.
- Im Falle einer gleichmäßigen Stromaufteilung über alle Stränge (also bei zwei Strängen z.B. 50%:50%) alle Stromregler inaktiv/voll aufgesteuert sind und die Verluste daher nahezu Null sind.
- Im Falle der Stromaufteilung in eines der beiden Extrema (also bei z.B. zwei Stränge 100%:0%) die Verluste ebenfalls gegen Null gehen, da der Strom und daher die Verluste in jeweils einem Strang nahezu Null sind und im zweiten Strang der Regler inaktiv/voll aufgesteuert und daher ebenfalls nahezu verlustfrei ist.

[0033] Die Übergänge zwischen den Extrema der Farbtemperaturen sind durch die individuelle Dimmbarkeit von jedem der Stränge stufenlos, fließend und flackerfrei. Entsprechende Ansteuerung der Stromregler ist natürlich vorausgesetzt. Ferner ist in der dargestellten Ausführungsform ein elektronisch dimmbares einkanalisches EVG vorgesehen. Dadurch kann die Gesamthelligkeit der Leuchte durch das EVG gedimmt werden, während die Farbmischung nur durch die Stromregler in den einzelnen Strängen erfolgt.

[0034] Die Ermittlung, in welchem Verhältnis der LED-Strom aufgeteilt wird und die entsprechende Ansteuerung der Schaltung, erfolgt im μC des LED-Moduls auf Basis des Speicherinhalts des nichtflüchtigen Speichers.

[0035] In einer Minimalkonfiguration ist anstelle der Sollwertvorgabe durch Steuerschnittstelle und Mikrocontroller auch eine rein analoge Lösung z.B. Poti, Schaltermatrix, etc... realisierbar.

[0036] Durch die Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich folgende Vorteile:

- Es wird nur ein normales, einkanalisches (Standard-) EVG benötigt, kein teures Mehrkanal-EVG;
- Verringerter Platzbedarf (unabhängig von der Anzahl der Stränge);
- Verringerter Verdrahtungsaufwand, unabhängig von Anzahl der Stränge;

- Sehr einfache Nachrüstmöglichkeit (lediglich das LED-Modul muss getauscht werden);
- Geringer Schaltungsaufwand/Platzbedarf auf dem LED-Modul
- Das System kann mit geringstmöglichem Aufwand um eine beliebige Anzahl von Strängen erweitert werden, wobei nur ein EVG für alle Leuchtenausführungen erforderlich ist;
- Unveränderter EVG-Wirkungsgrad im Vergleich zu einkanaliger Leuchte, da dessen einer Kanal immer voll ausgelastet ist;
- Keine störenden Nebeneffekte durch PWM-Ansteuerung, und
- Keine Parametrierung des LED Treibers notwendig, da im LED-Modul alle seine Eigenschaften und Möglichkeiten gespeichert sind.

Patentansprüche

1. Leuchte mit einem einkanaligen elektronischen Vorschaltgerät, EVG, und einem LED-Modul, wobei das LED-Modul wenigstens drei parallele Stränge aus jeweils wenigstens einer LED umfasst und in jedem Strang ein Stromregler zum Regeln des Stroms durch den betreffenden Strang vorgesehen ist, wobei die LEDs in unterschiedlichen Strängen eingerichtet sind, um Licht in verschiedenen Farben abzugeben, und das LED-Modul eine Steuereinrichtung aufweist, die mit den Stromreglern verbunden ist, um den Stromfluss durch die Stränge in unterschiedlichen Verhältnisse einzustellen.
2. Leuchte nach Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren LEDs des ersten Strangs die Farbe Rot, die eine oder die mehreren LEDs des zweiten Strangs die Farbe Grün, und die eine oder mehreren LEDs des dritten Strangs die Farbe Blau aufweist.
3. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das LED-Modul einschließlich der in jedem Strang vorgesehenen Stromregler und der Steuereinrichtung in der Leuchte austauschbar montiert ist und das EVG außerhalb des LED-Moduls in der Leuchte verbaut ist.
4. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, in jedem Schaltungszustand, in welcher die Leuchte nicht vollständig ausgeschaltet ist, wenigstens einen Stromregler vollständig niederohmig, d.h. $< 3 \text{ Ohm}$, zu schalten.
5. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das EVG einen Konstantstrom zur Stromversorgung des LED-Moduls bereitstellt.
6. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit einen Microcontroller und einen, vorzugsweise nicht flüchtigen, Speicher umfasst, der dazu eingerichtet ist, mehrere Schaltungszustände der Stromregler zu speichern, die über den Microcontroller zum Einstellen der Stromregler abrufbar sind.
7. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dafür eingerichtet ist, in einem der drei Stränge den Stromregler niederohmig, d.h. $< 3 \text{ Ohm}$, zu schalten und in wenigstens einem der zwei weiteren Stränge den Stromregler stufenlos zwischen niederohmig und hochohmig, d.h. $> 1 \text{ MOhm}$, zu regeln.
8. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leuchte wenigstens eine Schnittstelle aufweist, die dafür eingerichtet ist, die Steuereinheit über eine Einrichtung außerhalb der Leuchte anzusteuern.
9. Leuchte nach Anspruch 8, wobei die Schnittstelle eine drahtlose Schnittstelle ist, die es ermöglicht, die Leuchte individuell anzusteuern.
10. Leuchte nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Schnittstelle drahtgebunden ist und an einem Bussystem anschließbar ist, welches zum Steuern mehrerer gleichartiger Leuchten eingerichtet ist.
11. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dafür eingerichtet ist, eine altersbedingte Lichtfarbenverschiebung der LEDs durch Verändern der Ströme durch die wenigstens drei verschiedenen Stränge zu kompensieren.
12. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dafür eingerichtet ist, mittels des Stromreglers an wenigstens einem der Stränge den Strom durch den Strang zur Kompensation eines über die Alterung der LEDs in dem betreffenden Strang stehenden Lichtstromverlustes durch Erhöhen des Stromflusses in dem betreffenden Strang zu kompensieren.
13. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das LED-Modul noch ein oder zwei weitere Stränge in den Farben Weiß und/oder Amber aufweist.

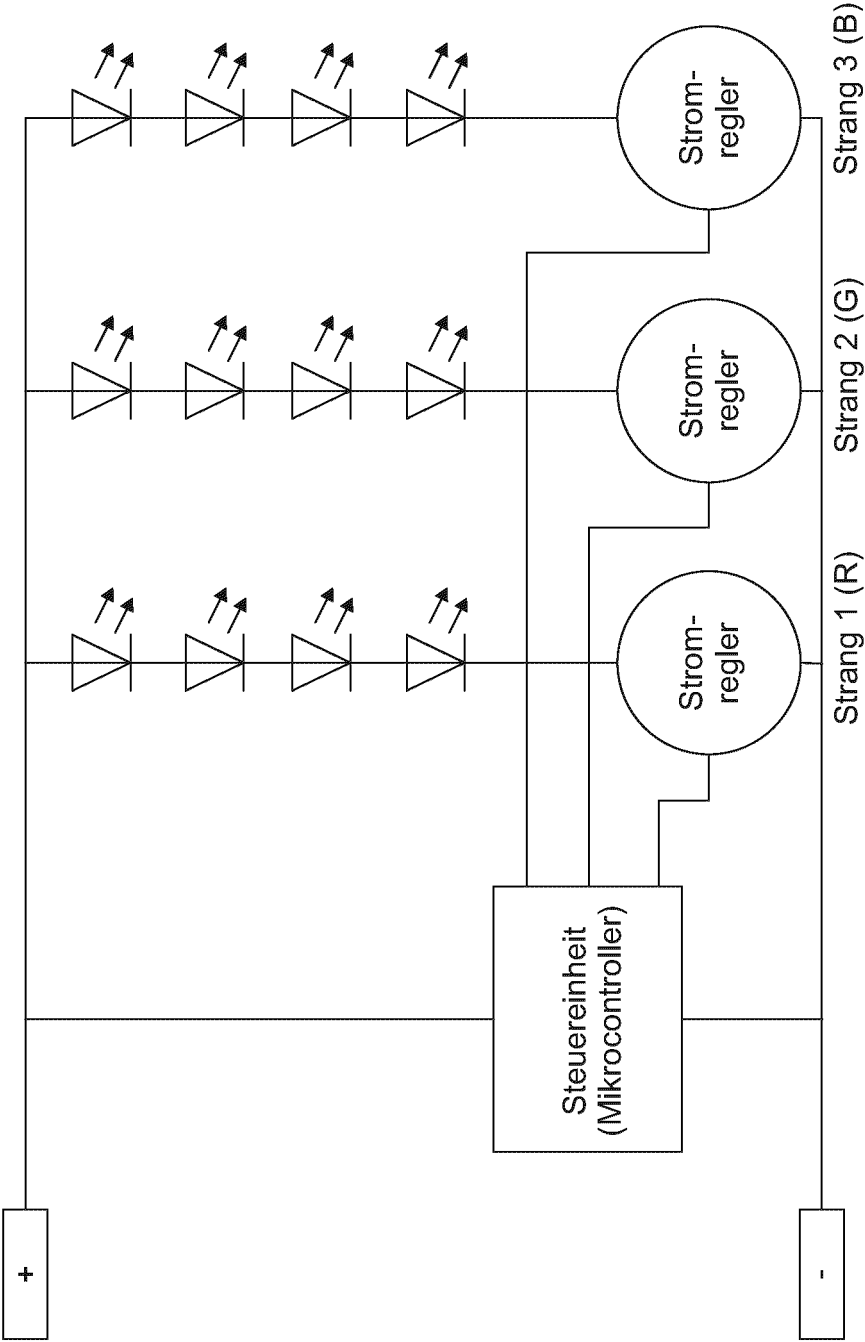


Fig. 1

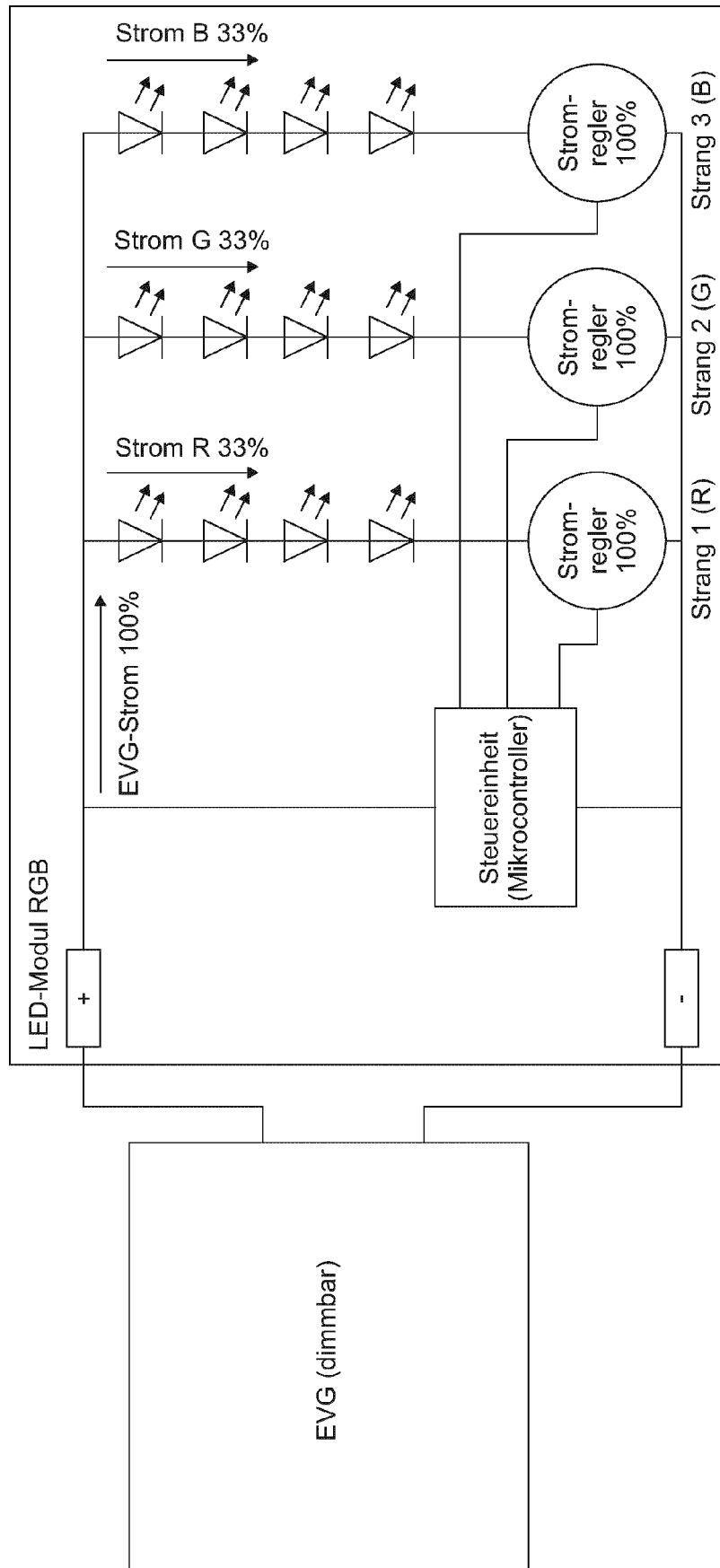


Fig. 2a

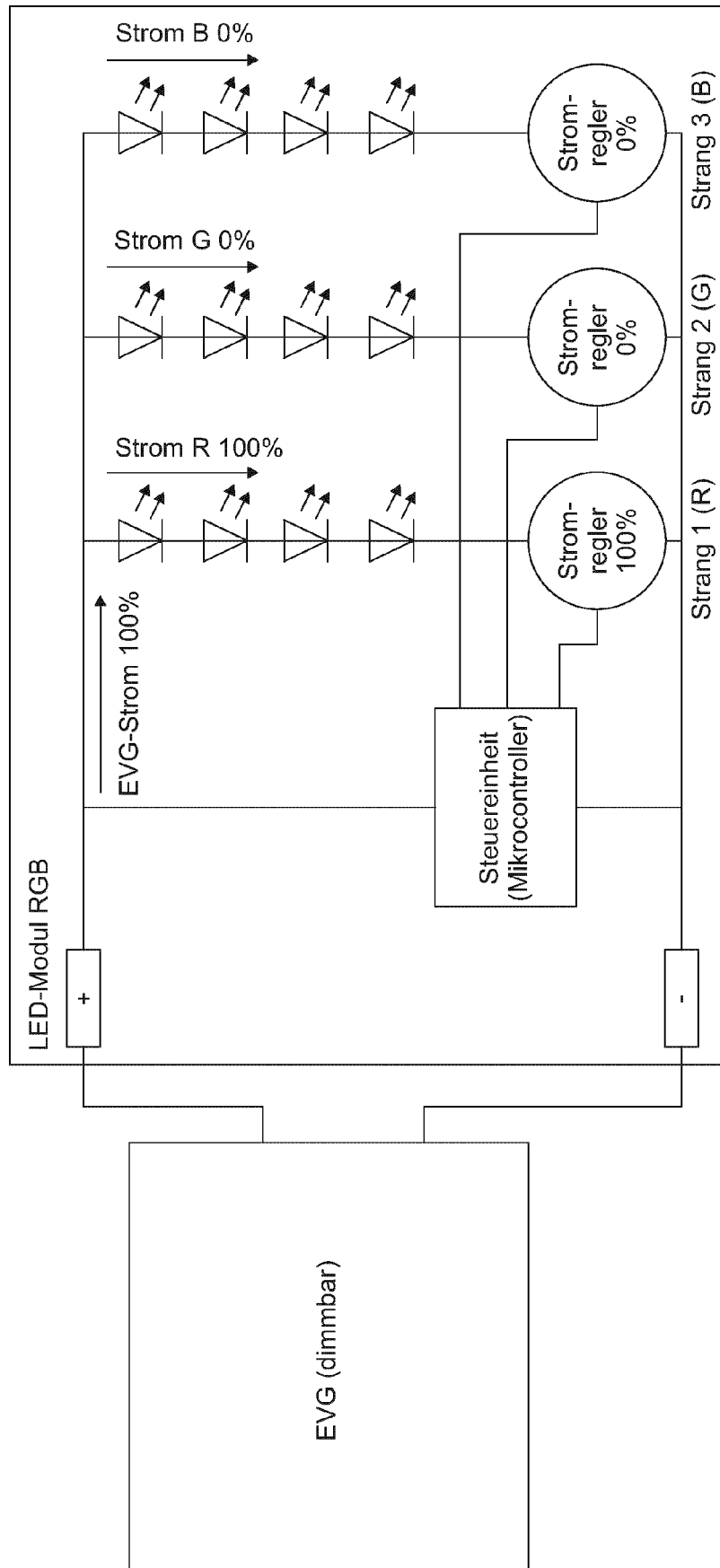


Fig. 2b

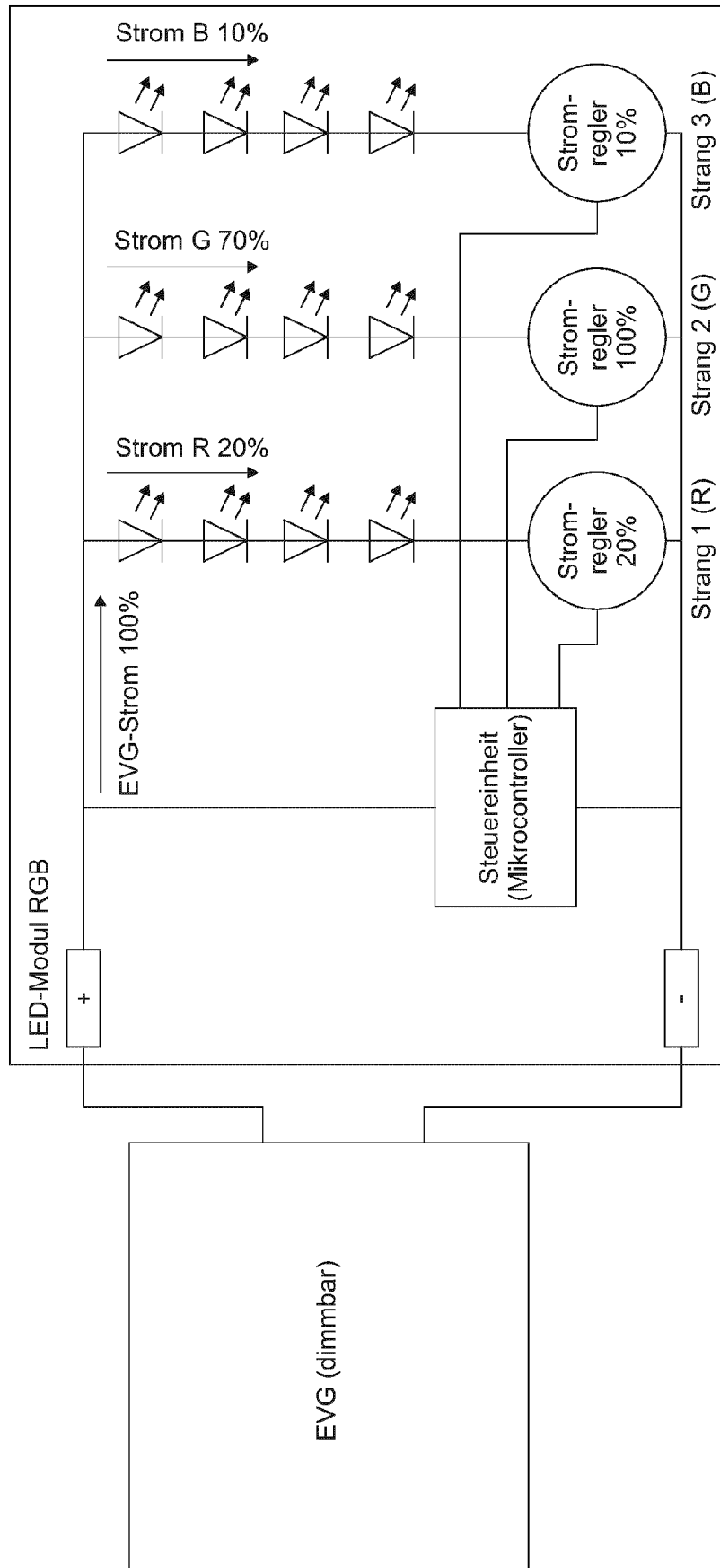


Fig. 2c

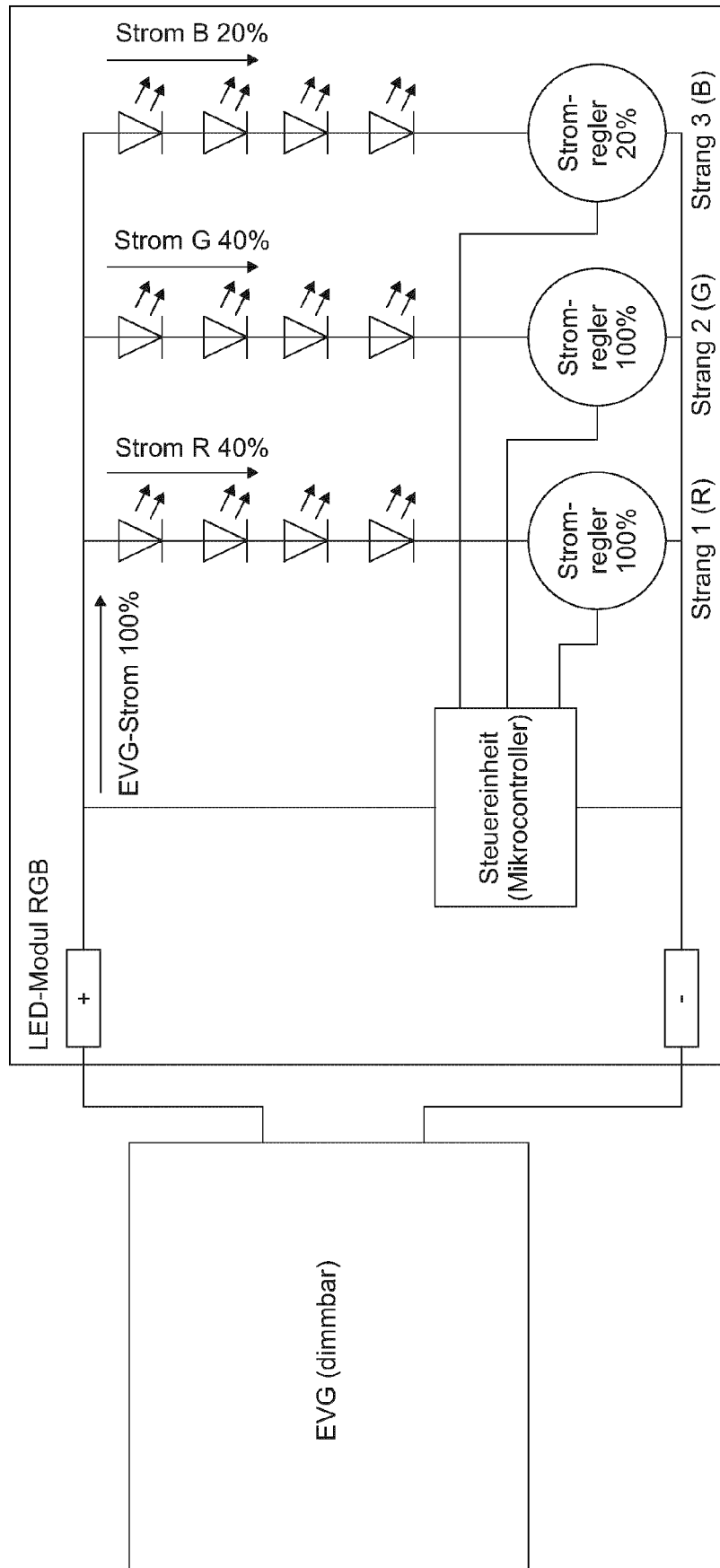


Fig. 2d

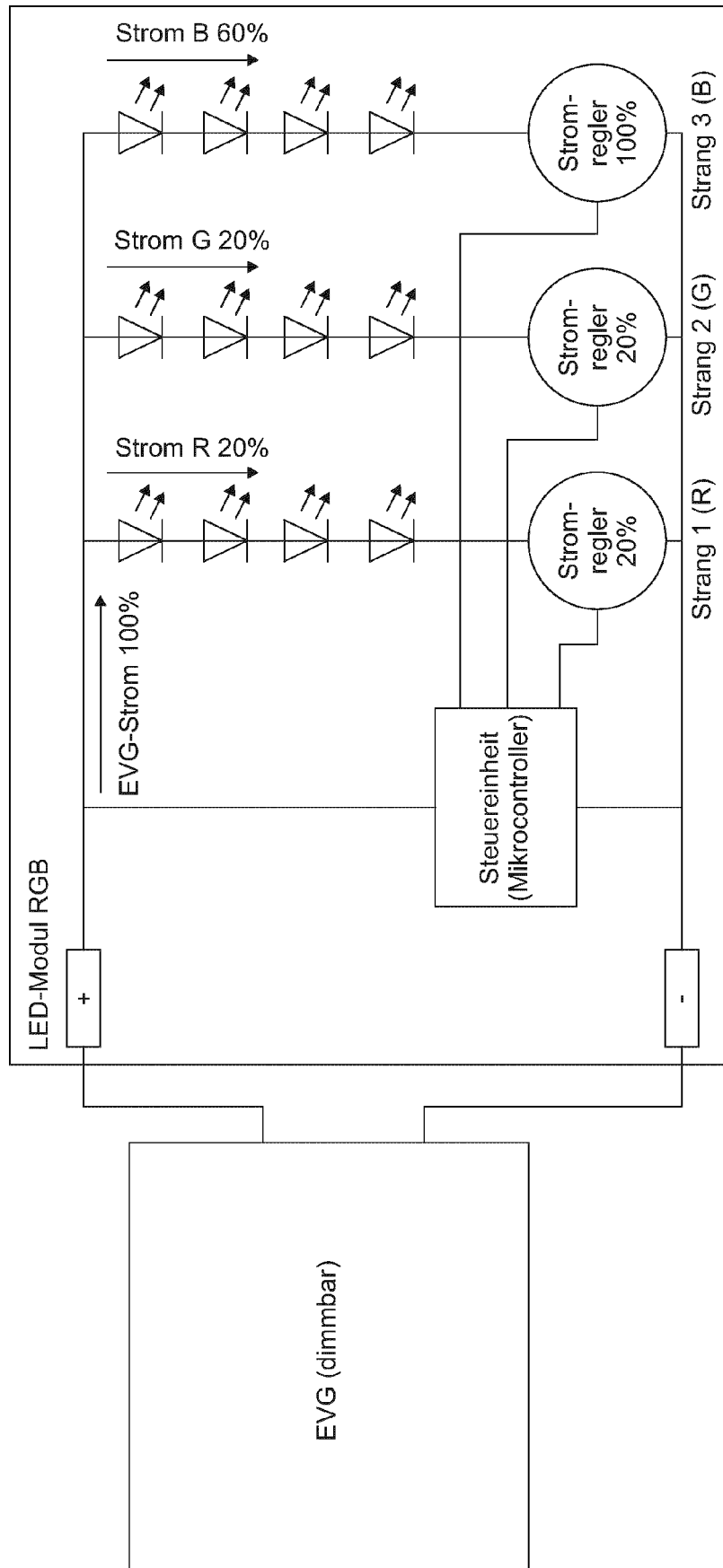


Fig. 2e

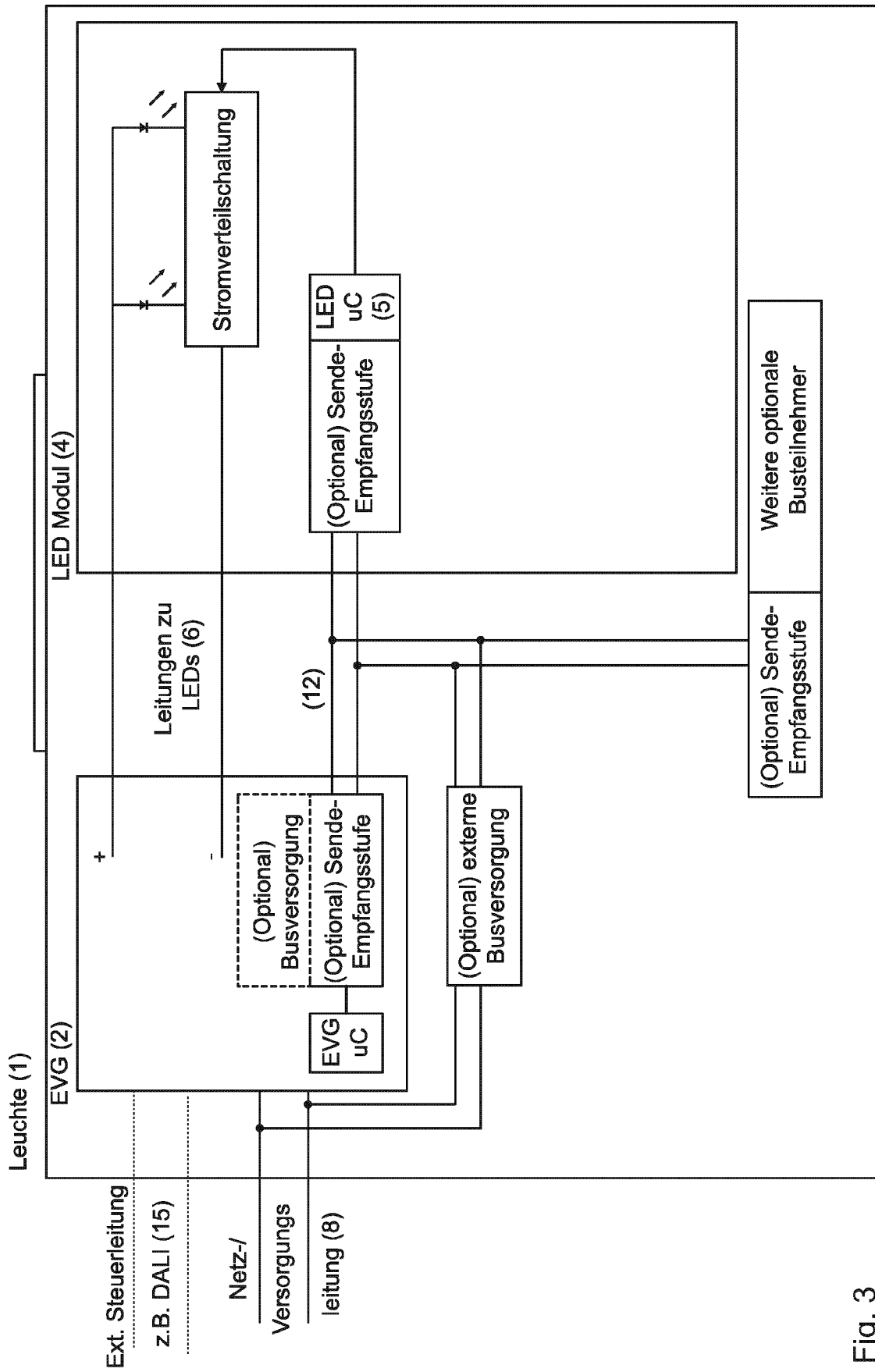


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 17 0076

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	US 2020/120770 A1 (HUANG JEN [US] ET AL) 16. April 2020 (2020-04-16)	1,4-9,13	INV. H05B45/46
Y	* Absätze [0050], [0046], [0039], [0040], [0047]; Abbildung 4 *	2,3, 10-12	H05B45/35 H05B45/20 H05B47/18 H05B47/19
	* *		
	* *		
	* *		
	* *		
Y	----- EP 3 541 148 A1 (SITECO BELEUCHTUNGSTECHNIK GMBH [DE]) 18. September 2019 (2019-09-18)	3,8-12	
	* Absätze [0010], [0015], [0003]; Abbildung 1 *		
	* *		
Y	----- US 2014/210357 A1 (YAN LIANG [US] ET AL) 31. Juli 2014 (2014-07-31)	1,2,4,6, 7,13	
	* Absätze [0049], [0043], [0047], [0029], [0033]; Abbildung 6 *		
	* *		
	* *		
	* *		
	* *		
	* *		
Y	----- DE 20 2015 103127 U1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 19. September 2016 (2016-09-19)	1,2, 4-10,13	
	* Absätze [0009], [0053], [0014]; Abbildung 2 *		
	* *		
Y	----- US 2013/063035 A1 (BADDELA SRINIVASA M [US] ET AL) 14. März 2013 (2013-03-14)	1,2,4-7, 13	
	* Absätze [0033], [0036]; Abbildungen 5, 6, 7 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Juli 2021	Prüfer Müller, Uta
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 Patentedokument, 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 03.82 (P04C03)

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

EP 21 17 0076

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.

19-07-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2020120770 A1	16-04-2020	US 2020120770 A1	16-04-2020
		US 2020253015 A1	06-08-2020
		WO 2020081633 A1	23-04-2020
EP 3541148 A1	18-09-2019	DE 102018105930 A1	19-09-2019
		EP 3541148 A1	18-09-2019
US 2014210357 A1	31-07-2014	CN 103974503 A	06-08-2014
		EP 2760254 A1	30-07-2014
		JP 6002699 B2	05-10-2016
		JP 2014146595 A	14-08-2014
		US 2014210357 A1	31-07-2014
		US 2018103523 A1	12-04-2018
DE 202015103127 U1	19-09-2016	AT 16692 U1	15-04-2020
		DE 202015103127 U1	19-09-2016
US 2013063035 A1	14-03-2013	CA 2845719 A1	21-03-2013
		CN 103843458 A	04-06-2014
		EP 2756736 A1	23-07-2014
		US 2013063035 A1	14-03-2013
		US 2014191674 A1	10-07-2014
		WO 2013040019 A1	21-03-2013

EPO FORM P0461

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