



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2021 Patentblatt 2021/44

(51) Int Cl.:
H05B 47/175 (2020.01) **H05B 45/20** (2020.01)
H05B 45/46 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **21170094.3**

(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 102020111579**

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

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

(57) Die Erfindung betrifft eine Leuchte mit einem einkanaligen elektronischen Vorschaltgerät, EVG, und einem LED-Modul, wobei das LED-Modul mehrere 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 verschiedene Raumwinkelbereiche abzugeben, und das LED-Modul eine Steuereinrichtung aufweist, die mit den Stromreglern verbunden ist, um den Stromfluss durch die Stränge in unterschiedlichen Verhältnisse einzustellen.

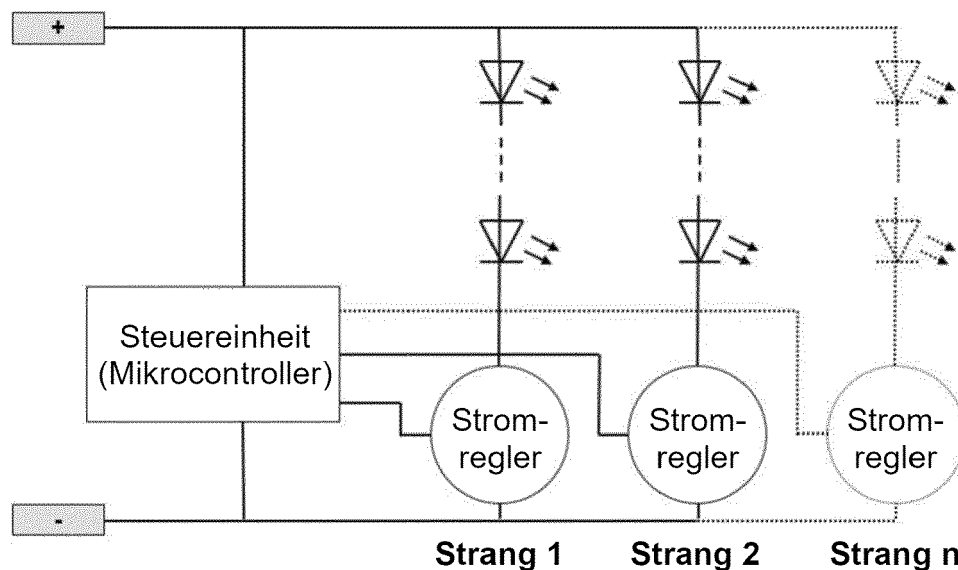


Fig. 1

Beschreibung

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

[0002] Die Anpassung einer Lichtverteilung einer Leuchte ist für variable Beleuchtungssituationen im Innen- und Außenbereich häufig gewünscht. Zum Beispiel zur Blendungsvermeidung bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen wie bei nasser oder trockener Straße bei einer Straßenbeleuchtung ist die Lichtverteilung zu ändern. Unter Umständen ist auch die Strahlungscharakteristik einer Innenleuchte von z.B. breitauf engstrahlend zu verändern, wenn sich die Beleuchtungsaufgabe ändert. Ferner kann es auch zur Vermeidung von dem Variantenreichtum bei der Fertigung von Leuchten gewünscht sein, möglichst baugleiche Leuchten mit verschiedenen Lichtverteilungen herstellen zu können.

[0003] Im Stand der Technik sind dazu wenig Lösungen bekannt. In der Regel ist es notwendig, die mechanische Ausgestaltung der Leuchte durch Anbringen von Vorsatzlinsen oder durch eine räumliche Anordnung der Lichtquellen, z.B. LEDs, zur Erzeugung der gewünschten Lichtverteilung anzupassen. Diese Lösungen sind jedoch relativ aufwendig und machen es notwendig, die Leuchten bereits im Herstellungsprozess für eine bestimmte Lichtverteilung einzurichten.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine LED-Leuchte bereitzustellen, die mit geringem Aufwand verschiedene Lichtverteilungen bereitstellen kann.

[0005] Gelöst wird die Aufgabe durch eine Leuchte gemäß Anspruch 1.

[0006] Eine Besonderheit der Leuchte der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Leuchte mehrere Stränge von jeweils einer oder mehreren in Reihe geschalteten LEDs umfasst, wobei die Stränge Licht in verschiedene Raumwinkelbereiche abgeben. Dadurch erzeugt jeder LED-Strang eine eigene Lichtverteilung. Durch die Kombination des Lichts der mehreren Stränge können gewünschte Lichtverteilungen 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 Lichtverteilung zu erzeugen. Von besonderem Vorteil ist dabei, dass die Stromregler in den Stromsträngen und das Steuergerät in dem Leuchtenmodul 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 Lichtverteilungen zusam-

mengeschaltet 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.

[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 Lichtverteilungen oder auch Lichtfarben weiter zu erhöhen. Außerdem kann das elektronische Vorschaltgerät in der Leuchte ebenfalls im Fall eines Defekts unabhängig von dem LED-Modul ersetzt werden.

[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. $< 3 \text{ Ohm}$, 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 ein oder mehreren Strängen, die nur weniger Licht zur Gesamtlichtverteilung der Leuchte beisteuern sollen, entsteht durch den nicht vollständig geöffneten Stromregler ein Verlust.

[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 an der Gesamtlichtverteilung beitragen sollen, werden durch einen geringeren Strom im Verhältnis zu dem Strom durch den oder die voll aufgesteuerten Strängen versorgt. Im Unterschied zu einer Konstantspannungsquelle bleibt die Stromstärke in den voll aufgesteuerten Strängen erhalten unabhängig vom Innenwiderstand des gesamten LED-Mo-

duls, 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 Lichtverteilungen 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 Lichtverteilungen gespeichert sein. Aus diesen vorgegebenen Schaltungszuständen kann jederzeit bei der Installation der Leuchte oder auch während deren Betrieb ein gewünschter Lichtverteilungszustand ausgewählt werden, indem die entsprechenden Parameter aus dem Speicher von der Steuereinheit ausgelesen werden.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das LED-Modul zwei oder mehr der Stränge auf und die Steuereinheit ist dafür eingerichtet, in einem der zwei Stränge den Stromregler niederohmig, d.h. $< 3 \text{ Ohm}$, zu schalten und in einem weiteren der Stränge den Stromregler stufenlos zwischen niederohmig und hochohmig, d.h. $> 1 \text{ MOhm}$, zu regeln. In dieser Ausführungsform lässt sich die Lichtverteilung 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 der Lichtverteilung 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 Lichtverteilungen 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 Lichtverteilung erzeugen kann. Beispielsweise können Leuchten an einer Kurve eine dem Kurvenverlauf entsprechende Lichtverteilung erzeugen, während Leuchten an einem graden Straßenverlauf oder in einem länglichen Gangabschnitt eine längsgestreckte Lichtverteilung erzeugen. Ferner können zur Beleuchtung eines Platzes oder eines größeren Raumes auch eine gleichmäßig breitstrahlende Lichtverteilung eingestellt werden. 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 und/oder in Verbindung mit der Verwendung von unterschiedlich farbigen LEDs in wenigstens zwei verschiedenen Strängen eine altersbedingte Lichtfarbenverschiebung der LEDs durch Verändern der Ströme durch die zwei verschiedenen Stränge 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 LEDs unterschiedlicher Farben in verschiedenen Strängen verwendet werden. Wenn die Lichtfarbe beispielsweise sich im Laufe des Alters zu einer höheren Temperatur entwickelt, kann ein Anteil von kälterem Licht durch Erhöhen des Stroms durch den betreffenden Strang mit LEDs, die eine niedrigere Farbtemperatur 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 eine erste Ausführungsform eines LED-Moduls einer erfindungsgemäßen Leuchte.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines LED-Moduls einer erfindungsgemäßen Leuchte.

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

[0017] In den Figuren 1 und 2 ist lediglich ein LED-Modul dargestellt, welches zusammen mit einem elektronischen Vorschaltgerät (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 anzuschließendes Modul bereitgestellt.

[0018] Das LED-Modul selbst besitzt mehrere Kanäle, die im Folgenden auch als Stränge bezeichnet werden. In der Ausführungsform gemäß Figur 1 sind wenigstens ein Strang 1 und ein Strang 2 und optional noch weitere Stränge n vorgesehen. In der Ausführungsform gemäß Figur 2 sind acht Stränge vorgesehen.

[0019] Ferner umfasst das LED-Modul in jedem Strang eine LED oder mehrere LEDs, die jeweils in einer Reihe geschaltet sind. In der Reihe ist ferner ein Stromregler vorgesehen, 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 dem EVG bereitgestellt wird, betrieben wird.

[0020] Die LEDs der einzelnen Stränge geben jeweils Licht in einen vorbestimmten Raumwinkelbereich ab, so dass unterschiedliche Stränge jeweils für sich genommen eine unterschiedliche Lichtverteilung erzeugen.

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

[0022] 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, wenigstens zwei LED-Strängen und Reflektoren/Linsen, die so angeordnet sind, dass mehrere brauchbare Lichtverteilungen möglich sind. Der μ C im LED-Modul beinhaltet einen nicht-flüchtigen Speicher, welcher bei der Produktion des LED-Moduls mit einem vollständigen Datensatz zur Beschreibung der bestückten LED-Stränge beschrieben wurde:

- a. $I(\Phi, T)$ zur Helligkeitsberechnung jedes LED-Strangs im zulässigen Temperaturbereich,
- b. $CCT(T)$ für alle bestückten LED-Typen zur Lichtfarbenberechnung im zulässigen Temperaturbereich,
- c. $\Delta\Phi(T, I)$ zur Berechnung des Lichtstromverlusts im Laufe der Leuchtenlebensdauer zur Alterungskompensation,
- d. $\Delta CCT(T, I)$ zur Berechnung der alterungsbedingten Lichtfarbenverschiebung zur Alterungskompensation,
- e. Verschaltung der LED,
- f. eine Lookup-Tabelle, welche die Steuerparameter zum Erreichen verschiedener Lichtverteilungskurven beinhalten,
- g. eine Funktion zur Ermittlung des el. Stromverhältnisses zwischen den LED-Strängen unter Berücksichtigung der thermischen Farbdrift der LED, und
- h. mehrere Stromregler (Stromverteilerschaltung) auf dem LED-Modul, welche vom pC(5) angesteuert werden kann.

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

4. Einer 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) .

[0023] 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)

[0024] Exemplarisch wird hier eine Leuchte mit zwei Strängen zur dynamischen Änderung der Lichtverteilung beschrieben, es können aber auch mehrere Stränge zur Änderung der Lichtverteilung verwendet werden.

[0025] Hierbei umfasst die Leuchte zwei LED-Strängen mit wenigstens einer LED, wobei jeder Strang Licht in einen anderen Raumwinkelbereich abgibt so dass sich drei mögliche Grundlichtverteilungen (beide Stränge aus werden nicht gezählt) ergeben:

- Grundlichtverteilung 1: Strang 1 ein, Strang 2 ein
- Grundlichtverteilung 2: Strang 1 aus, Strang 2 ein
- Grundlichtverteilung 3: Strang 1 ein, Strang 2 aus

[0026] Um Lichtverteilungen zwischen diesen drei Grundlichtverteilungen zu erreichen, muss der vom EVG gelieferte elektrische Strom in einem charakteristischen Verhältnis zwischen den beiden LED-Strängen aufgeteilt werden. Hierfür dient eine elektrische Schaltung gemäß Fig. 1.

[0027] Es muss stets (mindestens) ein Strang voll aufgesteuert sein, d.h. für diesen Strang wird der Strom nicht geregelt und er ist (mit) am höchsten bestromt. Wenn im Rahmen einer Lichtverteilungsänderung 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. Für die oben exemplarisch aufgeführte Grundlichtverteilung würde dies konkret folgendermaßen aussehen:

Grundlichtverteilung1: Strang 1 und Strang 2 ein
Die Stromregler von Strang 1 und Strang 2 sind beide voll aufgesteuert. Elektrisch gesehen sind diese daher wie ein niederohmiger Widerstand (<3 Ohm) zu betrachten. Da beide Stränge symmetrisch aufgebaut sind, wird sich der Gesamtstrom gleichmäßig auf beide Stränge im Verhältnis 50%:50% verteilen. Die Schaltung weist nahezu keine Verluste auf.

Grundlichtverteilung2: Strang1 aus, Strang2 ein
Nur der Stromregler von Strang2 ist voll aufgesteuert, und daher niederohmig. Der Stromregler von Strang1 ist voll zugesteuert und damit extrem hochohmig. Der Stromfluß in diesem Strang ist daher Null, der gesamte Strom fließt über Strang2. Die Verluste im Stromregler von Strang1 sind Null, da hier kein Strom fließt. Genauso, nur mit vertauschten Strangnummern ist die Funktionsweise bei Grundlichtverteilung3.

[0028] Für Lichtverteilungen zwischen einer dieser drei Grundverteilungen werden die Strangströme verhältnismäßig aufgeteilt.

Beispiel Strang1: 20%, Strang2: 80%:

[0029] Der Stromregler des höher bestromten Strangs wird voll aufgesteuert, in diesem Fall der von Strang2. Derselbe ist dadurch niederohmig und fast verlustfrei. Um in Strang1 den gewünschten, niedrigeren Strom von nur 20% des Gesamtstroms zu erreichen, wird dessen Stromregler so eingestellt, dass dort nur 20% des Gesamtstroms fließen kann. Der restliche Strom (80%) wird somit wie erwünscht über Strang2 fließen.

[0030] 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.

[0031] Das Funktionsprinzip ist wie in Fig. 1 gestrichelt angedeutet auf beliebig viele Stränge erweiterbar. Hierzu ist in Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel mit 8 pixelartig angesteuerten Strängen dargestellt. Damit lassen sich dann $2^8 = 255$ verschiedene Grundlichtverteilungen realisieren.

[0032] In Ausführungsformen mit mehr als zwei Strängen ergibt sich die Möglichkeit mehrere am höchsten bestromte Stränge zu bekommen, z.B. bei drei Strängen die Verteilung 40%:20%:40%. Dies ändert aber nichts an der grundsätzlichen Funktionsweise. Folglich werden in diesem Beispiel die Stromregler der Stränge 1 und 3 voll aufgesteuert, und der Stromregler des zweiten Strangs so eingestellt, dass dort 20% des Gesamtstroms fließen. Bedingt durch den symmetrischen Aufbau und die voll aufgesteuerten Stromregler von Strang 1 und 3 werden sich die restlichen 80% des Gesamtstroms zu je 40% auf Strang 1 und 3 aufteilen.

[0033] Die Übergänge zwischen den einzelnen Lichtverteilungen sind durch die individuelle Dimmbarkeit von jedem der Stränge stufenlos, fließend und flackerfrei. Entsprechende Ansteuerung der Stromregler ist natürlich vorausgesetzt. 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.

[0034] In einer Minimalkonfiguration ist anstelle der Sollwertvorgabe durch Steuerschnittstelle und Mikrocontroller auch eine rein analoge Lösung z.B. Poti, Schaltermatrix, etc... realisierbar.

[0035] Durch die Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich folgende Vorteile:

- Es wird nur ein normales, einkanaliges (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 (z.B. pixelartige Ansteuerung der einzelner LEDs wie im Beispiel der Fig. 2, 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 mehrere 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 verschiedene Raumwinkelbereiche 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 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.
3. 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.
4. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das EVG einen Konstantstrom zur Stromversorgung des LED-Moduls bereitstellt.
5. 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 Strom-

regler abrufbar sind.

6. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das LED-Modul zwei oder mehr der LED-Stränge aufweist und die Steuereinheit dafür eingerichtet ist, in einem der zwei Stränge den Stromregler niederohmig, d.h. $< 3 \text{ Ohm}$, zu schalten und in einem weiteren der zwei Stränge den Stromregler stufenlos zwischen niederohmig und hochohmig, d.h. $> 1 \text{ MOhm}$, zu regeln.
7. 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.
8. Leuchte nach Anspruch 7, wobei die Schnittstelle eine drahtlose Schnittstelle ist, die es ermöglicht, die Leuchte individuell anzusteuern.
9. Leuchte nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Schnittstelle drahtgebunden ist und an einem Bussystem anschließbar ist, welches zum Steuern mehrerer gleichartiger Leuchten eingerichtet ist.
10. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit dafür eingerichtet ist, 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 des durch den betreffenden Strang fließenden Stroms zu kompensieren und/oder in Verbindung mit der Verwendung von unterschiedlich farbigen LEDs in wenigstens zwei verschiedenen Strängen eine altersbedingte Lichtfarbenverschiebung der LEDs durch Verändern der Ströme durch die zwei verschiedenen Stränge zu kompensieren.

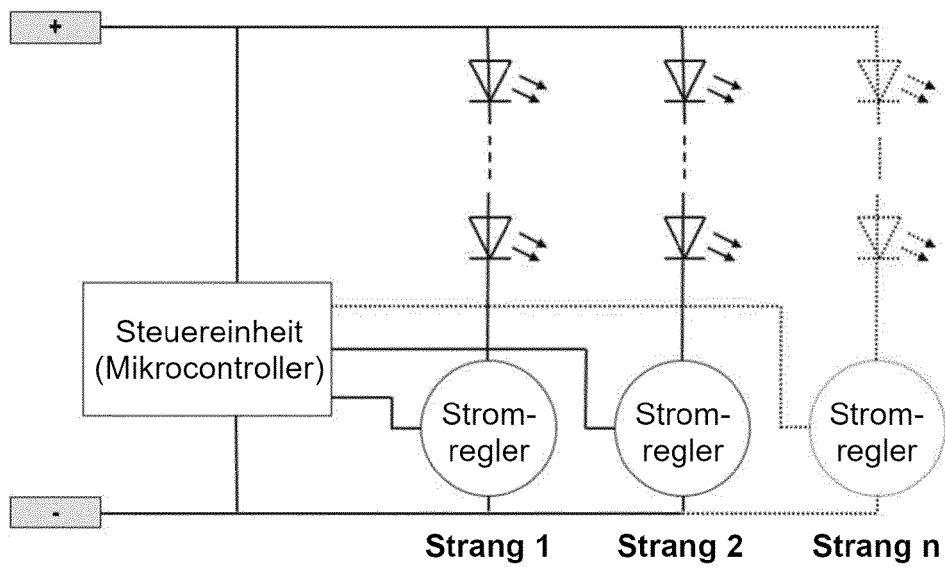


Fig. 1

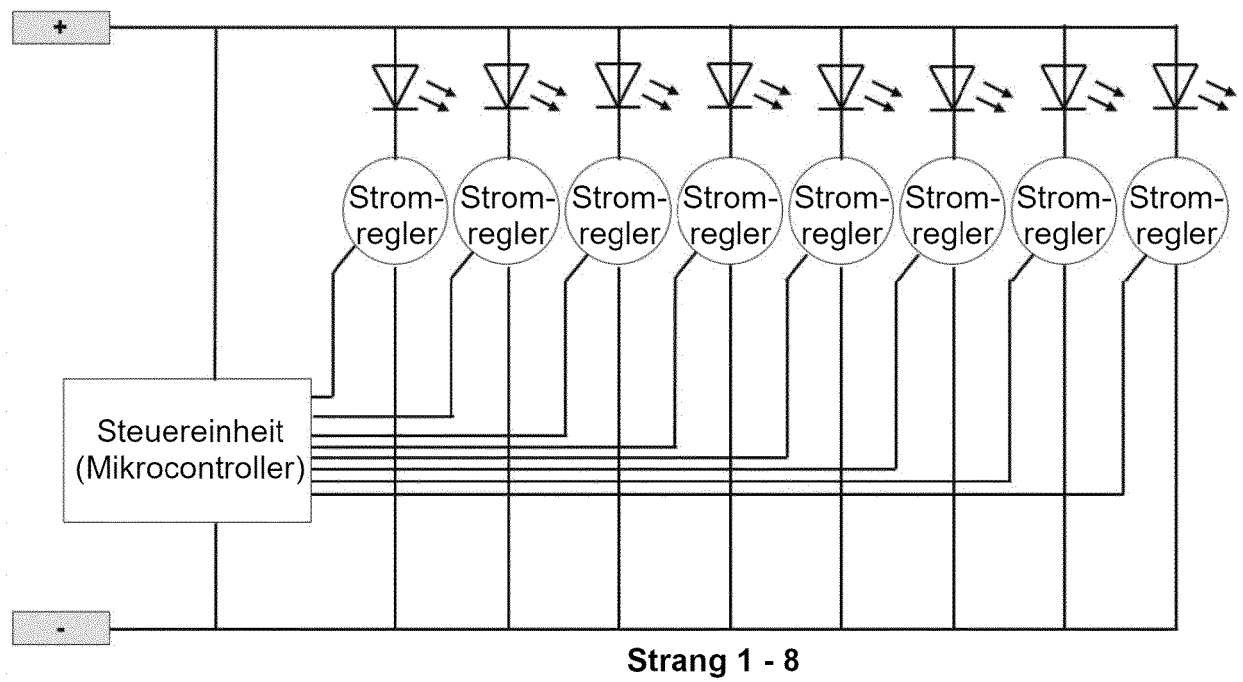


Fig. 2

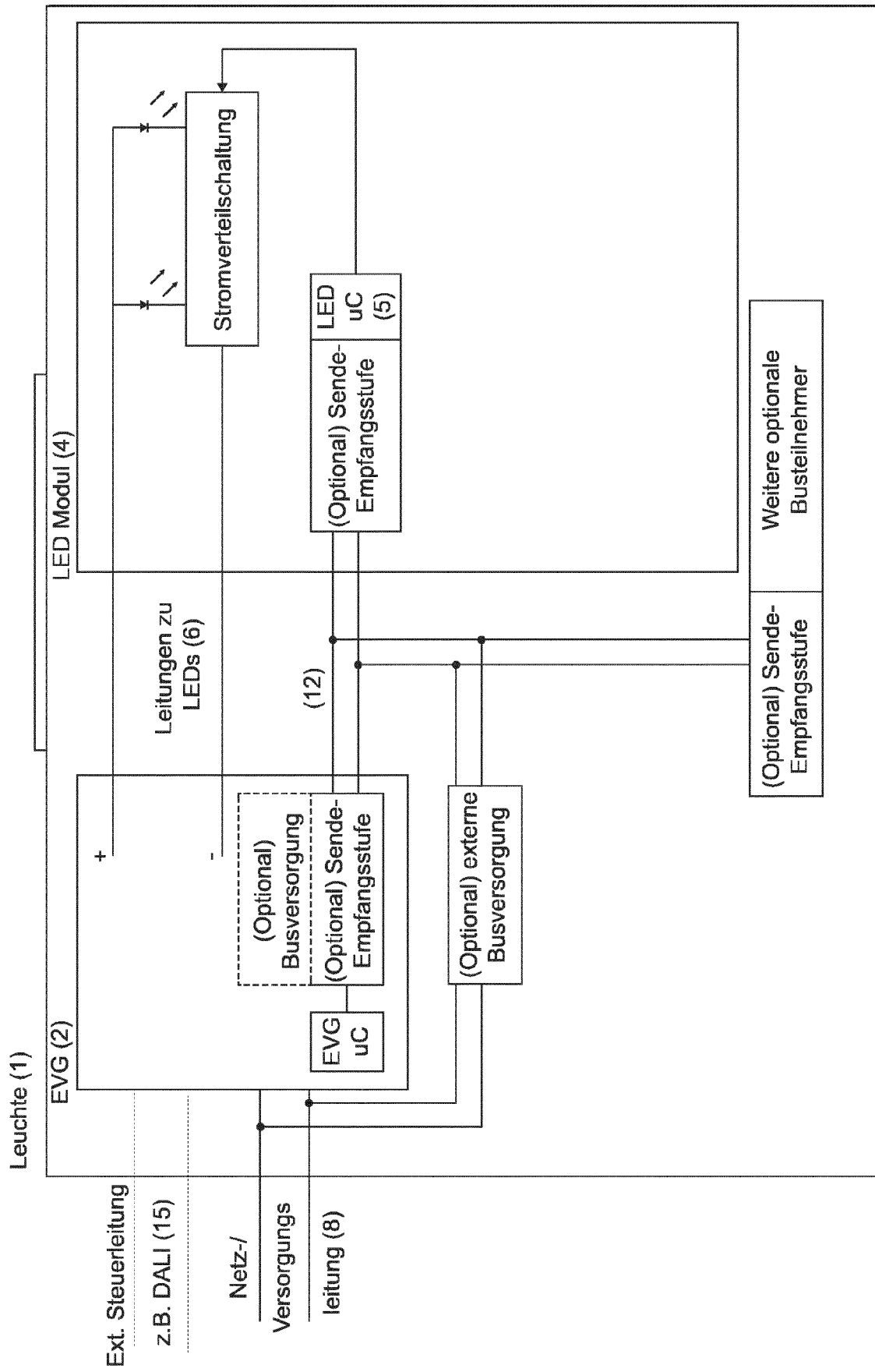


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 17 0094

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)
Y	US 2020/120770 A1 (HUANG JEN [US] ET AL) 16. April 2020 (2020-04-16) * Absätze [0050], [0046], [0039], [0040], [0047]; Abbildung 4 *	1-10	INV. H05B47/175 H05B45/20 H05B45/46
Y	DE 10 2014 213385 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 14. Januar 2016 (2016-01-14) * Absatz [0079]; Abbildungen 5,8 *	1,3-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Y	EP 3 541 148 A1 (SITECO BELEUCHTUNGSTECHNIK GMBH [DE]) 18. September 2019 (2019-09-18) * Absätze [0003], [0010], [0015]; Abbildung 1 *	2,9,10	
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 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 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 17 0094

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)
Y	US 2014/210357 A1 (YAN LIANG [US] ET AL) 31. Juli 2014 (2014-07-31) * Absätze [0029], [0032], [0049], [0043], [0047], [0028], [0033]; Abbildung 6 *	1,3,5,6	
Y	DE 20 2015 103127 U1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 19. September 2016 (2016-09-19) * Absätze [0021], [0009], [0053], [0014]; Abbildung 2 *	1,3-9	
Y	US 2013/063035 A1 (BADDELA SRINIVASA M [US] ET AL) 14. März 2013 (2013-03-14) * Absätze [0052], [0033], [0036]; Abbildungen 5-7 *	1,3-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
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 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 03.82 (P04C03)

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

EP 21 17 0094

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
DE 102014213385 A1	14-01-2016	KEINE	
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