(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Februar 2017 (09.02.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/021041 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 33/08 (2006.01) *H05B 37/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/063681

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2016 (15.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 214 939.0
5. August 2015 (05.08.2015) DE

(71) Anmelder: **OSRAM GMBH** [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: **BRUECKEL, Martin**; Hofaeckerstr. 47, 76139 Karlsruhe (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: VOLTAGE-DEPENDENT CONNECTION OF INDIVIDUAL LIGHT SOURCES

(54) Bezeichnung : SPANNUNGSABHÄNGIGE VERSCHALTUNG EINZELNER LICHTQUELLEN

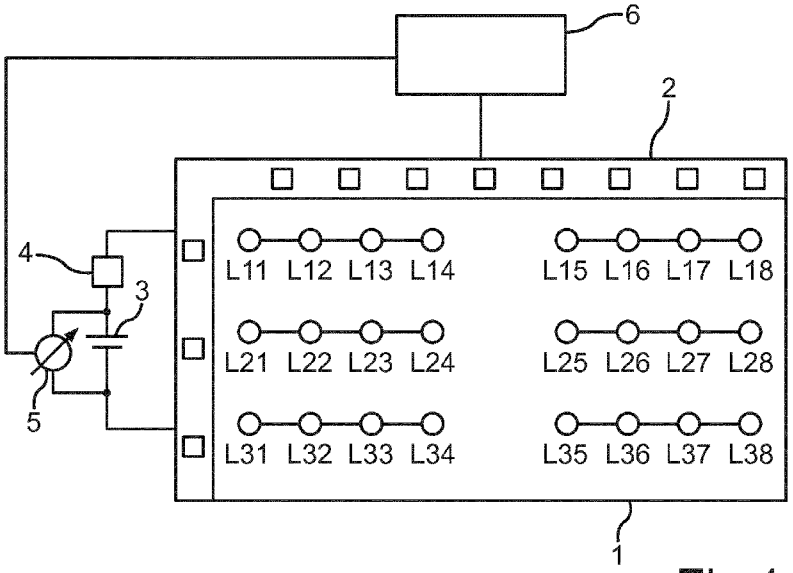


Fig.1

(57) Abstract: The aim of the invention is to allow a lighting device with multiple light sources to be operated with little loss and interference. This is achieved by a lighting device and a corresponding operating method. A supply voltage for the lighting device is measured, and a number of light sources (L11 to L38) is automatically ascertained in at least one line of multiple light sources (L11 to L38) connected in series. The ascertained number corresponds to the largest whole number which when multiplied by a specifiable forward voltage of each of the light sources is less than the measured supply voltage. In this manner, losses in linear and resistance drivers can be minimized so that the use of the drivers is advantageous.

(57) Zusammenfassung: Eine Beleuchtungseinrichtung mit mehreren Lichtquellen soll verlustarm und störungsarm betrieben werden können. Dazu wird eine Beleuchtungseinrichtung und ein entsprechendes Betriebsverfahren vorgeschlagen. Es wird eine Versorgungsspannung für die Beleuchtungseinrichtung gemessen und eine Anzahl

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/021041 A1

an Lichtquellen (L11 bis L38) in mindestens einem Strang, in dem mehrere Lichtquellen (L11 bis L38) in Reihe geschaltet sind, automatisch ermittelt. Dabei entspricht die ermittelte Anzahl der größten ganzen Zahl, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als die gemessene Versorgungsspannung ist. Dadurch lassen sich Verluste in Linear- und Widerstandstreibern minimieren, so dass deren Einsatz zweckmäßig wird.

Beschreibung

Spannungsabhängige Verschaltung einzelner Lichtquellen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Beleuchtungseinrichtung, die mehrere Lichtquellen aufweist, durch Messen einer Versorgungsspannung und Schalten der Lichtquellen in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von der gemessenen Versorgungsspannung. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine Beleuchtungseinrichtung mit mehreren Lichtquellen, einer Messvorrichtung zum Messen einer Versorgungsspannung und einer Schaltvorrichtung zum Schalten der Lichtquellen in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von der gemessenen Versorgungsspannung. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Beleuchtungseinrichtung.

Beleuchtungseinrichtungen für Kraftfahrzeuge weisen meist LEDs oder Laser-Dioden und Stromtreiber auf. Es bestehen verschiedene Realisierungsmöglichkeiten für solche Beleuchtungseinrichtungen. Zum einen kann ein diskreter Aufbau von Dioden und Treiberbausteinen in einer oder mehreren Unterbaugruppen und zum anderen auch vollintegrierte Schaltkreise gewählt werden. Darüber hinaus sind auch Mischlösungen mit diskreten und vollintegrierten Schaltungselementen möglich.

An Beleuchtungseinrichtungen werden speziell im Kraftfahrzeugbereich besondere Anforderungen gestellt. So sollen sie in der Regel nicht nur kostengünstig, sondern auch kompakt sein. Zusätzlich müssen sie aber auch robust sein und sollten möglichst wenige elektromagnetische Störungen verursachen.

Treiber von Beleuchtungseinrichtungen im Kraftfahrzeugbereich müssen an Bordnetzen von Kraftfahrzeugen betrieben werden können. Diese schwanken typischerweise zwischen 9 und 16 V. In Abhängigkeit von den jeweils aktiven Verbrauchern kann die Batterie- bzw. Bordnetzspannung mehr oder weniger weit einbrechen. Besonders markant sind die Bordnetzspannung beispielsweise beim Betrieb der Zündung bzw. des Anlassers. Am Ausgang des Treibers muss in jedem Fall ein konstanter oder in Abhängigkeit von Eingangsgrößen gesteuerter Strom geliefert werden.

Als Treiber stehen beispielsweise geschaltete DC/DC-Wandler zur Verfügung. Diese sind in der Regel verhältnismäßig komplex und besitzen ein Gehäuse sowie eine entsprechende Verkabelung, was relativ bauraumintensiv sein kann. Aufgrund des getakteten Betriebs ist zusätzlich ein EMV-Schutz notwendig, der die Treiberkosten zusätzlich erhöht. Ihr Vorteil liegt allerdings darin, dass die elektrischen Verluste meist nur gering sind. Sie liegen beispielsweise bei 10 % der Ausgangsleistung. Beim Betrieb von zwei Leuchtdioden beispielsweise, die jeweils eine Flussspannung von 3,5 V besitzen und mit einem Strom von 1 A versorgt werden, ergibt sich die Verlustleistung P_V = 2 x 3,5V x 1A x 10% = 0,7 W. Aufgrund ihres geringen Verlusts werden die Schaltwandler insbesondere für Lichtquellen mit hohem Lichtstrom, z. B. Abblendlicht und Fernlicht eingesetzt.

Alternativ werden heute vielfach Linearregler oder sogenannte Widerstandsregler (Vorwiderstand in Serie zu einer LED an einer Spannungsquelle) als kostengünstigere Lösung mit geringeren Anforderungen eingesetzt. Sie verursachen verhältnismäßig geringe elektromagnetische Störungen. Ihr Anwendungsbereich ist heute jedoch durch ihre große Verlustleistung limitiert, die sich aus dem Produkt von Ausgangsstrom und Spannungsabfall ergibt. Werden die oben genannten zwei LEDs an einem Bordnetz mit einer Netzspannung von 13 V betrieben, so fällt an dem Treiber die Spannung 13 V-2 x 3,5 V = 6 V ab. Die Verlustleistung beträgt demnach

6 V x 1 A =6 W. Dennoch wäre es wünschenswert, solche Widerstands- und lineare Regler, die kleiner, billiger und störärmer als Schaltwandler sind, für Beleuchtungseinrichtungen insbesondere im Kraftfahrzeugbereich einsetzen zu können.

Die Druckschrift DE 10 2013 201 766 A1 offenbart eine Beleuchtungseinrichtung mit mehreren Halbleiterlichtquellen und einer Vorrichtung zum Betreiben der Halbleiterlichtquellen. Die Vorrichtung weist Schaltmittel auf, durch welche die Halbleiterlichtquellen gruppenweise für den Betrieb mit der Vorrichtung aufteilbar sind. Insbesondere erfolgt die Aufteilung in Abhängigkeit von der Bordnetzspannung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Beleuchtungseinrichtung mit mehreren Lichtquellen möglichst verlustarm an einem Widerstands- oder Linearregler betreiben zu können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Beleuchtungseinrichtung, die mehrere Lichtquellen aufweist, durch

- Ermitteln eines Maßes einer Versorgungsspannung und
- Schalten der Lichtquellen in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von dem ermittelten Maß der Versorgungsspannung,

sowie

- automatisches Ermitteln einer Anzahl an Lichtquellen in mindestens einem der Stränge, wobei die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als das ermittelte Maß der Versorgungsspannung ist, und wobei
- bei dem Schalten der Lichtquellen in dem mindestens einen Strang genau die ermittelte Anzahl an Lichtquellen in Reihe geschaltet wird.

Darüber hinaus wird erfindungsgemäß bereitgestellt eine Beleuchtungseinrichtung mit

- mehreren Lichtquellen,
- einer Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Maßes einer Versorgungsspannung und
- einer Schaltvorrichtung zum Schalten der Lichtquellen in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von dem ermittelten Maß der Versorgungsspannung,

sowie mit

- einer Steuervorrichtung zum automatisches Ermitteln einer Anzahl an Lichtquellen in mindestens einem der Stränge, wobei die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als das ermittelte Maß der Versorgungsspannung ist, wobei
- die Schaltvorrichtung von der Steuervorrichtung derart ansteuerbar ist, dass in dem mindestens einen Strang genau die ermittelte Anzahl an Lichtquellen in Reihe geschaltet ist.

In vorteilhafter Weise wird mindestens einer der Stränge so konfiguriert, dass die Anzahl seiner Lichtquellen dem größten ganzzahligen Wert entspricht, der kleiner als z.B. der Quotient der aktuellen Bordnetzspannung bzw. Versorgungsspannung und der vorgebbaren Flussspannung einer Lichtquelle ist. Das Ermitteln dieser Anzahl der Lichtquellen kann rein rechnerisch oder auf der Basis von Messungen während des Betriebs oder bei einer initialen Kalibrierung erfolgen. Damit liegt die Flussspannung des gesamten Strangs gleich mit der oder geringfügig unter der Versorgungsspannung. Wird nun der Strang mit einem Linear- oder Widerstandstreiber betrieben, so ergeben sich wegen der minimalen Differenz zwischen Flussspannung und Versorgungsspannung nur minimale Verluste.

Das Ermitteln eines Maßes der Versorgungsspannung kann ein Messen der Versorgungsspannung sein. Alternativ kann ein Maß oder Repräsentant der Versorgungsspannung auch z.B. durch einen Zustand einer Schaltung repräsentiert werden. So könnte beispielsweise eine Schaltung mit Spannungsreferenz(en), z.B. mittels Zener-Dioden oder sonstigen Dioden, eingesetzt werden, welche in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung bestimmte Schaltzustände einnimmt, welche als Steuergröße verwendet werden können. In diesem Fall müsste die Versorgungsspannung nicht explizit gemessen werden.

Die Flussspannung der einzelnen Lichtquellen oder mehrerer davon kann vorgegeben oder gemessen werden. Beispielsweise kann sie für einen bestimmten Arbeitspunkt zur Vereinfachung der automatischen Ermittlung der Anzahl der Lichtquellen in einem Strang von vornherein festgelegt sein. Eine weitere Optimierung hinsichtlich der Verlustreduktion kann gegebenenfalls aber dadurch erreicht werden, dass die tatsächliche Flussspannung einer, mehrerer oder aller Lichtquellen bzw. eines konkreten Strangs gemessen wird und so eine dynamische Anpassung an die Versorgungsspannung möglich wird.

Vorzugsweise besitzen alle parallelen Stränge die gleiche Anzahl an Lichtquellen in Serie. Dadurch ist es möglich, dass ein einziger Treiber für alle Stränge benutzt wird.

In einer besonderen Ausgestaltung werden für die Versorgungsspannung ein Spannungsminimalwert und ein Spannungsmaximalwert vorgegeben. Eine Minimalanzahl an Lichtquellen wird dann in mindestens einem der Stränge dahingehend ermittelt, dass die Minimalanzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit der vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als der Spannungsminimalwert ist. Ebenso wird eine Maximalanzahl an Lichtquellen in mindestens einem der Stränge dahingehend ermittelt, dass die Maximalanzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit der vorgebbaren

Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als der Spannungsmaximalwert ist. Dabei wird als die Anzahl an Lichtquellen eine ganze Zahl zwischen der Minimalanzahl und der Maximalanzahl gewählt. Durch dieses Festlegen einer Minimalanzahl und einer Maximalanzahl ist es einfach möglich, eine ganze Zahl an Lichtquellen dazwischen zu wählen. Dies kann beispielsweise mittels einer Look-Up-Table erfolgen, in der die gemessene Versorgungsspannung einer Anzahl an Lichtquellen zugeordnet wird.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung entspricht die Gesamtzahl der Lichtquellen der Beleuchtungseinrichtung dem Quotienten aus Fakultät (Maximalanzahl) und Fakultät (Minimalanzahl -1). Auf diese Weise können immer gleich lange Stränge gebildet werden, und es müssen nicht eine oder wenige übrige Lichtquellen separat angesteuert werden.

Wie oben bereits angedeutet wurde, ermöglicht die minimale Differenz zwischen der Flussspannung eines gesamten Strangs und der Versorgungsspannung den Einsatz von Lineartreibern und Widerstandstreibern, da die Verluste minimiert sind. Dadurch wiederum ergeben sich Bauraum-,Kosten- und EMV-Vorteile.

Speziell kann die Beleuchtungseinrichtung einen einzigen Lineartreiber oder Widerstandstreiber zur elektrischen Versorgung aller Lichtquellen aufweisen. Dies führt zu weiteren Bauraum- und Kostenvorteilen.

Alternativ kann die Beleuchtungseinrichtung für jeden Strang einen separaten Lineartreiber oder Widerstandstreiber zur elektrischen Versorgung der Lichtquellen aufweisen. Auf diese Weise ist es auch möglich, jede beliebige Anzahl an Lichtquellen in einzelne Stränge zu unterteilen und doch verhältnismäßig verlustreduziert zu betreiben.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei den Lichtquellen um Leuchtdioden, Laserdioden oder Module davon. Unter einem

Modul wird hier eine feste Baugruppe mit einer oder mehreren Leuchtdioden bzw. Laserdioden verstanden.

In einer besonders bevorzugten Anwendung ist ein Kraftfahrzeug mit mindestens einer der oben geschilderten Beleuchtungseinrichtungen ausgestattet. Damit können sämtliche Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung hinsichtlich Verlustleistung, Bauraum, Robustheit und EMV-Verträglichkeit in Kraftfahrzeugen zum Tragen kommen, wo diese Vorteile von besonderer Bedeutung sind. Der Einsatz ist dabei nicht auf Kraftfahrzeuge beschränkt, sondern ist überall dort günstig, wo Versorgungsspannungen schwanken, insbesondere also in mobilen Geräten, bei denen die Versorgungsspannung häufig äußerst stark schwankt.

Die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren geschilderten Merkmale können als funktionelle Merkmale in der jeweiligen Beleuchtungseinrichtung realisiert werden. Umgekehrt können die als funktionelle Merkmale beschriebenen Eigenschaften einer Beleuchtungseinrichtung auch als jeweilige Verfahrensschritte für das beanspruchte Verfahren eingesetzt werden.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung; und

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer Beleuchtungseinrichtung.

Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar. Dabei ist zu beachten, dass die einzelnen Merkmale nicht nur in den geschilderten Merkmalskombinationen, sondern auch in Alleinstellung oder in

anderen technisch sinnvollen Kombinationen realisiert werden können.

Es soll beispielsweise eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Vielzahl von LEDs in einem Kraftfahrzeug möglichst verlustfrei und strahlungsarm betrieben werden. Insbesondere kann beispielsweise ein Abblendlicht bzw. Fernlicht des Kraftfahrzeugs auf diese Weise realisiert werden. Die LEDs stehen für alle möglichen Lichtquellen, insbesondere für Halbleiterlichtquellen. Auch der Bezug auf ein Kraftfahrzeug ist rein exemplarisch und die Erfindung kann auch für andere Einsatzzwecke dienen.

Erstrebenswert ist es nun, für die Beleuchtungseinrichtung einen Linear- oder Widerstandstreiber zu verwenden. Diese besitzen einen verhältnismäßig einfachen Aufbau, nämlich gegebenenfalls nur einen Widerstand in Reihe zu der Last bzw. den Lichtquellen im Fall eines Widerstandstreibers. Optional kann der Widerstand temperaturabhängig sein (z.B. PTC oder NTC).

In einem konkreten Beispiel besitzt die Beleuchtungseinrichtung eine Matrix an Lichtquellen bzw. LEDs L11, L12, L13,…,L18; L21, L22, L23,…,L28; L31, L32, L33,…,L38, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Diese sollen nun in Abhängigkeit von einer Versorgungsspannung, die beispielsweise ein Bordnetz liefert, verschieden miteinander verschaltet werden. Die Verschaltung soll in einer solchen Art und Weise erfolgen, dass die Summe der in Reihe geschalteten Dioden stets gleich oder knapp unterhalb der Bordnetzspannung bzw. Versorgungsspannung zu liegen kommt.

Im Beispiel von Fig. 1 wird die Matrix 1 der LEDs von einer Schaltvorrichtung 2 verschaltet. Diese ist in der Lage, mehrere der LEDs zu einem Strang in Serie zu schalten. Weitere der LEDs werden gruppenweise zu einem zweiten, dritten Strang etc. verschaltet. In dem Beispiel von Fig. 1 sind sechs Stränge mit je vier LEDs gebildet. Einen ersten

Strang bilden die LEDs L11 bis L14, einen zweiten Strang die LEDs L15 bis L18, einen dritten Strang die LEDs L21 bis L24, einen vierten Strang die LEds L25 bis L28, einen fünften Strang die LEDs L31 bis L34 und einen sechsten Strang die LEDs L35 bis L38. Alternativ können auch andere Gruppen von jeweils vier LEDs gebildet werden. So können beispielsweise auch die LEDs L11, L21, L31 und L32 zu einem Strang bzw. einer Gruppe verbunden sein. Die weiteren LEDs können beliebig weiter gruppiert werden.

Anders als in dem Beispiel von Fig. 1 können auch Stränge mit drei LEDs, zwei LEDs, sechs LEDs, acht LEDs usw. gebildet werden. Im Extremfall wird sogar ein einziger Strang mit 24 LEDs gebildet oder es werden 24 „Stränge" mit jeweils einer LED gebildet. Im gewählten Beispiel von 24 LEDs sind folgende Gruppierungen möglich (Anzahl der Stränge x Anzahl der LEDs):

24x1
12x2
8x3
6x4
4x6
3x8
2x12
1x24

Anstelle der Anzahl 24 im obigen Beispiel kann für die Anzahl der LEDs prinzipiell jede beliebige Zahl gewählt werden. Vorteilhaft ist jedoch eine Anzahl an LEDs, die verschiedene Strangbildungen ohne Rest ermöglichen, wobei die Differenz der Stranglängen zumindest in einem bevorzugten Bereich jeweils nur 1 ist. Wie obige Tabelle zeigt, können im Fall von 24 LEDs Stränge mit 1, 2, 3, und 4 LEDs gebildet werden, wobei stets sämtliche LEDs genutzt sind und alle Stränge gleich lang sind. Im Folgenden wird allgemein hergeleitet, wie die Stränge gebildet werden sollten. Dabei kann in folgenden Schritten vorgegangen werden:

a) Die Vorwärts- bzw. Flussspannung jeder LED, Laserdiode oder anderen Lichtquelle in der Beleuchtungseinrichtung kann durch deren Spezifikation oder bekannten Wertebereich auf eine Spanne U_LED_min bis U_LED_max eingegrenzt werden. Im aufwendigsten Fall wird die konkrete Spannung gemessen und im einfachsten Fall ist sie vorgegebenen bzw. wird auf einen bestimmten Wert festgelegt, z. B. U_LED=3,5 V.

b) Die Bordnetzspannung bzw. Versorgungsspannung liegt in einem Bereich U_BORD_min bis U_BORD_max. Aufgrund der oft starken Schwankungen sollte die Bordnetzspannung aktuell gemessen werden.

c) Die maximale Anzahl der LEDs in Reihe wird festgelegt auf N_REIHE_max = U_BORD_max/U_LED

d) Die minimale Anzahl an LEDs in Reihe wird festgelegt auf N_REIHE_min = U_BORD_min/U_LED

e) Die konkrete Anzahl der in einem bestimmten Moment in Reihe geschalteten LEDs wird festgelegt zu N_AKTUELL = größter ganzzahliger Wert, der kleiner ist als U_BORD/U_LED.

f) Die Anzahl der LEDs in der Beleuchtungseinrichtung wird vorzugsweise gewählt gemäß N_LED_TOTAL = N_REIHE_minx(N_REIHE_min+1) x (N_REIHE_min+2) x…x N_REIHE_max. Für den Fall, dass N_REIHE_min = 1 ist ergibt sich N_LED_TOTAL = N_REIHE_max!, d.h. der Fakultät der maximalen Anzahl an Lichtquellen in einer Reihe. Andernfalls entspricht N_LED_TOTAL = N_REIHE_max!/(N_REIHE_min-1)!

Das Bordnetz wird in Fig. 1 durch eine Batterie 3 symbolisiert. Die LEDs der Beleuchtungseinrichtung werden hier einfach über einen Widerstandstreiber, also einen Vorwiderstand 4 betrieben (alternativ könnte hier auch ein Lineartreiber eingesetzt werden). Die jeweilige Anzahl an LEDs wird durch die Schaltvorrichtung 2 in mehreren Strängen

jeweils in Reihe geschaltet und die Stränge werden zueinander parallel geschaltet. Die parallel verlaufenden Stränge werden von dem Widerstandstreiber mit Strom versorgt.

Um die LEDs intelligent zu Strängen zu schalten, wird die Versorgungsspannung bzw. Bordnetzspannung durch eine Messeinrichtung 5 gemessen. Das entsprechende Messsignal wird einer Steuervorrichtung 6 zugeführt, die die Anzahl an Lichtquellen bzw. LEDs in mindestens einem der Stränge, vorzugsweise in allen Strängen, automatisch ermittelt, wobei die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung (z. B. 3,5 V) jeder der Lichtquellen kleiner als die gemessene Versorgungsspannung ist.

Nachfolgend wird ein konkretes Beispiel dargestellt. Die Flussspannung einer LED wird festgelegt auf U_LED = 3,5V. Für den Versorgungsspannungsbereich werden die beiden Grenzen U_BORD_min = 9V und U_BORD_max = 16V festgelegt. Bei einer Bordnetzspannung von 9 V können also nur 2 LEDs in Reihe geschaltet werden, so dass sich N_REIHE_min = 2 ergibt. Die Flussspannung der beiden LEDs beträgt dann 7 V und liegt unter 9 V. Bei der maximalen Bordspannung 16 V können vier LEDs in Reihe geschaltet werden, die dann zu einer Gesamtflussspannung von 14 V führen, was dem größten ganzzahligen Wert unterhalb der maximalen Bordspannung von 16 V entspricht. Es ergäbe sich damit entsprechend dem obigen Punkt f) eine LED-Gesamtzahl N_LED_TOTAL = 2 x 3 x 4 = 24. Diese Gesamtzahl bliebe auch gleich, wenn die Bordnetzspannung unter 7 V fallen würde und damit ein Strang nur noch eine einzige LED enthalten ist.

Fall 1:

Die aktuelle Bordnetzspannung beträgt U_BORD = 13,5V. Für diese Spannung können drei LEDs in Serie geschaltet werden, so dass N_AKTUELL = 3 ist. Dadurch ist die Summe aller U_LED genau 10,5 V. Dies liegt knapp unterhalb der aktuellen

Bordnetzspannung von 13,5 V. In einem Lineartreiber fällt bei einem LED-Strom I_LED als Verlustleistung ab:
dU x I_LED = 3,0V x I_LED.

Fall 2:

Falls die Bordnetzspannung 16 V beträgt ergibt sich pro Strang N_AKTUELL = 4. Dadurch ist die Summe aller U_LED genau 14 V, was ebenfalls knapp unterhalb der aktuellen Bordnetzspannung von 16 V liegt. In einem Lineartreiber fällt als Verlustleistung dann ab: dU x I_LED = 2,0V x I_LED.

Fall 3:

Beträgt die Bordnetzspannung U_BORD 9 V, so ergäbe sich N_AKTUELL = 2 für die Zahl der LEDs in einem Strang. Dadurch ist die Summe aller U_LED genau 7 V, was wieder knapp unterhalb der aktuellen Bordnetzspannung von 9 V liegt. In einem Lineartreiber fällt als Verlustleistung ab:
dU x I_LED = 2,0V x I_LED.

Typischerweise beträgt der Strom durch eine LED I_LED=1A. Er kann aber auch Werte wie beispielsweise 2,0 A, 0,5 A, 0,1 A oder dergleichen betragen. Für den Fall von I_LED = 1A lägen die Verluste in den obigen drei Fällen bei 2 W bzw. 3 W.

In Fig. 2 ist der Verfahrensablauf zum Schalten der Lichtquellen schematisch dargestellt. In einem ersten Schritt S1 erfolgt das Messen der Versorgungsspannung (z. B. der Bordnetzspannung) der Beleuchtungseinrichtung. In einem anschließenden Schritt S2 erfolgt das automatische Ermitteln der Anzahl an Lichtquellen in mindestens einem der Stränge und vorzugsweise in allen Strängen. Dabei sollte die Anzahl der Lichtquellen pro Strang möglichst gleich sein. Für die (jeweils) ermittelte Anzahl gilt, dass die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als die gemessene Versorgungsspannung ist. Daraufhin wird in

einem Schritt S3 in einem jeweiligen Strang genau die ermittelte Anzahl an Lichtquellen in Reihe geschaltet.

Durch die Festlegung der idealen Gesamtzahl gemäß obigem Punkt f) kann eine Beleuchtungseinrichtung realisiert werden, bei der bei allen Spannungswerten des Bordnetzes bzw. der Versorgungsspannung alle Lichtquellen (LEDs, Laserdioden und dergleichen) gleichmäßig angesteuert werden können. Die Ansteuerung kann insbesondere mit einem Linear- oder Widerstandstreiber auf eine Art und Weise erfolgen, die die Verlustleistung im Treiber minimiert. Somit ist der Einsatz von Linear- oder Widerstandstreibern, die einfach, störungsarm und robust sind, bei relativ hohen LED-Strömen möglich, wo bisher nur Schaltwandler zum Einsatz kommen.

Mit dieser Lösung ist eine sehr kompakte, im Extremfall in einem einzigen integrierten Gehäuse aufgebaute LED-Beleuchtungseinrichtung für Abblend- und Fernlicht möglich. Das Einsparpotenzial kann einen Großteil der Kosten, des Bauraums und der Komplexität von Schaltwandlerlösungen betragen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Beleuchtungseinrichtung, die mehrere Lichtquellen (L11 bis L38) aufweist, durch
- Ermitteln eines Maßes (S1) einer Versorgungsspannung und
- Schalten (S3) der Lichtquellen (L11 bis L38) in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von dem Maß der Versorgungsspannung,

gekennzeichnet durch
- automatisches Ermitteln (S2) einer Anzahl an Lichtquellen (L11 bis L38) in mindestens einem der Stränge, wobei die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als das Maß der Versorgungsspannung ist, und wobei
- bei dem Schalten (S4) der Lichtquellen in dem mindestens einen Strang genau die ermittelte Anzahl an Lichtquellen in Reihe geschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Flussspannung vorgegeben oder an einer oder mehreren der Lichtquellen (L11 bis L38) gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei alle parallelen Stränge die gleiche Anzahl an Lichtquellen (L11 bis L38) in Serie enthalten.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für die Versorgungsspannung ein Spannungsminimalwert und ein Spannungsmaximalwert vorgegeben werden, eine Minimalanzahl an Lichtquellen (L11 bis L38) in mindestens einem der Stränge dahingehend ermittelt wird, dass die Minimalanzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit der vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als der Spannungsminimalwert ist, und eine Maximalanzahl an Lichtquellen (L11 bis L38) in mindestens einem der Stränge dahingehend ermittelt wird, dass die Maximalanzahl der

größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit der vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als der Spannungsmaximalwert ist, und wobei als die Anzahl an Lichtquellen eine ganze Zahl zwischen der Minimalanzahl und der Maximalanzahl gewählt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Gesamtzahl der Lichtquellen (L11 bis L38) der Beleuchtungseinrichtung dem Quotienten aus Fakultät(Maximalanzahl) und Fakultät(Minimalzahl-1) entspricht.

6. Beleuchtungseinrichtung mit
- mehreren Lichtquellen (L11 bis L38),
- einer Ermittlungseinrichtung (5) zum Ermitteln eines Maßes einer Versorgungsspannung und
- einer Schaltvorrichtung (2) zum Schalten der Lichtquellen (L11 bis L38) in einen oder mehrere parallele Stränge, wobei die Lichtquellen in jedem Strang jeweils in Reihe geschaltet sind, in Abhängigkeit von dem ermittelten Maß der Versorgungsspannung,

gekennzeichnet durch
- eine Steuervorrichtung (6) zum automatisches Ermitteln einer Anzahl an Lichtquellen (L11 bis L38) in mindestens einem der Stränge, wobei die Anzahl der größten ganzen Zahl entspricht, die multipliziert mit einer vorgebbaren Flussspannung jeder der Lichtquellen kleiner als das ermittelte Maß der Versorgungsspannung ist, wobei
- die Schaltvorrichtung (2) von der Steuervorrichtung (6) derart ansteuerbar ist, dass in dem mindestens einen Strang genau die ermittelte Anzahl an Lichtquellen in Reihe geschaltet ist.

7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, die einen einzigen Lineartreiber oder einen einzigen Widerstandstreiber (4) zur elektrischen Versorgung aller Lichtquellen (L11 bis L38) aufweist.

8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, die für jeden Strang einen separaten Lineartreiber oder Widerstandstreiber zur elektrischen Versorgung der Lichtquellen aufweist.

9. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Lichtquellen (L11 bis L38) Leuchtdioden oder Laserdioden oder Module davon sind.

10. Kraftfahrzeug mit einer Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9.

1/1

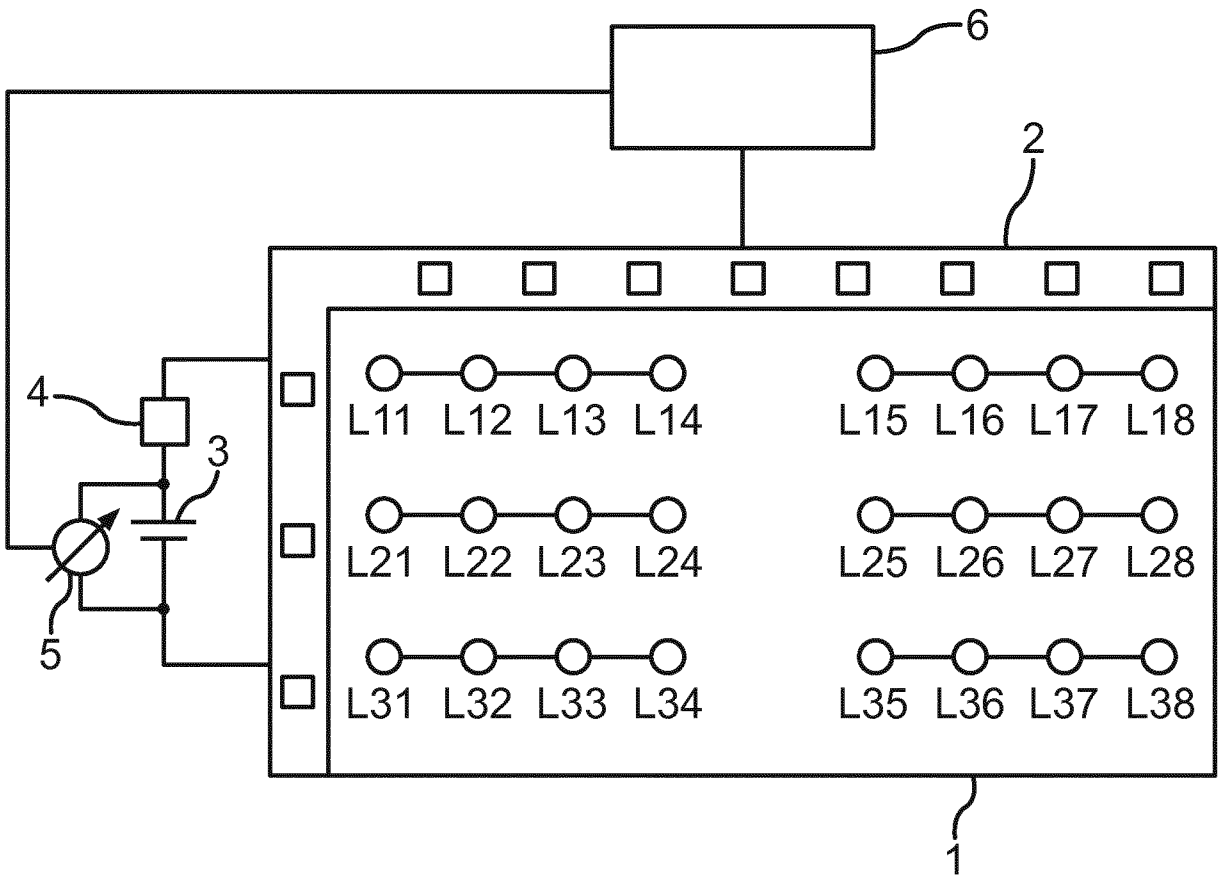

6
2
4
3
5
L11 L12 L13 L14
L15 L16 L17 L18
L21 L22 L23 L24
L25 L26 L27 L28
L31 L32 L33 L34
L35 L36 L37 L38
1

Fig.1

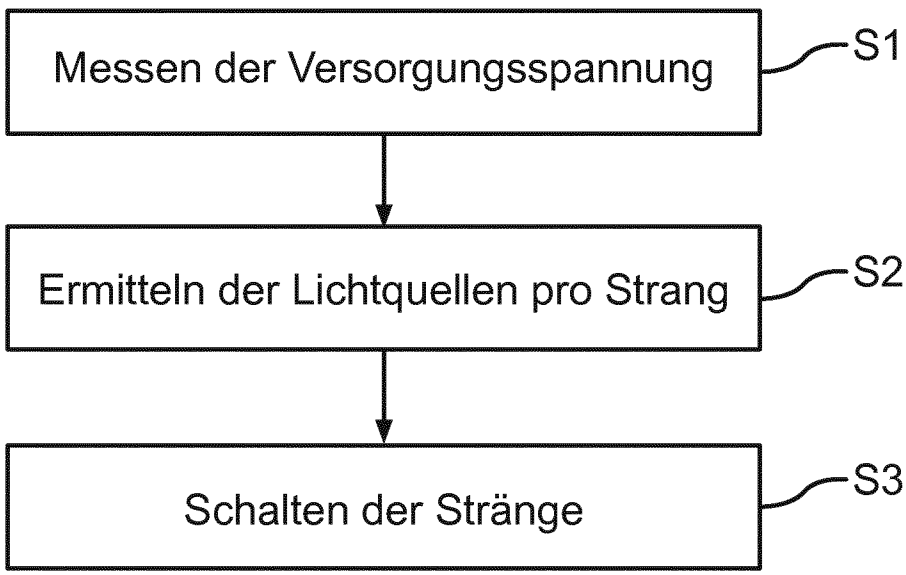

Messen der Versorgungsspannung
S1
Ermitteln der Lichtquellen pro Strang
S2
Schalten der Stränge
S3

Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B33/08 H05B37/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 006438 A1 (MOTIVE GMBH X [DE]; HITZELBERGER CHRISTOPH [DE]; ALBRECHT MARC [DE]) 7 August 2008 (2008-08-07)	1-6,9,10
Y	paragraphs [0002], [0004], [0005], [0007], [0009], [0019], [0021], [0041] - [0045], [0063]; claims 1-15; figures 1,2a,2b,2c	7,8
Y	US 2013/328491 A1 (CHOU TAO HUNG [TW] ET AL) 12 December 2013 (2013-12-12) figures 4,6	7,8
Y	US 2013/015773 A1 (TAI SHIH-NENG [TW] ET AL) 17 January 2013 (2013-01-17) figure 4	1-10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 August 2016	19/08/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Müller, Uta

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063681

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2008/017467 A1 (JOHNSON CONTR AUTOMOTIVE ELECT [DE]; REINLE THOMAS [DE]) 14 February 2008 (2008-02-14) figures 2,3	1-10
Y	WO 2012/095680 A1 (UNIV CITY HONG KONG [CN]; ZHONG WENXING [CN]; LI SINAN [CN]; CHEN WU [] 19 July 2012 (2012-07-19) figures 12,13,14a,14b	1-10
A	DE 10 2013 201766 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 7 August 2014 (2014-08-07) paragraph [0006]	1-10

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/063681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007006438 A1	07-08-2008	NONE	
US 2013328491 A1	12-12-2013	CN 103486457 A	01-01-2014
		TW 201352064 A	16-12-2013
		US 2013328491 A1	12-12-2013
US 2013015773 A1	17-01-2013	NONE	
WO 2008017467 A1	14-02-2008	DE 102006037342 A1	21-02-2008
		EP 2052584 A1	29-04-2009
		ES 2471977 T3	27-06-2014
		US 2009184663 A1	23-07-2009
		WO 2008017467 A1	14-02-2008
WO 2012095680 A1	19-07-2012	CN 103444264 A	11-12-2013
		JP 2014507711 A	27-03-2014
		TW 201236298 A	01-09-2012
		US 2012286753 A1	15-11-2012
		WO 2012095680 A1	19-07-2012
DE 102013201766 A1	07-08-2014	DE 102013201766 A1	07-08-2014
		US 2014218953 A1	07-08-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/063681

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H05B33/08 H05B37/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 006438 A1 (MOTIVE GMBH X [DE]; HITZELBERGER CHRISTOPH [DE]; ALBRECHT MARC [DE]) 7. August 2008 (2008-08-07)	1-6,9,10
Y	Absätze [0002], [0004], [0005], [0007], [0009], [0019], [0021], [0041] - [0045], [0063]; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1,2a,2b,2c	7,8
Y	US 2013/328491 A1 (CHOU TAO HUNG [TW] ET AL) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Abbildungen 4,6	7,8
Y	US 2013/015773 A1 (TAI SHIH-NENG [TW] ET AL) 17. Januar 2013 (2013-01-17) Abbildung 4	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. August 2016	19/08/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Müller, Uta

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2008/017467 A1 (JOHNSON CONTR AUTOMOTIVE ELECT [DE]; REINLE THOMAS [DE]) 14. Februar 2008 (2008-02-14) Abbildungen 2,3	1-10
Y	WO 2012/095680 A1 (UNIV CITY HONG KONG [CN]; ZHONG WENXING [CN]; LI SINAN [CN]; CHEN WU [] 19. Juli 2012 (2012-07-19) Abbildungen 12,13,14a,14b	1-10
A	DE 10 2013 201766 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 7. August 2014 (2014-08-07) Absatz [0006]	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/063681

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007006438 A1	07-08-2008	KEINE	
US 2013328491 A1	12-12-2013	CN 103486457 A	01-01-2014
		TW 201352064 A	16-12-2013
		US 2013328491 A1	12-12-2013
US 2013015773 A1	17-01-2013	KEINE	
WO 2008017467 A1	14-02-2008	DE 102006037342 A1	21-02-2008
		EP 2052584 A1	29-04-2009
		ES 2471977 T3	27-06-2014
		US 2009184663 A1	23-07-2009
		WO 2008017467 A1	14-02-2008
WO 2012095680 A1	19-07-2012	CN 103444264 A	11-12-2013
		JP 2014507711 A	27-03-2014
		TW 201236298 A	01-09-2012
		US 2012286753 A1	15-11-2012
		WO 2012095680 A1	19-07-2012
DE 102013201766 A1	07-08-2014	DE 102013201766 A1	07-08-2014
		US 2014218953 A1	07-08-2014