



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.12.2020 Patentblatt 2020/53

(51) Int Cl.:
H05B 45/48 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **20182283.0**

(22) Anmeldetag: **25.06.2020**

(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:
• **BLUM, Dirk**
72762 Reutlingen (DE)
• **BEZ, Benedikt**
72762 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter: **Wörz, Volker Alfred**
Herrmann Patentanwälte
Königstraße 30
70173 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **26.06.2019 DE 102019117234**

(71) Anmelder: **Marelli Automotive Lighting**
Reutlingen (Germany)
GmbH
72762 Reutlingen (DE)

(54) **SCHALTUNGSANORDNUNG EINER BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG UND BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT EINER SOLCHEN SCHALTUNGSANORDNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung (10) einer Beleuchtungseinrichtung (101), vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens zwei in Reihe geschalteten und an eine gemeinsame Stromquelle (14) angeschlossenen Halbleiterlichtquellen (16), wobei parallel zu mindestens einer Halbleiterlichtquelle (16) der Halbleiterlichtquellen (16) eine Bypass-Schaltung (18) geschaltet ist, durch welche die Halbleiterlichtquelle (16) überbrückbar ist. Um einen längerfristigen gedimmten Betrieb der Halbleiterlichtquelle (16) ohne ständig anliegendes Ansteuersignal (22) zu ermöglichen und um EMV-Eigenschaften der Schaltungsanordnung (10) zu verbessern, wird vorgeschlagen, dass die Schaltungsanordnung (10) eine konfigurierbare Stromsenke (30) aufweist, die in der Bypass-Schaltung (18) angeordnet und ausgebildet ist, einen Anteil (I_{BP}) eines von der Stromquelle (14) erzeugten Stroms (I) aufzunehmen, so dass durch die Halbleiterlichtquelle (16), zu der die Bypass-Schaltung (18) parallel geschaltet ist, ein Betriebsstrom (I_{LED}) fließt, der geringer als der von der Stromquelle (14) erzeugte Strom (I) ist.

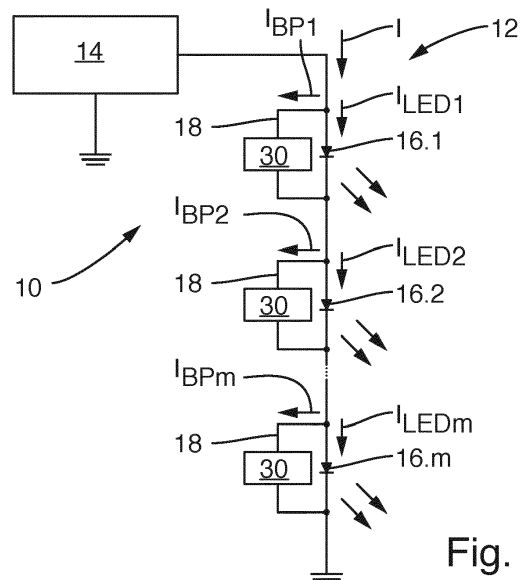


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung einer Beleuchtungseinrichtung, vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens zwei in Reihe geschalteten und an eine gemeinsame Stromquelle angeschlossenen Halbleiterlichtquellen. Parallel zu mindestens einer Halbleiterlichtquelle der Halbleiterlichtquellen ist eine Bypass-Schaltung geschaltet, durch welche die Halbleiterlichtquelle überbrückbar ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs mit einem Gehäuse und einer in dem Gehäuse ausgebildeten und durch eine Abdeckscheibe verschlossenen Lichtaustrittsöffnung, und mit in dem Gehäuse angeordneten Halbleiterlichtquellen zum Emittieren von Licht. Die Beleuchtungseinrichtung ist derart ausgebildet, dass das von den Halbleiterlichtquellen emittierte Licht, gegebenenfalls unter Mitwirkung von optischen Elementen der Beleuchtungseinrichtung, zur Erzeugung mindestens einer Lichtfunktion der Beleuchtungseinrichtung durch die Abdeckscheibe hindurchtritt.

[0003] Die Halbleiterlichtquellen sind üblicherweise als Leuchtdioden (LEDs) ausgebildet. Für eine Scheinwerferfunktion (z.B. Abblendlicht, Fernlicht, Nebellicht, Teilfernlicht, Stadtlicht, Landstraßenlicht, Autobahnlicht, Kurvenlicht) sind sie vorzugsweise als Hochleistungs-LEDs ausgebildet, die weißes Licht aussenden. Weißes Licht kann bspw. durch Überlagern von blauem Licht eines LED-Chips und gelbem Licht einer Fluoreszenzschicht (z.B. Phosphor) erzeugt werden, auf die ein Teil des blauen Lichts trifft und in gelbes Licht umgewandelt wird. Alternativ können auch sog. RGB-LEDs eingesetzt werden, die rotes, grünes und blaues Licht erzeugen, das zur Erzeugung von weißem oder anders farbigem Licht überlagert wird, so dass es zu einer additiven Farbmischung kommt. Für Leuchtenfunktionen (z.B. Tagfahrlicht, Rückfahrcheinwerferlicht, Blinklicht, Seitenmarkierungslicht, Rücklicht, Bremslicht, Nebelrücklicht) sind die Halbleiterlichtquellen vorzugsweise als LEDs ausgebildet, die weißes, gelbes (oranges) oder rotes Licht aussenden. Farbiges Licht kann bspw. durch bestimmte LEDs mit oder ohne Fluoreszenzschicht erzeugt werden. Denkbar wäre auch die Erzeugung von farbigem Licht mittels einer oder mehrerer RGB-LEDs. Denkbar wäre bspw. auch eine Ausgestaltung der Halbleiterlichtquellen als Laserdioden oder OLEDs.

[0004] Eine Reihenschaltung mehrerer Halbleiterlichtquellen hat den Vorteil, dass nur eine Stromquelle für die Halbleiterlichtquellen erforderlich ist. Kraftfahrzeugscheinwerfer mit mehreren matrixartig in mehreren Reihen und/oder Spalten angeordneten LEDs (sog. LED-Pixelsysteme) umfassen einen Buck-Converter, der den Strom für die LEDs erzeugt, und Halbleiterschalter, die in den Bypass-Schaltungen parallel zu den LEDs angeordnet sind, um diese zu überbrücken. Der Buck-Converter besitzt zur Reduzierung der LED-Stromüberschwinger (sog. Stromrippel) einen Glättungskondensa-

tor. Stromüberschwinger dürfen aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) ein bestimmtes Maß nicht überschreiten. Ferner sollte der maximal zulässige Wert des LED-Betriebsstroms keinesfalls überschritten werden. Dies kann u.U. beim Schalten der Halbleiterschalter bzw. der LEDs durch Entladen des Glättungskondensators verursacht werden.

[0005] Eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art ist bspw. aus der EP 1 322 139 A1 bekannt. Dort wird vorgeschlagen, parallel zu jeder Halbleiterlichtquelle einer Reihenschaltung eine passiv steuernde Bypass-Schaltung mit einem darin angeordneten ansteuerbaren Halbleiterschalter anzuordnen. Die elektrische Beschaltung und Ansteuerung des Halbleiterschalters sorgt dafür, dass falls eine elektrische Verbindung über eine der Halbleiterlichtquellen unterbrochen wird (bspw. aufgrund eines Defekts der Halbleiterlichtquelle), der Halbleiterschalter in der entsprechenden Bypass-Schaltung angesteuert wird, so dass die elektrische Verbindung über die Bypass-Schaltung geschlossen wird. Dadurch wird erreicht, dass bei einem Defekt einer Halbleiterlichtquelle der Reihenschaltung die übrigen Halbleiterlichtquellen der Reihenschaltung weiterhin mit Strom versorgt werden. Eine aktive Ansteuerung der Halbleiterschalter zur gezielten Steuerung des über die entsprechende Bypass-Schaltung bzw. die entsprechende Halbleiterlichtquelle fließenden Stroms ist dabei jedoch nicht möglich.

[0006] Eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art ist ferner aus der DE 10 2006 031 679 A1 bekannt. Dort wird vorgeschlagen, parallel zu jeder Halbleiterlichtquelle einer Reihenschaltung eine aktiv steuerbare Bypass-Schaltung anzuordnen. In den Bypass-Schaltungen ist jeweils ein aktiv ansteuerbarer Halbleiterschalter (z.B. ein Feldeffekttransistor) angeordnet, durch den die entsprechende Halbleiterlichtquelle zumindest zeitweise überbrückt werden kann. Die Halbleiterschalter der Bypass-Schaltungen werden jeweils mittels eines PWM-Signals angesteuert, so dass der angesteuerte Halbleiterschalter in Abhängigkeit von dem Pegel des PWM-Signals einen Stromfluss über die entsprechende Bypass-Schaltung entweder ermöglicht (Halbleiterschalter geschlossen) oder unterbricht (Halbleiterschalter geöffnet). Die über die Zeit gemittelte Einschaltdauer (sog. Duty Cycle: Anteil des high-Pegels eines PWM-Signals pro Periode im Verhältnis zu der Dauer der Periode) des PWM-Signals bestimmt dabei die Größe des über die Bypass-Schaltung abfließenden Stroms und damit den Grad der Dimmung der entsprechenden Halbleiterlichtquelle.

[0007] Schließlich ist aus der DE 10 2016 120 100 A1 eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art bekannt, bei der in den Bypass-Schaltungen angeordnete Halbleiterschalter ebenfalls aktiv angesteuert werden können. Dabei erfolgt die Ansteuerung über Signalwandler, wobei jedem Halbleiterschalter ein eigener Signalwandler zugeordnet ist. Ein Signalwandler generiert aus einem Ansteuersignal ein entsprechendes Bypass-

Steuersignal und legt dieses an einen Steuereingang des entsprechenden Halbleiterschalters an. Anders als bei einem PWM-Signal, können die Signalwandler die Flanken-Steilheit der Bypass-Steuersignale verringern und dadurch Stromspitzen des durch die Halbleiterlichtquellen fließenden Stroms reduzieren bzw. sogar vermeiden. Auch hier bewirkt die über die Zeit gemittelte Einschalt-dauer des Bypass-Steuersignals die Größe des über die Bypass-Schaltung abfließenden Stroms und damit den Grad der Dimmung der entsprechenden Halbleiterlicht-quelle.

[0008] Problematisch bei dem beschriebenen Stand der Technik gemäß der DE 10 2006 031 679 A1 und der DE 10 2016 120 100 A1 ist es, dass eine analoge Steuerung oder Regelung der Halbleiterschalter ohne zusätzlichen schaltungstechnischen Aufwand nicht möglich ist. Daher werden die Halbleiterschalter digital betrieben, d.h. sie werden ständig zwischen leitend und nicht-leitend hin und her geschaltet. Ein individuelles Dimmen der LEDs ist nur durch ein ständig anliegendes Ansteuersignal möglich. Dabei ist es besonders nachteilig, dass bei einem längerfristigen Betrieb einer der LEDs in einem gedimmten Zustand dauerhaft ein Ansteuersignal zur kontinuierlichen Ansteuerung des der gedimmten LED entsprechenden Halbleiterschalters erforderlich ist. Über die Einschalt-dauer (den sog. Duty Cycle: Anteil des high-Pegels eines PWM-Signals pro Periode im Verhältnis zu der Dauer der Periode) des Ansteuersignals kann der durch die LED fließende Strom verändert werden. Wenn ein 1 A-Strom auf 0,1 A verringert werden soll, kann dies bspw. durch eine Einschalt-dauer von 10% erfolgen.

[0009] Ausgehend von dem beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten und weiterzubilden, dass ein längerfristiger gedimmter Betrieb mindestens einer Halbleiterlichtquelle einer Reihenschaltung mehrerer Halbleiterlichtquellen möglich ist, ohne dass es eines dauerhaften Ansteuersignals bedarf.

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Insbesondere wird ausgehend von der Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass die Schaltungsanordnung eine konfigurierbare Stromsenke aufweist, die in der Bypass-Schaltung angeordnet und ausgebildet ist, einen Anteil eines von der Stromquelle erzeugten Stroms aufzunehmen, so dass durch die Halbleiterlichtquelle, zu der die Bypass-Schaltung parallel geschaltet ist, ein Betriebsstrom fließt, der geringer als der von der Stromquelle erzeugte Strom ist.

[0011] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist für den Betriebsfall eines konstanten Dimmwerts einer oder mehrerer Halbleiterlichtquellen einer Reihenschaltung optimiert. Die Dimmwerte einzelner Halbleiterlichtquellen in der Reihenschaltung können sich voneinander unterscheiden. Von besonderem Vorteil ist es, dass bei der Schaltungsanordnung kein Ansteuersignal mehr be-

nötigt wird, um einen in der Bypass-Schaltung angeordneten Halbleiterschalter anzusteuern, da sich die Schaltung selbst regelt. Die Halbleiterlichtquellen, die über eine Bypass-Schaltung verfügen, werden analog gedimmt und nicht mehr digital. Das führt in vorteilhafter Weise zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Halbleiterlichtquellen. Da auf eine PWM-Steuerung verzichtet wird, treten auch keine Stromüberschinger auf. Auf zusätzliche elektrische Bauteile zur Stromglättung, z.B. in Form eines Glättungskondensators, kann verzichtet werden. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann insgesamt günstiger realisiert werden und bietet Vorteile bezüglich der EMV-Verträglichkeit. Insbesondere bei kleinen Strömen (z.B. im Bereich < 100 mA) und bei RGB-LEDs kann das erfindungsgemäß vorgeschlagene analoge Dimmen einzelner oder aller Halbleiterlichtquellen der Reihenschaltung von Vorteil sein. Eine gedimmte Halbleiterlichtquelle leuchtet weniger hell und/oder in einer anderen Farbe. Der durch die Bypass-Schaltung in die Stromsenke fließende Strom wird vorzugsweise in Wärme umgewandelt.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Stromsenke durch eine Bestückung der Bypass-Schaltung mit entsprechenden elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen konfigurierbar ist. Je nach gewählten und verbauten Bauteilen der Schaltungsanordnung für die Stromsenke in der Bypass-Schaltung wird der über die Stromsenke fließende Anteil des Stroms und damit auch der über die entsprechende Halbleiterlichtquelle fließende Strom dauerhaft eingestellt, ohne dass es eines Ansteuersignals bedarf bzw. ohne dass ein Ansteuersignal ständig anliegen muss.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Stromsenke eine Reihenschaltung eines Spannungsreglers und eines ohmschen Widerstands umfasst. Der Spannungsregler umfasst vorzugsweise einen Eingangsanschluss, einen Ausgangsanschluss und einen Spannungsregleranschluss (Adjust). Der Eingang liegt an der Anode der Halbleiterlichtquelle und der Ausgang an einem ersten Kontakt des ohmschen Widerstands an. Der zweite Kontakt des ohmschen Widerstands liegt an der Kathode der Halbleiterlichtquelle an. Der Spannungsregleranschluss liegt ebenfalls an der Kathode an. Der Spannungsregler ist ausgebildet, eine Spannung zwischen dem Ausgang und dem Spannungsregleranschluss auf einen vorgebbaren Wert, bspw. 1,25 V, zu regeln. Der ohmsche Widerstand ist vorzugsweise ein Referenzwiderstand, durch den die Stromsenke einstellbar ist. Die geregelte Spannung des Spannungsreglers liegt an dem ohmschen Widerstand an. Über den ohmschen Widerstand und damit durch die Bypass-Schaltung fließt somit ein Strom I_{BP} = geregelte Spannung U / Widerstandswert R_{ref} , z.B. $I = 1,25 \text{ V} / R_{ref} [\Omega]$. Dieser Stromanteil fließt also nicht über die Halbleiterlichtquelle und führt zu einer dementsprechenden Dimmung. Der Grad der Dimmung ist durch die Wahl der elektrischen bzw. elektronischen Bauteile, insbesondere

des Spannungsreglers und des Referenzwiderstands, fest vorgegeben. Bei vorgegebenem Spannungsregler wird der Grad der Dimmung insbesondere durch den Referenzwiderstand definiert und bleibt selbst ohne Ansteuersignal über einen längeren Zeitraum erhalten, da sich die Stromsenke 30 in der Bypass-Schaltung 18 selbst regelt.

[0014] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Stromsenke einen einstellbaren Transistor, vorzugsweise in Form eines Leistungstransistors, umfasst. Der Transistor ist bevorzugt vom npn-Typ. Bevorzugt ist der Kollektor-Anschluss des Transistors an der Anode der Halbleiterlichtquelle angeschlossen und der Emitter-Anschluss des Transistors an der Kathode der Halbleiterlichtquelle. Es ist denkbar, dass die Stromsenke einen ersten ohmschen Widerstand in einem Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors, insbesondere zwischen dem Emitter-Anschluss des Transistors und der Kathode der Halbleiterlichtquelle, umfasst. Bevorzugt ist der erste ohmsche Widerstand ein Referenzwiderstand, durch den die Stromsenke konfigurierbar ist, d.h. durch den der durch die Bypass-Schaltung fließende Kollektor-Emitter-Strom eingestellt werden kann. Alternativ oder zusätzlich könnte ein entsprechender Widerstand auch zwischen dem Kollektor-Anschluss des Transistors und der Anode der Halbleiterlichtquelle angeordnet sein.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Stromsenke ein Element zur Vorgabe, insbesondere zur Regelung, einer an dem ersten ohmschen Widerstand anliegenden statischen Referenzspannung aufweist, durch welche der durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors fließende Strom statisch einstellbar ist. Vorzugsweise umfasst das Element zur Vorgabe der Referenzspannung einen einstellbaren Shunt-Regler (sog. adjustable shunt regulator).

[0016] Die Stromsenke kann eine Reihenschaltung des Shunt-Reglers und eines zweiten ohmschen Widerstands umfassen. Bevorzugt liegt ein Basis-Anschluss des Transistors zwischen einem Kathoden-Anschluss des Shunt-Reglers und einem ersten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands an, ein Kollektor-Anschluss des Transistors an einem zweiten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands an, ein Emitter-Anschluss des Transistors an einem Referenzanschluss des Shunt-Reglers und an einem ersten Anschlusskontakt des ersten ohmschen Widerstands an und ein Anoden-Anschluss des Shunt-Reglers an einem zweiten Anschlusskontakt des ersten ohmschen Widerstands an. Der Kollektor-Anschluss des Transistors liegt an der Anode der Halbleiterlichtquelle an, und der Anoden-Anschluss des Shunt-Reglers liegt an der Kathode der Halbleiterlichtquelle an.

[0017] Der einstellbare Shunt-Regler gibt eine geregelte Referenzspannung, z.B. einen beliebigen Wert zwischen 2,5 V und 36 V, mit hoher Genauigkeit vor und hält diese konstant. Die Referenzspannung liegt an dem

ersten Widerstand an, der als Referenzwiderstand dient, und stellt einen definierten resultierenden Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} in der Bypass-Schaltung ein. Der Strom I_{BP} ergibt sich aus geregelter Spannung V_{ref} / Widerstandswert R_{ref} , z.B. $I_{BP} = 2,5 \text{ V} / R_{ref} [\Omega]$. Dieser Stromanteil I_{BP} fließt also nicht über die Halbleiterlichtquelle und dimmt diese dementsprechend. Der Grad der Dimmung ist durch die Wahl der elektrischen bzw. elektronischen Bauteile fest vorgegeben. Bei vorgegebenem Shunt-Regler bzw. bei durch diesen vorgegebener Referenzspannung wird der Grad der Dimmung insbesondere durch den Referenzwiderstand definiert und bleibt selbst ohne Ansteuersignal über einen längeren Zeitraum erhalten.

[0018] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Stromsenke eine Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms durch die Bypass-Schaltung aufweist, durch welche der durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors fließende Strom einstellbar ist. Dabei erfolgt auch hier die Einstellung des durch die Bypass-Schaltung fließenden Kollektor-Emitter-Stroms und damit auch die Dimmung der entsprechenden Halbleiterlichtquelle für einen längeren Zeitraum selbst ohne ein ständig anliegendes Ansteuersignal.

[0019] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, dass die Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms ausgebildet ist, den durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors fließenden Strom zwischen 0% und 100% des von der Stromquelle der Reihenschaltung gelieferten Stroms einzustellen. Das bedeutet, dass der Kollektor-Emitter-Strom und damit auch der durch die entsprechende Halbleiterlichtquelle fließende Strom durch die Schaltung auf einen gewünschten Wert eingestellt werden kann.

[0020] Wenn bspw. in einer Reihenschaltung eine erste Gruppe von Halbleiterlichtquellen für ein weißes Tagfahrlicht und eine zweite Gruppe von Halbleiterlichtquellen für ein gelbes bzw. oranges Blinklicht angeordnet sind, ist es denkbar, dass die Halbleiterlichtquellen der beiden Gruppen mit unterschiedlichen Strömen betrieben werden müssen, obwohl sie in einer gemeinsamen Reihenschaltung angeordnet sind. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der von der Stromquelle gelieferte Strom dem Strom entspricht, den die Halbleiterlichtquellen mit dem höheren Betriebsstrom benötigen, und ein Teil des von der Stromquelle gelieferte Stroms bei den Halbleiterlichtquellen mit dem niedrigeren Betriebsstrom durch die entsprechenden, den Halbleiterlichtquellen zugeordneten Bypass-Schaltungen in die Stromsenke fließt, sodass durch diese Halbleiterlichtquellen ein geringerer Betriebsstrom fließt.

[0021] Ferner kann in den Situationen, in denen das Blinklicht betätigt wird, das Tagfahrlicht gedimmt oder ganz ausgeschaltet werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass ein Teil des von der Stromquelle gelieferte Stroms bei den Halbleiterlichtquellen für das Tagfahrlicht durch die entsprechenden, den Halbleiterlichtquellen zu-

geordneten Bypass-Schaltungen in die Stromsenke fließt, sodass durch diese Halbleiterlichtquellen für das Tagfahrlicht ein geringerer oder kein Betriebsstrom fließt. Das zeitweise Dimmen der Halbleiterlichtquellen für das Tagfahrlicht kann durch die von der Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms bewirkte Ansteuerung des in der Bypass-Schaltung angeordneten Transistors erreicht werden. Dabei ist der Grad der Dimmung durch die Bestückung der Stromsenke mit entsprechenden elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen konfiguriert, bspw. durch eine vorgegebene Referenzspannung, die an einem Referenzwiderstand anliegt und einen entsprechenden Stromfluss in der Bypass-Schaltung einstellt.

[0022] Vorteilhaftweise umfasst die Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms einen Operationsverstärker, dessen Ausgangsspannung oder eine dazu proportionale Spannung an einem Basis-Anschluss des Transistors anliegt, wobei eine Eingangsspannung des Operationsverstärkers eine Differenz zwischen einer extern einstellbaren Referenzspannung und einer Spannung eines digitalen Signals ist, das ein Durchschalten (low-Pegel des digitalen Signals) oder Sperren (high-Pegel des digitalen Signals) der Bypass-Schaltung repräsentiert. Auf das digitale Signal kann auch verzichtet werden, wobei der zweite Eingang des Operationsverstärkers dann dauerhaft auf dem low-Pegel liegen sollte. Durch die Referenzspannung kann der durch die Bypass-Schaltung fließende Strom analog eingestellt werden. Ob dann tatsächlich der eingestellte Strom durch die Bypass-Schaltung fließt oder nicht wird durch den an dem zweiten Eingang anliegenden Pegel bzw. das digitale Signal bestimmt. Über die Referenzspannung am Eingang des Operationsverstärkers können die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers und damit letztlich der Kollektor-Emitter-Strom in der Bypass-Schaltung langfristig eingestellt werden. Ein ständig anliegendes Ansteuersignal, insbesondere ein PWM-Signal, ist dazu nicht erforderlich.

[0023] Vorzugsweise erzeugt der Operationsverstärker während des low-Pegels des digitalen Signals an seinem Ausgang das Ansteuersignal, welches den Transistor veranlasst durchzuschalten, sodass ein Kollektor-Emitter-Strom durch die Bypass-Schaltung fließen kann. Während eines high-Pegels des digitalen Signals würde dann am Ausgang des Operationsverstärkers kein Ansteuersignal anliegen bzw. dieses würde nicht zu einem Durchschalten des Transistors führen.

[0024] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Reihenschaltung der Halbleiterlichtquellen eine rote Lichtemittierende erste Halbleiterlichtquelle, eine grüne Licht emittierende zweite Halbleiterlichtquelle und eine blaues Licht emittierende dritte Halbleiterlichtquelle umfasst, wobei mindestens zwei der Halbleiterlichtquellen jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle parallel geschaltete Bypass-Schaltung mit darin angeordneter Stromsenke überbrückbar sind. Die roten,

grünen und blauen Halbleiterlichtquellen können Teil einer RGB-Leuchtdiode (LED) sein. Dabei überlagert sich das von den einzelnen Halbleiterlichtquellen emittierte Licht zu dem von der RGB-LED ausgesandten Licht einer bestimmten Farbe. Die Farbe des Lichts wird durch die Helligkeit der einzelnen Halbleiterlichtquellen bestimmt. Eine oder mehrere RGB-LEDs können wiederum Bestandteil einer Kraftfahrzeugleuchte sein, die zur Realisierung einer bestimmten Leuchtenfunktion Licht einer bestimmten Farbe aussendet. Durch einen Betrieb der einzelnen roten, grünen und blauen Halbleiterlichtquellen mit vorgegebenen (möglicherweise unterschiedlichen) Betriebsströmen können unterschiedliche Helligkeiten der Halbleiterlichtquellen und somit eine bestimmte Farbe des von der RGB-LED ausgesandten Lichts eingestellt werden.

[0025] Gemäß einer anderen besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Reihenschaltung der Halbleiterlichtquellen eine erste Gruppe an Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung einer ersten Lichtfunktion und eine zweite Gruppe an Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung einer zweiten Lichtfunktion umfasst, wobei mindestens die Halbleiterlichtquellen einer der Gruppen jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle parallel geschaltete Bypass-Schaltung mit darin angeordneter Stromsenke überbrückbar sind. Die erste Gruppe von Halbleiterlichtquellen dient bspw. zur Erzeugung eines weißen Tagfahrlichts, und die zweite Gruppe von Halbleiterlichtquellen dient bspw. zur Erzeugung eines gelben/ orangen Blinklichts. Die Halbleiterlichtquellen einer der Gruppen können einen geringeren Betriebsstrom aufweisen als die Halbleiterlichtquellen der anderen Gruppe. Bspw. können die Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung des Blinklichts einen geringeren Betriebsstrom aufweisen als die Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung des Tagfahrlichts. Der von der Stromquelle gelieferte Strom entspricht vorzugsweise dem höheren Betriebsstrom der Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung des Tagfahrlichts. Den Halbleiterlichtquellen zur Erzeugung des Blinklichts ist jeweils eine Bypass-Schaltung zugeordnet, über die ein Teil des von der Stromquelle gelieferten Stroms fließen kann, sodass durch die entsprechenden Halbleiterlichtquellen der niedrigere Betriebsstrom fließt.

[0026] Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Insbesondere wird vorgeschlagen, dass die Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aufweist.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel;

- Figur 2 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel;
- Figur 3 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel;
- Figur 4 eine Halbleiterlichtquelle mit Bypass-Schaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach Figur 2 oder Figur 3;
- Figur 5 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Bypass-Schaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach Figur 2 oder Figur 3;
- Figur 6 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Bypass-Schaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach Figur 2 oder Figur 3;
- Figur 7 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Bypass-Schaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach Figur 2 oder Figur 3; und
- Figur 8 eine aus dem Stand der Technik bekannte Schaltungsanordnung.

[0028] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung in der Form eines Kraftfahrzeugscheinwerfers gezeigt. Denkbar wäre auch die Realisierung der Beleuchtungseinrichtung als eine beliebige Kraftfahrzeugleuchte, bspw. eine Rückleuchte oder eine Seitenleuchte. Die Kraftfahrzeugleuchte kann in einem separaten Gehäuse oder aber in dem gleichen Gehäuse wie ein Kraftfahrzeugscheinwerfer angeordnet sein.

[0029] In Figur 1 ist der Kraftfahrzeugscheinwerfer in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 101 bezeichnet. Der Scheinwerfer 101 umfasst ein Gehäuse 102, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. In einer Lichtaustrittsrichtung 103 weist das Scheinwerfergehäuse 102 eine Lichtaustrittsöffnung auf, die durch eine transparente Abdeckscheibe 104 verschlossen ist. Die Abdeckscheibe 104 ist aus farblosem Kunststoff oder Glas gefertigt. Die Scheibe 104 kann ohne optisch wirksame Profile als sogenannte klare Scheibe ausgebildet sein. Alternativ kann die Scheibe 104 zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Profilen (z.B. Zylinderlinsen oder Prismen) versehen sein, die eine Streuung des hindurchtretenden Lichts, vorzugsweise in horizontaler Richtung, bewirken. Der Scheinwerfer 101 ist zum Einbau an einer Anbauseite eines Kraftfahrzeugs vorgesehen. Zwei der gezeigten Scheinwerfer 101, die an verschiedenen Anbauseiten des Kraftfahrzeugs angeordnet sind, bilden eine Kraftfahrzeugbeleuchtungsanordnung. Dabei sind die an unterschiedlichen Anbauseiten eingebauten Scheinwerfer 101 bezüglich ihres

allgemeinen geometrischen äußeren Erscheinungsbildes vorzugsweise spiegelsymmetrisch zueinander ausgebildet.

[0030] Im Inneren des Scheinwerfergehäuses 102 sind in dem dargestellten Beispiel zwei Lichtmodule 105, 106 angeordnet. Die Lichtmodule 105, 106 sind fest oder relativ zu dem Gehäuse 102 bewegbar angeordnet. Durch eine Relativbewegung der Lichtmodule 105, 106 zum Gehäuse 102 in horizontaler Richtung kann eine dynamische Kurvenlichtfunktion realisiert werden. Bei einer Bewegung der Lichtmodule 105, 106 um eine horizontale Achse, also in vertikaler Richtung, kann eine Leuchtweitenregelung realisiert werden. Selbstverständlich können in dem Scheinwerfergehäuse 102 auch mehr oder weniger als die dargestellten zwei Lichtmodule 105, 106 vorgesehen sein. Eines oder mehrere der Lichtmodule 105, 106 können zur Erzeugung unterschiedlicher Lichtverteilungen ausgebildet sein, bspw. eines Abblendlichts, eines Fernlichts und eines Teilfernlichts oder von Teilen davon (z.B. eines Abblendlichtgrundlichts, eines Abblendlichtspots, eines Fernlichtgrundlichts, eines Fernlichtspots etc.). Es ist denkbar, dass sich die Lichtverteilungen der Lichtmodule 105, 106 von an verschiedenen Anbauseiten des Kraftfahrzeugs angeordneten Scheinwerfern 101 zu der resultierenden Lichtverteilung der Beleuchtungsanordnung ergänzen.

[0031] An der Außenseite des Scheinwerfergehäuses 102 kann ein Steuergerät 107 in einem Steuergerätegehäuse 108 angeordnet sein. Selbstverständlich kann das Steuergerät 107 auch an einer beliebig anderen Stelle des Scheinwerfers 101 angeordnet sein. Insbesondere kann für jedes der Lichtmodule 105, 106 ein eigenes Steuergerät vorgesehen sein, wobei die Steuergeräte integraler Bestandteil der Lichtmodule 105, 106 sein können. Selbstverständlich kann das Steuergerät 107 auch entfernt von dem Scheinwerfer 101, bspw. im Motorraum des Kraftfahrzeugs, angeordnet sein. Das Steuergerät 107 dient zur Steuerung und/oder Regelung der Lichtmodule 105, 106 bzw. von Teilkomponenten der Lichtmodule 105, 106, wie beispielsweise von Licht- und/oder Strahlungsquellen der Lichtmodule 105, 106 oder Aktuatoren (z.B. Elektromagnete, Elektromotoren, Piezoaktuatoren) zur Realisierung einer Bewegung der Lichtmodule 105, 106 relativ zu dem Gehäuse 102. Die Ansteuerung der Lichtmodule 105, 106 bzw. der Teilkomponenten durch das Steuergerät 107 erfolgt über Verbindungsleitungen 110, die in Figur 1 durch eine gestrichelte Linie lediglich symbolisch dargestellt sind. Über die Leitungen 110 kann auch eine Versorgung der Lichtmodule 105, 106 mit elektrischer Energie erfolgen. Die Leitungen 110 sind aus dem Inneren des Scheinwerfers 101 durch eine Öffnung im Scheinwerfergehäuse 102 in das Steuergerätegehäuse 108 geführt und dort an die Schaltung des Steuergerätes 107 angeschlossen. Falls Steuergeräte als integraler Bestandteil der Lichtmodule 105, 106 vorgesehen sind, können die Leitungen 110 und kann die Öffnung in dem Scheinwerfergehäuse 102 entfallen. Das Steuergerät 107 umfasst ein Steckerelement 109 zum

Anschluss eines Verbindungskabels zu einer übergeordneten Steuereinheit (z.B. in Form einer sog. Body Controller Unit) und/oder einer Energiequelle (z.B. in Form der Fahrzeugbatterie).

[0032] Schließlich ist es denkbar, dass in dem Gehäuse 102 auch eines oder mehrere Leuchtenmodule 111 zur Erzeugung einer oder mehrerer Leuchtenfunktionen angeordnet sind. Im Falle einer vorne an einem Kraftfahrzeug montierten Leuchte können die Leuchtenfunktionen bspw. Tagfahrlicht, Blinklicht, Positionslicht, Standlicht, Parklicht o.ä. sein. Im Falle einer Rückleuchte können die Leuchtenfunktionen auch ein Rücklicht, ein Bremslicht, ein Rückfahrlicht, ein Nebelrücklicht o.ä. umfassen. Im Falle einer seitlich am Fahrzeug montierten Leuchte ist die Leuchtenfunktion bspw. ein Seitenmarkierungslicht.

[0033] Eines oder mehrere der Lichtmodule 105, 106 und/oder das Leuchtenmodul 111 können Halbleiterlichtquellen 16 (vgl. Figur 2 oder Figur 3) zum Emittieren des Lichts für die Lichtverteilung des Scheinwerfers 101 oder für die Leuchtenfunktion aufweisen. Das emittierte Licht tritt - gegebenenfalls unter Mitwirkung von optischen Elementen (nicht dargestellt) der Beleuchtungseinrichtung 101 - zur Erzeugung mindestens einer Lichtfunktion der Beleuchtungseinrichtung 101 durch die Abdeckscheibe 104 hindurch. Die optischen Elemente können bspw. Lichtleiter, Vorsatzoptiken, Bündelungsoptiken, Linsen, Reflektoren und/oder Strahlenblenden umfassen.

[0034] Die Halbleiterlichtquellen 16 sind vorzugsweise als Leuchtdioden (LEDs) ausgebildet. Denkbar wäre jedoch auch eine anderweitige Ausgestaltung der Halbleiterlichtquellen 16, bspw. als Laserdioden und/oder als OLEDs. Mehrere Halbleiterlichtquellen 16 sind vorzugsweise in einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10 in einer gemeinsamen Reihenschaltung 12 angeordnet und haben eine gemeinsame Stromquelle 14 zur Erzeugung eines konstanten Stroms. Die Stromquelle 14 umfasst bspw. einen Buck-Wandler (sog. Buck-Converter).

[0035] Aus verschiedenen Gründen kann es erforderlich sein, einzelne oder mehrere der Halbleiterlichtquellen 16 der Reihenschaltung 12 mit einem geringeren Strom zu betreiben als andere Halbleiterlichtquellen 16 der Reihenschaltung 12. Deshalb weist im Stand der Technik (vgl. Figur 8) mindestens eine der Halbleiterlichtquellen 16 der Schaltungsanordnung 10 eine Bypass-Schaltung 18 mit einem darin angeordneten ansteuerbaren Halbleiterschalter 20 auf. In dem gezeigten Beispiel der Figur 8 umfasst die Reihenschaltung 12 drei Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 und 16.m. Selbstverständlich kann die Reihenschaltung 12 auch eine beliebig andere Anzahl (zwischen zwei und sehr vielen) an Halbleiterlichtquellen 16 umfassen. Entscheidend für die maximale Anzahl an Halbleiterlichtquellen 16 in der Reihenschaltung 12 ist, dass die Stromquelle 14 (in Figur 8 nicht gezeigt) einen ausreichend großen Strom I zur Versorgung aller Halbleiterlichtquellen 16 erzeugt.

[0036] In Figur 8 verfügt jede Halbleiterlichtquelle 16

über eine entsprechende Bypass-Schaltung 18, so dass ein individuelles Dimmen jeder Halbleiterlichtquelle 16 möglich ist. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, dass nur eine oder einige der Halbleiterlichtquellen 16 eine Bypass-Schaltung 18 aufweisen. Die Bypass-Schaltungen 18 sind parallel zu den entsprechenden Halbleiterlichtquellen 16 angeordnet und können diese überbrücken. Die Halbleiterschalter 20 können bspw. als Transistoren, insbesondere als Leistungstransistoren, ausgebildet sein. Die Halbleiterschalter 20 sind durch ein digitales Ansteuersignal 22 ansteuerbar, so dass sie entweder die entsprechende Bypass-Schaltung 18 durchschalten (d.h. die entsprechende Halbleiterlichtquelle 16 überbrücken, so dass der gesamte von der Stromquelle 14 gelieferte Strom über die Bypass-Schaltung 18 fließt) oder die Bypass-Schaltung 18 unterbrechen, so dass der gesamte von der Stromquelle 14 gelieferte Strom durch die Halbleiterlichtquelle 16 fließt. Wenn eine Bypass-Schaltung 18 durchgeschaltet ist, fließt im zeitlichen Mittel zumindest ein Teil I_{BP} des von der Stromquelle 14 gelieferten Stroms I über die Bypass-Schaltung 18 anstatt durch die entsprechende Halbleiterlichtquelle 16, so dass der über die Halbleiterlichtquelle 16 fließende Strom I_{LED} kleiner ist als der Gesamtstrom I der Stromquelle 14. Auf diese Weise ist es möglich, einzelne oder mehrere Halbleiterlichtquellen 16 gezielt zu dimmen oder ganz auszuschalten.

[0037] Im Stand der Technik wird das digitale Ansteuersignal 22 für einen Halbleiterschalter 20 bspw. mittels eines Pegelwandlers 24 (sog. Level Shifter) aus einem Schaltsignal 26 erzeugt. Das Schaltsignal 26 ist bspw. ein pulswidenmoduliertes (PWM)-Signal, dessen Einschaltdauer (sog. Duty Cycle) den Grad der Dimmung der entsprechenden Halbleiterlichtquelle 16 bestimmt. Während eines gedimmten Betriebs einer der Halbleiterlichtquellen 16 muss somit ständig ein Schaltsignal 26 anliegen. Dies ist insbesondere bei einem längerfristigen gedimmten Betrieb der Halbleiterlichtquellen 16 problematisch. Zudem ergeben sich durch die digitale Ansteuerung des Halbleiterschalters 20 aufgrund von Stromüberschwingern (sog. Stromrippel) Probleme bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) der Schaltungsanordnung 10.

[0038] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 10 hat insbesondere bei einer langfristigen Dimmung von Halbleiterlichtquellen 16 Vorteile gegenüber dem Stand der Technik, da die Stromsenke 30 in der Bypass-Schaltung 18 fest konfiguriert bzw. selbstregelnd ist. Damit ist kein dauerhaft anliegendes Ansteuersignal 22, insbesondere kein PWM-Signal, erforderlich. Der Verzicht auf ein PWM-Steuersignal führt zu einer Verringerung von Stromüberschwingern und einer Verbesserung der EMV-Eigenschaften der Schaltungsanordnung 10. Zudem wird durch das analoge Dimmen der Halbleiterlichtquellen 16 die maximale Stromstärke I_{LED} in einer Halbleiterlichtquelle 16 reduziert, was die Lebensdauer der Halbleiterlichtquellen 16 verlängert. Das analoge Dimmen kann insbesondere bei kleinen Strömen (< 100 mA)

und RGB-LEDs von Vorteil sein. Die vorgeschlagene Schaltungsanordnung 10 kann besonders günstig realisiert werden.

[0039] In Figur 2 ist eine vereinfachte schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10 gezeigt. Diese umfasst die Reihenschaltung 12 mehrerer Halbleiterlichtquellen 16 und parallel zu jeder Halbleiterlichtquelle 16 geschaltete Bypass-Schaltungen 18, in denen jeweils eine Stromsenke 30 angeordnet ist. Für die Reihenschaltung 12 ist eine gemeinsame Stromquelle 14 vorgesehen, die vorzugsweise einen Buck-Wandler umfasst. Je nach Konfiguration der Stromsenke 30 fließt ein Teil I_{BP} des von der Stromquelle 14 gelieferten Stroms I durch die Bypass-Schaltung 18 in die Stromsenke 30, wo er vorzugsweise in Wärme umgewandelt und die Wärme an die Umgebung abgegeben wird. Nur der restliche Teil I_{LED} des Gesamtstroms I fließt durch die Halbleiterlichtquelle 16. Dabei können die Stromsenken 30 unterschiedlich konfiguriert sein, so dass unterschiedlich große Betriebsströme I_{LED} durch die einzelnen Halbleiterlichtquellen 16 fließen.

[0040] In Figur 3 ist beispielhaft eine Reihenschaltung 12 aus mehreren Halbleiterlichtquellen 16 dargestellt, von denen einige mit parallelen Stromsenken 30 versehen sind. Die Reihenschaltung 12 verfügt über eine gemeinsame Stromquelle 14. Das Beispiel aus Figur 3 zeigt eine RGB-LED mit drei individuellen Halbleiterlichtquellen 16 in der Form von LED-Chips zum Aussenden von rotem, grünem und blauem Licht. Die Farbe des von der RGB-LED ausgesandten Lichts ergibt sich aus einer Überlagerung bzw. optischen Farbmischung des von den einzelnen LED-Chips 16 emittierten roten, grünen und blauen Lichts.

[0041] Der vorliegenden Erfindung liegt die Idee zugrunde, statt eines mittels eines PWM-Signals anzusteuern den parallelen Halbleiterschalters 20 eine konfigurierbare Stromsenke 30 zu verwenden, um so auf ein Ansteuersignal 22 bzw. ein Steuersignal 26 verzichten zu können. Dies spart im Fall einer fest konfigurierten Einstellung der Stromsenken 30 die Ansteuerschaltung zur Erzeugung eines Ansteuersignals, insbesondere eines PWM-Signals. Für die Ausführung der Stromsenke 30 können verschiedene an sich bekannte oder neuartige Schaltungen zum Einsatz kommen. Ziel der Erfindung ist es, mehrere Halbleiterlichtquellen 16 in Reihe (aus einer gemeinsamen Stromquelle 14 gespeist) mit einem konstanten, jedoch voneinander abweichenden Strom I_{LED} zu betreiben, ohne dass ein ständig anliegendes Ansteuersignal, insbesondere ein PWM-Signal, erforderlich ist.

[0042] Figur 4 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung einer Halbleiterlichtquelle 16 einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10 mit parallel zu der Halbleiterlichtquelle 16 geschalteter Bypass-Schaltung 18 und einer darin angeordneten Stromsenke 30. Die Stromsenke 30 ist bspw. durch eine Bestückung der Bypass-Schaltung 18 mit entsprechenden elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen konfigurierbar. Je

nach gewählten und verbauten Bauteilen der Schaltungsanordnung 10 für die Stromsenke 30 wird der in der Bypass-Schaltung 18 fließende Anteil I_{BP} des Gesamtstroms I und damit auch der über die entsprechende Halbleiterlichtquelle 16 fließende Strom I_{LED} dauerhaft eingestellt, ohne dass es eines Ansteuersignals bedarf bzw. ohne dass ein Ansteuersignal ständig anliegen muss.

[0043] In Figur 5 ist ein Beispiel für eine konkrete Realisierung der Reihenschaltung 12 bzw. der Stromsenke 30 gezeigt. Die Bypass-Schaltung 18 umfasst eine Reihenschaltung eines Spannungsreglers 32 und eines ohmschen Widerstands 34. Der Spannungsregler 32 hat vorzugsweise einen Eingangsanschluss V_{in} , einen Ausgangsanschluss V_{out} und einen Spannungsregleranschluss Adj. Der Eingang V_{in} liegt an der Anode A der Halbleiterlichtquelle 16, und der Ausgang V_{out} liegt an einem ersten Kontakt des ohmschen Widerstands 34 an. Der zweite Kontakt des ohmschen Widerstands 34 liegt an der Kathode K der Halbleiterlichtquelle 16 an. Der Spannungsregleranschluss Adj liegt ebenfalls an der Kathode K an. Der Spannungsregler 32 ist ausgebildet, eine Spannung U zwischen dem Ausgang V_{out} und dem Spannungsregleranschluss Adj auf einen vorgebbaren Wert, bspw. 1,25 V, zu regeln. Der ohmsche Widerstand 34 dient als Referenzwiderstand, durch den die Stromsenke 30 konfigurierbar ist. Die geregelte Spannung U des Spannungsreglers 32 liegt an dem Referenzwiderstand 34 an. Durch den Referenzwiderstand 34 und damit durch die Bypass-Schaltung 18 fließt somit ein Strom I_{BP} = geregelte Spannung U / Widerstandswert R_{ref} , z.B. I_{BP} = 1,25 V / R_{ref} [Ω]. Dieser Stromanteil I_{BP} fließt also nicht über die Halbleiterlichtquelle 16 und führt zu einer dementsprechenden Dimmung der Halbleiterlichtquelle 16. Der Grad der Dimmung ist durch die Wahl der elektrischen bzw. elektronischen Bauteile, insbesondere den Spannungsregler 32 und den Referenzwiderstand 34, fest konfiguriert. Bei vorgegebener Referenzspannung U wird er insbesondere durch den Referenzwiderstand 34 definiert und bleibt selbst ohne Ansteuersignal über einen längeren Zeitraum erhalten, da die Schaltung der Stromsenke 30 selbstregelnd ist.

[0044] Der Spannungsregler 32 kann bspw. vom Typ LM317 von National Semiconductor Corp. sein, der für Ströme bis zu 1,5 A geeignet ist. Für höhere Ströme kann bspw. ein Spannungsregler vom Typ LM150 (bis zu 3 A) oder LM338 (bis zu 5 A) eingesetzt werden. Selbstverständlich können auch andere Spannungsregler 32 eingesetzt werden.

[0045] Gemäß dem Beispiel aus Figur 6 umfasst die Stromsenke 30 einen einstellbaren Transistor 36, vorzugsweise in Form eines Leistungstransistors, der mit Kollektor-Anschluss C und Emitter-Anschluss E in der Bypass-Schaltung 18 angeordnet ist. Der Transistor 36 ist bevorzugt vom npn-Typ. Vorzugsweise ist der Kollektor-Anschluss C des Transistors 36 an die Anode A der Halbleiterlichtquelle 16 angeschlossen und der Emitter-Anschluss E des Transistors 36 zumindest mittelbar an

die Kathode K der Halbleiterlichtquelle 16.

[0046] Es ist denkbar, dass die Stromsenke 30 einen ersten ohmschen Widerstand 38 in der Bypass-Schaltung 18, insbesondere zwischen dem Emitter-Anschluss E des Transistors 36 und der Kathode K der Halbleiterlichtquelle 16, umfasst. Bevorzugt dient der erste ohmsche Widerstand 38 als Referenzwiderstand, durch den die Stromsenke 30 konfigurierbar ist, d.h. durch den der Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} durch die Bypass-Schaltung 18 eingestellt werden kann. Alternativ oder zusätzlich könnte ein entsprechender Widerstand auch zwischen dem Kollektor-Anschluss C des Transistors 36 und der Anode A der Halbleiterlichtquelle 16 angeordnet sein.

[0047] Die Stromsenke 30 kann ein Element 40 zur Vorgabe einer an dem ersten ohmschen Widerstand 38 anliegenden statischen Referenzspannung V_{ref} aufweisen, durch welche der Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} des Transistors 36 durch die Bypass-Schaltung 18 einstellbar ist. Vorzugsweise umfasst das Element 40 zur Vorgabe der statischen Referenzspannung V_{ref} einen einstellbaren Shunt-Regler (sog. adjustable shunt regulator).

[0048] In Reihe mit dem Shunt-Regler 40 kann ein zweiter ohmscher Widerstand 42 angeordnet sein, der einerseits an einen Kathoden-Anschluss K des Reglers 40 und andererseits an die Anode A der Halbleiterlichtquelle 16 bzw. den Kollektor-Anschluss C des Transistors 36 angeschlossen ist. Bevorzugt liegt dann ein Basis-Anschluss B des Transistors 36 zwischen dem Kathoden-Anschluss K des Shunt-Reglers 40 und einem ersten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands 42 an, ein Kollektor-Anschluss C des Transistors 36 an einem zweiten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands 42 an, ein Emitter-Anschluss E des Transistors 36 an dem Referenzanschluss V_{ref} des Shunt-Reglers 40 und an einem ersten Anschlusskontakt des ersten ohmschen Widerstands 38 an und ein Anoden-Anschluss A des Shunt-Reglers 40 an einem zweiten Anschlusskontakt des ersten ohmschen Widerstands 38 an. Der Shunt-Regler 40 gibt eine geregelte Referenzspannung V_{ref} , z.B. einen beliebigen Wert zwischen 2,5 V und 36 V, mit hoher Genauigkeit vor und hält diese konstant. Die Spannung V_{ref} liegt an dem ersten Widerstand 38, der als Referenzwiderstand dient, und stellt einen definierten resultierenden Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} in der Bypass-Schaltung 18 ein. Der Strom I_{BP} ergibt sich aus geregelter Spannung V_{ref} / Widerstandswert R_{ref} , z.B. $I_{CE} = 2,5 \text{ V} / R_{ref} [\Omega]$. Dieser Stromanteil I_{BP} fließt also nicht über die Halbleiterlichtquelle 16 und bewirkt eine dementsprechende Dimmung der Halbleiterlichtquelle 16. Der Grad der Dimmung ist durch die Wahl der elektrischen bzw. elektronischen Bauteile, insbesondere durch den Shunt-Regler 40 bzw. die von diesem vorgegebene Referenzspannung V_{ref} und den Referenzwiderstand 38, fest vorgegeben. Bei vorgegebenem Shunt-Regler 40 bzw. bei durch diesen vorgegebener Referenzspannung V_{ref} wird der Grad der Dimmung insbesondere durch den Widerstandswert des Referenzwi-

derstands 38 definiert und bleibt selbst ohne Ansteuersignal über einen längeren Zeitraum erhalten, da die Schaltung der Stromsenke 30 selbstregelnd ist.

[0049] Der einstellbare Shunt-Regler 40 kann bspw. vom Typ TL431 oder TL432 von Texas Instruments Inc. oder eine der vielen Varianten (z.B. TLVH431, LMV431) sein. Ebenso kann auch ein anderer einstellbarer Shunt-Regler von einem anderen Hersteller verwendet werden (z.B. LT1004 von Analog Devices Inc., TS431 von Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd., TL431 von NXP Semiconductors N.V., nunmehr nexperia B.V.).

[0050] Der Shunt-Regler 40 vom Typ TL431 von Texas Instruments eignet sich hervorragend als Stromsenke 30. Für die Berechnung des Widerstandswerts R_{ref} des Referenzwiderstands 38 für einen gewünschten Strom I_{BP} gilt: $R_{ref} = V_{ref} / I_{BP}$. Da die Spannung $V_{ref} = 2,5 \text{ V}$ beträgt, gilt: $R_{ref} = 2,5 / I_{BP}$. Der zweite Widerstand 42 ist so zu dimensionieren, dass genügend Strom I_B für den Basis-Anschluss B des Transistors 36 und für den Shunt-Regler 40 zur Verfügung steht. Der Strom I_B für den Transistor 36 kann abgeschätzt werden als I_B / β , wobei β ein Stromverstärkungsfaktor des Transistors 36 ist. Der Shunt-Regler 40 arbeitet im Prinzip wie eine einstellbare Zener- oder Z-Diode. Mit einem Spannungsteiler am Referenzeingang lässt sich die Ausgangsspannung V_{ref} zwischen ca. 2,5 V und 36 V stufenlos einstellen.

[0051] Gemäß dem Beispiel der Figur 7 kann die Stromsenke 30 bzw. der durch die Bypass-Schaltung 18 fließende Strom I_{BP} nicht nur über die verbauten elektrischen und/oder elektronischen Bauteile eingestellt werden, sondern auch über die Vorgabe eines entsprechenden Ansteuersignals, insbesondere einer extern einstellbaren Referenzspannung REF_{in} . Dazu weist die Stromsenke 30 eine Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} auf. Die Schaltung kann den Transistor 36 ansteuern, so dass dieser durchschaltet oder sperrt, und kann mittels einer veränderbaren Referenzspannung den Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} einstellen, der durch die Bypass-Schaltung 18 fließt, wenn der Transistor 36 durchschaltet. Die Einstellung des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} und damit auch die Dimmung der entsprechenden Halbleiterlichtquelle 16 erfolgt auch hier für einen längeren Zeitraum selbst ohne ein ständig anliegendes Ansteuersignal, insbesondere ohne ein PWM-Signal.

[0052] Die Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} ist ausgebildet, den Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} zwischen 0% und 100% des von der Stromquelle 14 gelieferten Gesamtstroms I einzustellen. Die Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} umfasst bspw. einen Operationsverstärker 44, dessen an seinem Ausgang V_{out} anliegende Ausgangsspannung oder eine dazu proportionale Spannung an dem Basis-Anschluss B des Transistors 36 anliegt. Eine Eingangsspannung des Operationsverstärkers 44 ist durch eine Differenz zwischen der Referenzspannung REF_{in}

und einer Spannung HI_LO eines digitalen Signals gegeben, das ein Durchschalten (low-Pegel des digitalen Signals) oder Sperren (high-Pegel des digitalen Signals) des Transistors 36 repräsentiert. Die Referenzspannung liegt vorzugsweise an dem nicht-invertierenden Eingang '+' des Operationsverstärkers 44 und die Spannung des digitalen Signals HI_LO an dem invertierenden Eingang '-' des Operationsverstärkers 44 an. Eine Betriebsspannung liegt an Anschlüssen +Ub und -Ub des Operationsverstärkers 44 an.

[0053] Auf das digitale Signal HI_LO kann auch verzichtet werden, wobei der invertierende Eingang '-' des Operationsverstärkers 44 dann dauerhaft auf dem low-Pegel liegen muss, so dass der Transistor 36 durchschaltet und der durch die Bypass-Schaltung 18 fließende Strom I_{BP} durch die anliegende Referenzspannung REF_{in} analog eingestellt werden kann. Die Referenzspannung REF_{in} ist vorzugsweise proportional zu dem Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} in der Bypass-Schaltung 18. Ob dann tatsächlich der eingestellte Strom I_{BP} durch die Bypass-Schaltung 18 fließt oder nicht, wird durch den an dem invertierenden Eingang '-' des Operationsverstärkers 44 anliegenden Pegel bestimmt. Über die Referenzspannung REF_{in} können die Ausgangsspannung V_{out} des Operationsverstärkers 44 und damit letztlich der Kollektor-Emitter-Strom I_{BP} in der Bypass-Schaltung 18 langfristig eingestellt werden. Die Größe des eingestellten Stroms I_{BP} kann auch von weiteren elektrischen Bauteilen der Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} abhängig sein. Diese weiteren Bauteile umfassen bspw. einen ersten Widerstand 46 (zur Pegelanpassung) zwischen dem Ausgang V_{out} des Operationsverstärkers 44 und dem Basis-Anschluss B des Transistors 36, einen zweiten Widerstand 48 zwischen dem Emitter-Anschluss E des Transistors 36 und dem invertierenden Eingang '-' des Operationsverstärkers 44 und/oder einen Kondensator 50 zwischen dem Ausgang V_{out} und dem invertierenden Eingang '-' des Operationsverstärkers 44. Die Schaltung zum Einstellen des Kollektor-Emitter-Stroms I_{BP} arbeitet wie ein linearer Stromregler mit Operationsverstärker. Ein ständig anliegendes Ansteuersignal, insbesondere ein PWM-Signal, ist nicht erforderlich.

[0054] Zurückkommend auf die in Figur 3 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 10, umfasst die Reihenschaltung 12 der Halbleiterlichtquellen 16 eine rote Licht emittierende erste Halbleiterlichtquelle 16.1, eine grüne Licht emittierende zweite Halbleiterlichtquelle 16.2 und eine blaue Licht emittierende dritte Halbleiterlichtquelle 16.3, wobei zwei der Halbleiterlichtquellen 16 jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle 16 parallel geschaltete Bypass-Schaltung 18 mit darin angeordneter Stromsenke 30 überbrückbar sind. Die roten, grünen und blauen Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2, 16.3 können Teil einer RGB-Leuchtdiode (LED) sein. Dabei überlagert sich das von den einzelnen Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2, 16.3 emittierte Licht zu dem von der RGB-LED aus-

gesandten Licht einer bestimmten Farbe. Die Farbe des Lichts wird durch die Helligkeit der einzelnen Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2, 16.3 bestimmt. Eine oder mehrere RGB-LEDs können wiederum Bestandteil einer Kraftfahrzeugleuchte sein, die in einer bestimmten Leuchtenfunktion (z.B. Tagfahrlicht, Rückfahrcheinwerferlicht, Blinklicht, Seitenmarkierungslicht, Rücklicht, Bremslicht, Nebelrücklicht) Licht einer bestimmten Farbe aussendet. Durch einen Betrieb der einzelnen roten, grünen und blauen Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2, 16.3 mit vorgegebenen (möglicherweise unterschiedlichen) Betriebsströmen können unterschiedliche Helligkeiten der Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2, 16.3 und somit eine bestimmte Farbe des von der RGB-LED ausgesandten Lichts eingestellt werden.

[0055] In dem Beispiel der Figur 3 ist parallel zu der grünen Halbleiterlichtquelle 16.2 und zu der blauen Halbleiterlichtquelle 16.3 jeweils eine Bypass-Schaltung 18 mit einer darin angeordneten Stromsenke 30 geschaltet. Ziel der Erfindung ist es, mehrere Halbleiterlichtquellen 16 in Reihe (aus einer gemeinsamen Stromquelle 14 gespeist) mit einem konstanten, jedoch voneinander abweichenden Strom I_{LED} (bzw. in diesem Beispiel I_{red} , I_{green} und I_{blue}) zu betreiben, damit die RGB-LED Licht einer gewünschten Farbe aussendet. Die Stromquelle 14 muss daher mindestens den maximalen Strom einer Halbleiterlichtquelle 16 liefern (hier $I \geq I_{red}$). Wenn die Stromquelle 14 den maximalen Strom $I = I_{red}$ der roten Halbleiterlichtquelle 16 liefert, kann bei der roten Halbleiterlichtquelle 16.1 auf eine Bypass-Schaltung 18 verzichtet werden (vgl. Figur 3). Falls die Stromquelle 14 jedoch einen Strom I liefert, der größer als der Betriebsstrom I_{red} der roten Halbleiterlichtquelle 16.1 ist ($I > I_{red}$), muss eine Bypass-Schaltung 18 mit einer darin angeordneten Stromsenke 30 auch bei der roten Halbleiterlichtquelle 16.1 vorgesehen sein.

[0056] Bei den grünen und blauen Halbleiterlichtquellen 16.2, 16.3 mit einem geringeren Betriebsstrom ($I_{green} < I$ und $I_{blue} < I$) im Vergleich zu dem Strom I der Stromquelle 14, muss über die parallele Stromsenke 30 der Strom I_{LED} durch die Halbleiterlichtquellen 16 auf den jeweiligen Betriebsstrom I_{green} , I_{blue} reduziert werden. Zu diesem Zweck sind die Stromsenken 30 derart eingestellt, dass ein Stromanteil I_{BP1} bzw. I_{BP2} des Gesamtstroms I über die Bypass-Schaltung 18 in die Stromsenke 30 fließt. Dabei ergibt sich folgendes:

$$\begin{aligned} - I_{red} &= I, \\ - I_{green} &= I - I_{BP1}, \text{ und} \\ - I_{blue} &= I - I_{BP2}. \end{aligned}$$

Anhand eines Zahlenbeispiels ergibt sich folgendes:

$$\begin{aligned} - I_{red} &= I = 30 \text{ mA}, \\ - I_{green} &= I - I_{BP1} = 30 \text{ mA} - 20 \text{ mA} = 10 \text{ mA}, \text{ und} \\ - I_{blue} &= I - I_{BP2} = 30 \text{ mA} - 12 \text{ mA} = 18 \text{ mA}. \end{aligned}$$

[0057] Die Stromsenken 30, die parallel zu den grünen bzw. blauen Halbleiterlichtquellen 16.2, 16.3 geschaltet sind, müssen somit derart eingestellt sein, dass sie 20 mA bzw. 12 mA aufnehmen. Die Einstellung des durch die Bypass-Schaltungen 18 fließenden Stroms I_{BP1} bzw. I_{BP2} erfolgt durch die Ausgestaltung der jeweiligen Stromsenke 30 gemäß einem der zuvor beschriebenen Beispiele oder durch eine anderweitig geeignete Ausgestaltung der Stromsenke 30.

[0058] Zurückkommend auf das Beispiel der Figur 2 wird vorgeschlagen, dass die Reihenschaltung 12 der Halbleiterlichtquellen 16 eine erste Gruppe an Halbleiterlichtquellen 16 zur Erzeugung einer ersten Lichtfunktion (z.B. die Halbleiterlichtquellen 16.1 und 16.2) und eine zweite Gruppe an Halbleiterlichtquellen 16 zur Erzeugung einer zweiten Lichtfunktion (z.B. die Halbleiterlichtquelle(n) 16.m) umfasst, wobei mindestens die Halbleiterlichtquellen 16 einer der Gruppen jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle 16 parallel geschaltete Bypass-Schaltung 18 mit darin angeordneter Stromsenke 30 überbrückbar sind. Die Gruppen können jeweils eine oder mehrere Halbleiterlichtquellen 16 umfassen. In dem Beispiel der Figur 2 sind die Halbleiterlichtquellen 16 beider Gruppen jeweils mit einer parallel geschalteten Bypass-Schaltung 18 mit darin angeordneter Stromsenke 30 überbrückt. Es wäre jedoch denkbar, nur die Halbleiterlichtquellen 16 einer der Gruppen zu überbrücken.

[0059] Die erste Gruppe von Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 dient bspw. zur Erzeugung eines weißen Tagfahrlichts, und die zweite Gruppe von Halbleiterlichtquellen 16.m dient bspw. zur Erzeugung eines gelben/ orangenen Blinklichts. Die Halbleiterlichtquellen 16.m einer der Gruppen weisen einen geringeren Betriebsstrom auf als die Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 der anderen Gruppe. Bspw. können die Halbleiterlichtquellen 16.m zur Erzeugung des Blinklichts einen geringeren Betriebsstrom aufweisen als die Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 zur Erzeugung des Tagfahrlichts. Der von der Stromquelle 14 gelieferte und durch die Reihenschaltung 12 fließende Strom I entspricht vorzugsweise dem höheren Betriebsstrom der Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 zur Erzeugung des Tagfahrlichts, so dass bei diesen Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 auf eine Bypass-Schaltung 18 mit darin angeordneter Stromsenke 30 verzichtet werden könnte. Im dem gezeigten Beispiel weisen alle Halbleiterlichtquellen 16 der Reihenschaltung 12 jeweils eine parallel geschaltete Bypass-Schaltung 18 mit darin angeordneter Stromsenke 30 auf. Dies ist bspw. sinnvoll, wenn die Stromquelle 14 einen Strom I liefert, der größer als der Betriebsstrom I_{LED} aller Halbleiterlichtquellen 16 ist.

[0060] Während des Betriebs der Halbleiterlichtquellen 16 aus Figur 2 sind die Stromsenken 30 derart eingestellt, dass über die Bypass-Schaltungen 18 ein Strom I_{BP} fließt, sodass sich ein dem Betriebsstrom I_{LED} entsprechender Strom einstellt, der durch die Halbleiterlichtquellen 16 fließt. Dabei ist der Betriebsstrom I_{LED1} , I_{LED2} der Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 der ersten Gruppe

größer als der Betriebsstrom I_{LEDm} der Halbleiterlichtquelle(n) 16.m der zweiten Gruppe. Das bedeutet, dass die Stromsenken 30 derart eingestellt sind, dass der durch die Bypass-Schaltungen 18 der ersten Gruppe an Halbleiterlichtquellen 16.1, 16.2 fließende Strom I_{BP1} , I_{BP2} größer ist als der durch die Bypass-Schaltung(en) 18 der zweiten Gruppe an Halbleiterlichtquelle(n) 16.m fließende Strom I_{BPm} .

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (10) einer Beleuchtungseinrichtung (101), vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens zwei in Reihe geschalteten und an eine gemeinsame Stromquelle (14) angeschlossenen Halbleiterlichtquellen (16), wobei parallel zu mindestens einer Halbleiterlichtquelle (16) der Halbleiterlichtquellen (16) eine Bypass-Schaltung (18) geschaltet ist, durch welche die Halbleiterlichtquelle (16) überbrückbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

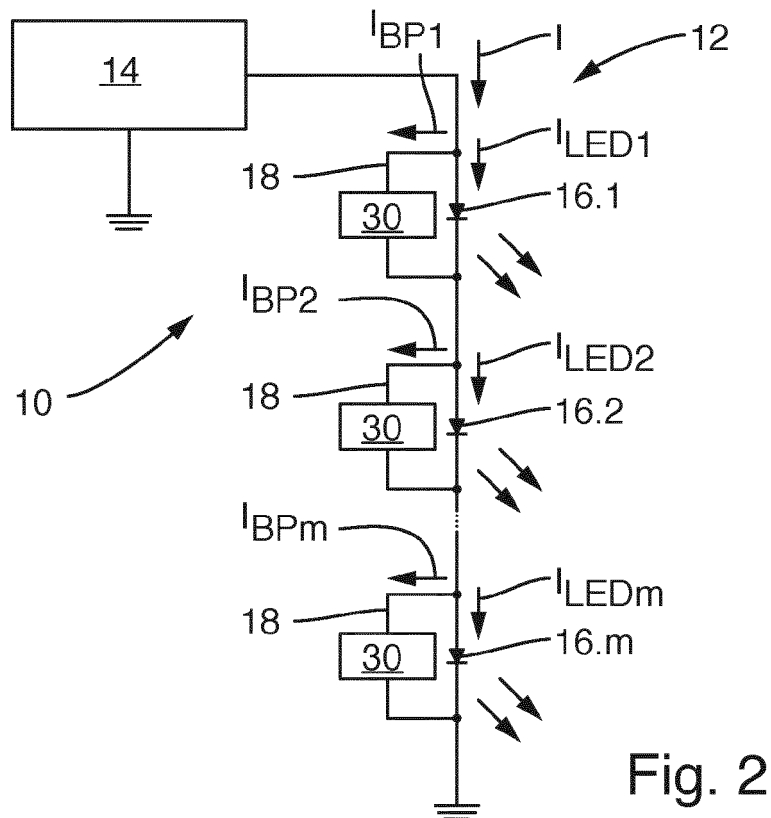
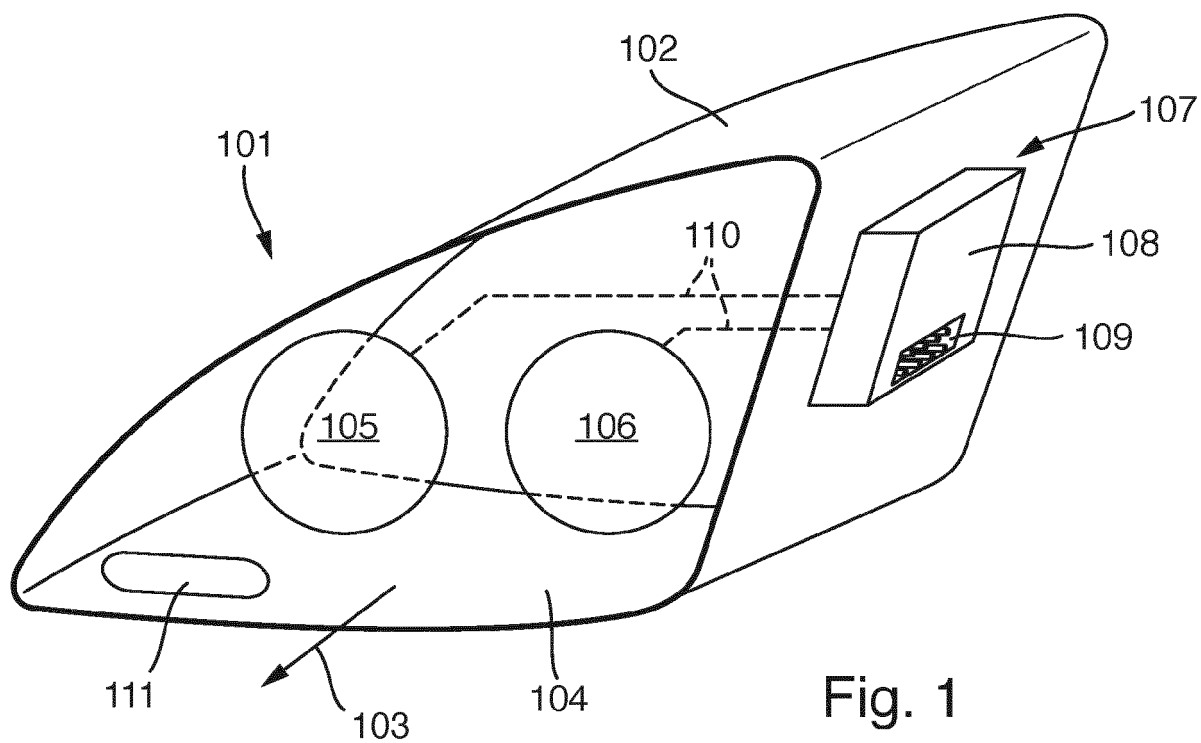
die Schaltungsanordnung (10) eine konfigurierbare Stromsenke (30) aufweist, die in der Bypass-Schaltung (18) angeordnet und ausgebildet ist, einen Anteil eines von der Stromquelle (14) erzeugten Stroms (I) aufzunehmen, so dass durch die Halbleiterlichtquelle (16), zu der die Bypass-Schaltung (18) parallel geschaltet ist, ein Betriebsstrom (I_{LED}) fließt, der geringer als der von der Stromquelle (14) erzeugte Strom (I) ist.

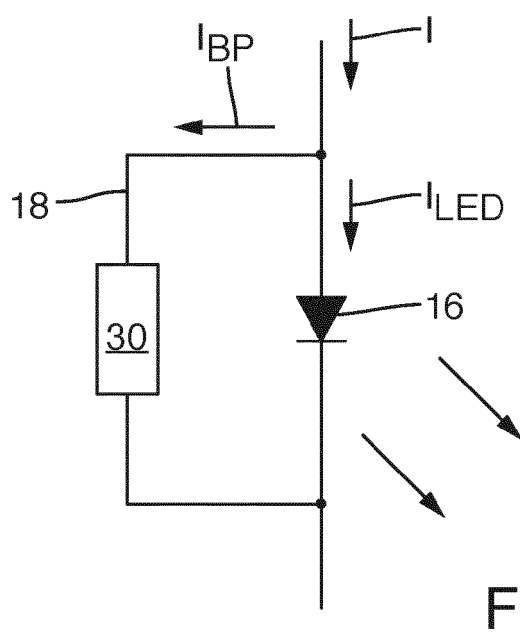
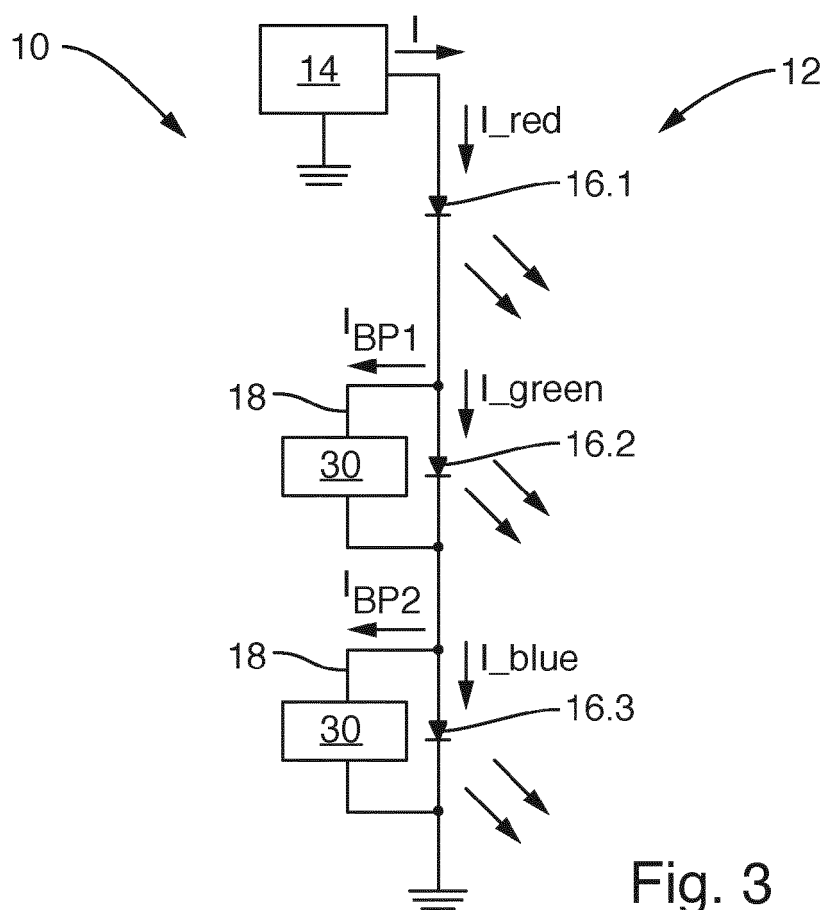
2. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) durch eine Bestückung der Bypass-Schaltung (18) mit entsprechenden elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen (32, 34; 36, 38, 40, 42; 36; 44, 46, 48, 50) konfigurierbar ist.
3. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) eine Reihenschaltung eines Spannungsreglers (32) und eines ohmschen Widerstands (34) umfasst.
4. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ohmsche Widerstand (34) ein Referenzwiderstand ist, durch den die Stromsenke (30) konfigurierbar ist.
5. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) einen ansteuerbaren Transistor (36) umfasst.
6. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) einen ersten ohmschen Widerstand (38) in einem Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors (36) umfasst, wobei der erste ohmsche Widerstand (38) ein Referenzwiderstand ist.

renzwiderstand ist, durch den die Stromsenke (30) konfigurierbar ist.

7. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) ein Element (40) zur Vorgabe einer an dem ersten ohmschen Widerstand (38) anliegenden statischen Referenzspannung (V_{ref}) aufweist, durch welche der durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors (36) fließende Strom (I_{BP}) einstellbar ist. 5
8. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (40) zur Vorgabe der statischen Referenzspannung (V_{ref}) einen Shunt-Regler umfasst und dass die Stromsenke (30) eine Reihenschaltung des Shunt-Reglers (40) und eines zweiten ohmschen Widerstands (42) umfasst, wobei ein Basis-Anschluss (B) des Transistors (36) zwischen einem Kathoden-Anschluss (K) des Shunt-Reglers (40) und einem ersten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands (42) anliegt, ein Kollektor-Anschluss (C) des Transistors (36) an einem zweiten Anschlusskontakt des zweiten ohmschen Widerstands (42) anliegt, ein Emitter-Anschluss (E) des Transistors (36) an einem Referenzanschluss (V_{ref}) des Shunt-Reglers (40) und an einem ersten Anschluss des ersten ohmschen Widerstands (38) anliegt und ein Anoden-Anschluss (A) des Shunt-Reglers (40) an einem zweiten Anschluss des ersten ohmschen Widerstands (38) anliegt. 10
9. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromsenke (30) eine ansteuerbare Schaltung (44, 46, 48, 50) aufweist, durch welche der durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors (36) fließende Strom (I_{BP}) einstellbar ist. 15
10. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ansteuerbare Schaltung (44, 46, 48, 50) ausgebildet ist, den durch den Kollektor-Emitter-Pfad des Transistors (36) fließenden Strom (I_{BP}) auf einen Wert zwischen 0% und 100% des durch die Stromquelle (14) erzeugten Stroms (I) einzustellen. 20
11. Schaltungsanordnung (10) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ansteuerbare Schaltung (44, 46, 48, 50) einen Operationsverstärker (44) aufweist, dessen Ausgangsspannung (V_{out}) oder eine dazu proportionale Spannung an einem Basis-Anschluss (B) des Transistors (36) anliegt, wobei eine Eingangsspannung des Operationsverstärkers (44) eine Differenz zwischen einer Referenzspannung (REF_IN) und einer Spannung (HI_LO) eines digitalen Signals ist. 25

12. Schaltungsanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reihenschaltung (12) der Halbleiterlichtquellen (16) eine rotes Licht emittierende erste Halbleiterlichtquelle (16.1), eine grünes Licht emittierende zweite Halbleiterlichtquelle (16.2) und eine blaues Licht emittierende dritte Halbleiterlichtquelle (16.3) umfasst, wobei mindestens zwei der Halbleiterlichtquellen (16) jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle (16.2, 16.3) parallel geschaltete Bypass-Schaltung (18) mit darin angeordneter Stromsenke (30) überbrückbar sind. 30
13. Schaltungsanordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reihenschaltung (12) der Halbleiterlichtquellen (16) eine erste Gruppe an Halbleiterlichtquellen (16.1, 16.2) zur Erzeugung einer ersten Lichtfunktion und eine zweite Gruppe an Halbleiterlichtquellen (16.m) zur Erzeugung einer zweiten Lichtfunktion umfasst, wobei mindestens die Halbleiterlichtquellen (16.1, 16.2; 16.m) einer der Gruppen jeweils durch eine zu der entsprechenden Halbleiterlichtquelle (16.1; 16.2; 16.m) parallel geschaltete Bypass-Schaltung (18) mit darin angeordneter Stromsenke (30) überbrückbar sind. 35
14. Beleuchtungseinrichtung (101) eines Kraftfahrzeugs mit einem Gehäuse (102) und einer in dem Gehäuse (102) ausgebildeten und durch eine Abdeckscheibe (104) verschlossenen Lichtaustrittsöffnung, und mit in dem Gehäuse (102) angeordneten Halbleiterlichtquellen (16) zum Emittieren von Licht, wobei die Beleuchtungseinrichtung (101) derart ausgebildet ist, dass das emittierte Licht gegebenenfalls unter Mitwirkung von optischen Elementen der Beleuchtungseinrichtung (101) zur Erzeugung mindestens einer Lichtfunktion der Beleuchtungseinrichtung (101) durch die Abdeckscheibe (104) hindurchtritt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (101) eine Schaltungsanordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist. 40





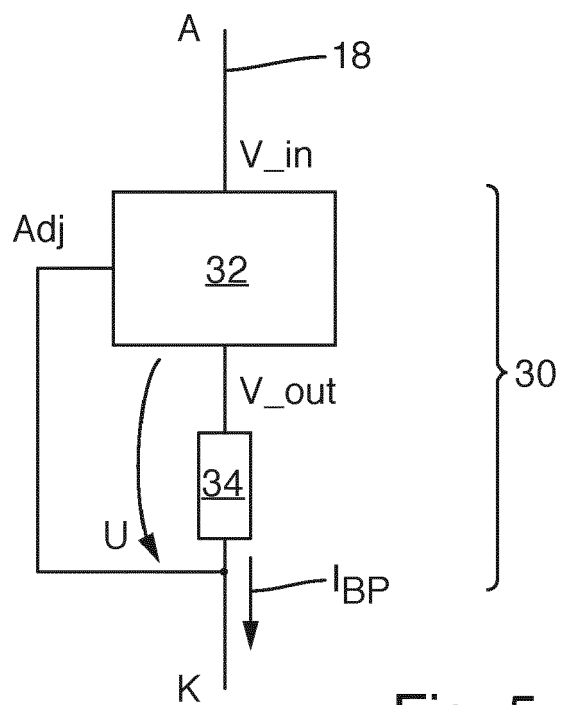


Fig. 5

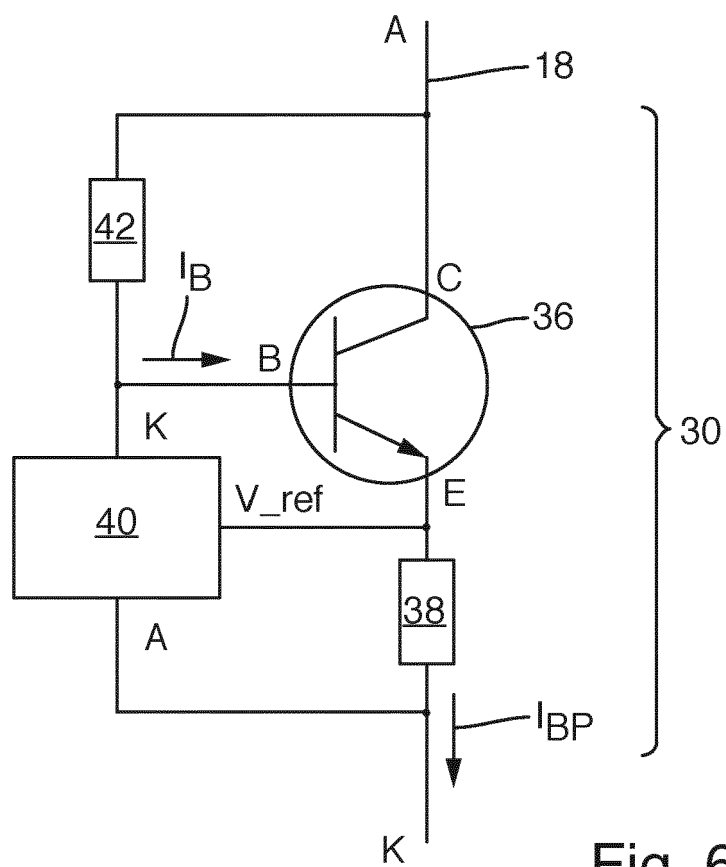


Fig. 6

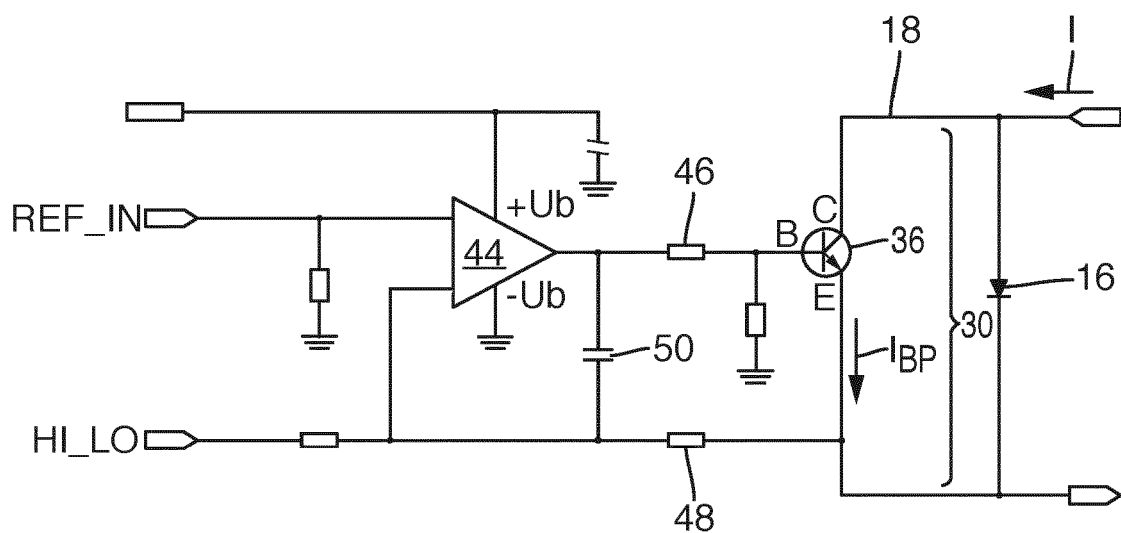


Fig. 7

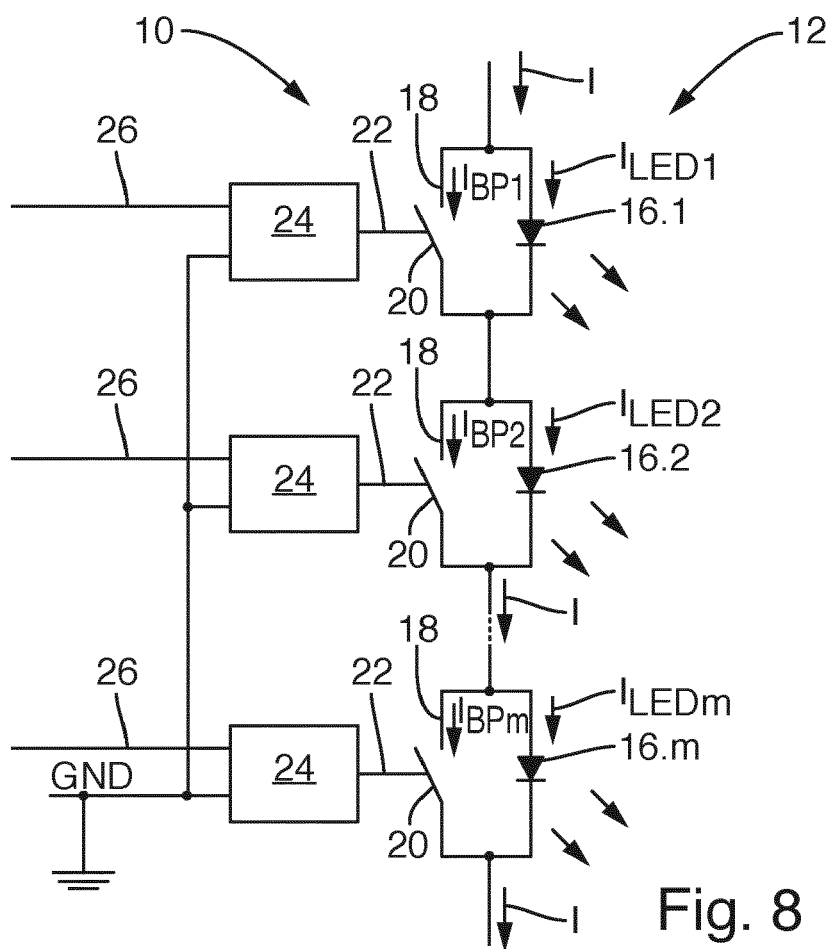


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 2283

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	EP 2 670 218 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 4. Dezember 2013 (2013-12-04) * Absätze [0032], [0035], [0038], [0042], [0046], [0182]; Abbildungen 1-5, 22 *	1,2,5,9, 10,13,14	INV. H05B45/48
X	DE 10 2016 208069 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 16. November 2017 (2017-11-16) * Absätze [0094]-[0103]; Abbildung 2 *	1,2,5-7, 9-11 3,4	
Y	US 2009/174343 A1 (ELMERS R; LENZ M; MACRI N; OPIELKA A) 9. Juli 2009 (2009-07-09) * Absätze [0024]-[0032]; Abbildungen 2-4 *	1,12 2,5-8	
Y	WO 2015/077812 A2 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 4. Juni 2015 (2015-06-04) * Seite 20, Zeile 13 - Seite 21, Zeile 3; Abbildung 4 *	2,5-8	
Y	"TL431, TL431A, Adjustable Precision Shunt Regulators", TEXAS INSTRUMENTS DATA SHEETS, XX, XX, 1. Oktober 2000 (2000-10-01), Seiten 1-18, XP002453098, * Seite 18 - Seite 18; Abbildung 29 *	2,5-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. September 2020	Prüfer Erskine, Andrew
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 20 18 2283

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	On Semiconductor: "LM317, NCV317 1.5 A Adjustable Output, Positive Voltage Regulator", 1. Januar 2016 (2016-01-01), Seiten 1-12, XP055412354, Denver, Colorado, USA Gefunden im Internet: URL: https://www.onsemi.com/pub/Collateral/LM317-D.PDF [gefunden am 2017-10-04] * Seite 7 - Seite 9; Abbildung 26 * -----	3,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. September 2020	Prüfer Erskine, Andrew
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 : nichtschriftliche 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 20 18 2283

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.

30-09-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2670218	A1	04-12-2013	CN 103458567 A		18-12-2013
				EP 2670218 A1		04-12-2013
15				JP 6145927 B2		14-06-2017
				JP 2014007144 A		16-01-2014
				KR 20130135775 A		11-12-2013
				US 2013320850 A1		05-12-2013

	DE 102016208069	A1	16-11-2017	KEINE		
20	-----					
	US 2009174343	A1	09-07-2009	DE 102009000042 A1		27-08-2009
				US 2009174343 A1		09-07-2009

	WO 2015077812	A2	04-06-2015	CN 105794315 A		20-07-2016
25				EP 3075213 A2		05-10-2016
				WO 2015077812 A2		04-06-2015

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1322139 A1 [0005]
- DE 102006031679 A1 [0006] [0008]
- DE 102016120100 A1 [0007] [0008]