

(19)



(11)

EP 2 364 059 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

07.09.2011 Patentblatt 2011/36

(51) Int Cl.:

H05B 33/08 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **10015239.6**(22) Anmeldetag: **08.12.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:**08021297.0 / 2 194 760**(71) Anmelder: **Delphi Technologies, Inc.****Troy MI 48007 (US)**

(72) Erfinder:

- **Singer, Andreas**
72488 Sigmaringen (DE)

- **Suck, Jochen**

51674 Wiehl (DE)

- **Scholz, Martin**

42369 Wuppertal (DE)(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR****Postfach 31 02 20****80102 München (DE)**Bemerkungen:

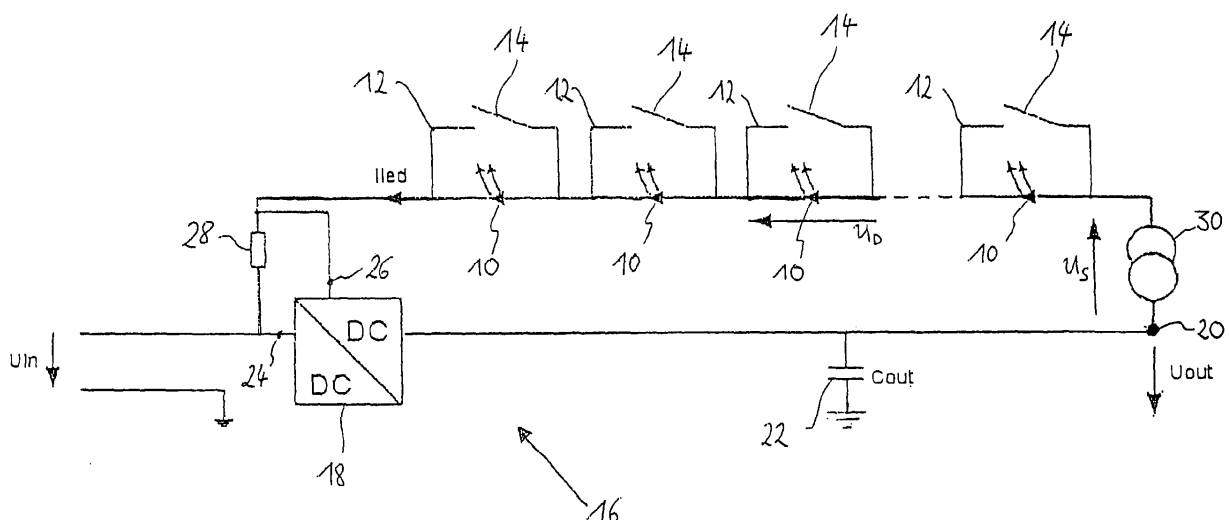
Diese Anmeldung ist am 02-12-2010 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Vorrichtung mit mehreren elektrisch in Serie geschalteten Leuchtmitteln**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit mehreren elektrisch in Serie geschalteten Leuchtmitteln, mindestens einem Überbrückungsstrompfad, durch den mindestens eines der Leuchtmittel elektrisch überbrückbar ist, einer Stromquelle zur Stromver-

sorgung der Leuchtmittel sowie einer Strombeschränkungseinrichtung, welche im Falle einer elektrischen Überbrückung mindestens eines der Leuchtmittel einen durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Strom beschränkt.

Fig. 1

**EP 2 364 059 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit mehreren elektrisch in Serie geschalteten Leuchtmitteln, mindestens einem Überbrückungsstrompfad, durch den mindestens eines der Leuchtmittel elektrisch überbrückbar ist, und einer Stromquelle zur Versorgung der Leuchtmittel mit Strom.

[0002] Bei einer bekannten Vorrichtung dieser Art dienen die Überbrückungsstrompfade dazu, einzelne Leuchtmittel selektiv ein- und auszuschalten. Dabei tritt das Problem auf, dass bei einer selektiven Abschaltung einzelner Leuchtmittel eine erhöhte Spannung über den nicht überbrückten, d.h. nicht ausgeschalteten, Leuchtmitteln abfällt. Der erhöhte Spannungsabfall bewirkt einen erhöhten Stromfluss durch die nicht überbrückten Leuchtmittel und kann zu einer Beschädigung dieser Leuchtmittel führen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, deren zuverlässige Funktion dauerhaft sichergestellt ist.

[0004] Zur Lösung der Aufgabe ist eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

[0005] Gemäß Anspruch 1 umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung mehrere elektrisch in Serie geschaltete Leuchtmittel, mindestens einen Überbrückungsstrompfad, durch den mindestens eines der Leuchtmittel elektrisch überbrückbar ist, eine Stromquelle zur Versorgung der Leuchtmittel mit Strom und eine Strombeschränkungseinrichtung, welche im Falle einer elektrischen Überbrückung mindestens eines der Leuchtmittel einen durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Strom beschränkt.

[0006] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die in Serie geschalteten Leuchtmittel durch eine gemeinsame Stromquelle mit Strom versorgt. Somit ist es nicht notwendig, für jedes Leuchtmittel eine eigene Stromquelle bereit zu stellen. Die Stromquelle stellt einen im Wesentlichen konstanten Strom bereit. Die Spannung der Stromquelle entspricht vorzugsweise etwa der Summe der Vorwärtsspannungen der in Serie geschalteten Leuchtmittel. Unter Vorwärtsspannung wird hierbei die Spannung verstanden, die für den normalen Leuchtbetrieb eines eingeschalteten Leuchtmittels an diesem anliegen muss.

[0007] Durch den Überbrückungsstrompfad ist ein zugeordnetes Leuchtmittel elektrisch überbrückbar. Hierdurch lässt sich das Leuchtmittel selektiv aus- bzw. einschalten, indem das Leuchtmittel - zum Beispiel durch eine geeignete Steuerung gesteuert - elektrisch überbrückt wird bzw. eine vorhandene elektrische Überbrückung aufgehoben wird.

[0008] Konkret bewirkt die elektrische Überbrückung des Leuchtmittels, dass die über das Leuchtmittel abfallende Spannung auf einen Wert reduziert wird, der unter der Vorwärtsspannung des Leuchtmittels liegt, so dass das Leuchtmittel entweder gar nicht mehr oder nur noch mit verringerter Helligkeit leuchtet.

[0009] Der in Folge des Überbrückens des Leuchtmittels auftretende verringerte Spannungsabfall über dieses Leuchtmittel führt dazu, dass ein entsprechend erhöhter Anteil der über die Serienschaltung von Leuchtmitteln insgesamt abfallenden Spannung über die nicht überbrückten Leuchtmittel abfällt. Unter der Annahme einer gleich bleibenden über die Serienschaltung abfallenden Gesamtspannung hätte dies einen erhöhten Stromfluss durch die nicht überbrückten Leuchtmittel und gegebenenfalls deren Beschädigung oder Ausfall zur Folge.

[0010] Um einen solchen erhöhten Stromfluss durch die nicht überbrückten Leuchtmittel zu vermeiden oder zumindest zu beschränken, ist erfindungsgemäß eine Strombeschränkungseinrichtung vorgesehen, welche im Falle einer elektrischen Überbrückung mindestens eines der Leuchtmittel den durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Strom beschränkt.

[0011] Die Strombeschränkungseinrichtung kann dabei so ausgestaltet sein, dass sie im Falle einer Überbrückung eines Leuchtmittels für einen zusätzlichen Spannungsabfall sorgt. Dieser zusätzliche Spannungsabfall wirkt bevorzugt so, dass er einer Zunahme der über die nicht überbrückten Leuchtmittel abfallenden Spannung entgegenwirkt, d.h. also diese verhindert oder zumindest reduziert bzw. beschränkt.

[0012] Bei einer solchen Ausgestaltung der Strombeschränkungseinrichtung wird also der im Falle einer Überbrückung eines oder mehrerer Leuchtmittel durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließende Strom dadurch beschränkt, dass einer Zunahme der über die nicht überbrückten Leuchtmittel abfallenden Spannung durch Erzeugen eines zusätzlichen Spannungsabfalls entgegengewirkt wird.

[0013] Ein solcher zusätzlicher Spannungsabfall kann beispielsweise in Serie zu der Serienschaltung aus Leuchtmitteln, d.h. der Serienschaltung vor- oder nachgeschaltet, innerhalb der Serienschaltung, z.B. in Serie zu einem Leuchtmittel, oder innerhalb eines Überbrückungsstrompfades erzeugt werden, durch den ein Leuchtmittel überbrückt wird.

[0014] Die erfindungsgemäße Beschränkung des im Falle einer Überbrückung eines Leuchtmittels durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Stromes verhindert, dass die nicht überbrückten Leuchtmittel durch eine übermäßige Zunahme des durch sie fließenden Stromes belastet oder beschädigt werden. Im Ergebnis ist hierdurch eine zuverlässige Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung dauerhaft sichergestellt.

[0015] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen beschrieben.

[0016] So kann die Strombeschränkungseinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform unabhängig von der Stromquelle sein. Diese Ausführungsform ist besonders vorteilhaft, da die Unabhängigkeit der Strombeschränkungseinrichtung von der Stromquelle größtmögliche Flexibilität hinsichtlich der Gestaltung der Gesamtvorrichtung bietet. Die Stromquelle und die Strombe-

schränkungseinrichtung können mit anderen Worten getrennt voneinander entworfen, optimiert, hergestellt und eingebaut werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist jedem Leuchtmittel ein eigener Überbrückungsstrompfad zugeordnet. Auf diese Weise kann jedes Leuchtmittel einzeln überbrückt, d.h. also ein- und ausgeschaltet werden. Dies gewährleistet eine optimale Flexibilität in der Steuerung der einzelnen Leuchtmittel und ermöglicht ein breites Spektrum an Anwendungen und Leuchtmustern.

[0018] Das Öffnen und Schließen eines Überbrückungsstrompfades erfolgt vorzugsweise mittels eines in dem Überbrückungsstrompfad angeordneten Schalters. Prinzipiell kommen als Schalter für die Überbrückungsstrompfade unter anderem elektrische Schalter, mechanische Schalter und elektromechanische Schalter in Frage.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist mindestens eines der Leuchtmittel eine Leuchtdiode (LED). Insbesondere können alle Leuchtmittel LEDs sein. In letzterem Fall ist es besonders bevorzugt, wenn alle LEDs vom gleichen Typ sind und/oder einen im Wesentlichen identischen Vorwärtsstrom aufweisen. Unter dem Vorwärtsstrom einer LED bzw. eines Leuchtmittels allgemein wird hier der Strom verstanden, der bei dem normalen Leuchtbetrieb eines eingeschalteten Leuchtmittels durch das Leuchtmittel fließt, mit anderen Worten also der Strom, der durch das Leuchtmittel fließt, wenn die Vorwärtsspannung gemäß voranstehender Definition an dem Leuchtmittel anliegt.

[0020] LEDs eignen sich besonders gut für eine Ansteuerung mittels Pulsweitenmodulation und für ein wiederholtes Ein- und Ausschalten allgemein, da sie auch durch wiederholtes Ein- und Ausschalten allenfalls minimal verschleissen. Die Vorwärtsspannungen von LEDs liegen zudem typischerweise in einem Bereich, der es erlaubt, mehrere in Serie geschaltete LEDs durch insbesondere im Automobilbereich typischerweise verwendete Gleichspannungen, wie z.B. 12 Volt oder 24 Volt, mit Strom zu versorgen, gegebenenfalls unter Einsatz eines Stromwandlers. Sind alle LEDs vom gleichen Typ, so besitzen sie, abgesehen von geringfügigen herstellungsbedingten Abweichungen, alle den gleichen Vorwärtsstrom und können somit besonders effizient in einer Serienschaltung durch eine gemeinsame Stromquelle betrieben werden. Entsprechendes gilt für andersartige Leuchtmittel eines Typs oder auch für Leuchtmittel unterschiedlicher Arten und Typen, die einen im Wesentlichen identischen Vorwärtsstrom aufweisen.

[0021] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Strombeschränkungseinrichtung eine Konstantstromquelle bzw. -senke, die zu der Serienschaltung aus Leuchtmitteln elektrisch in Serie geschaltet ist. Eine Konstantstromquelle lässt einen konstanten Stromwert durch, indem sie die an ihren Anschlüssen anliegende Spannung so anpasst, dass die an dem an der Konstantstromquelle angeschlossenen

restlichen Stromkreis anliegende Spannung einen Wert annimmt, der in diesem Stromkreis einen Stromfluss des an der Konstantstromquelle eingestellten Stromwertes zur Folge hat.

5 **[0022]** Eine derartige Konstantstromquelle bzw. -senke beschränkt den durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Strom in der nachfolgend dargestellten Weise: Unmittelbar nach dem Überbrücken eines oder
10 mehrerer Leuchtmittel liegt an der Stromquelle, die zur Stromversorgung der Leuchtmittel vorgesehen ist, im Wesentlichen dieselbe Spannung an wie unmittelbar vor dem Überbrücken, sodass ohne die Strombeschränkungseinrichtung ein erhöhter Strom durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließen würde.

15 **[0023]** Die in Serie zu den Leuchtmitteln geschaltete Konstantstromquelle erzeugt in Folge des Überbrückens jedoch einen zusätzlichen Spannungsabfall, der bewirkt, dass die über die in Serie geschalteten und nicht überbrückten Leuchtmittel abfallende Spannung entsprechend reduziert bzw. beschränkt wird, wodurch der durch
20 die nicht überbrückten Leuchtmittel fließende Strom beschränkt oder sogar im Wesentlichen konstant gehalten wird.

[0024] Besonders bevorzugt ist es, wenn der von der Konstantstromquelle gelieferte Strom im Wesentlichen
25 dem Vorwärtsstrom der in Reihe geschalteten Leuchtmittel entspricht, da dadurch ein effizienter Betrieb der nicht überbrückten Leuchtmittel sichergestellt ist. Der von der Konstantstromquelle gelieferte Strom kann aber auch ein wenig höher als der Nominalstrom der zur Stromversorgung der Leuchtmittel vorgesehenen Stromquelle sein.

[0025] Gemäß noch einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Strombeschränkungseinrichtung einen elektrischen Widerstand, der in einem Überbrückungsstrompfad angeordnet ist. Vorteilhafterweise
35 ist in jedem der Überbrückungsstrompfade ein solcher elektrischer Widerstand angeordnet. Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der genannte elektrische Widerstand mit einem Schalter zum Öffnen und Schließen des jeweiligen Überbrückungsstrompfades in Serie geschaltet ist.

[0026] Der elektrische Widerstand bewirkt bei geschlossenem Überbrückungsstrompfad einen zusätzlichen Spannungsabfall in dem Überbrückungsstrompfad und verringert somit die durch die Überbrückung bewirkte Zunahme des Spannungsabfalls über die nicht überbrückten Leuchtmittel. Durch diese Verringerung der
45 Zunahme des Spannungsabfalls wird der durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließende Strom beschränkt. Da Widerstände kostengünstige elektrische Standardkomponenten darstellen, handelt es sich hierbei um eine besonders kostengünstige Variante einer Strombeschränkungseinrichtung.

50 **[0027]** Gemäß noch einer weiteren Ausbildung der Erfindung umfasst die Strombeschränkungseinrichtung einen Schalter zum Öffnen und Schließen eines Überbrückungsstrompfades, z.B. einen elektrischen Schalter und

insbesondere einen MOSFET-Schalter, wobei dieser Schalter im Vergleich zu Schaltern, die herkömmlicherweise zur Unterbrechung eines Überbrückungsstrompfades verwendet werden, einen erhöhten elektrischen Durchlasswiderstand aufweist.

[0028] Bei dieser Ausführungsform stellt also der Schalter selbst einen zusätzlichen in dem Überbrückungsstrompfad angeordneten Widerstand dar, der bei geschlossenem Überbrückungsstrompfad einen zusätzlichen Spannungsabfall hervorruft, während bei geöffnetem Überbrückungsstrompfad keine Leistungsaufnahme geschieht. Somit erfüllt der Schalter eine Doppelfunktion, nämlich die Schaltfunktion und gleichzeitig die Strombeschränkungsfunktion. Diese Variante der Strombeschränkungseinrichtung kommt grundsätzlich also ohne zusätzliche Komponenten, wie z.B. Widerstände oder Konstantstromquelle, aus.

[0029] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Wert des Gesamtwiderstands eines geschlossenen Überbrückungsstrompfades so gewählt, dass die bei geschlossenem Überbrückungsstrompfad über den Überbrückungsstrompfad abfallende Spannung geringer ist, als die zum normalen Betrieb des durch den Überbrückungsstrompfad überbrückten Leuchtmittels notwendige Spannung. Durch eine geeignete Wahl des Gesamtwiderstandes ist sichergestellt, dass ein durch den Überbrückungsstrompfad überbrücktes Leuchtmittel wirksam ausgeschaltet ist und kein Licht mehr abgibt. Die Einstellung des Gesamtwiderstands des Überbrückungsstrompfades kann beispielsweise über einen zu einem elektrischen Schalter in Serie geschalteten zusätzlichen Widerstand oder durch einen erhöhten Durchlasswiderstand des elektrischen Schalters selbst oder durch eine Kombination aus beidem erfolgen.

[0030] Für die Festlegung des konkreten Wertes des Gesamtwiderstands eines Überbrückungsstrompfades sind insbesondere die Vorwärtsspannung und der Vorwärtsstrom des Leuchtmittels, d.h. also Spannung und Strom bei normalem eingeschaltetem Leuchtbetrieb, sowie der maximale gewünschte Strom im Falle einer Überbrückung zu berücksichtigen, sowie die maximale und minimale Anzahl von gleichzeitig überbrückten Leuchtmitteln gemäß der jeweiligen Anwendung der Vorrichtung.

[0031] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst eine auf einer Pulsweitenmodulation basierende Steuerung eines einen Überbrückungsstrompfad öffnenden bzw. schließenden Schalters. Eine solche Steuerung erlaubt unter anderem das Dimmen einzelner Leuchtmittel, indem die Leuchtmittel mit einem dem Dimmungsgrad entsprechenden Tastverhältnis und einer Frequenz, die so hoch ist, dass das menschliche Auge keine diskreten Ein- und Ausschaltvorgänge wahrnimmt, ein- und ausgeschaltet werden.

[0032] Bei Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Frontscheinwerfer eines Kraftfahrzeugs können auf diese Weise zum Beispiel unterschied-

liche Lichtintensitäten entsprechend einer Verwendung des Scheinwerfers als Fern- Abblend- oder Standlicht realisiert werden. Zusätzlich ist es möglich, die von einzelnen Leuchtmitteln abgegebene Lichtleistung selektiv zu reduzieren. Beispielsweise können im Fall eines entgegenkommenden Fahrzeugs ausgewählte Leuchtmittel in ihrer Helligkeit so reduziert werden, dass ein Blenden des Fahrers des entgegen kommenden Fahrzeugs vermieden wird, während die Leuchtmittel, welche die übrige Fahrzeugumgebung bestrahlen, mit unverminderter Helligkeit betrieben werden können.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die zur Versorgung der Leuchtmittel mit Strom vorgesehene Stromquelle eine Regelungsvorrichtung, die dazu ausgebildet ist, den Ausgangsstrom der Stromquelle auf einen Soll-Wert zu regeln, wobei der Soll-Wert vorzugsweise dem Vorwärtsstrom der in Serie geschalteten Leuchtmittel entspricht. Durch die Verwendung einer solchen Stromquelle kann der über einen längeren Zeitraum betrachtete zeitliche Mittelwert des im Falle einer elektrischen Überbrückung eines oder mehrerer Leuchtmittel durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließenden Stroms unabhängig von der Strombeschränkungseinrichtung auf den Soll-Wert reduziert werden.

[0034] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die zur Versorgung der Leuchtmittel vorgesehene Stromquelle einen Schaltregler und insbesondere einen stromgesteuerten Aufwärtswandler. Eine derartige Stromquelle ist besonders geeignet, um die notwendigen Leistungen und Spannungen für den Betrieb von mehreren in Reihe geschalteten Leuchtmitteln bereit zu stellen.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung umfasst die zur Versorgung der Leuchtmittel vorgesehene Stromquelle einen Ausgangskondensator. Ein solcher Kondensator trägt in vorteilhafter Weise zu einer Glättung der von der Stromquelle gelieferten Ausgangsspannung bei, insbesondere bei Verwendung eines Schaltreglers als Stromquelle.

[0036] Aufgrund der erfindungsgemäß vorgesehenen Strombeschränkungseinrichtung besteht dabei keine Gefahr, dass im Falle des Überbrückens eines oder mehrerer Leuchtmittel ein durch eine Entladung des Ausgangskondensators hervorgerufener und durch die nicht überbrückten Leuchtmittel fließender Strom eine Beschädigung der Leuchtmittel verursacht, da ein solcher Strom durch die Strombeschränkungseinrichtung beschränkt wird. Die Strombeschränkungseinrichtung verhindert außerdem, dass sich die Spannung an dem Ausgangskondensator bei einem raschen Ein- und Ausschalten der Leuchtmittel entsprechend hochfrequent erhöht bzw. reduziert, was aufgrund des umgekehrten piezoelektrischen Effekts zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung am Kondensator führen könnte.

[0037] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand von vorteilhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform mit einer Strombeschränkungseinrichtung, die eine Konstantstromquelle umfasst;
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform mit einer Strombeschränkungseinrichtung, die in den Überbrückungsstrompfaden angeordnete elektrische Widerstände umfasst; und
- Fig. 3 eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform mit einer Strombeschränkungseinrichtung, die MOSFETs mit erhöhten Durchlasswiderständen umfasst.

[0038] In Fig. 1 ist eine erste beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Die Vorrichtung umfasst mehrere Leuchtmittel in der Form von LEDs 10, die elektrisch in Serie geschaltet sind. In der hier beschriebenen Ausführungsform sind alle LEDs 10 vom gleichen Typ, wobei es prinzipiell aber ebenso möglich ist, LEDs unterschiedlicher Typen zu verwenden.

[0039] Parallel zu jeder LED 10 ist jeweils ein Überbrückungsstrompfad 12 vorgesehen, der durch einen Schalter 14 geöffnet und geschlossen werden kann. Die Schalter 14 werden von einer auf Pulsweitenmodulation basierenden Steuerung angesteuert, mittels derer die einzelnen Schalter 14 selektiv mit unterschiedlichen Tastverhältnissen geöffnet und geschlossen werden können.

[0040] Zur Versorgung der LEDs 10 mit Strom ist eine Stromquelle 16 vorgesehen, die einen stromgesteuerten Aufwärtswandler 18 umfasst und an deren Ausgang 20 die Serienschaltung aus LEDs 10 angeschlossen ist. Der Soll-Wert des Ausgangsstroms des Aufwärtswandlers 18 ist so eingestellt, dass er im Wesentlichen dem Wert des Vorwärtsstroms der LEDs 10 entspricht, d.h. dem Strom, der durch eine LED 10 fließt, wenn die Vorwärtsspannung an dieser anliegt.

[0041] Die Stromquelle 16 umfasst einen Ausgangskondensator 22, in Fig. 1 bezeichnet mit " C_{out} ". Der Ausgangskondensator 22 trägt zum stabilen Betrieb des Aufwärtswandlers 18 bei und glättet die am Ausgang 20 der Stromquelle 16 bereitgestellte Ausgangsspannung " U_{out} ".

[0042] Die Stromquelle 16 umfasst ferner einen Messwiderstand 28, der zwischen einen Versorgungseingang 24 und einen Rückkopplungseingang 26 des Aufwärtswandlers 18 geschaltet ist. Der Messwiderstand 28 stellt einen relativ kleinen elektrischen Widerstand dar und dient zur Messung des durch die LEDs 10 fließenden Stromes, in Fig. 1 bezeichnet mit " I_{led} ", anhand der an dem Messwiderstand 28 abfallenden Spannung.

[0043] Eine Konstantstromquelle bzw. -senke 30 ist zu der Serienschaltung der LEDs 10 in Serie geschaltet. Der Wert des von der Konstantstromquelle bzw. -senke

30 durchgelassenen Stromes entspricht im Wesentlichen dem Vorwärtsstrom der LEDs 10. Die Konstantstromquelle 30 wirkt als Strombeschränkungseinrichtung, wie nachfolgend genauer erläutert wird.

[0044] Fig. 1 zeigt alle Überbrückungsstrompfade 12 in geöffnetem Zustand. Werden nun eine oder mehrere der LEDs 10 durch Schließen des jeweiligen Überbrückungsstrompfades 12 überbrückt, so sinkt der an den überbrückten LEDs 10 auftretende Spannungsabfall, in Fig. 1 bezeichnet mit " U_D ", nahezu bis auf null ab. Ohne die Konstantstromquelle 30 würde sich unmittelbar nach dem Überbrücken der LEDs 10 dieselbe Spannung, die sich vor dem Überbrücken auf eine größere Zahl von nicht überbrückten LEDs 10 verteilte, auf eine geringere Anzahl von nicht überbrückten LEDs 10 verteilen und zu einem Überstrom in diesen LEDs 10 führen.

[0045] Die Konstantstromquelle 30 beschränkt den durch die nicht überbrückten LEDs 10 fließenden Strom, indem sie für einen zusätzlichen Spannungsabfall sorgt, in Fig. 1 bezeichnet mit " U_s ". Die an den nicht überbrückten LEDs 10 anliegende Spannung wird somit um diesen zusätzlichen Spannungsabfall reduziert.

[0046] Da die Konstantstromquelle 30 so eingestellt ist, dass der von ihr durchgelassene Strom dem Vorwärtsstrom der LEDs 10 entspricht, nimmt der an der Konstantstromquelle 30 auftretende Spannungsabfall genau den Wert an, der dazu führt, dass an den nicht überbrückten LEDs 10 jeweils die Vorwärtsspannung der LEDs 10 abfällt und somit der Vorwärtsstrom der LEDs 10 durch die nicht überbrückten LEDs 10 fließt.

[0047] Durch die Beschränkung des im Falle des Überbrückens eines oder mehrerer LEDs 10 durch die nicht überbrückten LEDs 10 fließenden Stroms durch die Konstantstromquelle 30 wird verhindert, dass eine Entladung des Ausgangskondensators 22 in Folge der Überbrückung zu einer Beschädigung der nicht überbrückten LEDs 10 führt.

[0048] Gleichzeitig wird durch die Strombeschränkung verhindert, dass sich die Spannung an dem Ausgangskondensator 22 bei einem raschen Ein- und Ausschalten der LEDs 10 mit einer dem Ein- und Ausschalten entsprechenden Frequenz erhöht bzw. reduziert, was aufgrund des umgekehrten piezoelektrischen Effekts zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung am Ausgangskondensator 22 führen könnte.

[0049] Werden die ausgeschalteten LEDs 10 mittels Unterbrechung des jeweiligen Überbrückungsstrompfades 12 durch Öffnen des jeweiligen Schalters 14 wieder eingeschaltet, so reduziert die Konstantstromquelle 30 umgekehrt die an ihr abfallende Spannung, sodass die an den LEDs 10 abfallende Spannung weniger stark oder gar nicht mehr reduziert wird und wiederum der Vorwärtsstrom durch die LEDs 10 fließt.

[0050] Fig. 2 zeigt eine zweite beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die sich lediglich in der Ausbildung der Strombeschränkungseinrichtung von der in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsform unterscheidet.

[0051] Die Strombeschränkungseinrichtung der Vorrichtung gemäß zweiter Ausführungsform umfasst elektrische Widerstände 32, die in den Überbrückungsstrompfaden 12 jeweils in Serie zu den Schaltern 14 geschaltet sind.

[0052] Bei Überbrückung einer oder mehrerer LEDs 10 stellt der Ausgang 20 der Stromquelle 16 zumindest vorübergehend eine im Wesentlichen unverändert hohe Spannung bereit. Wären die Widerstände 32 nicht vorgesehen, so würde die über die überbrückten LEDs 10 abfallende Spannung nahezu auf null reduziert und die unverändert hohe von der Stromquelle 16 bereitgestellte Spannung würde sich über eine geringere Anzahl von LEDs 10 verteilen, sodass ein erhöhter Strom durch die nicht überbrückten LEDs 10 fließen würde.

[0053] Die in den Überbrückungsstrompfaden 12 angeordneten Widerstände 32 bewirken jedoch einen zusätzlichen Spannungsabfall in den geschlossenen Überbrückungsstrompfaden 12 infolge des durch die geschlossenen Überbrückungsstrompfade 12 und die darin angeordneten Widerstände 32 fließenden Stromes. Dieser zusätzliche Spannungsabfall reduziert die an den nicht überbrückten LEDs 10 abfallende Spannung entsprechend und verhindert somit eine übermäßige Spannungserhöhung an den nicht überbrückten LEDs 10, die zu einer Beschädigung dieser LEDs 10 führen könnte.

[0054] Für die Werte der Widerstände 32 gelten folgende Bedingungen: Einerseits muss der Wert eines Widerstands 32 so klein sein, dass durch die überbrückte LED 10 deutlich weniger Strom fließt als durch die nicht überbrückte LED 10, damit die LED 10 wirksam ausgeschaltet ist. Andererseits müssen die Werte der Widerstände 32 so groß sein, dass bei der Überbrückung einer oder mehrerer LEDs 10 ein zusätzlicher Spannungsabfall durch die Widerstände 32 derart bewirkt wird, dass eine übermäßige Erhöhung der über die nicht überbrückten LEDs 10 abfallenden Spannung und daraus möglicherweise resultierende Beschädigung der nicht überbrückten LEDs 10 verhindert wird.

[0055] Bei der Festlegung der Werte der Widerstände 32 ist selbstverständlich auch zu berücksichtigen, wie viele der LEDs 10 typischerweise gleichzeitig aus- bzw. eingeschaltet sind.

[0056] Fig. 3 zeigt eine dritte beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die sich lediglich in der Ausbildung der Strombeschränkungseinrichtung von der in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsform unterscheidet.

[0057] Bei der Vorrichtung gemäß dritter Ausführungsform ist die Strombeschränkungseinrichtung durch die Schalter der Überbrückungsstrompfade 12 gebildet. Bei den Schaltern handelt es sich in diesem Fall um MOSFET-Schalter 34, die - im Vergleich zu Schaltern 14 der ersten und zweiten Ausführungsform oder zu Schaltern, die in den Überbrückungsstrompfaden einer bekannten Vorrichtung verwendet werden - einen erhöhten elektrischen Durchlasswiderstand aufweisen.

[0058] Die MOSFET-Schalter 34 dienen also nicht nur

zum, ggf. pulsweitenmoduliert gesteuerten, Öffnen und Schließen des jeweiligen Überbrückungsstrompfads 12, sondern sie bewirken aufgrund ihres erhöhten elektrischen Durchlasswiderstands im geschlossenen Zustand gleichzeitig eine Beschränkung des durch die nicht überbrückten LEDs 10 fließenden Stromes, entsprechend den in Fig. 2 dargestellten elektrischen Widerständen 32.

[0059] Obwohl die voranstehend beschriebenen Ausführungsformen jeweils nur eine Art von Strombeschränkungseinrichtung umfassen, d.h. also entweder die Konstantstromquelle bzw. -senke 30, die Widerstände 32 und/oder die MOSFETs 34 mit erhöhtem elektrischem Durchlasswiderstand, ist nachzuvollziehen, dass auch eine Ausführungsform denkbar ist, die eine Kombination dieser verschiedenen Arten von Strombeschränkungseinrichtungen aufweist, beispielsweise die Konstantstromquelle 30 in Kombination mit den Widerständen 32 und/oder den MOSFETs 34 mit erhöhtem elektrischem Durchlasswiderstand.

Bezugszeichenliste

[0060]

10	LED
12	Überbrückungsstrompfad
14	Schalter
16	Stromquelle
18	Aufwärtswandler
20	Ausgang der Stromquelle
22	Ausgangskondensator
24	Versorgungseingang
26	Rückkopplungseingang
28	Messwiderstand
30	Konstantstromquelle bzw. -senke
32	elektrischer Widerstand
34	MOSFET-Schalter

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit mehreren elektrisch in Serie geschalteten Leuchtmitteln (10), mindestens einem Überbrückungsstrompfad (12), durch den mindestens eines der Leuchtmittel (10) elektrisch über-

- brückbar ist, einer Stromquelle (16) zur Stromversorgung der Leuchtmittel (10), die eine Regelungsvorrichtung (18, 28) zum Regeln des Ausgangsstroms der Stromquelle (16) auf einen im Wesentlichen konstanten Wert umfasst, und einer Strombeschränkungseinrichtung, welche im Falle einer elektrischen Überbrückung mindestens eines der Leuchtmittel (10) einen durch die nicht überbrückten Leuchtmittel (10) fließenden Strom beschränkt, wobei die Strombeschränkungseinrichtung eine Konstantstromquelle oder -senke (30) umfasst, die zu den Leuchtmitteln (10) elektrisch in Serie geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konstantstromquelle oder -senke (30) auf einen Stromwert eingestellt ist, der höher ist als der Nominalstrom der zur Stromversorgung der Leuchtmittel (10) vorgesehenen Stromquelle (16).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Strombeschränkungseinrichtung von der Stromquelle (16) unabhängig ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Leuchtmittel (10) ein eigener Überbrückungsstrompfad (12) zugeordnet ist.
4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Leuchtmittel eine Leuchtdiode (10) ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** alle Leuchtmittel Leuchtdioden (10) sind.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** der von der Konstantstromquelle oder -senke (30) gelieferte Strom im Wesentlichen dem Vorwärtsstrom der in Serie geschalteten Leuchtmittel (10) entspricht.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strombeschränkungseinrichtung einen elektrischen Widerstand (32) des Überbrückungsstrompfades (12) umfasst.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Widerstand (32) mit einem Schalter (14) zum Öffnen und Schließen des Überbrückungsstrompfades (12) in Serie geschaltet ist.
9. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass der Wert des Gesamtwiderstands des Überbrückungsstrompfades (12) im geschlossenen Zustand so gewählt ist, dass die bei geschlossenem Überbrückungsstrompfad (12) über den Überbrückungsstrompfad (12) abfallende Spannung geringer ist als die zum normalen Betrieb des durch den Überbrückungsstrompfad (12) überbrückten Leuchtmittels (10) notwendige Spannung.
10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass zur Betätigung eines den Überbrückungsstrompfad (12) öffnenden bzw. schließenden Schalters (14; 34) eine auf einer Pulsweitenmodulation basierende Steuerung vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Stromquelle (16) einen Schaltregler (18) umfasst.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet,** die Stromquelle (16) einen stromgesteuerten Aufwärtswandler (18), umfasst.
13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Stromquelle (16) einen Ausgangskondensator (22) umfasst.

Fig. 1

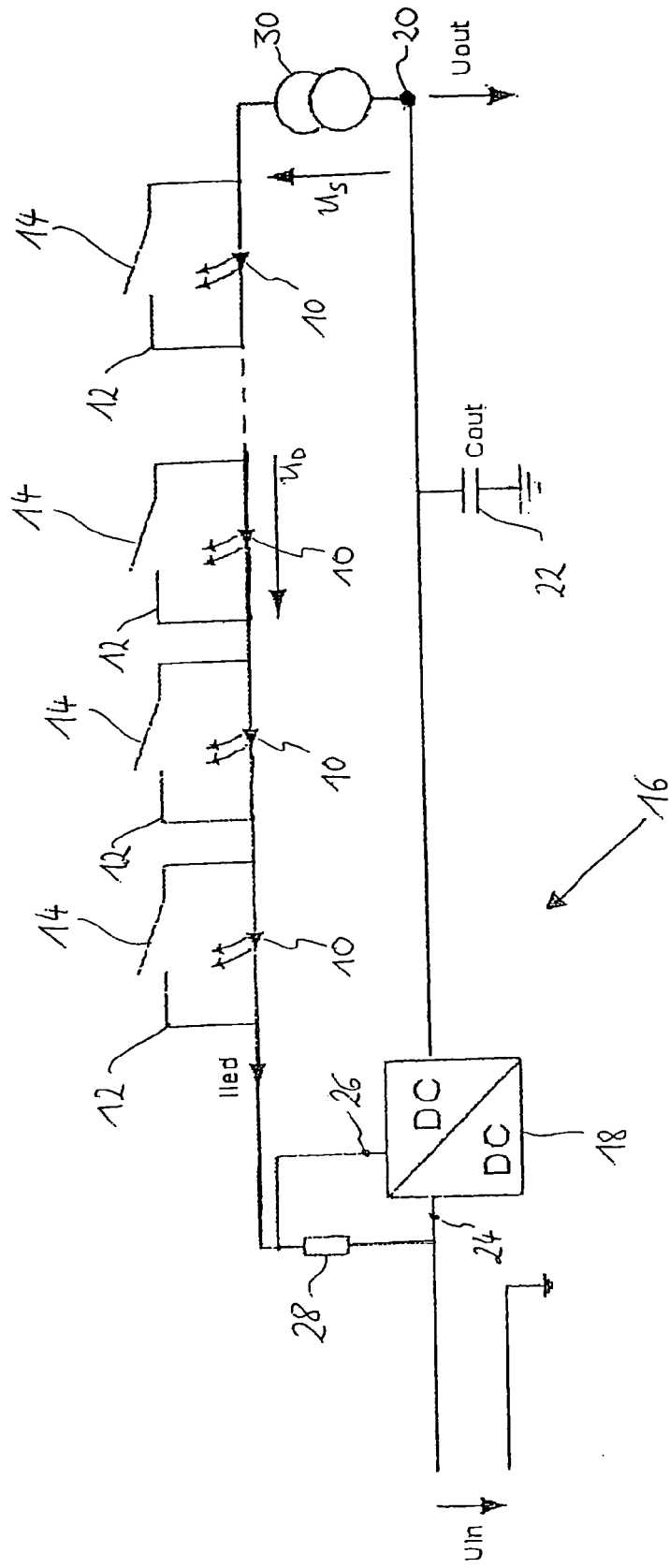
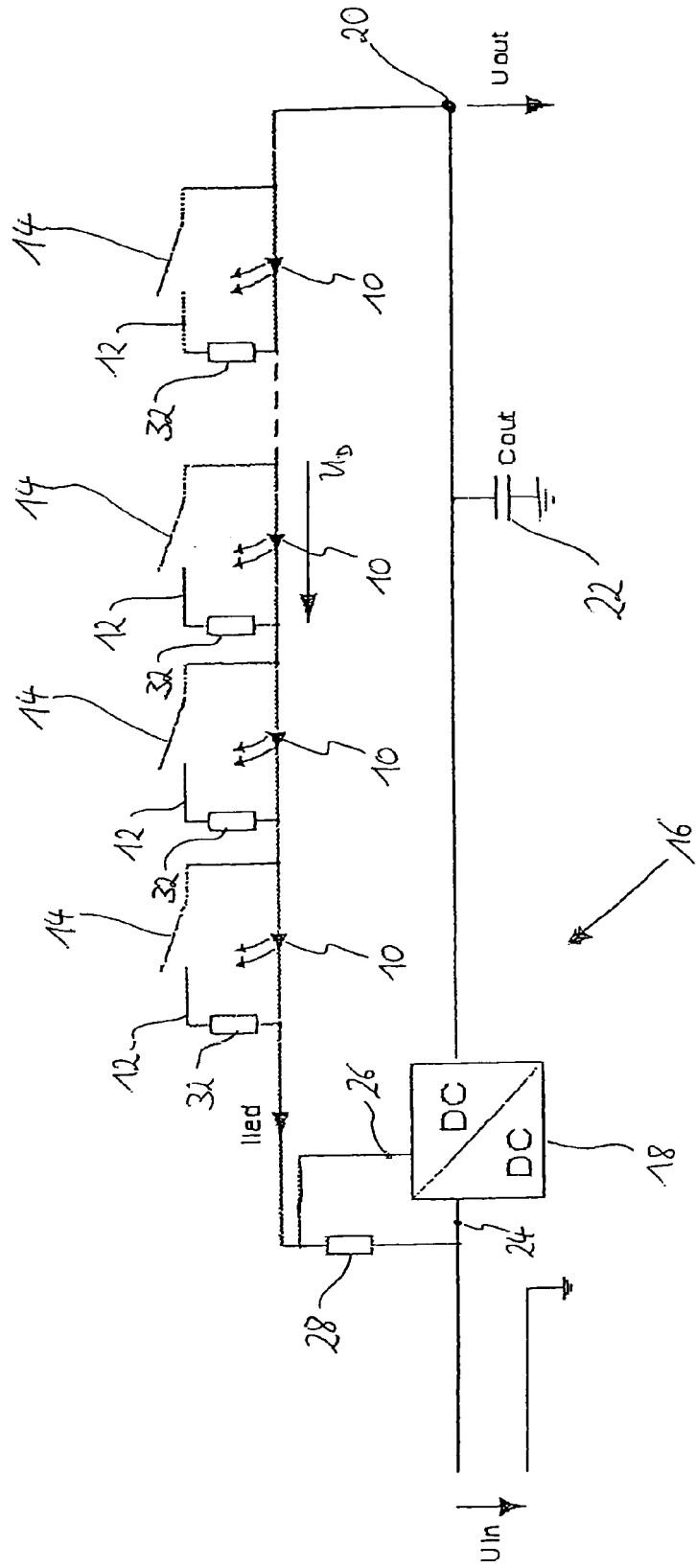


Fig. 2



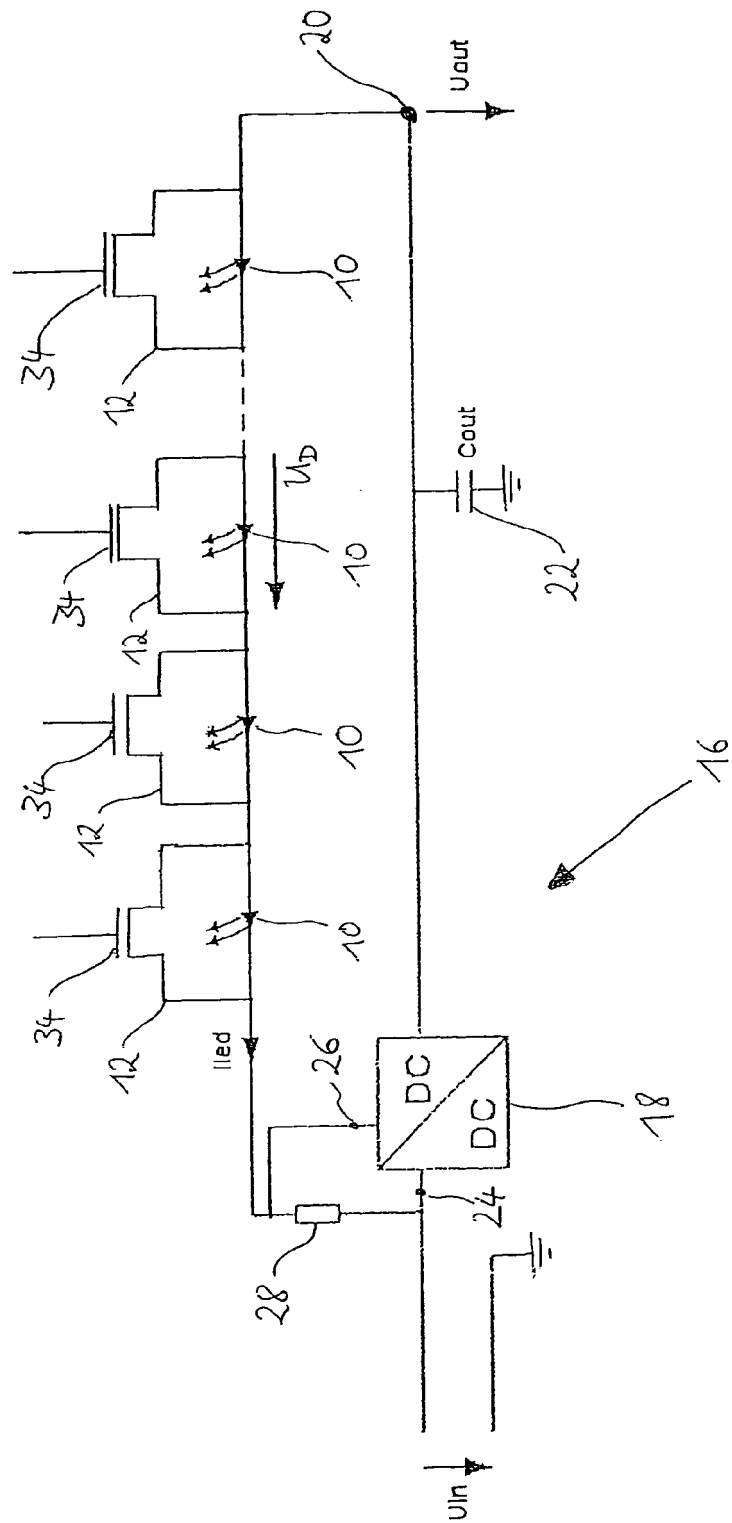


Fig. 3