



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.09.2003 Patentblatt 2003/36

(51) Int Cl. 7: H05B 33/08, H05B 37/03

(21) Anmeldenummer: 03004441.6

(22) Anmeldetag: 27.02.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO

(30) Priorität: 27.02.2002 DE 10208462

(71) Anmelder: Osram Opto Semiconductors GmbH
93049 Regensburg (DE)

(72) Erfinder: Blümel, Simon
84069 Schierling (DE)

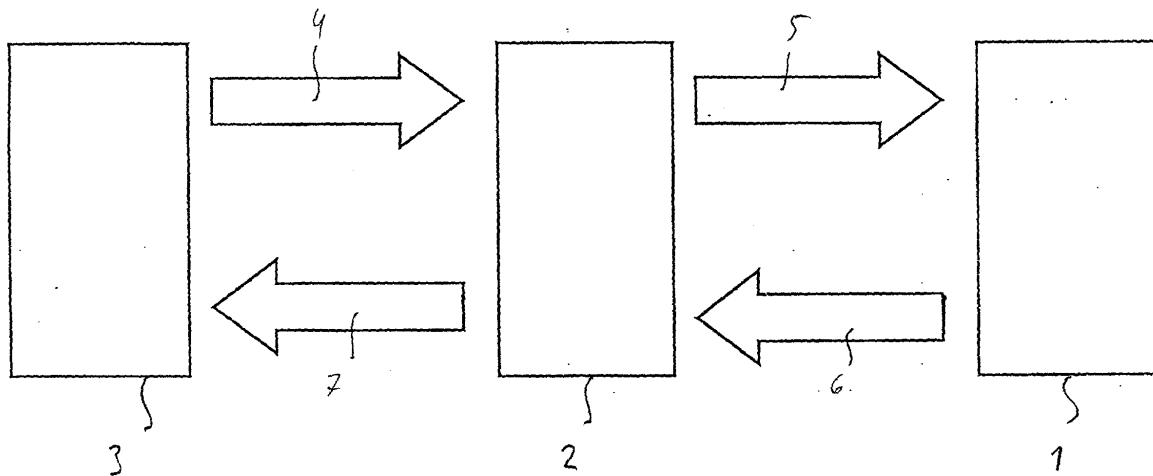
(74) Vertreter: Epping Hermann & Fischer
Ridlerstrasse 55
80339 München (DE)

(54) Beleuchtungsanordnung mit einem LED-Modul

(57) Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsanordnung mit einem LED-Modul (1) und einem Netzteil (2) zur elektrischen Versorgung des LED-Moduls, wobei ein von einer optischen Ausgangsgröße des LED-Moduls abhängiges Meßsignal (6) erzeugt wird, das Meßsignal (6) in das Netzteil (2) eingespeist wird, und das

Netzteil (2) die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) so anhand des Meßsignals (6) regelt, daß im Betrieb das LED-Modul (1) eine vorgegebene optische Soll-Ausgangsgröße einhält, oder das Netzteil (2) in Abhängigkeit des Meßsignals (6) die elektrische Versorgung des LED-Moduls unterbricht.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungsanordnung mit einem LED-Modul nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, insbesondere in Form eines Signalgebers einer Signal- oder Ampelanlage.

[0002] Signalgebers für Signal- oder Ampelanlagen werden in zunehmendem Maße mit LED-Lichtquellen ausgestattet. Eine LED-Lichtquelle unterscheidet sich von einer herkömmlichen Lichtquelle, etwa einer Glühlampe, im Wesentlichen in folgenden Punkten:

- Die Effizienz der LEDs nimmt mit zunehmender Temperatur ab. Im Gegensatz dazu steigt bei herkömmlichen Lichtquellen wie Glühlampen die Effizienz. Daher ist bei LED-Lichtquellen eine gewisse Reserve an Lichtleistung vorzusehen, um die Helligkeitsvorgaben über einen spezifizierten Temperaturbereich und insbesondere auch bei einer Temperaturerhöhung erfüllen zu können.
- Die Effizienz der LEDs nimmt während der LED-Lebensdauer aufgrund von Alterung langsam ab. Diese Effizienzabnahme wird bei herkömmlichen LED-Lichtquellen durch eine Überdimensionierung, also ebenfalls eine Reserve an Lichtleistung zu Beginn der Lebensdauer kompensiert.
- Eine LED-Lichtquelle besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Lichtpunkten. Durch diese Vielzahl an Lichtpunkten ergeben sich neue Formen von Fehlerzuständen (Ausfallbilder). So kann gegenüber herkömmlichen Lichtquellen bei einer LED-Lichtquelle beispielsweise die Hälfte der LEDs ausgefallen sein, während die andere Hälfte noch intakt ist und weiterhin leuchtet. Bei einer herkömmlichen Lichtquelle mit einer Glühlampe bedeutet ein Ausfall hingegen in der Regel einen Totalausfall.

[0003] Damit kann bei herkömmlichen Lichtquellen mit Glühlampen von zwei Zuständen, dem ordnungsgemäßen Betrieb und dem Totalausfall ausgegangen werden, wobei letzterer vergleichsweise sicher detektiert werden kann, da dann kein Strom mehr durch die Glühlampe fließt. Bei LED-Lichtquellen hingegen existieren neben dem ordnungsgemäßen Betrieb und dem Totalausfall eine Mehrzahl von Zwischenzuständen, bei denen einerseits nur ein Teil der LEDs defekt ist oder andererseits die Lichtleistung aufgrund von Alterung zwar deutlich abgesunken, aber die LED-Lichtquelle immer noch funktionsfähig ist. Dabei besteht nur mit gewisser -wenn auch großer- Wahrscheinlichkeit ein direkter Zusammenhang zwischen Stromfluss und Lichtabgabe.

[0004] Bei zahlreichen Anwendungen, insbesondere in Ampel- und Signalanlagen, ist es erforderlich, daß LED-Lichtquellen vorgegebene Mindestanforderungen bezüglich ihrer optischen Ausgangsgrößen erfüllen. Aufgrund der beschriebenen Alterung sowie der zahl-

reichen Fehler-Zwischenzustände kann aber im Gegensatz zu einer Glühlampe nicht davon ausgegangen werden, daß diese zu Beginn des Betriebs überprüften Mindestanforderungen eingehalten sind, solange die 5 LED-Lichtquelle nicht komplett ausgefallen ist.

[0005] Zwar ist es bei Ampel- oder Signalanlagen grundsätzlich wegen der genannten unterschiedlichen Fehlermechanismen wünschenswert, daß bei LED-Lichtquellen Fehler unterschiedlichen Grades beziehungsweise verschiedener Schwere (zum Beispiel "20% Lichtabnahme", "40% Lichtabnahme", etc.) differenziert detektiert werden. Dies erfordert aber entsprechend aufwendigere Schnittstellen zwischen den übrigen Komponenten der Ampel- oder Signalanlage. Die 10 kann bei bestehenden Anlagen eine aufwendige Umrüstung der gesamten Anlage erforderlich machen. Vorteilhafter wäre hier eine LED-Lichtquelle, die möglichst weitgehend mit einer Glühlampe kompatibel ist.

[0006] Weiterhin ist wie bereits erwähnt aufgrund der 20 Alterung bei herkömmlichen LED-Lichtquellen zu Beginn des Betriebs eine vergleichsweise hohe Lichtstärke vorgesehen, die insbesondere deutlich über der erforderlichen Mindestlichtstärke liegt, um trotz der Alterung möglichst lange die geforderten Mindestwerte einzuhalten. Bei LED-Lichtquellen nach dem Stand der 25 Technik wird diese hohe Anfangslichtstärke, typischerweise in der Größenordnung von 100% über den Mindestanforderungen, dadurch erreicht, daß entweder eine entsprechende Vielzahl von LEDs eingesetzt oder 30 die LEDs mit vergleichsweise hohen Strömen betrieben werden. Die erstgenannte Alternative ist mit erhöhten Kosten verbunden, die letztgenannte kann selbst wiederum zu einer beschleunigten Alterung beziehungsweise einer kürzeren Lebensdauer führen. Außerdem 35 können derartige LED-Lichtquellen dem Verkehrsteilnehmer zu Beginn des Betriebs unangenehm hell erscheinen.

[0007] Insgesamt sollte ein Signalgeber mit einer 40 LED-Lichtquelle, beispielsweise eine Ampel- oder Signalanlage, vorzugsweise folgende Eigenschaften aufweisen:

- Die geforderten Mindesthelligkeiten und Leuchtlichtverteilungen, zum Beispiel gemäß EN 12368, 45 werden über die gesamte Einsatzdauer erfüllt.
- Die geforderten Mindesthelligkeiten, zum Beispiel gemäß EN 12368, werden nur geringfügig, bevorzugt um etwa 20%, überschritten, damit der Signalgeber nicht zu hell wirkt.
- Die Lebensdauer des Signalgebers soll möglichst groß sein und insbesondere nicht durch eine nachteiligen Betrieb weit über den Mindestanforderungen 50 zusätzlich beeinträchtigt werden.
- Der Signalgeber weist eine Dimmvorrichtung auf, die zum Beispiel die Lichtstärke um die Hälfte redu-

ziert. Dies wird von einigen Ländern oder Gemeinden für Ampel- und Signalanlagen gefordert.

- Der Signalgeber schaltet ab, sobald die Mindestanforderungen, beispielsweise bezüglich Helligkeit, Lichtstärkeverteilung oder Leuchtdichte, unterschritten werden.
- Der Signalgeber besitzt einen möglichst einfachen Aufbau, insbesondere ohne komplexe Schnittstellen. Vorzugsweise ist der Signalgeber mit herkömmlichen Steuerschaltungen kompatibel.
- Der Signalgeber hat einen niedrigen Energieverbrauch.

[0008] Bei herkömmlichen LED-Lichtquellen wird zur Sicherstellung dieser Anforderungen unter anderem der Stromfluss durch die einzelnen LED-Ketten überwacht. Wird eine oder werden mehrere Ketten im Fehlerfall unterbrochen, so erfolgt eine Abschaltung der LED-Lichtquelle. Bei manchen Ausführungsformen werden hierfür aufwendige und komplexe elektronischen Schaltungen eingesetzt.

[0009] Teilweise wird bei herkömmlichen LED-Lichtquellen auch davon ausgegangen, daß aufgrund der Vielzahl der LEDs ein Ausfall einzelner Lichtpunkte nicht oder nur geringfügig zur Unterschreitung der Mindesthelligkeit führt. Dabei werden bewußt Anforderungsverletzungen in Kauf genommen, wenn die möglichen Fehler keinen schwerwiegenden Schaden zu verursachen scheinen.

[0010] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Beleuchtungsanordnung mit einer LED-Lichtquelle zu schaffen, die insbesondere für den Einsatz als Signalgeber einer Ampel oder Signalanlage geeignet ist.

[0011] Bei der Erfindung ist eine Beleuchtungsanordnung mit einem LED-Modul und einem Netzteil zur elektrischen Versorgung des LED-Moduls vorgesehen, wobei ein von einer optischen Ausgangsgröße des LED-Moduls abhängiges Meßsignal erzeugt wird, das Meßsignal in das Netzteil eingespeist wird, und das Netzteil die elektrische Versorgung des LED-Moduls mittels des Meßsignals so regelt, daß im Betrieb das LED-Modul eine vorgegebene Soll-Ausgangsgröße einhält. Ebensowenig kann im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, daß das Netzteil die elektrische Versorgung des LED-Moduls in Abhängigkeit des Meßsignals unterbricht, um zum Beispiel einen Betrieb außerhalb der Normvorgaben zu vermeiden.

[0012] Als optische Ausgangsgröße kann zum Beispiel die Helligkeit herangezogen werden. Dabei generiert das LED-Modul als Meßsignal vorzugsweise ein Signal, wenn eine bestimmte vorgegebene Helligkeitsstufe erreicht ist. Optional können auch mehrere Helligkeitsstufen mit unterschiedlichen Signalen vorgegeben werden. Das Netzteil, das das LED-Modul mit Strom

versorgt, wertet dieses Meßsignal aus und stellt damit den Betriebsstrom für das LED-Modul so ein, daß die gewünschte Helligkeitsstufe gerade erreicht und die Helligkeit des LED-Moduls konstant gehalten wird.

5 [0013] Die Erfindung eignet sich insbesondere für Signalgeber einer Ampel- oder Signalanlagen und weist folgende Vorteile auf:

- Das LED-Modul hält die geforderte Mindesthelligkeit ein, wobei zweckmäßigerweise die Helligkeitsstufe des LED-Moduls entsprechend dieser Mindesthelligkeit gewählt ist.
- Das LED-Modul ist nur noch geringfügig, etwa 20%, heller, als vorgegeben und erscheint insbesondere nicht unangenehm hell. Damit lassen sich Normvorgabe sehr genau einhalten.
- Das LED-Modul wird gerade mit der Leistung betrieben, die zur Einhaltung der Normvorgaben erforderlich ist. Dies führt zu einem niedrigen Energieverbrauch und einer hohen Lebensdauer.

[0014] Insgesamt wird mit der Rückkopplung der optischen Ausgangsgröße, zum Beispiel der Helligkeit des LED-Moduls, sowohl der Alterungseinfluss als auch das thermische Verhalten der LEDs kompensiert. Zugleich wird der Energieverbrauch minimiert und die Lebensdauer maximiert.

25 [0015] Verzugsweise werden bei der Erfindung als optische Ausgangsgröße beziehungsweise optische Soll-Ausgangsgröße die Helligkeit, die gesamte optische Ausgangsleistung, die Lichtstärkeverteilung, die Leuchtdichte oder eine Funktion dieser Größen herangezogen.

[0016] Dies ermöglicht insbesondere die Einhaltung von Normvorgaben für Ampel- und Signalanlagen, die sich auch auf die Lichtstärkeverteilung und die Leuchtdichteverteilung erstrecken können.

40 [0017] Dabei ist zwischen einer flächigen LED-Lichtquelle und einer punktförmigen LED-Lichtquelle zu unterscheiden. Bei einer flächigen LED-Lichtquelle sind die LEDs über die gesamte Lichtaustrittsfläche verteilt, wobei jeder LED oder jeder LED-Gruppe ein eigener

45 Kondensator zugeordnet ist. Bei einer punktförmigen LED-Lichtquelle hingegen sind die LEDs, bevorzugt dicht gepackt, im Zentrum eines gemeinsamen Kondensators angeordnet. Der Kondensator stellt dabei ein optisches Element, zum Beispiel eine Linse, zur Abbildung des von den LEDs erzeugten Lichts, etwa in Richtung der Verkehrsteilnehmer bei einer Ampel- oder Signalanlage, dar.

55 [0018] Eine derartige flächige LED-Lichtquelle hat dabei die Eigenschaft, daß bereits jede einzelne LED oder LED-Gruppe mit dem zugehörigen Kondensator, gegebenenfalls mit nachgeschalteter Streuscheibe, die vorgeschriebene Lichtstärkeverteilung aufweist. Daher ist bei dieser LED-Lichtquelle zur Sicherstellung der Lichtstär-

keverteilung keine Überwachung der Funktion der LEDs erforderlich.

[0019] Bei einer punktförmigen LED-Lichtquelle hingegen sind verschiedenen LEDs beziehungsweise Bereichen des LED-Moduls verschiedene Abstrahlrichtungen zugeordnet, so daß eine Funktionskontrolle der entsprechenden LEDs nötig ist.

[0020] Für die Leuchtdichteverteilung ist eine derartige Unterscheidung ebenfalls zweckmäßig. Hier ist allerdings bei der flächigen Lichtquelle eine Funktionskontrolle der LEDs notwendig, da jede LED oder LED-Gruppe einen bestimmten Bereich der Lichtaustrittsfläche des Signalgebers abdeckt. Bei der punktförmigen Lichtquelle hingegen beleuchtet jede LED nahezu den gesamten Lichtaustrittsbereich, wodurch etwaige Inhomogenitäten aufgrund ausgefallener LEDs hier kaum auftreten und daher die Funktion der LEDs nicht überprüft werden muß.

[0021] Eine Funktionskontrolle der LEDs muß also bei einer punktförmigen LED-Lichtquelle zur Sicherstellung der Lichtstärkeverteilung, bei einer flächigen LED-Lichtquelle zur Sicherstellung der Leuchtdichteverteilung durchgeführt werden.

[0022] Diese Funktionkontrolle der LEDs wird vorzugsweise optisch anhand des erzeugten Lichts durchgeführt. Auch eine Funktionkontrolle anhand der elektrischen LED-Parameter, zum Beispiel des Betriebsstroms der einzelnen LEDs oder von LED-Gruppen ist möglich, wobei allerdings aufgrund der oben beschriebenen Alterung und der damit einhergehenden Verminde-
30 rung der Effizienz eine zusätzliche optische Funktionskontrolle zweckmäßig ist.

[0023] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß ein Ansteuermodul (Controller) die optische Soll-Ausgangsgröße vorgibt. Ein derartiges Ansteuermodul dient zur Ansteuerung des Netzteils und bestimmt den generellen Funktionszustand der Beleuchtungsanordnung, etwa, ob die Beleuchtungsanordnung an- oder ausgeschaltet ist oder in gedimmtem Zutand betrieben wird. Das Netzteil ist dabei zur elektrischen Versorgung des LED-Moduls zwischen Ansteuermodul und LED-Modul geschaltet. Vorzugsweise ist bei der Erfindung die Beleuchtungsanordnung so ausgeführt, daß herkömmliche Ansteuerschaltungen, die insbesondere für Glühlampen vorgesehen sind, verwendet werden können. Dies erfordert, daß keine zusätzlichen, für LED-Module spezifischen Schnittstellen nötig sind.

[0024] Weiterhin ist es vorteilhaft, das Netzteil so auszuführen, daß das Netzteil im Fehlerfall die Versorgung des LED-Moduls so unterbricht, daß kein Strom mehr durch das Netzteil fließt. Für das Ansteuermodul entspricht dies einem Ausfall einer herkömmlichen Glühlampe: wenn Strom fließt, ist die Glühlampe funktionsfähig, wenn dagegen kein Strom fließt, ist die Glühlampe defekt. Seitens des Ansteuermoduls kann dies detektiert werden, ohne daß zusätzlichen Steuerleitungen zwischen Ansteuermodul und Netzteil notwendig wären. Dies führt zu einer vorteilhaften Kostenerspar-

nis. Bei der Erfindung genügt beispielsweise eine konventionelle Zweidrahtleitung als Verbindung zwischen Ansteuermodul und Netzteil.

[0025] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung enthält das Netzteil eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleich der optischen Ausgangsgröße mit der optischen Soll-Ausgangsgröße, wobei bei einer vorgegebenen Abweichung der optischen Ausgangsgröße von der optischen Soll-Ausgangsgröße das Netzteil die elektrische Versorgung des LED-Moduls unterbricht. Damit wird sichergestellt, daß das LED-Modul definiert abgeschaltet wird, sobald etwaige Normvorgaben nicht mehr erfüllt werden. Vorteilhafterweise ist diese Abschaltung auch von außen unmittelbar erkennbar, so daß ein länger dauernder Betrieb, beispielsweise mit unzureichender Helligkeit, vermieden wird.

[0026] Das LED-Modul kann auch ein Fehlersignal an das Netzteil geben, sobald die entsprechende optische Ausgangsgröße vorgegebene Mindestanforderungen unterschreitet, so daß Netzteil dann die elektrische Versorgung des LED-Moduls unterbricht.

[0027] Die Unterbrechung der elektrischen Versorgung erfolgt bevorzugt durch die definierte und irreversible Zerstörung eines Bauelements, zum Beispiel einer Schmelzsicherung. Diese Ausgestaltung ist sowohl kostengünstig als auch ohne großen Aufwand wieder instandzusetzen. Besonders bevorzugt wird dabei der Stromfluß durch das Netzteil unterbrochen, so daß dann das Netzteil keinen Strom mehr aufnimmt. Wie bereits beschrieben kann diese Unterbrechung von einem vorgeschalteten Ansteuermodul leicht detektiert werden. Somit sind insbesondere herkömmliche Ansteuerschaltungen bei der Erfindung verwendbar, ohne daß zusätzliche Steuerleitungen zwischen dem Ansteuermodul und dem Netzteil erforderlich wären.

[0028] Zwischen dem Netzteil und dem LED-Modul sind bei der Erfindung keine aufwendigen Schnittstellen notwendig. Zum Beispiel kann mit nur zwei zusätzlichen Leitungen zwischen LED-Lichtquelle und Netzteil die Rückmeldung der Helligkeitsstufe erfolgen, die dann zur Bestromung des LED-Moduls ausgewertet wird.

[0029] Wenn seitens des LED-Moduls ein Fehler vorliegt, der zur Verletzung der Normvorgaben führt, kann weitergehend das anhand der optischen Ausgangsgrößen erzeugte Meßsignal über die Versorgungsleitungen an das Netzteil übertragen werden. Es könnte zum Beispiel ein "künstlicher Kurzschluß" der LED-Lichtquelle erzeugt werden, der wiederum vom Netzteil erkannt wird und dann mittels einer Überstromsicherung wie etwa einer Schmelzsicherung zur Unterbrechung der Versorgung und Abschaltung des Netzteils führt. In diesem Fall ist als Meßsignal die Gesamtstromaufnahme beziehungsweise der Gesamtwiderstand des LED-Moduls zu verstehen.

[0030] Insgesamt wird durch das Zusammenwirken von LED-Modul und Netzteil, das insbesondere darauf beruht, daß das LED-Modul ein Meßsignal, gegebenenfalls in mehreren Stufen, generiert, und das Netzteil die-

ses Meßsignal auswertet und entsprechend reagiert, ein effizienter und sicherer Betrieb der Beleuchtungsanordnung gewährleistet. Dabei können beispielsweise für den Normalbetrieb, den gedimmten Betrieb, für den Fehlerfall oder die Überschreitung der Lebensdauer, falls also trotz erhöhten Betriebsstroms aufgrund von Alterungserscheinungen die optische Leistung der LEDs nicht mehr ausreicht, unterschiedliche Meßsignale erzeugt werden.

[0031] Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 7 erläutert.

[0032] Es zeigen

Figur 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung,

Figur 2 ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung,

Figur 3 die Abhängigkeit der optischen Ausgangsleistung von der Zeit bei einem dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung,

Figur 4 die Abhängigkeit der optischen Ausgangsleistung von der Zeit bei Beleuchtungsanordnung nach dem Stand der Technik,

Figur 5a und 5b ein Teilschaltbild eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung sowie einen Signalverlauf für verschiedene Betriebszustände,

Figur 6 ein Schaltbild eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung und

Figur 7 ein Schaltbild eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung.

[0033] Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0034] Die in Figur 1 im Blockschaltbild gezeigte Beleuchtungsanordnung, vorzugsweise eine Ampelanlage, umfaßt ein LED-Modul 1 mit einer Mehrzahl von LEDs, ein Netzteil 2 und ein Ansteuermodul 3.

[0035] Das Ansteuermodul 3 gibt dabei den Soll-Betriebszustand 4 des LED-Moduls vor, beispielsweise einen Normalbetrieb oder einen gedimmten Betrieb. Vorzugsweise wird diese Vorgabe anhand der Ausgangsspannung des Ansteuermoduls 3 an das Netzteil 2 übertragen.

[0036] Das Netzteil wertet diese Vorgabe über den

Betriebszustand aus, beispielsweise anhand der Höhe der Eingangsspannung. Weiterhin dient das Netzteil 2 der elektrischen Versorgung 5 des LED-Moduls 1, wobei es diese Versorgung 5 entsprechend dem Soll-Betriebszustand einstellt.

[0037] Das LED-Modul 1 generiert anhand einer optischen Ausgangsgröße, beispielsweise der Helligkeit, ein Meßsignal 6, das an das Netzteil 2 übertragen wird. Damit kann insbesondere eine Abnahme der optischen Ausgangsgröße wie etwa der Helligkeit und/oder ein Ausfall von LEDs an das Netzteil 2 signalisiert werden.

[0038] Das Netzteil 2 regelt die elektrische Versorgung 5 entsprechend dem Meßsignal 6 nach, so daß eine vorgegebene optische Soll-Ausgangsgröße, etwa eine Mindesthelligkeit, eingehalten wird. Die optische Soll-Ausgangsgröße wird vorzugsweise durch das Ansteuermodul vorgegeben, indem zum Beispiel für den jeweiligen Betriebszustand eine entsprechende optische Soll-Ausgangsgröße definiert ist.

[0039] Falls ein Betrieb unter Einhaltung der vorgegebenen optischen Soll-Ausgangsgröße nicht mehr möglich ist, weil beispielsweise zu viele LEDs defekt sind, oder nicht mehr sinnvoll ist, weil etwa die elektrische Versorgung 5 zur Kompensation von alterungsbedingter Leistungsminderung auf zu hohe Werte ansteigen müßte, unterbricht das Netzteil 2 die elektrische Versorgung 5 des LED-Moduls 2. Damit wird das LED-Modul definiert abgeschaltet. Dies ist unmittelbar von außen erkennbar, so daß ein länger dauernder Betrieb außerhalb der Normvorgaben, der bei einer Ampelanlage den Verkehr gefährden könnte, vermieden wird.

[0040] Weiterhin wird eine solche Abschaltung 7 an das Ansteuermodul weitergegeben. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, daß eine Schmelzsicherung durchbrennt und so das Netzteil insgesamt abgeschaltet wird. Seitens des Ansteuermoduls kann diese Abschaltung 7 dadurch erkannt werden, daß das Netzteil keinen Strom mehr aufnimmt. Dies entspricht dem Ausfall einer Glühlampe, so daß herkömmliche Ansteuermodule für Glühlampen verwendet werden können. Weitergehend kann das Ansteuermodul den Ausfall anderweitig signalisieren, bei einer Ampel beispielsweise durch Blinken mit einem intakten LED-Modul gelber Emissionsfarbe.

[0041] Diese Beleuchtungsvorrichtung weist folgende Vorteile auf:

- Die Einhaltung der Normvorgaben ist mit hoher Sicherheit gewährleistet. Es sind keine Stufen-Fehlermeldungen wie etwa "20% ausgefallen", "40% ausgefallen" notwendig.
- detektiert das Netzteil 2, ob die vorgegebenen Anforderungen erfüllt werden, andernfalls erfolgt eine Abschaltung durch das Netzteil 2 beziehungsweise des Netzteils 2.
- Die Lichtquelle erscheint nicht unangenehm

- hell, da Mindestanforderungen während der gesamten Betriebsdauer nur knapp überschritten werden.
- Das Netzteil 2 kann unabhängig von der eingesetzten Farbe und der eingesetzten LED-Helligkeitsklasse verwendet werden.
 - Die Lebensdauer wird gegenüber herkömmlichen Vorrichtungen erhöht.
 - Der Energieverbrauch wird gegenüber herkömmlichen Vorrichtungen verringert.
- [0042]** Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels der der Erfindung.
- [0043]** Das LED-Modul 1 umfaßt ein LED-Array 1a mit einer Mehrzahl parallel geschalteter LED-Ketten (LED-SerienSchaltungen), auf die der Betriebsstrom mittels einer geeigneten elektronischen Schaltung 22 gleichmäßig aufgeteilt wird. Eine solche Schaltung wird im Zusammenhang mit Figur 6 genauer erläutert.
- [0044]** Eine optische Überwachung aller LEDs wäre vergleichsweise aufwendig. Daher wird von einer Referenz-LED-Kette, die vorzugsweise zur Unterdrückung von Streulicht zusammen mit einem photoempfindlichen Bauelement unter einer Abdeckung untergebracht ist, mit Hilfe dieses photoempfindlichen Bauelements die Helligkeit ermittelt und mit einer geeigneten elektronischen Schaltung 1b in ein Meßsignal 6 umgewandelt, das dann an das Netzteil weitergeleitet wird.
- [0045]** Die LEDs in der Referenz-LED-Kette und die LEDs des LED-Arrays stammen bevorzugt aus demselben Fertigungslos. Da weiterhin die Referenz-LED-Kette mit dem gleichen Strom bestromt wird und sowohl die Referenz-LED-Kette und das LED-Array den gleichen thermischen und chemischen Einflüssen ausgesetzt sind, liefert die Referenz-LED-Kette eine sehr zuverlässige Aussage über die Gesamthelligkeit des LED-Arrays.
- [0046]** Das an das Netzteil übertragene Meßsignal 6 ist vorzugsweise so gebildet, daß als optische Ausgangsgröße auch verschiedene Helligkeitsstufen des LED-Moduls, zum Beispiel für den Normalbetrieb oder einen gedimmten Betrieb, signalisiert werden können. Das Netzteil steuert den Betriebsstrom für das LED-Modul 1 beziehungsweise LED-Array 1a so, daß die entsprechende optische Soll-Ausgangsgröße, etwa eine Soll-Helligkeitsstufe, die beispielsweise vom Controller vorgegeben wird, erreicht und knapp überschritten wird.
- [0047]** Um die Einhaltung der Vorgaben bezüglich Leuchtdichte und Lichtstärkeverteilung sicherzustellen, werden im LED-Array die einzelnen LED-Ketten oder entsprechende LED-Bereiche elektrisch überwacht. Sind die Normvorgaben nicht mehr erfüllt, dann wird eine Rückmeldung 23 an das Netzteil ausgelöst, zum Beispiel durch einen künstlich erzeugten Kurzschluss der LED-Lichtquelle. Das Netzteil reagiert auf diesen Fehlerfall beispielsweise mit dem Durchschmelzen einer Schmelzsicherung, so daß eingangsseitig kein Strom mehr fließt. Dieser Rückgang des eingangsseitigen Stroms dient zugleich als Signal an das Ansteuermodul (nicht dargestellt).
- [0048]** In Figur 3 sind die Helligkeit 8 als optische Ausgangsgröße P und der Betriebsstrom 9 (I) eines LED-Moduls bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in Abhängigkeit der Betriebsdauer t gezeigt. Die Helligkeit 8 wird konstant über einer vorgegebenen Mindesthelligkeit 10 gehalten. Dazu wird der Betriebsstrom 9 im Laufe der Zeit erhöht, um eine alterungsbedingte Abnahme der Helligkeit zu kompensieren. Beim Überschreiten eines vorgegebenen Maximalstroms 24 schaltet das Netzteil das LED-Modul schließlich ab.
- [0049]** Figur 4 zeigt die entsprechenden Größen einer Beleuchtungsvorrichtung nach dem Stand der Technik. Hier ist der Betriebsstrom 9 konstant, es findet keine Regelung statt. Um die alterungsbedingte Abnahme der Helligkeit 8 unter die Mindesthelligkeit 10 zu vermeiden, ist zu Beginn des Betriebs eine sehr viel größere Anfangshelligkeit erforderlich. Dennoch sinkt die Helligkeit nach einer gewissen Betriebsdauer unter die vorgegebene Mindesthelligkeit, ohne daß eine Abschaltung erfolgt. Die erreichbare Betriebsdauer ist hierbei deutlich kürzer als bei der Erfindung.
- [0050]** Figur 5a zeigt beispielhaft eine Teilschaltung eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung für ein LED-Modul zur Rückmeldung der Helligkeitsstufen. Das LED-Modul umfaßt eine Mehrzahl von parallel geschalteten LED-Ketten (nicht dargestellt), wobei eine dieser LED-SerienSchaltungen als Referenz-LED-Kette 11 vorgesehen ist. Vorzugsweise dient diese Referenz-LED-Kette 11 nur zur Rückmeldung der Helligkeitsstufe und nicht zur Beleuchtung. Vermittels einer Stromverteilungsschaltung 12 wird die Referenz-LED-Kette 11 mit dem gleichen Betriebsstrom wie die übrigen LED-Ketten des LED-Moduls betrieben.
- [0051]** Eine Photodiode PD detektiert die optische Ausgangsleistung der Referenzkette. Der durch die Photodiode erzeugte Photostrom erzeugt an den Widerständen R1 und R2 unterschiedliche Spannungen, mit denen die Gate-Anschlüsse der Transistoren T1 und T2 angesteuert werden. Über diese beiden Transistoren T1 und T2 sowie die nachgeschalteten Optokoppler OC1 und OC2 wird aus dem Photostrom der Photodiode ein zweistufiges Helligkeitssignal erzeugt, das beispielsweise die Zustände "Dimmen" und "Normal" signalisieren kann. Dieses Signal liegt in Form eines Widerstands zwischen den Anschlüssen 13a und 13b an.
- [0052]** Der Signalverlauf ist in Figur 5b dargestellt. Aufgetragen ist der Widerstand zwischen den Anschlüssen 13a und 13b in Abhängigkeit der Helligkeit des LED-Modul beziehungsweise der Referenz-LED-Ketten. Mit steigender Helligkeit, entsprechend dem Übergang vom ausgeschalteten Zustand A über den gedimmten Zustand B bis zum Normalzustand C steigt der

Photostrom durch die Widerstände R1 und R2 und damit die Gate-Source-Spannung an den Transistoren T1 und T2, wobei die Gate-Source-Spannung an T1 größer als die Gate-Spannung an T2 ist. Mit steigender Gate-Source-Spannung steigt auch der jeweilige Drain-Source-Strom, so daß der Strom durch die zur Drain-Source-Strecke jeweils parallel geschalteten LEDs der Optokoppler OC1 und OC2 entsprechend verringert wird. Damit vergrößert sich wiederum der ausgangsseitige Widerstand der Optokoppler OC1 und OC2, der in Serie - bei OC1 unter weiterer Parallelschaltung von RC - zwischen den Anschlüssen 13a und 13b anliegt.

[0053] Der in Figur 5b gezeigte zweistufige Signalverlauf kommt dadurch zustande, daß bei geringer Helligkeit zunächst nur der Strom durch T1 steigt, da dessen Gate-Source-Spannung aufgrund der Serienschaltung von R1 und R2 größer ist als bei T2 und insbesondere die Schwellspannung nur bei T1 und noch nicht bei T2 erreicht ist, so daß der Optokoppler OC2 maximal angesteuert bleibt. Wird mit zunehmender Helligkeit schließlich auch die Schwellspannung von T2 überschritten, so steigt ab diesem Punkt auch der Ausgangswiderstand des Optokopplers 2.

[0054] Die Widerstände R1 und R2 sind zusammen mit der jeweiligen Schwellspannung so bemessen, daß der zweistufige Signalverlauf an die Betriebszustände "gedimmter Betrieb" und "Normalbetrieb" angepaßt ist.

[0055] In Figur 6 ist ein Gesamtschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, umfassend ein Netzteil 2 und ein LED-Modul 1 mit einem LED-Array 1a und der in Figur 5 gezeigten Schaltung 1b zur Rückmeldung der Helligkeitsstufe an das Netzteil 2 dargestellt. Optional können weitere Module zwischen dem Netzteil und dem LED-Array (Pfeil X) vorgesehen sein. Dies wird im Zusammenhang mit Figur 7 genauer erläutert.

[0056] Das LED-Array 1a weist eine Mehrzahl parallelgeschalteter LED-Ketten 14 auf. Die LED-Ketten 14 und die Referenz-LED-Kette 11 werden jeweils mit dem gleichen Strom betrieben. Hierzu dient jeweils die anodenseitigen Serienschaltung der LED-Kette mit der Basis-Emitterstrecke eines Transistors TK und eines Emitterwiderstands RE sowie die Verbindung der Basisanschlüsse dieser Transistoren. Die Emitterwiderstände weisen dabei denselben Wert auf. Alternativ können auch unterschiedliche Emitterwiderstände vorgesehen sein, wobei dann eine Aufteilung der Ströme in den LED-Ketten entsprechend den reziproken Emitterwiderstandswerten erfolgt. Durch die Verbindung des jeweiligen Kollektors mit der Basis bei den Transistoren TK über die Dioden DK und die Widerstände RK wird ein für den stabilen Betrieb der Transistoren TK erforderlicher Basisstrom aus den LED-Ketten abgezweigt. Wenn eine LED-Kette unterbrochen wird, bleibt vorteilhafterweise die eingestellte Stromverteilung auf die anderen LED-Ketten aufrechterhalten. Ebenso wird der Kurzschluß einzelner LEDs kompensiert. Insgesamt wird damit ein Defekt von LEDs in Form eines Kurzschlusses oder einer Unterbrechung ("Durchbrennen")

wirkungsvoll abgefangen.

[0057] Wie bereits im Zusammenhang mit den Figuren 5a und 5b beschrieben wird mittels der Referenz-LED-Kette 11 des LED-Moduls ein Meßsignal erzeugt, daß von einer optischen Ausgangsgröße des LED-Moduls, beispielsweise der Helligkeit abhängt und in Form eines Widerstands zwischen den Anschlüssen 13a und 13b in das Netzteil 2 eingespeist wird. Entsprechend regelt das Netzteil 2 den Betriebsstrom und/oder die Betriebsspannung des LED-Moduls so, daß eine vorgegebene optische Soll-Ausgangsgröße, etwa eine Mindesthelligkeit, eingehalten wird, oder es schaltet das LED-Array ab.

[0058] In Figur 7 sind weitere Schaltungsmodule 16, 17, 18 und 19 dargestellt, die jeweils kumulativ oder alternativ bei der Erfindung, insbesondere bei einer Schaltung gemäß Figur 6 (Pfeil X), verwendet werden können.

[0059] Modul 16 umfaßt einen Transistor, der einen "künstlichen Kurzschluß" hervorrufen kann. Seitens des Netzteils 2 wird bei einem solchen künstlichen Kurzschluß die elektrische Versorgung des LED-Moduls unterbrochen oder sogar das gesamte Netzteil abgeschaltet. Vorzugsweise ist hierfür eine Schmelzsicherung vorgesehen, die die Versorgungsleitung irreversibel unterbricht.

[0060] Dieses Modul 16 wird bevorzugt mit einer Schaltung gemäß Modul 18 angesteuert, in das wiederum mittels einer Signalleitung 20 (vgl. Figur 6) ein Signal eingespeist wird, das den Ausfall einer oder mehrerer LED-Ketten des LED-Arrays anzeigen.

[0061] Falls das Netzteil nicht zur Verarbeitung eines "künstlichen Kurzschlusses" ausgelegt ist, kann auch mittels Modul 16 und 17 ein entsprechendes, den Ausfall von LED-Ketten anzeigenches Signal für die Steuerleitung 13a, 13b des Netzteils generiert werden.

[0062] In Modul 18 ist schließlich ein Einstellwiderstand und/oder ein thermischer Widerstand vorgesehen, der ebenfalls in das Meßsignal zwischen den Steuerleitungen 13a und 13b einfließt. Hiermit können beispielsweise Änderungen der Betriebstemperatur und eine damit verbundene Änderung der Helligkeit des LED-Array berücksichtigt werden.

[0063] Die Erläuterung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung der Erfindung hierauf zu verstehen. Vielmehr können einzelne Aspekte der verschiedenen Ausführungsbeispiele im Rahmen der Erfindung frei kombiniert werden.

50

Patentansprüche

1. Beleuchtungsanordnung mit einem LED-Modul (1) und einem Netzteil (2) zur elektrischen Versorgung des LED-Moduls,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein von einer optischen Ausgangsgröße des

- LED-Moduls (1) abhängiges Meßsignal (6) erzeugt wird, das Meßsignal (6) in das Netzteil (2) eingespeist wird, und das Netzteil (2) die elektrische Versorgung des LED-Moduls (2) so anhand des Meßsignals (6) regelt, daß im Betrieb das LED-Modul (1) eine vorgegebene optische Soll-Ausgangsgröße einhält, und/oder das Netzteil (2) in Abhängigkeit des Meßsignals (6) die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) unterbricht.
2. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optische Ausgangsgröße beziehungsweise die optische Soll-Ausgangsgröße die Helligkeit, die gesamte optische Ausgangsleistung, die Gesamtlichtstärke, die Lichtstärkeverteilung, die Leuchtdichte oder eine Funktion dieser Größen ist.
3. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optische Soll-Ausgangsgröße mittels eines Ansteuermoduls (3) für das Netzteil (2) vorgegeben wird.
4. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Netzteil (2) eine Vergleichsvorrichtung zum Vergleich der optischen Ausgangsgröße mit der optischen Soll-Ausgangsgröße enthält, wobei bei einer vorgegebenen Abweichung der optischen Ausgangsgröße von der optischen Soll-Ausgangsgröße das Netzteil die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) unterbricht.
5. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Netzteil (2) beim Erreichen eines vorgegebenen Maximalwertes der elektrischen Versorgung die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) unterbricht.
6. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das LED-Modul (1) eine Vorrichtung zum Erzeugen eines einer Fehlfunktion des LED-Moduls (1) anzeigenenden Signals umfaßt, das in das Netzteil eingespeist wird, und das Netzteil mittels dieses Signals die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) unterbricht.
7. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Netzteil (2) die elektrische Versorgung des LED-Moduls (1) irreversibel, insbesondere mittels einer Zerstörung eines definierten Bauteils, unterbricht.
8. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Unterbrechung der elektrischen Versorgung des LED-Moduls (1) eine Schmelzsicherung vorgesehen ist.
9. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das LED-Modul eine Mehrzahl von parallel geschalteten LED-Ketten (14) umfaßt.
10. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung des Meßsignals (6) eine Referenz-LED-Kette (11) vorgesehen ist, die vorzugsweise nur zur Erzeugung des Meßsignals (6) dient.
11. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** das LED-Modul (1) eine Schaltung (22) zur Aufteilung der jeweiligen Betriebsströme der einzelnen LED-Ketten (14) und gegebenenfalls der Referenz-LED-Kette (11) gemäß einer vorgegebenen Stromverteilung umfaßt.
12. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Referenz-LED-Kette (11) und mindestens eine andere LED-Kette (14) mit dem gleichen Betriebsstrom betrieben werden.
13. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungsanordnung eine Signalanlage oder ein Ampelanlage ist.

FIG. 1

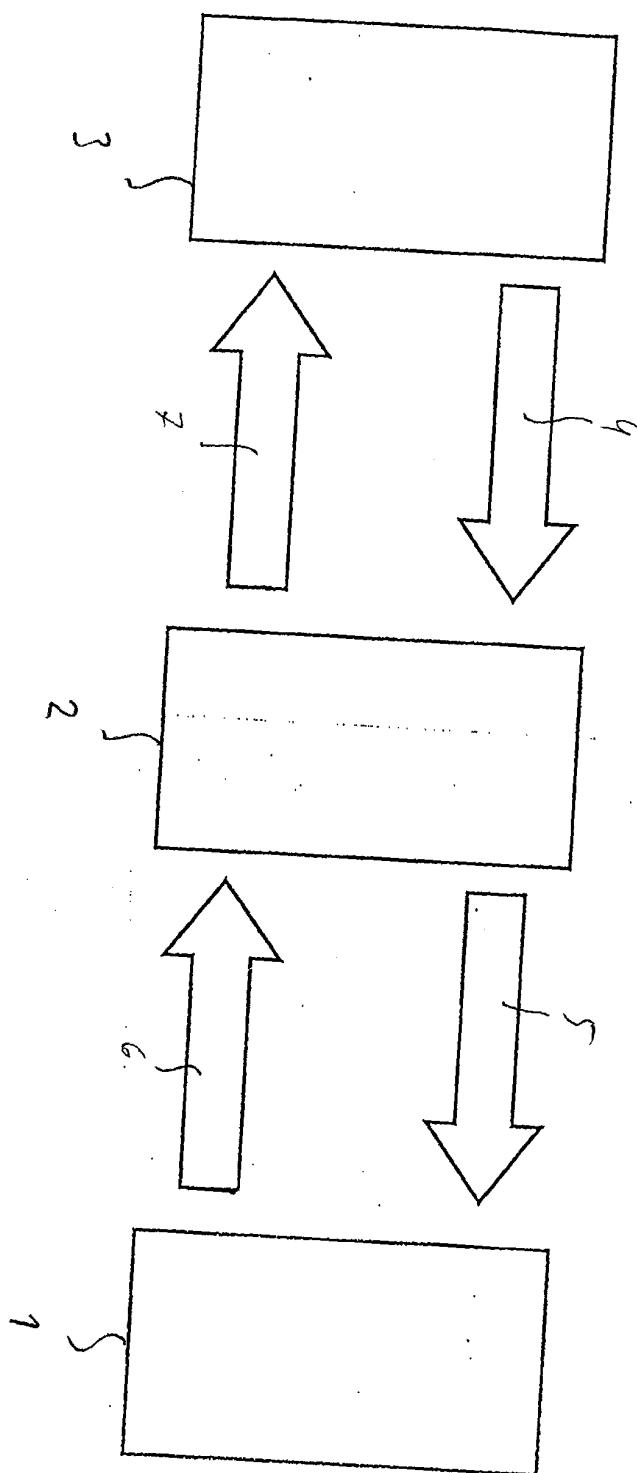
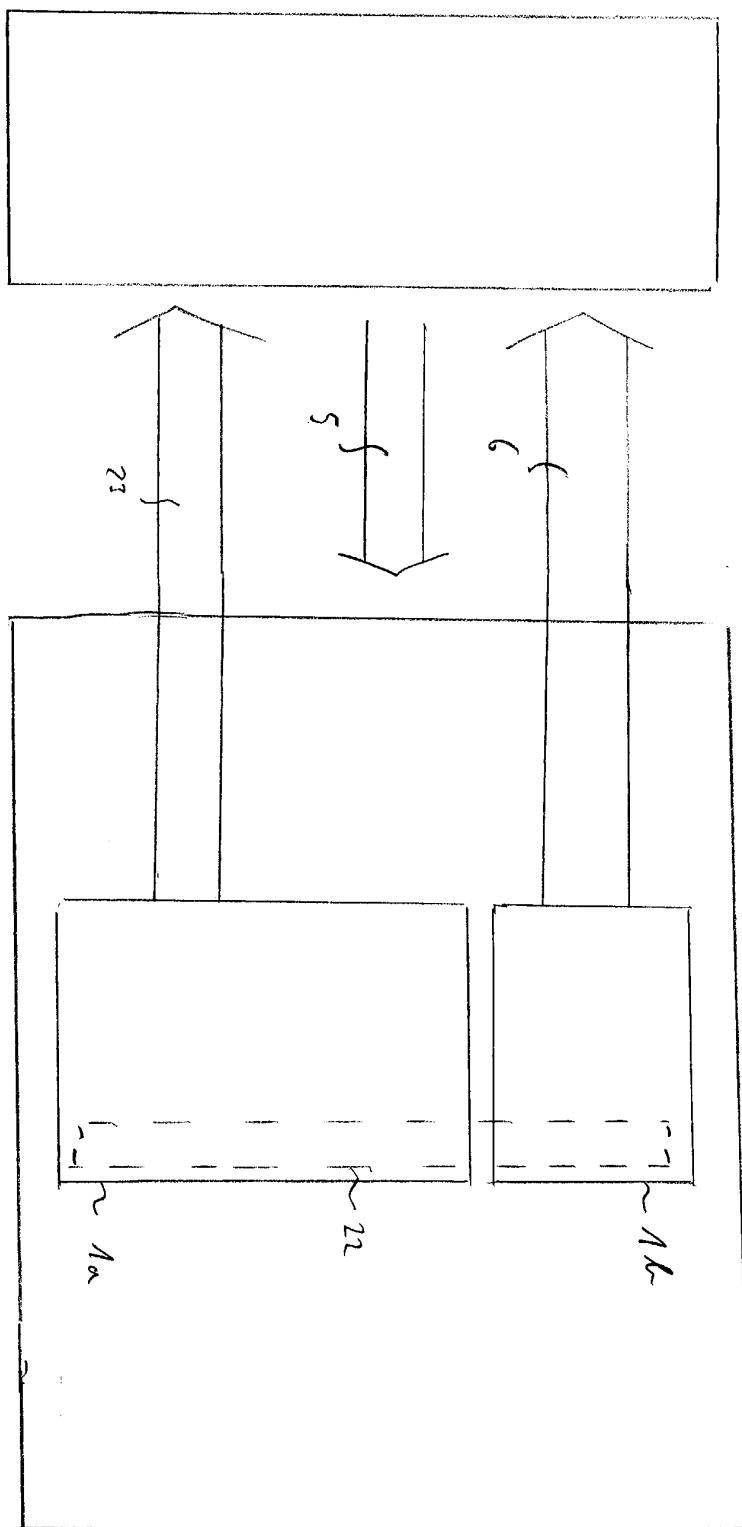


Fig 2



四

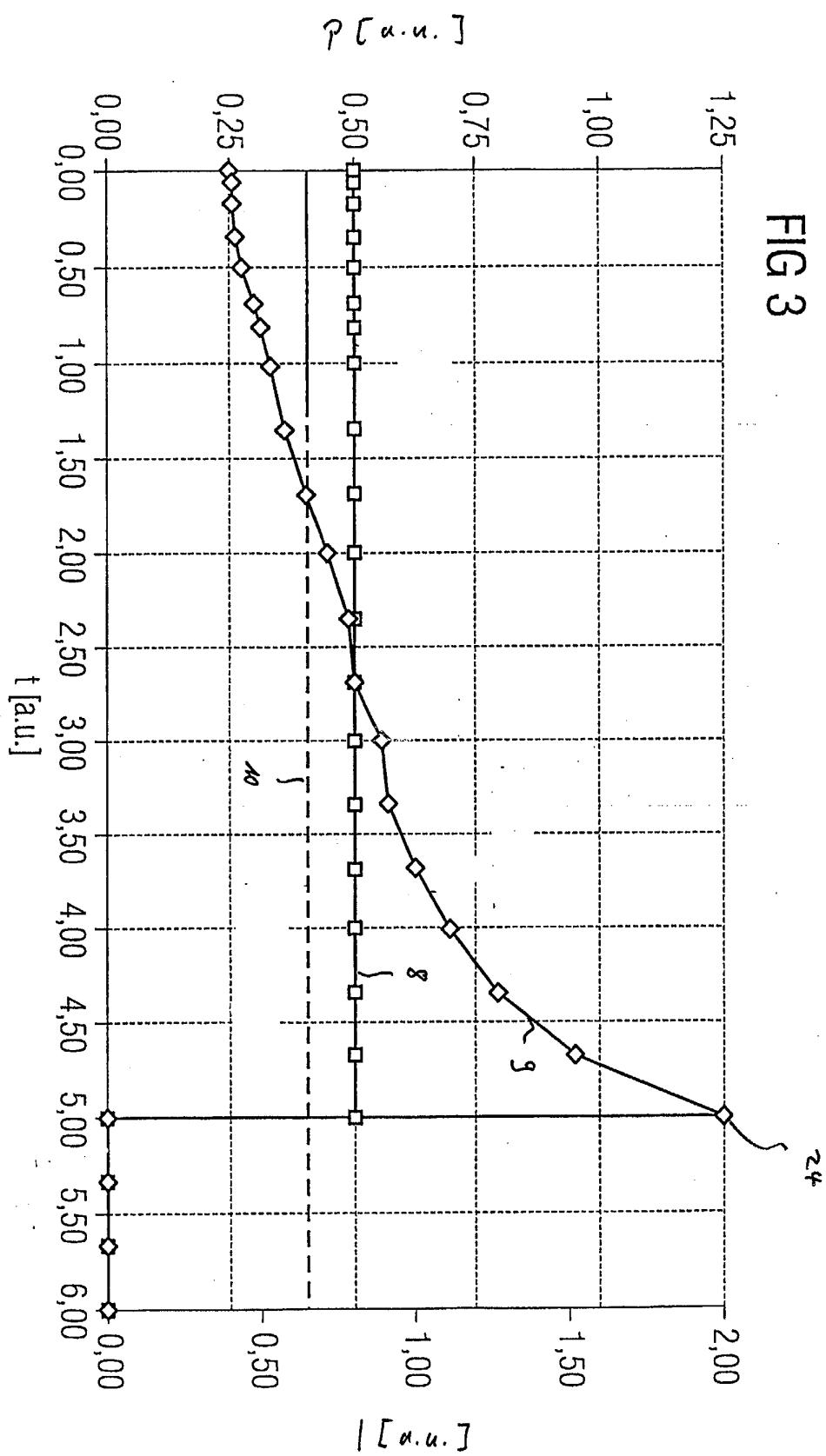


FIG 4 Stand der Technik

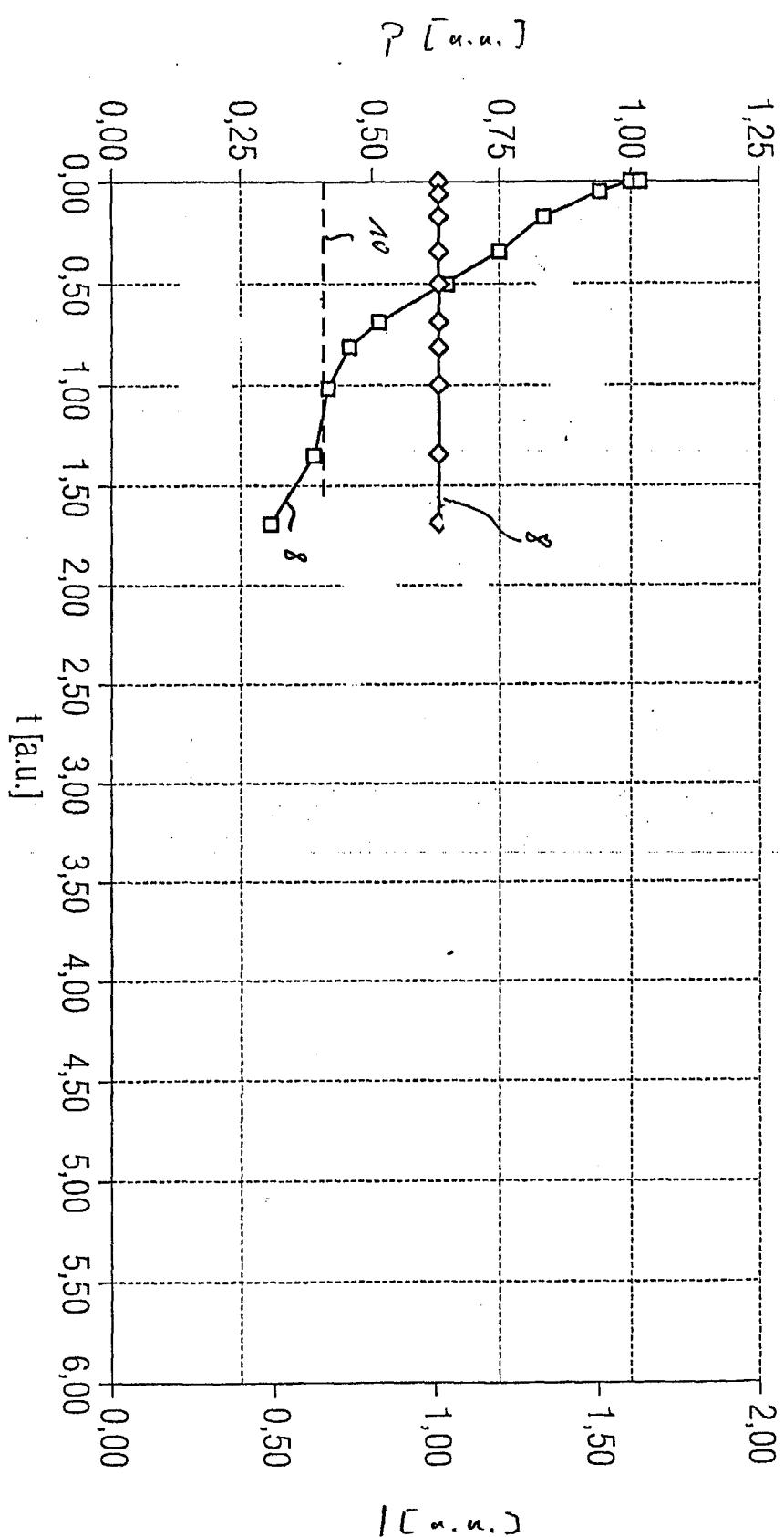
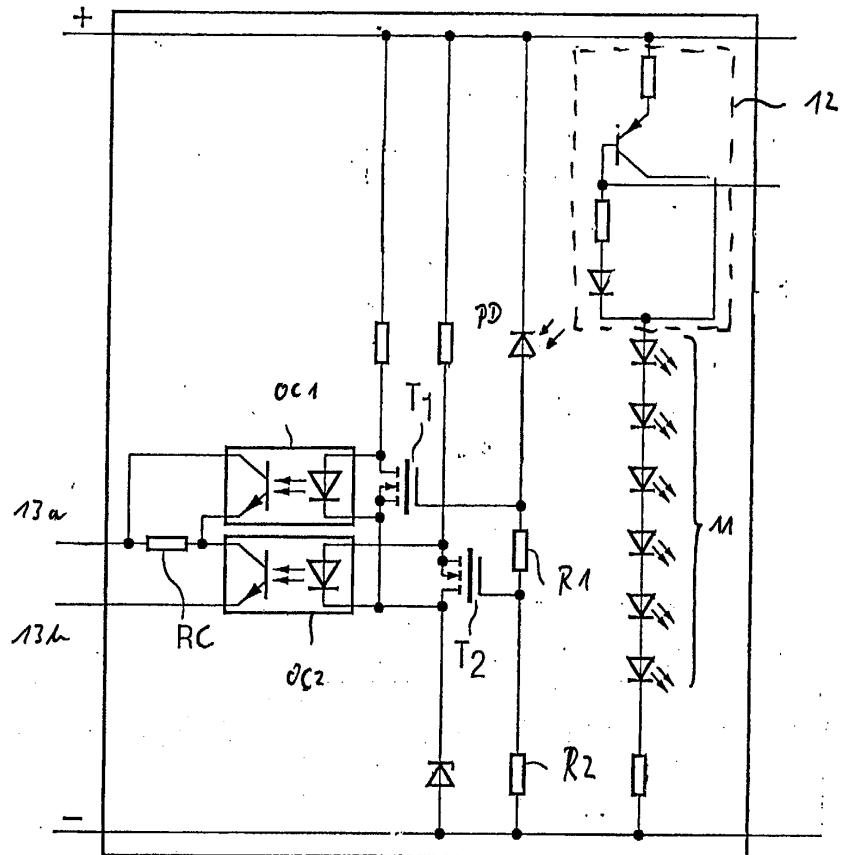


FIG. 5

a)



b)

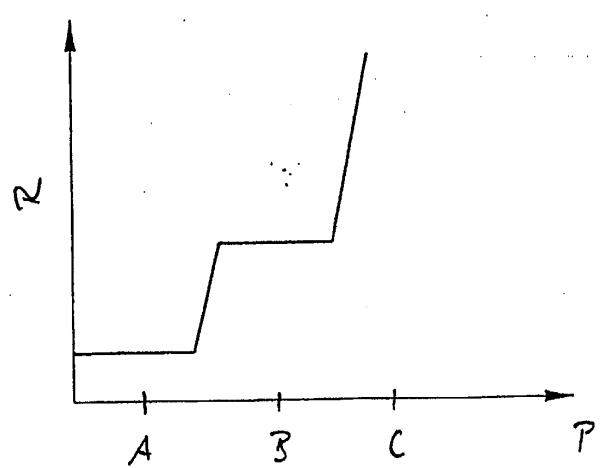


Fig 6

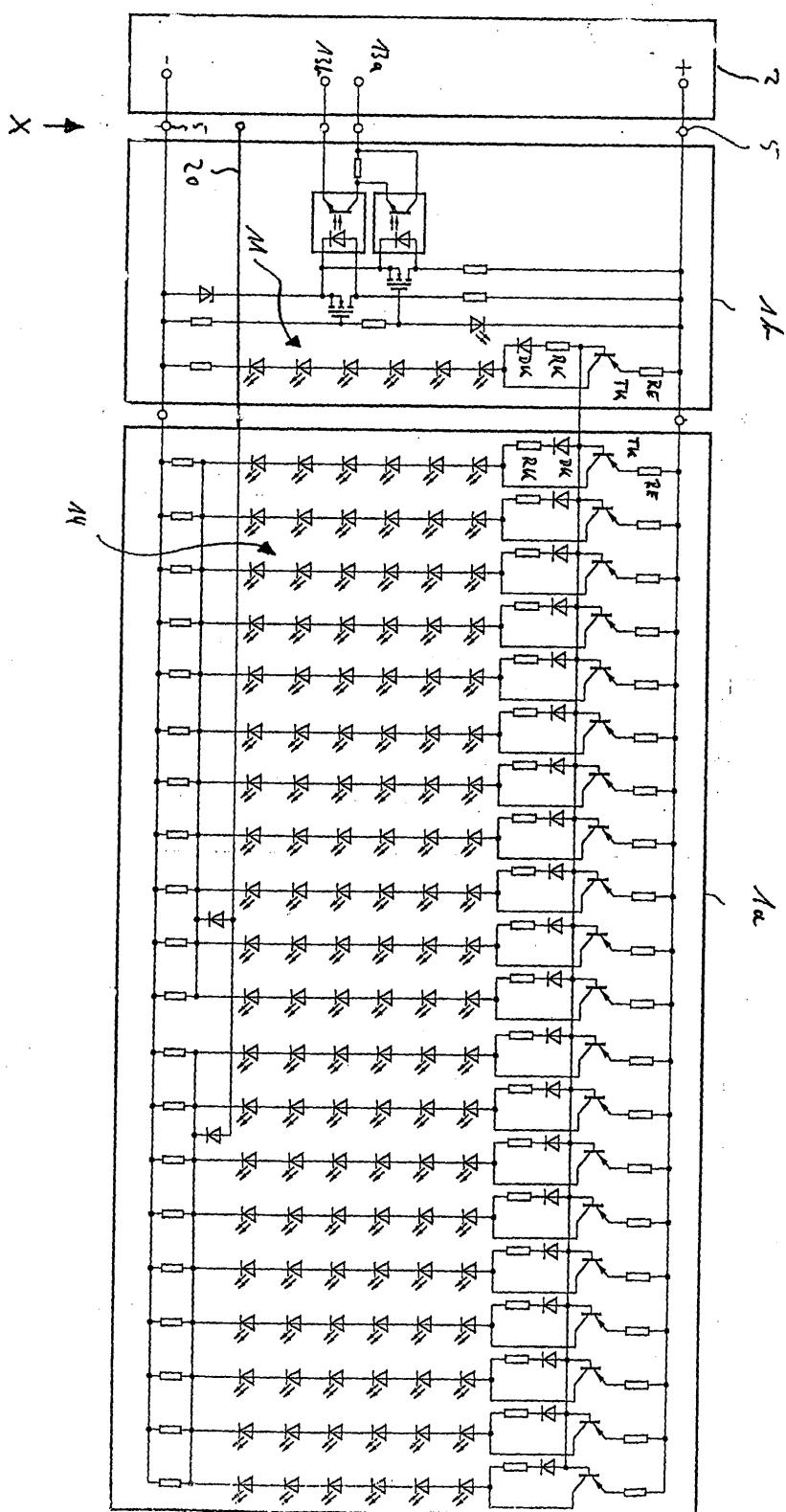


Fig 7

