

(19)



(11)

EP 2 901 815 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.07.2018 Patentblatt 2018/28

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13788707.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/072160

(22) Anmeldetag: **23.10.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/067830 (08.05.2014 Gazette 2014/19)

(54) VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR TEMPERATURKORRIGIERTEN STEUERUNG VON LEDS, MITTELS LOOK-UP-TABELLEN

METHOD AND ARRANGEMENT FOR THE TEMPERATURE-CORRECTED CONTROL OF LEDS USING LOOK-UP TABLES

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR COMMANDER DES DEL, AVEC UNE CORRECTION DE TEMPÉRATURE, AU MOYEN DE TABLES DE CONSULTATION

(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

- **ZEROBIN, Franz**
A-8074 Raaba (AT)
- **LEITGEB, Thomas**
A-8350 Fehring (AT)

(30) Priorität: **31.10.2012 DE 102012219900**
06.02.2013 DE 102013201915

(74) Vertreter: **Rupp, Christian et al**
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2015 Patentblatt 2015/32

(73) Patentinhaber: **Tridonic Jennersdorf GmbH**
8380 Jennersdorf (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/135836 WO-A1-2010/016002
WO-A1-2010/046811 DE-A1-102010 000 672
US-A1- 2005 110 786 US-A1- 2010 207 534
US-A1- 2010 301 777 US-A1- 2013 063 035
US-A1- 2013 234 602 US-B1- 8 159 146

(72) Erfinder:
• **HOSCHOPF, Hans**
A-8380 Jennersdorf (AT)

EP 2 901 815 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Erzeugung einer Lichtfarbe durch Mischen des Lichts mehrerer Licht emittierender Dioden (LEDs). Genauer gesagt ist die Erfindung auf die Erzeugung von Mischlicht einer gewünschten Farbe und/oder einer gewünschten Farbtemperatur und auf die Steuerung von LEDs gerichtet, um das Licht mit der gewünschten Farbe bzw. der gewünschten Farbtemperatur durch Mischen des Lichts, das durch die betreffenden LEDs erzeugt wird, zu erzeugen bzw. erhalten.

[0002] Im Stand der Technik ist es bereits bekannt, wie das farbige Licht, das von LEDs emittiert wird, gemessen und erfasst werden kann. Die Verfahren sind besonders nützlich, wenn angestrebt wird, die LEDs zu steuern und zu betreiben, um eine gewünschte Farbe oder eine gewünschte Intensität des Mischlichts zu erhalten.

[0003] Bekannte LED-Anordnungen umfassen eine Vielzahl von LEDs, die z.B. entsprechend dem RGB (rot-grün-blau)-Farbmodell angeordnet sind. Eine solche LED-Anordnung kann also LEDs mit drei verschiedenen Farben umfassen, vorzugsweise rot, grün und blau, die bei entsprechenden Wellenlängen emittieren. Diese bekannte LED-Anordnung kann insbesondere jede Farbe reproduzieren, die sich innerhalb des Farbdreiecks, das durch diese drei Farben - rot, grün und blau - begrenzt ist, in einem Farbwertdiagramm wie beispielsweise dem CIE 1931 Farbraum befindet.

[0004] Die DE 10 2008 016 756 A1 offenbart eine Steuerungsanordnung zur Erzeugung einer erwünschten Lichtfarbe auf der Basis von unterschiedlichen monochromatischen LEDs. Die Steuerungsanordnung ist dabei ausgelegt, die verschiedenen LEDs so anzusteuern, dass die Überlagerung der unterschiedlichen Spektren in Licht mit vorgegebenen Soll-Farbkoordinaten mit den Werten X_{ref} , Y_{ref} , Z_{ref} resultiert, die eine gewünschte Farbe in dem sogenannten CIE 1931 XYZ Farbraum oder CIE 1931 Farbraum beschreiben. Solche Kombinationswerte X , Y und Z werden auch als Tristimuluswerte oder Normfarbwerte einer Farbe bezeichnet und geben das Maß der drei Primärfarben im CIE 1931 Farbraum an.

[0005] Bei einem solchen Stand der Technik wird mit den Tristimuluswerten über eine Matrixoperation analytisch ein Ansteuerwert für die unterschiedlichen LED-Typen bestimmt. Derzeit wird also der gesamte durch die z.B. drei oder vier LED-Typen aufgespannte Farbraum im CIE Farbraum über Transformation und Näherungsformeln in Strom- und PWM-Signal umgerechnet.

[0006] Aufgrund der Näherungsformeln und Schätzwerten ist bei einer derartigen analytischen Herangehensweise das Erreichen eines Zielfarbartes fehlerbehaftet und zudem nicht eindeutig.

[0007] Im Patentdokument US 2010/301777 A1 wird verschiedene Arten von temperaturabhängigen Veränderungen bei den LEDs kompensiert, z.B. eine temperaturabhängige Kompensation des Zielfarbartes. Einzelne LED-Kanäle (Farben) werden gesteuert. PWM-Fak-

toren werden für die Ansteuerung benutzt, um die Zielfarborborte zu erreichen. Gespeicherte PWM-Korrekturfaktoren werden anhand einer gemessenen Temperatur für jeden LED-Kanal ermittelt. In dieser Hinsicht ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Steuerung einer LED-Anordnung insgesamt zu verbessern. Ziel der Erfindung ist es insbesondere, ein eindeutigeres und exakteres Erreichen eines Zielfarbartes vorzuschlagen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

[0009] Ein erster Aspekt der Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung zur Ansteuerung von mehreren LED-Kanälen, aufweisend jeweils mindestens eine LED, und zur Erzeugung eines Mischlichts aus dem von den jeweiligen LED-Kanälen erzeugten Licht. Für jeden Zielfarbart des Mischlichts, der durch das LED-Modul erreichbar ist, ist jeweils eine Look-up-Tabelle vorgesehen, in der der Betriebsstrom für jeden LED-Kanal abgelegt ist.

[0010] Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ansteuerung von mehreren LED-Kanälen, aufweisend jeweils mindestens eine LED, und zur Erzeugung eines Mischlichts aus dem von den jeweiligen LED-Kanälen erzeugten Licht. Für jeden Zielfarbart des Mischlichts, der durch das LED-Modul erreichbar ist, ist jeweils eine Look-up-Tabelle vorgesehen, in der der Betriebsstrom für jeden LED-Kanal abgelegt ist.

[0011] Der Betriebsstrom kann in Abhängigkeit von der Temperatur gespeichert sein.

[0012] Für jeden LED-Kanal können diskrete Werte einer Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie abgelegt sein.

[0013] Die Schaltung kann dazu ausgebildet sein, abhängig von einer gemessenen Temperatur und ausgehend von der abgelegten Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie den jeweiligen Betriebsstrom für die LED-Kanäle zu ermitteln. Die Schaltung kann eine Steuereinheit aufweisen, die abhängig von der Look-up-Tabelle einen Ansteuerwert für eine zum Betreiben eines LED-Kanals vorgesehene Stromquelle festlegt.

[0014] Der Ansteuerwert kann derart ausgebildet sein, dass von der Stromquelle eine Dimmung auf einen konstanten Stromwert und/oder eine PWM-Modulierung eines Nominal-Betriebsstroms durchführbar ist.

[0015] Die Schaltung kann einen Eingang für die Messung einer Umgebungstemperatur aufweisen, wobei dieser Eingang vorzugsweise an einem Thermistor angeschlossen ist.

[0016] Die Schaltung kann einen Eingang für ein Messsignal eines Helligkeits-Sensors aufweisen, wobei abhängig von der gemessenen Helligkeit der jeweilige Betriebsstrom für den jeden LED-Kanal korrigiert wird.

[0017] Abhängig von einer Betriebsdauer der Schaltung kann der jeweilige Betriebsstrom für den jeden LED-Kanal korrigiert werden.

[0018] Die Schaltung kann eine Kommunikationsschnittstelle aufweisen zum Empfangen von Look-up-Tabellen und / oder Korrekturwerten.

[0019] Der Zielfarbort kann sich auf der Plank'schen Kurve oder innerhalb eines vorgegebenen Zielbereiches innerhalb des von den LEDs aufgespannten Bereichs befinden.

[0020] Die Schaltung kann mehrere Look-up-Tabellen zum Ansteuern von diskreten Werten auf der Plank'schen Weißlichtkurve aufweisen.

[0021] Unterschiedliche Helligkeiten eines Zielfarborts können in Look-up-Tabellen abgelegt sein.

[0022] Die Schaltung kann in Form einer integrierten Schaltung, vorzugsweise in Form eines Mikrocontroller, eines ASIC oder einer Hybridversion davon, ausgestaltet sein.

[0023] Ein weiterer Aspekt der Erfindung bezieht sich auf ein LED-Modul aufweisend eine derartige Schaltung.

[0024] Weitere Aspekte, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung beispielhafter Ausführungsbeispiele und anhand der Figuren der begleitenden Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines LED-Moduls gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen LED-Moduls.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen LED-Treibers.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen LED-Treibers.

[0025] In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 1 allgemein ein LED-Modul gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt.

[0026] Das LED-Modul 1 umfasst eine Schaltung 2 zur Steuerung von LED-Kanälen K1, K2 bzw. zur Steuerung von LEDs L1, L2. Die Schaltung 2 kann in Form einer integrierten Schaltung, vorzugsweise als Mikrocontroller, ASIC oder Hybridversion davon, ausgestaltet sein.

[0027] Die Schaltung 2 enthält einen Versorgungseingang 4 zur Versorgung der Schaltung 2 mit Spannung. Weiterhin enthält die Schaltung 2 Ausgänge, die mit LED-Treibern T1, T2 anschliesbar sind. Diese Ausgänge dienen zur Ausgabe von Ansteuerwerten bzw. Referenzwerten zur Steuerung der jeweiligen LED-Treiber T1, T2. Ein derartiger Ansteuerwert ist z.B. ein Spannungswert, der als Referenz für den entsprechenden LED-Treiber T1, T2 dient.

[0028] Die LED-Treiber T1, T2 sind Stromquellen, die abhängig von dem eingangsseitig zugeführten Ansteuerwert ausgangsseitig einen Strom für den jeweiligen LED-Kanal K1, K2 bzw. für die jeweilige LED L1, L2 erzeugen. Die LED-Treiber T1, T2 sind vorzugsweise als Konstantstromquelle ausgestaltet, so dass bei Anliegen eines eingangsseitigen konstanten Ansteuerwerts der erzeugte Strom konstant oder zumindest nahezu kon-

stant bleibt.

[0029] Durch die Ausgabe von gezielten Ansteuerwerten für die jeweiligen LED-Treiber T1, T2 kann das Mischlicht, das von den LEDs L1, L2 der LED-Kanäle K1, K2 erzeugt wird, gezielt gesteuert werden. Durch eine Veränderung der Ansteuerwerte kann der Farbort und vorzugsweise auch die Intensität des Mischlichts geändert werden. Bei einem weißen Mischlicht kann insbesondere die Farbtemperatur gezielt geändert werden.

[0030] Vorzugsweise umfasst jeder LED-Kanal LEDs einer einzigen Farbe. Das Intensitätsmaximum aller LEDs eines LED-Kanals kann sich dann beispielsweise im gleichen Wellenlängenbereich befinden. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 kann z.B. der erste LED-Kanal K1 monochromatische, bspw. rote LEDs aufweisen. Der zweite LED-Kanal K2 kann weiße LEDs, insbesondere phosphorkonvertierte blaue LEDs aufweisen. Dadurch ist z.B. ein weißes Mischlicht erzeugbar.

[0031] Alternativ kann der erste LED-Kanal unterschiedliche phosphorkonvertierte weiß abstrahlende LEDs aufweisen. Der zweite LED-Kanal kann eine oder mehrere blaue LEDs aufweisen.

[0032] Auch wenn Fig. 1 nur eine LED pro LED-Kanal K1, K2 zeigt, können erfindungsgemäß mehrere LEDs pro LED-Kanal vorgesehen sein.

[0033] Die Anzahl der LED-Kanäle ist ebenfalls variierbar und nicht auf zwei, wie in Fig. 1 gezeigt, begrenzt. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können z.B. drei LED-Kanäle vorgesehen sein in Form eines roten, eines grünen und eines blauen LED-Kanals aufweisend jeweils lediglich rote, grüne und blaue LEDs. Diese Kombination ermöglicht ebenfalls die Erzeugung eines weißen Mischlichts. Es können auch z.B. fünf LED-Kanäle vorgesehen sein. So kann in einem sog. RGBWA LED-Modul die Schaltung 2 zur Ansteuerung von LED-Kanälen mit jeweils roten, grünen, blauen, weißen und bernsteinfarbigen LEDs ausgebildet sein.

[0034] Die Schaltung 2 umfasst vorzugsweise eine Steuereinheit 3, eine Speichereinheit 5 und Digital-Analog-Umsetzer DA1, DA2.

[0035] Für jeden Farbort, der durch das LED-Modul 1 zu erreichen sein soll, ist jeweils eine Nachschlagtabelle oder Look-up-Tabelle vorgesehen, in der die Kennkurve Lichtoutput/Diodenstrom für jeden LED-Kanal K1, K2 und ggf. auch für unterschiedliche Temperaturen abgelegt ist.

[0036] In Fig. 1 ist eine in der Speichereinheit 5 abgelegte Look-up-Tabelle gezeigt. Diese Tabelle definiert welche Diodenströme bzw. Betriebsströme I_r , I_w für die LED-Kanäle K1, K2 notwendig sind, um ein Mischlicht mit der gewünschten Farbtemperatur von z.B. 4200 K zu erzeugen. Die Speichereinheit 5 umfasst allgemein eine Look-up-Tabelle pro Farbort bzw. pro Farbtemperatur, der bzw. die mit Hilfe des LED-Moduls 1 erreicht werden soll.

[0037] Die Schaltung 2 ist dazu ausgelegt, die LED-Treiber T1, T2 derart mit Ansteuerwerten zu steuern, dass die LED-Kanäle K1, K2 mit den in der Look-up-

Tabelle definierten Betriebsströmen I_r , I_w betrieben werden. Z.B. bezieht sich der in der Look-up-Tabelle abgespeicherte Betriebsstrom I_r auf den Strom für den LED-Kanal K1 aufweisend rote LEDs. Die Information bzgl. des Betriebsstroms I_w bezieht sich auf den Strom, mit dem die weißen LEDs des LED-Kanals K2 betrieben werden sollen.

[0038] Ausgehend von dieser bzw. von diesen Look-up-Tabellen kann somit die Steuereinheit 3 den jeweiligen Ansteuerwert für den LED-Treiber T1, T2 eines jeden LED-Kanals K1, K2 festlegen.

[0039] Der Ansteuerwert kann einerseits ein lineares Dimmen des LED-Treibers T1, T2 dahingehend verursachen, dass der vom LED-Treiber erzeugte Betriebsstrom für den angeschlossenen LED-Kanal konstant ist und zwischen Null und einem Nominal-Betriebsstrom sich befindet.

[0040] Andererseits kann der LED-Treiber durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) angesteuert werden. Der LED-Kanal wird dann von einem PWM-modulierten Nominal-Betriebsstrom betrieben. Der von der Steuereinheit 3 festgelegte Ansteuerwert gibt das PWM-Signal und insbesondere das Tastverhältnis des PWM-Signals wieder. Der LED-Treiber empfängt diesen Ansteuerwert und erzeugt den PWM-modulierten Nominal-Betriebsstrom dadurch, dass der Nominal-Betriebsstrom mit dem PWM-Signal moduliert wird.

[0041] Erfindungsgemäß können somit sowohl PWM-Signale als auch konstante Stromwerte gemäß dem linearen Dimmen für die LED-Kanäle erzeugt werden. In unterschiedlichen Bereichen der Dimmkurve können unterschiedliche Kombinationen an PWM-Dimmen und Amplitudendimmen verwendet werden. Eventuelle spektrale Veränderungen mit dem Betriebsstrom der LED werden durch die Look-Up-Tables kompensiert.

[0042] Alternativ ist auch ein kombinierter Betrieb der LED-Kanäle über eine Kombination einer PWM-Steuerung zusammen mit dem linearen Dimmen vorgesehen.

[0043] Die Steuereinheit 3 kann einen digitalen Ansteuerwert festlegen, der wiederum durch den Digital-Analog-Umsetzer DA1, DA2 in einen analogen Ansteuerwert umgesetzt wird. Die Digital-Analog-Umsetzer DA1, DA2 werden vorzugsweise als integrierter Schaltkreis ausgeführt.

[0044] Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist für jeden zu erreichenden Farbort in der entsprechenden Look-up-Tabelle lediglich ein Wert für den jeweiligen Betriebsstrom I_r , I_w abgespeichert. Vorteil dieses Ausführungsbeispiel ist, dass die Betriebsströme I_r , I_w ohne großen Aufwand, d.h. nur durch Ablesen der Tabelle, ermittelt werden können. Allerdings kann der tatsächlich erzielte Farbort von der Farbort-Vorgabe abweichen, da die Helligkeit von LEDs mit der Temperatur variiert.

[0045] Alternativ und wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 gezeigt, kann in der Look-up-Tabelle der Wert I_r , I_w des Betriebsstroms in Abhängigkeit von der Temperatur gespeichert sein. Vorzugsweise sind einzelne Punkte der Betriebsstrom-Temperatur-Kurve in der

Look-up-Tabelle abgebildet. Die zu berücksichtigende Temperatur ist dabei die Betriebstemperatur des LED-Moduls 1 bzw. der LEDs oder die Umgebungstemperatur.

[0046] Die Schaltung 2 weist vorzugsweise einen Eingang zum Empfang einer Information betreffend dieser Temperatur auf. Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst das LED-Modul 1 einen mit diesem Eingang verbundenen Thermistor TH. Die am Thermistor TH gemessene, analoge Temperatur-Information wird vorzugsweise einem Analog-Digital-Umsetzer 24 weitergeleitet. Die Steuereinheit 3 empfängt die digitale Temperatur-Information und wählt in der Look-up-Tabelle die entsprechenden Werte für die Betriebsströme I_r , I_w der LED-Kanäle K1, K2 aus. Der Thermistor TH ist nur ein Beispiel dafür, wie die Temperatur-Information gemessen bzw. ermittelt werden kann. Statt eines Thermistor sind auch alternative temperaturabhängige Bauteile einsetzbar, wie z.B. ein Photowiderstand, Thermoelement, Transistor, Diode.

[0047] Ermittelt die Steuereinheit 3 eine Temperatur von z.B. 10°C , für die in der Tabelle Betriebsströme gespeichert sind, so werden die entsprechende Betriebsströme $I_r(10^{\circ}\text{C})$, $I_w(10^{\circ}\text{C})$ ausgewählt. Falls in der Look-up-Tabelle für die gemessene Temperatur keine entsprechenden Betriebsströme I_r , I_w abgespeichert sind, kann von der Steuereinheit 3 eine Interpolation der Daten der Look-up-Tabelle durchgeführt werden, um die für die gemessene Temperatur passenden Betriebsströme I_r , I_w zu ermitteln. Es kann z.B. eine lineare Interpolation durchgeführt werden, wodurch der Rechenaufwand gering gehalten wird, oder auch eine komplexere Interpolation wie z.B. die Spline-Interpolation. Alternativ zu einer Interpolation kann die Steuereinheit 3 zunächst die nächstliegende abgespeicherte Temperatur zu der gemessenen Temperatur suchen, und die entsprechenden Betriebsströme I_r , I_w auswählen: werden z.B. 6°C gemessen, so sucht die Steuereinheit 3 in der Look-up-Tabelle der Fig. 1 die Temperatur 5°C aus und wählt dann die Betriebsströme $I_r(5^{\circ}\text{C})$, $I_w(5^{\circ}\text{C})$ aus.

[0048] Fig. 1 zeigt somit eine einfache Implementierung der Erfindung dahingehend, dass zwei LED-Kanäle K1, K2, nämlich ein monochromer, insbesondere roter Kanal und ein farbstoffkonvertierter Weißlichtkanal vorliegen. Mittels der Look-up-Tabelle wird sichergestellt, dass unabhängig von der Temperatur stets ein konstanter Farbort des erzeugten Rot/Weißspektrums erzielt wird. Für diskrete Temperaturwerte sind also jeweils eine Kennlinie für den Rot- bzw. eine Kennlinie für den Weißkanal abgelegt.

[0049] Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen LED-Moduls. Das LED-Modul 1' basiert auf dem LED-Modul 1 der Fig. 1.

[0050] Das LED-Modul 1' umfasst N LED-Kanäle K1, K2, K3, KN. Im Speicher 5 sind mehrere Look-up-Tabellen abgelegt, die ähnlich aufgebaut sind, wie die in Zusammenhang mit Fig. 1 erläuterte Look-up-Tabelle. Im konkreten Ausführungsbeispiel der Fig. 2 sind vier Look-up-Tabellen für eine Farbtemperatur von jeweils 2500 K ,

3500 K, 4200 K und 6500 K abgespeichert.

[0051] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung sind die Look-up-Tabellen nicht statisch, sondern können durchaus im Laufe beispielsweise der Lebensdauer der LEDs bzw. des LED-Moduls einer dynamischen Entwicklung unterzogen werden. Beispielsweise kann eine Veränderung der Werte in den Look-up-Tabellen abhängig von der gezählten Betriebszeitdauer des LED-Moduls stattfinden. Hierfür sind im LED-Modul 1' eine Messungseinheit 22 und eine Alterungssteuereinheit 23 vorgesehen. Abhängig von der von der Messungseinheit 22 gezählten Betriebszeitdauer des LED-Moduls 1' veranlasst die Alterungssteuereinheit 23 eine entsprechende Anpassung der in den Tabellen gespeicherten Betriebsstromwerte.

[0052] Tatsächlich kann die Helligkeit einer LED mit der Zeit variieren, so dass es notwendig sein kann, den Beitrag, den jeder LED-Kanal zu dem gemischten Licht leistet, zu regulieren, so dass eine Gesamtcharakteristik des erzeugten gemischten Lichts immer noch dem Zielfarbart entspricht.

[0053] Um sicher zu stellen, dass die erzeugte Eigenschaft des gemischten Lichts mit der Zeit konstant bleibt, misst die Messungseinheit 22 die Betriebsdauer des LED-Moduls 1'. Die Alterungssteuereinheit 23 führt für jeden LED-Kanal die Anpassung des Betriebsstroms durch.

[0054] Eine Photodiode PH ist vorzugsweise mit der Schaltung verbunden. Ein Analog-Digital-Umsetzer 25 wandelt das analoge Messsignal von der Photodiode PH in ein digitales Signal, das der Steuereinheit 3' zugeführt wird. Die Photodiode ist hier stellvertretend für einen Sensor zum Messen der Helligkeit bzw. der Umgebungshelligkeit. Statt einer Photodiode kann z.B. auch ein Phototransistor vorgesehen sein. Abhängig von der gemessenen Helligkeit kann der Betriebsstrom für die LED-Kanäle angepasst sein. Z.B. wenn die Umgebungshelligkeit steigt, kann auch der jeweilige Betriebsstrom für die LED-Kanäle erhöht oder reduziert werden. Die mit Hilfe der Photodiode PH durchgeführte Umgebungslichtadaption kann eine Farbort- und Lichtstromanpassung in Abhängigkeit der Umgebungssituation sein.

[0055] Die Schaltung 2' weist auch eine digitale Schnittstelle 21 auf. Diese Schnittstelle 21 ist mit der Steuereinheit 3' verbunden und ist vorzugsweise bidirektional ausgestaltet. Somit kann eine Look-up-Tabelle von einer externen Einheit (nicht gezeigt) über die digitale Schnittstelle 21 zur Steuereinheit 3' gesendet werden, wobei diese Look-up-Tabelle wiederum in der Speichereinheit 5 abgespeichert werden kann. Andersrum können auch in der Speichereinheit 5 abgespeicherte Tabellen über die Schnittstelle 21 zu einer externen Einheit gesendet werden.

[0056] Auch die Anpassung der Betriebsströme, die im Zuge einer Alterung der LEDs oder einer Veränderung der Umgebungshelligkeit veranlasst wird, kann über die Schnittstelle 21 beeinflusst werden.

[0057] Im Folgenden wird erläutert, wie die Look-up-

Tabellen erstellt werden.

[0058] Um die Werte für die Look-up-Tabellen zu bestimmen, kann das LED-Modul 1 mit Spektrometer und/oder Farbsensor vermessen werden. Daraus werden dann diskretisiert die Look-up-Tabellen erstellt und in der der Schaltung 2 zugeordneten Speichereinheit 5 abgelegt. Diese Tabellen können vorzugsweise für vergleichbare LED-Module, d.h. mit vergleichbarer LED-Bestückung, benutzt werden und in der Speichereinheit dieser vergleichbaren LED-Module abgelegt werden.

[0059] Zur Bestimmung der Look-up-Tabellen kann das LED-Modul 1 hinsichtlich verwendeter LEDs anhand von maximal drei spezifizierten Testpunkten hinsichtlich Wellenlänge, Intensität und Farbort charakterisiert werden. Aus der Kombination der LEDs lassen sich aus einem Datenpool die richtigen Look-up-Tabellen LUTs erstellen und abspeichern.

[0060] In einer Initialisierungsphase nach Fertigung des LED-Moduls kann also ein LED-Modul nach folgenden Gesichtspunkten optisch und elektrisch vermessen werden. Für jeden Zielfarbart z.B. auf der Plank'schen Kurve oder innerhalb des von den Lichtquellen aufgespannten Bereichs werden Werte für die Betriebsströme für die LED-Kanäle ermittelt. Diese Werte sind allerdings nur für eine Temperatur gültig. Deswegen werden für verschiedene Temperaturen weitere Werte für die Betriebsströme ermittelt. Dies kann z.B. durch Erwärmung der Trägerplatine des LED-Moduls auf die gewünschte Temperatur erfolgen. Alle ermittelten Werte für einen Zielfarbart werden anschließend in einer Look-up-Tabelle in der Speichereinheit 5 abgelegt.

[0061] Die in einer Initialisierungsphase gefundenen Look-up-Tabellen werden im Speicher der Schaltung abgelegt. Eventuelle Korrekturfaktoren, wie z.B. Lebensdauerdegradation, lineare Dimmung, etc., können aufgrund der bekannten LED-Daten als Faktoren oder Formeln ebenfalls abgespeichert werden. Z.B. können die Korrekturfaktoren betreffend die LED-Alterung bzw. -Lebensdauer in der Alterungssteuereinheit 23 abgespeichert werden oder alternativ in der Steuereinheit 3.

[0062] Im einfachsten Fall der Initialisierung und Steuerung des LED-Moduls (z. Bsp. RW-Kombination) werden aufgrund der Vermessungsergebnisse die entsprechenden Stromwerte für einen gewünschten Farbort in einer Look-Up-Tabelle in Abhängigkeit der Temperatur gespeichert. Über eine Temperaturmessung direkt am Modul werden nun die entsprechenden Stromwerte automatisch der Situation angepasst, wodurch sich eine akkurate und reproduzierbare Farbtemperatur bei gleichbleibendem Lichtstrom realisieren lässt.

[0063] In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel eines LED-Treibers 30, wie er z.B. in einem LED-Kanal des Betriebsgeräts gemäß Fig. 1 oder Fig. 2 verwendet werden kann.

[0064] Der LED-Treiber 30 weist einen Operationsverstärker 31 auf, dem eingangsseitig das von dem jeweiligen Digital-Analog-Umsetzer DA1, DA2, DA3, DA4 erzeugte strombestimmende Referenzsignal zugeführt wird. Der zweite Eingang und der Ausgang des Opera-

tionsverstärkers 31 sind über einen Kondensator 32 verbunden.

[0065] Der Ausgang des Operationsverstärkers 31 ist an den Steuereingang eines Transistors 33, angeschlossen, der ein Bipolartransistor oder vorzugsweise ein MOSFET ist. Der Emitter-Anschluss des Transistors 33 ist wiederum am zweiten Eingang des Operationsverstärkers 31 angeschlossen. Somit ist der Kondensator 32 in parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Transistors 33 geschaltet. Weiterhin ist noch ein Präzisions-Widerstand 34 zwischen dem Emitter-Anschluss und Masse verschaltet. Der Kollektor-Anschluss des Transistors 33 ist dabei zum Verbinden mit den LEDs des jeweiligen LED-Kanals ausgelegt.

[0066] In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, in dem die Ansteuerwerte für jeden LED-Treiber T1, T2 nacheinander einem einzigen Digital-Analog-Umwandler DA zugeführt werden. Dieser analoge Ansteuerwert wird dann einer weiteren Einheit 40 in Form vorzugsweise eines Demultiplexers zugeführt, der mit einer Sample-and-Hold-Schaltung SH1, SH2 des jeweiligen LED-Kanals K1, K2 verbunden ist. Mit Hilfe dieser Sample-and-Hold-Schaltung SH1, SH2 werden die Ansteuerwerte für jeden LED-Kanal bis zur nächsten Änderung des Stromwertes festgehalten. Somit ist nur noch ein Digital-Analog-Umwandler DA notwendig.

[0067] Die gegenständliche Erfindung zeigt nun eine eindeutigere, exaktere und mit weniger Rechen- und Näherungsaufwand verbundene Erreichung eines Zielfarborts.

[0068] Für das Erreichen eines Zielfarborts sind im Gegensatz zum Stand der Technik keine aufwändigen und komplexen Algorithmen und Transformationen notwendig.

[0069] Dadurch ermöglicht die Erfindung eine präzise lineare Regelung bzw. Stromdimmung. Entsprechend wird kein Flackern und keine störenden Dunkelstreifen bei TV bzw. Kameraaufnahmen bei gleichbleibendem Farbort bzw. Farbtemperatur verursacht.

[0070] Die Erfindung bezieht sich auf die Erreichung eines Zielfarborts. Zusätzlich können in Look-up-Tabellen auch Intensitätswerte mit abgespeichert werden. So kann eindeutig und reproduzierbar der gleiche Farbort mit unterschiedlichen Lichtströmen dargestellt werden. Dadurch ist eine lineare Dimmung oder auch eine logarithmische Dimmung umsetzbar. Diese logarithmische Dimmung ist z.B. in entsprechende Look-Up-Tabellen abgebildet, da die Empfindlichkeit des menschlichen Auges einer logarithmischen Funktion folgt. Insbesondere werden dadurch bei sehr geringen Helligkeiten zwar eingeschränktes Farbsehen, aber noch ausgezeichnetes Hell-Dunkel-Sehen (Grauschattierungen) ermöglicht. Eine logarithmische Dimmung des lichterzeugenden LED-Moduls wird im Vergleich zur linearen Dimmung als angenehmer und mit höherer Akzeptanz wahr- und angenommen.

Bezugszeichenliste:

[0071]

5	1 LED-Modul (das LED-Modul selbst muss in der gegenständlichen Erfindung nicht zwingend als Gesamtsystem ausgeführt sein, vielmehr besteht die Möglichkeit, dass L1, L2 bis Ln als LED-Modul ausgeführt sind, während die Schaltung 2 getrennt vom LED-Modul und modular aufgebaut sein kann
10	2 Schaltung
	3 Steuereinheit
	4 Versorgungseingang
	5 Speichereinheit
15	21 digitale Schnittstelle
	22 Messungseinheit
	23 Alterungssteuereinheit
	24 Analog-Digital-Umsetzer
	25 Analog-Digital-Umsetzer
20	30 LED-Treiber
	31 Operationsverstärker
	32 Kondensator
	33 Transistor
	34 Widerstand
25	40 Multiplexer
	DA1... Digital-Analog-Umsetzer
	K1... LED-Kanal
	L1... LED
	PH Photodiode
30	SH1 Sample-and-Hold-Schaltung
	T1... LED-Treiber
	TH Thermistor

35 Patentansprüche

1. Schaltung (2) zur Ansteuerung von mehreren LED-Kanälen (K1, K2) aufweisend jeweils mindestens eine LED (L1, L2) und zur Erzeugung eines Mischlichts aus dem von den jeweiligen LED-Kanälen (K1, K2) erzeugten Licht, wobei für jeden Zielfarbort, der durch das LED-Modul erreichbar ist, jeweils eine Look-up-Tabelle vorgesehen ist, welche in einer Speichereinheit (5) der Schaltung abgelegt ist, in der der Betriebsstrom (I_r , I_w) für jeden LED-Kanal (K1, K2) abgelegt ist, wobei für jeden LED-Kanal (K1, K2) diskrete Werte einer Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie abgelegt sind, und wobei die Schaltung dazu ausgebildet ist, abhängig von einer gemessenen Temperatur und ausgehend von der abgelegten Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie den jeweiligen Betriebsstrom für die LED-Kanäle (K1, K2) zu ermitteln, wobei die Schaltung ferner dazu ausgebildet ist, abhängig von einer Betriebsdauer der Schaltung den jeweiligen Betriebsstrom für den jeden LED-Kanal (K1, K2) zu korrigieren, wobei die Schaltung eine Messungseinheit 22 und eine Alterungssteuerein-

- heit (23) aufweist, und wobei abhängig von einer von der Messungseinheit (22) gezählten Betriebszeitdauer des LED-Moduls (1) die Alterungssteuereinheit (23) eine entsprechende Anpassung der in den Tabellen gespeicherten Betriebsstromwerte veranlasst.
2. Schaltung gemäß Anspruch 1, wobei der Betriebsstrom (I_r , I_w) in Abhängigkeit von der Temperatur gespeichert ist. 5
 3. Schaltung gemäß Anspruch 1 oder 2, aufweisend eine Steuereinheit (3), die abhängig von der Look-up-Tabelle einen Ansteuerwert für eine zum Betreiben eines LED-Kanals (K1, K2) vorgesehene Stromquelle (T1, T2) festlegt. 10
 4. Schaltung gemäß Anspruch 3, wobei der Ansteuerwert derart ausgebildet ist, dass von der Stromquelle (T1, T2) eine Dimmung auf einen konstanten Stromwert und/oder eine PWM-Modulierung eines Nominal-Betriebsstroms durchführbar ist. 15
 5. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, aufweisend einen Eingang für die Messung einer Umgebungstemperatur, wobei dieser Eingang vorzugsweise an ein temperatursensitives Element, z. Bsp. einen Thermistor (TH) angeschlossen ist. 20
 6. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, aufweisend einen Eingang für ein Messsignal eines Helligkeits-Sensors (PH), wobei abhängig von der gemessenen Helligkeit der jeweilige Betriebsstrom für den jeden LED-Kanal (K1, K2) korrigiert bzw. verändert wird. 25
 7. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, aufweisend eine Kommunikationsschnittstelle (21) zum Empfangen von Look-up-Tabellen. 30
 8. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei der Zielfarbart auf der Plank'schen Kurve oder innerhalb eines vorgegebenen Zielbereiches innerhalb des von den LEDs (L1, L2) aufgespannten Bereichs sich befindet. 35
 9. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, aufweisend mehrere Look-up-Tabellen zum Ansteuern von diskreten Werten auf der Plank'schen Weißlichtkurve. 40
 10. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche, wobei unterschiedliche Helligkeiten eines Zielfarborts in Look-up-Tabellen abgelegt sind. 45
 11. Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche in Form einer integrierten Schaltung, vorzugsweise in

Form eines Mikrocontroller, eines ASIC oder einer Hybridversion davon.

12. LED-Modul aufweisend eine Schaltung gemäß einem der vorigen Ansprüche. 5
13. Verfahren zur Ansteuerung von mehreren LED-Kanälen (K1, K2) aufweisend jeweils mindestens eine LED (L1, L2) und zur Erzeugung eines Mischlichts aus dem von den jeweiligen LED-Kanälen (K1, K2) erzeugten Licht, wobei für jeden Zielfarbart, der durch das LED-Modul erreichbar ist, jeweils eine Look-up-Tabelle vorgesehen ist, in der der Betriebsstrom (I_r , I_w) für jeden LED-Kanal (K1, K2) abgelegt ist, wobei für jeden LED-Kanal (K1, K2) diskrete Werte einer Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie abgelegt sind, und wobei abhängig von einer gemessenen Temperatur und ausgehend von der abgelegten Betriebsstrom/Temperatur-Kennlinie der jeweilige Betriebsstrom für die LED-Kanäle (K1, K2) ermittelt wird, wobei abhängig von einer Betriebsdauer einer Schaltung der jeweilige Betriebsstrom für den jeden LED-Kanal (K1, K2) korrigiert wird, und wobei die Schaltung eine Messungseinheit (22) und eine Alterungssteuereinheit (23) aufweist, und wobei abhängig von einer durch eine Messungseinheit (22) gezählten Betriebszeitdauer des LED-Moduls (1) eine Alterungssteuereinheit (23) eine entsprechende Anpassung der in den Tabellen gespeicherten Betriebsstromwerte veranlasst. 25

35 Claims

1. A circuit (2) for controlling a plurality of LED channels (K1, K2) in each case having at least one LED (L1, L2) and for generating mixed light from the light generated by the respective LED channels (K1, K2), wherein for each target color locus, which can be reached by the LED module, in each case a look-up table is provided, which is stored in a storage unit (5) of the circuit, in which the operating current (I_r , I_w) for each LED channel (K1, K2) is stored, wherein for each LED channel (K1, K2) discrete values of an operating current/ temperature characteristic curve are stored, and wherein the circuit is designed to determine the respective operating current for the LED channels (K1, K2) depending on a measured temperature and based on the stored operating current/temperature characteristic curve, wherein the circuit is also designed to correct the respective operating current for each LED channel (K1, K2) depending on an operating time of the circuit, wherein the circuit has a measurement unit (22) and an aging control unit (23), and wherein depend-

- ing on an operating period of time of the LED module (1) counted by the measurement unit (22) the aging control unit (23) causes a corresponding adjustment of the operating current values recorded in the tables.
2. A circuit according to Claim 1, wherein the operating current (I_r , I_w) is stored depending on the temperature.
 3. A circuit according to Claim 1 or 2, having a control unit (3), which depending on the look-up table sets a control value for a current source (T_1 , T_2) provided for operating a LED channel (K_1 , K_2).
 4. A circuit according to Claim 3, wherein the control value is designed in such a manner that a dimming to a constant current value and/or a PWM (pulse width modulated) modulation of a nominal operating current can be carried out by the current source (T_1 , T_2).
 5. A circuit according to any one of the preceding claims, having an input for measuring an ambient temperature, wherein said input preferably is connected to a temperature sensitive element, for example, a Thermistor (TH).
 6. A circuit according to any one of the preceding claims, having an input for a measurement signal of a brightness sensor (PH), wherein depending on the measured brightness the respective operating current is corrected or changed for each LED channel (K_1 , K_2).
 7. A circuit according to any one of the preceding claims having a communications interface (21) for receiving look-up tables.
 8. A circuit according to any one of the preceding claims, wherein the target color locus is located on the Planckian curve or within a predetermined target range within the area spanned by the LEDs (L_1 , L_2).
 9. A circuit according to any one of the preceding claims having a plurality of look-up tables for controlling discrete values on the Planckian white-light curve.
 10. A circuit according to anyone of the preceding claims, wherein different brightnesses of a target color locus are stored in look-up tables.
 11. A circuit according to any one of the preceding claims in the form of an integrated circuit, preferably in the

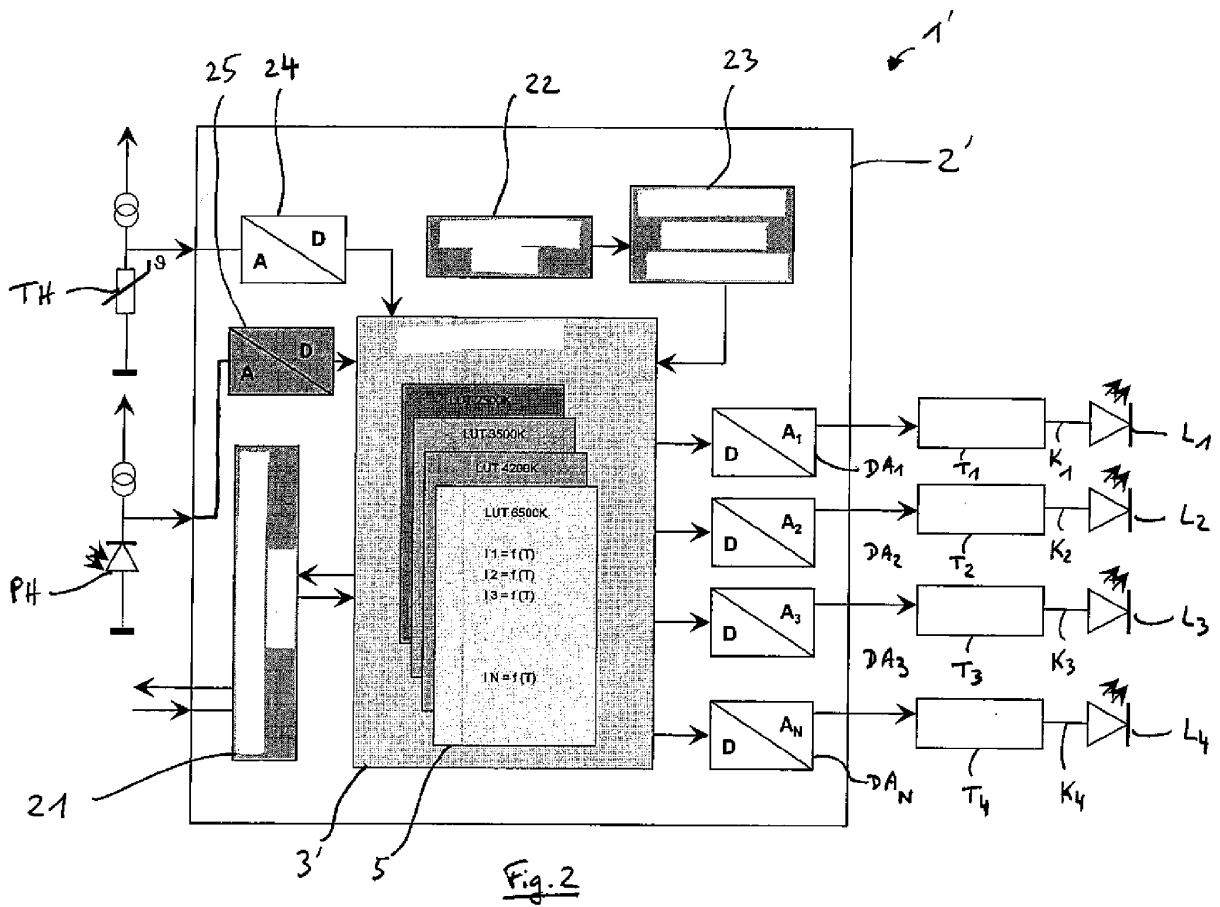
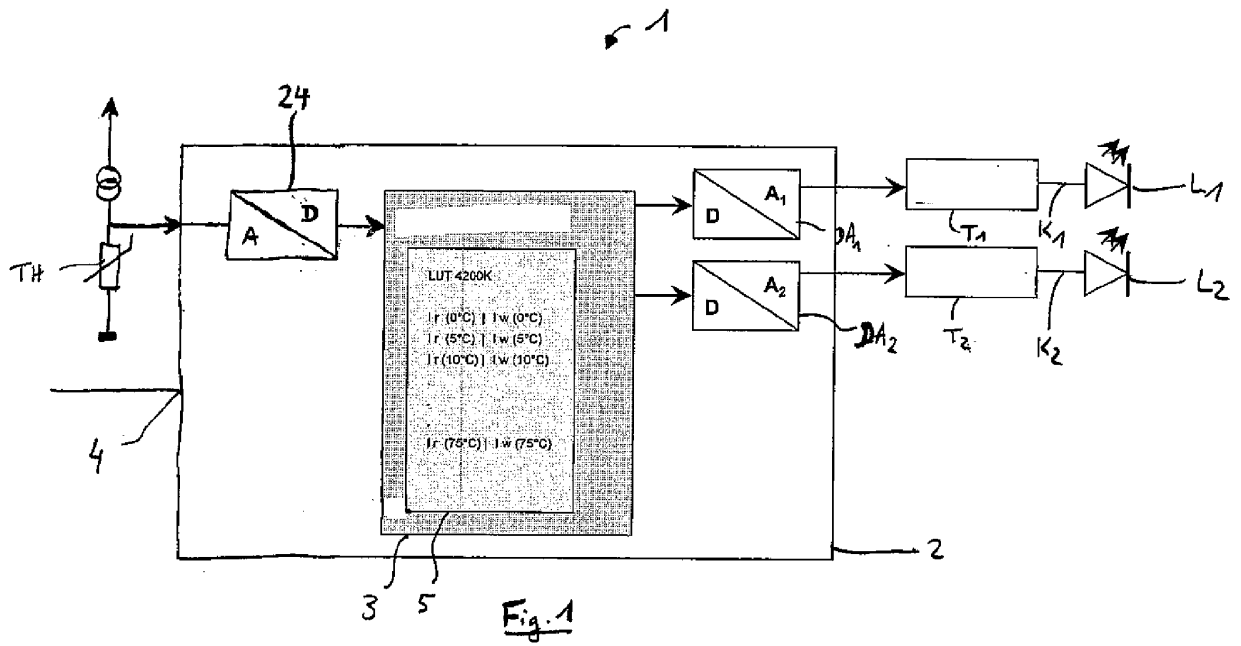
form of a microcontroller, an ASIC or a hybrid version thereof.

12. A LED module having a circuit according to any one of the preceding claims.
13. A method for controlling a plurality of LED channels (K_1 , K_2) having in each case at least one LED (L_1 , L_2) and for generating a mixed light from light generated by the respective LED channels (K_1 , K_2), wherein for each target color locus, which can be reached by the LED module, in each case a look-up table is provided, in which the operating current (I_r , I_w) is recorded for each LED channel, wherein for each LED channel (K_1 , K_2) discrete values of an operating current/temperature characteristic curve are stored, and wherein depending on a measured temperature and based on the stored operating current/temperature characteristic curve the respective operating current is determined for the LED channels (K_1 , K_2), wherein depending on an operating time of a circuit the respective operating current is corrected for each LED channel (K_1 , K_2), and wherein the circuit has a measurement unit (22) and an aging control unit (23), and wherein depending on an operating period of time of the LED module (1) counted by a measurement unit (22) an aging control unit (23) causes a corresponding adjustment of the operating current values recorded in the tables.

Revendications

1. Circuit (2) destiné à piloter plusieurs canaux LED (K_1 , K_2) présentant respectivement au moins une LED (L_1 , L_2) et destinés à la production d'une lumière mixte à partir de la lumière produite par les canaux LED (K_1 , K_2) respectifs, respectivement un tableau de consultation étant prévu pour chaque localisation chromatique cible qui peut être atteinte par le module de LED, lequel tableau est mis en mémoire dans une unité de mémoire (5) du circuit dans laquelle le courant de service (I_r , I_w) est mis en mémoire pour chaque canal LED (K_1 , K_2), des valeurs discrètes d'une courbe caractéristique courant de service/température étant mises en mémoire pour chaque canal LED (K_1 , K_2), et le circuit étant constitué pour, en fonction d'une température mesurée et en partant de la courbe caractéristique courant de service/température mise en mémoire, déterminer le courant de service respectif pour les canaux LED (K_1 , K_2), le circuit étant en outre constitué pour, en fonction d'une durée de fonctionnement du circuit, corriger le courant de service respectif pour chaque canal LED (K_1 , K_2), le circuit présentant une unité de mesure (22) et une unité de commande de vieillissement (23)

- et, en fonction d'une durée de temps de fonctionnement du module de LED (1) comptée par l'unité de mesure (22), l'unité de commande de vieillissement (23) provoquant une adaptation correspondante des valeurs de courant de service enregistrées dans les tableaux.
2. Circuit selon la revendication 1, le courant de service (I_r , I_w) étant enregistré en fonction de la température.
 3. Circuit selon la revendication 1 ou 2, présentant une unité de commande (3) qui, en fonction du tableau de consultation, stipule une valeur de pilotage pour une source de courant (T1, T2) prévue pour le fonctionnement d'un canal LED (K1, K2).
 4. Circuit selon la revendication 3, la valeur de pilotage étant constituée de telle sorte que la source de courant (T1, T2) peut réaliser une gradation à une valeur de courant constante et/ou une modulation de largeur d'amplitude d'un courant de service nominal.
 5. Circuit selon l'une des revendications précédentes, présentant une entrée pour la mesure d'une température ambiante, cette entrée étant connectée de préférence à un élément sensible à la température, par ex. une thermistance (TH).
 6. Circuit selon l'une des revendications précédentes, présentant une entrée pour un signal de mesure d'un capteur de luminosité (PH), le courant de service respectif pour chaque canal LED (K1, K2) étant corrigé ou respectivement modifié en fonction de la luminosité mesurée.
 7. Circuit selon l'une des revendications précédentes, présentant une interface de communication (21) destinée à la réception de tableaux de consultation.
 8. Circuit selon l'une des revendications précédentes, la localisation chromatique cible étant située sur la courbe de Planck ou à l'intérieur d'une zone cible spécifiée au préalable à l'intérieur de la zone définie par les LED (L1, L2).
 9. Circuit selon l'une des revendications précédentes, présentant plusieurs tableaux de consultation destinés au pilotage de valeurs discrètes sur la courbe de lumière blanche de Planck.
 10. Circuit selon l'une des revendications précédentes, différentes luminosités d'une localisation chromatique cible étant mises en mémoire dans des tableaux de consultation.
 11. Circuit selon l'une des revendications précédentes,
- sous la forme d'un circuit intégré, de préférence sous la forme d'un microcontrôleur, d'un ASIC ou d'une version hybride de ceux-ci.
12. Module de LED, présentant un circuit selon l'une des revendications précédentes.
 13. Procédé destiné au pilotage de plusieurs canaux LED (K1, K2) présentant respectivement au moins une (L1, L2) et à la production d'une lumière mixte à partir de la lumière produite par les canaux LED (K1, K2) respectifs, respectivement un tableau de consultation étant prévu pour chaque localisation chromatique cible qui peut être atteinte par le module de LED, tableau dans lequel le courant de service (I_r , I_w) pour chaque canal LED (K1, K2) est mis en mémoire, des valeurs discrètes d'une courbe caractéristique courant de service/température étant mises en mémoire pour chaque canal LED (K1, K2), et le courant de service respectif pour les canaux LED (K1, K2) étant déterminé en fonction d'une température mesurée et en partant de la courbe caractéristique courant de service/température mise en mémoire, le courant de service respectif pour chaque canal LED (K1, K2) étant corrigé en fonction d'une durée de fonctionnement d'un circuit, et le circuit présentant une unité de mesure (22) et une unité de commande de vieillissement (23) et, en fonction d'une durée de temps de fonctionnement du module de LED (1) comptée par une unité de mesure (22), une unité de commande de vieillissement (23) provoquant une adaptation correspondante des valeurs de courant de service enregistrées dans les tableaux.



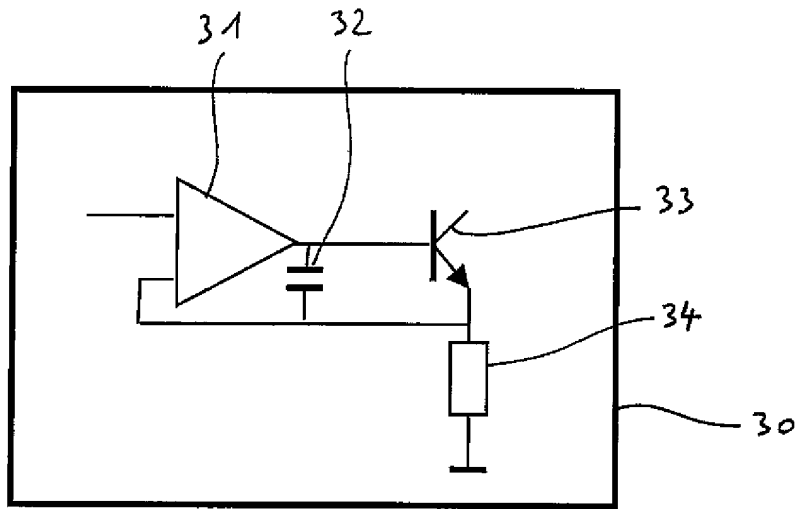


Fig. 3

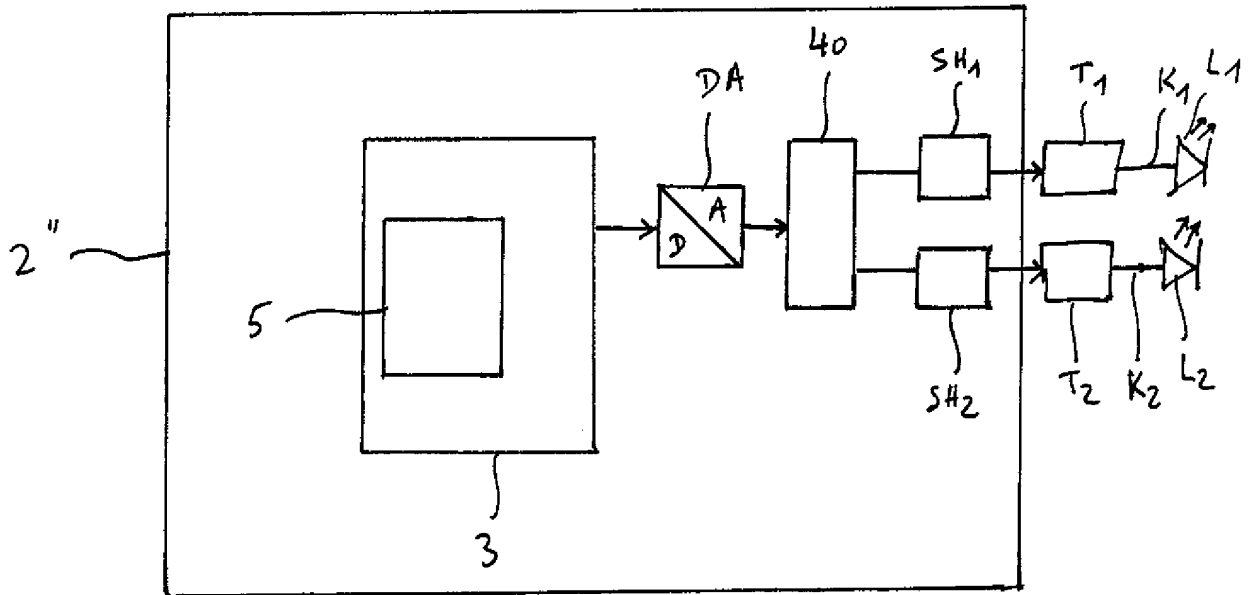


Fig. 4

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

- DE 102008016756 A1 **[0004]**
- US 2010301777 A1 **[0007]**