

(19)



(11)

EP 2 019 569 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

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

(21) Anmeldenummer: **08011889.6**

(22) Anmeldetag: **02.07.2008**

(54) Verfahren zum Dimmen des von LED-Leuchten abgestrahlten Lichts, insbesondere in der Fluggastkabine eines Verkehrsflugzeuges

Method for dimming light emitted by LED lights, in particular in the cabin of a commercial airplane

Procédé d'atténuation de la luminosité rayonnée par des lampes à DEL, en particulier dans la cabine d'un avion commercial

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(30) Priorität: **23.07.2007 DE 102007034177**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.01.2009 Patentblatt 2009/05

(73) Patentinhaber: **Diehl Aerospace GmbH**
88662 Überlingen (DE)

(72) Erfinder: **Pöhler, Ulrich**
91238 Offenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2006/015476 WO-A-2006/107199
WO-A1-2008/050282 DE-A1-102005 049 579
DE-A1-102005 054 541 GB-A- 2 408 315
US-A1- 2006 245 174 US-B1- 7 113 541

EP 2 019 569 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 Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

[0002] Aus der DE 10 2005 016 729 B3 ist das Dimmen des von einer Weißlicht-Leuchtdiode (LED) abgestrahlten Lichts in lückenlos aufeinanderfolgenden Arbeitsperioden untereinander gleicher Länge bekannt, in denen jeweils ein hochfrequentes Choppen des während der Einschaltzeitspannen in den aufeinanderfolgenden Arbeitsperioden über die Diode fließenden Stromes stattfindet. Je kürzer die Einschaltzeitspanne in der Arbeitsperiode ist, desto weniger Konstantstrompulse fließen über die LED, desto geringer ist demzufolge die Helligkeit des abgestrahlten Lichts.

[0003] Zum Verändern des Farbeindrucks einer LED-Leuchte wird gewöhnlich die Lichtabstrahlung von LED-Arrays in den Grundfarben Rot, Grün und Blau in unterschiedlicher Intensität einander überlagert, wofür die einzelnen Arrays zur Dimmung unabhängig voneinander eine Steuerung ihrer Arraystrom-Zeitspannen in den Arbeitsperioden erfahren.

[0004] Damit lässt sich allerdings nur ein Dimmverhältnis in der Größenordnung 1:1000 zwischen dunkel und hell erzielen. Das reicht nicht mehr aus für z.B. farbkonstant variable Dämmerungseindrücke (etwa als zeitlich gestreckter Übergang von Sternenhimmel zu Sonnenaufgang bei der Beleuchtung in einer Fluggastkabine) mit Gamut-Farbkorrektur (Kompensation der Verschiebung zu wärmerer Lichtfarbe bei Übergang auf geringere Helligkeit), wenn die RGB-Leuchtdiodenarrays schon stark gedimmt arbeiten, also bei niedrigster damit einstellbarer Helligkeit; dazu ist ein um wenigstens eine Größenordnung stärkeres Dimmverhältnis für noch geringere Ansteuerung vor dem vollständigen Abschalten anzustreben.

[0005] Denn gerade die für hochwertige, farbkonstante Beleuchtungseffekte erforderliche Gamut-Farbkorrektur bedingt sehr kurze Stromflusszeiten über Leuchtdioden. Damit kann dann kompensiert werden, dass die Farborte von LEDs innerhalb eines Fertigungsloses variieren. Um nämlich dennoch eine bestimmte Grundfarbe zu erreichen, werden schon beim Fertigungsabgleich oder später im Betrieb (über Fotodioden ausgeregelt) die beiden anderen Grundfarben mit geringen Intensitäten beige mischt, die sich für den jeweiligen Farbort aus dem in die CIE-Normfarbtafel (in den auch sogenannten Farbschuh) einbeschriebenen Farbdreieck für die LEDs ergeben. Beispielsweise wird ein garantierter Farbort "blau, ungesättigt" Gamut-korrigiert dadurch erzeugt, dass zusätzlich zur Vollansteuerung (100%) der blauen LED die grüne LED zu 5% und die rote LED zu 2% angesteuert werden. Um diesen Farbort bei geringer Helligkeit, etwa gedimmt auf 1%, mit einem Ansteuer-Zyklus von 3 ms darzustellen, ergibt sich für blau eine Einschaltzeit von 1% des vollen Zyklus, also 30 μ s, für grün 1% von 5% gleich 0,05% (1,5 μ s) und für rot 1% von 2% gleich 0,02% (0,6 μ s Stromfluss über die rote LED).

[0006] LEDs mit derart kurzen Pulsen zu bestromen, beschwört zahlreiche Probleme herauf. So weisen diese kurzen Pulse Grundfrequenzen von einigen hundert Kilohertz auf, was zu störenden Interferenzen (EMI-Erscheinungen) mit Frequenzen führen kann, welche bestimmten Funkdiensten zugeteilt sind (etwa dem Notruf auf 200 kHz); zu kurze Abschaltzeiten behindern das Entladen der Eigenkapazitäten der LEDs; und mit preisgünstigen Bauelementen können keine hinreichend schnell schaltenden Stromsenken realisiert werden. Schaltungstechnisch wäre ein derart extremes LED-Dimmen nur noch mit sehr schnellen und deshalb teuren Prozessoren hoher Kodierungstiefe für die feine Unterteilung der Arbeitsperiode realisierbar, samt leistungsstarken Hochfrequenztransistoren für die Stromsenken in den R-, G- und B-Diodenreihenschaltungen, also mit selten vertretbarem schaltungstechnischem Aufwand.

[0007] Aus der DE 10 2005 054 541 A1 ist ein Verfahren zum gepulsten Betreiben einer LED-Beleuchtungseinrichtung bekannt, bei welchem zur Vermeidung von hohen Impulsbelastungen zugeordneter Stromquellen die Arraystrom-Zeitspannen bzw. Stromfluss-Zeitspannen einzelner Farbkanäle zeitlich gegeneinander versetzt sind.

[0008] In Erkenntnis dieser Gegebenheiten liegt vorliegender Erfindung die technische Problemstellung zugrunde, ein Verfahren gattungsgemäßer Art dahingehend weiterzubilden, dass selbst mit beschränkter Prozessorkapazität und in Zusammenwirken mit Stromsenken in preiswert verfügbarer, da herkömmlicher bipolarer Schaltungstechnik extrem niedrige, d.h. lichtschwache Dimmeinstellungen an LEDs reproduzierbar vorgegeben und dann auch noch feinfühlig variiert werden können.

[0009] Diese Aufgabe ist durch die im Hauptanspruch angegebenen wesentlichen Merkmale gelöst. Danach ist ein gewissermaßen einer überlagerten niederfrequenten Frequenzmodulation unterworfenen Ansteuer-Zyklus für die LEDs vorgesehen. Mit insbesondere Verlängerung des Zyklus verringert sich, trotz nicht weiter verkürzter Stromfluss-Zeitspanne, das Stromintegral über dem Zyklus, also ohne für die damit eintretende weitere Verringerung der Abstrahlung der LEDs das Tastverhältnis der Arbeitsperiode weiter verringern zu müssen.

[0010] Besonders vorteilhaft wird diese Lösung dadurch realisiert, dass der Zyklus unterteilt wird in eine Arbeitsperiode mit zeitlich begrenztem Stromfluss und wenigstens eine sich stromlos anschließende, hier sogenannte Leerperiode.

[0011] Die stromlose Leerperiode im (Gesamt-)Zyklus, also zwischen zwei durch eine Leerperiode voneinander distanziert aufeinander folgenden Arbeitsperioden, kann zu noch feinstufigerer Dimmung auch ihrerseits variiert werden, etwa durch Aufeinanderfolge einer unterschiedlichen Anzahl von Leerperioden gleicher Länge und/oder durch Längenvariationen der Leerperioden.

[0012] Um bei einer Änderung der Anzahl oder der Länge der Leerperioden in einem Zyklus einen Farbum-

schlag und einen Helligkeitssprung zu vermeiden, erfolgt dieses Umschalten zweckmäßigerweise gerade am Ende eines Zyklus aus Arbeitsperiode und Leerperioden. Außerdem kann die Pulsdauer in den einzelnen LED-Arrays auf vorübergehend konstantes Zyklus-Stromintegral eingestellt werden, um in diesem Moment keinen Sprung im Stromintegral, also keine Helligkeitsschwankung und keinen abrupten Farbumschlag auftreten zu lassen.

[0013] Schließlich kann auch die Länge der Arbeitsperioden, in denen die Strompulse konstanter Länge auftreten, in den aufeinanderfolgenden Zyklen variiert werden, um das die Helligkeit der Abstrahlung bedingende Stromintegral über dem Zyklus zu beeinflussen, ohne die Stromfluss-Zeitspannen zum weiteren Herabdimmern noch weiter verkürzen zu müssen.

[0014] Entscheidend für die erfindungsgemäße Lösung ist somit, dass die kürzeste in Bipolartechnik für die Stromsenken und mit einem Prozessor vertretbarer Kodierungstiefe noch problemlos bewältigbare Stromfluss-Zeitspanne zu weiterem Abdimmern nicht noch weiter verkürzt werden muss, sondern dann konstant bleiben kann, weil nun der Zyklus nach Art einer überlagerten Frequenzmodulation verlängert wird. Jetzt wird der resultierende Stromfluss über die Variation der Zyklus-Längen für die Diodenarrays geändert, insbesondere noch weiter vermindert, ohne die Stromfluss-Zeitspanne selbst verändern und insbesondere weiter reduzieren zu müssen. Das erübrigt eine Erhöhung der Kodierungstiefe des die Stromsenken der Arrays ansteuernden Prozessors zu feinerer Stufung der Stromfluss-Zeitspannen hin und führt damit auch zu keiner höherfrequenten Ansteuerung der Stromsenken selbst, weshalb die eingeführte Hardwaretechnologie trotz wesentlich vergrößerten Dimmverhältnisses weiter verwendbar bleibt.

[0015] Dadurch werden Lichtauflösung und Farbort-Gamut (die dargestellte Kompensation von Farbort-Verlagerungen in einer LED durch minimale Stromflussveränderungen in den anderen beiden LEDs) visuell spürbar verbessert. Das dafür erforderliche und erfindungsgemäß erreichte Dimmverhältnis von wesentlich größer als 1:10.000, das in analoger Schaltungstechnik nicht erreichbar wäre, ermöglicht so eine hohe Helligkeitsdynamik bei Gewährleistung großer Farborttreue bis hin zu niedrigsten Helligkeiten der Lichtabstrahlung, bei denen das, auf die momentan relativ hellste Farbe adaptierende, menschliche Auge besonders farbempfindlich reagiert.

[0016] Zusätzliche Alternativen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und, auch hinsichtlich deren Vorteilen, aus nachstehender Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels zum Verwirklichen des erfindungsgemäßen Verfahrens. In der Zeichnung zeigt

Fig.1 ein vereinfachtes Schaltbild für individuelle Farbansteuerung einer Leuchte mit LED-Arrays in den drei Grundfarben rot, grün und blau,

Fig.2 Zeitdiagramme einer Ansteuerung der Arrays nach Fig.1 mit Zyklen aus abwechselnden Folgen von Arbeits- und Leerperioden untereinander gleicher Längen für stark herabgedimmten Leuchtenbetrieb,

Fig.3 eine Variation der Ansteuerung nach Fig.2 durch variable Längen von Leerperioden, insbesondere für farbkorrigierbaren gleitenden Helligkeitsübergang zwischen ganz abgeschaltetem und nur minimal eingeschaltetem Leuchtenbetrieb, und

Fig.4 im Gegensatz zu Fig.2 und Fig.3 variable Längen der Arbeitsperioden zur Variation der Stromintegrale, hier ohne Einschleichen von Leerperioden .

[0017] Die in Fig.1 symbolisch skizzierte Leuchte 11 weist je ein individuell hellkeitssteuerbares Array 12 (12r, 12g und 12b) von Serienschaltungen rot, grün und blau abstrahlender Leuchtdioden 13 auf; nicht berücksichtigt ist in dieser Skizze, dass zur Farb-Feinkorrektur bzw. zur Beeinflussung der Farbsättigung zusätzlich ein ebenfalls hellkeitssteuerbares Weißlichtarray aus an sich blau strahlenden aber mit Phosphor kaschierten LEDs zweckmäßig ist. Jedes Array 12 liegt an einer Versorgungsspannung 14 (von typisch 55 Volt) gegen Gerätemasse 15, zu letzterer hin über eine Konstantstromsenke 16 in Form eines bipolaren Transistors in Emitter-schaltung mit seinem Emitterwiderstand 17.

[0018] Ein handelsüblicher Mikro-Prozessor 18 mit einer Kodierungstiefe von typisch $2 \exp 4 = 16$ bit Zeitauflösung innerhalb einer Arbeitsperiode T_a schaltet jeweils über eine Zeitspanne t_r, t_g, t_b hinweg die Transistoren der Konstantstromsenken 16 unabhängig voneinander durch. Die Länge dieser individuellen Stromfluss-Zeitspannen t bestimmt jeweils über das zyklische Stromzeitintegral die resultierende Arraystromstärke und somit die Intensität (Helligkeit) der zugehörigen roten, grünen und blauen einander überlagerten Farbstrahlungen. Diese aktuelle Farbmischung aus den drei Arrays 12 ergibt die von der Leuchte 11 abgegebene Lichtfarbe. Die gerade erwünschte Farbmischung und deren Intensität wird von einem übergeordneten, externen Steuersignal 19 für die einzelnen Stromfluss-Zeitspannen t bestimmt.

[0019] Insoweit eine temperatur- bzw. stromabhängige Farbortdrift zu erwarten ist (wie insbesondere bei rot und bei grün abstrahlenden Leuchtdioden 13r, 13g), ist in der Programmierung des Prozessors 18 oder im externen Signal 19 eine angepasste Gamut-Farbortkorrektur durch minimale Variation von Zeitspannen t vorgegeben.

[0020] Um das Stromintegral im jeweiligen Array 12 zu reduzieren, kann die Stromfluss-Zeitspanne t innerhalb einer Arbeitsperiode T_a , die typischerweise entsprechend einer Wiederholfrequenz von 333 Hertz 3 Millisekunden lang ist, schrittweise verkleinert werden. Für eine große Auflösung, also für kleine Schrittweiten, muss die

Arbeitsperiode T_a entsprechend fein unterteilt sein, der Prozessor 18 also eine entsprechend hohe Kodierungstiefe zur Vorgabe auch sehr kurzer Zeitspannen t aufweisen, was ihn stark verteuert. Eine derart schmalpulssige Ansteuerung der Stromsenken 16 würde auch für den Betrieb von Konstantstrom-Transistoren in der preiswerten Bipolartechnologie zu hochfrequent werden.

[0021] Deshalb wird spätestens dann auf eine Frequenzmodulation (etwa gemäß Fig.2) aller momentan eingestellten Stromintegrale einer Arbeitsperiode T_a umgeschaltet, wenn in wenigstens einem der Arrays der Stromfluss t - insbesondere mangels prozessorabhängig feinerer Auflösung - nicht weiter verkürzt werden soll. Es werden nun die aktuell anstehenden - aber im Rahmen der gegebenen Prozessor-Kodierungstiefe weiterhin individuell veränderbaren - Array-Stromintegrale für ein zusätzliches, nämlich noch stärkeres Dimmen weiter herabgesetzt, indem auf eine Arbeitsperiode T_a (wenigstens) eine stromlose Leerperiode T_o , also zunächst noch keine erneute Ansteuerung von Stromsenken 16 folgt, ehe mit Zeitablauf eines Ansteuer-Zyklus von nun $Z = T_a + T_o$ wieder eine Arbeitsperiode T_a mit Stromfluss-Zeitspanne t einsetzt. Da so das zeitliche Stromflussintegral, auch bei während der Arbeitsperiode T_a nicht veränderter Stromflusszeitdauer t , über den verlängerten Zyklus Z insgesamt absinkt, reduziert sich die abgestrahlte Helligkeit, ohne etwa hierfür im Prozessor 18 die Kodierungstiefe vergrößern zu müssen. Gegenüber dem bisher stärksten erreichbaren Dimmen von etwa 0,1% bedeutet das eine um wenigstens den Faktor 10 gesteigerte Auflösung des Stromflusses über die Arrays 12 und deshalb auch verbesserte Möglichkeiten der Lichtortbeeinflussung sogar noch bei extrem kleinen Dimm-Werten.

[0022] Darüber hinaus können gemäß Fig.3, zu weiterer Variation von Zykluslängen Z' und damit des resultierenden Stromintegrals ohne Beeinflussung der Zeitspannen t , die Leerperioden T_o verändert (verkürzt und verlängert) werden. Das ergibt bei gleichbleibender Kodierungstiefe eine weiter verfeinerte Rasterung des Stromflussintegrals und dadurch eine Steigerung des Lichtfarbeindrucks gerade bei niedrigsten Helligkeiten.

[0023] Wenn die Leerperioden T_o zu Null geschrumpft sind, kann zur Variation der Stromintegrale auch ohne Änderung der Zeitspannen t immer noch eine Beeinflussung der Längen der nun unmittelbar aufeinander folgenden und dadurch bereits die Zyklus-Längen Z ausmachenden, im Vergleich zu den Zeitspannen t sehr niederfrequenten Arbeitsperioden T_a aus dem Prozessor 18 heraus erfolgen, wie in Fig.4 skizziert. Ein fließender Wechsel der Ansteuerung nach Fig.3 auf diejenige nach Fig.4 ermöglicht wegen der zunehmend feiner resultierenden Stromrasterung gewissermaßen einen dynamischen Übergang von niedriger auf niedrigste Helligkeit unter Kompensation der sonst dabei auftretenden Farbortverschiebungen in den Abstrahlungen der einzelnen Arrays 12, bis schließlich in den ganz abgeschalteten Zustand der Lichtabstrahlung hinein - ohne dass dafür

die Funktionsgrenzen des Prozessors 18 überbeanspruchende, da frequenzkritisch kurze, Stromfluss-Zeitspannen t erforderlich wären.

[0024] Eine andererseits hellere Abstrahlung aus der Leuchte 11, also weniger starke Dimmung, ist für den Betrieb des Prozessors 18 wegen der dann verlängerten Stromfluss-Zeitspannen t unkritisch. Deshalb kann dann auf eine Variation der Zykluslängen Z zur Beeinflussung des Stromintegrals durch die Arrays 12 ganz verzichtet werden, und es wird auf herkömmlichen Betrieb mit variablen Zeitspannen t in der unmittelbaren Aufeinanderfolge eines starren Periodenrasters T_a (also auch ohne zwischengeschaltete Leerperioden T_o) umgeschaltet. Auch solch ein Umschalten von variablen auf starre Zyklen $Z = T_a$ erfolgt zweckmäßigerweise am Ende eines Zyklus Z , um Farbwechsel gleich zu vermeiden, die sonst sofort über die einzelnen Zeitspannen t erst wieder ausgegeregelt werden müssten.

[0025] In den Zeitdiagrammen der Fig.2 bis Fig.4 ist berücksichtigt, dass die innerhalb der Arbeitsperioden T_a , T'_a auftretenden, variablen Stromfluss-Zeitspannen t_r , t_g und t_b möglichst gegeneinander versetzt einsetzen sollen, nämlich ab Periodenbeginn, um die Periodenmitte herum und vor Periodenende.

[0026] Solche Verschachtelung vermeidet visuell störende Stroboskopeffekte, wie sie auftreten können, wenn Farben derart sequentiell angesteuert werden, dass stets nur gerade eine der Grundfarben leuchtet; bzw. allgemein, wenn Licht mit sehr niedriger Frequenz (wesentlich unter 100 Hz) erzeugt wird.

[0027] Aus einem hochfrequenten (typisch 400 Hz aufweisenden) Wechselspannungs-Bordnetz 20 wird ein Netzgerät 21 mit Spannungswandler 22 zum Bereitstellen der Versorgungsspannung 14 gespeist. Durch einen Puffer 23 hoher Kapazität (und eine in der Zeichnung nicht berücksichtigte Spannungsregelung) werden Lastwechsel abgefangen. Insbesondere steht die im Puffer 23 gespeicherte Energie zur Verfügung, wenn eine LED gerade während des Spannungsnulldurchganges des Bordnetzes 20 eingeschaltet wird. Der Puffer 23 wird dann bis zum nächsten Nulldurchgang des Bordnetzes 20 nachgeladen. Um dabei vom Wirkungsgrad abhängige Brummscheinungen zu vermeiden, muss der Puffer 23, typischerweise ein Elektrolytkondensator, recht groß bemessen sein, was einen erheblichen Kostenfaktor darstellt. Die Einschalt-Verschachtelung der Dioden reduziert aber die Beanspruchung des Netzgerätes 21, so dass ein preisgünstigerer kleinerer Puffer 23 eingesetzt werden kann.

[0028] Bei einer Arbeitsperiode T_a von im Mittel 3 ms Länge (entsprechend 333 Hz) entsteht mit der Bordfrequenz von 400 Hz eine Schwebung um 67 Hz, die sich ohne schaltungstechnischen Mehraufwand gut ausregeln lässt. Vor allem ist diese Wiederholrate so hoch, dass ein Lichtflimmern aufgrund von Schwebungerscheinungen wegen Ansteuerung von Lichtquellen in einander benachbarten Frequenzbändern nicht auftritt.

[0029] Zum Herabdimmern der Helligkeit des Mischfar-

ben-Lichts aus einer LED-Leuchte 11 mit LED-Arrays 12r, 12g, 12b unterschiedlicher Farbabstrahlungen, insbesondere in der Fluggastkabine eines Verkehrsflugzeuges, werden also während zunächst herkömmlicherweise konstanter Arbeitsperioden-Längen T_a die über die verschiedenen Arrays 12 unterschiedlich einstellbaren Stromfluss-Zeitspannen t_r, t_g, t_b - ausgehend vom Nennstrom (typisch um 25 mA) für maximale Helligkeit - schrittweise verkürzt, bis in einem der Arrays 12 eine Aussteuerung (ein Dimmgrad) von typisch nur noch 1% der normalen Helligkeit erreicht ist. Ehe dann in der Array-Ansteuerung Frequenzkomponenten auftreten, die mit Licht der Frequenz des Bordnetzes 20 etwa zu Schwebungserscheinungen führen können, oder wenn die Kodierungstiefe des stromsteuernden Prozessors 18 bzw. das Ansprechverhalten der Konstantstromsenken 16 hinter den LED-Arrays 12 ein weiteres Abdimmen durch weitere Verkürzung der Stromflusssauern t in jedenfall einem der Arrays 12 nicht mehr zulassen, erfolgt erfindungsgemäß zu weiterem und noch feinstufigerem Abdimmen eine Verlängerung der Zyklen Z durch Verlängern der Arbeitsperioden T_a und / oder durch Einfügen konstanter oder variierbarer Längen von stromlosen Leerperioden T_o zwischen aufeinanderfolgenden Arbeitsperioden T_a , nämlich zu weiterer Verringerung der Stromintegrale in den Arrays 12 über dem aktuellen Zyklus Z auch ohne weiteres Verkürzen einer schon kritisch kurzen Stromfluss-Zeitspanne t selbst, erforderlichenfalls unter Anpassen der Stromfluss-Zeitspannen t an die gewünschte Abstrahl-Intensität und Farbe bei den anderen Arrays 12. Das ermöglicht mit der eingeführten Schaltungstechnologie für die Konstantstromsenken 16 in den LED-Arrays 12 und ohne Steigerung der Kodierungstiefe im Prozessor 18 für die stufige Stromfluss-Zeitsteuerung t eine feine Farbkorrektur für konstant bleibenden Mischfarbeneindruck auch noch bei extrem kleinen Helligkeiten, bis hin zu einem gleitenden Übergang in die Licht-AUS-Situation; bzw. umgekehrt beim Einschalten trotz sehr langsamen Aufdimmens ein farbkonstantes Mischfarben-Licht aus der LED-Leuchte 11. Dabei ermöglicht diese mit herkömmlicher Hardware im Ergebnis extrem feinstufig erreichte wirksame Stromvariation eine Gamut-Farbkorrektur (also Kompensation der bei Stromverringern zum Langwelligen hin auftretenden Farbortverschiebung in der Normfarbtafel, durch geringfügige Beeinflussen der Helligkeiten der beigemischten Grundfarben) auch schon bei geringster Helligkeit, sowie eine Kompensation alterungsbedingter, farbabhängig unterschiedlicher Helligkeitsverluste in den verschiedenen LED-Arrays 12.

Bezugszeichenliste

[0030]

- 11 Leuchte (mit 12)
- 12 Array (aus 13)
- 13 Leuchtdiode (LEDs)

- 14 Versorgungsspannung (für 12)
- 15 Gerätemasse (von 11)
- 16 Konstantstromsenke (in Serie zu 12)
- 17 Emitterwiderstand (bei 16)
- 5 18 Prozessor
- 19 Steuersignal (an 18 für t und gegebenenfalls für T)
- 20 Bordnetz
- 21 Netzgerät (an 20)
- 10 22 Spannungswandler (in 21)
- 23 Puffer (in 21 zwischen 22 und 11)
- t Zeitspannen (t_r, t_g, t_b für 12r, 12g, 12b während T_a)
- T, T' Perioden (T_a = Arbeitsperiode; T_o = Leerperiode)
- 15 Z, Z' Zyklen (T_a bzw. T_a+T_o)

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zum Dimmen des von LED-Leuchten (11) abgestrahlten Lichts, insbesondere in der Fluggastkabine eines Verkehrsflugzeuges, durch Verändern von LED-Stromfluss-Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b) während zyklisch aufeinanderfolgender Arbeitsperioden (T_a), wobei ein Ansteuer-Zyklus (Z, Z') für über mehrfarbige LED-Arrays (12) unabhängig voneinander vorgebbare, durch die Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b) des jeweiligen Stromflusses in den LED-Arrays (12) gegebene Stromfluss-Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b), einer Variation seiner Zyklus-Länge unterworfen wird, wobei der Ansteuer-Zyklus (Z, Z') eine die Stromfluss-Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b) umfassende Arbeitsperiode (T_a) umfasst, wobei die Stromfluss-Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b) bezogen auf den Beginn einer Arbeitsperiode (T_a) zeitlich gegeneinander versetzt einsetzen, wobei die Stromfluss-Zeitspanne (t, t_r, t_g, t_b) eines der LED-Arrays (12) zu Beginn einer jeden Arbeitsperiode (T_a) einsetzt, die Stromfluss-Zeitspanne (t, t_r, t_g, t_b) in einem andersfarbigen LED-Array (12) mit dem Ende der jeweiligen Arbeitsperiode (T_a) endet, und wobei die Stromfluss-Zeitspanne (t, t_r, t_g, t_b) in einem weiteren der LED-Arrays (12) jeweils zeit-symmetrisch zur Mitte der Arbeitsperiode (T_a) liegt.
- 25 2. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die Zyklus-Länge variiert wird, wenn wenigstens eines der LED-Arrays (12) über eine im Verhältnis zur jeweiligen Arbeitsperioden-Länge nur kurze Zeitspanne bestromt wird.
- 30 3. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die Variation der Zyklus-Länge einsetzt, wenn in wenigstens einem der LED-Arrays (12) eine hardwaretechnisch kürzestmögliche Stromfluss-Zeitspanne (t, t_r, t_g, t_b) auftritt.
- 35 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-
- 40
- 45
- 50
- 55

che, wobei die Längen der Arbeitsperioden (T_a), in denen die Stromfluss-Zeitspannen (t, t_r, t_g, t_b) auftreten, variiert werden.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Folge der Zyklen (Z, Z') sich je aus der Aufeinanderfolge einer bestromten Arbeitsperiode (T_a) und wenigstens einer stromlosen Leerperiode (T_o) zusammensetzt.
6. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei Längen der Leerperioden (T_o) variiert werden.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Umschalten zwischen unterschiedlichen Zyklus-Längen jeweils an einem Zyklusende erfolgt.

Claims

1. Method for dimming the light emitted from LED lights (11), in particular in the passenger cabin of an airliner, by variation of LED current-flow time intervals (t, t_r, t_g, t_b) during cyclically successive working periods (T_a), wherein a drive cycle (Z, Z') for current-flow time intervals (t, t_r, t_g, t_b) which can be determined independently of one another over multicolour LED arrays (12) and are given by the time intervals (t, t_r, t_g, t_b) of the respective current flow in the LED arrays (12) is subject to variation of its cycle length, wherein the drive cycle (Z, Z') comprises a working period (T_a) comprising the current-flow time intervals (t, t_r, t_g, t_b), wherein the current-flow time intervals (t, t_r, t_g, t_b) with respect to the start of a working period (T_a) start with a time offset between them, wherein the current-flow time interval (t, t_r, t_g, t_b) of one of the LED arrays (12) starts at the start of each working period (T_a), and the current-flow time interval (t, t_r, t_g, t_b) in an LED array (12) of a different colour ends upon the end of the respective working period (T_a), and wherein the current-flow time interval (t, t_r, t_g, t_b) in a further one of the LED arrays (12) is in each case symmetrical in time with respect to the centre of the working period (T_a).
2. Method according to the preceding claim, wherein the cycle length is varied when current flows through at least one of the LED arrays (12) over a time interval which is only short in comparison to the respective working period length.
3. Method according to the preceding claim, wherein the variation of the cycle length starts when a current-flow time interval (t, t_r, t_g, t_b) which is as short as possible from the hardware point of view occurs in at least one of the LED arrays (12).

4. Method according to one of the preceding claims, wherein the lengths of the working periods (T_a) in which the current-flow time intervals (t, t_r, t_g, t_b) occur are varied.

5. Method according to at least one of the preceding claims, wherein the sequence of the cycles (Z, Z') is in each case composed of the sequence of a working period (T_a) during which current flows and at least one no-load period (T_o) during which no current flows.
6. Method according to the preceding claim, wherein lengths of the no-load periods (T_o) are varied.
7. Method according to one of the preceding claims, wherein switching between different cycle lengths in each case takes place at a cycle end.

Revendications

1. Procédé d'atténuation de la lumière rayonnée par des lampes à DEL (11), en particulier dans la cabine d'un avion commercial, par modification des intervalles de temps de passage de courant de DEL (t, t_r, t_g, t_b) pendant des périodes de fonctionnement cycliques consécutives (T_a), dans lequel un cycle d'attaque (Z, Z') correspondant à des intervalles de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b) pouvant être prédéterminés indépendamment les uns des autres à travers des réseaux de DEL (12) multicolores et donnés par les intervalles de temps (t, t_r, t_g, t_b) du passage de courant respectif dans les réseaux de DEL (12), est soumis à une variation de sa longueur de cycle, dans lequel le cycle d'attaque (Z, Z') comprend une période de fonctionnement (T_a) comprenant les intervalles de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b), dans lequel les intervalles de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b) commencent de manière décalée temporellement les uns par rapport aux autres par rapport au début d'une période de fonctionnement (T_a), dans lequel l'intervalle de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b) de l'un des réseaux de DEL (12) commence au début d'une période de fonctionnement (T_a) respective, l'intervalle de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b) dans un réseau de DEL (12) d'une autre couleur se termine à la fin de la période de fonctionnement (T_a) respective, et dans lequel l'intervalle de temps de passage de courant (t, t_r, t_g, t_b) dans un autre des réseaux de DEL (12) est disposé respectivement de manière symétrique dans le temps par rapport au milieu de la période de fonctionnement (T_a).
2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la longueur de cycle est amenée à varier lors-

qu'au moins l'un des réseaux de DEL (12) n'est alimenté en courant que pendant un court intervalle de temps par rapport à la longueur des périodes de fonctionnement respectives.

5

3. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la variation de la longueur de cycle commence lorsqu'un intervalle de temps de passage de courant (t , t_r , t_g , t_b) le plus court possible du point de vue du matériel se produit dans au moins l'un des réseaux de DEL (12). 10
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les longueurs des périodes de fonctionnement (T_a) lors desquelles les intervalles de temps de passage de courant (t , t_r , t_g , t_b) se produisent, sont amenées à varier. 15
5. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la séquence des cycles (Z , Z') se compose respectivement de la succession d'une période de fonctionnement (T_a) avec passage de courant et d'au moins une période à vide (T_o) sans passage de courant. 20
6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les longueurs des périodes à vide (T_o) sont amenées à varier. 25
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un basculement entre des longueurs de cycle différentes est respectivement effectué à la fin d'un cycle. 30

35

40

45

50

55

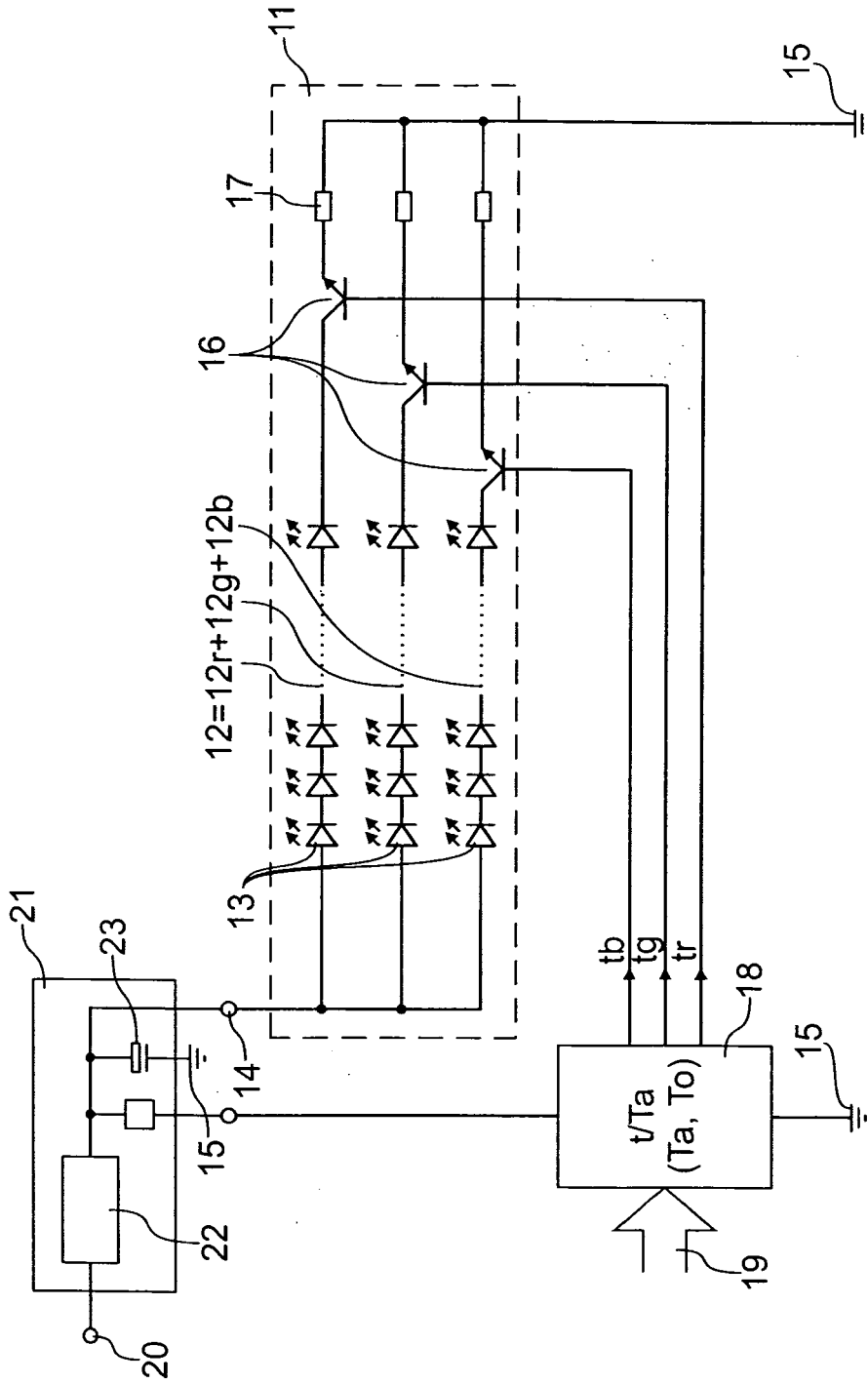


Fig. 1

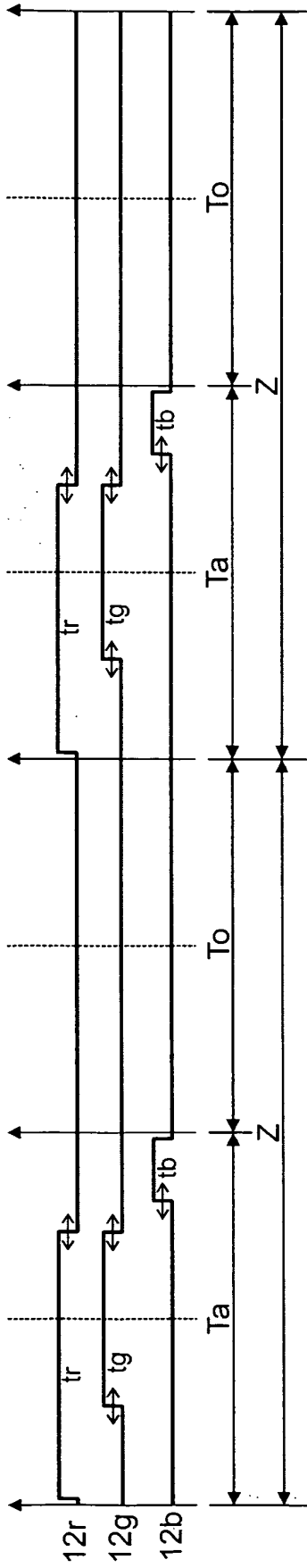


Fig. 2

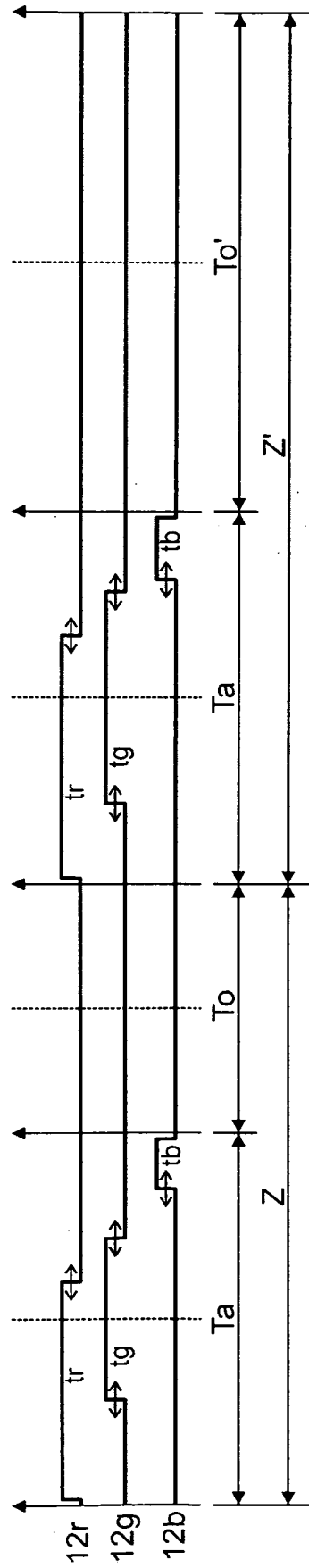


Fig. 3

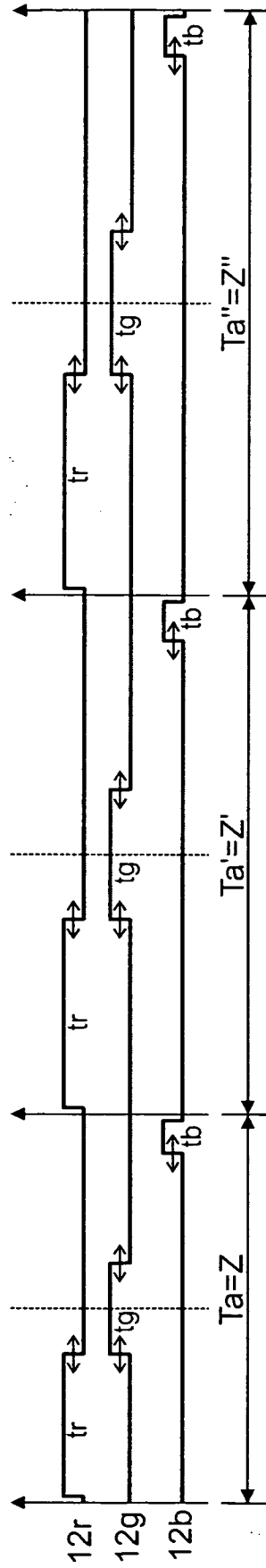


Fig. 4

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 102005016729 B3 [0002]
- DE 102005054541 A1 [0007]