



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2015 Patentblatt 2015/43

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

(21) Anmeldenummer: **15000623.7**

(22) Anmeldetag: **04.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Nieberlein, Uwe**
91154 Roth (DE)
• **Jordan, Jens**
90411 Nürnberg (DE)

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

(30) Priorität: **15.04.2014 DE 102014005583**

(71) Anmelder: **Diehl Aerospace GmbH**
88662 Überlingen (DE)

(54) **LED-Beleuchtungsanordnung mit Farbmischung**

(57) LED-Beleuchtungen haben gegenüber thermischen Lichtquellen den Vorteil, dass diese sehr klein und zugleich in unterschiedlichen Farben kommerziell erhältlich sind, sodass es wobei es kostengünstig und zugleich bauraumsparend möglich ist, farbige Beleuchtungen zu erzeugen. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine LED-Beleuchtungsanordnung mit einer Farbmischungsfunktionalität auszustatten, welche sich durch eine hohe Effizienz und zugleich eine geringe Anzahl von Bauteilen auszeichnet.

Hierzu wird eine LED-Beleuchtungsanordnung 1 mit einer Farbmischeinheit 7, wobei die Farbmischeinheit 7 mindestens eine erste und eine zweite Farbgruppe 9a, b, c von LEDs aufweist, wobei sich die LEDs der Farbgruppen 9 a, b, c durch die Leuchtfarbe R, B, G unterscheiden, mit einer Spannungsversorgung 5 zur Versorgung der Farbmischeinheit mit einer Versorgungsspannung 13, wobei die Versorgungsspannung 13 die Form einer gleichgerichteten Wechselspannung aufweist, wobei eine Wiederholfrequenz von Halbwellen H1, H2, H3 der Versorgungsspannung eine Spannungsfrequenz definiert, und mit einer Steuereinrichtung 8 zur selektiven Aktivierung und Deaktivierung der Farbgruppen 9 a, b, c, wobei die Farbmischeinheit 7 durch die selektiv aktivierten und deaktivierten Farbgruppen 9 a, b, c eine Mischfarbe M1, M2, M3 erzeugt, vorgeschlagen, wobei eine Wiederholfrequenz von einem Farbzeitfenster F eine Farbmischfrequenz definiert, wobei die Steuereinrichtung 8 ausgebildet ist, die Farbgruppen 9a, b, c derart anzusteuern, dass diese innerhalb des Farbzeitfensters F nacheinander aktiviert werden, um die Mischfarbe M1,

M2, M3 während des Farbzeitfensters F zu erzeugen.

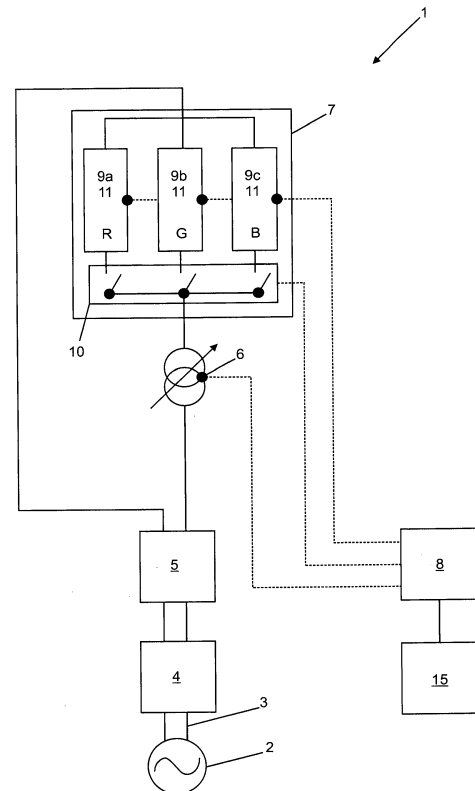


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine LED-Beleuchtungs-
vorrichtung mit Farbmischung, welche die Merkmale des
Oberbegriffs des Anspruchs 1 aufweist. Die Erfindung
betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben der LED-Be-
leuchtungsanordnung.

[0002] LED-Beleuchtungen haben gegenüber thermi-
schen Leuchtquellen den Vorteil, dass diese sehr klein
und zugleich in unterschiedlichen Farben kommerziell
erhältlich sind, sodass es kostengünstig und zugleich
bauraumsparend möglich ist, farbige Beleuchtungen zu
erzeugen. Ein Anwendungsgebiet von farbigen Beleuch-
tungen ist die Innenraumbeleuchtung, wie zum Beispiel
bei einem Flugzeug. Hier kann durch eine farbige Be-
leuchtung eine Ambiente-Beleuchtung umgesetzt wer-
den, wobei zum Beispiel in Abhängigkeit der Tageszeit
unterschiedliche Beleuchtungsfarben gewählt werden
können.

[0003] Insbesondere bei Flugzeugen stehen von Sei-
ten des Bordnetzes Wechselspannungsversorgungen
bereit. Da auf der einen Seite ein Betrieb von LEDs mit
Wechselspannung nicht möglich ist und auf der anderen
Seite übliche Schaltnetzteile einen hohen apparativen
Aufwand haben, werden in den Patentanmeldungen DE
10 2012 006 315 A1, DE 10 2012 006 316 A1, DE 10
2012 006 341 A1 beziehungsweise DE 10 2012 006 343
A1 LED-Anordnungen beschrieben, welche jeweils eine
Mehrzahl von LEDs aufweisen, wobei die LEDs mitein-
ander flexibel verschaltet werden können, sodass die
LEDs in ihrer Gesamtheit unterschiedliche Durchlass-
spannungen realisieren können. Diesen LED-Anordnun-
gen wird eine gleichgerichtete Wechselspannung als
Versorgungsspannung zugeführt, wobei eine Steuerein-
richtung dafür sorgt, dass die LED-Anordnung einen
Schaltungszustand annimmt, der einem aktuellen Span-
nungswert der Versorgungsspannung entspricht. Auf
diese Weise ist es möglich, die LED-Anordnung mit einer
Gleichrichterschaltung, jedoch ohne ein Schaltnetzteil,
an einer Wechselspannungsversorgung zu betreiben. In
den Anmeldungen ist auch erwähnt, dass die LEDs un-
terschiedliche Farben aufweisen können.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine
LED-Beleuchtungsanordnung mit einer Farbmischungs-
funktionalität auszustatten, welche sich durch eine hohe
Effizienz und zugleich eine geringe Anzahl von Bauteilen
auszeichnet. Diese Aufgabe wird durch eine LED-Be-
leuchtungsanordnung mit den Merkmalen des An-
spruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen
des Anspruchs 15 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte
Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den
Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung so-
wie den beigefügten Figuren.

[0005] Im Rahmen der Erfindung wird eine LED-Be-
leuchtungsanordnung vorgeschlagen, welche zur Be-
leuchtung eines Innenraums geeignet und/oder ausge-
bildet ist. Besonders bevorzugt ist die LED-Beleuch-
tungsanordnung zur Beleuchtung eines Passagier-

raums eines Flugzeugs ausgebildet. Optional bildet ein
Flugzeug mit einer oder mehreren derartiger LED-Be-
leuchtungsanordnungen einen weiteren Gegenstand
der Erfindung.

[0006] Die LED-Beleuchtungsanordnung umfasst ei-
ne Farbmischeinheit, wobei die Farbmischeinheit min-
destens eine erste und eine zweite Farbgruppe von LEDs
aufweist. Unter LEDs werden lichtemittierende Dioden
verstanden. Die Farbmischeinheit ist bevorzugt als eine
funktionale Einheit ausgebildet, wobei die LEDs der min-
destens zwei Farbgruppen auf einer Fläche vorzugswei-
se beliebig verteilt angeordnet sind. Die LEDs der Farb-
gruppen unterscheiden sich farbgruppenabhängig durch
deren Leuchtfarbe. So kann eine Farbgruppe aus-
schließlich grüne LEDs, eine andere Farbgruppe aus-
schließlich rote LEDs, eine andere Farbgruppe aus-
schließlich blaue LEDs aufweisen. Bevorzugt weist jede
der Farbgruppen ausschließlich LEDs einer Leuchtfarbe
auf. Weitere Leuchtfarben, wie zum Beispiel Orangefar-
ben oder Weiß sind ebenfalls möglich. In jeder Farbgrup-
pe sind vorzugsweise mindestens fünf, insbesondere
mindestens zehn LEDs angeordnet.

[0007] Die LED-Beleuchtungsanordnung weist eine
Spannungsversorgung auf, welche zur Versorgung der
Farbmischeinheit mit einer Versorgungsspannung aus-
gebildet ist. Die Versorgungsspannung weist die Form
einer gleichgerichteten Wechselspannung auf. Beson-
ders bevorzugt ist die LED-Beleuchtungsanordnung für
eine Wechselspannungsversorgung ausgebildet. Bei
der Wechselspannungsversorgung kann es sich bei-
spielsweise um ein öffentliches Stromnetz mit einer ef-
fektiven Netzspannung von 230 Volt und einer Netzfre-
quenz von 50 Hertz handeln. Besonders bevorzugt weist
die Wechselspannungsversorgung eine Effektivspan-
nung zwischen 100 und 150 Volt, insbesondere 115 Volt,
und eine Netzfrequenz zwischen 100 Hertz und 800
Hertz, insbesondere zwischen 150 Hertz und 400 Hertz
auf. Besonders bevorzugt ist die Wechselspannungsver-
sorgung in dem Flugzeug bereitgestellt. Die Spannungs-
versorgung kann eine Gleichrichtereinrichtung umfas-
sen, welche die Wechselspannung der Wechselspan-
nungsversorgung in die gleichgerichtete Wechselspan-
nung als Versorgungsspannung mit einem Versorgungs-
strom gleichrichtet. Bei der Gleichrichtereinrichtung kann
es sich beispielsweise um eine Brückenschaltung han-
deln. Die Wechselspannung ist besonders bevorzugt als
eine Sinusspannung ausgebildet, bei alternativen Aus-
führungsformen kann es sich auch um eine verzerrte Si-
nusspannung oder um eine andere alternierende Wech-
selspannung handeln. Die Versorgungsspannung als
gleichgerichtete Wechselspannung ist insbesondere mit
regelmäßig wiederholenden, vorzugsweise sinusförm-
igen Halbwellen ausgebildet. Die Wiederholfrequenz der
Halbwellen der Versorgungsspannung definiert eine
Spannungsfrequenz. Insbesondere ist die Spannungs-
frequenz der Versorgungsspannung doppelt so hoch wie
die Frequenz der Wechselspannung der Wechselspan-
nungsversorgung, da diese durch ein "Umklappen" der

negativen Halbwellen erzeugt wird.

[0008] Die LED-Beleuchtungsanordnung umfasst eine Steuereinrichtung zur selektiven Aktivierung und Deaktivierung der Farbgruppen, wobei die Farbmischeinheit durch die selektiv aktivierten und deaktivierten Farbgruppen eine Mischfarbe insbesondere für einen menschlichen Nutzer erzeugt. Die Mischfarbe ist besonders bevorzugt als eine stationäre oder quasi stationäre Mischfarbe ausgebildet, wobei ein Wechsel der Mischfarbe mit einer Frequenz kleiner als 10 Hertz, vorzugsweise kleiner als 1 Hertz, erfolgt.

[0009] Im Rahmen der Erfindung wird ein Farbzeitfenster definiert, welches sich mit einer Farbmischfrequenz wiederholt. Das Farbzeitfenster stellt ein Beschreibungshilfsmittel für das zeitliche Verhalten der LED-Beleuchtungsanordnung dar. Die Steuereinrichtung ist ausgebildet, die Farbgruppen derart anzusteuern, dass diese innerhalb des Farbzeitfensters nacheinander aktiviert werden, um die Mischfarbe während des Farbzeitfensters zu erzeugen. Innerhalb eines Farbzeitfensters werden somit die Farbgruppen nacheinander aktiviert, um die Mischfarbe zu erzeugen. Ein Farbzeitfenster beschreibt somit genau einen zeitlichen Durchlauf sämtlicher Farbgruppen der Farbmischeinheit. Mit anderen Worten beginnt ein Farbzeitfenster bei der Aktivierung der ersten Farbgruppe und endet zum Zeitpunkt des Deaktivierens der letzten Farbgruppe. Das Farbzeitfenster beschreibt also genau die Dauer, während der sämtliche Farbgruppen der Farbmischeinheit genau einmal aktiviert waren. Ein oder mehrere Farbzeitfenster definieren eine Farbperiode. Insbesondere umfasst eine Farbperiode genau ein Farbzeitfenster.

[0010] Es ist dabei eine Überlegung der Erfindung, dass eine Mischfarbe insbesondere für den menschlichen Beobachter dadurch erzeugt werden kann, dass zugleich LEDs mit unterschiedlichen Leuchtfarben aktiviert werden. Es ist jedoch alternativ und hier erfindungsgemäß möglich, LEDs unterschiedlicher Farbgruppen abwechselnd schnell hintereinander zu aktivieren und zu deaktivieren, um auf diese Weise insbesondere für den menschlichen Beobachter die Mischfarbe zu erzeugen, obwohl - zeitlich aufgelöst - unterschiedliche Leuchtfarben nacheinander angezeigt werden und/oder die unterschiedlichen Leuchtfarben nacheinander, zeitversetzt und insbesondere überlappungsfrei ausgestrahlt werden. Die Mischfarbe wird somit durch ein zeitliches Multiplexen der unterschiedlichen Leuchtfarben erzeugt. Die Erzeugung der Mischfarbe beruht darauf, dass insbesondere der menschliche Beobachter nicht in der Lage ist, Änderungen mit einer Frequenz z.B. größer als 30 Hertz oder 50 Hertz aufzulösen, stattdessen werden die unterschiedlichen Leuchtfarben optisch akkumuliert und integriert.

[0011] Durch das zeitliche Multiplexen der Farbgruppen kann somit eine flexible LED-Beleuchtungsanordnung umgesetzt werden, welche zum einen einen Farbmischbetrieb ermöglicht und zum anderen aufgrund der Versorgungsspannung mit gleichgerichteter Wechsel-

spannung nur wenige Komponenten benötigt.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Steuereinrichtung ausgebildet, die Farbmischeinheit so anzusteuern, dass jeweils zeitgleich oder gleichzeitig maximal nur genau eine Farbgruppe aktiviert ist. Diese Ausgestaltung unterstreicht nochmals die erfinderische Idee, die Farbgruppen nacheinander und in dieser Ausgestaltung bevorzugt ausschließlich alternativ zu aktivieren, um die Mischfarbe während des Farbzeitfensters zu erzeugen.

[0013] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei einer Mischfarbe, welche aus mindestens zwei Farbgruppen in dem Farbzeitfenster dargestellt werden soll während eines Farbzeitfensters mindestens oder genau ein Umschaltvorgang zwischen den Farbgruppen erfolgt. Besonders bevorzugt entspricht die Anzahl der Umschaltvorgänge für eine Mischfarbe, die aus Leuchtfarben aller Farbgruppen dargestellt ist, der Anzahl der Farbgruppen minus 1, um die Umschaltvorgänge minimal zu halten. Bei einer weiteren Ausführungsform erfolgt höchstens ein, also genau ein oder kein Umschaltvorgang in einer Halbwelle.

[0014] Es ist besonders bevorzugt, dass die Farbmischfrequenz größer als 30 Hertz, vorzugsweise größer als 50 Hertz, ausgebildet ist, um ein Flackern, insbesondere ein Farbflackern, beim menschlichen Beobachter zu vermeiden.

[0015] Bei einer ersten möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Farbmischfrequenz der Spannungsfrequenz entspricht und/oder dass das Farbzeitfenster zeitlich gleich lang wie eine der Halbwellen ausgebildet ist. Diese Ausgestaltung ist besonders einfach zu realisieren, da bei der Planung der Umschaltvorgänge nur eine einzige Halbwelle berücksichtigt werden muss, welche sich dann mit der Farbmischfrequenz und/oder der Spannungsfrequenz wiederholt.

[0016] Optional kann vorgesehen sein, dass die Halbwellen und die Farbzeitfenster zeitlich synchronisiert, jedoch um einen insbesondere festen und/oder konstanten Phasenwinkel zueinander zeitlich versetzt angeordnet sind. So ist es nicht notwendig, dass die Mischfarbe innerhalb einer Halbwelle erzeugt wird, es ist dagegen möglich, dass die Mischfarbe durch die zweite Hälfte einer ersten Halbwelle und durch die erste Hälfte einer nachfolgenden zweiten Halbwelle realisiert wird. Auf diese Weise ist es möglich, dass zum Beispiel Umschaltvorgänge in Minima der Versorgungsspannung gelegt werden, welche zwischen den Halbwellen angeordnet sind, so dass die Umschaltvorgänge zumindest zum Teil im spannungslosen Zustand der Farbmischeinheit erfolgen können.

[0017] Unter der Berücksichtigung der Vorteile eines geschickt gewählten Phasenwinkels ist es bevorzugt, dass der Phasenwinkel in Abhängigkeit der Mischfarbe gewählt ist. So können unterschiedliche Strategien zur zeitlichen Positionierung der Umschaltvorgänge durch die freie Wahl des Phasenwinkels und/oder die mischfarbenabhängige Wahl des Phasenwinkels umgesetzt

werden. Eine erste mögliche Strategie ist, die Anzahl der Umschaltvorgänge in den Spannungsminima der Versorgungsspannung zu maximieren. Eine zweite mögliche Strategie ist es, die Umschaltvorgänge in spannungsniedrige Bereiche der Halbwellen zu legen, da eine zufällige zeitliche Verschiebung bzw. ein zeitlicher Jitter aufgrund der geringen, abgegebenen Leistung in den spannungsniedrigen Bereichen nur einen geringen Einfluss auf die Mischfarbe, hat.

[0018] Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Farbmischfrequenz kleiner als die Spannungsfrequenz ausgebildet ist, insbesondere ist die Spannungsfrequenz ein ganzzahlig Vielfaches der Farbmischfrequenz, oder - alternativ ausgedrückt - dass das Farbzeitfenster zeitlich länger als eine der Halbwellen ausgebildet ist. In dieser Ausgestaltung der Erfindung wird die Mischfarbe durch Farbanteile der Farbgruppe erzeugt, welche sich über mehr als eine aufeinanderfolgende Halbwellen verteilen. Auf diese Weise wird die gedankliche Bindung der identischen Länge von Halbwelle und Farbzeitfenster aufgegeben. In dieser Ausgestaltung kann auf das Spannungsfeld besser eingegangen werden, was zum einen darin besteht, die Umschaltvorgänge und/oder die Farbmischfrequenz so schnell beziehungsweise hoch zu halten, dass der menschliche Beobachter kein Farbflackern erkennt und zugleich die Umschaltvorgänge mit einer möglichst geringen Frequenz umzusetzen, da die Umschaltvorgänge zum einen Instabilitäten und zum anderen geringe Dunkelphasen bedeuten können.

[0019] Es ist besonders bevorzugt, dass ein Quotient zwischen der Spannungsfrequenz und der Farbmischfrequenz und/oder zwischen der zeitlichen Länge des Farbzeitfensters und der zeitlichen Länge der Halbwelle als eine rationale Zahl ausgebildet ist. Somit können Verhältnisse wie zum Beispiel 2:1, 3:1, 3:2, 4:1, 4:2, 4:3 etc. umgesetzt werden. Besonders bevorzugt ist der Wert der Spannungsfrequenz ein ganzzelliges Vielfaches des Wertes der Farbmischfrequenz und/oder die Länge des Farbzeitfensters ein ganzzelliges Vielfaches der zeitlichen Länge der Halbwelle.

[0020] Allgemeiner ausgedrückt ist es bevorzugt, dass einer Anzahl von X aufeinanderfolgenden Farbzeitfenstern eine Anzahl von Y aufeinanderfolgenden Halbwellen zugeordnet sind. Die X Farbzeitfenster definieren dabei eine Farbperiode, die Y Halbwellen eine Spannungsperiode, wobei die Farbperiode und die Spannungsperiode gleich lang ausgebildet sind. Es ist jedoch möglich, dass Farbperiode und Spannungsperiode zueinander um einen festen und/oder konstanten Phasenwinkel zueinander zeitlich versetzt angeordnet sind.

[0021] Aber auch in dieser Konstellation ist es möglich, dass der Phasenwinkel abhängig von der Mischfarbe ist. So ist es besonders bevorzugt vorgesehen, dass die Anzahl der Farbgruppen, die Anzahl der Farbzeitfenster innerhalb der Farbperiode und die Anzahl der Halbwellen innerhalb der Spannungsperiode so gewählt sind, dass pro Halbwelle nur ein Umschaltvorgang benötigt wird,

um die Mischfarbe zu erzeugen. Beispielsweise weist die LED-Beleuchtungsanordnung drei unterschiedliche Farbgruppen auf, wobei sich das Farbzeitfenster über drei Halbwellen erstreckt. Bei einer angepassten Auswahl des Phasenwinkels kann erreicht werden, dass in jeder Halbwelle nur ein Umschaltvorgang benötigt wird, um jede beliebige Mischfarbe aus den drei Farben zu erreichen. Optional ergänzend kann vorgesehen sein, dass der Phasenwinkel so gewählt wird, dass die Umschaltvorgänge zu Beginn einer Halbwelle, zum Beispiel innerhalb der ersten 30 Prozent der zeitlichen Länge einer Halbwelle, gelagert sind, da die Spannung in diesem Zeitabschnitt sehr klein ist und dadurch etwaige zeitliche Verschiebungen im Umschaltvorgang nicht deutlich bei der Mischfarbe erkennbar sind.

[0022] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erfolgt eine Veränderung des Phasenwinkels zwischen Farbperiode und Spannungsperiode bzw. zwischen Farbzeitfenster und Halbwelle im zeitlichen Verlauf. Während einer ersten Farbperiode bzw. während eines ersten Farbzeitfensters weisen Farbperiode und Spannungsperiode bzw. Farbzeitfenster und Halbwelle einen ersten Phasenwinkel auf. Während einer darauffolgenden zweiten Farbperiode weisen Farbperiode und Spannungsperiode bzw. Farbzeitfenster und Halbwelle einen davon abweichenden zweiten Phasenwinkel auf. Der zweite Phasenwinkel kann kleiner oder größer als der erste Phasenwinkel sein. Erreicht wird eine derartige Phasenverschiebung durch entsprechende Verkleinerung oder Vergrößerung der Dauer der Farbperiode bzw. des Farbzeitfensters gegenüber der Dauer der Spannungsperiode bzw. der Halbwelle. Da die Dauer der Halbwelle bzw. der Spannungsperiode üblicherweise durch das Stromnetz fest vorgegeben sind, erfolgt eine Phasenverschiebung durch Veränderung, also Verkleinerung oder Vergrößerung der Dauer des Farbzeitfensters.

[0023] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die LED-Beleuchtungsanordnung eine Schaltanordnung, wobei die Schaltanordnung ausgebildet ist, die LEDs einer Farbgruppe in mindestens zwei Schaltzustände zu versetzen, wobei sich die Schaltzustände durch die Durchlassspannung (ungleich 0V) der Farbgruppe unterscheiden. Die unterschiedlichen Durchlassspannungen der Schaltzustände werden erreicht, indem die LEDs in Abhängigkeit des Schaltzustandes in Serie beziehungsweise in Reihe oder parallel zueinander geschaltet werden, um die Durchlassspannung zu ändern. Schaltet man beispielsweise zwei LEDs mit jeweils einer Vorwärtsspannung von 3,4 Volt in Serie, so beträgt die gemeinsame Durchlassspannung 6,4 Volt. Schaltet man diese parallel, so beträgt die Durchlassspannung nur 3,4 Volt. Nach dieser Systematik können die LEDs auch in Teilgruppen - parallel und seriell - geschaltet werden, um die unterschiedlichen Durchlassspannungen zu erreichen.

[0024] Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Steuereinrichtung ausgebildet, die Farbgrup-

pen bei einer Aktivierung so anzusteuern, dass ein Schaltzustand mit einer Durchlassspannung aktiviert ist, wobei die Durchlassspannung kleiner oder gleich zu dem Momentanwert der Versorgungsspannung ist. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die LED-Leuchteinheit, insbesondere die Schaltanordnung, pro Halbwelle mindestens zwei Mal, vorzugsweise mindestens vier Mal, angesteuert wird, den Schaltzustand und damit die Durchlassspannung zu ändern.

[0025] Besonders bevorzugt ist die Steuereinrichtung ausgebildet, den Schaltzustand in der Schaltungsanordnung zu aktivieren, der die höchste Durchlassspannung aufweist, welche kleiner oder gleich zu dem Momentanwert der Versorgungsspannung ist.

[0026] Betrachtet man ein Farbzeitfenster, welches mindestens oder genau eine Halbwelle umfasst, so wird zu Beginn der Halbwelle eine Farbgruppe in einem Schaltzustand mit einer Durchlassspannung aktiviert, welche kleiner ist als der Momentanwert der Versorgungsspannung. Im weiteren zeitlichen Verlauf wird entweder - bei steigendem Momentanwert der Versorgungsspannung - der Schaltzustand der Farbgruppe geändert, sodass diese eine höhere Durchlassspannung aufweist oder auf eine andere Farbgruppe umgeschaltet, wobei diese andere Farbgruppe wieder einen Schaltzustand mit einer Durchlassspannung aufweist, welcher an den Momentanwert der Versorgungsspannung angepasst ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass eine LED-Beleuchtungsanordnung mit einer gleichgerichteten Wechselspannung als Versorgungsspannung eine konstante oder eine quasi konstante Mischfarbe ausstrahlen kann.

[0027] Die LED-Beleuchtungsanordnung ist insbesondere als eine Lampe ausgebildet. Insbesondere strahlt die Farbmischeinheit ein einheitliches oder flächiges Licht aus.

[0028] Bei einer möglichen Weiterbildung weist die LED-Beleuchtungsanordnung ein Einschaltmodul auf, wobei das Einschaltmodul ausgebildet ist, bei einem Einschalten der LED-Beleuchtungsanordnung einen konstanten Phasenversatz zwischen der Spannungsfrequenz und der Farbmischfrequenz zu erzeugen. Der Phasenversatz kann z.B. über eine Zufallsfunktion erzeugt werden. Alternativ kann der Phasenversatz anhand individueller Eigenschaften der LED-Beleuchtungsanordnung, wie z.B. MAC-ID oder dergleichen erstellt werden. Der Phasenversatz kann einen beliebigen Wert einnehmen oder ein ganzzahlig Vielfaches der Periode der Spannungsfrequenz sein. Der Vorteil des Einschaltmoduls ist es, dass bei einem parallelen Einschalten von einer Mehrzahl von baugleichen LED-Beleuchtungsanordnungen diese gezielt aus der Phase gebracht werden, so dass in einem durch die Mehrzahl der LED-Beleuchtungsanordnungen beleuchteten Raum eine verbesserte Farbdurchmischung erreicht wird.

[0029] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben der LED-Beleuchtungsanordnung wie diese zuvor beschrieben wurde. Es ist vor-

gesehen, dass die Steuereinrichtung die Farbgruppen selektiv aktiviert und deaktiviert, sodass eine Mischfarbe erzeugt wird, wobei die Farbgruppen innerhalb eines Farbzeitfensters so angesteuert werden, dass diese nacheinander aktiviert werden, um die Mischfarbe während des Farbzeitfensters zu erzeugen. Es ist vorgesehen, dass sich das Farbzeitfenster bei konstant angeählter Mischfarbe ständig wiederholt.

[0030] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm einer LED-Beleuchtungsanordnung als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figuren 2a, b, c Farbgruppen aus der LED-Beleuchtungsanordnung in der Figur 1 in verschiedenen Schaltzuständen;

Figur 3 ein Graph zur Erläuterung der Synchronisation der Aktivierung und Deaktivierung der Farbgruppen in der Figur 1;

Figuren 4a, b, c jeweils ein Kreisdiagramm zur Erläuterung der Einstellung einer Mischfarbe.

Figur 1 zeigt in einem schematischen Blockdiagramm eine LED-Beleuchtungsanordnung 1 als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung, welche in einem Flugzeug als Passagierabteilbeleuchtung anordbar oder angeordnet ist. Die LED-Beleuchtungsanordnung 1 ist z.B. als eine Flächenleuchte oder als eine indirekte Beleuchtung zur Beleuchtung einer Decke des Passagierabteils in dem Flugzeug ausgebildet.

[0031] Das Flugzeug stellt eine Wechselspannungsversorgung 2 mit einer Wechselspannung zur Verfügung. Die effektive Spannung der Wechselspannung ist beispielsweise 115 Volt, die Frequenz der Wechselspannungsversorgung 2 liegt zwischen 150 Hertz und 400 Hertz. Sowohl die effektive Spannung als auch die Frequenz der Wechselspannung können im Betrieb stark schwanken.

[0032] Nach einer Anschlussschnittstelle 3 zur Kopplung der LED-Beleuchtungsanordnung 1 mit der Wechselspannungsversorgung 2 folgt optional ein Netzfilter 4, welcher ausgebildet ist, Störungen, welche in die Wechselspannungsversorgung 2 zurückgekoppelt werden könnten, zu filtern.

[0033] Dem Netzfilter 4 ist ein Gleichrichter 5 nachgeschaltet, welcher ausgebildet ist, die anliegende Wechselspannung beziehungsweise die gefilterte Wechselspannung in eine gleichgerichtete Wechselspannung als eine Versorgungsspannung umzusetzen. Der Gleichrichter 5 ist beispielsweise als ein Brückengleichrichter

ausgebildet. Die Versorgungsspannung ist als eine gleichgerichtete Wechselspannung, insbesondere als eine pulsierende Gleichspannung, mit zeitlich aufeinanderfolgenden Halbwellen ausgebildet. Zum Beispiel ist die Versorgungsspannung durch eine Aneinanderreihung von Sinushalbwellen mit der zweifachen Frequenz der Wechselspannung der Wechselspannungsversorgung 2 ausgebildet. Die Wiederholfrequenz der Halbwellen der Versorgungsspannung definiert eine Spannungsfrequenz.

[0034] Die von dem Gleichrichter 5 bereitgestellte Versorgungsspannung beziehungsweise der entsprechende Versorgungsstrom wird nachfolgend an eine Stromsenkeneinrichtung 6 - auch elektronische Last genannt - weitergeleitet. Die Stromsenkeneinrichtung 6 ist ausgebildet, geregelt oder gesteuert Strom und damit Leistung durch Umwandlung in Wärme aus dem Schaltkreis zu entnehmen. Ausgehend von der Stromsenkeneinrichtung 6 werden eine LED-Spannung und ein LED-Strom an eine Farbmischeinheit 7 weitergeleitet.

[0035] Die LED-Beleuchtungsanordnung 1 umfasst zudem eine Steuereinrichtung 8, welche wie hier gezeigt einteilig oder alternativ mehrteilig ausgebildet sein kann und welche mindestens zur Ansteuerung der Farbmischeinheit 7 und der Stromsenkeneinrichtung 6 ausgebildet ist. Die Steuereinrichtung 8 kann zum Beispiel als ein programmierbarer Mikrocontroller realisiert sein.

[0036] Als ein Eingangssignal erhält die Steuereinrichtung 8 die Versorgungsspannung oder die Wechselspannung oder ein dazu äquivalentes oder synchronisiertes Signal. Die Farbmischeinheit 7 kann durch die Steuereinrichtung 8 kontrolliert werden, um zum einen auf unterschiedliche Amplituden der Versorgungsspannung angepasst werden zu können und zum anderen unterschiedliche Mischfarben erzeugen zu können.

[0037] Die Farbmischeinheit 7 umfasst drei Farbgruppen 9a, b, c, wobei jede der Farbgruppen 9 a, b, c eine Mehrzahl von LEDs (light emitting diodes) aufweisen, wobei sich die LEDs der Farbgruppen 9 a, b, c durch die Leuchtfarbe unterscheiden. Beispielsweise weist die Farbgruppe 9a nur rote (R) LEDs, die Farbgruppe 9b nur grüne (G) LEDs und die Farbgruppe 9c nur blaue (B) LEDs auf. Beispielsweise umfasst jede der Farbgruppen 9 a, b, c mindestens drei, vorzugsweise mindestens sechs LEDs einer Leuchtfarbe.

[0038] Um eine Mischfarbe zu erzeugen, umfasst die LED-Beleuchtungsanordnung 1 und insbesondere die Farbmischeinheit 7 eine Einrichtung 10 zum Umschalten der Farbgruppen 9a, b, c, wobei die Einrichtung 10 durch die Steuereinrichtung 8 angesteuert werden kann, sodass die Steuereinrichtung 8 über die Einrichtung 10 die Farbgruppen 9a, b, c selektiv aktivieren und deaktivieren kann. Die Einrichtung 10 kann - wie in der Figur 1 gezeigt - als eine separate Einrichtung ausgebildet sein, alternativ kann diese jedoch auch in die Farbgruppen 9a, b, c integriert sein. Funktional betrachtet ist es möglich, durch die Ansteuerung über die Steuereinrichtung 8 die Einrichtung 10 derart zu kontrollieren, dass die Farb-

mischeinheit 7 eine Mischfarbe erzeugt.

[0039] Zudem umfassen die Farbgruppen 9a, b, c jeweils eine Schaltanordnung 11, welche es ermöglicht, die Farbgruppen 9a, b, c über die Steuereinrichtung 8 in unterschiedliche Schaltungszustände zu schalten, um auf unterschiedliche Amplituden der Versorgungsspannung reagieren zu können.

[0040] Die Figur 2a zeigt beispielhaft eine der Farbgruppen - in diesem Beispiel die Farbgruppe 9a - mit einer Schaltanordnung 11 in einer stark schematisierten Darstellung. Die Farbgruppe 9a, umfasst einen Eingang E und einen Ausgang A beziehungsweise einen ersten und einen zweiten Pol, über welche die Farbgruppe 9a an die in der Figur 1 dargestellte Spannungsversorgung angeschlossen wird.

[0041] Die Farbgruppe 9a umfasst in diesem Beispiel vier LED-Teilgruppen 12a, b, c, d, wobei jede LED-Teilgruppe 12a, b, c, d mindestens eine LED aufweist. Insbesondere weist jede LED-Teilgruppe 12a, b, c, d die gleiche Durchlassspannung - auch Vorwärtsspannung genannt - auf. Die LEDs in den LED-Teilgruppen 12a, b, c, d können - wie symbolisch in den Figuren 2a, b, c dargestellt - in jeder der LED-Teilgruppen 12a, b, c, d seriell (beziehungsweise in Reihe) zueinander geschaltet sein. Bei abgewandelten Ausführungsbeispielen können die LEDs in den LED-Teilgruppen 12a, b, c, d auch parallel, seriell oder parallel und seriell gemischt zueinander verschaltet sein. In diesem Ausführungsbeispiel weist jede LED-Teilgruppe 12a, b, c, d die gleiche Durchlassspannung auf. Die vier LED-Teilgruppen 12a, b, c, d sind in dem in der Figur 2a gezeigten ersten Schaltungszustand I der Farbgruppe 9a elektrisch parallel zueinander angeordnet, sodass die Durchlassspannung der Farbgruppe 9a der Durchlassspannung einer der LED-Teilgruppen 12a, b, c, d entspricht.

[0042] In der Figur 2b ist ein zweiter Schaltungszustand II dargestellt, wobei die LED-Teilgruppen 12a, b, c, d in der Farbgruppe 9a nur zum Teil elektrisch seriell (in Reihe) miteinander verbunden sind. Beispielsweise ist vorgesehen, dass in der ersten Gruppe die LED-Teilgruppen 12a, b zueinander parallel angeordnet sind und in der zweiten Gruppe die LED-Teilgruppen 12c, d ebenfalls parallel zueinander angeordnet sind, jedoch die beiden Gruppen zueinander seriell angeordnet sind. In dem Schaltungszustand II entspricht die Durchlassspannung der Farbgruppe 9a nun der zweifachen Durchlassspannung einer der LED-Teilgruppen 12a, b, c, d.

[0043] In der Figur 2c ist ein dritter Schaltungszustand III dargestellt, wobei nun alle vier LED-Teilgruppen 12a, b, c, d zueinander elektrisch seriell (in Reihe) angeordnet sind. Die Durchlassspannung der Farbgruppe 9a entspricht nun der vierfachen Durchlassspannung einer der LED-Teilgruppen 12a, b, c, d.

[0044] Die Schaltanordnung 11 ist ausgebildet, die Farbgruppe 9a in die unterschiedlichen Schaltungszustände I, II, III zu schalten. Eine entsprechende Schaltanordnung 11 für diese Art der Umschaltung lässt sich zum Beispiel mit Hilfe von Dioden und Transistoren

realisieren.

[0045] Die Art der Umschaltung auf verschiedene Schaltungszustände ist jedoch nicht auf das beschriebene Beispiel begrenzt, sondern kann auch durch andere Schaltungsanordnungen erreicht werden, wie zum Beispiel die in der Einleitung genannten LED-Beleuchtungs-
5 vorrichtungen. Es ist auch möglich, dass in den Schaltungszuständen die LED-Teilgruppen 12a, b, c, d deaktiviert werden.

[0046] Die anderen Farbgruppen 9b, c können ebenfalls Schaltungsanordnungen 11 aufweisen, sodass auch diese Farbgruppen 9b, c in unterschiedliche Schaltungszustände mit unterschiedlichen Durchlassspannungen gebracht werden können. Die Auswahl der Schaltungszustände erfolgt durch die Steuereinrichtung 8. Es ist insbesondere möglich, dass die Einrichtung 10 in den Schaltanordnungen 11 integriert ist.

[0047] In der Figur 3 sind stark schematisiert Halbwellen H1, H2, H3 der Versorgungsspannung 13 über die Zeit t aufgetragen, wobei dargestellt ist, dass die Schaltungszustände I, II - zunächst unabhängig von einer Leuchtfarbe betrachtet - stets so gewählt sind, dass die Durchlassspannung kleiner ist als ein Momentanwert der Versorgungsspannung 11. Auf der anderen Seite wird die Farbmischeinheit 7 immer auf den Schaltungszustand gesetzt, der die maximale Durchlassspannung hat, um Leistungsverluste zu minimieren.

[0048] Ohne weitere Maßnahmen würde der LED-Strom und daraus resultierend der Versorgungsstrom und letztlich der Netzstrom aufgrund der Umschaltvorgänge in der Farbmischeinheit 7 zu einem Netzstromverlauf führen, welcher durch Inhomogenitäten und Zacken geprägt ist. Um jedoch einen hohen Leistungsfaktor von z.B. größer als 0,99 zu erreichen, steuert die Steuereinrichtung 8 die Stromsenkeneinrichtung 6 so an, dass der Versorgungsstrom und damit der Netzstrom synchron zu der Versorgungsspannung beziehungsweise synchron zu der Wechsellspannung beziehungsweise zu der Netzspannung verläuft. Insbesondere wird im Normalbetrieb die Stromsenkeneinrichtung 6 angesteuert, Strom und somit Leistung in Wärme umzuwandeln, um den Leistungsfaktor hoch zu halten.

[0049] In der Figur 3 ist schematisch dargestellt, dass der Schaltzustand I so lange eingenommen wird, bis die Versorgungsspannung 13 einen Wert oberhalb der Durchlassspannung des Schaltzustandes II erreicht hat. Dann wird die Farbmischeinheit 7 umgeschaltet, sodass der Schaltungszustand II genutzt wird. Es wäre auch möglich, einen dritten Schaltungszustand III zu aktivieren. Nach dem Maximum der Halbwellen sinkt die Versorgungsspannung 13, sobald diese die Durchlassspannung des Schaltzustandes II unterschreitet, wird die Farbmischeinheit 7 auf den Schaltungszustand I umgesetzt. Es ist auch zu erkennen, dass sobald der Momentanwert der Versorgungsspannung 13 unter der Durchlassspannung des Schaltungszustandes I liegt, die Farbmischeinheit 7 vollständig deaktiviert wird - beispielsweise durch eine Kurzschluss-
5 einrichtung -, da der Momen-

tanwert der Versorgungsspannung 13 nicht mehr ausreichend ist. In diesen Phasen wird der Versorgungsstrom in der Stromsenkeneinrichtung 6 in Wärme gewandelt, sodass der Leistungsfaktor hoch bleibt. Der Versorgungsstrom 14 läuft somit stets synchron zu der Versorgungsspannung 13.

[0050] Um eine Mischfarbe mit der Farbmischeinheit 7 zu erzeugen, wird ein zeitliches Multiplexen umgesetzt, wobei die Farbgruppen 9a, b, c seriell nacheinander und ausschließlich alternativ aktiviert und/oder abwechselnd aktiviert beziehungsweise deaktiviert werden. Insbesondere ist jeweils nur eine einzige Farbgruppe 9a, b oder c aktiv.

[0051] Die LED-Beleuchtungsanordnung 1 umfasst eine Kontrolleinrichtung 15, welche die Auswahl einer Mischfarbe für die Farbmischeinheit 7 ermöglicht. Die Mischfarbe wird dadurch erzeugt, dass innerhalb eines Farbzeitfensters F die Farbgruppen 9a, b, c nacheinander aktiviert werden, sodass das von einem Benutzer wahrgenommene Licht eine Mischfarbe darstellt. Um jede beliebige in dem RGB-Farbraum erreichbare Farbe zu realisieren, können die Anteile der Aktivierungszeiten der Farbgruppen 9a, b, c innerhalb des Farbzeitfensters F durch die Kontrolleinrichtung 15 eingestellt werden. So wird bei dem in der Figur 3 gezeigten Beispiel zunächst die Farbgruppe 9c in der ersten Halbwellen H1, nachfolgend die Farbgruppe 9a von der ersten Halbwellen H1 bis zur dritten Halbwellen H3 aktiviert und am Ende der dritten Halbwellen H3 die Farbgruppe 9b aktiviert.

[0052] Somit werden während des Farbzeitfensters F, welches zeitlich mindestens eine Halbwellen, in diesem Beispiel drei Halbwellen H1, H2, H3 umfasst, die Farbgruppen 9a, b, c, also sämtliche Farbgruppen 9a,b,c der LED-Beleuchtungsanordnung 1 nacheinander aktiviert.

[0053] In den Figuren 4a, b, c sind unterschiedliche Mischfarben M1, M2, M3 dargestellt, wobei die Mischfarben M1, M2, M3 durch unterschiedliche Zeitanteile der Farbgruppen 9a, b, c innerhalb des Farbzeitfensters F realisiert sind. In der Kreisdarstellung nimmt das Farbzeitfenster 360° und die Halbwellen H1, H2, H3 jeweils 120° ein. So erfolgt beispielsweise bei dem Übergang von der Mischfarbe M1 zu der Mischfarbe M2 eine Erhöhung des Grünanteils durch eine Verlängerung der Aktivierungszeit der Farbgruppe 9b und eine Erniedrigung des Rotanteils durch eine Verkürzung der Aktivierungszeit der Farbgruppe 9a. Bei dem Umschalten der Farbgruppen 9a, b, c erfolgt jeweils ein Umschaltvorgang U.
40
[0054] Die Umschaltvorgänge U sind so gelegt, dass jeweils nur ein Umschaltvorgang U pro Halbwellen H umgesetzt wird, um Schaltzeitverluste gering zu halten. Dies wird ermöglicht, dass das Farbzeitfenster F gegenüber den Halbwellen H1, H2, H3 um einen Phasenwinkel verschoben wird, wie dies in der Figur 4c gegenüber der Figur 4b angedeutet ist, um die Umschaltvorgänge U relativ zu den Halbwellen H1, H2, H3 zeitlich zu verschieben.
55

[0055] In Fig. 4a,b weist das Farbzeitfenster F gegenüber den Halbwellen H1, H2, H3 und damit gegenüber

der durch die drei Halbwellen H1, H2, H3 definierten Spannungsperiode SP einen ersten Phasenwinkel auf, der in diesem Fall 0° beträgt, so dass das Farbzeitfenster F sowie die drei Halbwellen H1, H2, H3 keine Phasenverschiebung aufweisen.

[0056] In Fig. 4c weisen das Farbzeitfenster F sowie die Halbwellen H1, H2, H3 einen von 0° verschiedenen Phasenwinkel auf. Eine derartige Phasenverschiebung wird durch entsprechende Änderung der Dauer des Farbzeitfensters F gegenüber der Dauer der Halbwellen H1, H2, H3 bzw. gegenüber der Dauer der Spannungsperiode SP erzielt. Nach einem derartigen Übergang des Zustands von Fig. 4b in den Zustand der Fig. 4c bleibt der Phasenwinkel zwischen dem Farbzeitfenster F gegenüber den Halbwellen H1, H2, H3 wiederum konstant. Dies bedeutet, dass vor und nach einem derartigen Übergang die Dauer des Farbzeitfensters F der Dauer der Spannungsperiode SP entspricht. In dem in Fig. 4c dargestellten Zustand ist dann der Phasenwinkel zwischen Farbzeitfenster F und Spannungsperiode SP wiederum konstant, aber im Gegensatz zu dem in Fig. 4b dargestellten Zustand ungleich null.

[0057] Zurückkehrend zu der Figur 3 ist eingezeichnet, dass das eine Farbzeitfenster F eine Farbperiode FP und die drei Halbwellen eine Spannungsperiode SP bilden, wobei die Farbperiode FP und die Spannungsperiode SP gleich lang ausgebildet sind, in der Figur 3 um einen Phasenwinkel 0° verschoben sind, jedoch auch um einen Phasenwinkel ungleich 0° zueinander zeitlich versetzt angeordnet sein können, wie dies beispielsweise in Fig. 4b gezeigt ist.

Bezugszeichenliste

[0058]

1	Beleuchtungsvorrichtung
2	Wechselspannungsversorgung
3	Anschlusschnittstelle
4	Netzfilter
5	Gleichrichter
6	Stromsenkeneinrichtung
7	Farbmischeinheit
8	Steuereinrichtung
9a, b, c	Farbgruppen
10	Einrichtung
11	Schaltanordnung
12a, b, c,	d LED-Teilgruppen
13	Versorgungsspannung
14	Versorgungsstrom
15	Kontrolleinrichtung
I	erster Schaltzustand
II	zweiter Schaltzustand
III	dritter Schaltzustand
A	Ausgang
E	Eingang
F	Farbzeitfenster
H1, H2, H3	Halbwelle

M1, M2, M3	Mischfarben
U	Umschaltvorgang

5 Patentansprüche

1. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) mit einer Farbmischeinheit (7), wobei die Farbmischeinheit (7) mindestens eine erste und eine zweite Farbgruppe (9a, b, c) von LEDs aufweist, wobei sich die LEDs der Farbgruppen (9a, b, c) durch die Leuchtfarbe (R, B, G) unterscheiden, mit einer Spannungsversorgung (5) zur Versorgung der Farbmischeinheit mit einer Versorgungsspannung (13), wobei die Versorgungsspannung (13) die Form einer gleichgerichteten Wechselspannung aufweist, wobei eine Wiederholfrequenz von Halbwellen (H1, H2, H3) der Versorgungsspannung eine Spannungsfrequenz definiert, mit einer Steuereinrichtung (8) zur selektiven Aktivierung und Deaktivierung der Farbgruppen (9a, b, c), wobei die Farbmischeinheit (7) durch die selektiv aktivierten und deaktivierten Farbgruppen (9a, b, c) eine Mischfarbe (M1, M2, M3) erzeugt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wiederholfrequenz von einem Farbzeitfenster (F) eine Farbmischfrequenz definiert, wobei die Steuereinrichtung (8) ausgebildet ist, die Farbgruppen (9a, b, c) derart anzusteuern, dass diese innerhalb des Farbzeitfensters (F) nacheinander aktiviert werden, um die Mischfarbe (M1, M2, M3) während des Farbzeitfensters (F) zu erzeugen.
2. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Farbmischeinheit (7) innerhalb des Farbzeitfensters (F) zeitgleich jeweils maximal eine einzige Farbgruppe (9a, b, c) aktiviert ist.
3. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Mischfarbe (M1, M2, M3) während eines Farbzeitfensters (F) mindestens ein Umschaltvorgang (U) zwischen den Farbgruppen (9a, b, c) erfolgt.
4. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Farbmischfrequenz größer als 30 Hertz ist.
5. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Farbmischfrequenz der Spannungsfrequenz entspricht und/oder dass das Farbzeitfenster (F) zeitlich gleichlang wie eine der Halbwellen (H1, H2, H3) ausgebildet ist.
6. LED-Beleuchtungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Halbwellen und die Farbzeitfenster um einen Phasenwinkel zueinander zeitlich versetzt angeordnet sind.

7. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Phasenwinkel in Abhängigkeit der Mischfarbe (M1, M2, M3) gewählt ist. 5
8. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Farbmischfrequenz kleiner als die Spannungsfrequenz und/oder dass das Farbzeitfenster (F) zeitlich länger als eine Halbwelle (H1, H2, H3) ausgebildet ist. 10
9. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Quotient zwischen Spannungsfrequenz und Farbmischfrequenz und/oder der Quotient zwischen Farbzeitfenster (F) und Halbwelle (H1, H2, H3) als eine rationale Zahl ausgebildet ist. 20
10. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Spannungsfrequenz ein ganzzahliges Vielfaches des Werts der Farbmischfrequenz ist und/oder die Länge des Farbzeitfensters (F) ein ganzzahliges Vielfaches des Werts der zeitlichen Länge der Halbwelle (H1, H2, H3) ist. 25 30
11. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anzahl von x aufeinanderfolgenden Farbzeitfenstern (F) einer Anzahl von y aufeinanderfolgenden Halbwellen (H1, H2, H3) zugeordnet sind, wobei die x Farbzeitfenster (F) eine Farbperiode (FP) und die y Halbwellen (H1, H2, H3) eine Spannungsperiode (SP) bilden, wobei die Farbperiode (FP) und die Spannungsperiode (SP) gleichlang ausgebildet und um einen Phasenwinkel zueinander zeitlich versetzt angeordnet oder anordbar sind. 35 40 45
12. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Schaltanordnung (11), wobei die Schaltanordnung (11) ausgebildet ist, die LEDs einer Farbgruppe (9a, b, c) in mindestens zwei Schaltzustände (I, II, III) zu versetzen, wobei sich die Schaltzustände (I, II, III) **durch** die Durchlassspannung der Farbgruppe (9 a, b, c) unterscheiden. 50
13. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) die Farbgruppen (9 a, b, c) bei einer Aktivierung so ansteuert, dass ein Schaltzustand 55

(I,II,III) mit einer Durchlassspannung aktiviert ist, wobei die Durchlassspannung kleiner oder gleich zu dem Momentanwert der Versorgungsspannung (13) ist.

14. LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltzustand (I, II, III) aktiviert ist, der die höchste Durchlassspannung aufweist, welche kleiner oder gleich zu dem Momentanwert der Versorgungsspannung (13) ist.
15. Verfahren zum Betreiben der LED-Beleuchtungsanordnung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (8) die Farbgruppen (9a, b, c) selektiv aktiviert und deaktiviert, sodass eine Mischfarbe (M1, M2, M3) erzeugt wird, wobei die Farbgruppen (9 a, b, c) innerhalb des Farbzeitfensters (F) so angesteuert werden, dass diese nacheinander aktiviert werden, um die Mischfarbe (M1, M2, M3) während des Farbzeitfensters (F) zu erzeugen.

1
EPO - Munich
50
04. März 2015

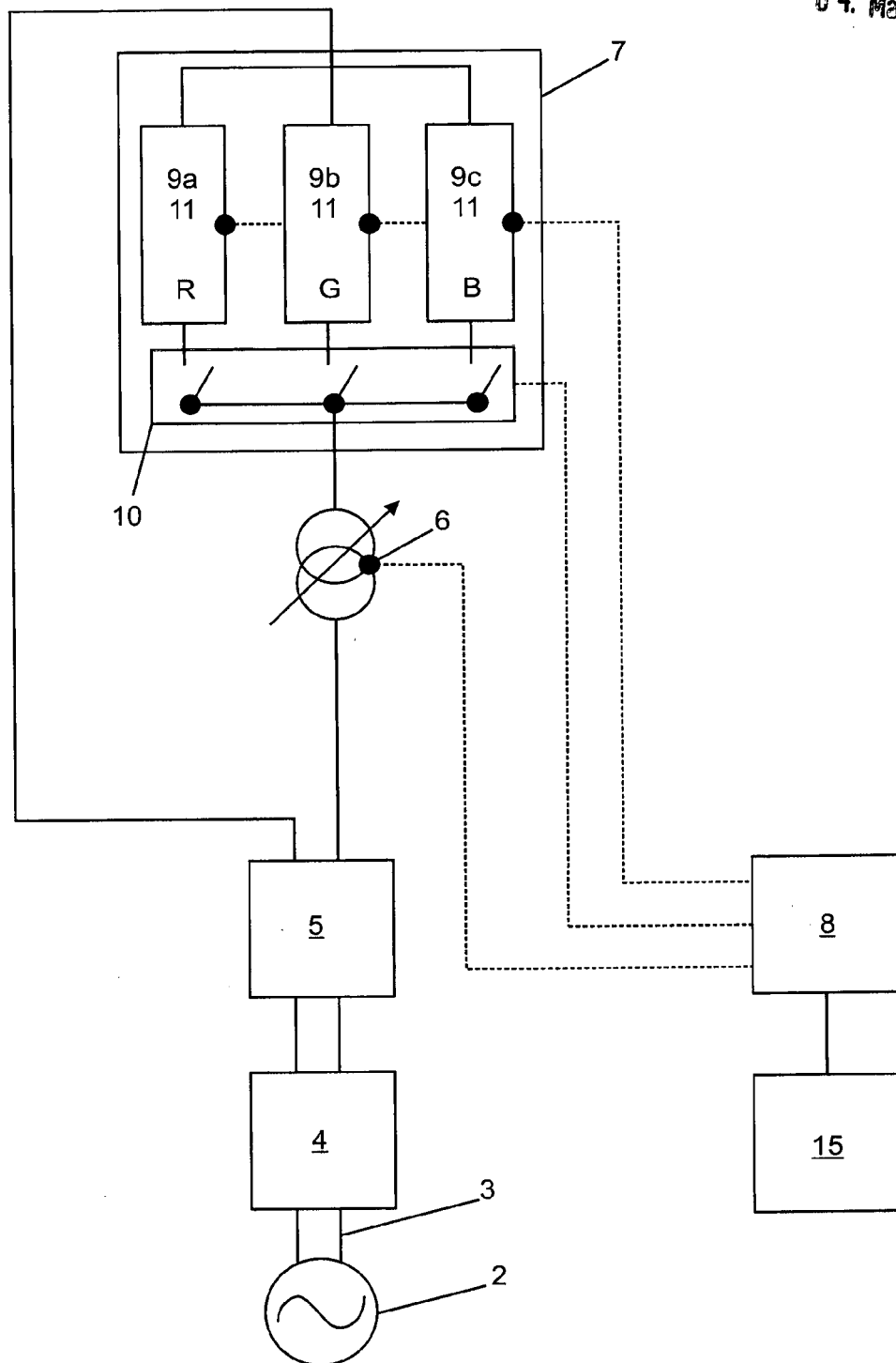
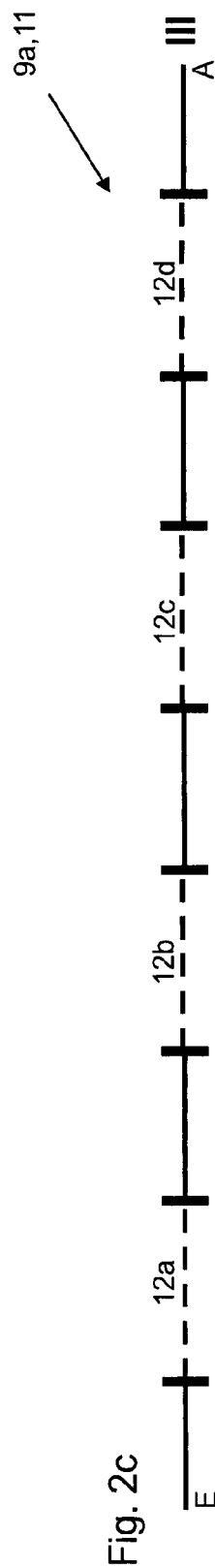
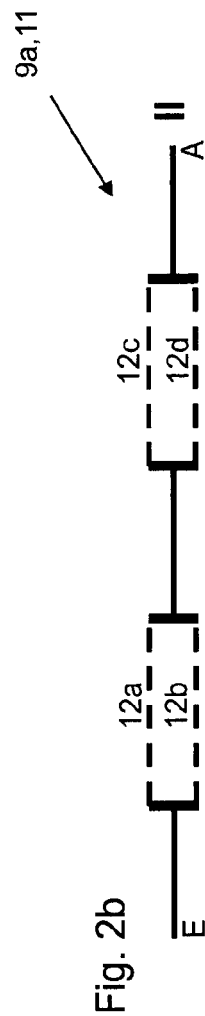
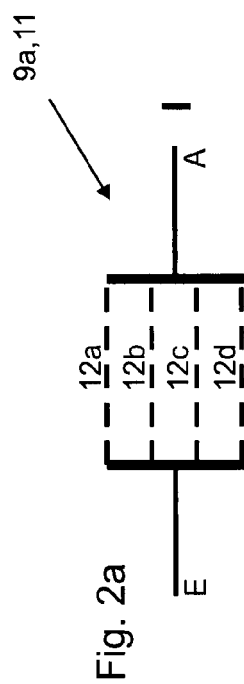


Fig. 1



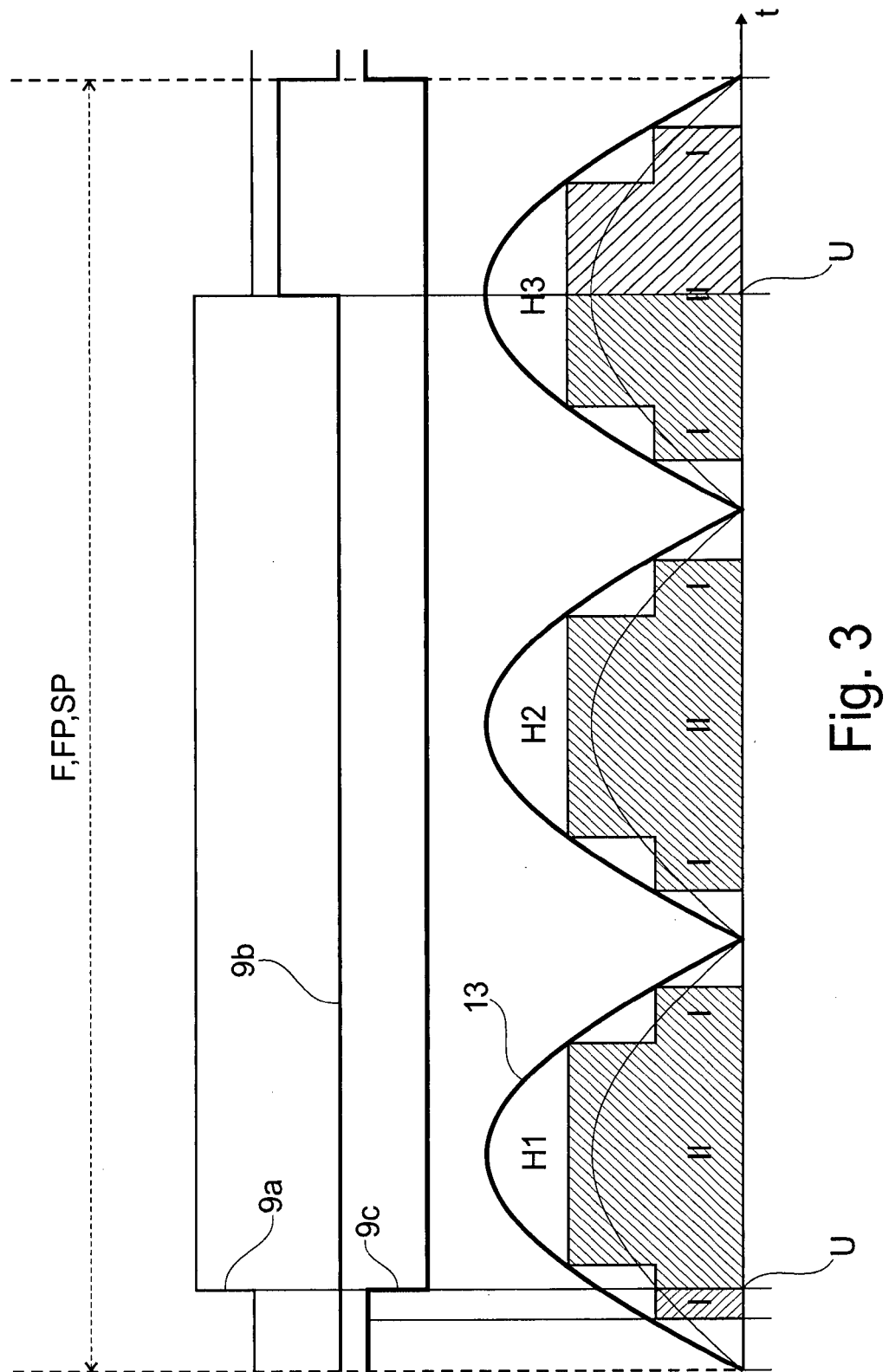


Fig. 3

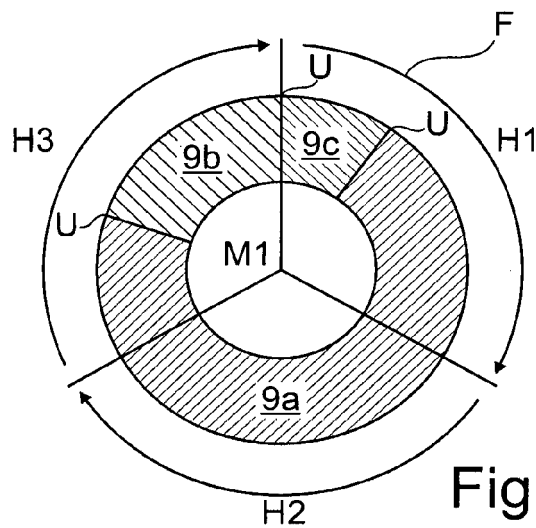


Fig. 4a

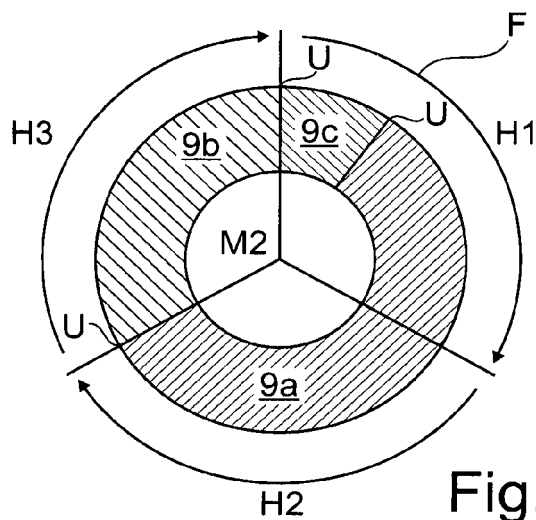


Fig. 4b

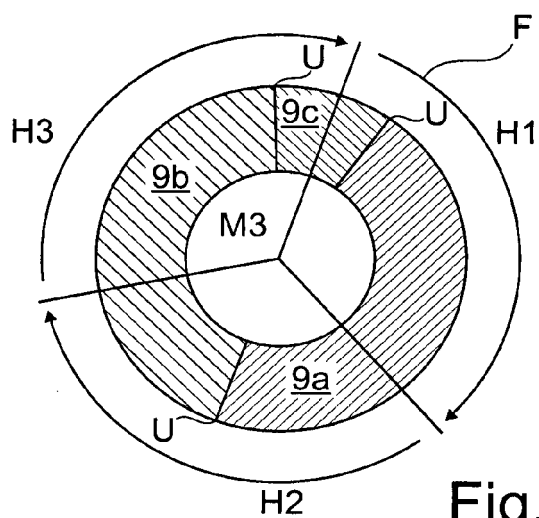


Fig. 4c

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 102012006315 A1 **[0003]**
- DE 102012006316 A1 **[0003]**
- DE 102012006341 A1 **[0003]**
- DE 102012006343 A1 **[0003]**