



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2020 Patentblatt 2020/43

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **19169932.1**

(22) Anmeldetag: **17.04.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Mair, Alexander**
2285 Breitstetten (AT)

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei**
Matschnig & Forsthuber OG
Biberstraße 22
Postfach 36
1010 Wien (AT)

(71) Anmelder: **Lunatone Industrielle Elektronik GmbH**
1210 Wien (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR FREQUENZVARIABLEN STEUERUNG DER LICHTFARBE UND/ODER DES LICHTSTROMES EINES BELEUCHTUNGSSYSTEMS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur frequenzvariablen Steuerung der Lichtfarbe und/oder des Lichtstromes eines Beleuchtungssystems (1), wobei das Beleuchtungssystem (1) zumindest zwei Lichtquellen (2) unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst, wobei zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen (2) ein Mikrocontroller (3) vorgesehen ist, umfassend die folgenden Schritte:

a) Empfang eines eine die abzustrahlende Lichtfarbe und/oder den abzustrahlenden Lichtstrom des Beleuchtungssystems (1) vorgebenden Inputsignals (S_{in}),

b) Berechnen eines Taktzyklus (T) umfassend eine sequenzielle Abfolge (Seq) von Einschaltzeitdauerverhältnissen (V_R, V_B, V_G) der zumindest zwei Lichtquellen (2), und gegebenenfalls eines zusätzlichen durch Ausschaltung sämtlicher Lichtquellen gekennzeichneten Betriebspausenzeitverhältnisses (P), in Abhängigkeit von dem Inputsignal (S_{in}), wobei die sequenzielle Abfolge dergestalt bestimmt wird, dass zu jedem Zeitpunkt immer nur maximal eine der zumindest zwei Lichtquellen (2) aktiv ist,

c) Berechnen von Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls einer Betriebspausenzeitdauer (t_p), indem die in Schritt b) errechneten Einschaltzeitdauerverhältnisse (V_R, V_B, V_G) und gegebenenfalls das Betriebspausenzeitdauerverhältnis (P) mit einer variablen Referenzzeitdauer (t_{ref}) multipliziert werden, und Berechnen einer variablen Taktzeitdauer (t_T) durch Summation der innerhalb eines Taktzyklus (T) vorgesehenen Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls der Betriebspausenzeitdauer (t_p), wobei sämtliche Zeitdauererhältnisse (V_R, V_B, V_G, P) und damit die daraus be-

rechneten Zeitdauern ($t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}, t_p$) dergestalt gewählt sind, dass innerhalb der variablen Taktzeitdauer (t_T) im zeitlichen Mittel die gemäß dem Inputsignal (S_{in}) vorgegebene Lichtfarbe und/oder der Lichtstrom abgestrahlt wird,

d) Steuerung der Ein- und Ausschaltvorgänge der zumindest zwei Lichtquellen (2) mittels dem Mikrocontroller (3) zur Umsetzung der gemäß Schritt b) berechneten sequenziellen Abfolge (Seq) unter Heranziehung der gemäß Schritt c) errechneten Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauer (t_p).

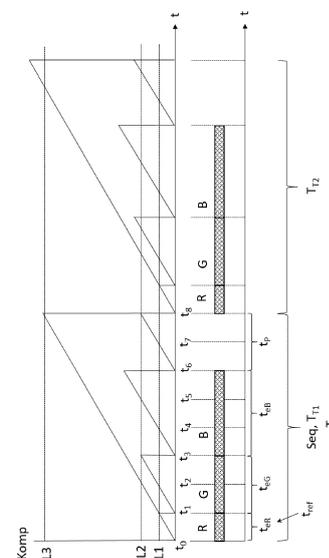


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur frequenzvariablen Steuerung der Lichtfarbe und/oder des Lichtstromes (bzw. der Helligkeit) eines Beleuchtungssystems.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung eine Beleuchtungssteuerungseinheit, umfassend ein Speichermedium, auf dem eine Programmlogik zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gespeichert ist, und einen mit dem Speichermedium in Verbindung stehenden Mikrokontroller.

[0003] Zudem betrifft die Erfindung ein Beleuchtungsmodul, umfassend ein Beleuchtungssystem und eine erfindungsgemäße Beleuchtungssteuerungseinheit.

[0004] Weiters betrifft die Erfindung eine Beleuchtungsanordnung, umfassend eine Anzahl an einzeln ansteuerbaren erfindungsgemäßen Beleuchtungsmodulen.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind Beleuchtungen bekannt, bei denen die Regelung der abgestrahlten Lichtfarbe und der Helligkeit über eine Pulsweitenmodulation erfolgt, die mittels eines Mikrokontrollers geregelt wird. Hierzu weist der Mikrokontroller je zu regelnder Lichtquelle einen Timer und einen zugehörigen Komparator auf, wobei jede Lichtquelle für eine bestimmte Zeitdauer innerhalb einer Taktperiode aktiviert wird. Diese Zeitdauer wird durch Vergleich eines vorgebbaren Timer-Sollwertes mit dem Timer-Istwert mittels dem Komparator erfasst und die jeweilige Lichtquelle entsprechend angesteuert. Die Taktrate eines solchen Mikrokontrollers kann beispielsweise eine Frequenz von 1kHz betragen, wobei innerhalb eines solchen Intervalls noch Teilintervalle vorliegen können, die die Kombination von RGB-Farbanteilen ermöglicht. Bei einer Teilung in vier Teilintervalle (siehe Fig. 1) können die einzelnen Lichtquellen mit einer Frequenz von bis zu 4kHz ausgeschaltet werden.

[0006] Da die minimale Einschaltzeitdauer aufgrund des minimalen Teilintervalls der Taktung des Mikrokontrollers begrenzt ist, kann es beispielsweise für ein Dimmen des abgestrahlten Lichts erforderlich sein, die Taktdauer zu erhöhen, um so den Anteil des minimalen Teilintervalls an der Gesamtzeitdauer zu verringern. Damit lassen sich auch unterschiedliche Verhältnisse der Mischung der beteiligten Lichtfarben erzielen. Beispielsweise kann hierzu die Arbeitsfrequenz des Mikrokontrollers durch Halbieren auf 500 Hz gesenkt werden. Figur 2 zeigt einen solchen Übergang, in der ein Taktintervall nun 8 Mindestzeitintervalle umfasst. Darin soll beispielsweise der Anteil der Lichtfarbe "Rot" an der abgestrahlten Lichtverteilung reduziert bzw. gedimmt (vorliegend halbiert) werden. Die verbleibenden Lichtfarben Grün und Blau sollen allerdings unverändert beibehalten werden. Da eine Lichtfarbe innerhalb des Taktintervalls nur einmal ausgeschaltet werden kann, wird die Einschaltzeitdauer der Abstrahlung der Lichtfarben Grün und Blau bei doppelter Taktzeitdauer einfach verdoppelt.

Damit ist nach erfolgtem Übergang grundsätzlich im zeitlichen Mittel eine unveränderte Abstrahlung der Lichtfarben Grün und Blau sichergestellt. Allerdings kommt es im Bereich des Übergangs zu einer kurzen Erhöhung der durchschnittlichen Abstrahlung, die in Figur 2 durch den eingekreisten Bereich dargestellt ist. Erst die darauffolgende nun verlängerte Einschaltpause bzw. Ausschaltzeitdauer führt zu einem Abklingen der Erhöhung hin zu dem ursprünglich angestrebten Durchschnittswert.

[0007] In Abhängigkeit von der Taktrate des Mikrokontrollers ist diese kurzzeitige Erhöhung für das menschliche Auge erkennbar. Zudem geht mit der starren Arbeitsweise der Mikrokontroller das Problem einher, dass Schwebungen in der Abstrahlung von weitgehend gleichgetakteten Beleuchtungssystemen entstehen können, die für das menschliche Auge erkennbar sein können und störend wirken.

[0008] Eine Aufgabe der Erfindung besteht daher darin ein Verfahren zu schaffen, mit dem die Nachteile des Standes der Technik überwunden werden. Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, indem erfindungsgemäß das Beleuchtungssystem zumindest zwei Lichtquellen unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst, wobei zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen ein Mikrokontroller vorgesehen ist, umfassend die folgenden Schritte:

a) Empfang eines die abzustrahlende Lichtfarbe und/oder den abzustrahlenden Lichtstrom des Beleuchtungssystems vorgebenden Inputsignals,

b) Berechnen eines Taktzyklus umfassend eine sequenzielle Abfolge von Einschaltzeitdauerverhältnissen der zumindest zwei Lichtquellen, und gegebenenfalls eines zusätzlichen durch Ausschaltung sämtlicher Lichtquellen gekennzeichneten Betriebspausenzeitverhältnisses, in Abhängigkeit von dem Inputsignal, wobei die sequenzielle Abfolge dergestalt bestimmt wird, dass zu jedem Zeitpunkt immer nur maximal eine der zumindest zwei Lichtquellen aktiv ist,

c) Berechnen von Einschaltzeitdauern und gegebenenfalls einer Betriebspausenzeitdauer, indem die in Schritt b) errechneten Einschaltzeitdauerverhältnisse und gegebenenfalls das Betriebspausenzeitdauerverhältnis mit einer variablen Referenzzeitdauer multipliziert werden, und berechnen einer variablen Taktzeitdauer durch Summation der innerhalb eines Taktzyklus vorgesehenen Einschaltzeitdauern und gegebenenfalls der Betriebspausenzeitdauer, wobei sämtliche Zeitdauerverhältnisse und damit die daraus berechneten Zeitdauern dergestalt gewählt sind, dass innerhalb der variablen Taktzeitdauer im zeitlichen Mittel die gemäß dem Inputsignal vorgegebene Lichtfarbe und/oder der Lichtstrom abgestrahlt wird,

d) Steuerung der Ein- und Ausschaltvorgänge der zumindest zwei Lichtquellen mittels dem Mikrocontroller zur Umsetzung der gemäß Schritt b) berechneten sequenziellen Abfolge unter Heranziehung der gemäß Schritt c) errechneten Einschaltzeitdauern und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauer.

[0009] Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, die Lichtfarbe und die Helligkeit des durch das Beleuchtungssystem abgestrahlten Lichtes zu variieren, ohne dabei unerwünschte Übergangsüberlagerungen zu verursachen, oder Schwebungen der Lichtabstrahlung unterschiedlicher Beleuchtungssystemen in Kauf zu nehmen. Zudem kann der Mikrocontroller besonders einfach ausgestaltet werden, da immer nur eine Lichtquelle zur gleichen Zeit aktiv ist.

[0010] Anders ausgedrückt, können alternativ zur üblichen Ansteuerung über drei PWM Signale (für ein RGB-System) mit fester Frequenz zeitliche aneinander gereihete Zeitspannen von beispielsweise rotem, grünem, blauem (auch weitere Farben möglich) und keinem Licht in beliebiger sequenzieller Reihenfolge und mit fast beliebigen Zeitspannen ausgegeben werden.

[0011] Die Summe aller Zeitspannen kann dabei vorzugsweise auch im gedimten Zustand kleiner 10ms sein, um über der Flimmerverschmelzungsfrequenz zu bleiben. Genau einzuhalten ist jeweils nur das Verhältnis der Zeitspannen zueinander. Auf diese Weise lassen sich mit derselben Hardware wesentlich genauere Auflösungen und somit Farbeinstellungen erreichen.

[0012] Da zudem bei dem erfindungsgemäßen Verfahren keine Zustände eintreten, in denen zwei Farben gleichzeitig eingeschaltet werden, ist die Auslegung des Netzteils auf eine höhere Spitzenlast nicht notwendig. Vorzugsweise kann die "Licht Aus" Zeitspanne auch in mehrere Zeitspannen aufgeteilt und zwischen den Zeitspannen der einzelnen Farben eingefügt werden. Da diese Methode zudem mit nur einem Zähler auskommt, können günstige Mikrocontroller zum Einsatz kommen. Alternativ zu farbigen Lichtquellen können auch weiße Lichtquellen oder weiße Lichtquellen, insbesondere LEDs, mit verschiedenen Farbtemperaturen angesteuert werden.

[0013] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Mikrocontroller zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen lediglich einen einzigen Komparator und/oder einen einzigen Timer heranzieht.

[0014] Weiters kann vorgesehen sein, dass bei der Berechnung der sequenziellen Abfolge gemäß Schritt b) im Falle der Aktivierung zumindest zweier Lichtquellen innerhalb des Taktintervalls derjenigen Lichtquelle, die während des Taktintervalls am kürzesten aktiv ist, die Referenzzeitdauer zugeordnet wird, wobei die Einschaltzeitdauern der verbleibenden Lichtquellen durch Multiplikation der Referenzeinschaltzeitdauer mit einem individuellen Faktor größer 1 festgelegt wird, wobei jeder Faktor entsprechend dem Verhältnis der errechneten Einschaltzeitdauerverhältnisse gewichtet ist. Die kürzeste

Einschaltzeitdauer wird sozusagen auf den Wert "1" normiert und die verbleibenden Einschaltzeitdauern werden dadurch mit einem Faktor größergleich 1 versehen, wobei die tatsächlichen Zeitdauern durch Multiplikation des jeweiligen Faktors mit der Referenzzeitdauer errechnet werden.

[0015] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Mikrocontroller eine Mindesteinschaltzeitdauer aufweist, die einer niedrigsten Zeitdauer entspricht, die zwischen einem Ein- und einem unmittelbaren darauffolgenden Ausschaltvorgang liegen kann, wobei für die Referenzzeitdauer folgendes gilt: $t_{ref} \geq t_{min}$. Diese Mindesteinschaltzeitdauer ist durch technische Limitierungen des Mikrocontrollers vorgegeben und kann dem technischen Datenblatt des jeweils eingesetzten Mikrocontrollers entnommen oder daraus abgeleitet werden.

[0016] Um Schwebungen zu verhindern, kann vorgesehen sein, dass die Referenzzeitdauer in Abhängigkeit von einer Zufallsgröße bestimmt wird bzw. auf einen zufällig gewählten neuen Wert gesetzt wird und die anderen Zeitspannen sich im Verhältnis anpassen. Dadurch lassen sich nicht nur Schwebungen der Leuchtmittel untereinander verhindern, sondern auch ein fehlerfreies Dimmen bis in den Bereich 0,1% durch Erhöhung der "Licht Aus" Zeitspanne und einer kontinuierlichen Frequenzänderung erreichen. Der Zufallswert kann beispielsweise unter Zuhilfenahme eines Rauschgenerators ermittelt werden.

[0017] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Referenzzeitdauer dergestalt gewählt ist, dass die resultierende Taktzeitdauer t_T maximal 10ms beträgt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass das menschliche Auge die einzelnen Einschaltzeitdauern und Betriebspausenzeitdauern für sich genommen nicht wahrnimmt, sondern lediglich das zeitliche Mittel der Abfolge dieser Zeitdauern erfasst. Auf diese Weise bleibt die Taktfrequenz oberhalb der Flimmerverschmelzungsfrequenz.

[0018] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Beleuchtungssystem zur optischen Übertragung von Informationen angesteuert wird, indem unter Berücksichtigung eines zu übertragenden Informationssignals die in Schritt b) zu berechnende sequentielle Abfolge manipuliert wird, wobei das Informationssignal durch gezielte Auswahl der zeitlichen Abfolge der gemäß Schritt c) resultierenden Einschaltzeitdauern und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauern in die durch das Beleuchtungssystem abgestrahlte Lichtverteilung kodiert wird.

[0019] Weiters kann vorgesehen sein, dass ein optischer Sensor zur Erfassung eines Informationssignals vorgesehen ist, indem der Sensor zur Erfassung der durch ein Beleuchtungssystem abgestrahlten kodierten Lichtverteilung eingerichtet ist. Die Kodierung kann beispielsweise durch gezielte Festlegung der Reihenfolge der Abstrahlung durch die einzelnen Lichtquellen sowie durch gezielte Anordnung von Pausen innerhalb eines Taktzyklus implementiert sein. Auf diese Weise können die Freiheitsgrade, die durch das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren bei der Abstrahlung der Licht-

verteilung gegeben werden, gezielt genutzt werden, ohne die abgestrahlte Lichtverteilung im Mittelwert zu beeinflussen und ohne dass sich die Kodierung auf für das menschliche Auge sichtbare Art und Weise auf die Lichtverteilung auswirkt.

[0020] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Beleuchtungssystem zumindest drei Lichtquellen, nämlich eine Lichtquelle zur Abstrahlung von rotem Licht, eine Lichtquelle zur Abstrahlung von grünem Licht, und eine Lichtquelle zur Abstrahlung von blauem Licht, aufweist. Durch Überlagerung der Abstrahlung dieser Lichtquellen kann auf einfache Weise die abgestrahlte Lichtfarbe bis hin zur Abstrahlung von weißem Licht manipuliert werden.

[0021] Weiters betrifft die Erfindung eine Beleuchtungssteuerungseinheit, umfassend ein Speichermedium, auf dem eine Programmlogik zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gespeichert ist, und einen mit dem Speichermedium in Verbindung stehenden Mikrokontroller, der dazu eingerichtet ist, das Inputsignal zu empfangen, und die abzustrahlende Lichtfarbe und/oder Beleuchtungsintensität des Beleuchtungssystems unter Heranziehung der Programmlogik entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugeben.

[0022] Zudem betrifft die Erfindung ein Beleuchtungsmodul, umfassend ein Beleuchtungssystem und eine erfindungsgemäße Beleuchtungssteuerungseinheit zur Ansteuerung des Beleuchtungssystems, wobei das Beleuchtungssystem zumindest zwei Lichtquellen unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst.

[0023] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die zumindest zwei Lichtquellen LED-Lichtquellen sind.

[0024] Weiters betrifft die Erfindung eine Beleuchtungsanordnung, umfassend eine Anzahl an einzeln ansteuerbaren erfindungsgemäßen Beleuchtungsmodulen. Diese Beleuchtungsmodule können insbesondere dazu eingerichtet sein, miteinander zu kommunizieren. Zudem können durch die bereits erwähnten Merkmale Schwebungen und unerwünschte Überlagerungen zwischen den durch die Beleuchtungsmodule abgestrahlten Lichtverteilungen vermieden werden.

[0025] Die Erfindung ist im Folgenden anhand beispielhafter und nicht einschränkender Ausführungsformen näher erläutert, die in den Figuren veranschaulicht sind. Darin zeigt

Figur 1 eine schematische Darstellung der Steuerung eines Beleuchtungssystems gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2 einen dimmregelungsbedingten Übergang hin zu einer reduzierten Arbeitsfrequenz und eine daraus resultierende kurzfristige erkennbare Veränderung der Intensität der der Lichtverteilung gemäß der Steuerung nach Fig. 1,

Figur 3 eine schematische Darstellung der Steuerung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens sowie von zugehörigen Komponenten, und

5 Figur 5 eine beispielhafte Darstellung der Arbeitsweise der Erfindung in Form eines Ablaufdiagrammes.

[0026] In den folgenden Figuren bezeichnen - sofern nicht anders angegeben - gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale.

[0027] Wie bereits in der Beschreibungseinleitung erwähnt wurde, zeigen Figuren 1 und 2 den bekannten Stand der Technik, bei dem mittels einer PWM-Modulation die einzelnen Lichtquellen separat angesteuert werden, wobei im Falle eines Dimmvorganges es erforderlich ist, die Taktrate der Lichtsteuerung stark zu reduzieren und dabei die eingangs genannten Übergangsprobleme bei Änderung der Taktraten auftreten können. Die horizontalen Achsen sind in den Figuren 1 und 2 die Zeitachsen. In vertikaler Richtung sind in den beiden Figuren zwei Abbildungen überlagert - nämlich oberhalb der den Einzelzeitdauern zugeordnete Zählvorgang, innerhalb der ein Timer einen vorgegebenen Wert erreicht und mittels eines Komparators das Erreichen dieses Wertes festgestellt wird, und unterhalb die tatsächliche Abstrahlung von Licht durch jeweils eine Lichtquelle, wobei die Lichtquellen R, G und B die Lichtfarben Rot, Grün bzw. Blau bezeichnen. Die schraffierten Flächen bezeichnen dabei den Einschaltzustand der Lichtquellen.

[0028] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung der Steuerung mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Anders als im Stand der Technik, ist erfindungsgemäß immer nur maximal eine der Lichtquellen 2 (siehe Fig. 4) aktiv, die vorliegend als R, G und B bezeichnet sind. Genauer gesagt, ist darin in Zusammenschau mit Figur 4 ein Verfahren zur frequenzvariablen Steuerung der Lichtfarbe und/oder des Lichtstromes eines Beleuchtungssystems 1 dargestellt, wobei das Beleuchtungssystem 1 zumindest zwei Lichtquellen 2 unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst, wobei zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen 2 ein Mikrokontroller 3 vorgesehen ist, umfassend die folgenden Schritte:

45 a) Empfang eines eine die abzustrahlende Lichtfarbe und/oder den abzustrahlenden Lichtstrom des Beleuchtungssystems 1 vorgebenden Inputsignals S_{in} ,

50 b) Berechnen eines Taktzyklus T umfassend eine sequenzielle Abfolge Seq von Einschaltzeitdauer-Verhältnissen V_R, V_B, V_G der zumindest zwei Lichtquellen 2, und gegebenenfalls eines zusätzlichen durch Ausschaltung sämtlicher Lichtquellen gekennzeichneten Betriebspausenzeitverhältnisses P, in Abhängigkeit von dem Inputsignal S_{in} , wobei die sequenzielle Abfolge dergestalt bestimmt wird, dass zu jedem Zeitpunkt immer nur maximal eine

der zumindest zwei Lichtquellen 2 aktiv ist,

c) Berechnen von Einschaltzeitdauern t_{eR} , t_{eB} , t_{eG} und gegebenenfalls einer Betriebspausenzeitdauer t_p , indem die in Schritt b errechneten Einschaltzeitdauer-Verhältnisse V_R , V_B , V_G und gegebenenfalls das Betriebspausenzeitdauer-Verhältnis P mit einer variablen Referenzzeitdauer t_{ref} multipliziert werden, und Berechnen einer variablen Taktzeitdauer t_T durch Summation der innerhalb eines Taktzyklus vorgesehenen Einschaltzeitdauern t_{eR} , t_{eB} , t_{eG} und gegebenenfalls der Betriebspausenzeitdauer t_p , wobei sämtliche Zeitdauer-Verhältnisse V_R , V_B , V_G , P und damit die daraus berechneten Zeitdauern t_{eR} , t_{eB} , t_{eG} , t_p dergestalt gewählt sind, dass innerhalb der variablen Taktzeitdauer t_T im zeitlichen Mittel die gemäß dem Inputsignal S_{in} vorgegebene Lichtfarbe und/oder der Lichtstrom abgestrahlt wird,

d) Steuerung der Ein- und Ausschaltvorgänge der zumindest zwei Lichtquellen 2 mittels dem Mikrocontroller 3 zur Umsetzung der gemäß Schritt b berechneten sequenziellen Abfolge Seq unter Heranziehung der gemäß Schritt c errechneten Einschaltzeitdauern t_{eR} , t_{eB} , t_{eG} und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauer t_p .

[0029] In dem Beispiel gemäß Figur 3 ist erkennbar, dass innerhalb der ersten Taktzeitdauer T_{T1} die Farbe Grün doppelt so lange abgestrahlt wird wie die Farbe Rot und die Farbe Blau dreimal so lange abgestrahlt wird, wie die Farbe Rot. Die Farbe Rot hat damit die kürzeste Einschaltzeitdauer. Wird die Abstrahlzeitdauer für die Farbe Rot auf den Wert "1" normiert, so beträgt der Wert für die Zeitdauer der Farbe Grün daher "2" und für die Farbe Blau folglich "3". Die Pause erhält den Wert "2". Die Zeitdauer-Verhältnisse lauten daher wie folgt: $V_R=1$, $V_G=2$, $V_B=3$, $P=2$. Werden diese Verhältnisse nun mit der Referenzzeitdauer t_{ref} beispielsweise in Höhe von $1 \mu s$ multipliziert, ergeben sich die folgenden Zeitdauern: $t_{eR} = 1 \mu s$, $t_{eG} = 2 \mu s$, $t_{eB} = 3 \mu s$, $t_p = 2 \mu s$. Daraus ergibt sich eine Taktzeitdauer $T_{T1} = 8 \mu s$. Die Verhältnisse selbst können aus dem Eingangssignal S_{in} unter Berücksichtigung der Leistung der Lichtquellen abgeleitet werden. Unter der Annahme, dass die Lichtquellen R, G und B allesamt während der Einschaltzeitdauer mit gleicher Leistung Licht abstrahlen, würde dies bedeuten, dass die Lichtanteile von R, G und B im zeitlichen Mittel einfach den zeitlichen Verhältnissen zueinander entsprechen.

[0030] Soll nun - ähnlich wie in Figur 2 im Stand der Technik - in einer darauffolgenden Taktperiode der Anteil des roten Lichtes R reduziert werden, so kann dies auf einfache Weise erfolgen, wie anhand der zweiten Taktperiode T_{T2} der Figur 3 dargestellt ist. Ausgehend von der ersten Taktperiode T_{T1} kann ein Dimmen des roten Lichtanteils erfolgen, indem einfach die grüne und blaue Einschaltzeitdauer erhöht wird. Zudem kann auch die Pausenzeitdauer erhöht werden, damit die Abstrahlung

des grünen und blauen Lichts im zeitlichen Mittel unverändert bleibt. D.h. die Einschaltzeitdauer für das rote Licht kann unverändert $V_R=1$ bleiben, und die verbleibenden Zeitdauern können beispielsweise um 10% erhöht werden, wodurch folgt: $V_G=2,2$, $V_B=3,3$, $P=2,2$ und $t_{eR} = 1 \mu s$, $t_{eG} = 2,2 \mu s$, $t_{eB} = 3,3 \mu s$, $t_p = 2,2 \mu s$ sowie $T_{T2} = 8,7 \mu s$. Auf diese Weise kann eine äußerst robuste und fein dosierbare Helligkeits- und Farbreglung vorgenommen werden. Diese zeitliche Verlängerung der Einschaltzeitdauern innerhalb der zweiten Taktzeitdauer T_{T2} ist in Figur 3 durch Vergleich mit den Hilfslinien L1, L2 und L3 deutlich erkennbar.

[0031] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass bei der Berechnung der sequenziellen Abfolge Seq gemäß Schritt b) im Falle der Aktivierung zumindest zweier Lichtquellen 2 innerhalb des Taktintervalls derjenigen Lichtquelle 2, die während des Taktintervalls am kürzesten aktiv ist, die Referenzzeitdauer t_{ref} zugeordnet wird, wobei die Einschaltzeitdauern der verbleibenden Lichtquellen durch Multiplikation der Referenzeinschaltzeitdauer t_{ref} mit einem individuellen Faktor größer 1 festgelegt wird, wobei jeder Faktor entsprechend dem Verhältnis der errechneten Einschaltzeitdauer-Verhältnisse V_R , V_B , V_G gewichtet ist.

[0032] Weiters kann vorgesehen sein, dass Beleuchtungssystem 1 zur optischen Übertragung von Informationen angesteuert wird, indem unter Berücksichtigung eines zu übertragenden Informationssignals S_1 die in Schritt b) zu berechnende sequentielle Abfolge Seq manipuliert wird, wobei das Informationssignal S_1 durch gezielte Auswahl der zeitlichen Abfolge der gemäß Schritt c) resultierenden Einschaltzeitdauern t_{eR} , t_{eB} , t_{eG} und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauern t_p in die durch das Beleuchtungssystem 1 abgestrahlte Lichtverteilung kodiert wird.

[0033] Figur 5 zeigt eine beispielhafte Darstellung der Arbeitsweise der Erfindung in Form eines Ablaufdiagrammes. Nachfolgend wird die Erfindung in ganz allgemein mit anderen Worten mit Blick auf das Diagramm gemäß Figur 5 beschrieben:

[0034] Die Erfindung betrifft eine Methode bzw. ein Verfahren zur Ansteuerung von mehrfarbigen LEDs mit 2 bis n Farben oder Farbtemperaturen, wobei die Helligkeit wie eine zusätzliche Farbe betrachtet werden kann. Sie betrifft eine optimierte Farbansteuerung, um maximale Auflösung von Helligkeit und Farbe bei optimaler Lichtverschmelzungsfrequenz und bestmöglicher zeitlicher Lastverteilung für die benötigte Stromversorgung zu erreichen. Mit der Bedingung zu keinem Zeitpunkt eine Überlappung der einzelnen Ausgangsströme der FarbLEDs zuzulassen wird garantiert, dass aus dem Netzteil zu keinem Zeitpunkt höhere Ströme als der Nennstrom gezogen werden. Die Ansteuerung erfolgt durch sequentielle Ausgabe der Kanäle z.B.: der drei Farben R, G, B und H (Helligkeit). Im ersten Block wird ermittelt welche Kanäle am gewünschten Mischverhältnis beteiligt sind und welcher dieser Kanäle den geringsten Anteil daran hat. Im zweiten Block wird dem kleinsten

Anteil die optimale Impulsausgabezeit zugewiesen (vorzugshalber im Bereich 1-10 μ s). Davon ausgehend werden die notwendigen Ausgabezeiten der anderen Kanäle berechnet. Im dritten Block wird der Kanal mit der längsten Ausgabezeit ermittelt. Ist diese größer als die maximale Ausgabezeit (vorzugshalber 0.5-1ms), wird dieser in zwei Teile aufgeteilt und mit den anderen Kanälen verschachtelt.

[0035] Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis alle Ausgabezeiten der Kanäle diese Anforderung (< optimaler Lichtverschmelzungsfrequenz) erfüllen oder die geteilten Ausgabezeiten die Mindestimpulsdauer erreichen.

[0036] Um Schwebungen zwischen den Leuchtmitteln zu vermeiden, können im vierten Block zufällig gewählte Zeiten addiert werden. Abschließend kann in Block 5 als Optimierung eine Reduktion der auftretenden Ausgangsfrequenzen zur Verringerung der Schaltverluste erfolgen.

[0037] Mit dieser Methode können alle vorhandenen Freiheitsgrade optimal ausgenutzt werden um bestmöglichen Lichtverhältnisse für das menschliche Auge zu erreichen. Da verschiedene Ausgabemustern zu denselben Lichtverhältnissen führen, kann optional vorgesehen sein, dass durch die sequentielle Ausgabe verschiedener Ausgabemuster Informationen übermittelt werden ohne die Lichtverhältnisse zu stören.

[0038] In Anbetracht dieser Lehre ist der Fachmann in der Lage, ohne erfinderisches Zutun zu anderen, nicht gezeigten Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen. Die Erfindung ist daher nicht auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt. Auch können einzelne Aspekte der Erfindung bzw. der Ausführungsformen aufgegriffen und miteinander kombiniert werden. Etwaige Bezugszeichen in den Ansprüchen sind beispielhaft und dienen nur der einfacheren Lesbarkeit der Ansprüche, ohne diese einzuschränken.

Patentansprüche

1. Verfahren zur frequenzvariablen Steuerung der Lichtfarbe und/oder des Lichtstromes eines Beleuchtungssystems (1), wobei das Beleuchtungssystem (1) zumindest zwei Lichtquellen (2) unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst, wobei zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen (2) ein Mikrocontroller (3) vorgesehen ist, umfassend die folgenden Schritte:

a) Empfang eines die abstrahlende Lichtfarbe und/oder den abstrahlenden Lichtstrom des Beleuchtungssystems (1) vorgebenden Inputsignals (S_{in}),

b) Berechnen eines Taktzyklus (T) umfassend eine sequenzielle Abfolge (Seq) von Einschaltzeitdauerverhältnissen (V_R, V_B, V_G) der zumindest zwei Lichtquellen (2), und gegebenenfalls

eines zusätzlichen durch Ausschaltung sämtlicher Lichtquellen gekennzeichneten Betriebspausenzeitverhältnisses (P), in Abhängigkeit von dem Inputsignal (S_{in}), wobei die sequenzielle Abfolge dergestalt bestimmt wird, dass zu jedem Zeitpunkt immer nur maximal eine der zumindest zwei Lichtquellen (2) aktiv ist,

c) Berechnen von Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls einer Betriebspausenzeitdauer (t_p), indem die in Schritt b) errechneten Einschaltzeitdauerverhältnisse (V_R, V_B, V_G) und gegebenenfalls das Betriebspausenzeitdauerverhältnis (P) mit einer variablen Referenzzeitdauer (t_{ref}) multipliziert werden, und Berechnen einer variablen Taktzeitdauer (t_T) durch Summation der innerhalb eines Taktzyklus (T) vorgesehenen Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls der Betriebspausenzeitdauer (t_p), wobei sämtliche Zeitdauerverhältnisse (V_R, V_B, V_G, P) und damit die daraus berechneten Zeitdauern ($t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}, t_p$) dergestalt gewählt sind, dass innerhalb der variablen Taktzeitdauer (t_T) im zeitlichen Mittel die gemäß dem Inputsignal (S_{in}) vorgegebene Lichtfarbe und/oder der Lichtstrom abgestrahlt wird,

d) Steuerung der Ein- und Ausschaltvorgänge der zumindest zwei Lichtquellen (2) mittels dem Mikrocontroller (3) zur Umsetzung der gemäß Schritt b) berechneten sequenziellen Abfolge (Seq) unter Heranziehung der gemäß Schritt c) errechneten Einschaltzeitdauern (t_{eR}, t_{eB}, t_{eG}) und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauer (t_p).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Mikrocontroller (3) zur Ansteuerung der zumindest zwei Lichtquellen (2) lediglich einen einzigen Komparator und einen einzigen Timer heranzieht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei bei der Berechnung der sequenziellen Abfolge (Seq) gemäß Schritt b) im Falle der Aktivierung zumindest zweier Lichtquellen (2) innerhalb des Taktintervalls derjenigen Lichtquelle (2), die während des Taktintervalls am kürzesten aktiv ist, die Referenzzeitdauer (t_{ref}) zugeordnet wird, wobei die Einschaltzeitdauern der verbleibenden Lichtquellen durch Multiplikation der Referenzeinschaltzeitdauer (t_{ref}) mit einem individuellen Faktor größer 1 festgelegt wird, wobei jeder Faktor entsprechend dem Verhältnis der errechneten Einschaltzeitdauerverhältnisse (V_R, V_B, V_G) gewichtet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Mikrocontroller eine Mindesteinschaltzeitdauer (t_{min}) aufweist, die einer niedrigsten Zeitdauer entspricht, die zwischen einem Ein- und einem unmittelbaren darauffolgenden Ausschaltvorgang liegen kann, wobei für

die Referenzzeitdauer (t_{ref}) folgendes gilt: $t_{ref} \geq t_{min}$.

sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Referenzzeitdauer (t_{ref}) in Abhängigkeit von einer Zufallsgröße bestimmt wird. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Referenzzeitdauer (t_{ref}) dergestalt gewählt ist, dass die resultierende Taktzeitdauer (t_T) maximal 10ms beträgt. 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Beleuchtungssystem (1) zur optischen Übertragung von Informationen angesteuert wird, indem unter Berücksichtigung eines zu übertragenden Informationssignals (S_I) die in Schritt b) zu berechnende sequentielle Abfolge (Seq) manipuliert wird, wobei das Informationssignal (S_I) durch gezielte Auswahl der zeitlichen Abfolge der gemäß Schritt c) resultierenden Einschaltzeitdauern (t_{eR} , t_{eB} , t_{eG}) und gegebenenfalls Betriebspausenzeitdauern (t_P) in die durch das Beleuchtungssystem (1) abgestrahlte Lichtverteilung kodiert wird. 15
20
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein optischer Sensor (4) zur Erfassung eines Informationssignals vorgesehen ist, indem der Sensor (4) zur Erfassung der durch ein Beleuchtungssystem (1) abgestrahlten kodierten Lichtverteilung eingerichtet ist. 25
30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Beleuchtungssystem (1) zumindest drei Lichtquellen (2), nämlich eine Lichtquelle zur Abstrahlung von rotem Licht, eine Lichtquelle zur Abstrahlung von grünem Licht, und eine Lichtquelle zur Abstrahlung von blauem Licht, aufweist. 35
10. Beleuchtungssteuerungseinheit, umfassend ein Speichermedium, auf dem eine Programmlogik zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche gespeichert ist, und einen mit dem Speichermedium in Verbindung stehenden Mikrokontroller (3), der dazu eingerichtet ist, das Inputsignal (S_{in}) zu empfangen, und die abzustrahlende Lichtfarbe und/oder Beleuchtungsintensität des Beleuchtungssystems (1) unter Heranziehung der Programmlogik entsprechend dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorzugeben. 40
45
11. Beleuchtungsmodul, umfassend ein Beleuchtungssystem (1) und eine Beleuchtungssteuerungseinheit (1) nach Anspruch 10 zur Ansteuerung des Beleuchtungssystems (1), wobei das Beleuchtungssystem (1) zumindest zwei Lichtquellen (2) unterschiedlicher Lichtfarbe umfasst. 50
55
12. Beleuchtungsmodul nach Anspruch 11, wobei die zumindest zwei Lichtquellen (2) LED-Lichtquellen
13. Beleuchtungsanordnung, umfassend eine Anzahl an einzeln ansteuerbaren Beleuchtungsmodulen nach Anspruch 11 oder 12.

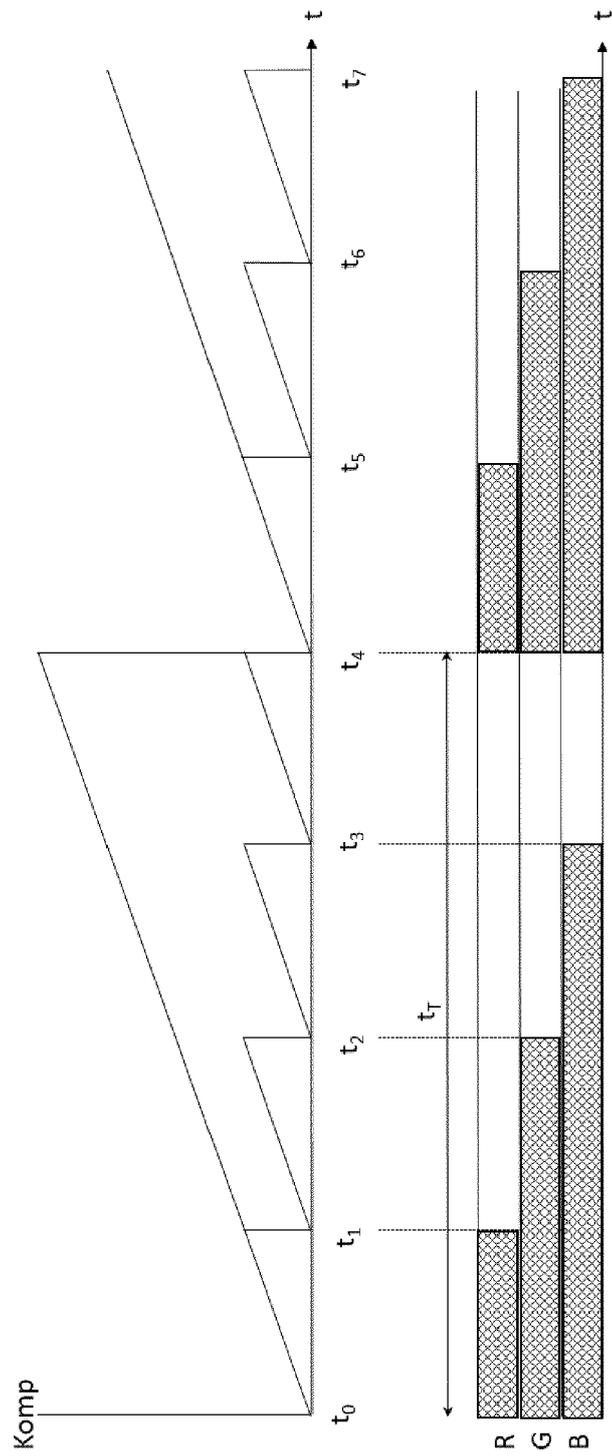


Fig. 1

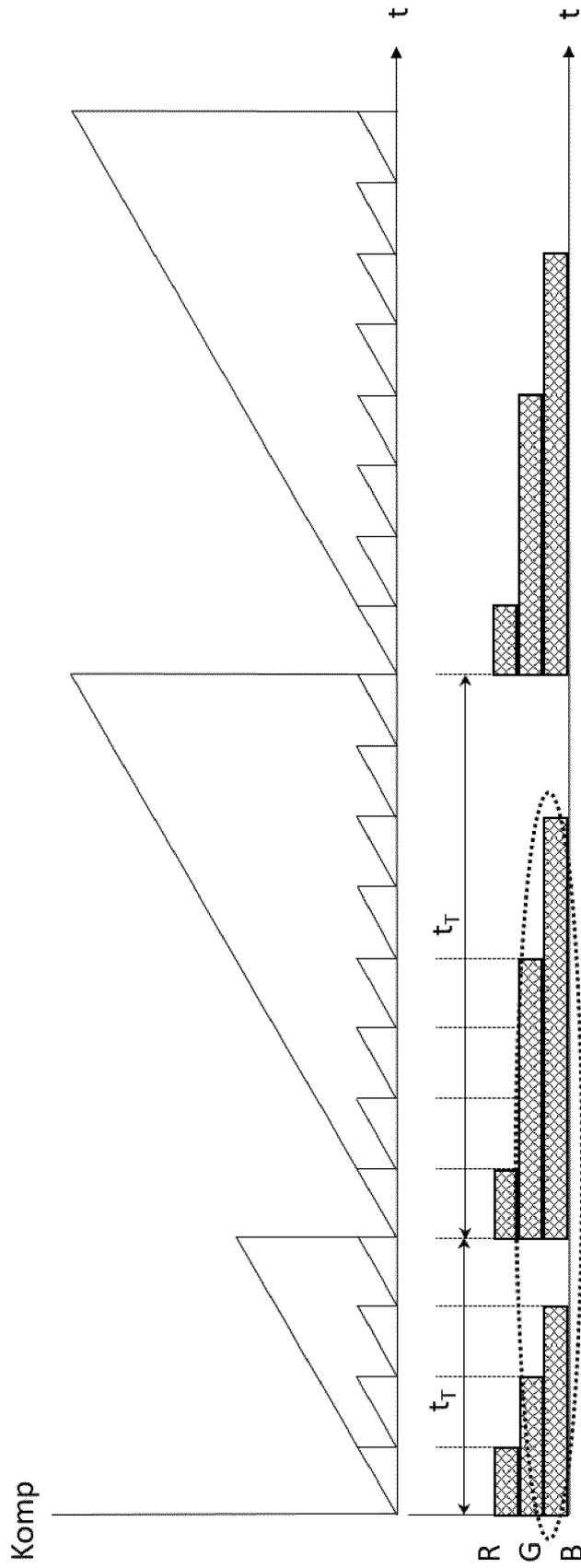


Fig. 2

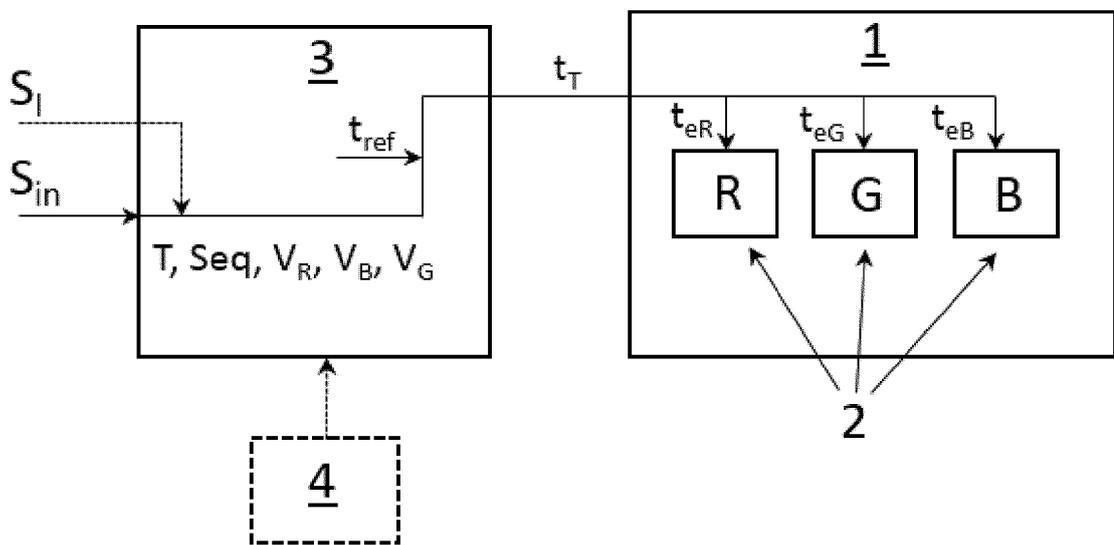


Fig. 3

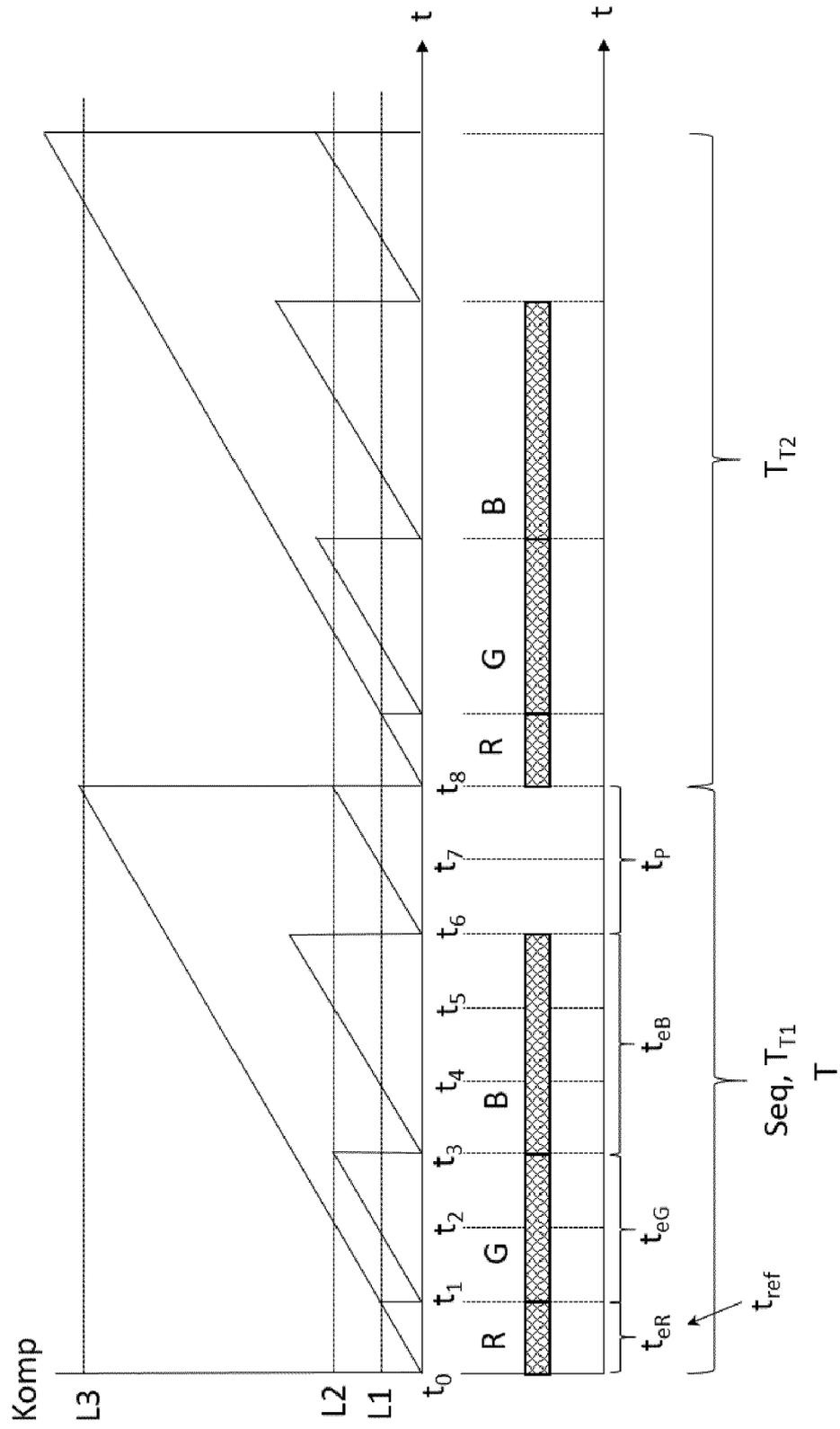
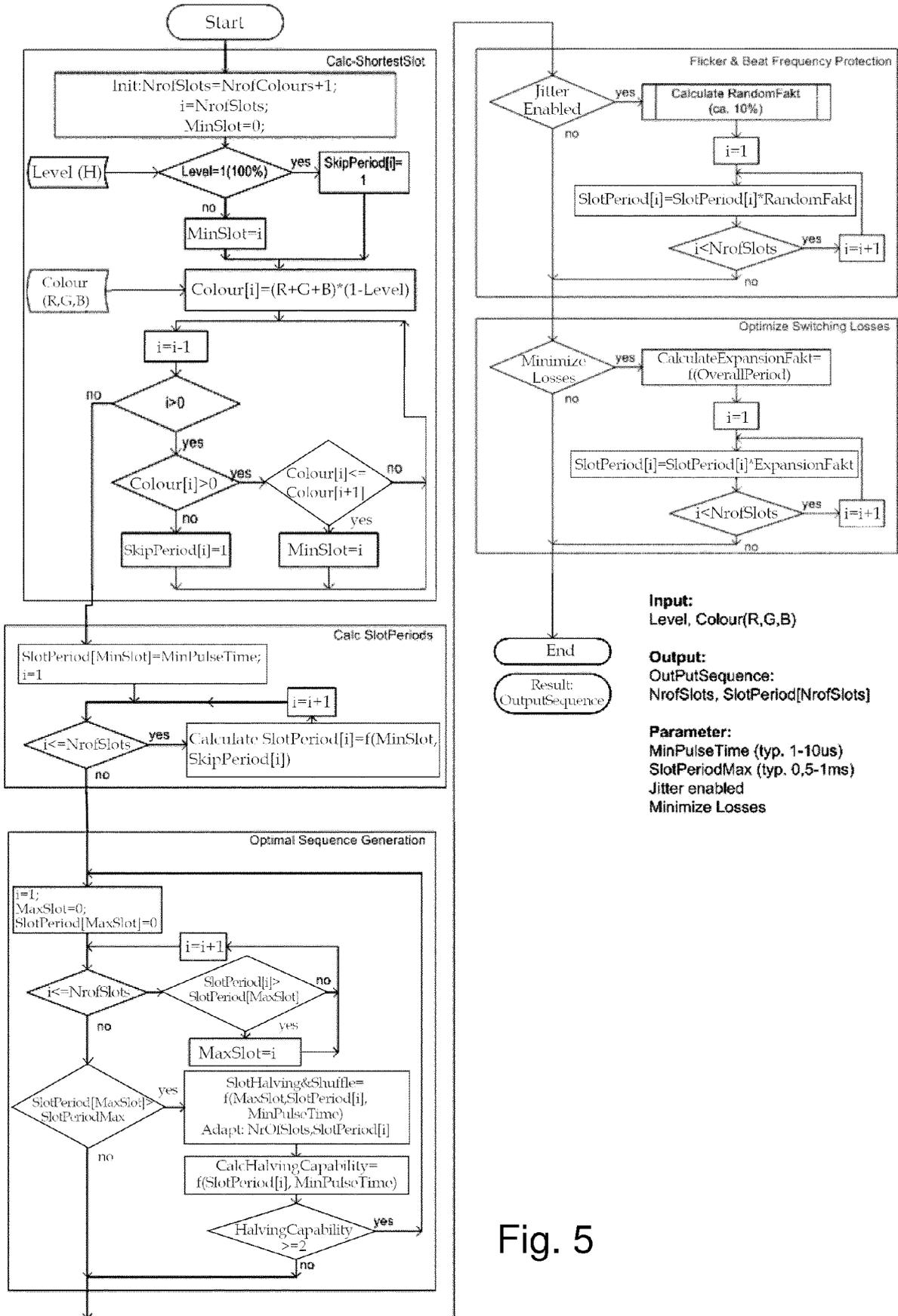


Fig. 4



Input:
Level, Colour(R,G,B)

Output:
OutputSequence:
NrofSlots, SlotPeriod[NrofSlots]

Parameter:
MinPulseTime (typ. 1-10us)
SlotPeriodMax (typ. 0,5-1ms)
Jitter enabled
Minimize Losses

Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 9932

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 019 569 A1 (DIEHL AEROSPACE GMBH [DE]) 28. Januar 2009 (2009-01-28)	1,2,4,6,9-13	INV. H05B33/08
Y	* Absatz [0004] * * Abbildungen 1-4 * * Ansprüche 1-8 * * Absätze [0015] - [0023] *	3,5,7,8	
Y	EP 2 474 200 A1 (TRIDONIC AG [CH]) 11. Juli 2012 (2012-07-11) * Absätze [0003] - [0005], [0009] - [0011], [0031] - [0032], [0038] - [0049], [0054], [0055]; Abbildungen 2-6 *	1,10	
Y	Vili Väinölä ET AL: "Illumination and colour control in flicker-free LED lighting", 31. Mai 2017 (2017-05-31), XP055609471, Gefunden im Internet: URL:https://wiki.aalto.fi/download/attachments/120462422/Final%20report%20-%202021.pdf?api=v2 [gefunden am 2019-07-29] * das ganze Dokument *	1,3,5,10	RECHERCHIERTESACHGEBIETE (IPC) H05B
Y	DE 10 2013 010512 A1 (DIEHL AEROSPACE GMBH [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24) * Absätze [0004], [0010] - [0012], [0033] - [0034]; Abbildung 3 *	1,10	
Y	WO 2015/121079 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 20. August 2015 (2015-08-20) * Seite 3, Zeilen 9-11,29 - Seite 4, Zeilen 3,30-end * * Seite 5, Zeilen 1-5 *	5,7,8	
	----- -/--		
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2019	Prüfer Müller, Uta
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 9932

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	<p>KYUNGMOOK CHOI: "Visible Light Communication with Color and Brightness Control of RGB LEDs", ETRI JOURNAL, Bd. 35, Nr. 5, 1. Oktober 2013 (2013-10-01), Seiten 927-930, XP055609474, KR ISSN: 1225-6463, DOI: 10.4218/etrij.13.0212.0425 * Absätze [000I], [00II], [00IV]; Abbildungen 3, 5 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,7,8,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juli 2019	Prüfer Müller, Uta
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/02 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 16 9932

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-07-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 2019569 A1	28-01-2009	DE 102007034177 A1 EP 2019569 A1 US 2009026976 A1	05-02-2009 28-01-2009 29-01-2009
15	EP 2474200 A1	11-07-2012	CN 102598854 A DE 102009040283 A1 DE 112010003524 A5 EP 2474200 A1 WO 2011026837 A1	18-07-2012 10-03-2011 30-08-2012 11-07-2012 10-03-2011
20	DE 102013010512 A1	24-12-2014	DE 102013010512 A1 US 2014375205 A1	24-12-2014 25-12-2014
25	WO 2015121079 A1	20-08-2015	CN 106105392 A EP 3105855 A1 JP 2017506057 A RU 2016136688 A US 2017071041 A1 WO 2015121079 A1	09-11-2016 21-12-2016 23-02-2017 19-03-2018 09-03-2017 20-08-2015
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82