

WO 2012/083323 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Gasentladungslampe 1, wobei die Gasentladungslampe 1 mit Wechselspannung betrieben wird und ein DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe 1 eingestellt werden kann. Dazu wird eine direkte oder indirekte Messung des DC-Anteils durchgeführt und basierend auf der Messung eine Veränderung des DC-Anteils vorgenommen. Die Veränderung des DC-Anteils kann durch Einstellung der Amplitude und/oder der Polarität einer Asymmetrie von Tastverhältnissen d_1 , d_2 zweier digitaler Steuersignale 2a, 2b für zwei zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter Halbleiter-Leistungsschalter 3a, 3b eines Wechselrichters 3, der die Gasentladungslampe 1 mit Wechselspannung versorgt, realisiert werden. Der DC-Anteil kann abhängig vom eingestellten Dimmpegel, dem Lampentyp, der Umgebungstemperatur oder anderen Betriebsparametern verändert oder auf einen Sollwert eingestellt werden. Der Sollwert kann aus einer Sollkurve bestimmt werden und kann basierend auf einem oder mehreren Kurvensätzen eingestellt werden, die den DC-Anteil wenigstens in Abhängigkeit des Dimmpegels und der Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie beschreiben.

**Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer
Gasentladungslampe**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben wenigstens einer Gasentladungslampe, wobei insbesondere ein Gleichstromanteil (DC-Anteil des Stroms) durch die wenigstens eine Gasentladungslampe eingestellt werden
10 kann, um bspw. eine Streifenbildung bzgl. der Leuchtstärke der Lampe zu unterdrücken.

Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass bei Gasentladungslampen, die über ein elektronisches
15 Lampenvorschaltgerät mit Wechselspannung (AC-Spannung) betrieben werden, ein Flackern oder Walmen, d.h. eine Streifenbildung, auftreten kann, das durch die Entstehung laufender Schichten im Füllgas der Gasentladungslampe verursacht wird. Ein solches Walmen tritt insbesondere bei
20 niedrigen Betriebstemperaturen der Gasentladungslampe auf und ist besonders bei niedrigen Dimmpegeln (Helligkeitseinstellungen) der Gasentladungslampe stark ausgeprägt. Es sind aus dem Stand der Technik weiterhin verschieden Verfahren zum Ausgleichen der Streifenbildung
25 in Gasentladungslampen bekannt, zum Beispiel indem eine Gleichspannung (DC-Spannung) an die wechsellspannungsbetriebene Lampe angelegt wird oder indem ein bestimmter Anteil an DC-Strom in die Lampe eingespeist wird.

30 Eine Möglichkeit einen DC-Anteil des Stroms durch die Lampe zu erzielen ist die hinter ein elektronisches Lampenvorschaltgerät geschalteten Kapazitäten durch geeignete Widerstände, bevorzugt hochohmig, zu überbrücken. Eine Möglichkeit eine DC-Spannung der

- Gasentladungslampe zu erzeugen ist zum Beispiel in der EP1901592A1 beschrieben. Die Druckschrift beschreibt den Betrieb einer Gasentladungslampe mittels eines elektronischen Vorschaltgeräts. Das elektronische Vorschaltgerät enthält einen Wechselrichter mit zwei zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter Halbleiter-Leistungsschalter zur Versorgung der Gasentladungslampe mit einer AC-Spannung. Die beiden Halbleiter-Leistungsschalter werden mit digitalen Wechselrichter-Steuersignalen angesteuert, wobei für die Steuersignale jeweils ein Tastverhältnis von mehr oder weniger als 50% innerhalb einer Tastperiode angelegt wird. Das Tastverhältnis ist definiert als der Quotient aus der Zeitdauer innerhalb der Tastperiode, in der das digitale Steuersignal einen hohen Spannungswert annimmt, und der Summe der Zeitdauer des hohen und eines niedrigen Spannungswerts bezogen auf eine Tastperiode des Steuersignals.
- 20 Durch diese asymmetrische Ansteuerung der üblicherweise symmetrisch angesteuerten Halbleiter-Leistungsschalter kann das Auftreten laufender Schichten im Füllgas der Gasentladungslampe und damit das Walmen der Lampe verhindert werden. Durch die asymmetrischen Signale zum Steuern der Halbleiter-Leistungsschalter fällt nämlich aufgrund der nichtlinearen Strom-Spannungskennlinie der Gasentladungslampe ein DC-Anteil an Spannung positiver oder negativer Polarität an der Gasentladungslampe ab.
- 30 Bei Gasentladungslampen, denen eine DC-Spannung durch geeignete Widerstände zugeführt wird, welche üblicherweise fest in der Lampe verbaut sind, hängt die Auswirkung dieses DC-Anteils vornehmlich vom Gesamtstrom durch die Gasentladungslampe ab. Der Gesamtstrom durch die

Gasentladungslampe hängt wiederum von einem eingestellten Dimmpegel ab, wobei der Dimmpegel z.B. durch die Frequenz der Wechselspannung eines Halbbrücken-Wechselrichters des Lampenvorschaltgeräts eingestellt werden kann. Das Problem solcher Gasentladungslampen ist demnach, dass nicht bei jedem eingestellten Dimmpegel der erzeugte DC-Anteil auch die gewünschte Wirkung entfaltet, die z.B. die oben beschriebene Streifenbildung unterdrückt.

- 10 Die vorliegende Erfindung stellt sich damit zur Aufgabe, die Unterdrückung der Streifenbildung (das Walmen) oder des Flackerns von Gasentladungslampen noch effizienter und flexibler zu gestalten. Ein entsprechendes erfindungsgemäßes Verfahren soll dazu geeignet sein, für
- 15 eine Vielzahl von Typen von Gasentladungslampen und für alle Betriebszustände das Walmen oder Flackern effizient zu unterdrücken. Weiterhin soll es das erfindungsgemäße Verfahren einfach ermöglichen, das richtige Gleichgewicht zwischen der bestmöglichen optischen Erscheinung der
- 20 Gasentladungslampe (Auswirkung des DC-Anteils) und der Lebensdauer der Lampe einzustellen. Dabei ist zu beachten, dass schon bei geringen DC-Anteilen des Lampenstroms das Risiko besteht, dass durch eine Migration von Ladungsträgern in eine Richtung in der Lampe, eine
- 25 Verarmung von Quecksilber auftreten kann, was das visuelle Erscheinungsbild ungünstig verändern kann und in weiterer Folge die Lampe schädigen und daher deren Lebenszeit verkürzen kann.
- 30 Schließlich zielt die vorliegende Erfindung besonders auf eine Kombination der beiden oben genannten Möglichkeiten ab, um DC-Spannungen bzw. -ströme zu erzeugen. Der DC-Anteil soll gezielt auf eine zu betreibende Gasentladungslampe zugeschnitten werden können.

Die oben genannten Aufgaben der Erfindung werden durch die
angehängten unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte
Ausführungsbeispiele, die den Gedanken der Erfindung
5 weiterbilden, sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betreiben einer Gasentladungslampe, wobei die
Gasentladungslampe mit Wechselspannung betrieben wird und
10 ein DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe
und/oder ein DC-Anteil der Spannung an der
Gasentladungslampe durch folgende Schritte eingestellt
wird: direkte oder indirekte Messung des DC-Anteils und
Veränderung des DC-Anteils durch Einstellung der Amplitude
15 und/oder der Polarität einer Asymmetrie von
Tastverhältnissen zweier digitaler Steuersignale für zwei
zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter Halbleiter-
Leistungsschalter eines Wechselrichters, der die
Gasentladungslampe mit Wechselspannung versorgt.

20

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann ein DC-Anteil
durch asymmetrische Tastverhältnisse und ein fest
eingestellter DC-Anteil, z.B. durch geeignete Widerstände,
kombiniert werden. Das Verfahren kann je nach Lampenart
25 direkt oder indirekt den DC-Anteil der Lampenspannung
messen, und ist somit auf verschiedenste Lampenarten
anwendbar, auch wenn diese mit unterschiedlichen
Widerständen verschaltet sind. Durch die Veränderungen der
Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie kann
30 unabhängig von einem DC-Anteil, der schon bei
symmetrischer Ansteuerung der Halbleiter-Leistungsschalter
durch die Lampe fließt, ein DC-Anteil gewünschter
Auswirkung eingestellt werden. Vorteilhafterweise wird die
Asymmetrie bei jedem Dimmpegel der Gasentladungslampe

derart gewählt, dass sich die gewünschten Auswirkungen einstellen. Mit der Auswirkung des DC Anteils ist dabei insbesondere eine optische Auswirkung gemeint, d.h. z.B. wie effizient die Streifenbildung und das Flackern der Gasentladungslampe unterdrückt werden können. Die Auswirkung des DC-Anteils hängt direkt vom Dimmpegel ab, weshalb sie bei verschiedenen Dimmpegeln der Lampe durch Nachjustieren der Asymmetrie wiederhergestellt werden kann.

10

Vorteilhafterweise wird der DC-Anteil verändert, bis sich ein Sollwert des DC-Anteils einstellt. Wie oben beschrieben kann dadurch die gewünschte Auswirkung des DC-Anteils auf den Leuchtbetrieb der Gasentladungslampe vorgenommen werden.

15

Der Sollwert kann zum Beispiel ein minimal notwendiger DC-Anteil sein, um ein sogenanntes Walmen der Lampe zu verhindern. Das Einstellkriterium für die Asymmetrie hinsichtlich Polarität und Amplitude ist demnach ein von außen vorgegebener Mindest-DC-Anteil, unabhängig vom eingestellten Dimmpegel der Gasentladungslampe. Für jede Gasentladungslampe ist nämlich ein zumindest ausreichend großer DC-Anteil nötig, um Walmen zu verhindern. Sinkt der DC-Anteil der Gasentladungslampe unter den Sollwert, kann die Asymmetrie der Tastverhältnisse weiter verändert werden, bis wieder der Mindest-DC-Anteil der Spannung an der Gasentladungslampe anliegt. Dazu kann eine automatische Regelung verwendet werden, oder es kann ein Warnsignal ausgegeben werden, das ein Absinken unter den Sollwert anzeigt.

20

25

30

Vorteilhafterweise wird der Sollwert basierend auf einem Dimmpegel der Gasentladungslampe bestimmt, wobei der

Dimmregel durch die Frequenz der vom Wechselrichter gelieferten Wechselströmungen festgelegt ist.

Je nach Frequenz der Wechselspannung aus dem Wechselrichter ergibt sich für die Gasentladungslampe aufgrund ihrer Induktivität ein anderer effektiver Widerstand, wodurch bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedliche Gesamtströme durch die Gasentladungslampe fließen und somit der Dimmregel eingestellt werden kann.

Die Auswirkung des DC-Anteils durch eine Gasentladungslampe hängt vom Dimmregel ab, das heißt von der Frequenz des Halbbrücken-Wechselrichters. Durch einen Sollwert, der auf dem Dimmregel basiert, kann eine gewünschte Auswirkung des DC-Anteils durch Veränderung der Amplitude und/oder der Polarität der Asymmetrie der Tastverhältnisse für jeden Dimmregel der Gasentladungslampe gesondert eingestellt werden. Insbesondere kann somit auch bei niedrigen, besonders anfälligen Dimmregeln die Streifenbildung in der Lampe vermieden werden.

Vorteilhafterweise wird der Sollwert basierend auf einem Lampentyp der Gasentladungslampe bestimmt und der Lampentyp aus dem DC-Anteil des Stroms in Abhängigkeit der eingestellten Asymmetrie der Tastverhältnisse und des Dimmregels der Gasentladungslampe bestimmt.

Durch Verknüpfen des Sollwerts und des Lampentyps wird das Verfahren für eine Vielzahl von unterschiedlichen Gasentladungslampen einsetzbar. Je nach Lampentyp fließen unterschiedliche DC-Anteile durch die Gasentladungslampe, z.B. abhängig von vorgeschalteten Widerständen (R_{dc1} , R_{dc2}), die zur Überbrückung der Serien-Kapazitäten (C_{s1} , C_{s2}) des Resonanzkreises der Gasentladungslampe vorgesehen

sind. Als ein Beispiel des oben genannten Verfahrens, kann bei symmetrischer Ansteuerung der Halbleiter-Leistungsschalter (d.h. einer bestimmten eingestellten Asymmetrie) und einem fest eingestellten Dimmpegel, der
5 Lampentyp aus dem gemessenen DC-Anteil des Stroms bestimmt werden. Dazu kann auf abgelegte Erkenntnisse beziehungsweise Daten verschiedener Lampentypen zurückgegriffen werden, und es kann anhand gespeicherter Informationen ein geeigneter Sollwert ermittelt werden.

10

Vorteilhafterweise wird der Sollwert basierend auf der Temperatur der Umgebung der Gasentladungslampe bestimmt. Besonders bei niedrigen Umgebungstemperaturen sind Gasentladungslampen nämlich besonders empfindlich
15 gegenüber den DC-Anteilen des Stroms. Eine Verarmung von Quecksilber in der Lampe tritt bei niedrigen Temperaturen viel früher auf und eine stark unausgeglichene Lichtabgabe der Lampe ist die Folge. Der Grund ist, dass sich bei niedrigen Umgebungstemperaturen die Lampenspannung
20 drastisch ändert. Ist der Sollwert allerdings von der Umgebungstemperatur der Gasentladungslampe abhängig, können solche Spannungsänderungen durch eine geeignete Nacheinstellung des DC-Anteils durch Veränderung der Asymmetrie der Steuersignale ausgeglichen werden. Die
25 Lampenspannung kann dafür auch stetig oder wiederholt gemessen werden und der Sollwert adaptiv an die Messung angepasst werden.

Vorteilhafterweise wird der Sollwert aus wenigstens einer
30 Sollkurve bestimmt, wobei die Sollkurve den Sollwert in Abhängigkeit von wenigstens dem Dimmpegel und/oder der Umgebungstemperatur beschreibt.

Die Sollkurve ist zum Beispiel in einer Datenbank hinterlegt und ermöglicht eine schnelle und effiziente Einstellung eines Sollwerts, der die Auswirkungen des DC-Anteils bei unterschiedlichen Dimmpegeln und unterschiedlichen Temperaturen der Umgebung der Gasentladungslampe berücksichtigt.

Vorteilhafterweise wird der DC-Anteil kontinuierlich oder wiederholt gemessen und der Sollwert basierend auf wenigstens einem Kurvensatz eingestellt, wobei der wenigstens eine Kurvensatz den DC-Anteil wenigstens in Abhängigkeit des Dimmpegels und der Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie der Tastverhältnisse beschreibt und bei Veränderung des Dimmpegels der Gasentladungslampe der Sollwert neu basierend auf dem wenigstens einen Kurvensatz eingestellt wird.

Dadurch kann ein geregelter Betrieb der Gasentladungslampe gewährleistet werden, bei der unabhängig vom eingestellten Dimmpegel der DC-Anteil so nachgeregelt wird, dass sich die jeweils gewünschte Auswirkung, z.B. eine unterdrückte Streifenbildung, einstellt. Jeder Kurvensatz kann z.B. durch eine oder mehrere analytische Gleichungen beschrieben sein oder kann numerische Folgen enthalten oder kann als Wertetabelle hinterlegt sein.

Vorteilhafterweise wird der Sollwert basierend auf mehreren unterschiedlichen Kurvensätzen gewonnen, die jeweils den DC-Anteil wenigstens in Abhängigkeit des Dimmpegels und/oder der Amplitude und Polarität der Gasentladungslampe beschreiben, wobei ein zu verwendender Kurvensatz basierend auf einem gemessenen DC-Anteil bei einer vorgegebenen Amplitude und Polarität der Asymmetrie der Tastverhältnisse und einem vorgegebenen Dimmpegel

bestimmt wird. Mit anderen Worten werden z.B. für verschiedene Lampentypen verschiedene Kurvensätze hinterlegt, auf die das Verfahren zurückgreift, um den entsprechenden Sollwert einzustellen. Dadurch kann
5 besonders effizient eine Kombination eines konventionellen DC-Pfads und eines DC-Anteils durch Polarität und Amplitude der Asymmetrie der Tastverhältnisse kombiniert werden. Streifenbildung oder Flackern kann dann flexibler für verschiedene Lampentypen unterdrückt werden.

10

Vorteilhafterweise wird die Umgebungstemperatur der Lampe kontinuierlich oder wiederholt erfasst und der Sollwert aus einem Kurvensatz gewonnen, der den DC Anteil in Abhängigkeit von der erfassten Umgebungstemperatur
15 beschreibt. Wie oben beschrieben ist die Umgebungstemperatur ein wichtiger Faktor zur Bestimmung des geeigneten DC-Anteils. Durch eine kontinuierliche Messung der Temperatur können dabei Schwankungen oder Veränderungen, die den Lampenbetrieb negativ beeinflussen,
20 ausgeglichen werden.

Vorteilhafterweise wird die Asymmetrie der Tastverhältnisse bei konstanter Frequenz des vom Wechselrichter gelieferten Wechselstroms durch
25 Pulsbreitenmodulation der Steuersignale der Halbleiterleistungsschalter verändert.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Betreiben einer Gasentladungslampe, wobei
30 die Gasentladungslampe mit Wechselspannung betrieben wird und die Vorrichtung zum Einstellen eines DC Anteils des Stroms durch die Gasentladungslampe und/oder eines DC-Anteiles der Spannung an der Gasentladungslampe ausgelegt ist, wobei die Vorrichtung aufweist eine Einrichtung zur

10

direkten oder indirekten Messung des DC Anteils, eine Einrichtung zur Veränderung des DC Anteils durch Einstellung der Amplitude und/oder der Polarität einer Asymmetrie von Tastverhältnissen zweier digitaler Steuersignale für zwei zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter Halbleiter-Leistungsschalter eines Wechselrichters, der die Gasentladungslampe mit Wechselspannung versorgt.

- 10 Die Vorrichtung kann weiterhin geeignete Einrichtungen oder Mittel aufweisen, die zum Durchführen der oben genannten vorteilhaften Weiterbildungen des Verfahrens ausgelegt sind. Damit eignet sich die Vorrichtung zum Betreiben verschiedener Typen von Gasentladungslampen, bei
- 15 verschiedenen Umgebungstemperaturen bzw. Betriebszuständen. Eine Bildung von Streifen oder ein Flackern des Lampenlichts kann effizient und flexibel unterdrückt werden.
- 20 Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Mikrokontroller, der dazu ausgelegt ist, ein Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe wie oben beschrieben auszuführen, wobei die Gasentladungslampe mit Wechselspannung betrieben wird und ein DC Anteil des
- 25 Stroms durch die Gasentladungslampe durch die Schritte des Verfahrens eingestellt wird.

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung mit Bezug auf die angefügten Figuren genauer beschrieben.

30

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines elektronischen Lampenvorschaltgeräts zum Betreiben einer Gasentladungslampe.

Fig. 2 zeigt ein detaillierteres Blockschaltbild des elektronischen Vorschaltgeräts. Und der Gasentladungslampe.

5 Fig. 3 zeigt die Asymmetrie der Tastverhältnisse der Steuersignale und deren Auswirkung auf die Lampenspannung.

10 Fig. 4 zeigt einen Kurvensatz, der den DC-Anteil der Lampenspannung einer Gasentladungslampe in Abhängigkeit vom Dimmpegel und der Asymmetrie der Tastverhältnisse beschreibt.

15 Fig. 5 zeigt einen Kurvensatz, der den DC-Anteil der Lampenspannung verschiedener Gasentladungslampen in Abhängigkeit vom Dimmpegel und dem Wert des Widerstands beschreibt.

20 Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines elektronischen Vorschaltgeräts für eine Gasentladungslampe 1, mit dem das Verfahren der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden kann. Im Allgemeinen wird dabei eine Gasentladungslampe 1 über einen Wechselrichter 3 mit einer Wechselspannung VAC
25 versorgt. Der Wechselrichter 3 wird von einer Gleichspannung VDC gespeist, die von einem Schaltnetzteil 7 erzeugt wird. Das Schaltnetzteil 7 umfasst einen Oberwellenfilter zur Funkenstörung und zur Filterung von Netzoberwellen der von der Spannungsquelle 9 gelieferten
30 Wechselspannung UAC. Des Weiteren umfasst das Schaltnetzteil 7 eine Gleichrichterschaltung (AC/DC Schaltung), welche die Wechselspannung UAC aus der Spannungsquelle 9 in die gleichgerichtete Spannung VDC

12

umwandelt und diese einer Leistungsfaktor-Korrekturschaltung 8 zuführt.

Die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung 8 dient zur
5 Oberwellenfilterung und Glättung der von der Gleichrichterschaltung 7 VDC gelieferten Gleichspannung sowie zur Kompensation der von der Gasentladungslampe 1 im Brenn- bzw. Dimmbetrieb aufgenommenen Blindleistung. Die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung 8 führt dem
10 Wechselrichter (DC/AC Schaltung) 3 die gefilterte und geglättete Gleichspannung VDC als Versorgungsspannung zu. Der Wechselrichter 3 dient als steuerbare Wechselspannungsquelle, welche eine hochfrequente Wechselspannung VAC einstellbarer Frequenz f_{HB} zum
15 Betrieb der Gasentladungslampe 1 liefert.

Der Wechselrichter 3 wird dazu von einem Regulator 5, vorzugsweise einem PWM- Modul, angesteuert. Mittels des Regulators 5 kann die Frequenz f_{HB} , das heißt im
20 Umkehrschluss die Tastperiode zweier Steuersignale 2a und 2b eingestellt werden. Dadurch wird auch die vom Wechselrichter 3 ausgegebene Wechselspannung VAC eingestellt und folglich der Dimmpegel der Gasentladungslampe 1 verändert. Der Regulator 5 ist ferner
25 dazu ausgelegt, die Tastverhältnisse d_1 und d_2 der Steuersignale 2a und 2b einzustellen, wie unten ausführlicher beschrieben werden wird.

Ein Resonanzschaltkreis 6 ist der Gasentladungslampe 1
30 vorgeschaltet und wandelt die rechteckige vom Wechselrichter 3 gelieferte Wechselspannung VAC in eine sinusförmige Wechselspannung um, deren Amplitude von der Frequenz f_{HB} der Wechselspannung VAC abhängt, die von der Wechselrichter-Halbbrücke 3 geliefert wird. Ein

Spannungsteiler 11 ist optional dazu verwendbar, die über der Gasentladungslampe 1 abfallende Spannung zu erfassen. Mittels des optionalen Shunt-Widerstands 12 kann eine Steuerschaltung 4 den Lampenstrom messen und kann den
5 derzeitigen DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe 1 bestimmen. Die Steuerschaltung 4 ist ferner dazu ausgelegt, den Regulator 5 zu steuern, so dass dieser eine bestimmte Frequenz (das heißt eine bestimmte Tastperiode) und bestimmte Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 der
10 Steuersignale 2a und 2b erzeugt. Dazu kann die Steuerschaltung 4 auch auf eine Datenbank 10 (im Allgemeinen eine Speichervorrichtung) zurückgreifen, um geeignete Sollwerte für einen DC-Anteil zu gewinnen und entsprechende Vorgaben an den Regulator 5 zu liefern.

15

Die in Fig. 1 gezeigte Schaltung ist teilweise in Fig. 2 und mit mehr Detail gezeigt. Der Wechselrichter 3 besteht aus zwei in Serie geschalteten Halbleiter-Leistungsschaltern 3a bzw. 3b, über welche die Spannung
20 VDC abfällt. Dafür ist der Halbleiter-Leistungsschalter 3b mit Erdpotential verbunden und der Halbleiter-Leistungsschalter 3a ist mit einem das Potential VDC führenden Knoten verbunden. Der Halbleiter-Leistungsschalter 3a wird von einem Steuersignal 2a
25 gesteuert, wobei das Steuersignal 2a digital ist, d.h. entweder einen hohen Spannungswert oder einen niedrigen Spannungswert (z.B. Null) annehmen kann. Der Halbleiter-Leistungsschalter 3b wird entsprechend durch das Steuersignal 2b gesteuert. Die beiden Steuersignale 2a und
30 2b werden von dem Regulator 5 vorgegeben. Dabei können die Zeitdauern des hohen Spannungswerts t_{ein1} bzw. t_{ein2} und die Zeitdauern des niedrigen Spannungswerts t_{aus1} bzw. t_{aus2} , deren Summe die Tastperioden T1 bzw. T2 bestimmt, und die Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 vorgegeben werden. Im Stand

der Technik werden normalerweise Tastverhältnisse von 50 % an solchen Wechselrichtern angelegt, gemäß der vorliegenden Erfindung werden jedoch die Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 asymmetrisch gesteuert, d.h. es werden
5 bevorzugt Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 von mehr oder weniger als 50 % eingestellt.

In Fig. 3 ist in einem Spannungszeitdiagramm zu sehen, wie die Steuersignale 2a und 2b geschaltet werden können. Die
10 Tastperiode T_1 des Halbleiter-Leistungsschalters 3a besteht dabei aus der Zeit des hohen Spannungswerts t_{ein1} und der Zeit des niedrigen Spannungswerts t_{aus1} . Entsprechend besteht die Tastperiode T_2 des zweiten Halbleiter-Leistungsschalters 3b aus der Zeit des hohen
15 Spannungswerts t_{ein2} und der Zeit des niedrigen Spannungswerts t_{aus2} . Die Steuersignale sind annähernd rechteckförmig und die hohen und niedrigen Spannungswerte der beiden digitalen Steuersignale 2a, 2b wechseln sich in regelmäßiger, durch die Tastperioden T_1 bzw. T_2 , d.h.
20 abhängig von der Frequenz f_{HB} des Wechselrichters 3, in vorgegebener Folge alternierend ab. Innerhalb der Ausschaltzeit t_{aus1} des Steuersignals 2a ist das Steuersignal 2b auf dem hohen Spannungswert t_{ein2} und umgekehrt.

25

Die Tastverhältnisse $d_1 = t_{\text{ein1}}/T_1 = 1 - t_{\text{aus1}}/T_1$ bzw. $d_2 = t_{\text{ein2}}/T_2 = 1 - t_{\text{aus2}}/T_2$ können für jeden der Halbleiter-Leistungsschalter 3a und 3b variable (auch zeitvariabel) eingestellt werden. Die Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 können
30 in jedem Zyklus T_1 bzw. T_2 den gleichen Wert annehmen oder für jeden Taktzyklus einen neuen Wert annehmen. Um eine Asymmetrie der Tastverhältnisse zu erzeugen werden Werte unterschiedlich von 50% eingestellt. Es kann sowohl die Amplitude als auch die Polarität der Tastverhältnisse d_1

bzw. d_2 eingestellt werden. Die Amplitude wird durch den Wert der Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 festgelegt. Je stärker der Wert von 50 % abweicht, desto stärker ist die Amplitude. Die Polarität wird durch die Verhältnisse der
5 Zeit hoher Spannungswerte der zwei Halbleiter-Leistungsschalter 3a, 3b, das heißt $t_{\text{ein1}}/t_{\text{ein2}}$ bzw. der Zeit niedriger Spannungswerte, das heißt $t_{\text{aus1}}/t_{\text{aus2}}$ festgelegt.

Asymmetrische Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 bewirken wie aus
10 dem Stand der Technik bekannt aufgrund der nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie der Gasentladungslampe eine DC-Spannung, d.h. auch einen DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe 1. Dieser DC-Anteil kann durch die Einstellung der Amplitude und/oder der Polarität der
15 Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 der zwei Steuersignale 2a bzw. 2b verändert werden. Je nach Bedarf kann somit der DC-Anteil verändert werden.

Die durch den Wechselrichter 3 erzeugte Wechselspannung
20 VAC wird in den Resonanzkreis 6 der Gasentladungslampe 1 eingeprägt. Die Induktivität L_1 , die Kapazität C_r und die Serien-Kapazität C_{s1} bilden den Resonanzkreis 6, der die rechteckige Wechselspannung VAC der Halbbrücke bzw. des Wechselrichters 3 in eine sinusförmige Spannung umwandelt,
25 welche zum Betrieb der Gasentladungslampe 1 verwendet wird. Die Amplitude der sinusförmigen Spannung hängt dabei von der Frequenz f_{HB} der vom Wechselrichter 3 gelieferten rechteckförmigen Wechselspannung VAC ab. Die Gasentladungslampe 1 kann wie in Fig. 2 gezeigt auch eine
30 Parallelschaltung von zwei Gasentladungslampen sein, oder kann mehrere parallel oder seriell geschaltete Gasentladungslampen umfassen. Im Fall zweier Gasentladungslampen wird die sinusförmige Spannung durch die Transformatoren L_{sym} symmetrisch an die beiden Lampen

(lamp₁ und lamp₂) geliefert. In diesem Fall umfasst der Resonanzkreis 6 wie gezeigt eine weitere Serien-Kapazität Cs₂.

- 5 Die Serien-Kapazitäten Cs₁ und Cs₂ für die in Fig. 2
gezeigten Lampen der Gasentladungslampe 1 sind durch
Widerstände Rdc₁ (für eine erste Gasentladungslampe) bzw.
Rdc₂ (im Falle einer zweiten Gasentladungslampe)
überbrückt. Dadurch stellt sich ein DC-Anteil des Stroms
10 durch die Gasentladungslampe 1 ein. Die Wechselspannung,
die über die Gasentladungslampe 1 abfällt, ist dann um
einen DC-Anteil verschoben. Die Widerstände Rdc₁ (für eine
erste Gasentladungslampe) bzw. Rdc₂ (im Falle einer
zweiten Gasentladungslampe) bilden einen konventionellen
15 DC-Pfad. Die über der Gasentladungslampe 1 abfallenden
Spannungen (in Fig. 2 bei zwei Gasentladungslampen die
Spannungen V_{lamp1}, V_{lamp2}) können mittels des
Spannungsteilers 11 gemessen werden. Auch der DC-Anteil
der Spannung an der Gasentladungslampe 1 kann somit
20 gemessen werden. Des Weiteren kann der DC-Anteil des
Lampenstroms mit Hilfe des Shunt-Widerstands 12 von der
Steuerschaltung 4 erfasst werden. Die Messung des DC-
Anteils kann dabei indirekt oder direkt vorgenommen werden
und es muss nicht zwangsläufig die in Fig. 2 gezeigte
25 Schaltung zur Messung des DC-Anteils des Stroms und/oder
der Spannung verwendet werden. Abhängig vom gemessenen DC-
Anteil des Stroms kann die Steuerschaltung 4 einen
Sollwert bestimmen und dem Regulator 5 geeignete Vorgaben
für Tastverhältnisse d₁ bzw. d₂ zuführen. Auf Basis dieser
30 Vorgabe stellt der Regulator 5 die Amplitude und/oder
Polarität der Asymmetrie der Steuersignale 2a und 2b ein
bzw. verändert diese.

Die Steuerschaltung 4 kann den DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe 1 ständig überwachen und so verändern, dass sich immer ein minimal notwendiger Sollwert des DC-Anteils einstellt, damit eine Streifenbildung bzw. das sogenannte Walmen der Gasentladungslampe 1 verhindert wird. Fällt der DC-Anteil unter den Sollwert, so verändert die Steuerschaltung die Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 , bis sich wieder der gewünschte Sollwert einstellt. Die Steuerschaltung 4 kann auf hinterlegte Erkenntnisse bzw. Informationen, zum Beispiel in einer Datenbank 10 oder allgemein einem Speicher, zurückgreifen, in der z.B. Lampentypen, Sollwerte, Verlaufskurven des DC-Anteils und Abhängigkeiten des DC-Anteils von z.B. dem Dimmpegel der Gasentladungslampen 1 oder der Umgebungstemperatur gespeichert sind. Insbesondere kann die Datenbank 10 auch Erkenntnisse über die Auswirkungen des DC-Anteils enthalten bei verschiedenen Dimmpegeln oder Umgebungstemperaturen enthalten. Solche Erkenntnisse beschreiben in etwa wie effizient z.B. Streifenbildung bei einem bestimmten DC-Anteil, bei einem bestimmten Dimmpegel und/oder einer bestimmten Umgebungstemperatur unterdrücken lassen. Die Erkenntnisse der Auswirkung des DC-Anteils sind dabei quantitativ oder analytisch beschrieben oder können als aus Erfahrungswerten erstellte Tabellen hinterlegt sein.

Ein gewisser DC-Anteil des Stroms erzielt nicht für jeden Lampentyp 1 und bei jedem Dimmpegel dieselbe Auswirkung, d.h. er kann zum Beispiel nicht bei jedem Dimmpegel das Flackern oder Walmen der Lampe gleich gut verhindern. Deshalb kann die Steuerschaltung 4 den Sollwert für den DC-Anteil z.B. basierend auf dem Dimmpegel der Gasentladungslampe 1 bestimmen und den Regulator 5

entsprechend steuern. Der Dimmpegel wird dabei durch die von der Steuerschaltung 4 an den Regulator 5 vorgegebenen Tastperiode oder der Frequenz bestimmt, die dann der Frequenz f_{HB} entspricht, mit der die Steuersignale 2a und 2b geschaltet werden, bzw. der Frequenz entspricht mit der der Wechselrichter 3 Wechselspannung an den Resonanzkreis 6 liefert. Um einen gewünschten DC-Anteil zu erhalten, kann die Steuerschaltung wie oben beschrieben über den Spannungsteiler 11 und den Shunt-Widerstand 12 den DC-Anteil des Stroms und/oder der Spannung der Gasentladungslampe 1 messen und mittels einer Veränderung der Polarität und/oder Amplitude der Tastverhältnisse durch den Regulator 5 den gewünschten DC-Anteil einstellen.

15

Fig. 4 zeigt zum Beispiel wie der DC-Anteil der Spannung vom auf 1 normierten Dimmpegel der Gasentladungslampe 1 abhängt und wie er durch Einstellen und Verändern der Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 der Steuersignale 2a und 2b verändert werden kann. Die mit C bezeichnete Kurve zeigt den DC-Anteil der Spannung wenn keine Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 der Steuersignale 2a und 2b eingestellt ist. Man sieht, dass insbesondere bei geringen Dimmpegeln sehr hohe DC-Spannungen auftreten. Die mit A bezeichnete Kurve zeigt die Auswirkung einer Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 mit einer Amplitude von 600 ns und einer negativen Polarität. Die mit B bezeichnete Kurve zeigt eine Asymmetrie-Amplitude von 200 ns negativer Polarität und die mit D bezeichnete Kurve zeigt eine Asymmetrie-Amplitude von 200 ns positiver Polarität. Man sieht, dass der DC-Anteil durch die Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie verändert werden kann, womit ein sich abhängig vom Dimmpegel verändernder DC-Anteil

ausgeglichen werden kann. Um einen gewünschten Sollwert für den DC-Anteil in Abhängigkeit vom Dimmpegel einzustellen, kann die Steuerschaltung 4 auf solche oder ähnliche in der Datenbank gespeicherten Kurvensätze direkt zurückgreifen oder daraus Sollwertkurven errechnen.

Die Grafik ist in dem Fall an einer T5 80W Lampe aufgenommen worden, der Dimmbereich überstreicht 1-100%, die Betriebsfrequenz ändert sich in dem Bereich zwischen etwa 42kHz (100%-Punkt) bis auf etwa 105kHz (1%-Punkt), die Periodendauern entsprechend von etwa 25us bis knapp 10us. Eine Asymmetrie von -600ns entspricht bei hoher Frequenz einem Tastverhältnis von etwa 44%, also um 6% gegenüber dem symmetrischen Fall verschoben.

15

Fig. 5 zeigt weitere beispielhafte Kurven eines Kurvensatzes, bei denen wieder der DC-Anteil der Spannung über der Gasentladungslampe 1 in Abhängigkeit vom auf 1 normierten Dimmpegel dargestellt ist. Die Kurven sind für jeweils dieselbe Gasentladungslampe 1 dargestellt und es ist keine Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 eingestellt. Die Gasentladungslampe 1 besitzt jedoch unterschiedliche vorgeschaltete Widerstände R_{dc1} , wodurch sich unterschiedliche DC-Anteile aufgrund unterschiedlicher DC-Pfade ergeben. Bei der Kurve A ist der Widerstandswert $R_{dc1}=100\text{ k}\Omega$, für Fig. B gilt $R_{dc1}=330\text{ k}\Omega$ und für Fig. C $R_{dc1}=590\text{ k}\Omega$.

Fig. 4 und 5 zeigen auch, wie eine Kombination des DC-Pfads über den Widerstand R_{dc1} und eine Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 eine große Einstellflexibilität des DC-Anteils an der Gasentladungslampe 1 ermöglichen. Außerdem wird klar, dass ein bestimmter Lampentyp bei einer bestimmten Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und

d_2 und einem eingestellten Dimmpegel genau ermittelt werden kann, da der DC-Anteil des Stroms (oder der DC-Anteil der Spannung) ein eindeutiger Fingerabdruck der Lampe ist. Da die Steuerschaltung 4 dazu geeignet ist, sowohl die an der Lampe 1 abfallende Spannung und auch den durch die Lampe fließenden Strom zu messen und auszuwerten und mit der Datenbank 10 bzw. den dort hinterlegten Erkenntnissen abzugleichen, kann die Steuerschaltung 4 den Sollwert, der zur Einstellung der Polarität und Amplitude der Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 herangezogen wird, basierend auf dem Lampentyp bestimmen. Die Steuerschaltung 4 kann für jeden Dimmpegel und für jeden Lampentyp die Asymmetrie (sowohl Amplitude als auch Polarität) derart auswählen, dass sich ein DC-Anteil mit gewünschter Auswirkung in der Gasentladungslampe 1 ergibt. Abhängig vom Dimmpegel kann es daher zu Veränderungen kommen. Die Steuerschaltung 4 kann auch kontinuierlich oder wiederholt eine Messung des DC-Anteils durchführen und bezüglich des gemessenen DC-Anteils kontinuierlich den Sollwert bzw. die einzustellende Asymmetrie nachregeln. Der Sollwert kann dabei basierend auf wenigstens einem Kurvensatz eingestellt werden, die in der Datenbank 10 enthalten ist. Wie in Fig. 4 und 5 gezeigt, kann dabei ein DC-Anteil in Abhängigkeit vom Dimmpegel und Asymmetrie der Tastverhältnisse ausgewertet werden und ein entsprechender Sollwert darauf basierend eingestellt werden. Basierend auf zum Beispiel dem Lampentyp können auch verschiedene Kurvensätze ausgewertet werden, um den entsprechenden Sollwert einzustellen und den Regulator 5 entsprechend zu steuern.

Die Kurvensätze können in der Datenbank 10 auch temperaturabhängig hinterlegt sein. Insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen kann sich die

Lampenspannung drastisch ändern, was von der Steuerschaltung 4 erfasst werden kann. Die Steuerschaltung 4 kann aber auch mit einem Temperatursensor versehen oder verbunden sein, welcher kontinuierlich oder wiederholt die Umgebungstemperatur der Gasentladungslampe 1 übermittelt. Basierend auf der Umgebungstemperatur kann auf einen Kurvensatz in der Datenbank 10 zurückgegriffen werden, um den DC-Anteil durch die Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie der Steuersignale 2a und 2b in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur zu steuern.

Wird ein Dimm-Vorgang der Gasentladungslampe 1 vorgenommen, so kann die Steuerschaltung 4 veranlassen, dass der Sollwert basierend auf einem der hinterlegten Kurvensätze angepasst wird. Als einfaches Beispiel kann zum Beispiel anhand von Fig. 4 gezeigt werden, wie ein konstanter DC-Anteil von etwa 0,5 V (durch die unterbrochene Linie E dargestellt) als Sollwert eingestellt werden kann. Dann kann die Steuerschaltung 4 den Sollwert basierend auf dem Kurvensatz aus den vier Kurven A bis D einstellen. Zwischen einem Dimmpegel von etwa 1 bis 0,5 regelt die Steuerschaltung den Sollwert vorteilhafterweise gemäß der Kurve B (und stellt eine Asymmetrie von -200 ns ein). Bei einem Dimmpegel von etwa 0,4 findet vorteilhafterweise ein Übergang auf die Kurve A statt (und eine Veränderung der Amplitude der Asymmetrie auf -600 ns). Bei weiter fortschreitend erniedrigtem Dimmpegel findet zunächst ein Übergang auf die Kurve C statt, etwa bei einem Dimmpegel von 0,3, dann auf die Kurve B, bei einem Dimmpegel von etwa 0,2, und schließlich wieder auf die Kurve A, bei einem Dimmpegel von etwa 0,15. Der Wechsel zwischen den Kurven hält den DC-Anteil in diesem Fall konstant auf etwa 0,5 V. Die Steuerschaltung 4 ist jederzeit in der Lage geeignete Werte für die

Asymmetrie der Tastverhältnisse (Amplitude und/oder Polarität) dem Regulator 5 zuzuführen, um den gewünschten Sollwert des DC-Anteils zu regeln. Natürlich muss der DC-Anteil nicht zwangsläufig konstant gehalten werden, sondern es können z.B. auch Erkenntnisse über die Auswirkungen bei verschiedenen Dimmpegeln in Betracht gezogen werden, um bei änderndem Dimmpegel auch den Sollwert zu verändern. Der DC-Anteil wird dann auf eine Sollkurve in Abhängigkeit vom Dimmpegel eingestellt.

10

Wie in Fig. 5 zu sehen ist, könnte eine Regelung des DC-Anteils auf einen Sollwert auch ohne Einstellung der Asymmetrie z.B. durch Einstellen der Widerstände R_{dc1} bzw. R_{dc2} erzielt werden. Dazu könnten zum Beispiel verschiedene Widerstände hinzu schaltbar bzw. abschaltbar bereitgestellt werden, oder es könnte ein kontinuierlich einstellbarer Widerstand verwendet werden. Meist wird jedoch im Vorfeld einer bestimmten Gasentladungslampe 1 ein geeigneter Widerstand zugeordnet, der dann im späteren Betrieb nicht mehr veränderbar ist. Dieser kann allerdings bereits im Vorfeld auf Basis von Sollwertkurven gewählt werden, so dass eine spätere Einstellung der Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie die gewünschten Ergebnisse liefern kann.

25

Es können beide Einstellverfahren miteinander kombiniert werden, so dass eine möglichst hohe Flexibilität bezüglich der Einstellung des DC-Anteils bei verschiedenen Dimmpegeln der Gasentladungslampe 1 stattfinden kann. Da die Erfindung bei dieser Kombination zusätzlich noch die Umgebungstemperatur der Gasentladungslampe 1 berücksichtigt, kann ein besonders gutes und effizientes Gleichgewicht zwischen einer optimalen visuellen Erscheinung des Lichts der Gasentladungslampe, z.B. ohne

30

Streifenbildung oder Flackern (was oftmals einen relativ hohen DC-Anteil bedingt) und der Lebensdauer der Lampe (in der Regel bei niedrigem DC-Anteil länger) erzielt werden. Die Steuerschaltung 4 ist in der Lage, dieses Gleichgewicht basierend auf dem Dimmpegel, dem Lampentyp (das heißt auch der Lampenintendanz) und der Lampen- und/oder Umgebungstemperatur einzustellen.

Der Regulator 5 ist vorzugsweise ein PWM Modul und stellt die Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 bei einem festen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation ein. Die Tastverhältnisse können zeitlich variabel und dabei auch zufällig eingestellt werden, so dass im zeitlichen Mittel ein Ausgleich stattfindet. Die Tastverhältnisse können aber auch konstant auf einem asymmetrischen Wert gehalten werden. Die Tastverhältnisse können gleich sein oder unabhängig voneinander auf verschiedene Werte eingestellt bzw. geregelt werden. Es können auch variierende Taktzyklen eingestellt werden. Dem Pulsbreitenmodulator des Regulators 5 ist vorteilhafterweise ein Treiber nachgeschaltet. Die Steuerschaltung kann zum Beispiel durch einen Mikrokontroller oder integrierten Schaltkreis, insbesondere ASIC, realisiert werden, der alle oben beschriebenen Vorgänge übernimmt. Insbesondere wird der DC-Anteil indirekt oder direkt gemessen und die Amplitude und/oder Polarität der Asymmetrie der Tastverhältnisse d_1 und d_2 an den Regulator 5 übermittelt.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (1),
wobei die Gasentladungslampe (1) mit Wechselspannung
5 betrieben wird und ein DC-Anteil des Stroms durch die
und/oder der Spannung an der Gasentladungslampe (1) durch
folgende Schritte eingestellt wird:
- Direkte oder indirekte Messung des DC-Anteils, und
 - Veränderung des DC-Anteils durch Einstellung der
- 10 Amplitude und/oder der Polarität einer Asymmetrie von
Tastverhältnissen (d_1 , d_2) zweier digitaler Steuersignale
(2a, 2b) für zwei zu einer Halbbrücke in Serie
geschalteter Halbleiter-Leistungsschalter (3a, 3b) eines
Wechselrichters (3), der die Gasentladungslampe (1) mit
15 Wechselspannung versorgt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der DC-Anteil
verändert wird, bis sich ein Sollwert des DC-Anteils
einstellt.
- 20 3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei der Sollwert ein
minimal notwendiger DC-Anteil ist, um ein sogenanntes
Walmen der Gasentladungslampe (1) zu vermeiden.
- 25 4. Verfahren gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei der Sollwert
basierend auf einem Dimmpegel der Gasentladungslampe (1)
bestimmt wird, wobei der Dimmpegel durch die Frequenz der
vom Wechselrichter gelieferten Wechselspannung festgelegt
ist.
- 30 5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei
der Sollwert basierend auf einem Lampentyp der
Gasentladungslampe (1) bestimmt wird und der Lampentyp aus
dem DC-Anteil des Stroms in Abhängigkeit der eingestellten

Asymmetrie der Tastverhältnisse (d_1 , d_2) und des Dimmpegels der Gasentladungslampe (1) bestimmt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 2 bis 5, wobei der Sollwert
5 basierend auf der Temperatur der Umgebung der Gasentladungslampe (1) bestimmt wird.

7. Verfahren gemäß Anspruch 4, 5 oder 6, wobei der
Sollwert aus wenigstens einer Sollkurve bestimmt wird,
10 wobei die Sollkurve den Sollwert in Abhängigkeit von wenigstens dem Dimmpegel und/oder der Umgebungstemperatur beschreibt.

8. Verfahren gemäß Anspruch 2 bis 7, wobei
15 der DC-Anteil kontinuierlich oder wiederholt gemessen wird;

der Sollwert basierend auf wenigstens einem Kurvensatz eingestellt wird, wobei der wenigstens eine Kurvensatz den DC-Anteil wenigstens in Abhängigkeit des
20 Dimmpegels und der Amplitude und/oder Polarität der Tastverhältnisse beschreibt, und

bei Veränderung des Dimmpegels der Gasentladungslampe (1) der Sollwert neu basierend auf dem wenigstens einen Kurvensatz eingestellt wird.

25

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei
der Sollwert basierend auf mehreren unterschiedlichen Kurvensätzen eingestellt wird, die jeweils den DC-Anteil wenigstens in Abhängigkeit des Dimmpegels und der
30 Amplitude und/oder Polarität der Gasentladungslampe (1) beschreiben,

wobei ein zu verwendender Kurvensatz basierend auf einem gemessenen DC-Anteil bei einer vorgegebenen Amplitude und Polarität der Asymmetrie der

26

Tastverhältnisse (d_1 , d_2) und einem vorgegebenen Dimmpegel bestimmt wird.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei
- 5 die Umgebungstemperatur der Gasentladungslampe (1) kontinuierlich oder wiederholt erfasst wird; und
- der Sollwert basierend auf einem Kurvensatz des DC-Anteils in Abhängigkeit von der erfassten Umgebungstemperatur eingestellt wird.
- 10
11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei
- die Asymmetrie der Tastverhältnisse (d_1 , d_2) bei konstanter Frequenz des vom Wechselrichter (1) gelieferten Wechselstroms durch Pulsbreitenmodulation der
- 15 Steuersignale (2a, 2b) der Halbleiter-Leistungsschalter (3a, 3b) verändert wird.
12. Vorrichtung zum Betreiben einer Gasentladungslampe (1), wobei die Gasentladungslampe (1) mit Wechselspannung
- 20 betrieben wird und die Vorrichtung zum Einstellen eines DC-Anteiles des Stroms durch die und/oder der Spannung an der Gasentladungslampe (1) ausgelegt ist, wobei die Vorrichtung aufweist
- eine Einrichtung (4) zur direkten oder indirekten
- 25 Messung des DC-Anteils;
- eine Einrichtung (5) zur Veränderung des DC-Anteils durch Einstellung der Amplitude und/oder der Polarität einer Asymmetrie von Tastverhältnissen (d_1 , d_2) zweier digitaler Steuersignale (2a, 2b) für zwei zu einer
- 30 Halbbrücke in Serie geschalteter Halbleiter-Leistungsschalter (3a, 3b) eines Wechselrichters (3), der die Gasentladungslampe (1) mit Wechselspannung versorgt.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, wobei der DC-Anteil durch eine Kombination eines konventionellen DC-Pfades, insbesondere durch einen Widerstand (R_{dc1} , R_{dc2}), welcher die Serien-Kapazität (C_{s1} , C_{s2}) überbrückt, und eines DC-
5 Anteils durch Polarität und Amplitude der Asymmetrie der Tastverhältnisse gebildet wird.

14. Mikrocontroller, der dazu ausgelegt ist ein Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (1) gemäß den
10 Ansprüchen 1 bis 10 auszuführen, wobei die Gasentladungslampe (1) mit Wechselspannung betrieben wird und ein DC-Anteil des Stroms durch die Gasentladungslampe (1) durch die Schritte des Verfahrens eingestellt wird.

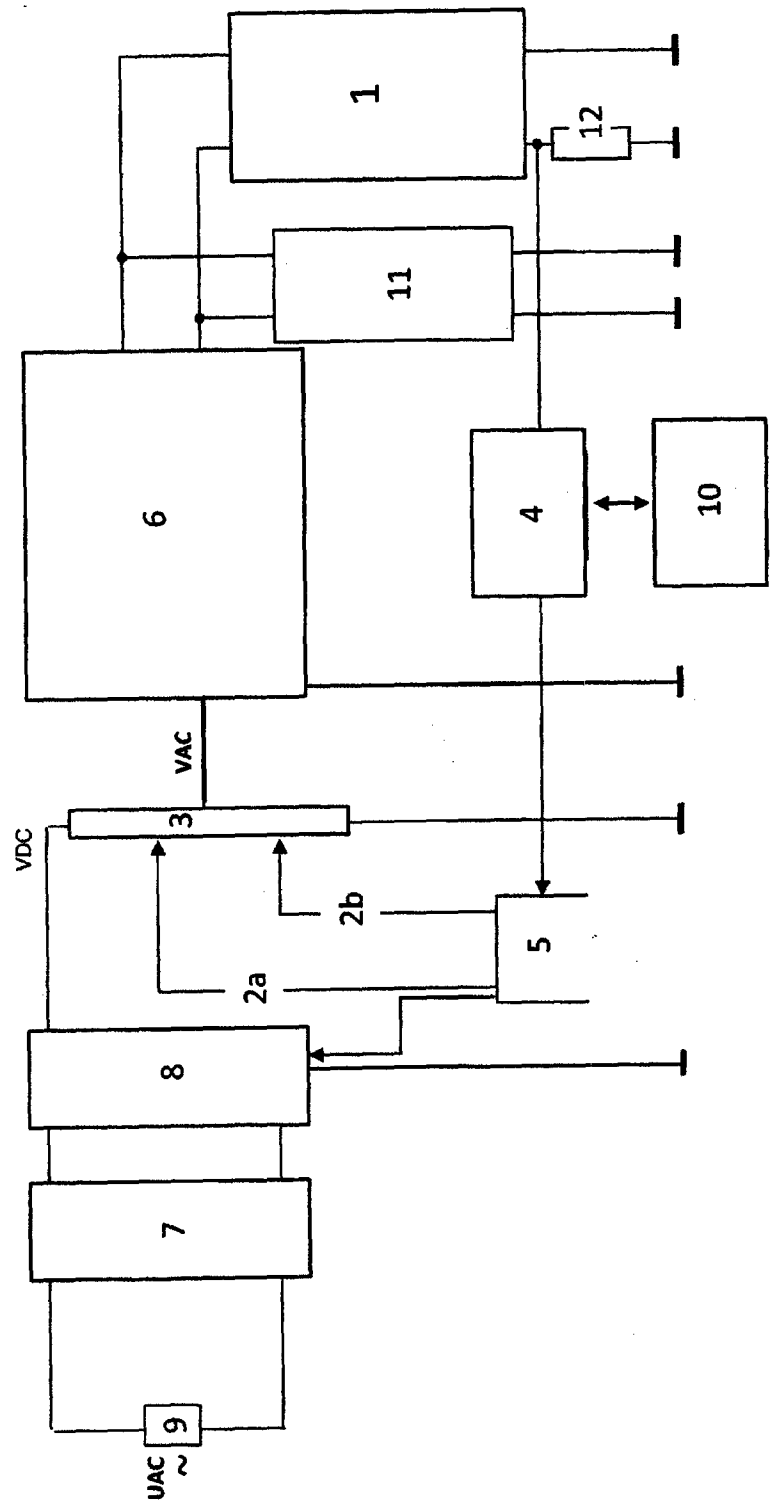


Fig. 1

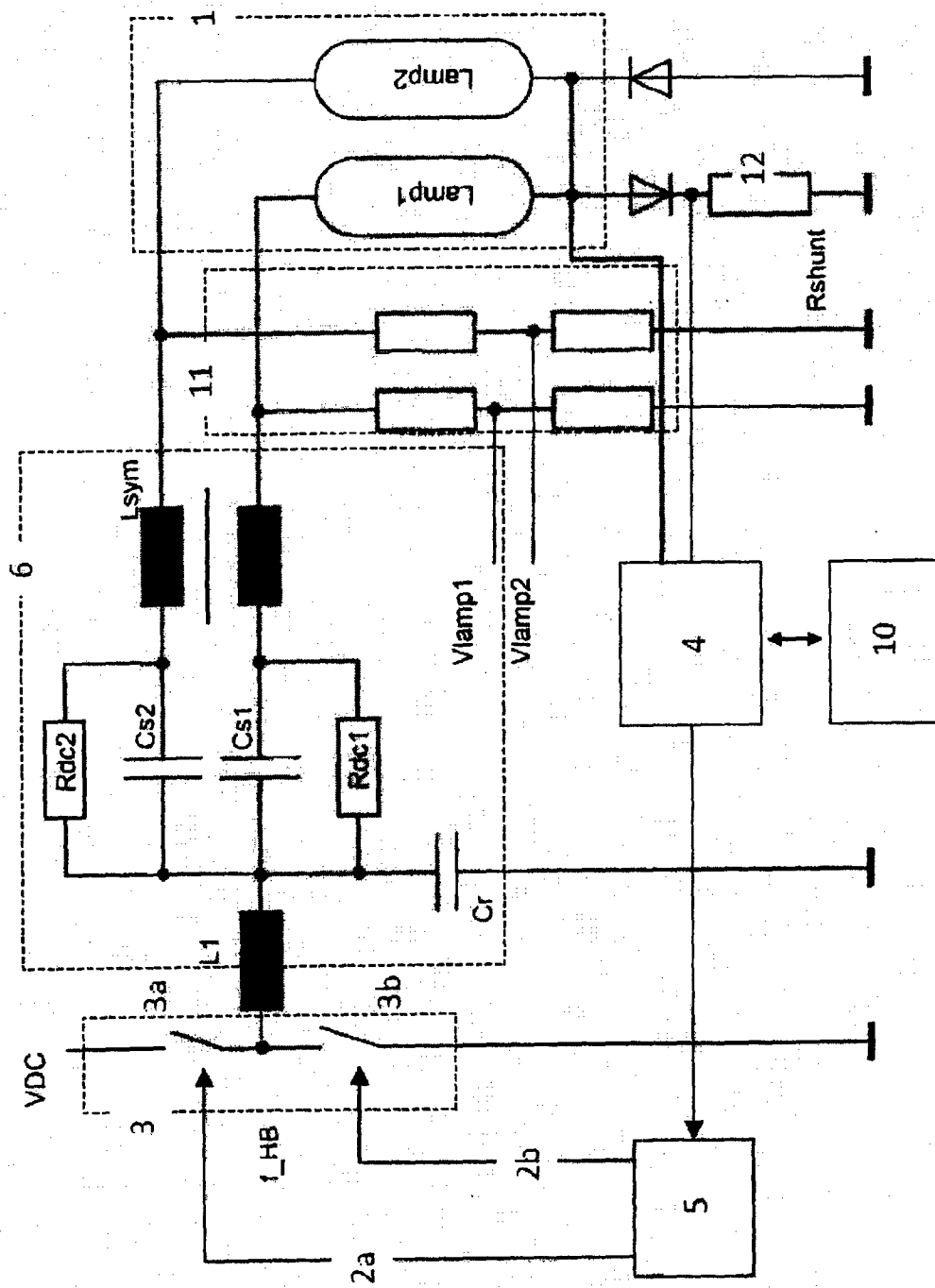


Fig. 2

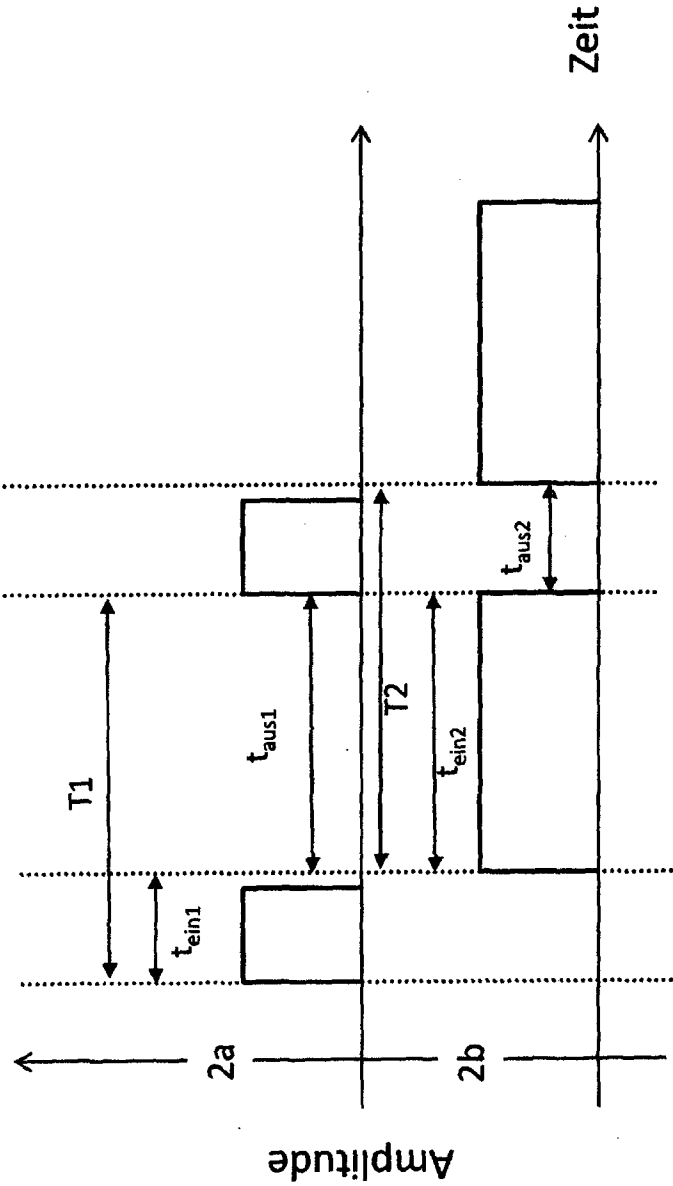


Fig. 3

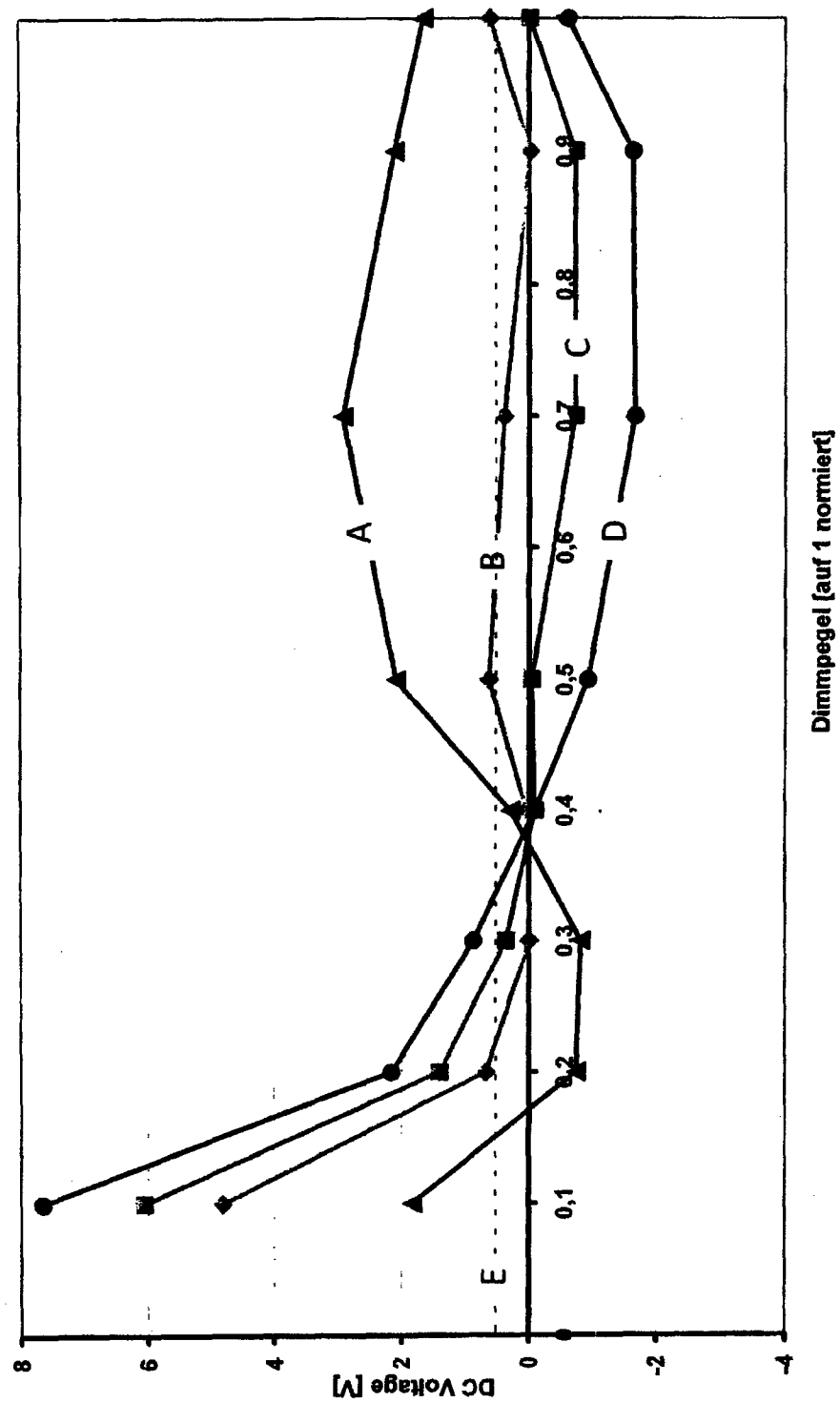


Fig. 4

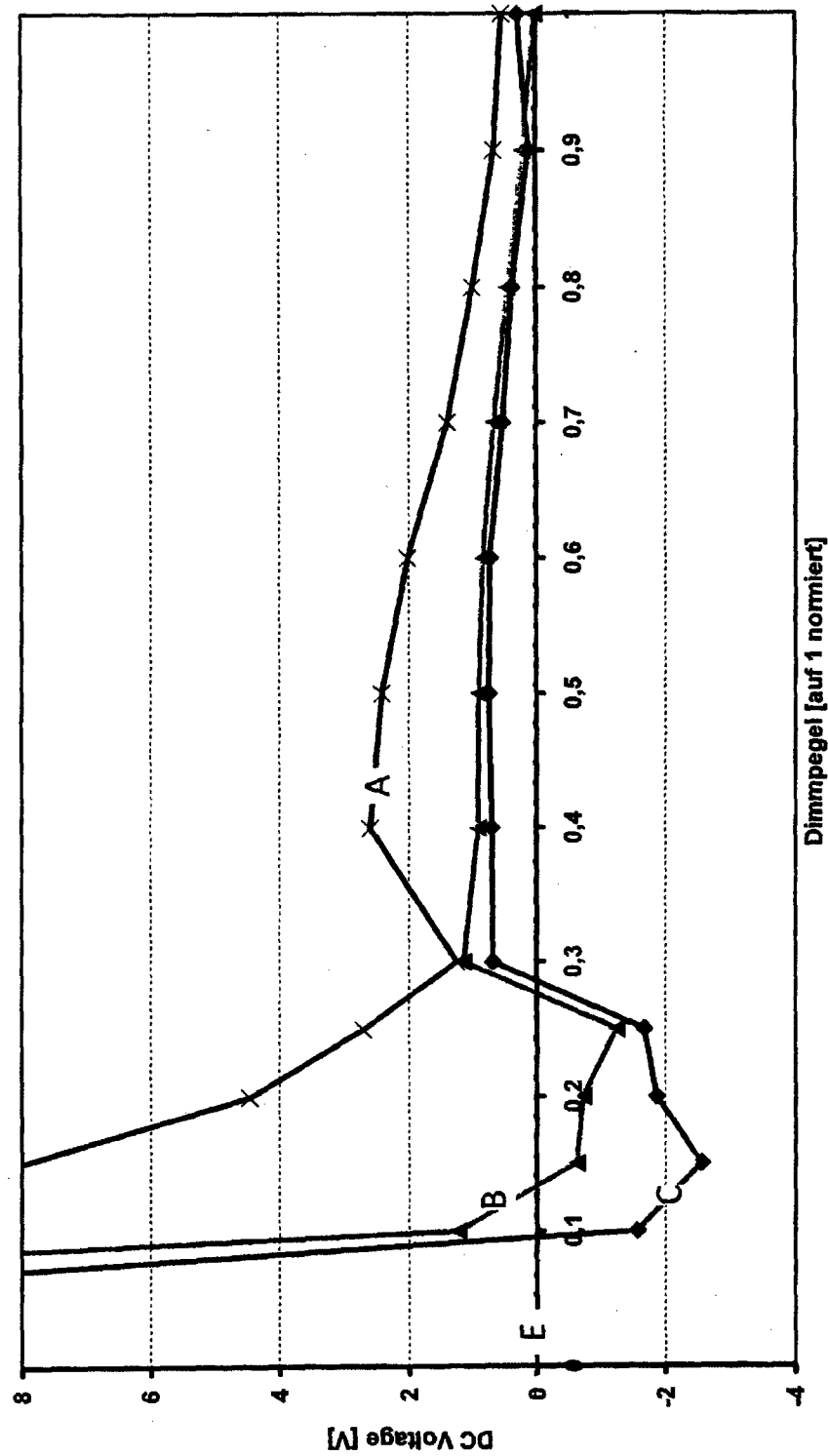


Fig. 5