



(11)

EP 1 465 465 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(51) Int Cl.:
H05B 41/392 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04013891.9**

(22) Anmeldetag: **11.09.2001**

(54) **Elektronisches Vorschaltgerät mit Vollbrückenschaltung**

Electronic ballast with a full-bridge circuit

Ballast électronique avec un circuit en pont complet

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **16.10.2000 DE 10051139**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.10.2004 Patentblatt 2004/41

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
01974243.6 / 1 330 945

(73) Patentinhaber: **TridonicAtco GmbH & Co. KG**
6851 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
• **Tröstl, Alfred**
6850 Dornbirn (AT)

• **Nachbaur, Alexander**
6833 Fraxern (AT)

(74) Vertreter: **Rupp, Christian et al**
Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Postfach 33 06 09
80066 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 473 157 EP-A- 0 633 711
DE-A- 4 238 388 DE-A- 19 523 750
US-A- 4 346 332

• **WOOD P N: "HIGH FREQUENCY DISCHARGE
LAMP BALLASTS USING POWER MOSFETS,
IGBT'S AND HIGH VOLTAGE MONOLYTHIC
DRIVERS" PCI PROCEEDINGS, Juni 1989
(1989-06), Seiten 307-324, XP000775812**

EP 1 465 465 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Vorschaltgerät mit einer Vollbrückenschaltung zum Steuern des Betriebsverhaltens und der Helligkeit einer Gasentladungslampe bzw. ein Verfahren zur Steuerung der Helligkeit einer Gasentladungslampe.

[0002] Elektronische Vorschaltgeräte mit Vollbrückenschaltungen werden vorzugsweise zum Betreiben von Hochdruckgasentladungslampen verwendet, finden aber auch für Niederdruckentladungslampen oder Leuchtstoffröhren Verwendung. Dabei bietet der Einsatz einer Vollbrückenschaltung die Möglichkeit, die Lampen mit einem - ggf. mit niedriger Frequenz umgepolten - Gleichstrom zu betreiben, wodurch das Entstehen von störenden elektromagnetischen Wechselfeldern reduziert werden kann. Ferner ist in diesem Fall der sich durch die Hochfrequenz-Leitungsimpedanzen ergebende Einfluß der Lampenverdrahtung auf den Betrieb vernachlässigbar. Vorschaltgeräte mit Vollbrückenschaltungen sind beispielsweise in der DE 44 01 630 A1 oder der AT 392 384 B beschrieben.

[0003] Das Grundprinzip einer Vollbrückenschaltung ist in Fig. 6 dargestellt und soll im folgenden kurz erläutert werden. Die Vollbrückenschaltung wird durch vier steuerbare Schalter S1 bis S4, bei denen es sich im vorliegenden Beispiel um Feldeffekttransistoren handelt, gebildet, wobei die beiden ersten Schalter S1 und S2 eine erste Halbbrücke und die beiden Schalter S3 und S4 eine zweite Halbbrücke bilden. Als Last der Vollbrückenschaltung ist in deren Diagonalzweig ein aus einer Induktivität L und einer Kapazität C bestehender Serienresonanzkreis angeordnet, d.h. die Serienschaltung aus der Induktivität L und dem Kondensator C verbindet den gemeinsamen Knotenpunkt zwischen den beiden Schaltern S1 und S2 der ersten Halbbrücke mit dem gemeinsamen Knotenpunkt zwischen den beiden Schaltern S3 und S4 der zweiten Halbbrücke. Parallel zu dem Kondensator C ist die Gasentladungslampe LA angeordnet. Der Eingang der Vollbrückenschaltung wird mit einer Gleichspannung U_{BUS} gespeist, der Ausgang der Vollbrückenschaltung ist über einen Widerstand R mit Masse verbunden.

[0004] Das Ansteuern der vier Schalter S1 bis S4 erfolgt durch zwei Treiberschaltungen T1 und T2, denen wiederum von einer Regelschaltung 6 die entsprechenden Steuerbefehle zum Ansteuern der Schalter S1 bis S4 übermittelt werden. Das Ansteuern der vier Schalter S1 bis S4 erfolgt in der Regel auf folgende Weise: Zunächst werden in einer ersten Phase die eine erste Brückendiagonale bildenden Schalter S1 und S4 aktiviert, während die beiden die zweite Brückendiagonale bildenden Schalter S3 und S2 geöffnet werden. In dieser ersten Phase erfolgt ein Stromfluß vom Eingang der Vollbrückenschaltung über den ersten Schalter, den aus dem Serienresonanzkreis und der Gasentladungslampe LA bestehenden Lastkreis sowie den Schalter S4. Dabei wird einer der beiden Schalter, beispielsweise der Schalter

S1 permanent geschlossen, während der Schalter S4 hochfrequent getaktet wird. Bei gleichbleibender Schaltfrequenz des Schalters S4 wird durch Veränderung des Tastverhältnisses die der Lampe LA zugeführte Leistung erhöht oder reduziert. In einer zweiten Phase werden dann die Schalter S1 und S4 der ersten Brückendiagonalen geöffnet, während nun in analoger Weise die Schalter S3 und S2 der zweiten Brückendiagonale aktiviert werden, d.h. der Schalter S3 wird permanent geschlossen, während der Schalter S2 mit einem der gewünschten Leistung entsprechenden Tastverhältnis hochfrequent taktet. Das Wechseln zwischen den beiden Brückendiagonalen hat zur Folge, daß die Richtung des Stroms durch die Lampe LA permanent wechselt, wodurch Quecksilberablagerungen an einer Elektrode vermieden werden und die Lebensdauer der Lampe erhöht wird. Die Steuerung der Vollbrückenschaltung wird durch die Steuerschaltung 6 übernommen, der zum einen ein der gewünschten Lampenhelligkeit entsprechender Sollwert I_{SOLL} und zum anderen die über den Shunt-Widerstand R abfallende Spannung über die Eingangsleitung 7 als Istwert zugeführt wird. Entsprechend dem Vergleichsergebnis zwischen Istwert und Sollwert erzeugt die Steuerschaltung 6 Steuerbefehle, die über die Leitungen 8₁ bis 8₄ den beiden Treiberschaltungen T1 und T2 zugeführt werden, die wiederum die Steuerbefehle in entsprechende Signale zum Ansteuern der Gates der vier Feldeffekttransistoren S1 bis S4 umsetzen.

[0005] Der getaktete Schalter der jeweils aktiven Brückendiagonalen wird mit einer Frequenz von ca. 20 bis 50 kHz geöffnet und geschlossen. Aufgrund dieser Hochfrequenztaktung fließen parasitäre Ströme über die Lampenleitungs-Kapazitäten, welche eine genaue Regelung der Lampenhelligkeit insbesondere bei sehr niedrigen Dimmwerten unmöglich machen, mit der Folge, daß bei sehr niedrigen Dimmwerten ein unerwünschtes, für das Auge merkliches Flackern der Lampenhelligkeit auftritt.

[0006] Eine andere Schaltung zur Ansteuerung ist aus der EP 0 633 711 A1 bekannt. Diese Schaltung weist wiederum eine Vollbrückenschaltung auf, zu der die Lampe in Last geschaltet ist. Die Steuerung der Lampenhelligkeit erfolgt nunmehr allerdings nicht durch eine Variation der Ansteuerfrequenz, sondern durch ein Steuern des der Vollbrückenschaltung zugeführten Stroms. Hierzu ist am Eingang der Vollbrückenschaltung eine regelbare Konstantstromquelle in Form eines Transistors angeordnet, der von einer Steuerschaltung in geeigneter Weise angesteuert wird. Die Schaltelemente der Vollbrückenschaltung werden in diesem Fall lediglich derart angesteuert, das eine regelmäßige Richtungsänderung des Stromflusses erfolgt.

[0007] Bei dieser bekannten Schaltungsanordnung kann zwar der der Vollbrückenschaltung zugeführte Strom auf sehr niedrige Werte herabgeregt werden, da allerdings die Konstantstromquelle am Eingang der Vollbrückenschaltung angeordnet ist, ist die Genauigkeit bei der Regelung des Lampenstroms selbst begrenzt. Ferner können bei dieser bekannten Variante an dem als

Konstantstromquelle verwendeten Transistor verhältnismäßig hohe Verlustströme auftreten.

[0008] Wood 'High Frequency Discharge Lamp Ballasts using Power Mosfets, IGBT's and High Voltage Monolithic Drivers' PCI Proceedings, Juni 1989, Seiten 307-324, XP000775812 beschreibt die vorteilhafte Verwendung von MOSFETS für elektronische Vorschaltgeräte.

[0009] US-A-4 346 332 beschreibt eine AC-Spannungsquelle mit einstellbarer Frequenz zum Betrieb einer Gasentladungslampe.

[0010] EP-A-0 473 157 beschreibt die Umpolung des Lampenstroms für eine Niederdruck-Gasentladungslampe in regelmäßigen Abständen.

[0011] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein elektronisches Vorschaltgerät mit einer Vollbrückenschaltung anzugeben, welches ein Dimmen der Gasentladungslampe über einen sehr weiten Bereich ermöglicht. Ferner sollen Flackererscheinungen bei sehr niedrigen Dimmwerten sowie Verlustleistungen weitestgehend vermieden werden.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Steuerung der Helligkeit einer Gasentladungslampe gemäß Anspruch 1 sowie durch ein elektronisches Vorschaltgerät, welches die Merkmale des Anspruches 5 aufweist, gelöst.

[0013] Das erfindungsgemäße elektronische Vorschaltgerät weist eine mit einer Gleichspannung gespeiste Vollbrückenschaltung auf, wobei die Gasentladungslampe Bestandteil eines als Last der Vollbrückenschaltung geschalteten Resonanzkreises ist. Eine Steuerung schaltet jeweils abwechselnd eine Brückendiagonale der Vollbrückenschaltung ein und die andere Brückendiagonale aus. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß die beiden Brückendiagonalen jeweils eine regelbare Konstantstromquelle zur Regelung des Lampenstroms aufweisen. In einem ersten Betriebsmodus, der bei niedriger Lampenhelligkeit Verwendung findet, erfolgt dann die Regelung des Lampenstroms durch die beiden regelbaren Konstantstromquellen der Brückendiagonalen, wobei die Induktivität des Lastkreises in diesem Fall aufgrund des Gleichstromes nicht wirksam ist, sondern nur deren ohmscher Gleichstromwiderstand. In einem zweiten Betriebsmodus hingegen bei hoher Lampenhelligkeit erfolgt die Steuerung der Lampe zugeführten Leistung in bekannter Weise durch eine Veränderung des Tastverhältnisses bei konstanter hoher Frequenz.

[0014] Gemäß der erfindungsgemäßen Lösung wird also bei niedriger Lampenhelligkeit während der Einschaltzeit einer Brückendiagonalen auf ein hochfrequentes Takten eines Schalters verzichtet. Statt dessen wird die Lampe während der Einschaltzeit einer Brückendiagonalen mit einem geregelten Gleichstrom betrieben, wodurch das Problem der parasitären Ströme aufgrund der hochfrequenten Schaltvorgänge vermieden wird. Dadurch wird erreicht, daß auch bei sehr niedrigen Helligkeitswerten sehr genau auf einen konstanten Lampen-

strom geregelt werden kann und somit ein Flackern der Lampe unterdrückt wird. Das niederfrequente Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen wird allerdings beibehalten und erfolgt vorzugsweise mit einer Frequenz von mehr als 100 Hz, also mit einer Frequenz über der Wahrnehmungsschwelle des menschlichen Auges, insbesondere mit einer Frequenz zwischen 700 Hz und 2000 Hz. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei einem Lampenbetrieb bei sehr niedriger Helligkeit auf das Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen zu verzichten, da die durch den kleinen Lampenstrom verursachte Quecksilberwanderung minimal ist und durch die im Lampenplasma stattfindende natürliche Diffusion ausgeglichen wird. Bei hoher Lampenhelligkeit hingegen erfolgt die Regulierung der Lampenleistung in bekannter Weise, was den Vorteil mit sich bringt, dass Verlustströme, die andernfalls an den regelbaren Konstantstromquellen bei hoher Lampenleistung auftreten würden, vermieden werden.

[0015] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kommen zur Steuerung der Helligkeit einer Gasentladungslampe zwei Betriebsmodi zum Einsatz, wobei die Gasentladungslampe in dem ersten Betriebsmodus bei niedriger Lampenhelligkeit mit einer geregelten Gleichspannung und in einem zweiten Betriebsmodus bei hoher Lampenhelligkeit mit einem dem Tastverhältnis entsprechenden Gleichstrom mit überlagertem Rippelstrom betrieben wird.

[0016] Im folgenden soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vollbrückenschaltung, die nicht Gegenstand der Ansprüche ist;

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines ersten Vorschaltgerätes, bei dem die in Fig. 1 dargestellte Vollbrückenschaltung zur Anwendung kommt;

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines zweiten Vorschaltgerätes, bei dem die in Fig. 1 dargestellte Vollbrückenschaltung zur Anwendung kommt;

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vollbrückenschaltung;

Fig. 5 ein Blockschaltbild eines elektronischen Vorschaltgerätes, bei dem die in Fig. 4 dargestellte Vollbrückenschaltung zur Anwendung kommt; und

Fig. 6 eine bekannte Vollbrückenschaltung.

[0017] Die Anordnung der vier Feldeffekttransistoren S1 bis S4 der in Fig. 1 dargestellten Vollbrücke ist identisch zu der bekannten Anordnung aus Fig. 6. Wiederum wird an den Eingang der Vollbrückenschaltung eine Gleichspannung U_{BUS} angelegt, den Ausgang der Vollbrückenschaltung bildet ein mit Masse verbundener

Shunt-Widerstand R. Als Last ist nunmehr jedoch lediglich die Gasentladungslampe LA geschaltet, die Elemente eines Resonanzkreises sind bei dem ersten Ausführungsbeispiel nicht mehr vorhanden. Ein Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen erfolgt wiederum durch die beiden Treiberschaltungen T1 und T2, welche die vier Feldeffekttransistoren S1 bis S4 in geeigneter Weise ansteuern. Die Regelung der Lampenhelligkeit erfolgt nun allerdings nicht mehr durch ein entsprechendes Ein- und Ausschalten der Schalter S1 bis S4 durch die Treiberschaltungen T1 und T2, sondern durch Ansteuern der in den Brückendiagonalen angeordneten Feldeffekttransistoren S2 und S4 als regelbare Konstantstromquellen. Dazu werden diese beiden Feldeffekttransistoren S2, S4 von jeweils einem Operationsverstärker OP1 bzw. OP2 in ihrem Aussteuerbereich betrieben. Sie bilden damit einen Widerstand, der mit der Lampe LA in Serie geschaltet ist und auf diese Weise einen Arbeitspunkt für die Lampe LA definiert.

[0018] Die regelbaren Konstantstromquellen, bzw. die beiden Transistor-Präzisionsstromquellen werden also durch die beiden unteren Feldeffekttransistoren S2 und S4 der beiden Halbbrücken sowie die beiden jeweils den entsprechenden Feldeffekttransistoren S2 bzw. S4 ansteuernden Operationsverstärker OP1 bzw. OP2 gebildet. Über eine Rückkopplungsleitung 9₁ bzw. 9₂ wird der durch den jeweiligen Feldeffekttransistor S2 oder S4 fließende Strom dem Operationsverstärker OP1, OP2 als Istwert zugeführt, das zweite Eingangssignal bildet ein der gewünschten Lampenhelligkeit entsprechender Sollwert I_{SOLL}, der beispielsweise den beiden Operationsverstärkern OP1, OP2 durch eine Dimmschaltung oder dergleichen zugeführt werden kann. Die beiden Operationsverstärker OP1 und OP2 wirken als Regler, die den durch die beiden Feldeffekttransistoren S2 bzw. S4 fließenden Strom auf einem dem Sollwert I_{SOLL} entsprechenden Wert einstellen.

[0019] Den beiden Treiberschaltungen T1 und T2 werden die zum Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen benötigten Steuerbefehle in gewohnter Weise durch eine (nicht dargestellte) Steuerschaltung zugeführt. Auch hier erfolgt ein niederfrequentes Wechseln zwischen den beiden Brückendiagonalen, um die sich bei einem einseitigen Gleichstrombetrieb ergebende Quecksilberwanderung in der Lampe LA zu reduzieren.

[0020] Da die Regelung des Lampenstroms und damit der Lampenhelligkeit durch die beiden regelbaren Konstantstromquellen erfolgt, kann auf den Einsatz einer strombegrenzenden Induktivität verzichtet werden. Um allerdings die Verlustleistungen an den beiden Feldeffekttransistoren S2 und S4 der beiden regelbaren Konstantstromquellen möglichst gering zu halten, sollte die an ihnen abfallende Spannung relativ gering sein. Gleichzeitig sollte sie jedoch einen gewissen Mindestwert haben, um zu gewährleisten, daß die beiden Feldeffekttransistoren S2 und S4 in ihrem linearen Bereich betrieben werden um somit eine effektive Regelung des Stroms zu ermöglichen.

[0021] Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Vollbrückenschaltung eine Gleichspannung U_{BUS} zugeführt wird, die nur geringfügig höher als die über die Gasentladungslampe LA fallende Spannung ist, da der Überschuß der Gleichspannung U_{BUS} zwangsläufig an den beiden Transistoren S2 bzw. S4 abfällt. Aus diesem Grund weist das Vorschaltgerät ferner eine Regelschaltung 1 auf, der über die beiden Eingangsleitungen 10₁ bzw. 10₂ die über den Feldeffekttransistor S2 oder S4 der jeweils aktiven Brückendiagonale abfallende Spannung als Istwert zugeführt wird. Dieser Istwert wird mit einem Sollwert I_{FETsoll}, der dem Wert entspricht, der eine besonders effektive Stromregelung ermöglicht, verglichen. Auf der Grundlage dieses Vergleichs erzeugt die Regelschaltung 1 ein Steuersignal, welches zur Regelung der Gleichspannung U_{BUS} verwendet wird.

[0022] Dies ist in Fig. 2 dargestellt, welche das Blockschaltbild eines Vorschaltgeräts zeigt. Den Eingang des Vorschaltgeräts bildet eine mit einer Wechselspannungsquelle verbundene Gleichrichterschaltung 11, beispielsweise ein Vollbrückengleichrichter, die einem ersten Schaltregler 3 eine gleichgerichtete Wechselspannung U₀ zuführt. Dieser erste Schaltregler 3 wird durch einen Hochsetzsteller gebildet, der eine hohe Zwischenkreisspannung U_Z erzeugt, die einem zweiten Schaltregler 4 zugeführt wird. Dieser zweite Schaltregler 4 ist ein Tiefsetzsteller, der die hohe Zwischenkreisspannung U_Z auf den benötigten niedrigeren Wert für die Gleichspannung U_{BUS} herabsetzt. Mit dem Bezugszeichen 2 ist die in Fig. 1 dargestellte Vollbrückenschaltung bezeichnet.

[0023] Wie in Fig. 2 dargestellt, steuert die Regelschaltung 1 den Tiefsetzsteller 4 an, und zwar in einer Art und Weise, daß dieser eine Gleichspannung U_{BUS} erzeugt, welche wie vorgesehen nur knapp oberhalb der Lampenspannung LA liegt, so daß die über die beiden Transistoren S2 bzw. S4 abfallende Spannung dem Sollwert U_{FETsoll} entspricht. Alternativ dazu bestünde auch die Möglichkeit, den Spannungsabfall über die Gasentladungslampe LA zu messen und auf Grundlage dieses Werts ein Regelsignal zum Ansteuern des Tiefsetzstellers zu erzeugen.

[0024] Eine weitere Möglichkeit ist in Fig. 3 dargestellt. Hier wird die Glättungsschaltung zum Erzeugen der Gleichspannung U_{BUS} nicht durch zwei in Serie geschaltete Schaltregler erzeugt, sondern durch einen Buck-Boost-Converter 5, in dem die Funktionen der in Fig. 2 dargestellten Schaltregler 3 und 4 in einer Schaltung vereinigt sind. Diese Integration ist möglich, da die Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit der Glättungsschaltung relativ gering sind und somit nicht das Entstehen von Oberwellen am Eingang des Vorschaltgeräts aufgrund schneller Änderungen von Frequenz und/oder Tastverhältnis zu befürchten ist.

[0025] Die Regelung des Lampenstroms durch die beiden regelbaren Konstantstromquellen hat neben der Unterdrückung von Flackererscheinungen auch zur Folge, daß bei einem Einschalten der Lampe LA bei niedriger Lampenhelligkeit kein Blitz auftreten kann, da der Strom

aufgrund der beiden regelbaren Konstantstromquellen von Anfang an auf den gewünschten Wert begrenzt ist. Somit findet ein Durchzünden der Lampe LA bei einem Strom statt, der den geringstmöglichen Wert für die Auslösung des Zündvorganges hat. Um die hierfür benötigte Zündspannung bereitzustellen, wird der Tiefsetzsteller 4 oder der Buck-Boost-Converter derart angesteuert, daß er eine maximale Ausgangsspannung, welche für die Zündung ausreichend ist, bereitstellt. Eine andere Möglichkeit besteht in der Verwendung einer Zündspule. Mit dem erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerät ist es möglich, die Gasentladungslampe auf 1/1000 ihrer maximalen Helligkeit zu dimmen und zu zünden, ohne daß dabei eine Flackererscheinung bzw. ein Einschaltblitz auftritt. Vorteilhaft ist ferner, daß die Lampenverdrahtung keinen Einfluß auf den Dimmbetrieb hat. Dies deshalb, da nach wie vor mit einer niedrigen Frequenz umgeschaltet wird, allerdings auf das hochfrequente Takten von Schaltern verzichtet wird und somit durch diesen "Quasi-Gleichstrom" kein Einfluß der Verdrahtungsimpedanzen besteht. Die niederfrequente Umpolfrequenz, d.h. der Wechsel zwischen den beiden Brückendiagonalen sollte dabei zumindest etwas über der Frequenz liegen, die vom Auge noch wahrgenommen wird, also zumindest oberhalb von 100 Hz. Besonders vorteilhaft wird eine Frequenz zwischen 700 Hz und 2000 Hz gewählt.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vollbrückenschaltung ist in Fig. 4 dargestellt. Dieses unterscheidet sich zum einen darin, daß die Gasentladungslampe LA nun wiederum Bestandteil eines aus einer Induktivität L und einem Kondensator C bestehenden Resonanzkreises ist, der als Last der Vollbrückenschaltung geschaltet ist, und zum anderen darin, daß auf den in Fig. 1 beschriebenen Regler 1 zum Regeln der Gleichspannung U_{BUS} verzichtet wird. In diesem Fall wird der Vollbrückenschaltung 2 eine in ihrer Höhe konstante Gleichspannung U_{BUS} zugeführt, wie dies schematisch in Fig. 5 dargestellt ist. Das in dieser Figur 5 dargestellte elektronische Vorschaltgerät weist nunmehr die Gleichrichterschaltung, einen Hochsetzsteller 3 sowie die Vollbrückenschaltung 2 auf.

[0027] Wie auch in Fig. 1 sind bei der in Fig. 4 dargestellten Vollbrückenschaltung die beiden aus den Operationsverstärkern OP1 und OP2 sowie den dazugehörigen Feldeffekttransistoren S2 und S4 bestehenden regelbaren Konstantstromquellen vorgesehen. Aufgrund der in ihrer Höhe konstanten Gleichspannung U_{BUS} besteht nun allerdings die Gefahr, daß bei hohen Lampenströmen, also bei hoher Helligkeit, die sich über den beiden Transistoren S2 und S4 ergebende Verlustleistung auf ein unzulässiges Maß ansteigt.

[0028] Um dies zu vermeiden, wird daher bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel abhängig von der zu erzielenden Lampenhelligkeit zwischen zwei unterschiedlichen Betriebsmodi unterschieden, wobei in dem Bereich niedriger Lampenhelligkeit die Ansteuerung der Lampe LA in gleicher Weise wie in Fig. 1 erfolgt, d.h.

während der Einschaltzeit einer der beiden Brückendiagonalen wird der Lampe ein durch die entsprechende regelbare Konstantstromquelle geregelter Gleichstrom zugeführt. Aufgrund der bei diesen Helligkeitswerten niedrigen Ströme, spielen die an den beiden Transistoren S2 und S4 auftretenden Verlustleistungen nur eine untergeordnete Rolle, so daß der Verzicht auf die Regelung der Gleichspannung U_{BUS} in Kauf genommen werden kann.

[0029] Bei einem Lampenbetrieb mit hoher Helligkeit wird hingegen die Funktion der beiden regelbaren Konstantstromquellen unterdrückt und die vier Transistoren S1 bis S4 werden wie auch bei dem in Fig. 6 dargestellten bekannten Verfahren angesteuert. D.h., mit einer relativ niedrigen Frequenz wird zwischen den beiden Brückendiagonalen gewechselt, wobei während der Einschaltzeit einer Brückendiagonale einer der beiden Transistoren hochfrequent getaktet wird, so daß die Lampe mit einem Gleichstrom, dem ein hochfrequenter Rippelstrom überlagert ist, betrieben wird. Um in dieser Betriebsart eine Helligkeitssteuerung zu erzielen, ist eine Ansteuerung mit variablem Tastverhältnis notwendig, die Induktivität L bildet in dieser Betriebsart die strombegrenzende Impedanz in Serie zur Lampe. In diesem zweiten Betriebsmodus ist wieder die Steuerschaltung 6 für die Steuerung der Lampenhelligkeit verantwortlich und übermittelt über die Leitungen 8₁ bis 8₄ die entsprechenden Steuerbefehle an die Treiberschaltungen T1 und T2, welche dementsprechend die vier Transistoren S1 bis S4 ansteuern.

[0030] Bei den hohen Helligkeitswerten des zweiten Betriebsmodus spielen die Leitungskapazitäten und Leitungsinduktivitäten trotz der hohen Schaltfrequenz keine Rolle, weil sie relativ zum Lampenstrom zu vernachlässigen sind und deshalb die Regelvorgänge nicht stören. Auch die Gefahr des Auftretens von Flackererscheinungen ist bei diesen hohen Helligkeiten nicht gegeben. Bei niedrigen Helligkeitswerten besteht wiederum das aufgrund der Stromregelung ideale Zündverhalten, mit dem das Auftreten von Lichtblitzen unterdrückt wird. Wiederum ist ein Dimmen bis zu 1/1000 der maximalen Lampenhelligkeit möglich.

[0031] Das erfindungsgemäße Konzept zeichnet sich somit dadurch aus, daß ein Lampenbetrieb realisiert wird, mit dem ein Dimmen über eine sehr weiten Helligkeitsbereich ermöglicht wird. Darüber hinaus ist die Möglichkeit gegeben, die Lampe auch bei sehr niedrigen Helligkeitswerten zu starten, ohne daß unangenehm empfundene Lichtblitze entstehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Helligkeit einer Gasentladungslampe (LA), die Bestandteil eines als Last einer Vollbrückenschaltung geschalteten Resonanzkreises (L, C) ist, wobei abwechselnd jeweils eine Brückendiagonale eingeschaltet und die andere Brückendiagonale der Vollbrücke ausgeschaltet

ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Regelung der Leistung der Gasentladungslampe (LA) während der Einschaltzeit einer Brückendiagonalen

in einem ersten Betriebsmodus bei niedriger Lampenhelligkeit mittels konstant geregeltem Gleichstrom durch die Gasentladungslampe, und in einem zweiten Betriebsmodus bei hoher Lampenhelligkeit durch Einstellen des Tastverhältnisses eines hochfrequenten Stromanteils durch die Gasentladungslampe durch hochfrequentes Takten eines Schalters der Vollbrückenschaltung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Wechsel zwischen den beiden Brückendiagonalen mit einer Frequenz von mehr als 100 Hz erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Wechsel zwischen den beiden Brückendiagonalen mit einer Frequenz zwischen 700 Hz und 2000 Hz erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einem Lampenbetrieb bei niedriger Helligkeit lediglich eine einzige Brückendiagonale eingeschaltet ist.

5. Elektronisches Vorschaltgerät zum Steuern des Betriebsverhaltens und der Helligkeit einer Gasentladungslampe (LA), die Bestandteil eines als Last einer Vollbrückenschaltung geschalteten Resonanzkreises (L, C) ist, wobei eine Steuerschaltung abwechselnd jeweils eine Brückendiagonale einschaltet und die andere Brückendiagonale der Vollbrücke ausschaltet,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist, die Regelung der Leistung der Gasentladungslampe (LA) während der Einschaltzeit einer Brückendiagonalen

in einem ersten Betriebsmodus bei niedriger Lampenhelligkeit durch Regelung eines Gleichstroms durch eine Konstantstromquelle der eingeschalteten Brückendiagonale oder durch Transistoren in ihrem Aussteuerbereich auszuführen, und in einem zweiten Betriebsmodus bei hoher Lampenhelligkeit durch Einstellen des Tastverhältnisses eines hochfrequenten Stromanteils durch die Gasentladungslampe durch hochfrequentes Takten eines Schalters der Vollbrückenschaltung auszuführen.

6. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß der von der Steuerschaltung (T1, T2) durchgeführte Wechsel zwischen den beiden Brückendiagonalen mit einer Frequenz von mehr als 100 Hz erfolgt.

7. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß der von der Steuerschaltung (T1, T2) durchgeführte Wechsel zwischen den beiden Brückendiagonalen mit einer Frequenz zwischen 700 Hz und 2000 Hz erfolgt.

8. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 5 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei einem Lampenbetrieb bei niedriger Helligkeit lediglich eine einzige Brückendiagonale eingeschaltet ist.

Claims

1. A method for the control of the brightness of a gas discharge lamp (LA), which is a component of a resonant circuit (L, C) connected as a load of a full bridge circuit, wherein in each case one bridge diagonal is switched on and the other bridge diagonal of the full bridge is switched off, alternately,

characterised in that

the regulation of the power of the gas discharge lamp (LA) is effected during the switch-on time of one bridge diagonal

in a first operational mode at low lamp brightness by means of constantly regulated direct current through the gas discharge lamp, and

in a second operational mode at high lamp brightness by setting the duty ratio of a high-frequency current portion through the gas discharge lamp by clocking a switch of the full bridge circuit at high frequency.

2. A method according to claim 1,

characterised in that

the change-over between the two bridge diagonals is effected with a frequency of more than 100 Hz.

3. A method according to claim 2,

characterised in that

the change-over between the two bridge diagonals is effected with a frequency between 700 Hz and 2000 Hz.

4. A method according to one of claims 1 to 3,

characterised in that

in the case of a lamp operation at low brightness, only one single bridge diagonal is switched on.

5. An electronic ballast for the control of the operating

behaviour and the brightness of a gas discharge lamp (LA), which is a component of a resonant circuit (L, C) connected as a load of a full bridge circuit, wherein a control circuit in each case switches on one bridge diagonal and switches off the other bridge diagonal of the full bridge, alternatingly,

characterised in that

the control circuit is designed to execute the regulation of the power of the gas discharge lamp (LA) during the switch-on time of one bridge diagonal in a first operational mode at low lamp brightness by regulating a direct current by a constant current source of the switched-on bridge diagonal or by transistors in their dynamic range, and in a second operational mode at high lamp brightness by setting the duty ratio of a high-frequency current portion through the gas discharge lamp by clocking a switch of the full bridge circuit at high frequency.

6. An electronic ballast according to claim 5,

characterised in that

the change-over between the two bridge diagonals carried out by the control circuit (T1, T2) is effected with a frequency of more than 100 Hz.

7. An electronic ballast according to claim 6,

characterised in that

the change-over between the two bridge diagonals carried out by the control circuit (T1, T2) is effected with a frequency between 700 Hz and 2000 Hz.

8. An electronic ballast according to one of claims 5 to 7,

characterised in that

in the case of a lamp operation at low brightness, only one single bridge diagonal is switched on.

Revendications

1. Procédé de commande de l'intensité lumineuse d'une lampe à décharge de gaz (LA), laquelle est un élément d'un circuit résonnant (L, C) monté comme charge d'un pont en H, une diagonale du pont étant respectivement connectée et l'autre diagonale du pont en H étant déconnectée de façon alternative, **caractérisé en ce que** la régulation de la puissance de la lampe à décharge de gaz (LA) pendant le temps de connexion d'une diagonale du pont s'effectue

- dans un premier mode de fonctionnement à basse intensité lumineuse par l'intermédiaire d'un courant continu à travers la lampe à décharge de gaz étant régulé de manière constante, et

- dans un deuxième mode de fonctionnement à haute intensité lumineuse en réglant le rapport

cyclique d'une portion de courant à haute fréquence à travers la lampe à décharge de gaz par un cadencement à haute fréquence d'un commutateur du pont en H.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

la commutation entre les deux diagonales de pont s'effectue à une fréquence supérieure à 100 Hz.

3. Procédé selon la revendication 2,

caractérisé en ce que

la commutation entre les deux diagonales de pont s'effectue à une fréquence comprise entre 700 Hz et 2000 Hz.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce qu'une seule diagonale de pont est activée lors d'un fonctionnement de la lampe à basse intensité lumineuse.

5. Ballast électronique pour commander le fonctionnement et l'intensité lumineuse d'une lampe à décharge de gaz (LA), laquelle est un élément d'un circuit résonnant (L, C) monté comme charge d'un pont en H, un circuit de commande connectant respectivement une diagonale du pont et déconnectant l'autre diagonale du pont en H de façon alternative,

caractérisé en ce que

le circuit de commande est adapté pour effectuer la régulation de la puissance de la lampe à décharge de gaz (LA) pendant le temps de connexion d'une diagonale du pont

- dans un premier mode de fonctionnement à basse intensité lumineuse par la régulation d'un courant continu par une source de courant constante de la diagonale de pont connectée ou par des transistors dans leur plage d'utilisation, et
- dans un deuxième mode de fonctionnement à haute intensité lumineuse en réglant le rapport cyclique d'une portion de courant à haute fréquence à travers la lampe à décharge de gaz par un cadencement à haute fréquence d'un commutateur du pont en H.

6. Ballast électronique selon la revendication 5,

caractérisé en ce que la commutation entre les deux diagonales de pont exécutée par le circuit de commande (T1, T2) s'effectue à une fréquence supérieure à 100 Hz.

7. Ballast électronique selon la revendication 6,

caractérisé en ce que la commutation entre les deux diagonales de pont exécutée par le circuit de commande (T1, T2) s'effectue à une fréquence comprise entre 700 Hz et 2000 Hz.

8. Ballast électronique selon l'une des revendications 5 à 7,
caractérisé en ce qu'une seule diagonale de pont
est activée lors d'un fonctionnement de la lampe à
basse intensité lumineuse.

5

10

15

20

25

30

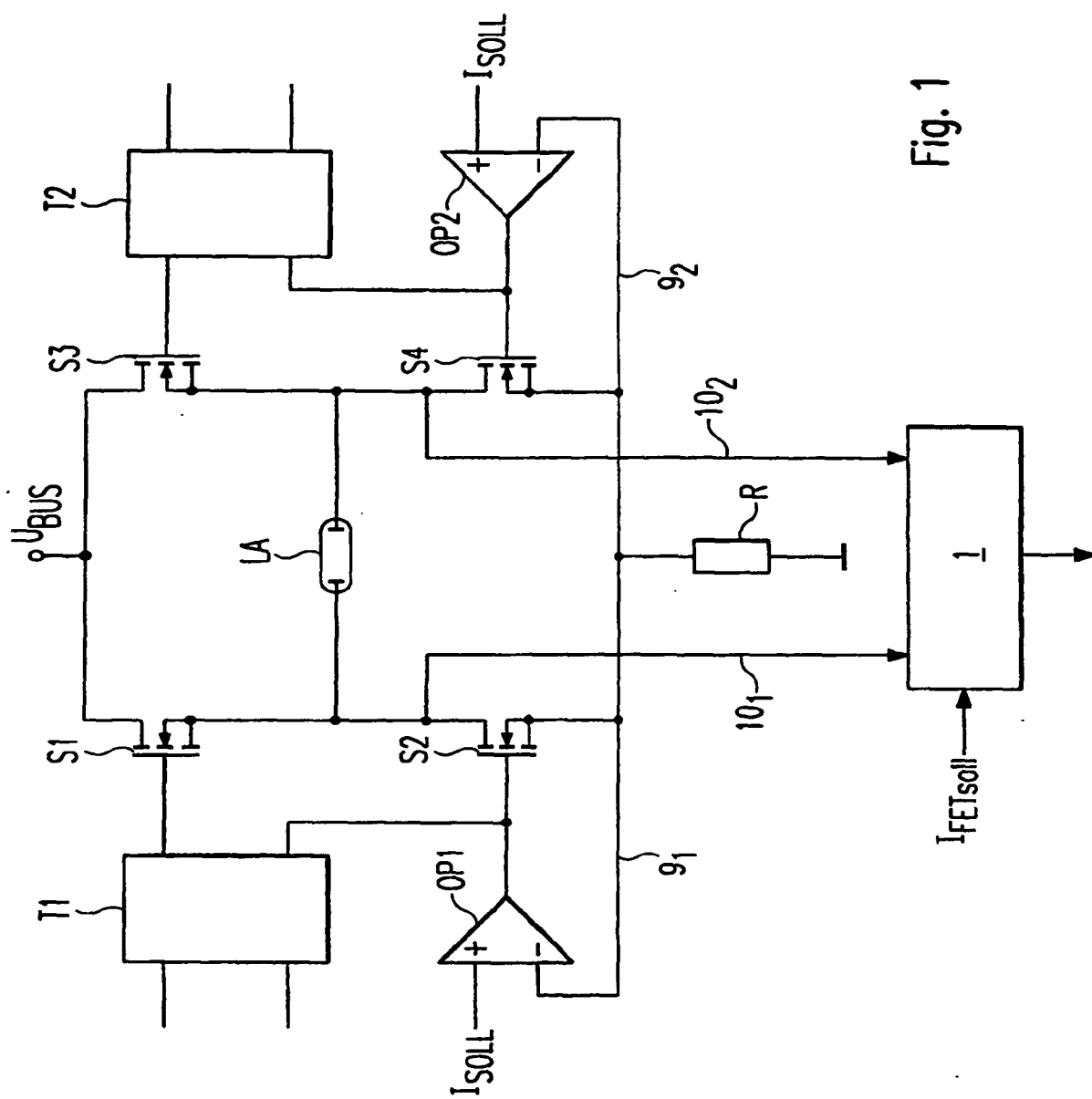
35

40

45

50

55



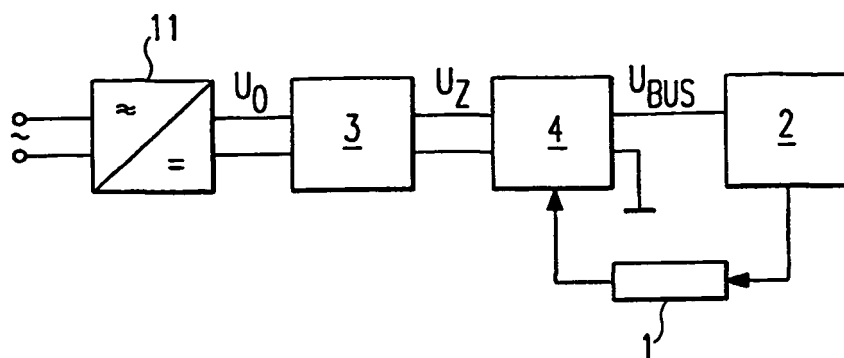


Fig. 2

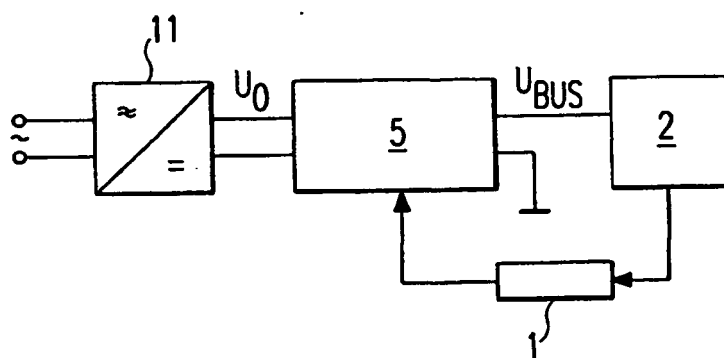


Fig. 3

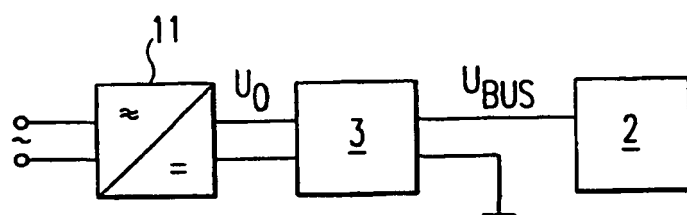


Fig. 5

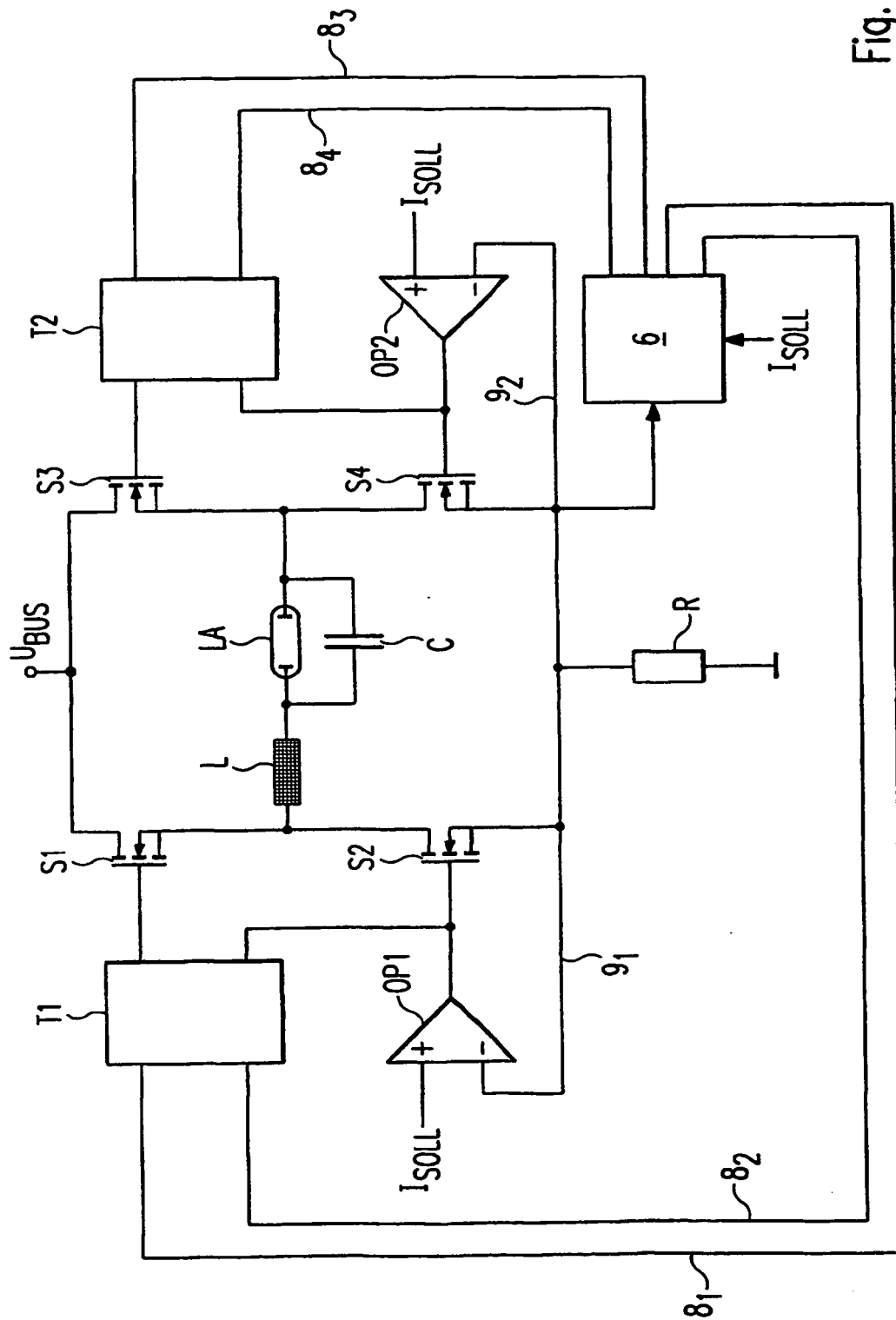


Fig. 4

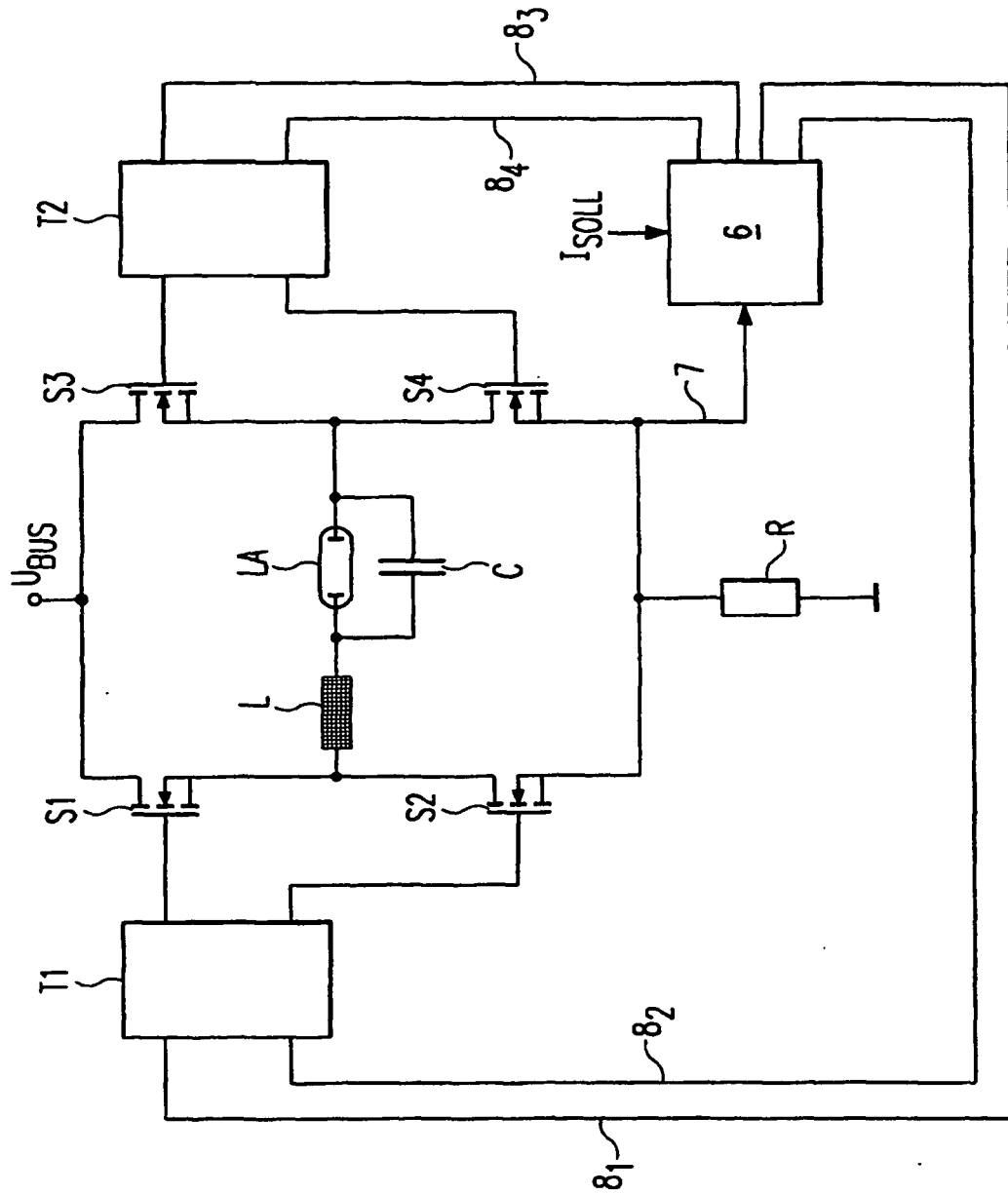


Fig. 6

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 4401630 A1 [0002]
- AT 392384 B [0002]
- EP 0633711 A1 [0006]
- US 4346332 A [0009]
- EP 0473157 A [0010]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **WOOD.** High Frequency Discharge Lamp Ballasts using Power Mosfets, IGBT's and High Voltage Monolythic Drivers. *PCI Proceedings*, Juni 1989, 307-324 [0008]