(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. November 2002 (28.11.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/096163 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H05B 41/295

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/01876

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Mai 2002 (23.05.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 25 510.1 23. Mai 2001 (23.05.2001) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **INNOLUX GMBH** [DE/DE]; Welzstrasse 4, 97080 Würzburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MENNA, Maurizio** [IT/DE]; Welzstrasse 4, 97080 Würzburg (DE).

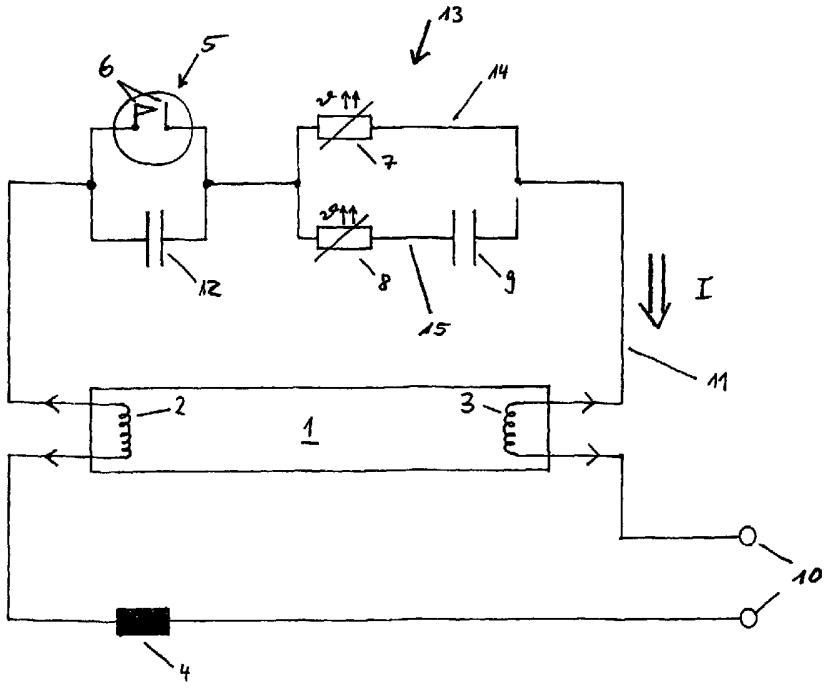
(74) Anwalt: **VON DEN STEINEN, Axel**; Böck Tappe Kollegen, Patent- und Rechtsanwälte, Kantstrasse 40, 97074 Würzburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLUORESCENT LAMP CIRCUIT

(54) Bezeichnung: LEUCHTSTOFFLAMPENSCHALTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating fluorescent lamps (1, 16, 25, 36, 47, 52, 53, 74, 82), especially for increasing the service life of fluorescent lamps. The load of at least parts of at least one electrode device (2, 3, 17, 18, 32, 33, 37, 38, 48, 49, 71, 72, 75, 90) of at least one fluorescent lamp exerted by an applied electric current, especially a heating current (I), is reduced by reducing the time load and/or reducing electric power.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/096163 A2

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben von Leuchtstofflampen (1, 16, 25, 36, 47, 52, 53, 74, 82), insbesondere zur Erhöhung der Lebensdauer von Leuchtstofflampen, wobei die Belastung von zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung (2, 3, 17, 18, 32, 33, 37, 38, 48, 49, 71, 72, 75, 90) zumindest einer Leuchtstofflampe durch einen beaufschlagten elektrischen Strom, insbesondere einen Heizstrom (I), mittels einer Verringerung der zeitlichen Belastung und/oder einer Verringerung der elektrischen Leistung reduziert wird.

Leuchtstofflampenschaltung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben von Leuchtstofflampen, insbesondere zur Erhöhung der Lebensdauer von Leuchtstofflampen, die Anwendung des Verfahrens, sowie eine Leuchtstofflampenschaltung zum Betrieb von Leuchtstofflampen, die zur vorteilhaften Durchführung des Verfahrens geeignet ist.

Leuchtstofflampen werden heutzutage in vielfältigen Bauausführungen für Beleuchtungszwecke verwendet, da sie sich durch lange Lebensdauern und einen hohen Wirkungsgrad auszeichnen. Auf Grund ihres hohen Wirkungsgrads erwärmen sich Leuchtstofflampen zudem nur in geringem Maße, was für manche Einsatzgebiete von Vorteil ist bzw. sogar eine Voraussetzung für die Benutzung von Leuchtkörpern darstellt.

Leuchtstofflampen werden in unterschiedlichsten Formen und Größen hergestellt. Üblich sind nach wie vor längliche, stabförmige Leuchtstofflampen (die umgangssprachlich sogenannten "Neonröhren"), die in unterschiedlichen genormten Längen und Nennleistungen vertrieben werden. Eine weitere Bauausführung sind kreisförmig gebogene Leuchtstofflampen, bei denen die das Licht abstrahlende Röhre zu einem Kreis gebogen ist. In den letzten Jahren haben sich zudem sogenannte "Energiesparlampen" durchgesetzt, also Leuchtstofflampen, die sich durch eine besonders kompakte Bauweise auszeichnen und die einen genormten Schraubsockel zum Eindrehen in übliche Glühbirnenfassungen (z. B. E14

oder E27) aufweisen. Der Schraubsockel enthält zusätzlich die für das Zünden und den Betrieb der Leuchtstofflampen erforderlichen Bauteile. Die Abmessungen dieser sogenannten Energiesparlampen sind so gewählt, dass diese annähernd mit den Ausmaßen üblicher Glühbirnen mit einer Glühwendel übereinstimmen.

Unabhängig von der Form der Leuchtstofflampe ist das Bauprinzip grundsätzlich das Gleiche: In einem Glaskörper befindet sich ein Gas, üblicherweise Quecksilberdampf, unter sehr niedrigem Druck. Im Gas werden freie Elektronen in einem elektrischen Feld beschleunigt. Die beschleunigten Elektronen schlagen bei einem Zusammenstoß mit einem Quecksilberatom Elektronen aus dessen Elektronenhülle heraus. Fängt das so entstandene Quecksilberion ein Elektron ein bzw. rücken Elektronen von einer äußeren auf eine innere Bahn nach, so wird Lichtenergie frei. Diese Lichtenergie wird im Falle von Quecksilber vornehmlich in Form von UV-Strahlung abgegeben, so dass die UV-Strahlung mit Hilfe eines Leuchtstoffs, der auf der Innenseite des Glaskörpers der Leuchtstofflampe aufgebracht ist, in sichtbares Licht umgewandelt wird. Das zur Beschleunigung der freien Elektronen erforderliche elektrische Feld wird durch das Anlegen von Netzspannung (typischerweise 110 V/60 Hz oder 230 V/50 Hz Wechselspannung) an Elektroden, die sich an den beiden Enden der Leuchtstofflampe befinden, erzeugt. Über die Elektroden wird auch die erforderliche Anzahl freier Elektronen in das Gas, das sich in der Leuchtstofflampe befindet, gebracht. Dazu ist es erforderlich, dass die Elektroden aus einem Material bestehen, das eine relativ niedrige Austrittsarbeit für Elektronen hat. Zusätzlich zum angelegten elektrischen Feld müssen die Elektroden eine gewisse Temperatur aufweisen, damit eine ausreichende Anzahl von Elektronen aus den Elektroden austritt.

Bei einer in Betrieb befindlichen Leuchtstofflampe wird die für eine ausreichende Elektronenemission erforderliche Temperatur durch Verlustwärme an den Elektroden aufrechterhalten.

Um nach dem Einschalten einer Leuchtstofflampe die Gasentladung in der Leuchtstofflampe erstmalig zu zünden, sind spezielle Techniken erforderlich. Üblicherweise wird dazu die Temperatur der Elektroden erhöht, so dass eine größere Anzahl an Elektronen austreten kann. Dazu werden die Elektroden der Leuchtstofflampe elektrisch erwärmt. Üblicherweise sind die Elektroden an den beiden Seiten der Leuchtstofflampe in Form einer Heizwendel ausgebildet. Die beiden Enden der Heizwendel sind jeweils mit einem an der Außenseite der Leuchtstofflampe befindlichen Anschlusskontakt verbunden. Die Elektroden der Leuchtstofflampe werden also durch Anlegen einer elektrischen Heizspannung an die beiden Kontakte, die sich üblicherweise jeweils an den beiden Enden einer Leuchtstofflampe befinden, erwärmt.

Andererseits ist eine erhöhte Spannung an die Elektroden der Leuchtstofflampe anzulegen, um die Gasentladung zu starten. Dies geschieht beispielsweise durch eine Spule, die in den Heizstromkreislauf eingeschleift wird. Ein ebenfalls im Heizstromkreislauf befindlicher sogenannter "Schnellstarter" unterbricht den durch den Stromkreis fließenden Heizstrom schlagartig und erzeugt damit durch die Selbstinduktion der Spule eine entsprechend erhöhte Spannung an den Elektroden der Leuchtstofflampe.

Unmittelbar nach dem Einschalten der Leuchtstofflampe werden also zunächst die sich an den Enden der Leuchtstofflampe befindenden Elektroden erhitzt. Nach einer gewissen Zeitspanne wird der Strom durch den Schnellstarter schlagartig unterbrochen, wodurch mittels der Spule die zum Zünden der Gasentladung erforderliche Zündspannung an die beiden Elektroden angelegt wird. Im Betrieb liegt zwischen den Elektroden der Leuchtstoffröhre nur noch eine geringe Spannung an, da die gezündete Gasentladung praktisch wie ein Kurzschluss wirkt.

Die im Laufe des Einschaltvorgangs für die Elektroden auftretenden Belastungen führen mit der Zeit dazu, dass schließlich eine der Heizwendel durchbrennt. Somit können die Elektroden der Leuchtstofflampe

nicht mehr erwärmt werden, und die Leuchtstofflampe kann nicht mehr gezündet werden. Dies stellt einen häufigen Grund für einen Defekt der Leuchtstofflampe dar. Die Leuchtstofflampe muss gewechselt werden, obwohl die Leuchtstofflampe vom Gasgemisch her nach wie vor funktionstüchtig ist.

Dieser häufig auftretende Defekt bei Leuchtstofflampen führt dazu, dass die Leuchtstofflampe ersetzt werden muss, was einen entsprechenden Aufwand und entsprechende Kosten verursacht. Gleichzeitig kommt es zu einem erhöhten Aufkommen von Sondermüll, da das in Leuchtstofflampen üblicherweise enthaltene Quecksilber für die Umwelt sehr problematisch ist.

Ein weiterer üblicher Defekt einer mit Leuchtstofflampen versehenen Leuchte besteht darin, dass der Schnellstarter einen Defekt aufweist. So verschweißen häufiger die Kontakte eines Glimmlampenzünders, so dass dieser den durch den Stromkreis fließenden Heizstrom nicht mehr unterbrechen kann. Zum einen kann daher die Leuchtstofflampe nicht zünden. Zum anderen werden die Elektroden der Leuchtstofflampe dauerhaft mit einem Heizstrom beschickt, so dass diese einem stark erhöhten Verschleiß unterliegen. Dieses Problem kann nur durch ein Auswechseln des Schnellstarters gelöst werden. Bis zum Erkennen des Defekts und dem anschließenden Auswechseln des Schnellstarters vergehen oft mehrere Tage, in denen die Leuchtstofflampe einem erhöhten Verschleiß unterliegt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betrieb von Leuchtstofflampen sowie eine Schaltung zum Betrieb von Leuchtstofflampen vorzuschlagen, mit dem bzw. mit der Leuchtstofflampen derartig betrieben werden, dass diese eine längere Lebenserwartung haben.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie eine Leuchtstofflampenschaltung gemäß Anspruch 10 gelöst.

Die Aufgabe wird bei dem vorgeschlagenen Verfahren zum Betreiben von Leuchtstofflampen, insbesondere zur Erhöhung der Lebensdauer von Leuchtstofflampen, dadurch gelöst, dass die Belastung von zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe durch einen beaufschlagten elektrischen Strom, insbesondere einen Heizstrom (I), mittels einer Verringerung der zeitlichen Belastung, einer Verringerung der elektrischen Leistung oder beidem reduziert wird. Der Begriff der Verringerung der zeitlichen Belastung ist nicht notwendigerweise auf einen einzelnen Zündvorgang bezogen, sondern vielmehr in einem breiten Sinn zu verstehen. So ist z.B. ein Verfahren, bei dem abwechselnd jeweils nur ein Teil der in einer Leuchtstofflampe vorgesehenen Elektrodeneinrichtungen (einzelne Heizwendel bzw. Glühkatoden) erwärmt werden, ebenso als Verringerung der zeitlichen Belastung, nämlich über mehrere Einschaltzyklen hinweg bezogen, zu verstehen. Ebenso ist ein Verfahren, bei dem die Anzahl der durchgeführten Heizzyklen pro Zeiteinheit (zum Beispiel der Heizzyklen pro Woche oder Monat) reduziert wird, ebenso als Verringerung der zeitlichen Belastung zu verstehen, nämlich als über einen Zeitraum gemittelte, verringerte zeitliche Belastung. Das Gesagte gilt selbstverständlich auch für den Fall, dass eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Mehrzahl von Leuchtstofflampen vorliegt und die Verringerung der Belastung der Elektroden bzw. Elektrodenteile bei zumindest einem Teil der Leuchtstofflampen vorgesehen wird.

Auch der Begriff der Verringerung der elektrischen Leistung ist in einem weiten Rahmen zu verstehen. Insbesondere kann dies durch eine Verringerung der Stromstärke bzw. Stromspannung, mit der die einzelne Elektrodeneinrichtung beaufschlagt wird, erzielt werden. Dies gilt in besonderem Maße, jedoch nicht nur, für die elektrische Leistung, die zum Erwärmen der Elektrodeneinrichtungen an diese angelegt wird. Jedoch kann auch eine verringerte elektrische Leistung im Betrieb der Leuchtstofflampe vorgesehen werden und so die Lebensdauer der Leuchtstofflampe erhöht werden. Die Verringerung der elektrischen Leistung kann nötigen-

falls kompensiert werden. Bei einer Verringerung der Heizleistung kann dies beispielsweise durch eine Zufuhr von zusätzlicher Wärmeenergie, die von einer außerhalb der Leuchtstofflampe befindlichen Zusatzheizeinrichtung zugeführt wird, erfolgen.

In jedem Fall wird durch das vorgeschlagene Verfahren die Belastung der Elektrodeneinrichtungen der Leuchtstofflampe gesenkt und damit eine längere Lebensdauer der Elektrodeneinrichtungen erreicht. Da die Lebensdauer einer Leuchtstofflampe normalerweise durch das Durchbrennen einer Glühwendel begrenzt wird, wird durch das vorgeschlagene Verfahren im Allgemeinen auch eine längere Lebensdauer der Leuchtstofflampe selbst erreicht. Selbstverständlich ist es auch möglich, sowohl eine Verringerung der zeitlichen Belastung als auch eine Verringerung der elektrischen Leistung in Kombination zu realisieren, wodurch eine nochmalige Erhöhung der Lebensdauer der Leuchtstofflampe erreicht werden kann.

Ein besonderer Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass es zusammen mit den bekannten, standardisierten Leuchtstofflampen, Steckverbindern, Bauteilen und Leuchtengehäusen verwendet werden kann. Eine besonders kostengünstige Umstellung auf das vorgeschlagene Verfahren ist daher möglich.

Eine vorteilhafte Möglichkeit der Realisierung des Verfahrens besteht darin, dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe höchstens auf einer Seite der Leuchtstofflampe zumindest Teile der dort befindlichen Elektrodeneinrichtung mit einem Heizstrom beaufschlagt werden. Somit wird während des Zündvorgangs bei zumindest einer Leuchtstofflampe höchstens eine Elektrodeneinrichtung bzw. nur Teile dieser Elektrodeneinrichtung, durch das Anlegen eines Heizstroms belastet, während die jeweils andere Elektrode bzw. beide Elektroden im Wesentlichen nicht belastet werden. Wenn die mit einem Heizstrom belasteten Elektrodeneinrichtungen bzw. Teile der Elektrodeneinrichtungen durch schaltungstechnische Mittel abgewechselt werden, so kann eine deutliche Erhöhung der Le-

bensdauer erzielt werden.. Wenn beispielsweise mit jedem Einschaltvorgang das Ende der Leuchtstofflampe, an dem die Elektrodeneinrichtung mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, wechselt, so kann im Wesentlichen eine Verdopplung der Lebensdauer der Leuchtstofflampe erzielt werden. Es ist auch möglich, dass ein solcher Wechsel per Hand durchgeführt wird, beispielsweise indem die Ausrichtung der Leuchtstofflampe in der Fassung durch Drehen der Leuchtstofflampe getauscht wird.

Wenn nur eine Elektrodeneinrichtung beheizt wird, wird durch das geschilderte Verfahren die Leuchtstofflampe unmittelbar nach dem Zünden in einem "Gleichstrombetrieb" betrieben. Das heißt, die Mehrzahl der Elektronen tritt nur an der beheizten Elektrode aus. Bei einem längeren Betrieb der Leuchtstofflampe kann sich jedoch auch die unbeheizte Elektrode durch Verlustwärme so weit erhitzen, dass die Leuchtstofflampe nach einer Einbrenndauer im normalen "Wechselstrombetrieb" arbeitet.

Die geschilderte Ansteuerung der Elektrodeneinrichtung ist, von Ausnahmen abgesehen, auch dann möglich, wenn bereits eine Heizwendel einer Elektrodeneinrichtung durchgebrannt ist oder einen Kontaktfehler zeigt. Dadurch wird es möglich, dass Leuchtstofflampen, die mit bekannten Leuchtstofflampenschaltungen nicht mehr betrieben werden können, mit Hilfe des vorgeschlagenen Verfahrens weiter verwendet werden können.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens besteht darin, dass die Leistung des Heizstromes zumindest eines Teils zumindest einer Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe nach einer Zeitspanne zumindest verringert wird, insbesondere dann, wenn die Zündvorrichtung einen Defekt aufweist. Bei einer Reihe von bekannten Leuchtstofflampenschaltungen, insbesondere bei solchen, bei denen Glimmlampen mit einer Bimetallelektrode als Schnellstarter verwendet werden, ist es möglich, dass es erst nach längerer Zeit, oder auch gar nicht, zu einer Zündung der Leuchtstofflampe kommt. Dies kann durch einen Defekt

bzw. durch Verschleißerscheinungen des Schnellstarters oder anderer Komponenten bedingt sein. Vor allem bei als Glimmlampen ausgebildeten Schnellstartern fließt bei einer solchen verzögerten Zündung der Leuchtstofflampe über einen langen Zeitraum hinweg ein Heizstrom mit im Wesentlichen voller Leistung durch die Elektrodeneinrichtungen der Leuchtstofflampe, so dass diese einem großen Verschleiß ausgesetzt sind. Dies verkürzt die Lebensdauer der Leuchtstofflampe entsprechend. Mit anderen Worten kommt es zu einer unnötigen zeitlichen Belastung der Elektrodeneinrichtungen. Dagegen wird bei der vorgeschlagenen Weiterbildung des Verfahrens der Heizstrom nach Ablauf einer gewissen Zeit selbständig verringert oder gänzlich abgeschaltet. Zwischen dem Auftreten des Defekts und der Reparatur desselben kommt es somit zu keiner bzw. nur zu einer geringen Belastung der Elektrodeneinrichtung. Nach der Reparatur werden die Elektrodeneinrichtungen wieder mit einem Heizstrom mit voller Leistung beaufschlagt. Dies erfolgt vorzugsweise selbsttätig. Es ist aber auch möglich, dass der Benutzer eine Schaltereinrichtung betätigen muss, damit die Elektrodeneinrichtungen wieder mit einem Heizstrom mit voller Leistung beaufschlagt werden, insbesondere ohne dass zunächst ein Abkühlen von Bauteilen abgewartet werden muss.

Es ist ebenfalls möglich, dass die Zündung oder der Betrieb zumindest einer Leuchtstofflampe bei einer gegenüber der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung erhöhten Spannung an den Elektrodeneinrichtungen der Leuchtstofflampe erfolgt. Selbstverständlich ist auch sowohl eine Zündung als auch ein Betrieb bei erhöhter Spannung möglich. Bei einer entsprechend erhöhten Spannung ist es möglich, dass die beaufschlagte elektrische Leistung zur Erwärmung der Elektrodeneinrichtungen nochmals verringert wird. Dadurch resultiert eine nochmalige Verringerung des Verschleißes der Elektrodeneinrichtungen und somit eine zusätzliche Erhöhung der Lebensdauer der Leuchtstofflampe. Im Extremfall ist es sogar möglich, dass auf eine Beaufschlagung der Elektrodeneinrichtungen mit einem Heizstrom komplett verzichtet

werden kann. Dadurch ist es insbesondere möglich, dass selbst Leuchtstofflampen, bei denen die Elektrodeneinrichtungen an beiden Seiten der Leuchtstofflampe einen Defekt aufweisen, beispielsweise weil die Heizwendel der Elektrodeneinrichtungen durchgebrannt sind, noch als Leuchtmittel verwendet werden können. Bei der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung handelt es sich üblicherweise um die üblichen Netzspannungen von 230 V/50 Hz bzw. 110 V/60 Hz. Es sind aber auch Bordspannungen von Kraftfahrzeugen, wie üblicherweise 12 V (Automobile) oder 24 V (Nutzfahrzeuge), denkbar.

Vorzugsweise beträgt die Spannung an den Elektrodeneinrichtungen zumindest einer Leuchtstofflampe während der Zündung, während des Betriebs bzw. während Zündung und Betrieb mindestens 400 V, vorzugsweise jedoch mindestens 600 V. Diese Spannungen können eine besonders schnelle und verschleißarme Zündung bzw. einen verschleißarmen Betrieb der Leuchtstofflampe sichern. Prinzipiell ist die Spannung nach oben hin nicht begrenzt. Jedoch sind mit steigender Spannung in der Regel zusätzliche bzw. aufwändigere Baugruppen erforderlich bzw. treten bei besonders hohen Spannungen auch Isolationsprobleme ein, so dass die Spannung zur Zündung bzw. zum Betrieb der Leuchtstofflampe auch nicht zu hoch gewählt werden sollte.

Es kann sich auch als vorteilhaft erweisen, wenn zumindest eine Leuchtstofflampe mit einer gegenüber der Nennleistung der Leuchtstofflampe reduzierten Leistung betrieben wird. Auf Grund der damit einhergehenden geringeren Belastung der Elektrodeneinrichtungen kann auch hierdurch eine Verlängerung der Betriebsdauer der Leuchtstofflampe erreicht werden. Es ist dabei im Übrigen unerheblich, ob die Leuchtstofflampe bei einer gleichbleibenden, reduzierten Leistung betrieben wird oder ob die Leistung der Leuchtstofflampe je nach Erfordernis flexibel variiert wird.

Bei einer weiteren möglichen Weiterbildung des vorgeschlagenen Verfahrens wird zumindest eine Leuchtstofflampe im Wesentlichen in einem

Dauerbetrieb betrieben, wobei zumindest zwischen einer abgedunkelten Stellung mit verringerter Leistung der Leuchtstofflampe und einer hellen Stellung, insbesondere einer Stellung mit im Wesentlichen voller Leistung der Leuchtstofflampe, gewechselt wird. Bei dieser Art der Ansteuerung kommt es zu einer geringeren Belastung der Elektrodeneinrichtung, indem die Anzahl der Startvorgänge pro Zeiteinheit (beispielsweise pro Woche bzw. pro Monat) verringert wird. Das vorgeschlagene Verfahren ist insbesondere dann sinnvoll, wenn ein "Restlicht" erwünscht ist. Beispielsweise könnte das Verfahren besonders vorteilhaft in Treppenhäusern oder Fluren genutzt werden, um die Unfallgefahr bei einem schlagartigen Ausschalten des Lichts durch einen Zeitschaltautomaten zu verringern. Während bei üblichen Beleuchtungen die Beleuchtung ganz ausgeschaltet wird, wird bei dem vorgeschlagenen Verfahren die Helligkeit nur stark reduziert. Der Weg zum nächsten Lichtschalter ist so zumindest schwach beleuchtet, so dass eine deutliche Verringerung der Stolpergefahr erreicht werden kann. Somit kann also nicht nur eine längere Lebensdauer der Leuchtstofflampe erreicht werden, sondern es kann auch ein besonders sicherer Betrieb erzielt werden. Bei der hellen Stellung kann es sich um die Nennleistung der Leuchtstofflampe oder um eine gegenüber der Nennleistung reduzierte elektrische Leistung der Leuchtstofflampe handeln.

Vorteilhafterweise beträgt die Leistung der Leuchtstofflampe in der abgedunkelten Stellung 0,1 % bis 20 % der Leistung in der hellen Stellung. In diesem Bereich kann einerseits eine ausreichende Erwärmung der Elektrodeneinrichtungen in der abgedunkelten Stellung gewährleistet werden, andererseits wird die elektrische Leistung so stark herabgesetzt, dass der Energieverbrauch in der abgedunkelten Stellung (im "Standby"-Betrieb) relativ gering ist.

Vorzugsweise erfolgt eine Verminderung der Leistung zumindest einer Leuchtstofflampe durch passive, im Wesentlichen verlustfreie Bauelemente, wie insbesondere regelbare Kondensatoren und regelbare Spulen.

Auf diese Weise kann ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau der Schaltung zur Ansteuerung der Leuchtstofflampe realisiert werden. Gleichzeitig weist der Aufbau besondere Vorteile auf, da im Wesentlichen keine elektrische Wirkleistung (durch Ohmschen Widerstand) umgesetzt wird. Daraus resultiert sowohl ein niedriger Stromverbrauch als auch eine geringe Erwärmung der Bauteile. Wenn die Bauteile regelbar ausgeführt sind, so kann durch diese ein Dimmer ersetzt werden. Die genannten passiven Bauteile haben gegenüber konventionellen Dimmern für Leuchtstofflampen darüber hinaus noch den Vorteil, dass diese keine Funkentstörung benötigen. Im Gegenteil tritt eine Gefahr von Funkstörungen von vornherein nicht auf.

Eine weitere Möglichkeit zur vorteilhaften Durchführung des Verfahrens besteht darin, dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe eine zusätzliche Wärmebeaufschlagung zumindest eines Teils zumindest einer Elektrodeneinrichtung erfolgt. Es erfolgt also eine Wärmeerzeugung durch eine von der Elektrodeneinrichtung unabhängige wärmeerzeugende Einrichtung. Dadurch ist es einerseits möglich, dass die von einer einzelnen wärmeerzeugenden Einrichtung zu erzeugende Heizleistung geringer ausfallen kann. Andererseits ist auch eine redundante Ausführung möglich, bei der wärmeerzeugende Einrichtungen ausfallen können, ohne dass die erforderliche Heizleistung unterschritten wird. In jedem Fall kann eine längere Lebensdauer der Leuchtstofflampe erzielt werden. Im Extremfall kann die Elektrodeneinrichtung auch auf die erforderliche Temperatur erwärmt werden, ohne dass die Elektrodeneinrichtung selbst eine Heizleistung erbringen müsste.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die zusätzliche Wärmebeaufschlagung durch eine von der Leuchtstofflampe unabhängige Komponente erfolgt. In diesem Fall kann die wärmeerzeugende Komponente unabhängig von der Leuchtstofflampe gewechselt werden, falls diese einen Defekt aufweisen sollte. Somit wird ein kostengünstiger Weiterbetrieb bei einer reduzierten Abfallmenge möglich. Insbesondere muss das unter

Umweltgesichtspunkten bedenkliche Quecksilber, das in der Leuchtstofflampe enthalten ist, nicht entsorgt werden.

Es erweist sich als besonders vorteilhaft, wenn die zusätzliche Wärmebeaufschlagung zeitlich unmittelbar vor dem Zündvorgang, während des Zündvorgangs bzw. zeitlich unmittelbar vor sowie während des Zündvorgangs der Leuchtstofflampe bzw. der Leuchtstofflampen erfolgt. In diesem Fall kann die Wärmebelastung der Elektrodeneinrichtungen reduziert werden. Gleichzeitig wird der Energiebedarf der Leuchte reduziert, da die zusätzliche Wärmebeaufschlagung nur im zeitlichen Zusammenhang mit der Zündung der Leuchtstofflampe erfolgt, jedoch nicht mehr, wenn die Leuchtstofflampe bereits gezündet hat, und die zusätzliche Wärmebeaufschlagung nicht mehr erforderlich ist. Es ist aber auch möglich, die zusätzliche Wärmebeaufschlagung auch während des Betriebs der Leuchtstofflampe durchzuführen. Letzteres kann beispielsweise bei besonders kalten Außentemperaturen bei im Freien befindlichen Leuchtstofflampen sinnvoll sein. Denkbar wäre im Übrigen auch, die zusätzliche Wärmebeaufschlagung von der Umgebungstemperatur abhängig zu machen, was beispielsweise durch Temperatursensoren oder aber auch durch einen einfachen PTC-Widerstand (positiver Temperaturkoeffizient) geschehen kann.

Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn eine Zustandsinformation über den Betriebszustand der Leuchtstofflampenschaltung, insbesondere eine Zustandsinformation über auftretende Fehler, ausgegeben wird. Mit einer solchen Zustandsinformation kann auch ein Laie über das Vorliegen eines Defekts informiert werden. Die Anzeige kann auch darüber informieren, ob ein Fachmann zur Reparatur zugezogen werden muss oder ob ein auch von einem Laien durchführbarer Handgriff durchzuführen ist, wie beispielsweise der Wechsel einer Leuchtstofflampe beziehungsweise der Wechsel einer Starterpatrone. Es ist jedoch auch möglich, dass die Zustandsinformation noch weitergehende Informationen ausgibt, die dem Fachmann, der die Reparatur durchführen soll, Hinweise auf die Ursa-

chen des Problems geben, so dass dieser die Reparatur zügiger durchführen kann.

Vorteilhaft ist es, wenn die Zustandsinformation auf optischem Wege, insbesondere durch eine Lichtemission, ausgegeben wird. Dies macht ein einfaches Ablesen der Information möglich, ohne dass unter Umständen erst Messgeräte oder sonstige Ausleseeinrichtungen mit der entsprechenden Einrichtung verbunden werden müssen. Lichtsignale haben zudem den Vorteil, dass diese einerseits zwar ausreichend auffällig sind, andererseits aber auch über einen längeren Zeitraum hinweg nicht übermäßig störend wirken, so wie dies beispielsweise bei einem akustischen Signal der Fall wäre.

Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Durchführung des Verfahrens besteht darin, dass mehrere Leuchtstofflampen in Reihe geschaltet werden, wobei bei der aus Leuchtstofflampen bestehenden Reihenschaltung nur ein Teil der Elektrodeneinrichtungen der Leuchtstofflampen mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, insbesondere nur die beiden äußersten Elektrodeneinrichtungen der Reihenschaltung. Dadurch dass nur ein Teil der Elektrodeneinrichtungen mit einem Heizstrom beaufschlagt werden muss, verringert sich, wie bereits beschrieben, der mittlere Verschleiß der Elektrodeneinrichtungen, so dass eine insgesamt längere Lebenserwartung der Anordnung realisiert werden kann. Besonders vorteilhaft ist dieses Verfahren, wenn zwei Leuchtstofflampen in Reihe geschaltet werden. Ein besonderer Vorzug des Verfahrens besteht darin, dass es im Zusammenhang mit bereits vorhandenen Leuchtstofflampenschaltungen verwendet werden kann. Verwendet man beispielsweise bei einer Leuchtstofflampenschaltung zur Ansteuerung einer 1.200 mm-Leuchtstofflampe statt der 1.200 mm-Leuchtstofflampe zwei in Reihe geschaltete Leuchtstofflampen mit jeweils 600 mm Länge und steuert die jeweils außen liegenden Elektroden der Leuchtstofflampen in der gleichen Weise wie die Elektroden der 1.200 mm-Leuchtstofflampe an, so kann die Leuchtstofflampenschaltung ohne jegliche anderweitige Modi-

fikation weiterverwendet werden Ein besonders kostengünstiges Umrüsten auf eine der vorliegenden Erfindung entsprechende Bauweise ist somit möglich.

Besonders vorteilhaft ist das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, insbesondere das Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 4, 5, 10, 11, 12 oder 15, auf Leuchtstofflampen anwendbar, bei denen zumindest Teile der Elektrodeneinrichtung auf zumindest einer Seite der Leuchtstofflampe einen Defekt aufweisen. Solche Leuchtstofflampen sind in üblichen Leuchten nicht mehr verwendbar, da auf Grund eines Defekts auch nur eines Teils einer Elektrodeneinrichtung der Leuchtstofflampe kein geschlossener Heizstromkreislauf mehr vorhanden ist. Ein Zünden der Leuchtstofflampe wird dadurch unmöglich. Bislang werden solche Leuchtstofflampen weggeworfen, obwohl sie in Kombination mit dem vorgeschlagenen Verfahren bzw. mit einer der im Folgenden beschriebenen Vorrichtungen noch verwendet werden könnten. Eine deutliche Kosteneinsparung sowie eine Reduzierung der Menge an Sondermüll kann somit erzielt werden. Selbstverständlich können auch voll funktionsfähige Leuchtstofflampen mit dem vorgeschlagenen Verfahren betrieben werden. Auch hier entfaltet das vorgeschlagene Verfahren seine Vorzüge.

Eine Leuchtstofflampenschaltung zum Betrieb von Leuchtstofflampen, insbesondere zur vorteilhaften Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung aufweist, die den elektrischen Strom, insbesondere einen Heizstrom, durch zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe hinsichtlich der elektrischen Leistung, der Zeitdauer oder beidem begrenzt. Mit einer solchen Strombegrenzungseinrichtung kann erreicht werden, dass die durch den elektrischen Strom hervorgerufene Belastung der betreffenden Teile der Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe durch eine Verringerung der zeitlichen Belas-

tung, eine Verringerung der elektrischen Leistung oder beidem reduziert wird. Damit können die bereits beschriebenen Vorteile erzielt werden. Insbesondere können bei einer entsprechenden Ausführung der Leuchtstofflampenschaltung konventionelle Norm-Leuchtstofflampen verwendet werden, so dass ein besonders einfacher und kostengünstiger Wechsel auf die neue Technik möglich wird.

Vorteilhaft ist es, wenn bei der Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Dauerstromschutzschaltung ausgebildet ist, derart, dass der Heizstrom durch zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe nach dem Durchlaufen einer Zeitspanne, insbesondere bei einem Defekt der Zündvorrichtung der Leuchtstofflampe, zumindest verringert wird. Durch diese Weiterbildung der Leuchtstofflampenschaltung lassen sich die bereits in Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Vorteile erzielen. Wenn in diesem Zusammenhang von einer Zeitspanne gesprochen wird, so heißt dies nicht, dass es sich bei dem betreffenden physikalischen Parameter zwangsläufig um die Zeit handeln muss. Vielmehr sind auch andere zugrundeliegende Parameter denkbar, welche auch direkt oder indirekt mit der Zeit korrelieren können, aber nicht notwendigerweise müssen. Beispielsweise kann eine Zeitschaltuhr verwendet werden, die den Heizstrom nach mehreren Minuten abschaltet. Die Dauerstromschutzschaltung kann jedoch auch ein lichtempfindliches Element aufweisen, mit dem überprüft wird, ob die Leuchtstofflampe leuchtet oder nicht.

Eine besonders einfache Ausbildung der Strombegrenzungseinrichtung erhält man, wenn die Dauerstromschutzschaltung zumindest eine temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung aufweist, insbesondere eine temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung, deren elektrischer Widerstand mit steigender Temperatur steigt. Eine solche temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung kann die in der Elektrodeneinrichtung durch die Heizwendel bzw. die durch Verluste entstehende Wärme

beispielsweise als Sensoreinrichtung registrieren. Diese Sensorinformationen können in einer entsprechend ausgebildeten Baugruppe weiterverarbeitet werden. Die Widerstandseinrichtung kann aber auch direkt als strombegrenzendes Element den Heizstrom durch die Elektrodeneinrichtung verringern. Insbesondere kann die temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung als sogenannter PTC-Widerstand (PTC für positiver Temperaturkoeffizient) ausgeführt sein und einfach in den Heizstromkreislauf eingeschleift sein. Falls die Leuchtstofflampe nicht zündet, so bewirkt der zunächst fortdauernde Heizstrom eine Erwärmung der Widerstandseinrichtung, damit eine Erhöhung des elektrischen Widerstands und dadurch wiederum eine Begrenzung des im Heizstromkreislauf fließenden Stroms.

Vorteilhaft ist es auch, wenn die Strombegrenzungseinrichtung als Umgehungsschaltung ausgebildet ist, derart, dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe höchstens an einer Seite zumindest Teile der dort befindlichen Elektrodeneinrichtung mit einem Heizstrom beaufschlagt werden. Mit dieser Ausbildung der Leuchtstofflampenschaltung wird, sofern eine Elektrodeneinrichtung auf einer Seite einer Leuchtstofflampe mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, die Leuchtstofflampe, wie bereits beschrieben, zumindest während und unmittelbar nach der Zündung der Leuchtstofflampe in einem "Gleichstrombetrieb" betrieben. Ein großer Vorteil dieser Leuchtstofflampenschaltung besteht darin, dass bisher als defekt geltende Leuchtstoffröhren zum großen Teil weiter verwendet werden können.

Besonders einfach lässt sich die Ausbildung als Umgehungsschaltung realisieren, wenn die Umgehungsschaltung eine elektrische Verbindung von Kontakten der Elektrodeneinrichtung, insbesondere einen Kurzschluss der Kontakte, an einer Seite zumindest einer Leuchtstofflampe aufweist. In diesem Fall ist es unerheblich, ob die Elektrodeneinrichtung an der betreffenden Seite der Leuchtstofflampe einen Defekt, insbesondere eine Unterbrechung, aufweist oder nicht. Der Heizstromkreislauf

selbst wird durch den Defekt der Elektrodeneinrichtung nicht unterbrochen.

Besonders vorteilhaft ist es ferner, wenn zumindest eine Umgehungsschaltung als selbsttätig erkennende Umgehungsschaltung ausgeführt ist, derart, dass die selbsttätig erkennende Umgehungsschaltung bei einem Defekt von zumindest Teilen der sich auf einer Seite der Leuchtstofflampe befindenden Elektrodeneinrichtung selbsttätig die Elektrodeneinrichtung auf der entsprechenden Seite der Leuchtstofflampe ansteuert. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, dass Leuchtstofflampen, bei denen eine Elektrodeneinrichtung auf einer Seite der Leuchtstofflampe einen Defekt aufweist, in einer bestimmten Richtung eingebaut werden müssen. Somit kann eine größere Benutzerfreundlichkeit der Leuchtstofflampenschaltung erzielt werden. Die genannte Weiterbildung ist auch dann von Vorteil, wenn bei einer fabrikneuen Leuchtstofflampe nach längerer Betriebsdauer auf einer Seite der Leuchtstofflampe eine Heizwendel durchbrennt. In diesem Fall wechselt die selbsttätig erkennende Umgehungsschaltung nötigenfalls die Seiten der Leuchtstofflampe selbsttätig, so dass die Leuchtstofflampe ohne eine Aktion des Benutzers weiterverwendet werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Strombegrenzungseinrichtung ist es, wenn die Strombegrenzungseinrichtung als Spannungserhöhungseinrichtung ausgebildet ist, derart, dass der Zündvorgang oder der Betrieb zumindest einer Leuchtstofflampe bei einer gegenüber der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung erhöhten elektrischen Spannung erfolgt. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass sowohl der Zündvorgang als auch der Betrieb der Leuchtstofflampe mit einer gegenüber der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung erhöhten elektrischen Spannung erfolgt. Wie bereits beim vorgeschlagenen Verfahren erläutert, kann beim Vorhandensein einer solchen Spannungserhöhungseinrichtung ebenfalls eine Verringerung des Verschleißes der Elektrodeneinrichtungen von Leuchtstofflampen erzielt

werden. Im Extremfall ist es auch möglich, dass die Umgehungsschaltung so ausgeführt wird, dass keine der Elektrodeneinrichtungen einer Leuchtstofflampe mit einem Heizstrom beaufschlagt wird. Somit können auch Leuchtstofflampen verwendet werden, bei denen die Elektrodeneinrichtungen auf beiden Seiten der Leuchtstoffröhre einen Defekt aufweisen. Bei solchen Leuchtstoffröhren ist es besonders sinnvoll, dass diese mit einer gegenüber der Nennleistung der Leuchtstofflampe verringerten Leistung angesteuert werden, da diese ansonsten nur noch eine relativ kurze Restlebensdauer aufweisen. Werden sie dagegen beispielsweise mit einer maximalen Leistung von 25 % der Nennleistung betrieben, so können selbst Leuchtstofflampen, bei denen die Elektrodeneinrichtungen auf beiden Seiten einen Defekt aufweisen, noch mit einer Restlebensdauer von bis zu mehreren tausend Stunden betrieben werden. Unabhängig von einem eventuell vorhandenen Defekt einer oder mehrerer Elektrodeneinrichtungen kann beim Vorhandensein einer Spannungserhöhungseinrichtung ein besonders schnelles Zünden der Leuchtstofflampe erzielt werden. Das bekannte und häufig als störend empfundene mehrmalige Flackern bis zum endgültigen Zünden der Leuchtstofflampe entfällt in diesem Fall.

Wenn zumindest eine Spannungserhöhungseinrichtung zumindest eine Spannungsvervielfacherschaltung aufweist, so kann ein besonders einfacher Aufbau der Leuchtstofflampenschaltung ermöglicht werden. Wird eine bekannte Spannungsvervielfacherkaskade verwendet, so kann mit einfachen und kostengünstigen Bauteilen, nämlich im Wesentlichen einer Anordnung von Dioden und Kondensatoren, auf einfache und kostengünstige Weise eine Spannungsverdopplung, -verdreifachung, -vervierfachung u.s.w., erzielt werden. Mit einer entsprechenden Ausbildung der Spannungsvervielfacherkaskade kann daher auch mit einfachen Mitteln eine Anpassung der Leuchtstofflampenschaltung an unterschiedliche Versorgungsspannungen, insbesondere an die üblicherweise verwendeten Netzspannungen der Stromnetze (beispielsweise 110 V/60 Hz in den USA, 230 V/50 Hz in Europa), erzielt werden. Eine Spannungsvervielfa-

cherkaskade kann im Übrigen auch durch eine geeignete Beschaltung eines Gleichrichters mit Kondensatoren erzielt werden.

Vorteilhaft ist es auch, wenn bei der Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung zumindest eine Zusatzheizeinrichtung aufweist, die bei zumindest einer Leuchtstofflampe zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung mit Wärme beaufschlagt. Mit einer solchen Zusatzheizeinrichtung ist es einerseits möglich, dass die betreffenden Teile der Elektrodeneinrichtungen mit einem niedrigeren Heizstrom beaufschlagt werden können. Insbesondere bei im Freien zu montierenden Leuchtstofflampen, wie beispielsweise bei Straßenlaternen, kann sich eine solche Zusatzheizeinrichtung vor allem bei besonders niedrigen Außentemperaturen als vorteilhaft erweisen. Ebenso ist es möglich, dass die Zusatzheizeinrichtung bzw. die Zusatzheizeinrichtungen redundant zur Heizeinrichtung einer Elektrodeneinrichtung wirken können. Dabei kann die Schaltung so ausgelegt werden, dass eine einzige verbliebene Heizeinrichtung die erforderliche Erwärmung der Elektrodeneinrichtung zum Zünden der Leuchtstofflampe bewirken kann. In jedem Fall kann eine deutliche Erhöhung der Lebensdauer der Leuchtstofflampe realisiert werden. Besonders vorteilhaft ist das Vorsehen einer solchen Zusatzheizeinrichtung im Fall von gebogenen Leuchtstofflampen, bei denen sich die beiden Elektrodeneinrichtungen einer Leuchtstofflampe benachbart zueinander befinden (beispielsweise bei kreisrunden Leuchtstofflampen bzw. bei Energiesparlampen). In diesem Fall kann nur eine Zusatzheizeinrichtung mehrere Elektrodeneinrichtungen mit Wärme beaufschlagen.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn bei zumindest einer Leuchtstofflampe zumindest Teile zumindest einer Zusatzheizeinrichtung unabhängig von der Leuchtstofflampe ausgeführt sind. Im Falle eines Defekts der Zusatzheizeinrichtung kann diese als Einzelbauteil ausgewechselt werden, ohne dass es erforderlich ist, die Leuchtstofflampe zu wechseln.

Damit sind niedrigere Reparaturkosten realisierbar. Auch die anfallende Abfallmenge kann verringert werden.

Vorteilhaft ist es, wenn zumindest eine Zusatzheizeinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe eine temperaturabhängige Widerstandseinrichtung aufweist, insbesondere eine temperaturabhängige Widerstandseinrichtung, deren elektrischer Widerstand mit steigender Temperatur ansteigt. Mit einer solchen temperaturabhängigen Widerstandseinrichtung kann die Zusatzheizeinrichtung besonders schnell auf die erforderliche Temperatur gebracht werden. Nach Erreichen der Temperatur kann der Heizstrom mittels der temperaturabhängigen Widerstandseinrichtung reduziert werden. Im einfachsten Fall kann die temperaturabhängige Widerstandseinrichtung selbst als Zusatzheizeinrichtung dienen. Denkbar ist es aber auch, dass die temperaturabhängige Widerstandseinrichtung lediglich als Sensor dient. Schließlich ist es auch möglich, dass zusätzliche Steuer- und Regelelemente vorgesehen sind, die beispielsweise die Zusatzheizeinrichtung nach einer bestimmten Zeitspanne abschalten.

Sinnvoll ist es auch, wenn zumindest Teile einer Zusatzheizeinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe mit zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe in Reihe geschaltet sind. In diesem Fall wird bei einer Reduzierung des durch die Zusatzheizeinrichtung fließenden Heizstroms automatisch auch der durch die Elektrodeneinrichtung fließende Heizstrom mit reduziert. Das Gleiche gilt im Falle eines Abschaltens des durch die Zusatzheizeinrichtung bzw. des durch die Elektrodeneinrichtung fließenden Heizstroms.

Unter einer Reihenschaltung ist in diesem Zusammenhang auch zu verstehen, wenn die Zusatzheizeinrichtung mit anderen Bauelementen, beispielsweise einem Kondensator, parallel geschaltet wird und diese Parallelanordnung mit zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung in Reihe geschaltet wird. Auch in diesem Fall fließt zumindest ein Teil des Heizstroms durch die Zusatzheizeinrichtung, so dass der

durch die Zusatzheizeinrichtung fließende Strom mit dem durch die Elektrodeneinrichtung fließenden Heizstrom korreliert ist.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Leistungsbegrenzungseinrichtung, insbesondere als regelbare Leistungsbegrenzungseinrichtung, ausgebildet ist, derart, dass zumindest eine Leuchtstofflampe mit einer Leistung betrieben wird, welche niedriger als die Nennleistung der Leuchtstofflampe ist. Durch die Herabsetzung der maximal zulässigen Leistung zumindest einer Leuchtstofflampe gegenüber der Nennleistung der Leuchtstofflampe kann die Lebensdauer der Leuchtstofflampe verlängert werden. Dies gilt, wie bereits ausgeführt, besonders dann, wenn eine oder mehrere Elektrodeneinrichtungen einen Defekt bzw. Verschleißerscheinungen aufweisen. Wird eine regelbare Leistungsbegrenzungseinrichtung vorgesehen, so kann diese neben ihrer Funktion als verschleißmindernde Einrichtung zusätzlich als Dimmer Anwendung finden. Dazu kann eine hier nicht näher ausgeführte Fernsteuermöglichkeit vorgesehen werden, so dass die Leuchtstofflampe, wie bei bekannten Dimmern, über einen von der Leuchte entfernt liegenden Regler gedimmt werden kann. In jedem Fall kann bei einer entsprechenden Ausführung ein insgesamt vereinfachter Aufbau realisiert werden.

Vorzugsweise ist zumindest eine Leistungsbegrenzungseinrichtung im Wesentlichen aus passiven, im Wesentlichen verlustfreien Bauelementen, insbesondere regelbaren Kondensatoren, regelbaren Spulen bzw. einer Kombination aus regelbaren Kondensatoren und regelbaren Spulen, gebildet. Bei dieser Ausführungsweise kann ein besonders einfacher Aufbau der Leuchtstofflampenschaltung gewährleistet werden. Da die Bauelemente im Wesentlichen verlustfrei sind, also keine Wirkleistung verbrauchen (keinen Ohmschen Widerstand aufweisen), kann darüber hinaus ein niedriger Energieverbrauch erzielt werden. Die Ausführung mit passiven Bauteilen ist insbesondere gegenüber herkömmlichen Dimmern für Leuchtstofflampen deutlich einfacher und kostengünstiger.

Insbesondere sind auch keine speziellen Maßnahmen zur Funkentstörung erforderlich, da nicht zwangsläufig hochfrequente elektrische Ströme auftreten.

Wenn bei der Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Dauerbetriebseinrichtung ausgebildet ist, derart, dass zumindest eine Leuchtstofflampe im Wesentlichen im Dauerbetrieb betrieben wird, wobei die Leuchtstofflampe zumindest zwischen einer abgedunkelten Stellung mit geringer Leistung und einer hellen Stellung, insbesondere einer Stellung mit im Wesentlichen voller Leistung, gewechselt wird, ist es möglich, die bereits in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Verfahren beschriebenen Vorteile zu erzielen. Bei der hellen Stellung kann es sich entweder im Wesentlichen um die Nennleistung der jeweiligen Leuchtstofflampe handeln, andererseits kann es sich aber auch um die maximal zulässige, gegenüber der Nennleistung der Leuchtstofflampe verminderte Leistung der Leuchtstofflampe handeln.

Analog zum beschriebenen Verfahren ist es vorteilhaft, wenn die Dauerbetriebseinrichtung derart ausgeführt ist, dass die Leistung der Leuchtstofflampe in der abgedunkelten Stellung 0,1 % bis 20 % der Leistung in der hellen Stellung beträgt.

Eine weitere vorteilhafte Realisierungsmöglichkeit besteht darin, dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Reihenschaltungseinrichtung ausgeführt ist, derart, dass mehrere Leuchtstofflampen in Reihe geschaltet sind, wobei bei der aus Leuchtstofflampen bestehenden Reihenschaltung nur ein Teil der Elektrodeneinrichtungen mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, insbesondere nur die beiden äußersten Elektrodeneinrichtungen der Reihenschaltung. In diesem Fall ergeben sich die bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Vorteile in analoger Weise.

Vorteilhaft ist es auch, wenn die Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Kontrolleinrichtung aufweist, derart, dass eine Anzeige des Zu-

stands der Leuchtstofflampenschaltung, insbesondere eine Störung, erfolgt. Auch hier ergeben sich die bereits im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Vorteile in analoger Weise.

Vorzugsweise ist die Kontrolleinrichtung als optische Einrichtung ausgeführt, so dass diese eine visuelle Kontrolle erlaubt. Es ist dabei beliebig, ob die optische Einrichtung selbstleuchtend oder beispielsweise nur reflektierend ausgebildet ist. Beispielsweise könnte es sich auch um eine Rasteranordnung von Sichtelementen handeln, wobei die Sichtelemente durch eine geeignete Einrichtung entweder mit einer dunkel beschichteten oder einer mit einer grellen Farbe beschichteten Seite von außen sichtbar sind.

Vorzugsweise ist die optische Einrichtung jedoch als Licht emittierende Einrichtung, insbesondere als Glühlampe und/oder Leuchtdiode, ausgeführt. Eine entsprechende Ausführung ist einerseits besonders kostengünstig, da die betreffenden Bauteile kostengünstig erhältlich sind und auch entsprechend einfach angesteuert werden können. Zusätzlich sind Licht emittierende Einrichtungen auch im Dunkeln gut zu erkennen, was insbesondere für die vorgeschlagene Anwendung sinnvoll ist, da bei einem Defekt der Leuchtstofflampenschaltung gegebenenfalls keine Beleuchtung mehr vorhanden ist.

Im Folgenden werden zur Veranschaulichung der Erfindung und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Dauerstromschutzschaltung;

Fig. 2 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Umgehungsschaltung;

Fig. 3 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Dauerbetriebseinrichtung;

Fig. 4 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Zusatzheizeinrichtung;

Fig. 5 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Kombination aus Dauerstromschutzschaltung, Spannungserhöhungseinrichtung sowie Dauerbetriebseinrichtung;

Fig. 6 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Reihenschaltungseinrichtung;

Fig. 7 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Dauerstromschutzschaltung, einer Leistungsbegrenzungsschaltung sowie einer optischen Kontrolleinrichtung;

Fig. 8 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Leistungsbegrenzungseinrichtung sowie einer Umgehungsschaltung, bei der eine voll funktionstüchtige Leuchtstofflampe verwendet wird;

Fig. 9 eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Reihenschaltungseinrichtung und einer Spannungserhöhungseinrichtung.

In **Fig. 1** ist eine in weiten Teilen klassische Einzelschaltung für Leuchtstofflampen dargestellt. Die Leuchtstofflampe 1 weist an ihren beiden einander gegenüberliegenden Enden jeweils eine Oxidelektrode 2, 3 auf. Die Oxidelektroden 2, 3 können durch einen durch den Heizstromkreislauf 11 hindurch fließenden Heizstrom I auf eine für die Emission von Elektronen geeignete Temperatur aufgeheizt werden.

Unmittelbar nach dem Einschalten, also nachdem eine Wechselspannung, beispielsweise die übliche Netzspannung von 230 V/50 Hz (z. B. in Europa) bzw. 110 V/60 Hz (z. B. in den USA), an die Anschlüsse 10

angelegt wurde, zündet zunächst die als Starter dienende Glimmlampe 5. Auf Grund der Glimmentladung in der Glimmlampe 5 verbiegen sich die als Bimetallelektroden 6 ausgeführten Glimmlampenelektroden so weit, dass sie einander berühren. Daraufhin fließt ein sehr starker Heizstrom I durch den Heizstromkreislauf 11, der die Oxidelektroden 2, 3 auf eine für die Emission von Elektronen geeignete Temperatur aufheizt. In der sich nun wieder abkühlenden Glimmlampe 5 bewegen sich die beiden Bimetallelektroden 6 zu ihrer Ausgangsstellung zurück und unterbrechen so den Heizstrom I. Diese schlagartige Unterbrechung des Heizstroms I bewirkt durch die Selbstinduktion in der Drossel 4 eine hohe Spannung, die die Leuchtstofflampe zündet. Nach dem Zünden der Gasentladung in der Leuchtstofflampe 1 wirkt diese im Wesentlichen wie ein Kurzschluss, wobei der Strom durch die Leuchtstofflampe durch die als Blindwiderstand wirkende Drossel 4 begrenzt wird.

Falls jedoch, aus welchen Gründen auch immer, die Leuchtstofflampe 1 nicht zündet, so zündet die Glimmlampe 5 erneut, woraufhin erneut ein starker Heizstrom I durch den Heizstromkreislauf 11 fließt, der die Oxidelektroden 2, 3 erneut aufheizt. Bei einer klassischen Einzelschaltung würde sich dieser Vorgang andauernd wiederholen, was zu einem starken Verschleiß der Oxidelektroden 2, 3 führen würde. Um dies zu verhindern, ist bei der vorliegenden Schaltung eine Dauerstromschutzschaltung 13 in den Heizkreislauf 11 eingeschleift. Die Dauerstromschutzschaltung 13 besteht aus zwei parallel geschalteten Zweigen 14, 15. Der erste Zweig 14 besteht aus einem PTC-Widerstand (positiver Temperaturkoeffizient). Im zweiten Zweig 15 sind ein PTC-Widerstand 8 und ein Kondensator 9 in Reihe geschaltet. Falls die Leuchtstofflampe 1 nicht zündet, so bewirkt der Heizstrom I eine Erwärmung des PTC-Widerstands 7. Diese Erwärmung erzeugt eine Widerstandserhöhung im Zweig 14 der Dauerstromschutzeinrichtung 13, welche zu einer Verringerung des Heizstroms I im Heizstromkreislauf 11 führt. Durch die Verringerung des Heizstroms I im Heizstromkreislauf 11 wird der Verschleiß

der Oxidelektroden 2, 3 im Falle einer nicht zündenden Leuchtstofflampe 1 wesentlich gemindert.

Der Kondensator 9 ist so gewählt, dass durch den zweiten Zweig 15 auch bei kurzgeschlossener Glimmlampe 5 im Wesentlichen kein Strom hindurchfließt. Der PTC-Widerstand 8 erwärmt sich folglich nicht wesentlich, ist also nach wie vor leitend. Im Falle eines nur sehr kurzen Stromausfalls kann bei noch heißen Oxidelektroden 2, 3 über den zweiten Zweig 15 ein Strom fließen, der zwar nicht für eine effektive Beheizung der beiden Oxidelektroden 2, 3 ausreichend ist, jedoch stark genug ist, dass bei funktionstüchtiger Glimmlampe 5 eine Zündung der Leuchtstofflampe 1 erfolgen kann.

Selbstverständlich sind auch andere schaltungstechnische Maßnahmen denkbar, die einen fortdauernden Heizstrom I im Heizstromkreislauf 11 im Falle einer nicht zündenden Leuchtstofflampe 1 verringern oder gänzlich unterbinden.

In **Fig. 2** ist beispielhaft eine Leuchtstofflampenschaltung dargestellt, die eine Umgehungsschaltung aufweist. Die Leuchtstofflampe 16 weist auf einer ersten Seite eine funktionstüchtige Oxidelektrode 18 auf und auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite eine defekte Oxidelektrode 17 auf. Bei der defekten Oxidelektrode 17 ist der Elektrodendraht an einer Stelle durchgebrannt, so dass die elektrische Verbindung zwischen den beiden Anschlussstiften auf der zweiten Seite der Leuchtstofflampe 16 unterbrochen ist. Bei der Umgehungsschaltung sind die beiden Anschlussstifte 19 auf der zweiten Seite der Leuchtstofflampe 16 durch eine Verbindungsleitung 20, welche außerhalb der Leuchtstofflampe angebracht ist, kurzgeschlossen. Der Heizstromkreislauf 21 ist somit, trotz der defekten Oxidelektrode 17, über die Überbrückungsleitung 20 geschlossen, so dass ein Heizstrom I durch den Heizstromkreislauf 21 fließen kann. Der Heizstromkreislauf 21 führt außerdem noch durch eine Drossel 22, durch einen elektronischen Starter 23 sowie durch die funktionstüchtige Oxidelektrode 18. Unmittelbar nach dem Einschal-

ten, also nachdem eine Wechselspannung an die Anschlussklemmen 24 angeschlossen wurde, fließt zunächst ein starker Heizstrom I durch den Heizstromkreislauf 21 und erwärmt die funktionstüchtige Oxidelektrode 18 auf eine für die Emission von Elektronen ausreichende Temperatur. Nach einer kürzeren Zeitdauer ist diese Temperatur erreicht und der elektronische Starter 23 erzeugt eine hohe Zündspannung zwischen der funktionstüchtigen Oxidelektrode 18 und der defekten Oxidelektrode 17. Dabei kommt es auf die Polarität der Spannung an. Da nur die funktionstüchtige Oxidelektrode 18 über eine für die Emission von Elektronen ausreichende Temperatur verfügt, muss an der funktionstüchtigen Oxidelektrode 18 die negative Polarität anliegen, während die positive Polarität an der defekten Oxidelektrode 17 anliegt. Die Leuchtstofflampe 16 zündet nun und beginnt zu leuchten. Daraufhin schaltet der elektronische Starter 23 den Heizstrom I ab. In der ersten Zeit nach der Zündung kommt es nur zu einem Elektronenaustritt in der Richtung des mit e^- bezeichneten Pfeils. Nach einer gewissen Betriebsdauer kann sich jedoch auch die defekte Oxidelektrode 17 durch Verlustwärme so weit erwärmen, dass auch sie über eine zur Emission von Elektronen ausreichende Temperatur verfügt.

Mit der in **Fig. 2** dargestellten Schaltungsanordnung ist es möglich, dass bisher als defekt geltende Leuchtstofflampen, bei denen die Oxidelektrode an einer Seite der Leuchtstofflampe durchgebrannt ist, weiter verwendet werden können. Bei einer hier nicht näher ausgeführten Weiterbildung der in **Fig. 2** gezeigten Schaltungsanordnung ist auf beiden Seiten der Leuchtstofflampe 16 jeweils eine schaltbare Überbrückungsleitung vorgesehen, wobei die schaltbaren Überbrückungsleitungen durch eine automatische Steuerung derart geschaltet werden, dass automatisch ermittelt wird, ob und wenn ja an welcher Seite der Leuchtstofflampe ein Defekt der Oxidelektrode vorliegt. Dies kann beispielsweise durch eine Durchgangsprüfung erfolgen. Die hier nicht dargestellte automatische Steuerung veranlasst dann, dass die schaltbare Überbrückungsleitung an der entsprechenden Seite der Leuchtstofflampe 16 geschlossen wird und

der elektronische Starter 23 die von ihm erzeugte Zündspannung mit der richtigen Polarität an die Leuchtstofflampe 16 anlegt.

In **Fig. 3** ist eine eine Dauerbetriebseinrichtung aufweisende Leuchtstofflampenschaltung dargestellt. Der Heizstromkreislauf 34 besteht aus einer Drossel 29, einer ersten Oxidelektrode 32, einem Glimmlampenstarter 30 mit dazu parallel geschaltetem Starterkondensator 31, einer zweiten Oxidelektrode 32 der Leuchtstofflampe 25 und einer Dauerbetriebsansteuerung 26. Sobald die zum Betrieb erforderliche Wechselspannung an die Anschlussklemmen 35 angelegt wird, zündet die Leuchtstofflampe 25 gemäß der in Zusammenhang mit **Fig. 1** gegebenen Beschreibung. Abweichend zur in **Fig. 1** dargestellten Schaltung weist der vorliegende Heizstromkreislauf 34 an Stelle der Dauerstromschutzeinrichtung 13 (**Fig. 1**) eine Dauerbetriebsansteuerung 26 auf. Die Dauerbetriebsansteuerung 26 ist im vorliegenden Fall aus zwei parallel geschalteten Zweigen aufgebaut. Der erste Zweig weist eine vorliegend als verstellbarer Kondensator 27 ausgebildete Strombegrenzungseinrichtung auf. Der dazu parallel geschaltete zweite Zweig der Dauerbetriebsansteuerung 26 besteht aus einem Schalter 28. Befindet sich der Schalter 28, wie dargestellt, in der geschlossenen Stellung, so wird die Leuchtstofflampe 25 im Wesentlichen mit der Nennleistung der Leuchtstofflampe 25 betrieben. Die Leuchtstofflampe strahlt also mit maximaler Helligkeit. Anstatt die Leuchtstofflampe auszuschalten, beispielsweise indem die Netzspannung abgeklemmt wird, wird der Schalter 28 geöffnet, so dass sich die Leuchtstofflampe anschließend in einer abgedunkelten Stellung befindet. Auf Grund des verstellbaren Kondensators 27 fließt nun ein geringerer Strom durch die in der Leuchtstofflampe 25 gezündete Gasentladung, so dass die Leuchtstofflampe 25 nur noch mit geringerer Helligkeit leuchtet. Ein geeigneter Leistungswert für die abgedunkelte Stellung beträgt beispielsweise 0,1 W. Mittels des verstellbaren Kondensators kann die Leuchte bei der Montage individuell auf die gewünschte Restleistung bzw. Resthelligkeit in der Stellung mit geringer Helligkeit

eingestellt werden. Der Wert des Kondensators hängt dabei von Form, Bauart, Länge und Dicke der verwendeten Leuchtstofflampe 25 ab.

Ein solcher Dauerbetrieb mit einer abgedunkelten Stellung ist beispielsweise für Treppenhäuser oder Flure sinnvoll. Wenn die auf einer Zeitschaltuhr eingestellte Zeitspanne abgelaufen ist, wird die Treppenhausbeleuchtung nicht komplett abgeschaltet, sondern nur in einen abgedunkelten Zustand überführt. Somit ist für eine im Treppenhaus befindliche Person zumindest noch eine Orientierung möglich. Darüber hinaus entfallen bei der in **Fig. 3** dargestellten Schaltung Ein- und Ausschaltvorgänge der Leuchtstofflampe 25 weitgehend, so dass die Oxidelektroden 32, 33 deutlich seltener mit einem Heizstrom I beaufschlagt werden müssen und sich so die Lebensdauer der Leuchtstofflampe deutlich erhöhen kann.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass eine Treppenhausschaltung die Beleuchtung während normaler Bürozeiten abdunkelt, wohingegen nachts und an Wochenenden die Beleuchtung komplett abgeschaltet wird, um Energie zu sparen. Auf Grund des nach wie vor vorhandenen Glimmlampenstarters 30 ist ein erstmaliges Zünden der Leuchtstofflampe am Morgen eines Arbeitstages oder auch nach einem Stromausfall problemlos möglich.

In **Fig. 4** ist eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Zusatzheizeinrichtung dargestellt. Der Heizstromkreislauf 39, durch den während des Einschaltvorgangs ein Heizstrom I läuft, besteht bei der vorliegenden Schaltung aus einer Drossel 45, einer ersten Oxidelektrode 37, einem elektronischen Starter 44, einer zweiten Oxidelektrode 38 sowie einem PTC-Widerstand 43. Parallel zum PTC-Widerstand 43 ist ein zweiter Zweig 41 mit einem Kondensator 42 geschaltet. Der Kondensator 42 dient dazu, dass ein Minimum an Strom fließen kann, so dass die Leuchtstofflampe zünden kann.

Im PTC-Widerstand 43 wird elektrische Energie in Wärmeenergie umgesetzt. Die dort erzeugte Wärme dient der zusätzlichen Erwärmung der Oxidelektroden 37 und 38. PTC-Widerstand 43 und Oxidelektroden 37, 38 sind dabei so abgestimmt, dass die Oxidelektroden 37 und 38 möglichst wenig belastet werden. Nach Erreichen der für die Emission von Elektronen erforderlichen Temperatur der Oxidelektroden 37 und 38 beaufschlagt der elektronische Starter 44 die beiden Oxidelektroden 37, 38 mit einer Zündspannung, so dass eine Gasentladung in der Leuchtstofflampe 36 gezündet wird.

Im in der **Fig. 4** dargestellten Beispiel wird als Leuchtstofflampe 36 eine gebogene Leuchtstofflampe verwendet, wie sie beispielsweise für sogenannte Energiesparlampen oder aber auch für Straßenleuchten verwendet wird. Auf Grund der gebogenen Form ist es, wie der **Fig. 4** entnommen werden kann, möglich, dass ein einziger zusätzliche Wärme erzeugender PTC-Widerstand 43 beide Oxidelektroden 37, 38 erwärmen kann. Selbstverständlich sind auch entsprechend angepasste Schaltungen für länglich ausgeformte Leuchtstofflampen denkbar.

Während in den vorstehend beschriebenen **Fig. 1 bis 4** eine Auswahl an Realisierungsmöglichkeiten der Erfindung jeweils einzeln dargestellt wurden, zeigt die in **Fig. 5** dargestellte Leuchtstofflampenschaltung eine Kombination mehrerer Realisierungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung, die sich in sinnvoller Weise gegenseitig ergänzen.

Die in **Fig. 5** dargestellte Schaltung weist eine Umgehungsschaltung 51, eine Spannungsverdopplerschaltung 55, welche gleichzeitig als elektronischer Zünder dient, sowie eine Dauerbetriebsansteuerung 56 auf. Die Leuchtstofflampe 47 kann über den Hell-Dunkelschalter 61 der Dauerbetriebsansteuerung 56 zwischen einer hellen und einer abgedunkelten Stellung geschaltet werden. Zusätzlich ist ein Netzschalter 57 vorgesehen, mit dem die Leuchtstofflampe 47 komplett abgeschaltet werden kann.

Die Spannungsverdopplerschaltung 55 besteht im Wesentlichen aus einem Brückengleichrichter 64 sowie zwei Kondensatoren 65, 66. Zusätzlich ist jeweils ein PTC-Widerstand 62, 63 in Reihe zu den Kondensatoren 65, 66 geschaltet. Während des Einschaltvorgangs der Leuchtstofflampe 47 sind die PTC-Widerstände 62, 63 noch kalt, so dass sie die Kondensatoren 65, 66 nicht beeinflussen. Somit kommt es zu einer Spannungsverdopplung durch die Baugruppe 55. Nach einer gewissen Betriebsdauer der Schaltung erwärmen sich die PTC-Widerstände 62, 63, so dass sich deren Widerstand erhöht und die Spannungserhöhung reduziert wird. Dadurch wird ein Flackern der Leuchtstofflampe 47 verringert.

Die Leuchtstofflampe 47 wird mittels der Umgehungsschaltung 51 auf beiden Seiten der Leuchtstofflampe 47 gezündet, ohne dass auch nur eine Elektrode 48, 49 vor der Zündung elektrisch beheizt wird. Die Zündung und der Betrieb der Leuchtstofflampe 47 sind daher nur auf Grund der Spannungserhöhung durch die Spannungsverdopplerschaltung 55 möglich. Die Umgehungsschaltung 51 ist so ausgeführt, dass auf beiden Seiten der Leuchtstofflampe 47 die jeweils vorhandenen Anschlussstifte der beiden Oxidelektroden 48, 49 durch jeweils eine Überbrückung 50 elektrisch miteinander verbunden werden. Mit dem dargestellten Aufbau ist es möglich, dass Leuchtstofflampen 47 weiterbenutzt werden können, bei denen beide Oxidelektroden 47, 48 einen Defekt aufweisen. In diesem Fall ist es in der Regel sinnvoll, die Leuchtstofflampe mit einer gegenüber der normalen Nennleistung reduzierten Leistung zu betreiben, damit die Leuchtstofflampe eine ausreichend große Restlebensdauer aufweist.

Die beschriebene Schaltung kann selbstverständlich auch so abgeändert werden, dass vor der Zündung der Leuchtstofflampe 47 eine Beheizung der Oxidelektroden 48 und 49 erfolgt. Diese kann entweder durch die Oxidelektroden 48, 49 selbst erfolgen, sofern diese keinen Defekt aufweisen, oder aber auch durch zusätzliche Heizelemente.

In **Fig. 6** ist eine Leuchtstofflampenschaltung dargestellt, in der zwei Leuchtstofflampen 52, 53 in Reihe geschaltet sind. Bei bekannten Reihenschaltungen von Leuchtstofflampen werden sämtliche Oxidelektroden der verwendeten Leuchtstofflampen vor der Zündung mit einem Heizstrom beaufschlagt. Demgegenüber werden bei dem in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung nur die beiden äußersten Oxidelektroden 69, 70 beheizt. Die Beaufschlagung mit einem Heizstrom sowie die Erzeugung einer Zündspannung wird durch ein handelsübliches elektronisches Vorschaltgerät 68 gesteuert, das über Anschlussklemmen 67 mit einer Netzspannung verbunden wird. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei dem elektronischen Vorschaltgerät 68 um ein handelsübliches elektronisches Vorschaltgerät handelt, das nicht modifiziert werden muss. Die durch eine Verbindungsleitung 54 miteinander elektrisch verbundenen inneren Oxidelektroden 71, 72 werden demgegenüber nicht mit einem Heizstrom beaufschlagt. In **Fig. 6** sind die beiden inneren Oxidelektroden 71, 72 mit jeweils einem Defekt eingezeichnet. Es können also für diese Schaltung erneut Leuchtstofflampen verwendet werden, bei denen die Oxidelektroden an einer Seite der Leuchtstofflampe einen Defekt aufweisen. Selbstverständlich können auch voll funktionsfähige Leuchtstofflampen im Rahmen der dargestellten Schaltung verwendet werden.

Zu beachten ist, dass die in **Fig. 6** dargestellten Leuchtstofflampen 52, 53 in ihrer Summe eine Länge aufweisen, die ungefähr der Länge einer mit dem elektronischen Vorschaltgerät 68 zu verwendenden Leuchtstofflampe entspricht. Ist das elektronische Vorschaltgerät 68 beispielsweise für den Betrieb von 1.200 mm langen Leuchtstofflampen ausgelegt, so können die Leuchtstofflampen 52, 53 jeweils eine Länge von 600 mm aufweisen.

In **Fig. 7** ist eine weitere Leuchtstofflampenschaltung dargestellt. Ein regelbarer Kondensator 77 dient als Leistungsbegrenzungseinrichtung, mit der die Leistung der Leuchtstofflampe 74 im Betrieb gegenüber der

Nennleistung der Leuchtstofflampe reduziert werden kann. Bereits dadurch kann die Lebensdauer der Leuchtstofflampe erhöht werden. Wird beispielsweise die Leuchtstofflampe mit einer maximalen Leistung von 75 % der Nennleistung betrieben, so erhöht sich die Lebensdauer der Leuchtstofflampe 74 in der Regel auf den dreifachen Wert. Dadurch dass der verstellbare Kondensator 77 verstellbar ausgeführt ist, kann zusätzlich die Helligkeit der Leuchtstofflampe 74 gedimmt werden, so dass kein aufwändiger, für Leuchtstofflampen geeigneter Dimmer verwendet werden muss.

Die Zündung der in **Fig. 7** dargestellten Leuchtstofflampe 74 erfolgt nach einer Erwärmung der beiden Oxidelektroden 75 durch einen Heizstrom I, wobei die Zündspannung, wie bereits beschrieben, durch einen Glimmlampenstarter 81 und eine Drossel 76 erzeugt wird. Die dargestellte Schaltung verfügt zusätzlich über eine Dauerstromschutzschaltung in Gestalt eines PTC-Widerstands 78. Zusätzlich verfügt die Schaltung über einen Leuchtdiodenstromkreis 89 mit einer Leuchtdiode 80 und einem dazugehörigen Schutzwiderstand 79 und einer zusätzlichen Diode 91.

Weist der Glimmlampenstarter 81 einen Defekt auf, so dass es zunächst zu einem anhaltenden Heizstrom I kommt, so erwärmt sich der PTC-Widerstand 78. Auf Grund des damit verbundenen Spannungsabfalls liegt nunmehr an den beiden Enden des Leuchtdiodenstromkreises 89 eine ausreichend hohe Spannung an, so dass die Leuchtdiode 80 Licht aussendet. Die Leuchtdiode 80 dient somit als optische Kontrolleinrichtung, die einen Fehler des Glimmlampenstarters 81 anzeigt.

In **Fig. 8** ist schließlich noch beispielhaft dargestellt, dass die Erfindung auch zusammen mit Leuchtstofflampen 82 verwendet kann, bei denen beide Oxidelektroden 83, 90 noch voll funktionsfähig sind. Beispielhaft weist die Leuchtstofflampenschaltung neben den üblichen Bauelementen Drossel 85 und Glimmlampenstarter 87 noch einen verstellbaren Kondensator 84, welcher als verstellbare Leistungsbegrenzungseinrichtung dient, sowie eine Überbrückung 88, welche als Umgehungsschaltung

fungiert, auf. Gegenüber einer bekannten Leuchtstofflampenschaltung unterliegt eine erste Oxidelektrode 83 auf Grund der Leistungsbegrenzungsschaltung einem leicht reduzierten Verschleiß. Eine zweite Oxidelektrode 90 unterliegt dagegen auf Grund der Umgehungsschaltung fast keinem Verschleiß. Sollte die ersten Oxidelektrode 83 auf Grund ihres Verschleißes einen Defekt aufweisen, so kann die Leuchtstofflampe durch Umdrehen in der dargestellten Schaltung weiterverwendet werden.

In **Fig. 9** ist weiterhin eine Leuchtstofflampenschaltung mit einer Kombination aus einer Reihenschaltungseinrichtung 92 und einer Spannungserhöhungseinrichtung 93 dargestellt. Die Spannungserhöhungseinrichtung 93 ist als Spannungsvervielfacherkaskade aus einer Mehrzahl von Dioden 94 sowie Kaskadenkondensatoren 95 aufgebaut. Da durch die Spannungserhöhungseinrichtung 93 die außen liegenden Oxidelektroden 96, 97 der im vorliegenden Beispiel aus zwei Leuchtstofflampen 100, 101 gebildeten Reihenschaltungseinrichtung 92 mit einer erhöhten Spannung versorgt werden, kann auf einen gesonderten Schnellstarter verzichtet werden. Die innen liegenden Oxidelektroden 98, 99 der Leuchtstofflampen 100, 101 werden über ein Verbindungskabel 102 derart miteinander verbunden, dass ein Kontakt zwischen den vier Anschlussstiften der innen liegenden Oxidelektroden 98, 99 besteht. Im vorliegenden Beispiel weist nur die Oxidelektrode 99 einen Defekt auf. Jedoch ermöglicht es die Schaltung, die Leuchtstofflampen 100, 101 auch dann zu betreiben, wenn nur die Oxidelektrode 98 bzw. wenn beide Oxidelektroden 98, 99 einen Defekt aufweisen oder auch dann, wenn beide Oxidelektroden 98, 99 funktionstüchtig sind.

Selbstverständlich sind auch beliebige andere Kombinationen der verschiedenartigen Ausführungsmöglichkeiten der Erfindung denkbar. Je nach Anwendungsfall können diese besondere spezifische Vorteile aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben von Leuchtstofflampen (1, 16, 25, 36, 47, 52, 53, 74, 82), insbesondere zur Erhöhung der Lebensdauer von Leuchtstofflampen,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Belastung von zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung (2, 3, 17, 18, 32, 33, 37, 38, 48, 49, 71, 72, 75, 90) zumindest einer Leuchtstofflampe durch einen beaufschlagten elektrischen Strom, insbesondere einen Heizstrom (I), mittels einer Verringerung der zeitlichen Belastung und/oder einer Verringerung der elektrischen Leistung reduziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe (16, 52, 53, 82) höchstens auf einer Seite der Leuchtstofflampe zumindest Teile der dort befindlichen Elektrodeneinrichtung (17, 18, 69, 70, 83) mit einem Heizstrom (I) beaufschlagt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Leistung des Heizstroms (I) zumindest eines Teils zumindest einer Elektrodeneinrichtung (2, 3, 75) zumindest einer Leuchtstofflampe (1, 74) nach einer Zeitspanne zumindest verringert wird, insbesondere dann, wenn eine Zündvorrichtung (5, 81) einen Defekt aufweist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung und/oder der Betrieb zumindest einer Leuchtstofflampe (47) bei einer gegenüber der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung erhöhten Spannung an den Elektrodeneinrichtungen (48, 49) der Leuchtstofflampe erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung an den Elektrodeneinrichtungen (48, 49) zumindest einer Leuchtstofflampe (47) während der Zündung und/oder des Betriebs mindestens 400 V, vorzugsweise mindestens 600 V, beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Leuchtstofflampe (1, 16, 25, 36, 47, 74, 82) mit einer gegenüber der Nennleistung der Leuchtstofflampe reduzierten Leistung betrieben wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Leuchtstofflampe (47) im Wesentlichen in einem Dauerbetrieb betrieben wird, wobei zumindest zwischen einer abgedunkelten Stellung mit geringer Leistung der Leuchtstofflampe und einer hellen Stellung, insbesondere einer Stellung mit im Wesentlichen voller Leistung der Leuchtstofflampe, gewechselt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung der Leuchtstofflampe (47) in der abgedunkelten Stellung 0,1 % bis 20 % der Leistung in der hellen Stellung beträgt.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verminderung der Leistung zumindest einer Leuchtstofflampe (74, 82) durch passive, im Wesentlichen verlustfreie Bauelemente (77, 84), wie insbesondere regelbare Kondensatoren und regelbare Spulen, erreicht wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe (36) eine zusätzliche Wärmebeaufschlagung (43) zumindest eines Teils zumindest einer Elektrodeneinrichtung (38) erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Wärmebeaufschlagung durch eine von der Leuchtstofflampe (36, 47) unabhängige Komponente (43, 54) erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Wärmebeaufschlagung zeitlich unmittelbar vor und/oder während des Zündvorgangs der Leuchtstofflampen (36) erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zustandsinformation (80) über den Betriebszustand der Leuchtstofflampenschaltung, insbesondere eine Zustandsinformation über auftretende Fehler, ausgegeben wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Zustandsinformation auf optischem Wege, insbesondere durch eine Lichtemission (80), ausgegeben wird.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mehrere Leuchtstofflampen (52, 53) in Reihe geschaltet werden, wobei bei der aus Leuchtstofflampen bestehenden Reihenschaltung nur ein Teil der Elektrodeneinrichtungen (69, 70) der Leuchtstofflampen mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, insbesondere nur die beiden äußersten Elektrodeneinrichtungen der Reihenschaltung.

16. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, insbesondere des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2, 4, 5, 10, 11, 12 oder 15, auf Leuchtstofflampen (16, 47, 52, 53), bei denen zumindest Teile der Elektrodeneinrichtung (17, 48, 71, 72) auf zumindest einer Seite der Leuchtstofflampe einen Defekt aufweisen.

17. Leuchtstofflampenschaltung zum Betrieb von Leuchtstofflampen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung (13, 20, 26, 43, 51, 52, 55, 56, 77, 78, 88, 84) aufweist, die den elektrischen Strom, insbesondere den Heizstrom (I), durch zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung (2, 3, 17, 18, 32, 33, 37, 38, 48, 49, 71, 72, 75, 83, 90) zumindest einer Leuchtstofflampe (1, 16, 25, 36, 47) hinsichtlich der elektrischen Leistung und/oder der Zeitdauer begrenzt.

18. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 17,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Dauerstromschutzschaltung (13, 78) ausgebildet ist, derart, dass der Heizstrom (I) durch zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung (2, 3, 75) zumindest einer Leuchtstofflampe (1, 74) nach dem Durchlaufen einer Zeitspanne, insbesondere bei einem Defekt der Zündvorrichtung (5, 81) der Leuchtstofflampe, zumindest verringert wird.

19. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 18,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Dauerstromschutzschaltung (13, 78) zumindest eine temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung (7, 8, 78) aufweist, insbesondere eine temperaturempfindliche Widerstandseinrichtung, deren elektrischer Widerstand mit steigender Temperatur steigt.

20. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 19,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Umgehungsschaltung (20, 51, 88) ausgebildet ist, derart, dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe (16, 47, 82) höchstens an einer Seite der Leuchtstofflampe zumindest Teile der dort befindlichen Elektrodeneinrichtung (18, 49, 83) mit einem Heizstrom (I) beaufschlagt werden.

21. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 20,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Umgehungsschaltung eine elektrische Verbindung (20, 50, 88) von Kontakten (19) der Elektrodeneinrichtung (17, 48, 90), insbesondere einen Kurzschluss der Kontakte, an zumindest einer Seite zumindest einer Leuchtstofflampe (1, 47, 82) aufweist.

22. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Umgehungsschaltung als selbsttätig erkennende Umgehungsschaltung ausgeführt ist, derart, dass die selbsttätig erkennende Umgehungsschaltung bei einem Defekt von zumindest Teilen der sich auf einer Seite zumindest einer Leuchtstofflampe befindenden Elektrodeneinrichtung selbsttätig die Elektrodeneinrichtung auf der entsprechenden Seite der Leuchtstofflampe ansteuert.

23. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Spannungserhöhungseinrichtung (55) ausgebildet ist, derart, dass der Zündvorgang und/oder der Betrieb zumindest einer Leuchtstofflampe (47) bei einer gegenüber der Versorgungsspannung der Leuchtstofflampenschaltung erhöhten elektrischen Spannung erfolgt.

24. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Spannungserhöhungseinrichtung zumindest eine Spannungsvervielfacherschaltung (55) aufweist.

25. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung zumindest eine Zusatzheizeinrichtung (43, 54) aufweist, die bei zumindest einer Leuchtstofflampe (36, 47) zumindest Teile zumindest einer Elektrodeneinrichtung (38, 49) mit Wärme beaufschlagt.

26. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 25,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei zumindest einer Leuchtstofflampe (36, 47)zumindest Teile zumindest einer Zusatzheizeinrichtung (43, 54) unabhängig von der Leuchtstofflampe ausgeführt sind.

27. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 25 oder 26,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Zusatzheizeinrichtung zumindest einer Leuchtstofflampe (36, 47) zumindest eine temperaturabhängige Widerstandseinrichtung (43, 54) aufweist, insbesondere eine temperaturabhängige Widerstandseinrichtung, deren elektrischer Widerstand mit steigender Temperatur ansteigt.

28. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 25 bis 27,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest Teile zumindest einer Zusatzheizeinrichtung (43, 54) zumindest einer Leuchtstofflampe (36, 47) mit zumindest Teilen zumindest einer Elektrodeneinrichtung (37, 38, 49) zumindest einer Leuchtstofflampe in Reihe geschaltet sind.

29. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 28,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Leistungsbegrenzungseinrichtung (77, 84), insbesondere als regelbare Leistungsbegrenzungseinrichtung, ausgebildet ist, derart, dass zumindest eine Leuchtstofflampe mit einer Leistung betrieben wird, welche niedriger als die Nennleistung der Leuchtstofflampe ist.

30. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 29,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Leistungsbegrenzungseinrichtung im Wesentlichen aus passiven, im Wesentlichen verlustfreien Bauelementen, wie insbesondere regelbaren Kondensatoren (77, 84) und/oder regelbaren Spulen, gebildet ist.

31. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 30,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Dauerbetriebseinrichtung (26, 56) ausgebildet ist, derart, dass zumindest eine Leuchtstofflampe (25, 47) im Wesentlichen im Dauerbetrieb betrieben wird, wobei die Leuchtstofflampe zumindest zwischen einer abgedunkelten Stellung mit geringer Leistung und einer hellen Stellung, insbesondere einer Stellung mit im Wesentlichen voller Leistung, gewechselt wird.

32. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 31,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Dauerbetriebseinrichtung (26, 56) derart ausgeführt ist, dass die Leistung der Leuchtstofflampe (25, 47) in der abgedunkelten Stellung 0,1 % bis 20 % der Leistung in der hellen Stellung beträgt.

33. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 32,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine Strombegrenzungseinrichtung als Reihenschaltungseinrichtung ausgeführt ist, derart, dass mehrere Leuchtstofflampen (52, 53) in Reihe geschaltet sind, wobei bei der aus Leuchtstofflampen bestehenden Reihenschaltung nur ein Teil der Elektrodeneinrichtungen (69, 70) mit einem Heizstrom beaufschlagt wird, insbesondere nur die beiden äußersten Elektrodeneinrichtungen der Reihenschaltung.

34. Leuchtstofflampenschaltung nach einem der Ansprüche 17 bis 33, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Leuchtstofflampenschaltung zumindest eine Kontrolleinrichtung (80) aufweist, derart, dass eine Anzeige des Zustands der Leuchtstofflampenschaltung, insbesondere eine Störung, erfolgt.

35. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 34, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Kontrolleinrichtung als optische Einrichtung (80) ausgeführt ist.

36. Leuchtstofflampenschaltung nach Anspruch 34 oder 35, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die optische Einrichtung als Licht emittierende Einrichtung, insbesondere als Glühlampe und/oder Leuchtdiode (80), ausgeführt ist.

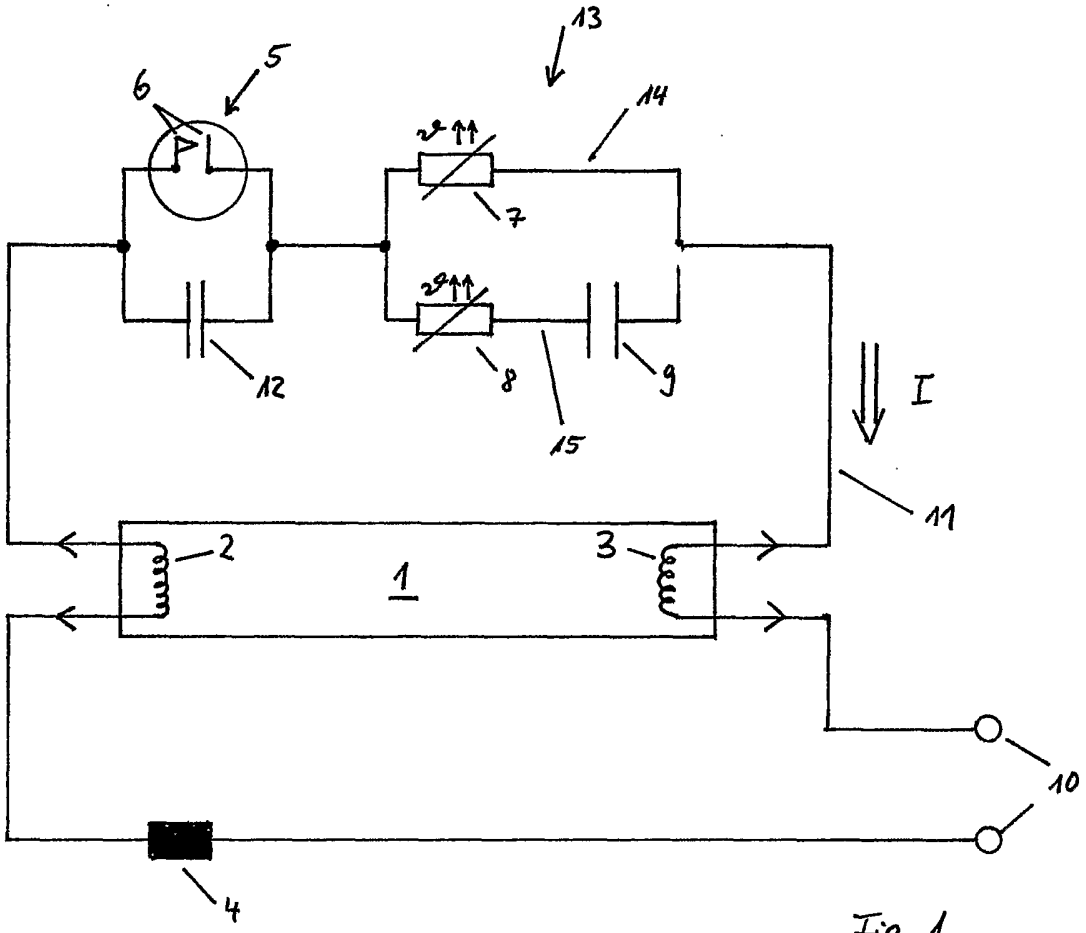


Fig 1

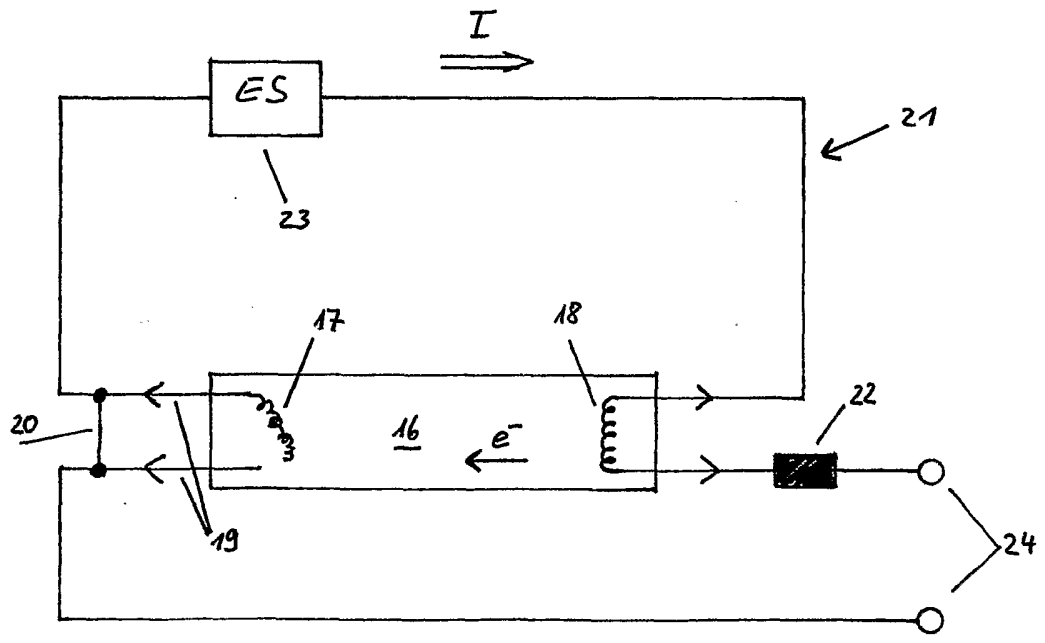


Fig 2

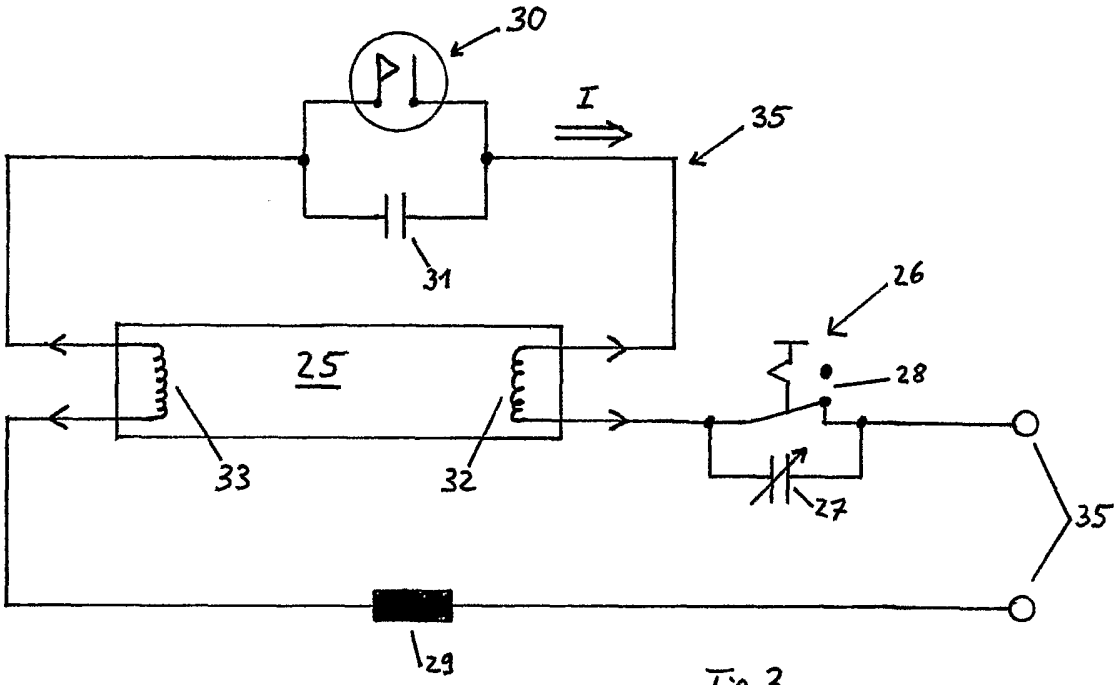


Fig 3

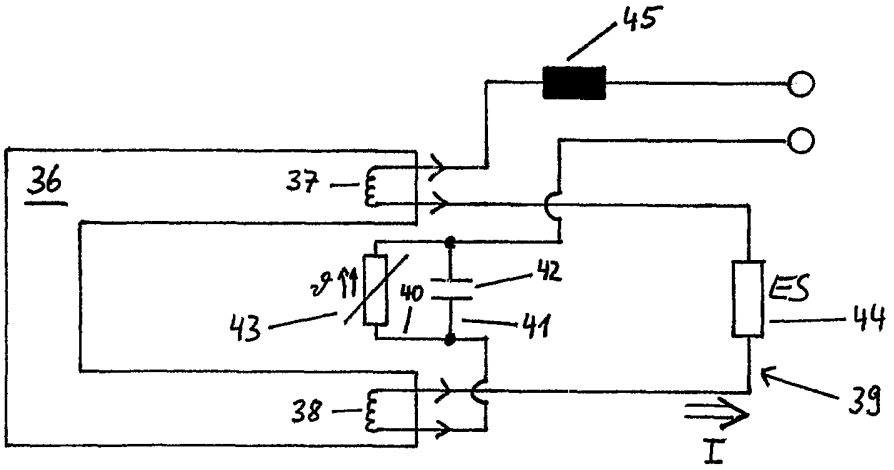


Fig 4

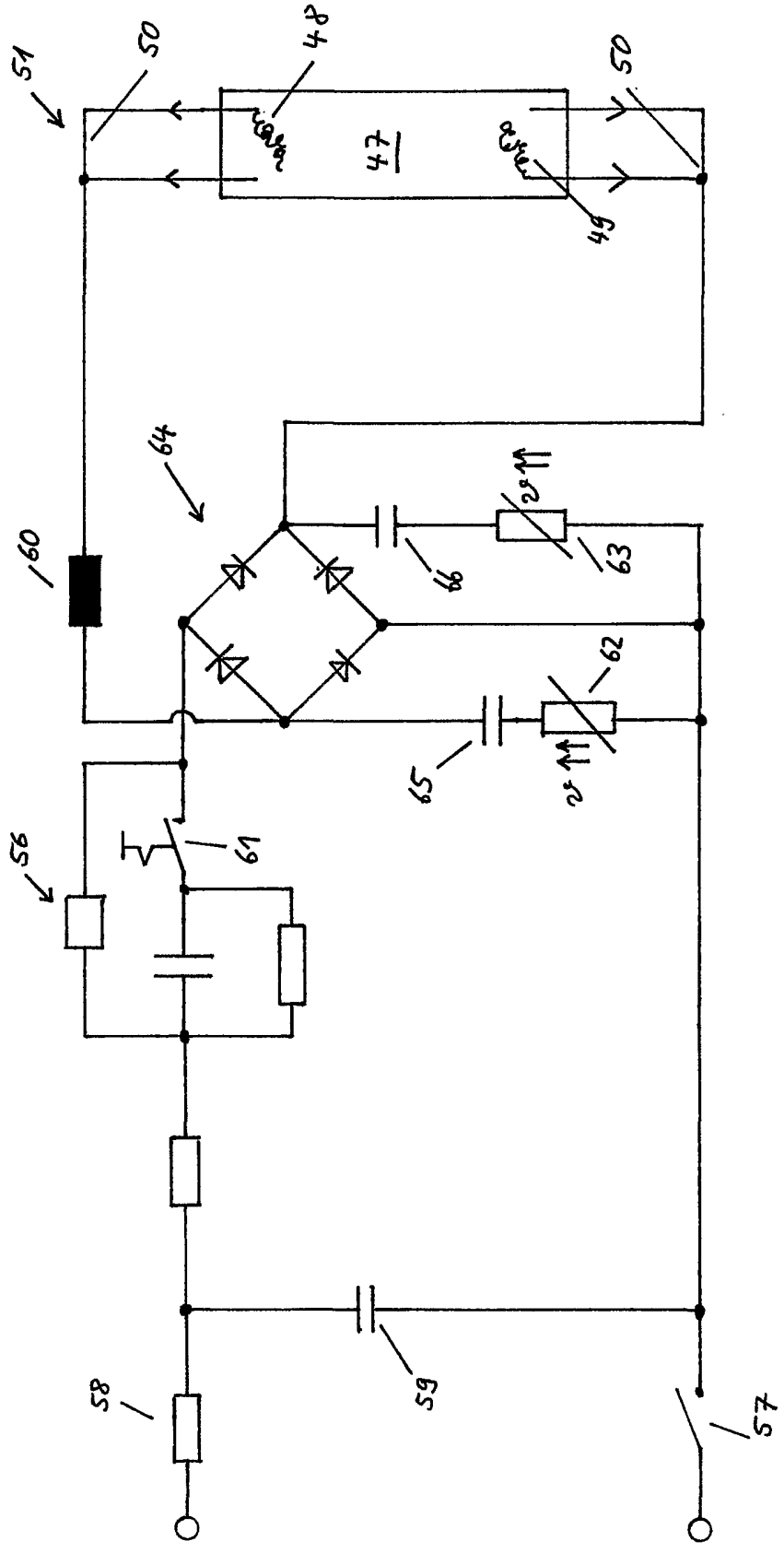


Fig 5

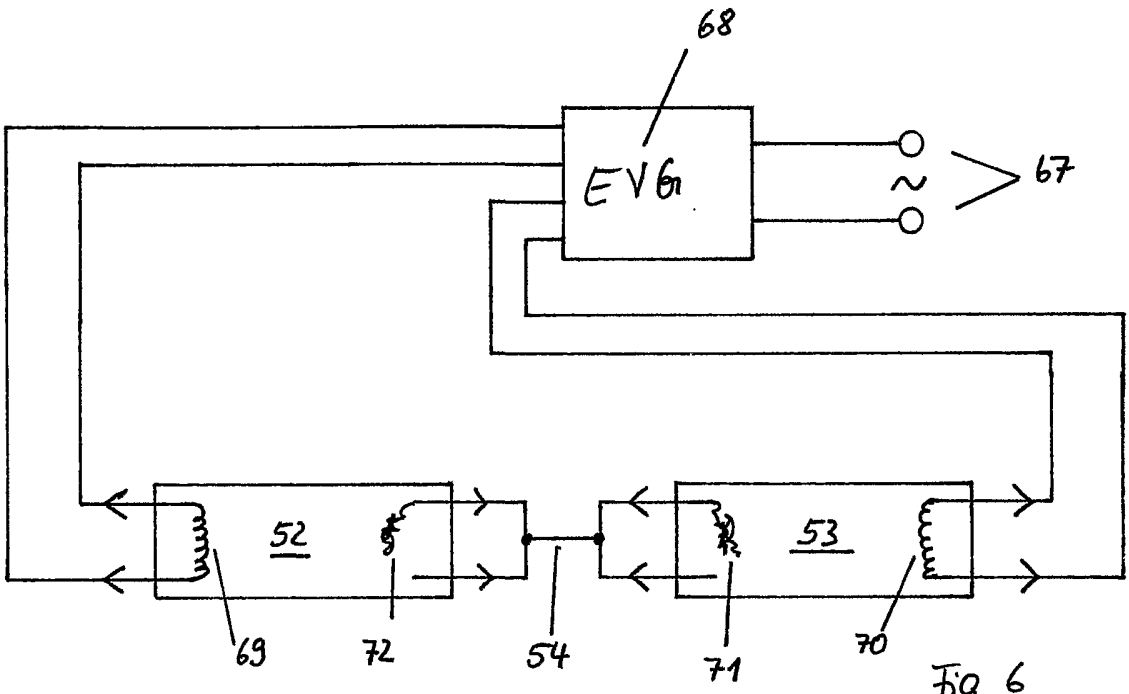


Fig 6

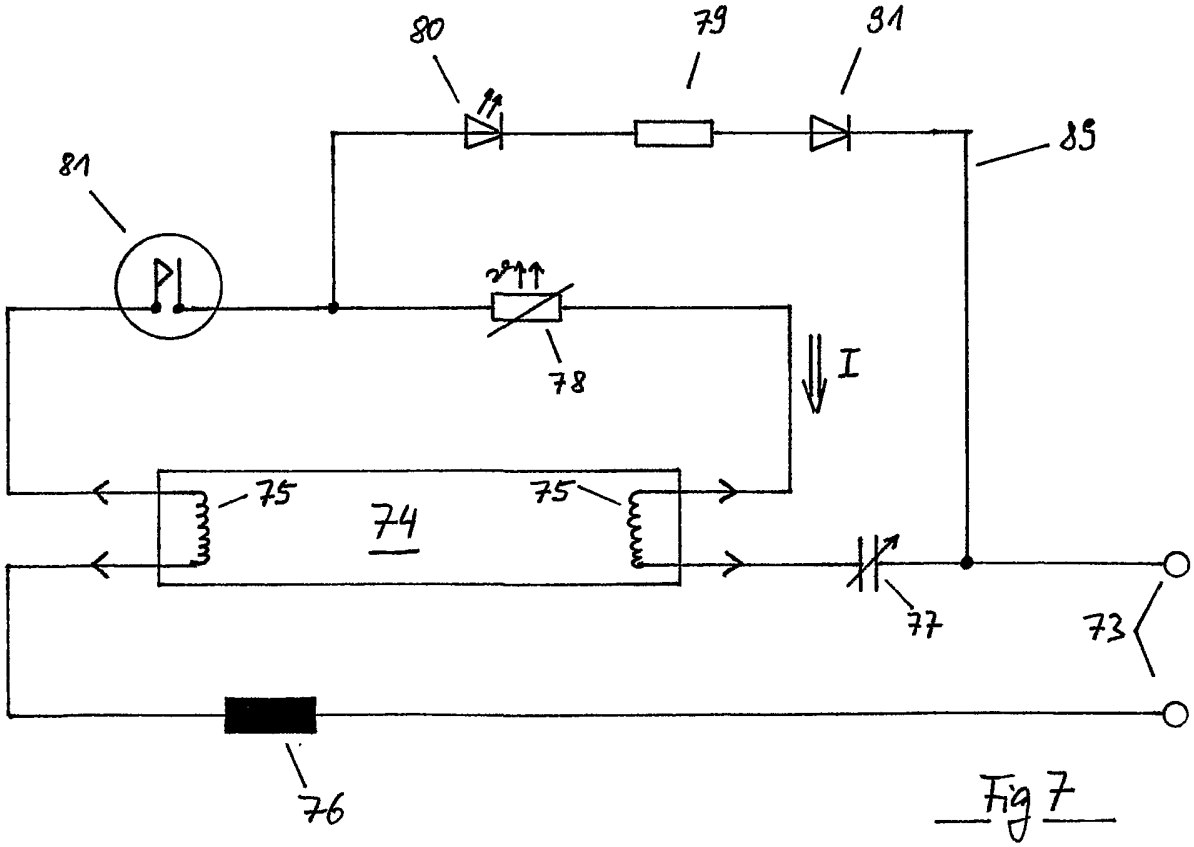


Fig 7

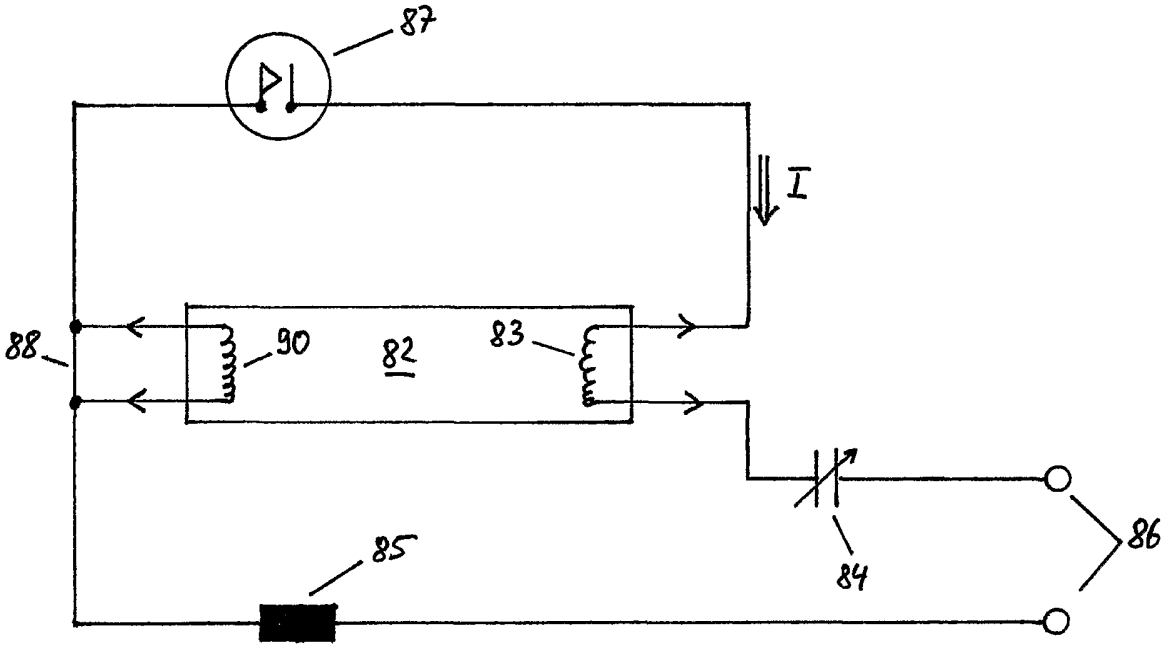

87
I
88
90
82
83
84
85
86

Fig 8

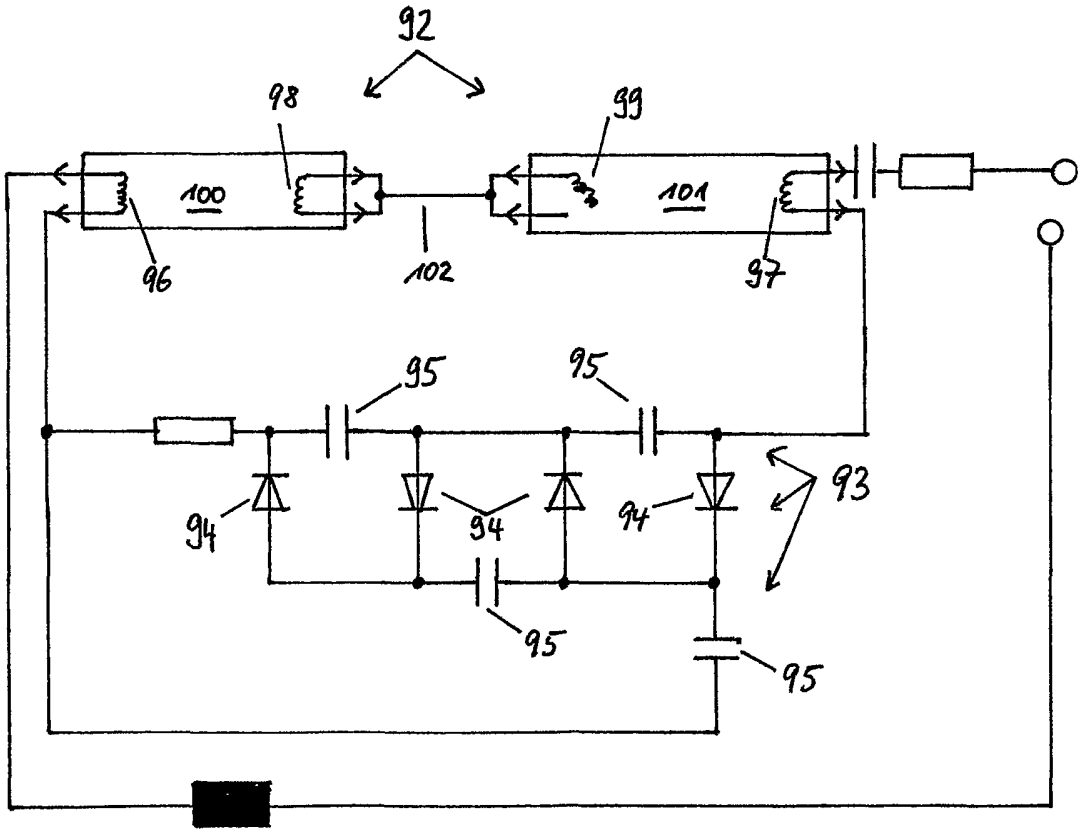

92
98
99
100
101
96
102
97
95
95
94
94
94
93
95
95

Fig 9