



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**25.08.2010 Patentblatt 2010/34**

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

(21) Anmeldenummer: **09153420.6**

(22) Anmeldetag: **23.02.2009**

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

(72) Erfinder:  
• **Grass, Phillipp**  
**1090, Wien (AT)**  
• **Fritschi, Markus**  
**5742, Köllikon (CH)**

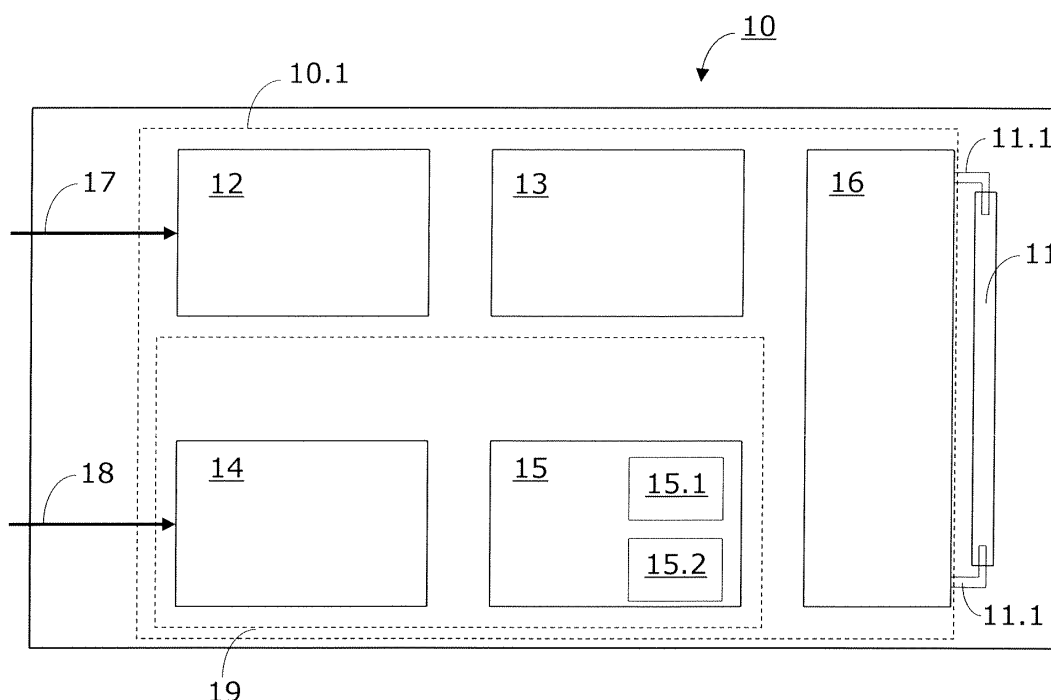
(71) Anmelder: **SE Lightmanagement AG**  
**8957 Spreitenbach (CH)**

(74) Vertreter: **OK pat AG**  
**Chamerstrasse 50**  
**6300 Zug (CH)**

(54) **Elektrisches Vorschaltgerät und Lampenvorrichtung mit Autoparametrisierung, sowie Verfahren zum Betreiben einer Lampenvorrichtung**

(57) Vorrichtung (10.1) zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe (11) mit einer Leistungselektronik (16) mit einer Heizendstufe (16.2) für das Unterstützen des Zündens der Leuchtstofflampe (11) und einer Röhrendstufe (16.1) für das Brennen der Leuchtstofflampe (11), und mit einer digitalen Steuerung (15) zur Ansteuerung der Leistungselektronik (16). Die Steuerung (15) stellt

analoge und/oder digitale Steuersignale (Hin, Lin) bereit, um die Leistungselektronik (16) zu beeinflussen. Die Vorrichtung (10.1) umfasst weiterhin eine Autoparametrisierungsfunktion, die so ausgelegt ist, dass mindestens nach einem ersten Aufschalten der Vorrichtung (10.1) Ideal-Einstellungsparameter ermittelbar sind und dass diese Ideal-Einstellungsparameter in einem Speicher (15.1) der Vorrichtung (10.1) ablegbar sind.



**Fig. 1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf elektrische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen, auf entsprechende Lampenvorrichtungen und auf ein entsprechendes Verfahren.

**[0002]** Das menschliche Auge nimmt bei Leuchtstofflampen, die mit niedriger Lichtintensität betrieben werden, bereits kleinste Helligkeitsunterschiede als störend wahr.

**[0003]** Besonders bei der Bühnen- und Showtechnik, bei der Beleuchtung von Kinosälen und Theatern, aber auch in zahlreichen anderen Bereichen besteht der Wunsch nach Leuchtstofflampen, die ohne Einschränkung stufenlos regelbar sind. Speziell auch bei Anwendungen, die das farbige Licht verschiedener Leuchtstofflampen mischen, kommt es darauf an, dass die einzelnen Leuchtstofflampen stufenlos regelbar sind.

**[0004]** Früher waren elektrische Vorschaltgeräte für T5-Leuchtstoffröhren nicht in der Lage, die Helligkeit der Röhre stufenlos von 0 bis 100% zu steuern. Mit neueren Vorschaltgeräten ist dies mittlerweile möglich. Als Beispiel ist das Leuchteneinbaugerät der VIP90®-Familie genannt, das von se Lightmanagement AG, Schweiz, angeboten wird. Details eines solchen Vorschaltgeräts sind in der Europäischen Patentanmeldung EP 06 115 296.3 beschrieben, die am 27.12.2006 eingereicht und unter der Nummer EP 1 737 281 publiziert wurde.

**[0005]** Als ein Nachteil der neueren Vorschaltgeräte wird angesehen, dass sich beim Dimmen auf 0% teilweise ein Flackern einstellt, das für das menschliche Auge sichtbar ist. Es gibt daher einen Bedarf, Leuchtstofflampen bereit zu stellen, die stufenlos bis hinunter zu 0% geregelt werden können ohne dass ein Flackern auftritt.

**[0006]** Bei Vorschaltgeräten, die nicht im Bereich zwischen 0 und 3% dimmbar sind, tritt das Problem des Flackerns weniger auf. Erst bei den neueren Vorschaltgeräten ergibt sich also das Problem des Flackerns.

**[0007]** Ausserdem haben Untersuchungen gezeigt, dass je nach Verdrahtung des Vorschaltgeräts die Leuchtröhren eine verkürzte Lebensdauer gegenüber ungedimmten Leuchtröhren haben können. Auch hier besteht ein Verbesserungsbedarf.

**[0008]** Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung ein elektronisches Vorschaltgerät für einen Leuchtstofflampe bereitzustellen, das es erlaubt die Leuchtstofflampe ohne Flackern und ohne Lebensdauereinbusse scheinbar stufenlos im gesamten Bereich zwischen 0 und 100% zu regeln.

**[0009]** Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung ein elektronisches Vorschaltgerät für eine Leuchtstofflampe bereitzustellen, das die Nachteile bekannter Vorschaltgeräte behebt.

**[0010]** Ausserdem ist es eine Aufgabe der Erfindung eine entsprechende Lampenvorrichtung bereitzustellen, um eine oder mehrere Leuchtstofflampen ohne Flackern und ohne Lebensdauereinbusse scheinbar stufenlos im Bereich zwischen 0 und 100% regeln zu können.

**[0011]** Die erfindungsgemässe Vorrichtung zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung eine Autoparametrisierung durchführt, um etwaige Toleranzen der Leuchtstofflampen, unterschiedlich lange Leitungen und andere Faktoren ausgleichen zu können. Zu diesem Zweck wird gemäss Erfindung eine Leuchtstofflampe mit Verdrahtung, die an eine erfindungsgemässe Vorrichtung angeschlossen wurde, ausgemessen. Nach dem Ausmessen werden Einstellungsparameter ermittelt, die für die Leuchtstofflampe ideal sind. Diese Einstellungsparameter (hier Ideal-Einstellungsparameter genannt) werden in einem Speicher abgespeichert. Beim Betreiben der Leuchtstofflampe werden dann die Ideal-Einstellungsparameter aus dem Speicher vorgegeben, um die Leuchtstofflampe möglichst mit den ideal eingestellten Parametern zu betreiben.

**[0012]** Das Ausmessen geschieht gemäss Erfindung mindestens beim ersten Aufstarten einer Leuchtstofflampe an einer als Vorschaltgerät dienenden Vorrichtung. Beim ersten Aufstarten wird die Leuchtstofflampe von der Vorrichtung mit verschiedenen Einstellungsparametern gezündet. Während des Ausmessens werden bei diesen Zündvorgängen die Strom- und Spannungswerte erfasst. Anhand eines Vergleichs werden dann, wie erwähnt, Strom- und Spannungswerte ermittelt, die für die Leuchtstofflampe ideal sind. Es werden dann diejenigen Einstellungsparameter (z.B. Zündfrequenz  $f_{ign}$ ) der Vorrichtung gespeichert, durch die diese Strom- und Spannungswerte vorgegeben oder festgelegt werden.

**[0013]** Die entsprechenden Ideal-Einstellungsparameter werden, wie bereits erwähnt, abgespeichert und können für zukünftige Zündvorgänge der Leuchtstofflampe verwendet werden.

**[0014]** Bei besonders bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung wird beim Autoparametrisieren, wie der oben beschriebene Vorgang auch bezeichnet wird, die Leuchtstofflampe mit geringer Helligkeit, vorzugsweise mit einem Wert kleiner gleich 10% betrieben, weil besonders bei geringen Helligkeiten das Flackern auftritt.

**[0015]** Eine erfindungsgemässe Lampenvorrichtung umfasst ein Vorschaltgerät mit einer Leistungselektronik und einer digitalen Steuerung zur Ansteuerung der Leistungselektronik, sowie mindestens eine Leuchtstoffröhre. In der Vorrichtung, die als Vorschaltgerät dient, ist die beschriebene Autoparametrisierungsfunktion implementiert.

**[0016]** Besonders vorteilhafte Ausführungsformen sind den verschiedenen abhängigen Ansprüchen zu entnehmen. Die verschiedensten Vorteile werden in der detaillierten Beschreibung erwähnt.

**[0017]** Die Erfindung ist im Folgenden anhand in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele ausführlich beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines ersten Vorschaltgeräts gemäss Erfindung;

Fig. 2 ein schematisches Blockdiagramm eines weite-

- ren Vorschaltgeräts gemäss Erfindung;
- Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm einer ersten Röhrenendstufe eines Vorschaltgeräts gemäss Erfindung;
- Fig. 4 ein schematisches Blockdiagramm einer ersten Heizendstufe eines Vorschaltgeräts gemäss Erfindung;
- Fig. 5 ein schematisches Blockdiagramm einer zweiten Heizendstufe eines Vorschaltgeräts gemäss Erfindung;
- Fig. 6 ein schematisches Diagramm zur Darstellung eines PWM Zyklus, gemäss Erfindung;
- Fig. 7 ein schematisches Diagramm zur Darstellung des Timings der digitalen Steuersignale, gemäss Erfindung;
- Fig. 8 ein schematisches Diagramm zur Darstellung der Halbbrückensignale einer Röhrenendstufe, gemäss Erfindung;
- Fig. 9 ein schematisches Diagramm zur Darstellung der Halbbrückensignale einer Heizendstufe, gemäss Erfindung;

#### Detaillierte Beschreibung:

**[0018]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Der Einfachheit halber werden in den Figuren und der Beschreibung dieselben Bezugszeichen für gleiche oder gleichartige Bauelemente und Komponenten verwendet.

**[0019]** Untersuchungen haben ergeben, dass das Flackern, das beim Dimmen der Leuchtstofflampen 11 im Bereich der 0%-Untergrenze auftreten kann, auf Fertigungstoleranzen und kleine Unterschiede baugleicher Leuchtstofflampen 11 unterschiedlicher Hersteller zurück zu führen ist. Die unterschiedlichen Leitungslängen der Leitungen, die das Vorschaltgerät (hier generell als Vorrichtung 10.1 bezeichnet) mit den Elektroden 11.1 der Leuchtstofflampe 11 verbinden, haben auch einen Einfluss auf das Flackern. Offensichtlich wird durch Fertigungstoleranzen und andere Unterschiede der Zündvorgang einer Leuchtstofflampe 11 beeinflusst.

**[0020]** Ausserdem hat sich gezeigt, dass sich beim Einsatz eines Vorschaltgeräts 10.1, das alle Leuchtstofflampen 11 gleich betreibt, die Lebensdauer dieser Leuchtstofflampe 11 reduzieren kann.

**[0021]** Das Grundkonzept der Erfindung basiert auf Vorschaltgeräten 10.1, bei denen die Lampenspannung und der Heizstrom unabhängig voneinander eingestellt werden können. Dabei gibt es auf der Steuerungsseite keine zu berücksichtigenden Abhängigkeiten der Betriebsfrequenzen, Spannungen oder Dämpfungen für Heizung und Zündung. Vorzugsweise werden durch die Vorrichtung 10.1 die Lampenspannung und der Heizstrom durch die Vorgabe einer Zündfrequenz  $f_{\text{ign}}$  und/oder einer Betriebsfrequenz  $f_{\text{run}}$  eingestellt. Die Zündfrequenz  $f_{\text{ign}}$  und die Betriebsfrequenz  $f_{\text{run}}$  werden daher auch als Einstellparameter bezeichnet.  $f_{\text{run}}$  ist also die Ansteuerfrequenz der Lastendstufe.  $f_{\text{run}}$  liegt z.B. im Be-

reich 50kHz - 100kHz.

**[0022]** Im Zusammenhang mit Fig. 1 ist nun eine erste Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 10.1 zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe 11 gezeigt. Die Vorrichtung 10.1 umfasst eine Leistungselektronik 16 mit einer Heizendstufe für das Zünden der Leuchtstofflampe 11, und einer Röhrenendstufe für das Brennen der Leuchtstofflampe 11. Die beiden genannten Endstufen sind nicht in Fig. 1 zu erkennen. Weiterhin ist eine digitale Steuerung 15 zur Ansteuerung der Leistungselektronik 16 vorgesehen, wobei die digitale Steuerung 15 digitale und/oder analoge Steuersignale bereitstellt (z.B. die erwähnte Zündfrequenz  $f_{\text{ign}}$  und die Betriebsfrequenz  $f_{\text{run}}$ ), um die Leistungselektronik 16 zu beeinflussen.

**[0023]** Die Leistungselektronik 16 generiert alle für den Betrieb der Leuchtstoffröhre 11 notwendigen Spannungen und Signale. In der Leistungselektronik 16 wird Hochspannung (Zündspannung genannt) erzeugt, die zum Zünden der Leuchtstoffröhre 11 notwendig ist. Ausserdem stellt die Leistungselektronik 16 den Heizstrom zur Verfügung, der die beiden Glühwendeln 11.1 der Leuchtstoffröhre 11 auf der richtigen Temperatur hält.

**[0024]** Eingangsseitig kann z.B. ein Netzfilter 12 vorgesehen sein, um die Vorrichtung 10.1 mit einem Spannungsnetz 17 (z.B. 230V / 50Hz oder 110V / 60Hz) zu verbinden. Der Netzfilter 12 kann für eine EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) Filterung sorgen. Wird eine Power Factor Correction (PFC) im Netzfilter 12 vorgesehen, so kann die Lampenvorrichtung 10 als nahezu rein ohmsche Last vom Spannungsnetz 17 aus betrachtet werden.

**[0025]** Es kann weiterhin ein DC-Zwischenkreis 12.6 vorgesehen sein, der die vom Spannungsnetz 17 aufgenommene Energie puffert und diese der Leistungselektronik 16 zur Verfügung stellt. Der Wert der DC Spannung, die vom DC-Zwischenkreis 12.6 zur Verfügung gestellt wird, ist abhängig von der zu betreibenden Leuchtstoffröhre 11.

**[0026]** Weiterhin kann ein Chip-Satz 19 vorgesehen sein, wie in Fig. 1 angedeutet. Dieser Chip-Satz 19 kann einen Datenempfänger 14 und die Steuerung 15 umfassen. Der Datenempfänger 14 empfängt digitale und/oder analoge Daten, durch die zum Beispiel die gewünschte Helligkeit von aussen vorgegeben werden kann. Zum Übertragen der Daten kann ein beliebiges Protokoll oder Format verwendet werden: z.B. DMX (digitales Steuerprotokoll, das in der Bühnen- und Veranstaltungstechnik zur Steuerung von Dimmern angewandt wird) für eine Bühnenbeleuchtung, DSI/DALI (DSI = Digital System; DALI = Digital Adressable Light Interface = Digitale adressierbare Beleuchtungsschnittstelle) für die Haustechnik und Architektur, um einige Beispiele zu geben. Es kann eingangsseitig im Datenempfänger 14 ein Filter vorgesehen sein, um die über die Leitung oder den Bus 18 empfangenen Daten aufzubereiten.

**[0027]** Die Steuerung 15 ist das Herzstück des Vorschaltgeräts 10.1 der Lampenvorrichtung 10, wie weiter

oben bereits erwähnt.

**[0028]** Die erfindungsgemässe Lampenvorrichtung 10 zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe 11 zeichnet sich weiter dadurch aus, dass die Vorrichtung 10.1 eine Autoparametrisierung durchführt, um etwaige Toleranzen der Leuchtstofflampen 11 und unterschiedliche Leuchtenaufbauten (z.B. mit verschiedenen langen Anschlussdrähten), sowie externe Faktoren ausgleichen zu können. Zu diesem Zweck wird gemäss Erfindung eine Leuchtstofflampe 11, die an eine erfindungsgemässe Vorrichtung 10.1 angeschlossen wurde, ausgemessen. Nach dem Ausmessen werden Einstellungsparameter ermittelt, die für die Leuchtstofflampe 11 ideal sind. Diese Einstellungsparameter (hier Ideal-Einstellungsparameter genannt) werden abgespeichert. Vorzugsweise werden die Ideal-Einstellungsparameter in einem internen Speicher 15.1 der Vorrichtung 10.1 gespeichert, wie in Fig. 1 gezeigt. Beim Betreiben der Leuchtstofflampe 11 werden dann die Ideal-Einstellungsparameter aus dem Speicher 15.1 vorgegeben, um die Leuchtstofflampe 11 möglichst mit den idealen Einstellungen zu betreiben. Die Steuerung 15 erzeugt anhand der Einstellungsparameter aus dem Speicher 15.1 die notwendigen analogen und/oder digitalen Steuersignale. Diese Steuersignale werden über Signalleitungen SL an die Röhrenendstufe 16.1 und die Heizendstufe 16.2 übergeben. Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform umfassen die Signalleitungen SL in der Praxis vier Leitungen (eine pro Schaltelement T). So kann die Steuerung 15 zum Beispiel die ideale Zündfrequenz  $f_{ign}$  und die ideal Betriebsfrequenz  $f_{run}$  vorgeben.

**[0029]** Das Ausmessen geschieht gemäss Erfindung mindestens beim ersten Aufstarten einer Leuchtstofflampe 11 an einer als Vorschaltgerät dienenden Vorrichtung 10.1. Beim ersten Aufstarten wird die Leuchtstofflampe 11 von der Vorrichtung 10.1 mit verschiedenen Einstellungsparametern gezündet. Während des Ausmessens werden bei diesen Zündvorgängen die Strom- und Spannungswerte erfasst und bewertet oder verglichen. Anhand der Bewertung oder des Vergleichs werden dann, wie erwähnt, Einstellungsparameter ermittelt, die für die Leuchtstofflampe 11 ideal sind. Die Bewertung bzw. der Vergleich wird vorzugsweise von der Steuerung 15 durchgeführt. Die entsprechenden Ideal-Einstellungsparameter werden abgespeichert und können für zukünftige Zündvorgänge der Leuchtstofflampe 11 verwendet werden.

**[0030]** Um der Steuerung 15 das Vergleichen der ermittelten Einstellungsparameter zu ermöglichen, werden entweder Soll-Parameter in einem Speicher 15.2 vorgegeben, oder es werden Charakteristika (Bewertungskriterien) in dem Speicher 15.2 vorgegeben. Im letzteren Fall werden alle Strom- und Spannungswerte von der Steuerung 15 untersucht, um festzustellen, ob sie den Charakteristika entsprechen, bzw. diese Erfüllen. Im ersten Fall werden die ermittelten Strom- und Spannungswerte von der Steuerung 15 mit den Soll-Parametern in dem Speicher 15.2 verglichen, um so diejenigen Einstel-

lungsparameter zu finden, die den Soll-Parametern am nächsten sind. Bei beiden Ansätzen werden dann die entsprechenden Einstellungsparameter als Ideal-Einstellungsparameter im Speicher 15.1 abgespeichert.

**[0031]** Im Folgenden ist ein bevorzugter Ablauf der Autoparametrisierung beschrieben. Zum Durchführen der Autoparametrisierung wird von der Vorrichtung 10.1 über die Heizendstufe 16.2 die Heizspannung eingeschaltet. Dann wird kurze Zeit abgewartet, damit die Heizwendeln der Leuchtstofflampe 11 warm werden. Wenn die Heizwendeln nicht warm genug sind, dann zündet die Leuchtstofflampe 11 nicht richtig, was die Lebensdauer der Elektroden stark verkürzen kann.

**[0032]** Bei einer Vorrichtung 10.1 nach Fig. 1 oder 2, wird die Zündspannung über eine Zündfrequenz  $f_{ign}$  eingestellt (geregelt). Diese Zündfrequenz  $f_{ign}$  wird von der Steuerung 15 vorgegeben. Ein HF-Schwingkreis 16.4 (LC-Kreis), wie in Fig. 3 gezeigt, setzt die Zündfrequenz  $f_{ign}$  um. Beim Ausmessen wird nun von der Vorrichtung 10.1 die Zündfrequenz  $f_{ign}$  von einem definierten Anfangswert bis zu einem definierten Endwert verstellt. Dies geschieht vorzugsweise bei einer kleinen Helligkeitsstufe mit einer Helligkeit kleiner gleich 10%. Während des Ausmessens werden der Zündstrom und die Zündspannung gemessen (erfasst). Die gemessenen Werte werden mit SollWerten verglichen, die zum Beispiel in einem Speicher 15.2 vorgegeben sind. Wenn ein gemessenes Wertepaar aus Zündstrom und Zündspannung mit einem Soll-Wertepaar übereinstimmt, dann wird die entsprechende Zündfrequenz  $f_{ign}$  als Ideal-Einstellungsparameter in dem Speicher 15.1 abgespeichert. Das Ausmessen wird mindestens bei einem Helligkeitswert durchgeführt. Vorzugsweise liegt dieser Helligkeitswert bei einem Wert kleiner gleich 10%.

**[0033]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Vorgang des Ausmessens bei mehreren Helligkeitswerten durchgeführt. In diesem Fall erhält man unter Umständen verschiedene Wertepaare aus Zündstrom und Zündspannung für jede der Helligkeitswerte. Bei einer Helligkeit von 3% kann zum Beispiel ein anderes Wertepaar ideal sein als bei einer Helligkeit von 1%. Alle idealen Wertepaare werden in dem Speicher 15.1 abgespeichert, um für den Betrieb der Leuchtstofflampe 11 abrufbar zu sein.

**[0034]** Besonders bevorzugt ist also eine Ausführungsform, bei der für die verschiedenen Helligkeitsstufen, die beim Ausmessen durchfahren wurden, jeweils die idealen Einstellungsparameter abgespeichert werden. D.h. es wird hier zum Beispiel jeweils ein Wertepaar aus Zündfrequenz  $f_{ign}$  und Helligkeitswert abgespeichert. Derselbe Vorgang kann auch für die Betriebsfrequenz  $f_{run}$  durchgeführt werden.

**[0035]** Falls bei dem Ausmessen kein Ideal-Einstellungsparameter gefunden wird, so kann die Autoparametrisierung abgebrochen werden. Falls bei dem Ausmessen Heizströme, Heizspannungen, Lampenströme oder Lampenspannungen erreicht werden, die oberhalb oder unterhalb von vorgegebenen Schwellenwerten lie-

gen, so wird davon ausgegangen, dass ein Defekt (z.B. eine defekte Leuchtstofflampe 11, eine Leitungsunterbrechung, oder ein Defekt in der Lampenvorrichtung 10) oder eine Fehlbeschaltung (z.B. eine falscher Lampentyp, oder eine falsche Verdrahtung) vorliegt.

**[0036]** Nach dem Abbrechen einer Autoparametrisierung, kann dieser Vorgang erst

- nach dem Wechsel der Leuchtstofflampe 11 und/oder
- der Vorrichtung 10.1 und/oder
- nach einem erneuten Aus- und Anschalten der Lampenvorrichtung 10, neu gestartet werden.

**[0037]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform der Erfindung, bei der zum Einstellen der optimalen Zündparameter ausschliesslich die Zündfrequenz verändert wird. Dabei wird der ideale Übergang von Zündpuls zu Lampenstrom durch die Anzahl der Zündpulse eingestellt. Die Zündfrequenz wird bei jeder Messung, die im Rahmen der Autoparametrisierung gemacht wird, etwas verringert und somit näher an die Resonanzfrequenz des Schwingkreises der Endstufe (siehe Schwingkreis LC in Fig. 3) herangeführt. Optimal ist die Zündfrequenz dann, wenn der Röhrenstrom sanft ansteigt, während die Zündspannung sanft sinkt. Daraus folgt, dass die der Leuchtstofflampe 11 zugeführte Momentanleistung  $P$  in keinem Moment größer ist, als die Nennleistung  $P_{\text{Nenn}}$  im Betrieb mit 100%iger Helligkeit.

**[0038]** Eine solche optimale Zündung ist dann gegeben, wenn eine bestimmte Anzahl Zündimpulse noch keinen Röhrenstrom auslösen. Ab dieser Anzahl Zündimpulse soll der Röhrenstrom dann bei jeder Schwingung eine Komparator-Schwelle einer Messschaltung übersteigen, die eingesetzt wird, um das Ausmessen der Autoparametrisierungsfunktion durchzuführen.

**[0039]** Ab einer anderen Anzahl Impulse, wird die Steuerfrequenz von der Zündfrequenz  $f_{\text{ign}}$  schrittweise - zur Reduktion ansteuerungsbedingtem Überschwingens - auf die jeweilige Lauffrequenz  $f_{\text{run}}$  geändert. Dieser Vorgang wird für verschiedene Helligkeitswerte im Bereich 0% bis 100% durchgeführt.

**[0040]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform bei der, zusätzlich zu dem Ausmessen bei mindestens einer Helligkeitsstufe, als weiterer Einstellungsparameter auch die Frequenz des Leuchtenstroms ermittelt wird. Hier wird dann die Idealfrequenz abgespeichert, welche einem vordefinierten Ideal-Einstellungsparameter entspricht oder am ähnlichsten ist. Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der das Ermitteln der Idealfrequenz für die verschiedenen Helligkeitsstufen, die durchfahren wurden, erfolgt.

**[0041]** Wenn nach einem der beschriebenen Ausmessvorgänge die Leuchtstofflampe mit einem Helligkeitswert betrieben werden soll, der zwischen zwei Helligkeitswerten liegt, für die die Ideal-Einstellungsparameter in dem Speicher 15.1 abgelegt wurden. Dann wird zum Betreiben der Leuchtstofflampe 11 bei diesem Hel-

ligkeitswert eine Interpolation der benachbarten Ideal-Einstellungsparameter aus dem Speicher 15.1 durchgeführt. Wenn also zum Beispiel für die Helligkeiten 3% und 1% Ideal-Einstellungsparameter aus dem Speicher 15.1 abrufbar sind und die Leuchtstofflampe 11 mit einer Helligkeit von 2% betrieben werden soll, dann werden die Einstellungsparameter für 2% aus den Ideal-Einstellungsparametern für 1% und 3% interpoliert.

**[0042]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung 10.1 kann die erforderliche Heizspannung je nach Typ der Leuchtstofflampe 11 vorgegeben werden.

**[0043]** Vorzugsweise wird der Heizstrom beim Heizen überwacht.

**[0044]** Um erkennen zu können, ob eine Vorrichtung 10.1 zusammen mit einer Leuchtstofflampe 11 erstmals ans Spannungsnetz 17 geht, kann die Vorrichtung 10.1 netzseitig zum Beispiel mit einem Kondensator ausgestattet sein, der entladen ist. Wenn die Vorrichtung 10.1 zusammen mit der Leuchtstofflampe 11 nun erstmals ans Spannungsnetz 17 geht, z.B. bei der Erstinstallation, so erkennt eine Auswerteschaltung, ob der Kondensator entladen oder aufgeladen ist. Falls der Kondensator entladen ist, dann wird automatisch die Autoparametrisierungsfunktion, wie oben beschrieben ausgelöst. Falls der Kondensator hingegen bereits geladen ist, bedeutet dies, dass die Vorrichtung 10.1 in der letzten Zeit bereits am Spannungsnetz 17 war. In diesem Fall muss keine Autoparametrisierungsfunktion ausgelöst werden. Vorzugsweise wird hier ein spezieller Kondensator (z.B. eine Superelektronenkapazität) eingesetzt, der die erforderliche Spannung auch über Wochen halten kann.

**[0045]** Die Funktion, die der besagte Kondensator ausbildet, wird hier als Ersteinschalterkennung 12.5 bezeichnet. Statt eines Kondensators kann hier auch eine Spule eingesetzt werden.

**[0046]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Kondensator so beschaltet, dass er sich bei einer längeren Trennung vom Spannungsnetz 17 (z.B. mehr als 1 Tag) entlädt. Wenn diese Lampenvorrichtung 10 dann beim nächsten Mal ans Spannungsnetz 17 gebracht wird, ist der Kondensator leer und es wird die Autoparametrisierungsfunktion ausgelöst.

**[0047]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist zusätzlich zu dem Kondensator eine analoge oder digitale Zeitschaltung vorgesehen, die von Zeit zu Zeit, zum Beispiel alle 24 Stunden, die Autoparametrisierungsfunktion unabhängig vom Zustand des Kondensators auslöst.

Diese Zeitschaltung kann auch softwaremässig in der digitalen Steuerung 15 integriert werden.

**[0048]** Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist auch eine sanfte Nachkalibrierung während dem Betrieb der Lampe 11 möglich. Vorzugsweise erfolgt diese Nachkalibrierung im Pulsweitenmodulations-Betrieb (PWM-Betrieb).

**[0049]** Um erkennen zu können, ob eine Vorrichtung 10.1 zusammen mit einer Leuchtstofflampe 11 erstmals ans Spannungsnetz 17 geht, kann in einer weiteren Aus-

führungsform der Erfindung die Vorrichtung 10.1 einen entsprechenden Parameter, zusätzlich zu den anderen Parametern, in einem Speicher der Steuerung 15 abspeichern. Ab Werk kann in diesem Fall ein definierter Parameterwert = 0 abgespeichert werden. Nach der ersten Autoparametrierung wird dieser Wert mit 1 überschrieben. Nach jedem Start wird zuerst dieser Speicher ausgelesen. Bei 0 wird die Autoparametrierung gestartet, bei 1 werden die gespeicherten Werte übernommen. Falls die Steuerung 15 keinen nicht-flüchtigen Speicher aufweist, kann auch ein EEPROM als Speicher eingesetzt werden.

**[0050]** Vorzugsweise ist die Ersteinschalterkennung 12.5 im Bereich einer Einschalt-Strombegrenzung 12.3, die für das Aufschalten der Netzspannung eingesetzt wird, angeordnet oder mit dieser verknüpft. Dies ist anhand einer zweiten Ausführungsform in Fig. 2 gezeigt. Die Ersteinschalterkennung 12.5 kann aber auch an einem anderen Ort der Vorrichtung 10.1 angeordnet sein. Es ist zum Beispiel auch denkbar, dass die Ersteinschalterkennung 12.5 in die Steuerung 15 integriert ist.

**[0051]** Um eine Autoparametrisierung nach jedem Wechsel einer Leuchtstofflampe 11 durchführen zu können, kann die Lampenfassung oder die Vorrichtung 10.1 in einer weiteren Ausführungsform mit einem Taster ausgestattet sein. Durch das Betätigen des Tasters wird die Autoparametrisierungsfunktion ausgelöst. Falls eine Ersteinschalterkennung 12.5 in dieser Ausführungsform vorhanden ist, die, wie oben beschrieben, mit einem Kondensator ausgestattet ist, so kann der Taster so mit dem Kondensator verbunden sein, dass durch ein Betätigen des Tasters der Kondensator entladen wird. Wenn die Vorrichtung 10.1 nun erkennt, dass der Kondensator entladen ist, dann wird die Autoparametrisierungsfunktion ausgelöst.

**[0052]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Austauschen der Lampe 11 elektronisch erkannt werden. Die Autokalibrierung wird dann automatisch, nach einem Lampenwechsel gestartet. Es ist in diesem Fall kein Taster notwendig.

**[0053]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Lampenvorrichtung 10 eine Ersteinschalterkennung 12.5 umfasst, die mit einer Abtast-Halte-Schaltung (auch Sample-and-Hold-Schaltung genannt) ausgerüstet ist. Eine solche Abtast-Halte-Schaltung weist einen Kondensator auf, der sich, wie bereits beschrieben, auflädt, wenn Netzspannung anliegt. Der Kondensator ist mit einem Schalter verbunden, der zum Beispiel in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist. Dieser Schalter "fixiert" oder hält die Ladung des Kondensators. Es gibt zahlreiche Abtast-Halte-Schaltung, die in Form integrierter Schaltungen vorliegen. Eine solche integrierte Schaltung kann als Teil der Vorrichtung 10.1 eingesetzt werden, um die Ersteinschalterkennung 12.5 zu realisieren.

**[0054]** Die Ersteinschalterkennung 12.5 kann statt mit einem Kondensator auch mit einer Spule aufgebaut werden, da sowohl ein Kondensator als auch eine Spule als

Energiespeicher eingesetzt werden können. Der Kondensator oder die Spule dient in der Ersteinschalterkennung 12.5 als ein einfacher Informationsspeicher. Dieser Informationsspeicher ist in der Lage Information darüber zu speichern, ob die Lampenvorrichtung 10 vorher bereits am Spannungsnetz 17 war.

**[0055]** Im Zusammenhang mit Fig. 2 werden nun weitere Details einer zweiten Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. In Fig. 2 ist nur das Vorschaltgerät 10.1 zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe 11 gezeigt. Das Vorschaltgerät 10.1 umfasst eine Leistungselektronik 16 mit einer Heizendstufe 16.2 für das Zünden der Leuchtstofflampe 11 und mit einer Röhrenendstufe 16.1 für das Brennen der Leuchtstofflampe 11. Weiterhin ist eine digitale Steuerung 15 zur Ansteuerung der Leistungselektronik 16 vorgesehen, wobei die digitale Steuerung 15 analoge und/oder digitale Steuersignale bereitstellt, um die Leistungselektronik 16 zu beeinflussen. In Fig. 2 ist nicht gezeigt, dass es vier Steuerleitungen SL gibt, je zwei für die Röhrenendstufe 16.1 und je zwei für die Heizendstufe 16.2. Diese Steuerleitungen SL verlaufen von der Steuerung 15 zu den Endstufen 16.1, 16.2, wie in Fig. 2 durch eine gemeinsame Leitung SL schematisch angedeutet.

**[0056]** Die Leistungselektronik 16 generiert alle für den Betrieb einer Leuchtstoffröhre 11 notwendigen Spannungen und Signale. In der Röhrenendstufe 16.1 wird Hochspannung erzeugt, die zum Zünden der Leuchtstoffröhre 11 notwendig ist. Diese Hochspannung wird am Ausgang L bereit gestellt. Ausserdem stellt die Heizendstufe 16.2 den Heizstrom am Ausgang H zur Verfügung, der die beiden Glühwendeln der Leuchtstoffröhre 11 auf der richtigen Temperatur hält.

**[0057]** Weiterhin umfasst das Vorschaltgerät 10.1 optional eine Einschalt-Strombegrenzung 12.3 für das Aufschalten der Netzspannung. Ausserdem kann die Einschalt-Strombegrenzung 12.3 die Versorgungsspannung VDD (z.B. VDD = 12 V) für die nachfolgenden Schaltungselemente 12.4, 16.1 und 16.2 bereit stellen. In Fig. 2 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der die Versorgungsspannung VDD durch die Steuerung 15 geschaltet wird und nicht durch die Einschalt-Strombegrenzung 12.3.

**[0058]** Eingangsseitig kann ein optionaler Netzfilter 12 mit Eingangsfilter 12.1 vorgesehen sein, um das Vorschaltgerät 10.1 mit einem Spannungsnetz 17 (z.B. 230V / 50Hz oder 110V / 60Hz) zu verbinden. Der Netzfilter 12 kann einen Power Factor Correction (PFC) Controller 12.4 umfassen, der für eine EMV Filterung sorgt. Dadurch kann das Vorschaltgerät 10.1 als nahezu rein ohmsche Last vom Spannungsnetz 17 aus betrachtet werden. Zusätzlich kann der Netzfilter 12 einen optionalen Gleichrichter 12.2 umfassen, wie in Fig. 2 angedeutet.

**[0059]** Es kann weiterhin ein DC-Zwischenkreis 12.6 vorgesehen sein, der die vom Spannungsnetz 17 aufgenommene Energie puffert und diese der Leistungselektronik 16 zur Verfügung stellt. Der Wert der DC Spannung, die vom DC-Zwischenkreis 12.6 zur Verfügung ge-

stellt wird, ist abhängig von der zu betreibenden Leuchtstoffröhre 11. In Fig. 2 umfasst die DC-Speisung 13 zwei Komponenten 13.1 und 13.2. Die Komponente 13.1 dient als DC-DC Wandler VDC/VDD (z.B. ein 400V/12V DC-DC Wandler). Die Komponente 13.2 dient als 12V/12V DC-DC Wandler VDD/VDD (z.B. ein 12V/12V DC-DC Wandler), um dem Datenempfänger 14 eine isolierte Spannung VDD (z.B. 12V) zur Verfügung stellen zu können. Vorzugsweise sitzt ein Optokoppler 14.1 zwischen dem Datenempfänger 14 und der Steuerung 15, um beide Komponenten galvanisch voneinander zu trennen. Falls zur Kommunikation auf dem Bus 18 ein DMX Protokoll verwendet wird, kann ein DMX Buskoppler als Datenempfänger 14 eingesetzt werden.

**[0060]** Optional kann die Steuerung 15 mit Eingängen versehen sein, um Information über Temperatur, Überstrom oder Überspannung und anderes bereit zu stellen. Drei solche Eingänge E sind in Fig. 2 auf der rechten Seite der Steuerung 15 angedeutet.

**[0061]** Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform, liegt im Bereich der Leistungselektronik 16 eine hohe Versorgungsspannung VDC vor (z.B. von ca. 410V). Wie bereits erwähnt, wird in der Röhrenendstufe 16.1 die Hochspannung erzeugt, die zum Zünden der Leuchtstoffröhre 11 notwendig ist. Diese Hochspannung wird am Ausgang L bereit gestellt. Details einer Ausführungsform der Röhrenendstufe 16.1 sind in Fig. 3 gezeigt. Die Röhrenendstufe 16.1 umfasst ein Control-IC 16.3 (IC DRIVER HIGH/LOW SIDE), zum Treiben der beiden Schaltelemente (z. Bsp. MOSFETs oder IGBTs), die in den Figuren generell mit T bezeichnet sind. Das Control-IC 16.3 hat zwei logische Eingänge, die mit Hin und Lin bezeichnet sind. Auf der Ausgangsseite der Röhrenendstufe 16.1 ist ein Schwingkreis 16.4 vorgesehen, der durch eine Spule L und eine Kapazität C angedeutet ist. Der Schwingkreis 16.4 erzeugt einerseits die notwendige Zündspannung von ca. 1kV (Resonanz) für die Leuchtstoffröhre 11 und begrenzt andererseits den Betriebsstrom, der durch die Leuchtstoffröhre 11 fließt, nach dem diese gezündet wurde.

**[0062]** Um die Leuchtstoffröhre 11 zu zünden, wird die Röhrenendstufe 16.1 mit einer Zündfrequenz  $f_{\text{ign}}$  nahe der Resonanzfrequenz betrieben, wodurch die Röhrenspannung am Ausgang L sehr schnell auf Spannungswerte ansteigt, die grösser als 1,5 kV sind. Zündet die Leuchtstoffröhre 11 durch, so sinkt ihr elektrischer Widerstand und der Schwingkreis 16.4 wird bedämpft. Dadurch stellt sich ein Arbeitspunkt ein, der von der Leuchtstoffröhre 11 und der Frequenz abhängt.

**[0063]** Die Leuchtstoffröhre 11 bildet also im gezündeten Zustand (d.h. im Normalbetrieb/Dimmen) in erster Näherung einen ohmschen Widerstand. Dadurch wird der Schwingkreis 16.4 belastet und es stellen sich neue Werte der Ströme und Röhrenspannung an der Leuchtstoffröhre 11 ein. Es wird nun eine Betriebsfrequenz  $f_{\text{run}}$  so vorgegeben, dass die notwendige Brennspannung an der Leuchtstoffröhre 11 für den Normalbetrieb/Dimmen gewährleistet ist. Bei einer T5-35W Leuchtstoffröhre 11

kann die Betriebsfrequenz  $f_{\text{run}}$  zum Beispiel um die 100kHz betragen (bei  $U_{\text{Brenn}} = 205 \text{ V}$  und  $I_{\text{Brenn}} = 175 \text{ mA}$ ).

**[0064]** Im Folgenden wird eine Ausführungsform einer Heizendstufe 16.2 für das Zünden der Leuchtstofflampe 11 beschrieben. Die Glühwendeln der Leuchtstoffröhre 11 sind in Fig. 4 durch die Widerstände  $R_W$  angedeutet. Die Leuchtstoffröhre 11 an sich ist durch den Widerstand  $R_L$  angedeutet. Die Glühwendeln müssen auf einer bestimmten Temperatur gehalten werden (Heizen genannt), um die Emission von Elektronen zu unterstützen. Ist diese Temperatur zu gering, so steigt die notwendige Zündspannung und die Lebensdauer der Elektroden wird stark reduziert. Ist die Temperatur zu hoch, so verdampft zu viel Elektrodenmaterial und die Lebensdauer der Leuchtstoffröhre 11 sinkt. Es kann, wie in Fig. 4 gezeigt, ein HF-Schwingkreis 16.5 eingesetzt werden, um das Vorheizen der Glühwendeln vorzunehmen. Dazu wird ein Kondensator C des Schwingkreises 16.5 in Serie zu den Glühwendeln geschaltet, dass heisst, dass der Kondensator C den Kondensatorstrom zum Heizen der Glühwendeln bereit stellt.

**[0065]** Eine weitere Ausführungsform einer Heizendstufe 16.2 für das Zünden der Leuchtstofflampe 11 ist in Fig. 5 gezeigt. Die Heizendstufe 16.2 wird zum Betrieb eines Heiztrafos 16.6 verwendet und die Heizendstufe 16.2 umfasst wiederum einen Schwingkreis 16.5. Diese Heizendstufe 16.2 kann gleich ausgelegt sein wie die Röhrenendstufe 16.1. Die Betriebsparameter (Ideal-Einstellungsparameter) der Heizendstufe 16.2 können durch die Steuerung 15 über die Ansteuerfrequenz analoger Steuersignale eingestellt werden. Der Speicher 15.1 liefert diese Einstellungsparameter. Im gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Heiztrafo 16.6 im Bereich um ca. 100kHz betrieben werden. Er liefert bei geeigneter Dimensionierung der Wicklungen eine Spannung im Bereich, der z.B. zwischen 4V und 10V liegt. Die T5 35Watt Leuchtstofflampe 11 benötigt z.B. eine Spannung von 6,4V. Die Steuerung 15 ermöglicht es durch das Vorgeben der Ansteuerfrequenz die den Glühwendeln zugeführte Heizenergie gezielt zu steuern.

**[0066]** Bisher sind im Wesentlichen die Grundbetriebszustände einer Leuchtstoffröhre 11 und die entsprechenden Funktionen verschiedener Ausführungsformen erfindungsgemässer Vorschaltgeräte 10.1 erläutert worden. In den folgenden Absätzen werden nun wesentliche Aspekte des Dimmens beschrieben.

**[0067]** Das Dimmen wird hier mittels einer sogenannten Pulsweitenmodulation (PWM) der Leuchtstofflampe 11 ermöglicht. Dabei wird die mittlere Leuchtleistung der Leuchtstofflampe 11 eingestellt in dem die Leuchtstofflampe 11 durch Ein- und Ausschalten moduliert betrieben wird. Damit kann die Helligkeit der Leuchtstofflampe 11 für einen Betrachter beliebig eingestellt werden. Die Leuchtstoffröhre 11 leuchtet also nicht kontinuierlich, sondern sie wird ständig ein- und ausgeschaltet. Die Frequenz, mit der dies geschieht wird im Folgenden als PWM Frequenz  $f_{\text{PWM}}$  bezeichnet. Die Frequenz  $f_{\text{PWM}}$

kann zum Beispiel ca. 100Hz betragen.

**[0068]** Die Pulsweitenmodulation der Leuchtstoffröhre 11 ist nur möglich, da das menschliche Auge relative träge ist und das An- und Ausschalten der Leuchtstoffröhre 11 nicht wahr nimmt. Es gibt zusätzlich einen weiteren Effekt, der die Pulsweitenmodulation unterstützt. Und zwar handelt es sich dabei um die Trägheit des Leuchtstoffes in der Leuchtstoffröhre 11 (Nachleuchten). Da das menschliche Auge relativ träge ist, kann die Leuchtstoffröhre 11, wie in Fig. 6 gezeigt, an- und ausgeschaltet werden ohne dass das menschliche Auge das Schalten erkennen würde.

**[0069]** In Fig. 6 ist das Timing eines PWM Zyklus gezeigt. Die Dauer des PWM Zyklus beträgt  $T_{PWM}$ . Es handelt sich bei dem gezeigten Timing um ein Beispiel. Das Verhältnis zwischen Einschaltdauer ( $T_{PWM,on}$ ) und Ausschaltdauer ( $T_{PWM,off}$ ) ergibt dann im Auge des Betrachters eine bestimmte Helligkeit. Die obere Kurve 20 in Fig. 6 zeigt den Zustand der Röhrenendstufe 16.1 und die untere Kurve 21 den Zustand der Heizendstufe 16.2. Die Vorheizung kann ebenso über Pulsweitenmodulation betrieben werden, wobei die Heizphase an das Ende des PWM Zyklus gelegt wurde, damit es weniger Überschneidung zwischen Heiz- und Brennbetrieb gibt. Während der Phase ( $T_{pre,off}$ ) liefert die Heizendstufe 16.2 keinen Heizstrom an die Leuchtstoffröhre 11. Während der Phase ( $T_{pre,on}$ ) wird geheizt.

**[0070]** Wie im Zusammenhang mit den Figuren 3 bis 5 beschrieben, werden die Endstufen 16.1, 16.2 von der Steuerung 15 durch analoge und/oder digitale Steuersignale (Hin, Lin) angesteuert. Diese analogen Steuersignale steuern jeweils entweder den HighSide oder den LowSide Transistor T der jeweiligen Endstufe 16.1, 16.2. In Fig. 7 ist ein beispielhaftes Timing der entsprechenden Steuersignale gezeigt.  $T_x$  gibt die Dauer des Impulses an,  $T_{dead}$  gibt die Totzeit an, in der keiner der beiden Transistoren T angesteuert wird. Dies ist notwendig, um zu verhindern, dass beide Transistoren T gleichzeitig leiten.

**[0071]** In einer bevorzugten Ausführungsform werden die analogen und/oder digitalen Steuersignale (Hin, Lin), die das Heizen auslösen auf den jeweils nächsten PWM Zyklus hin ausgerichtet, damit der Übergang zwischen Heizen und Zünden phasenrichtig statt findet.

**[0072]** Wie in Fig. 8 anhand eines Beispiels dargestellt, werden zu Beginn eines PWM Zyklus zunächst N Zündimpulse als analoges und/oder digitales Steuersignal mit der Frequenz  $f_{ign}$  erzeugt. Danach folgen Impulse als analoges Steuersignal mit der Frequenz  $f_{run}$ . Die Impulse  $T_{run}$  sind kürzer als die Impulse  $T_{ign}$ . Die Kurve 22 stellt quasi das Halbbrückensignal für den oberen Transistor T der Röhrenendstufe 16.1 und die Kurve 23 das Halbbrückensignal für den unteren Transistor T der Röhrenendstufe 16.1 dar. Diese Art der Ansteuerung durch die Steuerung 15 bewirkt, dass die Röhrenspannung zuerst bis auf über 1kV anwächst. Dann zündet die Leuchtstoffröhre 11 und die Röhrenspannung fällt auf ca. 200V ab. Im gezeigten Beispiel wurden  $N=6$  Zündimpulse gewählt.

**[0073]** In Fig. 9 sind beispielhafte Halbbrückensignale für die Heizendstufe 16.2 gezeigt. Die Steuersignale (Hin, Lin) zum Ansteuern des Heizendstufe 16.2 sind auf das Ende des PWM Zyklus hin ausgerichtet, um beim Beginn der nächsten Zündphase die richtige Phasenlage zu erreichen. Die Heizfrequenz wird mit  $f_{pre}$  bezeichnet.

**[0074]** Vorzugsweise wird die Pulsweitenmodulation der Leuchtstofflampe 11 so vorgegeben, dass die Leuchtstofflampe 11 mit einer Betriebsfrequenz  $f_{pwm}$  betrieben werden kann, die oberhalb einer Grenzfrequenz liegt, die von der Trägheit des menschlichen Auges und/oder der Trägheit eines in der Leuchtstofflampe verwendeten Leuchtstoffes abhängt. Die Grenzfrequenz liegt vorzugsweise im Bereich von ca. 100 Hz.

**[0075]** Die digitale Steuerung gemäss Erfindung kann so ausgelegt sein, dass die Steuersignale unter Berücksichtigung der gewünschten Helligkeit und einem mathematischen Modell der Leuchtstoffröhre ermittelt und in einem Speicher 15.1 abgespeichert werden. Das genannte mathematische Modell kann auch in der Steuerung 15 gespeichert sein, oder es kann von aussen vorgegeben werden. Das mathematische Modell kann unter anderem zur Kompensation der dynamischen Eigenschaften der Leuchtstoffröhre 11 dienen.

**[0076]** Die gewünschte Helligkeit wird vorzugsweise von aussen, zum Beispiel mittels eines Reglers, über einen Bus 18 oder über entsprechende Leitungen vorgegeben.

**[0077]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Vorschaltgerät 10.1 um ein softwaregesteuertes Vorschaltgerät 10.1. Durch Ändern der Software kann das Vorschaltgerät 10.1 jederzeit angepasst oder geändert werden. Besonders bevorzugt ist eine Lösung, bei der in einem Chip frei konfigurierbare Elektronikkomponenten vorhanden sind, die je nach Bedarf miteinander verknüpft werden können.

**[0078]** Ein weiteres Vorschaltgerät 10.1 gemäss Erfindung kann so ausgelegt sein, dass es z.B. vier Leuchtstoffröhren 11 regeln kann. Somit kann man problemlos ein Farbmischsystem mit vier Leuchtstoffröhren 11 realisieren.

**[0079]** Besonders bevorzugte Anwendungsgebiete für die Erfindung sind die Bühnen- und Showtechnik, die Beleuchtung von Kinosälen, Theatern und Konferenzräumen. Die Erfindung kann aber auch in vorteilhafter Weise als Architekturbeleuchtung oder Effektbeleuchtung und in zahlreichen anderen Bereichen eingesetzt werden.

**[0080]** Die Erfindung lässt sich prinzipiell auf verschiedene Leuchtstofflampen 11 anwenden. Die folgenden Ausführungsbeispiele beziehen sich jedoch speziell auch T5-Leuchtstoffröhren, T8-Leuchtstoffröhren, oder ähnliche Leuchtstoffröhren, ohne dass dies als Einschränkung zu verstehen ist. Die Erfindung eignet sich besonders für T5-Leuchtstoffröhren, die eine hohe Leuchtdichte, Effizienz und eine kompakte Bauform aufweisen.

**[0081]** Mit der vorliegenden Erfindung lassen sich bessere Lichtsteueranlagen realisieren als mit den bisheri-

gen Vorschaltgeräten.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10.1) zum Ansteuern einer Leuchtstofflampe (11), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10.1)

- eine Leistungselektronik (16) mit einer Heizendstufe (16.2) für das Unterstützen des Zündens der Leuchtstofflampe (11) und einer Röhrenendstufe (16.1) für das Brennen der Leuchtstofflampe (11), und

- eine digitale Steuerung (15) zur Ansteuerung der Leistungselektronik (16) umfasst, wobei die digitale Steuerung (15) analoge und/oder digitale Steuersignale (Hin, Lin) bereitstellt, um die Leistungselektronik (16) zu beeinflussen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10.1) eine Autoparametrisierungsfunktion umfasst, die so ausgelegt ist, dass mindestens nach einem ersten Aufschalten der Vorrichtung (10.1) Ideal-Einstellungsparameter ermittelbar sind und dass diese Ideal-Einstellungsparameter in einem Speicher (15.1) der Vorrichtung (10.1) ablegbar sind.

2. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10.1) einen weiteren Speicher (15.2) umfasst, in dem Soll-Parameter und/oder Charakteristika vorgegeben sind.

3. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Steuerung (15) zum Ermitteln der Ideal-Einstellungsparameter ein Vergleich der Soll-Parameter und/oder Charakteristika mit Werten durchführbar ist, die nach dem ersten Aufschalten der Vorrichtung (10.1) ermittelt wurden.

5. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Steuerung (15) bei niedrigen Helligkeitswerten, die vorzugsweise bei kleiner gleich 10% liegen, Ideal-Einstellungsparameter aus dem Speicher (15.1) der Vorrichtung (10.1) vorgebar sind.

6. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ideal-Einstellungsparameter mindestens eine Zündfrequenz ( $f_{\text{ign}}$ ) oder eine Betriebsfrequenz ( $f_{\text{run}}$ ) umfassen.

7. Vorrichtung (10.1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Ersteinschalterkennung (12.5) umfasst.

8. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ersteinschalterkennung

(12.5) einen Kondensator, Spule oder ein digitales Speicherelement als Informationsspeicher umfasst, wobei das digitale Speicherelement vorzugsweise in der Steuerung (15) oder in einem EEPROM realisiert ist.

9. Vorrichtung (10.1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ersteinschalterkennung (12.5) ein Abtast-Halte-Schaltung umfasst.

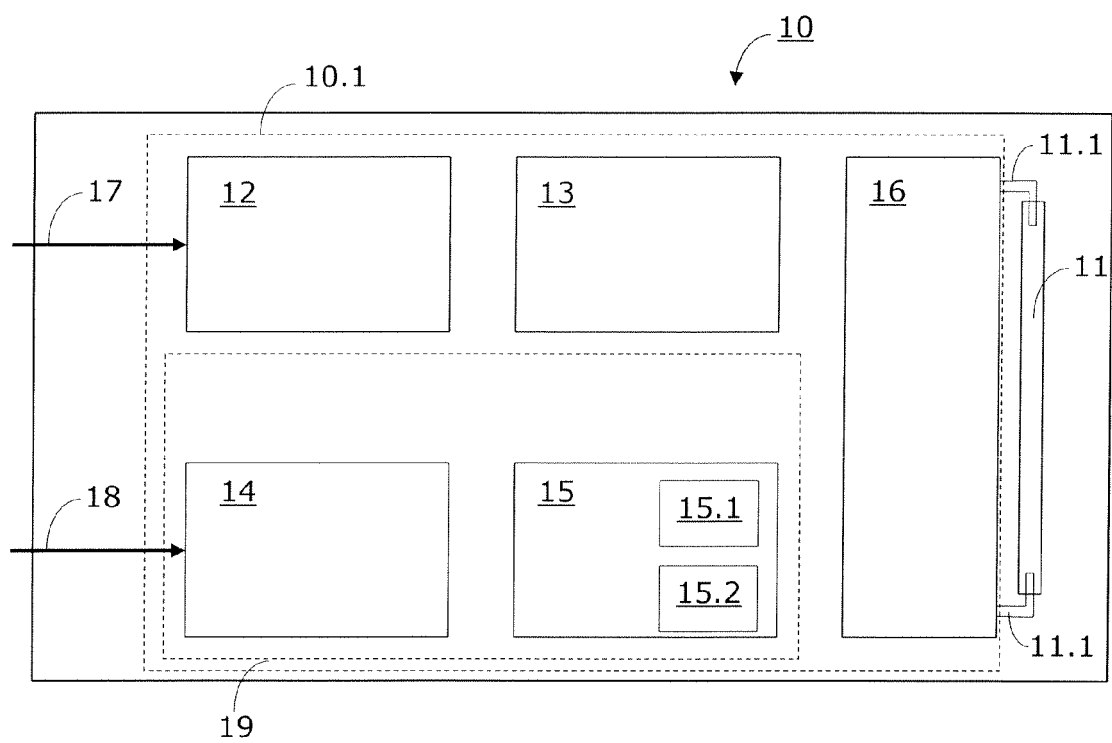
10. Lampenvorrichtung (10) mit einer Vorrichtung (10.1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und mit mindestens einer Leuchtstofflampe (11).

11. Lampenvorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um ein Farbmischsystem handelt.

12. Verfahren zum Betreiben einer Lampenvorrichtung (10) mit einer Vorrichtung (10.1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die folgenden Schritte ausgeführt werden:

- Initialisieren einer Autoparametrisierungsfunktion mindestens nach einem ersten Aufschalten der Vorrichtung (10.1);
- Durchführen der Autoparametrisierungsfunktion, um Ideal-Einstellungsparameter zu ermitteln;
- Ablegen dieser Ideal-Einstellungsparameter in einem Speicher (15.1) der Vorrichtung (10.1).

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ideal-Einstellungsparameter bei Bedarf, vorzugsweise während des Betriebs der Lampenvorrichtung (10), aus dem Speicher (15.1) abgerufen und die Lampenvorrichtung (10) mit diesen Ideal-Einstellungsparameter betrieben wird.



**Fig. 1**

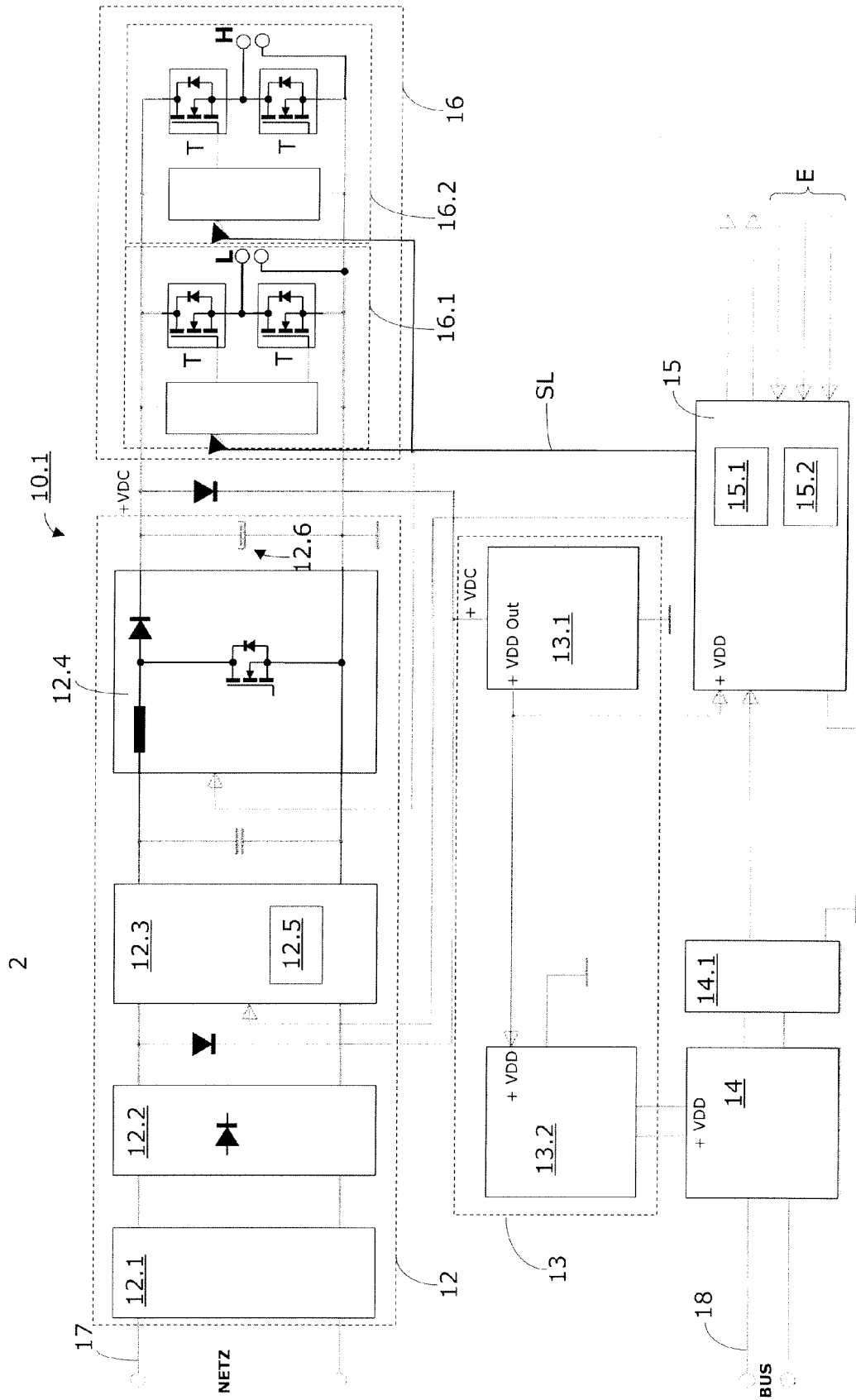
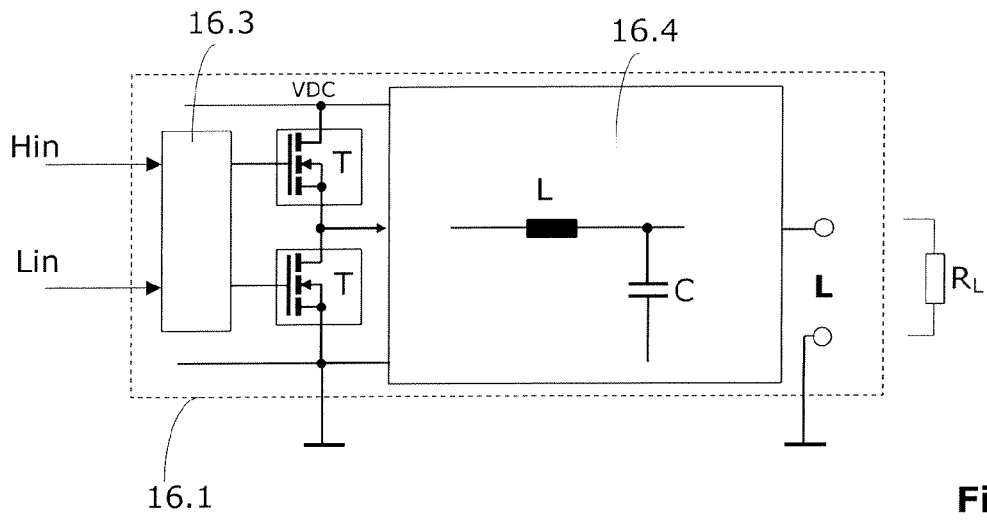
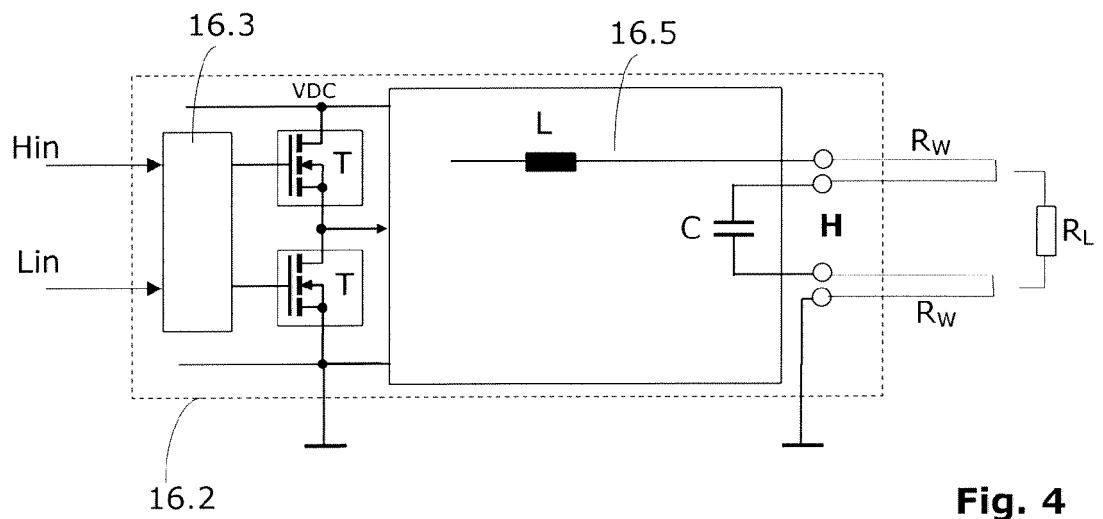


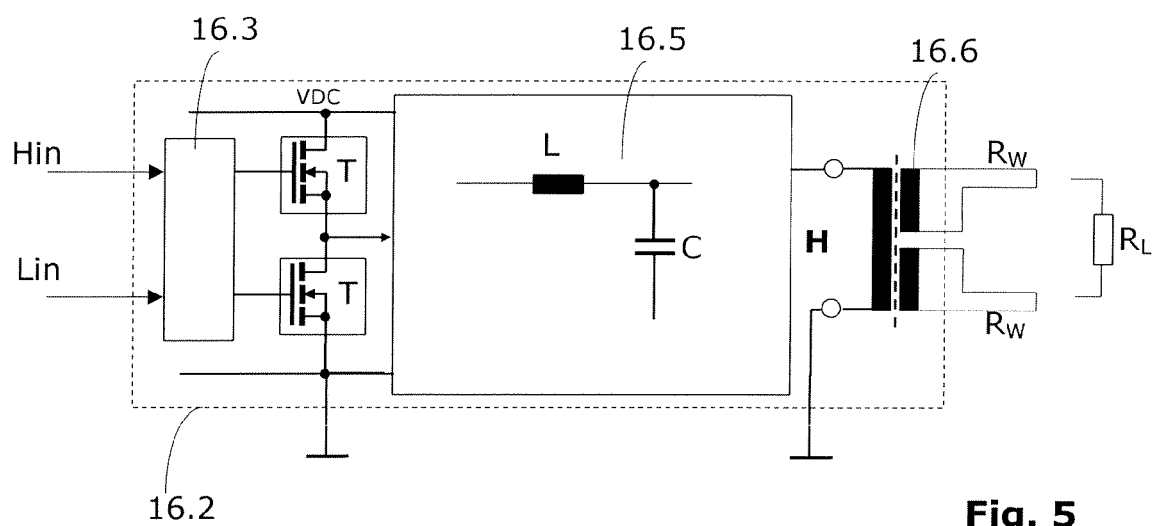
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

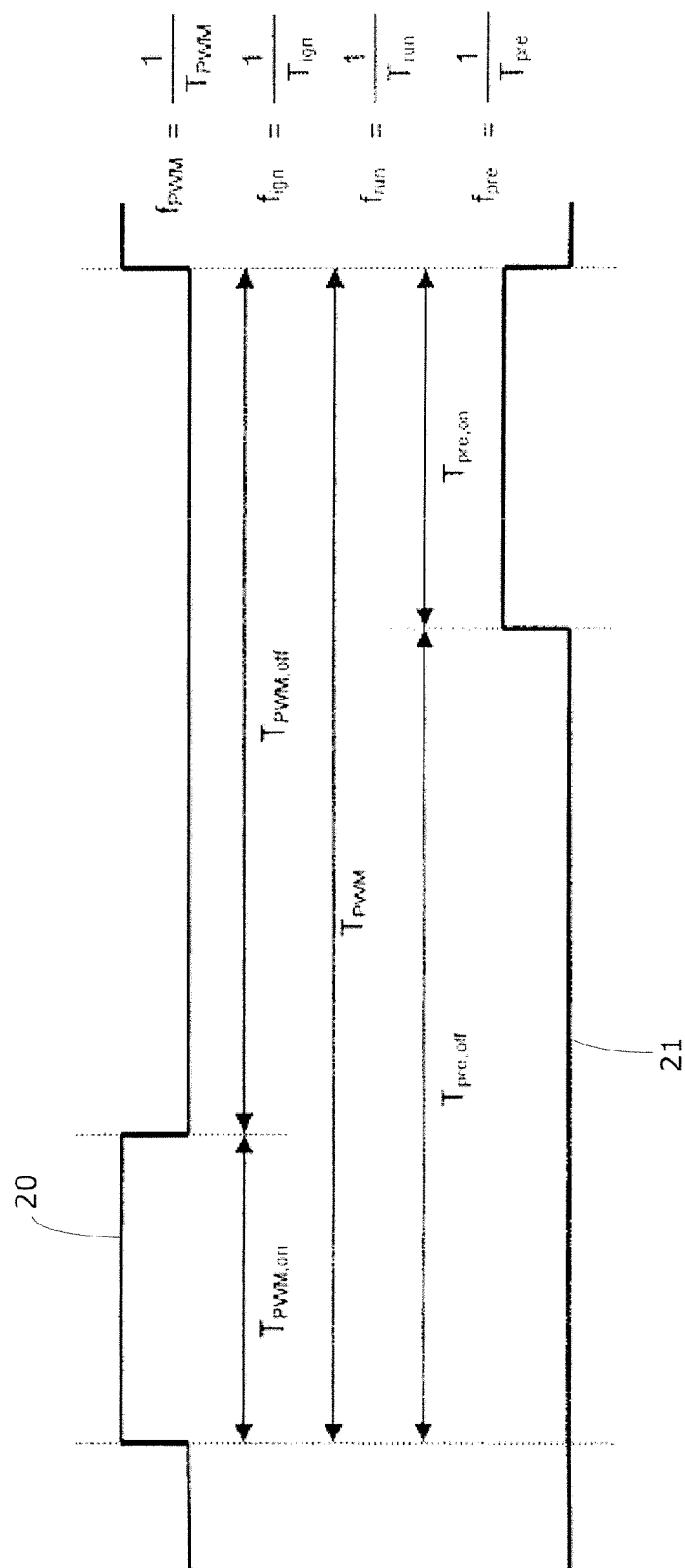
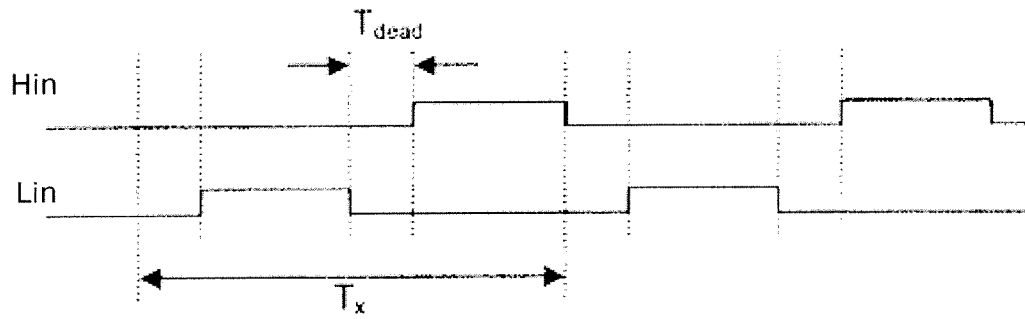
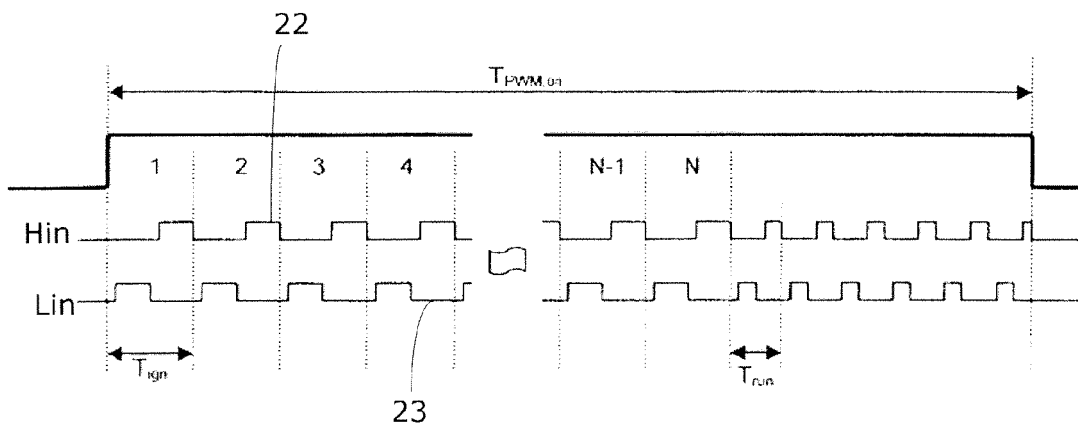


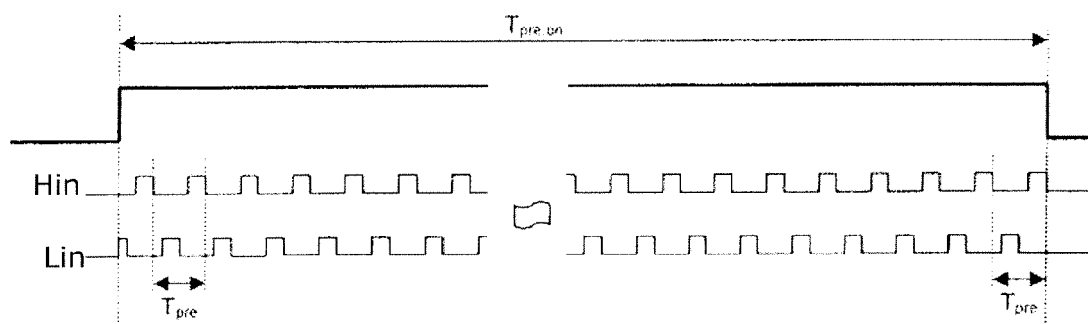
Fig. 6



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 15 3420

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                         | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                            | EP 1 189 488 A (TRIDONIC BAUELEMENTE [AT]<br>TRIDONICATCO GMBH & CO KG [AT])<br>20. März 2002 (2002-03-20)<br>* Absätze [0017], [0018] *<br>* Abbildung 2 * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | INV.<br>H05B41/392                 |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                          | EP 1 737 281 A (SE LIGHTMAN AG [CH])<br>27. Dezember 2006 (2006-12-27)<br>* das ganze Dokument *                                                            | 1-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | H05B                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Recherchenort                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                    |
| Den Haag                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                             | 26. Mai 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | Prüfer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             | Benedetti, Gabriele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                             | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

 5  
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 09 15 3420

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-05-2009

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| EP 1189488                                         | A | 20-03-2002                    | AT                                | 264047 T    | 15-04-2004                    |
|                                                    |   |                               | DE                                | 10045709 A1 | 28-03-2002                    |
| -----                                              |   |                               |                                   |             |                               |
| EP 1737281                                         | A | 27-12-2006                    | KEINE                             |             |                               |
| -----                                              |   |                               |                                   |             |                               |

EPO FORM P0461

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

**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**

- EP 06115296 A [0004]
- EP 1737281 A [0004]