

(12)

# Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 233/2012  
(22) Anmeldetag: 30.05.2012  
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.11.2013  
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl. : **H02M 1/42** (2007.01)  
**H02M 3/156** (2006.01)  
**H05B 33/08** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2009303765 A1  
EP 2270964 A1  
DE 102009034350 A1  
DE 10355670 A1  
WO 199963414 A1  
DE 102009047984 A1  
DE 102005044348 A1  
DE 102008057333 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:  
TRIDONIC GMBH & CO KG  
6851 DORNBIRN (AT)

(54) Betriebsgerät für ein Leuchtmittel

(57) Zur Leistungsfaktorkorrektur wird eine Induktivität (21) mit einer Eingangsspannung ( $V_{in}$ ) versorgt, wobei ein mit der Induktivität (21) gekoppeltes steuerbares Schaltmittel (24) geöffnet und geschlossen wird, um die Induktivität (21) wahlweise zu laden und zu entladen. Eine Steuereinheit (30) ist zum Ansteuern des Schaltmittels (24) vorgesehen. Eine Verzögerungsschaltung (26-29) ist mit der Steuereinheit (30) gekoppelt und eingerichtet, um in wenigstens einem Betriebsmodus der Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) ein Schalten des Schaltmittels (24) in den Ein-Zustand zu verzögern

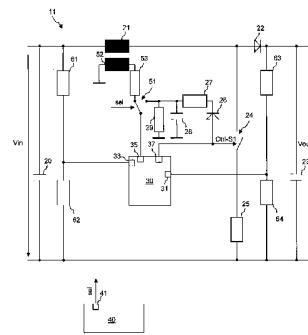


FIG. 4

## Beschreibung

### BETRIEBSGERÄT FÜR EIN LEUCHTMITTEL

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur und ein Verfahren zum Steuern einer solchen Schaltung. Insbesondere betrifft die Erfindung das technische Gebiet der Leistungsfaktorkorrektur für den Einsatz bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel.

**[0002]** Eine Leistungsfaktorkorrektur („Power Factor Correction“, PFC) wird eingesetzt, um Oberwellenströme in einem Eingangsstrom zu beseitigen bzw. zumindest zu verringern. Oberwellenströme können insbesondere bei nicht-linearen Verbrauchern, wie es beispielsweise Gleichrichter mit nachfolgender Glättung in Netzteilen sind, auftreten, da bei derartigen Verbrauchern der Eingangsstrom trotz der sinusförmigen Eingangsspannung in seiner Phase verschoben und nicht-sinusförmig verzerrt wird. Den dabei auftretenden höherfrequenten Oberschwingungen kann durch eine dem jeweiligen Gerät vorgeschaltete aktive oder getaktete Leistungsfaktorkorrektur-Schaltung entgegengewirkt werden.

**[0003]** Leistungsfaktorkorrekturschaltungen werden auch bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel eingesetzt, beispielsweise bei elektronischen Vorschaltgeräten oder LED-Konvertern. Die Verwendung derartiger Schaltungen bei Geräten zum Betreiben von Leuchtmitteln ist wünschenswert oder erforderlich, da Normen die zulässige Rücksendung von Oberwellen in das Versorgungsnetz beschränken.

**[0004]** Für Leistungsfaktorkorrekturschaltungen wird häufig eine Schaltungstopologie verwendet, die auf der Topologie eines Aufwärtswandlers beruht. Dabei wird eine mit einer gleichgerichteten Wechselspannung versorgte Induktivität oder Spule durch Einschalten und Ausschalten eines steuerbaren Schalters mit Energie geladen bzw. entladen. Der Entladestrom der Induktivität fließt über eine Diode zu einer Ausgangskapazität, so dass am Ausgang eine gegenüber der Eingangsspannung erhöhte Gleichspannung abgegriffen werden kann. Ebenso sind jedoch auch andere Konverterarten in Leistungsfaktorkorrektur-Schaltungen üblich, wie beispielsweise Flyback-Konverter oder Buck-Konverter.

**[0005]** Eine derartige Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden. Insbesondere ist ein Betrieb mit einem kontinuierlichen Strom durch die zuvor erwähnte Induktivität (so genannter „Continuous Conduction Mode“), ein Betrieb mit einem diskontinuierlichen Induktivitäts- oder Spulenstrom („Discontinuous Conduction Mode“, auch DCM-Betriebsmodus) oder ein Betrieb im Grenzbereich zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Strom durch die Induktivität bekannt. Der zuletzt erwähnte Betriebsmodus, der gerade an der Grenze zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Betrieb liegt, wird auch als so genannter „Critical Conduction Mode“ (CCM-Betriebsmodus) oder „Boundary Conduction Mode“ bezeichnet.

**[0006]** Um eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung im CCM-Betriebsmodus zu betreiben, kann eine Steuereinheit eingesetzt werden, die an einem Eingang ein Eingangssignal empfängt, das von dem Strom in der Induktivität abhängt. Das Eingangssignal kann beispielsweise induktiv mit einer Detektionswindung erfasst und dem Eingang zugeführt werden. Die Steuereinheit kann so ausgestaltet sein, dass sie basierend auf dem Eingangssignal Nulldurchgänge des Stroms durch die Induktivität erkennt und als Antwort darauf ein Steuersignal aussteuert, um einen neuen Ladevorgang der Induktivität zu beginnen. Die Steuereinheit kann das Signal, das vom Strom durch die Induktivität abhängt, mit einem Schwellenwert vergleichen, um ein erneutes Schalten des Schalters in den Ein-Zustand abhängig von einem Ergebnis des Schwellenwertvergleichs einzuleiten. Entsprechend ausgestaltete Steuereinheiten können in Form von integrierten Halbleiterschaltungen ausgeführt sein.

**[0007]** Um die Ausgangsleistung anpassen zu können, kann die Zeitspanne, in der der Schalter jeweils in den Ein-Zustand geschaltet wird und die auch als „ $T_{on}$ -Zeit“ bezeichnet wird, angepasst werden. Betriebsgeräte für Leuchtmittel sollen für zunehmend größere Leistungsbereiche verwendbar sein. Bei herkömmlichen Leistungsfaktorkorrekturschaltungen, bei denen die Steu-

ereinheit bei einem Nulldurchgang des Stroms durch die Induktivität den Schalter erneut schaltet, kann die Bereitstellung von Ausgangsleistungen, die klein im Vergleich zur maximalen Ausgangsleistung sind, mit Schwierigkeiten verbunden sein. Beispielsweise kann die  $T_{on}$ -Zeit nicht beliebig verkürzt werden. Es kann zu einem unerwünschten Übergang in einen so genannten „Burst“-Modus kommen, bei dem zur Vermeidung unzulässig hoher Ausgangsspannungen die Leistungsfaktorkorrekturschaltung vorübergehend ausgeschaltet bleibt. Die resultierenden Helligkeitsschwankungen in dem Licht, das von dem Leuchtmittel ausgegeben wird, werden als unangenehm empfunden.

**[0008]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur bereitzustellen, die das Risiko eines Übergangs in den „Burst“-Modus bei Abgabe kleinerer Leistungen verringert. Insbesondere besteht ein Bedarf an derartigen Vorrichtungen und Verfahren, bei denen eine integrierte Halbleiterschaltung, die zur Durchführung eines Schwellenwertvergleichs und zur Steuerung im CCM-Betriebsmodus eingerichtet ist, als Steuereinheit verwendet werden kann.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung, ein Betriebsgerät und ein Verfahren mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmalen gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

**[0010]** Bei einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Ausführungsbeispielen ist eine Verzögerungsschaltung vorgesehen, die in wenigstens einem Betriebsmodus mit einem Eingang einer Steuereinheit der Leistungsfaktorkorrekturschaltung gekoppelt wird, um ein erneutes Schalten eines steuerbaren Schaltmittels für eine vorgegebene Zeitdauer zu verzögern. Insbesondere kann durch die Verzögerung eine Aus-Zeit des Schaltmittels (auch als „ $T_{off}$ -Zeit“ bezeichnet) realisiert werden, die von einem Strom durch die Induktivität der Leistungsfaktorkorrekturschaltung unabhängig ist. Die Aus-Zeit kann konstant sein. Durch diese Maßnahme kann ein erneutes Laden der Induktivität mit Energie verzögert werden. Dies kann selektiv für kleine Ausgangsleistungen geschehen, beispielsweise wenn eine kleine Last mit einem Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung verbunden ist und/oder wenn basierend auf einem Dimmbefehl die Ausgangsleistung eines Betriebsgeräts verringert wird.

**[0011]** Die Verwendung der Verzögerungsschaltung, die mit einem Gate-Knoten des steuerbaren Schaltmittels verbunden sein kann, erlaubt es, eine Steuereinheit, die für einen „Critical Conduction Mode“ (CCM-Betriebsmodus) der Leistungsfaktorkorrekturschaltung ausgelegt ist, auch zu verwenden, um eine Steuerung mit konstanter Aus-Zeit des Schaltmittels der Leistungsfaktorkorrekturschaltung zu realisieren. Somit kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung in einem Betriebsmodus durch Verwendung der Verzögerungsschaltung auch mit einem diskontinuierlichen Induktivitäts- oder Spulenstrom ("Discontinuous Conduction Mode") betrieben werden, ohne die für einen CCM-Betriebsmodus ausgelegte Steuereinheit hierfür anpassen zu müssen.

**[0012]** Die Steuereinheit kann als integrierte Halbleiterschaltung, insbesondere als anwendungsspezifische integrierte Halbleiterschaltung (ASIC - „application specific integrated circuit“) ausgestaltet sein. Die Steuereinheit kann eingerichtet sein, um ein an einem Eingang empfangenes Eingangssignal einem Schwellenwertvergleich zu unterziehen. Die Steuereinheit kann einen entsprechenden Komparator umfassen. Die Steuereinheit kann so eingerichtet sein, dass sie abhängig von dem Schwellenwertvergleich ein Steuersignal zum Steuern des Schaltmittels aussteuert, um das Schaltmittel in den Ein-Zustand zu schalten. Die Steuereinheit kann auch so eingerichtet sein, dass sie eine Zeitdauer, während der das Schaltmittel im Ein-Zustand bleibt ( $T_{on}$ -Zeit), abhängig von einer Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung, einer Ausgangsleistung, dem Betriebszustand (z.B. Ruhemodus oder Betrieb) und/oder einem Dimmlevel einstellt.

**[0013]** Eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel umfasst einen Eingangsanschluss zum Empfangen einer Eingangsspannung, eine mit dem Eingangsanschluss gekoppelte Induktivität, ein mit der Induktivität gekoppeltes Schaltmittel, das steuerbar

ist, um die Induktivität getaktet zu laden und zu entladen, eine Steuereinheit zum Ansteuern des Schaltmittels und eine Verzögerungsschaltung. Die Steuereinheit weist einen Eingang und einen mit dem Schaltmittel gekoppelten Ausgang zum Ansteuern des Schaltmittels auf und ist eingerichtet, um das Schaltmittel in Abhängigkeit von einem Eingangssignal an dem Eingang von einem Aus-Zustand in einen Ein-Zustand zu schalten. Die Verzögerungsschaltung ist mit der Steuereinheit gekoppelt und eingerichtet, um in wenigstens einem Betriebsmodus der Leistungsfaktorkorrekturschaltung ein Schalten des Schaltmittels in den Ein-Zustand zu verzögern.

**[0014]** Die Verzögerungsschaltung kann insbesondere so eingerichtet sein, dass sie ein erneutes Schalten des Schaltmittels in den Ein-Zustand über den Zeitpunkt hinaus verzögert, an dem ein durch die Induktivität fließender Strom einen Nulldurchgang aufweist. Die Zeitdauer, während der das Schaltmittel im Aus-Zustand bleibt, kann konstant, insbesondere unabhängig vom Strom durch die Induktivität sein, wenn die Verzögerungsschaltung das Eingangssignal der Steuereinheit liefert.

**[0015]** Die Verzögerungsschaltung kann mit dem Ausgang der Steuereinheit gekoppelt und eingerichtet sein, um in dem wenigstens einen Betriebsmodus das Eingangssignal an den Eingang der Steuereinheit bereitzustellen.

**[0016]** Die Verzögerungsschaltung kann ein RC-Glied oder ein LC-Glied umfassen. Die Verzögerungsschaltung kann mit einem Gate-Knoten des steuerbaren Schaltmittels gekoppelt sein. Eine Kapazität der Verzögerungsschaltung kann aufgeladen werden, während die Steuereinheit am Ausgang ein Steuersignal aussteuert, mit dem das Schaltmittel in den Ein-Zustand geschaltet wird.

**[0017]** Ein Verfahren zum Steuern einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel umfasst ein Überwachen eines Signals, um abhängig von einem Schwellenwertvergleich des Signals ein Schaltmittel der Leistungsfaktorkorrekturschaltung in den Ein-Zustand zu schalten. In wenigstens einem Betriebsmodus der Leistungsfaktorkorrekturschaltung ist das überwachte Signal ein von einer Verzögerungsschaltung bereitgestelltes Signal, um das Schaltmittel jeweils nach einer vorgegebenen Zeitdauer wieder in den Ein-Zustand zu schalten.

**[0018]** Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung und das Verfahren können so ausgestaltet sein, dass wahlweise ein Betrieb im CCM-Betriebsmodus oder ein Betrieb mit konstanter  $T_{off}$ -Zeit erfolgen kann. Ein Umschalten zwischen den beiden Betriebsmodi kann von einer weiteren Steuereinheit kontrolliert werden. Dazu kann die weitere Steuereinheit beispielsweise durch eines weiteren steuerbaren Schaltmittel steuern. Das weitere steuerbare Schaltmittel kann zwischen die Verzögerungsschaltung und den Eingang der Steuereinheit geschaltet sein.

**[0019]** Das weitere steuerbare Schaltmittel kann einen ersten Zustand aufweisen, in dem die Verzögerungsschaltung elektrisch leitend mit dem Eingang der Steuereinheit verbunden ist. In diesem ersten Zustand des weiteren steuerbaren Schaltmittels kann beispielsweise eine Spannung an einer Kapazität der Verzögerungsschaltung als Eingangssignal an dem Eingang der Steuereinheit anliegen.

**[0020]** Das weitere steuerbare Schaltmittel kann einen zweiten Zustand aufweisen, in dem über das weitere steuerbare Schaltmittel dem Eingang der Steuereinheit ein Signal zugeführt wird, das von einem durch die Induktivität fließenden Strom abhängt. Dieses Signal kann beispielsweise über eine mit der Induktivität der Leistungsfaktorkorrekturschaltung induktiv gekoppelte weitere Induktivität erfasst werden.

**[0021]** Die weitere Steuereinheit, die das weitere steuerbare Schaltmittel steuert, kann als integrierte Halbleiterschaltung ausgestaltete sein. Die weitere Steuereinheit kann ein von der Steuereinheit verschiedener ASIC sein.

**[0022]** Die weitere Steuereinheit kann alternativ oder zusätzlich auch eingereichtet, um eine Zeitkonstante der Verzögerungsschaltung einzustellen. Die Verzögerungsschaltung kann ein einstellbares Element umfassen. Dabei kann es sich beispielsweise um einen auf mehrere Widerstandswerte einstellbaren Widerstand und/oder um eine auf mehrere Kapazitätswerte einstellbare Kapazität handeln. Die weitere Steuereinheit kann das einstellbare Element der

Verzögerungsschaltung einstellen, um eine Dauer der  $T_{off}$ -Zeit einzustellen.

**[0023]** Die weitere Steuereinheit kann eingerichtet sein, um das weitere Schaltmittel und/oder das einstellbare Element der Verzögerungsschaltung abhängig von einer Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung zu steuern. Die weitere Steuereinheit kann eingerichtet sein, um das weitere Schaltmittel und/oder das einstellbare Element der Verzögerungsschaltung abhängig von einer Ausgangsleistung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung zu steuern. Die weitere Steuereinheit kann eingerichtet sein, um das weitere Schaltmittel und/oder das einstellbare Element der Verzögerungsschaltung abhängig von einem gewünschten Dimmlevel eines Leuchtmittels zu steuern.

**[0024]** Verfahren und Leistungsfaktorkorrekturschaltungen nach Ausführungsbeispielen können bei einem Betriebsgeräten für ein Leuchtmittel, beispielsweise bei einem elektronischen Vorschaltgerät für ein Fluoreszenzleuchtmittel oder einen LED-Konverter, verwendet werden. Bei dieser Verwendung ermöglichen Ausführungsbeispiele der Erfindung, dass das Risiko, dass eine Fehlerabschaltung erforderlich wird und/oder ein Übergang in einen „Burst“-Modus erfolgt, verringert werden kann.

**[0025]** Nach weiteren Ausführungsbeispielen wird ein Betriebsgerät für ein Leuchtmittel angegeben, das die Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel umfasst. Das Betriebsgerät kann ein LED-Konverter sein. Das Betriebsgerät kann ein elektronisches Vorschaltgerät sein.

**[0026]** Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein Beleuchtungssystem angegeben, das das Betriebsgerät und ein damit gekoppeltes Leuchtmittel umfasst. Das Leuchtmittel kann ein oder mehrere Leuchtdioden (LEDs) umfassen. Die LEDs können anorganische und/oder organische LEDs umfassen. Die LEDs können in ein LED-Modul integriert sein, das separat von dem Betriebsgerät ausgeführt ist. Das Beleuchtungssystem kann weiterhin eine zentrale Steuerung umfassen, die eingerichtet ist, um Dimmbefehle an das Betriebsgerät zu übermitteln oder vom Betriebsgerät übertragene Signale auszuwerten.

**[0027]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen erläutert.

**[0028]** FIG. 1 zeigt ein Beleuchtungssystem mit einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel.

**[0029]** FIG. 2 zeigt ein Schaltbild einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel.

**[0030]** FIG. 3 zeigt ein Ausgangssignal und Eingangssignal der Steuereinheit einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung sowie den resultierenden Strom in einem Betriebsmodus mit diskontinuierlichem Strom durch die Induktivität.

**[0031]** FIG. 4 zeigt ein Schaltbild einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0032]** FIG. 5 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens nach einem Ausführungsbeispiel.

**[0033]** FIG. 6 zeigt ein Ausgangssignal und Eingangssignal der Steuereinheit einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung sowie den resultierenden Strom in einem CCM-Betriebsmodus.

**[0034]** FIG. 7 illustriert Komponenten einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0035]** FIG. 8 zeigt ein Schaltbild einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel.

**[0036]** FIG. 1 zeigt eine Blockdiagrammdarstellung eines Beleuchtungssystems 1, das ein Betriebsgerät 2 für ein Leuchtmittel 3 umfasst. Das Leuchtmittel 3 kann beispielsweise LEDs umfassen. Das Betriebsgerät 2 kann mit einem Bus 4 oder einem Drahtloskommunikationssys-

tem verbunden sein, um Dimmbefehle zu empfangen und/oder Statusmeldungen auszugeben.

**[0037]** Das Betriebsgerät 2 kann beispielsweise als elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für eine Gasentladungslampe, Leuchtstofflampe oder ein anderes Fluoreszenzleuchtmittel oder als LED-Konverter ausgestaltet sein. Das Betriebsgerät 2 weist einen Gleichrichter 10 zum Gleichrichten einer Versorgungsspannung, beispielsweise der Netzspannung auf. Das Betriebsgerät 2 weist eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 stellt eine Ausgangsspannung für nachgeschaltete Komponenten des Betriebsgeräts 2 bereit, die auch als Busspannung Vbus bezeichnet wird. Eine weitere Spannungsumsetzung und/oder Dimmfunktionen können beispielsweise über einen DC/DC-Wandler 12, der als LLC-Resonanzwandler ausgestaltet sein kann, und/oder einen Ausgangstreiber 13 erreicht werden. Eine Steuereinrichtung 14 kann verschiedene Steuer- oder Regelfunktionen erfüllen, beispielsweise zur Umsetzung von Dimmbefehlen, die über den Bus 4 übertragen werden.

**[0038]** Die Funktionsweise der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 nach Ausführungsbeispielen wird unter Bezugnahme auf FIG. 2-8 ausführlicher beschrieben. Während in FIG. 1 schematisch ein Betriebsgerät dargestellt ist, bei dem die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 eine Busspannung an andere Komponenten des Betriebsgeräts 2 bereitstellt, kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Ausführungsbeispielen auch als isolierte Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit nachgeschalteter Treiberstufe verwendet werden.

**[0039]** FIG. 2 ist ein Schaltbild der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 nach einem Ausführungsbeispiel. Eine Versorgungs-Wechselspannung, beispielsweise die Netzspannung, wird von einem (in FIG. 2 nicht dargestellten) Gleichrichter in eine gleichgerichtete Wechselspannung umgesetzt, die als Eingangsspannung Vin zwischen einem Eingangsanschluss der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 und Masse anliegt.

**[0040]** Die Eingangs-Wechselspannung Vin wird von einem Glättungskondensator 20 gefiltert und einer Induktivität 21 zugeführt, die eine Spule umfassen kann. Die Induktivität 21 ist mit einer Diode 22 zwischen dem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 in Serie geschaltet. An dem mit einem Ausgangskondensator 23 gekoppelten Ausgangsanschluss wird eine Ausgangs-Gleichspannung Vout bereitgestellt. Die Ausgangs-Gleichspannung Vout dient zur Versorgung einer Last, welcher die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 vorgeschaltet ist. Bei der Last kann es sich beispielsweise um einen Gleichspannungs-Gleichspannungswandler mit damit verbundenem Leuchtmittel oder ein Betriebsgerät für ein Leuchtmittel handeln.

**[0041]** An die Verbindung zwischen der Induktivität 21 und der Diode 22 ist ein steuerbarer Schalter 24 angeschlossen, der als steuerbares Schaltmittel dient. Der steuerbare Schalter 24 kann über einen Shunt-Widerstand 25 mit Masse verbunden sein. Der Schalter 24 ist ein steuerbarer elektronischer Schalter, der ein Leistungsschalter sein kann und der beispielsweise als Feldeffekttransistor (FET), insbesondere als MOSFET, ausgebildet sein kann. Der Schalter 24 wird von einer Steuereinheit 30 der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 in den Ein-Zustand und den Aus-Zustand geschaltet. Die Steuereinheit 30 weist einen entsprechenden Ausgang 37 zum Aussteuern eines Steuersignals auf, mit dem beispielsweise die Gatespannung des Schalters 24 kontrolliert werden kann.

**[0042]** Im eingeschalteten Zustand des Schalters 24 ist die Induktivität 21 über den Schalter 24 mit Masse verbunden, wobei die Diode 22 sperrt, so dass die Induktivität 21 aufgeladen und Energie in der Induktivität 21 gespeichert wird. Ist hingegen der Schalter 24 ausgeschaltet, d.h. offen, ist die Diode 22 leitend, so dass sich die Induktivität 21 über die Diode 22 in den Ausgangskondensator 23 entladen kann und die in der Induktivität 21 gespeicherte Energie in den Ausgangskondensator 23 übertragen wird.

**[0043]** Der Schalter 24 wird von der Steuereinheit 30 angesteuert, die in Form einer integrierten Schaltung, insbesondere als anwendungsspezifische Spezialschaltung (ASIC), ausgestaltet sein kann. Die Leistungsfaktorkorrektur wird durch wiederholtes Ein- und Ausschalten des Schalters 24 erzielt, wobei die Schaltfrequenz für den Schalter 24 viel größer als die Frequenz

der gleichgerichteten Eingangs-Wechselspannung  $V_{in}$  ist. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 kann als Boost-Konverter arbeiten. Die Funktionsweise der Steuereinrichtung 30 wird unter Bezugnahme auf FIG. 3-8 noch ausführlich beschrieben.

**[0044]** Die Steuereinheit 30 weist einen Eingang 35 auf. Abhängig von einem an dem Eingang 35 empfangenen Eingangssignal kann die Steuereinheit 30 den Schalter 24 in den Ein-Zustand schalten. Das an dem Eingang 35 empfangene Eingangssignal bestimmt somit die Aus-Zeit („ $T_{off}$ -Zeit“), d.h. die Zeitdauer, während der der Schalter 24 nach dem Schalten in den Aus-Zustand im Aus-Zustand bleibt, bevor er wieder in den Ein-Zustand geschaltet wird. Die Steuereinheit 30 kann das an dem Eingang 35 empfangene Eingangssignal einem Schwellenwertvergleich unterziehen. Dazu kann die Steuereinheit 30 beispielsweise einen entsprechenden Komparator umfassen. Abhängig von einem Ergebnis des Schwellenwertvergleichs kann die Steuereinheit 30 den Schalter 24 in den Ein-Zustand schalten. Beispielsweise kann die Steuereinheit 30 den Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand schalten, wenn das an dem Eingang 35 empfangene Eingangssignal einen Schwellenwert unterschreitet. Die Steuereinheit 30 kann so ausgestaltet sein, dass eine Erkennung eines Nulldurchgangs für das an dem Eingang 35 empfangene Eingangssignal durchgeführt wird. Ein erkannter Nulldurchgang kann ein Schalten des Schalters 24 in den Ein-Zustand auslösen.

**[0045]** Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 ist so ausgestaltet, dass in wenigstens einem Betriebsmodus ein Schalten des Schalters 24 über den Zeitpunkt hinaus verzögert wird, an dem ein Strom in der Induktivität 21 auf Null abfällt bzw. einen Nulldurchgang aufweist. Dazu kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 eine Verzögerungsschaltung aufweisen, die in dem wenigstens einen Betriebsmodus das Eingangssignal für den Eingang 35 der Steuereinheit 30 bereitstellt. Die Verzögerungsschaltung kann so ausgestaltet sein, dass die Steuereinheit 30 in dem wenigstens einen Betriebsmodus den Schalter 24 jeweils nach einer Aus-Zeit, die vom Strom durch die Induktivität 21 unabhängig ist, wieder in den Ein-Zustand schaltet. Die Verzögerungsschaltung kann eine konstante Aus-Zeit verwirklichen. Diese kann so gewählt sein, dass sie länger als die Zeitdauer ist, bei der der Strom durch die Induktivität 21 in dem wenigstens einen Betriebsmodus auf Null abfällt, nachdem der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet wurde.

**[0046]** Die Verzögerungsschaltung kann ein RC-Glied mit einer Kapazität 28 und einem Widerstand 29 umfassen. Das RC-Glied kann mit einem Gate-Knoten des Schalters 24 und somit mit dem Ausgang 37 der Steuereinheit 30 gekoppelt sein. Die Steuereinheit 30 kann in dem wenigstens einen Betriebsmodus, in dem eine Steuerung des Schalters 24 mit konstanter Aus-Zeit erfolgt, die über die Kapazität 28 abfallende Spannung als Eingangssignal an dem Eingang 35 empfangen. Der Widerstand 29 und die Kapazität 28 sind so gewählt, dass die Zeitkonstante  $\tau = R_{AUS} \cdot C$  des RC-Glieds so festgelegt ist, dass die Spannung an der Kapazität 28 in der gewünschten Aus-Zeit bis auf einen Schwellenwert abfällt, wenn sich die Kapazität 28 über den Widerstand 29 entlädt. Dabei ist  $R_{AUS}$  der Widerstandswert des Widerstands 28, über den sich die Kapazität 28 entlädt, wenn der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet ist, und  $C$  die Kapazität des Kondensators 28. Insbesondere können der Widerstand 29 und die Kapazität 28 so gewählt sein, dass die Zeitkonstante  $\tau = R_{AUS} \cdot C$  ausreichend groß ist, dass sich die Kapazität 28 erst dann bis auf den Schwellenwert entlädt, nachdem der Strom durch die Induktivität 21 einen Abfall bis auf im Wesentlichen einen Nullwert aufweist.

**[0047]** Die Kapazität 28 des RC-Glieds kann über eine Diode 26 und einen weiteren Widerstand 27 mit dem Gate des Schalters 24 verbunden sein. Wenn die Steuereinheit 30 den Schalter 24 in den Ein-Zustand schaltet, wird die Kapazität 28 über die Diode 26 und den weiteren Widerstand 27 aufgeladen. Der weitere Widerstand 27 wird so gewählt, dass während der Zeitdauer, in der der Schalter 24 in den Ein-Zustand geschaltet ist, die Kapazität 28 geladen werden kann. Beispielsweise kann der weitere Widerstand 27 so gewählt sein, dass eine Zeitkonstante  $\tau' = R_{EIN} \cdot C$  kleiner als die minimale Zeitdauer ist, für die die Steuereinheit 30 den Schalter 24 in den Ein-Zustand schaltet, d.h. kleiner als das Minimum der Ein-Zeit („ $T_{on}$ -Zeit“). Dabei ist  $R_{EIN}$  der Widerstandswert des Widerstands 27, über den die Kapazität 28 geladen wird, wenn der Schalter 24 in den Ein-Zustand geschaltet ist, und  $C$  die Kapazität des Kondensators 28.

**[0048]** Die Steuereinheit 30 kann weitere Eingänge aufweisen. Beispielsweise kann ein weiterer Eingang 31 mit einem Spannungsteiler mit Widerständen 63, 64 gekoppelt sein, um die Ausgangsspannung zu erfassen. Ein weiterer Eingang 37 kann mit einem weiteren Spannungsteiler mit Widerständen 61, 62 gekoppelt sein, um die geglättete Eingangsspannung zu erfassen. Die Steuereinheit 30 kann die Dauer der Ein-Zeit („ $T_{on}$ -Zeit“) abhängig von der Eingangsspannung und/oder der Ausgangsspannung setzen. Die Dauer der Ein-Zeit kann unabhängig von dem Eingangssignal, das an dem Eingang 35 empfangen wird, bestimmt werden. Das Eingangssignal, das von der Verzögerungsschaltung an dem Eingang 35 bereitgestellt wird, kann von der Steuereinheit 30 zur Bestimmung des Zeitpunkts verwendet werden, an dem der Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand geschaltet wird und somit die Aus-Zeit („ $T_{off}$ -Zeit“) festlegen.

**[0049]** Durch die Verwendung der Verzögerungsschaltung, die in wenigstens einem Betriebsmodus das Eingangssignal am Eingang 35 der Steuereinheit 30 bereitstellt, kann eine Steuereinheit 30, bei der ein Schwellenwertvergleich des Eingangssignals ein erneutes Schalten des Schalters 24 in den Ein-Zustand auslöst, auch zum Betrieb in einem diskontinuierlichen Betrieb (DCM-Betriebsmodus) verwendet werden. Eine spezifische Anpassung der Steuereinheit 30 zur Verwendung auf für einen DCM-Betriebsmodus ist nicht erforderlich.

**[0050]** FIG. 3 veranschaulicht die Wirkungsweise der Steuereinheit 30 bei der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11, wenn die Verzögerungsschaltung das Eingangssignal an den Eingang 35 bereitstellt.

**[0051]** Die Steuereinheit 30 gibt über den Ausgang 37 ein Steuersignal Ctrl-S1 zum Steuern des Schalters 24 aus, das bei 71 dargestellt ist. Die Steuereinheit empfängt am Eingang 35 die Spannung an der Kapazität 28 als Eingangssignal 72.

**[0052]** Wenn der Schalter 24 in den Ein-Zustand geschaltet wird, wird die Kapazität 28 geladen. Der weitere Widerstand 27 kann so gewählt sein, dass die Zeitkonstante für den Ladevorgang kleiner ist als eine Ein-Zeit 76 bzw. kleiner als eine durch die Steuereinheit 30 realisierbare minimale Ein-Zeit. Wenn nach der Ein-Zeit 76 der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet wird, entlädt sich die Kapazität 28 über den Widerstand 29. Die Steuereinheit vergleicht das Eingangssignal am Eingang 35 mit einem Schwellenwert 74. Auf diese Weise wird ein Zeitpunkt  $T_{ZX}$  erkannt, an dem das Eingangssignal 72 den Schwellenwert 74 erreicht. Als Antwort darauf schaltet die Steuereinheit den Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand. Die Aus-Zeit 77, d.h. die Zeitdauer, in der der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet bleibt, wird durch die Verzögerungsschaltung bestimmt.

**[0053]** Der resultierende Spulenstrom 73 durch die Induktivität 21 steigt an, wenn der Schalter 24 in den Ein-Zustand geschaltet wird, um Energie in der Induktivität 21 zu speichern. Nach dem Ausschalten des Schalters 24 fällt der Spulenstrom bei einer Zeit 75 im Wesentlichen bis auf Null ab. Der Schalter 24 wird jedoch noch nicht unmittelbar bei der Zeit 75, sondern erst nach Ablauf der Aus-Zeit 77 wieder in den Ein-Zustand geschaltet. Das Risiko eines Übergangs in einen so genannten „Burst“-Modus und des Auftretens von unerwünschten Helligkeitsschwankungen kann so verringert werden.

**[0054]** Durch die Verzögerungsschaltung, die zur Realisierung eines DCM-Betriebsmodus das Eingangssignal an den Eingang 35 der Steuereinheit 30 bereitstellt, kann eine Aus-Zeit 77 realisiert werden, die vom Nulldurchgang des Spulenstroms unabhängig ist. Die Aus-Zeit 77 kann konstant sein. Die Aus-Zeit 77 kann abhängig von einem Dimmlevel und/oder einer Last eingestellt werden, wie noch ausführlicher beschrieben wird. Dazu kann die Kapazität und/oder der Widerstand des RC-Glieds der Verzögerungsschaltung eingestellt werden.

**[0055]** Eine Verzögerungsschaltung, die mit der Steuereinheit 30 gekoppelt ist, kann auch bei einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung verwendet werden, die wahlweise in unterschiedlichen Betriebsmodi betrieben werden kann, wie unter Bezugnahme auf FIG. 4-8 noch näher beschrieben wird. Insbesondere kann ein steuerbares Schaltmittel zwischen der Verzögerungsschaltung und dem Eingang 35 vorgesehen sein, um zwischen unterschiedlichen Betriebsmodi

umzuschalten.

**[0056]** FIG. 4 ist ein Schaltbild einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 nach einem Ausführungsbeispiel. Elemente und Einrichtungen, die in Funktion und Ausgestaltung Elementen und Einrichtungen entsprechen, die unter Bezugnahme auf FIG. 1-3 beschrieben wurden, sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

**[0057]** Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 weist ein weiteres steuerbares Schaltmittel 51 auf. Das weitere steuerbare Schaltmittel 51 kann einen oder mehrere Leistungsschalter umfassen. Beispielsweise kann das weitere steuerbare Schaltmittel 51 zwei FETs, insbesondere zwei MOSFETs umfassen, um selektiv entweder die Verzögerungsschaltung oder eine weitere Induktivität 52 mit dem Eingang 35 zu verbinden.

**[0058]** Das weitere steuerbare Schaltmittel 51 kann so gesteuert werden, dass in einem Betriebsmodus der Eingang 35 der Steuereinheit 30 mit der Verzögerungsschaltung elektrisch leitend verbunden ist, so dass die Spannung an der Kapazität 28 als Eingangssignal am Eingang 35 empfangen wird.

**[0059]** Das weitere steuerbare Schaltmittel 51 kann so gesteuert werden, dass in einem weiteren Betriebsmodus dem Eingang 35 ein anderes Signal als Eingangssignal zugeführt wird. Beispielsweise kann in dem weiteren Betriebsmodus dem Eingang 35 ein Signal zugeführt werden, das von dem Spulenstrom der Induktivität 21 abhängt. In dem weiteren Betriebsmodus kann dem Eingang 35 ein Signal zugeführt werden, das eine Ermittlung des Zeitpunkts erlaubt, an dem der Spulestrom einen Nulldurchgang aufweist. Dazu kann wenigstens eine Windung oder eine andere weitere Induktivität 52 verwendet werden, die induktiv mit der Induktivität 21 gekoppelt ist. Die weitere Induktivität 52 kann über einen Widerstand 53 mit dem weiteren steuerbaren Schaltmittel 51 verbunden sein. In dem weiteren Betriebsmodus kann über die weitere Induktivität 52, den Widerstand 53 und das weitere steuerbare Schaltmittel 51 an dem Eingang 35 eine Spannung anliegen, die von einer Zeitableitung des Spulenstroms in der Induktivität 21 abhängt. Ein derartiges Signal erlaubt die Erkennung eines Nulldurchgangs des Spulenstroms.

**[0060]** Das weitere steuerbare Schaltmittel 51 kann von einer weiteren Steuereinheit 40 gesteuert werden. Die weitere Steuereinheit 40 kann als integrierte Halbleiterschaltung ausgestaltet sein. Die weitere Steuereinheit 40 kann als weiterer ASIC ausgestaltet sein. Die weitere Steuereinheit 40 kann von der Steuereinheit 30 verschieden sein. Die weitere Steuereinheit 40 kann die Steuereinrichtung 14 des Betriebsgeräts sein, in dem die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 verwendet wird.

**[0061]** Die weitere Steuereinheit 40 kann ein Auswahlsignal sel über einen Ausgang 41 ausgeben, um das weitere steuerbare Schaltmittel 51 zu steuern. Beispielsweise kann das Schaltmittel 51 abhängig von einem gewünschten Betriebsmodus so gesteuert werden, dass wahlweise ein Signal, das von dem Spulenstrom durch die Induktivität 21 abhängt, oder ein Signal, das von der Spannung an der Kapazität 28 abhängt, als Eingangssignal am Eingang 35 der Steuereinheit 30 anliegt. Die Steuereinheit 30 kann das Eingangssignal am Eingang 35 jeweils auf dieselbe Weise verarbeiten, unabhängig davon, wie das weitere steuerbare Schaltmittel 51 gerade angesteuert wird. Insbesondere kann die Steuereinheit 30 das Eingangssignal am Eingang 35 einem Schwellenwertvergleich unterziehen und unabhängig von dem Schwellenwertvergleich den Schalter 24 in den Ein-Zustand schalten, unabhängig davon, ob das Schaltmittel 51 die weitere Induktivität 52 oder die Kapazität 28 leitend mit dem Eingang 35 verbindet. Auf diese Weise kann durch Steuerung des weiteren steuerbaren Schaltmittels 51 zwischen einem CCM-Betriebsmodus und einem DCM-Betriebsmodus gewechselt werden, ohne dass dazu die Arbeitsweise der Steuereinheit 30 selbst modifiziert werden muss.

**[0062]** Die weitere Steuereinheit 40 kann das weitere Schaltmittel 51 unabhängig von unterschiedlichen Parametern steuern, beispielsweise unabhängig von einer Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 und/oder unabhängig von einem Dimmlevel. Ein Dimmlevel kann beispielsweise über einen Stellbefehl, der über den Bus 4 empfangen wird, vorgegeben

und/oder von dem Betriebsgerät selbst bestimmt werden, beispielsweise zur Realisierung einer Helligkeitsregelung. Die weitere Steuereinheit 40 kann zusätzlich oder alternativ auch ein Element der Verzögerungsschaltung abhängig von der Last und/oder abhängig von dem Dimmlevel einstellen. Beispielsweise kann der Widerstand 29, über den sich die Kapazität 28 entlädt, einstellbar sein, und die weitere Steuereinheit 40 kann den Widerstand 29 abhängig von der Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung und/oder abhängig von dem Dimmlevel einstellen.

**[0063]** FIG. 5 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens 80, das von der Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel durchgeführt werden kann.

**[0064]** Bei Schritt 81 werden eine Last und/oder ein Dimmlevel bestimmt. Bei Schritt 82 wird abhängig von der Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung und/oder abhängig von dem Dimmlevel bestimmt, ob die Leistungsfaktorkorrekturschaltung in einem Betriebsmodus betrieben werden soll, bei dem die Aus-Zeit des Schalters 24 konstant sein soll.

**[0065]** Das Bestimmen bei Schritt 82 kann so durchgeführt werden, dass ein Betriebsmodus mit konstanter Aus-Zeit aktiviert wird, wenn die Last kleiner als ein Schwellenwert ist. Das Bestimmen bei Schritt 82 kann auch so durchgeführt werden, dass ein Betriebsmodus mit konstanter Aus-Zeit aktiviert wird, wenn der Dimmlevel kleiner als ein Schwellenwert ist.

**[0066]** Falls bei Schritt 82 ermittelt wird, dass kein Betriebsmodus mit konstanter Aus-Zeit gewählt werden soll, fährt das Verfahren bei Schritt 83 fort. Bei Schritt 83 wird ein von dem Spulenstrom durch die Induktivität 21 abhängiges Eingangssignal an den Eingang 35 bereitgestellt. Es kann ein Betrieb beispielsweise in einem CCM-Betriebsmodus erfolgen. Die Steuereinheit 30 schaltet den Schalter 24 abhängig von dem Eingangssignal, das von dem Spulenstrom abhängt, in den Ein-Zustand.

**[0067]** Falls bei Schritt 82 ermittelt wird, dass ein Betriebsmodus mit konstanter Aus-Zeit des Schalters 24 gewählt werden soll, fährt das Verfahren bei Schritt 84 fort. Bei Schritt 84 kann ein Element der Verzögerungsschaltung abhängig von der bestimmten Last und/oder abhängig von dem bestimmten Dimmlevel eingestellt werden. Beispielsweise kann der Widerstand 29 und/oder die Kapazität 28 so eingestellt werden, dass eine von der Last und/oder dem Dimmlevel abhängige Zeitkonstante des RC-Glieds erreicht wird.

**[0068]** Falls bei Schritt 82 ermittelt wird, dass ein Betriebsmodus mit konstanter Aus-Zeit des Schalters 24 gewählt werden soll, wird bei Schritt 85 ein Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung als Eingangssignal an den Eingang 35 der Steuereinheit bereitgestellt. Es kann ein Betrieb beispielsweise in einem DCM-Betriebsmodus erfolgen. Die Steuereinheit 30 schaltet den Schalter 24 unabhängig von dem Spulenstrom durch die Induktivität 21 wieder in den Ein-Zustand, nachdem eine durch die Verzögerungsschaltung festgelegte Zeit abgelaufen ist.

**[0069]** Sowohl wenn das vom Spulenstrom abhängige Signal bei Schritt 83 der Steuereinheit 30 als Eingangssignal zugeführt wird als auch wenn das Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung bei Schritt 85 der Steuereinheit 30 als Eingangssignal zugeführt wird, kann die Steuereinheit 30 das Eingangssignal einem Schwellenwertvergleich unterziehen. Abhängig von dem Schwellenwertvergleich kann der Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand geschaltet werden. Der Schwellenwert kann bei Schritt 83 und bei Schritt 85 identisch sein, d.h., das Eingangssignal am Eingang 35 kann sowohl im CCM-Betriebsmodus als auch im DCM-Betriebsmodus mit demselben Schwellenwert verglichen werden, um zu bestimmen, wann der Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand geschaltet werden soll.

**[0070]** Das Verfahren kann wieder zu Schritt 81 zurückkehren. Bei einer Änderung der Last und/oder des Dimmlevels kann automatisch zwischen den unterschiedlichen Betriebsmodi gewechselt werden. Der Schritt 84 kann weggelassen werden, insbesondere wenn die Verzögerungsschaltung kein einstellbares Element aufweist.

**[0071]** FIG. 6 veranschaulicht die Wirkungsweise der Steuereinheit 30 bei der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11, wenn das Schaltmittel 51 so gesteuert wird, dass der Eingang 35 mit der weiteren Induktivität 52 gekoppelt ist. In diesem Fall ist das Eingangssignal abhängig vom

Spulenstrom durch die Induktivität 21 und erlaubt die Detektion von Nulldurchgängen des Spulenstroms.

**[0072]** Die Steuereinheit 30 gibt über den Ausgang 37 ein Steuersignals Ctrl-S1 zum Steuern des Schalters 24 aus, das bei 91 dargestellt ist. Die Steuereinheit 30 empfängt am Eingang 35 ein Signal, das von dem Spulenstrom durch die Induktivität 21 abhängt und beispielsweise proportional zu einer Zeitableitung des Spulenstroms durch die Induktivität 21 ist.

**[0073]** Wenn der Schalter 24 in den Ein-Zustand geschaltet wird, steigt der Spulenstrom 93 an. Entsprechend weist das Eingangssignal 92 am Eingang 35 der Steuereinheit 30 einen ersten Wert auf. Wenn nach der Ein-Zeit 96 der Schalter 24 wieder in den Aus-Zustand geschaltet wird, wird Energie aus der Induktivität 21 in den Ausgangskondensator 23 übertragen. Der Spulenstrom 93 sinkt entsprechend ab. Der Abfall des Spulenstroms 93 führt dazu, dass das Eingangssignal 92 am Eingang 35 der Steuereinheit 30 einen zweiten Wert aufweist. Ein Abfall des Spulenstroms auf Null oder einen anderen, kleinen Schwellenwert kann erkannt werden, indem das Eingangssignal 92 mit einem Schwellenwert 94 verglichen wird. Das Erreichen des Schwellenwerts 94 wird als Zeitpunkt  $T_{zx}$  für einen Nulldurchgang erkannt. Als Antwort darauf schaltet die Steuereinheit 30 den Schalter 24 wieder in den Ein-Zustand. Die Aus-Zeit 97, d.h. die Zeitspanne, in der der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet bleibt, ist so gewählt, dass ein Betrieb an der Grenze zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Stromfluss durch die Induktivität 21 erfolgt.

**[0074]** In dem weiteren Betriebsmodus, in dem die Steuereinheit 30 am Eingang 35 ein Signal empfängt, das von dem Spulenstrom durch die Induktivität 21 abhängt, kann der Betrieb der Leistungsfaktorkorrekturschaltung an unterschiedliche Lasten und/oder Dimmlevel beispielsweise durch Einstellen der Ein-Zeit 96 angepasst werden. Dabei kann bei kleiner werdenden Lasten und/oder kleineren Dimmleveln die Ein-Zeit 96 bis auf einen zulässigen Minimalwert verringert werden. Bei Erreichen des Minimalwerts kann ein Übergang in den DCM-Betriebsmodus eingeleitet werden, indem das weitere Schaltmittel 51 so gesteuert wird, dass die Spannung an der Kapazität 28 als Eingangssignal am Eingang 35 anliegt.

**[0075]** In dem Betriebsmodus, in dem die Verzögerungsschaltung das Eingangssignal an den Eingang 35 bereitstellt, kann eine Anpassung an unterschiedliche Lasten und/oder Dimmlevel beispielsweise durch Einstellung eines Elements der Verzögerungsschaltung erfolgen. Beispielsweise kann der Widerstand 29 und/oder die Kapazität 28 eingestellt werden, um die Zeitkonstante des RC-Glieds zu ändern. Die Einstellung des einstellbaren Elements der Verzögerungsschaltung kann ebenfalls durch die weitere Steuereinheit 40 erfolgen, die auch das Schaltmittel 51 steuert.

**[0076]** FIG. 7 illustriert eine derartige Ausgestaltung von Komponenten der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 nach einem Ausführungsbeispiel. Der Widerstand 29 des RC-Glieds ist als einstellbarer Widerstand ausgestaltet. Der Widerstand 29 umfasst ein Widerstandselement 107 und wenigstens eine Reihenschaltung aus Leistungsschalter und Widerstandselement, die zu dem Widerstandselement 107 parallel geschaltet ist. Bei der dargestellten Ausgestaltung des Widerstands 29 sind mehrere über Leistungsschalter 101, 103 und 105 schaltbare Widerstandselemente 102, 104, 106 vorgesehen. Durch Steuern der Leistungsschalter 101, 103 und 105 kann der Widerstand 29 und somit die Zeitkonstante des RC-Glieds aus Kapazität 28 und Widerstand 29 eingestellt werden. Die Leistungsschalter 101, 103 und 105 können als FETs, insbesondere als MOSFETs, ausgestaltet sein.

**[0077]** Die weitere Steuereinheit 40 kann einen Ausgang 42 aufweisen, um die Leistungsschalter 101, 103 und 105 zu steuern. Beispielsweise kann über den Ausgang 42 ein Steuerwort ausgegeben werden, dessen Bitwerte die Zustände für die unterschiedlichen Leistungsschalter 101, 103, 105 angeben. Die weitere Steuereinheit 40 kann die Leistungsschalter 101, 103 und 105 abhängig von der Last am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung und/oder abhängig vom Dimmlevel steuern, um den Widerstand 29 einzustellen.

**[0078]** Bei jedem der beschriebenen Ausführungsbeispiele kann die Steuereinheit weitere

Anschlüsse aufweisen. Dies ist in FIG. 8 dargestellt.

**[0079]** FIG. 8 ist ein Schaltbild einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 nach einem Ausführungsbeispiel. Elemente und Einrichtungen, die in Funktion und Ausgestaltung Elementen und Einrichtungen entsprechen, die unter Bezugnahme auf FIG. 1-7 beschrieben wurden, sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

**[0080]** Die Steuereinheit 30 weist beispielsweise einen Anschluss 36 zur Kopplung an Masse und einen Anschluss 38 zur Kopplung an ein Referenzpotential V2 auf. Ein Kondensator 66 kann zwischen den Anschluss 38 und Masse geschaltet sein. Ein Eingang 34 ist mit einem Knoten zwischen dem Schalter 24 und dem Shunt-Widerstand 25 gekoppelt. Über einen Ausgang 32, der über eine Kapazität 65 mit dem Eingang 31 gekoppelt ist, kann ein Ausgangssignal eines Operationsverstärkers ausgegeben und an den Eingang 31 rückgeführt werden, um eine Integration durchzuführen.

**[0081]** Die Steuereinheit 30 kann einen Regler umfassen, mit dem die Ein-Zeit des Schalters 24 in dem Betriebszustand, in dem der Eingang 35 mit der weiteren Induktivität 52 verbunden ist, abhängig von der gleichgerichteten Eingangsspannung, die über den Eingang 33 erfasst wird, und der Spannung am Ausgangskondensator 23, die über den Eingang 31 erfasst wird, eingestellt wird. In dem Betriebszustand, in dem das weitere Schaltmittel 51 so gesteuert wird, dass die Spannung an der Kapazität 28 als Eingangssignal am Eingang 35 erfasst wird, kann die Ein-Zeit einen vorgegebenen, festen Wert aufweisen.

**[0082]** Während Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben wurden, können Abwandlungen bei weiteren Ausführungsbeispielen realisiert werden. Beispielsweise können die Funktionen der Steuereinheit 30 und der weiteren Steuereinheit 40 auch in einer einzigen integrierten Schaltung kombiniert sein.

**[0083]** Während Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, bei denen die Verzögerungsschaltung ein RC-Glied umfasst, das mit dem Gate des Schalters der Leistungsfaktorkorrekturschaltung gekoppelt ist, können auch andere Ausgestaltungen der Verzögerungsschaltung gewählt werden, die beispielsweise ein LR-Glied aufweisen. Während Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, bei denen der Widerstand des RC-Glieds einstellbar ist, kann alternativ oder zusätzlich auch die Kapazität des RC-Glieds der Verzögerungsschaltung einstellbar sein. Dadurch kann eine Einstellbarkeit der Aus-Zeit im DCM-Betriebsmodus erreicht werden.

**[0084]** Während Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, bei denen dem Eingang der Steuereinheit wahlweise unterschiedliche Signale zugeführt werden können, um ein Umschalten zwischen unterschiedlichen Betriebsmodi zu erlauben, kann eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit Verzögerungsschaltung auch ohne eine derartige Umschaltmöglichkeit realisiert werden. Die Verwendung der Verzögerungsschaltung erlaubt dabei einen Betrieb in einem DCM-Betriebsmodus, wobei weiterhin eine Steuereinheit verwendet werden kann, die für einen CCM-Betriebsmodus ausgelegt ist.

**[0085]** Verfahren und Vorrichtungen nach Ausführungsbeispielen können bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel, beispielsweise bei einem elektronischen Vorschaltgerät oder bei einem LED-Konverter, verwendet werden.

## Ansprüche

1. Leistungsfaktorkorrekturschaltung, umfassend:
  - einen Eingangsanschluss zum Empfangen einer Eingangsspannung (Vin),
  - eine mit dem Eingangsanschluss gekoppelte Induktivität (21), ein mit der Induktivität (21) gekoppeltes Schaltmittel (24), das steuerbar ist, um die Induktivität (21) zu laden und zu entladen,
  - eine Steuereinheit (30) zum Ansteuern des Schaltmittels (24), wobei die Steuereinheit (30) einen Eingang (35) und einen mit dem Schaltmittel (24) gekoppelten Ausgang (37) zum Ansteuern des Schaltmittels (24) aufweist und eingerichtet ist, um das Schaltmittel (24) in Abhängigkeit von einem Eingangssignal an dem Eingang (35) von einem Aus-Zustand in einen Ein-Zustand zu schalten, und
  - eine Verzögerungsschaltung (26-29), die mit der Steuereinheit (30) gekoppelt und eingerichtet ist, um in wenigstens einem Betriebsmodus der Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) ein Schalten des Schaltmittels (24) in den Ein-Zustand zu verzögern.
2. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 1, wobei die Verzögerungsschaltung (26-29) mit dem Ausgang (37) der Steuereinheit (30) gekoppelt und eingerichtet ist, um in dem wenigstens einen Betriebsmodus das Eingangssignal an den Eingang (35) der Steuereinheit (30) bereitzustellen.
3. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 2, welche ein weiteres Schaltmittel (51) umfasst, das zwischen die Verzögerungsschaltung (26-29) und den Eingang (35) der Steuereinheit (30) geschaltet ist.
4. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 3, wobei das weitere Schaltmittel (51) steuerbar ist, um in dem wenigstens einen Betriebsmodus ein Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung (26-29) als das Eingangssignal an den Eingang (35) der Steuereinheit (30) bereitzustellen.
5. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 4, wobei das weitere Schaltmittel (51) eingerichtet ist, um
  - abhängig von einer Last an einem Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) und/oder
  - abhängig von einem Dimmlevelselektiv entweder das Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung (26-29) oder ein Signal, das von einem durch die Induktivität (21) fließenden Strom abhängt, als das Eingangssignal an den Eingang (35) der Steuereinheit (30) bereitzustellen.
6. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verzögerungsschaltung (26-29) ein RC-Glied (28, 29) umfasst.
7. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 6, wobei das RC-Glied (28, 29) ein einstellbares Element (29) umfasst.
8. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Anspruch 7, wobei die Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) eine weitere Steuereinheit (40) umfasst, die eingerichtet ist, um das einstellbare Element (29) des RC-Glieds (28, 29)
  - abhängig von einer Last an einem Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) und/oder
  - abhängig von einem Dimmlevel einzustellen.

9. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem der Ansprüche 6-8, wobei das Schaltmittel (24) einen Leistungsschalter umfasst, und wobei das RC-Glied (28, 29) über eine Diode (26) mit einem Gate-Knoten des Leistungsschalters gekoppelt ist.
10. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (30) eingerichtet ist, um das Schaltmittel (24) abhängig von einem Schwellenwertvergleich des Eingangssignals (72; 92) in den Ein-Zustand zu schalten.
11. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (30) eingerichtet ist, um das Schaltmittel (24) in dem wenigstens einen Betriebsmodus jeweils nach einer konstanten Aus-Zeit (77) wieder in den Ein-Zustand zu schalten.
12. Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit (30) als integrierte Halbleiterschaltung ausgestaltet ist.
13. Betriebsgerät für ein Leuchtmittel, umfassend eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
14. Betriebsgerät nach Anspruch 13, welches als LED-Konverter ausgestaltet ist.
15. Verfahren zum Steuern einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11), die einen Eingangsanschluss zum Empfangen einer Eingangsspannung ( $V_{in}$ ), eine mit dem Eingangsanschluss gekoppelte Induktivität (21), und ein mit der Induktivität gekoppeltes Schaltmittel (24), das steuerbar ist, um die Induktivität (21) wahlweise zu laden und zu entladen, umfasst, wobei ein Signal (72; 92) überwacht wird, um abhängig von einem Schwellenwertvergleich des Signals (72; 92) das Schaltmittel (24) in den Ein-Zustand zu schalten, wobei in wenigstens einem Betriebsmodus der Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) das überwachte Signal ein von einer Verzögerungsschaltung (26-29) bereitgestelltes Signal (72) ist, um das Schaltmittel (24) jeweils nach einer vorgegebenen Zeitspanne (77) wieder in den Ein-Zustand zu schalten.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei in wenigstens einem weiteren Betriebsmodus das überwachte Signal (92) von einem durch die Induktivität (21) fließenden Strom abhängt, und wobei in dem wenigstens einen Betriebsmodus die vorgegebene Zeitspanne (77), nach der das Schaltmittel (24) in den Ein-Zustand geschaltet wird, von dem durch die Induktivität (21) fließenden Strom unabhängig ist.

**Hierzu 7 Blatt Zeichnungen**

1/7

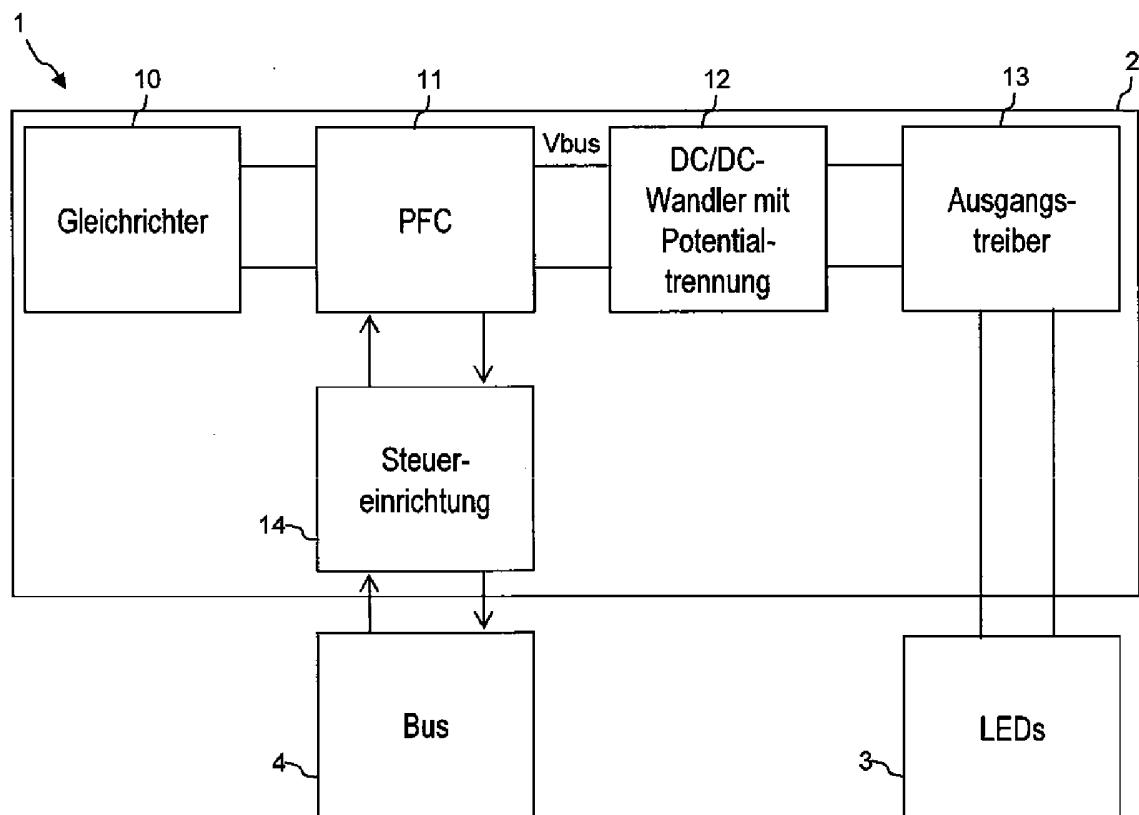


FIG. 1

2/7

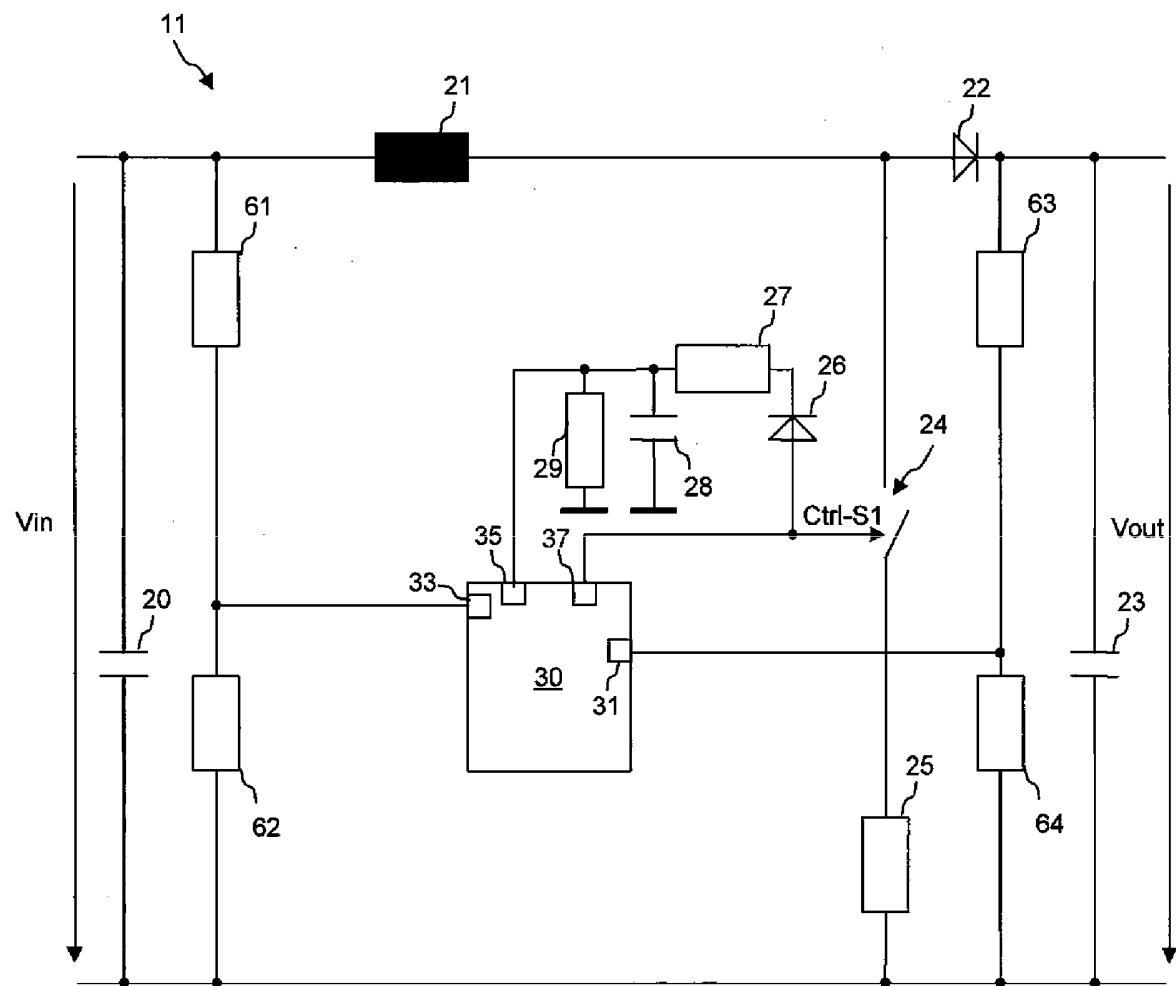


FIG. 2

3/7

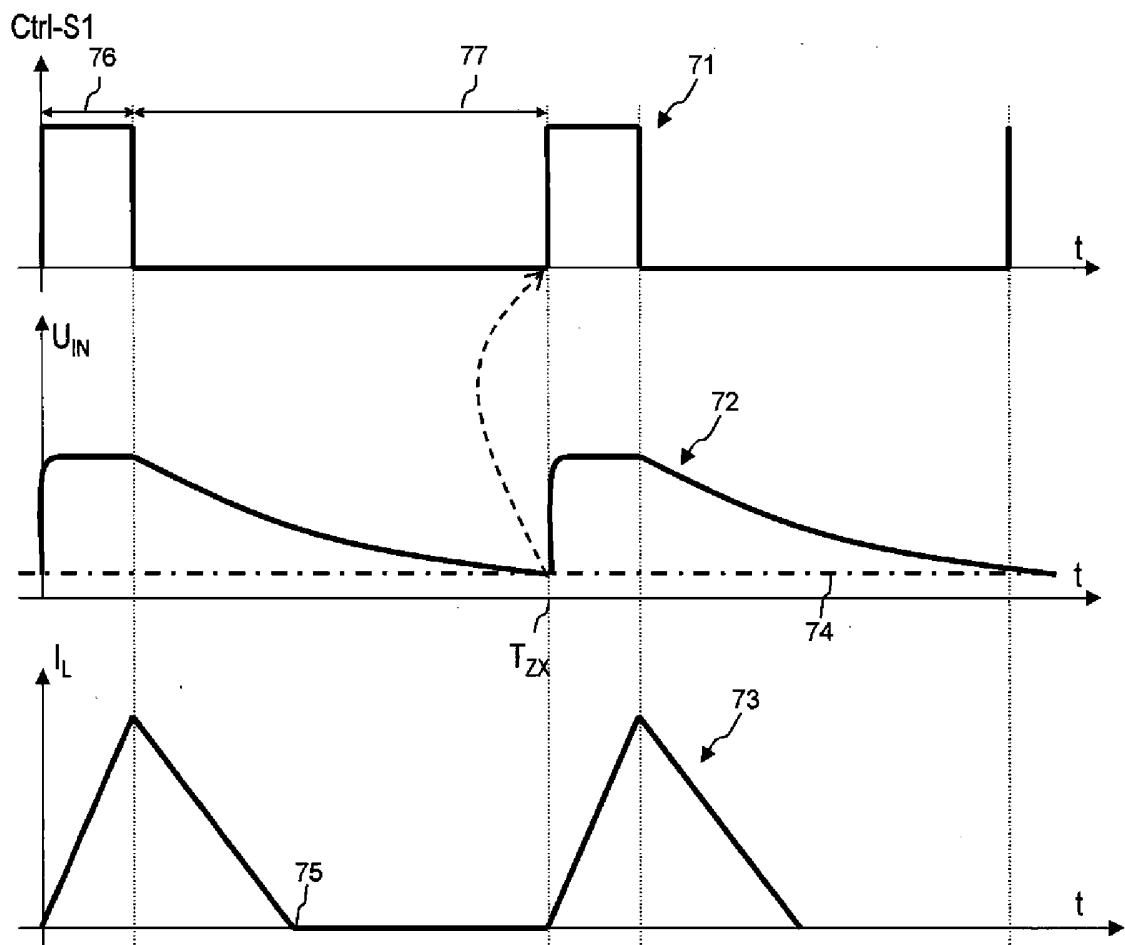


FIG. 3

4/7

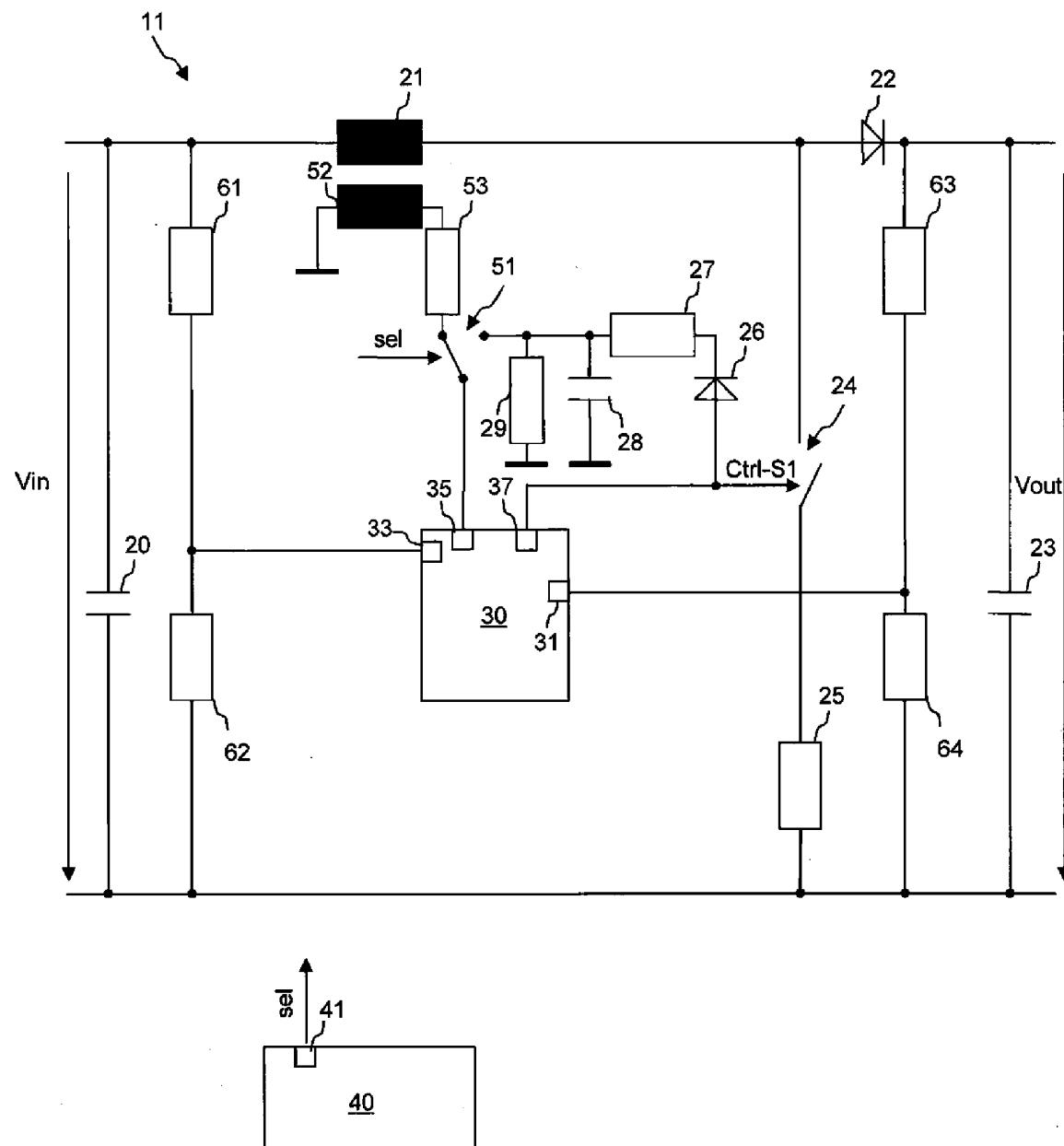


FIG. 4

5/7

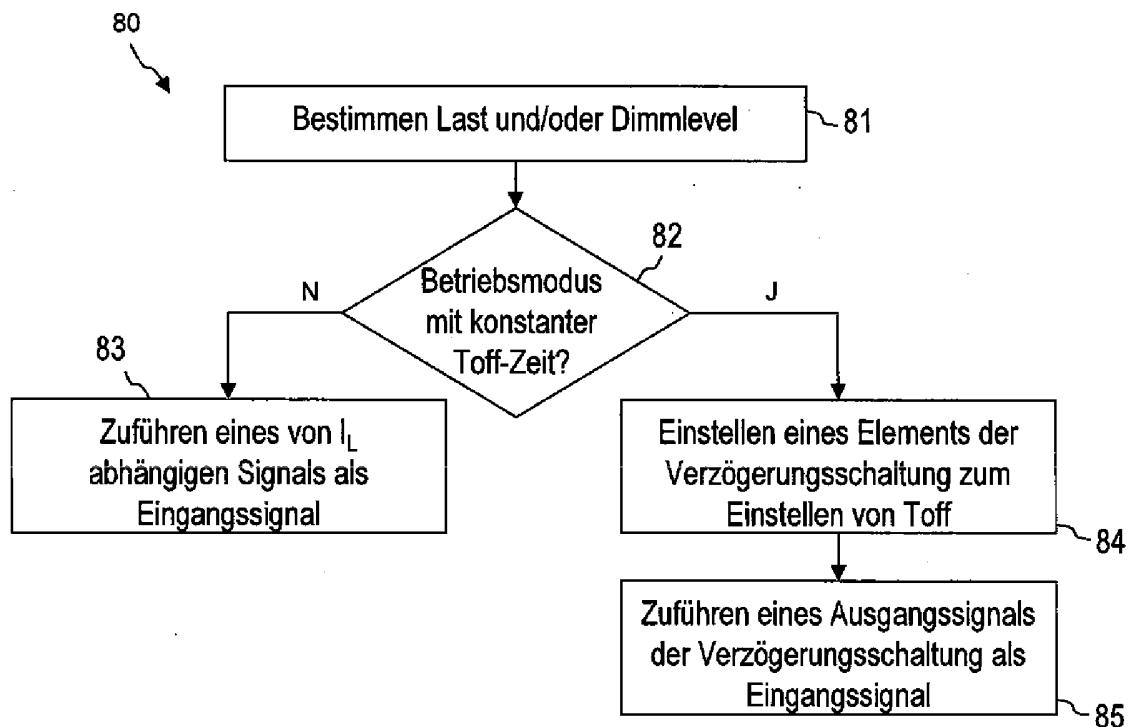


FIG. 5

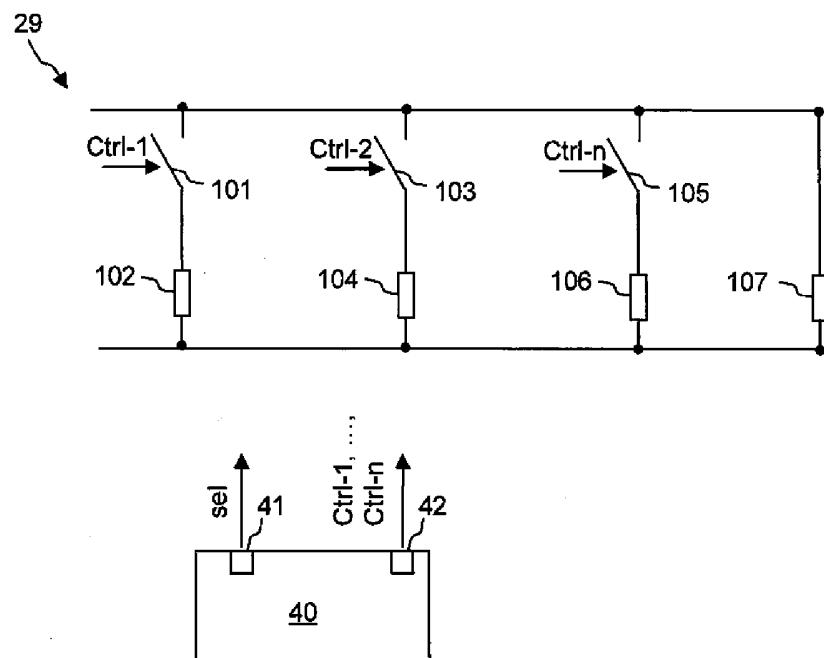


FIG. 7

6/7

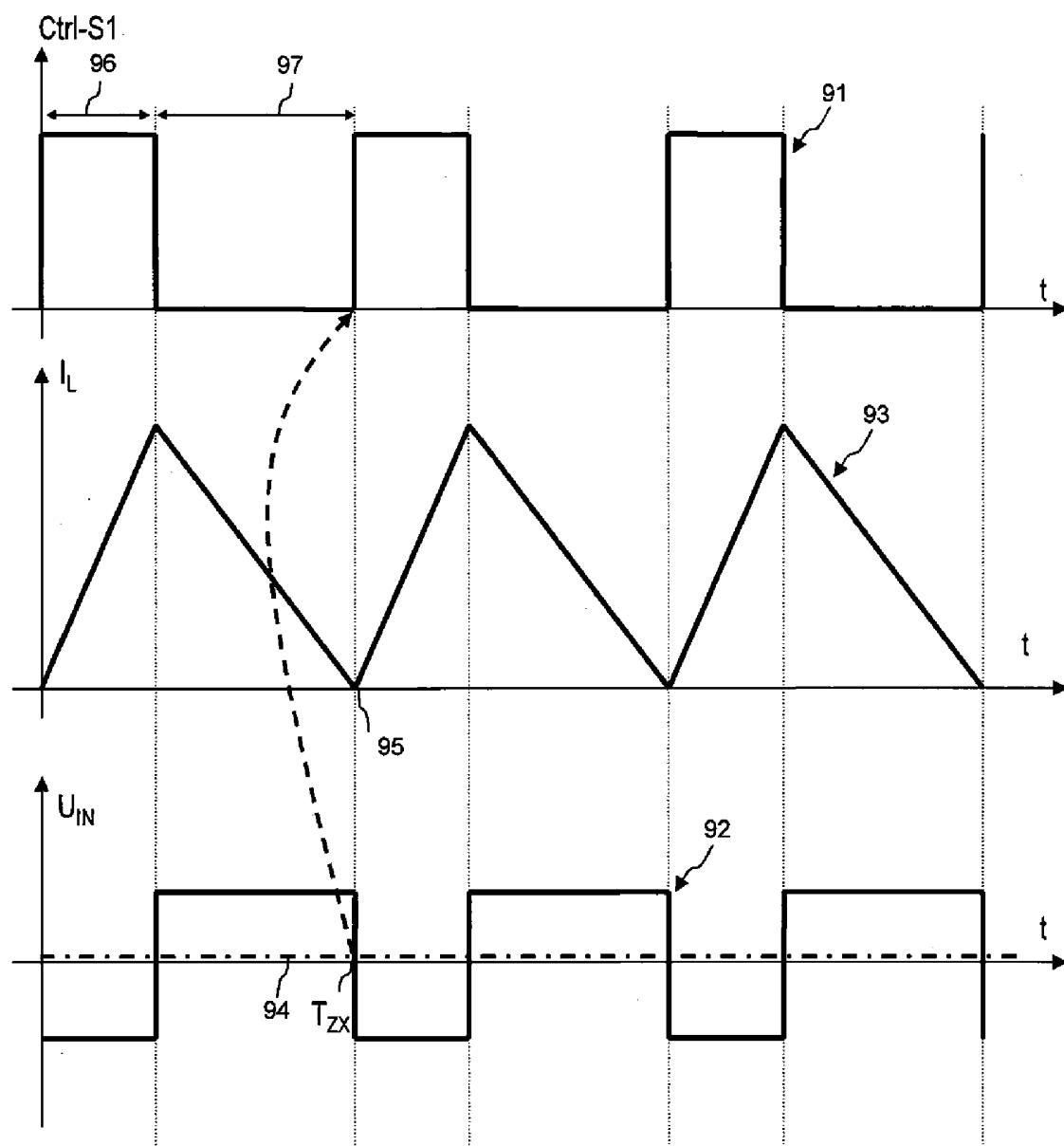


FIG. 6

717

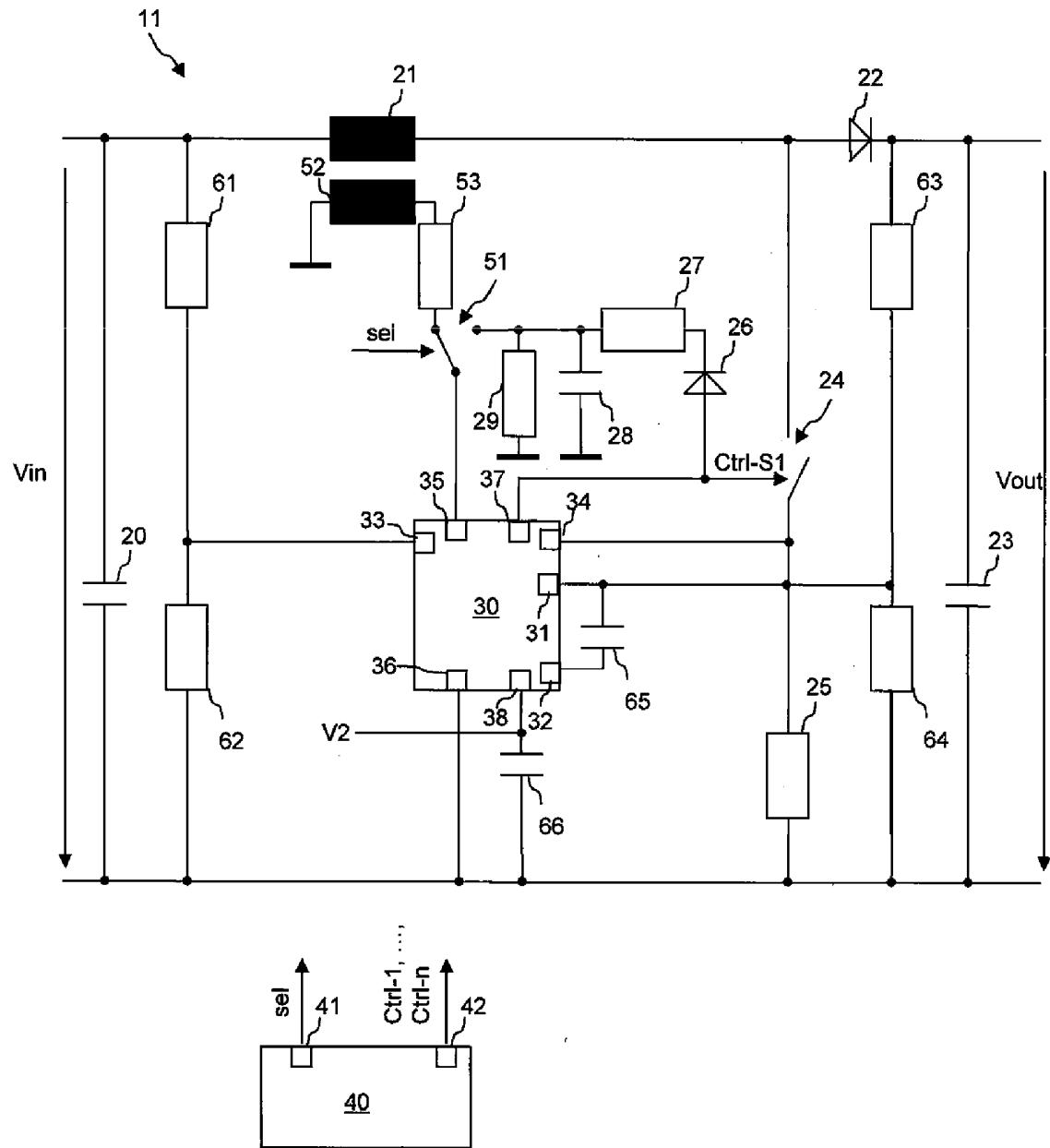


FIG. 8

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**H02M 1/42** (2007.01); **H02M 3/156** (2006.01); **H05B 33/08** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:  
 H02M 1/42B5; H02M 3/156; H05B 33/08D1C4; Y02B 70/12D; Y02B 20/34B6

Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation):  
 H02M, H05B

Konsultierte Online-Datenbank:  
 WPI, EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den **am 30. Mai 2012 eingereichten** Ansprüchen 1–16 erstellt.

Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrundeliegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.

Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2009303765 A1 (SHIMIZU, H. et al.) 10. Dezember 2009 (10.12.2009) Zusammenfassung, Fig. 1-5; Absätze [0003], [0018], [0019], [0037]–[0041].	1, 10, 12–15
Y		6, 7, 11
Y	EP 2270964 A1 (NXP B.V.) 05. Jänner 2011 (05.01.2011) Zusammenfassung, Fig. 9; Absätze [0045]–[0047], Anspruch 7.	6, 7
Y	DE 102009034350 A1 (TRIDONICATCO GMBH & CO. KG) 03. Februar 2011 (03.02.2011) Zusammenfassung, Fig. 1–5, 7, 9; Absätze [0021]–[0035], [0050]–[0058].	11
A	DE 10355670 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 28. Juli 2005 (28.07.2005) Zusammenfassung, Fig. 1–8, 11; Absätze [0052]–[0058].	1–16

Datum der Beendigung der Recherche:	<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): LOIBNER K.
24. Mai 2013		

<sup>1)</sup> Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem **ein älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmelddatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

## Fortsetzung des Recherchenberichts - Blatt 2/2

Kategorie <sup>2)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 199963414 A1 (SYSTEL DEVELOPMENT AND INDUSTRIES INTERNATIONAL RECTIFIER CORP.) 09. Dezember 1999 (09.12.1999) Zusammenfassung, Fig. 3-6, 14-18; Seite 16, Zeile 9 – Seite 22, Zeile 9; Anspruch 17.	1-16
A	DE 102009047984 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG) 07. April 2011 (07.04.2011) Zusammenfassung, Fig. 4-6; Absätze [0038]–[0055].	1-16
A	DE 102005044348 A1 (FAIRCHILD KOREA SEMICONDUCTOR LTD.) 06. April 2006 (06.04.2006) Zusammenfassung, Fig. 8-10; Absätze [0064]–0072].	1-16
A	DE 102008057333 A1 (TRIDONICATCO GMBH & CO. KG) 20. Mai 2010 (20.05.2010) Zusammenfassung, Fig. 1-3; Absätze [0006], [0007], [0011]–[0014], [0033]–[0039], [0049]–[0060].	1-16