

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 77/2017  
 (22) Anmeldetag: 21.04.2017  
 (24) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2018  
 (45) Veröffentlicht am: 15.10.2018

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

(56) Entgegenhaltungen:  
 DE 10032846 A1  
 DE 102012010691 A1  
 AT 13478 U1  
 DE 10355670 A1  
 DE 102005044348 A1  
 Kim Jong-Woo, Youn Han-Shin, Moon Gun-Woo,  
 "A digitally controlled critical mode boost power  
 factor corrector with optimized additional on time  
 and reduced circulating losses," IEEE  
 Transactions on Power Electronics, Vol 30, No. 6,  
 June 2015, pages 3447-3456, ISSN 0885-8993  
 US 2006013026 A1  
 US 2016276924 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:  
 Tridonic GmbH & Co KG  
 6850 Dornbirn (AT)

(74) Vertreter:  
 Barth Alexander Dipl.Ing. (FH)  
 6850 Dornbirn (AT)

(54) **PFC-Schaltung**

(57) In einem Aspekt wird ein Betriebsgerät für Leuchtmittel, insbesondere wenigstens eine LED, bereitgestellt, aufweisend eine ausgehend von einer Netzspannung versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit einer Spule (L1) und einem durch eine Steuereinheit angesteuerten getakteten Schalter zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ), wobei das Betriebsgerät eine Steuereinheit aufweist, die dazu eingerichtet ist, die Taktung des Schalters abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) durchzuführen, wobei die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) geregelt wird.

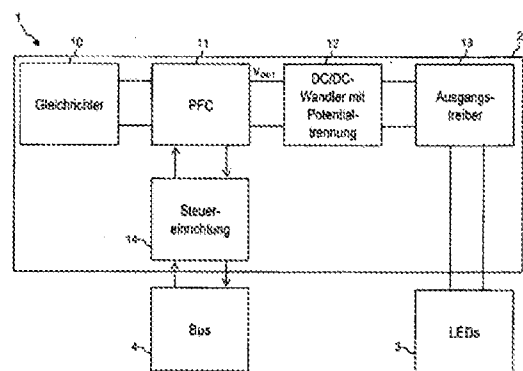


Fig. 1

## Beschreibung

### PFC-SCHALTUNG

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Betriebsgerät für den Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere LEDs. Das Betriebsgerät weist dabei eine PFC-Schaltung, das heißt eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung, auf. Ein getakteter Schalter der PFC-Schaltung wird durch eine Steuereinheit angesteuert und insbesondere getaktet betrieben. Dabei ist der Steuereinheit wenigstens ein Signal zugeführt, von dem abhängig die Steuereinheit den Schalter ansteuert. Insbesondere weist das die PFC-Schaltung an einer Drossel eine Messwicklung auf, von der ausgehend der Steuereinheit ein Stromsignal zugeführt ist. Die Steuereinheit kann anhand des so zugeführten Stromsignals beispielsweise einen Nulldurchgang einer das Betriebsgerät versorgenden elektrischen Versorgung, insbesondere einer gleichgerichteten Netzspannung erkennen bzw. durch eine Überwachung des Stroms durch die Messwicklung erfassen. Gewöhnlich wird dabei die Steuereinheit den Schalter so ansteuern, dass der Schalter immer dann eingeschaltet wird, wenn der Strom durch die Messwicklung auf null abgesunken ist. Die Erfindung betrifft also auch eine Schaltung zur Leistungsfaktorkorrektur und ein Verfahren zum Steuern einer solchen Schaltung.

**[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]** Leistungsfaktorkorrektur-Schaltungen 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 Wechsellspannung 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“, CCM), 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“, „Boundary Conduction Mode“ oder „Borderline Conduction Mode“ (BCM- Betriebsmodus) bezeichnet.

**[0006]** Um eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung im BCM-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 oder Messwicklung 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 (bzw. als integrierte Schaltung IC, anwendungsspezifische integrierte Schaltung ASIC, als Mikrokontroller, ...).

**[0007]** Um die Ausgangsleistung anpassen zu können, kann die Zeitdauer, in der der Schalter jeweils in den Ein-Zustand, also leitend, geschaltet wird und die auch als „ $T_{on}$ -Zeit“ bezeichnet wird, angepasst werden.

**[0008]** Betriebsgeräte für Leuchtmittel sollen für größere Leistungsbereiche verwendbar sein. Bei herkömmlichen Leistungsfaktorkorrektur-Schaltungen, bei denen die Steuereinheit 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. Die Helligkeitsschwankungen sind also durch das menschliche Auge z.B. als flackern wahrnehmbar. Dies läuft dem Ziel zuwider, eine möglichst gleichförmige Lichtabgabe zu gewährleisten.

**[0009]** Aus dem Stand der Technik ist z.B. bekannt, dass, wenn ein Betriebsgerät eine geringe Last betreiben soll, gleichzeitig jedoch eine hohe Netzspannungsamplitude anliegt, ein Wechsel der Betriebsart erfolgt. Beispielsweise kann von der Ansteuerung von dem kontinuierlichen, nicht-lückenden Betrieb (CCM) in den diskontinuierlichen, lückenden Betrieb (DCM) gewechselt werden. Insbesondere erfolgen ein Ausschalten des getakteten Schalters bei Erreichen einer maximalen Ausgangsspannung und ein Wiedereinschalten des Schalters nach einem Absinken unter einen vordefinierten Hysteresewert, insbesondere in einen niederfrequenten Bereich von insbesondere kleiner als 10 Hz.

**[0010]** Somit ergibt sich auch ein Problem dahingehend, dass in einem Grenzbetrieb zwischen dem nicht-lückenden Betrieb und dem lückenden Betrieb (BCM) eine vorgegebene minimale Einschaltzeitdauer ( $T_{on}$ -Zeit) eingestellt und dann, da eine Energieübertragung durch die PFC-Schaltung nicht weiter reduziert werden kann, ein Anstieg der von der PFC-Schaltung ausgegebenen Ausgangsspannung erfolgt. Dies resultiert in der bereits erwähnten Veränderung der von den angeschlossenen Leuchtmitteln abgegebenen Helligkeit beziehungsweise einer Helligkeits-Fluktuation.

**[0011]** Weiterhin gibt es in jüngerer Zeit Überlegungen, anstelle einer Wechselspannung mit beispielsweise 50 Hz oder 60 Hz Netzfrequenz eine Gleichspannung als Versorgungsspannung auszugeben.

**[0012]** Um die Effizienz der Betriebsgeräte zu steigern und die elektromagnetischen Störungen zu minimieren, ist es ein Ziel der Erfindung, die Höhe der PFC-Ausgangsspannung an die Art der Netzspannung anzupassen und insbesondere einen optimierten Betrieb zu erlauben.

**[0013]** Die Erfindung stellt daher ein Betriebsgerät und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen bereit.

**[0014]** Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0015]** In einem ersten Aspekt wird ein Betriebsgerät für Leuchtmittel, insbesondere wenigstens eine LED, bereitgestellt, aufweisend eine ausgehend von einer Netzspannung versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit einer Spule und mit einem durch eine Steuereinheit an-

gesteuerten getakteten Schalter zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung, wobei das Betriebsgerät eine Steuereinheit aufweist, die dazu eingerichtet ist, die Taktung des Schalters abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung durchzuführen, und die Höhe der Ausgangsspannung abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung zu regeln.

**[0016]** Das Betriebsgerät kann derart ausgelegt sein, dass es einen DC-DC Wandler aufweist, der mit der geregelten Ausgangsspannung der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung gespeist wird und das Leuchtmittel mit einem geregeltem Strom oder einer geregelten Spannung versorgt.

**[0017]** Der DC-DC Wandler kann den geregelten Strom oder die geregelte Spannung für das Leuchtmittel abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung regeln.

**[0018]** Der Betrieb der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann derart erfolgen, dass die Höhe der Ausgangsspannung den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung um mindestens fünfzig Prozent überschreitet, wenn eine Wechselfspannung als Netzspannung anliegt.

**[0019]** Der Betrieb der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann derart erfolgen, dass die Höhe der Ausgangsspannung den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung um mindestens dreißig Prozent überschreitet, wenn eine Gleichspannung als Netzspannung anliegt.

**[0020]** Der Betrieb der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann derart erfolgen, dass die Höhe der Ausgangsspannung bei Anliegen einer Wechselfspannung als Netzspannung höher ist als bei Anliegen einer Gleichspannung als Netzspannung, insbesondere um mindestens dreißig Prozent höher ist.

**[0021]** Die Netzspannung kann eine Wechselfspannung sein, wobei diese Wechselfspannung auch eine gleichgerichtete Wechselfspannung mit beispielsweise 100 HZ oder 120 Haz Frequenz sein kann.

**[0022]** In einem weiteren Aspekt wird eine Leuchte oder Lampe mit einem Betriebsgerät bereitgestellt, wie es vorstehend beschrieben ist.

**[0023]** In noch einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel, insbesondere wenigstens einer LED, bereitgestellt, aufweisend eine ausgehend von einer Netzspannung versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit einer Spule und mit einem durch eine Steuereinheit angesteuerten getakteten Schalter zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung, wobei das Betriebsgerät eine Steuereinheit aufweist, die die Taktung des Schalters abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung durchführt, wobei die Höhe der Ausgangsspannung abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung geregelt wird.

**[0024]** Die Erfindung wird nun auch mit Blick auf die Figuren beschrieben. Dabei zeigt:

**[0025]** Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Betriebsgeräts gemäß der Erfindung;

**[0026]** Fig. 2 eine exemplarische Schaltungsanordnung;

**[0027]** Fig. 3 exemplarische Signalverläufe.

**[0028]** Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm eines Beleuchtungssystems 1, das ein Betriebsgerät 2 für ein Leuchtmittel oder eine Leuchtmittelstrecke 3 umfasst. Das Leuchtmittel 3 kann beispielsweise wenigstens eine LED aufweisen. Das Betriebsgerät 2 kann über eine Dimmschnittstelle mit einem Bus oder einem Drahtloskommunikationssystem verbunden sein, um Dimmbefehle zu empfangen und/oder Statusmeldungen abzugeben.

**[0029]** Das Betriebsgerät 2 kann beispielsweise als elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für Gasentladungslampen, Leuchtstofflampen oder andere Fluoreszenzleuchtmittel, oder auch als LED-Konverter ausgestaltet sein. Das Betriebsgerät 2 weist einen Gleichrichter 10 zum Gleichrichten einer Versorgungsspannung, insbesondere einer Netzspannung auf. Das Betriebsgerät 2 weist weiter eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 (PFC-Schaltung) auf, die eine Ausgangsspannung für nachgeschaltete Komponenten des Betriebsgeräts 2 bereitstellt. Diese

Ausgangsspannung wird auch als Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  der PFC-Schaltung bezeichnet. Eine weitere Spannungsumsetzung und/oder -funktion kann über ein DC-DC Wandler 12, der als LLC-Resonanzwandler ausgestaltet sein kann und/oder einen Ausgangstreiber 13 erreicht werden. Eine Steuereinheit 14 kann verschiedene Steuer- oder Regelfunktionen erfüllen, beispielsweise zur Umsetzung von Dimmbefehlen, die über den Bus 4 übertragen werden.

**[0030]** Die Funktionsweise des Betriebsgeräts mit der PFC-Schaltung 11 wird nun weiter mit Bezugnahme auf die weiteren Figuren beschrieben.

**[0031]** Fig. 2 zeigt nun ein exemplarisches Beispiel einer PFC-Schaltung 11. Eine Versorgungsspannung, beispielsweise die Netzspannung, wird von dem Gleichrichter 10 in eine gleichgerichtete Wechsellspannung umgesetzt, die als Eingangsspannung  $V_{IN}$  zwischen einem Eingangsanschluss der PFC-Schaltung 11 und Masse anliegt.

**[0032]** Die Eingangsspannung  $V_{IN}$  wird von einem Eingangskondensator C1 gefiltert und einer Induktivität L1a zugeführt, die als Spule ausgebildet sein kann. Die Induktivität L1a ist mit einer Diode D1 zwischen dem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss der PFC-Schaltung 11 in Serie geschaltet. An dem mit einer Ausgangskapazität, bzw. einem Ausgangskondensator C2 gekoppelten Ausgangsanschluss wird eine geregelte Ausgangs-Gleichspannung  $V_{OUT}$  bereitgestellt. Die Ausgangs-Gleichspannung  $V_{OUT}$  dient zur Versorgung einer Last, welche durch die die PFC-Schaltung 11 versorgt ist.

**[0033]** Bei der Last kann es sich beispielsweise um einen DC-DC Wandler (Gleichspannung/Gleichspannungswandler) 12 mit einem damit verbundenen Leuchtmittel 3 beziehungsweise ein weiteres Betriebsgerät für ein Leuchtmittel handeln.

**[0034]** An der Verbindung zwischen der Induktivität L1a und der Diode D1 ist ein steuerbarer Schalter S1 angeschlossen, der als steuerbares Schaltmittel dient. Der steuerbare Schalter S1 kann über einen Shunt-Widerstand R4 mit Masse verbunden sein. Der Schalter S1 ist ein steuerbarer, elektronischer Schalter, insbesondere ein Leistungsschalter (beispielsweise Feldeffekttransistor FET oder MOSFET).

**[0035]** Der Schalter wird von einer Steuereinheit SE der PFC-Schaltung 11 ein- und ausgeschaltet, das heißt, in einen leitenden beziehungsweise nichtleitenden Zustand versetzt. Die Steuereinheit SE weist dafür einen entsprechenden Ausgang 27 zum Ansteuern beziehungsweise zur Ausgabe eines Steuersignals auf, mit dem beispielsweise die Gate-Spannung des Schalters S1 gesteuert werden kann. Die Steuereinheit SE ist der Steuereinheit 14 aus der Figur 1 gleichzusetzen.

**[0036]** Im eingeschalteten Zustand des Schalters S1 ist die Induktivität L1a über den Schalter S1 mit Masse verbunden, so dass die Induktivität L1a aufgeladen und Energie in der Induktivität L1a gespeichert wird. Ist hingegen der Schalter S1 ausgeschaltet, also offen bzw. nicht leitend, so entlädt sich die Induktivität L1a über die Diode D1 in den Ausgangskondensator C2. Die in der Induktivität L1a gespeicherte Energie wird also in den Ausgangskondensator C2 übertragen.

**[0037]** Der Schalter S1 wird von der Steuereinheit SE angesteuert. Die Leistungsfaktorkorrektur wird durch wiederholtes Ein- und Ausschalten des Schalters S1 erzielt, wobei die Schaltfrequenz für den Schalter S1 insbesondere größer ist als die Frequenz der gleichgerichteten Eingangsspannung  $V_{IN}$ . Die PFC-Schaltung 11 kann als Boostkonverter arbeiten. Die Funktionsweise der Steuereinrichtung wird im Folgenden noch weiter beschrieben.

**[0038]** Die Steuereinheit SE weist weiter einen Eingang 25 auf. Abhängig von einem an dem Eingang 25 empfangenen Eingangssignal kann die Steuereinheit SE den Schalter S1 in den leitenden beziehungsweise nichtleitenden Zustand schalten. Das an dem Eingang 25 empfangene Eingangssignal bestimmt somit die Ausschaltzeitdauer ( $T_{OFF}$ -Zeit), das heißt, die Zeitdauer, während der der Schalter S1 nach dem Schalten in dem Aus-Zustand beziehungsweise im nichtleitenden Zustand bleibt, bevor er wieder in den leitenden Zustand geschaltet wird.

**[0039]** Die Steuereinheit SE kann das an dem Eingang 25 empfangene Eingangssignal mit

einem Schwellenwert vergleichen. Dazu kann die Steuereinheit SE beispielsweise einen entsprechenden Komparator umfassen. Abhängig von einem Ergebnis des Schwellenwertvergleichs kann die Steuereinheit SE den Schalter S1 in einen Ein-Zustand schalten. Beispielsweise kann die Steuereinheit SE den Schalter S1 wieder in den leitenden Zustand schalten, wenn das an dem Eingang 25 empfangene Eingangssignal einen Schwellenwert unterschreitet. Die Steuereinheit SE kann so ausgestaltet sein, dass eine Erkennung eines Nulldurchgangs für das an dem Eingang 5 empfangene Eingangssignal durchgeführt wird. Ein erkannter Nulldurchgang kann das Einschalten des Schalters S1 in den Ein-Zustand auslösen.

**[0040]** Die Steuereinheit SE kann weitere Eingänge aufweisen. Beispielsweise kann ein weiterer Eingang 21 mit einem ersten Spannungsteiler mit Widerständen R5, R6 gekoppelt sein, um die Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  der PFC-Schaltung 11 zu erfassen. Ein weiterer Eingang 23 kann mit einem zweiten Spannungsteiler mit Widerständen R1, R2 verbunden sein, um die Eingangsspannung zu erfassen. Die Steuereinheit SE kann über die Erfassung der Eingangsspannung die Art der zugeführten Netzspannung  $V_{IN}$  erkennen. Beispielsweise kann sie erkennen, ob eine Gleichspannung oder eine Wechselspannung als Netzspannung  $V_{IN}$  anliegt. Die Steuereinheit SE kann die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung  $V_{IN}$  regeln.

**[0041]** Beispielsweise kann die Steuereinheit SE die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  derart regeln, dass sie den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung  $V_{IN}$  um mindestens fünfzig Prozent (50%), insbesondere sechzig Prozent (60%) überschreitet, wenn eine Wechselspannung als Netzspannung  $V_{IN}$  anliegt. Die Steuereinheit SE kann die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  derart regeln, dass sie den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung  $V_{IN}$  um mindestens dreißig Prozent (30%) überschreitet, wenn eine Gleichspannung als Netzspannung  $V_{IN}$  anliegt.

**[0042]** Beispielsweise kann die Steuereinheit SE auch die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  derart regeln, dass die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  bei Anliegen einer Wechselspannung als Netzspannung  $V_{IN}$  höher ist als bei Anliegen einer Gleichspannung als Netzspannung  $V_{IN}$ , insbesondere um mindestens dreißig Prozent (30%) höher ist.

**[0043]** Die Steuereinheit SE kann auch die Einschaltzeitdauer ( $T_{on}$ -Zeit) des Schalters S1 auch abhängig von der Eingangsspannung und/oder der Ausgangsspannung festlegen beziehungsweise steuern. Die Einschaltzeitdauer kann unabhängig von dem Eingangssignal, das an dem Eingang 25 empfangen wird, bestimmt werden. Das Eingangssignal, das an dem Eingang 25 bereitgestellt wird, kann von der Steuereinheit SE zur Bestimmung des Zeitpunkts verwendet werden, an dem der Schalter S1 wieder in den Ein-Zustand geschaltet wird und somit die Ausschaltzeitdauer ( $T_{off}$ -Zeit) festlegen.

**[0044]** Durch das an dem Eingang 25 empfangene Eingangssignal, beziehungsweise abhängig davon, kann die Steuereinheit SE anhand des Schwellenwertvergleichs ein erneutes Schalten des Schalters S1 in einen Ein-Zustand auslösen und auch einen Betrieb im lückenden Betrieb (DCM) erlauben.

**[0045]** Weiter weist die Schaltung eine weitere Messinduktivität L1b auf, insbesondere eine Messwicklung oder Messspule, die über einen Messwiderstand R3 mit dem Eingang 25 der Steuereinheit verbunden ist. Die Induktivität L1b ist dazu vorgesehen, das Ende einer Freilaufphase des Spulenstroms durch die Induktivität L1a zu erkennen. Der an der Messinduktivität L1b erfasste Spulenstrom wird über den Messwiderstand R3 dem Eingang 25 der Steuereinheit SE zugeführt. Erreicht der Strom durch die Induktivität L1a den Wert null, es liegt also ein Nulldurchgang vor, wird der Schalter S1 eingeschaltet, das heißt leitend geschaltet, um Energie in der Induktivität L1a zu speichern. Die Einschaltzeitdauer des Schalters S1 kann, wie gesagt, durch die Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  über den Kondensator C2 bestimmt werden, die an dem ersten Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen R5, R6 erfasst wird. Dieser Spannungswert wird der Steuereinheit an Eingang 21 zugeführt.

**[0046]** Weiter kann die Einschaltzeitdauer des Schalters S1 von der aktuellen Versorgungs-

spannung  $V_{IN}$  abhängen, die an dem zweiten Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen R1 und R2 gebildet ist.

**[0047]** Ist der Schalter S1 geschlossen, steigt der Strom  $I_{L1}$  durch die Induktivität L1a linear an aufgrund des Induktivitätsverhaltens. Wird der Schalter S1 jedoch geöffnet, das heißt nicht leitend geschaltet, wird der Strom durch die Induktivität L1a über die Diode D1 zu der Kapazität C2 getrieben, die hierdurch geladen wird.

**[0048]** Während dieser Zeit fällt der Strom durch die Induktivität L1a linear auf null ab, was an dem Eingang 25 der Steuereinheit SE erkannt werden kann. Der Schalter S1 würde daher durch Ansteuerung über den Ausgang 27 der Steuereinheit SE entsprechend angesteuert und wieder eingeschaltet.

**[0049]** Wenn das Betriebsgerät einen DC-DC Wandler 12 aufweist (wie beispielsweise in Figur 1 gezeigt), kann dieser mit der geregelten Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 gespeist werden und das Leuchtmittel 3 mit einem geregelten Strom oder einer geregelten Spannung versorgt werden. Dabei kann der DC-DC Wandler 12 den geregelten Strom oder die geregelte Spannung für das Leuchtmittel 3 abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung  $V_{IN}$  regeln. Beispielsweise kann der DC-DC Wandler 12 den geregelten Strom oder die geregelte Spannung für das Leuchtmittel bei Anliegen einer Gleichspannung als Netzspannung auf einen niedrigeren Wert regeln als bei Anliegen einer Wechselspannung als Netzspannung. Beispielsweise kann der DC-DC Wandler 12 den geregelten Strom bei Anliegen einer Wechselspannung als Netzspannung den Strom auf den 100%-Nennstrom des Leuchtmittels 3 wie beispielsweise der LED regeln, und bei Anliegen einer Gleichspannung als Netzspannung den Strom auf einen geringeren Wert als den 100%-Wert des Nennstroms des Leuchtmittels 3 wie beispielsweise der LED regeln, beispielsweise auf 70% oder 50% oder auch 10%.

**[0050]** Exemplarische Signalverläufe sind in Fig. 3 gezeigt für Ein- und Ausschaltphasen 36, 37 des Schalters S1. Hier wird insbesondere der Stromverlauf  $I_{L1}$  an der Induktivität L1a exemplarisch gezeigt (mitte) und ebenfalls die in der Messinduktivität L1b induzierte Spannung  $U_{IN}$ . Das Eingangssignal am Eingang 25 ist also abhängig vom Spulenstrom  $I_L$  durch die Induktivität L1a und erlaubt die Detektion von Nulldurchgängen des Spulenstroms. Die Steuereinheit SE kann über den Ausgang 27 ein Steuersignal zum Steuern des Schalters S1 ausgeben, das bei 31 dargestellt ist. Das erfasste Signal ist beispielsweise proportional zu einer Zeitableitung des Spulenstroms durch die Induktivität L1a.

**[0051]** Wenn der Schalter S1 in den Ein-Zustand geschaltet wird, steigt der Spulenstrom 33 an. Entsprechend weist das Eingangssignal 32 am Eingang 25 der Steuereinheit SE einen ersten Wert auf. Wenn nach der Einschaltzeitdauer 36 der Schalter S1 wieder in den Aus-Zustand geschaltet wird, wird Energie aus der Induktivität L1a in den Ausgangskondensator C2 übertragen. Der Spulenstrom 33 sinkt entsprechend ab. Der Abfall des Spulenstroms 33 führt dazu, dass das Eingangssignal 32 am Eingang 25 der Steuereinheit SE einen zweiten Wert aufweist. Ein Abfall des Spulenstroms auf null oder einen anderen, kleineren Schwellenwert kann erkannt werden, indem das Eingangssignal 32 mit einem Schwellenwert 34 verglichen wird. Das Erreichen des Schwellenwerts 34 wird als Zeitpunkt  $T_{ZX}$  für einen Nulldurchgang erkannt. Als Antwort darauf schaltet die Steuereinheit SE den Schalter S1 wieder in den Ein-Zustand. Die Ausschaltzeitdauer 37, das heißt die Zeitdauer, in der der Schalter S1 nicht leitend geschaltet ist, ist so gewählt, dass ein Betrieb an der Grenze zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Stromfluss (nicht-lückendem Betrieb und lückendem Betrieb) durch die Induktivität L1a erfolgt.

**[0052]** Die Steuereinheit SE kann nun den Betrieb der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 an unterschiedliche Lasten und/oder Dimmlevel anpassen, in dem beispielsweise die Einschaltzeitdauer 36 angepasst wird. Dabei kann bei kleiner werdenden Lasten und/oder kleineren Dimmleveln, die Einschaltzeitdauer 36 auf einen zulässigen Minimalwert verringert werden. Bei Erreichen des Minimalwerts kann ein Übergang in den DCM-Betriebsmodus (lückender Betrieb) eingeleitet werden.

**[0053]** Da die Steuereinheit SE dazu eingerichtet ist, in dem Grenzbetrieb (BCM) zu arbeiten, ist der verfügbare Leistungsbereich begrenzt. Je kleiner die an die PFC-Schaltung 11 angeschlossene Last ist, desto kürzer wird die Einschaltzeitdauer  $T_{ON}$  des Schalters S1 gewählt. Dies erfolgt so lange, bis die minimale Einschaltzeitdauer für den Schalter S1 erreicht ist. Selbst diese minimale Einschaltzeitdauer ist jedoch ausreichend groß, um die Ausgangskapazität C2 am Ausgang der PFC-Schaltung 11 zu laden und so die Spannung  $V_{OUT}$  zu erhöhen.

**[0054]** Wird nun ein bestimmter Spannungswert erreicht, so schaltet die Steuereinheit SE den Schalter S1 aus, bis die Ausgangs Spannung  $V_{OUT}$  unter einen vorbestimmten Schwellenwert fällt. Dies erfolgt im Zuge eines Überspannungsschutzes. Dies resultiert in dem sogenannten „Burstmode“, bei dem die Ausgangskapazität C2 jeweils bis in den Bereich des Überspannungsschutzes geladen wird und ein Laden der Ausgangskapazität C2 dann verhindert wird. Somit ergibt sich am Ausgang der PFC-Schaltung 11 ein Hochspannungsrippel mit einer Wiederholungsrate von möglicherweise wenigen Sekunden.

**[0055]** Um nun einen den „Burst“-Modus zu vermeiden, muss die durch die PFC-Schaltung 11 übertragene Energie begrenzt werden. Die Erfindung erlaubt es nun insbesondere, die Einschaltzeitdauer des Schalters S1 bei einem bestimmten Wert der Eingangsspannung  $V_{IN}$  beziehungsweise der geglätteten Netzspannung  $V_{IN,S}$  so zu begrenzen, dass weniger Energie übertragen wird. Dies erlaubt eine höhere Energieübertragung während der Arbeitszeit und deshalb längere Einschaltzeitdauern des Schalters S1.

**[0056]** Die Erfindung umfasst somit auch ein Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel 3, insbesondere wenigstens einer LED, aufweisend eine ausgehend von einer Netzspannung  $V_{IN}$  versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung 11 mit einer Spule L1 und mit einem durch eine Steuereinheit SE angesteuerten getakteten Schalter S1 zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung  $V_{OUT}$ , wobei das Betriebsgerät 2 die Steuereinheit 11 aufweist, die die Taktung des Schalters S1 abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung  $V_{IN}$  durchführt, wobei die Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung  $V_{IN}$  geregelt wird.

**[0057]** Bekanntlich erfasst die Steuereinheit SE die Netzspannung so, dass die Energieaufnahme durch die PFC-Schaltung 11 den Sinusverlauf der elektrischen Versorgungsspannung nachbilden kann. Die Einschaltzeitdauer des Schalters S1 wird insbesondere länger gewählt, je höher die aktuelle Amplitude der Netzspannung  $V_{IN}$  beziehungsweise der elektrischen Versorgungsspannung ist.

**[0058]** Die Regelung der Einschaltzeitdauer des Schalters S1 in Abhängigkeit der aktuellen Amplitude der Netzspannung  $V_{IN}$  ist dabei nicht direkt mit der erfindungsgemäßen Regelung der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  in Abhängigkeit von der Art der Netzspannung  $V_{IN}$  verknüpft. Die Regelung der Einschaltzeitdauer des Schalters S1 in Abhängigkeit der aktuellen Amplitude der Netzspannung  $V_{IN}$  erfolgt auch abhängig von der gewählten Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$ , wobei die Wahl der Höhe der Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  von der Erfassung der Art der Netzspannung  $V_{IN}$  abhängt.

**[0059]** Die Erfassung der Art der Netzspannung  $V_{IN}$  kann beispielsweise bei jedem Einschalten des Betriebsgerätes erfolgen, also beispielsweise bei Anlegen einer Netzspannung  $V_{IN}$  und dem darauffolgenden Hochlaufen des Betriebsgerätes und der Steuerschaltung SE. Die Erfassung der Art der Netzspannung  $V_{IN}$  kann aber beispielsweise auch in regelmäßigen Abständen wie beispielsweise einmal pro Minute oder auch dauernd erfolgen.

**[0060]** Die Erfassung der Art der Netzspannung  $V_{IN}$  kann beispielsweise auch durch eine Messung direkt vor oder hinter dem Gleichrichter 10 der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung erfolgen oder aber auch durch eine Signalisierung von extern als Information über den Bus 4 zugeführt werden.

## Ansprüche

1. Betriebsgerät für Leuchtmittel (3), insbesondere wenigstens eine LED, aufweisend:
  - eine ausgehend von einer Netzspannung ( $V_{IN}$ ) versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) mit einer Spule (L1) und einem durch eine Steuereinheit (SE) angesteuerten getakteten Schalter (S1) zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ), wobei
  - das Betriebsgerät (2) die Steuereinheit (SE) aufweist, die dazu eingerichtet ist, die Taktung des Schalters (S1) abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) durchzuführen und die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) zu regeln.
2. Betriebsgerät nach Anspruch 1, wobei das Betriebsgerät einen DC-DC Wandler (12), der mit der geregelten Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) gespeist wird und das Leuchtmittel (3) mit einem geregelten Strom oder einer geregelten Spannung versorgt.
3. Betriebsgerät nach Anspruch 2, wobei der DC-DC Wandler (12) den geregelten Strom oder die geregelte Spannung für das Leuchtmittel (3) abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) regelt.
4. Betriebsgerät nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung ( $V_{IN}$ ) um mindestens fünfzig Prozent (60%) überschreitet, wenn eine Wechselspannung als Netzspannung ( $V_{IN}$ ) anliegt.
5. Betriebsgerät nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) den arithmetischen Mittelwert der Netzspannung ( $V_{IN}$ ) um mindestens dreißig Prozent (30%) überschreitet, wenn eine Gleichspannung als Netzspannung ( $V_{IN}$ ) anliegt.
6. Betriebsgerät nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) bei Anliegen einer Wechselspannung als Netzspannung ( $V_{IN}$ ) höher ist als bei Anliegen einer Gleichspannung als Netzspannung ( $V_{IN}$ ), insbesondere um mindestens dreißig Prozent (30%) höher ist.
7. Leuchte oder Lampe mit einem Betriebsgerät nach einem der vorgehenden Ansprüche sowie mit wenigstens einem Leuchtmittel.
8. Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts für Leuchtmittel (3), insbesondere wenigstens einer LED, aufweisend eine ausgehend von einer Netzspannung ( $V_{IN}$ ) versorgte aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung (11) mit einer Spule (L1) und mit einem durch eine Steuereinheit (SE) angesteuerten getakteten Schalter (S1) zur Ausgabe einer geregelten Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ), wobei das Betriebsgerät (2) die Steuereinheit (11) aufweist, die die Taktung des Schalters (S1) abhängig von der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) durchführt, wobei die Höhe der Ausgangsspannung ( $V_{OUT}$ ) abhängig von der der Art der zugeführten Netzspannung ( $V_{IN}$ ) geregelt wird.

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**

1

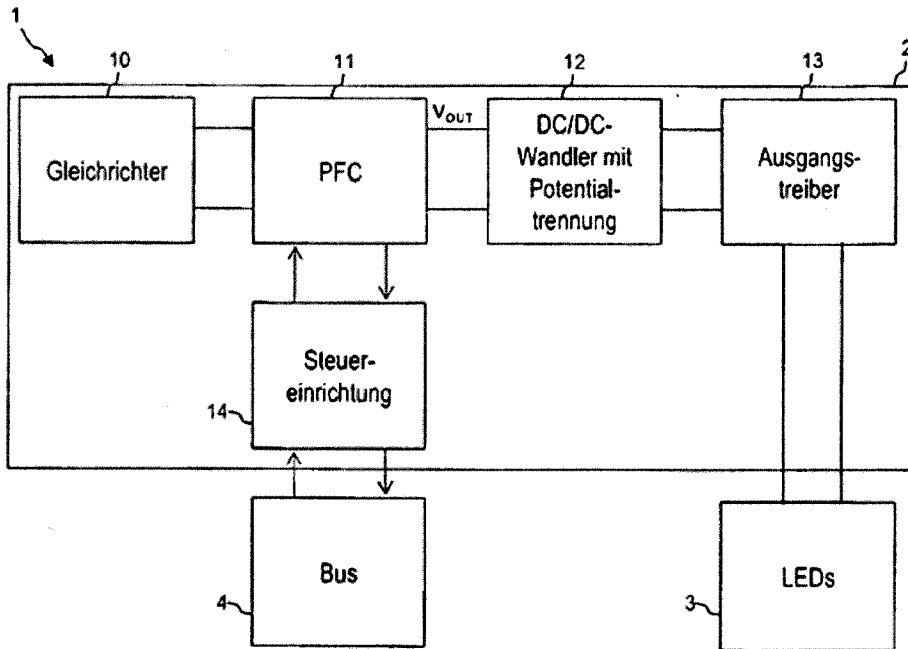
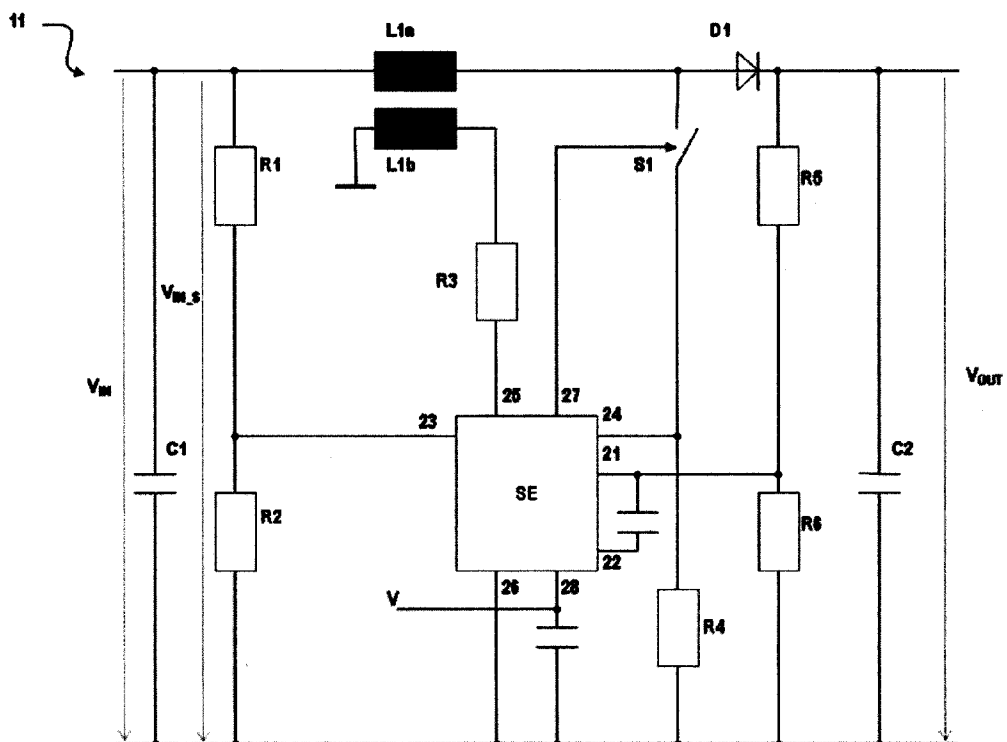


Fig. 1



5 Fig. 2

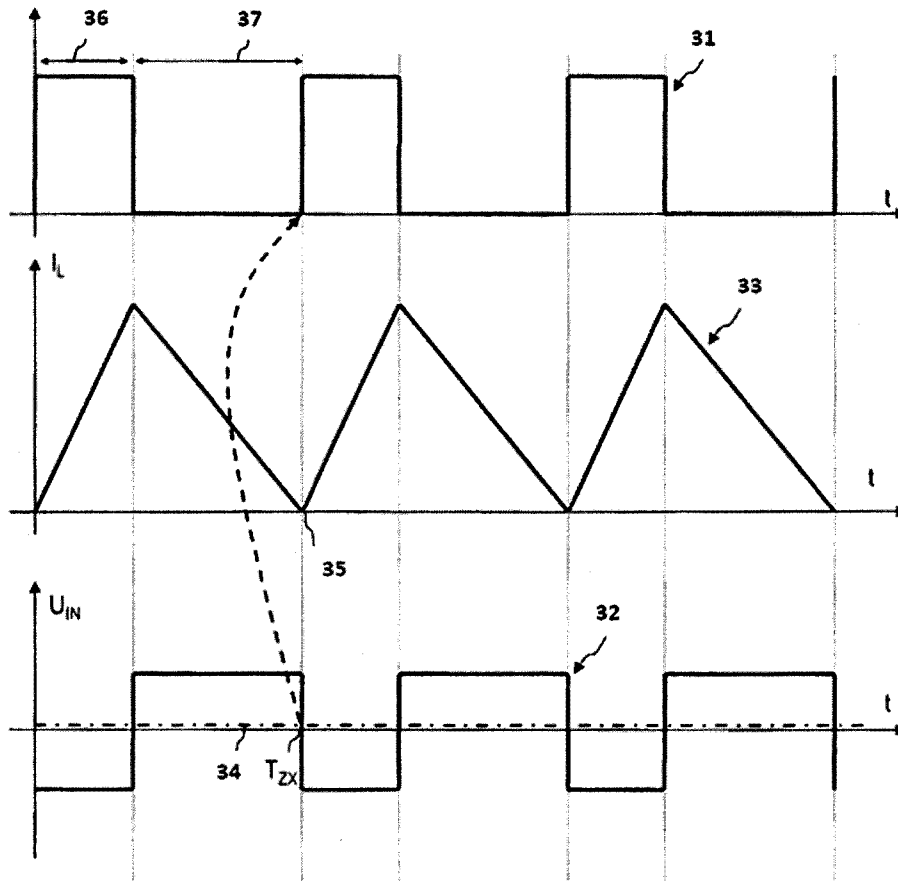


Fig. 3

Recherchenbericht zu **GM 77/2017**

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>H05B 33/08</b> (2006.01); <b>H02M 1/42</b> (2007.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>H05B 33/0815</b> (2013.01); <b>H05B 33/0845</b> (2013.01); <b>H02M 1/4225</b> (2013.01); <b>H02M 1/42</b> (2013.01)		
Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation): H05B, H02M		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, IEEE		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>21.04.2017</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-8</b> erstellt.		
Kategorie <sup>1)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 10032846 A1 (INT RECTIFIER CORP) 25. Januar 2001 (25.01.2001) Abbildungen 1, 2; Absatz [0005].	1-8
X	DE 102012010691 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG) 05. Dezember 2013 (05.12.2013) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 4; Absätze [0006], [0011], [0059], [0082].	1-8
X	AT 13478 U1 (TRIDONIC GMBH & CO KG) 15. Januar 2014 (15.01.2014) Zusammenfassung, Abbildungen 1, 4; Absätze [0005], [0006], [0059], [0081].	1-8
X	DE 10355670 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 28. Juli 2005 (28.07.2005) Abbildungen 1-3b; Absätze [0005], [0037]-[0059].	1-8
X	DE 102005044348 A1 (FAIRCHILD KR SEMICONDUCTOR LTD) 06. April 2006 (06.04.2006) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4, 7; Absätze [0015]-[0037], [0060], [0061].	1-8
X	Kim Jong-Woo, Youn Han-Shin, Moon Gun-Woo, "A digitally controlled critical mode boost power factor corrector with optimized additional on time and reduced circulating losses," IEEE Transactions on Power Electronics, Vol 30, No. 6, June 2015, pages 3447-3456, ISSN 0885-8993 Zusammenfassung; Abbildung 1; Absatz I.	1-8
X	US 2006013026 A1 (FRANK et al) 19. Januar 2006 (19.01.2006) Ganzes Dokument.	1-8
X	US 2016276924 A1 (CASTELLI) 22. September 2016 (22.09.2016) Abbildungen 1-3; Absätze [0058]-[0070].	1-8

Datum der Beendigung der Recherche: 28.02.2018	Seite 1 von 1	Prüfer(in): TORRE Palmiro
<sup>1)</sup> <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente: <b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. <b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b> : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.		<b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert. <b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b> ), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde. <b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b> ), aus dem ein <b>„älteres Recht“</b> hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). <b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.