

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 17/2017
(22) Anmeldetag: 24.01.2017
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.07.2022
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2022

(51) Int. Cl.: **H02M 3/158** (2006.01)
H05B 45/37 (2020.01)

(30) Priorität:
21.11.2016 DE (u) 202016007136.0 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2000341942 A
JP H07298610 A
US 2005265058 A1
JP H07274491 A

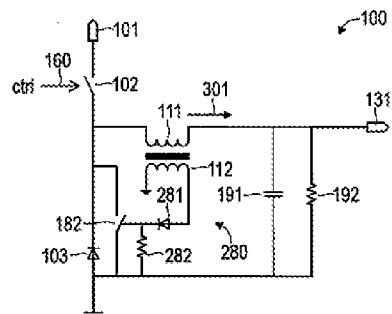
(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Tridonic GmbH & Co KG
6850 Dornbirn (AT)

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

(54) Spannungswandler

(57) Ein Spannungswandler (100) umfasst einen Eingangsanschluss (101), einen Ausgangsanschluss (131), ein erstes Schaltelement (102), eine Speicherdrossel (111), die mit dem ersten Schaltelement (102) in Reihe geschaltet ist, sowie ein zweites Schaltelement (182), das einen Punkt zwischen dem ersten Schaltelement (102) und der Speicherdrossel (111) in einem leitenden Zustand aus mehreren Zuständen selektiv mit Masse oder dem Eingangsanschluss verbindet. Der Spannungswandler (100) umfasst auch eine Sekundärdrossel (112), die induktiv mit der Speicherdrossel (111) gekoppelt ist, und eine Treiberschaltung (280), die eingerichtet ist, um ein durch die Sekundärdrossel (112) erzeugtes Signal zum Betreiben des zweiten Schaltelements (182) in den mehreren Zuständen bereitzustellen.

FIG. 7



Beschreibung

SPANNUNGSWANDLER

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft einen Spannungswandler. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Spannungswandler mit einem ersten Schaltelement und einem zweiten Schaltelement, einer Speicherdrossel und einer Sekundärdrossel, sowie einer Treiberschaltung, die eingerichtet ist, um ein durch die Sekundärdrossel erzeugtes Signal zum Betreiben des zweiten Schaltelements in mehreren Zuständen bereitzustellen.

HINTERGRUND

[0002] Spannungswandler ermöglichen es, eine DC-Spannung mit einer ersten Amplitude in eine DC-Spannung mit einer zweiten Amplitude zu wandeln. Spannungswandler werden in unterschiedlichen technischen Gebieten eingesetzt. Beispielsweise können Spannungswandler dazu verwendet werden, um eine Eingangsspannung in eine Ausgangsspannung zu wandeln, wobei die Ausgangsspannung zum Betreiben einer Leuchtdiode verwendet wird. Beispielsweise können Spannungswandler in Verbindung mit einem Gleichrichter verwendet werden. Herkömmlicherweise weisen Spannungswandler ein Schaltelement, eine Speicherdrossel und eine Freilaufdiode auf.

[0003] In vielen Anwendungsgebieten kann es erstrebenswert sein, den Energieverbrauch des Spannungswandlers zu reduzieren. Manchmal wird dazu eine Freilaufdiode des Spannungswandlers ersetzt oder ergänzt um ein weiteres Schaltelement. Typischerweise weist nämlich ein Schaltelement, wie zum Beispiel ein Feldeffekttransistor, einen besonders geringen Widerstand auf, so dass wenig Energie dissipiert wird.

[0004] Jedoch weisen vorbekannte Referenzimplementierungen, die eine Freilaufdiode des Spannungswandlers ersetzen oder ergänzen um ein weiteres Schaltelement, bestimmte Einschränkungen und Nachteile auf. Beispielsweise kann die Ansteuerung des Schaltelements vergleichsweise aufwendig und kompliziert sein. Dies kann zusätzliche elektronische Bauteile erforderlich machen.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Deshalb besteht ein Bedarf für verbesserte Spannungswandler. Insbesondere besteht ein Bedarf für solche Spannungswandler, welche die oben genannten Einschränkungen und Nachteile lindern oder beheben.

[0006] Diese Aufgabe wird von den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Merkmale der abhängigen Ansprüche definieren Ausführungsformen.

[0007] In einem Beispiel umfasst ein Spannungswandler einen Eingangsanschluss und einen Ausgangsanschluss. Der Spannungswandler umfasst auch ein erstes Schaltelement und eine Speicherdrossel. Die Speicherdrossel ist mit dem ersten Schaltelement in Reihe geschaltet. Der Spannungswandler umfasst auch ein zweites Schaltelement. Das zweite Schaltelement verbindet einen Punkt zwischen dem ersten Schaltelement und der Speicherdrossel in einem leitenden Zustand selektiv mit Masse oder mit dem Eingangsanschluss. Der leitende Zustand ist einer von mehreren Zuständen des zweiten Schaltelements. Der Spannungswandler umfasst auch eine Sekundärdrossel, die induktiv mit der Speicherdrossel gekoppelt ist. Außerdem umfasst der Spannungswandler auch eine Treiberschaltung, die eingerichtet ist, um ein durch die Sekundärdrossel erzeugtes Signal zum Betreiben des zweiten Schaltelements in den mehreren Zuständen bereitzustellen.

[0008] Beispielsweise könnte das erste Schaltelement und/oder das zweite Schaltelement jeweils in einem leitenden Zustand (manchmal auch als geschlossener Zustand bezeichnet) und

einem nicht-leitenden Zustand (manchmal auch als geöffneter Zustand bezeichnet) betrieben werden.

[0009] Beispielsweise könnte die Treiberschaltung eine Diode umfassen, die in Reihe mit der Sekundärdrossel geschaltet ist.

[0010] Beispielsweise könnte die Treiberschaltung einen Widerstand aufweisen, der eine Schnittstelle der Treiberschaltung zum zweiten Schaltelement mit einem Referenzpotential des zweiten Schaltelements koppelt.

[0011] Beispielsweise könnte die Schnittstelle der Treiberschaltung zum zweiten Schaltelement durch eine elektrische Verbindung zu einem Steuer-Anschluss des zweiten Schaltelements implementiert sein.

[0012] Die Treiberschaltung kann beispielsweise ausschließlich passive elektronische Komponenten aufweisen. Dies bedeutet, dass die Treiberschaltung in manchen Beispielen keine aktiven elektronischen Komponenten aufweisen kann.

[0013] Es wäre möglich, dass die Treiberschaltung ausschließlich analoge elektronische Komponenten aufweist, d.h. keine Komponenten, die digitale Signalverarbeitung implementieren.

[0014] Es wäre möglich, dass das Windungsverhältnis von Wicklungen der Speicherdrossel zu Wicklungen der Sekundärdrossel ungleich Eins ist, d.h. eine Transformation der Spannung stattfindet. Durch die Transformation der Spannung kann die Steuerung des zweiten Schaltelements auf bestimmte Erfordernisse des zweiten Schaltelements, beispielsweise einen Spannungspegel am Steueranschluss des zweiten Schaltelements, abgestimmt werden.

[0015] Beispielsweise könnte die Treiberschaltung eingerichtet sein, um das zweite Schaltelement synchronisiert mit einem Nulldurchgang eines Drosselstroms durch die Speicherdrossel in den leitenden Zustand zu schalten. Ein solcher Betrieb kann beispielsweise als Null-Strom-Schalten bezeichnet werden (engl. zero current switching). Alternativ oder zusätzlich wäre es aber auch möglich, dass die Treiberschaltung eingerichtet ist, um das zweite Schaltelement synchronisiert mit einem Umschwingen einer Mittelpunktspannung an einem Punkt zwischen dem ersten Schaltelement und dem zweiten Schaltelement in den leitenden Zustand zu schalten. Ein solcher Betrieb kann beispielsweise als Null-Spannung-Schalten bezeichnet werden (engl. zero voltage switching). Solche Techniken ermöglichen einen besonders geringen Energieverbrauch.

[0016] Ein Steuergerät des Spannungswandlers könnte z.B. eingerichtet sein, um das erste Schaltelement gemäß einem lückenden Betrieb des Spannungswandlers oder gemäß einem Grenzbetrieb des Spannungswandlers in den mehreren Zuständen des ersten Schaltelements zu betreiben, d.h. beispielsweise zwischen leitendem Zustand und nichtleitendem Zustand hin und her zu schalten. Durch das Verwenden unterschiedlicher Betriebsmodi des Spannungswandlers kann z.B. die Leuchtintensität der Leuchtdiode in Abhängigkeit eines Dimmsignals verändert werden.

[0017] Ein Steuergerät des Spannungswandlers kann eingerichtet sein, um basierend auf dem durch die Sekundärdrossel erzeugten Signal das erste Schaltelement zu schalten. Derart kann das Signal der Sekundärdrossel wiederverwendet werden, sowohl zum Schalten des ersten Schaltelements, als auch zum Schalten des zweiten Schaltelements. Dies ermöglicht eine hohe Integrationsdichte.

[0018] Der Spannungswandler könnte auch eine Freilaufdiode aufweisen, die parallel zum zweiten Schaltelement geschaltet ist. Durch die Freilaufdiode kann eine endliche Schaltzeit des zweiten Schaltelements kompensiert werden.

[0019] In einem offenbaren Verfahren wird ein zweites Schaltelement abwechselnd in einem leitenden Zustand und einem nicht-leitenden Zustand betrieben. Das zweite Schaltelement verbindet einen Punkt zwischen einem ersten Schaltelementelement und einer Speicherdrossel eines Spannungswandlers im leitenden Zustand selektiv mit Masse oder einem Eingangsanschluss des Spannungswandlers. Das Verfahren umfasst weiterhin das Bereitstellen eines durch eine mit der Speicherdrossel induktiv gekoppelten Sekundärdrossel erzeugten Signals mittels einer Trei-

berschaltung, zum Betreiben des zweiten Schaltelements in dem leitenden Zustand und dem nichtleitenden Zustand.

[0020] Die oben dargelegten Merkmale und Merkmale, die nachfolgend beschrieben werden, können nicht nur in den entsprechenden explizit dargelegten Kombinationen verwendet werden, sondern auch in weiteren Kombinationen oder isoliert, ohne den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

- [0021]** FIG. 1 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem high side Schaltelement gemäß Referenzimplementierungen.
- [0022]** FIG. 2 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem high side Schaltelement gemäß Referenzimplementierungen.
- [0023]** FIG. 3 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem low side Schaltelement gemäß Referenzimplementierungen.
- [0024]** FIG. 4 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem high side Schaltelement gemäß Referenzimplementierungen.
- [0025]** FIG. 5 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem high side Schaltelement und mit einer Sekundärdrossel und einer Treiberschaltung gemäß verschiedener Ausführungsformen.
- [0026]** FIG. 6 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem low side Schaltelement und mit einer Sekundärdrossel und einer Treiberschaltung gemäß verschiedener Ausführungsformen.
- [0027]** FIG. 7 illustriert schematisch einen Spannungswandler mit einem high side Schaltelement und mit einer Sekundärdrossel und einer Treiberschaltung gemäß verschiedener Ausführungsformen.
- [0028]** FIG. 8 illustriert schematisch einen Zeitverlauf von verschiedenen Signalen eines Spannungswandlers gemäß verschiedener Ausführungsformen.
- [0029]** FIG. 9 ist ein Flussdiagramm eines offenbaren Verfahrens.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0030] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

[0031] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Elemente. Die Figuren sind schematische Repräsentationen verschiedener Ausführungsformen der Erfindung. In den Figuren dargestellte Elemente sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt. Vielmehr sind die verschiedenen in den Figuren dargestellten Elemente derart wiedergegeben, dass ihre Funktion und genereller Zweck dem Fachmann verständlich wird. In den Figuren dargestellte Verbindungen und Kopplungen zwischen funktionellen Einheiten und Elementen können auch als indirekte Verbindung oder Kopplung implementiert werden. Funktionale Einheiten können als Hardware, Software oder eine Kombination aus Hardware und Software implementiert werden.

[0032] Nachfolgend werden Techniken in Bezug auf einen Spannungswandler beschrieben. Der Spannungswandler kann eingerichtet sein, um ein Eingangssignal an einem Eingangsanschluss zu empfangen. Beispielsweise kann das Eingangssignal eine DC-Spannung mit einer bestimmten Amplitude sein. Der Spannungswandler kann eingerichtet sein, um ein Ausgangssignal an einem Ausgangsanschluss auszugeben. Dabei kann das Ausgangssignal vom Spannungswandler ba-

sierend auf dem Eingangssignal bestimmt werden. Das Ausgangssignal kann wiederum eine DC-Spannung mit einer bestimmten Amplitude sein, wobei die Amplitude des Ausgangssignals abweichen kann von der Amplitude des Eingangssignals. Es sind sowohl Aufwärtswandler - bei denen die Amplitude der DC-Spannung am Ausgangsanschluss größer ist als die Amplitude der DC-Spannung am Eingangsanschluss -, als auch Abwärtswandler - bei denen die Amplitude der DC-Spannung am Ausgangsanschluss kleiner ist als die Amplitude der DC-Spannung am Eingangsanschluss - möglich.

[0033] Beispielsweise wäre es möglich, dass eine Leuchtdiode am Ausgangsanschluss des Spannungswandlers angeschlossen ist. Die Leuchtdiode kann durch den Spannungswandler zum Emittieren von Licht betrieben werden. Dazu kann das Ausgangssignal auf die Betriebscharakteristik der Leuchtdiode abgestimmt sein. Es könnten aber im Allgemeinen auch andere Lasten am Ausgangsanschluss des Spannungswandlers angeschlossen werden.

[0034] FIG. 1 illustriert Aspekte in Bezug auf eine Referenzimplementierung eines Spannungswandlers 100. In dem Beispiel der FIG. 1 umfasst der Spannungswandler 100 einen Eingangsanschluss 101 und ein high side Schaltelement 102. In dem in FIG. 1 dargestellten Zustand wird das Schaltelement 102 in einem nicht-leitenden Zustand betrieben. In Abhängigkeit von einem Steuersignal 160, das beispielsweise von einer durch einen Mikroprozessor implementierten Steuerschaltung empfangen werden kann, kann das Schaltelement 102 zwischen dem nicht-leitenden Zustand und einem leitenden Zustand hin und her geschaltet werden.

[0035] Der Spannungswandler 100 umfasst weiterhin eine Speicherdrossel 111, sowie eine mit der Speicherdrossel 111 induktiv gekoppelte Sekundärdrossel 112. Die Speicherdrossel 111 und/oder die Sekundärdrossel 112 können als Spulen mit mehreren Wicklungen implementiert sein. Die Sekundärdrossel 112 kann in einem Bereich mit signifikantem Streumagnetfeld der Speicherdrossel 111 angeordnet sein.

[0036] Außerdem umfasst der Spannungswandler 100 eine Freilaufdiode 103. Die Freilaufdiode 103 verbindet einen Punkt zwischen dem Schaltelement 102 und der Speicherdrossel 111 mit Masse, d.h. das Schaltelement 102 ist angrenzend an den Eingangsanschluss 101 angeordnet. Deshalb wird das Schaltelement 102 als high side Schaltelement bezeichnet. In FIG. 1 ist auch eine Leuchtdiode 130 als beispielhafte Last dargestellt.

[0037] In einem leitenden Zustand des Schaltelements 102 fließt ein Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111, der durch das am Eingangsanschluss 101 anliegende Eingangssignal gespeist wird. Die Freilaufdiode 103 ist entgegen der Flussrichtung gepolt und es liegt eine Spannung an, die der Spannung des Eingangssignals 101 gegenüber Masse entspricht. Die Freilaufdiode 103 verhindert, dass ein Stromfluss vom Eingangsanschluss 101 direkt zu Masse fließt; deshalb wird der Drosselstrom durch das Eingangssignal gespeist. Die Speicherdrossel 111 wird aufmagnetisiert.

[0038] Wenn das Schaltelement 102 in einem nicht-leitenden Zustand betrieben wird, behält der Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 zunächst seine Richtung bei (Induktionsgesetz). Die Spannung über der Freilaufdiode 103 sinkt ab, bis die Freilaufdiode leitend wird. Dabei sind unterschiedliche Betriebsarten des Spannungswandlers 100 möglich. Beispielsweise könnte das Schaltelement 102 für eine vergleichsweise kurze Zeit in dem nicht-leitenden Zustand betrieben werden. Dann sinkt der Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 nicht bis auf Null ab. Ein solcher Betrieb wird oftmals als kontinuierlicher Betrieb bezeichnet. In anderen Beispielen könnte das Schaltelement 102 für eine vergleichsweise lange Zeit in dem nicht-leitenden Zustand betrieben werden. Dann sinkt der Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 bis auf Null ab und verbleibt für eine bestimmte Zeitdauer bei Null oder nimmt sogar negative Werte an. Ein solcher Betrieb wird oftmals als lückender Betrieb bezeichnet. Logisch als Übergang zwischen dem lückenden Betrieb und dem kontinuierlichen Betrieb ist der sogenannte Grenzbetrieb angesiedelt, bei welchem der Drosselstrom bis auf Null absinkt und dann unmittelbar das Schaltelement 102 vom nicht-leitenden Zustand in den leitenden Zustand umgeschaltet wird. Der grundsätzliche Betrieb des Spannungswandlers 100 gemäß der Referenzimplementierung in FIG. 1 ist dem Fachmann bekannt, sodass hier keine weiteren Details beschrieben werden müssen.

[0039] Je nach Betriebsart des Spannungswandlers 100 kann es erstrebenswert sein, den Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 zu überwachen. Dies kann zum Beispiel das Bestimmen des Zeitpunkts, bei welchem der Drosselstrom Null wird, umfassen. Dann kann basierend auf dem Überwachen des Drosselstroms ein Steuergerät (in FIG. 1 nicht dargestellt) ein Steuersignal 160 ausgeben, um das Schaltelement 102 im leitenden Zustand bzw. dem nicht-leitenden Zustand gemäß der gewählten Betriebsart des Spannungswandlers 100 zu betreiben.

[0040] Das Überwachen des Drosselstroms kann basierend auf einem von der Sekundärdrossel 112 erzeugten Signal implementiert werden. Durch die induktive Kopplung der Speicherdrossel 111 mit der Sekundärdrossel 112 kann nämlich eine Spannung, die über der Sekundärdrossel 112 abfällt, indikativ für den Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 sein.

[0041] FIG. 2 illustriert Aspekte in Bezug auf eine Referenzimplementierung eines Spannungswandlers 100. Das Beispiel der FIG. 2 entspricht grundsätzlich dem Beispiel der FIG. 1. In dem Beispiel der FIG. 2 wird der Drosselstrom durch die Speicherdrossel 111 jedoch nicht mithilfe einer Sekundärdrossel überwacht. Zum Überwachen des Drosselstroms durch die Speicherdrossel 111 sind in dem Beispiel der FIG. 2 eine Diode 171 und ein Widerstand 172 vorgesehen. Dadurch kann insbesondere auch eine Mittelpunktspannung am Punkt zwischen dem Schaltelement 102 und der Speicherdrossel 111 gemessen werden, wobei die Mittelpunktspannung wiederum indikativ ist für den Drosselstrom.

[0042] FIG. 3 illustriert Aspekte in Bezug auf eine Referenzimplementierung eines Spannungswandlers 100. Das Beispiel der FIG. 3 entspricht grundsätzlich dem Beispiel der FIG. 1. Jedoch ist in dem Beispiel der FIG. 3 das Schaltelement 102 angrenzend an Masse angeordnet und die Freilaufdiode 103 verbindet einen Punkt zwischen dem Schaltelement 102 unter Speicherdrossel 111 mit dem Eingangsanschluss 101. Deshalb wird das Schaltelement 102 auch als low side Schaltelement bezeichnet.

[0043] FIG. 4 illustriert Aspekte in Bezug auf eine Referenzimplementierung eines Spannungswandlers 100. Das Beispiel der FIG. 4 entspricht grundsätzlich dem Beispiel der FIG. 2. In FIG. 4 ist die Leuchtdiode 130 als Last nicht dargestellt, sondern vielmehr ein Ausgangsanschluss 131.

[0044] Außerdem ist in FIG. 4 ein Steuergerät 173 dargestellt, das eingerichtet ist, um das Steuersignal 160 auszugeben. Das Steuergerät 173 kann beispielsweise durch einen Mikrocontroller implementiert werden (In FIG. 4 als μC bezeichnet). Andere Beispiele umfassen eine Implementierung des Steuergeräts 173 als Applikations-spezifischer integrierter Schaltkreis (ASIC) oder als Feld-programmierbares Array (FPGA). Das Steuergerät 173 ist insbesondere eingerichtet, um das Steuersignal 160 basierend auf dem Überwachen des Drosselstroms durch die Speicherdrossel 111 mittels der elektronischen Komponenten 171, 172 zu erzeugen.

[0045] Außerdem ist das Steuergerät 173 eingerichtet, um ein Steuersignal 174 für ein weiteres Schaltelement 182 zu erzeugen und an dieses auszugeben. Das Schaltelement 182 ist parallel zu der Freilaufdiode 103 geschaltet. Das Schaltelement 182 kann in Abhängigkeit von dem Steuersignal 174 wahlweise in einem leitenden Zustand oder einem nicht-leitenden Zustand betrieben werden. Wenn das Schaltelement 182 in dem leitenden Zustand betrieben wird, wird der vergleichsweise große Widerstand der Diode 103 umgangen. Dadurch resultiert ein geringerer Energieverbrauch.

[0046] Der Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 4 ist vergleichsweise komplex. Insbesondere kann es erforderlich sein, dass das Steuergerät 173 einen dedizierten Ausgang aufweist, um das Steuersignal 174 für das Schaltelement 182 bereitzustellen. Nachfolgend werden Techniken beschrieben, um einen geringeren Energieverbrauch durch das Schaltelement 182 auch mit einer vergleichsweise einfacheren Architektur des Spannungswandlers 100 zu erreichen.

[0047] Das Steuern des Schaltelements 182 mittels des Steuergeräts 173 kann vergleichsweise aufwendig sein. Zum Beispiel kann es in manchen Beispielen erforderlich sein, einen extra Anschluss (engl. pin) eines Mikrokontrollers für das Schaltelement 182 vorzusehen. Nachfolgend

werden Techniken beschrieben, die eine besonders einfache Steuerung des Schaltelements 182 ermöglichen.

[0048] FIG. 5 illustriert Aspekte in Bezug auf einen Spannungswandler 100 gemäß verschiedener Beispiele. Der Spannungswandler 100 in dem Beispiel der FIG. 5 entspricht grundsätzlich dem Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 1. Der Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 5 umfasst auch den Eingangsanschluss 101 und den Ausgangsanschluss 131. Beispielsweise könnte eine Leuchtdiode oder eine andere Last an den Ausgangsanschluss 131 angeschlossen werden. Der Spannungswandler 100 umfasst auch das Schaltelement 102, welches wiederum basierend auf dem Steuersignal 160 gesteuert wird. Dazu kann ein Steuergerät vorgesehen sein (in FIG. 5 nicht dargestellt), z.B. das Steuergerät 173. Das Schaltelement 102 ist angrenzend an den Eingangsanschluss 101 als high side Schaltelement angeordnet. Die Freilaufdiode 103 und das Schaltelement 182 sind parallel geschaltet. Die Freilaufdiode 103 und das Schaltelement 182 sind zwischen einem Punkt zwischen dem Schaltelement 102 und der Speicherdrossel 111 und Masse angeordnet. Wenn das Schaltelement 182 in einem leitenden Zustand betrieben wird, verbindet das Schaltelement 182 den Punkt zwischen dem Schaltelement 102 und der Speicherdrossel 111 mit Masse.

[0049] In dem Beispiel der FIG. 5 ist eine Treiberschaltung 280 vorgesehen, die eingerichtet ist, um ein durch die Sekundärdrossel 112 erzeugtes Signal zum Betreiben des Schaltelements 182 im leitenden Zustand bzw. dem nicht-leitenden Zustand bereitzustellen. Durch eine solche direkte Kopplung zwischen der Sekundärdrossel 112 und dem Schaltelement 182 kann erreicht werden, dass das Schaltelement 182 besonders einfach und wenig komplex in den verschiedenen Zuständen betrieben wird. Insbesondere kann es zum Beispiel entbehrlich sein, dass ein Steuergerät einen dedizierten Ausgang zum Bereitstellen eines Steuersignals für das Schaltelement 182 aufweist (vergleiche FIG. 4).

[0050] FIG. 6 illustriert Aspekte in Bezug auf einen Spannungswandler 100 gemäß verschiedener Beispiele. Der Spannungswandler 100 in dem Beispiel der FIG. 6 entspricht grundsätzlich dem Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 5. Dabei ist jedoch das Schaltelement 102 nicht angrenzend an den Eingangsanschluss 101 angeordnet; vielmehr ist das Schaltelement 102 angrenzend an Masse angeordnet. Deshalb implementiert das Schaltelement 102 in dem Beispiel der FIG. 6 ein low side Schaltelement. Die Freilaufdiode 103 und das Schaltelement 182 sind zwischen einem Punkt zwischen dem Schaltelement 102 und der Speicherdrossel 111, sowie dem Eingangsanschluss 101 angeordnet. Wenn der Schaltelement 182 in einem leitenden Zustand betrieben wird, verbindet das Schaltelement 182 den Punkt zwischen dem Schaltelement 102 unter Speicherdrossel 111 mit dem Eingangsanschluss 101.

[0051] Für den Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 6 können Effekte erzielt werden, wie sie bereits oben stehend in Bezug auf den Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 5 beschrieben wurden.

[0052] FIG. 7 illustriert Aspekte in Bezug auf einen Spannungswandler 100 gemäß verschiedener Beispiele. Der Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 7 entspricht grundsätzlich dem Spannungswandler 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 5. Dabei illustriert FIG. 7 den Spannungswandler 100 und insbesondere die Treiberschaltung 280 in größerem Detail. Auch FIG. 7 implementiert ein high side Schaltelement 102, wobei auch ein low side Schaltelement möglich wäre.

[0053] Die Treiberschaltung 280 umfasst eine Diode 281, die in Reihe mit der Sekundärdrossel 112 geschaltet ist. Außerdem umfasst die Treiberschaltung 280 einen Widerstand 282, der die Schnittstelle der Treiberschaltung 280 zum Schaltelement 182 mit Masse verbindet. Dabei bildet Masse in der Implementierung gemäß FIG. 7 ein Referenzpotenzial für das Schaltelement 182 aus. Zum Beispiel könnte in einer Anordnung des Schaltelements 182 angrenzend an den Eingangsanschluss 101 (vgl. FIG. 6) ein anderes Referenzpotenzial mittels des Widerstands 282 kontaktiert werden.

[0054] In den verschiedenen hierin beschriebenen Beispielen wäre es möglich, dass das Schalt-

element 182 als Bipolartransistor oder als Feldeffekttransistor ausgebildet ist. Entsprechend wäre es möglich, dass die Schnittstelle der Treiberschaltung 280 einen Basis-Anschluss des Bipolartransistor oder einen Gate-Anschluss des Feldeffekttransistors als jeweiligen Steuer-Anschluss kontaktiert.

[0055] Durch die Verwendung einfacher elektronischer Komponenten wie der Diode 281 und dem Widerstand 282 kann die Treiberschaltung 280 besonders einfach und robust implementiert werden. Insbesondere ist es nicht erforderlich, digitale Logik, beispielsweise einen Mikrocontroller etc., zur Ansteuerung des Schaltelements 182 zu verwenden.

[0056] Im Allgemeinen wäre es möglich, dass die Treiberschaltung 280 ausschließlich passive elektronische Komponenten umfasst. Es wäre auch möglich, dass die Treiberschaltung 280 ausschließlich analoge elektronische Komponenten umfasst. Neben einer Reduktion der Komplexität der Ansteuerung des Schaltelements 182 kann derart oftmals auch ein geringerer Bauraum für den Spannungswandler 100 realisiert werden.

[0057] Je nach Typ des verwendeten Schaltelements 182 kann es erforderlich sein, dass die Treiberschaltung 280 ein Treibersignal an das Schaltelement 182 bereitstellt, welches auf die Erfordernisse des Schaltelements 182, zum Beispiel in Bezug auf Amplitude etc., abgestimmt ist. Dies kann beispielsweise durch geeignete Dimensionierung der Parameter der Sekundärspule 112 erfolgen. Beispielsweise wäre es möglich, dass das Windungsverhältnis von Wicklungen der Speicherdrossel 111 zu Wicklungen der Sekundärdrossel 112 ungleich Eins ist.

[0058] FIG. 7 illustriert auch einen Kondensator 191 und einen Widerstand 192, die zwischen der Speicherdrossel 111 und dem Ausgangsanschluss 131 angeordnet sind. Beispielsweise könnten der Kondensator 191 und der Widerstand 192 eine Glättung des Ausgangssignals bewirken. In den verschiedenen anderen hierin beschriebenen Beispielen für den Spannungswandler 100 wäre es auch möglich, den Kondensator 191 und/oder den Widerstand 192 vorzusehen.

[0059] FIG. 8 illustriert Aspekte in Bezug auf den Betrieb eines Spannungswandlers gemäß verschiedener Beispiele. Zum Beispiel könnte FIG. 8 den Betrieb des Spannungswandlers 100 gemäß dem Beispiel der FIG. 7 illustrieren. FIG. 8 stellt diverse zeitliche Signalverläufe für einen beispielhaften Spannungswandler dar.

[0060] In FIG. 8, oben ist zunächst der Zeitverlauf des Drosselstroms 301 durch die Speicherdrossel 111 dargestellt. Dabei illustriert FIG. 8 ein Beispiel, in welchem zum Beispiel das Steuergerät 173 eingerichtet ist, um das Schaltelement 102 gemäß dem lückenden Betrieb zu betreiben. Dies bedeutet, dass der Drosselstrom 301 einen Nulldurchgang 350 aufweist und dann für eine bestimmte Zeitdauer einen Wert von null beibehält. In anderen Beispielen wäre es aber auch möglich, dass zum Beispiel ein kontinuierlicher Betrieb oder ein Grenzbetrieb implementiert werden. Dies kann durch geeignete Ansteuerung des Schaltelements 102 erfolgen. Dazu wäre es zum Beispiel möglich, dass das Steuergerät 173 auch ein von der Sekundärdrossel 112 erzeugtes Signal empfängt, um die Schaltzeiten für das Schaltelement 102 entsprechend zu bestimmen. Dies bedeutet, dass das Steuergerät 173 eingerichtet sein könnte, um basierend auf dem durch die Sekundärdrossel 112 erzeugten Signal das Schaltelement 102 zu schalten. Das Steuergerät 173 könnte also eingerichtet sein, um basierend auf dem durch die Sekundärdrossel 112 erzeugten Signal das Steuersignal 160 zu erzeugen.

[0061] In FIG. 8, Mitte ist ferner der Zeitverlauf der Drosselspannung 302 an der Speicherdrossel 111 dargestellt. Während einer Zeitspanne, in der der Drosselstrom 301 zunimmt, weist die Drosselspannung 302 ein positives Vorzeichen auf. Dies ist der Fall, da während der sogenannten Einschaltzeit an der Speicherdrossel eine Drosselspannung anliegt, die sich als Differenz zwischen der Eingangsspannung am Eingangsanschluss 101 und der Ausgangsspannung am Ausgangsanschluss 131 ergibt. Während einer Zeitspanne, in der der Drosselstrom 301 abnimmt, weist die Drosselspannung 302 hingegen ein negatives Vorzeichen auf. Dies ist der Fall, da während der sogenannten Ausschaltzeit die Drosselspannung gleich dem negativen Wert der Ausgangsspannung am Ausgangsanschluss 131 ist.

[0062] Die Drosselspannung an der Sekundärdrossel 112 weist aufgrund der induktiven Kopp-

lung typischerweise denselben qualitativen Zeitverlauf auf, wie die Drosselspannung 302 an der Speicherdrossel 111. Die Drosselspannung an der Sekundärdrossel 112 weist typischerweise das umgekehrte Vorzeichen auf, wie die Drosselspannung 302 an der Speicherdrossel 111. Die Amplituden können abweichen, je nach Windungsverhältnis.

[0063] In FIG. 8, unten ist weiterhin der Zeitverlauf des Steuersignals 303 der Treiberschaltung 280 dargestellt. Durch die Verwendung der Diode 281 werden lediglich die positiven Drosselspannungen der Sekundärdrossel 112 als Steuersignal 302 an das Schaltelement 182 ausgegeben. Dadurch wird das Schaltelement 182 wahlweise in dem leitenden Zustand 361 und dem nicht-leitenden Zustand 362 betrieben. Aus dem Beispiel der FIG. 8 ist ersichtlich, dass die Treiberschaltung 280 eingerichtet ist, um das Schaltelement 182 synchronisiert mit dem Nulldurchgang 350 des Drosselstroms 301 durch die Speicherdrossel 111 im leitenden Zustand 361 zu betreiben.

[0064] In Bezug auf FIG. 9 ist ein Verfahren offenbart. FIG. 9 ist ein Flussdiagramm des Verfahrens.

[0065] In Schritt 1001 wird ein zweites Schaltelement abwechselnd in einem leitenden Zustand und einem nicht-leitenden Zustand betrieben. Dazu kann das zweite Schaltelement zwischen dem leitenden Zustand und dem nicht-leitenden Zustand hin und her geschaltet werden. Das zweite Schaltelement verbindet einen Punkt zwischen einem ersten Schaltelement eines Spannungswandlers und einer Speicherdrossel des Spannungswandlers im leitenden Zustand selektiv mit Masse oder mit einem Eingangsanschluss des Spannungswandlers. Beispielsweise könnte das zweite Schaltelement den Punkt zwischen dem ersten Schaltelement des Spannungswandlers und der Speicherdrossel des Spannungswandlers im leitenden Zustand mit Masse verbinden, wenn das erste Schaltelement ein high side Schaltelement ist; entsprechend könnte das zweite Schaltelement den Punkt zwischen dem ersten Schaltelement des Spannungswandlers und der Speicherdrossel des Spannungswandlers im leitenden Zustand mit dem Eingangsanschluss verbinden, wenn das erste Schaltelement ein low side Schaltelement ist.

[0066] In Schritt 1002 wird mittels einer Treiberschaltung ein durch eine Sekundärdrossel erzeugtes Signal zum Betreiben des zweiten Schaltelements in dem leitenden Zustand und dem nicht-leitenden Zustand bereitgestellt. Dabei ist die Sekundärdrossel induktiv mit der Speicherdrossel gekoppelt. Beispielsweise könnte die Treiberschaltung lediglich passive elektronische Komponenten und/oder lediglich analoge elektronische Komponenten aufweisen.

[0067] Selbstverständlich können die Merkmale der vorab beschriebenen Ausführungsformen und Aspekte der Erfindung miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale nicht nur in den beschriebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder für sich genommen verwendet werden, ohne das Gebiet der Erfindung zu verlassen.

[0068] Beispielsweise wurden voranstehend verschiedene Spannungswandler beschrieben, bei denen die Freilaufdiode parallel zu einem weiteren Schaltelement geschaltet ist. Dabei könnten diese Beispiele auch dahingehend modifiziert werden, dass keine dedizierte Freilaufdiode vorhanden ist. Das Vorsehen einer Freilaufdiode kann insbesondere Vorteile aufweisen, wenn das Schaltelement eine endliche Schaltzeit aufweist, um von dem nicht-leitenden Zustand in den leitenden Zustand umzuschalten. Während dieser Umschaltzeit kann dann die Freilaufdiode bereits einen Stromfluss ermöglichen. In manchen Beispielen wäre es auch möglich, dass die entsprechende Funktionalität über eine Körperdiode eines Feldeffekttransistors, der das weitere Schaltelement implementiert, bereitgestellt wird.

[0069] Zum Beispiel wurden voranstehend verschiedene Implementierungen in Bezug auf ein high side Schaltelement zwischen dem Eingangsanschluss und der Speicherdrossel beschrieben. Die entsprechenden Implementierungen könnten aber dahingehend modifiziert werden, dass ein low side Schaltelement angrenzend an Masse verwendet wird.

[0070] Ferner wurden obenstehend verschiedene Implementierungen in Bezug auf das Schalten von Schaltelementen in Abhängigkeit von einem Drosselstrom durch die Speicherdrossel beschrieben. Es wäre aber auch möglich, dass zusätzlich oder alternativ zum Drosselstrom eine Mittelpunktspannung zwischen dem Schaltelement und der Speicherdrossel berücksichtigt wird.

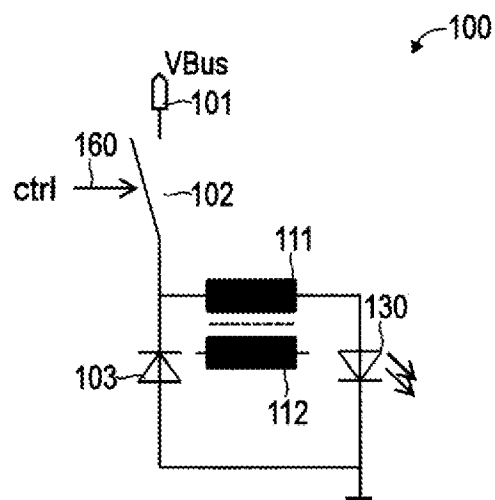
Ansprüche

1. Spannungswandler (100), der umfasst:
 - einen Eingangsanschluss (101),
 - einen Ausgangsanschluss (131),
 - ein erstes Schaltelement (102),
 - eine Speicherdrossel (111), die mit dem ersten Schaltelement (102) in Reihe geschaltet ist,
 - ein zweites Schaltelement (182), das einen Punkt zwischen dem ersten Schaltelement (102) und der Speicherdrossel (111) in einem leitenden Zustand aus mehreren Zuständen selektiv mit Masse oder dem Eingangsanschluss verbindet,
 - eine Sekundärdrossel (112), die induktiv mit der Speicherdrossel (111) gekoppelt ist, und
 - eine Treiberschaltung (280), die eingerichtet ist, um ein durch die Sekundärdrossel (112) erzeugtes Signal zum Betreiben des zweiten Schaltelements (182) in den mehreren Zuständen bereitzustellen.
2. Spannungswandler (100) nach Anspruch 1, wobei die Treiberschaltung (280) eine Diode (281) umfasst, die in Reihe mit der Sekundärdrossel (112) geschaltet ist.
3. Spannungswandler (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Treiberschaltung (280) einen Widerstand (282) umfasst, der eine Schnittstelle der Treiberschaltung (280) zum zweiten Schaltelement (182) mit einem Referenzpotential des zweiten Schaltelements (182) koppelt.
4. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Treiberschaltung (280) nur passive elektronische Komponenten (281, 282) umfasst.
5. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Treiberschaltung (280) nur analoge elektronische Komponenten (281, 282) umfasst.
6. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Windungsverhältnis von Wicklungen der Speicherdrossel (111) zu Wicklungen der Sekundärdrossel (112) ungleich Eins ist.
7. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Treiberschaltung (280) eingerichtet ist, um das zweite Schaltelement (182) synchronisiert mit einem Nulldurchgang (350) eines Drosselstroms (301) durch die Speicherdrossel (111) in dem leitenden Zustand zu betreiben.
8. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, der weiterhin umfasst:
 - ein Steuergerät (173), das eingerichtet ist, um das erste Schaltelement (102) gemäß einem lückenden Betrieb des Spannungswandlers (100) oder gemäß einem Grenzbetrieb des Spannungswandlers (100) in den mehreren Zuständen zu betreiben.
9. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, der weiterhin umfasst:
 - ein Steuergerät (173), das eingerichtet ist, um basierend auf dem durch die Sekundärdrossel (112) erzeugten Signal das erste Schaltelement (102) zu schalten.
10. Spannungswandler (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche, der weiterhin umfasst:
 - eine Freilaufdiode (103), die parallel zum zweiten Schaltelement (182) geschaltet ist.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

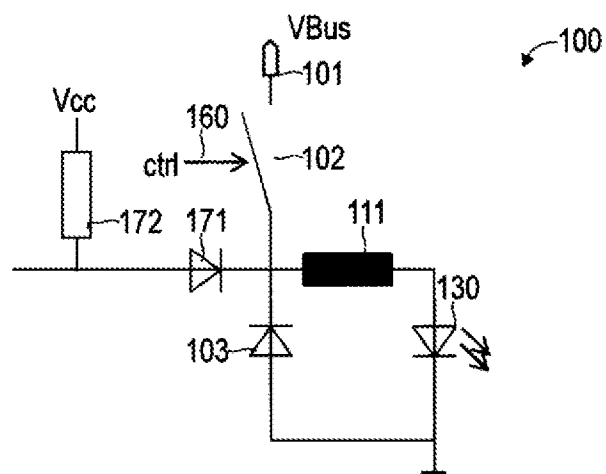
1/8

FIG. 1
Stand der Technik



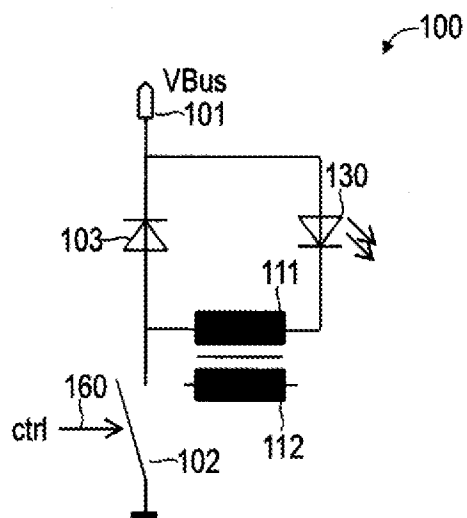
2/8

FIG. 2
Stand der Technik



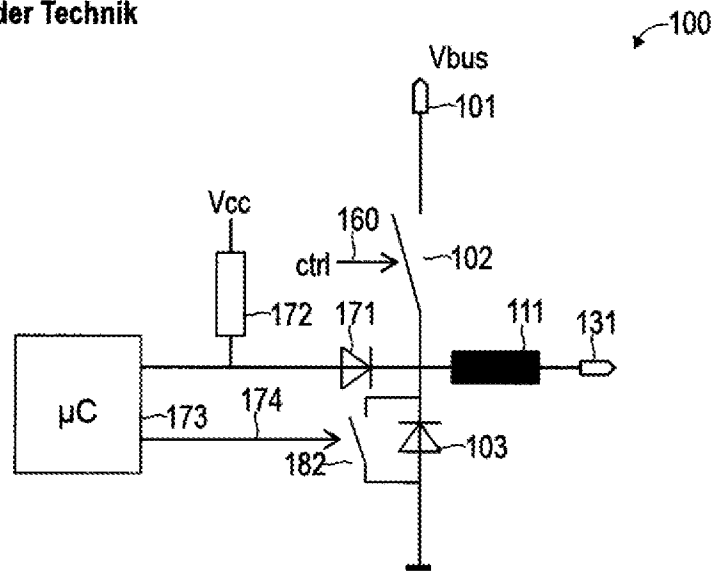
3/8

FIG. 3
Stand der Technik



4/8

FIG. 4
Stand der Technik



5/8

FIG. 5

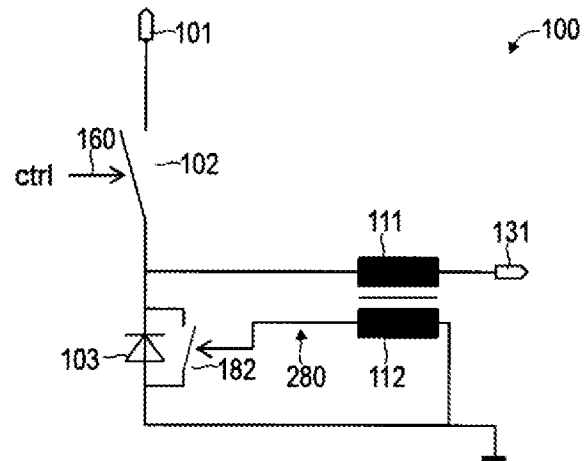
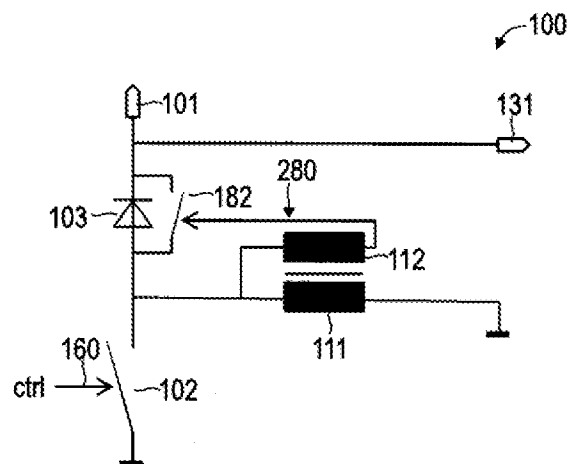
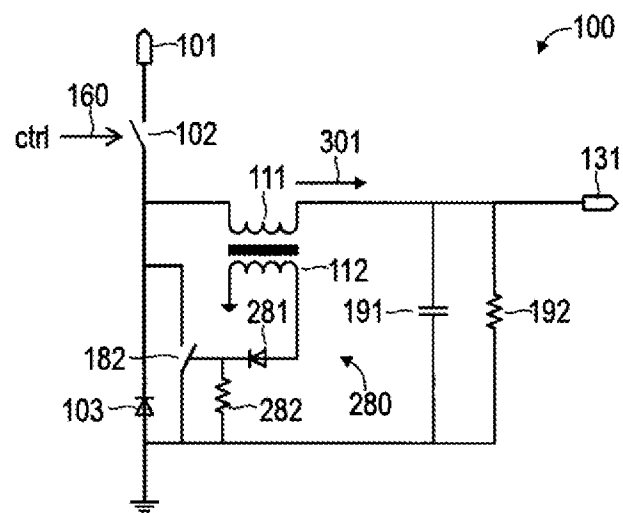


FIG. 6



6/8

FIG. 7



7/8

FIG. 8

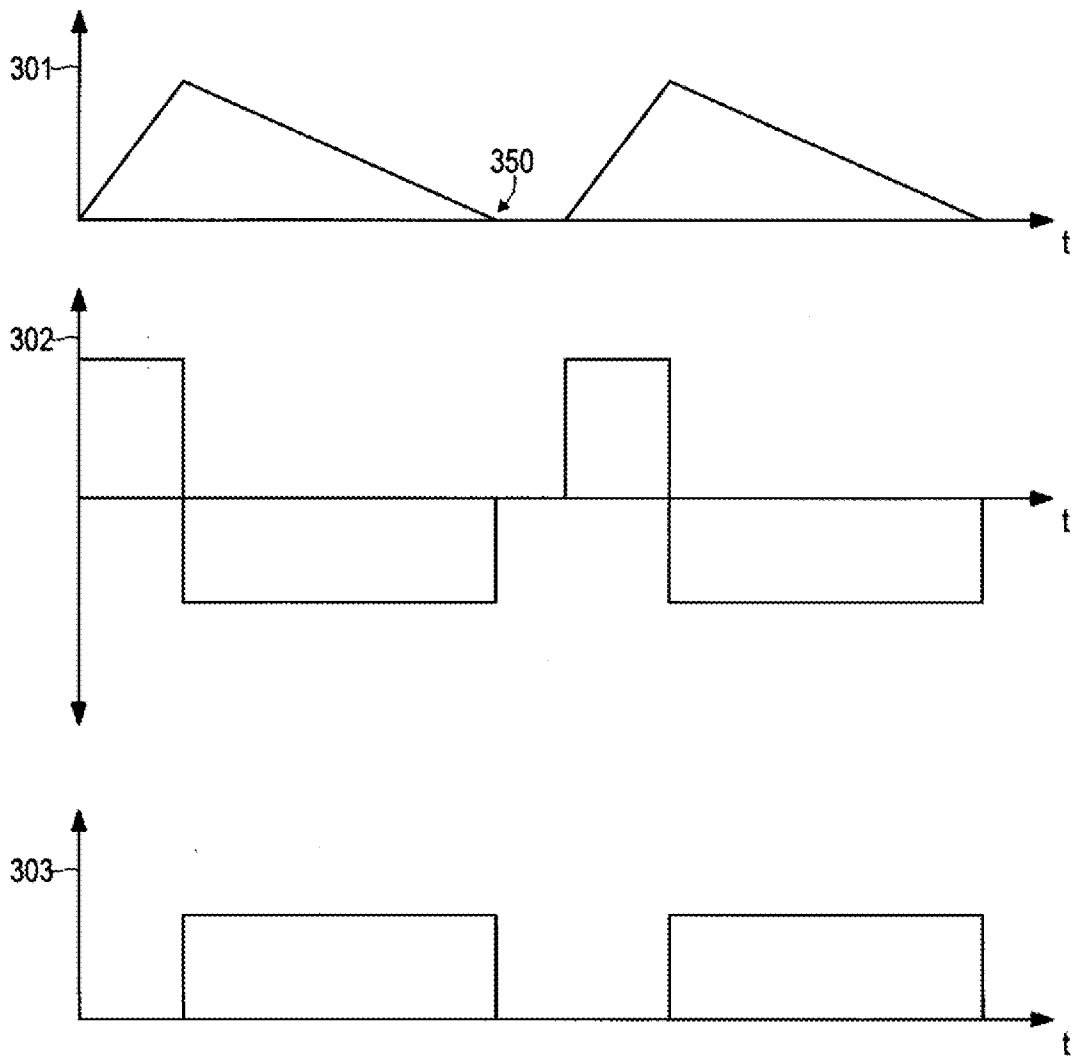
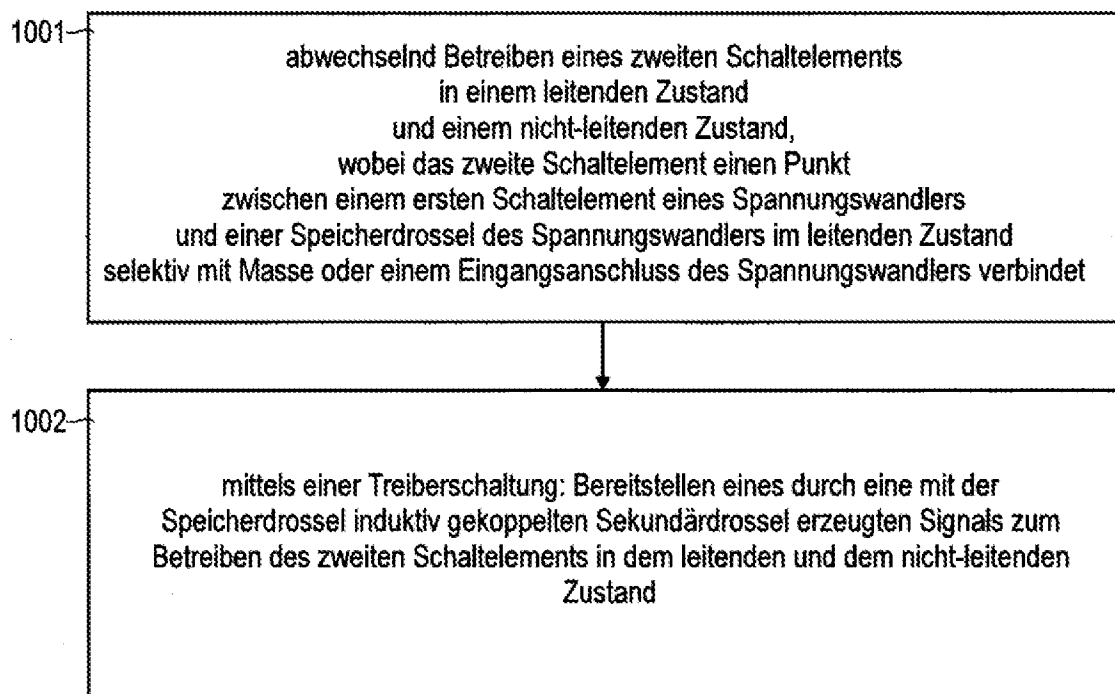


FIG. 9



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: H02M 3/158 (2006.01); H05B 45/37 (2020.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: H02M 3/158 (2013.01); H05B 45/37 (2020.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H02M, H05B		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, PATENW, PATDEW, IEEE		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 24.01.2017 eingereichten Ansprüchen 1-10 erstellt.		
Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 2000341942 A (NTT DATA CORP) 08. Dezember 2000 (08.12.2000) Fig. 4, Figurenbeschreibung	1-10
X	JP H07298610 A (NEMIC LAMBDA KK) 10. November 1995 (10.11.1995) Fig. 1, Figurenbeschreibung	1-10
X	US 2005265058 A1 (STEVANOVIC LJUBISA D, ZANE REGAN A) 01. Dezember 2005 (01.12.2005) Fig. 1, Figurenbeschreibung	1, 6-10
A	JP H07274491 A (TOKO INC) 20. Oktober 1995 (20.10.1995) Fig. 1, Figurenbeschreibung	1-10
Datum der Beendigung der Recherche: 27.09.2021 Seite 1 von 1 Prüfer(in): FENNINGER Lukas		
^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand 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 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 Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		