

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 326/2017
(22) Anmeldetag: 08.08.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2019

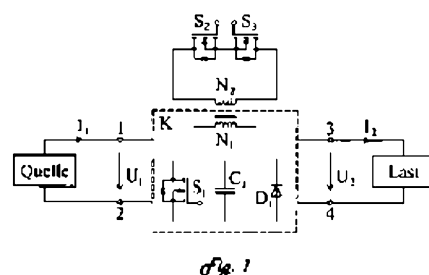
(51) Int. Cl.: **H02J 7/34** (2006.01)
G05F 1/613 (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01)
H02M 1/34 (2007.01)

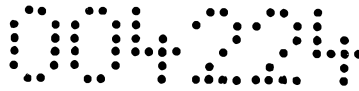
(56) Entgegenhaltungen:
JP 2002199704 A
CH 710661 A2
JP 2005341746 A
DE 102008064640 A1

(71) Patentanmelder:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
2351 Wiener Neudorf (AT)
(72) Erfinder:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
2351 Wiener Neudorf (AT)

(54) **DC/DC Konverter mit zusätzlichem induktiv gekoppeltem spannungsbidirektionalen Schalter zur Überbrückung einer Induktivität**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und darauf aufbauend eine Vorrichtung zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines beliebigen Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n (S), aus einer oder mehreren Diode/n (D), aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en (C) und aus mindestens einer Spule (L). Um das Spannungs- oder Stromübersetzungsverhältnis eines Gleichspannungswandlers (DC/DC Konverter) zusätzlich zu verändern, wird eine Spule (L) des Wandlers durch zwei auf einem Magnetkern aufgebrachten Wicklungen (N1, N2) ersetzt, wobei die erste Wicklung (N1) die ursprüngliche Spule (L) ersetzt und die zweite Wicklung (N2) an einen spannungsbidirektionalen Schalter (gebildet aus S2, S3) mit potentialfreier Ansteuerung geschaltet ist. Dabei wird der spannungsbidirektionale Schalter (S2, S3) nur während der Zeit, in der der eine oder die mehreren aktiven Schalter des Gleichspannungswandlers gesperrt ist/sind, ein- und ausgeschaltet.

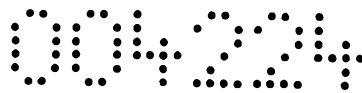




Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und darauf aufbauend eine Vorrichtung zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en und aus mindestens einer Spule. Um das Spannungs- oder Stromübersetzungsverhältnis eines Gleichspannungswandlers (DC/DC Konverter) zusätzlich zu verändern, wird eine Spule des Konverters durch zwei auf einem Magnetkern aufgebrachten Wicklungen ersetzt, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionaler Schalter mit potentialfreier Ansteuerung geschaltet ist. Dabei wird der spannungsbidirektionale Schalter nur während der Zeit, in der der eine oder die mehreren aktiven Schalter des Gleichspannungswandlers gesperrt ist/sind, ein- und ausgeschaltet.

(Fig. 1)



DC/DC Konverter mit zusätzlichem induktiv gekoppeltem spannungsbidirektionalen Schalter zur Überbrückung einer Induktivität

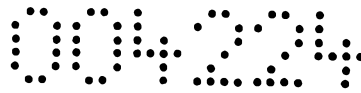
Die Erfindung betrifft ein Verfahren und darauf aufbauend eine Vorrichtung zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en und aus mindestens einer Spule.

Das Ziel dieser Erfindung ist es, das Spannungs- oder Stromübersetzungsverhältnis eines Gleichspannungswandlers (DC/DC Konverter) zu verändern. Dies geschieht durch die Verwendung eines Schalters, der induktiv gekoppelt parallel zur Induktivität geschaltet ist.

Die Erfindung wird an Hand des klassischen Buck-Boost Konverters erklärt. Der Konverter besteht aus zwei Eingangsklemmen, an denen die Eingangsspannung geschaltet wird, einem aktiven Schalter S, einer Spule L, einer Diode D und zwei Ausgangsklemmen zum Anschließen der Last. Will man eine konstante Ausgangsspannung, so wird zwischen die beiden Ausgangsklemmen ein Kondensator geschaltet, der eine Glättung durchführt. Das Spannungsübersetzungsverhältnis (das Verhältnis von Ausgangsspannung U_2 zur Eingangsspannung U_1) im kontinuierlichen Betrieb lässt sich mit dem Tastverhältnis d_1 (das ist das Verhältnis von Einschaltzeit des aktiven Schalters zur Periodendauer) angeben zu

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1}{1-d_1} .$$

Erfindungsgemäß wird die Spule L induktiv durch einen spannungsbidirektionalen Schalter (man kann ihn auch als Wechselstromschalter oder AC-Schalter bezeichnen), der mittels einer weiteren Wicklung induktiv überbrückt. Dieser zusätzliche Schalter kann durch eine antiserielle Schaltung von zwei MOSFETs gebildet werden. (Bei höheren Leistungen wird man zwei IGBTs antiseriell zusammenschalten, wobei zu jedem IGBT eine antiparallele Diode geschaltet ist.) Dieser Schalter wird erst während der Ausschaltzeit des aktiven Schalters S für eine gewisse Zeit eingeschaltet. Das Einschalten erfolgt gleichzeitig für beide Schalter, die den Wechselstromschalter bilden; die Gates sind zusammengeschaltet. Die induktive Ankopplung wird dadurch erzielt, dass die normale Spule des Konverters durch zwei magnetisch gekoppelte (d.h. auf demselben Magnetkreis gewickelte) Wicklungen ersetzt wird. Dadurch kommutiert der Strom der ersten Wicklung, die wirkmäßig die Spule des



Konverters bildet, in die zweite Wicklung und schließt sich über den spannungsbidirektionalen Schalter. Da der Einschaltwiderstand des spannungsbidirektionalen Schalters gering ist, entsteht nur eine geringe negative Spannung an der Wicklung und der Strom bleibt praktisch konstant. Die Freilaufdiode des Konverters schaltet während dieser Zeit aus. Der Strom in der gekoppelten Wicklung transformiert sich entsprechend dem Windungsverhältnis der beiden Wicklungen. Der magnetische Fluss darf in einem magnetischen Bauteil nicht springen, da sonst eine sehr hohe Spannung induziert wird. Der magnetische Fluss ist durch die Durchflutung des Kerns verursacht. Wenn nun z.B. die zweite Wicklung doppelt so viele Windungen aufweist wie die erste, so wird der Strom in der zweiten Wicklung nur den halben Wert haben da der halbe Strom bei doppelter Windungszahl dieselbe Durchflutung aufbaut und damit den gleichen Fluss erzeugt. Durch den Kurzschluss der Wicklung durch den spannungsbidirektionalen Schalter liegt praktisch an beiden Wicklungen keine Spannung und der Strom in der ersten Wicklung ist null und in der zweiten bleibt er nahezu konstant.

Mit der Schaltperiode T des Konverters, das ist der Kehrwert der Schaltfrequenz, dem Tastverhältnis des aktiven Schalters d_1 ergibt sich für die Einschaltzeit T_1 des Transistors

$$T_1 = d_1 T \quad .$$

Während dieser Zeit liegt eine positive Spannung an der Spule. Für die Zeit T_2 , an der eine negative Spannung an der Spule liegt, kann man mit dem Tastverhältnis des spannungsbidirektionalen Schalters d_2

$$T_2 = (1 - d_1)T - d_2 T = (1 - d_1 - d_2)T$$

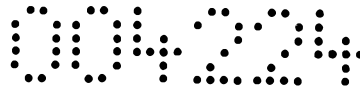
schreiben. Während der Einschaltzeit des spannungsbidirektionalen Schalters liegt, wie weiter oben erklärt, die Spannung null an der ersten Wicklung.

Da die Spannung an einer Spule im eingeschwungenen Zustand null sein muss, kann man die Spannungszeitflächen an der ersten Wicklung gleichsetzen

$$d_1 U_1 = (1 - d_1 - d_2) U_2 \quad .$$

Damit ergibt sich das Spannungsübersetzungsverhältnis zu

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1}{1 - d_1 - d_2} \quad .$$



Es sei angemerkt, dass das Tastverhältnis des spannungsbidirektionalen Schalters kleiner sein muss als

$$d_2 < 1 - d_1 .$$

Zeichnet man das Spannungsübersetzungsverhältnis über dem Tastverhältnis des aktiven Schalters mit dem Tastverhältnis des spannungsbidirektionalen Schalters als Parameter, so erkennt man, dass das Spannungsübersetzungsverhältnis deutlich angehoben wird (Fig. 11). Bei kleineren Tastverhältnissen kann man trotzdem eine deutliche Anhebung des Spannungsübersetzungsverhältnisses erzielen. Dies funktioniert über eine Erhöhung des Spulenstroms. Da der Strom durch einen Kondensator im eingeschwungenen Zustand im Mittel null sein muss, kann man schreiben

$$I_{LOAD}(d_1 + d_2)T = (\bar{I}_L - I_{LOAD})(1 - d_1 - d_2)T .$$

Daraus lässt sich der Mittelwert des Spulenstroms in Abhängigkeit des Laststroms I_{LOAD} und der beiden Tastverhältnisse angeben zu

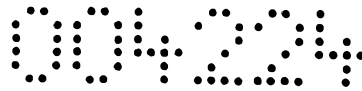
$$\bar{I}_L = \frac{I_{LOAD}}{(1 - d_1 - d_2)} .$$

Man erkennt, dass das Stromniveau der Spule mit der Einschaltdauer des spannungsbidirektionalen Schalters zunimmt.

Man kann eine beliebige DC/DC Konverterschaltung dadurch verändern, dass man die Spule der Konverterschaltung durch eine gekoppelte Spule ersetzt, wobei die erste Wicklung der originalen Spule des Konverters entspricht und die gekoppelte zweite Wicklung mittels eines spannungsbidirektionalen Schalters kurzgeschlossen werden kann. Wenn mehrere Spulen in der Grundtopologie vorhanden sind gibt es auch mehrere Varianten. Es zeigt sich aber, dass es für die Funktionsweise egal ist, welche Spule durch die gekoppelten Wicklungen, mit dem spannungsbidirektionalen Schalter parallel zur zweiten Wicklung, ersetzt wird. Das Spannungs- und das Stromübersetzungsverhältnis wird gleichermaßen verändert.

Beispielhaft sei das so entstehende Spannungsübersetzungsverhältnis eines klassischen Hochsetzstellers (Fig. 3)

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1 - d_2}{1 - d_1 - d_2} ,$$



und eines klassischen Tiefsetzstellers (Fig. 4)

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1}{1-d_2}$$

angegeben.

Bei Konvertern mit mehreren Spulen wie dem Sepic, Zeta, Cuk oder dem speziellen Hochsetzsteller gibt es grundsätzlich mehrere (typisch zwei, weil maximal zwei Spulen zum Energietransfer verwendet werden) Möglichkeiten den Konverter mittels gekoppelter Wicklungen und angeschlossenen spannungsbidirektionalen Schalters zu erweitern. Dies führt z.B. für den speziellen Hochsetzsteller (Fig. 5) für beide Varianten ebenso zu

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1-d_2}{1-d_1-d_2} .$$

Das Verhalten ist in beiden Fällen gleich, egal welche Spule mit dem Schalter überbrückt wird. Für Zeta- (Fig. 7), Cuk- (Fig. 9) und Sepic-Konverter (Fig. 6) entsteht immer das selbe Übersetzungsverhältnis wie oben für den klassischen Buck-Boost Konverter (Fig. 2) angegeben.

Die Bilder zeigen das Grundkonzept und zeigen an einigen weiteren Beispielen, auf wie durch das vorgeschlagene Konzept der Leistungsteil des Konverters verändert wird. Beispielhaft sollen noch die Spannungsübersetzungen für einen quadratischen Hoch-Tiefsetzer (Fig. 8)

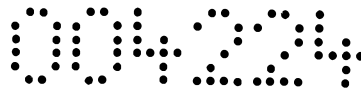
$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{(d_1)^2}{1-d_1-d_2}$$

und für einen Konverter mit reduziertem Tastverhältnis (Fig. 10)

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{2d_1+d_2-1}{1-d_1-d_2}$$

angegeben werden. Dabei muss $2d_1+d_2$ größer als 1 und d_1+d_2 kleiner als 1 sein muss!

Fig. 1 skizziert die Grundidee. Der Block K stellt den DC/DC Konverter dar. Symbolisch sieht man verschiedene Bauteile wie einen Kondensator, eine Diode, einen aktiven Schalter in Form eines MOSFETs. Eine Spule ist am oberen Rand des Konverterblocks K gezeichnet. Der Strich parallel zu ihr zeigt den magnetischen Kern an. Außerhalb des Blocks K ist die zweite Wicklung, an deren Anschlüssen der spannungsbidirektionale Schalter, bestehend aus



zwei antiseriell geschalteten MOSFETs, geschaltet ist. Fig. 2 zeigt das Konzept angewandt auf einen Buck-Boost Konverter, Fig. 3 angewandt auf einen Boost Konverter, Fig. 4 angewandt auf einen Buck Konverter, Fig. 5 angewandt auf einen speziellen Boost Konverter, Fig. 6 angewandt auf einen Sepic Konverter, Fig. 7 angewandt auf einen Zeta Konverter, Fig. 8 angewandt auf einen quadratischen Buck-Boost Konverter, Fig. 9 angewandt auf einen Cuk Konverter, Fig. 10 angewandt auf einen Konverter mit reduziertem Tastverhältnis. Fig. 11 zeigt das Spannungsübersetzungsverhältnis eines Buck-Boost Konverters über dem Tastverhältnis d_1 des aktiven Schalters des originalen Konverters mit dem Tastverhältnis d_2 des zusätzlichen spannungsbidirektionalen Schalters als Parameter. (Anmerkung: die Figuren werden bei Weiterverfolgung durch schönere ersetzt.)

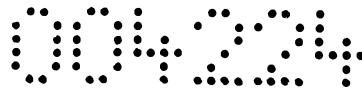
Die Kopplung zwischen den beiden Wicklungen sollte hoch sein, da sonst, besonders am spannungsbidirektionalen Schalter, eine große Überspannung entsteht. Ein Spannungsbegrenzernetzwerk oder ein Snubber sollte parallel zum spannungsbidirektionalen Schalter geschaltet werden. Insbesondere bei höheren Leistungen wird man dazu ein Netzwerk oder prinzipbedingt verlustarmes Entlastungsnetzwerk mit Energierückgewinnung verwenden.

Um das Spannungs- oder Stromübersetzungsverhältnis eines Gleichspannungswandlers (DC/DC Konverter) zusätzlich zu verändern, wird verfahrensgemäß eine Spule des Konverters durch zwei verkoppelte Wicklungen ersetzt, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionalen Schalter geschaltet ist.

Um das Spannungs- oder Stromübersetzungsverhältnis eines Gleichspannungswandlers (DC/DC Konverter) zusätzlich zu verändern, wird vorrichtungsgemäß eine Spule des Konverters durch zwei auf einem Magnetkern aufgebrachten Wicklungen ersetzt, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionalen Schalter mit potentialfreier Ansteuerung geschaltet ist.

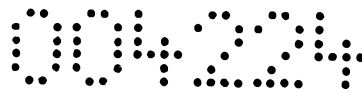
Der parallele spannungsbidirektionale Schalter wird aus zwei antiseriell geschalteten MOSFETs oder aus zwei antiseriellen strombidirektionalen Schaltern oder aus einem elektronischen Schalter, der in die Diagonale einer B2-Diodenbrücke geschaltet ist, gebildet.

Dabei wird der spannungsbidirektionale Schalter nur während der Zeit, in der der eine oder die mehreren aktiven Schalter des Gleichspannungswandlers gesperrt ist/sind, ein- und ausgeschaltet. Es ist sinnvoll eine Seite der zweiten Wicklung an Masse zu schalten.



Es kann sinnvoll sein, wirkmäÙig parallel zu den elektronischen Schaltern
Entlastungsnetzwerke oder Spannungsbegrenzervorrichtungen zu schalten.

Dies gilt vorzugsweise für den spannungsbidirektionalen Schalter. Wenn dieses Netzwerk
prinzipbedingt verlustfrei ausgeführt ist (vgl. dazu z.B. AT 505802 B1) wird die Streuenergie
der gekoppelten Spulen rückgewonnen und es entsteht nur eine geringe Überspannung.



Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en, aus mindestens einer Spule **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spule des Konverters durch zwei vekoppelte Wicklungen ersetzt wird, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionaler Schalter geschaltet ist.
2. Vorrichtung zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en, aus mindestens einer Spule **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Spule des Konverters durch zwei auf einem Magnetkern aufgebrachten Wicklungen ersetzt wird, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionaler Schalter mit potentialfreier Ansteuerung geschaltet ist.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** der parallele spannungsbidirektionale Schalter aus zwei antiseriell geschalteten MOSFETs oder aus zwei antiseriellen strombidirektionalen Schaltern oder aus einem elektronischen Schalter, der in die Diagonale einer B2 Diodenbrücke geschaltet ist, gebildet ist.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** der spannungsbidirektionale Schalter nur während der Zeit, in der der eine oder die mehreren aktiven Schalter des Gleichspannungswandlers gesperrt ist/sind, ein- und ausgeschaltet wird.
5. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Seite der zweiten Wicklung an Masse geschaltet ist.
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** wirkmäßig parallel zu den elektronischen Schaltern Entlastungsnetzwerke oder Spannungsbegrenzervorrichtungen geschaltet sind.

Figuren

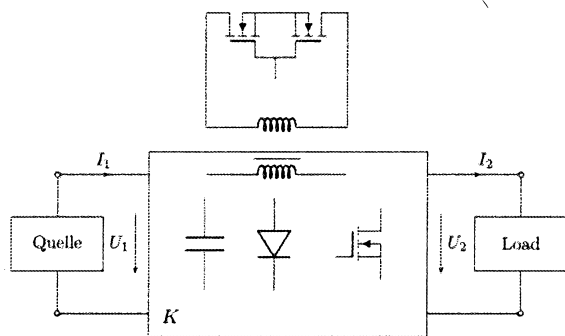


Fig. 1

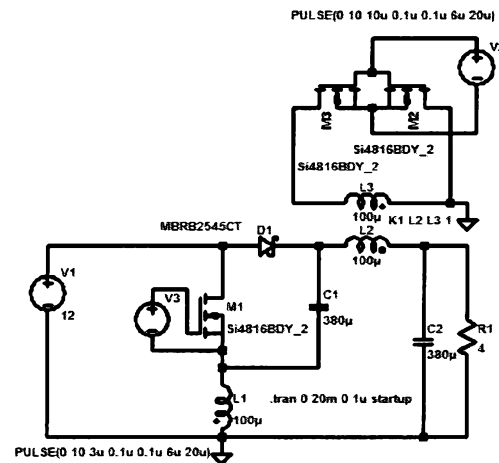


Fig. 5

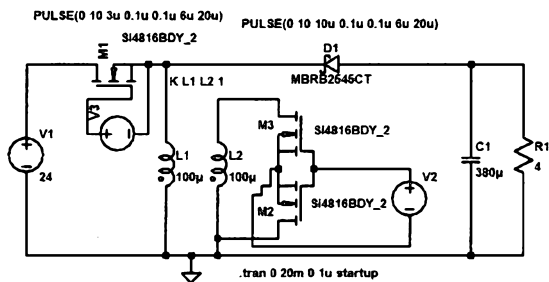


Fig. 2

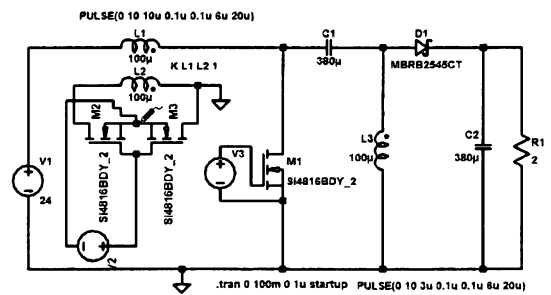


Fig. 6

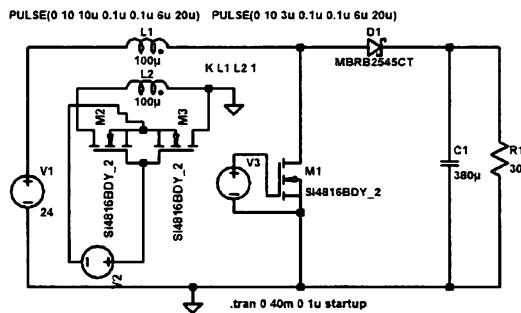


Fig. 3

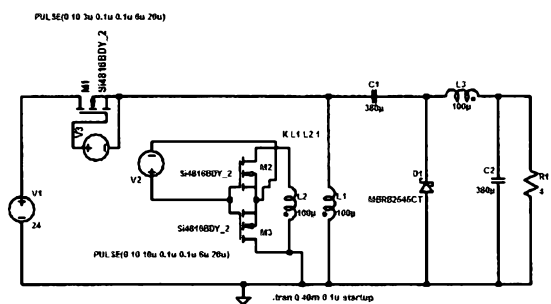


Fig. 7

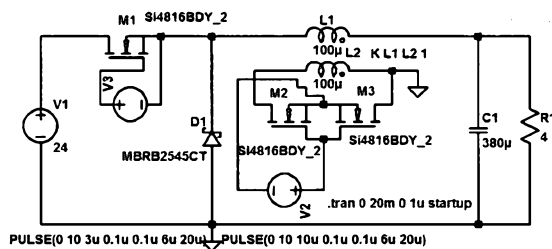


Fig. 4

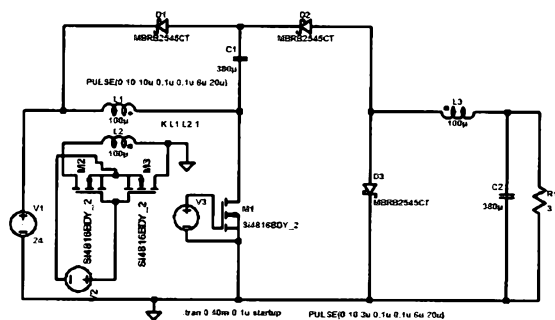


Fig. 8

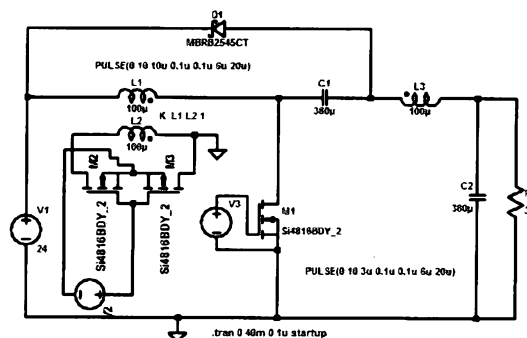


Fig. 10

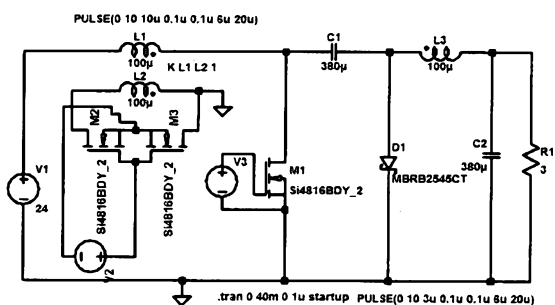


Fig. 9

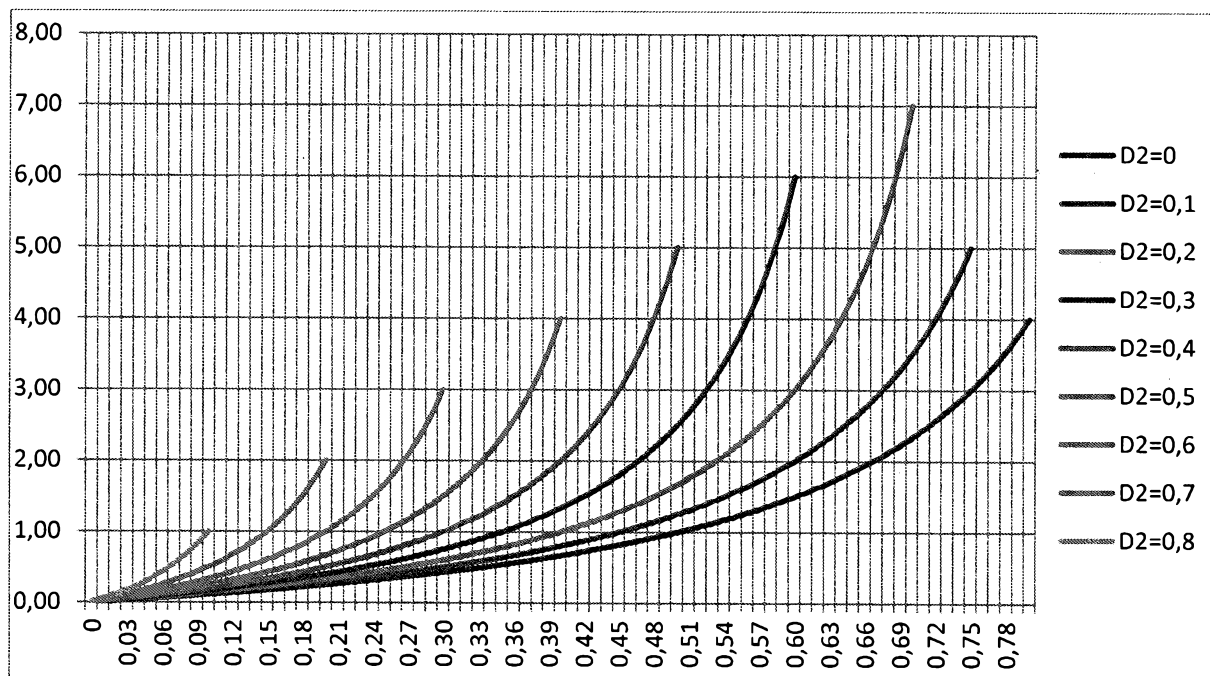


Fig. 11

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H02J 7/34 (2006.01); G05F 1/613 (2006.01); H02M 3/335 (2006.01); H02M 1/34 (2007.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H02J 7/34 (2013.01); G05F 1/613 (2013.01); H02M 3/33576 (2013.01); H02M 1/34 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H02J, G05F, H02M

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 08.08.2017 eingereichten Ansprüchen 1-6 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	JP 2002199704 A (SONY CORP) 12. Juli 2002 (12.07.2002) Absatz [0009]; Fig. 1.	1, 2
A		3-6
Y	CH 710661 A2 (ETH ZÜRICH) 29. Juli 2016 (29.07.2016) Absatz [0017]; Fig. 1.	1, 2
A		3-6
A	JP 2005341746 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 08. Dezember 2005 (08.12.2005) Fig. 1.	1, 2
A	DE 102008064640 A1 (SEW EURODRIVE GMBH & CO) 03. Dezember 2009 (03.12.2009) Fig. 1.	1, 2

Datum der Beendigung der Recherche:

18.04.2018

Seite 1 von 1

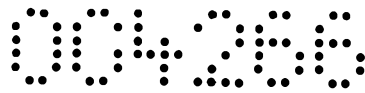
Prüfer(in):

MEHLMAUER Adolf

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

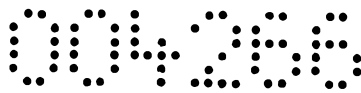
- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend 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.

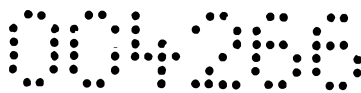


Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines beliebigen Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en, aus mindestens einer Spule **dadurch gekennzeichnet, dass** das/eine Spule des Wandlers durch zwei verkoppelte Wicklungen ersetzt wird, wobei die erste Wicklung die ursprüngliche Spule ersetzt und die zweite Wicklung an einen spannungsbidirektionalen Schalter geschaltet ist.
2. Vorrichtung zur Veränderung des Spannungs- bzw. Stromübersetzungsverhältnisses eines Gleichspannungswandlers, bestehend aus einem oder mehreren aktiven Schalter/n, aus einer oder mehreren Diode/n, aus keinem, einem oder mehreren Kondensator/en, aus mindestens einer Spule, mit einer ersten positiven (1) und einer ersten negativen Eingangsklemme (2), an denen die Eingangsspannung (UIN) angeschlossen wird, einer ersten (3) und einer zweiten Ausgangsklemme (4), an denen die Last und ein Kondensator (C2) geschaltet ist und die zweite Eingangs- (2) und die zweite Ausgangsklemme (4) miteinander verbunden sind, **wobei** (Fig. 2) an die erste Klemme (1) der positive Anschluss eines aktiven Schalters (S1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S1) der erste Anschluss einer Spule (N1) und die Kathode einer Diode (D1), deren Anode mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist, geschaltet sind und der zweite Anschluss der Spule (N1) mit der zweiten Eingangs- (2) und der zweiten Ausgangsklemme (4) verbunden sind **oder** (Fig. 3) an die erste Eingangsklemme (1) der erste Anschluss einer Spule (N1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der Spule (N1) der positive Anschluss des aktiven Schalters (S1) und die Anode der Diode (D1) geschaltet sind, der negative Anschluss des aktiven Schalters (S1) mit der zweiten Ausgangsklemme (4) und die Kathode der Diode (D1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist **oder** (Fig. 4) an die erste Eingangsklemme (1) der positive Anschluss eines aktiven Schalters (S1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S1) der erste Anschluss einer Spule (N1) und die Kathode einer Diode (D1), deren Anode mit der zweiten Eingangsklemme (2) verbunden ist, geschaltet sind und der zweite Anschluss der Spule (N1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist, **oder** (Fig. 5) an die erste Eingangsklemme (1) die Anode einer Diode (D1) und der positive Anschluss eines aktiven Schalters (S1) geschaltet sind, an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S1) der erste Anschluss einer zweiten Spule (L1) und der zweite



Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, die Kathode der Diode (D1) mit dem ersten Anschluss des Kondensators (C1) und dem ersten Anschluss der Spule (N1) verbunden sind und der zweite Anschluss der Spule (N1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist, **oder** (Fig. 6) an die erste Eingangsklemme (1) der erste Anschluss einer Spule (N1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der Spule (N1) der positive Anschluss des aktiven Schalters (S1) und der erste Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss des Kondensators (C1) die Anode der Diode (D1) und der erste Anschluss der zweiten Spule (L1) geschaltet sind und die Kathode der Diode (D1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist, der negative Anschluss des aktiven Schalters (S1) mit der zweiten Eingangsklemme (2) und der zweite Anschluss der zweiten Spule (L1) mit der zweiten Ausgangsklemme (4) verbunden sind, **oder** (Fig. 7) an die erste Eingangsklemme (1) der positive Anschluss eines aktiven Schalters (S1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S1) der erste Anschluss einer Spule (N1), deren zweiter Anschluss an die zweite Eingangsklemme (2) geschaltet ist, und der erste Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss des Kondensators (C1) der erste Anschluss einer zweiten Spule (L1) und die Kathode einer Diode (D1), deren Anode mit der zweiten Ausgangsklemme (4) verbunden ist, geschaltet sind und der zweite Anschluss der zweiten Spule (L1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist, **oder** (Fig. 8) an die erste Eingangsklemme (1) der erste Anschluss einer Spule (N1) und die Kathode einer ersten Diode (D1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der Spule (N1) der positive Anschluss des aktiven Schalters (S1) und der erste Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss des Kondensators (C1) die Anode der ersten Diode (D1) und die Kathode der zweiten Diode (D2) geschaltet sind, und an die Anode der zweiten Diode (D2) der erste Anschluss der zweiten Spule (L1) und die Anode einer dritten Diode (D3) geschaltet sind und der zweite Anschluss der zweiten Spule (L1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist und die Kathode der dritten Diode (D3) und der negative Anschluss des aktiven Schalters (S1) mit der zweiten Eingangsklemme (2) verbunden sind, **oder** (Abb. 9) an die erste Eingangsklemme (1) der erste Anschluss einer Spule (N1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der Spule (N1) der positive Anschluss des aktiven Schalters (S1) und der erste Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss des Kondensators (C1) die Anode der Diode (D1) und der erste Anschluss der zweiten Spule (L1)



geschaltet sind und der zweite Anschluss der zweiten Spule (L1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist und die Kathode der Diode (D1) und der negative Anschluss des aktiven Schalters (S1) mit der zweiten Ausgangsklemme (4) verbunden sind, **oder** (Fig. 10) an die erste Eingangsklemme (1) der erste Anschluss einer Spule (N1) und die Kathode einer Diode (D1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der Spule (N1) der positive Anschluss des aktiven Schalters (S1) und der erste Anschluss eines Kondensators (C1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss des Kondensators (C1) die Anode der Diode (D1) und der erste Anschluss einer zweiten Spule (L1) geschaltet sind, der zweite Anschluss der zweiten Spule (L1) mit der ersten Ausgangsklemme (3) verbunden ist und der negative Anschluss des aktiven Schalters (S1) mit der zweiten Eingangsklemme (2) verbunden ist **dadurch gekennzeichnet, dass eine Spule (N1) des Konverters oder eine zweite Spule (L1) durch zwei auf einem Magnetkern aufgebrachte Wicklungen (N1, N2) ersetzt wird, wobei die erste Wicklung (N1) die ursprüngliche Spule (N1, L1) ersetzt und die zweite Wicklung (N2) an einen spannungsbidirektionalen Schalter (aus S2 & S3) mit potentialfreier Ansteuerung geschaltet ist.**

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass der parallele spannungsbidirektionale Schalter aus zwei antiseriell geschalteten MOSFETs oder aus zwei antiseriellen strombidirektionalen Schaltern oder aus einem elektronischen Schalter, der in die Diagonale einer B2 Diodenbrücke geschaltet ist, gebildet ist.**
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 2 oder 3 **dadurch gekennzeichnet, dass der spannungsbidirektionale Schalter nur während der Zeit, in der der eine oder die mehreren aktiven Schalter des Gleichspannungswandlers gesperrt ist/sind, ein- und ausgeschaltet wird.**
5. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschluss der zweiten Wicklung an Masse geschaltet ist.**
6. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, dass wirkmäßig parallel zu den elektronischen Schaltern (S1, S2 & S3) Entlastungsnetzwerke oder Spannungsbegrenzervorrichtungen geschaltet sind.**

Figuren

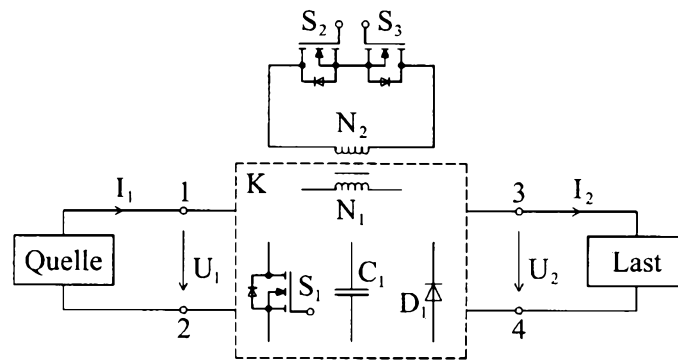


Fig. 1

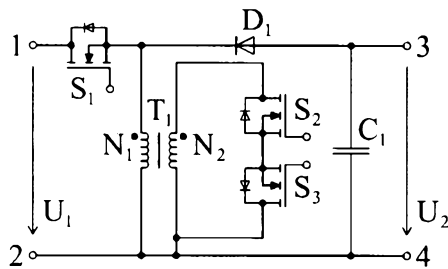


Fig. 2

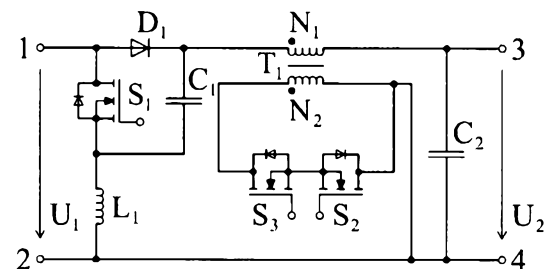


Fig. 5

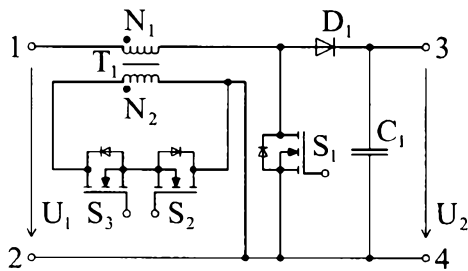


Fig. 3

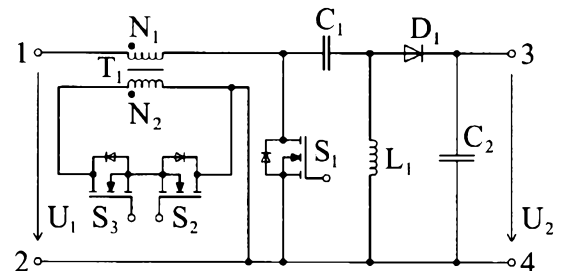


Fig. 6

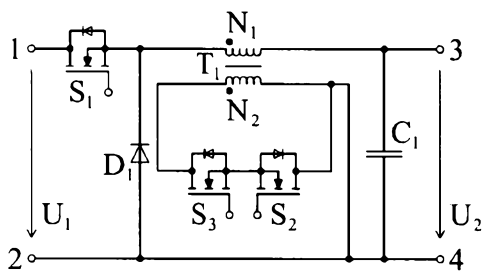


Fig. 4

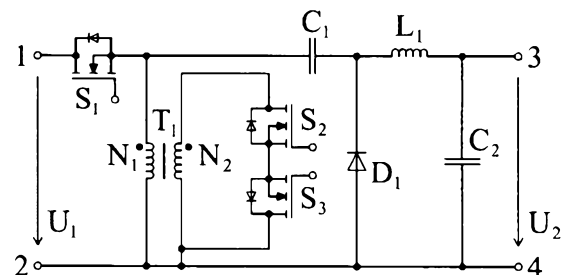


Fig. 7

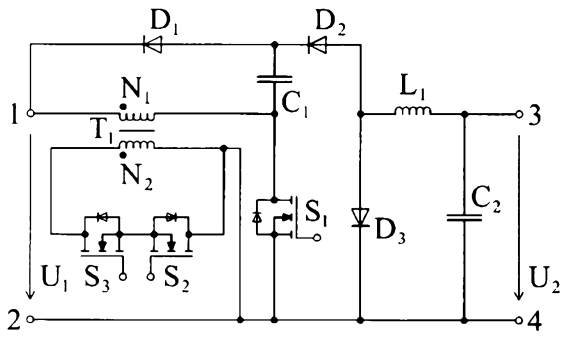


Fig. 8

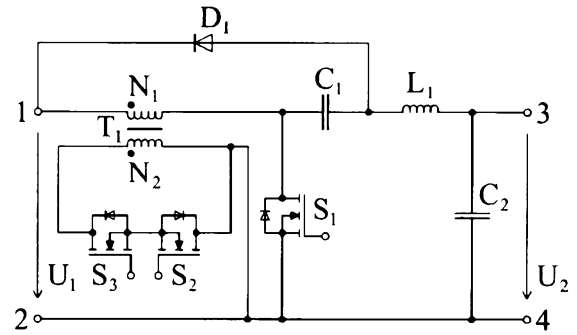


Fig. 10

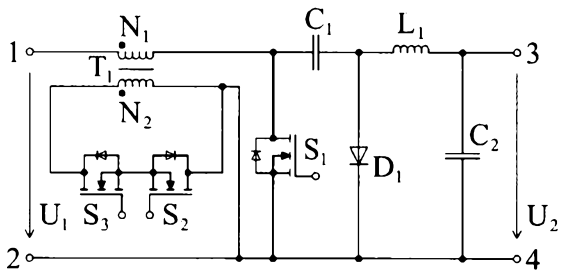


Fig. 9

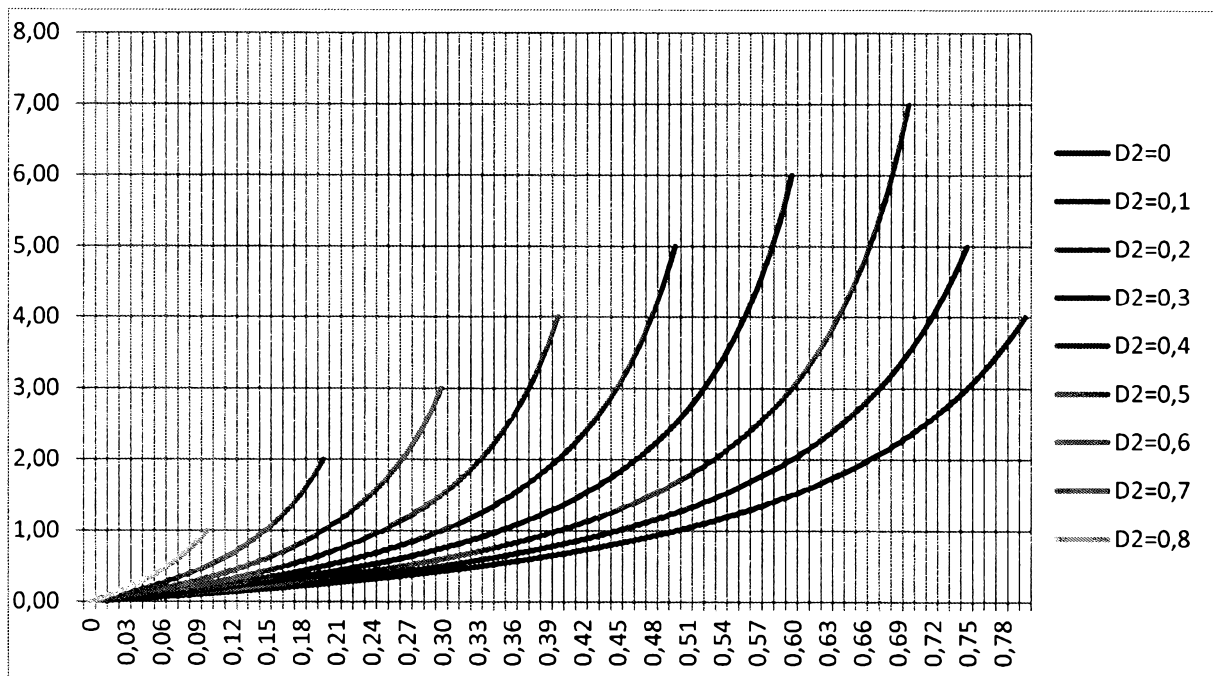


Fig. 11