



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 043 603 A1 2009.03.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 043 603.5

(22) Anmeldetag: 13.09.2007

(43) Offenlegungstag: 19.03.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: H02M 3/158 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

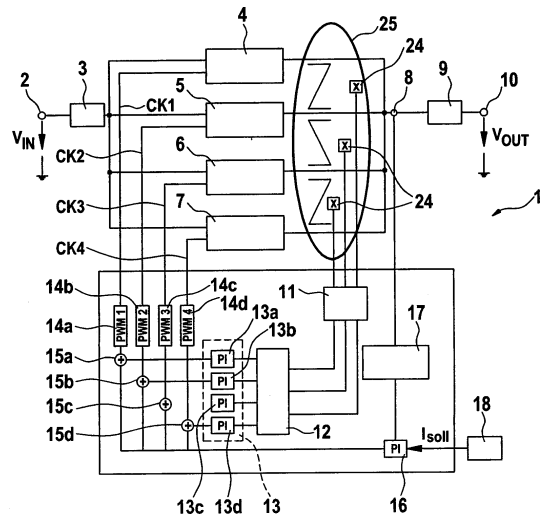
(72) Erfinder:

Konzili, Markus, 77833 Ottersweier, DE; Kranzer, Dirk, 76133 Karlsruhe, DE; Blaumeiser, Boris, 76131 Karlsruhe, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Multiphasen-Gleichspannungswandler**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Multiphasen-Gleichspannungswandler, welcher mehrere parallel zueinander angeordnete, zeitversetzt getaktete Wandlerzellen aufweist. Weiterhin enthält er zwischen den Ausgängen jeweils zweier Wandlerzellen jeweils eine magnetische Messbrücke.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Multiphasen-Gleichspannungswandler.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus der DE 101 10 615 A1 ist ein Verfahren zur Erzeugung von Ansteuerimpulsen für Leistungshalbleiter, insbesondere zum Zwecke einer Generierung versetzter Ansteuerimpulse für Halbbrücken, die an Mehrphasenumrichtern oder Gleichspannungsumrichtern aufgenommen sind, bekannt. Bei diesem Verfahren erfolgt ein Verschieben der Referenzspannung um eine den Versetzungen entsprechende Verzögerungszeit oder ein Verschieben eines PWM-Signals um eine Verzögerungszeit, die der Periodendauer geteilt durch die Anzahl der Versetzungen entspricht.

**[0003]** Aus der DE 101 19 985 A1 ist eine Vorrichtung zur Energieeinspeisung in ein Mehrspannungsbordnetz eines Kraftfahrzeugs bekannt. Diese Vorrichtung weist ein in einem Kraftfahrzeug angeordnetes Mehrspannungsbordnetz auf, das zumindest ein erstes und ein zweites Spannungsniveau, jeweils von dem Bezugspotential verschieden, bereitstellt. Das Mehrspannungsbordnetz wird aus zumindest einem elektrischen Energiespeicher gespeist. Es weist des weiteren zumindest einen Wandler zur Verbindung der beiden Spannungsniveaus auf. Ferner sind Einspeisemittel zur externen Energieeinspeisung in das Mehrspannungsbordnetz vorgesehen. Der genannte Wandler kann in Form eines Multiphasenwandlers realisiert sein. Bei derartigen Wandlern werden mehrere Wandlerzellen kleinerer Leistung parallel geschaltet und die Leistungsteile zeitversetzt getaktet. Hierbei werden auf Grund von Auslöschungseffekten Filterbausteine eingespart. Mit derartigen Multiphasenwandlern wird es möglich, die ersten und zweiten Wandler mit den vorhandenen Phasen eines einzigen Multiphasenwandlers zu realisieren. Hierzu werden die Phasen aufgeteilt in Wandler mit Abwärts- und Aufwärtswandlerfunktion. Die Phasen werden dann wandlerintern über einen Schalter eingangsseitig getrennt.

**[0004]** In zukünftigen Energiebordnetzen von Kraftfahrzeugen werden leistungsstarke Gleichspannungswandler benötigt, um den Energiefluss zwischen verschiedenen Spannungsebenen regeln zu können. Ein derartiger Einsatz im Kraftfahrzeugbereich erfordert auf Grund von Kosten-, Bauraum- und Gewichtsbeschränkungen eine Minimierung der Induktivitäten und Kapazitäten sowie der Anzahl der Bauelemente insgesamt. Diesen Beschränkungen kann man gerecht werden, indem man als Gleichspannungswandler Multiphasen-Gleichspannungswandler verwendet. Bei diesen wird die zu übertragende Leistung auf mehrere Wandlerzellen auf-

teilt. Wendet man bei diesem Prinzip eine zeitversetzte Taktung der Wandlerzellen an, dann heben sich im überlagerten Ausgangssignal die Stromrippel teilweise auf bzw. reduzieren sich um einen wesentlichen Betrag. Die Frequenz des Ausgangssignals des Gleichspannungswandlers erhöht sich um die Anzahl der versetzt getakteten Wandlerzellen gegenüber der Grundtaktfrequenz der Wandlerzellen. Durch die kleineren Rippel und die höhere Frequenz können die Ausgangsfilter des Gleichspannungswandlers kleiner ausgelegt werden. Dadurch wird ein Kosten- und Bauraumvorteil erzielt.

**[0005]** Zur effizienten Nutzung dieses Verfahrens muss für jede Wandlerzelle ein Stromsensor verwendet werden, um die zugehörigen Stromrippel überwachen und regeln zu können. Ohne eine derartige Einzelphasenregelung können durch Bauteiltoleranzen die Rippel je Phase unterschiedlich hoch sein, wodurch der zuvor angesprochene Vorteil bei der Überlagerung der Ausgangssignale der Wandlerzellen nicht mehr wirksam ist. Die Rippel im Ausgangssignal werden größer und die Frequenz des Ausgangssignals nimmt wieder den gleichen Wert an wie die Schaltfrequenz der einzelnen Wandlerzellen. Dadurch werden die zuvor erwähnten Vorteile wieder aufgehoben.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** Ein Multiphasen-Gleichspannungswandler mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Anzahl seiner Stromsensoren reduziert ist. Dadurch werden die Kosten eines Multiphasen-Gleichspannungswandlers wesentlich reduziert. Diese Vorteile werden im Wesentlichen dadurch erreicht, dass anstelle von kostenaufwendigen einzelnen Stromsensoren kostengünstigere Bauteile verwendet werden, wobei das verwendete Messprinzip reduzierte Genauigkeitsanforderungen aufweist.

**[0007]** Gemäß einer Ausführungsform, die einen besonders einfachen Aufbau aufweist, ist zwischen den Ausgängen jeweils zweier Wandlerzellen jeweils eine Messbrücke vorgesehen, welche einen Kern aufweist, auf welchem zwei gegensinnig gewickelte Wicklungen übereinstimmender Windungszahl aufgebracht sind.

**[0008]** Gemäß einer anderen Ausführungsform, die besonders kompakt aufgebaut sein kann, ist eine mehrsträngige Messbrücke vorgesehen, die einen geschlossenen Kern aufweist, über welchen alle Einzelstränge des Multiphasen-Gleichspannungswandlers geführt sind.

**[0009]** Weitere vorteilhafte Eigenschaften der Erfindung ergeben sich aus deren beispielhafter Erläuterung anhand der Figuren.

## Zeichnung

**[0010]** Die [Fig. 1](#) zeigt ein Schaltbild, aus welchem der grundsätzliche Aufbau der Wandlerzellen eines Multiphasen-Gleichspannungswandlers ersichtlich ist.

**[0011]** Die [Fig. 2](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung einer magnetischen Messbrücke.

**[0012]** Die [Fig. 3](#) zeigt ein Schaltbild eines vierphasigen Gleichspannungswandlers mit einer mehrsträngigen magnetischen Messbrücke.

**[0013]** Die [Fig. 4](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung des Aufbaus einer kompakten mehrsträngigen magnetischen Messbrücke.

**[0014]** Die [Fig. 5](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung des Aufbaus eines vierpoligen Gleichspannungswandlers mit einer mehrsträngigen magnetischen Messbrücke und zugehörigem Regelkreis.

## Beschreibung

**[0015]** Die [Fig. 1](#) zeigt ein Schaltbild, aus welchem der grundsätzliche Aufbau der Wandlerzellen eines Multiphasen-Gleichspannungswandlers ersichtlich ist. Aus diesem Schaltbild geht hervor, dass die am Eingangsanschluss anliegende Eingangsspannung  $V_{IN}$  über ein Tiefpassfilter, welches beispielsweise einen gegen Masse geschalteten Kondensator  $C_{IN}$  aufweist, an eine Parallelschaltung von  $n$  Wandlerzellen, beim gezeigten Ausführungsbeispiel vier Wandlerzellen, gelegt ist. Diese Wandlerzellen werden zeitversetzt getaktet. Der Wandlerzelle **4** ist eine Phase **1**, der Wandlerzelle **5** eine Phase **2**, der Wandlerzelle **6** eine Phase **3** und der Wandlerzelle **7** eine Phase **4** zugeordnet.

**[0016]** Die Wandlerzelle **4** weist einen mit dem Eingang der Parallelschaltung verbundenen Transistor  $T_{11}$ , der an den Ausgang eines PWM-Generators **14a** angeschlossen ist, einen Transistor  $T_{12}$  und eine Spule  $L$  auf. Der eine Anschluss der Spule  $L$  ist an den Verbindungspunkt zwischen den beiden Transistoren  $T_{11}$  und  $T_{12}$  gelegt. Der andere Anschluss der Spule  $L$  ist mit dem Ausgang der Parallelschaltung verbunden. Die Wandlerzelle **5** weist einen mit dem Eingang der Parallelschaltung verbundenen Transistor  $T_{21}$ , der an den Ausgang eines PWM-Generators **14b** angeschlossen ist, einen Transistor  $T_{22}$  und eine Spule  $L$  auf. Der eine Anschluss der Spule  $L$  ist an den Verbindungspunkt zwischen den beiden Transistoren  $T_{21}$  und  $T_{22}$  gelegt. Der andere Anschluss der Spule  $L$  ist mit dem Ausgang der Parallelschaltung verbunden. Die Wandlerzelle **6** weist einen mit dem Eingang der Parallelschaltung verbundenen Transistor  $T_{31}$ , der an den Ausgang eines PWM-Generators **14c** angeschlossen ist, einen Transistor  $T_{32}$  und eine Spule  $L$

auf. Der eine Anschluss der Spule  $L$  ist an den Verbindungspunkt zwischen den beiden Transistoren  $T_{31}$  und  $T_{32}$  gelegt. Der andere Anschluss der Spule  $L$  ist mit dem Ausgang der Parallelschaltung verbunden. Die Wandlerzelle **7** weist einen mit dem Eingang der Parallelschaltung verbundenen Transistor  $T_{41}$ , der an den Ausgang eines PWM-Generators **14d** angeschlossen ist, einen Transistor  $T_{42}$  und eine Spule  $L$  auf. Der eine Anschluss der Spule  $L$  ist an den Verbindungspunkt zwischen den beiden Transistoren  $T_{41}$  und  $T_{42}$  gelegt. Der andere Anschluss der Spule  $L$  ist mit dem Ausgang der Parallelschaltung verbunden.

**[0017]** Der Ausgang der Parallelschaltung ist über ein Ausgangsfilter, welches einen gegen Masse geschalteten Kondensator  $C_{OUT}$  aufweist, mit dem Ausgangsanschluss  $V_{OUT}$  des Multiphasen-Gleichspannungswandlers verbunden.

**[0018]** Durch die zeitversetzte Taktung der Transistoren  $T_{11}$ ,  $T_{21}$ ,  $T_{31}$  und  $T_{41}$  durch die von dem PWM-Generatoren **14a**, **14b**, **14c**, **14d** bereitgestellten Taktsignale werden die Wandlerzellen **4**, **5**, **6**, **7** des Multiphasen-Gleichspannungswandlers zu unterschiedlichen Zeiten aktiviert. Dadurch heben sich im überlagerten Ausgangssignal die Stromrippel teilweise auf bzw. reduzieren sich um einen wesentlichen Betrag.

**[0019]** Die Frequenz des Ausgangssignals des Gleichspannungswandlers ist dabei gegenüber der Grundtaktfrequenz der Wandlerzellen um die Anzahl der versetzt getakteten Wandlerzellen erhöht.

**[0020]** Um diese Vorteile einer gegenseitigen Aufhebung der Stromrippel im Betrieb des Multiphasen-Gleichspannungswandlers sicherzustellen, werden gemäß der vorliegenden Erfindung magnetische Messbrücken zwischen den Ausgängen jeweils zweier Wandlerzellen eingesetzt, um die in den Wandlerzellen fließenden Ströme einander anzugleichen. Dies wird nachfolgend anhand der [Fig. 2–Fig. 5](#) näher erläutert.

**[0021]** Die [Fig. 2](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung einer magnetischen Messbrücke, wie sie bei der Erfindung verwendet werden kann. Die dargestellte Messbrücke **19** weist einen Kern **20** auf, auf welchen zwei gegensinnig gewickelte Wicklungen **21**, **22** übereinstimmender Windungszahl aufgebracht sind. Die Wicklung **21** wird von einem Strom  $I_1$  durchflossen, bei welchem es sich beispielsweise um den Ausgangsstrom der Wandlerzelle **4** handelt. Die Wicklung **22** wird von einem Strom  $I_2$  durchflossen, bei welchem es sich beispielsweise um den Ausgangsstrom der Wandlerzelle **5** handelt. Die jeweils zugehörige Magnetflussdichte ist mit  $\phi_1$  bzw.  $\phi_2$  bezeichnet. Im Luftspalt **23** des Kernes **20** ist ein Hall-Sensor **24** vorgesehen, der die magnetische Flussdichte misst.

**[0022]** Liegen unterschiedliche Gleichstromanteile vor, dann wird im Kern ein magnetischer Gleichfluss erzeugt, dessen Richtung von dem Vorzeichen der Stromdifferenz abhängt. Der Hallsensor bildet die dadurch auftretende Flussdichte auf eine Spannung ab, die zum Zwecke ihrer Auswertung über einen Analog-Digital-Wandler einer Regelanordnung zugeführt wird.

**[0023]** Mittels einer derartigen Messbrücke wird ein Differenzsignal zwischen den beiden Brückenzeigen erfasst und es erfolgt eine Nachregelung in dem Sinne, dass diese Differenz zu Null wird. Zur Erfassung dieser Differenz wird keine hohe Genauigkeit oder Linearität benötigt. Es ist ausreichend zu erkennen, dass unterschiedliche Ströme vorliegen, so dass durch eine Nachregelung die Ströme in Übereinstimmung gebracht werden können.

**[0024]** Liegen insgesamt  $n$  Wandlerzellen vor, dann werden  $n - 1$  Messbrücken benötigt, um das Gesamtsystem zu symmetrieren, d. h. die Ausgangsströme aller  $n$  Wandlerzellen in Übereinstimmung zu bringen. Fügt man jedoch eine weitere Messbrücke zwischen den Ausgang der  $n$ -ten Wandlerzelle und den Ausgang der ersten Wandlerzelle hinzu, dann ist das System überbestimmt. Durch die dann entstandene zyklische Struktur ist aber gewährleistet, dass bei einem Ausfall einer Wandlerzelle oder einer Messbrücke dennoch die Symmetrie aufrechterhalten werden kann. Da die Wicklungen der Messbrücken von Wandlerzelle zu Wandlerzelle jeweils gegensinnig gewickelt sind, ist eine zyklische Struktur nur gegeben, wenn die Anzahl der Wandlerzellen geradzahlig ist.

**[0025]** Die [Fig. 3](#) zeigt ein Schaltbild eines vierphasigen Gleichspannungswandlers, bei welchem die Messbrücken in Form einer mehrsträngigen Messbrücke **25** realisiert sind. Dabei ist die mehrsträngige Messbrücke nur schematisch dargestellt. Es ist ersichtlich, dass den Eingängen dieser mehrsträngigen Messbrücke **25** die Ausgangssignale der insgesamt vier Wandlerzellen zugeführt werden. Des Weiteren ist ersichtlich, dass die mehrsträngige Messbrücke **25** zwischen den Ausgängen der Wandlerzellen und dem Ausgangsfilter  $C_{OUT}$  des vierphasigen Gleichspannungswandlers positioniert ist. Der weitere Aufbau des in der [Fig. 3](#) gezeigten Gleichspannungswandlers stimmt mit dem Aufbau des in der [Fig. 1](#) gezeigten Gleichspannungswandlers überein.

**[0026]** Die [Fig. 4](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung des Aufbaus einer derartigen mehrsträngigen Messbrücke, die kompakt aufgebaut ist. Diese Messbrücke weist einen einzigen Kern **20** auf, über welchen die Ausgangsstränge aller vier Wandlerzellen geführt sind. Die Toleranzen der vier Luftspalte **23** beeinflussen die Verstärkung in den einzelnen Messkreisen, insbesondere den Nullpunkt der Kompensa-

tion der Ausgangsströme der Wandlerzellen. Das Messsystem muss deshalb bei gleich verteiltem Nennstrom kalibriert werden.

**[0027]** Die [Fig. 5](#) zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung des Aufbaus eines vierpoligen Gleichspannungswandlers mit einer mehrsträngigen magnetischen Messbrücke und zugehörigem Regelkreis.

**[0028]** Der dargestellte Gleichspannungswandler **1** weist einen Eingangsanschluss **2** auf, an welchem die Eingangsspannung  $V_{IN}$  des Wandlers anliegt. Diese beträgt beispielsweise 42 V. Die Aufgabe des Wandlers besteht darin, diese Eingangsspannung in eine Ausgangsspannung umzuwandeln, die beispielsweise 14 V beträgt. Diese Ausgangsspannung  $V_{OUT}$  des Wandlers wird an einem Ausgangsanschluss **10** zur Verfügung gestellt.

**[0029]** Der in der [Fig. 5](#) dargestellte Gleichspannungswandler weist ein mit dem Eingangsanschluss **2** verbundenes Eingangsfilter **3** auf, bei welchem es sich um ein Tiefpassfilter handelt, mittels welchem Störungen aus der Eingangsspannung gefiltert werden. Der Ausgang des Eingangsfilters **3** ist mit einer Parallelschaltung mehrerer Wandlerzellen **4, 5, 6, 7** verbunden, wobei die Anzahl der Wandlerzellen beim gezeigten Ausführungsbeispiel 4 ist.

**[0030]** Die Ausgänge der Wandlerzellen **4, 5, 6, 7** sind mit einer mehrsträngigen Messbrücke **25** verbunden, die ebenso aufgebaut ist wie die in der [Fig. 3](#) gezeigte mehrsträngige Messbrücke. Die aus der Messbrücke **25** herausgeführten Ausgangssignale der Wandlerzellen werden wieder zusammengeführt und über einen Stromsensor **8** und ein Ausgangsfilter **9** an den Ausgangsanschluss **10** weitergeleitet. Bei dem Ausgangsfilter **9** handelt es sich beispielsweise ebenfalls um ein Tiefpassfilter.

**[0031]** Das vom Stromsensor **8** abgeleitete Sensor-signal wird über einen Analog-Digital-Wandler **17** an einen Regler **16** weitergeleitet.

**[0032]** Die von den Hallsensoren **24** der mehrsträngigen Messbrücke **25** abgeleiteten Signale gelangen über einen Analog-Digital-Wandler **11** an eine PWM-Korrekturereinheit **12**. Deren Aufgabe besteht darin, die vom Analog-Digital-Wandler **11** erhaltenen digitalen Signale den Wandlerzellen zuzuordnen.

**[0033]** Die Ausgangssignale der PWM-Korrekturereinheit **12** werden Differenzstromreglern **13a, 13b, 13c** und **13d** einer Regelanordnung **13** zugeführt. Diese Regelanordnung stellt an ihren Ausgängen Regelsignale bereit, mittels welcher die Taktsignale CK1, CK2, CK3 und CK4 der Wandlerzellen **4, 5, 6** und **7** beeinflusst werden.

**[0034]** Der Differenzstromregler **13a** ist der

Wandlerzelle **4** zugeordnet. Folglich stellt der Differenzstromregler **13a** ein der Wandlerzelle **4** zugeordnetes Regelsignal zur Verfügung. Dieses Regelsignal wird in einem Addierer **15a** mit dem Regelsignal des weiteren Reglers **16** überlagert, bei dem es sich beispielsweise um einen Stromregler handelt. Diesem Stromregler **16** werden eingangsseitig ein von einem Stromsollwertgeber **18** bereitgestellter Stromsollwert  $I_{\text{Soll}}$  und das vom Stromsensor **8** abgeleitete und über den Analog-Digital-Wandler **17** geleitete Stromwertsignal zugeführt. Das Ausgangssignal des Addierers **15a** wird in einem PWM-Generator **14a** in ein PWM-Signal umgesetzt, bei welchem es sich um das Taktsignal CK1 der Wandlerzelle **4** handelt.

**[0035]** Der Differenzstromregler **13b** ist der Wandlerzelle **5** zugeordnet. Folglich stellt der Differenzstromregler **13b** ein der Wandlerzelle **5** zugeordnetes Regelsignal zur Verfügung. Dieses Regelsignal wird in einem Addierer **15b** mit dem Regelsignal des weiteren Reglers **16** überlagert. Das Ausgangssignal des Addierers **15b** wird in einem PWM-Generator **14b** in ein PWM-Signal umgesetzt, bei welchem es sich um das Taktsignal CK2 der Wandlerzelle **5** handelt.

**[0036]** Der Differenzstromregler **13c** ist der Wandlerzelle **6** zugeordnet. Folglich stellt der Differenzstromregler **13c** ein der Wandlerzelle **6** zugeordnetes Regelsignal zur Verfügung. Dieses Regelsignal wird in einem Addierer **15c** mit dem Regelsignal des weiteren Reglers **16** überlagert. Das Ausgangssignal des Addierers **15c** wird in einem PWM-Generator **14c** in ein PWM-Signal umgesetzt, bei welchem es sich um das Taktsignal CK3 der Wandlerzelle **6** handelt.

**[0037]** Der Differenzstromregler **13d** ist der Wandlerzelle **7** zugeordnet. Folglich stellt der Differenzstromregler **13d** ein der Wandlerzelle **7** zugeordnetes Regelsignal zur Verfügung. Dieses Regelsignal wird in einem Addierer **15d** mit dem Regelsignal des weiteren Reglers **16** überlagert. Das Ausgangssignal des Addierers **15d** wird in einem PWM-Generator **14d** in ein PWM-Signal umgesetzt, bei welchem es sich um das Taktsignal CK4 der Wandlerzelle **7** handelt.

**[0038]** Wie aus den vorstehenden Ausführungen ersichtlich ist, ist bei einem Multiphasen-Gleichspannungswandler gemäß der Erfindung eine unter Verwendung einer Vielzahl von Stromsensoren erfolgende Einzelphasenstrommessung nicht notwendig. Es wird nur ein einziger Stromsensor **8** verwendet, welcher zwischen den Ausgängen der Wandlerzellen und dem Ausgangsfilter positioniert ist. Des Weiteren ist eine ebenfalls zwischen den Ausgängen der Wandlerzellen und dem Ausgangsfilter positionierte magnetische Messbrückenordnung vorgesehen, die entweder in Form mehrerer einzelner Messbrü-

cken oder in Form einer mehrsträngigen Messbrücke realisiert ist. Mittels dieser Messbrückenordnung können Stromdifferenzen zwischen jeweils benachbarten Strängen detektiert werden. Die detektierten Stromdifferenzen werden unter Verwendung einer Regelanordnung ausgeglichen.

**[0039]** Die Verwendung einer Messbrückenordnung gemäß der Erfindung hat im Vergleich zu einer Verwendung einer Einzelphasenstrommessung, bei welcher in jedem Phasenstrang ein einzelner Stromsensor vorgesehen ist, den Vorteil geringerer Genauigkeitsanforderungen und den Vorteil einer Kostenreduktion.

**[0040]** Die in der [Fig. 5](#) gezeigten Bauteile **11**, **12**, **13**, **14a**, **14b**, **14c**, **14d**, **15a**, **15b**, **15c**, **15d**, **16** und **17** können in Form einer diskreten Schaltung oder in Form eines Prozessors realisiert sein.

**[0041]** Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel wird eine Eingangsspannung von 42 V mittels des Gleichspannungswandlers umgesetzt in eine Ausgangsspannung von 14 V. Die Erfindung ist jedoch nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Die Eingangsspannung und die Ausgangsspannung können auch andere Werte aufweisen. Insbesondere kann die Eingangsspannung auch kleiner sein als die Ausgangsspannung.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10110615 A1 [\[0002\]](#)
- DE 10119985 A1 [\[0003\]](#)

**Patentansprüche**

1. Multiphasen-Gleichspannungswandler, welcher mehrere parallel zueinander angeordnete, zeitversetzt getaktete Wandlerzellen (**4, 5, 6, 7**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass er zwischen den Ausgängen jeweils zweier Wandlerzellen jeweils eine magnetische Messbrücke (**19, 25**) aufweist.

2. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messbrücke (**19**) einen Kern (**20**) aufweist, auf welchen zwei gegensinnig gewickelte Wicklungen (**21, 22**) übereinstimmender Windungszahl aufgebracht sind.

3. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (**20**) einen Luftspalt (**23**) aufweist, in welchem ein Hallsensor (**24**) positioniert ist.

4. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messbrücken in Form einer mehrsträngigen Messbrücke (**25**) realisiert sind.

5. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass den Wandlerzellen (**4, 5, 6, 7**) jeweils ein PWM-Signalgenerator (**14a, 14b, 14c, 14d**) zugeordnet ist.

6. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Hallsensoren (**24**) über einen Analog-Digital-Wandler (**11**) mit einer Regelanordnung (**13**) verbunden sind, welche ausgangsseitig die Taktsignale der Wandlerzellen (**4, 5, 6, 7**) beeinflussende Regelsignale bereitstellt.

7. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Regelanordnung (**13**) mehrere parallel zueinander angeordnete Regler (**13a, 13b, 13c, 13d**) aufweist, von denen jeder einer der Wandlerzellen (**4, 5, 6, 7**) zugeordnet ist und der Ausgang der Regler jeweils über einen Addierer (**15a, 15b, 15c, 15d**) mit dem zugehörigen PWM-Generator (**14a, 14b, 14c, 14d**) verbunden ist.

8. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Addierer (**15a, 15b, 15c, 15d**) jeweils mit demselben Ausgang eines weiteren Reglers (**16**) verbunden sind.

9. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Regler (**16**) ein Stromregler oder ein Spannungsregler ist und ein erster Eingang dieses weiteren

Reglers mit einem Sollwertgeber (**18**) verbunden ist.

10. Multiphasen-Gleichspannungswandler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Eingang des weiteren Reglers (**16**) über einen weiteren Analog-Digital-Wandler (**17**) mit einem Stromsensor (**8**) oder einem Spannungssensor verbunden ist und der Stromsensor oder Spannungssensor zwischen dem Ausgang der Wandlerzellen (**4, 5, 6, 7**) und einem Ausgangsanschluss (**10**) des Multiphasengleichspannungswandlers angeordnet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

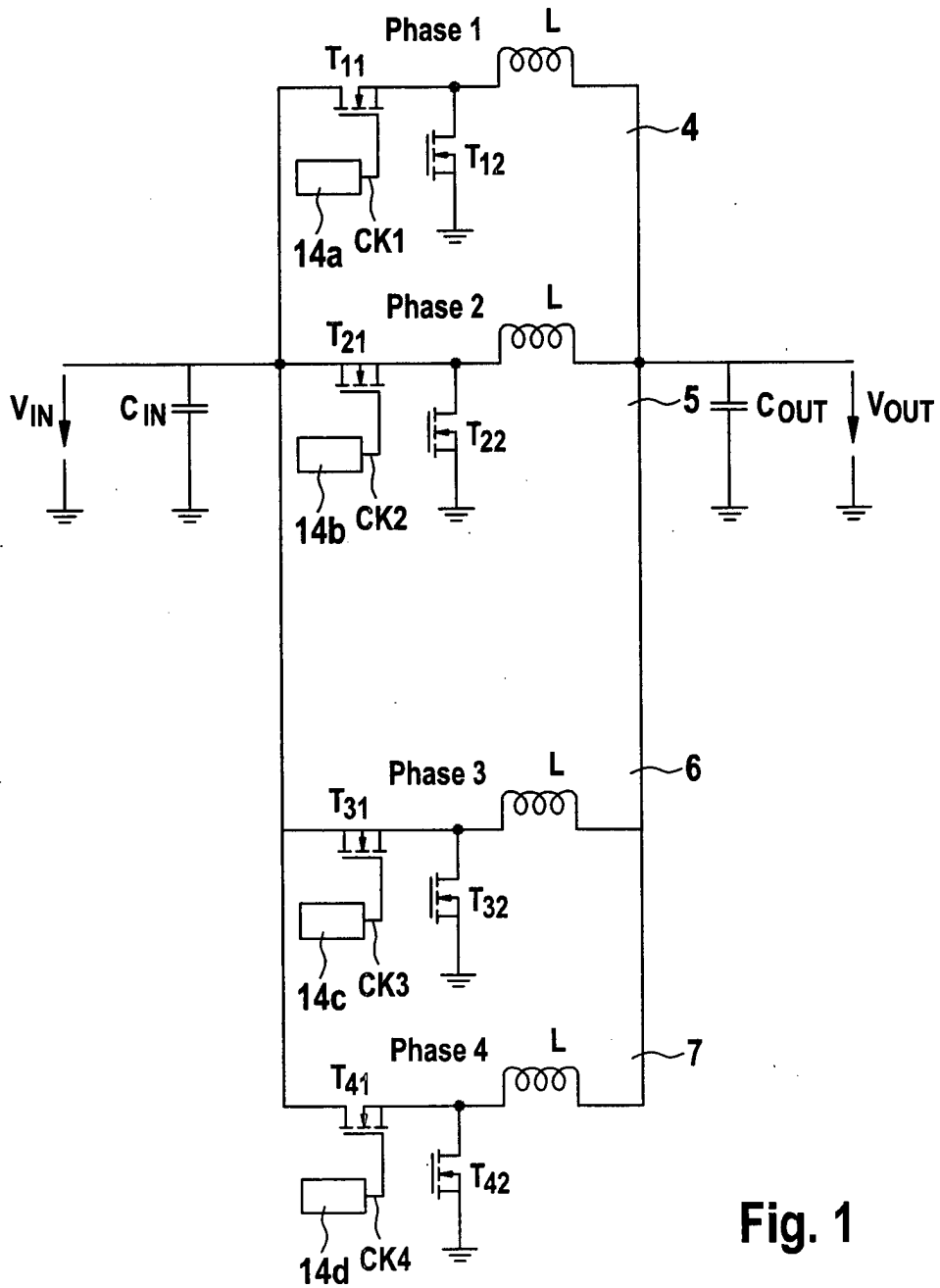


Fig. 1



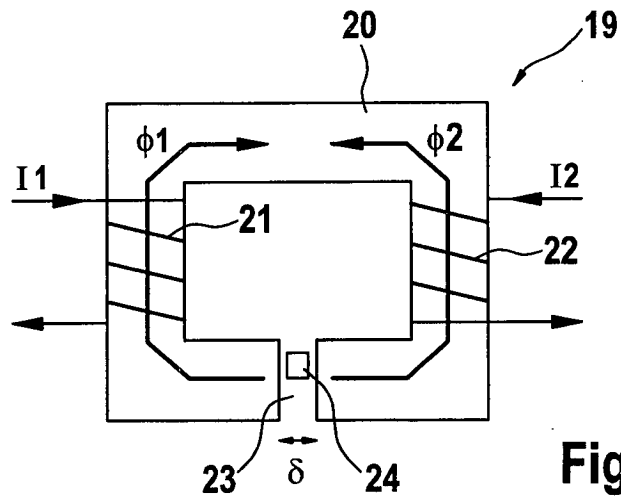


Fig. 2

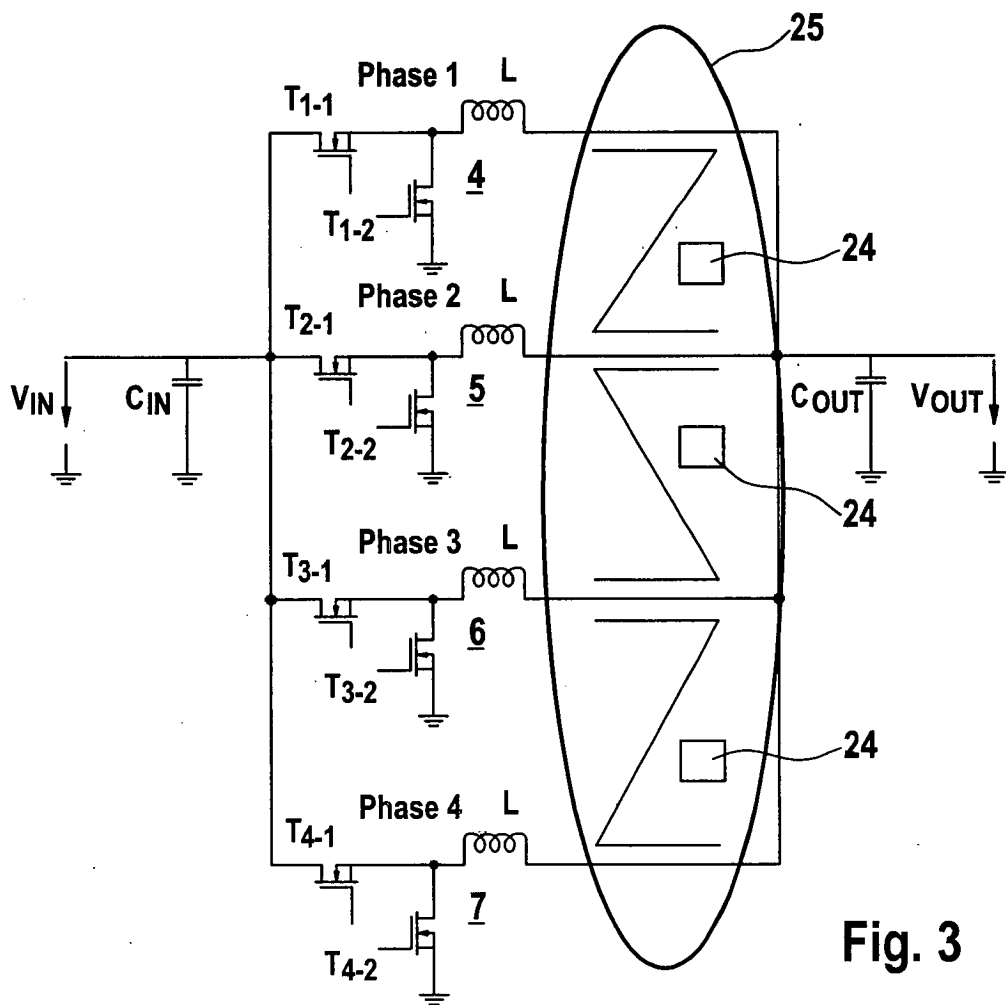
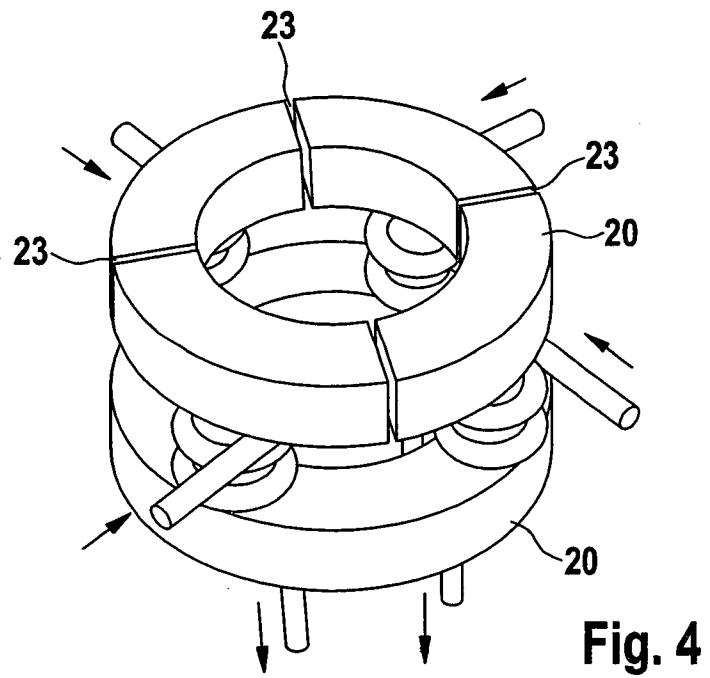


Fig. 3



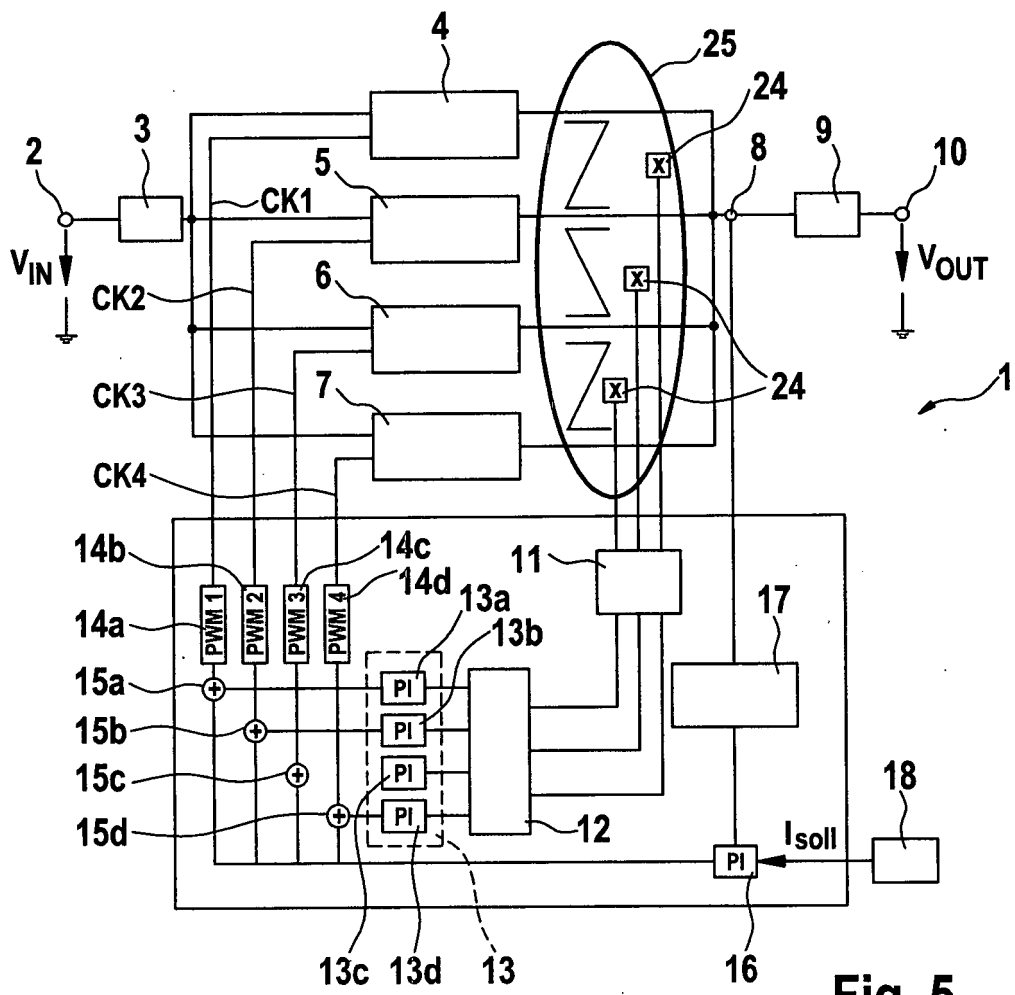


Fig. 5