

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50311/2019  
(22) Anmeldetag: 09.04.2019  
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2023

(51) Int. Cl.: **G01R 31/40** (2020.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
CN 205507045 U  
CN 108072839 A  
DE 102005028270 A1

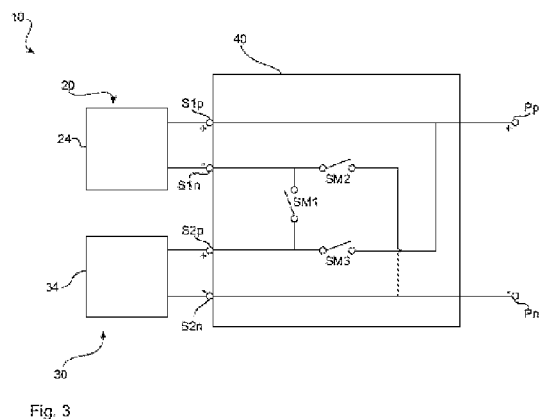
(73) Patentinhaber:  
AVL List GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
König Oliver Dr.  
8042 Graz (AT)  
Pumberger Michael Dipl.Ing.  
8010 Graz (AT)  
Rudelstorfer Paul  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Hartinger Mario Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(54) **Prüfvorrichtung für ein elektrisches Prüfen eines Prüflings**

(57) Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung (10) für ein elektrisches Prüfen eines Prüflings (100), aufweisend einen ersten elektrischen Prüfstrang (20) mit einem ersten Gleichrichter (22) und einem ersten Konverter (24) und wenigstens einen zweiten elektrischen Prüfstrang (30) mit einem zweiten Gleichrichter (32) und einem zweiten Konverter (34), weiter aufweisend eine Schaltvorrichtung (40) mit zwei Schaltpolen (S1p, S1n, S2p, S2n) für jeden Prüfstrang (20, 30) und zwei Prüfpolen (Pp, Pn) zum elektrischen Anschließen des Prüflings (100), wobei die Schaltvorrichtung (40) eine Parallel-Schaltstellung (PS) aufweist für eine elektrisch parallele Verschaltung der Prüfstränge (20, 30) zu den beiden Prüfpolen (Pp, Pn) und eine Seriell-Schaltstellung (SS) aufweist für eine elektrisch serielle Verschaltung der Prüfstränge (20, 30) zu den beiden Prüfpolen (Pp, Pn).



## Beschreibung

### PRÜFVORRICHTUNG FÜR EIN ELEKTRISCHES PRÜFEN EINES PRÜFLINGS

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung für ein elektrisches Prüfen eines Prüflings, ein Verfahren für die Kontrolle einer entsprechenden Prüfvorrichtung sowie ein zugehöriges Computerprogrammprodukt.

**[0002]** Es ist bekannt, dass Prüfvorrichtungen eingesetzt werden, um Prüflinge elektrisch zu prüfen. Dabei handelt es sich insbesondere um Prüfvorrichtungen, welche eine Batterievorrichtung prüfen können. Jedoch sind solche Prüfvorrichtungen auch dazu geeignet, eine Batterievorrichtung zu simulieren und als entsprechende Prüfvorrichtung zum elektrischen Prüfen einer elektrischen Antriebsvorrichtung oder sogar eines elektrischen Antriebsstrangs zu dienen. Die Prüfung erfolgt dabei insbesondere hinsichtlich einer entsprechenden Nennlast, welche durch eine Nennspannung und/oder einen Nennstrom vorgegeben werden kann. Dabei kann die Prüfvorrichtung unterschiedliche Lastsituationen für den Prüfling zur Verfügung stellen und simulieren und anschließend elektrische Parameter des Prüflings unter diesen unterschiedlichen Lastsituationen aufnehmen und weitergeben. Für ein entsprechendes elektrisches Prüfen sind entsprechend Prüfstände vorgesehen, auf welchen der Prüfling und auch die Prüfvorrichtung angeordnet sind. Bekannte Prüfvorrichtungen sind üblicherweise mit unterschiedlichen elektrischen Komponenten ausgestattet. Dabei handelt es sich zum einen um einen Gleichrichter, um die Prüfvorrichtung an einen entsprechenden Netzanschluss anschließen zu können. Dem Gleichrichter nachgelagert ist üblicherweise ein Konverter, welcher in der Lage ist, die gewünschte elektrische Prüffolge für den Prüfling zur Verfügung zu stellen und kontrollierbar einzustellen.

**[0003]** Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass die Prüfvorrichtungen sehr spezifisch auf die entsprechende Prüfsituation ausgelegt sein müssen. Insbesondere weisen die Prüfvorrichtungen durch die elektrische Konfiguration des Konverters und des Gleichrichters entsprechende Nennspannungen und Nennströme auf, welche dementsprechend die zugehörigen Prüfsituationen limitieren. Werden größere Nennleistungen gewünscht, so ist es bekannt, mehrere Prüfvorrichtungen miteinander zu kombinieren und zum Beispiel parallel zueinander zu verschalten. Auch ein Verschalten in Reihe hintereinander ist bei den bekannten Prüfvorrichtungen möglich. Somit wird es denkbar, durch intelligentes Verschalten der Prüfvorrichtungen eine Verdopplung des Nennstroms oder aber eine Verdopplung der Nennspannung zu erzielen, welche es erlaubt, auch komplexere Prüfsituationen mit einer solchen kombinierten Prüfvorrichtung durchzuführen. Nachteilhaft bleibt jedoch, dass die Parallelverschaltung oder die Reihenschaltung von bestehenden Prüfvorrichtungen relativ aufwendig herzustellen ist. Insbesondere ist die Parallelschaltung oder die Reihenschaltung dann wiederum auf die Erhöhung der Nennspannung oder aber auf die Erhöhung des Nennstroms fokussiert, sodass dementsprechend eine Limitierung auf zugehörige Prüfsituationen die Folge ist. Ein universeller Einsatz von kombinierten Prüfvorrichtungen ist bisher nicht möglich, was zu erhöhtem Aufwand und erhöhten Kosten sowie reduzierter Einsatzflexibilität führt.

**[0004]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise die Einsatzvariabilität einer Prüfvorrichtung zu erhöhen.

**[0005]** Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch eine Prüfvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie dem erfindungsgemäßen Computerprogrammprodukt und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

**[0006]** Erfindungsgemäß ist eine Prüfvorrichtung für ein elektrisches Prüfen eines Prüflings ausgestaltet. Hierfür weist die Prüfvorrichtung einen ersten elektrischen Prüfstrang mit einem ersten Gleichrichter und einem ersten Konverter auf. Weiter ist wenigstens ein zweiter elektrischer Prüfstrang mit einem zweiten Gleichrichter und einem zweiten Konverter vorgesehen. Darüber hinaus weist die Prüfvorrichtung eine Schaltvorrichtung mit zwei Schaltpolen für jeden Prüfstrang und zwei Prüfpolen zum elektrischen Anschließen des Prüflings auf. Die Schaltvorrichtung ist mit einer Parallel-Schaltstellung ausgestattet für eine elektrisch parallele Verschaltung der Prüfstränge zu den Prüfpolen. Weiter weist die Schaltvorrichtung eine Seriell-Schaltstellung auf für eine elektrisch serielle Verschaltung der Prüfstränge zu den beiden Prüfpolen.

**[0007]** Erfindungsgemäß ist also nun eine Prüfvorrichtung flexibel ausgeschaltet, um verschiedene Prüfsituationen beim elektrischen Prüfen eines Prüflings bedienen zu können. Dabei ist ein Kerngedanke der Prüfvorrichtung eine Schaltvorrichtung vorzusehen, welche als Teil der Prüfvorrichtung zwei unterschiedliche Grundsatzkonfigurationen der einzelnen Prüfstränge schalten kann. Die Schaltvorrichtung ist in der Lage, zumindest zwei unterschiedliche Schaltstellungen einzunehmen. Dabei ist unerheblich, wie viele einzelne Schaltmittel die Schaltvorrichtung einsetzt, um zwischen den einzelnen Schaltstellungen hin und her zu schalten. Werden weitere Schaltstellungen, insbesondere eine Ausschaltung der Prüfvorrichtung gewünscht, so können entsprechend mehr oder aber auch weniger einzelne Schaltmittel sinnvoll sein.

**[0008]** Um ein Schalten der einzelnen Prüfstränge zu gewährleisten, sind grundsätzlich zwei Prüfstränge vorgesehen, welche in bekannter Weise jeweils einen Gleichrichter und anschließend einen Konverter aufweisen. Die Verschaltung dieser beiden Prüfstränge wird nun über die Schaltvorrichtung so gewährleistet, dass eine Parallel-Schaltstellung eine Parallel-Verschaltung der beiden Prüfstränge zur Verfügung stellt, während die Seriell-Schaltstellung eine elektrisch serielle Verschaltung der Prüfstränge erlaubt. Mit anderen Worten ist es nun möglich, bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung umzuschalten zwischen einer parallelen Verschaltung und einer seriellen Verschaltung. Elektrisch bedeutet dies, dass ein und dieselbe Prüfvorrichtung umgeschaltet werden kann zwischen einem erhöhten Nennstrom und einer erhöhten Nennspannung. Sind die entsprechenden Nennleistungen der Gleichrichter und der Konverter identisch oder im Wesentlichen identisch, führt dies zu einer Verdopplungsmöglichkeit für den Nennstrom oder alternativ einer Verdopplungsmöglichkeit der Nennspannung. Je nachdem, welche Prüfsituation vorliegt, muss nun nicht mehr eine spezifische Prüfvorrichtung zur Verfügung gestellt und entsprechend verschaltet werden, sondern vielmehr reicht es aus, über die Schaltvorrichtung die für diese Prüfungssituation passende Schaltstellung auszuwählen.

**[0009]** Um eine entsprechende Versorgung der einzelnen Prüfstränge zu gewährleisten, sind diese vorzugsweise mit einem Netzanschluss versehen. Um die Umschaltung per Schaltvorrichtung zu gewährleisten, sind die einzelnen Prüfstränge in sich und gegeneinander galvanisch getrennt. Die Prüfstränge und die entsprechenden Prüfpole sind miteinander elektrisch gekoppelt, sodass über die Schaltvorrichtung die beiden Prüfpole mit der gewünschten Prüfspannung bzw. dem gewünschten Prüfstrom beaufschlagt werden können.

**[0010]** Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung die Schaltvorrichtung zwischen dem negativen Schaltpol des ersten Prüfstrangs und dem positiven Schaltpol des zweiten Prüfstrangs ein erstes Schaltmittel aufweist, wobei zwischen dem negativen Schaltpol des ersten Prüfstrangs und dem negativen Prüfpole ein zweites Schaltmittel angeordnet ist und zwischen dem positiven Schaltpol des zweiten Prüfstrangs und dem positiven Prüfpole ein drittes Schaltmittel angeordnet ist. Dies erlaubt es, eine grundsätzliche und besonders einfache Umschaltmöglichkeit zu geben. Über ein Schließen des ersten Schaltmittels und ein Öffnen des zweiten sowie des dritten Schaltmittels wird eine Reihenschaltung der beiden Prüfstränge zueinander möglich. Wird alternativ das erste Schaltmittel geöffnet und das zweite sowie das dritte Schaltmittel geschlossen, wird von der Reihenschaltung in eine parallele Verschaltung der beiden Prüfstränge umgeschaltet. Diese Variante mit drei Schaltmitteln erlaubt also ein besonders einfaches Umschalten. Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn eine separate Absicherung für die Schaltmittel bzw. die Prüfstränge oder die gesamte Prüfvorrichtung vorgesehen ist. Die weiteren Anschlüsse sind selbstverständlich mit dem zugehörigen positiven Prüfpole und dem

negativen Prüfpole verbunden, um die jeweilige Serienschaltung bzw. Reihenschaltung zu komplettieren. Es kann vorteilhaft sein, wenn bei dieser Ausführungsform durch eine Verfahrensregelung oder durch eine Software-Limitierung ein gleichzeitiges Aktivieren aller drei Schaltmittel unterbunden ist. Jedes Schaltmittel ist im Sinne der vorliegenden Erfindung also insbesondere ein Schaltmittel, welches zwischen zumindest einer elektrisch kontaktierenden Position und zumindest einer elektrisch nicht kontaktierenden Position umschaltbar ist.

**[0011]** Vorteile können darüber hinaus erzielt werden, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung zwischen dem positiven Schalterpol des ersten Prüfstrangs und dem positiven Prüfpole ein viertes Schaltmittel angeordnet ist und/oder zwischen dem negativen Schalterpol des zweiten Prüfstrangs und dem negativen Prüfpole ein fünftes Schaltmittel angeordnet ist. Während bei der grundsätzlichen Ausführungsform gemäß dem voranstehenden Absatz die beiden hier beschriebenen elektrischen Zweige auch ohne Schaltmittel die Verbindung zum positiven Prüfpole und zum negativen Prüfpole aufweisen können, sind hier alternativ oder kombiniert zusätzliche Schaltmittel vorsehbar. Dieses vierte und/oder fünfte Schaltmittel erlaubt ein separates Absichern des jeweiligen Prüfpols. Dabei reicht grundsätzlich ein Absichern durch das vierte Schaltmittel oder das fünfte Schaltmittel aus. Wird jedoch zur Erhöhung der Gesamtsicherheit der Prüfvorrichtung eine Redundanz gewünscht, so ist eine kombinierte Anordnung des vierten Schaltmittels und des fünften Schaltmittels vorteilhaft, um auch bei einem Defekt eines der Schaltmittel die entsprechende Abtrennung und Absicherung der beiden Prüfpole gewährleisten zu können.

**[0012]** Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung das vierte Schaltmittel und/oder das fünfte Schaltmittel zwischen dem jeweiligen Schalterpol und einem Anschlussknoten des zweiten Schaltmittels und/oder des dritten Schaltmittels angeordnet ist. Dies führt dazu, dass sich die beiden Schaltmittel sozusagen in dem jeweiligen Nebenstrang bzw. in dem jeweiligen Prüfstrang befinden und damit nur der einfachen Nennbelastung des jeweiligen Prüfstrangs unterliegen. Während grundsätzlich auch eine Anordnung direkt benachbart zu dem jeweiligen Prüfpole für das vierte Schaltmittel und das fünfte Schaltmittel möglich ist, kann auf diese Weise eine reduzierte Belastung und damit eine reduzierte normative Auslegung des vierten und fünften Schaltmittels zur Verfügung gestellt sein. Alternativ oder sogar zusätzlich sind jedoch auch vierte und fünfte Schaltmittel außerhalb dieses Anschlussknotens und damit benachbart zu dem jeweiligen Prüfpole denkbar.

**[0013]** Vorteile bringt es darüber hinaus mit sich, wenn die Schaltvorrichtung wenigstens ein Schaltmittel in Form eines Leistungsschalters aufweist. Dies erlaubt es, auch unter Last das entsprechende Schaltmittel zu betätigen, also zu aktivieren oder zu deaktivieren. Solche Leistungsschalter können unter Erzeugung eines Lichtbogens einen Schaltvorgang durchführen, und weisen zum Beispiel zum Verlöschen des Lichtbogens eine entsprechende Löschkammer auf. Durch die Anordnung im jeweiligen Prüfstrang kann die Nennbelastung reduziert werden, sodass entsprechend auch jeder dieser Leistungsschalter kostengünstiger und einfacher ausgebildet sein kann, als wenn diese direkt benachbart zum zugehörigen Prüfpole angeordnet wären.

**[0014]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung die Schaltvorrichtung wenigstens ein Schaltmittel in sicherheitsgerichteter Ausbildung aufweist. Darunter ist ein entsprechender Qualitätsstandard zu verstehen, welcher insbesondere den Personenschutz hinsichtlich der Schaltvorrichtung und damit hinsichtlich der Prüfvorrichtung gewährleistet. Diese sicherheitsgerichtete Ausbildung kann konstruktiv durch die jeweiligen Schaltmittel und/oder selektiv durch die entsprechend beaufschlagte Kontrollsoftware bzw. das durchgeführte Kontrollverfahren zur Verfügung gestellt werden.

**[0015]** Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung die Schaltvorrichtung zwischen dem negativen Schalterpol des ersten Prüfstrangs und dem negativen Prüfpole ein zweites Schaltmittel und zwischen dem positiven Schalterpol des zweiten Prüfstrangs und dem positiven Prüfpole ein drittes Schaltmittel aufweist, wobei das zweite Schaltmittel und das dritte Schaltmittel über einen Verbindungsstrang elektrisch koppelbar sind. Dabei ist weiter der negative Schalterpol des zweiten Prüfstrangs mit dem negativen Prüfpole und der positive Schalterpol des ersten Prüfstrangs mit dem positiven Prüfpole verbunden. Diese Ausführung erlaubt die Reduktion

der Schaltvorrichtung auf die zwei Schaltmittel in Form des zweiten und des dritten Schaltmittels. Bei diesem Schaltmittel handelt es sich also um Umschalter, welche zwischen einer ersten elektrischen Kontaktposition zu dem jeweiligen Prüfpol in eine zweite elektrische Kontaktposition mit dem Verbindungsstrang umschaltbar sind. Dies erlaubt es, durch die Umschalter auf das erste Schaltmittel der entsprechenden Ausführungsform zu verzichten und damit eine besonders einfache, kompakte und kostengünstige Ausgestaltung der Schaltvorrichtung zur Verfügung zu stellen.

**[0016]** Weitere Vorteile können erzielt werden, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung das zweite Schaltmittel und das dritte Schaltmittel für ein gemeinsames Schalten zwangsverbunden sind. Ein solches gemeinsames Schalten bei der voranstehenden Ausgestaltung erlaubt es sicherzustellen, dass ausschließlich gleiche korrelierende Umschaltpositionen des zweiten Schaltmittels und des dritten Schaltmittels zur Verfügung gestellt werden. Dies kann sowohl konstruktiv als durch entsprechende Verfahrensrestriktionen zur Verfügung gestellt werden. Eine Fehlschaltung, welche zu einer fehlerhaften Korrelation in elektrischer Sichtweise führen würde, kann auf diese Weise wirksam vermieden werden.

**[0017]** Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung die Schaltvorrichtung ein viertes Schaltmittel zwischen dem positiven Schaltpol des ersten Prüfstrangs und dem positiven Prüfpol aufweist. Weiter ist ein sechstes Schaltmittel zwischen dem negativen Schaltpol des zweiten Prüfstrangs und dem negativen Schaltpol des ersten Prüfstrangs vorgesehen, während weiter ein siebtes Schaltmittel zwischen dem positiven Schaltpol des zweiten Prüfstrangs und dem negativen Prüfpol zur Verfügung gestellt ist. Dies ist insbesondere teilweise mit den weiteren Schaltmitteln kombiniert. Auf diese Weise ist insbesondere eine vierte Betriebsweise, welche auch als Vier-Quadranten-Schaltstellung zu verstehen ist, erzielbar. Zwar kann hier nur die einfache Nennleistung abgegeben werden, jedoch sind nicht nur positive Quadranten in dem Stromspannungsdiagramm, sondern auch in entsprechend einfacher Ausgestaltung der Nennleistung die negativen Quadranten drei und vier für die jeweilige Prüfsituation zur Verfügung stellbar.

**[0018]** Ein weiterer Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung der erste Gleichrichter im ersten Prüfstrang identisch oder im Wesentlichen identisch mit dem zweiten Gleichrichter im zweiten Prüfstrang und/oder der erste Konverter im ersten Prüfstrang identisch oder im Wesentlichen identisch mit dem zweiten Konverter im zweiten Prüfstrang ausgebildet ist. Dies erlaubt es, die beiden Prüfstränge zueinander identisch, insbesondere symmetrisch zur Verfügung zu stellen. Die Komplexität durch die Angleichung der einzelnen Prüfstränge kann auf diese Weise reduziert werden, was insbesondere zu reduzierten Kosten führt. Die Schaltung zwischen Parallelverschaltung und Serienschaltung führt dabei insbesondere zu einer exakten oder im Wesentlichen exakten Verdopplung der jeweils betrachteten Leistungskomponente, also der Nennspannung oder des Nennstroms.

**[0019]** Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung der erste Konverter des ersten Prüfstrangs elektrisch gespiegelt zum zweiten Konverter des zweiten Prüfstrangs ausgebildet ist. Dies erlaubt es zwar, die identische Leistungsverdopplung des jeweiligen Parameters in der zugehörigen Schaltstellung zu erzielen, jedoch wird zusätzlich eine Reduktion von Störeffekten möglich. Bei der Übertragung der entsprechenden elektrischen Nennleistung wird durch die gespiegelte elektrische Ausgestaltung mit insbesondere gleichen Leistungsdaten ein jeweiliger Störeffekt ebenfalls gespiegelt und damit asymmetrisch in das System der Schaltvorrichtung eingebracht. Durch die gespiegelte Einbringung dieses Störeffektes löschen sich die beiden Störeffekte über die beiden gespiegelten Konverter sozusagen aus oder im Wesentlichen aus, sodass bereits durch die konstruktive Ausgestaltung der elektrischen Verschaltung eine Dämpfung oder Reduktion solcher elektrischer Störeffekte erzielbar wird.

**[0020]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren für die Kontrolle einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung, aufweisend die folgenden Schritte:

- Auswählen einer Betriebsweise der Prüfvorrichtung,

- Schalten der Schaltvorrichtung der Prüfvorrichtung in die Parallel-Schaltstellung oder in die Seriell-Schaltstellung auf Basis der ausgewählten Betriebsweise.

**[0021]** Damit bringt ein erfindungsgemäßes Verfahren die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Prüfvorrichtung erläutert worden sind. Die Schaltbarkeit ist dabei insbesondere durch die erfindungsgemäße Prüfvorrichtung überhaupt erst möglich. Die entsprechende Betriebsweise kann durch einen verfahrenstechnisch zur Verfügung gestellten Softwareschalter, aber auch durch einen mechanisch vorhandenen Schalter zur Verfügung gestellt werden.

**[0022]** Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Schalten der Schaltvorrichtung in einem Überprüfungsschritt eine Lastsituation an den Prüfpolen überprüft wird. Diese Überprüfung kann qualitativ und/oder quantitativ erfolgen. Dabei kann insbesondere auf Basis der Lastsituation entschieden werden, ob zum jetzigen Zeitpunkt ein Schalten gewünscht bzw. möglich ist. Sofern eine zu große oder grundsätzlich eine Lastsituation anliegt, kann dieser Überprüfungsschritt ein Schalten der Schaltvorrichtung unterbinden. Dies sichert insbesondere die Schaltvorrichtung sowie die angeschlossenen Komponenten gegen entsprechende Schädigungen bei einem Schalten unter Last ab.

**[0023]** Weitere Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Schalten das Schaltergebnis auf Kurzschlussicherheit überprüft wird. Dies ist sozusagen eine Plausibilitätsprüfung, welche das Ziel des Schaltvorgangs auf entsprechende elektrische Absicherung überprüft. Ein ungewollter Kurzschluss während des Schaltvorgangs, aber auch nach dem Schaltvorgang, kann auf diese Weise wirkungsvoll vermieden werden. Dieser Schritt erlaubt es also, Schaltvorgänge zu synchronisieren, entsprechende Pausen in den Schaltvorgängen zur Verfügung zu stellen und auf diese Weise kurzfristige oder längerfristige Kurzschlüsse zu unterbinden.

**[0024]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

**[0025]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigen schematisch:

- [0026]** Figur 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0027]** Figur 2 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0028]** Figur 3 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0029]** Figur 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0030]** Figur 5 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0031]** Figur 6 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0032]** Figur 7 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0033]** Figur 8 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung,
- [0034]** Figur 9 eine Situation mit doppelter Nennspannung,
- [0035]** Figur 10 eine Ausführungsform mit doppeltem Nennstrom und
- [0036]** Figur 11 eine Ausführungsform unter der Nutzung der vier Quadranten.

**[0037]** Figur 1 zeigt schematisch eine Prüfsituation für eine erfindungsgemäße Prüfvorrichtung 10. Diese ist links mit einer entsprechenden Netzspannung versehen und weist eine entsprechende Anordnung von zwei Prüfpolen Pp und Pn auf. Um nun einen Prüfling 100, zum Beispiel in Form eines elektrischen Antriebsstrangs oder in Form einer Batterievorrichtung zu testen,

werden die zugehörigen Anschlüsse des Prüflings 100 mit den beiden Prüfpolen Pp und Pn elektrisch leitend verbunden. Um eine entsprechende Prüfsituation zu gewährleisten, sind die einzelnen Komponenten der Prüfvorrichtung 10 in der Figur 2 näher dargestellt.

**[0038]** So ist die Prüfvorrichtung 10 mit zwei Prüfsträngen 20 und 30 ausgestattet. Diese beiden Prüfstränge 20 und 30 weisen grundsätzlich jeder einen Gleichrichter 22 und 32 sowie einen Konverter 24 und 34 auf. Die beiden Prüfstränge 20 und 30 sind in sich und gegeneinander galvanisch getrennt. Durch die beiden Prüfstränge 20 und 30 ergeben sich dementsprechend vier Schaltpole S1p, S1n, S2p und S2n, welche in eine zugehörige und nachgelagerte Schaltvorrichtung 40 Eingang finden. In der Schaltvorrichtung 40 können die entsprechenden Schaltvorgänge zur Verfügung gestellt werden, um an den beiden Prüfpolen Pp und Pn die zugehörige Prüfsituation abbilden zu können. Die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen beziehen sich nun insbesondere auf die Details der Schaltvorrichtung 40, wie sie nachfolgend mit Bezug auf die folgenden Figuren erläutert werden.

**[0039]** Eine besonders einfache Ausgestaltung zeigt die Figur 3, welche in der Schaltvorrichtung 40 drei Schaltmittel SM1, SM2 und SM3 aufweist. Wird das erste Schaltmittel SM1 geschlossen, während die weiteren Schaltmittel SM2 und SM3 geöffnet bleiben, so handelt es sich um eine Reihenschaltung der beiden Prüfstränge 20 und 30. Wird dagegen das Schaltmittel SM1 geöffnet und die beiden weiteren Schaltmittel SM2 und SM3 geschlossen, so führt dies zu einer Parallelverschaltung der beiden Prüfstränge 20 und 30.

**[0040]** Die Figur 4 bildet die Ausgestaltung der Figur 3 weiter, indem zusätzlich in den beiden direkten Verbindungssträngen zwischen dem Schaltpol S1p und dem Prüfpol Pp sowie dem Schaltpol S2n und dem Prüfpol Pn zusätzliche vierte Schaltmittel SM4 und fünfte Schaltmittel SM5 angeordnet sind. Diese erlauben es, den jeweiligen Prüfpol Pp und Pn abzutrennen und auf diese Weise in redundanter Absicherung den jeweiligen Prüfpol gegen Beschädigung von Menschen oder Dingen abzusichern. Durch die Anordnung in dem jeweiligen Prüfstrang 20 und 30, also in der Figur 4 links des jeweiligen Anschlussknotens AK ist die Belastung auf dem jeweiligen Schaltmittel SM1 bis SM5 auf den jeweiligen Nennstrom des Prüfstrangs 20 begrenzt und eben nicht verdoppelt, wie dies entsprechend an den beiden Prüfpolen Pp und Pn anliegt. Beispielsweise können in Figur 4 das vierte Schaltmittel SM4, das zweite Schaltmittel SM2 sowie das fünfte Schaltmittel SM5 und das dritte Schaltmittel SM3 geschlossen sein, sodass eine Parallelverschaltung der beiden Prüfstränge 20 und 30 realisiert wird. Dabei ist das erste Schaltmittel SM1 geöffnet. Analog zu Figur 3 können zur Ausbildung einer Reihenschaltung der beiden Prüfstränge 20 und 30 die Schaltmittel SM1, SM4 und SM5 geschlossen sein, während die weiteren Schaltmittel SM2 und SM3 geöffnet bleiben.

**[0041]** Alternativ zur Ausführungsform der Figur 4 können das vierte Schaltmittel SM4 und das fünfte Schaltmittel SM5 auch außerhalb dieser jeweiligen Anschlussknoten AK vorgesehen werden, wobei sie jedoch in dieser Ausgestaltungsform einer höheren, insbesondere einer verdoppelten Belastung unterliegen. Die Anordnung des vierten Schaltmittels SM4 und des fünften Schaltmittels SM5 außerhalb des jeweiligen Anschlussknotens AK ist beispielhaft in Figur 5 dargestellt. Hierbei ist das vierte Schaltmittel SM4 und das fünfte Schaltmittel SM5 jeweils rechtsseitig des Anschlussknotens AK angeordnet. Mit anderen Worten ist das vierte Schaltmittel SM4 und das fünfte Schaltmittel SM5 jeweils zwischen dem jeweiligen Anschlussknoten AK und dem jeweiligen Prüfpol Pp, Pn angeordnet.

**[0042]** Die Figur 6 zeigt eine Ausgestaltung mit weiter reduzierter Anzahl von Bauteilen, insbesondere mit nur zwei Schaltmitteln SM2 und SM3. Diese sind hier als Umschalter ausgebildet und können nun in der ersten geschlossenen Situation eine Parallelschaltung zu den jeweiligen Prüfpolen Pp und Pn gewährleisten. Werden sie weiter nach innen bewegt, schalten sie in eine Verbindung mit dem Verbindungsstrang 50 um, sodass die serielle Schaltstellung erreicht worden ist. Hier ist im Prinzip eine ähnliche Lösung wie in der Figur 3 dargestellt, jedoch real mit einem Schaltmittel SM weniger.

**[0043]** Die Figur 7 zeigt nun eine zusätzliche Schaltmöglichkeit, indem weitere Schaltmittel SM7 und SM6 eingeführt worden sind. Werden diese Schaltmittel SM6 und SM7 nun mit integriert, so

führt dies zu einer dritten Kopplungsmöglichkeit, welche wie folgt dargestellt wird. Die Schaltmittel SM4, SM6 und SM7 sind dabei geschlossen, sodass eine Vier- Quadranten-Lösung gemäß der Figur 10 erreicht werden kann.

**[0044]** Figur 8 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Prüfvorrichtung 10, wobei die Ausbildung der Konverter 24, 34 im Detail dargestellt ist. Die weiteren Komponenten der Prüfvorrichtung 10, insbesondere die Schaltvorrichtung 40, können analog zu Figur 2 ausgebildet sein. Figur 8 veranschaulicht eine Ausführungsform, wobei der erste Konverter 24 des ersten Prüfstrangs 20 elektrisch gespiegelt zum zweiten Konverter 34 im zweiten Prüfstrang 30 ausgebildet ist. Zur Veranschaulichung der elektrischen Spiegelung ist beispielhaft mittels der gestrichelten Linie eine Achse A eingezeichnet. Der zweite Konverter 34 ist derart ausgebildet, dass er eine achsensymmetrische Spiegelung zum ersten Konverter 24 darstellt. Dies erlaubt es einerseits, die identische Leistungsverdopplung des jeweiligen Parameters in der zugehörigen Schaltstellung zu erzielen, und andererseits eine Reduktion von Störeffekten zu ermöglichen. Bei der Übertragung der entsprechenden elektrischen Nennleistung wird durch die gespiegelte elektrische Ausgestaltung mit insbesondere gleichen Leistungsdaten ein jeweiliger Störeffekt ebenfalls gespiegelt und damit asymmetrisch in das System der Schaltvorrichtung 40 eingebracht. Durch die gespiegelte Einbringung dieses Störeffektes können sich die beiden Störeffekte über die beiden gespiegelten Konverter 24, 34 vorteilhafterweise auslöschen, sodass eine Dämpfung oder Reduktion solcher elektrischer Störeffekte erzielbar wird.

**[0045]** In Figur 9 ist die Seriell-Schaltstellung SS dargestellt mit einer verdoppelten Nennspannung, während die Figur 10 die Parallel-Schaltstellung PS mit verdoppeltem Nennstrom zeigt. In der Figur 11 ist die Vier-Quadranten-Schaltstellung VS dargestellt, welche auch den dritten und vierten Quadranten im negativen Teil des Stromspannungsdiagramms abdecken kann.

**[0046]** Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern technisch sinnvoll, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung verlassen.

## BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Prüfvorrichtung
- 20 erster elektrischer Prüfstrang
- 22 erster Gleichrichter
- 24 erster Konverter
- 30 zweiter elektrischer Prüfstrang
- 32 zweiter Gleichrichter
- 34 zweiter Konverter
- 40 Schaltvorrichtung
- 50 Verbindungsstrang
  
- 100 Prüfling
- 200 Netzanschluss
  
- A Achse
- S1p positiver Schaltpol im ersten Prüfstrang
- S1n negativer Schaltpol im ersten Prüfstrang
- S2p positiver Schaltpol im zweiten Prüfstrang
- S2n negativer Schaltpol im zweiten Schaltpol
- Pp positiver Prüfpol
- Pn negativer Prüfpol
- AK Anschlussknoten
- PS Parallel-Schaltstellung
- SS Seriell-Schaltstellung
- VS Vier-Quadranten-Schaltstellung
- SM1 erstes Schaltmittel
- SM2 zweites Schaltmittel
- SM3 drittes Schaltmittel
- SM4 viertes Schaltmittel
- SM5 fünftes Schaltmittel
- SM6 sechstes Schaltmittel
- SM7 siebtes Schaltmittel

## Patentansprüche

1. Prüfvorrichtung (10) für ein elektrisches Prüfen eines Prüflings (100), aufweisend einen ersten elektrischen Prüfstrang (20) mit einem ersten Gleichrichter (22) und einem ersten Konverter (24) und wenigstens einen zweiten elektrischen Prüfstrang (30) mit einem zweiten Gleichrichter (32) und einem zweiten Konverter (34), weiter aufweisend eine Schaltvorrichtung (40) mit zwei Schaltpolen (S1p, S1n, S2p, S2n) für jeden Prüfstrang (20, 30) und zwei Prüfpole (Pp, Pn) zum elektrischen Anschließen des Prüflings (100), wobei die Schaltvorrichtung (40) eine Parallel-Schaltstellung (PS) aufweist für eine elektrisch parallele Verschaltung der Prüfstränge (20, 30) zu den beiden Prüfpolen (Pp, Pn) und eine Seriell-Schaltstellung (SS) aufweist für eine elektrisch serielle Verschaltung der Prüfstränge (20, 30) zu den beiden Prüfpolen (Pp, Pn).
2. Prüfvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltvorrichtung (40) zwischen dem negativen Schaltpol (S1n) des ersten Prüfstrangs (20) und dem positiven Schaltpol (S2p) des zweiten Prüfstrangs (30) ein erstes Schaltmittel (SM1) aufweist, wobei zwischen dem negativen Schaltpol (S1n) des ersten Prüfstrangs (20) und dem negativen Prüfpol (Pn) ein zweites Schaltmittel (SM2) angeordnet ist und zwischen dem positiven Schaltpol (S2p) des zweiten Prüfstrangs (30) und dem positiven Prüfpol (Pp) ein drittes Schaltmittel (SM3) angeordnet ist.
3. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem positiven Schaltpol (S1p) des ersten Prüfstrangs (20) und dem positiven Prüfpol (Pp) ein viertes Schaltmittel (SM4) angeordnet ist und/oder zwischen dem negativen Schaltpol (S2n) des zweiten Prüfstrangs (30) und dem negativen Prüfpol (Pn) ein fünftes Schaltmittel (SM5) angeordnet ist.
4. Prüfvorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das vierte Schaltmittel (SM4) und/oder das fünfte Schaltmittel (SM5) zwischen dem jeweiligen Schaltpol (S1p, S2n) und einem Anschlussknoten (AK) des zweiten Schaltmittels (SM2) und/oder des dritten Schaltmittels (SM3) angeordnet ist.
5. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltvorrichtung (40) wenigstens ein Schaltmittel (SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7,) in Form eines Leistungsschalters aufweist.
6. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltvorrichtung (40) wenigstens ein Schaltmittel (SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6, SM7) in sicherheitsgerichteter Ausbildung aufweist.
7. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltvorrichtung (40) zwischen dem negativen Schaltpol (S1n) des ersten Prüfstrangs (20) und dem negativen Prüfpol (Pn) ein zweites Schaltmittel (SM2) und zwischen dem positiven Schaltpol (S2p) des zweiten Prüfstrangs (30) und dem positiven Prüfpol (Pp) ein drittes Schaltmittel (SM3) aufweist, wobei das zweite Schaltmittel (SM2) und das dritte Schaltmittel (SM3) über einen Verbindungsstrang (50) elektrisch koppelbar sind und weiter der negative Schaltpol (S2n) des zweiten Prüfstrangs (30) mit dem negativen Prüfpol (Pn) und der positive Schaltpol (S1p) des ersten Prüfstrangs (20) mit dem positiven Prüfpol (Pp) verbunden ist.
8. Prüfvorrichtung (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Schaltmittel (SM2) und das dritte Schaltmittel (SM3) für ein gemeinsames Schalten zwangsverbunden sind.
9. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltvorrichtung (40) ein viertes Schaltmittel (SM4) zwischen dem positiven Schaltpol (S1p) des ersten Prüfstrangs (20) und dem positiven Prüfpol (Pp) aufweist, weiter ein sechstes Schaltmittel (SM6) zwischen dem negativen Schaltpol (S2n) des zweiten Prüfstrangs (30) und dem negativen Schaltpol (S1n) des ersten Prüfstrangs (20) aufweist und weiter ein siebtes Schaltmittel (SM7) zwischen dem positiven Schaltpol (S2p) des zweiten Prüfstrangs (30) und dem negativen Prüfpol (Pn) aufweist.

10. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Gleichrichter (22) im ersten Prüfstrang (20) identisch oder im Wesentlichen identisch mit dem zweiten Gleichrichter (32) im zweiten Prüfstrang (30) und/oder der erste Konverter (24) im ersten Prüfstrang (20) identisch oder im Wesentlichen identisch mit dem zweiten Konverter (34) im zweiten Prüfstrang (30) ausgebildet ist.
11. Prüfvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Konverter (24) des ersten Prüfstrangs (20) elektrisch gespiegelt zum zweiten Konverter (34) im zweiten Prüfstrang (30) ausgebildet ist.
12. Verfahren für eine Kontrolle einer Prüfvorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 11, aufweisend die folgenden Schritte:
  - Auswählen einer Betriebsweise der Prüfvorrichtung (10),
  - Schalten der Schaltvorrichtung (40) der Prüfvorrichtung (10) in die Parallel-Schaltstellung (PS) oder in die Seriell-Schaltstellung (SS) auf Basis der ausgewählten Betriebsweise.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Schalten der Schaltvorrichtung (40) in einem Überprüfungsschritt eine Lastsituation an den Prüfpolen (Pp, Pn) überprüft wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Schalten das Schaltergebnis auf Kurzschlussicherheit überprüft wird.
15. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen das Verfahren mit den Merkmalen eines der Ansprüche 12 bis 14 auszuführen.

**Hierzu 9 Blatt Zeichnungen**

1/9

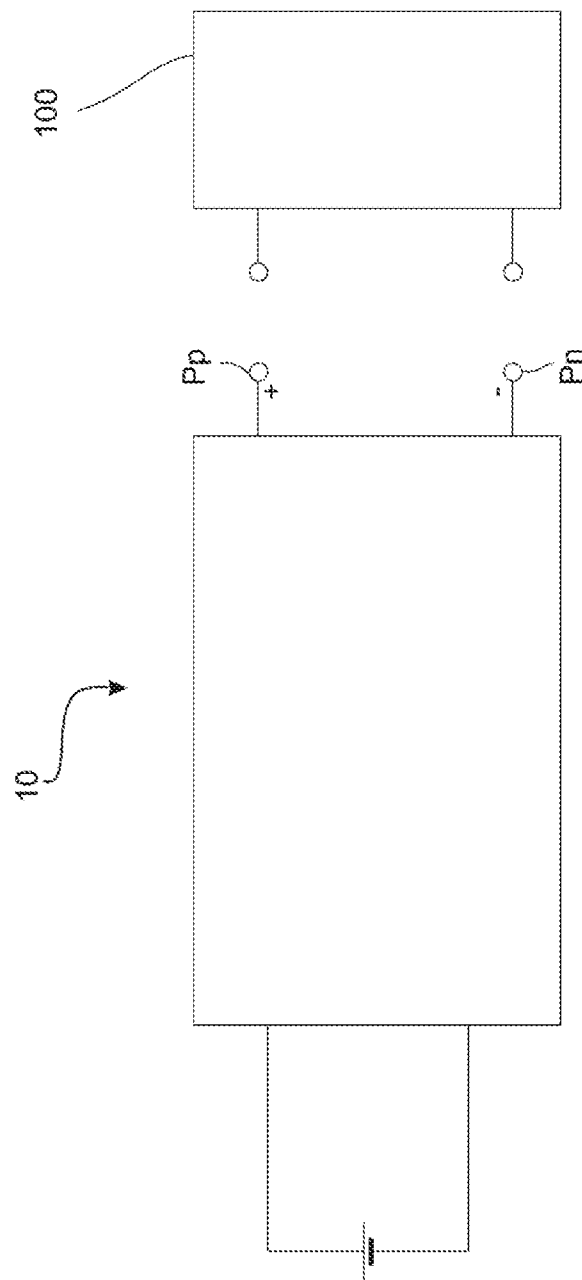


Fig. 1

2/9

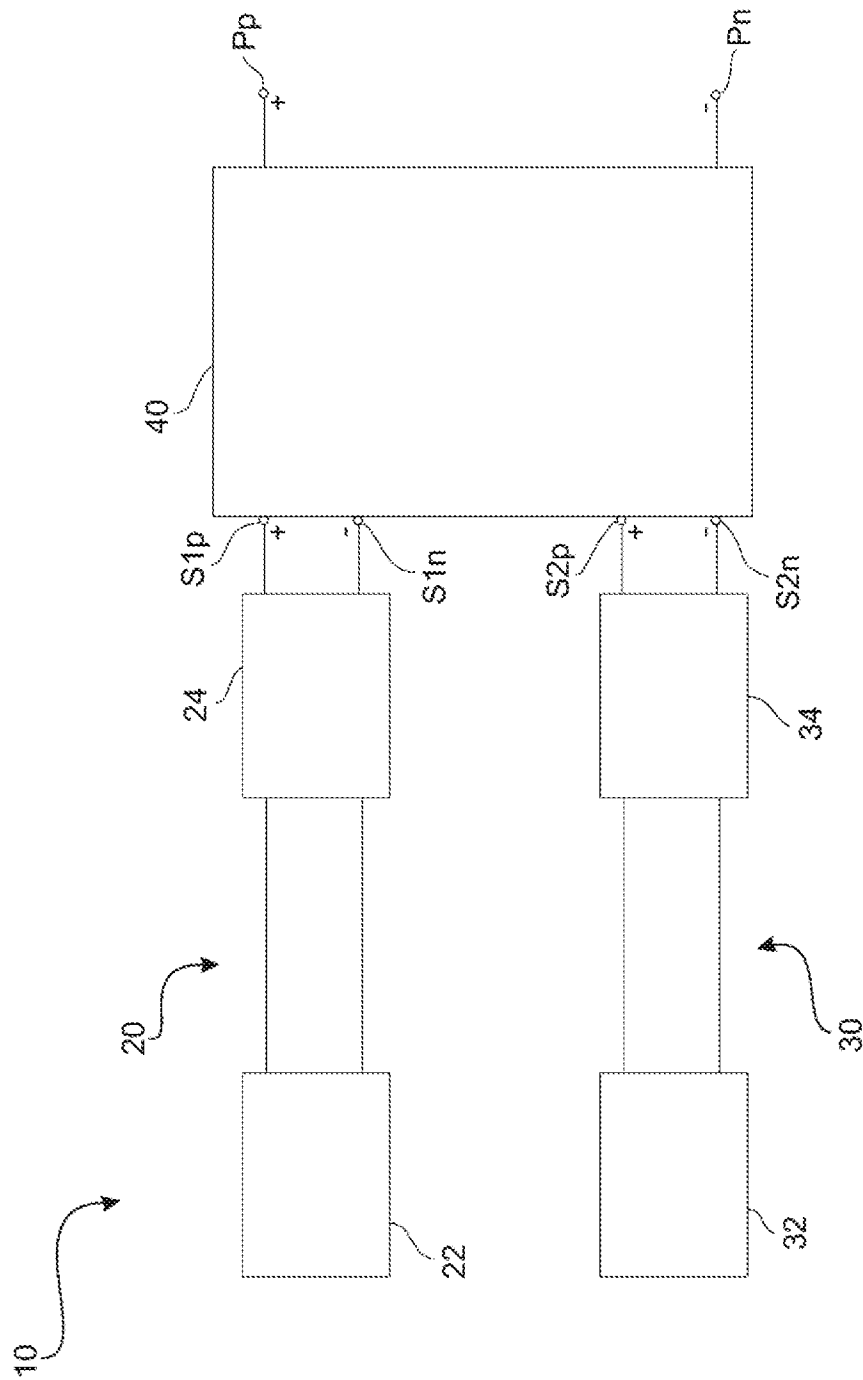


Fig. 2

3/9

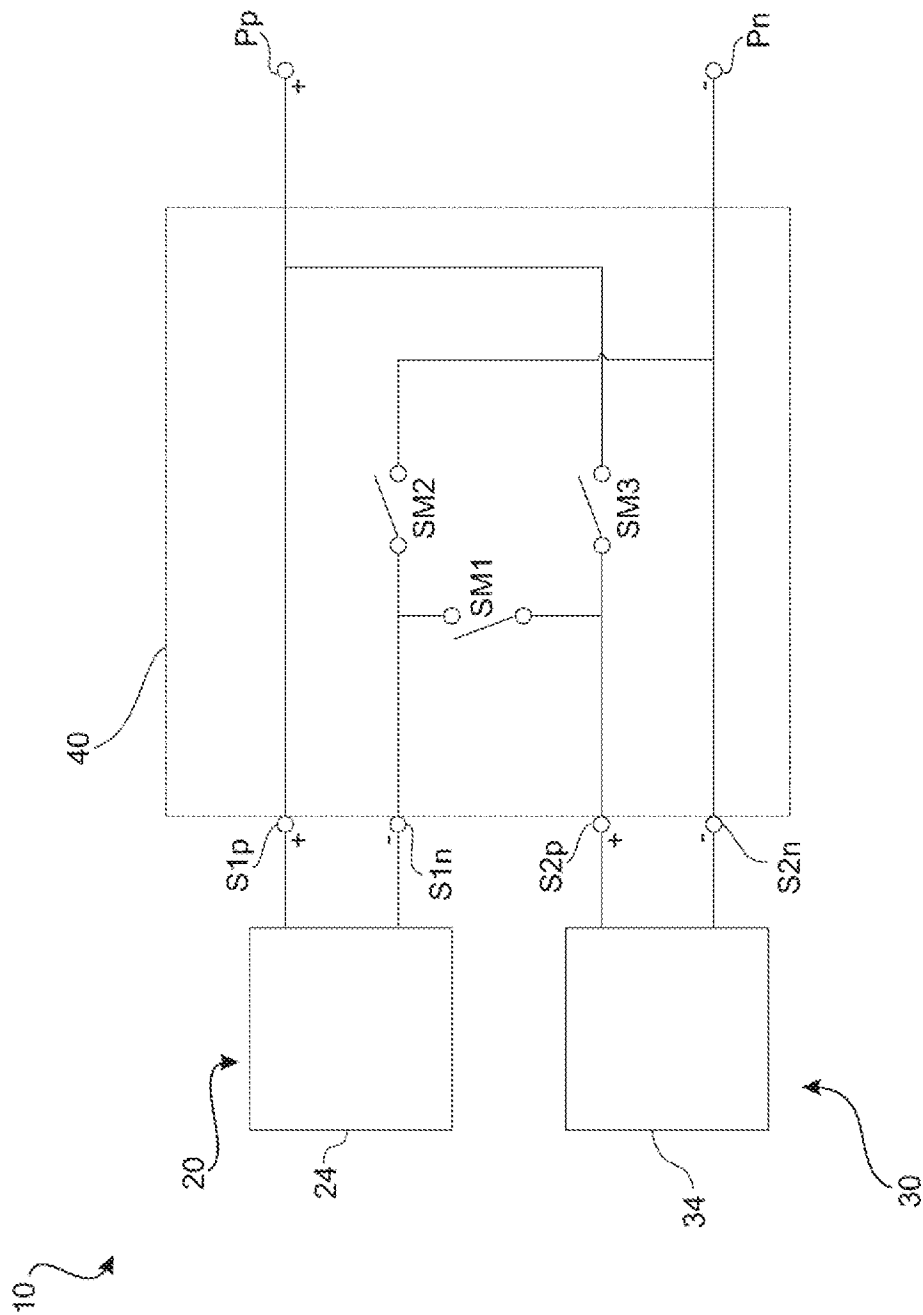


Fig. 3

4/9

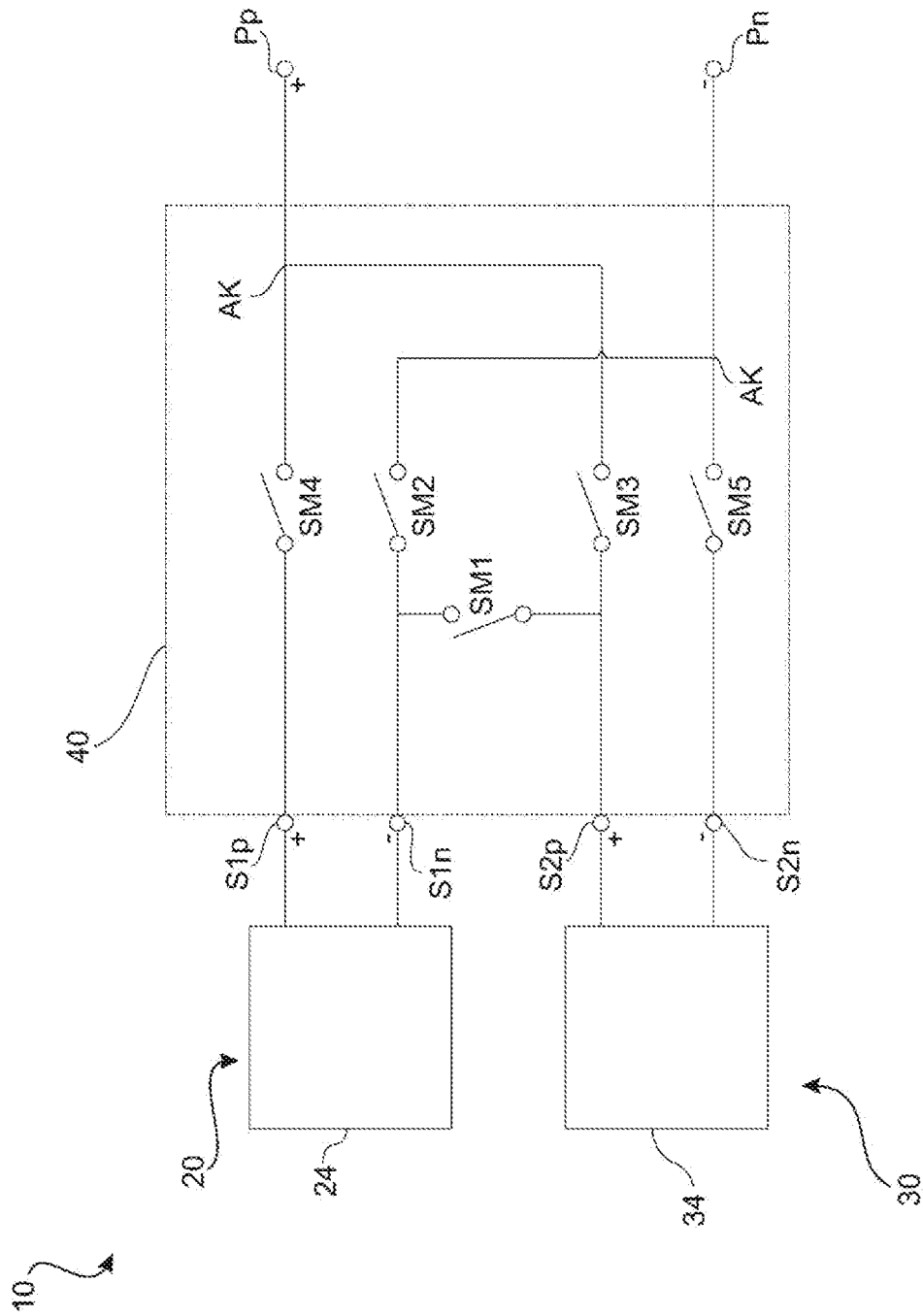


Fig. 4

5/9

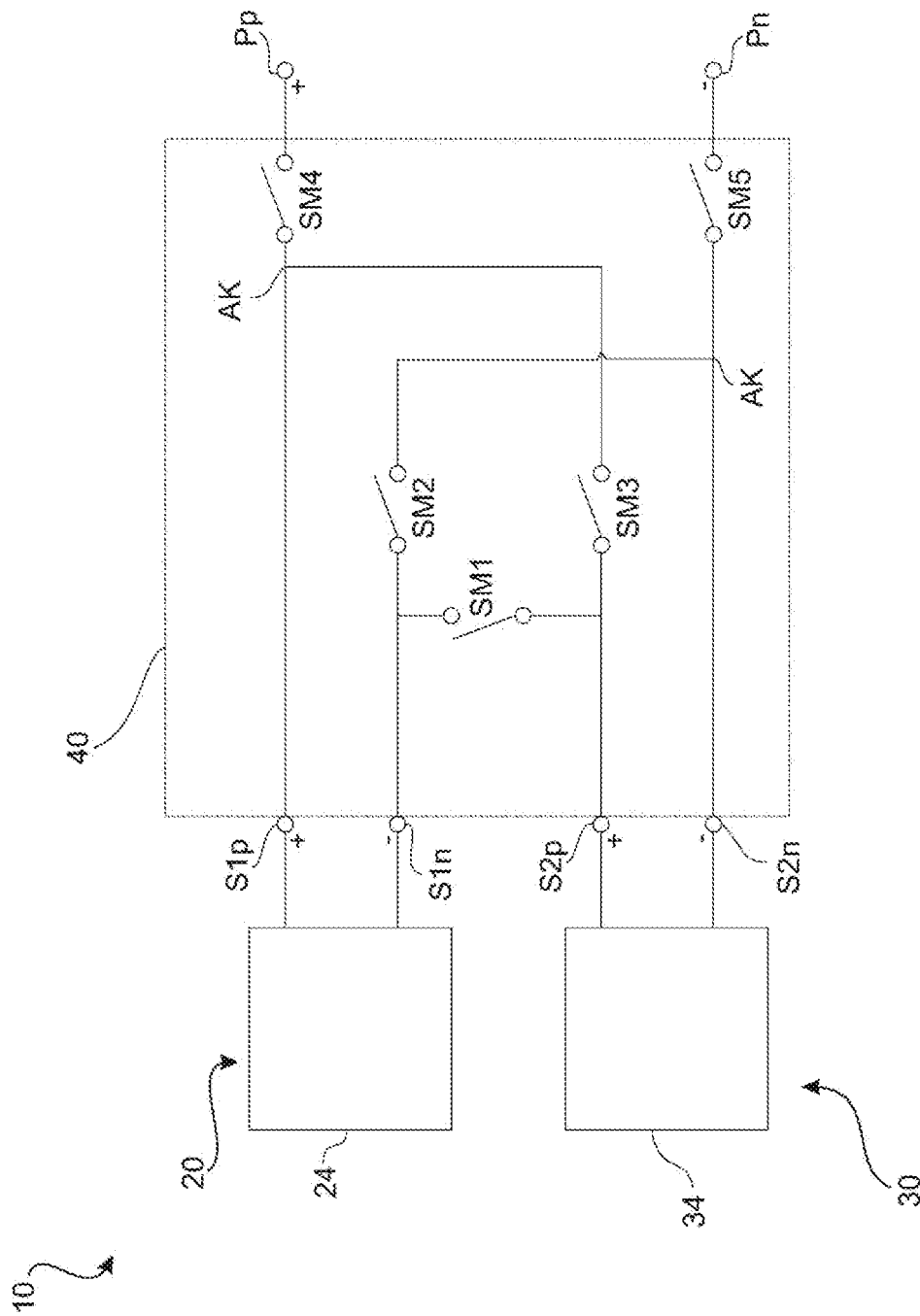


Fig. 5

6/9

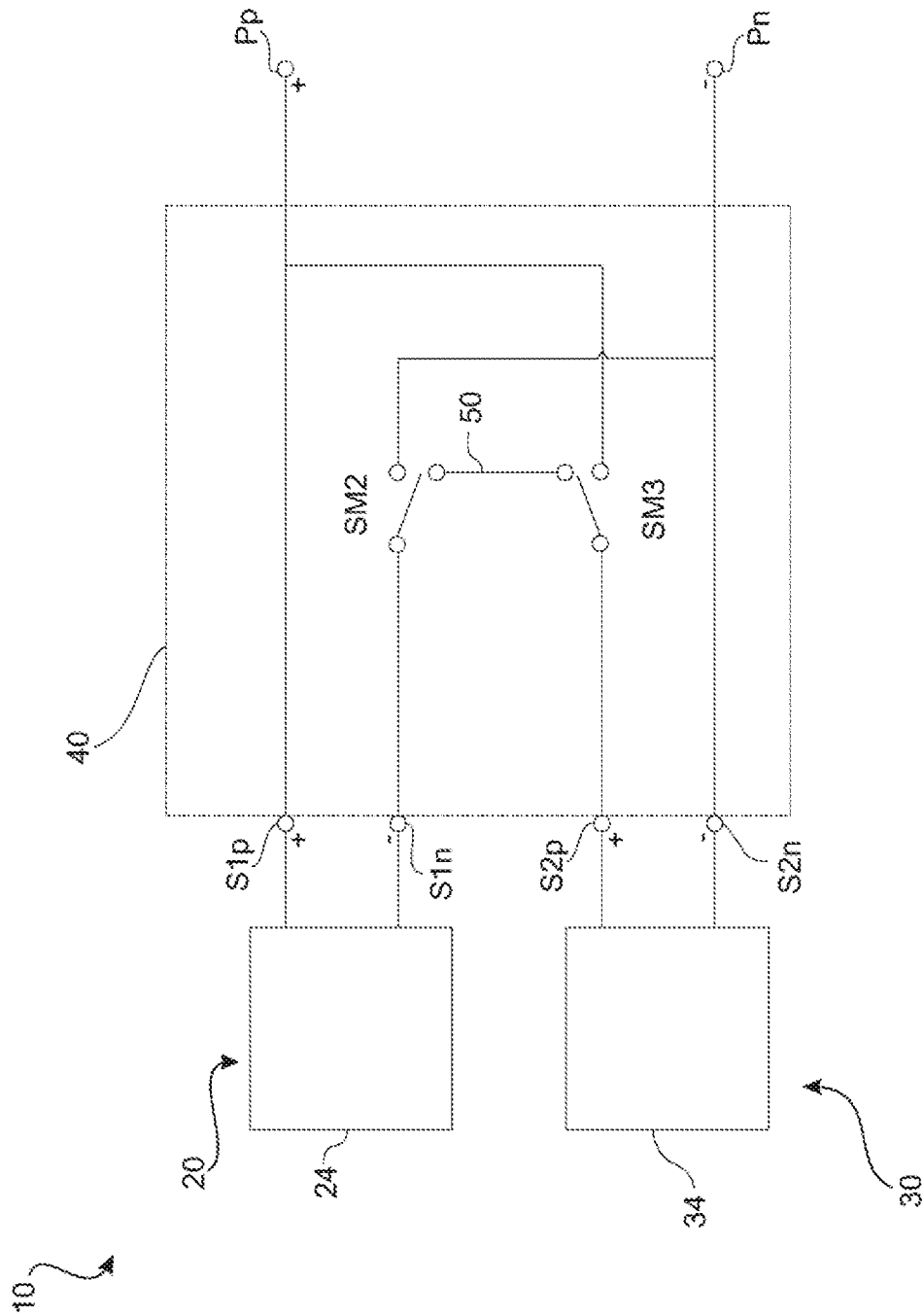


Fig. 6

7/9

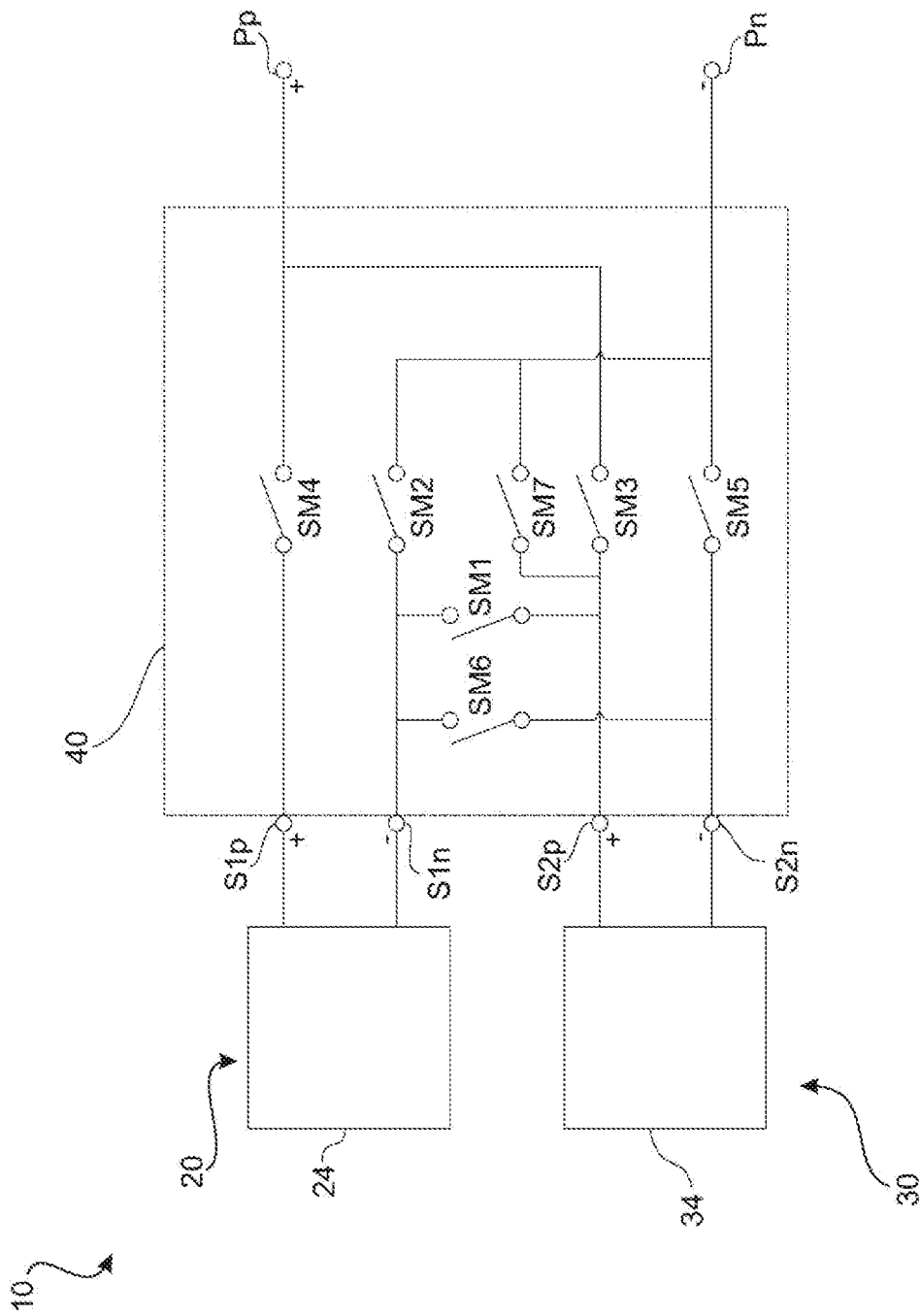


Fig. 7

8/9

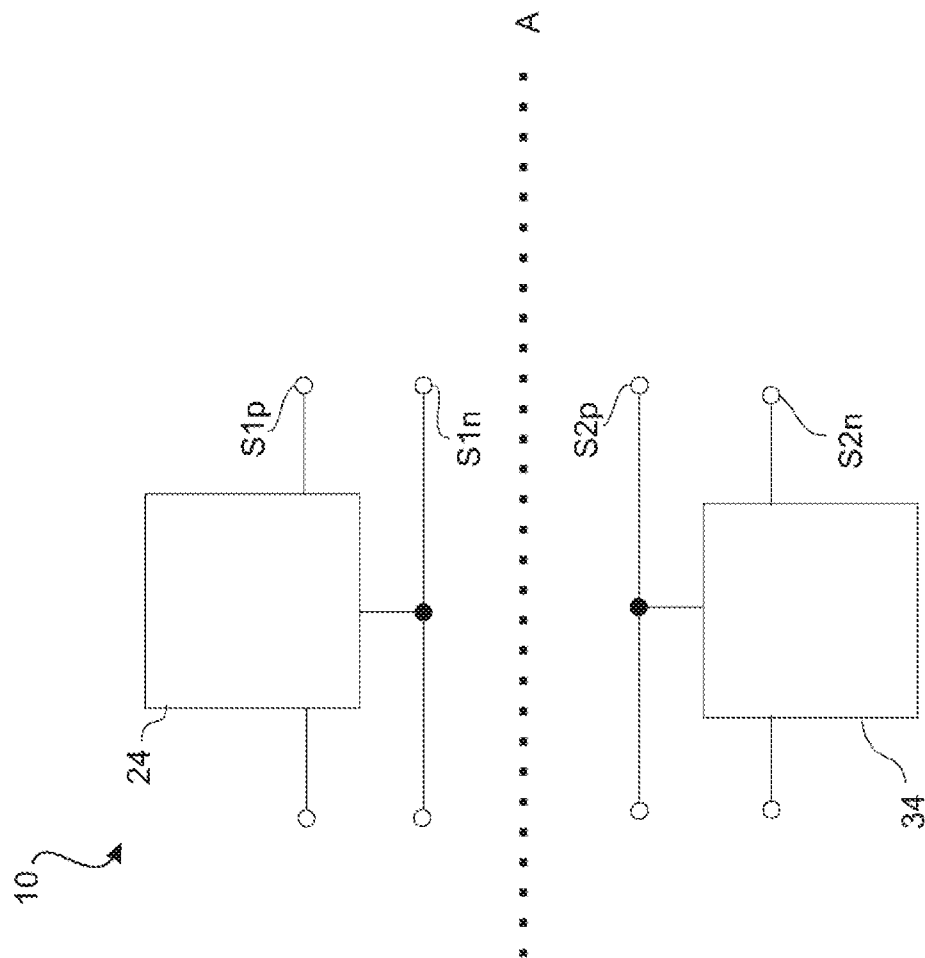


Fig. 8

9/9

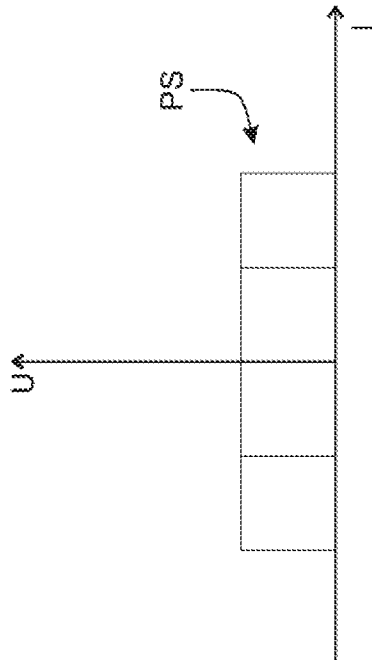


Fig. 10

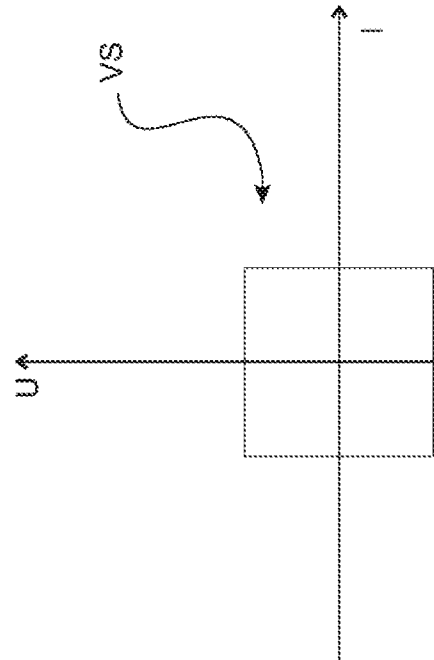


Fig. 11

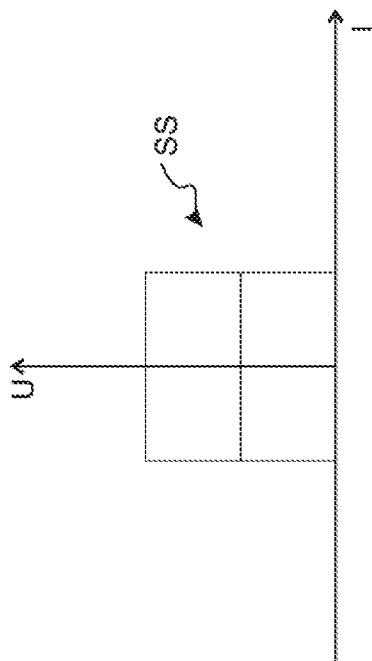


Fig. 9