



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014127526/07, 22.11.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.11.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
05.12.2011 EP 11191935.3

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2016 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 20.12.2016 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: DE 102009002684 A1, 18.11.2010. WO
8605651 A1, 25.09.1986. US 2010211230 A1,
19.08.2010. EP 0215917 A1, 01.04.1987. SU 491211
A1, 05.11.1975. SU 1035719 Ф1, 15.08.1983.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 07.07.2014(86) Заявка РСТ:
EP 2012/073360 (22.11.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/083414 (13.06.2013)

Адрес для переписки:

109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

ГУТГИСБЕРГ Адриан (СН),
ЭККЕРЛЕ Джон (СН),
ВАЛЬСТРЕМ Йонас (СН)

(73) Патентообладатель(и):

АББ ТЕКНОЛОДЖИ АГ (СН)

(54) СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПО МЕНЬШЕЙ
МЕРЕ ОДНИМ ИСТОЧНИКОМ ФАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

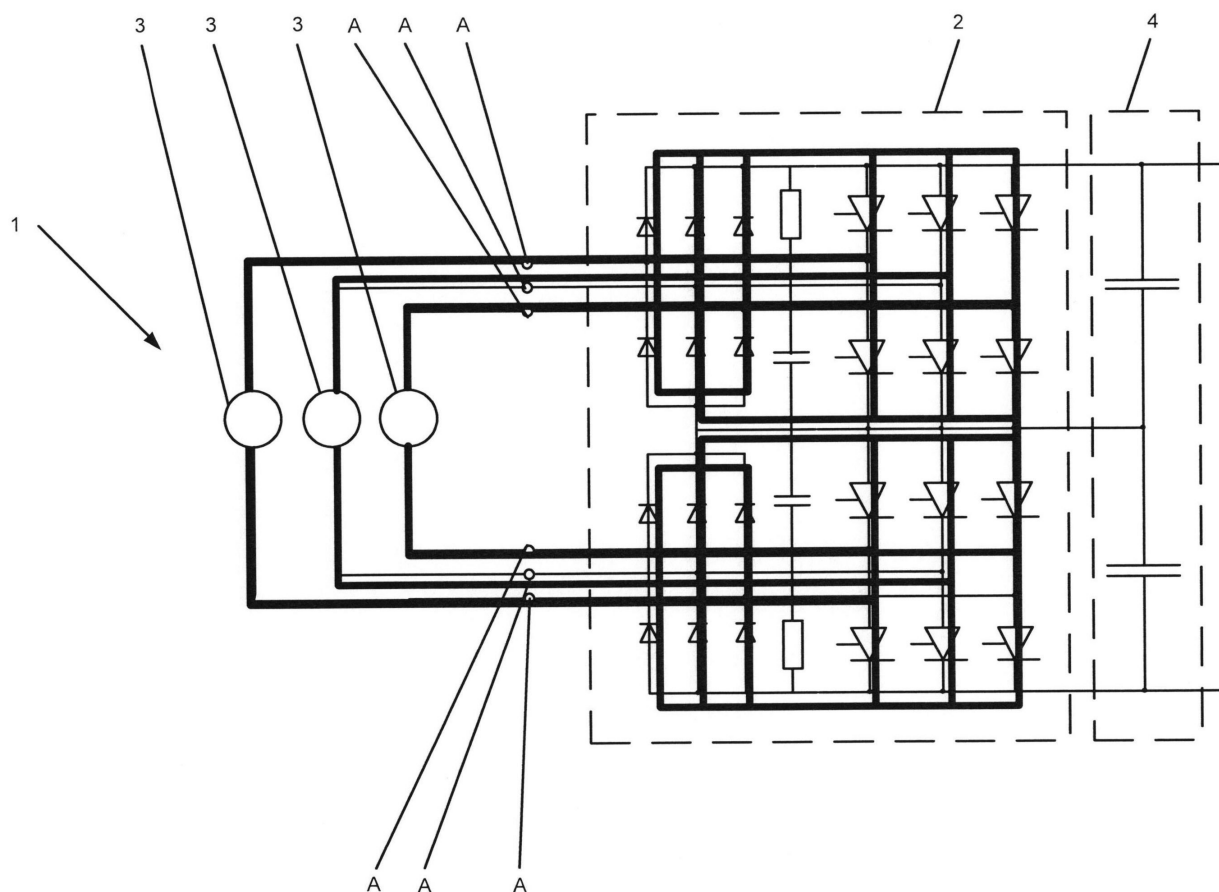
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в силовых преобразователях. Техническим результатом является повышение быстродействия устранения электрической дуги, возникшей в схеме вентильного преобразователя переменного тока. В способе устранения электрической дуги, обусловленной работой по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока, который содержит один блок (2) вентильного преобразователя переменного тока и одну цепь

(4) аккумулирования энергии, причем на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока подключен по меньшей мере один источник (3) фазного напряжения, а блок (2) вентильного преобразователя переменного тока содержит множество управляемых силовых полупроводниковых реле, во время работы схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют детектирование возникающей электрической дуги, замыкают накоротко по меньшей мере один источник (3) фазного

напряжения. Для детектирования электрической дуги осуществляют контроль параметра состояния схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока в отношении заданной пороговой величины параметра состояния или осуществляют оптический контроль пространства, окружающего схему вентильного преобразователя переменного тока в отношении определения света электрической дуги. В случае последующего детектирования электрической

дуги управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока (2) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок (2) вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

H02M 1/32 (2007.01)*H02H* 7/10 (2006.01)*H02H* 7/122 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014127526/07, 22.11.2012**(24) Effective date for property rights:
22.11.2012

Priority:

(30) Convention priority:
05.12.2011 EP 11191935.3(43) Application published: **10.02.2016** Bull. № 4(45) Date of publication: **20.12.2016** Bull. № 35(85) Commencement of national phase: **07.07.2014**(86) PCT application:
EP 2012/073360 (22.11.2012)(87) PCT publication:
WO 2013/083414 (13.06.2013)

Mail address:

109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Sojuzpatent"

(72) Inventor(s):

**GUGGISBERG Adrian (CH),
EKKERLE Dzhon (CH),
VALSTREM Jonas (CH)**

(73) Proprietor(s):

ABB TEKNOLODZHI AG (CH)(54) **METHOD FOR ELIMINATING ELECTRIC ARC DRIVEN BY AT LEAST ONE PHASE VOLTAGE SOURCE OF INVERTER CIRCUIT**

(57) Abstract:

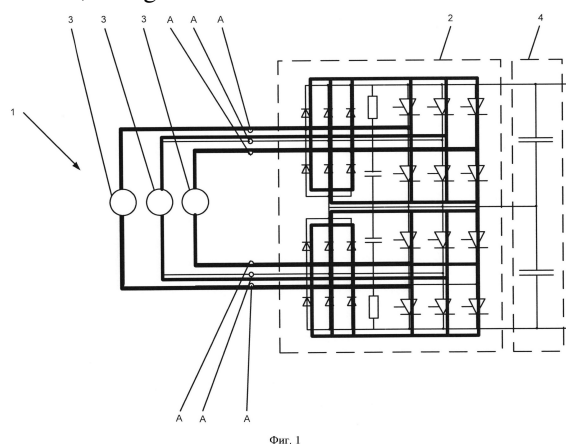
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering and can be used in power converters. Method for eliminating an electric arc that is driven by at least one phase voltage source (3) of inverter circuit (1), which comprises inverter unit (2) and energy storage circuit (4), wherein least one phase voltage source (3) is connected to inverter unit (2) on alternating voltage side, inverter unit (2) having a plurality of controllable power semiconductor relays, an electric arc produced during operation of inverter circuit (1) is detected and at least one phase voltage source (3) is short-circuited. In order to detect electric arc, either a state variable of inverter circuit (1) is monitored for a definable threshold value or alternatively surroundings of inverter circuit are optically monitored for occurrence of an electric arc. If an electric arc is detected, at least part of controllable power semiconductor relays of inverter unit (2) is controlled such that at least one short

circuit path across inverter unit (2) is produced to short-circuit at least one phase voltage source (3).

EFFECT: high efficiency of elimination of electric arc occurring in inverter circuit.

4 cl, 4 dwg



Область техники

Изобретение относится к области силовой полупроводниковой техники. Оно исходит из способа устранения электрической дуги, обусловленной по меньшей мере одним источником фазного напряжения, в соответствии с ограничительной частью независимых

Уровень техники

В настоящее время вентильные схемы преобразователей переменного тока обычно содержат блок вентильного преобразователя переменного тока, у которого со стороны переменного напряжения предусмотрены по меньшей мере два фазных соединения, к

которым могут подключаться источники фазного напряжения для выработки соответствующего переменного напряжения. На стороне постоянного тока блока вентильного преобразования переменного тока схема вентильного преобразования переменного тока содержит обычно цепь аккумулятора энергии, который образован, например, одним или несколькими емкостными аккумуляторами.

Во время работы вентильного преобразователя переменного тока, то есть когда электрическая энергия протекает от стороны переменного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока к стороне постоянного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока и при этом производится выпрямление переменного напряжения или когда электрическая энергия протекает от стороны постоянного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока к стороне переменного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока и при этом производится инвертирование постоянного напряжения, вследствие ошибки может возникать электрическая дуга, обусловленная работой источника фазного напряжения и тока, например, на стороне переменного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока или также на стороне постоянного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока. Такая электрическая дуга в высшей степени нежелательна, так как она может повредить или даже разрушить общую схему вентильного преобразователя переменного тока.

Обычно применяют механические выключатели на фазных соединениях для замыкания накоротко источника или источников фазного напряжения. В случае обнаружения электрической дуги при работе схемы вентильного преобразователя переменного тока механические выключатели замыкают для замыкания накоротко источника или источников фазного напряжения, с тем чтобы устранить электрическую дугу, обусловленную протекающим током. Такие механические выключатели имеют, однако, инерционную характеристику срабатывания, слишком большие конструктивные размеры, нуждаются в интенсивном техническом обслуживании и повышают расходы на конструирование схемы вентильного преобразователя переменного тока.

Как указано в заявке DE 10 2009 002 684 A1, нежелательные электрические дуги могут возникать также в схеме вентильного преобразователя переменного тока для запитывания плазменной нагрузки, причем электрическая дуга генерируется среднечастотными катушками L1, L2 схемы вентильного преобразователя переменного напряжения, как это описано в заявке DE 10 2009 002 684 A1 в абз. [0006] и [0007] в совокупности с фиг. 1а. Для устранения электрической дуги, генерируемой среднечастотными катушками L1, L2 схемы вентильного преобразователя переменного тока, осуществляют изменение полярности напряжения на выходных соединениях 13, 14, причем предварительно напряжение приводят к величине 0 В и ток, протекающий через выходные соединения 13, 14, приводят к величине 0 А, то есть подключенная плазменная нагрузка переводится в обесточенное состояние без напряжения, как

описано в заявке DE 10 2009 002 684 A1 в абз. [0045].

Раскрытие изобретения

По этой причине задачей изобретения является создание способа предотвращения возникновения электрической дуги, обусловленной работой по меньшей мере одного источника фазного напряжения схемы вентильного преобразователя переменного тока, с помощью которого несложным образом и быстро может быть устранена возникшая в схеме вентильного преобразователя переменного тока электрическая дуга.

Эта задача решается с помощью признаков п. 1 или признаков п. 4. В зависимых пунктах формулы изобретения указаны предпочтительные варианты осуществления изобретения.

В соответствующем изобретению способе схема вентильного преобразователя переменного тока содержит блок вентильного преобразования переменного тока по меньшей мере один источник фазного напряжения и одну цепь аккумулирования энергии, причем на стороне переменного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока подключен по меньшей мере один источник фазного напряжения.

Блок вентильного преобразователя переменного тока содержит множество управляемых силовых полупроводниковых реле. При работе схемы вентильного преобразователя переменного тока производится детектирование возникающей электрической дуги, и после этого по меньшей мере один источник фазы напряжения замыкают накоротко.

В соответствии с изобретением отныне для детектирования электрической дуги осуществляют контроль параметра состояния схемы вентильного преобразователя переменного тока в отношении заданного порогового значения параметра состояния. При отклонении параметра состояния от заданного порогового значения управление работой по меньшей мере части управляемых силовых полупроводниковых реле блока вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника фазного напряжения. С помощью указанного детектирования возникающей электрической дуги и образования по меньшей мере одной цепи короткого замыкания через блок вентильного преобразователя переменного тока возникшая электрическая дуга может быть, предпочтительно, очень несложным путем и быстро погашена и тем самым устранена. Дополнительные устройства замыкания накоротко, такие как известные из уровня техники механические выключатели для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника фазного напряжения, не требуются.

Альтернативно к указанному детектированию на основании параметра состояния схемы вентильного преобразователя переменного тока, для детектирования электрической дуги производят оптическую проверку пространства, окружающего схему вентильного преобразователя переменного тока в отношении выявления света электрической дуги, причем при возникновении света электрической дуги управление работой по меньшей мере части управляемых силовых полупроводниковых реле блока вентильного преобразователя переменного тока также осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника фазы напряжения. Также с помощью этого альтернативного детектирования возникающей электрической дуги и формирования по меньшей мере одной цепи короткого замыкания через блок вентильного преобразователя переменного тока возникшая электрическая дуга может, предпочтительно очень несложным путем и быстро, гаситься и тем самым устраняться. В данном случае также не требуются

дополнительные устройства для замыкания накоротко.

Эта и другие задачи, преимущества и признаки настоящего изобретения следуют из последующего детального описания предпочтительных вариантов исполнения изобретения в совокупности с чертежами.

5 Краткое описание чертежей

Фигуры показывают:

фиг. 1 - первый вариант исполнения схемы вентильного преобразователя переменного тока с обозначенными цепями короткого замыкания по соответствующему изобретению способу,

10 фиг. 2 - второй вариант исполнения схемы вентильного преобразователя переменного тока с обозначенными цепями короткого замыкания по соответствующему изобретению способу,

фиг. 3 - третий вариант схемы вентильного преобразователя переменного тока с обозначенными цепями короткого замыкания по соответствующему изобретению

15 способу и

фиг. 4 - четвертый вариант схемы вентильного преобразователя переменного тока с обозначенными цепями короткого замыкания по соответствующему изобретению способу.

Использованные на чертеже ссылочные обозначения и их значение перечислены в обобщенной форме в перечне ссылочных обозначений. В основном на фигурах 20 одинаковые части обозначены одинаковыми ссылочными обозначениями. Описанные варианты исполнения относятся к предмету изобретения в примерном виде и не являются ограничительными.

Осуществление изобретения

25 На фиг. 1 изображен первый вариант исполнения схемы вентильного преобразователя переменного тока с обозначенными цепями короткого замыкания по соответствующему изобретению способу. На фиг. 2-4 показаны второй, третий или четвертый вариант исполнения схемы вентильного преобразователя переменного тока, причем в каждой из этих схем вентильного преобразователя переменного тока обозначены возможные 30 цепи короткого замыкания по соответствующему изобретению способу. Соответственно возможные цепи короткого замыкания схем вентильного преобразователя переменного тока по фиг. 1-4 изображены жирными линиями. В целом схема 1 вентильного преобразователя переменного тока содержит один блок 2 вентильного преобразователя переменного тока по меньшей мере один источник 3 фазного напряжения и одну цепь 35 4 аккумулятора энергии, причем на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока подключен по меньшей мере один источник 3 фазного напряжения. Подключение источника 3 фазного напряжения осуществляется на фазном соединении А на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока. Так как все схемы вентильного 40 преобразователя переменного тока по фиг. 1-4 выполнены трехфазными, соответственно предусмотрены также три источника 3 фазного напряжения, причем в общем, как уже упоминалось, предусмотрен по меньшей мере один источник 3 фазного напряжения. Далее, блок 2 вентильного преобразователя переменного тока содержит в целом большое количество управляемых силовых полупроводниковых реле, причем в 45 соответствии с фиг. 1 в качестве управляемых силовых полупроводниковых реле используются тиристоры, а в соответствии с фиг. 2 - тиристоры с интегрированным управлением (IGCT - Integrated Gate Commutated Thyristor). В случае схемы вентильного преобразователя переменного тока по фиг. 3 в качестве управляемых силовых

полупроводниковых реле используются, напротив, предпочтительно биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT - Insulated Gate Bipolar Transistor) и тиристоры, причем через тиристоры в этом случае проходят возможные цепи короткого замыкания, как показано на фиг. 3. Предпочтительно также в схеме вентильного преобразователя переменного тока по фиг. 4 в качестве управляемых силовых полупроводниковых реле используются элементы IGCT, через которые в этом случае проходят возможные цепи короткого замыкания.

В соответствии с предложенным способом при возникновении электрической дуги во время работы эту электрическую дугу детектируют и затем замыкают накоротко по меньшей мере один источник 3 фазного напряжения. Такая электрическая дуга может возникать в результате ошибки, причем электрическая дуга обычно генерируется током по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения. В соответствии с изобретением теперь для детектирования электрической дуги осуществляют контроль параметра состояния схемы 1 вентильного преобразователя переменного тока в отношении заданного порогового значения параметра состояния. При отклонении параметра состояния от заданного порогового значения управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока 2 вентильного преобразователя переменного тока осуществляют затем таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения. С помощью указанного выше детектирования возникающей электрической дуги и образования по меньшей мере одной цепи короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока возникающая электрическая дуга может весьма несложным образом гаситься и тем самым устраняться. Предпочтительно можно отказаться от использования дополнительных устройств для замыкания накоротко.

В качестве альтернативы к указанному выше детектированию на основании параметра состояния схемы 1 вентильного преобразователя переменного тока для детектирования электрической дуги производят оптический контроль пространства, окружающего схему 1 вентильного преобразователя переменного тока, причем при возникновении света электрической дуги управление работой по меньшей мере части управляемых силовых полупроводниковых реле блока 2 вентильного преобразователя переменного тока также осуществляют таким образом, что вновь образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения. Для оптического контроля может использоваться, например, фотодиод или иной светочувствительный электронный элемент или также камера. Также с помощью этого альтернативного детектирования возникающей электрической дуги и образования по меньшей мере одной цепи короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока возможно, предпочтительно, особо простое и быстрое гашение и, следовательно, устранение возникшей электрической дуги. Также при этой альтернативе не требуются дополнительные устройства для замыкания накоротко.

Если применительно к схеме 1 вентильного преобразователя переменного тока на стороне постоянного напряжения блока вентильного преобразователя переменного тока подключена цепь 4 аккумулятора энергии, как это изображено в качестве примера на фиг. 1-4, то в этом случае параметр состояния представляет собой предпочтительно напряжение на цепи 4 аккумулятора энергии, а заданное пороговое значение параметра

состояния представляет собой заданное пороговое значение напряжения на цепи 4 аккумулятора энергии. Цепь 4 аккумулятора энергии содержит один или несколько емкостных аккумуляторов, например конденсаторов. При занижении заданного порогового значения напряжения на цепи 4 аккумулятора энергии в этом случае

5 управление работой по меньшей мере одной части силовых полупроводниковых реле блока 2 вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок 2

вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения.

10 В качестве альтернативы напряжению на цепи 4 аккумулятора энергии в качестве параметра состояния также возможно, что параметр состояния представляет собой напряжение на фазном соединении А на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока, а заданное пороговое значение параметра состояния в этом случае представляет собой заданное пороговое значение

15 напряжения на фазном соединении А на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока. При понижении заданного порогового значения напряжения на фазном соединении А на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле осуществляют таким

20 образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения.

В случае схемы вентильного преобразователя переменного тока в соответствии с фиг. 3 и фиг. 4 альтернативно напряжению на цепи 4 аккумулятора энергии в качестве

25 параметра состояния или альтернативно напряжению на фазном соединении А на стороне переменного напряжения блока 2 вентильного преобразователя переменного тока в качестве параметра состояния также возможно, что параметр состояния представляет собой напряжение на схеме 5 преобразовательной секции, как показано на фиг. 3 и фиг. 4, блока 2 вентильного преобразователя переменного тока, а заданное

30 пороговое значение параметра состояния в этом случае представляет собой заданное пороговое значение напряжения на схеме 5 преобразовательной секции. При отклонении, в частности, понижении заданного порогового значения напряжения на схеме 5 преобразовательной секции управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока 2 вентильного преобразователя

35 переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок 2 вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника 3 фазного напряжения.

Перечень ссылочных обозначений

- 40 1 Схема вентильного преобразователя переменного тока
 2 Блок вентильного преобразователя переменного тока
 3 Источник фазного напряжения
 4 Цепь аккумулялирования энергии
 5 Схема преобразовательной секции
 45 А Фазное соединение

Формула изобретения

1. Способ устранения электрической дуги, обусловленной работой по меньшей мере

одного источника (3) фазного напряжения схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока, при этом схема (1) вентильного преобразователя переменного тока содержит один блок (2) вентильного преобразователя переменного тока и одну цепь (4) аккумулятора энергии, причем на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока подключен по меньшей мере один источник (3) фазного напряжения, а блок (2) вентильного преобразователя переменного тока содержит множество управляемых силовых полупроводниковых реле, при этом во время работы схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют детектирование возникающей электрической дуги и после этого замыкают накоротко по меньшей мере один источник (3) фазного напряжения, отличающийся тем, что для детектирования электрической дуги осуществляют контроль параметра состояния схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока в отношении заданного порогового значения параметра состояния, причем при отклонении параметра состояния от заданного порогового значения управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока (2) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок (2) вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что на стороне постоянного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока подключена цепь (4) аккумулирования энергии и параметр состояния представляет собой напряжение на цепи (4) аккумулирования энергии, причем заданное пороговое значение параметра состояния представляет собой заданное пороговое значение напряжения на цепи (4) аккумулирования энергии и при понижении заданного порогового значения напряжения на цепи (4) аккумулирования энергии управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока (2) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок (2) вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что параметр состояния представляет собой напряжение на фазном соединении (А) на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока, причем заданное пороговое значение параметра состояния представляет собой заданное пороговое значение напряжения на фазном соединении (А) на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока, и при понижении заданного порогового значения напряжения на фазном соединении (А) на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока (2) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок (2) вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения.

4. Способ устранения электрической дуги, обусловленной работой по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока, при этом схема вентильного преобразователя переменного тока содержит блок (2) вентильного преобразователя переменного тока и одну цепь (4)

аккумуляции энергии, причем на стороне переменного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока подключен по меньшей мере один источник (3) фазного напряжения, а на стороне постоянного напряжения блока (2) вентильного преобразователя переменного тока подключена цепь (4) аккумуляции энергии, и блок (2) вентильного преобразователя переменного тока содержит множество управляемых силовых полупроводниковых реле, при этом во время работы схемы (1) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют детектирование возникающей электрической дуги и после этого по меньшей мере один источник (3) фазного напряжения замыкают накоротко, отличающийся тем, что для детектирования электрической дуги осуществляют оптический контроль пространства, окружающего схему вентильного преобразователя переменного тока в отношении возникновения света электрической дуги, и при возникновении света электрической дуги управление работой по меньшей мере одной части управляемых силовых полупроводниковых реле блока (2) вентильного преобразователя переменного тока осуществляют таким образом, что образуется по меньшей мере одна цепь короткого замыкания через блок (2) вентильного преобразователя переменного тока для замыкания накоротко по меньшей мере одного источника (3) фазного напряжения.

20

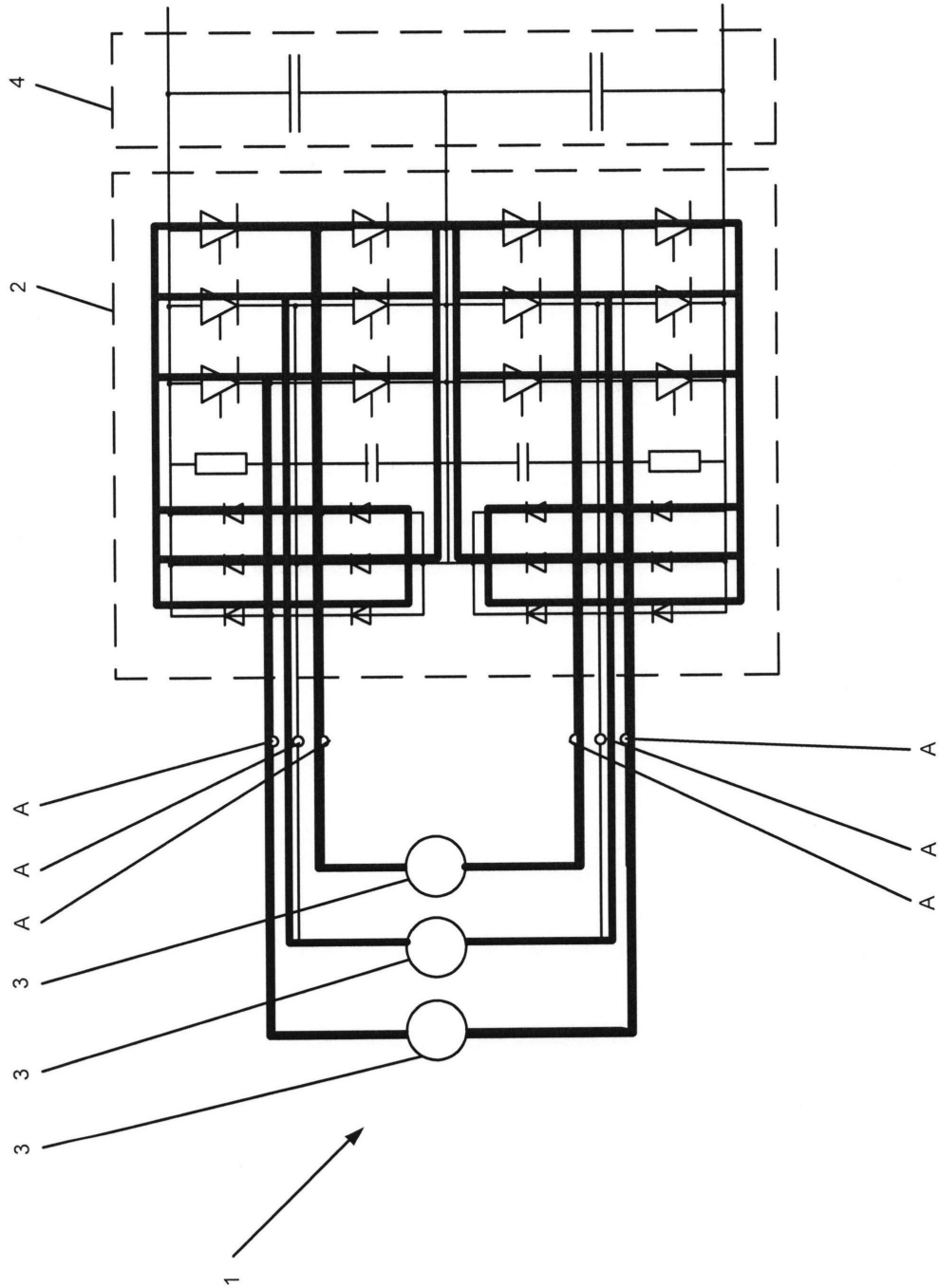
25

30

35

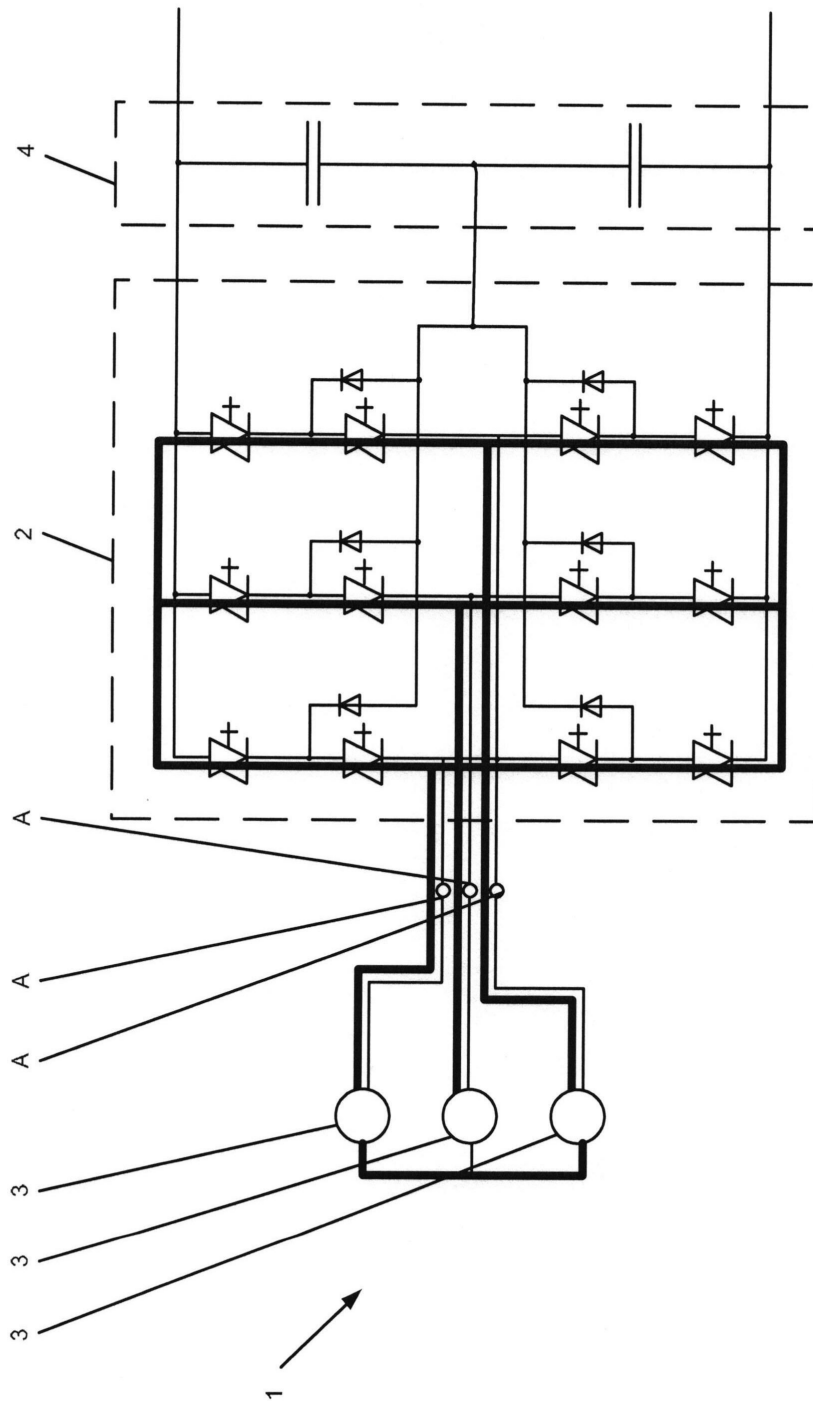
40

45



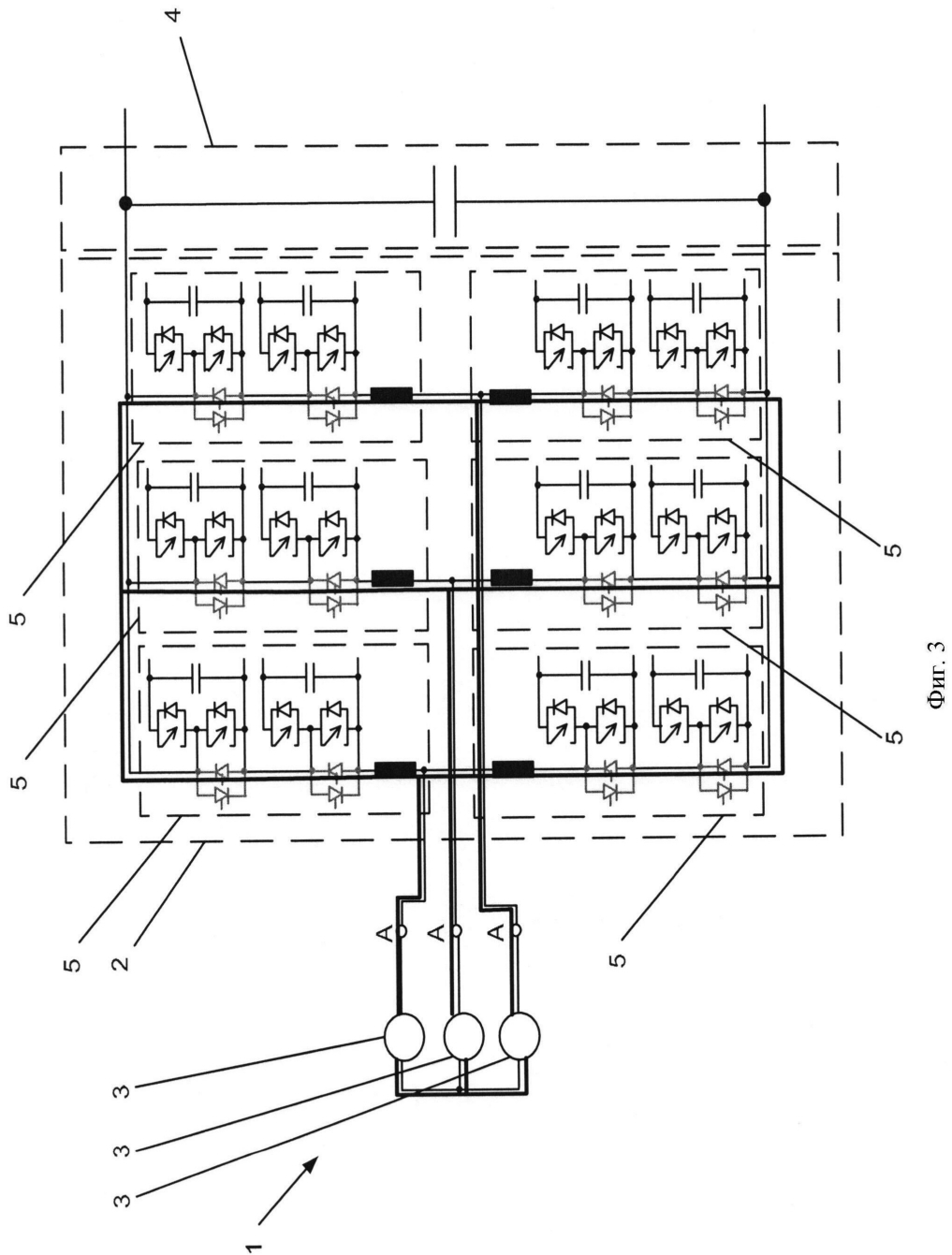
Фиг. 1

- 2/4 -



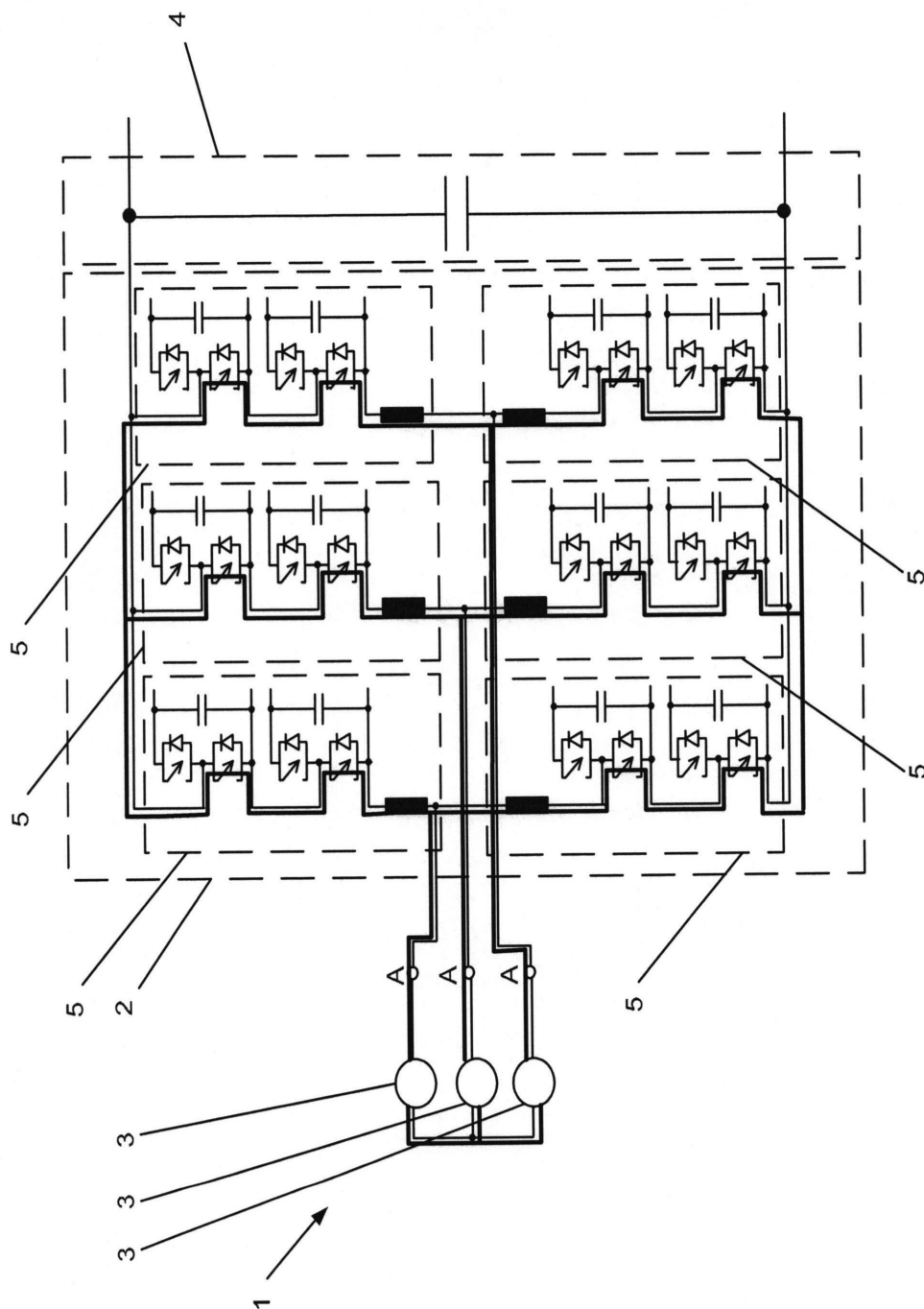
Фиг. 2

- 3/4 -



Фиг. 3

- 4/4 -



Фиг. 4