



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G09B 23/18 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023116264, 21.06.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.06.2023

Дата регистрации:
24.06.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.06.2023

(45) Опубликовано: 24.06.2024 Бюл. № 18

Адрес для переписки:
620028, Свердловская обл., г. Екатеринбург, а/я
17, Роднину А.В.

(72) Автор(ы):

Давыдов Денис Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Давыдов Денис Александрович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2017263155 A1, 14.09.2017. US
2015248846 A1, 03.09.2015. US 2015079579 A1,
19.03.2015. DE 1228081 B, 03.11.1966. RU 2715794
C1, 03.03.2020. SU 1789051 A3, 15.01.1993. RU
2215334 2 C2, 27.10.2003. US 2006271891 A1,
30.11.2006.

(54) Способ визуализации работы электрической цепи и система для его осуществления

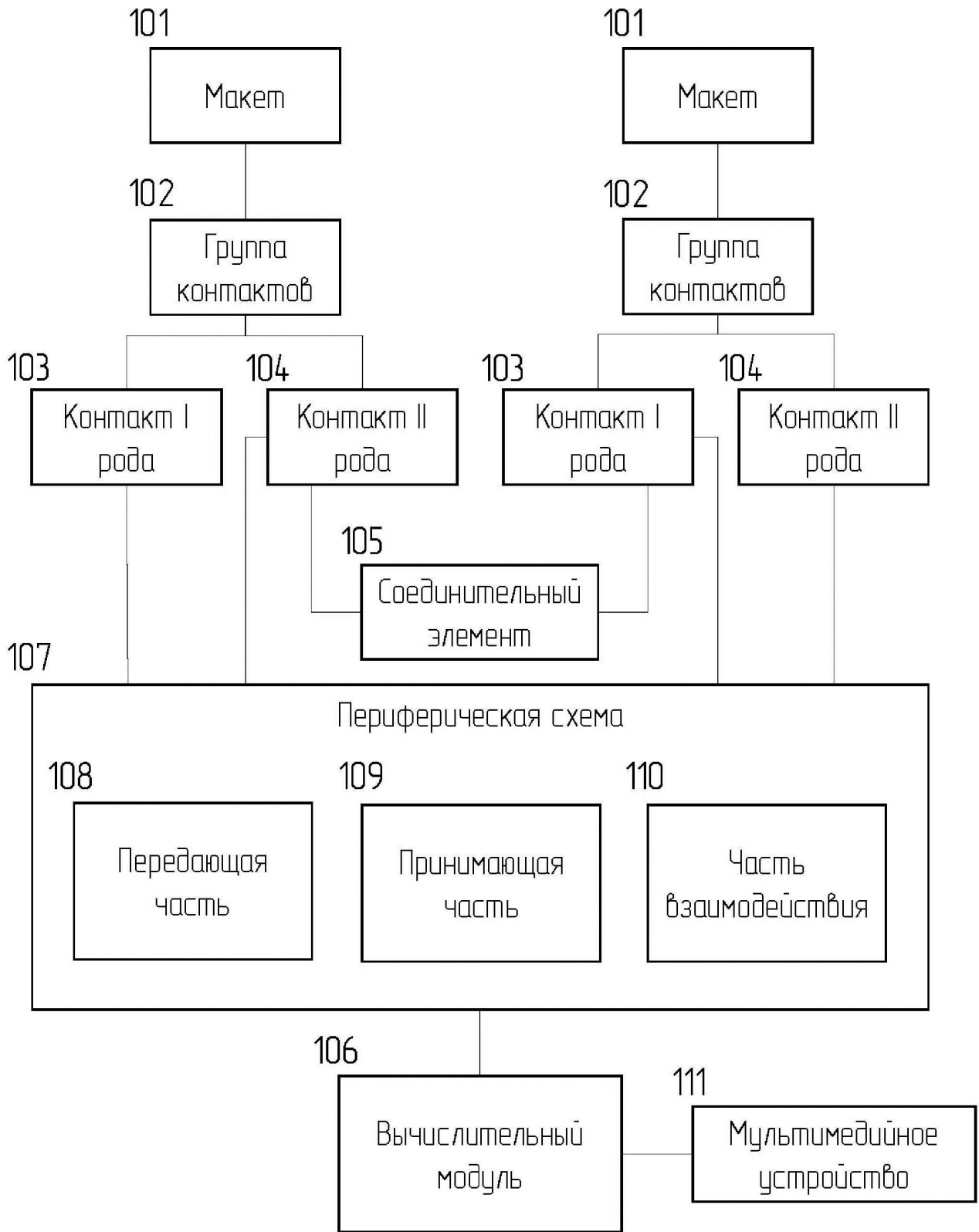
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники, а именно к способу визуализации работы электрической цепи и системе визуализации работы электрической цепи. Система визуализации работы электрической цепи состоит из макетов (101) электронных компонентов, связанных с вычислительным модулем (106) через связанную с ним периферическую схему (107). Причем каждый макет (101) на каждом своем участке, который соответствует контакту изображаемого электронного компонента, имеет группу электрических контактов (107), каждая из которых имеет по меньшей мере два электрических контакта, представленных контактами первого (103) или второго рода (104). Причем по меньшей мере часть групп электрических контактов (102) имеет по меньшей

мере один контакт первого рода (103) и по меньшей мере один контакт второго рода (104). Вычислительный модуль (106) способен определять наличие электрических соединений между макетами (101) электронных компонентов, определять физические величины на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных компонентов, макеты (101) которых соединены, и воспроизводить пользователю результаты определения физических величин на участках упомянутой электрической цепи. Технический результат - обеспечение возможности визуализации работы электрической цепи, составленной из макетов, изображающих электронные компоненты указанной электрической цепи и расположенных на едином основании. 2 н. и 11 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2 821 430 C1

RU 2 821 430 C1



ФИГ.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G09B 23/18 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023116264, 21.06.2023**

(24) Effective date for property rights:
21.06.2023

Registration date:
24.06.2024

Priority:

(22) Date of filing: **21.06.2023**

(45) Date of publication: **24.06.2024** Bull. № 18

Mail address:

**620028, Sverdlovskaya obl., g. Ekaterinburg, a/ya
17, Rodninu A.V.**

(72) Inventor(s):

Davydov Denis Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Davydov Denis Aleksandrovich (RU)

(54) **METHOD OF VISUALIZING OPERATION OF ELECTRICAL CIRCUIT AND SYSTEM FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to a method for visualizing the operation of an electrical circuit and a system for visualizing the operation of an electrical circuit. Electrical circuit operation visualization system consists of electronic components models (101), connected to computing module (106) through peripheral circuit (107) connected to it. Each model (101) on each of its sections, which corresponds to the contact of the displayed electronic component, has a group of electrical contacts (107), each of which has at least two electrical contacts represented by contacts of first (103) or second kind (104). At least part of groups of electric contacts (102) has at least one contact of first

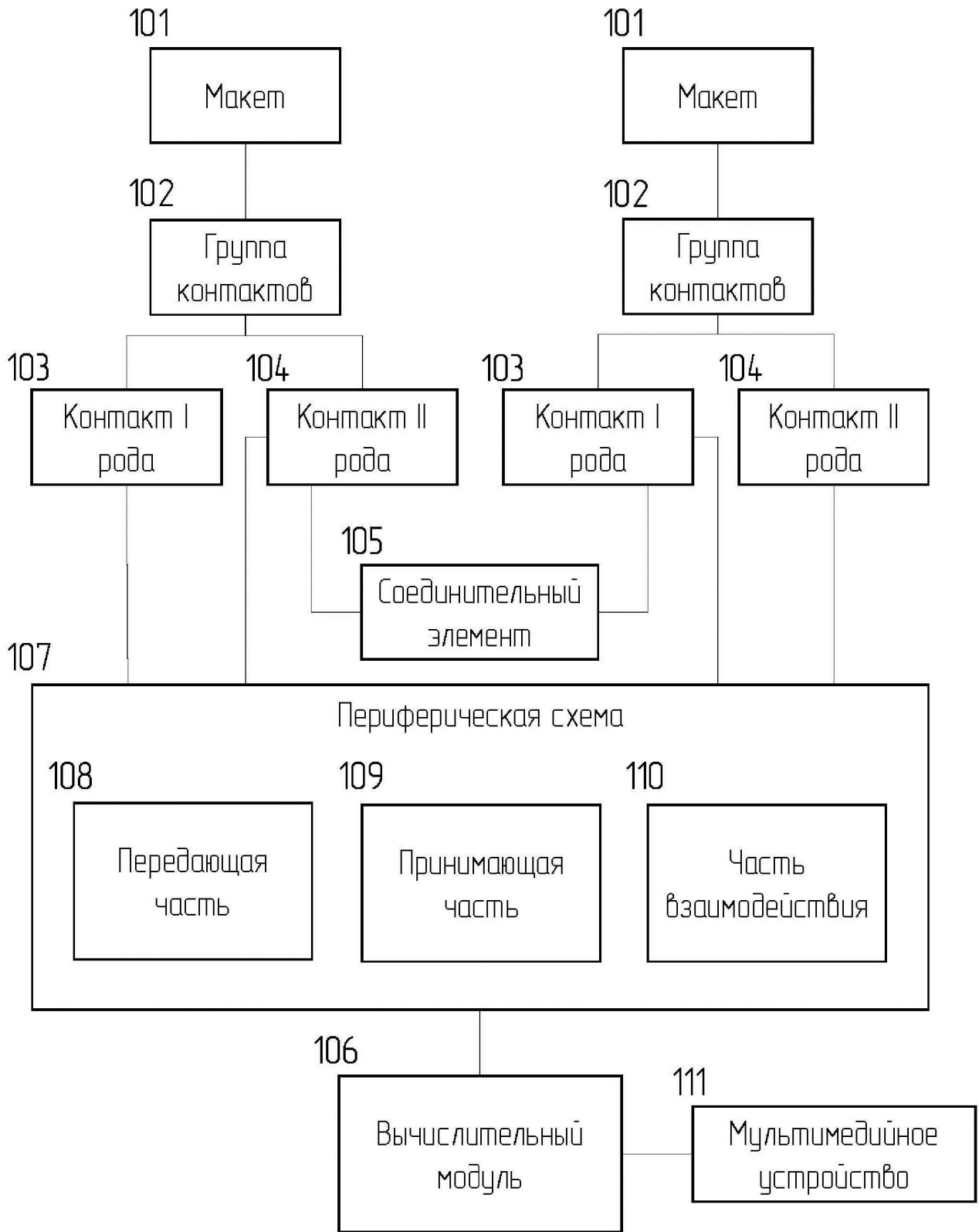
kind (103) and at least one contact of second kind (104). Computing module (106) is able to determine presence of electrical connections between models (101) of electronic components, determine physical values on sections of visualized electric circuit consisting of electronic components, which models (101) are connected, and to reproduce to the user the results of determining physical quantities on sections of said electric circuit.

EFFECT: enabling visualization of operation of an electrical circuit composed of models representing electronic components of said electrical circuit and located on a single base.

13 cl, 5 dwg

RU 2 821 430 C1

RU 2 821 430 C1



ФИГ.1

Область техники

Изобретение относится к области электротехники, а именно к способу визуализации работы электрической цепи и системе визуализации работы электрической цепи.

Изобретение может быть использовано в образовательной и досуговой деятельности в качестве учебного устройства, игрового конструктора, стенда для обучения схемотехнике.

Уровень техники

Известно моделирующее электрическую схему интеллектуальное игровое устройство, раскрытое в патенте РФ на полезную модель № RU174016 (опубл. 25.09.2017). Известное моделирующее электрическую схему интеллектуальное игровое устройство содержит источник электропитания, состоящий из подложки, на верхней стороне которой расположены крепежные штыри, а на нижней - крепежные отверстия, и корпуса с установленным в нем процессором и разъемом USB. Упомянутые штыри и отверстия, размещенные на подложке, и разъем USB электрически связаны с процессором.

Устройство размещают на макетной плате, снабженной установочными штифтами для закрепления на нем источника питания и проводящих и оконечных компонентов. Эти компоненты также имеют крепежные штыри и отверстия, позволяющие присоединять их к штырям и отверстиям подложки с образованием электрического контакта. Разъем USB предназначен для передачи и записи в процессор рабочей программы, отредактированной на внешнем электронном устройстве, например, персональном компьютере.

Известен способ создания макета для обучения программированию, раскрытый в патенте РФ на изобретение № RU2763108 (опубл. 27.12.2021). Известный способ создания макета для обучения программированию включает в себя размещение на плате для программирования и подключение к контактным ячейкам логических элементов, последовательный опрос пар контактных ячеек для определения идентификаторов логических элементов, расшифровку идентификаторов и запись в память программного кода, соответствующего расположению логических элементов, компиляцией программного кода и определения корректности его выполнения.

Общим недостатком представленных аналогов является их функциональная неполнота, обусловленная отсутствием средств для визуализации работы электрической цепи.

Известен способ симуляции электрической схемы, раскрытый в патенте РФ на изобретение № RU2715794 (опубл. 03.03.2020) - прототип. Известный способ симуляции электрической схемы включает в себя обеспечение электромагнитных связей между симулирующими компонентами, один из которых электрически связан с вычислительным комплексом; установление соответствия между каждым связываемым симулирующим компонентом и симулируемым элементом электрической схемы; компьютерное моделирование симулируемой электрической схемы; воспроизведение пользователю результатов проведенного компьютерного моделирования.

Прототип обладает следующими недостатками. В известном изобретении все симулирующие компоненты размещены на одной диэлектрической пластине, при этом контактные блоки делятся на контактные блоки первого и второго рода, однако на каждом контакте симулирующего компонента не предусмотрено контактных блоков и первого, и второго рода, что снижает количество вариантов электрических схем (цепей), которые возможно воспроизвести с использованием известного изобретения. При этом электротехническая реализация известной системы, предполагающей применение контактов одного рода, значительно усложняется, так как возникает

необходимость наделить однородный контактный блок обоими упомянутыми свойствами (возможность и измерять, и изменять напряжение или ток).

Раскрытие сущности изобретения

5 Техническая задача, положенная в основу настоящего изобретения, заключается в расширении арсенала технических средств, предназначенных для визуализации работы электрической цепи.

10 Технический результат, достигаемый настоящим изобретением, заключается в обеспечении возможности визуализации работы электрической цепи, составленной из макетов, изображающих электронные компоненты указанной электрической цепи и расположенных на едином основании.

Дополнительный технический результат - увеличения количества вариантов соединения макетов электронных компонентов, входящих в состав визуализируемой электрической цепи.

15 Указанный технический результат достигается заявленным способом визуализации работы электрической цепи. Заявленный способ предназначен для выполнения с использованием макетов электронных компонентов, связанных с вычислительным модулем. Каждый такой макет на каждом своем участке, который соответствует контакту изображаемого электронного компонента, имеет группу электрических контактов, каждая из которых имеет по меньшей мере два электрических контакта, 20 представленных контактами первого или второго рода. По меньшей мере часть групп электрических контактов имеет по меньшей мере один контакт первого рода и по меньшей мере один контакт второго рода. Заявленный способ визуализации работы электрической цепи включает следующие шаги:

25 - установление по меньшей мере одного электрического соединения между макетами электронных компонентов с использованием соединительных элементов, причем каждое упомянутое электрическое соединение устанавливается между одним контактом первого рода одного из макетов электронных компонентов и одним контактом второго рода другого макета электронного компонента;

30 - определение наличия установленного электрического соединения с использованием вычислительного модуля и связанной с ним периферической схемы;

35 - определение с использованием вычислительного модуля физических величин на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных компонентов, макеты которых соединены, при этом соединения между макетами, изображающими электронные компоненты, соответствуют соединениям этих электронных компонентов в визуализируемой электрической цепи;

- воспроизведение с использованием вычислительного модуля пользователю результатов определения физических величин на участках визуализируемой электрической цепи.

40 Дополнительные преимущества и существенные признаки настоящего изобретения могут быть представлены в следующих частных вариантах осуществления.

В частности, макет изображаемого электронного компонента является участком диэлектрической пластины, содержащим по меньшей мере две группы электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента, или отдельным 45 трехмерным изделием, содержащим по меньшей мере две группы электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента.

В частности, контакт первого рода является контактом, на котором изменяют напряжение или ток.

В частности, контакт второго рода является контактом, на котором измеряют

напряжение или ток.

В частности, определение наличия соединения между макетами электронных компонентов осуществляют путем изменения напряжения или тока на контактах первого рода упомянутых макетов и измерения напряжения или тока на контактах второго

5 рода упомянутых макетов.

В частности, каждый соединительный элемент или каждый контакт первого рода или каждый контакт второго рода снабжен выпрямительным элементом.

В частности, в способе определяют физические величины на участках визуализируемой электрической цепи путем компьютерного моделирования на вычислительном модуле.

10 В частности, в визуализируемой электрической цепи определяют физические величины, выбранные из группы, включающей по меньшей мере уровень электрического потенциала, силу тока, заряд конденсатора, состояние переходов в полупроводниковых приборах.

В частности, воспроизведение пользователю результатов определения физических величин осуществляют с использованием мультимедийного устройства, на экране которого отображают визуализируемую электрическую цепь и значения физических величин на участках указанной цепи.

В частности, воспроизведение пользователю результатов определения физических величин осуществляют с использованием вычислительного модуля путем управления индикаторными, электросветовыми, электроразвлекательными, электромеханическими и иными устройствами, являющимися частью макетов электронных компонентов.

В частности, по меньшей мере один макет снабжен датчиком и определение физических величин на участках визуализируемой электрической цепи производят с учетом показаний такого датчика

25 В частности, для электронных компонентов визуализируемой электрической цепи задают состояние и/или свойства, которые используют при определении физических величин на участках визуализируемой электрической цепи.

Указанный технический результат также достигается системой визуализации работы электрической цепи. Система визуализации работы электрической цепи состоит из макетов электронных компонентов, связанных с вычислительным модулем через связанную с ним периферическую схему. Причем каждый упомянутый макет на каждом своем участке, который соответствует контакту изображаемого электронного компонента, имеет группу электрических контактов, каждая из которых имеет по меньшей мере два электрических контакта, представленных контактами первого или

35 второго рода. Причем по меньшей мере часть групп электрических контактов имеет по меньшей мере один контакт первого рода и по меньшей мере один контакт второго рода. Причем вычислительный модуль способен определять наличие электрических соединений между макетами электронных компонентов, определять физические величины на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных

40 компонентов, макеты которых соединены, и воспроизводить пользователю результаты определения физических величин на участках упомянутой электрической цепи.

Дополнительные преимущества и существенные признаки настоящего изобретения могут быть представлены в следующих частных вариантах осуществления.

В частности, периферическая схема включает в себя передающую часть, которая способна устанавливать напряжение или силу тока на контактах первого рода и представляет собой электронный блок, образованный электрическими линиями, к каждой из которых подключен переключатель, который переключает указанную линию между двумя полюсами источника питания, при этом каждый контакт первого рода

соединен через резисторы с по меньшей мере двумя указанными линиями.

В частности, периферическая схема включает в себя принимающую часть, которая способна измерять силу тока на контактах второго рода и представляет собой электронный блок, образованный электрическими линиями, к каждой из которых
5 подключена схема на основе операционного усилителя, поддерживающая постоянное напряжение на указанных линиях и определяющая силу идущего по ним тока, при этом каждый контакт второго рода соединен через резисторы с по меньшей мере двумя указанными линиями.

В частности, периферическая схема включает в себя часть взаимодействия с
10 установленными на макетах, изображающих электронные компоненты, радиоэлектронными устройствами.

В частности, вычислительный модуль способен определять физические величины на участках визуализируемой электрической цепи путем удаленных запросов к другим вычислительным модулям.

15 Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение поясняется с ссылками на следующие фигуры:

ФИГ. 1 иллюстрирует функциональную схему визуализации работы электрической цепи;

ФИГ.2 иллюстрирует блок-схему способа визуализации работы электрической цепи;

20 ФИГ.3 иллюстрирует схематическое изображение системы визуализации работы электрической цепи;

ФИГ.4 иллюстрирует принимающую часть периферической схемы;

ФИГ.5 иллюстрирует передающую часть периферической схемы.

Описание вариантов осуществления изобретения

25 В соответствии с ФИГ.1, макеты 101 электронных компонентов электрически связаны с вычислительным модулем 102. Каждый макет 101 содержит по меньшей мере две группы 102 контактов. Группы 102 предназначены для электрического соединения макетов 101 и размещены на макетах 101 в тех же позициях, где соединительные контакты размещены у реальных электронных компонентов, которые изображаются
30 макетами 101. Количество групп 102 на макете 101 зависит от конструкции реального электронного компонента, изображенного макетом 101. В частности, если макет 101 изображает резистор, то макет выполнен с двумя группами 102 контактов. В частности, если макет 101 изображает транзистор, то макет 101 выполнен с тремя группами 102 контактов.

35 Каждая группа 102 содержит по меньшей мере один контакт первого рода 103 и по меньшей мере один контакт второго рода 104. По существу, контакты 103 и контакты 104 являются электропроводящими контактами с различающейся функцией и, в частности, с различающимся конструктивным выполнением. В частности, контакт первого рода 103 является контактом, на котором при осуществлении действий
40 заявленного способа изменяют напряжение или ток. В частности, контакт второго рода 104 является контактом, на котором при осуществлении действий заявленного способа измеряют напряжение или ток.

Различающееся конструктивное выполнение контактов 103 и 104 имеет целью ограничить пользователя при составлении электрической цепи на основе макетов
45 электронных компонентов так, чтобы он не мог соединить однородные контакты, например, соединить между собой два контакта первого рода 103 или соединить между собой два контакта второго рода 104. Составление упомянутой электрической цепи включает в себя действия пользователя по физическому соединению контактов 103 и

104 соединительными элементами, являющимися электропроводящими элементами. В частности, соединительный элемент 105 является электрическим проводом.

В частности, каждый контакт 103 может иметь конструктивное выполнение, представляющее собой отверстие, а каждый контакт 104 может иметь конструктивное выполнение, представляющее собой штырь, комплиментарный упомянутому отверстию. При этом возможна противоположная реализация, в которой каждый контакт 103 имеет конструктивное выполнение, представляющее собой штырь, а каждый контакт 104 имеет конструктивное выполнение, представляющее собой отверстие. Для упомянутых выше частных вариантов предусмотрено конструктивное выполнение соединительного элемента с оконечными частями, одна из которых выполнена в виде отверстия, а другая оконечная часть выполнена в виде штыря, комплиментарного такому отверстию. Такой частный вариант осуществления предполагает составление электрической цепи путем физического соединения разнородных контактов 103 и 104, при этом каждое соединение фиксируется механически за счет силы трения, возникающей при касании штырем внутренних поверхностей отверстия.

В частности, каждый контакт 103 может иметь фигурную форму, не совпадающую с фигурной формой контакта 104. Для упомянутых выше частных вариантов предусмотрено конструктивное выполнение соединительного элемента с оконечными частями, одна из которых имеет фигурную форму, совпадающую с фигурной формой контакта 103, а другая оконечная часть имеет фигурную форму, совпадающую с фигурной формой контакта 104.

В частности, вне зависимости от конструктивного выполнения контактов 103 и 104, и оконечных частей соединительного элемента, контакты 103 и 104, и оконечные части соединительных элементов снабжены магнитными элементами. Такой вариант осуществления обеспечивает фиксирование соединений между контактами 103 и 104, и оконечными частями соединительных элементов за счет магнетизма.

Во всех описанных выше частных вариантах осуществления выполнение контактов 103 и 104, и оконечных частей соединительных элементов не позволяет пользователю соединить между собой однородные контакты при помощи соединительного элемента.

Наиболее простой в осуществлении является реализация, в которой каждая группа 102 содержит один контакт первого рода 103 и один контакт второго рода 104. Чаще всего, этого достаточно для того, чтобы дать возможность пользователю соединить между собой два или три макета электронных компонентов соединительными элементами.

Контакты первого рода 103 и контакты второго рода 104 электрически связаны с вычислительным модулем 106 при помощи периферической схемы 107.

Периферическая схема 107 включает в себя передающую часть 108, принимающую часть 109 и часть взаимодействия 110 с установленными на макетах радиоэлектронными устройствами.

Вычислительный модуль может подключаться к мультимедийному устройству 111, позволяющему отображать на экране информацию о визуализируемой электрической цепи.

В соответствии с ФИГ.2, способ визуализации работы электрической цепи включает в себя следующие шаги.

На шаге 201 осуществляют установление по меньшей мере одного электрического соединения между макетами 101 электронных компонентов с использованием соединительных элементов, причем каждое упомянутое электрическое соединение устанавливается между одним контактом первого рода 103 одного из макетов 101

электронных компонентов и одним контактом второго рода 104 другого макета 101 электронного компонента.

В частности, макет 101 изображаемого электронного компонента может являться участком диэлектрической пластины, содержащим по меньшей мере две группы электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента. В частности, диэлектрическая пластина может являться одной общей пластиной для всех макетов 101. В частности, диэлектрических пластин может быть несколько, и каждая из них может являться общей пластиной по меньшей мере для двух макетов 101 либо одной пластине может соответствовать только один макет 101. В частности, макет 101 изображаемого электронного компонента может являться отдельным трехмерным изделием, содержащим по меньшей мере две группы электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента.

В частности, визуализируемая электрическая цепь может быть составлена из двух макетов 101 электронных компонентов с установлением одного электрического соединения между ними. Такое электрическое соединение обеспечено физическим подключением одного контакта первого рода 103 одного из макетов 101 электронного компонента к одному контакту второго рода 104 другого макета 101 электронного компонента. Для установления одного соединения используется один соединительный элемент. Для фиксации оконечных частей соединительного элемента в сегменте макета 101, снабженного контактами 103 и 104 может быть использовано конструктивное выполнение упомянутых контактов. В частности, конструктивное выполнение макетов 101 может характеризоваться использованием магнитов или штырей и комплиментарных им отверстий, но не ограничиваться лишь этими частными вариантами осуществления.

В частности, визуализируемая электрическая цепь может быть составлена из большего количества макетов 101: трех, четырех и более, без каких-либо ограничений. В таком случае макет 101 оказывается электрически соединен по меньшей мере с одним из других макетов 101. Как было отмечено выше, одному электрическому соединению соответствует один соединительный элемент.

При осуществлении способа на контактах первого рода 103 изменяют напряжение или ток. На контактах второго рода 104 измеряют напряжение или ток.

На шаге 202 осуществляют определение наличия установленного электрического соединения с использованием вычислительного модуля.

Вычислительный модуль 106 представляет собой микроконтроллер или иное вычислительное устройство. Вычислительный модуль имеет долговременную память, в которой сохранены программные инструкции для взаимодействия с макетами 101 и определения параметров визуализируемой электрической цепи, а также оперативную память для загрузки упомянутых программных инструкций, временной записи служебных данных, полученных при взаимодействии с макетами 101 и определении параметров визуализируемой электрической цепи, и процессор, способный исполнять упомянутые инструкции и обрабатывать упомянутые служебные данные. В частности, упомянутые инструкции отражают алгоритмы определения наличия установленного электрического соединения между макетами 101. В частности, упомянутые инструкции отражают алгоритмы определения физических величин на участках визуализируемой электрической цепи. В частности, вычислительный модуль 106 подключен к мультимедийному устройству, позволяющему воспроизводить пользователю результаты определения физических величин на участках упомянутой электрической цепи. Вычислительный модуль электрически связан с контактами 103 и 104 посредством периферической схемы 107. Определение наличия установленного электрического

соединения включает в себя последовательное изменение напряжения или тока на контактах первого рода 103 и одновременного измерения напряжения или тока на контактах второго рода 104. Если при изменении напряжения или тока на одном из контактов первого рода 103 происходит изменение напряжения или тока на одном из контактов второго рода 104 то принимается решения о том, что такие контакты соединены. В частности, каждый соединительный элемент может быть снабжен выпрямительным элементов. В частности, каждый контакт первого рода 103 может быть снабжен выпрямительным элементом. В частности, каждый контакт второго рода может быть снабжен выпрямительным элементом. В качестве такого выпрямительного элемента может быть использован выпрямительный диод. Указанный выпрямительный элемент может использоваться для отсечения паразитных токов.

На шаге 203 осуществляют определение с использованием вычислительного модуля 106 физических величин на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных компонентов, макеты которых соединены. При этом соединения между макетами 101, изображающими электронные компоненты, соответствуют соединениям этих электронных компонентов в визуализируемой электрической цепи.

В частности, определение физических величин на участках визуализируемой электрической цепи может осуществляться путем компьютерного моделирования на вычислительном модуле 106. В частности, определение физических величин на участках визуализируемой электрической цепи может осуществляться путем компьютерного моделирования на другом вычислительном модуле, при этом передаваться на вычислительный модуль 106.

В частности, определение физических величин может включать в себя определение величин, выбранных из группы, включающей уровень электрического потенциала, силу тока, заряд конденсатора, состояние переходов в полупроводниковых приборах, однако не ограничивается лишь этими примерами физических величин.

На шаге 204 осуществляют воспроизведение с использованием вычислительного модуля пользователю результатов определения физических величин на участках визуализируемой электрической цепи.

В частности, воспроизведение пользователю результатов определения физических величин осуществляют с использованием мультимедийного устройства, на экране которого отображают визуализируемую электрическую цепь и значения физических величин на участках указанной цепи. В частности, воспроизведение пользователю результатов определения физических величин осуществляют с использованием вычислительного модуля 106 и периферической схемы 107 путем управления индикаторными, электросветовыми, электрозвуковыми, электромеханическими и иными устройствами, являющимися частью макетов электронных компонентов. В частности, в случае если по меньшей мере один макет снабжен датчиком, и определение физических величин на участках визуализируемой электрической цепи производят с учетом показаний такого датчика. Показания датчика также могут быть визуализированы для пользователя. В частности, для электронных компонентов визуализируемой электрической цепи могут быть заданы исходные состояния и/или свойства, которые используют при определении физических величин на участках визуализируемой электрической цепи. Установленные на макетах 101 устройства могут быть представлены светодиодами, датчиками, механическими приборами, которые срабатывают при управлении визуализируемой электрической цепью, но не ограничиваются лишь этими примерами устройств.

В соответствии с ФИГ.3, система визуализации работы электрической цепи состоит

их макетов 101 электронных компонентов, размещенных на одной или нескольких диэлектрических пластинах, образующих диэлектрическое основание 301 для макетов 101. Каждый макет 101 снабжен по меньшей мере двумя группами 102 контактов. Группы 102 контактов размещены на участках макетов 101, которые соответствуют
5 расположению контактов у реальных электронных компонентов. Каждая группа 102 контактов включает по меньшей мере один контакт первого рода 103 и по меньшей мере один контакт второго рода 104. В частности, макеты 101, изображающие резисторы 302, конденсаторы 303, катушку индуктивности 304 и диоды 305 имеют по две группы контактов, каждая из которых содержит по два контакта первого рода 103 и по два
10 контакта второго рода 104. В частности, макет, изображающий транзистор 306 имеет три группы контактов 102, каждая из которых содержит по два контакта первого рода 103 и по два контакта второго рода 104. Помимо этого, система визуализации работы электрической цепи снабжена макетом 101, изображающим источник питания 307. Такой макет имеет две группы контактов 102, каждая из которых состоит из множества
15 контактов первого рода 103 и множества контактов второго рода 104.

Контакты 103 и 104 электрически связаны с вычислительным модулем 106. В частности, контакты 103 и 104 связаны с вычислительным модулем 106 посредством периферической схемы 107.

Вычислительный модуль 106 может быть связан с другими вычислительными
20 модулями, на которых частично или полностью выполняется моделирование электрических цепей.

Периферическая схема 107 состоит из передающей части 108, принимающей части 109 и части взаимодействия 110 с установленными на макетах 101 устройствах. Передающая часть 108 выполнена таким образом, чтобы иметь возможность
25 устанавливать напряжение или силу тока на контактах первого рода 103. Принимающая часть 109 выполнена таким образом, чтобы иметь возможность измерять напряжение или силу тока на контактах второго рода 104.

В соответствии с ФИГ.4, передающая часть 108 представляет собой электрический блок, образованный электрическими линиями 401, к каждой из которых подключен
30 переключатель 402, который переключает линии 401 между двумя полюсами источника питания 403, при этом каждый контакт первого рода 103 соединен через резисторы 404 с по меньшей мере двумя указанными линиями 401. Переключатель 402 может представлять собой прибор, выбранный из следующей группы: механическое или полупроводниковое реле, транзисторный полумост, мультиплексор. Передающая часть
35 108 работает следующим образом. При подключении двух линий 401 к положительному полюсу источника питания 403 на контакте, подключенному к обоим этим линиям, напряжение становится равным напряжению на положительном полюсе источника питания 403 (V_{cc}), на всех остальных контактах первого рода 103 напряжение становится равным $V_{cc}/2$ или 0.

В соответствии с ФИГ.5, принимающая часть 109 представляет собой электрический блок, образованный электрическими линиями 501, к каждой из которых подключена
40 схема на основе операционного усилителя 502, поддерживающая постоянное напряжение на линиях 501 и определяющая силу идущего по ним тока. При этом каждый контакт второго рода 104 соединен через резисторы 503 с по меньшей мере двумя указанными линиями 501. Принимающая часть работает следующим образом. На всех линиях операционными усилителями поддерживается напряжение $V_{cc}/2$. При подключении к одному из контактов второго рода контакта первого рода, на котором установлено напряжение равное V_{cc} , две линии, подключенные к указанному контакту второго

рода, оказываются подключенными к более высокому напряжению, поэтому на выходах операционных усилителей напряжение снижается.

Таким образом, иллюстрируется техническая возможность визуализации работы электрической цепи.

5 При этом стоит отметить, что представленное выше описание приведено в качестве примера, и не должно быть истолковано как ограничивающее объем охраны настоящего изобретения, определяемым исключительно объемом приложенной формулы изобретения.

10 Несмотря на то, что описанные выше частные случаи осуществления приведены со ссылкой на конкретные шаги, выполняемые в определенном порядке, и программно-аппаратные средства, осуществляющие выполнение этих шагов, должно быть очевидно, что эти шаги, средства на практике могут быть дополнены какими-либо иными признаками, без отклонения от сущности настоящего изобретения.

15 (57) Формула изобретения

1. Способ визуализации работы электрической цепи, предназначенный для выполнения с использованием макетов электронных компонентов, связанных с вычислительным модулем, причем каждый такой макет на каждом своем участке, который соответствует контакту изображаемого электронного компонента, имеет
20 группу электрических контактов, каждая из которых имеет по меньшей мере два электрических контакта, представленных контактами первого или второго рода, причем по меньшей мере часть групп электрических контактов имеет по меньшей мере один контакт первого рода и по меньшей мере один контакт второго рода, при этом способ включает:

25 - установление по меньшей мере одного электрического соединения между макетами электронных компонентов с использованием соединительных элементов, причем каждое упомянутое электрическое соединение устанавливается между одним контактом первого рода одного из макетов электронных компонентов и одним контактом второго рода другого макета электронного компонента, при этом контакт первого рода является
30 контактом, на котором изменяют напряжение или ток, а контакт второго рода является контактом, на котором измеряют напряжение или ток;

- определение наличия установленного электрического соединения между упомянутыми макетами с использованием вычислительного модуля и связанной с ним периферической схемы путем изменения напряжения или тока на контактах первого
35 рода упомянутых макетов и измерения напряжения или тока на контактах второго рода упомянутых макетов;

- определение с использованием вычислительного модуля физических величин на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных компонентов, макеты которых соединены, при этом соединения между макетами, изображающими
40 электронные компоненты, соответствуют соединениям этих электронных компонентов в визуализируемой электрической цепи;

- воспроизведение с использованием вычислительного модуля и мультимедийного устройства пользователю результатов определения физических величин на участках визуализируемой электрической цепи.

45 2. Способ по п.1, в котором макет изображаемого электронного компонента является участком диэлектрической пластины, содержащим по меньшей мере две группы электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента, или отдельным трехмерным изделием, содержащим по меньшей мере две группы

электрических контактов и условное обозначение такого электронного компонента.

3. Способ по п.1, в котором каждый соединительный элемент, или каждый контакт первого рода, или каждый контакт второго рода снабжен выпрямительным элементом.

4. Способ по п.1, в котором определяют физические величины на участках визуализируемой электрической цепи путем компьютерного моделирования на вычислительном модуле.

5. Способ по п.1, в котором в визуализируемой электрической цепи определяют физические величины, выбранные из группы, включающей, по меньшей мере, уровень электрического потенциала, силу тока, заряд конденсатора, состояние переходов в полупроводниковых приборах.

6. Способ по п.1, в котором воспроизведение пользователю результатов определения физических величин осуществляют с использованием вычислительного модуля путем управления индикаторными, электросветовыми, электроразвучными, электромеханическими и иными устройствами, являющимися частью макетов электронных компонентов.

7. Способ по п.1, в котором по меньшей мере один макет снабжен датчиком и определение физических величин на участках визуализируемой электрической цепи производят с учетом показаний такого датчика.

8. Способ по п.1, в котором для электронных компонентов визуализируемой электрической цепи задают состояние и/или свойства, которые используют при определении физических величин на участках визуализируемой электрической цепи.

9. Система визуализации работы электрической цепи, состоящая из макетов электронных компонентов, связанных с вычислительным модулем через связанную с ним периферическую схему, причем каждый упомянутый макет на каждом своем участке, который соответствует контакту изображаемого электронного компонента, имеет группу электрических контактов, каждая из которых имеет по меньшей мере два электрических контакта, представленных контактами первого или второго рода, причем по меньшей мере часть групп электрических контактов имеет по меньшей мере один контакт первого рода и по меньшей мере один контакт второго рода, при этом контакт первого рода является контактом, на котором изменяют напряжение или ток, а контакт второго рода является контактом, на котором измеряют напряжение или ток, причем вычислительный модуль способен определять наличие электрических соединений между макетами электронных компонентов путем изменения напряжения или тока на контактах первого рода упомянутых макетов и измерения напряжения или тока на контактах второго рода упомянутых макетов, определять физические величины на участках визуализируемой электрической цепи, состоящей из электронных компонентов, макеты которых соединены, и воспроизводить пользователю с использованием мультимедийного устройства результаты определения физических величин на участках упомянутой электрической цепи.

10. Система по п.9, в которой периферическая схема включает в себя передающую часть, которая способна устанавливать напряжение или силу тока на контактах первого рода и представляет собой электронный блок, образованный электрическими линиями, к каждой из которых подключен переключатель, который переключает указанную линию между двумя полюсами источника питания, при этом каждый контакт первого рода соединен через резисторы с по меньшей мере двумя указанными линиями.

11. Система по п.9, в которой периферическая схема включает в себя принимающую часть, которая способна измерять силу тока на контактах второго рода и представляет собой электронный блок, образованный электрическими линиями, к каждой из которых

подключена схема на основе операционного усилителя, поддерживающая постоянное напряжение на указанных линиях и определяющая силу идущего по ним тока, при этом каждый контакт второго рода соединен через резисторы с по меньшей мере двумя указанными линиями.

5 12. Система по п.9, в которой периферическая схема включает в себя часть взаимодействия с установленными на макетах, изображающих электронные компоненты, радиоэлектронными устройствами.

10 13. Система по п.9, в которой вычислительный модуль способен определять физические величины на участках визуализируемой электрической цепи путем удаленных запросов к другим вычислительным модулям.

15

20

25

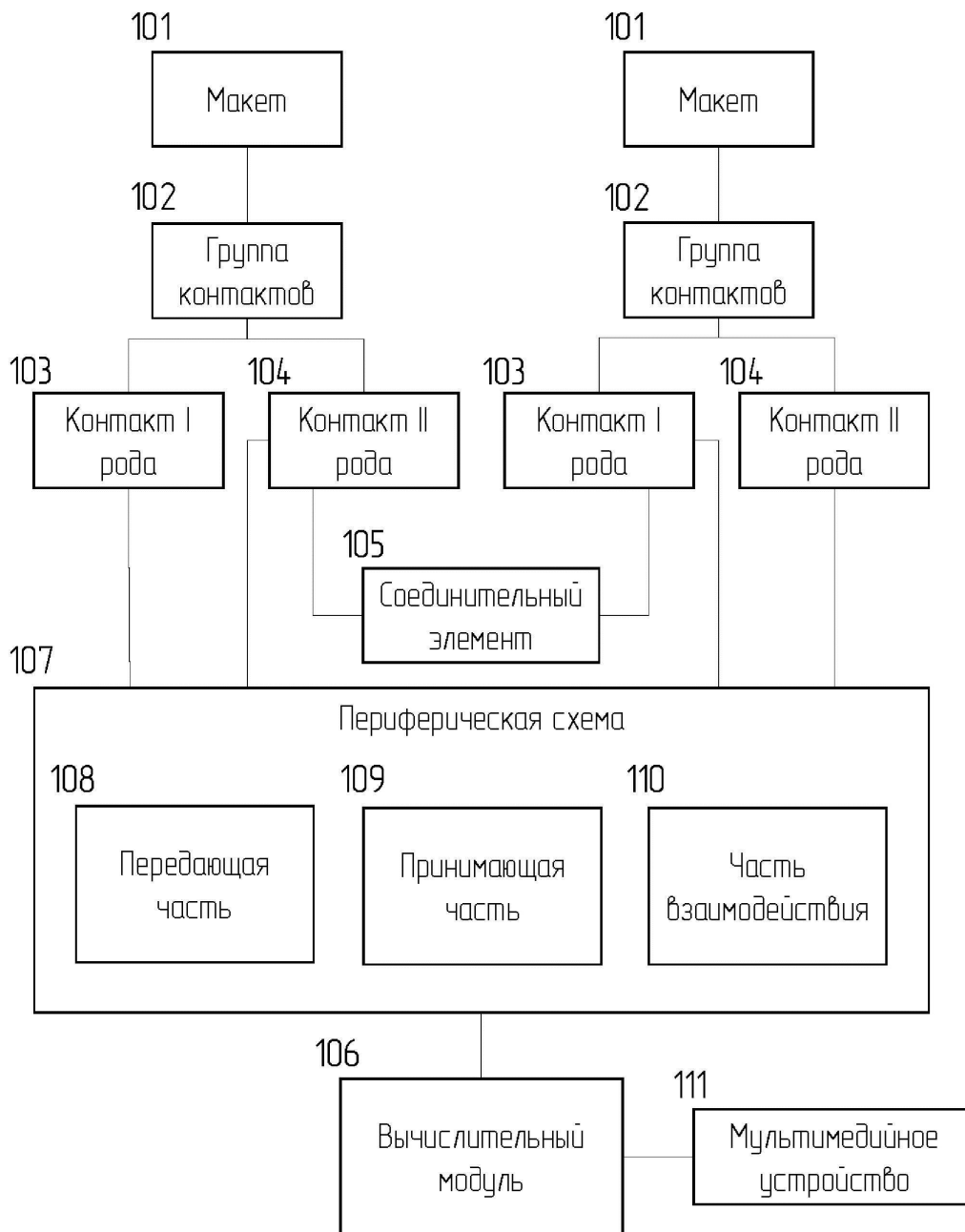
30

35

40

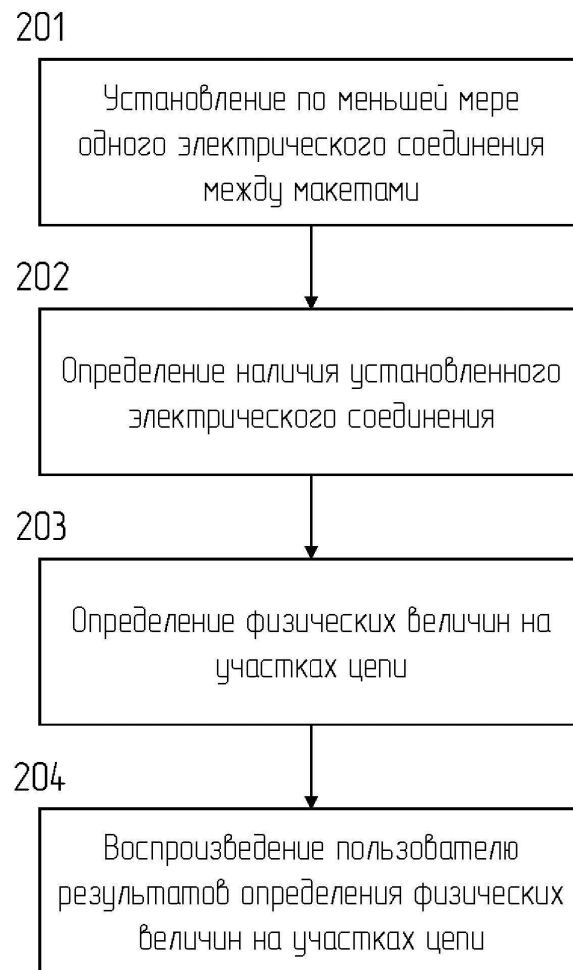
45

1

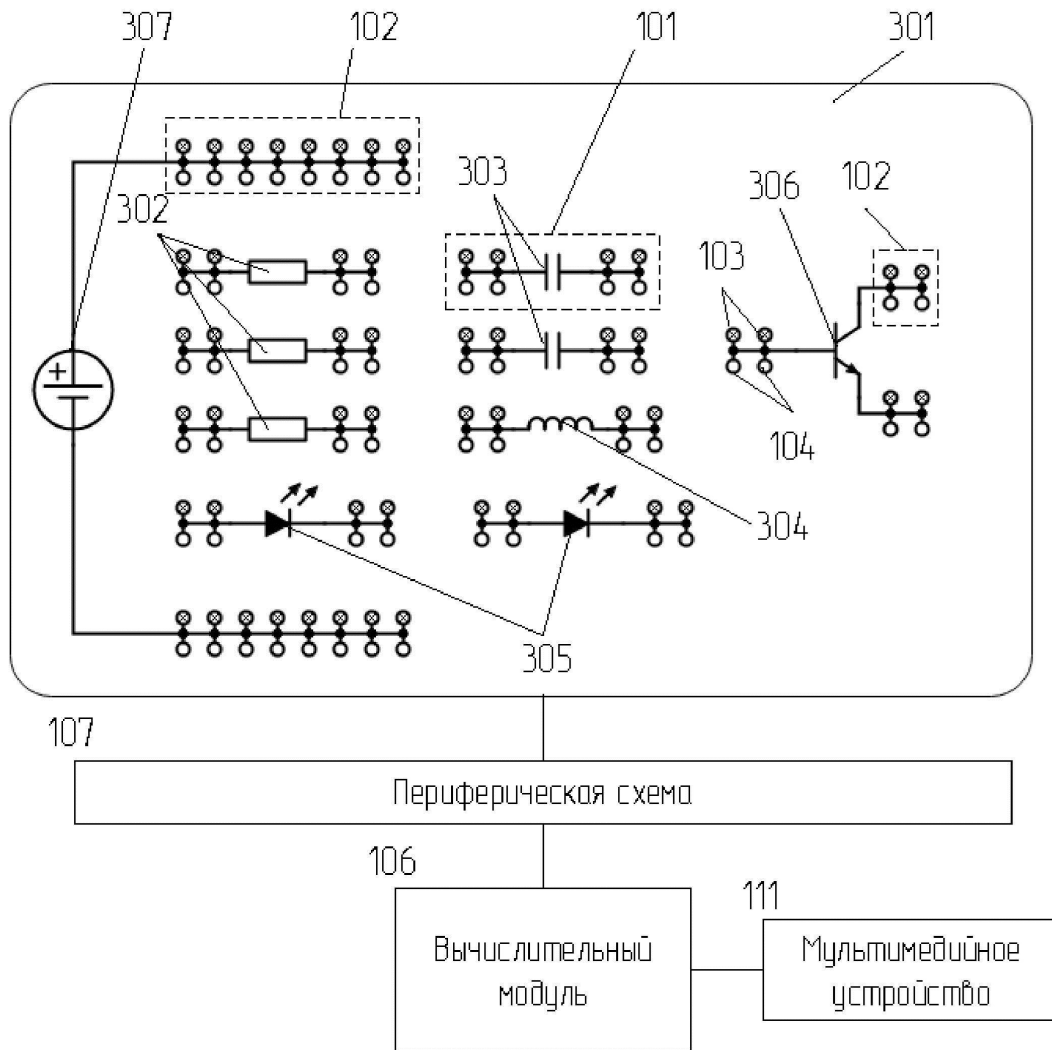


ФИГ.1

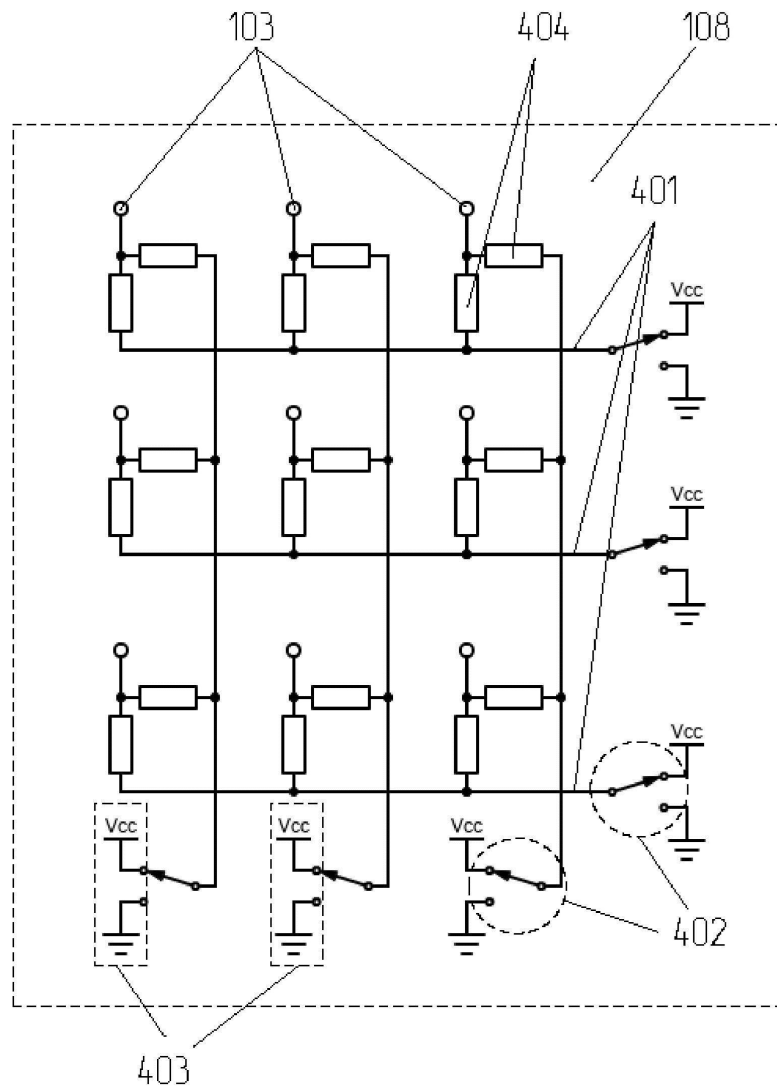
2



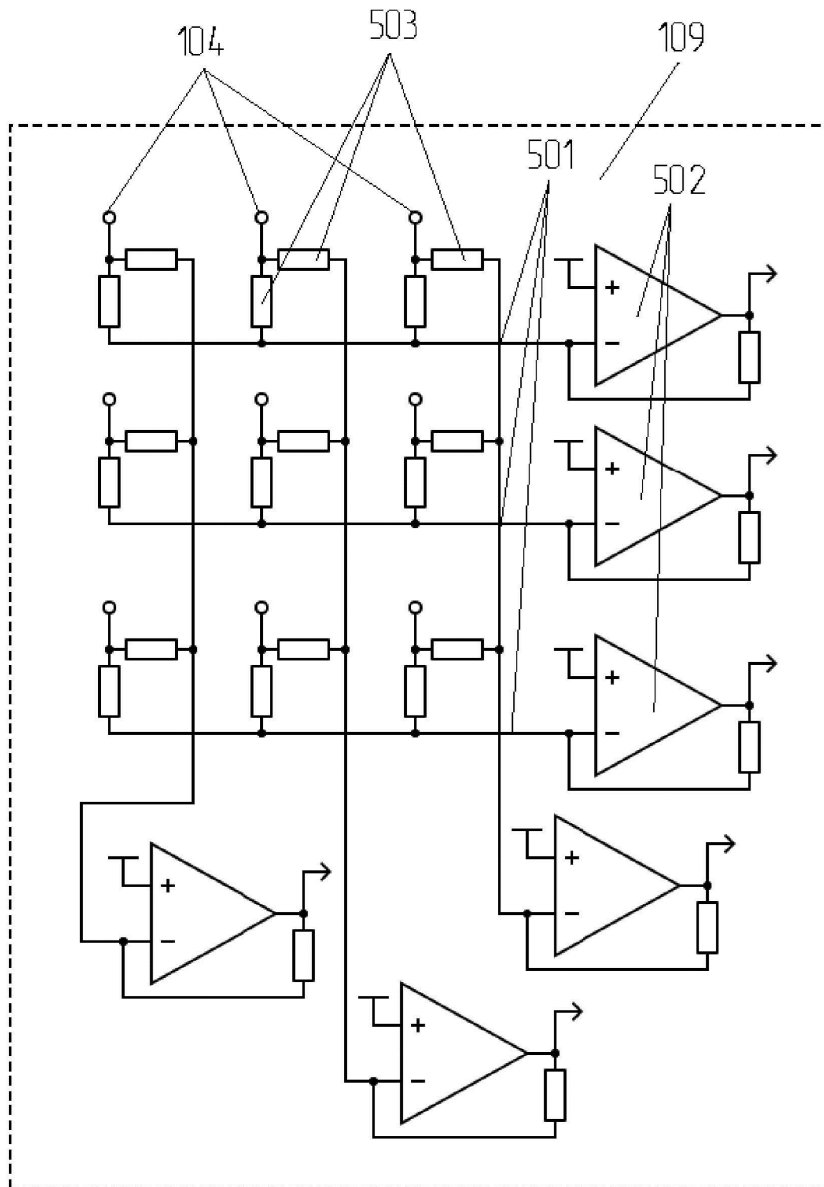
ФИГ.2



ФИГ.3



ФИГ.4



ФИГ 5