



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H04B 15/02 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2018124928, 06.07.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.07.2018

Дата регистрации:  
05.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.07.2018

(45) Опубликовано: 05.07.2019 Бюл. № 19

Адрес для переписки:  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,  
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Шарафутдинов Виталий Расимович (RU),  
Орлов Павел Евгеньевич (RU),  
Газизов Тальгат Рашитович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Томский государственный  
университет систем управления и  
радиоэлектроники" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2614156 C2, 06.03.2017. RU  
2431912 C1, 20.11.2011. RU 2556438 C1,  
10.07.2015. US 5289044 A, 22.02.1994. US 2005/  
0156615 A1, 21.07.2005.

## (54) СПОСОБ КОМПОНОВКИ НЕФОРМОВАННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ ДЛЯ ЦЕПЕЙ С РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ

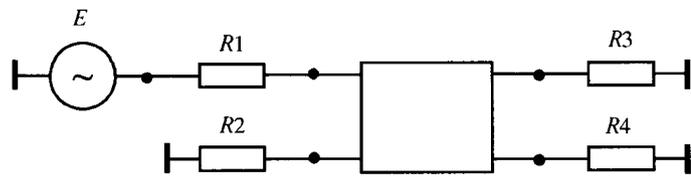
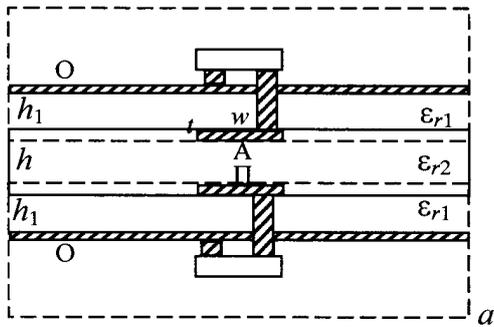
(57) Реферат:

Изобретение относится к способам резервирования, компоновки и трассировки печатных плат (ПП). Технический результат – уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. Достигается тем, что способ компоновки неформованных радиоэлектронных компонентов (РК) на ПП для цепей с резервированием включает взаимное расположение резервируемой и резервных цепей, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, когда опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах. Резервируемая и резервная платы склеиваются слоем

диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью, большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика. Резервируемые и резервные РК размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной ПП, при этом формовка выводов резервируемых РК выполняется в одном направлении относительно плоскости их корпуса, а резервных - в обратном, а соответствующие друг другу резервируемые и резервные РК размещаются друг под другом. 5 ил.

RU 2 693 838 C1

RU 2 693 838 C1



б

Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 2

RU 2693838 C1

RU 2693838 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H04B 15/02 (2019.05)*

(21)(22) Application: **2018124928, 06.07.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**06.07.2018**

Registration date:  
**05.07.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **06.07.2018**

(45) Date of publication: **05.07.2019** Bull. № 19

Mail address:  
**634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR,  
patentno-informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Sharafutdinov Vitalij Rasimovich (RU),  
Orlov Pavel Evgenevich (RU),  
Gazizov Talgat Rashitovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj  
universitet sistem upravleniya i radioelektroniki"  
(RU)**

(54) **METHOD OF ASSEMBLING NON-MOLDED RADIOELECTRONIC COMPONENTS ON PRINTED CIRCUIT BOARDS FOR CIRCUITS WITH REDUNDANCY**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to methods of redundancy, layout and routing of printed circuit boards (PCB). Method is achieved by the method of assembling of unshaped radio-electronic components (RC) on PCB for chains with redundancy includes mutual arrangement of redundant and backup circuits, layout and routing of redundant and backup boards, when reference conductor is made in form of separate layers on reserved and backup boards. Redundant and backup boards are glued with dielectric layer with relative dielectric permeability higher than that of dielectric substrates of reserved and backup boards, corresponding to each other routes of redundant and backup circuits

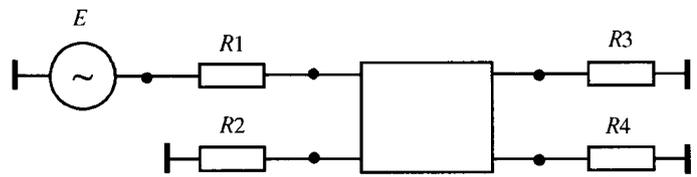
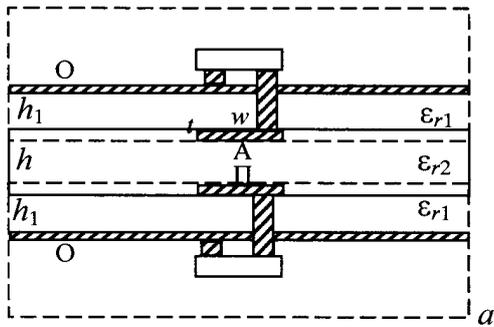
are arranged in parallel and one under another in dielectric adhesive layer. Redundant and standby RC are arranged on opposite sides of the reserved and standby PCB to be glued, at that, the outputs of the redundant RCs are formed in one direction relative to the plane of their housing, and the backup ones in the opposite direction, and corresponding to each other reserved and standby RC are arranged one under another.

EFFECT: technical result is reduced susceptibility of redundant circuit to external conductive emissions and reduced level of conductive emissions from redundant circuit.

1 cl, 5 dwg

RU 2 693 838 C1

RU 2 693 838 C1



б

Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)

Фиг. 2

RU 2693838 C1

RU 2693838 C1

Изобретение относится к конструированию печатных плат, конкретно - к способам их резервирования, компоновки и трассировки.

Наиболее близким по техническому решению является выбранный за прототип способ компоновки печатных плат для цепей с резервированием, когда опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной печатных плат [Патент на изобретение РФ №2614156. Способ компоновки печатных плат для цепей с резервированием].

Недостатком этого способа является отличие в трассировке резервируемой и резервной плат, обусловленное асимметричным положением выводов корпусов радиоэлектронных компонентов относительно слоя диэлектрика, склеивающего резервируемую и резервную платы, так что одноименные выводы компонентов оказываются не друг под другом (фиг. 1а). Из-за этого уменьшается длина отрезков связанных линий, образованных одноименными трассами резервной и резервируемых цепей в области трассировки выводов, что уменьшает полезные взаимные влияния за счет электромагнитных связей между резервируемой и резервной одноименными трассами резервируемой и резервной плат.

Предлагается способ компоновки неформованных радиоэлектронных компонентов на печатных платах для цепей с резервированием, включающий взаимное расположение резервируемой и резервных цепей, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, когда опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной печатных плат, отличающийся тем, что формовка выводов резервируемых компонентов выполняется в одном направлении относительно плоскости корпуса компонента, а резервных - в обратном, а соответствующие друг другу резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются друг под другом.

Техническим результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. (В случае выхода из строя резервируемой цепи в резервной цепи будет достигаться аналогичный технический результат.)

Технический результат достигается симметричным положением выводов корпусов радиоэлектронных компонентов относительно слоя диэлектрика, склеивающего резервируемую и резервную платы, так что одноименные выводы компонентов оказываются друг под другом (фиг. 1б). Из-за этого не уменьшается длина отрезков связанных линий, образованных одноименными трассами резервной и резервируемых цепей в области трассировки выводов, и не уменьшаются полезные взаимные влияния за счет электромагнитных связей между резервируемой и резервной одноименными трассами резервируемой и резервной плат. В итоге, помеховый импульс, длительность

которого меньше разности задержек четной и нечетной мод в структуре связанной линии, образованной парой проводников резервируемой и резервной цепей и опорными проводниками, выполненными в виде плоскости, подвергается разложению на импульсы меньшей амплитуды, а помеха на заданной частоте может значительно ослабляться за

5

счет резонансов. Достижимость технического результата продемонстрирована на примере распространения импульсной помехи с ЭДС 2 В и длительностями фронтов и плоской вершины по 100 пс в структуре связанных линий длиной 1 м (фиг. 2). Геометрические параметры проводников структуры:  $w=300$  мкм,  $t=65$  мкм. Толщина слоя диэлектрика  $h=510$  мкм, толщина подложки  $h_1=200$  мкм, относительная диэлектрическая проницаемость слоя диэлектрика  $\epsilon_{r2}=29$ , относительная диэлектрическая проницаемость подложки плат  $\epsilon_{r1}=5$ . Разность значений относительной диэлектрической проницаемости подложек плат и слоя диэлектрика влияет на разность погонных задержек нечетной и четной мод структуры ( $\Delta\tau$ ), которая для данной структуры составляет 6,5 нс/м (фиг. 3). Номинал всех резисторов выбран равным среднему геометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод связанной линии.

10

15

Импульсная помеха подавалась между резервируемой трассой (активный проводник) и опорным проводником, функцию резервной трассы выполнял пассивный проводник. Результаты квазистатического моделирования временного отклика на ближнем и дальнем концах резервируемой трассы показывают два импульса разложения с амплитудами 0,4 В (фиг. 4), что в 2,5 раза меньше уровня импульсной помехи (1 В) в начале линии. Разложение импульсной помехи на два импульса меньшей амплитуды (и как следствие уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям) обусловлено разностью задержек четной и нечетной мод структуры, образованной данным способом компоновки. В случае подачи импульсной помехи между пассивным и опорным проводниками, на дальнем конце активного проводника будет наблюдаться аналогичный временной отклик. Сравнение частотных откликов (фиг. 5) одиночной и связанной линий показывает наличие резонансных частот (спектральных составляющих с нулевой амплитудой), что позволяет значительное

20

25

30

ослабление спектральных составляющих вблизи этих частот. Таким образом, результаты моделирования показывают, что предложенный способ компоновки позволяет уменьшить восприимчивость резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшить уровень генерируемых кондуктивных эмиссий резервируемой цепью.

35

#### (57) Формула изобретения

Способ компоновки неформованных радиоэлектронных компонентов на печатных платах для цепей с резервированием, включающий взаимное расположение резервируемой и резервных цепей, компоновку и трассировку резервируемой и резервной плат, когда опорный проводник выполнен в виде отдельных слоев на резервируемой и резервной платах, резервируемая и резервная платы склеиваются слоем диэлектрика с относительной диэлектрической проницаемостью, большей, чем у диэлектрических подложек резервируемой и резервной плат, соответствующие друг другу трассы резервируемой и резервной цепей расположены параллельно и друг под другом в склеивающем слое диэлектрика, резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются на противоположных склеиваемым сторонах резервируемой и резервной печатных плат, отличающийся тем, что формовка выводов резервируемых компонентов выполняется в одном направлении относительно плоскости корпуса

40

45

компонента, а резервных - в обратном, а соответствующие друг другу резервируемые и резервные радиоэлектронные компоненты размещаются друг под другом.

5

10

15

20

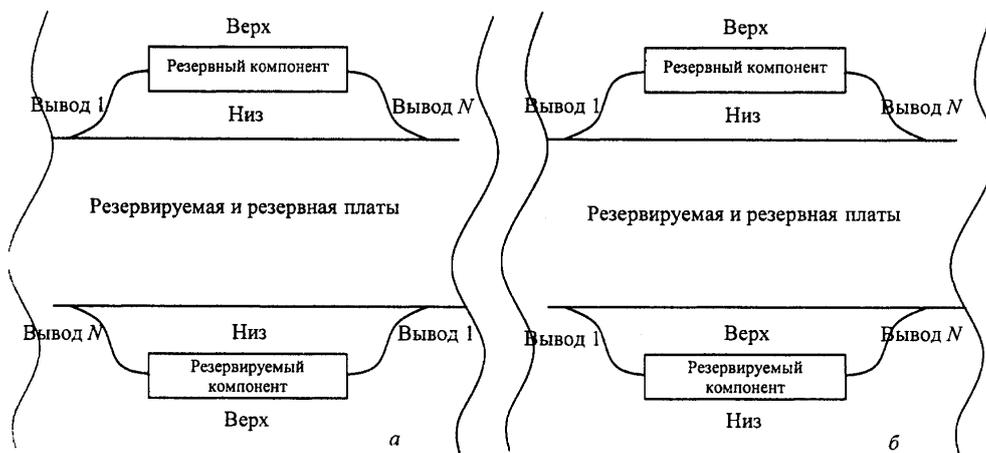
25

30

35

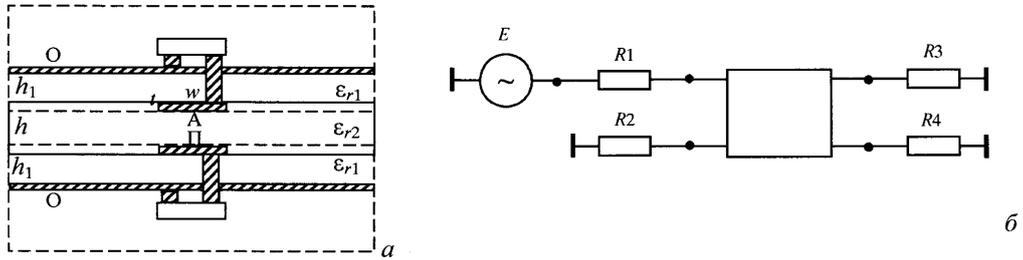
40

45



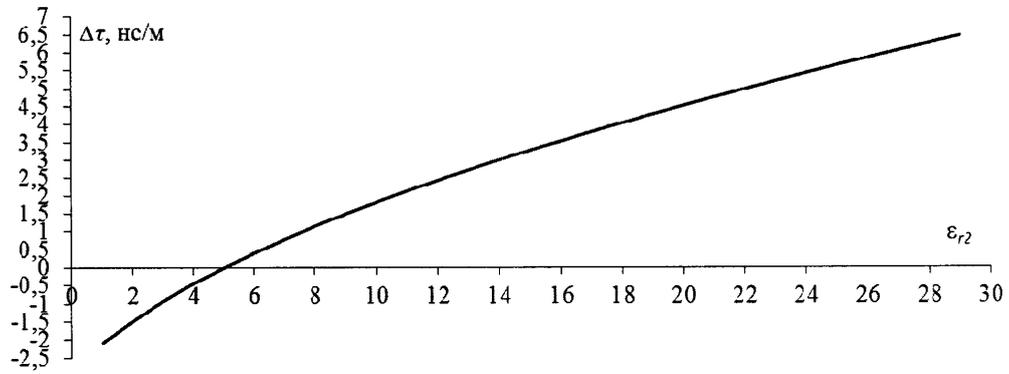
Фиг. 1

Схематичное изображение формовки корпусов радиоэлектронных компонентов и взаимного расположения выводов в прототипе (а) и предлагаемом способе (б)



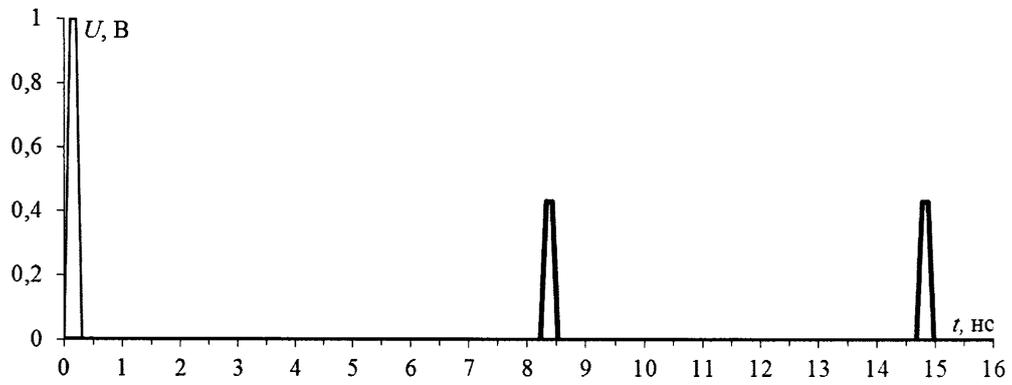
Фиг. 2

Поперечное сечение структуры, реализующей заявленный способ компоновки, где проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный (а). Принципиальная схема (б)



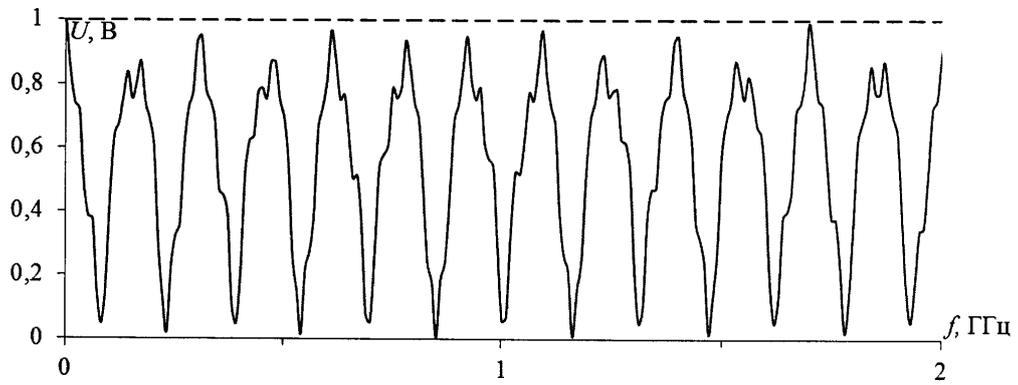
Фиг. 3

Зависимость разности погонных задержек четной и нечетной мод от относительной диэлектрической проницаемости слоя диэлектрика



Фиг. 4

Сигнал в начале (–) и конце (–) активного проводника структуры



Фиг. 5

Частотные отклики на гармоническое воздействие  
для одиночной линии (---) и рассматриваемой структуры (—)