



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 235** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) МПК⁷ **H 03 F 1/26, 3/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
 ФЕДЕРАЦИИ**

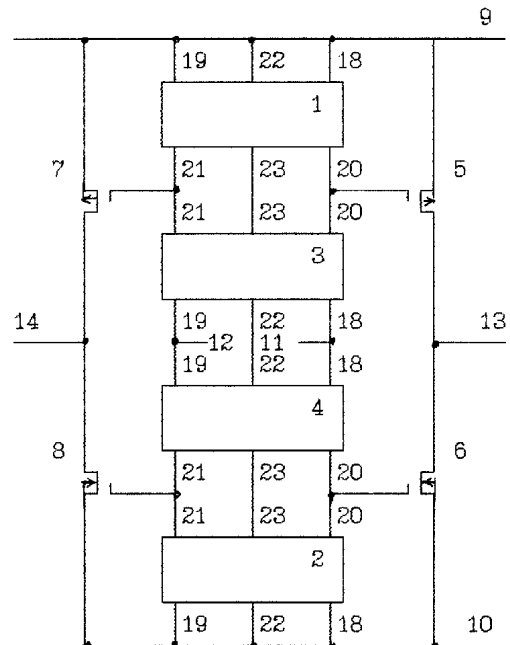
(21), (22) Заявка: 2000124614/09, 29.09.2000
 (24) Дата начала действия патента: 29.09.2000
 (46) Дата публикации: 10.01.2002
 (56) Ссылки: SU 1739476 A1, 07.06.1992. SU
 1631703 A2, 27.02.1991. US 4577160,
 18.03.1986. US 3852678, 03.12.1974. EP
 0765028 A2, 26.03.1997.

(71) Заявитель:
 Олексенко Виктор Викторович,
 Колесников Александр Порфирьевич
 (72) Изобретатель: Олексенко В.В.,
 Колесников А.П.
 (73) Патентообладатель:
 Олексенко Виктор Викторович,
 Колесников Александр Порфирьевич

(54) **МАЛОШУМЯЩИЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ТОКА ОЛЕКСЕНКО-КОЛЕСНИКОВА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электронике, измерительной технике, автоматике, в частности к малошумящим прецизионным усилителям тока в интегральном исполнении, и может использоваться в предварительных каскадах устройств линейного усиления тока. Малошумящий широкополосный усилитель тока содержит четыре токовых зеркала (ТЗ) 1-4, включенных последовательно между шинами положительного 9 и отрицательного 10 питания, и цепи выходных комплементарных транзисторов (Т) 5,6 и 7,8. Благодаря последовательному включению ТЗ 1-4 осуществлено активное подавление собственных шумов входного каскада на ТЗ 3 и 4 и одновременное формирование когерентных управляющих сигналов на управляющих электродах выходных Т 5,6 и 7,8. Технический результат: снижение входной емкости и собственных шумов усилителя тока. 1 з. п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

RU 2 178 235 C1

RU 2 178 235 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 235** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 03 F 1/26, 3/26**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

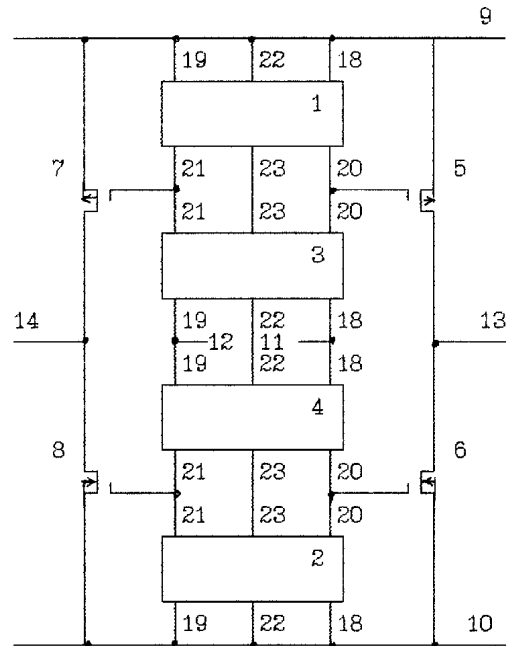
(21), (22) Application: 2000124614/09, 29.09.2000
 (24) Effective date for property rights: 29.09.2000
 (46) Date of publication: 10.01.2002

(71) Applicant:
 Oleksenko Viktor Viktorovich,
 Kolesnikov Aleksandr Porfir'evich
 (72) Inventor: Oleksenko V.V.,
 Kolesnikov A.P.
 (73) Proprietor:
 Oleksenko Viktor Viktorovich,
 Kolesnikov Aleksandr Porfir'evich

(54) **LOW-NOISE BROAD-BAND CURRENT AMPLIFIER**

(57) Abstract:

FIELD: electronics, measurement technology, automatic control; precision integrated-circuit current amplifiers; preamplifier stages of linear current-amplifying devices. SUBSTANCE: amplifier has four current mirrors 1-4 series-connected between positive and negative power buses 9 and 10, respectively, and circuits of output complementary transistors 5, 6 and 7, 8. Inherent noise of input stage is actively suppressed across current mirrors 3 and 4 and at the same time coherent control signals are shaped across control electrodes of output transistors 5,6 and 7, 8 due to series connection of current mirrors 1-4. EFFECT: reduced input capacitance and inherent noise of current amplifier. 2 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 178 235 C1

RU 2 178 235 C1

Изобретение относится к электронике, измерительной технике, автоматике, в частности к малошумящим прецизионным усилителям в интегральном исполнении, и может использоваться в предварительных каскадах устройств линейного усиления тока.

Известен способ синфазного подавления помех, создаваемых пульсациями источника питания, и реализующие его дифференциальные операционные усилители [М. Мэндл. "200 избранных схем электроники". - М. : Мир, 1980, с. 42-45].

Недостатком дифференциального входного каскада любого операционного усилителя является то, что при возникновении шумового сигнала в одном из транзисторов автоматически формируется когерентный упомянутому шуму сигнал, а на выходе дифференциального входного каскада появляется удвоенный и усиленный в K раз (K - величина коэффициента усиления транзисторов) управляющий сигнал. После усиления управляющего сигнала транзисторами выходного каскада операционного усилителя шумы усиливаются еще сильнее, что приводит к существенному ухудшению отношения "сигнал/помеха".

В связи с этим известные усилители тока, работающие в широком динамическом диапазоне и с низкой мощностью потребления [патент США 6014056, кл. Н 03 F 3/26, опубликован 11.01.2000; патент США 4893091, кл. Н 03 F 3/45, 3/30, опубликован 09.01.1990, фиг. 4] не обладают высокой точностью, поскольку имеют высокую входную емкость и достаточно высокие шумовые параметры, снижающие прецизионность высокочастотного усилителя тока.

Наиболее близким аналогом является усилитель тока [авт. св. СССР 1631703, кл. Н 03 F 3/26, опубликовано 28.02.1991], содержащий транзисторы входного и выходного каскадов, четыре отражателя тока на транзисторах ("отражатель тока", по-английски "current mirror", иначе именуется "токовое зеркало"), двухполюсный токозадающий элемент на резисторе, дополнительные транзисторы, шины источника питания и общую шину.

Включение отражателей тока (токовых зеркал) в схеме усилителя тока не позволяет обеспечить когерентность пульсаций тока в каждом из них. Кроме того, соединение некоторых транзисторов с общей шиной приводит к тому, что их шумовые характеристики также не когерентны, что еще больше ухудшает отношение "сигнал/помеха" ("сигнал/шум").

Задачей настоящего изобретения является создание малошумящего широкополосного прецизионного усилителя, основанного на реализации способа когерентной автокомпенсации собственных шумов, который позволяет снизить входную емкость и шумы усилителя тока.

Поставленная задача решается тем, что реализуется способ когерентной автокомпенсации собственных шумов усилителя тока, характеризующийся тем, что при появлении собственных шумов автоматически вырабатывается управляющий сигнал, когерентный собственному шуму, который после усиления вычитается из усиленного суммарного сигнала, содержащего полезный сигнал и шум.

Поставленная задача решается также тем, что малошумящий широкополосный усилитель тока содержит подключенные входными электродами к шинам положительного и отрицательного питания усилителя соответственно первое и второе токовые зеркала, причем второе токовое зеркало выполнено комплементарно к первому, и выходные комплементарные транзисторы, которые последовательно включены между шинами положительного и отрицательного питания усилителя, точки соединения выходных комплементарных транзисторов подключены к соответствующим выходам усилителя, причем между первым и вторым токовыми зеркалами последовательно включены третье и четвертое токовые зеркала, выполненные комплементарно соответственно к первому и второму токовым зеркалам, причем точки соединения соответствующих выходных электродов третьего и четвертого токовых зеркал подключены к соответствующим входам усилителя, а точки соединения соответствующих выходных электродов соответственно первого, третьего и второго, четвертого токовых зеркал подключены соответственно к управляющим электродам выходных комплементарных транзисторов, при этом каждое токовое зеркало содержит одинаковое количество входных и выходных электродов. Для решения поставленной задачи также токовое зеркало содержит опорный диод, включенный между опорным входным и опорным выходным электродами токового зеркала, и МОП транзисторы, каждый из которых включен между соответствующими входными и выходными электродами токового зеркала, затворы которых подключены к опорному выходному электроду токового зеркала.

На фиг. 1 показана блок-схема малошумящего широкополосного прецизионного усилителя тока. На фиг. 2. показан пример выполнения токового зеркала, используемого в таком усилителе. На фиг. 3, 4 показаны примеры выполнения малошумящего широкополосного прецизионного усилителя тока, выполненного на основе таких токовых зеркал.

Суть способа когерентной автокомпенсации собственных шумов состоит в том, что в устройстве управления последовательно включенными выходными транзисторами усилителя автоматически формируются когерентные собственным шумам управляющие сигналы, но в противофазе к упомянутому собственным шумам. В результате такого формирования сигналов управления на выходе последовательно включенных выходных транзисторов усилителя противофазные когерентные сигналы вычитаются и в нагрузку не поступают, что полностью эквивалентно снижению внутренних шумов усилителя в целом.

Указанный способ реализован в заявленном малошумящем широкополосном прецизионном усилителе тока, представленном на фиг. 1.

Усилитель содержит токовые зеркала 1-4, выходные транзисторы 5-8, шины положительного 9, отрицательного 10 напряжения питания, входы 11, 12, выходы 13, 14. Токовое зеркало 1 (фиг. 2) содержит,

например, опорный диод 15, транзисторы 16, 17, входные электроды 18, 19, выходные электроды 20, 21, опорный входной электрод 22, опорный выходной электрод 23. При этом в качестве диода может быть использован транзистор в диодном включении.

На фиг. 3 показан пример реализации малошумящего широкополосного прецизионного усилителя тока с одним выходом, выполненного на основе токовых зеркал 1-4, выполненных на МОП транзисторах 24-27, резисторах 28-35 и опорных диодах 36-39. В цепи выходных МОП транзисторов 5, 6 включены резисторы 40-43. Показана общая шина 44.

На фиг. 4 показан пример реализации малошумящего широкополосного прецизионного усилителя тока с двумя выходами, выполненного на основе токовых зеркал 1-4, которые в дополнение к перечисленным выше элементам содержат МОП транзисторы 45-48 и резисторы 49-56. В цепи выходных резисторов 7, 8 включены резисторы 57-60.

Работает усилитель следующим образом.

Входной сигнал поступает со входов 11 и 12 (фиг. 1, 4) на входы 18 и 19 токовых зеркал 3 и 4, через выходы 20 и 21 которых передается к управляющим электродам выходных комплементарных транзисторов 5, 6 и 7, 8. В итоге на нагрузке, которая подключена к выходам 13 и 14 (между точками соединения выходных транзисторов), образуется усиленный выходной сигнал.

Подавление собственного шума, который возникает в любом из активных элементов токовых зеркал 1-4, происходит следующим образом. Например, изменился потенциал на опорном диоде 36 (или диоде 39). Это приведет к синхронному изменению сигналов на выходах 20 и 21 токового зеркала 1 (2), что приведет к соответствующему изменению токов в последовательно включенных токовых зеркалах 2, 3 и 4 (1, 3 и 4). В итоге на управляющие электроды каждого выходного транзистора 5-8 поступают когерентные исходному шумовому сигналу управляющие сигналы. Поскольку приращения выходных токов выходных транзисторов 5, 6 и 7, 8 остаются после усиления равными между

собой, то на выходы 13 и 14 усилителя шумовой сигнал не попадает.

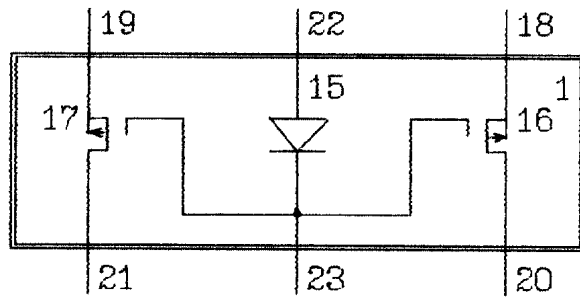
Применение способа когерентной автокомпенсации собственных шумов позволяет достичь решения поставленной задачи снижения входной емкости и шумов усилителя и тем самым повышения его прецизионности.

Формула изобретения:

1. Малошумящий широкополосный усилитель тока, содержащий подключенные входными электродами к шинам положительного и отрицательного питания усилителя соответственно первое и второе токовые зеркала, причем второе токовое зеркало выполнено комплементарно к первому, и выходные комплементарные транзисторы, которые последовательно включены между шинами положительного и отрицательного питания усилителя, точки соединения выходных комплементарных транзисторов подключены к соответствующим выходам усилителя, отличающийся тем, что между первым и вторым токовыми зеркалами последовательно включены третье и четвертое токовые зеркала, выполненные комплементарно к первому и второму токовым зеркалам соответственно, причем входной сигнал поступает со входов усилителя на входные электроды третьего и четвертого токовых зеркал, а точки соединения соответствующих выходных электродов первого, третьего и второго, четвертого токовых зеркал подключены соответственно к управляющим электродам выходных комплементарных транзисторов, при этом каждое токовое зеркало содержит одинаковое количество входных и выходных электродов.

2. Малошумящий широкополосный усилитель тока по п. 1, отличающийся тем, что токовое зеркало содержит опорный диод, включенный между опорным входным и опорным выходным электродами токового зеркала, и МОП транзисторы, каждый из которых включен между соответствующими входными и выходными электродами токового зеркала, затворы которых подключены к опорному выходному электроду токового зеркала.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

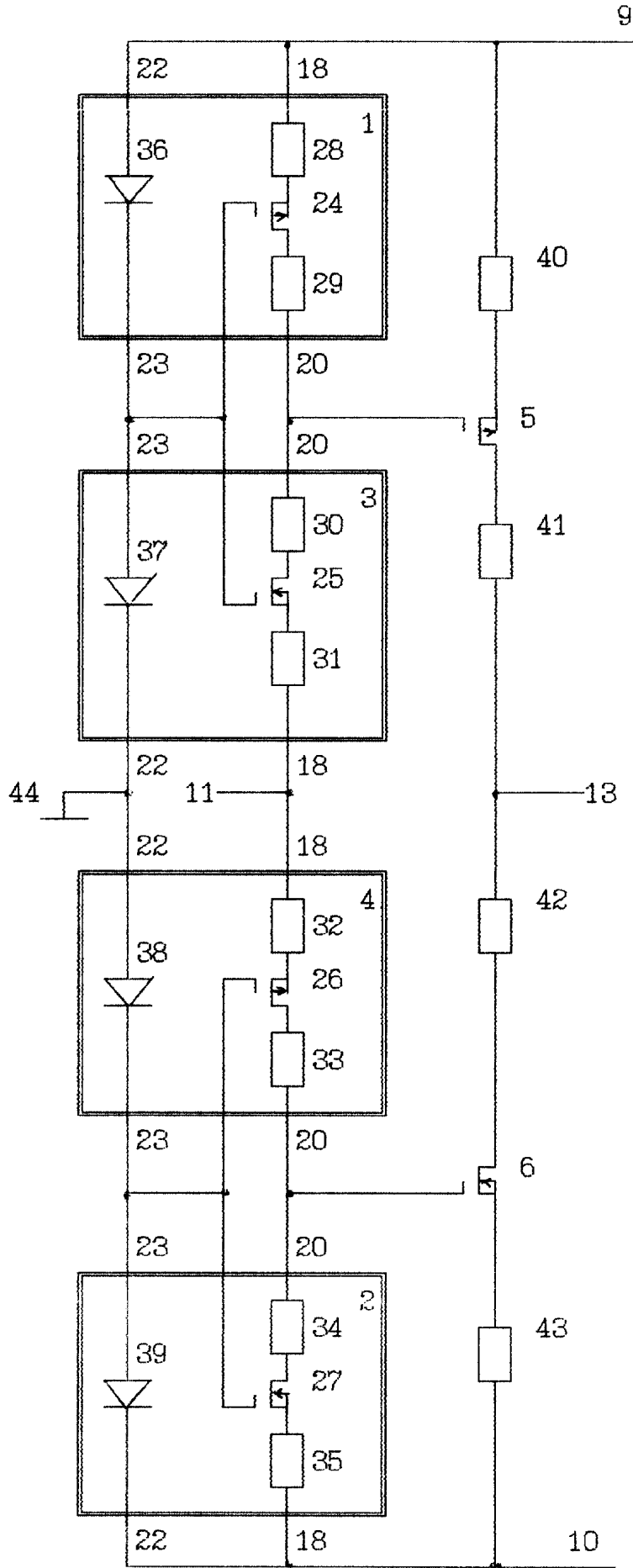


Фиг. 2

RU 2178235 C1

RU 2178235 C1

RU 2178235 C1

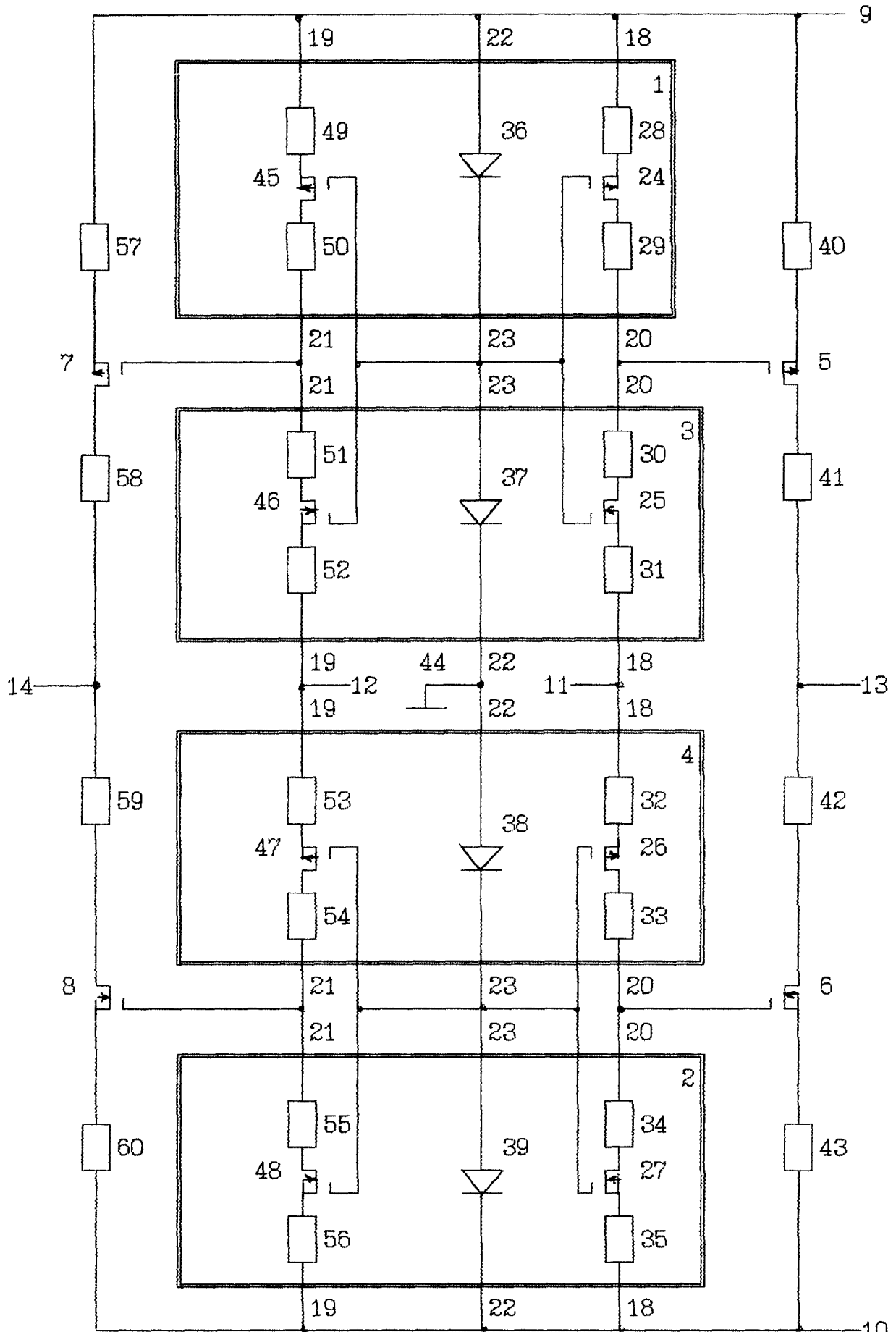


Фиг. 3

RU 2178235 C1

RU 2178235 C1

RU 2178235 C1



Фиг. 4