

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) ВУ (11) 1267

(13) С1

(51)<sup>5</sup> H01L 29/80

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

## (54) СПОСОБ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С УПРАВЛЯЮЩИМ Р-П ПЕРЕХОДОМ

(21) Номер заявки: 355-5036924  
(60) RU 5036924, 13.04.1992  
(24) 16.06.1994  
(46) 16.09.1996

(71) Заявитель: Минский научно-исследовательский приборостроительный институт (ВУ)  
(72) Авторы: Дворников О.В., Просандеев Д.Е., Володкевич А.А. (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Минский научно-исследовательский приборостроительный институт (ВУ)

(57)

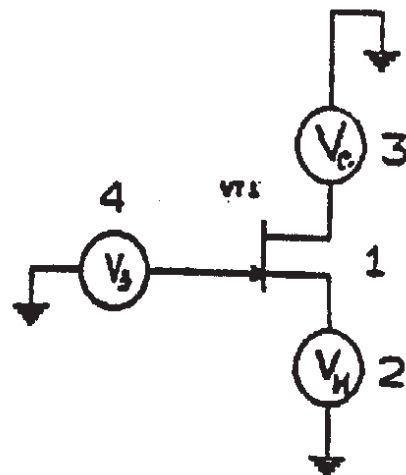
Способ включения полевого транзистора с управляющим р-п переходом, включающий подачу на затвор управляющего сигнала, приложение к стоку и истоку напряжений смещения, обеспечивающих работу полевого транзистора в линейной области вольт-амперной характеристики при смещении перехода затвор-сток в обратном направлении, отличающийся тем, что величину напряжения смещения, прилагаемую к истоку, выбирают из условия обеспечения смещения перехода затвор-исток в прямом направлении при удовлетворении соотношения абсолютных значений падений напряжения на переходах затвор-сток и затвор-исток условно:

$$\Delta U_{зи} = m\varphi_T \ln \left\{ \frac{\Delta U_{зи} + \frac{2}{3}\Delta U_{зс} \left(1 - \frac{\Delta U_{зс}}{2U_{отс}}\right)}{m\varphi_T} + \frac{1}{3} \right\},$$

где  $\Delta U_{зи}$ ,  $\Delta U_{зс}$  - падение напряжения на переходах затвор-исток, затвор-сток по абсолютной величине, В;

$U_{отс}$  - напряжение отсечки, В;

$m$  - безразмерный фактор, характеризующий отклонение вольт-амперных характеристик от идеальной;



Фиг. 1

$\varphi_T$  - температурный потенциал, В;  
(56)

1. Каталог фирмы Precision Mordithics Inc, Lincar IC, 1982, С. 5-90.
2. Патент США 4598253, МКИ H03F 3/45, 1986.

ВУ 1267 С1

Изобретение относится к способам включения полевых транзисторов с управляющим р-п переходом (ПТУП) и может использоваться как в аналоговых, так и цифровых интегральных схемах, преимущественно в каскадах с крайне малым входным током.

Известен способ включения ПТУП в дифференциальном усилителе, при котором на сток и исток подают соответствующее напряжение смещения, а на затвор подают входной сигнал и токовое смещение, причем величина токового смещения равна току затвора ПТУП, а направление - противоположно току затвора [1].

Данное техническое решение позволяет уменьшить входной ток ПТУП путем его компенсации.

Недостатком такого способа включения ПТУП является высокий уровень шумов и сложность практической реализации токового смещения затвора, равного по величине и противоположного по направлению току затвора ПТУП, требующей использования сложных технологических процессов.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является способ включения ПТУП, использованный в дифференциальном усилителе, при котором на сток и исток подают соответствующие напряжения смещения, на затвор подают входной сигнал, причем величины напряжения смещения, подаваемого на сток и исток, выбирают такими, чтобы ПТУП работал в линейной области вольт-амперных характеристик (ВАХ) [2], т.е. выполнялось условие  $U_{ис} < U_{отс}$ ,

где  $U_{ис}$  - напряжение между истоком и стоком;

$U_{отс}$  - напряжение отсечки.

Данное техническое решение обладает наилучшей совокупностью параметров: малыми шумами и низким входным током. Однако, оно имеет относительно высокий уровень входных токов при предельно низком уровне шумов.

Задачей настоящего изобретения является дальнейшее снижение входного тока ПТУП при сохранении низкого уровня шумов.

В способе включения полевого транзистора с управляющим р-п переходом, включающем подачу на затвор управляющего сигнала, приложение к стоку и истоку напряжений смещения, обеспечивающих работу полевого транзистора в линейной области вольт-амперной характеристики при смещении перехода затвор-сток в обратном направлении, согласно изобретению величину напряжения смещения, прилагасмую к истоку, выбирают из условия обеспечения смещения перехода затвор-исток в прямом направлении при удовлетворении соотношения абсолютных значений падений напряжения на переходах затвор-сток и затвор-исток условию:

$$\Delta U_{зи} = m\phi_T \ln \left\{ \frac{\Delta U_{зи} + \frac{2}{3}\Delta U_{зс} \left(1 - \frac{\Delta U_{зс}}{2U_{отс}}\right)}{m\phi_T} + \frac{1}{3} \right\},$$

где

$\Delta U_{зи}$ ,  $\Delta U_{зс}$  - падение напряжения на переходах затвор-исток, затвор-сток по абсолютной величине, В;

$U_{отс}$  - напряжение отсечки: В;

$m$  - безразмерный фактор, характеризующий отклонение вольтамперных характеристик от идеальной,  $0,5 < m < 2,5$ ;

$\phi_T$  - температурный потенциал, В.

Изобретение поясняется чертежами, на которых представлены схема включения ПТУП в соответствии с данным способом (рис.1) и типовая структура п-канального транзистора ПТУП (рис.2).

Способ включения предусматривает задание в ПТУП I истокового и стокового смещения через соответствующие источники питания 2 и 3 и соединение затвора ПТУП с источником 4 управляющего напряжения ( $U_3$ ).

Рассмотрим работу ПТУП, если используется п-канальный транзистор, сформированный на полупроводниковой подложке р-типа 5, с эпитаксиальным слоем п-типа 6, в котором при помощи разделительных областей р<sup>+</sup>-типа 7 сформирован электрически изолированный карман, а также сформированы области истока 8 и стока 9 п<sup>+</sup>-типа проводимости, затвора 10 р-типа проводимости. В диэлектрическом окисле 11, покрывающем поверхность прибора, вскрыты окна и сформированы выводы 12 ко всем указанным областям.

При подаче на ПТУП напряжения исток-сток таким образом, что потенциал стока более высокий, чем истока, по каналу ПТУП будет протекать ток по направлению от стока к истоку, который вызовет падение напряжения на канале. Считаем, что потенциал канала в точке с координатой  $X=0$  равен потенциалу затвора, тогда часть канала между  $0 \leq x \leq l_2$  (II) смещена напряжением затвор-сток в обратном направлении, а часть канала между  $-l_1 \leq x < 0$  (I) - в прямом направлении напряжением затвор-исток.

Прикладывая к переходу затвор-сток обратное напряжение  $\Delta U_{зс}$ , а к переходу затвор-исток - прямое напряжение  $\Delta U_{зи}$ , абсолютные значения которых соответствуют соотношению (I), можно добиться чтобы обратный ток через переход затвор-исток был одинаков по величине прямому току через переход затвор-исток. Но так как оба тока имеют противоположное направление, то ток затвора равен нулю.

Входящий в соотношение (I)  $m$  - фактор характеризует отклонение ВАХ от идеальной, связан с наличием центров захвата, примесей дислокаций и других нарушений, а также за-

висит от чистоты поверхности и степени ее защищенности от внешних дестабилизирующих факторов. Обычно  $1 < m < 2,4$ .

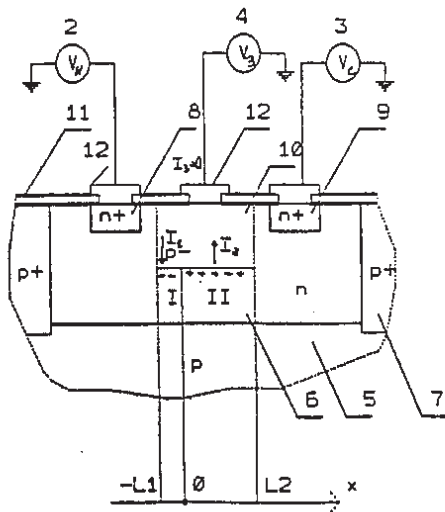
ПРИМЕР реализации предлагаемого способа.

Предлагаемый способ включения полевого транзистора с управляющим р-п переходом использован во входном дифференциальном каскаде (ДК) электрометрического усилителя. В качестве ПТУП использовались специально изготовленные для этих целей опытные образцы, в конструкции которых приняты меры по снижению токов утечки, обусловленных вторичными эффектами: сведены до минимума токи утечки за счет несовершенства пассивирующего покрытия поверхности кристалла, по

корпусу транзистора и т.д. В качестве ПТУП использованы также серийно выпускаемые транзисторы типа 2ПС104А.

Для обеспечения возможности регулирования величины напряжения на истоке и стоке ПТУП в цепь истока включен регулируемый источник тока, а в цепь стока - регулируемый стабилизатор напряжения. Дискретность регулировки составляла 1 мВ.

При использовании предлагаемого способа включения ПТУП в схеме ДК электрометрического усилителя ток затвора составляет менее  $1 \cdot 10^{-14}$  А, а при традиционном включении ПТУП  $-1 \cdot 10^{-11} - 1 \cdot 10^{-12}$  А.



Фиг. 2

Составитель Л.З. Униговская  
Редактор Т.А. Луцаковская  
Корректор Н.А. Федорчук