

Д. т. н. Л. Ф. ВИКУЛИНА, Е. Ф. ХРАМОВ

Украина, г. Одесса, Академия связи Украины
E-mail: fiz@usat.ukrtel.net

Дата поступления в редакцию
10.07 2001 г.
Оппонент д. т. н. В. А. МОКРИЦКИЙ

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ НА МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Исследовано влияние γ -излучения на параметры магнитоуправляемых микросхем и предложен схемный метод компенсации этого воздействия.

Изучение влияния радиации на параметры полупроводниковых микросхем представляет интерес как с точки зрения предсказания надежности их работы, так и с точки зрения направленного изменения параметров микросхем [1].

В данной работе исследуется влияние потока γ -квантов на параметры бесконтактного магнитоуправляемого переключателя, принцип действия которого описан в [2].

Блок-схема магнитоуправляемого переключателя, реализованного в промышленной микросхеме К1116КП, показана на **рис. 1**. Схема содержит датчик Холла (ДХ), дифференциальный усилитель на двух биполярных транзисторах, токозадающий транзистор (ТТ), триггер (ТГ) и выходной транзистор (ВТ). Переключатель работает следующим образом. В отсутствие внешнего магнитного поля выходное напряжение с ДХ $U_x=0$, напряжение на входе ТТ также равно нулю, он выключен, и ток через ВТ не протекает. Если к ДХ приблизить какой-либо внешний постоянный микромагнит, то усиленное с ДХ напряжение переключает ТТ, который, в свою очередь, переключает ВТ, и через него начинает протекать ток.

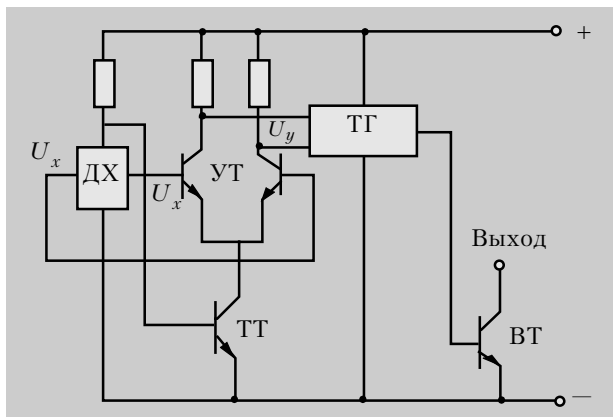


Рис. 1. Блок-схема магнитоуправляемой микросхемы с компенсацией уменьшения эдс Холла и h_{213} при радиационном воздействии

Действие γ -излучения, свободно проникающего через пластмассовый корпус микросхемы, проявляется в изменении эдс Холла и коэффициентов передачи тока транзисторов. Как известно [3, с. 58], под действием радиации в полупроводнике возникают различные дефекты, которые уменьшают подвижность носителей заряда μ и их время жизни τ . При постоянном напряжении источника питания U_0 эдс Холла определяется выражением

$$U_x = BU_0 a \mu / l, \quad (1)$$

где B – индукция магнитного поля;

a, l – ширина и длина датчика Холла [4, с. 209].

Таким образом, зависимость U_x от потока γ -квантов Φ должна повторять аналогичную зависимость $\mu(\Phi)$. На **рис. 2** показана экспериментальная зависимость $U_x(\Phi)$ для ДХ (размерами $0,5 \times 0,6$ мм) микросхемы, изготовленной из эпитаксиального n -кремния с удельным сопротивлением $\rho = 3$ Ом·см. Резкое уменьшение U_x начинается с потоков $\Phi = 10^{16}$ квант/см², что соответствует аналогичной экспериментальной зависимости $\mu(\Phi)$.

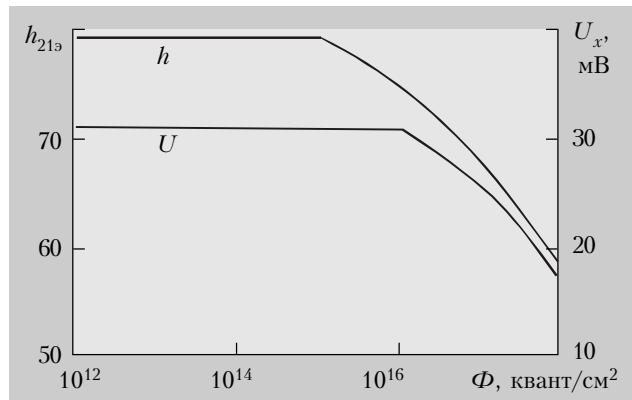


Рис. 2. Изменение эдс Холла и h_{213} транзисторов микросхемы при γ -облучении

Зависимость коэффициента передачи тока биполярного транзистора в схеме с общей базой от Φ можно оценить с помощью формулы [5, с. 110]

$$h_{216} \approx 1 - C / \mu \tau \quad (2)$$

или (для схемы с общим эмиттером)

$$h_{213} \approx \mu \tau / C, \quad (3)$$

где C – постоянная.

Поскольку в данном случае с ростом излучения уменьшаются μ , и τ , то $h_{21\beta}$ сильнее уменьшается с увеличением Φ , чем U_x .

На рис. 2 показана также зависимость $h_{21\beta}(\Phi)$ для входящих в кремниевую микросхему $n-p-n$ -транзисторов, изготавливаемых в едином технологическом процессе с ДХ. Одновременное уменьшение U_x и $h_{21\beta}$ приводит к уменьшению напряжения U_y на выходе дифференциального усилителя из двух транзисторов УТ, являющегося входным сигналом триггера.

Основным параметром магнитоуправляемого переключателя является $B_{п}$ — пороговое значение индукции внешнего магнитного поля, при котором происходит переключение тока. Уменьшение U_y с ростом Φ приводит к тому, что триггер переключается при больших магнитных полях, т. е. $B_{п}$ увеличивается.

Очевидно, что для стабилизации $B_{п}$ необходимо компенсировать уменьшение U_y с ростом Φ . С этой целью было использовано схемное решение, описанное в [6]. Поскольку

$$U_y = KU_x \approx h_{21\beta} U_x \quad (4)$$

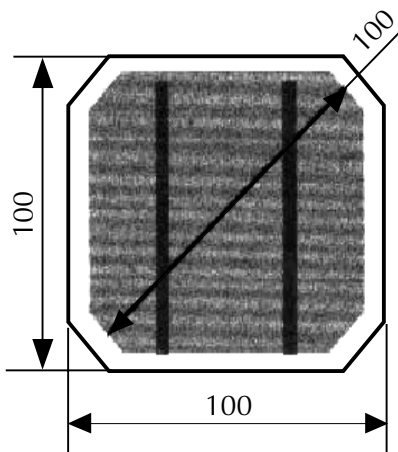
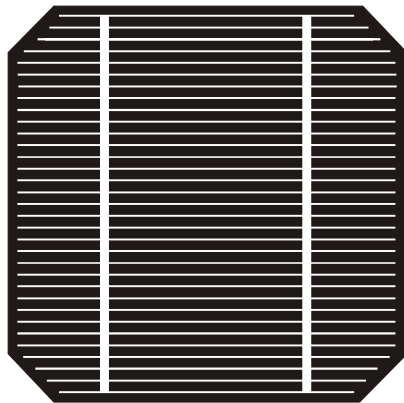
(здесь K — коэффициент усиления усилителя), то для постоянства U_y необходимо обеспечить рост $h_{21\beta}$. Это достигается следующим образом. При γ -облучении ДХ его сопротивление растет (за счет уменьшения μ), что приводит к росту падения напряжения на верхнем базовом электроде (рис. 1). Это напряжение подается на вход токозадающего транзистора ТТ, что увеличивает ток через него, а

значит, и ток УТ. Как известно, при малых токах $h_{21\beta}$ растет с увеличением I_3 [5, с. 83]. Таким образом, уменьшение U_x и $h_{21\beta}$ за счет γ -излучения компенсируется увеличением $h_{21\beta}$ за счет роста I_3 . Для увеличения диапазона изменения $h_{21\beta}$ при изменении I_3 можно в качестве ТТ использовать два транзистора (схема Дарлингтона).

Таким образом, уменьшение U_x и $h_{21\beta}$ за счет γ -излучения компенсируется увеличением $h_{21\beta}$ за счет роста тока транзисторов усилителя, что обеспечивает стабильность порога переключения микросхемы $B_{п}$ до потоков $\Phi=10^{18}$ квант/см².

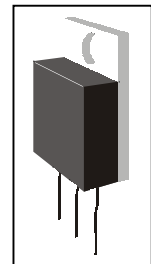
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Мокрицкий В. А., Завадский В. А. Влияние радиационной обработки на параметры интегральных преобразователей температуры // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2001. — № 1. — С. 25–27.
2. Викулина Л. Ф. Магнитоуправляемый переключатель // Там же. — 1999. — № 5–6. — С. 46–47.
3. Кулаков В. П., Ладыгин Е. А., Шаховцев В. И. и др. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники. — М.: Сов. радио, 1980.
4. Викулина Л. Ф., Глауберман М. А. Физика сенсоров температуры и магнитного поля. — Одесса: Маяк, 2000.
5. Викулин И. М., Стафеев В. И. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Радио и связь, 1990.
6. Викулина Л. Ф. Схемное решение термостабилизации выходного сигнала полупроводниковых датчиков // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 1998. — № 3–4. — С. 52–53.



**ОКБ "РУТА"
ОАО "Травитон"**

Украина, г. Черновцы



Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП)

Предназначен для преобразования солнечной энергии в электрическую.

Является основным элементом солнечных батарей, обеспечивающих электропитание радиоприемников, телевизоров, светильников, компьютеров и др.

Технические характеристики

Размеры, мм:	
площадь	100x100
диагональ	125
Рабочее напряжение, В	0,45—0,46
Рабочий ток, А	2,8—3,0
Напряжение холостого хода, В	0,57—0,6
КПД, %	12,5—13

☎ (03722) 6-18-65, 6-19-81