

ISBN 978-5-9500855-0-5



9 785950 085505

ХІІІ Российская конференция по физике полупроводников



**ХІІІ**  
Российская  
конференция  
по физике  
полупроводников

**ТЕЗИСЫ  
ДОКЛАДОВ**



## Разработка интегрального чувствительного элемента давления на основе биполярного тензотранзистора

Басов М.В

ФГУП ВНИИА им.Духова, 115304, Москва, ул. Луганская, 9

В связи с возрастающей потребностью в прецизионных первичных преобразователях для систем контроля и управления, предоставляющих данные о давлении в газе и жидкости, повышаются требования к параметрическим характеристикам, определяющим погрешности микроэлектромеханической системы (МЭМС). Разработан кристалл датчика давления (ДД), планарная часть которого спроектирована в виде соединений электрической схемы дифференциальный каскад, где чувствительными к механическим напряжениям являются как активные (тензотранзисторы  $n-p-n$  – типа), так и пассивные (тензорезисторы  $p$  – типа) элементы. Кристалл на основе тензодифференциального каскада (кристалл ТДК) благодаря увеличению тензочувствительности способен минимизировать погрешность ДД, уменьшить габаритные размеры и увеличить прочность кремниевой структуры относительно аналогов на кристалле с тензорезистивным мостом Уитстона (кристалл ТМ; рис. 1.а), основная модель которых является одной из наиболее распространенной с 1960-х годов.

Тензоэффект на биполярном транзисторе основан на двух принципах. При деформации кристаллической решетки кремния происходит сдвиг многодолинной энергетической зонной структуры, что приводит к анизотропии подвижности основных носителей заряда в базовой области и к тензоэффекту на сопротивлении базовой области транзистора. На основе полученных данных была создана математическая модель, состоящая из теоретического расчета относительно электронной составляющей и программного расчета в ANSYS относительно механической части. Разработана группа топологий для кристалла ТДК с электрической схемой, представленной на рис. 1.б. На полученных образцах были исследованы характеристики, определяющие принципы функционирования МЭМС. При геометрически равной квадратной мембранной части ( $S_{\text{мемб}} = 2.0 \times 2.0$  мм, один жесткий центр  $S_{\text{жц}} = 1.2 \times 1.2$  мм,  $W_{\text{мемб}} = 28$  мкм) выходная тензочувствительность кристалла ТДК превысила значения с кристалла ТМ в 2.2 раза, что составляет  $S = 0,66$  мВ/кПа/В. Проведена модернизация электрической составляющей кристалла ТДК с помощью программного обеспечения NI Multisim, приводящая к увеличению тензочувствительности  $S = 1,51$  мВ/кПа/В.

Смоделирован кристалл с более тензочувствительной дифференциальной схемой, содержащей в ветвях усилительный каскад с отрицательной обратной связью (кристалл ТДК с ТС; рис. 1.в), являющейся более термостабильной по отношению к кристаллу ТДК. Выходная тензочувствительность достигает показаний  $S = 4.76$  мВ/кПа/В.

[1] Бабичев Г.Г., Козловский С.И., Романов В.А., Шаран Н.Н. *Техническая физика*, **69**, 63 (1999).

[2] Филиппов А.Г., Ваганов В.И. *Электронная измерительная техника, Атомизат, Москва* (1978).

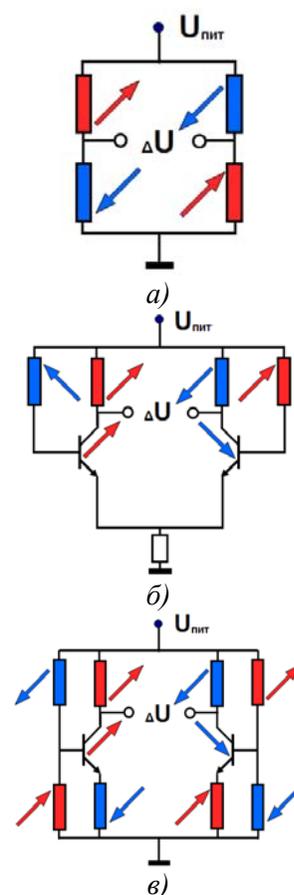


Рис.1. – тензоэлектрическая схема: а) моста Уитстона, б) дифференциального каскада, в) дифференциального каскада с отрицательной обратной связью.