

К. ф.-м. н. Я. Ю. ГУСЕЙНОВ

Азербайджан, Сумгаитский гос. университет

Дата поступления в редакцию

29.01 2001 г.

Оппоненты к. ф.-м. н. В. И. СИДОРОВ,  
к. т. н. С. А. ГОРЬЕВ

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

*Технология локального выращивания поли- и монокристаллических пленок кремния позволяет создавать интегральные преобразователи для дистанционных измерений.*

Широкое использование кремниевой микроэлектронной технологии для создания приборов с отрицательным сопротивлением (негатронов) создало условия для бурного прогресса в области разработки аппаратуры специального назначения.

После развития ламповой и схмотехнической негатроники [1, с. 146] были заложены конструктивно-технологические основы микроэлектронной негатроники третьего поколения негатронных приборов [2, с. 7]. Это стало возможным благодаря работам по технологии формирования локальных пленок поли- и монокристаллического кремния в процессе эпитаксиального наращивания кремниевых пленок  $n$ -типа проводимости на кремниевой подложке КДБ-10 [3].

Широко известны различные датчики физических, химических [4], магнитных [5], механических [6] и других величин. Если выходной сигнал с чувствительного элемента подать на схему негатрона с S-образной вольт-амперной характеристикой (ВАХ), то происходит генерация колебаний, что позволяет передавать измеряемый сигнал на расстояние.

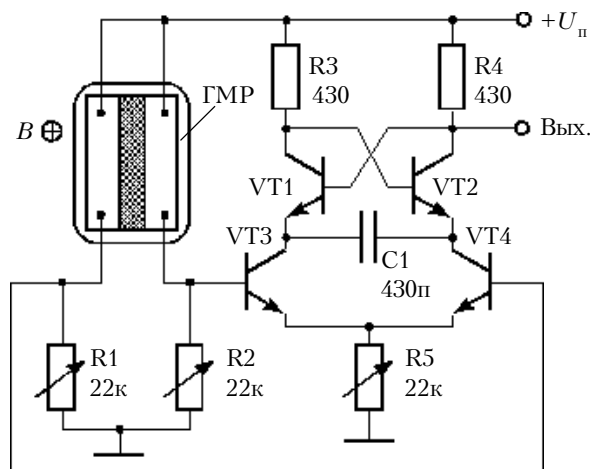


Рис. 1. Принципиальная схема датчика магнитного поля с частотным выходом на основе ГМР-элемента

На рис. 1 представлена схема разработанного датчика магнитного поля с частотным выходом на гальваномагниторекомбинационном (ГМР) эффекте. Сенсором служат два полупроводниковых резистора  $n$ -типа проводимости, изолированных обратным смещенным  $p-n$ -переходом и разделенных прослойкой из поликремния среднего уровня легирования, локально выращенной на подложке  $p$ -типа проводимости КДБ-10 согласно технологии [3]. Поверхностью с высокой скоростью поверхностной рекомбинации является граница раздела между моно- и поликристаллическими пленками. Принцип действия, физико-технологические и конструктивные особенности ГМР-элемента, а также их магнитоэлектрические параметры были подробно описаны в [7].

С целью расширения рабочего диапазона температур и повышения чувствительности ГМР-элемент может быть также изготовлен на основе висмутсодержащей пленки "индий — стибий", выращенной на полуизолирующей арсенидгаллиевой подложке [8], только в этом случае направление индукции магнитного поля должно быть направлено параллельно плоскости подложки, поскольку гранью с высокой скоростью поверхностной рекомбинации является граница раздела между пленкой и подложкой.

Совместно с резисторами R1 и R2 сенсор представляет собой электрический мост, одна диагональ которого подключена к источнику питания, а с другой диагонали напряжение разбаланса подается на базы транзисторов VT3 и VT4, на которых собран аналог негатрона. Между эмиттерами транзисторов VT1 и VT2, где наблюдается отрицательное дифференциальное сопротивление, включен частотозадающий элемент — конденсатор C1. При отсутствии магнитного поля мост балансируется резисторами R1 и R2. Под действием магнитного поля поток носителей заряда в ГМР-элементе отклоняется от прямолинейного пути. В одном из резисторов носители подходят ближе к поликремниевой пленке, где высока скорость поверхностной рекомбинации, а в другом — наоборот, к противоположной грани с  $p-n$ -переходом, где скорость поверхностной рекомбинации мала. Это приводит к изменению сопротивления, в результате чего происходит разбаланс моста. Базы транзисторов VT3 и VT4 изменяют свой потенциал, меняется ВАХ аналога негатрона и, как следствие, генерируемая частота.

Разработан также датчик дыма с частотным выходом, схема которого приведена на рис. 2. Сенсор датчика создан на основе поликремниевой пленки крестообразной формы с четырьмя контактами, выращенной так же, как и в случае ГМР-элемента, в едином эпитаксиальном процессе с монокристалли-

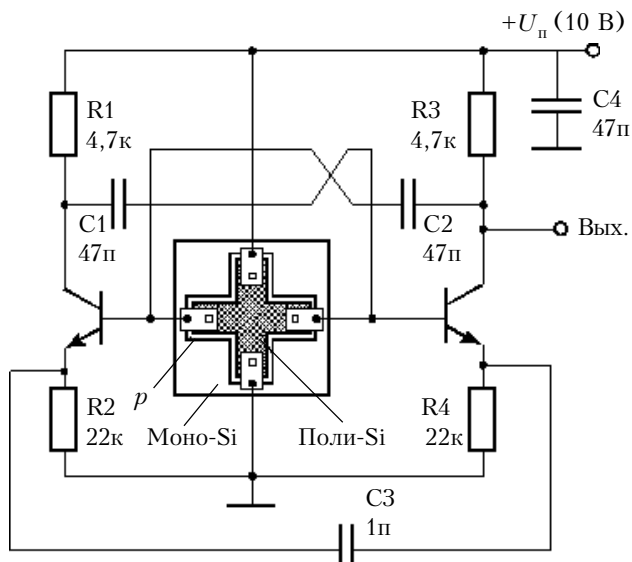


Рис. 2. Принципиальная схема датчика дыма с частотным выходом на поликремниевой пленке

ческими пленками кремния *n*-типа проводимости на подложке *p*-типа проводимости по технологии, описанной в [3]. Размах плеч — 400 и 200 мкм при ширине 40 мкм. Сенсор включен в генератор на аналоге негатрона с перекрестными коллекторно-базовыми связями между транзисторами через конденсаторы.

При пропускании вдоль длинного плеча сенсора постоянного тока воздействие дыма ведет к появлению между выводами короткого плеча разности

потенциалов, достигающей нескольких сот милливольт. Кратковременное воздействие дыма при горении ваты приводило к увеличению частоты от 39 до 43 кГц.

Таким образом, технология локального выращивания поли- и монокристаллических пленок кремния позволяет создавать интегральные преобразователи для дистанционных измерений различных величин.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Серьезнов А. Н., Гаряинов С. А., Касимов Ф. Д. и др. Негатроника. — Новосибирск: Наука, 1995.
2. Касимов Ф. Д., Агаев Ф. Г., Филинчук Н. А. Физико-технические и схемотехнические особенности проектирования кремниевых микроэлектронных преобразователей на основе негатронов. — Баку: ЭЛМ, 1999.
3. Abdullajev A. G., Kasimov F. D. The simultaneous growths of mono- and polycrystalline silicon films // Thin Solid Films. — 1984. — Vol. 115, N 3. — P. 237–243.
4. Чаплыгин Ю. А. Микроэлектронные датчики физических и физико-химических величин // В сб.: Разработка и исследование микроэлектронных кремниевых датчиков и элементов памяти СБИС ДОЗУ. — М.: МИЭТ, 1994. — С. 5–13.
5. Галушков А. И., Чаплыгин Ю. А. Интегральные магниточувствительные микросистемы // Изв. вузов. Электроника. — 2000. — № 4–5. — С. 124–127.
6. Панкратов О. В., Брехов Р. С., Погалов А. И. Разработка и исследование интегральных пьезорезистивных акселерометров // Там же. — 1997. — № 1. — С. 57–61.
7. Касимов Ф. Д., Гусейнов Я. Ю. Кремниевый интегральный гальваномагниторекомбинационный элемент // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2000. — № 5–6. — С. 16–18.
8. Kasimov F. D., Huseinov Ya.Yu. Integral galvanomagnetic recombination element based on heteroepitaxial bismuth-containing InSb films // Functional Materials (Kharkiv, Institute for single crystals). — 1999. — Vol. 6, N 5. — P. 934–938.

### Редакция журнала

#### "Технология и конструирование в электронной аппаратуре"

просит Вас поинтересоваться, подписана ли Ваша организация на журнал "ТКЭА" на 2002 год (индекс в подписных каталогах — 71141, периодичность — 6 номеров). Подписку можно оформить и непосредственно через редакцию. Для этого соответствующую сумму (цена одного номера — 15 грн.) необходимо перевести в адрес редакции **по почте** (Украина, 65028, Одесса, ул. Б. Хмельницкого, 59) или **на указанный расчетный счет**.

#### Реквизиты для перечисления на счет

✓ **в гривнах:**

**Получатель** ДП "Нептун-Технология", ОКПО 24543343. **Банк получателя:** Отд. № 6 "Ильичевское" ЦО ПИБ в г. Одессе, МФО 328135, р/с 26002301535969. **Назначение платежа:** за подписку на журнал "ТКЭА".

✓ **в российских рублях:**

**Получатель:** Проминвестбанк Украины. **Корсчет:** корсчет типа К № 30122810400000000284. **Банк получателя:** ИНН 7707083893 Сбербанк России, г. Москва, БИК 044525225, корсчет № 30101810400000000225 в ОПЕРУ Московского ГТУ Банка России. **Назначение платежа:** для ДП "Нептун-Технология", ОКПО 24543343, р/с 6002301535969, код 810 в отд. № 6 "Ильичевское" ЦО ПИБ в г. Одессе, МФО 328135, за подписку на журнал "ТКЭА".