

ВИСОКОЧУВСТВИТЕЛЕН ОРТОГОНАЛЕН МАГНИТОРАНЗИСТОР С МОДУЛАЦИЯ НА ИНЖЕКЦИОННИЯ ПОТЕНЦИАЛ

н. с. I ст. Петранка Иванова Николова

Институт по управление и системни изследвания - БАН, София

ABSTRACT:

A dual-base orthogonally activated differential magnetotransistor has been studied experimentally in a new mode of operation with floating collectors. The high transducing efficiency of magnetotransistors of this class has been successfully combined with the following advantages provided for by the novel mode of operation:

- no external biasing of the collector junctions is necessary;
- low resistance output with high noise immunity;
- high thermal stability of the offset, etc.

ВЪВЕДЕНИЕ

Бързото развитие на сензорната електроника понастоящем способства за усъвършенстването на прилаганите в практиката първични преобразуватели на информация и откриване на нови принципи на действие. Все по-широко приложение в промишлеността и бита намират сензорите за магнитно поле [1], а изработването им върху Si, материал доказал своите уникални предимства в микроелектрониката, дава възможност за създаване на интелигентни сензорни системи върху един чип. При съвместяването на микромагнитосензорите и интегралната схема за обработка на получения от тях полезен сигнал възникват някои технологични и конструктивни проблеми [2]. Напълно технологично съвместим с интегралните CMOS IC е планарния диференциален p+ - n - p+ магнитотранзистор (МТ) с два базови контакта и ортогонална активизация. Високата му чувствителност [3] се дължи на допълнително създадено в базовата област електрическо поле Е_{B1B2}. Тя се съчетава с предимствата при включването му в новия режим на работа, предизвикващ магнитна модулация на колекторните инжекционни потенциали [4].

ОБРАЗЦИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

На фиг.1 схематично е представен изследвания магнитотранзистор с емитер E, два базови контакта B₁ и B₂ и колектори C₁ и C₂.

Технологичната му реализация е осъществена чрез стандартна CMOS технология върху p - Si пластини ($ND \approx 10^{15} \text{ cm}^{-3}$). Примесната концентрация на силно легиранието p+ и p+ области е $\approx 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, а

дълбочината им около $0,7 \mu\text{m}$. Размерите на правоъгълните базови контакти са $50 \times 150 \mu\text{m}^2$, а симетрично разположените спрямо $E(15 \times 15 \mu\text{m}^2)$ колектори са $30 \times 150 \mu\text{m}^2$. Измерванията са извършени върху структури с различни разстояния между C_1 и C_2 ($W_1=50 \mu\text{m}$ и $W_2=100 \mu\text{m}$). Чиповете са монтирани в немагнитни корпуси.

При схемата на включване на MT (фиг.1) се използват два генератора на ток. Първият поляризира емитерния преход в права посока и поддържа постоянен тока $I_{EB1} = \text{const}$, а чрез втория между контактите B_1 и B_2 се пропуска ток $I_{B1B2} = \text{const}$. Посоката на електрическото поле E_{B1B2} е избрана така, че да ускорява инжектираните в базата неосновни носители към B_1 . Ортогонално на повърхността на структурата се прилага магнитно поле с индукция $-1,5T \leq B \leq +1,5T$, създадено от електромагнит от тип на Вайс (с водно охлаждане). Изходният сигнал $\Delta I_{C1,2}$ се измерва между непосредствено свързаните "плаващи" колектори, което и представлява новия режим на работа на този клас MT. Както в [3] отсъства външен източник, поляризиращ в обратна посока колекторните преходи.

В соленоид, поставен в термостат, генериращ магнитно поле в диапазона $-0,05T \leq B \leq +0,05T$, са извършени измервания за определяне на температурния коефициент на магниточувствителността.

В съответствие с теоретичните очаквания, зависимостта на информационния сигнал $\Delta I_{C1,2}$ от магнитното поле се оказа линейна и полярна. На фиг.2 са показани функционалните зависимости $\Delta I_{C1,2}$ (B) при различни емитерни токове $I_{EB1} = 0,5; 1; 2$ и 3 mA за два междубазови тока $I_{B1B2} = 4$ и 8 mA .

На фиг.3 са представени зависимостите на абсолютната токова магниточувствителност $S_A(I)$ от I_{EB1} при различни междубазови токове. Проведените измервания върху структури с по-голямо междуколекторно разстояние $W_2 = 100 \mu\text{m}$ показват спадане на $S_A(I)$ наполовина, определящо важността на топологичната реализация на MT. Наблюдаваният температурен коефициент на магниточувствителността в диапазона $20^\circ\text{C} \leq T \leq 100^\circ\text{C}$, $T.C. = 0,38\% /^\circ\text{C}$ не се различава съществено от този, с включване на MT в стандартен режим.

ДИСКУСИЯ

Анализът на експерименталните резултати показва, че новият принцип на действие на MT с модулация на инжекционните потенциали на колекторите е приложим и при приборите с ортогонално активизиране. Токът от основни носители проптича между B_1 и B_2 и този от неосновни, инжектирани от емитера, създават в базовата област между C_1 и C_2 токов "шнур", който се управлява от магнитно поле, ориентирано перпендикулярно към повърхността на MT [5,6]. Това води до полярна и симетрична промяна на двете колекторни инжекционни напрежения. При окъсяване между "плаващите" C_1 и C_2 проптича

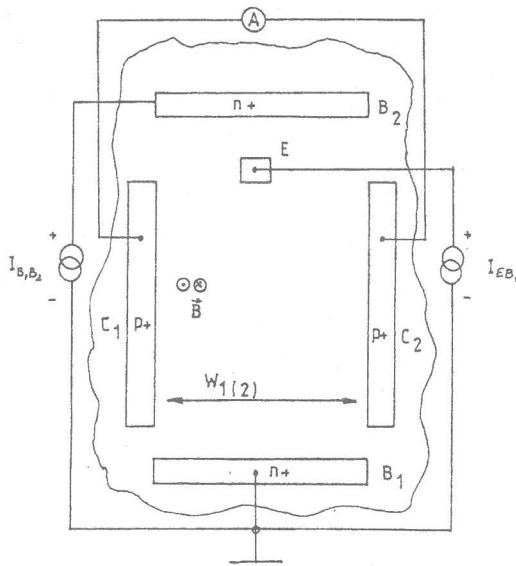
изравняващ ток $\Delta I_{C1,2}$. С увеличаване на стойността на магнитната индукция "шнурът" се отмества все повече към единния колектор и изходният ток расте линейно (фиг.2). С нарастване на допълнителното електрично поле в базовата област ($I_{V1V2} = 8 \text{ mA}$) (фиг.2) нараства дрейфовата скорост на дупките в шнура и от там чрез Лоренцовата сила и инжекционния потенциал расте изходният ток. При постоянен междубазов ток с увеличаването на I_{EB1} преобразувателната ефективност нараства и достига максимум, дължащ се на зависимостта $\alpha(I_{EB1})$ (фиг.3). Семейството криви $S_A(I_{EB1})$ при различни $I_{V1V2} = \text{const}$ дава възможност за оптимизация на работния режим за практическо използване на този клас МТ чрез избор на подходящи токове. Експерименталните изследвания и анализи убеждават, че новия подход към работата на МТ, с модулация на колекторните инжекционни потенциали, доказва своите предимства (отсъствие на колекторно захранване, линеен, нискоомен-шумоустойчив изход в широк магнитен диапазон) и своята приложимост при този клас високочувствителни преобразуватели.

Експериментите са проведени в Лабораторията по сензори и интелигентни сензорни системи на ИУСИ - БАН и са финансиирани от фонд "Научни изследвания" при МОНТ.

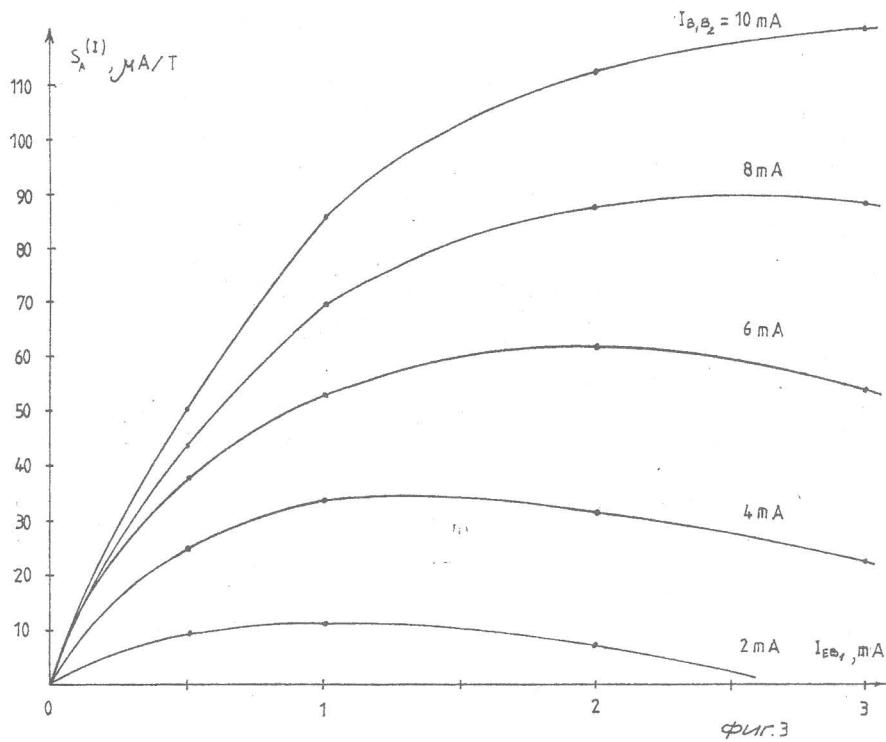
Изказвам благодарност на проф. д.т.н. Чавдар Руменин за интересните и ползотворни дискусии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Roumenin, Ch. S., Solid State Sensors, ELSEVIER, Amsterdam, 1994.
2. Georgiev, N., Compt. redus de l'Acad. Bulg. Sci. 46(11), 1993, p.45-47.
3. Roumenin, Ch. S., S. Phys. Semicond., 20(8), 1986, p. 887-888.
4. Takov, T., Ch. Roumenin, Tz. Tzeneva, P. Nikolova, D. Doychev, B. Sokolov, Compt. redus de l'Acad. Bulg. Sci. 49(12), 1996, под печат.
5. Roumenin, Ch. S., Sensors and Actuators A, 24, 1990, p. 83-105.
6. Руменин, Ч., Годишник на висшите учебни заведения, том 25, кн. 1, 1988, стр. 221-231.



ФИГ. 1



ФИГ. 3

