В.В. Амеличев, А.И. Галушков, С.А. Поломошнов
V.V. Amelichev, A.I. Galushkov, S.A. Polomoshnov

ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМА САМОКОМПЕНСАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЯЧЕЙКИ ИНТЕГРАЛЬНОГО МАТРИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

THE RESEARCH OF THE MODE OF AUTOCOMPENSATION OF SENSITIVITY TEMPERATURE DEPEDENCE OF THE INTEGRATED MATRIC MAGNETIC SENSOR CELL

Москва, ГУ НПК ТЦ МИЭТ
Moscow, State Research Center of Russia Federation SMC "Technological Center" MIET

The method of achievement the mode of autocompensation of sensitivity temperature dependence of the integrated matric magnetic sensor cell is presented. The research results demonstrate the possibility of eliminate temperature dependence of sensitivity for bipolar magnetotransistor sensors without using additional circuits.

Для контроля распределенных магнитных полей, используемых в методах магнитной интроскопии, применяют интегральные матричные преобразователи магнитного поля. Подобные преобразователи были разработаны и изготовлены ГУ НПК ТЦ МИЭТ. В качестве элементарной ячейки в данных матричных преобразователях использовались биполярный магниточувствительный транзистор (БМТ) или два БМТ, оси чувствительности которых перпендикулярны друг другу. Данные магниточувствительные элементы были изготовлены по технологии совместимой с технологией КМОП ИС. Преимущества БМТ над другими подобными преобразователями магнитного поля заключаются в высокой магниточувствительности и избирательной способности, малой потребляемой мощности. К достоинствам БМТ, с точки зрения планарной технологии, следует отнести возможность регистрировать компоненты вектора магнитного поля, параллельные поверхности кристалла. Как и другие типы интегральных кремниевых датчиков, указанные первичные преобразователи магнитного поля обладают характерными недостатками, ограничивающими диапазон их использования. Наиболее существенные ограничения связаны с зависимостью параметров датчиков, например, магниточувствительности, от температуры, с наличием начального разбаланса выходного сигнала.

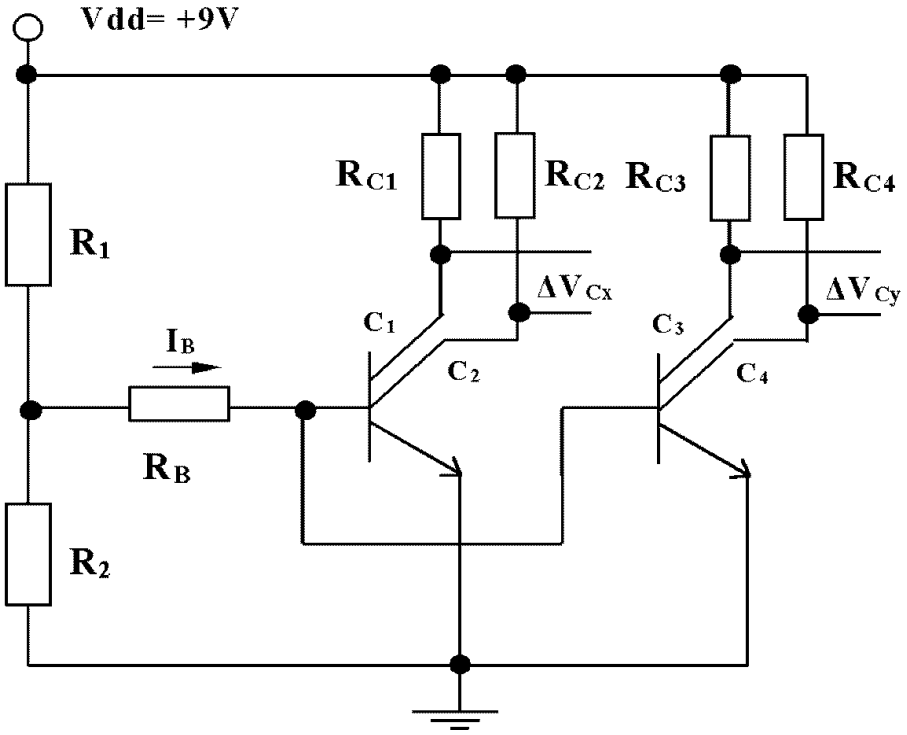

Fig. 1. Cell testing schematic circuit.

@2002, электронная версия подготовлена ЗАО АВТЭКС Санкт-Петербург, http://www.autex.spb.ru

В предыдущих поисковых работах нами был теоретически рассчитан и экспериментально подтвержден режим самокомпенсации температурного изменения абсолютной магниточувствительности БМТ. В данной работе представлены результаты исследования экспериментальных образцов, связанные с поиском режима самокомпенсации температурного изменения чувствительности ячейки матричного датчика магнитного поля на основе двух БМТ (МЧЯ).

Электрическая схема включения одного из двух БМТ аналогична мостовой схеме включения дифференциальной пары биполярных *n-p-n*-транзисторов. Каждый из этих биполярных *n-p-n*-транзисторов включен по схеме с общим эмиттером. При этом режимы работы БМТ определяются током базы I_B, протекающим через сопротивление R_B (fig. 1). Снятие сигнала с четырех коллекторов происходит одновременно. Схема включения МЧЯ показана на рисунке 1 (fig. 1).

Для оценки абсолютной магниточувствительности на специализированном измерительном стенде задавалось магнитное поле до ±180 мТл. Исследования проводились в диапазоне температур от 0 до +60 ˚С. В ходе данной работы были измерены экспериментальные зависимости абсолютной магниточувствительности для двух БМТ (S_A) от I_B при разных значениях температуры (fig. 2).На основании данной зависимости было найдено значение производной $\frac{\partial I_B}{\partial T}$ при S_A=1,0-1,1 В/Тл. При разных режимах работы БМТ различно температурное изменение S_A. На рисунке 3 (fig. 3) показана зависимость температурного коэффициента чувствительности *TC* S_A одного БМТ от начального тока базы I_{B0}. Начальный ток базы I_{B0} соответствует значению I_B при температуре 20 ˚С и определяется отношением сопротивлений резисторов R_1 и R_2 (fig. 1) при указанной температуре.

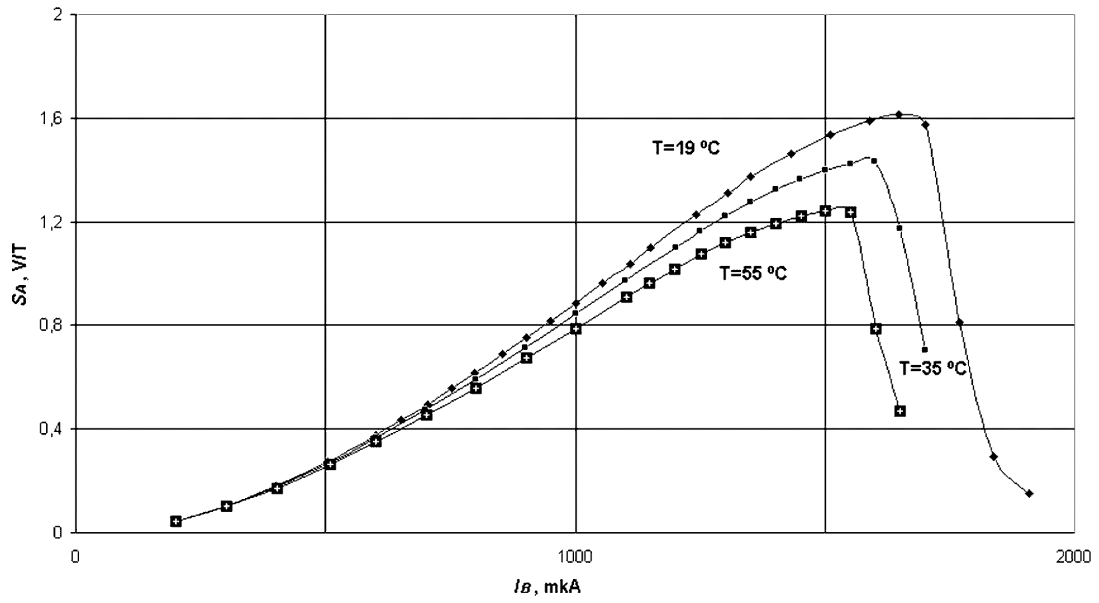

Fig. 2. Dependence of S_A on I_B for magnetic sensor cell at different values of temperature, R_B=1.2 kOm.

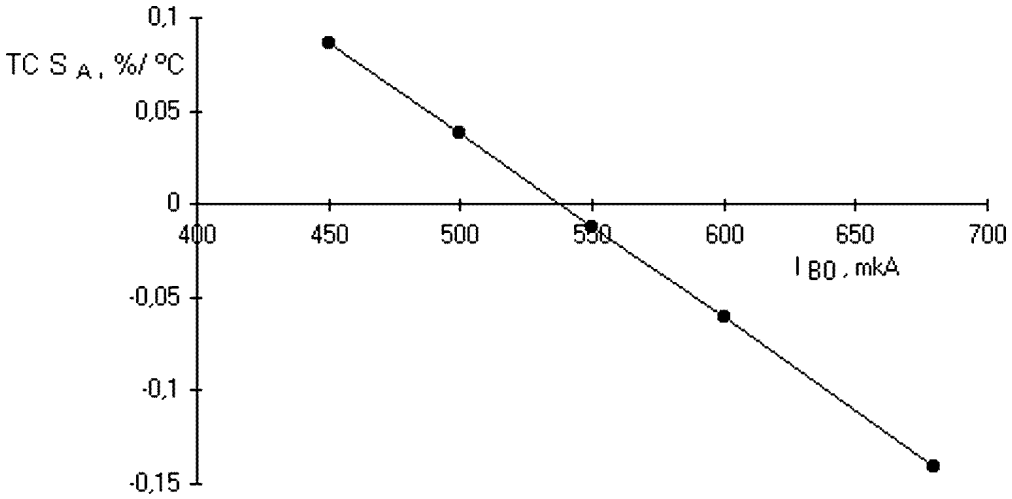

Fig. 3. Dependence of temperature coefficient of S_A on I_{B0} for bipolar magnetotransistor, R_B=1.2 kOm.

На основании результатов исследования, представленных на рисунке 3, был сделан вывод о возможность достижения режима самокомпенсации температурного изменения абсолютной магниточувствительности в диапазоне температур от 0 до +60 ˚С. Полученные экспериментальные данные позволили определить производные S_A и I_B по температуре. Эти величины связаны между собой прямой пропорциональностью. Коэффициент пропорциональности зависит от сопротивления резистора в базовой цепи R_B. Следует отметить, что при использовании МЧЯ влияние сопротивления R_B существенно возрастает по сравнению с ранее опубликованными результатами исследования одного БМТ. На рисунке 4 (fig. 4) показана экспериментальная зависимость $\frac{\partial S_A}{\partial T}$ от R_B, которая имеет существенно нелинейный характер. Данная зависимость построена при одном значении I_{B0}=840 мкА. На основании полученной зависимости с целью повышения абсолютной магниточувсвительности в режиме самокомпенсации МЧЯ значение R_B было выбрано равным 250 Ом.

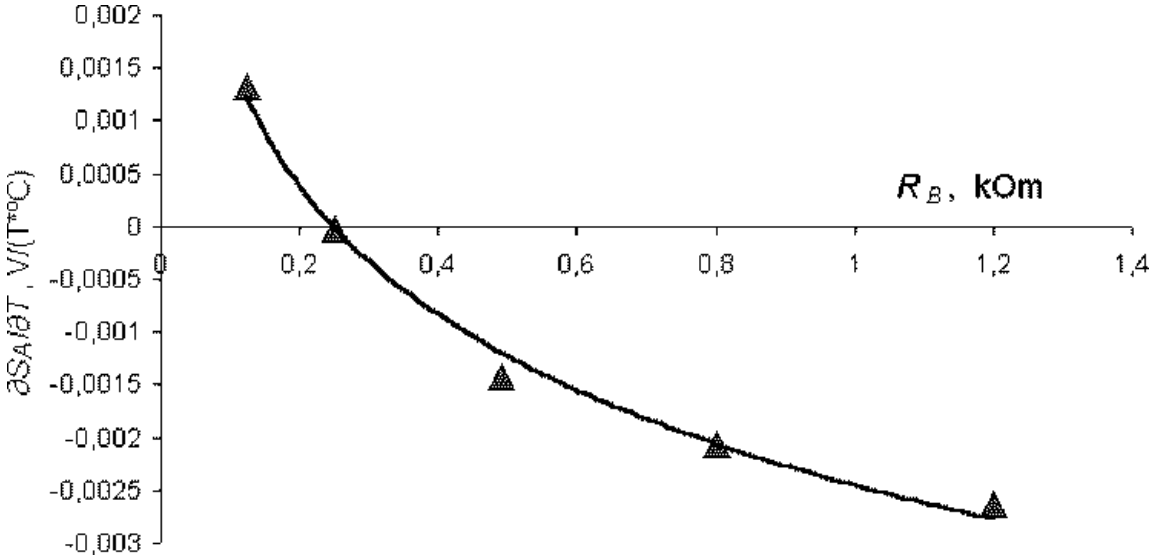

Fig. 4. Derivative $\frac{\partial S_A}{\partial T}$ as function of the resistance R_B at I_B=840 mkA.

В результате проведенной работы был экспериментально получен режим самокомпенсации температурного изменения чувствительности МЧЯ без использования дополнительных корректирующих схем. Исследовано влияние параметров резисторов, входящих в схему включения, на величины S_A и $\frac{\partial S_A}{\partial T}$.