

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (ДАТЧИКИ)

УДК 621. 317.4+621.382.61

И. А. ПЕТРУШКО, А. П. ЩЕЛКИН
(Ленинград)

МИНИАТЮРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ХОЛЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОПОГРАФИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Одна из задач магнитных измерений заключается в определении топографии магнитного поля. Помимо обычных требований, предъявляемых к любому магнитометрическому преобразователю (высокая чувствительность, малая основная и дополнительная погрешности), в данном случае необходим преобразователь минимальных размеров. Для этих целей наиболее часто используются гальваномагнитные преобразователи и в особенности преобразователи Холла, наилучшим образом отвечающие предъявленным требованиям. Современные промышленные преобразователи Холла имеют линейные размеры, не превышающие нескольких десятых долей миллиметра. Так, например, объем активной пластины кристаллических преобразователей Холла типа Х210 и Х510 может быть равен $0,85 \times 0,55 \times 0,2$ мм³. Дальнейшее снижение геометрических размеров обычных кристаллических преобразователей, изготавливаемых из полупроводниковых слитков, полученных путем отливки или вытягивания из расплава, связано с рядом технологических трудностей.

Наименьшими размерами обладают пленочные преобразователи. В работах Д. Д. Рошона [1, 2] описаны пленочные преобразователи Холла размером $0,05 \times 0,05$ мм² и $0,01 \times 0,01$ мм², изготовленные путем напыления висмута на стеклянную подложку. Толщина пленочных преобразователей также очень мала и обычно составляет тысячные или сотые доли миллиметра.

Вместе с тем пленочные преобразователи Холла до настоящего времени не нашли широкого распространения. Это объясняется двумя причинами. Первая состоит в сложности технологического процесса и оборудования, используемого для изготовления тонких пленок. Вторая кроется в более высокой временной и температурной нестабильности пленочных преобразователей Холла по сравнению с кристаллическими [3]. Особо следует отметить значительный временной и температурный дрейф нулевого сигнала пленочных преобразователей Холла, который вызывается, по-видимому, процессами старения и медленной перекристаллизации самих пленок.

Авторами разработаны, изготовлены и исследованы миниатюрные кристаллические преобразователи Холла из антимонида индия, которые, хотя и несколько уступают по размерам пленочным преобразователям, описанным в [1, 2], но отличаются высокой временной и температурной стабильностью всех параметров.

Для изготовления миниатюрных преобразователей Холла были использованы нитевидные кристаллы антимонида индия (InSb), полученные из газовой фазы методом закрытой ампулы [4]. Они представляют собой монокристаллические нити длиной до 20 мм с площадью поперечного сечения от 10^{-6} до 10^{-2} мм². Выбирались нитевидные кристаллы требуемого сечения, от кристаллов откалывались заготовки определенной длины, после чего к ним прикреплялись токовые и холловские электроды. Контакты между электродами и кристаллом создавались методом точечной электросварки. В качестве электродов использовалась медная, золотая или серебряная микропроволока диаметром около 10 мкм. Сопротивление контактов, приведенное к площади, имело значение не более 3×10^{-6} ом/см².

Таким образом, были получены кристаллические преобразователи Холла размером от $0,15 \times 0,05 \times 0,02$ мм³ и больше (см. таблицу).

Концентрация носителей заряда при $T = 76^\circ \text{K}$, см ⁻³	Входное сопротивление, ом	Номинальный ток питания, мА	Чувствительность при номинальном токе, мВ/э	Температурные коэффициенты в интервале $-20 \div +50^\circ \text{C}$		Температурный дрейф нулевого сигнала, мкВ/°C	Размер активной пластины, мм ²	Временной дрейф нулевого сигнала не более, мкВ/ч
				постоянной Холла, %/°C	сопротивления, %/°C			
$3,6 \times 10^{15}$	10	15	10	—	1,2	20—60	$0,3 \times 0,08 \times 0,03$	—
3×10^{16}	8	20	8	1,2	0,8	15—40	$0,3 \times 0,08 \times 0,03$	40
2×10^{17}	1,5—2	50	4	0,09	0,02	0,1—0,9	$0,15 \times 0,05 \times 0,02$	0,3

Наименьшим дрейфом нулевого сигнала обладают преобразователи Холла, выполненные из антимонида индия с концентрацией носителей заряда $n = 2 \times 10^{17}$ см⁻³, близкой к оптимальной [5]. Температурный коэффициент сопротивления таких преобразователей при комнатной температуре близок к нулю. В то же время чувствительность преобразователей Холла, выполненных из InSb с концентрацией примесей 2×10^{17} см⁻³, мало отличается от чувствительности преобразователей, изготовленных из менее легированного полупроводника, что объясняется уменьшением их входного сопротивления и, следовательно, увеличением номинального тока питания при той же рассеиваемой мощности. Ввиду этого в дальнейшем все преобразователи изготовлялись исключительно из InSb с оптимальной концентрацией примесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. D. D. Rosnon. Miniature Hall Probe Maps Magnetic Fields.— Electronics, 1961, v. 34.
2. Д. Д. Рошон. Холловский микродатчик магнитного поля.— Приборы для научных исследований, 1962, т. 33.
3. W. C. Hubbel, A. D. Haubold, C. J. Bergeron. Cryogenic Micro Hall Probe.— Cryogenics, 1967, 7, № 6.
4. И. А. Петрушко. Нитевидные монокристаллы антимонида индия, полученные из газовой фазы.— Вестник Львовского политехнического ин-та, 1969, № 34.
5. В. И. Погодин, А. П. Щелкин, Г. А. Юрьева. Выбор температуры термостабилизации датчиков э. д. с. Холла.— Приборы и системы управления, 1969, № 1.

Поступила в редакцию
20 марта 1970 г.