

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/1х-78

13 - 11603

Д-64
4084/2-78

С.А.Долгий, А.А.Кукушкин, Ю.В.Куликов,
Г.П.Николаевский, М.И.Яцута

ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЙ
ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ ДАТЧИК
ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

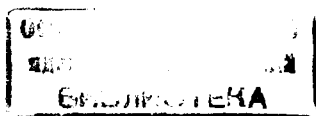
1978

13 - 11603

С.А.Долгий, А.А.Кукушкин, Ю.В.Куликов,
Г.П.Николаевский, М.И.Яцута

ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЙ
ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ ДАТЧИК
ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Направлено в ПТЭ



Долгий С.А. и др.

13 - 11603

Гальваномагнитный трехкомпонентный датчик индукции магнитного поля

Изготовлен датчик индукции магнитного поля на основе трех преобразователей Холла, позволяющий производить одновременное измерение трех компонент магнитного поля (B_x, B_y, B_z) с точностью не хуже 0,1%.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

© 1978 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

1. ВВЕДЕНИЕ

Условия эксплуатации электрофизической аппаратуры и оборудования на современных ускорителях требуют точного знания характеристик магнитных полей, создаваемых в элементах этой аппаратуры и оборудования /магнитные каналы для транспортировки заряженных частиц, камерные и спектрометрические магниты, сверхпроводящие диполи и др./. Абсолютная величина вектора магнитной индукции должна определяться с точностью не хуже 0,1%, его направление - с точностью не хуже 15'.

Эта задача наиболее просто и надежно может быть решена с помощью трех преобразователей Холла, установленных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

Разработанный и осуществленный в экспериментальном образце в ЛВЭ ОИЯИ трехкомпонентный датчик индукции магнитного поля на основе трех одиночных преобразователей Холла /в обычном стандартном исполнении/ позволяет производить измерения магнитных полей с вышеуказанной точностью и одновременно значительно сокращает рабочее время измерений /как минимум, в три раза/.

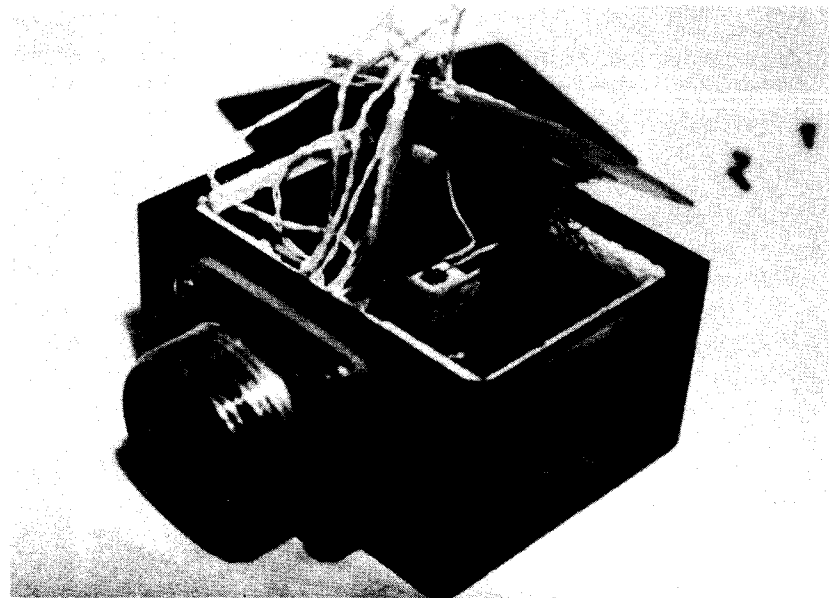
2. КОНСТРУКЦИЯ

Для изготовления трехкомпонентного датчика индукции магнитного поля использованы одиночные пленочные преобразователи Холла из сурмянистого индия

с активной поверхностью $0,7 \text{ мм} \times 4 \text{ мм} / 2,8 \text{ мм}^2 /$.
 Номера одиночных преобразователей /условные/: 196
 /измеряет основную компоненту магнитного поля/, 296,
 315.

Преобразователи размещены на металлическом кубике на взаимно перпендикулярных плоскостях с точностью $90^\circ \pm 3'$ и находятся в термостатированном объеме. Рабочая температура $42^\circ \pm 0,1^\circ \text{C}$. Параллельность нижней плоскости кубика по отношению к нижней плоскости термостата не хуже $7'$.

Расстояния между центрами активных поверхностей одиночных датчиков равны 4 мм . Общий вид термостата с трехкомпонентным датчиком магнитного поля показан на рисунке.



Общий вид термостата с трехкомпонентным датчиком индукции магнитного поля /верхняя крышка термостата снята/.

3. ПЛАНАРНЫЙ ЭФФЕКТ

Известно, что для оценки индукции магнитного поля с точностью не хуже $0,1\%$ необходимо учитывать планарный эффект преобразователей Холла. Планарный эффект измерялся при $B_z = B_p = 8096 \text{ Гс}$ / B_z и B_p - векторы магнитной индукции, соответственно перпендикулярный и параллельный к плоскости датчика/ и дал следующие результаты:

a/	<u>N 196</u>	
	$\frac{U_{xp}}{U_{xz}} \cdot 100\%$	$= 0,036\%$
		$\phi = 45^\circ$,

б/	<u>N 296</u>	
	$\frac{U_{xp}}{U_{xz}} \cdot 100\%$	$= 0,038\%$
		$\phi = 45^\circ$,

в/	<u>N 315</u>	
	$\frac{U_{xp}}{U_{xz}} \cdot 100\%$	$= 0,102\%$
		$\phi = 45^\circ$.

Здесь U_{xp}, U_{xz} - напряжения Холла, соответствующие индукциям B_p и B_z . ϕ - угол между направлением тока возбуждения преобразователя и вектором B_p . Ввиду крайней незначительности планарного эффекта характеристики $U_{xp} = f(\phi)$ при значениях B_p , отличных от 8060 Гс , не снимались.

4. ОШИБКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО ДАТЧИКА ХОЛЛА

В произвольно ориентированном относительно трехкомпонентного датчика магнитном поле ошибка от планарного эффекта в определении абсолютной величины вектора магнитной индукции в самом неблагоприятном случае, когда \vec{B} направлен под углом 45° к нормальям поверхностей всех трех преобразователей Холла и угол ϕ также равен 45° , не превышает 0,11%. Если за основной преобразователь выбрать №196 /датчик, измеряющий основную компоненту магнитного поля, допустим B_z / и если отклонение вектора \vec{B} от координаты Z не превышает $\pm 20^\circ$, то ошибка от планарного эффекта в измерении модуля \vec{B} не будет превышать 0,04%. Здесь имеется в виду также самый неблагоприятный случай, но уже частный, когда только $\phi = 45^\circ$ /для всех трех преобразователей Холла/.

Т.к. точность калибровки одиночных преобразователей в нормальном поле выполнена на уровне 0,03% /по верхнему уровню магнитных индукций B /, то из вышесказанного следует, что общая ошибка при определении модуля \vec{B} при точечном измерении не будет превышать $\pm 0,1\%$. Ошибка же в определении интеграла магнитного поля по путям пролета частиц будет заведомо меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетко Ю. и др. ОИЯИ, Б-2-13-7464, Дубна, 1973.
2. Вайс Г. Физика гальваномагнитных полупроводниковых приборов и их применение. "Энергия", М., 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 мая 1978 года.