ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ

НПО «ВНИИМ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

ЛОП ВНТО ПРИБОРОСТРОИТЕЛЕЙ им. С.И. ВАВИЛОВА

VII ВСЕСОЮЗНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ И МАГНИТОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Часть I

ЛЕНИНГРАД 1989

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Дрозд А.А., Соболь В.Р., Пашик Д.В.

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СИЛЬНОГО НЕОДНОРОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Измерение высокоградиентных магнитных полей (Н) с резкой линейной зависимостью вдоль одного из направлений требует применения миниатюрных датчиков Холла с механизмом прецизионного перемещения, что зачастую бывает трудно реализовать практически. В настоящем сообщении на основе общих соображений относительно распределения потенциала электрического поля в анизотропной неоднородной среде высказываются предложения по поводу реализации "интегральной" схемы измерения как величины Н, так и градиента Н. При этом основой такого макроскопического датчика поля является плоскопараллельная полупроводниковая пластинка, достаточно большая с точки зрения удобства манипулирования и приемлемости величины регистрируемых сигналов.

Задача о распределении потенциала электрического поля при стационарном переносе заряда в анизотропной среде с упорядоченной неоднородностью, когда характер изменения свойств среды в пространстве вместе с кинетическими коэффициентами известен, причем анизотропия задачи обусловлена внешним поперечным Н, а неоднородность - градиентом Н вдоль потока заряда, рассмотрена на основе уравнения неразрывности, приводящего к дифференциальному уравнению второго порядка для потенциала φ в частных производных. В данном случае пластинчатого образца, изготовленного из материала со сферической поверхностью Ферми, уравнение для φ является уравнением эллиптического типа от координат в плоскости, нормальной вектору магнитного поля $H = H_z$ следующего вида:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} - \mathcal{K}\frac{2\beta}{1+\beta^2}\frac{\partial\varphi}{\partial x} - \mathcal{K}\frac{1-\beta^2}{1+\beta^2}\frac{\partial\varphi}{\partial y} = 0$$

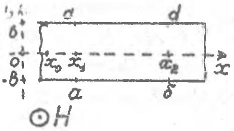
где $\beta = \omega\tau$, ω - циклотронная частота; τ - время релаксации, $\mathcal{K}$ - величина, характеризующая градиент магнитного поля, который параллелен оси Ox и току, текущему через образец.

Используя метод разделения переменных и исходя из граничных условий о непротекании тока через боковую поверхность, равенства суммарного тока текущего через поперечное сечение $\mathcal{Y}$ току снимаемому с источника питания и дополнительного условия о непрерывности перехода решения неоднородной анизотропной задачи в решение для φ в однородной анизотропной среде, где потенциал является суммой двух линейных функций координат нормальных Н,т.е. $\varphi = C_1 x + C_2 y$ распределение потенциала $\varphi(x,y)$ по объему пластинчатого образца получено в виде:

$$\varphi(x,y) = -\frac{\mathcal{Y}}{t(1+\beta^2)\sigma_{xx}} \; \frac{\beta \exp \varkappa y - \beta_0}{\exp \varkappa b - \exp(-\varkappa b)}$$

здесь t и b - соответственно толщина и полуширина образца, σ_{xx} - компонента тензора проводимости, $\beta = \omega\tau = \beta_0 + \varkappa x$

Величина потенциала в точках образца a, δ, c, d определяется в соответствии с этим выражением. Нетрудно видеть что отношения разностей потенциалов



$$\frac{\varphi_a - \varphi_\delta}{\varphi_c - \varphi_d} = e^{-2\varkappa b} = A$$

$$\frac{\varphi_c - \varphi_a}{\varphi_d - \varphi_\delta} = \frac{\varkappa x_1 + \beta_0}{\varkappa x_2 + \beta_0} = \frac{B}{C}$$

и определяются величинами β_0 и $\varkappa$, что позволяет, зная x_1 и x_2, измерив четыре разности потенциалов $\varphi_a - \varphi_\delta$, $\varphi_c - \varphi_d$, $\varphi_c - \varphi_a$ и $\varphi_d - \varphi_\delta$, решить обратную задачу, т.е. определить β_0 и $\varkappa$. А именно

$$\beta_0 = \frac{Cx_1 - Bx_2}{B - C}\left[-\frac{\ln A}{2b}\right] \; ; \quad \varkappa = -\frac{\ln A}{2b}$$

Исходя из величин β_0 и $\varkappa$, легко найти и параметры Н и $\frac{dH}{dx}$, поскольку

$$H_0 = \beta_0 \frac{mc}{e\tau} \; ; \quad \frac{dH}{dx} = \frac{\varkappa mc}{e\tau}$$

здесь m и e - масса и заряд электрона, c - скорость света.

Таким образом, если известно время релаксации, например из величины удельного электросопротивления, не представляет трудностей определить параметры магнитного поля.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ