

нии, пользуясь простой моделью сильно разреженного газа, скорости молекул которого не зависят от времени.

Автор благодарен Ю. Е. Дьякову за поддержку и полезные обсуждения затронутых здесь вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Раутман С. Г., Собельман И. И. УФН, 1966, 90, с. 209. [2] Galat-gy L. Phys. Rev., 1961, 122, p. 1218. [3] Murray J. R., Javan A. J. Mol. Spectr., 1972, 42, p. 1. [4] De Martini F., Simoni F., Santamato E. Opt. Comm., 1973, 9, p. 176. [5] Брюер Р. В кн.: Нелинейная спектроскопия. М.: Мир, 1979, с. 119. [6] Ахманов С. А., Коротеев Н. И. Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света. М.: Наука, 1981. [7] Фаддеева В. Н., Терентьев Н. М. Таблицы значений интеграла вероятностей от комплексного аргумента. М.: Гостехиздат, 1954. [8] Справочник по специальным функциям. Под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. М.: Наука, 1979, с. 146. [9] Dicke R. H. Phys. Rev., 1953, 89, p. 472. [10] Бломберген Н. УФН, 1969, 97, с. 307. [11] Ouyoung A. Opt. Lett., 1978, 2, p. 91. [12] Hennesian M. A. et al. Opt. Comm., 1976, 18, p. 225. [13] Hennesian M. A., Byer R. L. J. Opt. Soc. Am., 1978, 68, p. 648.

Поступила в редакцию
22.07.82

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 3

УДК 538.221:538.632

К АНИЗОТРОПИИ АНОМАЛЬНОГО ЭФФЕКТА ХОЛЛА В НИКЕЛЬ-ПАЛЛАДИЕВЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ

Р. П. Васильева, Г. М. Мяликгулыев, С. И. Стадник

(кафедра магнетизма)

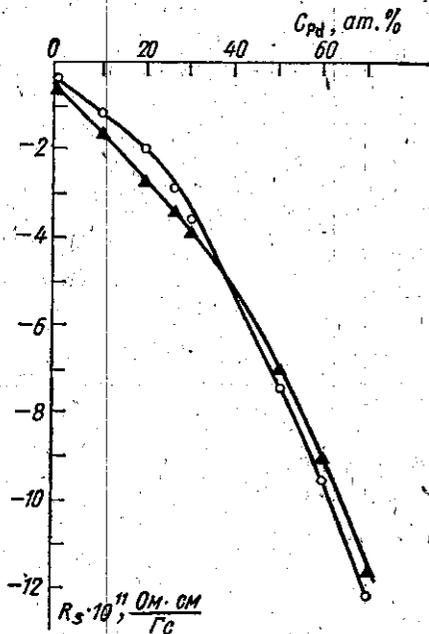
Анизотропия аномального эффекта Холла в ферромагнитном никеле наблюдалась экспериментально [1, 2]. При этом измеряемая величина анизотропии значительно превышает ожидаемую в результате понижения симметрии кубической решетки при наложении внешнего магнитного поля. Теоретической интерпретации наблюдаемой величины анизотропии эффекта Холла до сих пор нет.

В данной работе проведено исследование аномального эффекта Холла в монокристаллических Ni- и Ni-Pd-сплавах, с концентрацией $C_{Pd} = 10, 20, 25, 30, 50, 60$ и 70 ат. % при комнатной температуре. Измерения проводились на образцах, вырезанных электронно-микроскопическим способом из монокристаллических слитков, полученных методом Бриджмена в вакууме. После травления и электрополировки образцы отжигались в вакууме при температуре 900°C в течение 24 ч. При измерениях вектор плотности тока имел постоянное направление вдоль оси типа $\langle 110 \rangle$, а магнитное поле направлялось вдоль осей типа $\langle 111 \rangle$, $\langle 112 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ и $\langle 100 \rangle$.

Результаты измерений вдоль двух выбранных направлений представлены на рисунке. Как следует из графика, в области концентраций от 0 до 30 ат. % Pd анизотропия проявляется таким образом, что величина эффекта больше, когда магнитное поле направлено вдоль оси типа $\langle 111 \rangle$ и заметно меньше, когда поле параллельно оси типа $\langle 100 \rangle$. С ростом содержания в сплаве палладия (до 25 ат. %) наблюдается некоторое увеличение анизотропии эффекта Холла. При дальнейшем росте концентрации степень анизотропии снижается и при 35 ат. % Pd происходит смена знака анизотропии: эффект становится больше при ориентации поля вдоль оси $\langle 100 \rangle$ и меньше, когда поле

направлено вдоль оси $\langle 111 \rangle$. Переход происходит в области 35—40 ат. % Pd.

Полученные результаты можно качественно объяснить, если считать, что никель-палладиевые сплавы наследуют зонную структуру ферромагнитного никеля [3]. Как известно [4, 5], в зоне Бриллюэна чистого никеля в отсутствие спин-орбитального взаимодействия существуют вырожденные энергетические уровни вдоль осей ΓL и ΓX . При комнатной температуре величина расщепления под влиянием спин-орбитального взаимодействия уровней, лежащих на оси ΓL , значительно превосходит соответствующее расщепление уровней на оси ΓX . Этим объясняется тот факт, что в чистом никеле осью легкого намагничивания является ось $\langle 111 \rangle$. Поскольку с возрастанием в сплаве содержания Pd спин-орбитальный параметр увеличивается, можно предположить, что d -электроны, которые занимают указанные уровни, влияют на эффект Холла в чистом Ni и сплавах, содержащих до 20 ат. % Pd,



влияют вырожденные энергетические уровни вдоль осей ΓL и ΓX . При комнатной температуре величина расщепления под влиянием спин-орбитального взаимодействия уровней, лежащих на оси ΓL , значительно превосходит соответствующее расщепление уровней на оси ΓX . Этим объясняется тот факт, что в чистом никеле осью легкого намагничивания является ось $\langle 111 \rangle$. Поскольку с возрастанием в сплаве содержания Pd спин-орбитальный параметр увеличивается, можно предположить, что d -электроны, которые занимают указанные уровни, влияют на эффект Холла в чистом Ni и сплавах, содержащих до 20 ат. % Pd,

Зависимость аномальной константы Холла R_s от процентного содержания Pd в монокристаллах Ni—Pd при комнатной температуре: \blacktriangle — $R_s \langle 111 \rangle$; \circ — $R_s \langle 100 \rangle$

таким образом, что эффект максимален, когда магнитное поле H параллельно оси $\langle 111 \rangle$, и минимален, когда $H \parallel \langle 100 \rangle$.

При дальнейшем повышении концентрации палладия происходит все более быстрое уменьшение величины обменного расщепления, и возрастает вклад, обусловленный пересечением вырожденных уровней вдоль оси ΓX зоны Бриллюэна с уровнем Ферми. При этом величина анизотропии аномального эффекта Холла должна уменьшаться, что и наблюдается экспериментально. Изотермы константы магнитокристаллической анизотропии сплавов Ni—Pd, определенные в работе [3], имеют качественный ход, аналогичный кривым, приведенным на нашем рисунке. В работе [3] установлено, что при $T=0$ К смена знака магнитокристаллической анизотропии происходит при 50 ат. % Pd. С ростом температуры точка перехода сдвигается в область с меньшим содержанием Pd и при комнатной температуре лежит в области 33—35 ат. % Pd. Этот результат с хорошей точностью совпадает с нашими данными (см. рисунок).

Из полученных результатов можно сделать вывод, что поскольку $3d$ -электроны дают существенный вклад в проводимость и другие явления переноса переходных металлов, вырожденные уровни вдоль осей ΓL и ΓX зоны Бриллюэна существенно влияют на величину аномального эффекта Холла в сплавах Ni—Pd и обуславливают его анизотропию.

[1] Hiraoka T, J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. A—11, 1968, 32, p. 153. [2] Свирина Е. П., Немчинов Ю. В. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1973, 14, № 2, с. 247. [3] Мядликульев Г., Пузей И. М., Джамбаров Е. Изв. АН Туркм. ССР, сер. физ.-техн., хим и геол., 1981, № 2, с. 125. [4] Кондорский Е. И., Штраубе Э. ЖЭТФ, 1972, 63, № 1(7), с. 356. [5] Mori N, Fukuda Y., Ukai T: J. Phys. Soc. Japan, 1974, 37, p. 1263.

Поступила в редакцию
22.07.82

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 3

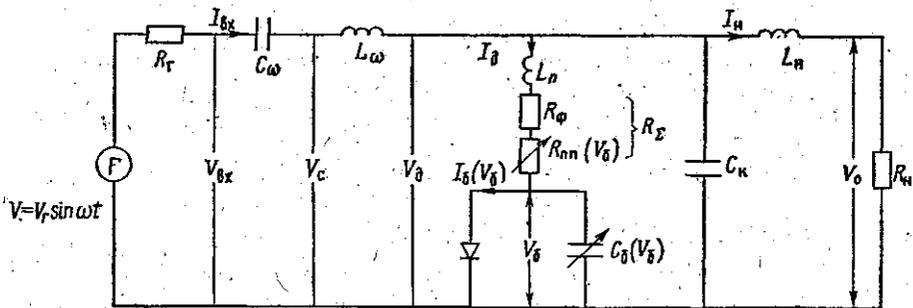
УДК 621.314:621.385.6

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ В ВЫПРЯМИТЕЛЬНОМ ДИОДЕ РЕКТЕННЫ

Г. П. Бояхчян, С. К. Лесота, Ф. Н. Масловский, А. В. Рачников, И. Г. Самбур

(кафедра радиофизики СВЧ)

Среди различных критериев, используемых для оценки технических характеристик функциональных частей системы передачи энергии СВЧ-лучом и в частности ректенн, наиболее важным является их КПД. КПД ректенны (антенна+выпрямитель), которая используется для приема и преобразования энергий СВЧ в энергию постоянного



Эквивалентная электрическая схема элемента ректенны: V_g — амплитуда напряжения на генераторе, R_g — внутреннее сопротивление генератора, C_ω , L_ω — емкость и индуктивность последовательного контура, $\omega^2 L_\omega C_\omega = 1$, L_π — индуктивность подводящих проводов в диоде, R_ϕ — сопротивление подложки, омических контактов, подводящих элементов в диоде, $R_{nn}(V_\delta)$ — сопротивление толщи полупроводника, $C_b(V_\delta)$ — емкость барьера, C_k — емкость корпуса диода, L_n — индуктивность фильтра постоянного тока, R_n — сопротивление по постоянному току

тока, определяется в основном эффективностью работы ее элемента [1—4]. Элемент ректенны состоит из полуволнового вибратора, согласующего фильтра НЧ, диода с барьером Шоттки (ДБШ), фильтра и нагрузки. Основные потери мощности в процессе преобразования энергии в элементе ректенны имеют место в ДБШ и в общем случае зависят от уровня принимаемой СВЧ-мощности. Поэтому для достижения высокой эффективности работы элемента ректенны необходима оптимизация параметров ДБШ и режима его работы для каждого уровня принимаемой СВЧ-мощности. Этому вопросу посвящена настоящая работа.