ортогональности решения однородного уравнения (4) правой части. Оценка величины A дает $A \approx 10^{-6} - 10^{-7}$ *см.*

Таким образом, в данной работе показано, что наличие в ферромагнетике даже небольшой концентрации неоднородных распределений намагниченности типа (6) приводит к появлению особенности в восприимчивости при стремлении внешнего магнитного поля к нулю (см. формулу (14)). Причем функциональное поведение этой особенности отличается от функционального поведения особенности в восприимчивости однородно намагниченного легкоплоскостного ферромагнетика, и, следовательно, существование таких неоднородных распределений намагниченности может быть подвергнуто экспериментальной проверке. Интересно заметить, что функциональная зависимость восприимчивости от магнитного поля (14) совпадает с аналогичной зависимостью восприимчивости неоднородных распределений намагниченности в окрестности точечных магнитных дефектов, найденной в [6]. Так как точечный дефект в [6] - это шар малого радиуса, внутри которого намагниченность считается постоянной, а распределение намагниченности в [6] вдали от дефекта совпадает с распределением (6), то можно сделать вывод, что основной вклад в восприимчивость дает "хвост неоднородного распределения намагниченности".

SUMMARY

The model allowing to receive slow decreasing with distance three-dimensional localized and limited in all points of coordinate spaces distributions of magnetization is offered in given work. The invariants of higher order. than the invariants in the standard energy of ferromagnet in the exchange approximation are included. The susceptibility of distributions of magnetization is calculated in the paper. So, it is shown that even small concentration of such distributions of magnetization leads to singularity when the magnetic field approaches to zero. The functional dependence of the singularity differs from the functional dependence of the singularity in susceptibility of homogeneous easy plane ferromagnet.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косевич А.М., Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны.- Киев: Наукова думка, 1983.-190 с.
2. Современные проблемы теории магнетизма. Сб. науч. трудов. - Киев: Наук.думка, 1986.-168 с.
3. Иванов Б.А. Локальные моды и рассеяние спиновых волн в изотропном ферромагнетике// *Письма в ЖЭТФ*,1992.- № 11.-С. 898-902.
4. Горобець О.Ю. Український фізичний журнал, 1997.- Т.42.- № 6.
5. Хуберт А. Теория доменных стенок в однорядочных фазах.- М: Мир, 1977.-306 с.
6. Gorobets O.Yu. Distribution of magnetization of the easy plane ferromagnetic and antiferromagnetic that include point magnetic defects// Вестник Донецкого госуниверситета, 1999.- №1.

Поступила в редколлегию 7 июня 1999 г.

УДК 535.5.511

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОПТИЧЕСКОЙ ЮСТИРОВКИ ФАЗОВОГО КОМПЕНСАТОРА ЭЛЛИПСОМЕТРА

В.В.Бобро, А.И.Семененко, проф.

(Институт прикладной физики НАН Украины)

Большой интерес в эллипсометрии представляет ситуация, связанная с некоторой неопределенностью в выборе юстировочного параметра K_0, отвечающего совпадению «быстрой» оси компенсатора с плоскостью падения. Юстировочный параметр K_0 определяется с какой - то погрешностью, а это означает, что при

$$K=K_0, \qquad (1)$$

где K – показание лимба компенсатора, «быстрая» ось вообще - то не совпадает с плоскостью падения, и, следовательно, матрица Джонса компенсатора в координатной системе, связанной с p- и s–направлениями, при $K=K_0$ недиагональна $(\rho_1\neq 0,\ \rho_2\neq 0)$, и в отсутствие оптической активности

$$L_k=\begin{pmatrix} 1 & \rho_1 \\ -\rho_1+\rho_2 & \rho \end{pmatrix}. \qquad (2)$$

Изменяя значение K_0, мы изменяем и величины ρ_1 и ρ_2 (и в какой-то мере и основной фазовый параметр ρ), определяемые из инвариантных соотношений эллипсометрии анизотропных сред [1]. Это означает, что *ошибка в выборе* K_0 *учитывается* и тем самым нивелируется при определении элементов матрицы Джонса компенсатора с помощью инвариантных соотношений. Последнее обстоятельство в значительной мере снимает вопрос о точности определения юстировочного параметра K_0 компенсатора. Более того, появляется возможность наиболее оптимального выбора K_0, при котором определенным образом связываются параметры компенсатора. Остановимся на этом подробнее.

В работе [2] рассмотрена юстировка компенсатора, обладающего оптической активностью, для упрощенного варианта ($\rho_2=0$). Но все результаты этой работы можно обобщить на случай, когда $\rho_2\neq 0$ и параметры ρ_1 и ρ_2 обусловлены не только оптической активностью, но и произвольным (приближенным) выбором юстировочного параметра K_0.

Аналогично тому, как это сделано в работе [2], получим для общего случая ($\rho_2\neq 0$) выражения, определяющие (относительно плоскости падения) те положения "быстрой" оси компенсатора, которым отвечает минимум интенсивности светового пучка на выходе оптической системы PKA (поляризатор - компенсатор - анализатор), все три оптических элемента которой в соответствии с обычной юстировочной процедурой находятся на одной оси, причем направление пропускания поляризатора лежит в плоскости падения, а анализатора — перпендикулярно ей. Здесь мы ограничимся угловым положением минимума ψ_k' «быстрой» оси вблизи плоскости падения

$$\psi_k'=r'\cos\Delta_k', \qquad (3)$$

где

$$r'=\frac{(1-\rho^*)(\rho_1-\rho_2)+(1-\rho)(\rho_1^*-\rho_2^*)}{2|1-\rho|^2}; \qquad (4)$$

Δ_k' параметр, определяющий тип ориентации «быстрой» оси (положительный при $\Delta_k'=0$ и *отрицательный при* $\Delta_k'=\pi$).

При $K=K_0$ матрица Джонса (2) считается записанной как в координатных осях, совпадающих с p – и s – направлениями, так и в главных осях компенсатора, но в последнем случае она определяется для ситуации, когда «быстрая» ось вообще-то не совпадает с плоскостью падения. Тогда целесообразно ввести новые (эффективные) главные оси, одна из которых (назовем ее «квазибыстрой» осью) совпадает с плоскостью падения (с p–направлением), а другая — перпендикулярна ей. Можно сказать, что матрица (2) в этом случае определена в эффективных главных осях. «Квазибыстрая» ось компенсатора отклоняется от плоскости падения в ту или другую сторону на угол $\psi_k \in (0,90^0)$. При этом на лимбе компенсатора угол ψ_k отсчитывается от показания K_0. Все, что сказано выше относительно положений минимума «быстрой» оси, автоматически переносится на «квазибыструю» ось.

Исходя из этих соображений, можно прийти к интересному выводу. Совместим юстировочный параметр K_0 с показанием лимба K_1, отвечающим положению минимума (по интенсивности светового пучка) «квазибыстрой» оси вблизи плоскости падения в оптической системе РКА. Поскольку угол ψ_k, определяющий угловое положение «квазибыстрой» оси, отсчитывается по лимбу компенсатора от точки K_0, т.е. в данном случае от точки K_1, то это означает, что в соответствующем положении минимума «квазибыстрой» оси

$$\psi_k'=0\ . \tag{5}$$

Но условие (5) выполняется, как это следует из результатов общего случая (см. формулы (3) и (4)), только если параметры ρ, ρ_1 и ρ_2 связаны соотношением

$$(1-\rho^*)(\rho_1-\rho_2)+(1-\rho)(\rho_1^*-\rho_2^*)=0, \tag{6}$$

где знак * означает комплексное сопряжение.

Из формулы (6) получается следующее выражение:

$$\mathrm{Im}(\rho_1-\rho_2)=\mathrm{Re}(\rho_1-\rho_2)\frac{1-\mathrm{Re}(\rho)}{\mathrm{Im}(\rho)}. \tag{7}$$

Принимая во внимание, что для основного фазового параметра ρ (см. [3])

$$\mathrm{Re}(\rho)=f\cos\delta \approx 0 \ \text{ и } \ \mathrm{Im}(\rho)=-f\sin\delta \approx -1, \tag{8}$$

можем записать простое приближенное выражение, связывающее действительную и мнимую части величины $\rho_1 - \rho_2$:

$$\mathrm{Im}(\rho_1-\rho_2)\approx -\mathrm{Re}(\rho_1-\rho_2). \tag{9}$$

Таким образом, совмещая юстировочный параметр K_0 с показанием лимба K_1, мы добиваемся выполнения соотношения (6), что существенно изменяет и упрощает ситуацию.

Теперь вместо 3 комплексных параметров ρ, ρ_1 и ρ_2, сводящихся к шести действительным, мы, при такой юстировке компенсатора, по-прежнему, будем определять три комплексных, но уже только пять *независимых действительных параметров:*

$$\mathrm{Re}(\rho),\ \mathrm{Im}(\rho),\quad \mathrm{Re}(\rho_1),\ \mathrm{Im}(\rho_1),\quad \mathrm{Re}(\rho_2)\ .$$

Учет математического условия (6), которому удовлетворяют ρ, ρ_1 и ρ_2 при совмещении K_0 и K_1, играет особую роль при определении параметров компенсатора. Юстировочный параметр K_0, как правило, всегда совмещался с показанием лимба K_1, но указанное условие при этом не учитывалось. Инвариантные соотношения эллипсометрии анизотропных сред, игнорирующие условие (6), даже при отсутствии ошибок в измерении угловых положений гашения оптических элементов определяют те значения ρ, ρ_1 и ρ_2, которые отличаются от значений этих параметров, полученных из тех же уравнений, но при учете (6). Учитывая условие (6), мы не только уменьшаем число независимых неизвестных параметров в уравнениях, снижая тем самым и роль экспериментальных ошибок, но прежде всего изменяем функциональную зависимость от параметров ρ, ρ_1 и ρ_2 в инвариантных соотношениях, сужая ее в пространстве этих параметров. А это и приводит к другим результатам.

Определение параметров компенсатора ρ, ρ_1 и ρ_2 с учетом соотношения (6) позволило существенно улучшить результаты, связанные с практической реализацией однозонной методики эллипсометрических измерений.

Изложенный подход к оптической юстировке компенсатора позволяет также *более корректно подойти к вопросу устранения влияния* оптической активности компенсатора путем переопределения юстировочных параметров оптических элементов эллипсометра [4,5].

SUMMARY

The paper discusses the alignment of the ellipsometer compensator, arising from the nondiagonal structure of the compensator Jones matrix.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семененко А. И., Бобро В. В. О метрологическом обеспечении эллипсометрии (общий подход) // Автометрия, 1997.- № 1.- С.43-49.
2. Семененко А.И., Миронов Ф.С. О проявлении оптической активности кристаллического компенсатора в эллипсометрии // УФЖ, 1982.- Т.27.- № 3.- С.338-344.
3. Ржанов А.В., Свиташев К.К., Семененко А.И. и др. Основы эллипсометрии.- Новосибирск: Наука, 1979.- С.422.
4. Пахомов А.Г., Константинова А.Ф. Метод юстировки эллипсометра, устраняющий влияние оптической активности компенсатора // ЖТФ, 1981.- Т.51.- Вып.2.- С.442.
5. Свиташев К.К., Хасанов Т. Учет оптической активности компенсатора при юстировке эллипсометра // Оптика и спектроскопия, 1986.- Т.61.- № 2.- 399с.

Поступила в редколлегию 9 июня 1999 г.

УДК 623.437

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЗА ФУНКЦІОНАЛАМИ НА ОПТИМАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЯХ

Г.П.Коваленко, доц.; І.О.Шуда, асп.

Традиційний підхід оптимального проектування динамічних систем не використовує функцій керування, які повинні задовольняти певний критерій. Тобто для побудови функціонала якості використовують будь-які фазові траєкторії, які задовольняють граничні умови. В роботі пропонується певне узагальнення алгоритму, коли спочатку знаходять оптимальні траєкторії, на основі яких будують функціонал якості, мінімізуючи який і знаходять оптимальні значення параметрів.

Розглядається динамічна система зі сталими параметрами:

$$\dot{\bar{y}} = A\bar{y} + Bu; \quad A = \|a_{ij}\|, \quad i, j = \overline{1, n}, \tag{1}$$

де елементи матриці a_{ij} описують властивості системи і виражаються через її початкові або первісні параметри. Частина останніх або всі вони визначаються лише після проходження системою оптимальної траєкторії під дією скалярної функції керування u, яка мінімізує інтеграл