

- [8] Y a n M.F., R h o d e s W.W., G a l l a g -
h e r P.K. // J. Appl. Phys. 1988. V. 63.
P. 821.
- [9] О н о А., Т а н а б а Т., Н о з а к и Н.,
I s h i z a w a Y. // Jap. J. Appl. Phys. 1987.
V. 26. P. L. 1687.
- [10] Б о б о л е в А.В., Б о р и с о в Ю.В., В ы д р и н С.Н.,
К р ы л о в О.В., Л а з а р е в В.В., К о н о в а л о -
в а И.А., Ш а п л ы г и н И.С. // Физикохимия и тех-
нология ВТСП, Тез. докл. 1 Всес. сов. по ВТСП. Москва,
сентябрь 1988. С. 240-241.
- [11] U r s u I., L ā b u s c ā E., M i h a i I.,
N o v a s c u A., P e t r a s c u H., P e t r -
a s c u M. // Rev. roum. phys., 1988. V. 33.
N 2. P. 175-177.
- [12] В е н г а л и с Б., Г р и г е н а й т е Г., Б у т к у -
т е Р., Ш и к т о р о в Н., Я с у т и с В. // Лит.
физ. сборник. 1990. Т. 3. С. 331-335.

Институт физики твердого тела
и полупроводников АН БССР,
Минск

Поступило в Редакцию
6 ноября 1990 г.
В окончательной редакции
4 января 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

07

© 1991

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РЕКОНСТРУКЦИИ
ПСЕВДОГЛУБОКОЙ ГОЛОГРАММЫ
ИЗЛУЧЕНИЕМ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ, ОТЛИЧАЮЩЕЙСЯ
ОТ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ЗАПИСИ

Ю.Н. Д е н и с ю к, Н.М. Г а н ж е р л и

Одним из существенных преимуществ псевдоглубокой голограммы [1] является то, что, обладая селективными свойствами подобно обычной глубокой голограмме, а следовательно, допуская многократную запись [2] и ассоциативное считывание [3], такая голограмма вместе с тем может быть восстановлена излучением, длина волны которого отличается от длины волны использованного при ее записи излучения. Это свойство открывает возможность недеструктивного считывания голограммы в том диапазоне длин волн, где материал, на котором она записана, не обладает светочувствительностью. Ниже приведены результаты исследования этой

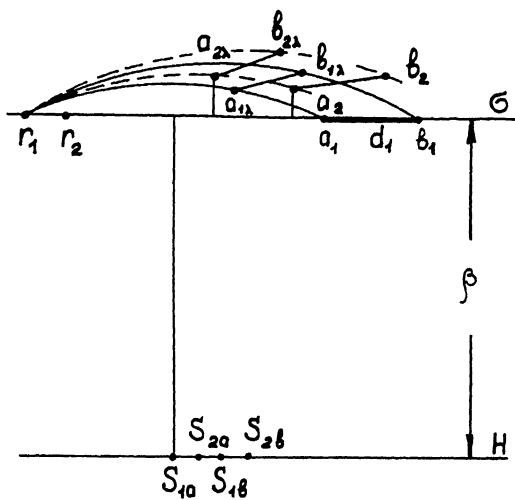


Рис. 1. Графическое построение изображений, восстановленных многократной псевдоглубокой голограммой излучением двух длин волн.

возможности. При рассмотрении предполагается, что многократная псевдоглубокая голограмма записывается излучением гелий-неонового лазера, при этом объекты последовательно устанавливаются перед наклонной фотопластинкой на одно и то же место, а точечный референтный источник после каждой экспозиции перемещается в новое положение. Реконструкция записанной таким образом голограммы осуществляется излучением с длиной волны, отличной от длины волны излучения, использованного при ее записи, например, излучением гелий-кадмиевого лазера. Рассмотрение ограничим случаем, когда считывающий голограмму источник излучения занимает те же самые положения, которые он занимал при регистрации многократной голограммы.

Рассмотрим процесс формирования восстановленных многократной голограммой изображений, используя предложенный в работе [3] графический метод. Участок сферы единичного радиуса, на котором выполняется такое построение, изображен на рис. 1. На этом участке с сохранением углового масштаба представлено расположение элементов схемы записи и реконструкции голограммы. Плоскость считывания \mathcal{B} и наклоненная к ней на угол β плоскость голограммы H , изображаются двумя прямыми линиями, расстояние между которыми в некотором масштабе пропорционально углу β . Линейный объект d_1 , регистрируемый на голограмме с помощью референтного источника r_1 , изображен с сохранением углового масштаба в виде отрезка $a_1 b_1$. Направления плоских референтных волн обозначены точками r_1, r_2 .

Структура зарегистрированной на фотопластинке H голограммы задается в соответствии с данным методом направлением

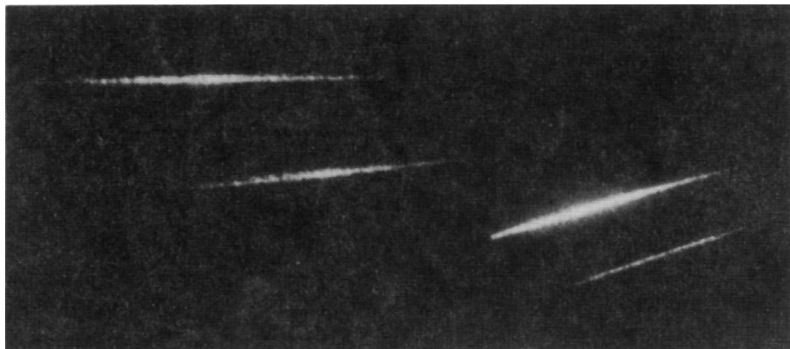


Рис. 2. Вид системы изображений, восстановленных многократной псевдоглубокой голограммой излучением двух длин волн.

штрихов зарегистрированных на ней решеток. В частности, направление штрихов решетки S_{10} , созданной в результате регистрации картины интерференции излучения референтного источника r_1 и точки объекта a_1 , найдем, восстановив из середины отрезка $r_1 a_1$ перпендикуляр до пересечения с плоскостью голограммы H . Аналогично найдем направления штрихов S_{2B} , S_{1B} , S_{2B} решеток, созданных излучением точек r_1 , r_2 , a_1 , b_1 .

Рассмотрим сначала случай, когда голограмма регистрируется и восстанавливается излучением гелий-неонового лазера ($\lambda_1 = 0,63$ мкм). Будем считать, что на фотопластинке H с помощью референтных источников r_1 и r_2 были последовательно зарегистрированы голограммы объектов d_1 и d_2 , находившихся в положении $a_1 b_1$. Построим изображения, которые восстанавливают эти голограммы в случае реконструкции референтным источником, находящимся в положении r_1 . В силу совпадения условий записи и реконструкции, источник r_1 восстановит изображение объекта d_1 , находящееся в том же самом положении $a_1 b_1$, которое этот объект занимал при съемке. Изображение объекта d_2 найдем следующим образом. Проведем через точку реконструирующего источника r_1 , окружность, центр которой находится в точке S_{2a} . Далее отложим вправо от точки r_1 отрезок $r_2 a_1$, характеризующий „отклоняющую силу” решетки S_{2a} . Восстановив из конца этого отрезка перпендикуляр к прямой σ , на пересечении этого перпендикуляра с окружностью, найдем восстановленное изображение точки a_2 объекта d_2 . Аналогично найдем восстановленное изображение точки b_2 объекта d_2 . Как видно из рисунка, система изображений, восстановленных многократной псевдоглубокой голограммой, образует структуру, несколько напоминающую веер. При перемещении восстанавливающего источника восстановленные изображения различных объектов перемещаются, последовательно занимая положение $a_1 b_1$ в плоскости считывания σ .

Перейдем к рассмотрению случая, когда многократная псевдоглубокая голограмма, зарегистрированная излучением с длиной волны $\lambda_1 = 0.63$ мкм, восстанавливается излучением с длиной волны $\lambda_2 = 0.44$ мкм. Нетрудно понять, что единственным параметром, на который может повлиять изменение длины волны реконструирующего излучения, является так называемая „отклоняющая сила“ решетки, т.е. проекция на плоскость считывания β угла, составленного волновыми векторами падающей и дифрагированной волн. В случае, когда волны падают на решетку под малыми углами к направлению штрихов решетки, угол дифракции света на решетке равен отношению вектора решетки к волновому вектору падающего на нее излучения [3]. Угол дифракции и отклоняющая сила решетки при этом должны быть пропорциональны длине волны. При построении изображения, записанного излучением с длиной волны λ_1 и восстановленного излучением с длиной волны λ_2 , отрезок, характеризующий отклоняющую силу решетки, следует умножить на коэффициент \mathcal{K} , определяемый отношением длин волн λ_2/λ_1 и равный 0.7.

Используя данный графический метод и учтя при этом рассмотренную поправку, построим сначала изображение объекта d_1 , восстановленное источником излучения, расположенном в точке r_1 . Нетрудно понять, что в данном случае это изображение сместится из положения $a_1 b_1$, т.к. условия записи и реконструкции не совпадают. Проведем через точку реконструирующего источника r_1 окружность, центр которой находится в точке $S_{1\alpha}$. Далее отложим вправо от точки r_1 отрезок, величина которого равна отрезку $r_1 a_1$, умноженному на коэффициент \mathcal{K} . Восстановив из конца полученного отрезка перпендикуляр к прямой β , на пересечении этого перпендикуляра с окружностью найдем точку $a_{1\lambda}$ — восстановленное изображение точки a_1 объекта d_1 . Аналогичным образом найдем изображение точки b_1 объекта d_1 — точку $b_{1\lambda}$. Проведя через точку r_1 окружности с центрами в точках $S_{2\alpha}$ и $S_{2\beta}$ и откладывая от точки r_1 отклоняющие силы соответствующих решеток, найдем изображения крайних точек a_2 и b_2 объекта d_2 — точки $a_{2\lambda}$ и $b_{2\lambda}$.

Для проверки справедливости рассмотренных построений нами был проведен эксперимент по регистрации и реконструкции многократной псевдоглубокой голограммы излучением различных длин волн ($\lambda_1 = 0.63$ мкм, $\lambda_2 = 0.44$ мкм). В качестве объекта использовался одномерный диффузор, из которого с помощью щели выделялись отдельные узкие полоски. Угловой размер объектов был равен 3° . Угловое расстояние от крайнего референтного источника r_1 до объекта было 8° . Шаг перемещения референтного источника при последовательной регистрации голограмм составлял $15'$. Угол наклона голограммы β был равен 10° . На одной фотопластинке регистрировалось от 3 до 12 голограмм различных объектов. Голограммы имели вид горизонтальных полосок глубиной 7 мм и шириной 25 мм. Общий вид системы восстановленных

в двух длинах волн изображений объектов – узких светящихся полосок на диффузоре – приведен на рис. 2.

Результаты проведенного рассмотрения показали, что многократная псевдоглубокая голограмма может быть реконструирована излучением, длина волны которого отличается от длины волны излучения, использованного при ее записи. Вместе с тем при такой реконструкции существенно изменяются масштаб и положение реконструированных изображений. Эти искажения, по-видимому, могут быть частично компенсированы соответствующим выбором положений реконструирующих источников r_1, r_2, \dots

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Д е н и с ю к Ю.Н. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 6. С.59–66.
- [2] Д е н и с ю к Ю.Н., Г а н ж е р л и Н.М. // Письма в ЖТФ. 1989. Т. 15. В. 15. С. 16–19.
- [3] Д е н и с ю к Ю.Н., Г а н ж е р л и Н.М. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 11. С. 154–164.

Поступило в Редакцию
12 марта 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

05.4

© 1991

ПОРОГОВЫЙ ХАРАКТЕР ПОТЕРЬ В МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ СВЕРХПРОВОДНИКАХ

Н.К. Д а н ь ш и н, М.А. С д в и ж к о в,
Л.Т. Ц ы м б а л, А.Н. Ч е р к а с о в

В работе экспериментально исследована магнитная восприимчивость монокристаллических образцов $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ ($R = Y, Dy$) в области сверхпроводящего перехода. В результате исследований установлено качественное различие характера электромагнитных потерь в монокристаллических и керамических образцах системы 1–2–3.

Измерение синфазной χ' и диссипативной χ'' составляющих магнитной восприимчивости, проведено методом синхронного детектирования на частоте 2 кГц. Образец размещался в одном из плеч индуктивного моста нормально к невозмущенным силовым линиям возбуждающего магнитного поля h . Амплитуда h варьировалась от 0,005 до 1,0 Э. Геомагнитное поле не экранирова-