

07;12

Управляемое магнитным полем пропускание света системой из металлических диафрагм с отверстиями, разделенных тонким слоем диэлектрика

© Д.А. Усанов, С.С. Горбатов

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского
E-mail: usanovda@info/sgu.ru

Поступило в Редакцию 15 декабря 2003 г.

Установлено, что в системе из двух металлических диафрагм с отверстиями, разделенных тонким слоем диэлектрика, наблюдается управляемое магнитным полем пропускание оптического излучения. Отмечается, что это явление может быть использовано, например, для создания модуляторов излучения в оптическом диапазоне.

В [1] показано, что в системе металл–тонкий слой диэлектрика–диафрагма с отверстием наблюдается резонансное поглощение инфракрасного излучения, связанное с эффектом взаимодействия с металлической поверхностью искаженного на отверстии ближнего поля электромагнитной волны. Было высказано утверждение о возможности использования этого явления для управления излучением. Нами было сделано предположение о возможности управления излучением с помощью такой системы в результате воздействия на нее регулируемого магнитного поля. Возможность управления связывается с возникновением в металлических стенках системы токов Холла, направленных перпендикулярно линиям тока в диафрагме в отсутствие магнитного поля, обусловленных воздействием на носители заряда в металле силы Лоренца, и, как следствие, искривлением результирующих линий тока в стенках диафрагмы при приложении магнитного поля и соответственно искажением ближнего поля излучения. Одним из следствий искривления линий тока должен быть поворот плоскости поляризации излучения после его прохождения через диафрагму, который тем больше, чем больше величина магнитного поля. Для усиления влияния этого фактора

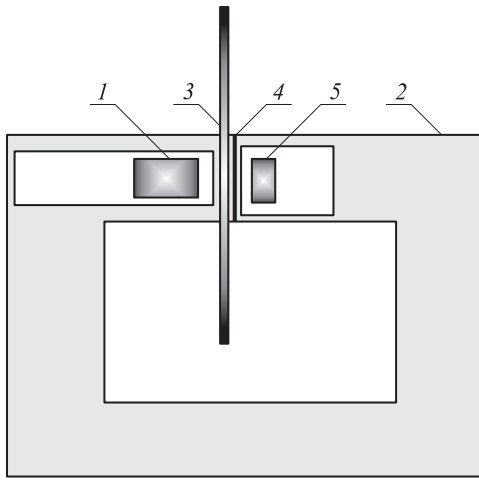


Рис. 1. Схематическое изображение экспериментального устройства.

в металлических стенках диафрагм отверстия можно выполнить в виде щелей, расположенных перпендикулярно относительно друг друга. В этом случае при повороте плоскости поляризации, связанном с воздействием магнитного поля, область перекрытия щелей должна как бы увеличиваться. Щели будут выполнять роль входного и выходного отверстий в системе, которую можно рассматривать как проходной резонатор. Поскольку размеры такого резонатора малы, то даже небольшое искажение электрического поля световой волны, вызванное появлением токов Холла при приложении внешнего магнитного поля, может привести к заметному увеличению области перекрытия щелей и, следовательно, к увеличению коэффициента прохождения световой волны.

В настоящей работе приведены результаты экспериментальной проверки описанного выше механизма управления прохождением света регулируемым магнитным полем.

При исследованиях использовалась система из двух слоев алюминиевой фольги толщиной $\sim 100 \mu\text{m}$, в каждом из которых прорезалась щель прямоугольной формы с размерами $\sim 20 \times 5000 \mu\text{m}$. Слоем диэлектрика служил естественный пассивирующий оксид алюминия, толщина которого составляла $\sim 100 \text{ \AA}$ [1]. Соединение листов фольги

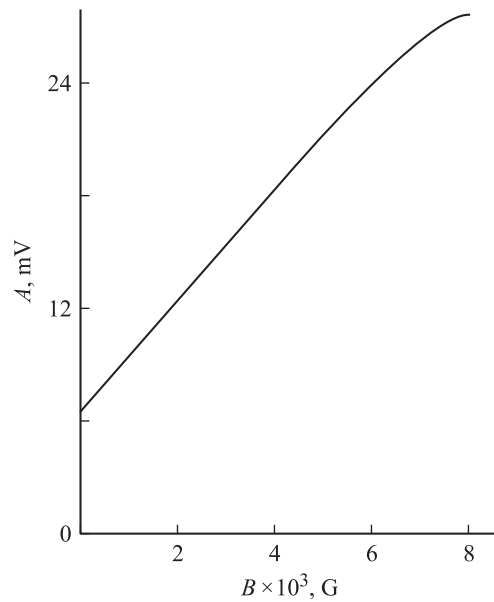


Рис. 2. Зависимость напряжения на фотоприемнике от величины индукции магнитного поля.

осуществлялось термокомпрессией. Таким образом, общая толщина слоя диэлектрика составляла $\sim 200 \text{ \AA}$. Щелевые отверстия располагались перпендикулярно друг другу таким образом, чтобы образовывалась область их перекрытия с размерами $20 \times 20 \mu\text{m}$ для обеспечения прохождения излучения в отсутствие магнитного поля. В качестве источника излучения использовался светодиод АЛ307 БМ 1 (длина волны излучения $0.66 \mu\text{m}$) в корпусе, который запрессовывался в отверстие в магнитопроводе 2, как это показано на рис. 1. Система из диафрагм 3, разделенных диэлектриком, устанавливалась в зазоре магнита. Величина магнитного поля регулировалась изменением зазора между его полюсами и контролировалась с помощью полупроводникового датчика Холла 4, также показанного на рис. 1. Амплитуда прошедшего света фиксировалась фотоприемником (5) на основе кремниевой $n-i-p-i-n$ -структуры, установленной вплотную к системе с диафрагмами.

Из результатов измерений, приведенных на рис. 2, следует, что при изменении величины индукции магнитного поля B от нуля до 8000 G

регистрируемый сигнал на фотоприемнике изменялся от 6.6 до 27.6 mV, что свидетельствует об увеличении пропускания излучения с ростом B .

Отметим, что для однослойной системы с диафрагмой изменения интенсивности света при изменении магнитного поля не наблюдалось. Отметим также, что влияния воздействия магнитного поля непосредственно на светодиод обнаружено не было.

Таким образом, показано, что в системе из двух металлических диафрагм с отверстиями, разделенных тонким слоем диэлектрика, наблюдается управляемое магнитным полем пропускание оптического излучения. Установленное явление может быть использовано, например, для создания модуляторов излучения в оптическом диапазоне.

Список литературы

- [1] *Усанов Д.А., Горбатов С.С. // Письма в ЖТФ. 2001. Т. 27. В. 21. С. 81–83.*