

06.3;07

©1994

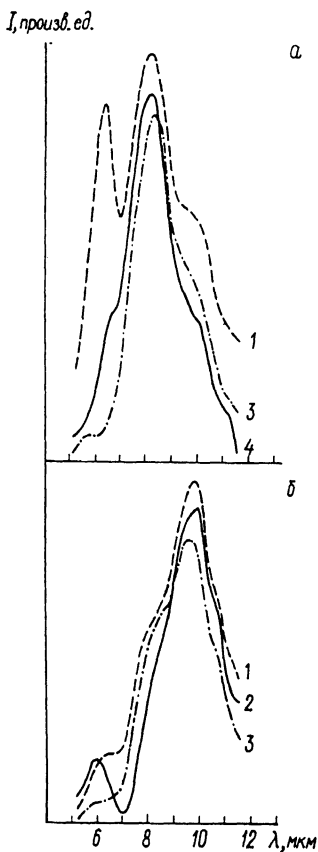
МАГНИТООПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 8–14 мкм

*Н.Н. Лошкарева, Ю.П. Сухоруков, В.А. Шувалов,
Е.В. Карташев, С.Н. Тугушев, А.А. Самохвалов*

Высокое фарадеевское вращение магнитного полупроводника HgCr_2Se_4 в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра позволяет создавать на его основе охлаждаемые магнитооптические фильтры [1]. В полосовых фильтрах диапазона (2–7) мкм [1] узкая полоса выделенного излучения формируется профилем спектра поглощения света и сильной дисперсией фарадеевского вращення. В диапазоне спектра (8–14) мкм фарадеевское вращення при увеличении длины волны изменяется значительно медленнее, а коэффициент поглощения почти не меняется. Поэтому для формирования полосы фильтра в диапазоне (8–14) мкм необходимо изменить спектр пропускания элемента из магнитного полупроводника. Для этого на обе оптические поверхности магнитооптического элемента из монокристалла HgCr_2Se_4 , а также на германиевые окна криостата было нанесено просветляющее покрытие, наиболее сильно увеличивающее пропускание фильтра вблизи длины волны $\lambda = 10$ мкм (уменьшающее потери на отражение до 1%).

На магнитооптический элемент было нанесено двухслойное покрытие, состоящее из окиси иттрия Y_2O_3 оптической толщиной $nh = 1.57 \pm 0.01$ мкм (n — показатель преломления, h — толщина пленки) и алмазоподобного покрытия $nh = 1.50 \pm 0.01$ мкм, на германий наносилось только алмазоподобное покрытие $nh = 2.60 \pm 0.01$ мкм. Просветляющие покрытия обладали хорошей адгезией и выдерживали двадцатикратное термоциклирование в диапазоне температур 77–300 К. Отсутствие кавитационной эрозии при помещении в жидкий азот свидетельствовало о хороших механических свойствах покрытий. Пленки были химически устойчивы к спирту, ацетону и бензину.

Магнитооптический фильтр состоял из элемента (монокристалла ферромагнитного полупроводника HgCr_2Se_4 , $T_c = 106$ К), помещенного в замкнутый магнитопровод с управляющей катушкой между скрещенными поляризаторами — решетками на полиэтиленовой основе. Фильтр помещался в оптический криостат с окнами из германия и охлаждался до температур ниже 90 К.



Спектральная зависимость интенсивности прошедшего через фильтр излучения до (а) и после нанесения (б) просветляющих покрытий в различных магнитных полях H и $T = 80$ К.

1 — $H = 0$, параллельные поляризаторы; 2 — $H = 0.6$, 3 — $H = 0.86$, 4 — $H = 1.72$ кЭ.

Спектральные характеристики фильтра исследовались на модернизированном и автоматизированном спектрометре ИКС-21 при помещении элемента (монокристалла HgCr_2Se_4) в панцирный электромагнит. Источником излучения служил глобар. Технические характеристики фильтра исследовались при использовании в качестве приемника излучения болометра или КРТ приемника.

На рисунке, а показана интенсивность прошедшего через магнитооптический фильтр излучения при различных магнитных полях до нанесения на оптические детали просве-

тляющих покрытий, а на рисунке, б — после их нанесения. Для толщины элемента 1.87 мм максимальное пропускание около 4% достигалось в магнитном поле 0.86 кЭ с максимумом при $\lambda = 8.12$ мкм, а в поле 1.72 кЭ — 8.3 мкм. Для этого же фильтра при нанесении просветляющих покрытий на оптические детали (всего на шесть поверхностей, т.е. на магнитооптический элемент и окна криостата) получили сдвиг максимума спектральной зависимости интенсивности в длинноволновую сторону до $\lambda = 10.0 \pm 0.2$ мкм. Максимальное пропускание фильтра 9% достигалось в магнитном поле величиной 0.86 кЭ. Увеличение магнитного поля больше 0.86 кЭ не увеличивало интенсивность прошедшего излучения для длин волн больше 10.0 мкм. Полуширина полосы пропускания при приложении магнитного поля 0.86 кЭ составила 2.5 мкм. Величина коэффициента пропускания фильтра при 8.5 и 12 мкм составила 40% от максимального. Наибольшая глубина модуляции в этом поле составила 95%. Оптические потери фильтра при нанесении просветляющего покрытия уменьшились более чем в два раза.

Модуль "фильтр-фотоприемник" представлял собой компактное устройство диаметром 15, высотой 10 мм и весом 10 г. Использование замкнутого магнитопровода позволило осуществить модуляцию с управляющей мощностью менее 0.1 Вт. При индуктивности катушки 6.4 мГн и постоянной величине управляющего сигнала глубина модуляции уменьшалась от 95% при 100 до 76% при 1000 Гц и 40% при 10 кГц.

Таким образом, ИК фильтр на магнитном полупроводнике HgCr_2Se_4 является малогабаритным и экономичным оптоэлектронным устройством на диапазон излучения 8–14 мкм.

Авторы благодарят А.С.Ковша, Л.М.Ковш, Н.В.Чернова, М.П.Сисигина и М.П.Андропова за нанесение просветляющих покрытий.

Работа частично поддержана Фондом Сороса совместно с Американским Физическим Обществом.

Список литературы

[1] Лошкарева Н.Н., Сухоруков Ю.П., Самохвалов А.А., Чеботарев Н.М., Шувалов В.А., Карташев Е.В., Наумов С.В. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 23. С. 10–13.

Институт физики металлов
Екатеринбург

Центральный научно-исследовательский
институт машиностроения
Москва

Поступило в Редакцию
2 марта 1994 г.