

УДК 535.345.675

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

С. Б. ИОФФЕ, В. В. БАСНИН

МОДУЛЯЦИОННЫЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННО-ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ФИЛЬТРЫ

(Представлено академиком В. П. Линником 9 III 1971)

Отличительной чертой интерференционно-поляризационных фильтров, (и.п.ф.) является возможность получать полосы пропускания светового потока в очень узком спектральном интервале, смещать полосы по спектру и с большой точностью центрировать на заданные длины волн (^{1, 2}). Комбинации различного вида кристаллов позволяют сильно снизить влияние на и.п.ф. изменения внешней температуры (³), расширить угловое поле и т. д. Эти особенности делают и.п.ф. в ряде случаев незаменимыми

приборами. Они уже нашли применение в астрофизических исследованиях Солнца, в лабораторных исследованиях.

Важнейшими характеристиками и.п.ф. являются ширина полосы пропускания ($\delta\lambda$) и относительная интенсивность вторичных максимумов вне полосы. Величина $\delta\lambda$ пропорциональна величине показателя двойного лучепреломления и толщине кристаллических пластин, изготавливаемых из монокристаллов высшего качества, большей частью исландского шпата и кварца. Продвижение в сторону более узких полос связано с большими трудностями, так

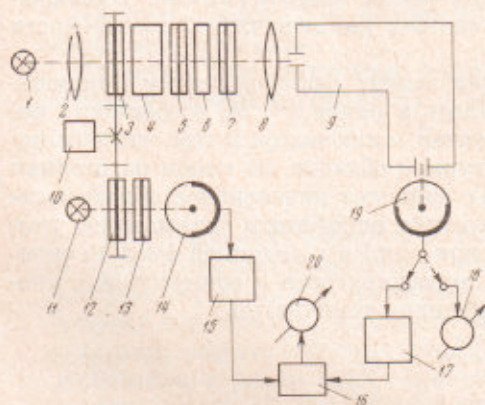


Рис. 1

как требует, в частности, применения более крупных уникальных кристаллов. Величина вторичных максимумов, примыкающих к главному, составляет в идеальном случае системы Лيو около 4% по отношению к величине главного максимума.

С. И. Иоффе предложил для сужения полосы пропускания и уменьшения величины вторичных максимумов вводить в интерференционно-поляризационные фильтры внутреннюю модуляцию, зависящую от формы поляризации, в сочетании с фотоэлектрической фазочувствительной регистрацией. Такие системы названы им «модуляционные и.п.ф.» (⁴).

На рис. 1 представлена экспериментальная установка для исследования модуляционного и.п.ф. Световой поток ламповой лампы 1, расположенной в фокусе линзы 2, проходит через две ступени и.п.ф. Ступени, собранные по схеме Лيو, состоят из поляризаторов 3, 5, 7 и пластинок кристаллического кварца 4, 6. Линза 8 собирает световой поток на входную щель монохроматора 9. Входной поляризатор 3 приводится во вращение двигателем 10. На выходе монохроматора установлен фотоприемник 19, который подключается либо к микроамперметру 18, либо к избирательному усилителю 17, настроенному на удвоенную частоту вращения поляризатора 3. Лампа 11, поляризатор 12, вращающийся с такой же скоростью,

как и поляризатор 3, поляризатор 13, фотоприемник 14 и усилитель 15 служат для создания опорного напряжения. Поворачиваемый на различные углы поляризатор 13 является одновременно фазовращателем. Напряжение сигнала и опорное напряжение подаются на фазовый детектор 16, на выходе которого находится регистрирующий прибор 20.

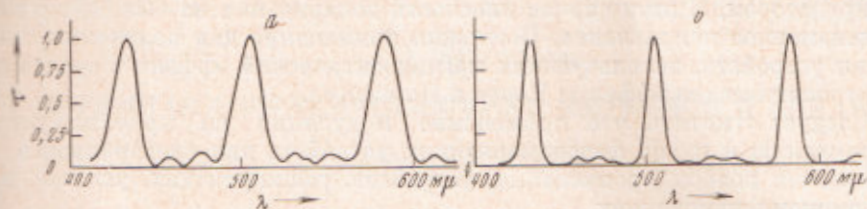


Рис. 2

На рис. 2 представлены экспериментальные кривые, полученные на установке: *a* — без модуляции при неподвижном поляризаторе 3, ориентированном параллельно поляризатору 5. Регистрация производится микроамперметром 18. Эта кривая представляет собой обычное для и.п.ф. спектральное распределение пропускания; *б* — при вращении входного поляризатора и использовании фазового детектора. Сравнение кривых показывает, что эффективная полоса пропускания стала уже почти в два раза и произошло удаление от главного максимума и сильное ослабление вторичных максимумов.

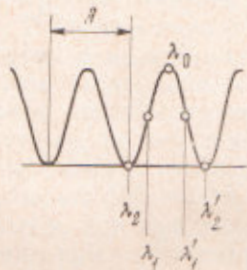


Рис. 3

Поясним действие модуляции на отдельно взятой ступени и.п.ф. На рис. 3 дана спектрограмма, полученная для одной ступени и.п.ф. по схеме Лео, и идеальная кривая спектрального распределения пропускания светового потока. Различным точкам кривой в пределах одного порядка соответствуют после кристаллической пластины различные формы поляризации. Максимуму λ_0 соответствует линейная поляризация, параллельная главному направлению выходного поляризатора, минимумам λ_2 и λ_2' — также линейная поляризация, но ортогонального направления. Остальным точкам кривой соответствуют эллиптические поляризации с различным эксцентриситетом. Направление осей эллипсов сохраняется неизменным. В средних точках λ_1 и λ_1' эллипсы имеют эксцентриситет, равный нулю, здесь имеет место круговая поляризация. При вращении выходного поляризатора световой поток на выходе ступени в точке λ_0 имеет глубину модуляции 100%, в точках λ_1 и λ_1' глубина модуляции равна нулю, в точках λ_2 и λ_2' глубина модуляции равна 100%, однако модулированные колебания сдвинуты по фазе относительно колебаний в точке λ_0 на 180° .

Настройкой фазовращателя в системе фотоэлектрической регистрации можно по желанию усиливать или ослаблять регистрируемые сигналы от излучений, отличающихся по длине волны. В частности, можно сделать максимальным регистрируемый сигнал от излучения λ_0 и довести до нуля сигналы от λ_1 , λ_1' , λ_2 и λ_2' или сделать максимальными сигналы от излучений λ_2 , λ_2' и т. д. Таким образом, дополнительная «селекция» по форме поляризации с помощью модуляции и фазового детектирования позволяет создавать ступени и.п.ф. нового вида, обладающие существенно новыми спектральными характеристиками. Например, при определенной настройке одна модуляционная ступень по эффективному действию эквивалентна системе, состоящей из двух согласованных ступеней и.п.ф. Лео. При этом одна ступень этой системы должна была бы содержать кристал-

лическую пластину такую же, как в модулируемой, а другая — вдвое более толстую.

Модуляция в зависимости от условий применения и.п.ф. может осуществляться различными способами. Можно использовать вращающуюся пластинку в полволны, расположенную между кристаллом и выходным поляризатором. В этом случае плоскость поляризации на выходе сохраняет неизменное направление. Возможно применение для получения модуляции устройств, использующих магнитооптический эффект Фарадея или электрооптические эффекты Керра и Поггеля.

Следует отметить, что применение модуляции не препятствует использованию в и.п.ф. фазоизменяющих устройств для спектрального перемещения полосы пропускания, устройств, расширяющих угловое поле и термокомпенсирующих.

Поступило
5 II 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ M. B. Lyot, *Annales Astrophys.*, 7, 1—2, 31 (1944). ² J. W. Evans, *J. Opt. Soc. Am.*, 39, 3, 229 (1949). ³ С. Б. Иоффе, Т. А. Смирнова, *Оптика и спектроскопия*, 22, 2, 288 (1967). ⁴ С. Б. Иоффе, Авторская заявка № 1399405/26—25, приоритет от 5 февраля 1970 г. (решение от 26.3.1971).