

Применение в АОЯ двулучепреломляющих материалов позволяет существенно улучшить характеристики дефлекторов. С этой целью используется анизотропная дифракция света вблизи миним. значения угла Брэгга θ_{\min} . При падении света на звуковой пучок под углом θ_{\min} небольшая расходимость звукового пучка обеспечивает выполнение условия Брэгга для достаточно широкого диапазона акустич. частот, а следовательно, и значит. интервал углов отклонения дифрагированного света. Это позволяет пользоваться широким акустич. пучком, что снижает акустич. мощность, необходимую для получения высокой эффективности дифракции η , и даёт значит. выигрыш в разрешении по сравнению с дефлекторами, в к-рых используются изотропные материалы. Однако рабочие частоты таких приборов лежат обычно в гигагерцевом диапазоне.

Управлять дифрагированным лучом можно используя т. н. фазированную решётку излучателей — ступенчатую систему сдвинутых по фазе преобразователей, параметры к-рой подбираются таким образом, чтобы фронт волны, отвечающей центр. частоте полосы пропускания, был параллелен плоскости отд. преобразователя, а при изменении частот фронт поворачивался бы так, чтобы компенсировать соответствующее приращение угла Брэгга. Этот способ возбуждения звука позволяет в неск. раз увеличить полосу пропускания и расширяющую способность дефлекторов.

Существуют акустооптич. дефлекторы, осуществляющие двухкоординатное отклонение светового луча. В этом случае используются два скрещенных одномерных дефлектора, к-рые могут быть совмещены в одной акустооптич. ячейке, если в ней возбуждаются акустич. волны в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Совр. дефлекторы позволяют получать 10^3 — 10^4 разрешимых элементов со временем перехода от одного элемента к другому порядка 10^{-6} — 10^{-7} с. Доля отклонённого света достигает неск. десятков процентов при потребляемой акустич. мощности 0,1—1 Вт.

В устройствах, основанных на акустооптич. рефракции, отклонение светового луча осуществляется в результате искривления его пути при прохождении через среду, в к-рой стоячей или бегущей звуковой волной создаётся неоднородная деформация. Такие устройства представляют собой относительно низкочастотные приборы ($f \leq 0,5$ МГц), осуществляющие развёртку светового пучка по синусоидальному закону. Кнд рефракц. устройств мал, т. к. лишь ничтожная часть звуковой энергии, заключённой в объёме АОЯ, расходуется на отклонение светового луча.

Акустооптич. модуляторы — приборы, управляющие интенсивностью световых лучков на основе перераспределения световой энергии между проходящим и дифрагированным светом. Обычно используется модуляция дифрагированного света, т. к. 100%-ная модуляция проходящего излучения требует значит. акустич. мощностей. Акустооптич. модулятор представляет собой АОЯ, в к-рой распространяется амплитудно-модулир. звуковая волна. Падающий на АОЯ свет частично дифрагирует, и отклонённый луч принимается фотоприёмным устройством. В модуляторах используется как брэгговская дифракция, так и дифракция Рамана — Ната. Быстродействие модулятора определяется временем прохождения звукового сигнала через поперечное сечение светового пучка и оказывается $\sim 10^{-6}$ — 10^{-7} с. Акустооптич. модуляторы при макс. простоте конструкции позволяют осуществлять такие сложные операции, как параллельная обработка информации в акустооптич. процессорах.

Акустооптич. фильтры — устройства, позволяющие выделить из широкого спектра оптич. излучения достаточно узкий интервал длин световых волн, удовлетворяющих условию Брэгга. Изменяя

частоту звука, можно выделяемый интервал перемещать по оптич. спектру в широких пределах.

Как правило, в акустооптич. фильтрах используется анизотропная дифракция в двулучепреломляющих кристаллах (рис. 2). На АОЯ 1 падает плоскополяризованный свет, степень поляризации к-рого контролируется поляризатором 2. В АОЯ в результате анизотропной брэгговской дифракции в узком спектральном интервале возникает оптич. излучение другой поляризации. Наличие его определяется анализатором 3. Монохроматич. звук создаётся электроакустич. преобразователем 4. Эффективность фильтров увеличивается с ростом длины взаимодействия света со звуком L , поэтому в них используется, как правило, коллинеарная дифракция, при к-рой направления распространения света и звука совпадают (рис. 2, а), хотя известны акустооптич. фильтры и с неколлинеарными взаимодействиями (рис. 2, б). Ширина полосы пропускания фильтра $\Delta\lambda_0$ (где λ_0 — длина волны света в вакууме) определяется спектральной шириной излучения, возникающего в результате брэгговской дифракции. Для коллинеарной дифракции $\Delta\lambda_0 = \frac{\lambda_0^2}{2|n_1 - n_0|L}$,

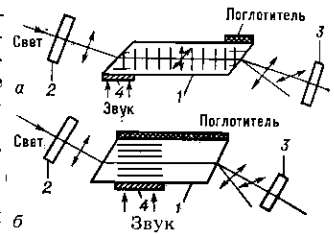


Рис. 2. Схемы акустооптических фильтров на основе коллинеарной (а) и неколлинеарной (б) дифракций.

где n_0 — показатель преломления падающего света, n_1 — дифрагированного. В реальных устройствах ширина полосы пропускания зависит, кроме того, от расходимости как светового, так и акустич. пучков и спектрального состава акустич. сигнала. Величина $\Delta\lambda_0$ существенно зависит от выбора участка эл.-магн. спектра; в видимом диапазоне для совр. акустооптич. фильтров она не превышает неск. Å. Эффективности имеющихся фильтров составляют 50—100% при интенсивности звука $I_{ак} \sim 1$ Вт/см² и $L \sim$ неск. см. Диапазон оптич. перестройки определяется шириной полосы частот электроакустич. преобразователя и частотной зависимостью поглощения УЗ. Как правило, он достаточен для перекрытия всего оптич. диапазона.

Акустооптич. устройства используются как для внеш. управления световым лучом, так и для управления процессом генерации и параметрами когерентного излучения внутри оптич. квантового генератора. Помещённая внутри оптич. резонатора АОЯ модулирует его добротность и отклонит лазерный луч для вывода его из резонатора. Использование акустооптич. фильтров в лазерах с широким спектром генерации позволяет получать узкие линии излучения, перестраиваемые внутри диапазона генерации изменением акустич. частоты. Введение акустич. волны непосредственно в активную среду позволяет осуществлять распределённую обратную связь, при к-рой отражения светового излучения возникают в результате дифракции его на УЗ-волне. Распределённая обратная связь обеспечивает высокую спектральную селективность и позволяет управлять интенсивностью генерир. света, меняя эффективность обратной связи за счёт изменения амплитуды звуковой волны.

Акустооптич. процессоры. Акустооптич. приборы, рассмотренные выше, служат основой для создания устройств обработки СВЧ-сигналов — т. н. процессоров, к-рые, в отличие от цифровых вычислит. машин, позволяют производить обработку информации в реальном масштабе времени. В акустооптич. процессоре перемснный во времени электр. сигнал преобразуется электроакустич. преобразователем в УЗ-волну, к-рая, распространяясь в АОЯ, создаёт пространственное звуковое изображение сиг-