

Поэтому в практич. схемах М. с. свет направляют вдоль оптич. оси кристалла ( $n_1 = n_2$ ) или применяют схемы компенсации естеств. анизотропии кристаллов. На рис. 3 изображена одна из таких схем. Анизотропный элемент состоит из двух идентичных кристаллов 2, между к-рыми расположена полуволновая пластина 4, ориентированная так, что поляризация проходящего

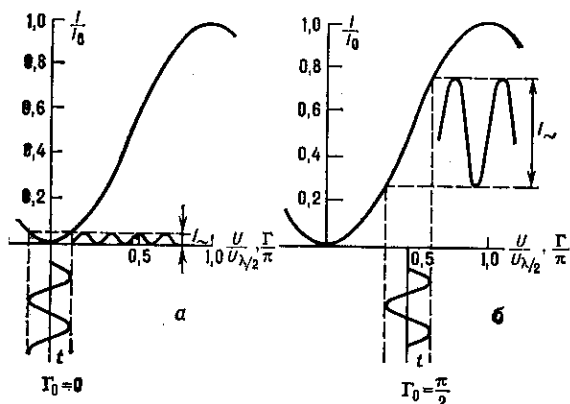


Рис. 2. Амплитудная характеристика модулятора света: а — работа на нелинейном участке при  $\Gamma_0 = 0$ ; б — работа на линейном участке при  $\Gamma_0 = \pi/2$ .

через неё света поворачивается на  $90^\circ$ . Поэтому световая волна, к-рая в первом кристалле была «медленной», становится во втором кристалле «быстрой», и наоборот, так что разность фаз за счёт естеств. анизотропии на выходе элемента равна нулю. Одновременно меняют знак управляющего поля при переходе от первого кристалла ко второму, что приводит к суммированию наведённого сдвига фаз в кристаллах.

Конструкция М. с. существенно зависит от диапазона их рабочих частот. На низких частотах (до 100 МГц) М. с. представляют собой конденсатор, образованный электродами и заполненный электрооптич. средой. В диапазоне 100—3000 МГц применяют М. с. с тороидальными резонаторами, ёмкостный зазор к-рых заполнен электрооптич. средой. Уменьшение габаритов таких М. с. на частотах 100—500 МГц достигается заменой сплошного центрального стержня резонатора на спиральный, что позволяет увеличить его индуктивность. В диапазоне св. 3000 МГц используют объёмные резонаторы, полностью или частично заполненные электрооптич. средой.

Из примерно 100 типов М. с., выпускаемых в настоящее время, большинство являются поляризационными. Их полуволновые напряжения лежат в пределах от 90 В до 4 кВ, полосы частот модуляции от неск. МГц до 1 ГГц.

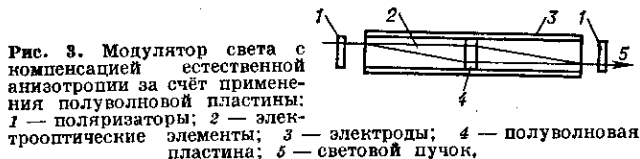


Рис. 3. Модулятор света с компенсацией естественной анизотропии за счёт применения полуволновой пластины: 1 — поляризаторы; 2 — электрооптические элементы; 3 — электроды; 4 — полуволновая пластина; 5 — световой пучок.

Кроме материалов, применяемых при создании фазовых модуляторов, в поляризац. ячейках используют  $Va_{12}SiO_{20}$ , а в ИК-диапазоне — арсенид галлия (GaAs) и теллурид кадмия (CdTe). В нек-рых случаях используются поляризац. ячейки с центросимметричными средами, напр. с жидкостями типа нитробензола. В таких веществах изменение показателя преломления пропорц. квадрату электр. поля:  $\Gamma = 2\pi B E^2$ , где  $B$  — постоянная Керра. Полуволновые напряжения в таких ячейках составляют  $12 \div 45$  кВ.

Интерференционные М. с. Интерференц. схемы преобразования фазовой модуляции в амплитудную не

нашли такого широкого применения, как поляризационные. Это связано с тем, что интерференционные М. с. более сложны конструктивно, требуют точной юстировки, чувствительны к вибрациям и др. внеш. воздействиям. Интерференционные М. с. применяют в контрольно-измерит. технике как датчики темп-ры и деформации, линейных и угл. перемещений. Прин-

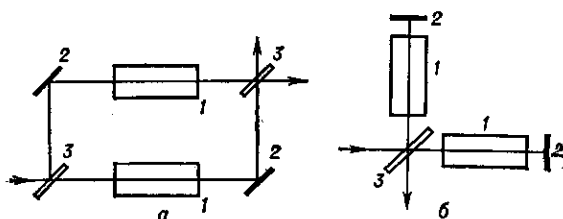


Рис. 4. Интерференционные модуляторы света на основе интерферометров Рождественского (а) и Майкельсона (б): 1 — электрооптические элементы; 2 — зеркала; 3 — полупрозрачные элементы.

ципальные схемы интерференционных М. с. на основе интерферометров Рождественского и Майкельсона приведены на рис. 4. Световой пучок, входящий в интерференц. модулятор, должен быть линейно поляризован вдоль одного из векторов поляризации  $d_1$  или  $d_2$ , соответствующих макс. электрооптич. эффекту. Светоделительный элемент 3 разделяет световой пучок на два луча с одинаковыми амплитудами и направляет их через два фазовых М. с. При прохождении через светоделительный элемент 3' лучи интерferируют. Интенсивность света на выходе интерферометра описывается такой же ф-цией, как интенсивность поляризац. М. с. Если фазовые электрооптич. элементы идентичны, а напряжения на них поданы в противофазе, то

$$\Gamma_0 = 2\pi\Delta l/\lambda, \quad \Gamma_\infty = 2\pi U/U_{\lambda/2}$$

где  $\Delta l$  — разность длин пути первого и второго лучей.

В интерференционных модуляторах используют те же материалы, что и в поляризационных. Особенно эффективны интерференционные М. с. в плёночном исполнении в системах интегральной оптики.

Интегрально-оптические М. с. находят в последнее время всё более широкое применение. В качестве материала для их создания используют, как правило, ниобат лития ( $LiNbO_3$ ). На поверхности этого материала методом диффузии титана создают необходимую световодную конфигурацию. Между световодами напыляются электроды. Прикладывая напряжение к электродам, можно изменять скорость распространения света по световодам. Среди интегрально-оптич. М. с. наиб. применение нашёл модифициров. интерферометр Ха — Цендера, изображённый на рис. 5. В этой струк-

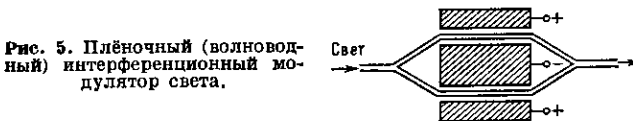


Рис. 5. Плёночный (волноводный) интерференционный модулятор света.

туре ширина световода не должна превышать неск. мкм, чтобы волновод был одномодовым. Роль светоделительных элементов в данном случае играют Y-образные разветвления. Если пришедшие к выходу интерферометра волны оказываются в фазе, то они складываются, если в противофазе — то образуют волну второй моды, к-рая не может распространяться по световоду и излучается в подложку. При распространении по световоду свет не дифрагирует, поэтому длина интегрально-оптич. М. с. может достигать нескольких см. Т. о., отношение размеров модулятора  $l/h$  достигает  $10^4$ . В этом случае полуволновое напряжение со-