

Интенсивность $I_{вх}$ устанавливается несколько ниже порога переключения $I_{вкл}$, что соответствует высокой интенсивности отражённого сигнала. Незначит. добавка I_1 приводит к резкому уменьшению интенсивности $I_{отр}$, а снятие I_1 — к восстановлению высокого уровня $I_{отр}$.

На рис. 2(б) дана схема устройства, представляющего собой по сути оптически программируемый элемент процессора, в к-ром тот или иной вид логич. операции задаётся значением интенсивности подсветки I_0 . На БИ кроме подсветки подаются ещё два информац. пучка I_1 и I_2 и на выходе рассматривается интенсивность проходящего пучка. Если интенсивность подсветки выбрана такой, что $I_0 = I_{вкл} - 0,5I_1$ (рис. 2, а), то наличие сигнала хотя бы в одном из информац. пучков переводит элемент в единичное состояние для проходящего луча (логич. функция «ИЛИ»). При установке $I_0 \approx I_{вкл} - 1,5I_1$ элемент включается лишь при одном-одном. подаче сигнала («1») в обоих информац. каналах (функция «И»). Если выполняется условие $I_0 < I_{вкл} - (I_1 + I_2)$, то при любой комбинации состояний I_1, I_2 на выходе имеет место низкий уровень интенсивности (ф-ция «НЕТ»). Наконец, при $I_0 > I_{вкл}$ БИ всегда остаётся при включённом состоянии (ф-ция «ДА»). Для отражённого потока в этой же схеме обеспечиваются также ф-ции «ИЛИ — НЕТ» и «И — НЕТ».

Такой набор элементов является достаточным для синтеза более сложных блоков. На рис. 3 даны нек-рые примеры организации взаимодействия между отд. элементами. БИ с гистерезисной зависимостью (рис. 3, а) действует как оптич. триггер с отдельными инверсными

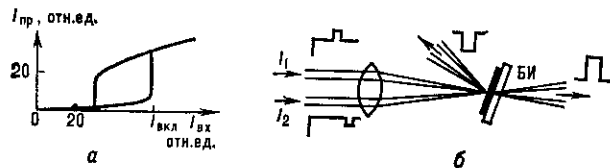


Рис. 3. Передаточная характеристика (а) и схема триггера с отдельными инверсными входами и выходами (б).

входами и выходами (рис. 3, б). Чтобы получить RS-триггер, один из входных сигналов в схеме рис. 3(б) необходимо инвертировать. (RS-триггер имеет два входа и два устойчивых состояния, к-рые меняются под действием входных сигналов, при этом обязательно попеременно то с одного, то с другого входа.) Инвертирование можно сделать с помощью дополнит. элемента

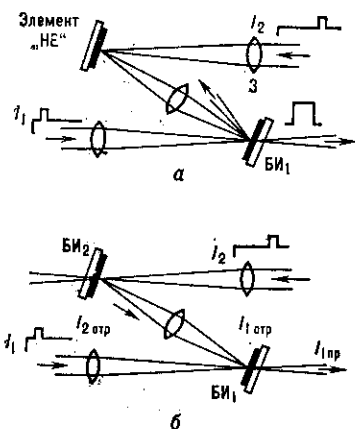


Рис. 4. Схемы оптических RS-триггеров.

«НЕ» (рис. 4, а). В исходном состоянии интенсивность I_2 выбрана чуть ниже порога переключения элемента «НЕ», и уровень сигнала, отражённого в направлении ТПИ₁, высок. Его сумма с нач. интенсивностью I_1 за счёт регулировки последней соответствует примерно центр. области гистерезисной петли. ТПИ₁ находится в состоянии с низким пропусканием (выключен). Манипуляция интенсивностью пучка I_2 (R-вход) не могут изменить это состояние. Кратковременное же увеличение интенсивности I_1 (S-вход) приводит к включению ТПИ₁. После этого ближайшим по времени всплеском сигнала I_2 триггер опрокидывается в исходное состояние.

RS-триггер реализуется также и на основе двух «скрещенных» устройств с ф-циями «НЕ» (рис. 4, б). Введённая в систему жёсткая положит. обратная связь приводит к тому, что первый из элементов устойчиво находится во включённом состоянии, если второй в выключенном, и наоборот. По сравнению с предыдущей эта схема полностью симметрична, но требует более тщательной юстировки.

Типы бистабильных устройств. Осн. критериями, определяющими практич. использование оптических логич. устройств в вычислит. технике, являются их высокое быстродействие и малая световая энергия (мощность), необходимая для перевода устройства из одного устойчивого состояния в другое. Для нелинейных пассивных резонаторов эти характеристики определяются в первую очередь величиной светоиндуциров. изменения показателя преломления нелинейной среды, помещённой между зеркалами резонатора, и добротностью последнего. С учётом необходимости интегрально-оптич. исполнения оптических логич. элементов указанным критериям наилучшим образом отвечают полупроводниковые материалы и структуры на их основе. Одной из таких структур являются вакуумно-напылённые тонкоплёночные полупроводниковые интерферометры (ТПИ). Напр., ТПИ с промежуточными слоями из ZnS, ZnSe обладают сильной оптич. нелинейностью тепловой природы ($\Delta n \sim 10^{-2}$) при потоках излучения ~ 10 мВт), способностью работать в непрерывном режиме при комнатной тем-ре, малыми размерами отд. бистабильного элемента (толщина 0,5—2 мкм, диам. 4—50 мкм), возможностью формировать двумерные интегрально-оптич. схемы на площади $\sim 10^2$ см², свободой выбора длин волн излучения в видимой области спектра. Осн. недостатком ТПИ с тепловым механизмом нелинейности является ограниченное быстродействие (времена переключения $\sim 10^{-7}$ — 10^{-8} с). Использование оптич. нелинейности электронной природы в ТПИ на основе GaAs, InP, ZnSe и др. полупроводниковых слоёв позволяет достигать пикосекундного быстродействия в таких устройствах при уд. энергиях переключения устойчивых состояний $\sim 10^{-13}$ — 10^{-16} Дж/мкм².

Увеличение нелинейного отклика в полупроводниковых резонаторах и их быстродействие достигается также при использовании в качестве нелинейной среды спец. структуры, сформированной тонкими чередующимися слоями двух полупроводниковых материалов (напр., GaAs и Ga_xAl_{1-x}As). Границы раздела между слоями являются гетеропереходами, представляющими собой потенциальные барьеры для движения носителей заряда в соседних слоях. При полной оптич. толщине такой структуры, равной неск. $\lambda/2$ (λ — длина волны излучения), толщины отд. слоёв в ней имеют величину ~ 5 — 20 нм и, следовательно, число чередующихся пар слоёв может быть ~ 100 и более. Сформированная таким образом полупроводниковая сверхрешётка имеет период, сравнимый с характерными размерными параметрами квантовомеханич. движения носителей заряда в полупроводниках, что приводит к ограничению этого движения в соответствующих направлениях. В результате в энергетич. спектре сверхрешётки возникают особенности, обуславливающие отличие оптич. характеристик такой полупроводниковой структуры от характеристик исходных полупроводниковых материалов, в т. ч. формирование сильной оптич. нелинейности в ней при комнатных тем-рах. БИ, использующие, напр., нелинейное изменение показателя преломления в экзитонной области спектра в промежуточном слое на основе GaAs/Ga_xAl_{1-x}As-сверхрешётки, обладают временами переключения $\sim 10^{-8}$ — 10^{-9} с и уд. энергиями переключения $\sim 10^{-12}$ — 10^{-14} Дж/мкм². Однако технология изготовления широкоапертурных БИ на основе сверхрешёток достаточно сложна.

Для создания оптических логич. элементов наряду с резонаторными используются также безрезонаторные системы, в к-рых бистабильный отклик обусловлен