

Акустоэлектронные методы в ряде случаев позволяют осуществлять эти операции более простым и рациональным способом.

В устройствах А. используются УЗ-волны ВЧ-диапазона и гиперзвуковые волны (от 10 МГц до 10 ГГц), как объёмные (продольные и сдвиговые), так и поверхностные. Осн. преимуществом *поверхностных акустических волн* (ПАВ) является доступность волнового фронта, что позволяет снимать сигнал и управлять распространением волны в любых точках звукопровода, а также управлять характеристиками устройств; поэтому большинство устройств выполняется на ПАВ.

Общие параметры устройств А.: рабочая частота f , полоса частот Δf , полные вносимые потери B и время обработки сигнала τ . Значения f и Δf определяются в осн. характеристиками электроакустич. преобразователей, τ — размерами звукопровода и скоростью звука в нём, а B — потерями на двойное преобразование, отражение и поглощение звука. Важным параметром устройств А. является информац. ёмкость, определяемая как $\tau \Delta f$.

По физ. принципам, лежащим в основе работы, и по назначению акустоэлектронные устройства можно разделить на пассивные линейные устройства, в к-рых производится линейное преобразование сигнала (линии задержки, фильтры и др.), активные линейные устройства (усилители и генераторы сигналов) и нелинейные устройства, где происходит генерация, модуляция, перемножение и др. преобразования сигналов.

Элементы акустоэлектроники. Всякое акустоэлектронное устройство состоит из простейших элементов — *электроакустических преобразователей* и звукопроводов. Кроме того, применяются отражатели, резонаторы, многополосковые электродные структуры, акустич. волноводы, концентраторы энергии и фокусирующие устройства, а также активные, нелинейные и управляющие элементы.

Для возбуждения и приёма объёмных волн в А. используются *пьезоэлектрические преобразователи*: пьезоэлектрич. пластинки (на частотах до 100 МГц), *пьезополупроводниковые преобразователи* с запирающим или диффузионным слоем (в диапазоне частот 50—300 МГц), *плёночные преобразователи* (на частотах выше 100 МГц). Гиперзвуковые волны часто возбуждаются с поверхности пьезоэлектрич. звукопровода, торец к-рого для этих целей помещают в зазор СВЧ-резонатора или замедляющую СВЧ-систему. Для возбуждения и приёма ПАВ используются гл. обр. встречно-штыревые преобразователи (рис. 1, а), представляющие собой периодич. структуру металлич. электродов, нанесённых на пьезоэлектрич. кристалл.

В качестве звукопроводов для устройств А. применяются монокристаллы диэлектриков, пьезоэлектри-

тановленные перпендикулярно или наклонно к падающей волне. Интерференция ПАВ от большого числа отражателей позволяет получить высокий коэф. отражения $K_{отр}$ в узкой полосе частот, так, при 100 полосках $K_{отр}$ достигает 98% в узкой полосе с центр. частотой $f_0 = c_p/d$, где c_p — скорость ПАВ.

Отражение объёмных акустич. волн от граней кристаллов позволяет создавать пьезокристаллич. монокристаллы или плёночные резонаторы. Наиб. широко используются кварцевые резонаторы в диапазоне частот 0,5—30 МГц, их добротность достигает 10^6 . Нанесением тонких эпитаксиальных пьезоэлектрич. плёнок CdS, ZnO или AlN на диэлектрич. подложку создают резонаторы на частоты до 10 ГГц.

Системы отражателей для ПАВ позволяют создавать резонаторы с добротностью $\sim 10^5$ и низкими вносимыми потерями (~ 5 дБ) в диапазоне частот 30—1000 МГц. В этом случае между отражателями 2 (рис. 2) создаётся стоячая поверхностная волна, к-рая возбуждается и принимается преобразователем 1. Добротность такого резонатора определяется коэф. отражения ПАВ от отражателей и её поглощением в звукопроводе.

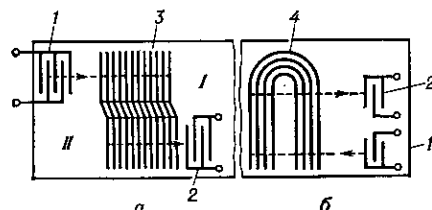


Рис. 3. Многоэлектродные структуры для ПАВ: а — направленный ответвитель; б — отражатель; 1 — входной преобразователь; 2 — выходной преобразователь; 3 — многоэлектродная структура, переводящая волну из канала I в канал II; 4 — многоэлектродная структура — отражатель.

Разновидностью отражателей для ПАВ являются многополосковые электродные структуры (МЭС), состоящие из однородной незамкнутой периодич. системы металлич. полосок (рис. 3), расположенных перпендикулярно направлению распространения ПАВ. В МЭС падающая волна занимает лишь половину их апертуры (канал I). При достаточной длине МЭС это приводит к тому, что волна, распространяющаяся в канале I, возбуждает связанную с ней моду колебаний в канале II, чем достигается направленное ответвление волны. МЭС позволяют создавать направленные ответвители ПАВ, расширять и сжимать пучки ПАВ, изменять траектории пучков, создавать эфф. отражатели ПАВ, однонаправленные преобразователи и т. д.

Частным случаем звукопроводов являются *волноводы акустические*. На объёмных волнах они представляют собой полоски, ленты или проволоку, в к-рых возбуждаются определённые нормальные моды. Такие волноводы служат в качестве линий задержки на большие времена или в качестве дисперсионных линий задержки, если волноводы возбуждаются на модах, обладающих заметной дисперсией. В случае ПАВ волноводы представляют собой металлич. или диэлектрич. полоски (рис. 4) определ. размеров и сечений. Волноводы служат для канализации энергии ПАВ, изменения их направления распространения, увеличения времени задержки и т. д.

Концентраторы — звукопроводы переменного сечения, к-рые служат для увеличения плотности энергии УЗ-волн и для ввода энергии в акустич. волноводы. Для ПАВ — это металлич. или диэлектрич. полоска переменного сечения (рис. 5).

В качестве активных элементов А. используются пьезополупроводниковые монокристаллы, пьезополупроводниковые плёнки или слоистые структуры пьезоэлектрик — полупроводник. В активных

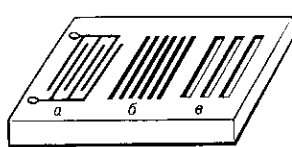


Рис. 1. Элементы акустоэлектроники: а — встречно-штыревой преобразователь ПАВ; б — металлическая отражающая решётка; в — система отражающих канавок.

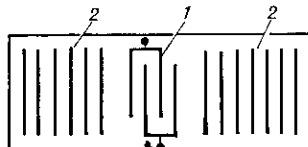


Рис. 2. Резонансная структура на ПАВ с одним преобразователем: 1 — преобразователь; 2 — система отражателей (металлические электроды или канавки).

ков, полупроводников — в зависимости от назначения и характеристик устройства (кварц, сапфир, ниобат лития и др.). Для изменения направления распространения акустич. пучка в УЗ-линиях задержки и др. устройствах применяются отражатели: для объёмных волн — хорошо отполированные свободные плоские поверхности звукопровода, для ПАВ — решётки с периодом d из металлич. или диэлектрич. полосок или канавок в звукопроводе (рис. 1, б, в), ус-