

направлении. Дрейфующие дырки и электроны взаимодействуют с фононами — в данном случае висмута — через потенциалы деформации. При  $v_t > v_s$  возникает черенковская генерация фононов, и дырки и электроны получают тормозящие импульсы, направленные противоположно нарастающему потоку генерируемых фононов. Это приводит к появлению акусто-электрических токов дырок  $j_p$  и электронов  $j_n$ . Эти токи отклоняются в магнитном поле на соответствующие им холловские углы и поэтому не перпендикулярны  $v_t$  и  $\mathcal{E}$ . Они имеют составляющие вдоль  $\mathcal{E}$ , которые, как видно из рис. 15.9, прибавляются к току  $j_0$ . Поэтому результирующий ток  $j$  оказывается больше  $j_0$ .

### § 9. Заключительные замечания

Выше мы везде рассматривали только объемные, продольные или поперечные, упругие волны. Однако все рассмотренные явления — электронное поглощение и усиление волн, акусто-электрический эффект и др. — наблюдаются и в других типах волн. Особенно интересными здесь являются поверхностные волны. В таких

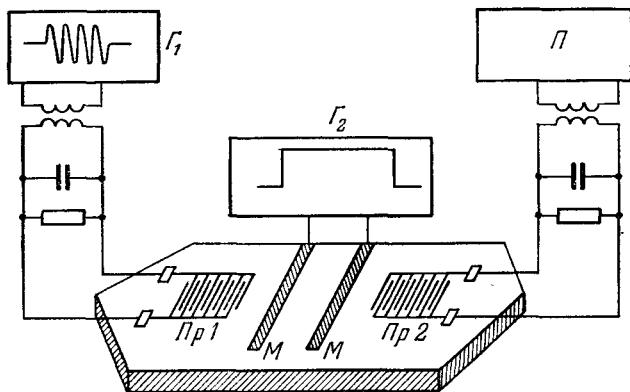


Рис. 15.10. Усиление поверхностных упругих волн дрейфом электронов.  $\Gamma_1$  — импульсный генератор высокой частоты,  $\Gamma_2$  — генератор прямоугольных импульсов ускоряющего напряжения,  $\Pi$  — радиоприемник,  $\text{Пр}1$  и  $\text{Пр}2$  — электромеханические преобразователи,  $M, M$  — металлические ускоряющие электроды.

волнах в общем случае имеются нормальная к поверхности составляющая смещения и тангенциальная составляющая, которые, в отличие от объемных волн, затухают при удалении от поверхности.

Схема типичного опыта для наблюдения электронного поглощения и усиления поверхностных волн в пьезоэлектрических

кристаллах показана на рис. 15.10. В качестве электромеханических преобразователей служат две системы гребенчатых металлических электродов, вставленные одна в другую. Переменное электрическое напряжение, подаваемое на преобразователь, должно иметь такую частоту, чтобы длина упругой поверхностной волны была равна периоду гребенки. Разумеется, и здесь кристаллографические оси пластинки должны быть ориентированы так, чтобы смещение в волне было пьезоэлектрически активным.

Исследование акусто-электронных явлений (на объемных и поверхностных волнах) позволяет получить ценную информацию об особенностях взаимодействия колебаний решетки с электронами проводимости. Оно дает новые возможности определения важных характеристик полупроводниковых кристаллов: дрейфовой подвижности носителей заряда, константы электромеханической связи, деформационных потенциалов и др.

Акусто-электронные явления могут также быть использованы для создания новых твердотельных электронных приборов. Так, используя акусто-электрический эффект, можно получить малогабаритные устройства для регистрации и измерения интенсивности ультразвуковых волн. Явление усиления упругих волн с помощью дрейфа электронов можно использовать для создания усилителей и генераторов ультра- и гиперзвуковых колебаний. Используя двойное преобразование: электрический сигнал — звуковая волна и звуковая волна — электрический сигнал, можно получить усилители и генераторы электрических колебаний. Двойное преобразование совместно с усилением звука позволяет осуществить линии задержки электрических сигналов, которые, по сравнению с обычными линиями задержки электромагнитных волн, выгодно отличаются большими временами задержки (вследствие того, что  $v_s \ll c$ ) и компенсацией потерь. Возможно создание и более сложных функциональных схем для различного преобразования и обработки информации, на которых мы, однако, останавливаться не будем.