

Для большинства ХСП значения σ и энергия активации практически не зависят от природы и концентрации примесей (примесные атомы проявляют макс. валентность, отдавая все свои валентные электроны на образование ковалентных связей с осн. атомами). Однако примеси переходных металлов (Ni, Mo, W, Fe) вызывают появление примесной проводимости (резкое возрастание σ , рис. 2). Предполагается, что её создают d -электроны, к-рые могут не участвовать в образовании ковалентных связей. ЭТАП, в частности аморфный Si, удаётся эффективно легировать атомами P и V.

Для многих ХСП характерен эффект переключения — быстрый ($\sim 10^{-10}$ с) обратимый переход из высокоом-

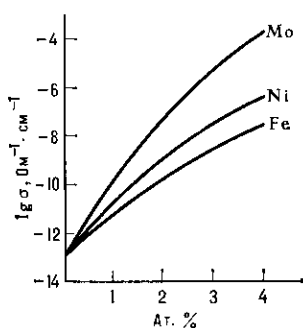


Рис. 2. Зависимости проводимости σ аморфных полупроводников от концентрации примесей переходных металлов.

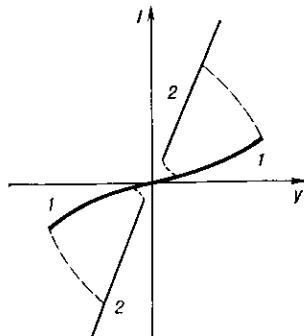


Рис. 3. Вольтамперная характеристика халькогенидных стекловидных полупроводников в условиях «эффекта переключения».

ного состояния (рис. 3, 1) в низкоомное (2) под действием сильного электрич. поля $\geq 10^6$ В·см⁻¹. Это объясняется как инжекцией электронов и дырок из контакта и делокализацией захваченных носителей заряда, так и ростом темп-ры в пинуре тока (см. *Шнурование тока*). В ряде ХСП низкоомное состояние образца сохраняется длительно, а для возврата в высокоомное состояние необходимо пропустить через образец кратковрем. импульс тока. Этот эффект памяти обусловлен частичной кристаллизацией ХСП в области токового шнура.

Во многих А. и с. п., в частности в ХСП, электронные состояния в запрещённой зоне являются *поляронами* малого радиуса. Заполнение такого состояния электроном сопровождается сдвигом соседних атомов решётки, что приводит к отличию значений ϵ_g^e , полученных из измерений межзонного поглощения света и энергии активации проводимости.

Оптические свойства. Край осн. поглощения света в А. и с. п. имеет 3 участка. В области высоких значений коэф. поглощения $\alpha > 10^4$ см⁻¹, его зависимость от частоты: $\alpha = B(h\nu - \epsilon_g^{оп})/h\nu$, где $B \sim 10^5 - 10^6$ см⁻¹ эВ⁻¹, $\epsilon_g^{оп}$ — оптическая ширина запрещённой зоны. При $1,0 \text{ см}^{-1} < \alpha < 10^3 - 10^4 \text{ см}^{-1}$ $\alpha = \alpha_0 \exp(Ah\nu)$, где $A = 15 - 20$ эВ⁻¹. При $\alpha < 1 \text{ см}^{-1}$ поглощение обусловлено дефектами структуры.

В большинстве А. и с. п. наблюдается значит. *фотопроводимость* $\sigma_f = AL^n$, где L — интенсивность света; $0,5 \leq n \leq 1,0$. Спектральное распределение σ_f имеет максимум и пологую длинноволновую ветвь; зависимость $\sigma_f(T)$ имеет максимум в той области T , где $\sigma_f \sim \sigma$, а при понижении темп-ры σ_f падает вначале экспоненциально, а затем более полого. Особенности σ_f объясняются «прилипанием» и рекомбинацией неравновесных носителей на локальных центрах, непрерывно распределённых по энергии по определённому (в частности, по экспоненциальному) закону. В ХСП наблюдаются ряд специфич. явлений, напр. уменьшение люминесценции в процессе возбуждения, что коррелирует с явлениями фотоиндуцир. электронного парамагн. резонанса (ЭПР) и фотоиндуцир. погло-

щения света. Эти особенности объясняются наличием зарядж. дефектов, к-рые при низкотемпературном освещении становятся нейтральными и парамагнитными.

Аморфный кремний. Из ЭТАП наиб. изучен гидрированных, аморфный Si. Водород «залечивает» оборванные связи в Si, понижая тем самым плотность локализ. состояний в запрещённой зоне и обеспечивая возможность легирования, а также меняет общую структуру и весь комплекс электрич. и оптич. свойств.

Практическое применение А. и с. п. разнообразно. Благодаря прозрачности в длинноволновой области спектра ХСП применяются в оптич. приборостроении. Сочетание высокого сопротивления и большой фотопроводимости используется в электрофотографии, телевизионных передающих трубках типа видикон и для изготовления фототермопластич. преобразователей изображений. Эффекты переключения и памяти позволяют получить быстродействующие переключатели и матрицы памяти. Фотолегирование и обратимость фотостимулиров. изменения оптич. свойств используются в светорегистрирующих средах для голографии и бессерьбряной фотографии. Стимулированное внеш. воздействием изменение растворимости ХСП лежит в основе фото-, электро- и рентгенорезисторов, фотошаблонов и др. Плёнки аморфного Si и др. ЭТАП перспективны для построения *солнечных батарей*, а также для создания эфф. электролюминофоров, электрофотографич. устройств, видиконов и др. преобразователей изображений.

Лит.: Мотт Н., Дэвис Э., Электронные процессы в некристаллических веществах, пер. с англ., т. 1—2, 2 изд., М., 1982; Костылев С. А., Шкут В. А., Электронное переключение в аморфных полупроводниках, К., 1978; Шеловский Б. И., Эфрос А. Л., Электронные свойства легированных полупроводников, М., 1979; Стеклообразный сульфид мышьяка и его сплавы, Киш., 1981; Электронная теория неупорядоченных полупроводников, М., 1981; Аморфные полупроводники, под ред. М. Бродски, пер. с англ., М., 1982. В. М. Люблин.

АМОРФНЫЕ МАГНЕТИКИ — класс *магнитных материалов*, состоящих из атомов, определяющих *магнитную структуру*, напр. ферромагнитную, с аморфной атомной структурой в ограниченном интервале темп-р. Возможность существования А. м. была впервые показана теоретически в 1960 [1]. Полученные А. м. по магн. свойствам не уступают или близки к лучшим кристаллич. магн. материалам, но технология их изготовления существенно проще.

Особенности магн. состояния А. м. определяются особенностями аморфного состояния вещества — отсутствием дальнего и наличием ближнего атомного порядка, термодинамич. неравновесностью, флуктуациями атомных магн. моментов, обменных и анизотропных взаимодействий. Указанные флуктуации и топологич. особенности строения «сетки» атомов аморфного вещества формируют магн. структуры А. м. Теоретич. и эксперим. исследования показали, что существуют след. типы А. м.: ферромагнетики (ФМ), спиновые стёкла (СС), ферримагнетики (ФИМ), неупорядоченные ферромагнетики (НФМ), неупорядоченные ферримагнетики (НФИМ). Последние два типа А. м. наз. также *асперомагнитными* и *сперомагнитными* соответственно. Теория допускает также возможность неупорядоченного антиферромагн. состояния. На рис. 1 схематически представлены указанные структуры А. м. и примеры магнетиков соответствующих типов. Во всех магн. структурах А. м. (кроме СС) существует дальний магн. порядок.

Структуры ФМ и НФМ (рис. 1, а, в) имеют ненулевой макроскопич. спонтанный магн. момент ($M \neq 0$). Их различие связано со стохастичностью и существенной неколлинеарностью структуры НФМ. Состояние СС (рис. 1, б) представляет собой систему хаотически «замороженных» в пространстве магн. моментов с общим моментом $M=0$. Наконец, состояния ФИМ и НФИМ (рис. 1, в, д) характерны для двухкомпонентных систем типа сплавов переходных $3d$ - и $4f$ -металлов.