

**С. В. Гапонов.** Сверхтонкие пленки твердых тел и многослойные структуры: метод получения, исследования, применения. Пленки толщиной в несколько монослоев могут быть получены либо при медленном осаждении с прецизионным контролем, либо импульсным методом. В последнем случае необходимо существование естественных механизмов, стабилизирующих дозу осажденного вещества. Такими свойствами обладает лазерное распыление материалов в вакууме. При определенных параметрах процесса экранировка поверхности мишени плазмой ослабляет зависимость количества испаренного вещества от интенсивности излучения, а диаграмма разлета расширяется с увеличением энергии, запасенной в плазменном сгустке. В итоге количество частиц, попадающих на единичную площадку расположенной над мишенью пластины, остается неизменным в сравнительно широком диапазоне интенсивностей падающего излучения. Высокая мгновенная скорость напыления  $v_k = 10^4 - 10^6$  А/с и богатый спектр энергий поступающих частиц  $E = 0,1 - 10^3$  эВ позволяют использовать лазерную плазму для получения различных тонкослойных структур. На рис. 1 суммированы возможности лазерного метода.

В сверхтонких пленках InSb, PbTe,  $Pb_{1-x}Sn_xTe$ , PbS, PbSe, CdTe оптическими методами по эффектам размерного квантования исследовалась зонная структура. В частности, в InSb определена эффективная масса электро-

нов в минимуме зоны проводимости  $E_1$ , в PbS и PbSe определен энергетический зазор между валентными зонами, в CdTe определено значение эффективной массы легких дырок. Обнаружена зависимость энергий связи экситона от толщины в сверхтонких пленках CdTe и расщепление экситонных

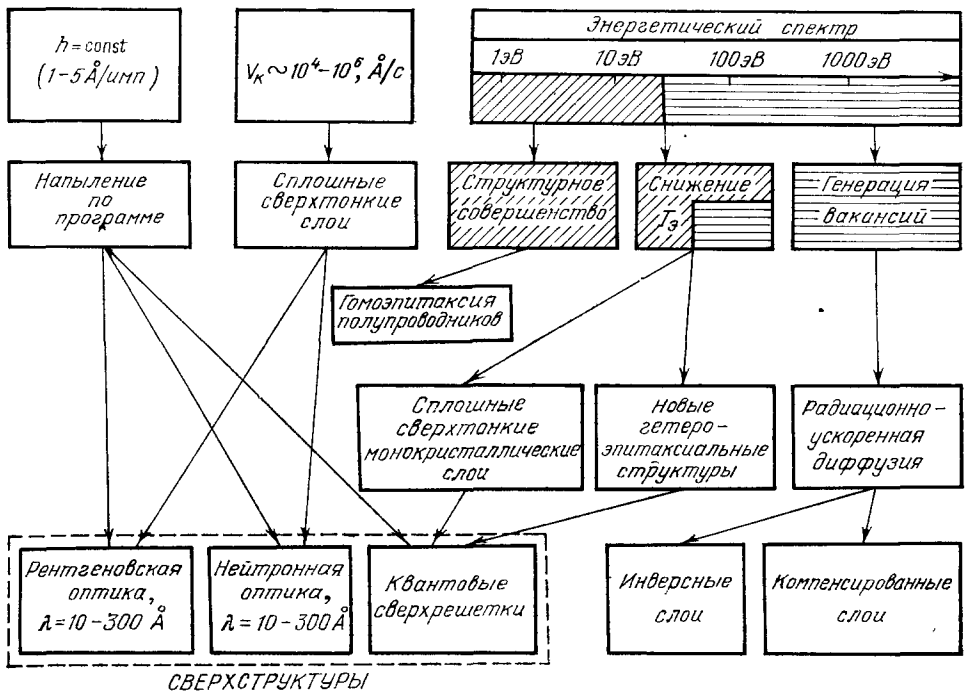


Рис. 1

уровней. Исследованы многослойные структуры из сверхтонких пленок полупроводников (квантовые сверхрешетки). Набор использованных в экспериментах материалов приведен в табл. I. На рис. 2 показаны типичный спектр поглощения сверхрешетки и вольтамперная характеристика, снятая при комнатной температуре.

Таблица I

Полупроводниковые сверхрешетки

	Структура	Материал	Толщина слоя, Å
Проводящие слои	Монокристалл	InSb PbTe	50—100
Барьерные слои	»	Be CdTe PbTe	20—50
	Аморфная	GaAs Ge C	10—20

Трудности изготовления многослойной оптики для мягкого рентгеновского излучения (10—300 Å) связаны с поглощением и малой оптической плотностью, характерными в этом диапазоне для всех материалов. Несмотря на это, используя особенности диэлектрической восприимчивости вблизи

K- и L-линий различных веществ можно построить во всем диапазоне зеркала с коэффициентами отражения не менее 50%. Для этого необходимо иметь гладкие исходные поверхности (среднеквадратичная высота неровностей не

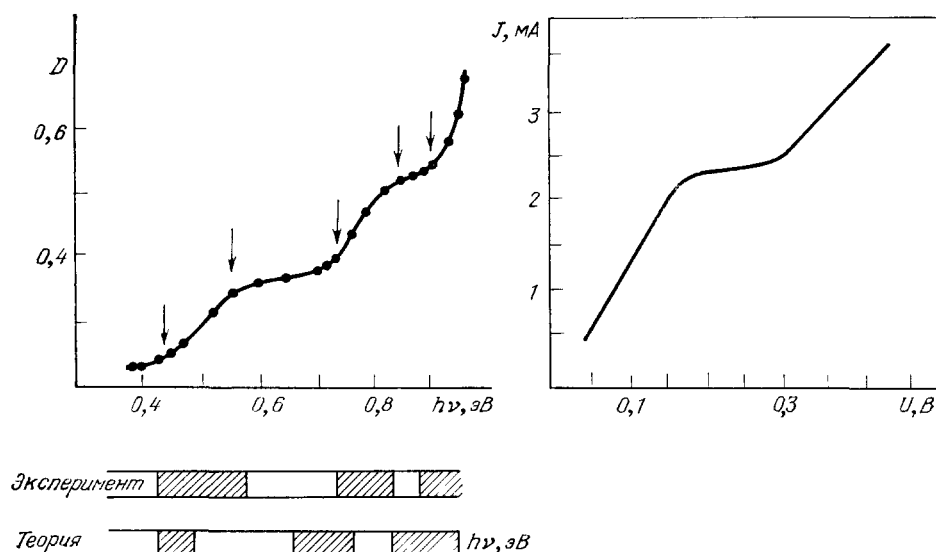


Рис. 2

должна превышать 1—5 Å) и уметь наносить сверхтонкие до 3—5 Å слои различных (в том числе и тугоплавких) материалов. Специфика лазерного напыления позволяет несколько улучшить исходную поверхность и наносить сверхтонкие пленки. Результаты по многослойной рентгенооптике приведены в табл. II.

Таблица II

$\lambda, \text{Å}$	Структура	N	$\theta, \text{град}$	$R_{\text{exp}}, \%$	$R_t, \%$	$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} \Big _{\text{exp}}$	$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} \Big _t$
1,54	Ni (19Å) — C (22Å)	72	1,12	67	93	35	28
17,6	W (24Å) — C (41Å)	30	8,5	9,2	27,8	8,5	11
	Ni (19Å) — C (22Å)	72	12,5	4,6	25,5	70,5	49
24,3	W (24Å) — C (41Å)	30	11,5	5,6	17,5	—	10
	Ni (19Å) — C (22Å)	72	17,5	4,2	19,5	77	42
44,7	W (24Å) — C (41Å)	30	20	10	22	17	20
	Cr (16Å) — C (34Å)	40	27,7	21	33,6	33	39
	Ni (18,5Å) — C (43Å)	20	21,7	28	39,5	24	12,3
	Ni (19Å) — C (22Å)	72	33,5	19	25,5	49	33
	Ni (12Å) — C (28Å)	96	32,5	16	32	60	44,5
67	W (8Å) — C (26Å)	80	87,5	7	14	47,6	80

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаев Н. А., Багаев В. С., Гапонов С. В., Копыловский Б. Д., Салащенко Н. Н., Стопачинский В. Б.— Письма ЖЭТФ, 1983, т. 37, с. 524.  
Звонков Б. Н., Салащенко Н. Н., Филатов О. Н.— ФТТ, 1979, т. 21, с. 1344.

<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 11 УФН, т. 146, вып. 2

- Гапонов С. В., Лускин Б. М., Салащенко Н. Н. — ФТП, 1980, т. 14, с. 1468.
- Гапонов С. В., Лускин Б. М., Салащенко Н. Н. — Письма ЖЭТФ, 1981, т. 33, с. 533.
- Асахалян А. Д., Гапонов С. В., Гусев С. А., Лучин В. И., Платонов Ю. Я., Салащенко Н. Н. — ЖТФ, т. 54, с. 747.