

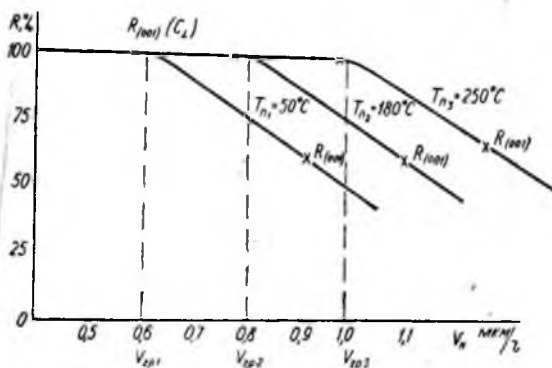
И. М. Гранкин, канд. техн. наук, Г. И. Кальная, канд. физ.-мат. наук,
В.К. Лопушенко, ст. инж.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК ОКИСИ ЦИНКА ДЛЯ УСТРОЙСТВ НА ПАВ

Применение высокоориентированных пленок окиси цинка в технике поверхностных акустических волн (ПАВ) и интегральной оптике общеизвестно. Наиболее важными характеристиками этих пленок являются высокая степень ориентации C -осей и малый

размер кристаллитов, обеспечивающие высокий коэффициент электромеханической связи и малые потери на распространение ПАВ.

Нами исследована технология получения высокоориентированных пленок окиси цинка вакуумным ионно-плазменным распылением в триодной системе на постоянном токе и определены оптимальные условия осаждения пленок с малыми размерами кристаллитов. Как известно, на структурные свойства пленок, осажденных в



Зависимости степени преимущественной ориентации C -осей кристаллитов $R_{(100)}$ от скорости напыления V_n при различных температурах подложек.

вакууме, влияют такие параметры процесса, как скорость напыления V_n , температура подложки T_n , чистота вакуумной системы, состав и давление рабочих газов, состояние и тип подложки, чистота источника и геометрия распыления [2].

Осаждение пленок окиси цинка осуществлялось в смеси аргона и кислорода при давлениях $0,5\text{--}6,6 \cdot 10^{-2}$ Па. Подложки плавленного кварца размерами $20 \times 12 \times 1$ мм закреплялись в алюминиевом держателе на расстоянии 100 мм от мишени, изготовленной из порошка, содержащего 99,9% окиси цинка. Толщина пленок во всех экспериментах составляла 1 мкм. Изменение рабочего давления в пределах $0,5\text{--}6,6 \cdot 10^{-2}$ Па заметно не влияло на свойства получаемых пленок.

На удельное сопротивление пленок влияет содержание кислорода в рабочей смеси газов. При содержании кислорода $8 \div 10\%$ сопротивление пленок составляло $10^7 \div 10^8$ Ом·см, при 5% — $5,6 \cdot 10^4$ Ом·см и резко уменьшалось с уменьшением содержания кислорода, что объясняется появлением в пленке свободного цинка. При содержании кислорода более 15% электросопротивление не увеличивалось и, как показано в работе [2], дальнейшее увеличение содержания кислорода ведет к получению пленок со смешанной ориентацией C -осей, что снижает суммарный пьезоэффект.

Наибольшее влияние на ориентацию кристаллитов оказывают скорость напыления и температура подложки. Температура под-

ложки и скорость осаждения изменялись в пределах $50 \div 300^\circ\text{C}$ и $0,5\text{—}2$ мкм/ч соответственно.

Степень ориентации $R_{(hkl)}$ и размер кристаллитов L определяли с помощью рентгеновского дифрактомера ДРОН-2,0.

Как показали исследования, для заданной температуры подложки существует граничная скорость осаждения $V_{гр}$. Увеличение скорости напыления выше граничной приводит к получению пленок со смешанной ориентацией C -осей перпендикулярно C_{\perp} и параллельно C_{\parallel} плоскости поверхности подложки. С увеличением температуры подложки граничная скорость возрастает (см. рисунок). Однако рост температуры сопровождается также и ростом размеров кристаллитов.

Пленки окиси цинка, получаемые при температурах $180^\circ \div 300^\circ\text{C}$ и скоростях осаждения $0,8 \div 1$ мкм/ч, имеют высокую степень ориентации C -оси кристаллитов перпендикулярно поверхности подложки и размеры кристаллитов $L = 23\text{—}38$ нм. Характеризуются они оптической прозрачностью. Однако в процессе исследований иногда наблюдалось помутнение пленок на подложках, напыляемых в тех же условиях, и появление смешанной ориентации C -осей (C_{\perp} и C_{\parallel}). Это объяснялось присутствием на поверхности подложки и в рабочей камере загрязнений в основном органическими веществами.

Исследовали также влияние легирующих добавок на ориентацию C -осей. Легирование мишени висмутом ($3\text{—}5\%$) способствовало увеличению электросопротивления и степени ориентации C -оси перпендикулярно подложке.

Рабочие газы должны быть высокой степени чистоты, а вакуумная система лишена течей, так как незначительное добавление (около 1%) в рабочую смесь газов азота приводит к получению пленок со смешанной ориентацией.

Из результатов исследований можно сделать вывод, что из всей совокупности технологических параметров напыления, влияющих на получение пленок ZnO с нормальной к подложке ориентацией C -осей кристаллитов, наиболее чувствительны температура подложки, скорость напыления и чистота системы.

С точки зрения размеров кристаллитов, наиболее приемлемой следует считать температуру подложек в районе 180—200 °С ($L = 23$ нм).

1. Хикернелл Ф. Преобразователи поверхностных волн на тонких пленках окиси цинка.— ТИИЭР, № 5, 1976, с. 70—76. 2. Hickernel F. DS-triode sputtered zinc oxide surface elastic wave transducer.— J. Appl. Phys. 1973, March, vol. 44, p. 1061—1071.

Поступила в редколлегию 04.09.79

I. M. Grankin, G. I. Kalnaja, V. K. Lopushenko

PREPARATION OF ZnO THIN FILMS FOR SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICES

The microstructure of sputtered ZnO films used for the generation of acoustic surface waves has been examined.