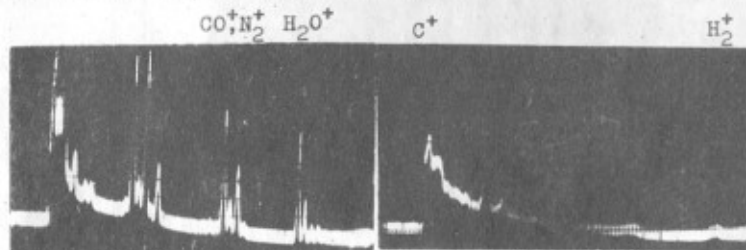


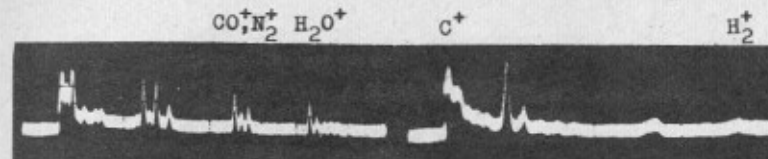
МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИСПАРЕНИЯ СПЛАВА МЕДЬ-БЕРИЛЛИЙ

В.А.Каплин, В.В.Коняшкин, Б.С.Потапов, Е.Н.Свободин

Физико-механические свойства вакуумных конденсатов металлов и сплавов существенно зависят от отклонения состава конденсата от состава исходного материала, а также от наличия в остаточной атмосфере вакуумной камеры активных газовых компонент [1,2]. В процессе напыления сплава БрБ4 осуществлялся одновременный масс-спектрометрический контроль молекулярного потока (пара) и газовой атмосферы. Испарение проводилось в вакуумной камере объемом 200 л, откачиваемой агрегатом ВА-2-3 до давления $5 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. Контроль температуры молибденового тигля, помещенного в термостатированный испаритель [3] осуществлялся термпарой W-WRe20с непрерывной регистрацией на электронном потенциометре. Вес загрузки $\sim 5,5$ г. Для форсированного понижения остаточного давления до $1 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. применялось распыление монооксида кремния, предложенное в [4]. Характерный состав остаточной атмосферы до и после испарения монооксида кремния приведен на рис.1,2.



$S_x = 0,75$ а.е.м./мм $S_y = 0,6$ а.е.м./мм
Рис.1. Остаточная атмосфера перед испарением
 $P_0 = 5 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. $S_y = 2 \cdot 10^{-9}$ а/мм.



$S_x = 0,75$ а.е.м./мм $S_y = 0,6$ а.е.м./мм
Рис.2. Остаточная атмосфера после испарения
 $P_0 = 1 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. $S_y = 1,3 \cdot 10^{-9}$ а/мм.

Контроль паров осуществлялся датчиком прибора РМС-1, установленным за подложкой на расстоянии 110 мм от испарителя. Развертывающее устройство выделяло для регистрации два участка масс - $9 + 18$ а.е.м. (группа бериллий-вода) и $63 + 65$ а.е.м.

(группа меди). Время цикла развертки составляло 20 сек.

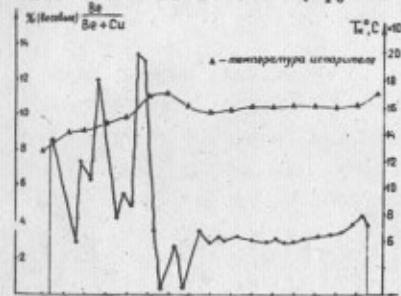


Рис.3. Распыление БрБ4
(Cu - 95,3%, Be - 4,7%)
Состав пара, измеренный
РМС-1.

Контроль газовой атмосферы осуществлялся прибором РМС-2М, разработанным в Институте математики СО АН СССР. Датчик прибора располагался в "тени" испарителя. Индикация масс-спектров осуществлялась осциллографом, подключенным непосредственно к выходу датчика. При скорости развертки 500 а.е.м./сек. парциальная чувствительность по N_2 составляла $5 \cdot 10^{-9}$ мм.рт.ст. Рабочий диапазон масс $2 + 200$ а.е.м. при разрешении $R_{01} = 45$.

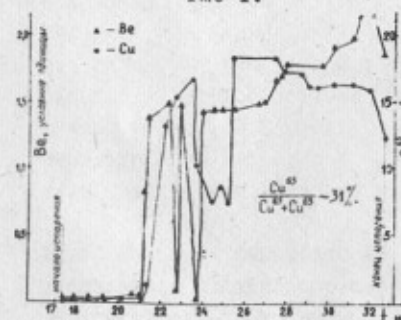


Рис.4. Интенсивность паров Be и Cu в зоне датчика РМС-1.

При обработке масс-спектров потока пара относительная чувствительность к парам бериллия и меди определялась расчетным путем с учетом того, что сечения ионизации атомов пара пропорциональны A^2/V_i , где A - диаметр

атома, V_i - потенциал ионизации. Полученные результаты представлены на рис.3,4.

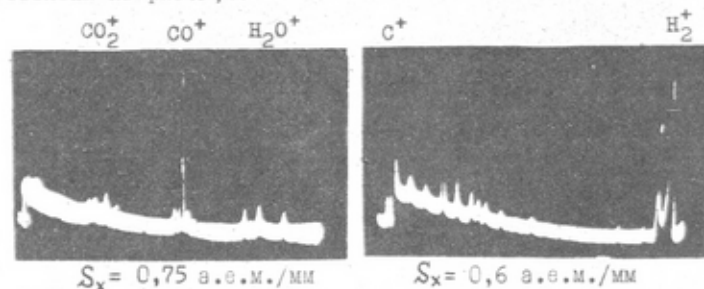


Рис.5. Состав атмосферы при испарении БрБ4.

$P_0 = 1 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст. $S_y = 1,3 \cdot 10^{-9}$ а/мм.

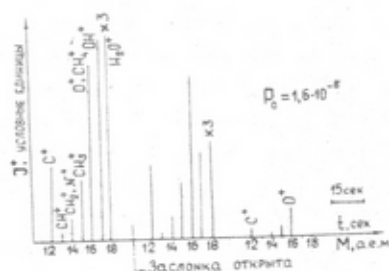


Рис.6. Изменение состава газов в области подложки при испарении БрБ4 в интервале 12 ÷ 18 а.е.м.

В начальный период процесс испарения носит нестационарный характер, что повидимому связано с различием температур плавления компонент сплава и активностью бериллия. В начале и конце процесса количество бериллия в потоке пара в среднем увеличивается.

Испарению сопутствуют химические реакции, приводящие к существенному изменению парциального состава атмосферы

при том же интегральном давлении (рис.2,3). Наблюдается резкое увеличение парциального давления CO , активность и допустимые концентрации которого по отношению к пленкам конденсата пока не установлены.

Откачивающее действие бериллия по отношению к парам воды и масла (рис.2,5,6) в области подложки объясняется протеканием реакции $Be + H_2O \rightarrow H_2 + BeO$ [5], которая подтверждается образованием свободного водорода (рис.5).

Результаты проведенных наблюдений могут оказаться полезными при выборе технологических режимов получения пленок с заданными механическими свойствами.

Л и т е р а т у р а

1. ПАЛАТНИК Л.С., ИЛЬМИНСКИЙ А.И. УФН, 1968, т.95, № 4.
2. STUART P.R. Some measurements of stress in thin films prepared by low pressure triode sputtering. - Vacuum, 1969, vol.19, N II, p.507-511.
3. ПЧЕЛКИН В.Ю., СОЛДАТЕНКОВ И.С., ХОРОМЕНКО А.А. Термостатированный испаритель. - Вычислительные системы. Материалы ко II Всесоюзной конференции по вычислительным системам. Секция IV. Новосибирск, 1969.
4. КАПЛИН В.А., КОНЫШКИН В.В., ПОТАПОВ Б.С. Масс-спектрометрический контроль газодинамических процессов испарения титана, алюминия и монооксида кремния. - В сб.: Вычислительные системы. Вып.32. Новосибирск, 1969.
5. ПАПИРОВ И.И., ТИХИНСКИЙ Г.Ф. Физическое металловедение бериллия. М., Атомиздат, 1968.