

СТРУКТУРА І СВОЙСТВА ПЛЕНОК Zr-Ti-B-C І Nb-Ti-B-C С УЛУЧШЕНИМИ ТЕРМІЧЕСКОЮ СТАБІЛЬНОСТЮ І ЕЛЕКТРОФІЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

А.Д. Чертова, Е.А. Башкиров, Е.А. Левашов, Ф.В. Кірюханцев-Корнеєв

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

РЕЗИСТИВНЫЕ ПЛЁНКИ, МАГНЕТРОННОЕ РАСПЫЛЕНИЕ, ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ, ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ

STRUCTURE AND PROPERTIES OF Zr-Ti-B-C AND Nb-Ti-B-C FILMS WITH IMPROVED THERMAL STABILITY AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES

A.D. Chertova, E.A. Bashkirov, E.A. Levashov, Ph.V. Kiryukhantsev-Korneev

KEYWORDS

RESISTIVE FILMS, MAGNETRON SPUTTERING, ELECTRICAL RESISTANCE, THERMAL STABILITY

Матеріали в системі Me-B-C (Me – Zr, Ti, Nb і т.д.), завдяки високій термічеській стабільності і відносно низькому електричному опору в широкому температурному діапазоні, мають високий потенціал застосування як резистивні тонкі плівки. Метою даної роботи являлось дослідження впливу параметрів імпульсного магнетронного розпилення на структуру, механічні, оптичні і електричні характеристики покриттів Zr-Ti-B-C і Nb-Ti-B-C.

Покриття Zr-Ti-B-C-N і Nb-Ti-B-C-N були отримані методом магнетронного розпилення на постійному струмі, а також в імпульсному і високопотужному імпульсному режимі з

використанням керамічних мішеней на основі околовтектичних композицій $(\text{Ti,Zr})\text{B}_2+40\%(\text{Ti,Zr})\text{C}$ і $(\text{Ti,Nb})\text{B}_2+40\%(\text{Ti,Nb})\text{C}$. В якості підложки використовувалися пластини з Al_2O_3 і Si/SiO_2 . Покрыття осаждалися в середі Ag при робочому тиску 0,1-0,2 Па. Структура покриттів була досліджена методами скануючої і просвічуючої електронної мікроскопії (ПЕМ), рентгенофазового аналізу і оптичної емісійної спектроскопії тліючого розряду. Механічні і електрофізичні властивості визначалися методом наноіндентування і 4-х зондовим методом, відповідно. Дослідження термічної стабільності проводилося при нагріві в колонні ПЕМ і з використанням вакуумного отжигу.

Результати показали, що покриття Zr-Ti-B-C і Nb-Ti-B-C мали щільну малодефектну структуру з високою долей аморфної фази. Твєрдість, модуль пружності і пружне відновлення для покриттів знаходилися в межах 25-30 ГПа, 280-310 ГПа і 60-70%, відповідно. Покриття мали удільний електричний опір в діапазоні 200-450 мкОм·см і низьким температурним коефіцієнтом опору порядку 1×10^{-5} 1/К. Результати *in situ* нагріву в ПЕМ і вакуумних отжигів показали, що всі покриття характеризувалися стабільністю структури до 600°C. Висока термічна стабільність покриттів забезпечує постійність удільного електричного опору при температурах 20-600°C.

Дослідження виконано при фінансовій підтримці Російського наукового фонду (проект 24-13-00085).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чертова Алина Дмитриевна – кандидат технічних наук, науковий співробітник НУЦ СВС, (ORCID: 0000-0002-8668-5877). Університет науки і технологій МІСІС, г. Москва. e-mail: alina-sytchenko@yandex.ru

Башкиров Евгений Алексеевич – аспірант, молодший науковий співробітник НУЦ СВС (ORCID: 0000-0003-1134-5795). Університет

науки і технологій МІСІС, г. Москва. e-mail:
evgenij_010397@mail.ru

Левашов Євгеній Александрович – доктор технічних наук,
професор, завідує кафедрою ПМіФП, директор НУЦ СВС
(ORCID: 0000-0002-0623-0013). Університет науки і технологій
МІСІС, г. Москва. e-mail: levashov@shs.misis.ru

Кірюханцев-Корнеєв Філіпп Володимирович – доктор технічних
наук, професор кафедри ПМіФП, завідує лабораторією «In
situ діагностика структурних перетворень» НУЦ СВС
(ORCID: 0000-0003-1635-4746). Університет науки і технологій
МІСІС, г. Москва. e-mail: kiruhancev-korneev@yandex.ru