

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГЕКСАБОРИДА ЛАНТАНА В ФГУП «ОКБ «ФАКЕЛ»

Я.А. Бондаренко
Научный руководитель: А.М. Дембицкий
Опытное конструкторское бюро «Факел»,
Россия, г. Калининград, Московский проспект, 181, 236001
E-mail: bondarenkoyana@yandex.ru

Катод является одним из основных компонентов стационарного плазменного двигателя. Современные тенденции развития термокатодов заключается в поиске методов снижения работы выхода и температуры при одновременном увеличении плотности отбираемого тока и долговечности катода.

Материалы, применяемые в качестве эмиттеров, должны обладать низкой работой выхода электронов, устойчивостью к ионной бомбардировке, высокой плотностью эмиссионного тока, стабильностью работы в условиях высокого напряжения и долговечностью.[1]

Лучше других этим требованиям отвечает гексаборид лантана (LaB_6). Из всех боридов редкоземельных металлов гексаборид лантана нашел самое широкое применение в качестве материала для термокатодов.

Свойства гексаборида лантана:

- высокая температура плавления;
- высокая твердость;
- высокая электро- и теплопроводность.

По своим эксплуатационным характеристикам гексаборид лантана превосходит такие термоэмиссионные материалы, как вольфрам, тантал, окислы металлов и др. Более того, гексаборид лантана имеет низкое значение работы выхода, самую высокую плотность тока эмиссии, самую высокую стабильность состава поверхности, а также обладает самой низкой скоростью испарения атомов лантана с поверхности.[2, 4]

Таблица 1. Основные характеристики гексаборида лантана

Плотность тока эмиссии, A/m^2	$10^5\text{-}10^6$
Яркость электронная, $\text{A}/\text{m}^2\cdot\text{стер}$	$1\cdot 10^{10}$
Температура плавления, К	2970
Скорость испарения при 2070 К, $\text{кг}/\text{m}^2\cdot\text{с}$	$3,7\cdot 10^{-6}$
Удельное сопротивление, $\text{Ом}\cdot\text{м}$	$1\cdot 10^{-7}$
Теплопроводность при 290 К, $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{с}$	113,04
Микротвердость, Па	$2,8\cdot 10^9$
Работа выхода электронов, эВ	2,7
Теплопроводность, $\text{мкОм}\cdot\text{см}$	27,2

Для производства этого критичного материала в России по заказу ОКБ «Факел» была разработана и изготовлена установка бестигельной зонной плавки «Кристалл 111М».

Получение монокристаллов гексаборида лантана можно разделить на два этапа: получение заготовок и выращивание кристалла.

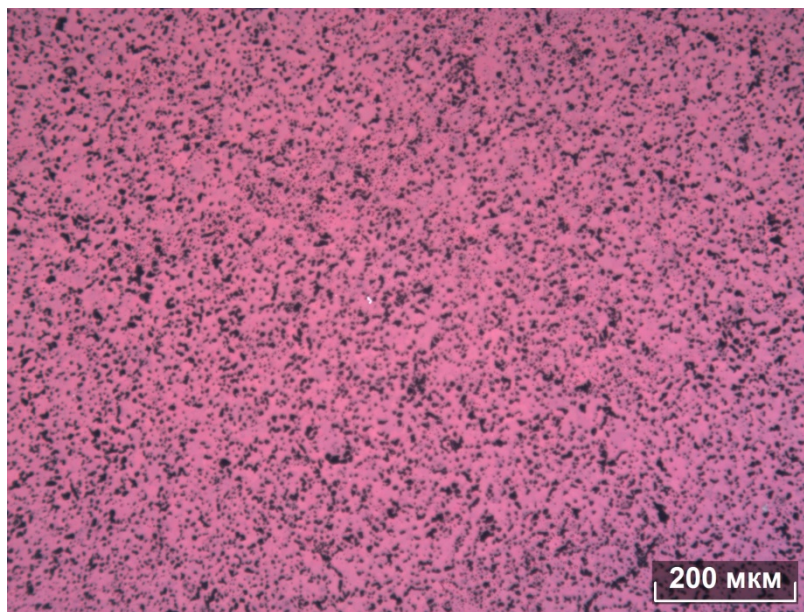


Рис. 1. Изображение скола поверхности образца LaB_6 , ОКБ «Факел» (металлографический анализ)

Образец, изготовленный ОКБ «Факел» не содержит примесей, структура однородная и бездефектная, что свидетельствует о выполнении основной цели и задачи, стоящей перед ОКБ «Факел» - освоить и внедрить технологию изготовления монокристаллического гексаборида лантана, использующихся в катодах – компенсаторах СПД.

На данный момент следующим этапом для ОКБ «Факел» стоит освоение технологии измерения эмиссионных характеристик образцов, что в дальнейшем позволит более подробно оценивать характеристики и качество полученного образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добрецов Л.Н., Гомоюнов М.В. Эмиссионная электроника. М.: Наука, 1996.
2. Фоменко В.С. Эмиссионные свойства материалов. Киев: Наукова думка, 1981.
3. Structure and Initial Surface Oxidation of $\text{LaB}_6(001)$ / M.Aono, T.Tanaka, E. Bannai, S.Kawai // *Appl.Phys.Lett.* 1977. Vol.31, N 5. P.323-325.
4. Анизотропия работы выхода электронов зонноплавленного гексаборида лантана/ В.В. Морозов, П.И. Лобода, Н.И. Симан, И.А. Подчерняева. Тезисы докладов конференции по эмиссионной электронике. Москва, декабрь, 1981, М.:Наука, 1981. С.183-185.
5. Коновалова Е.С., Падерно Ю.Б. Кристаллохимия и электронное строение высокоборных фаз редкоземельных металлов. Препринт. Ванадаты и бориды редкоземельных элементов. Синтез и свойства: Свердловск, УНЦ СССР, 1982. С.28-51.
6. Кресанов В.С., Малахов Н.П., Морозов В.В., Н.Н. Семашко, В.Я. Шлюко. Высокоэффективный эмиттер электронов на основе гексаборида лантана. М.: Энергоатомиздат, 1987.