

05.4; 12

© 1993

СВОЙСТВА СВЕРХПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК НИТРИДА НИОБИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ НА СЛЮДЕ И ПОЛИМЕРАХ

М.И. Г а й д у к о в, Е.К. Г о л ь м а н,
А.Г. З а й ц е в, А.Б. К о з ы р е в,
Т.Б. С а м о й л о в а

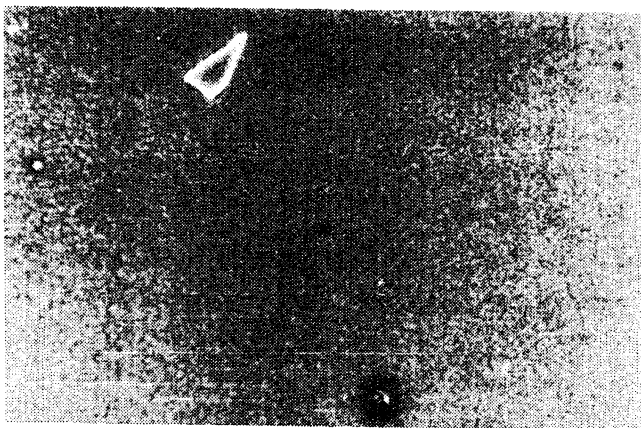
Сверхпроводниковые пленки нитрида ниобия являются перспективной базой для создания СВЧ криоэлектронных устройств [1, 2]. Необходимость увеличения рабочей частоты этих устройств свыше 100 ГГц ставит вопрос о получении высококачественных пленок NbN на диэлектрических подложках, толщина которых не превышает 100 мкм [1]. В качестве подобных подложек могут быть рассмотрены слюда и полимерные пленки. Сравнительное исследование электрофизических и структурных свойств сверхпроводящих пленок NbN , полученных на подложках слюды, полиимида и фторопласта, является целью настоящей работы.

Тонкие пленки нитрида ниобия были получены методом реактивного магнетронного распыления ниобиевой мишени на постоянном токе в атмосфере смеси аргона и азота. Особенности оптимизации данного процесса обсуждались в работах [3, 4]. Температура нагрева подложек в процессе напыления составляла 350, 250 и 180 °С для слюды, полиимида и фторопласта соответственно.

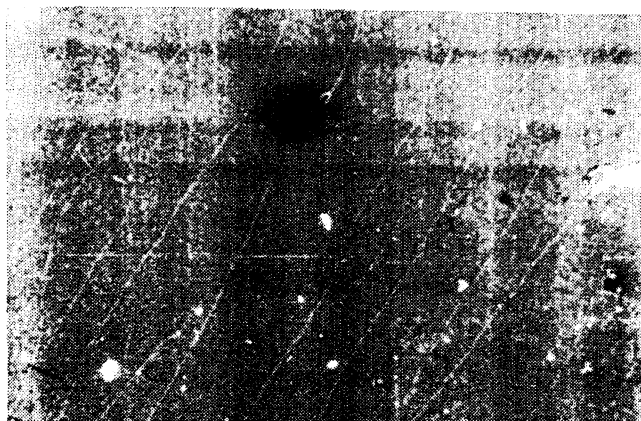
Измерялись основные электрофизические параметры полученных пленок, определяющие возможность их использования для создания СВЧ криоэлектронных устройств: температура перехода в сверхпроводящее состояние (T_c); критическая плотность тока (j_c) при температуре 4,2 К; удельное электрическое сопротивление (ρ) в нормальном состоянии при $T = 20$ К; СВЧ поверхностное сопротивление на частоте 60 ГГц (R_s) при температуре 4,2 К. Методика измерения данных параметров описана в работе [5]. Значения указанных параметров, измеренных для пленок NbN толщиной 300 нм, представлены в таблице. На рисунке представлены микрофотографии поверхности пленок, сделанные с помощью растрового электронного микроскопа при увеличении в 5000 раз.

Пленки NbN , полученные на слюде, характеризуются высокими значениями T_c и j_c и низкими значениями ρ и R_s , сравнимыми с наилучшими значениями данных параметров, достигнутыми для пленок NbN на кремнии [5-7] и сапфире [2, 8]. Пленки имеют гладкую поверхность (см. рисунок, а), характерную для высококачественных пленок NbN [6].

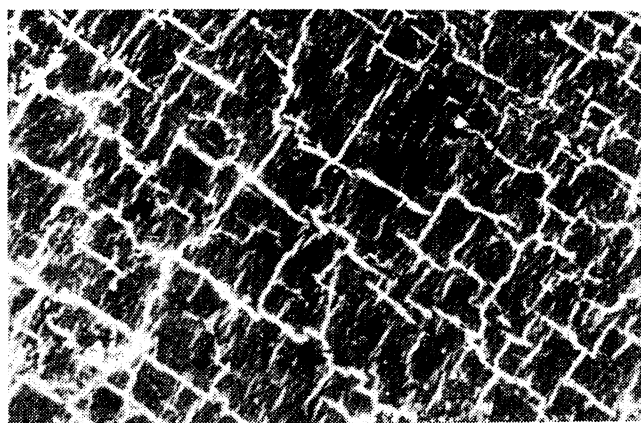
Микрофотография поверхности пленки NbN на полиимиде (см. рисунок, б) отражает очевидную гранулированность данного покрытия хотя, по сравнению с NbN , выращенным на фторопласте



a



б



в

Микрофотографии поверхности пленок NbN , полученных на подложках: а - слюда, б - полиимид, в - фторопласт.

Подложка	Слюда	Полиимид	Фторопласт
T_c, K	15.7	15.0	12.5
$j_c, A/m^2$	10^{10}	$2 \cdot 10^9$	10^8
$\rho, \text{Om} \cdot m$	$2 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}
R_s, Om	10^{-2}	$5 \cdot 10^{-2}$	10^{-1}

(см. рисунок, в), размер гранул является достаточно большим, а межгранульные границы – достаточно узкими. Увеличение объема несверхпроводящих межгранульных контактов, как было показано в работе [5], приводит к снижению критических параметров пленок и увеличению ρ и R_s . Подобная зависимость наблюдается и в настоящей работе (см. таблицу). Так, критические параметры у пленок NbN на полиимиде выше, чем у пленок NbN на фторопласте, а значения ρ и R_s соответственно ниже.

Таким образом, можно отметить, что использование слюды в качестве подложки позволяет получать высококачественные пленки нитрида ниобия с высокими значениями сверхпроводниковых параметров. Из использованных в качестве подложек полимерных пленок предпочтение следует отдать полиимиду. Полученные на полиимиде пленки NbN хотя и уступают по своим свойствам пленкам NbN на слюде, однако демонстрируют достаточно высокие критические параметры и низкое сопротивление, позволяющие рассматривать использование этих пленок в СВЧ технике.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Вендик О.Г., Гайдуков М.М., Карпюк А. и др. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 13. С. 79–82.
- [2] Козурев А.В., Самоилова Т.В., Soldatenkov O.I. et al. Solid State Commun. // 1991. V. 77. N 6. P. 441–445.
- [3] Бидзиньски Я., Гольман Е.К., Зайцев А.Г. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 18. С. 39–42.
- [4] Гольман Е.К., Зайцев А.Г. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 18. С. 1–4.
- [5] Бельски М., Вендик О.Г., Гайдуков М.М. и др. // ФТТ. 1988. Т. 30. В. 11. С. 3344–3349.
- [6] Vandelik J.F., Westra K.L., Routledge D., Brett M.J. // J. Phys.: Appl. Phys. 1989. V 22. P. 1788–1790.
- [7] Deen M.J. // Thin Solid Films. 1987. V. 152. P. 535–544.
- [8] Carone D.W., Gray K.E., Kampwirth R.T. // J. Appl. Phys. 1989. V. 65. N 1. P. 258–261.

Поступило в Редакцию
22 января 1993 г.