

Д. ф.-м. н. Г. П. КОВТУН, к. т. н. А. И. КРАВЧЕНКО,
А. П. ЩЕРБАНЬ

Украина, ННЦ "Харьковский Физико-технический институт"
E-mail: kovtun@ums.kharkov.ua

Дата поступления в редакцию
18.04 2001 г.

Оппонент д. ф.-м. н. В. А. ДРОЗДОВ

УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МАЛОДИСЛОКАЦИОННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ GaAs БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Изложены особенности разработанной установки для выращивания монокристаллов GaAs под слоем флюса в условиях низкого температурного градиента.

Монокристаллы арсенида галлия (GaAs) являются перспективным материалом для создания сверхбольших интегральных схем, различных СВЧ-устройств и др. изделий микроэлектроники [1]. Главное требование, предъявляемое разработчиками микроэлектронных приборов к монокристаллам GaAs, — это, прежде всего, низкая плотность дислокаций и равномерность ее распределения в поперечном сечении [2]. Важным параметром является также и диаметр монокристалла, однако с его увеличением повышается плотность дислокаций, увеличивается неоднородность ее распределения вследствие роста температурного градиента на фронте кристаллизации.

Получение монокристаллов GaAs базируется в основном на методе Чохральского с жидкостной герметизацией расплава [1, 3]. При выращивании монокристаллов GaAs этим методом осевая G_z и радиальная G_r компоненты температурного градиента вблизи фронта кристаллизации оцениваются значениями 50...200 К/см и около 10 К/см, соответственно, в зависимости от диаметра и

длины выращиваемого кристалла и конструктивных особенностей теплового узла [3, 4].

Технологические приемы улучшения условий выращивания направлены на снижение температурного градиента в растущем кристалле. Один из подходов к дос-

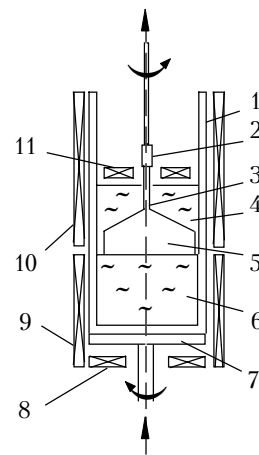


Рис. 1. Схема теплового узла: 1 — тигель; 2 — затравкодержатель; 3 — затравка; 4 — флюс V_2O_3 ; 5 — кристалл GaAs; 6 — расплав GaAs; 7 — подставка; 8 — нагреватель донный; 9 — нагреватель боковой основной; 10 — нагреватель боковой дополнительный; 11 — нагреватель верхний

тижению этой цели связан с увеличением толщины флюса в зоне роста кристалла (вплоть до полной герметизации кристалла флюсом) [5]. Снизить температурные градиенты можно также путем использования многозонных нагревателей и специальных тепловых экранов.

Цель настоящей работы состояла в разработке многозонного теплового узла для выращивания монокристаллов GaAs большого диаметра при полной герметизации флюсом в условиях низкого температурного градиента.

Принципиальная схема теплового узла представлена на рис. 1.

Методом компьютерного моделирования было изучено распределение тепловых полей в растущем кристалле при различных способах нагрева и теплового экранирования и выяснены возможности улучшения тепловых условий выращивания монокристаллов [6]. На рис. 2 по-

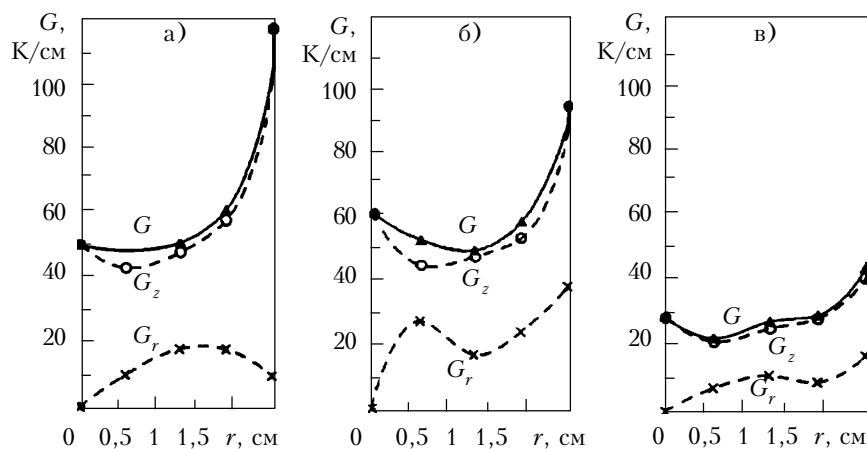


Рис. 2. Изменение температурных градиентов в кристалле GaAs в различных вариантах теплового экранирования:

а — экранирование кристалла; б — экранирование флюса; в — экранирование кристалла и флюса

казано радиальное распределение осевой G_z и радиальной G_r компонент температурного градиента и модуля $G = \sqrt{G_z^2 + G_r^2}$ температурного градиента в растущем кристалле вблизи фронта кристаллизации при различных условиях экранирования. Видно, что минимальные абсолютные значения температурного градиента и слабая зависимость радиальной компоненты от радиуса кристалла наблюдаются при одновременном экранировании кристалла и флюса (рис. 2, в).

Для выращивания монокристаллов GaAs диаметром 80–100 мм была изготовлена специальная установка, основные принципы работы которой изложены в [5]. В процессе технологических испытаний установки были выявлены следующие особенности:

1. Монокристаллы GaAs имели пониженную плотность дислокаций ($< 5 \cdot 10^4 \text{ см}^{-2}$) и более равномерное ее распределение по сечению.

2. Отмечалась нестабильность диаметра растущего кристалла.

3. Выявлена склонность растущего кристалла к двойникованию.

Нестабильность диаметра, появление двойникования в кристаллах являются прямым следствием низкого температурного градиента ($G_z \sim 20 \dots 40 \text{ К/см}$; $G_r \sim 2 \dots 4 \text{ К/см}$) вблизи фронта кристаллизации. Ус-

транение этих явлений требует дополнительных проработок конструкции и испытаний. Однако уже очевидно, что разработанная установка для выращивания малодислокационных кристаллов полупроводящего GaAs диаметром 80–100 мм по своим параметрам и стоимости не имеет аналогов в Украине и может стать базовой для создания установок нового поколения этого класса.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Арсенид галлия в микроэлектронике / Под ред. Н. Айнспрука, У. Уисемана. – М.: Мир, 1988.
2. Мильвидский М. Г., Освенский В. Б. Структурные дефекты в монокристаллах полупроводников. – М.: Металлургия, 1984.
3. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплава. – М.: Мир, 1991.
4. Crowley A. B., Stern E. I. and Hurle D. T. I. Modeling of the growth of GaAs by LEC Technique. 1. Thermal distribution in the crystal // I. Cryst. Growth. – 1991. – Vol. 108, N 2. – P. 627–636.
5. Биберин В. И. Малодислокационные монокристаллы полупроводящего арсенида галлия для больших интегральных схем // Цветные металлы. – 1991. – № 10. – С. 33–34.
6. Ковтун Г. П., Кравченко А. И., Кондрик А. И. и др. Температурное поле в растущем кристалле арсенида галлия / Препринт ХФТИ 93–14. – Харьков: ХФТИ, 1993.

ОАО "ІРВА"

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Украина, 03680, Киев, ул. Радищева, 10/14
Тел.: (044) 488-49-44, 488-73-00
Тел./факс: (044) 488-38-21
E-mail: irva@i.kiev.ua

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОКРАШИВАНИЕ АНОДИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Технология защитно-декоративной обработки поверхности изделий из алюминия и его сплавов широко используется в промышленно развитых странах (Японии, США, ФРГ). В промышленности Украины эта технология практически не освоена.

Защитно-декоративная электрохимическая обработка поверхности изделий из алюминия и его сплавов в полном объеме была разработана и освоена в Киевском институте радиоизмерительной аппаратуры. Технологический процесс электрохимической окраски анодных пленок током переменной полярности в неорганических электролитах позволяет получать светлые и темные (черный, коричневый, бежевый, золотистый и др.) цвета, устойчивые к действию солнечной радиации и атмосферным явлениям, и, таким образом, решает проблемы защитно-декоративного оформления изделий из алюминия и его сплавов на предприятиях.

Детали, покрытые и окрашенные по разработанному технологическому процессу, выдерживают жесткие условия эксплуатации. Покрытие светостойкое, имеет прочное сцепление с основным металлом, нетокопроводное. Применяемые электролиты не содержат вредных примесей и стабильны в работе.

Все используемые химикаты недефицитны, отечественного производства и производства стран СНГ.

Технология может быть применена для декоративной отделки различных профилей деталей радиоаппаратуры, приборов, алюминиевых изделий бытового назначения, алюминиевых строительных конструкций.

Внедрение технологии позволяет механизировать процесс обработки, устранить трудоемкий и вредный процесс окраски, получить экономию дорогостоящих лакокрасочных материалов.

*К. т. н. Л. Г. Цыпкун, А. В. Марьенко,
Е. П. Гаркуша, А. В. Якушев*