Разработка высокоэффективных, сверхлегких солнечных панелей на основе ультратонких солнечных элементов на гетероструктурах $A^{III}B^V/Ge$

Н.А. Паханов

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Ак. Лаврентьева, 13

тел. +7(952)-940-18-76, эл. почта: pakhanov@isp.nsc.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-53

В настоящее время имеется острая потребность увеличения мощности солнечных батарей (СБ) для космических аппаратов. Для этого используются многокаскадные (МК) солнечные элементы (СЭ) на основе соединений $A^{III}B^V$ с эффективностью до 30% и реальной перспективой до 32-34% [1]. Таким образом, радикально увеличить мощность СБ за счет только эффективности не реально. Следовательно, для значительно подъема мощности необходимо увеличивать площадь. Для этого необходимы высокоэффективные, тонкие, легкие и желательно гибкие СЭ, которые компактно упаковываться под обтекателем ракеты. С этой целью разрабатываются МК СЭ на тонких $A^{III}B^V$ эпитаксиальных гетероструктурах (ГС), в основном $InGaP/GaAs/GaInAs$, выращенных инвертированным метаморфным (ИММ) ростом с последующим отделением от ростовой подложки вытравливанием жертвенного слоя [1]. Технология сложная и дорогая, поэтому довести производство до коммерческих СБ на основе СЭ на гетероструктурах $A^{III}B^V/InGaAs$ до настоящего времени не удалось.

Авторами предложен простой и надежный способ получения сверхтонких и, следовательно, сверхлегких СЭ на массово производимых в настоящее время ГС $InGaP/GaAs/Ge$ путем утонения Ge каскада (95% веса СЭ) до нескольких десятков (даже единиц) микрон с помощью временного технологического носителя (ТН) [2]. Наиболее удобным является химически стойкий термоскотч Revalpha корпорации NITTO DENKO (Япония), который служит опорой ГС при утонении (жидкостном травлении) и легко и чисто удаляется нагреванием, не травмируя ГС.

Апробация технологии проводилась на СЭ типа 3G30A фирмы AZUR. На рис. 1 показан утоненный со 180 до 50 мкм фрагмент СЭ на ГС – $InGaP/GaAs/Ge$, перенесенный на металлизированный углепластик, на рис.2 – I-V характеристика (зеленая кривая) с удовлетворительным для первого эксперимента КПД 28.7%. Очень важно, что предложенный метод позволяет надежно переносить утоненные СЭ на произвольную легкую и гибкую подложку (каптон, углепластик) не отделяя от ТН. Таким образом, открывается возможность создания сверхлегких солнечных панелей на основе массово производимых в настоящее время СЭ на ГС – $InGaP/GaAs/Ge$ и любых перспективных 4, 5 и даже 6 - каскадных СЭ. На Рис 3. показана возможная схема монтажа такой сверхлегкой СБ на печатной плате из каптона.

Рис.1

Рис.2

Рис.3

Рис.4

Эффективность СБ из утоненных СЭ на ГС $A^{III}B^V/Ge$, при увеличении числа p-n переходов, в перспективе не уступит СБ на ГС $A^{III}B^V/InGaAs$ [1], а технология значительно проще [2]. Утонение СЭ на $A^{III}B^V/Ge$ позволит существенно уменьшить удельную массу современных СБ, которая составляет 2.6 кг/м^2 . Перспективно использовать предлагаемые сверхтонкие СЭ совместно с разработанными в России предприятием «Технология» и НПП «ТАИС» сверхлегкими углепластиковыми каркасами для СБ с удельной массой 0.5 кг/м^2 показанными на Рис.4. В этом случае результирующая удельная масса СБ может быть уменьшена до 1 кг/м^2 . Особенно важно, что такой тип панелей может обеспечить гораздо более плотную упаковку СБ, т.о. увеличить площадь и, соответственно, мощность СБ при сохранении веса.

Литература:

- [1] Н.А. Паханов, В.М. Андреев, и др. Автометрия. 2018. Т.54 .№2 стр.93-112.
- [2] Н.А.Паханов, О.П.Пчеляков и др. Автометрия. 2017. Т.53 .№6 стр.103-110.