

Голограммные концентраторы для солнечных фотоэлектрических установок

Литвиненко А.С., к.т.н., доц., Назаренко Л.А., д.т.н., проф.
Харьковская национальная академия городского хозяйства,
ул. Революции, 12, Харьков-61002, Украина,
тел.: (+38 057) 707-31-15, e-mail: Lnazarenko@ksame.kharkov.ua

Костылев В.П., д. ф.-м. н.
Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарёва НАН Украины
пр. Науки, 41, Киев, 03028
Тел/факс (+38044) 525-5788, kost@isp.kiev.ua

Современная светотехника бурно развивается в направлении создания революционно новых энергосберегающих, экологически чистых источников света и световых приборов на их основе.

Полупроводниковые источники в настоящее время все шире применяются в различных областях светотехники. Высокая надежность и малое энергопотребление выгодно отличают светодиоды от других, особенно тепловых источников света. Эти преимущества дают возможность использовать светодиоды в качестве источников света в автономных системах освещения, когда возникает задача освещения дорог, шоссе, парков, подъездных путей и т.д. при отсутствии централизованного энергообеспечения.

В этом плане сочетание светодиодных источников с фотоэлектрическими преобразователями солнечной энергии является перспективным. Цены на существующие автономные фотоэлектрические светодиодные светильники высоки (например, цена автономной системы паркового освещения составляет 2300 – 2500 долларов США) и распределяется цена следующим образом между составляющими: светодиодный светильник – 16%; фотоэлектрическая панель – 40%; контроллер зарядки – 10%; аккумуляторная батарея – 14%; столб – 13%; опорный шкаф и кабеля – 7%. Исходя из этого, важной задачей является оптимизация конструкции солнечных преобразователей, что позволит снизить стоимость системы.

Основные проблемы использования солнечной энергии заключены в высокой стоимости кристаллического кремния, составляющего основу солнечных энергетических установок, а также в низкой эффективности современных солнечных батарей (СБ), обусловленной тем фактом, что из всего солнечного спектра только узкая часть используется для преобразования в электричество.

Эти проблемы решаются по-разному. Совершенно новый и оригинальный подход в устранении недостатков солнечных энергетических установок заключается в использовании солнечной батареи с голографическим концентратором, стоимость которой составляет лишь 25% от стоимости традиционных солнечных энергетических установок.

Сердце новой солнечной панели - плоский голографический концентратор, представляющий собой голографическую плёнку (радужную голограмму), зажатую между двумя слоями стекла.

Батарея нового типа представляет структуру с чередующимися полосами: полоска голограммы – полоска фотоэлектрической батареи и так далее.

Радужная голограмма является мультиплексной, то есть такой, на которой одновременно записано много изображений. Формируется или рассчитывается голограмма таким образом, чтобы при падении на неё солнечного света, восстановленный ею луч необходимой для эффективной работы фотоэлектрической ячейки цветности укладывался в угол полного внутреннего отражения наружного стекла. В этом случае, после нескольких переотражений, лучи сместятся на участки между голограммами, где закреплены фотоэлектрические панели.

При перемещении Солнца, другие голограммы составной (мультиплексной) голограммы снова будут направлять солнечный луч нужной цветности на ячейку. Свет будет отражаться и попадать на фотоэлектрическую ячейку не только при падении по нормали к поверхности, но и в довольно широком диапазоне углов.

Концентрация света здесь достигается не столь высокая, как в системах с зеркалами, призмами или линзами в качестве концентраторов – всего до 10 раз. Зато, в отличие от упомянутых старых типов концентраторов, голографический обладает рядом достоинств.

Это лёгкость и минимальная толщина. Это селекция света по частотам, приводящая к высокой отдаче фотоэлектрических преобразователей без их перегрева ("тепловая" часть спектра на фотоячейки не попадает). Не требуются вентиляторы для охлаждения кремниевых панелей. Не требуется механизм поворота. По сравнению с солнечными батареями без концентраторов, для получения одного ватта требуется на 50-85% меньше кремния, что является одним из условий низкой цены голографических панелей. Кроме того, голографические плёнки намного дешевле больших зеркал или линз.

Всё сказанное свидетельствует о целесообразности и своевременности проведения работ, связанных с совершенствованием СБ путем использования в их конструкции голографических концентраторов. Это положительно скажется на внедрении автономных фотоэлектрических светодиодных светильников и может послужить толчком при разработке солнечных энергетических установок.

Имея в виду важность решения энергетической проблемы для Украины, а также имеющийся опыт и задел Института физики полупроводников им. В.Е.Лашкарёва НАН Украины по разработке высокоэффективных кремниевых фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с комбинированными диффузионно-полевыми барьерами, а также опыт и задел Харьковской национальной академии городского хозяйства по разработке и созданию радужных голограмм на поливинилхлоридных пленках, нами начаты работы по разработке и исследованию плоских голографических концентраторов солнечной энергии.