

5. Гременок, В. Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В. Ф. Гременок, М. С. Тиванов, В. Б. Залесский. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. – 223 с.
6. Афанасьев, В. П. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния / В. П. Афанасьев, Е. И. Теруков, А. А. Шерченков. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. – 168 с.
7. Tsuda, S. Recent progress in a-Si solar cells / S. Tsuda, S. Sakai, S. Nakano // Appl. Surf. Sci. – 1997. – V. 113/114. – P. 734–740.

УДК 621.383.51

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА
ДИОДНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ПЛЁНОК С ВЫСОКИМ
КОЭФФИЦИЕНТОМ ПОГЛОЩЕНИЯ**

Гурбо А.Д, Боровик А.М.

Научный руководитель - канд. техн. наук Стемпицкий В. Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Вольт-амперные характеристики солнечных элементов и отдаваемая ими мощность сильно зависят от рабочей температуры. Соответствующее изменение КПД представляет большой интерес, поскольку рабочая температура может меняться в широком интервале значений, особенно при эксплуатации солнечных элементов в космосе [1].

При увеличении температуры диффузионные длины носителей заряда в кремнии возрастают, поскольку коэффициент диффузии не изменяется либо увеличивается, а время жизни неосновных носителей возрастает при повышении температуры. Увеличение диффузионной длины неосновных носителей приводит к росту тока короткого замыкания I_{SC} . Однако этот эффект невелик и составляет порядка 0,07 %/К. Параметром, наиболее подверженным изменению температуры, является напряжение холостого хода V_{OC} , которое значительно уменьшается с увеличением температуры, (в большей степени, чем I_{SC}) и составляет порядка 0,4 %/К. Кроме того, более плавная форма вольт-амперной характеристики при повышенных температурах приводит к уменьшению коэффициента заполнения. Поэтому в целом повышение температуры приводит к снижению эффективности преобразования [2].

Следует отметить, что для солнечных элементов диодного типа на основе гетероструктуры a -Si:H/ c -Si (Si-HIT) наблюдается меньшая зависимость КПД от температуры по сравнению с обычными солнечными элементами, а также практически отсутствует деградация свойств со временем, из-за наличия собственного i -слоя a -Si:H и большого разрыва в валентной зоне на границе раздела a -Si:H/ c -Si. Кроме того, солнечные элементы на основе a -Si:H благодаря особенностям аморфного кремния обеспечивают более высокую эффективность преобразования солнечной энергии при температурах 40–60 °С и в условиях облачности [2].

Помимо указанных закономерностей в функционировании солнечных элементов увеличение температуры приводит к некоторым иным нежелательным последствиям. Так, оно увеличивает напряжение, связанное с термическим расширением, увеличивает скорость деградации изделий примерно в два раза на каждые 10 градусов температуры.

Для исследования влияния температуры на электрические и эксплуатационные характеристики солнечного элемента диодного типа на основе тонких плёнок с высоким коэффициентом поглощения использовано конструктивное решение на основе ячейки Si-HIT. Приборно-технологическое моделирование солнечного элемента осуществлялось в среде программного комплекса компании Silvaco. Приборная структура исследу-

емого солнечного элемента (рисунок 1) получена нанесением на текстурированную поверхность подложки кристаллического кремния *n*-типа электропроводности слоев аморфного гидрогенизированного кремния *a*-Si:H с собственным (толщина слоя – 5 нм) и *p*-типом электропроводности (15 нм), оксида индия-олова (100 нм), а на обратную сторону пластины слоев аморфного гидрогенизированного кремния *a*-Si:H с собственным (5 нм) и *n*-типом электропроводности (20 нм), оксида индия-олова (40 нм), серебра.

На рисунке 2 представлены результаты компьютерного моделирования при различной температуре (280 К, 300 К, 320 К, 340 К, 360 К) электрических характеристик солнечного элемента диодного типа на основе ячейки Si-HIT при воздействии солнечного излучения. При моделировании воздействия светового потока заданы следующие условия: солнечная иррадиация 1 кВт/м², освещенность AM=1.5. Моделирование электрических характеристик солнечного элемента осуществлялось с использованием модели рекомбинации Шокли-Рида-Холла, статистики Ферми-Дирака, с учетом неполной ионизации примесей в статистике Ферми-Дирака и ловушек на омических контактах.

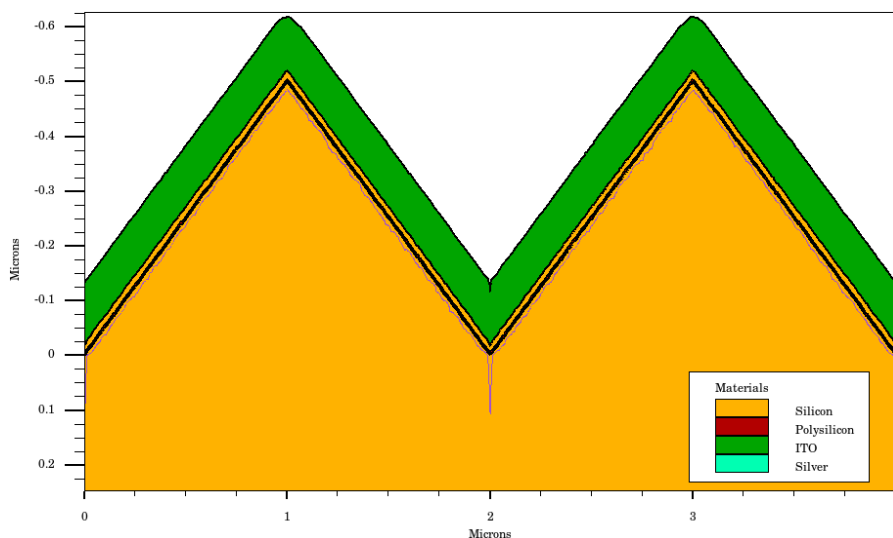


Рис. 1. Приповерхностный фрагмент солнечного элемента диодного типа на основе ячейки Si-HIT

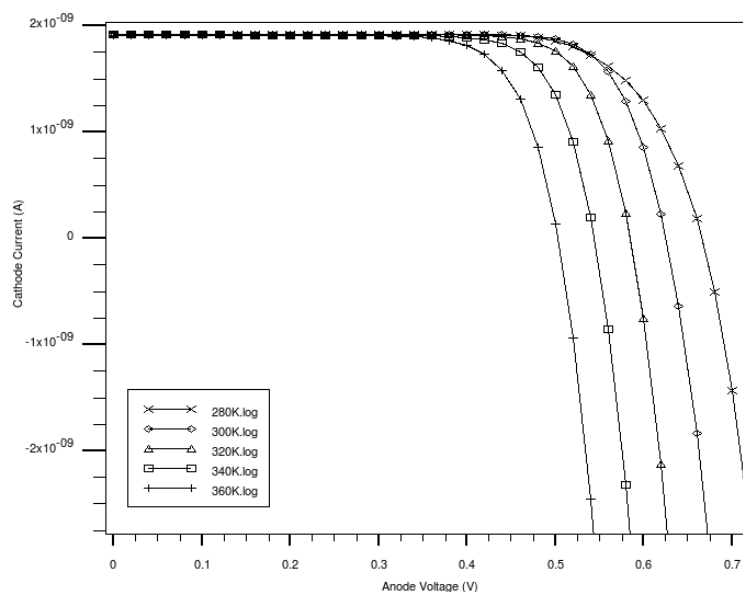


Рис. 2. Зависимости тока катода от напряжения на аноде солнечного элемента диодного типа на основе ячейки Si-HIT при различной температуре

На рисунке 3 представлены температурные зависимости основных параметров, характеризующих функционирование солнечного элемента: напряжения холостого хода V_{oc} , коэффициента заполнения FF и коэффициента полезного действия (КПД).

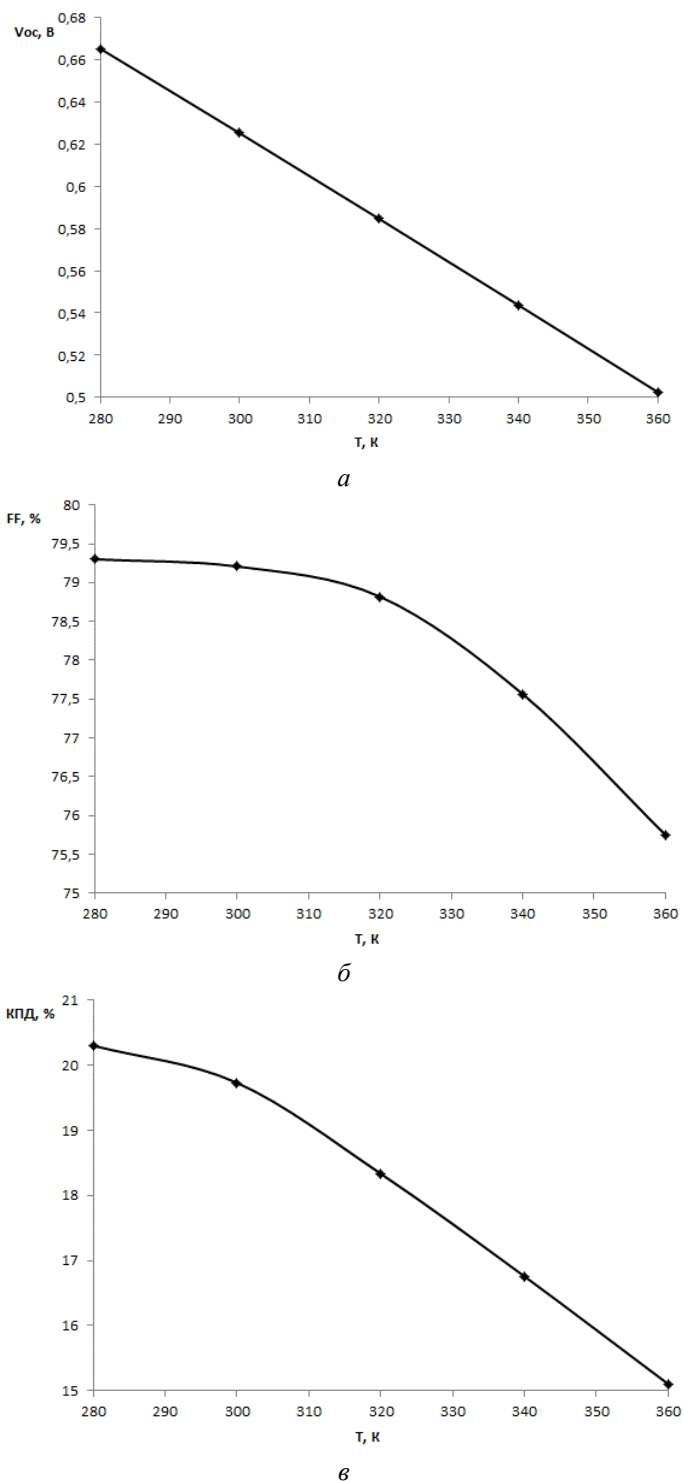


Рис. 3. Температурные зависимости напряжения холостого хода (а), коэффициента заполнения (б) и КПД (в)

Таким образом, очевидна высокая степень влияния рабочей температуры на электрические и эксплуатационные характеристики солнечного элемента диодного типа на основе тонких плёнок с высоким коэффициентом поглощения.

Литература

1. Гременок, В. Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В. Ф. Гременок, М. С. Тиванов, В. Б. Залесский. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. – 223 с.
2. Афанасьев, В. П. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния / В. П. Афанасьев, Е. И. Теруков, А. А. Шерченков. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. – 168 с.

УДК 004.4

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ В АВАРИЙНОЙ ОБСТАНОВКЕ

студент гр. 10309115 Зарубин В.А.,

Научный руководитель – канд. техн. наук Миронов Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Согласно статистическим данным наиболее распространённым видом дорожно-транспортных происшествий являются столкновения и наезды на пешеходов. Основными причинами этого являются: низкая концентрация внимания, медленная реакция, приложение недостаточных усилий для оптимально эффективного торможения и т.д. В результате возникает дефицит времени, необходимого для принятия решения.

Решением данной проблемы будет автоматизация процессов управления автомобилем.

В работе разработана автоматическая система торможения, которая автоматически осуществляет торможение в аварийной обстановке (рис. 1). Для разработки данной системы взят современный автомобиль белорусско-китайского производства Gelly Emgrand 7.

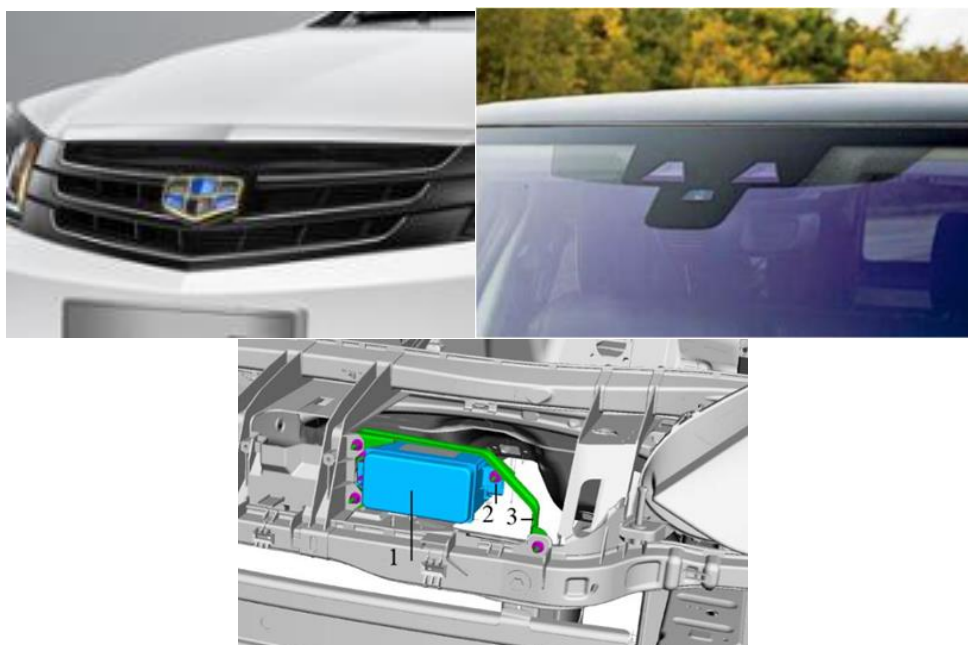


Рис. 1 Размещение камеры и радиолокационного датчика автоматической системы торможения

Автомобиль претерпел модернизацию тормозной системы и дооснащен органами технического зрения.