

06;12

Электролюминесценция эрбия в структуре $Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al$

© И.О. Коньков, А.Н. Кузнецов, П.Е. Пак,
Е.И. Теруков, Л.С. Границына

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург
E-mail: Oleg.Konkov@pop.ioffe.rssi.ru

Поступило в Редакцию 20 февраля 2001 г.

Впервые показано, что возможно получение интенсивной электролюминесценции эрбия из слоя аморфного гидрированного кремния при использовании структуры $Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al$ в режиме прямого смещения.

Интенсивное исследование фото- и электролюминесценции эрбия в аморфном гидрированном кремнии $a-Si:H$ в последнее время вызвано тем, что длина волны эрбиевой люминесценции $1.54 \mu m$ попадает в минимум поглощения оптического кварцевого волокна, слабым температурным гашением люминесценции, а также простотой введения эрбия при магнетронном распылении [1–2]. При этом электролюминесценция наблюдалась в структурах вида $Al/a-Si:H(Er)/n-c-Si/Al$, что представляет собой структуру типа барьера Шоттки с величиной барьера на границе $Al/a-Si:H(Er)$, равной $0.7–0.8 eV$. Переход $a-Si:H(Er)/n-c-Si$ почти омический, так как используется кристаллический кремний с удельным сопротивлением $0.1–0.5 \Omega \cdot cm$. При комнатной температуре при подаче прямого смещения (минус на подложке из кристаллического кремния) наблюдалась люминесценция свободного экситона ($\lambda = 1.16 \mu m$) из подложки; при подаче обратного смещения наблюдались эрбиевая ($\lambda = 1.54 \mu m$) и дефектная ($\lambda = 1.3–1.4 \mu m$) люминесценции в аморфном кремнии [3].

В настоящей работе сообщается о наблюдении электролюминесценции эрбия в структуре вида $Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al$ при прямом смещении.

Пленки аморфного гидрированного кремния, легированного эрбием $a-Si:H(Er)$, готовились методом магнетронного распыления металлического эрбия в силансодержащей атмосфере (MASD) [4]. В дан-

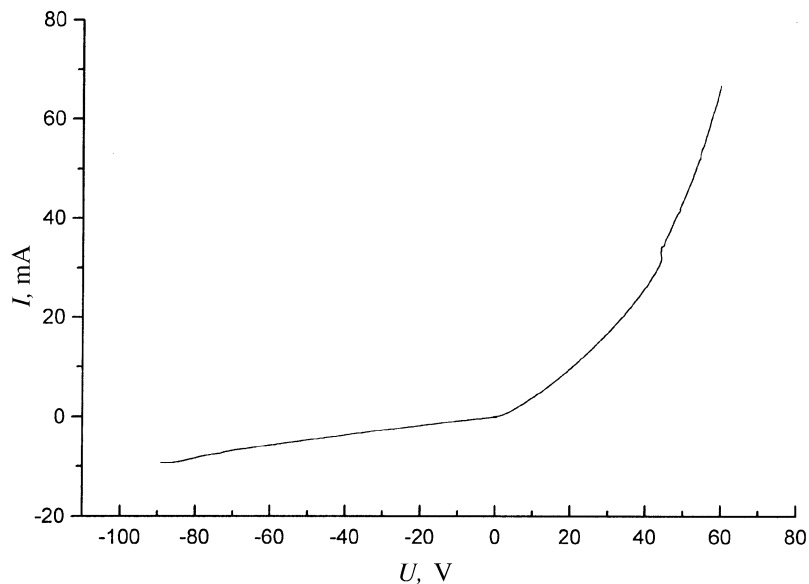


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика структуры Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al.

ном исследовании параметры технологического процесса составляли: исходная газовая смесь (12.5% SiH₄ + 37.5% H₂ + 50% Ar); величина магнитного поля 80 мТ; анодное напряжение 600 В; плотность мощности разряда 0.2 W · см⁻²; суммарное давление газовой смеси 4 · 10⁻³ Торр. Для легирования эрбием использовался металлический эрбий чистотой 99.99 в виде фольги. Толщина пленки аморфного кремния составляла 0.5–0.6 μm. Площадь структуры 1 mm².

Изготовленная нами структура является *n-p*-гетероструктурой с величинами барьеров для электронов 0.3–0.4 eV и для дырок 0.9–1.1 eV. Вольт-амперная характеристика такой структуры представлена на рис. 1 и характерна для *p-n*-перехода. При приложении обратного напряжения наблюдается незначительный рост тока. При этом не наблюдается сигнала электролюминесценции. При приложении к структуре прямого напряжения ток сначала возрастает по степенному закону с показателем степени, равным 1.15, а при напряжениях выше ~ 30 В зависимость

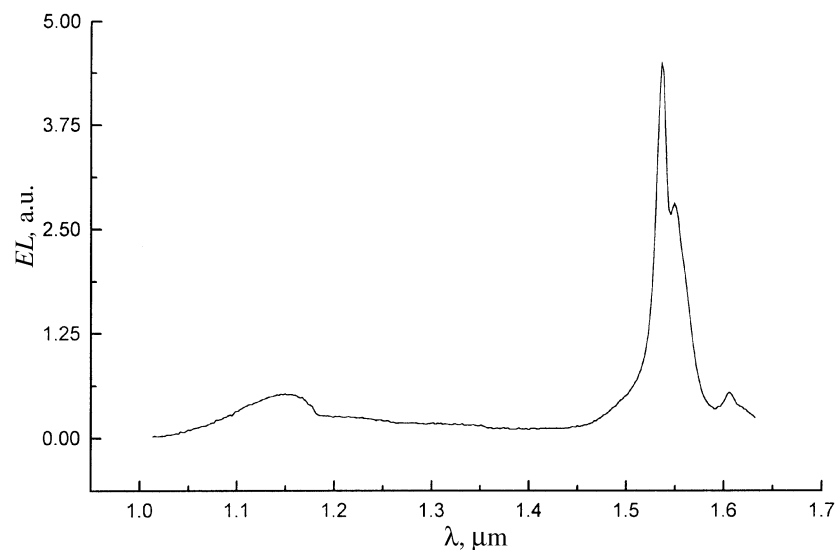


Рис. 2. Спектр электролюминесценции структуры $Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al$ при токе 50 мА в режиме прямого смещения. Комнатная температура.

становится экспоненциальной. При этом для токов более 5 мА наблюдается сильная электролюминесценция эрбия при $\lambda = 1.54 \mu m$ и одновременно слабый сигнал люминесценции свободного экситона. Спектр электролюминесценции структуры представлен на рис. 2.

Плотность тока через структуру достигает $7 A \cdot cm^{-2}$, поэтому для наблюдения электролюминесценции подложка кристаллического кремния крепится на радиатор, а измерения проводятся в импульсном режиме на частоте 100 Hz со скважностью 1:2. При отсутствии охлаждения структура перегревается и сигнал электролюминесценции обратимо пропадает.

Интенсивность электролюминесценции эрбия в изготовленной нами структуре превышала ту, которая наблюдалась для структуры $Al/a-Si:H(Er)/n-c-Si/Al$ при обратном смещении и при той же плотности тока. Эффективность электролюминесценции оценивается на уровне $\sim 2 \cdot 10^{-5}$.

Для объяснения токопрохождения и электр люминесценции в такой структуре Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al возможно привлечение механизма с туннелированием дырки из кристаллического кремния по локализованным состояниям аморфного кремния с последующим освобождением в валентную зону или рекомбинацией с электроном из зоны проводимости a-Si:H [5]. Мы полагаем, что при таком механизме достигаются лучшие условия для резонансного возбуждения ионов эрбия и эффективность электр люминесценции в структуре такого типа может достигать больших значений.

Таким образом, в работе впервые показано, что возможно получение электр люминесценции эрбия при использовании структуры на основе p-n-гетероперехода Al/a-Si:H(Er)/p-c-Si/Al в режиме прямого смещения, что открывает пути для интеграции таких устройств в волоконно-оптические линии связи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ.

Список литературы

- [1] *Bresler M.S., Gusev O.B., Kudoyarova V.Kh. et al. // Appl. Phys. Lett. 1995. V. 67. N 24. P. 3599–3604.*
- [2] *Shin J.H., Serna R., van den Hoven G.N. et al. // Appl. Phys. Lett. 1996. V. 68. N 7. P. 997–1002.*
- [3] *Гусев О.Б., Бреслер М.С., Захарченя Б.П. и др. // ФТТ. 1999. Т. 41. В. 2. С. 210–217.*
- [4] *Бреслер М.С., Гусев О.Б., Захарченя Б.П. и др. // ФТТ. 1996. Т. 38. В. 4. С. 1189–1193.*
- [5] *Matsuura H., Okuno T., Okushi H., Tanaka K. // J. Appl. Phys. 1984. V. 55. N 4. P. 1012–1019.*