Об особенностях рекомбинации в предварительно засвеченных при повышенной температуре высокоомных пленках a-Si:H

Курова И.А., Ормонт Н.Н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 119992, Москва, Ленинские горы

DOI 10.34077/Semicond2019-331

Исследовались изменения фотоэлектрических свойств нелегированных высокоомных пленок a-Si:H под влиянием освещения разной интенсивности при температурах выше комнатных ($T > 400\text{K}$). Повышенные температуры позволяли измерять медленные при комнатных температурах изменения этих свойств. Исследовались пленки в a-Si:H, выращенные методом плазмохимического осаждения, как после их отжига, так и после их изохронной предварительной засветки белым светом с разной интенсивностью Q . В результате проведенных измерений температурных зависимостей темновой проводимости (σ_d) и фотопроводимости (σ_{ph}), а также зависимости фотопроводимости от интенсивности освещения пленок W было установлено:

1. Величина σ_d исследованных пленок увеличивается с увеличением интенсивности предварительно засветки Q а E_σ – термическая энергия активации $\sigma_d(T)$ – уменьшается.
2. Зависимость σ_{ph} исследованных пленок от интенсивности их освещения W изменяется с увеличением интенсивности их предварительной засветки Q . А именно, величина параметра $\gamma = \frac{d(\log \sigma_{ph})}{d(\log W)}$, характеризующая эту зависимость, уменьшается с ростом Q от 0.94 до 0.67.

Обнаруженные изменения σ_d и E_σ указывают на увеличение энергии Ферми с увеличением интенсивности предварительной засветки Q . Так, при $T=425\text{K}$ ($E_C - F_0$) в исследованных пленках изменялось от 0.68 эВ до 0.63 эВ. Уменьшение γ указывает на более сильное уменьшение времени жизни электронов с увеличением интенсивности предварительной засветки пленок Q .

Подобные изменения σ_d , E_σ , σ_{ph} и γ наблюдались в предварительно засвеченных при повышенных температурах легированных фосфором пленках a-Si:H и объяснялись увеличением энергии Ферми вследствие роста степени легирования при засветке пленок. Это, в свою очередь, обуславливало образование дополнительного канала рекомбинации – бимолекулярной рекомбинации на электронных состояниях хвоста зоны проводимости [1].

Эту же модель можно применить и для объяснения результатов данной работы. Однако остается открытым вопрос о природе увеличения энергии Ферми в засвеченных нелегированных пленках. Ранее нами было предположено, что это смещение уровня Ферми может быть обусловлено образованием донорных дефектов типа центровой связи водорода, образующих электронный уровень в верхней половине запрещенной зоны a-Si:H [2,3]. В данной работе указывается также на возможность объяснения обнаруженных аномальных фотоиндуцированных при повышенных температурах изменений фотоэлектрических свойств пленок a-Si:H наличием неконтролируемой примеси кислорода.

[1] R. Bube and D.I. Redfield, *J. Appl. Phys.*, **66**(7), 3074 (1989).

[2] R. Kaunavis *J. Appl. Phys.*, **97**, 02377 (2005).

[3] И.А. Курова, Н.Н. Ормонт, *ФТП*, **47**, № 6, 757 (2013)