

06.2; 06.3

© 1992

ОСЦИЛЛЯЦИИ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В $a-Si_{1-x}N_x:H$

Б.Г. Б у д а г я н, О.Н. С т а н о в о в

Как известно, измерения температурных зависимостей фотопроедводимости в сплавах на основе $a-Si:H$ являются одним из способов исследования таких параметров. материала, как распределение плотности состояний, ширина хвостов запрещенной зоны и т.д. [1, 2, 3]. Однако многие исследователи ограничиваются температурным диапазоном до 450 К. В то же время известно, что свойства аморфных материалов при высоких температурах определяются процессами термического равновесия [4]. По этой причине нами были проведены исследования температурных зависимостей фотопроедводимости в $a-Si:H$ и $a-Si_{1-x}N_x:H$ [5]. При этом был обнаружен эффект гармонических осцилляций фотопроедводимости в $a-Si_{1-x}N_x:H$ под освещением при повышенной температуре.

Пленки $a-Si_{1-x}N_x:H$ получались методом ВЧ разложения в „глюющем разряде” смеси силана и водорода (10 % SiH_4 + 90 % H_2) с различным количеством аммиака NH_3 . Пленки осаждались на стеклянные подложки при мощности разряда в реакторе 0.3 Вт/см² и температуре подложки $T_s = 220$ °С. После осаждения пленки подвергались отжигу при 240 °С в течение 30 мин в вакууме 10^{-5} мм рт. ст. Содержание азота в пленках определялось Оже-спектроскопией. Алюминиевые копланарные электроды осаждались на поверхность пленки $a-Si_{1-x}N_x:H$ на расстоянии 0.6 мм друг от друга.

Вольт-амперные характеристики образцов были линейные. Микро-структура пленок анализировалась с помощью ИК-спектроскопии. Линия поглощения на 2020 см⁻¹ в нелегированном $a-Si:H$ указывала на наличие кластерированных $Si-H$ форм.

Для изучения поведения фотопроедводимости образцы освещались He-Ne лазером ($\lambda = 0.633$ мкм) при температурах 80, 150, 200 и 250 °С. В процессе облучения и после него измерялась величина проводимости пленок. Интенсивность возбуждающего излучения варьировалась от 10^{13} до 10^{17} см⁻² с⁻¹ при помощи нейтральных фильтров. Прикладываемое к образцам электрическое поле составляло $2 \cdot 10^2$ и $6 \cdot 10^2$ В/см.

Рис. 1 показывает типичное поведение фотопроедводимости нелегированной пленки $a-Si:H$ при $T=150$ °С под освещением для двух интенсивностей света и двух напряжений питания. На этих зависимостях наблюдаются затухающие гармонические колебания фотопроедводимости вокруг некоторой базовой кривой. Видно, что

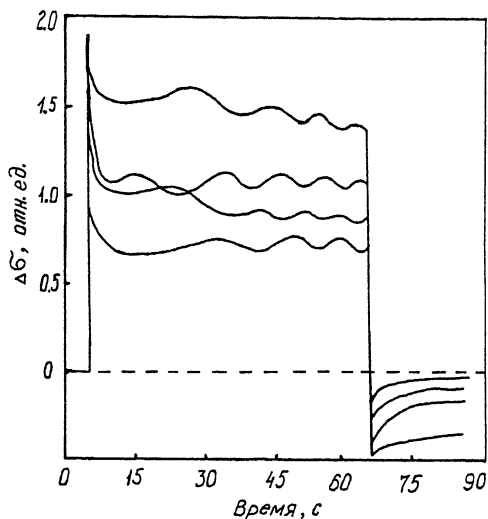


Рис. 1. Светоиндуцированные изменения фотопроводимости $\Delta\sigma$ а- Si: H, измеренные при $T=150^\circ\text{C}$ при интенсивности освещения $10^{17}\text{ см}^{-2}\text{ с}^{-1}$ (кривые 1, 2) и $10^{15}\text{ см}^{-2}\text{ с}^{-1}$ (кривые 3, 4). Напряженность электрического поля составляла $2\cdot 10^2\text{ В/см}$ (кривые 1, 3) и $6\cdot 10^2\text{ В/см}$ (кривые 2, 4).

Содержание азота, х	Температура, $^\circ\text{C}$					
	80		150		250	
	A, отн. ед.	$1/F$, с	A, отн. ед.	$1/F$, с	A, отн. ед.	$1/F$, с
0	-	-	18	7	4	5
0.053	5	6	4	5	-	-
0.089	1.2	6	6	5	6	6

увеличение интенсивности излучения приводит к росту как амплитуды, так и частоты колебаний. В то же время увеличение напряженности приложенного электрического поля увеличивает только амплитуду. Изменение результирующей кривой в процессе освещения связывается с эффектом Стэблера-Вронского [6].

Рис. 2, а показывает поведение фотопроводимости для этого же образца при $T=250^\circ\text{C}$ (интенсивность света - $10^{17}\text{ см}^{-2}\text{ с}^{-1}$, напряженность поля - $2\cdot 10^2\text{ В/см}$). Как видно, увеличение температуры привело к уменьшению амплитуды колебаний и практически не повлияло на их частоту.

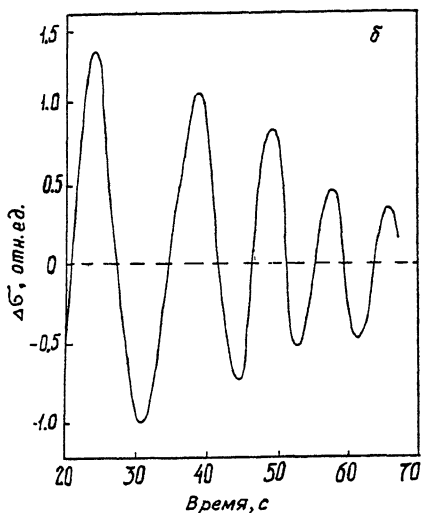
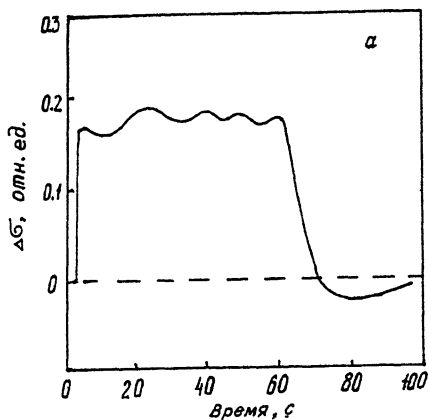


Рис. 2. Светоиндуцированные изменения фотопроводимости $\Delta\sigma$
 а - Si:H измеренные при $T=250^\circ\text{C}$ при интенсивности освещения $10^{17}\text{ см}^{-2}\text{ с}^{-1}$ и напряженности электрического поля $2 \cdot 10^2\text{ В/см}$.
 а - до нормировки; б - после нормировки к базовой линии.

Более точный вид осцилляций может быть получен при нормировке экспериментальной кривой к базовой линии. Этот метод применялся для данных, представленных на рис. 2, а. Результаты нормировки представлены на рис. 2, б. Видно, что амплитуда колебаний имеет затухающий вид.

Подобные затухающие колебания фотопроводимости при различных температурах, интенсивностях излучения и приложенных полях наблюдались для образцов $a\text{-Si}_{1-x}\text{N}_x\text{:H}$ с различными концентра-

циями азота. Результаты представлены в таблице. Можно отметить, что добавки азота приводят к уменьшению амплитуды осцилляций и не оказывают влияния на частоту колебаний.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований был обнаружен новый эффект затухающих гармонических осцилляций фотопроводимости в аморфных сплавах $a-Si_{1-x}N_x$: H при повышенной температуре.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] В а i х е r a s J., М е н с а r a g l i a O., A n d r o P. // Phil. Mag. 1978. V. 37. P. 403-407
- [2] М е a u d r e R., М е z h o u d i A. // Phil. Mag. 1984. V. 50. P. L63-L66.
- [3] М с М a h o n T.J., Х i J.P. // Phys. Rev. B. 1986. V. 34. P. 2475-2481.
- [4] К а к а l i o s J., J a c k s o n W.B. In: Amorphous silicon and related materials, edited by H. Fritzsche, World Scientific Publishing company, 1988, 207 p.
- [5] А й в а з о в А.А., Б у д а г я н Б.Г., С т а н о - в о в О.Н. // ФТП. 1991. Т. 25. № 10. С. 1080-1082.
- [6] S t a e b l e r D.L., W r o n s k i C.R. // Appl. Phys. Lett. 1977. V. 31. P. 292-294.

Московский
институт
электронной
техники

Поступило в Редакцию
28 апреля 1992 г.