

УДК 621.315.592

Генерация активных центров в результате лазерного скрайбирующего воздействия

Новик А.В., Червинский В.Л.

Белорусский национальный технический университет

Производство современных интегральных схем, фотоэлементов на основе моно и поликремниевых кристаллов, аморфного и микрокристаллического кремния неизбежно сопровождается (в подавляющем большинстве технологических маршрутов изготовления) процессом лазерного скрайбирования.

Не вызывает сомнения, что вышеуказанная технологическая операция, которая может производиться в достаточно широком диапазоне технологических параметров и режимов сопровождается генерацией целого комплекса неоднородностей по линии лазерного скрайба, как механических, так и электрически активных. [1]

Исследовались дефекты, возникающие после проведения лазерного скрайбирующего воздействия в диапазоне длительности световых импульсов 300 нс и 20 нс, длина волны лазерного излучения 0,53 и 0,51 мкм. Параметры излучений вблизи порога разрушения поверхности приведены в таблице 1.

Реж им	Длина волны (мкм)	длительн ость имп.(нс)	частота имп. ((кГц)	мощнос ть имп.(Вт)
1	0,53	300	8	6
2	0,51	20	8	100

Таблица.1. Режимы лазерной обработки кремниевых пластин.

Для анализа активности дефектов применялся метод наведенного тока (НТ) растровой электронной микроскопии (РЭМ). [2]. Исследуемый материал – монокристаллический кремний с удельным сопротивлением 10 Ом*см. В ходе лазерного воздействия за один проход формировалась линия, четко фиксируемая с помощью оптического микроскопа и с помощью растрового электронного микроскопа в режиме вторичной электронной эмиссии. Ширина линии скрайбирования ограничивалась несколькими десятками микрометров. Микрофотографии следа лазерного воздействия приведены для двух режимов: (см. рис 1.) На полученных фотографиях (фото 1 и 2) нижняя половина кадра соответствует режиму

вторичной электронной эмиссии, верхняя- режиму наведенного тока в аномальном контрасте (РЭМ –НТ).

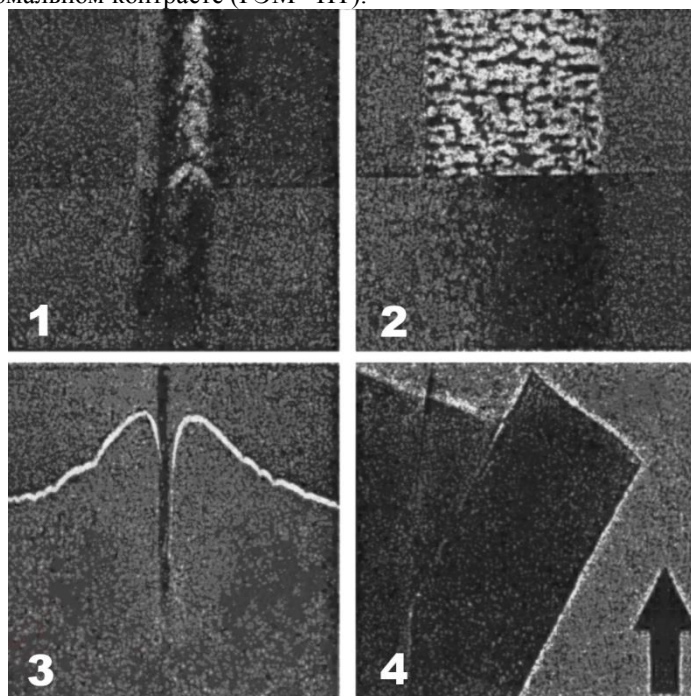


Рис.1 Микрофотоизображения участка поверхности кремния в окрестности следа лазерного скрайбирующего воздействия. Фото 1,2 сверху-режим вторичной электронной эмиссии, внизу режим наведенного тока. Ускоряющее напряжение 25 кВ, 1,3 режим обработки 1, 2,4 режим обработки 2. На фотографиях 1,2 размер кадра по горизонтали соответствует 180 мкм, на 3-1500 мкм, 4-1200 мкм. Стрелка на фото 4 указывает направление лазерного скрайбирования.

Общий характер распределения сигнала РЭМ-НТ иллюстрируется на фото 3, на котором темная линия- след лазерного скрайбирования в рекомбинационном контрасте, посреди кадра наложены треки линейного сканирования по горизонтали и нулевой линии. Такой характер микрофотоизображений характерен только до определенного уровня плотности мощности лазерного луча.

В надпороговой области, в зависимости от длительности возбуждающего импульса (режим 1) возникает иная картина. В окрестности 70-100 мкм наблюдается уверенный подъем сигнала

наведенного тока (фото 3) с последующим спадом практически до нуля на самой линии скрайбирования.

В случае скрайбирования в режиме 2 (фото 4) проявляется иная структура рекомбинационного контраста в виде сетки крупноблочных дефектов, простирающихся на расстояние порядка 5мкм от линии лазерного воздействия. Сетка ограничивает дефектные блоки с практическим однородным контрастом на РЭМ-НТ изображениях и в высокой степени упорядочена в соответствии с кристаллографической ориентацией плоскости поверхности образца. Характер наблюдаемых дефектов позволяет предположить, что при локальном лазерном воздействии область возбуждения является источником возникновения в приповерхностном слое рекомбинационно-активных центров, которые можно отождествить как поверхностные дефекты упаковки. Возможными механизмами дефектообразования могут рассматриваться:

- механизмы колебательной неустойчивости,
- механизмы адиабатической неустойчивости [3].

При сравнении значений диффузионной длины (L_d) установлено, что значения L_d между соседними блоками различаются на 15-20% и составляют не более 70% от значений этих же кристаллов вне линии лазерного скрайбирования. Учитывая, что образовавшиеся блоки наблюдаются в режиме наведенного тока, логично предположить, что на поверхности образцов поверхностный потенциал при переходе от одного блока к другому тоже будет изменяться и на поверхности формируется область повышенной рекомбинационной активности, что необходимо принимать во внимание при расчете электрофизических параметров используемых в производстве материалов.

Литература

- 1.Егоров Ф.С, Кукин А.В, Е.И. Теруков, Е.И., Титов А.С. Улучшения качества лазерного скрайбирования прозрачного проводящего оксида при изготовлении тонкопленочного солнечного модуля-Журнал технической физики, 2018, том 88, вып. 4, с.572-577.
- 2.Patrin A.A. Lukyanov A.E. Anomalous EBIC contrast in Si wafers. - Scanning. 1990.v 2. p. 334-336.
3. Емельянов В.И., Кашкаров П.К. Дефектообразование в приповерхностных слоях полупроводников при импульсном лазерном воздействии. -Поверхность: физика, химия, механика.1990, №2, с.77-55.