

11-30-2020

EFFECT OF LASER RADIATION ON PHOTOMAGNETIC MATERIALS BASED ON SILICON DOPED WITH IMPURITIES

D J. Asanov

Nukus State Pedagogical Institute, Nukus, Uzbekistan, radiofizik2012@mail.ru

M I. Markevich

Physical and Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

S M. Kasymov

Nukus State Pedagogical Institute, Nukus, Uzbekistan

R A. Ametov

Nukus State Pedagogical Institute, Nukus, Uzbekistan

A E. Otarbayev

Nukus State Pedagogical Institute, Nukus, Uzbekistan

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Asanov, D J.; Markevich, M I.; Kasymov, S M.; Ametov, R A.; and Otarbayev, A E. (2020) "EFFECT OF LASER RADIATION ON PHOTOMAGNETIC MATERIALS BASED ON SILICON DOPED WITH IMPURITIES," *Scientific-technical journal*: Vol. 3 : Iss. 5 , Article 5.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol3/iss5/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

EFFECT OF LASER RADIATION ON PHOTOMAGNETIC MATERIALS BASED ON SILICON DOPED WITH IMPURITIES

¹Asanov D.J., ²Markevich M.I., ¹Kasymov S.M., ¹Ametov R.A., ¹Otarbayev A.E.

¹Nukus State Pedagogical Institute, Nukus, Uzbekistan

²Physical and Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОТОМАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ ЛЕГИРОВАННОГО ПРИМЕСЯМИ

¹Асанов Д.Ж., ²Маркевич М.И., ¹Касымов С.М., ¹Аметов Р.А., ¹Отарбаев А.Е.

¹Нукусский Государственный Педагогический институт, г. Нукус, Узбекистан

²Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

КРЕМНИЙ АСОСИДАГИ КИРИСХМА АТОМЛАР БИЛАН ЛЕГИРЛАНГАН ФОТОМАГНИТ МАТЕРИАЛЛАРГА ЛАЗЕР НУРИНИНГ ТАЪСИРИ

¹Асанов Д.Ж., ²Маркевич М.И., ¹Касымов С.М., ¹Аметов Р.А., ¹Отарбаев А.Е.

¹Нукус давлат педагогика институти, Нукус, Ўзбекистон,

²Белоруссия Миллий Фанлар Академиясининг физика-техника институти, Минск, Беларуссия Республикаси

Abstract: *The paper deals with the establishment of the features of the effect of laser modification in the double-pulse mode on the surface morphology of photo magnetic materials based on silicon doped with impurities.*

Key words: Surface morphology, photo magnetic materials, laser technology, diffusion technology, silicon, double pulse.

Аннотация: *В работе проведено установление особенностей воздействия лазерной модификации в режиме сдвоенных импульсов на морфологию поверхности фотомангнитных материалов на основе кремния, легированного примесями.*

Ключевые слова: Морфология поверхности, фотомангнитные материалы, лазерной технология, диффузионный технология, кремний, сдвоенный импульс

Аннотация: *Мақолада лазер модификациясининг қўш импульсли режимда кремний асосидаги легирланган аралашмали фотомангнит материалларнинг сирт морфологиясига таъсири хусусиятларини аниқлаш масалалари кўриб чиқилган.*

Таянч сўзлар: Сирт морфологияси, фотомангнит материаллар, лазер технологияси, диффузия технологияси, кремний, қўш импульс

Введение

Несмотря на большой прогресс в понимании физических процессов, которые происходят в полупроводниках в результате лазерного воздействия, практически неизученными остаются процессы формирования морфологии поверхности в двух импульсном режиме. Особый интерес представляют работы по воздействию лазерного излучения на фотомангнитные материалы на основе кремния, легированного примесями. Актуальность изучения этих вопросов определяется как потребностями фундаментальных исследований, так и многочисленными важными практическими приложениями.

В настоящее время известны результаты исследования лазерной технологии для диффузии легирующих примесей при создании резких и неглубоко залегающих переходов. Также известно, что лазерный отжиг полупроводников позволяет осуществить электрическую активность внедренных примесей и уменьшению дефектов структуры [1,2]. Важным в этих применениях является высокая локальность лазерной обработки и отсутствия химических процессов и продуктов воздействия. Однако внедрение лазерной технологии в полупроводниковое производство является сложной задачей и требует дальнейших исследований[3].

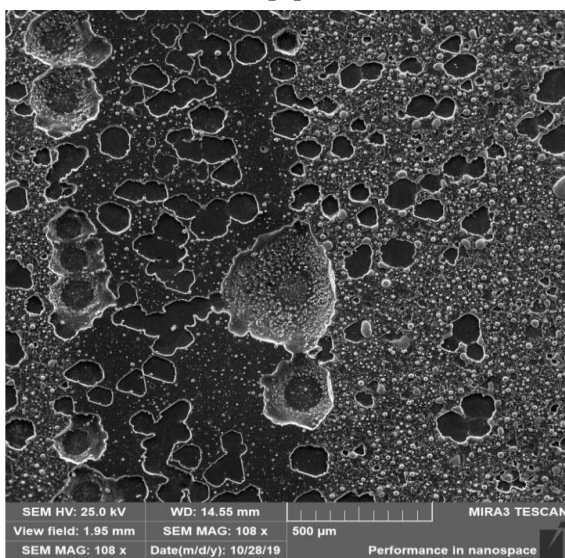
Целью данной работы является установление особенностей воздействия лазерной модификации в режиме сдвоенных импульсов на морфологию поверхности фотомангнитных материалов на основе кремния, легированного примесями.

Основная часть

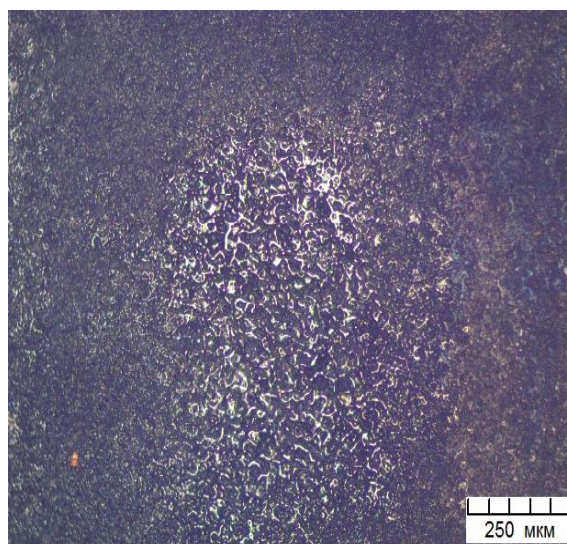
В настоящей работе применяется режим сдвоенных импульсов (лазер на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующем в двух импульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс) при котором исследования по лазерному воздействию на поверхность фотомангнитных материалов на основе кремния, легированного примесями, ранее не проводились.

Образованная в результате испарения вещества под действием первого импульса абляционная плазма создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной плотностью частиц воздуха, что приводит к полному использованию энергии второго импульса при лазерной обработке. Образец обрабатывали лазерным излучением в интервале энергий 2- 18 Дж при временах экспозиции от 5 до 12 секунд.

Процесс изготовления образцов заключался в нанесении серы и тонкого слоя чистого никеля толщиной 1мкм на поверхность кремния. Все образцы подвергались диффузионному термическому отжигу при температуре 1200°C и времени 1 час. Глубина р-п перехода составляет $L=30\pm 3$ мкм [2].



а)



б)

Рис. 1.- Морфология поверхности образца при вложенной энергии и времени воздействия.

Исследование морфологии поверхности производилось с использованием растрового электронного микроскопа MIRA-3. Также изображения микроструктуры образцов были получены на металлографическом комплексе на базе оптического инвертированного микроскопа МИ-1 при 200^x. В состав комплекса входят также: персональный компьютер;

видеокамера с адаптером; программа обработки изображений, которая предназначена для фиксирования, редактирования и анализа изображений [4]. Исследования элементного состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа (Oxford Ultim 65, 100 Azte Advance),

установленной на сканирующем электронном микроскопе MIRA - 3.

Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ.

При взаимодействии лазерного излучения с поверхностью фотомангнитных материалов на основе кремния, легированного примесями с помощью диффузионной технологии на ней возбуждаются поверхностные электромагнитные волны (ПЭВ). Интерференция ПЭВ и падающего излучения формирует в среде периодическое распределение интенсивности и способствует появлению поверхностного периодического рельефа (ППР). Плавление и испарение, пондеромоторные и капиллярные силы влияют на формирование морфологии поверхности.

На рис. 1 представлена морфология поверхности исследуемого образца, полученного с использованием растровой (а) и оптической (б) микроскопии после лазерного воздействия.

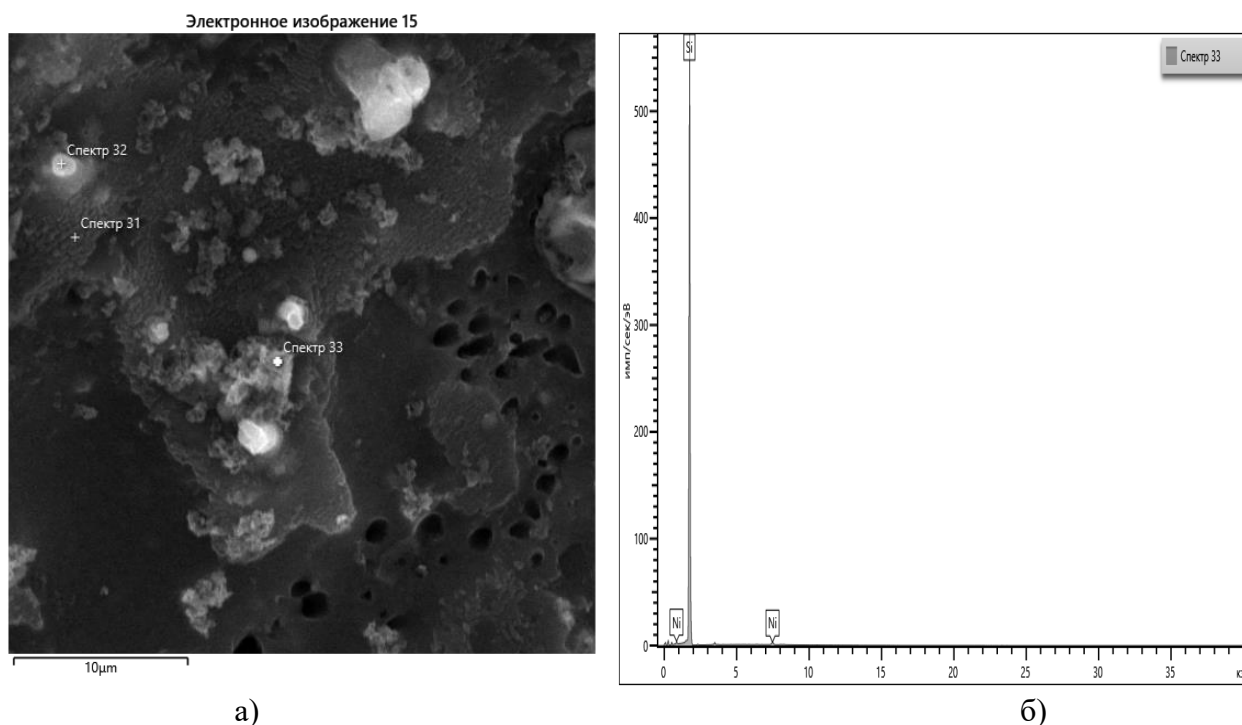


Рис. 2. Морфология поверхности и спектр элементного состава.

Видно, что хорошо выявляются зоны поверхностного периодического формирования рельефа. Также на рисунке прослеживается зона плавления в материале. Выявленные элементы зоны плавления имеют небольшие размеры от 5 до 250 мкм.

На рис. 2 представлена морфология поверхности и элементный состав после диффузионного стационарного отжига. Как следует из рисунка, что поверхность образца существенно неоднородна. На рисунке 2а), хорошо видны зоны плавления различного размера от долей микрона до десятков микрон. Элементный анализ проводился с различных участков образца. На всех участках поверхности образца отсутствует сера (рис.2б), что является следствием высокой температуры исходного диффузионного легирования. На

рисунке 3 представлена карта элементного состава образца после лазерного воздействия. Карта распределения элементов на поверхности образца показывает, что распределение элементов по поверхности образца после лазерного воздействия крайне неоднородно. Фиксируются частицы никеля размером от 1 до 25 мкм.

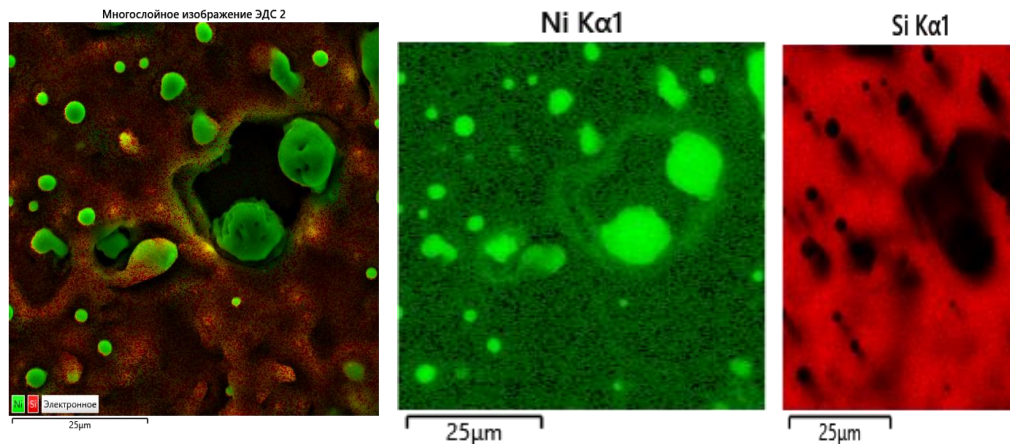


Рис. 3. Карта элементного состава образца.

Данное явление связано с не прореагировавшей пленкой никеля в результате, как стационарной диффузионной технологии, так и дополнительного лазерного воздействия.

Выводы.

Методами сканирующей электронной микроскопии и оптической микроскопии установлены особенности формирования морфологии поверхности фотомангнитного материала на основе кремния, легированного никелем после лазерного воздействия при вложенной энергии и времени воздействия. Показано, что в результате лазерного воздействия возникают зоны поверхностного периодического рельефа. Установлены зоны плавления малого размера от 1 мкм до 25 мкм. Установлена неоднородность элементного состава и наличие отдельных частиц никеля на поверхности образца, как следствие не полной диффузии атомов никеля в кремний.

References.

- [1] Dorofeychik A.N. Vozobnovlyaemie istochniki energii: uchebnoe posobie dlya spetsialnostey: "Elektroenergeticheskie sistemi I seti", "Elektricheskie stantsii" // Grodno: Grodnenskiy gos.un-t im. Yanki Kupali, 2013.-181 s.
- [2] Kazmerchik ES, Velchenko AA. Peredovie texnologii I texnicheskoe obespechenie sel'skox hozyaystvennogo proizvodstva. // Materiali Mejdunar. Nauch. – prakt. Konf., Minsk, 30-31-marta 2017 g. – Minsk: BGATU, 2017.-s 277-279
- [3] Baxodirxonov M.K., Isamov S.B., Kenjayev Z.T., Koveshnikov S.V. Izuchenie vlyaniya legirovaniya nikel'm kremniyevix solnechnix elementov s glubokim p-n perexodom // Pisma v JTF.-2019.-t.45-vip.19.-s.3-6
- [4] Anisovich, A.G. Rumyantseva IN .. Praktika metallograficheskogo issledovaniya materialov. – Minsk, Belorusskaya nauka, 2013.-221 s.