

якин келган иккинчи томондан функциянинг графиги нуқталари билан тажриба натижалари сифатида аниқланган сон қийматлари асосида чизилган нуқталар орасидаги масофа минимум қиймати эга бўлган.

Хулоса. Дастур ёрдамида олинган натижалардан қўриш мумкинки, масалаларнинг ечимлари ва графикларини аналитик усуллар ёрдамида олиш билан бирга талабаларга дастурлардан фойдаланиб олиш

усулларини ҳам ўргатиш бўлажак математика фан ўқитувчилари учун зарур. Шу билан бирга бўлажак ўқитувчилар турли математик пакетлар дастурлаш тиллари қабилардан фойдаланиб математик масалаларни ечишни ўрганишса уларнинг таълим бериши жараёнида дарс сифати ва самарадорлиги кескин ортади. Натижада, рақобатбардош кадрлар таёрлашга самарали хисса қўшилади.

Адабиётлар

1. Ashurov M., Mirzahmedova N., Xaytullayeva N. Algoritmash va dasturlash asoslari. Uslubiy qo'llanma. –Т.: «Bayoz», 2016.
2. Azamatov A.R., Boltayev B. Algoritmash va dasturlash asoslari. o'quv qo'llanma. –Т.: «Cho'lpon», 2013.
3. Гмурман В.Е. Эхтимоллар назарияси ва математик статистика. –Т.: «Ўқитувчи», 2001.

РЕЗЮМЕ. Ушбу мақолада математик масалаларни дастурлар асосида ечиш усуллари келтирилган. Талабаларга математик масалаларнинг аналитик ва дастурлар асосидаги ечимлар умумлаштириш методларини ўқув жараёнида қўллашда анъанавий ёндашиш, муаммоли ёндашиш ва ижодий ёндашувлар тавсия қилинган.

РЕЗЮМЕ. В этой статье представлены методы решения математических задач на основе программ. Студенты знакомятся с традиционным решением проблем и творческими подходами в применении методов обобщения аналитических и программных решений математических задач в процессе обучения.

SUMMARY. This article presents methods for solving mathematical problems based on programs. Students become familiar with the traditional approach, problem solving and creative approaches in applying methods of generalizing analytical and software solutions to mathematical problems in the learning process.

ФЕРРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЯ ЛЕГИРОВАННОГО ПРИМЕСНЫМИ АТОМАМИ МАРГАНЦА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

К.А.Исмаилов – доктор физико-математических наук, профессор

Т.Б.Исмаилов – докторант

Ш.З.Оламбергенов – докторант

Х.У.Камалов – доктор философии по физико-математическим наукам, доцент

Г.С.Нурымбетова – ассистент

А.К.Сапаров – стажёр преподаватель

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Х.Ф.Зикриллаев – кандидат физико-математических наук, доцент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова

Таянч сўзлар: марганец, киришма, диффузия, нанокластер, гистерезис.

Ключевые слова: марганец, примесь, диффузия, нанокластер, гистерезис петля.

Key words: manganese, impurity, diffusion, nanocluster, hysteresis loop.

Полупроводниковые материалы, легированные примесными атомами, широко используется в электронике для создания современных приборов. Исследованием электрофизических, фотоэлектрических, оптических и магнитных свойства кремния, легированные примесными атомами, которые создают глубокие энергетические уровни. Обнаружено ряд интересных физических явления [1-5] на основе результатов этих исследований показано возможности создания новых полупроводниковых приборов с большими функциональными возможностями [6,7]. В кремний легированного примесными атомами переходных элементов было обнаружено магнитные свойства, которые были подробно исследовано и показано возможности использованы этого явления при создании приборов и устройств в спин электроники [8-10].

Процесс получения магнитных материалов на основе кремния, легированного примесными атомами, был исследован в работе [11] и авторами показано, что ферромагнитные обменные взаимодействия в основном связано с концентрацией дырок. Авторы в работе [12] написали, что ферромагнетизм в кремний легированного примесными атомами марганца возникает из-за взаимодействия междоузельными дважды ионизируемыми ионами примесных атомов марганца. В работе [13] сообщилось, что ферромагнитные свойства кремний легированного примесными атомами марганца можно объяснить обменном носителями тока (электронах) с кластерами примесных атомов марганца.

Технология получения. Для диффузии примесных атомов марганца был использован исходные образцы монокристаллического кремния марки КДБ-1, 3, 5, 10 $\Omega\cdot\text{см}$, где концентрация атомов бора в исходном материале находился в интервале $N_B \sim 2 \cdot 10^{14} \div 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Температура и время диффузии выбирались таким, чтобы после диффузии образцы кремния легированные

примесными атомами марганца остались компенсированным и p -типом проводимостью [14-16].

Методика эксперимента. После получения образцов электрофизические параметры измерялось методом Ван-дер-Паау на “Ecopia HMS-7000 Hall Measurements System”.

Измерение намагниченности производилось с помощью магнитометра марки “Quantum Design MPMS-3 SQUID VSM”.

Полученные результаты. Несмотря на многообещающие возможности формирования магнитных нанокластеров примесных атомов марганца с определёнными размерами в кремний до настоящего времени отсутствует воспроизводимая технология получения таких материалов.

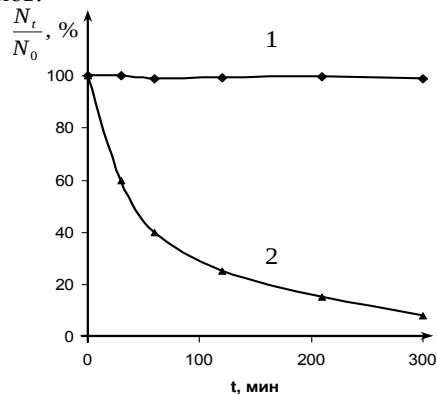


Рис. 3. Зависимость относительного изменения концентрации основных носителей заряда от времени термоотжига в кремнии, легированного примесными атомами марганца. 1- образцы кремния с нанокластерами примесных атомов марганца, 2-образцы кремния без нанокластеров.

На основе p -типа кремния с удельными сопротивлениями a , при $T=300$ К $\rho=3$ Ом·см были получены образцы легированными примесными атомами марганца по стандартной высокотемпературной диффузии в тех условия температуры и времени в котором были полученные образцы кремния с нанокластерами. Отсутствие в этих образцах нанокластеров также было подтверждено результатами исследованием методом ЭПР [17].

Температурный отжиг проводился в специальных печах, определенное температуры и времени. После каждого этапа термоотжига образцы подвергались химической обработке, чтобы снять оксидный слой кремния (SiO_2) и исследовалось электрические, магнитные и фотоэлектрические свойства. На рис. 3. представлено относительное изменение концентрации дырок в исследуемых образцах в зависимости от времени отжига при $T=400$ °С. Как видно концентрация дырок в образцах с нанокластерами примесных атомов марганца в исследуемом интервале от времени практически не изменяется (крив.1). В то же время в образцах, легированные примесными атомами марганца марганцем без формирования нанокластеров электрические параметры существенно меняются с увеличением времени отжига, при отжиге $t=300$ минут, практически происходит полный переход электроактивных атомов марганца к нейтральной состоянии (крив.2).

Анализ полученных результатов показывают, что в образцах кремния с нанокластерами примесных атомов марганца в исследуемой интервале времени наблюдается термостабильность. Это состояние можно объяснить тем, что образует из-за многократного положительного зарядности нанокластеров образуется кулоновские поля, в которые отталкивает дырок и притягивает двух этапная электронов.

таблица-2

Электрофизические параметры кремния легированного примесными атомами марганца.

Образцы	Удельное сопротивление, ρ , Ом·см	Тип проводимости	Концентрация носителей заряда, N_p , cm^{-3}	Подвижность носителей заряда, μ_p , $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{c}$
Si<B,Mn>	$(5\div 8) \cdot 10^3$	p	$5,2 \cdot 10^{12}$	$80\div 170$

Из анализа полученных результатов установлено, что наиболее известным методом, стимулирующие к самоорганизации нанокластеров атомов марганца, это дополнительная термообработка полученных образцов кремния в определенной температуры и времени.

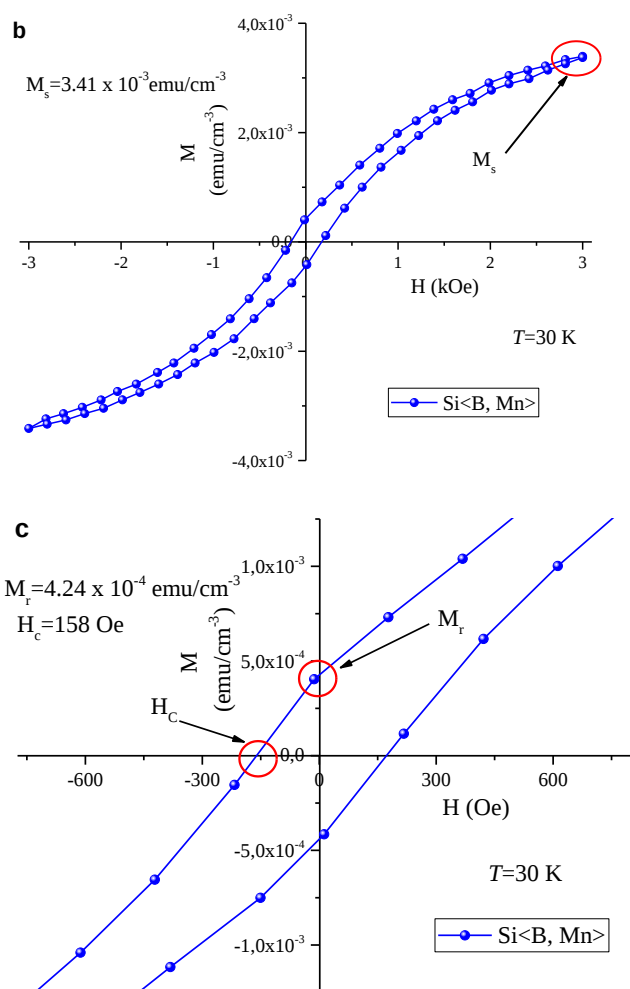
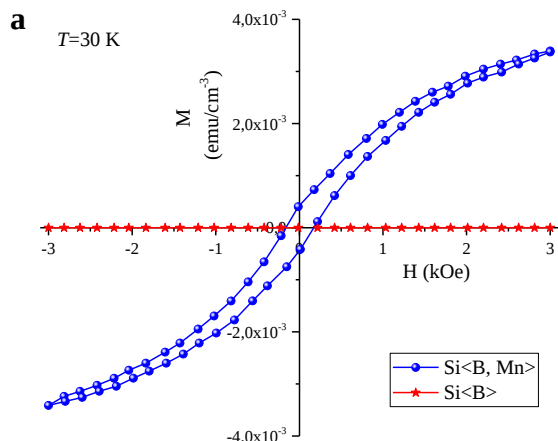


Рис. 5. Зависимость намагниченности образца p -Si <B, Mn> от магнитного поля (гистерезис Петля) при $T=30$ К.

Зависимость намагниченности от магнитного поля, a - в образцах кремния Si<B, Mn>, p -тип (синий цвет) и исходного кремния (красный цвет), b, c - нахождение параметров M_s , M_r , H_c (M_s - намагниченность насыщения, M_r - остаточная намагниченность и H_c - коэрцитивная сила)

Магнитные свойства образцов кремния легированного примесными атомами марганца исследовалось в магнетометре марки "Quantum Design MPMS-3 SQUID VSM" при температуре $T=30$ К. Результаты исследования показали что при низких температурах $T < T_{кр}$ ($T_{кр}$ - температура Кюри) образцы кремния с нанокластерами примесных атомов марганца появляются ферромагнитные свойства (рис. 5) Из анализа результатов установлено что с ростом концентрация образованных нанокластеров температура перехода к ферромагнитной состоянии смещается относительно высоких температур. На рис. 5 (b и c) показано намагниченность образцов кремния с нанокластерами атомов марганца более увеличенным размером, в котором определены значение $H_c=158$ Ое и $M_r=4.24 \cdot 10^{-4}$ emu/cm³.

Обсуждения полученных результатов. Исследовании магнитных свойств образцов p -Si <B, Mn> в области низких температур $T=30$ К нами было обнаружено ферромагнитная свойства. Эти исследования показали, что методом диффузии примесных атомов марганца в кремний можно получить новый магниточувствительный полупроводниковый материал. Эти исследования показывает существенное влияние на магнитные свойства кремния примесных атомов марганца. Установлено что магнитные свойства полученных образцов зависят от зарядового и спинового

состояния атомов марганца в образованных нанокластерах.

Установлено, что при оптимальных условиях легирования температура и временем диффузии концентрация образованных кластеров достигает до $N \sim 10^{16} \text{ см}^{-3}$, которые позволяет получить материал с высоким магниточувствительностью.

На основе анализа полученных результатов можно утверждать, что для получения кремния с магнитными

свойствами, можно использовать более простой метод диффузионно-легирования кремния примесными атомами марганца, которые приводит к образованию нанокластеров состоящих из четырех атомов марганца и атомов бора.

Благодарности. Авторы выражают благодарность академику Академии наук Республики Узбекистан Сирожиддину Зайнобиддинову за ценные советы при обсуждении полученных результатов.

Литература

1. Бахадырханов М.К., Исамов С.Б., Зикриллаев Н.Ф., Хайдаров К. Наноразмерная варизонная структура в кремнии с мнгозарядными нанокластерами. // *Микроэлектроника*. 2013. Т. 42. № 6. -С. 444-446.
2. Таскин А.А., Тишковский Е.Г. Образование квазимолекул Se в кремнии легированном селеном. ФТП, 1998, т. 32, №11, - С. 1306.
3. Фистуль В.И., Казакова В.М., Бобриков Ю.А., Рябцев А.В., Абдурахманов К.П., Зайнабидинов С., Камиллов Т.С., Утамурадова Ш.Б. О состоянии примесных ионов марганца в кремнии // *Физика и техника полупроводников*. – Санкт-Петербург: 1982. Т. 16.– В.5. – С. 939-941.
4. Юнусов М. С. и др. О некоторых закономерностях электронного спектра примесных атомов d – элементов в кремнии. ФТП. 1995.т.4. –С.714.
5. Мирсагатов Р.М. Метасбильность центров марганца в твердых растворах кремний-германий. ФТП. 1992, в.3, -С.427.
6. Бахадырханов М.К., Исамов С.Б., Зикриллаев Н.Ф., Илиев Х.М., Мавлонов Г.Х., Ковешников С.В., Ибодуллаев Ш.Н. Функциональные возможности кремния с нанокластерами атомов марганца. // *Электронная обработка материалов*. 2020. т. 56. № 2. -С. 21-27.
7. Суздалев И.П. Физика-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. *Нанотехнология*. -М.: 2009. -С. 589.
8. Bolduc M., Awo-Affouda C., Stollenwerk A., Huang M.B., Ramos F.G., Agnello G., and LaBella V.P. Ферромагнетизм при температуре выше комнатной в Si, имплантированном ионами Mn. *Physical Review B* 71, 033302 (2005).
9. Awo-Affouda C., Bolduc M., Huang M.B., Ramos F.G., Dunn K.A., Thiel B., Agnello G., and LaBella V.P. Влияние температуры отжига на структуру ферромагнитного кремния, имплантированного Mn, *Journal of Vacuum Science and Technology, A* 24, 1644 (2006).
10. Bakhadyrkhanov M.K., Iliev Kh.M., Mavlonov G.Kh., Ayupov K.S., Isamov S.B., Tachilin S.A. Кремний с магнитными нанокластерами атомов марганца — новый класс фотомангнитных материалов, *Technical Physics*.- М.: 64(3) 385. 2019.
11. Liu Xingchong., Zhang Fengming. Ferromagnetism dependence on hole carriers in polycrystalline silicon films co-doped with Mn and B. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2009. p. 4103-4107.
12. Zhang F.M., Zeng Y., Gao J., Liu X.C., Wu X.S., Du Y.W. Ferromagnetism in Mn-doped silicon. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2004. -P. 216-218.
13. Kwon Y.H., Kang T.W., Cho H.Y., Kim T.W. Formation mechanism of ferromagnetism in $\text{Si}_{1-x}\text{Mn}_x$ diluted magnetic semiconductors, *Solid State Communications*, 136 (2005) 257–261.
14. Saparniyazova Z.M., Bakhadyrkhanov M.K., Sattorov O.E., Norkulov N., Asanov D. Zh. Interaction between multiply charged manganese nanoclusters and sulfur atoms in silicon. *Inorganic materials*, 48(4).-P. 325-328, 2012.
15. Yunusov Z.A., Yuldashev S.U., Igamberdiev K.T., Kwon Y.H., Kang T.W., Bakhadyrkhanov M. K., Isamov S.B., Zikrillayev N.F., *Journal of the Korean Physical Society*, Ferromagnetic States of p-type Silicon Doped with Mn, 64(10), 1461 2014.
16. Болтакс Б.И., Бахадирханов М.К., Куликов Г.С. Диффузия, растворимость и электрические свойства марганца в кремнии, // ФТТ. 1972. Т.14. -С.181–186.

РЕЗЮМЕ. Кремнийга марганец киришма атомларини диффузия усулида кириштириш оркали, кремнийнинг магнит хусусиятлари паст хароратларда тадқиқ қилинди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, кремнийга марганец атомларини кириштириш оркали янги магнит материал олиш мумкинлиги кўрсатилди. Янги олинган магнит материалнинг параметрлари эса қуйдагича $M_s=3.41 \cdot 10^{-3} \text{ эму/см}^{-3}$, $M_r=4.24 \cdot 10^{-4} \text{ эму/см}^{-3}$, $H_c=158 \text{ Ое}$. Кремнийга марганец атомларини кириштириш оркали олинган янги магнит материални, бугунги кунда магнит датчиклари яратиш ва спинтроника қурилмаларида қўллаш мумкин.

РЕЗЮМЕ. Исследования магнитных свойств образцов кремний легированного примесными атомами марганца в области низких температур $T=30 \text{ К}$ было обнаружено ферромагнитное состояние которые имеют следующие параметры $M_s=3.41 \cdot 10^{-3} \text{ эму/см}^{-3}$ (намагниченность насыщения), $M_r=4.24 \cdot 10^{-4} \text{ эму/см}^{-3}$ (остаточная намагниченность) и $H_c=158 \text{ Ое}$ (коэрцитивная сила), показано возможность использования образцов кремния диффузионно- легированного примесными атомами марганца при создании магнитных датчиков и спинтронных устройства. Показано, что образцы кремния легированного примесными атомами марганца можно рассматривать как новый магнитный полупроводниковый материал.

SUMMARY. Studies of the magnetic properties of silicon samples doped with impurity manganese atoms in the low temperature region $T=30 \text{ K}$ revealed a ferromagnetic state with the following parameters $M_s=3.41 \cdot 10^{-3} \text{ emu/cm}^{-3}$ (saturation magnetization), $M_r=4.24 \cdot 10^{-4} \text{ emu/cm}^{-3}$ (residual magnetization) and $H_c=158 \text{ Oe}$ (coercive force), the possibility of using silicon samples diffusion-doped with impurity manganese atoms to create magnetic sensors and spintronic devices is shown. It has been shown that silicon samples doped with manganese impurity atoms can be considered as a new magnetic semiconductor material.

КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБРАЩЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В НАЛОГОВЫХ СИСТЕМАХ

Г.Б.Жамалова – старший преподаватель

Кариинский инженерно-экономический институт

Таянч сўзлар: солик ахборот тизими, соликни ҳисоблаш, солик ҳисоби, автоматлаштирилган иш жойи.

Ключевые слова: налоговая информационная система, налоговое начисление, налоговый учет, автоматизированное рабочее место.

Key words: tax information system, tax assessment, tax accounting, automated workstation.

1. Введение. В силу того, что общество живет в среде правовой системы, то очевидно, что налоговый учет должен находиться в среде правовых налоговых норм, который называется Налоговым Кодексом. Для того чтобы представлять связь экономических систем и налоговых систем и налоговых информационных систем с Государственной налоговой службой и Министерством Финансов, а так же с бюджетными и не бюджетными фондами, в статье предлагается возмож-

ное концептуальное направление, базирующиеся на аппарате теории графов и системном подходе к изучению объектов для представления информационно-функциональных связей между элементами налоговой системы, налоговой информационной системы и элементами налогового кодекса.

Государственным налогам относятся: НДС, акцизы, налоги на банковскую, страховую, биржевую деятельность, на операции с ценными бумагами, подоходный