

Мы использовали созданную нами программу CRYSTAL, совмещенную с программой STRUCT [1], написанной во ФНАЛ, для моделирования движения частиц в кристалле и в ускорителе соответственно. Для получения более точных результатов эффективности выведения в зависимости от широкого диапазона значений ориентации кристалла проведена модернизация обеих программ для организации параллельных многопроцессорных вычислений [2]. Полученный код выполнялся на 160 ядрах на суперкомпьютере БГУ СКИФ К-1000-2.

На рисунках 1-2 приведена зависимость эффективности выведения пучка от ориентации кристалла в эксперименте на Дебанчере. На рисунке 2 показана область каналирования. Полученная эффективность для идеальной ориентации составляет $96.19 \pm 0.12\%$, а относительная погрешность не превышает 0.4% для всех значений угла ориентации, поскольку моделирование проводилось по методу Монте-Карло для 72000-200000 частиц для каждого угла.

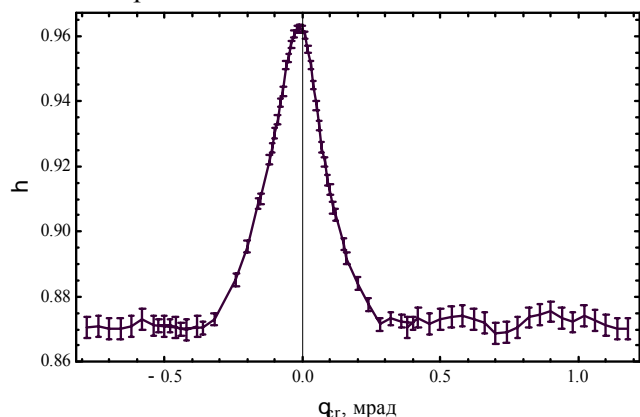


Рис. 1 –Эффективность выведения пучка в зависимости от ориентации кристалла

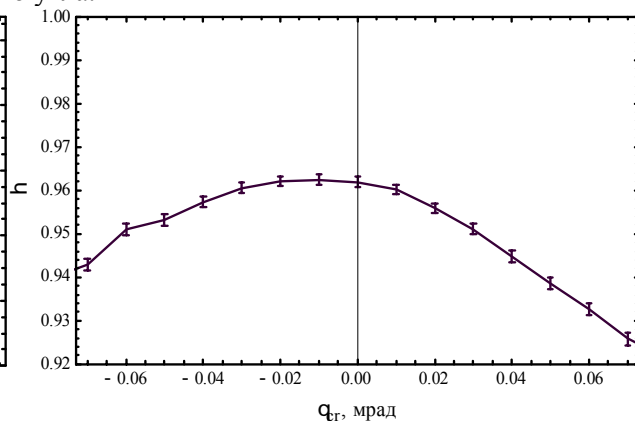


Рис. 2 –Эффективность выведения пучка в зависимости от ориентации кристалла (область каналирования)

Литература

1. *Baishev I.S.* et al. The STRUCT program user's reference manual // Mode of access: <http://www-ap.fnal.gov/users/drozhdin/>. Date of access: 31.08.2012. 43 p.
2. *Тихомиров В.В., Сытов А.И., Голованов А.А.* Новые возможности управления пучками заряженных частиц при помощи кристаллов // Сборник научных работ 4-го Конгресса физиков Беларуси, Минск, 24-26 апр. 2013г. Минск «Ковчег». 2013. С. 15–16.
3. *Shiltsev V.* Novel slow extraction scheme for proton accelerators using pulsed dipole correctors and crystals // FNAL, No. DE-AC02-07CH11359. 2012. 3 p.
4. *Tikhomirov V., Sytov A.* New ideas for crystal collimation // Proc. of the 23th Intern. Conf. "Russian Particle Accelerator Conference" RuPAC 2012. September 24–28, 2012, Peterhof, St. Petersburg, Russia. P. 79-81. Mode of access: <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/rupac2012/papers/tucch01.pdf>. Date of access: 12.11.2012.

©ВГУ имени П.М. Машерова

ФАКТОРИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНО НОРМАЛЬНЫХ КЛАССОВ ФИТТИНГА

А.В. ТУРКОВСКАЯ, Н.Т. ВОРОБЬЕВ

It is proved that if \mathfrak{F} or \mathfrak{B} are π -normal Fitting classes, then $\mathfrak{F}\mathfrak{B}$ is normal in \mathfrak{S}_π . The following result was obtained: if \mathfrak{F} and \mathfrak{B} are Fitting classes, such that $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{S}_\pi$ and $\mathfrak{B} \subseteq \mathfrak{S}_\pi$, then the following statements hold: a Fitting class $\mathfrak{F}\mathfrak{B}$ is normal in \mathfrak{S}_π if and only if $\mathfrak{F}\mathfrak{B}^*$ is π -normal; a Fitting class $\mathfrak{F}^*\mathfrak{B}$ is normal in \mathfrak{S}_π if and only if $\mathfrak{F}^*\mathfrak{B}^* = \mathfrak{S}_\pi$; if exists a set $\sigma \subseteq \pi$ of primes such that $\mathfrak{F}^*\mathfrak{S}_\sigma = \mathfrak{F}^*$ and $\mathfrak{S}_\sigma\mathfrak{B}^* = \mathfrak{S}_\pi$, then $\mathfrak{F}^*\mathfrak{B}^* = \mathfrak{S}_\pi$; if either \mathfrak{F} or \mathfrak{B} is normal in \mathfrak{S}_π , then $\mathfrak{F}\mathfrak{B}$ is \mathfrak{S}_π -normal

Ключевые слова: класс Фиттинга, π -нормальный класс Фиттинга, операторы Локетта, произведение классов Фиттинга

Одним из основных объектов исследования классов конечных групп является понятие нормального класса Фиттинга, которое было введено в основополагающей работе Блессеноля-Гашюца и определялось следующим образом. Класс Фиттинга \mathfrak{F} называют нормальным [1] в классе \mathfrak{S} всех конечных разрешимых групп, если для любой группы $G \in \mathfrak{S}$ ее \mathfrak{F} -радикал является \mathfrak{F} -максимальной подгруппой группы G .

Изучение нормальных классов Фиттинга приводит к необходимости исследования операции умножения нормальных классов Фиттинга. Напомним, что произведением классов Фиттинга \mathfrak{F} и \mathfrak{H} называют класс групп $\mathfrak{F}\mathfrak{H} = (G : G/G_\mathfrak{F} \in \mathfrak{H})$. В этом направлении известны результаты Блессеноля-

Гашюца [1], Хаука [2], Косси [3]. В частности, известен результат Косси [3] о том, что произведение нормальных классов Фиттинга является нормальным классом Фиттинга. В настоящей работе мы расширяем указанный результат Косси [3] на случай π -нормальных классов Фиттинга.

Определение. Пусть π – непустое множество простых чисел. Класс Фиттинга \mathfrak{F} назовем π -нормальным или нормальным в классе \mathfrak{S}_π всех конечных разрешимых π -групп, если $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{S}_\pi$ и для любой π -группы G ее \mathfrak{F} -радикал является \mathfrak{F} -максимальной подгруппой G .

Нами получена

Теорема 1. Если хотя бы один из классов Фиттинга \mathfrak{F} или \mathfrak{H} – π -нормален, то их произведение $\mathfrak{F}\mathfrak{H}$ является π -нормальным классом Фиттинга.

Посредством операторов Локетта [4] нами получено обобщение теоремы Хаука [2] на случай разрешимых π -нормальных классов Фиттинга. Этот результат представляет следующая

Теорема 2. Если \mathfrak{F} и \mathfrak{H} классы Фиттинга такие, что $\mathfrak{F} \subseteq \mathfrak{S}_\pi$ и $\mathfrak{H} \subseteq \mathfrak{S}_\pi$, то следующие утверждения эквивалентны: (а) класс $\mathfrak{F}\mathfrak{H}$ является π -нормальным; (б) класс $\mathfrak{F}\mathfrak{H}^*$ является π -нормальным; (с) класс $\mathfrak{F}^*\mathfrak{H}$ является π -нормальным; (d) $\mathfrak{F}^*\mathfrak{H}^* = \mathfrak{S}_\pi$; (е) существует множество простых чисел σ , такое что $\mathfrak{F}^*\mathfrak{S}_\sigma = \mathfrak{F}^*$ и $\mathfrak{S}_\sigma\mathfrak{H}^* = \mathfrak{S}_\pi$, где $\sigma \subseteq \pi$.

Литература

1. Blessohl, D. Uber normale Schunk und Fittingklassen / D.Blessohl, W.Gaschütz // Math.Z. –1970.-Bd.148, N1. -S.1–8.
2. Hauck, P. On products of Fitting classes / P.Hauck. // J. London Math. – 1979. – Soc.(2) 20. – 423–434 p.
3. Cossey, J. Products of Fitting classes./ J. Cossey// Math.Z. – 1975. – Bd. 141. № 9. – S. 289–295.
4. Lockett, P. The Fitting class \mathfrak{F}^* / P.Lockett // Math. Z. – 1974. – №137. – 131–136 p.

©БГУ

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ СЛОЕВ С НАНОЧАСТИЦАМИ МЕТАЛЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. И. ШЕВЦОВА, П. И. ГАЙДУК

This study is motivated by possible improvements of the solar cell efficiency by using plasmonic nano-structures. Recently, this subject has been recognized as one of the most promising for further development of solar cells due to the consequent reduction of the thickness photovoltaic devices and the possibility of increasing of light absorption via plasmonic effects. In this work, the results of numerical calculations of the optical properties of Si layers with ‘on-surface’ and incorporated plasmonic structures are discussed

Ключевые слова: наночастицы, поверхностные плазмоны, солнечные элементы

В настоящее время большое внимание уделяется разработке тонкопленочных солнечных элементов с кремниевым слоем толщиной 1-2 мкм, что связано с перспективами понижения стоимости солнечной энергии. При этом центральное место занимает развитие плазмонных тонкопленочных солнечных элементов [1-2], в которых для эффективного захвата светового излучения применяются плазмонные структуры, в частности наночастицы металла.

Особенностью металлических наночастиц являются их уникальные оптические свойства [Kelly]. При взаимодействии металлических наночастиц с оптическим излучением возможно возникновение поверхностных плазмонов – возбужденных светом коллективных колебаний электронов проводимости металла вблизи его границы раздела с диэлектриком [3]. Возбуждение поверхностных плазмонов сопровождается нелинейными оптическими эффектами, связанными с усилением поглощения и рассеяния света и концентрацией электромагнитного поля вблизи металлической поверхности наночастиц. Данные эффекты могут быть успешно использованы для повышения эффективности солнечных элементов. Так, металлические наночастицы на поверхности солнечных элементов могут быть использованы в качестве дополнительных рассеивающих центров, увеличивая оптический путь фотонов длинноволновой области спектра. Путем инкорпорирования наночастиц металла непосредственно в кремниевый слой возможно использование усиленного локального поля вблизи металлической поверхности, которое способно приводить к увеличению поглощения в прилегающих слоях полупроводникового материала. В настоящей работе проведено численное моделирование оптических свойств кремниевого слоя с расположенными на поверхности (рассеивающие центры) либо внутри (поглощающие центры) наночастицами золота и серебра.

Результаты численного моделирования показывают, что использование массива наночастиц серебра в качестве рассеивающих центров способно повысить поглощающую способность кремниевого слоя до 25%. При этом, максимальное усиление наблюдается при радиусе частиц 50 нм. Для наноча-