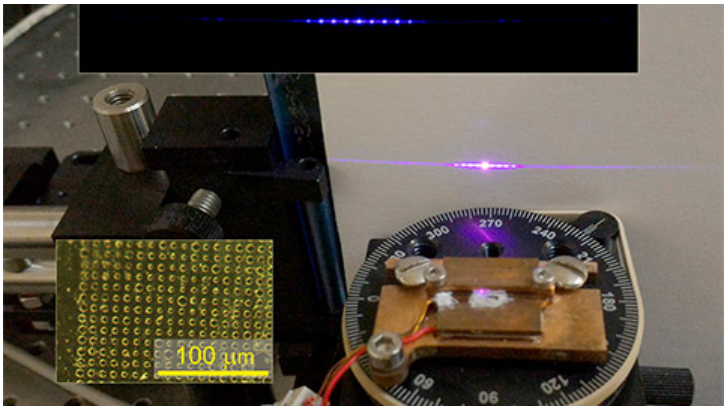
Физики СФУ изучили преобразование частоты лазерного излучения в нелинейных фотонных кристаллах



Учёные СФУ совместно с коллегами из Института физики имени Л. В. Киренского СО РАН, МГУ имени М. В. Ломоносова и Уральского федерального университета изучили преобразование частоты оптического излучения в нелинейных фотонных кристаллах с гексагональной структурой. Эти кристаллы можно будет применять в телекоммуникационных системах. Результаты работы опубликованы в журнале Laser Physics Letters и представлены на Международной молодёжной конференции по люминесценции и лазерной физике. Об исследовании учёных написал Индикатор — информационно-сервисный портал, посвящённый науке.

Когда два фотона распространяются в нелинейной среде — такой среде, где отклик на действие внешнего излучения нелинейно зависит от интенсивности этого излучения — есть определённая вероятность, что в результате взаимодействия они преобразуются в третий фотон. Частота этого фотона и другие его характеристики, например, импульс и энергия, будут определяться соответствующими характеристиками исходных фотонов и условиями взаимодействия. Такой процесс называется нелинейно-оптическим преобразованием частоты оптического излучения.

Эффективность такого взаимодействия без выполнения определённых условий крайне низка, поскольку вероятность этих процессов мала. Поэтому в экспериментах учёные используют интенсивные лазерные источники и подбирают специальные условия распространения в нелинейной среде, что позволяет наблюдать указанные эффекты невооруженным глазом.

Одна из разновидностей нелинейных сред — нелинейные фотонные кристаллы. В большинстве случаев это периодические структуры, в которых определённый параметр — нелинейная восприимчивость — модулируется, то есть периодически изменяется в пространстве в одном или нескольких направлениях. Такая модуляция влияет на процесс преобразования частоты лазерного излучения. Это позволяет с их помощью получить когерентное (с одной длиной волны) оптическое излучение на желаемых частотах.

> *«Мы теоретически рассмотрели нелинейно-оптическое преобразование частоты в двумерном нелинейном фотонном кристалле. При этом домены кристалла — элементарные единицы объёма его структуры — были гексагональной формы. Вместо одного исходного пучка в нелинейной структуре генерируются пучки, которые распространяются строго под определёнными углами. Такой процесс преобразования можно рассматривать как нелинейный аналог дифракции Брэгга — типа рассеяния волн на системе периодически упорядоченных элементов»,* — рассказал один из авторов статьи **Андрей Вьюнышев**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории когерентной оптики Института физики имени Л. В. Киренского СО РАН.

В комплексном исследовании принимали участие теоретики, технологи и экспериментаторы. В качестве образца нелинейного фотонного кристалла физики взяли сегнетоэлектрический кристалл ниобата лития — кристалл со спонтанной поляризацией, направление которой можно изменить

внешним электрическим полем. Исследуемый образец содержал домены гексагональной формы, упорядоченные в объёме образца. Авторы измеряли распределение интенсивности излучения на определённой длине волны. Разработанная теоретическая модель позволила с высокой точностью предсказать основные характеристики преобразованного излучения.

Также учёные получили выражение, которое может быть интерпретировано как закон нелинейной дифракции Брэгга в двумерных нелинейных фотонных кристаллах. Это позволит определить пути повышения эффективности преобразования в двумерных нелинейных фотонных кристаллах.

Учёные планируют оптимизировать параметры структуры, чтобы повысить эффективность преобразования. Также с помощью таких структур они хотят реализовать оптические параметрические взаимодействия. Это может найти применение в нелинейно-оптических преобразователях, которые способны изменять частоту и пространственную структуру излучения, делая ее многопучковой. Сейчас используются только однопучковые оптические преобразователи частоты.

> *«Переход к двумерным нелинейным оптическим структурам позволит одновременно генерировать серию световых пучков, что представляет интерес для разработки многоканальных аналогов интегрированных преобразователей для телекоммуникационных приложений и фотолитографии. Более того, нелинейно-оптические процессы — это источники неклассических световых полей, поэтому они вызывают сейчас значительный интерес в квантовой информации»,* — заключил **Андрей Вьюнышев**.

Пресс-служба СФУ, 25 июля 2018 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: https://news.sfu-kras.ru/node/20590