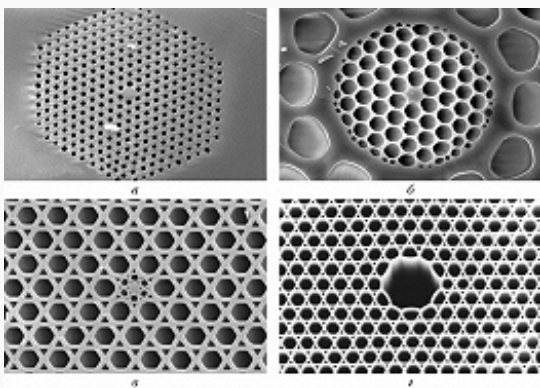


МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СВЕТОВОДЫ

Авторы: А. М. Желтиков

МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ СВЕТОВОДЫ, волоконные световоды со сложной пространственной структурой, формируемой так, что сердцевина световода окружена системой ориентированных вдоль его оси воздушных отверстий или цилиндрич. включений легированного стекла (т. н. дырчатые световоды). Такая структура позволяет расширить и улучшить функциональные возможности световода.



Изображения поперечных сечений микроструктурированных световодов со сплошной (а–в) и полый (г) сердцевинами, полученные с помощью электронного микроскопа.

Технология изготовления М. с. разработана в сер. 1990-х гг. группой исследователей под рук. Ф. Расселла (Великобритания). При изготовлении М. с. используются оптич. материалы с низкими оптич. потерями, такие как кварцевое стекло, стёкла с легирующими добавками, реже – халькогенидные стёкла. М. с., как правило, вытягивают при высокой темп-ре из заготовок, представляющих собой набор полых цилиндров и сплошных стеклянных стержней. Волноводная передача оптич. излучения в таких структурах (рис.) происходит благодаря полному внутреннему отражению, как в обычных световодах, а также за счёт

нового физич. механизма формирования волноводных мод, связанного с высокой отражат. способностью оболочки, имеющей вид двумерного фотонного кристалла – структуры с периодич. модуляцией показателя преломления на пространственных масштабах порядка длины волны оптич. излучения. Поэтому М. с. называют также фотонно-кристаллич. световодами.

Изменением структуры М. с. можно целенаправленно формировать требуемые частотные зависимости фазовой и групповой скоростей света, пространственные профили интенсивности поля, а также значительно усиливать или ослаблять нелинейно-оптич. взаимодействия распространяющихся по М. с. электромагнитных волн. Для спец. класса М. с. удаётся существенно расширить по сравнению с обычными световодами диапазон частот, в котором световод является одномодовым.

Благодаря таким свойствам в М. с. можно реализовать новые режимы преобразования световых полей, поэтому они широко применяются в оптич. технологиях. В частности, в М. с. с малым (порядка 1 мкм) диаметром сердцевины происходит высокоэффективное нелинейно-оптич. преобразование сверхкоротких (фемтосекундных) лазерных импульсов, сопровождаемое генерацией излучения (см. рис. 2 к ст. [Квантовая электроника](#)) с широким непрерывным спектром (суперконтинуум). Это явление используется для измерения и стабилизации фазы несущей частоты относительно огибающей сверхкоротких световых импульсов, что позволяет создавать надёжные и компактные фемтосекундные оптич. системы для высокоточного измерения частотных интервалов, интервалов времени и расстояний на основе методики т. н. частотных гребёнок. За разработку этой методики Т. [Хеншу](#) и Дж. [Холлу](#) в 2005 присуждена Нобелевская пр. М. с., осуществляющие управление фазой предельно коротких световых импульсов (длительностью в неск. периодов колебаний светового поля), являются одним из осн. элементов лазерных источников, используемых в аттосекундной оптике и физике сверхсильных световых полей.

Преобразование сверхкоротких световых импульсов в солитоны, реализуемое в М. с. с высокой оптич. нелинейностью, используется для создания перестраиваемых по частоте полностью волоконных источников сверхкоротких лазерных импульсов. Это открывает новые возможности в области спектроскопии, микроскопии, лазерной биомедицины, когнитивных исследований. На основе солитонных явлений в М. с. происходит полностью оптич. синхронизация в схемах оптич. параметрич. усиления предельно коротких световых импульсов.

Для передачи и нелинейно-оптич. преобразования мощного лазерного излучения

(включая высокоинтенсивные сверхкороткие лазерные импульсы), а также для высокочувствительного анализа состава газовых смесей используются М. с. с поллой сердцевиной. На основе одномодовых М. с. разработан новый класс волоконных лазеров и усилителей сверхкоротких лазерных импульсов.

Литература

Лит.: Russell P. St. J. Photonic crystal fibers // Science. 2003. Vol. 299. № 5605; Желтиков

А. М. Оптика микроструктурированных волокон. М., 2004; он же.

Микроструктурированные световоды в оптических технологиях. М., 2009.