

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.417

ПОЛУЧЕНИЕ НЕГАУССОВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ
ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА
ФАБРИ—ПЕРО С НЕОДНОРОДНЫМ ЗЕРКАЛОМ

П. Ф. Курбатов и Ю. В. Троцкий

Известно, что для ряда применений необходимы лазерные световые пучки с поперечным распределением поля, отличным от гауссова. В работе [1] предложено решать эту задачу путем использования в лазере диэлектрического зеркала, пропускание которого зависит от координаты, а фазовый скачок при отражении постоянен по всей поверхности зеркала. В [1] указаны пути изготовления таких зеркал и приведены экспериментальные данные, которые подтверждают, что таким образом можно изменить поперечную структуру светового пучка, выходящего из лазера, без потери его мощности.

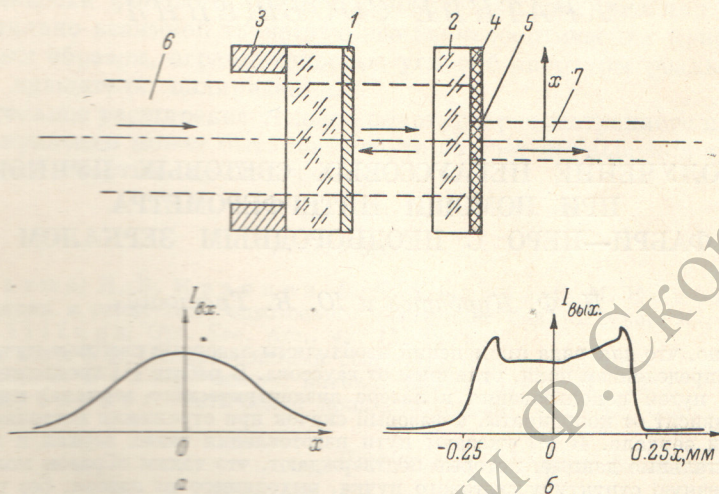
В настоящей работе описывается резонансный преобразователь поперечного распределения поля, основанный на том же принципе, но располагаемый вне лазера, в виде отдельного пассивного оптического элемента. Схема этого устройства показана на рисунке. В качестве резонансного преобразователя используется интерферометр Фабри—Перо, состоящий из зеркал 1 и 2. Зеркало 1 имеет одинаковый коэффициент пропускания T_1 по всей поверхности. Оно закреплено на пьезокерамике 3, которая служит для настройки интерферометра в резонанс с частотой падающего излучения. Энергетический коэффициент пропускания $T_2(x, y)$ зеркала 2 зависит от координат x и y в поперечной плоскости. Например, это зеркало может иметь две области 4 и 5 с пропусканием соответственно $T_{\text{мин}}$ и $T_{\text{макс}}$.

Пусть на зеркало 1 падает гауссов световой пучок b с распределением интенсивности $I_{\text{вх.}} = I_0 \exp[-2(x^2 + y^2)/w^2]$, соответствующим собственному виду колебаний интерферометра (см. рисунок, а). Если $T_2(x, y)$ не очень велико (например, не превышает 0.1 ÷ 0.2), то пределы изменения коэффициента отражения по поверхности зеркала 2 также невелики, — например, от 1 до 0.8. Благодаря этому можно ожидать, что поле внутри интерферометра в момент резонанса будет близко к гауссову и, следовательно, распределение интенсивности $I_{\text{вых.}}(x, y)$ в световом пучке 7, выходящем из интерферометра, в первом приближении будет определяться произведением $T_2(x, y) \exp[-2(x^2 + y^2)/w^2]$ и не является гауссовым.

Нами была произведена экспериментальная проверка работы описанного устройства на длине волны 633 нм. Зеркало 2 наносилось на высококачественную плоскопараллельную кварцевую подложку методом, предложенным в [1]: сначала диэлектрическое покрытие из 9 слоев криолита и сернистого цинка, однородное по всей поверхности подложки, а затем «просветляющее» 3-слойное покрытие, нанесенное сквозь маску. В результате этого на зеркале были получены участки повышенного пропускания $T_{\text{макс.}} = 0.2$ в виде круглых «пятен» диаметром 0.45, 0.33, и 0.19 мм; остальная часть зеркала имела пропускание $T_{\text{мин.}} = 0.015$. В качестве зеркала 1 использовались плоские диэлектрические зеркала с коэффициентами пропускания T_1 , равными 0.21 или 0.04. Расстояние между зеркалами 1 и 2 равнялось 6 и 20 мм. На пьезокерамике 3 подавалось напряжение, обеспечивающее максимум $I_{\text{вых.}}$. В качестве источника света был применен лазер типа ЛГ-55, работавший в режиме продольных мод. Между лазером и интерферометром вставлялись поляризационная развязка и согласующая линза, создающая на входе в интерферометр плоский фазовый фронт при $\lambda = 0.43$ мкм. Для записи распределения интенсивности $I_{\text{вых.}}(x, y)$ использовался фотоконвертер, перед которым перемещался непрозрачный экран с малым отверстием, климатически связанный с ползунок линейного потенциометра, с которого снималось напряжение, пропорциональное смещению экрана. Для записи использовался двухкоординатный самописец. На рисунке, б воспроизведено экспериментально полученное распределение интенсивности $I_{\text{вых.}}(x, y)$ в плоскости зеркала 2 при использовании «пятна» диаметром 0.45 мм. Это распределение близко к прямоугольному. Аналогичные результаты получены и для «пятен» других размеров.

Для оценки перспектив предлагаемого метода очень важной характеристикой является отношение $T_{\text{внт.}}$ максимального полного светового потока, выходящего из интерферометра, к падающему световому потоку. Это отношение представляет собой

коэффициент полезного действия преобразователя. Как известно, для интерферометра Фабри—Перо с однородными зеркалами максимальный коэффициент пропускания равен $T_{\text{внт.}} = T_1 T_2 / (1 - \sqrt{R_1 R_2})^2$, где R_1 и R_2 — коэффициенты отражения зеркал. $T_{\text{внт.}} = 1$, если $T_1 = T_2$ и отсутствует поглощение. В нашем случае справедлива та же формула для $T_{\text{внт.}}$, если нет потерь на преобразование в другие виды колебаний и дифракционных потерь внутри резонатора, и если под T_2 понимать эффективный коэффициент пропускания зеркала 2, определяемый не только величиной $T_{\text{мин.}}$ и $T_{\text{макс.}}$, но также распределением



поля и размерами области повышенного пропускания. Нами получено экспериментально $T_{\text{внт.}} = 0.6$. Это значение было измерено для «пятна» $\varnothing 0.33$ мм при $T_1 = 0.04$. Одновременная с этим регистрация коэффициента отражения $R_{\text{внт.}}$ от интерферометра в сторону лазера показала, что $R_{\text{внт.}} \approx 1 - T_{\text{внт.}}$. Это означает, что дифракционные потери внутри интерферометра, связанные с неоднородностью одного из зеркал, малы. Следовательно, при более тщательном согласовании световых пучков можно рассчитывать на получение величины $T_{\text{внт.}}$ близкой к единице.

Авторы выражают благодарность Н. Н. Каменеву за нанесение оптических покрытий.

Литература

[1] Ю. В. Троицкий. *Опт. и спектр.*, 37, 973, 1974.

Поступило в Редакцию 17 июля 1973 г.

УДК 535.375.5

СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА РЕШЕТОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ 3,5-ДИГАЛОИДЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ

П. Г. Шкуряев, И. С. Финогенова, В. Е. Волков и А. И. Рубайло

Спектр решеточных колебаний фенола имеет своеобразный вид и состоит из двух широких полос $10 \div 45$ и $50 \div 110$ см^{-1} и третьей полосы гораздо меньшей интенсивности $135 \div 195$ см^{-1} [1]. На первых двух полосах расположено по три максимума с частотами 16, 27, 38 и 58, 77, 97 см^{-1} . Возможно, что и третья полоса также имеет триплетную структуру. Наиболее полно спектр комбинационного рассеяния (КР) малых частот этого соединения изучен в работе [2] при исследовании ориентированного монокристалла в поляризованном свете. На фоне двух широких полос, положение которых остается постоянным при различных ориентациях и изменении температуры, выявлено четырнадцать максимумов, часть из которых совпадает с данными предыдущей работы. Произведено отнесение их к соответствующим типам симметрии колебаний. Появление в спектре широких полос объясняется особенностью кристаллической структуры фенола, которая, согласно рентгеноструктурным данным, имеет неупорядоченную подрешетку протонов за счет образования межмолекулярных водородных связей, что приводит к нарушению пространственной симметрии всего кристалла и вызывает сильное рассеяние решеточных колебаний.

В ИК-спектре фенола в твердом состоянии в области $2400 \div 3550$ см^{-1} , кроме полосы, относящейся к валентным колебаниям ОН-группы, связанной межмолекулярной во-