

ЭФФЕКТ РАСЩЕПЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПУЧКА В КРИСТАЛЛАХ $Ba_2NaNb_5O_{15}$ С ПРИМЕСЬЮ НЕОДИМА

С.В.Иванова, И.И.Наумова, Т.Т.Султанов

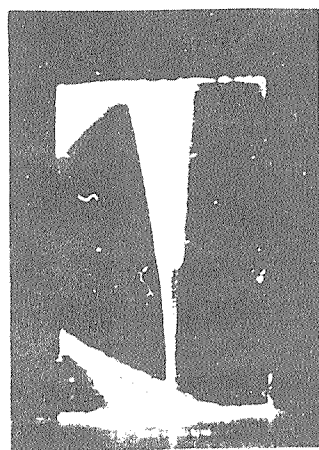
Сообщается о наблюдении эффекта расщепления лазерного луча в кристаллах барий-натриевого ниобата с примесью неодима и образование веера лучей вне кристалла при освещении его сфокусированным пучком.

Сегнетоэлектрик $Ba_2NaNb_5O_{15}$ (БНН) имеет структуру типа тетрагональной калий-вольфрамовой бронзы. Выше температуры Кюри стабильной является центросимметричная тетрагональная фаза (точечная группа $4/mmm$). При переходе через температуру Кюри ($\sim 585^\circ C$) кристалл испытывает сегнетоэлектрический фазовый переход в нецентросимметричную тетрагональную фазу ($4mm$). При дальнейшем охлаждении кристаллов БНН в области $\sim 300^\circ C$ происходит сегнетоэлектрический фазовый переход и симметрия кристаллов изменяется на $mm2$. При этом в кристалле появляется несоразмерная фаза [1,2].

В нелинейном диэлектрике плоская электромагнитная волна может стать неустойчивой в результате возмущения ее какими-либо микронеоднородностями среды. Это может привести к ее распаду на отдельные пучки. Первые наблюдения нитевидной структуры света в жидкостях описаны в работах [3 – 6], теория образования световых нитей дана в [7]. Эффект образования веера лучей после прохождения светом кристалла $BaTiO_3$ наблюдался в работе [8], где была предложена теория этого эффекта с точки зрения фоторефрактивной самофокусировки. В данной работе сообщается о наблюдении нитевидной структуры света в кристаллах БНН с примесью неодима, причем не только вне кристалла, но и внутри него.



б \longrightarrow С



а

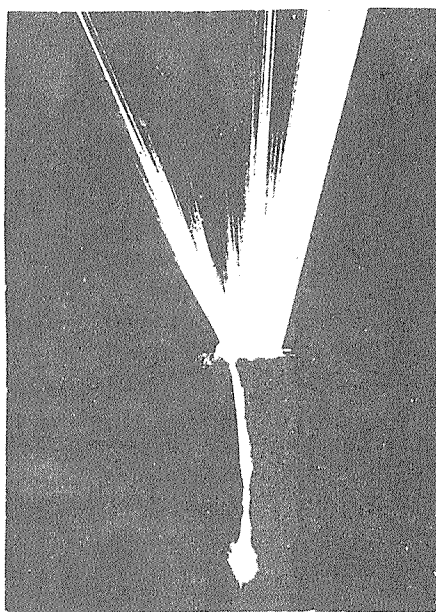


Рис. 1. Распространение света в кристалле БНН с примесью неодима при освещении образца необыкновенным лучом (а); картина рассеяния в дальнем поле (б).

Рис. 2. Распространение света в кристалле БНН с примесью неодима при освещении необыкновенным лучом (в растворе канифоли со спиртом).

Рис. 1.

Рис. 2.

Кристаллы выращивались на кафедре физики кристаллов физического факультета МГУ методом Чохральского в направлении $[001]$ — нулевая ориентация. Исследованные кристаллы имели следующий состав (мол. %): BaO — 42,2; Na_2O — 7,2; Nb_2O_5 — 50,6. В процессе выращивания добавлялся неодим (Nd_2O_3 — 0,1 вес. % в шихте), который входил в кристалл, образуя слоистую структуру (полосы роста), перпендикулярную направлению выращивания. В кристаллах нулевой ориентации антипараллельные 180-градусные домены ($2 \times 10 \text{ мкм}^2$), вытянутые вдоль полярной оси, закреплялись слоями роста [1,9].

Полидоменный образец размером $1 \times 3 \times 5 \text{ мм}^3$ представлял собой призму с осью C в плоскости образца. В качестве источника возбуждения использовалась линия генерации $\lambda = 514,5 \text{ нм}$ аргонового лазера. Образец не подвергался раздвойникованию. Сфокусированный луч лазера направлялся на кристалл перпендикулярно оси C и имел поляризацию, параллельную этой оси (необыкновенный луч). На расстоянии $\sim 1/5$ от входной грани (толщина кристалла в этом направлении 5 мм) луч распадался на нити разной интенсивности и представлял собой плоский веер из лучей, пространственно раскрытых вдоль оси C (рис. 1а).

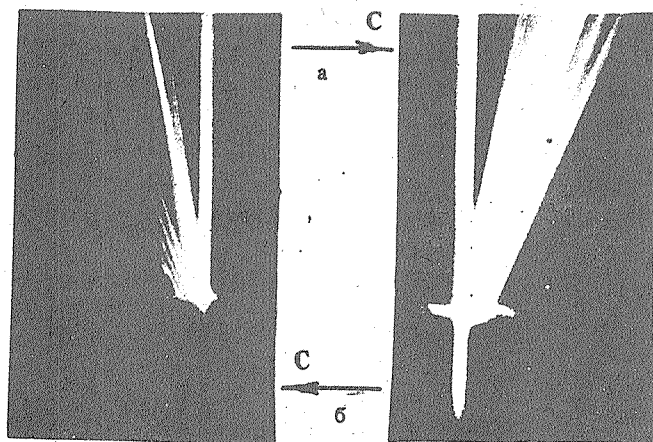


Рис. 3.

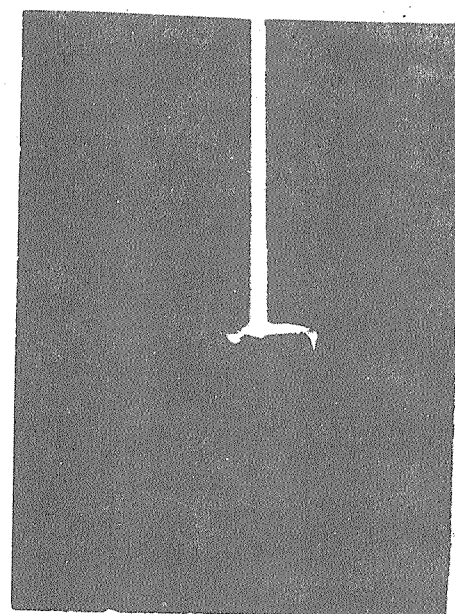


Рис. 4.

Рис. 3. Распространение света в кристалле при разных направлениях оси C (а, б).

Рис. 4. Распространение в кристалле света с поляризацией перпендикулярной оптической оси (обыкновенный луч).

При наблюдении прошедшего через кристалл света на экране, расположенном перпендикулярно направлению распространения луча на расстоянии $\sim 2 \text{ м}$ от кристалла, видно, что расслоение луча происходит вдоль сегнетоэлектрической оси C (рис. 1б). Дифракция света в кристалле БНН наблюдалась в [9].

Светящийся плоский конус лучей выходит из кристалла с раствором $\sim 90^\circ$ в одну сторону от центрального несмещенного луча, в другую сторону угол раствора светового конуса меньше.

Для визуализации выходящих из кристалла лучей образец помещался в кювету с водой, в которую добавлялся раствор канифоли в спирте. Отдельные лучи стали ясно видимыми, но угол раствора веера уменьшился (рис. 2).

Аналогичная картина наблюдается при распространении лазерного луча вдоль другой перпендикулярной оси C грани кристалла (толщина образца в этом направлении 3 мм). Оптический веер в этом случае внутри кристалла менее выражен. При повороте кристалла относительно вертикальной оси на 180° светящаяся картина симметрично поворачивается (рис. 3 а,б).

При освещении кристалла светом с поляризацией перпендикулярной оси C (обыкновенный луч) оптический веер исчезает как внутри, так и вне кристалла (рис. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Наумова И. И., Александровский А. Л., Леонтьева И. Н. Вестник МГУ, 20, 30 (1979).
2. Иванова С. В., Наумова И. И., Леонтьева И. Н. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 12, 3 (1986).
3. Аскарьян Г. А. ЖЭТФ, 42, 1567 (1962).
4. Таланов В. И. Изв. ВУЗов, Радиофизика, 7, 564 (1964).
5. Chiao R. Y., Garmire E., Townes C. H. Phys. Rev. Lett., 13, 479 (1964).
6. Пилипецкий Н. Ф., Рустамов А. Р. Письма в ЖЭТФ, 2, 88 (1965).
7. Таланов В. И. Письма в ЖЭТФ, 2, 222 (1965).
8. Feinberg J. J. Opt. Soc. Am., 72, 46 (1982).
9. Александровский А. Л. Канд. диссертация, М., МГУ, 1977, с. 41.

Поступила в редакцию 15 июня 1988 г.