

HIỆN TƯỢNG LƯƠNG ỔN ĐỊNH QUANG HỌC (OB) TRONG LASER CÓ CHỨA VẬT LIỆU BẢO HÒA (LSA) VỚI DẠNG SÓNG CHÙM C

DINH VĂN HOÀNG, TRẦN THỊ THU

1. MỞ ĐẦU

Trong các công trình trước đây [1 - 3] chúng tôi đã nghiên cứu hiện tượng OB ở dạng vòng với các sóng phẳng đơn sắc. Trong thực tế khi hoạt chất có sự không đồng nhất tới các sóng dạng chùm Gauss, do đó việc tìm hiểu ảnh hưởng của các tham số của chi lên đặc trưng của hiện tượng OB, mối quan hệ khác của sóng dạng Gauss với các tham của buồng cộng hưởng laser sẽ có ý nghĩa lớn đối với thực nghiệm. Cơ sở giải quyết b mở rộng lý thuyết Lamb và laser cho các LSA.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Với sóng chạy đơn hướng, phương trình trường trong tọa độ trụ có dạng:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial E}{\partial t} - \frac{c^2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial E}{\partial r} \right) - c^2 \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = -\frac{1}{\epsilon_0} \frac{\partial^2 P}{\partial t^2}$$

trong đây $1/r = \nu/Q$ đặc trưng cho mất mát của mode trong buồng cộng hưởng, c - vận tốc ánh sáng, ϵ_0 - hằng số điện môi. Lời giải của phương trình (1) là sóng dạng chùm Gauss sa

$$E(r, z, t) = \frac{1}{2} E_0(r, t) \exp - i \left[\nu t - K_0 \left(z + \frac{r^2}{2R_0} \right) \right] + cc$$

$$E_0(r, t) = E_0(t) \exp \left(-\frac{r^2}{W_0^2} \right)$$

ở đây r, z các biến của tọa độ trụ, t - thời gian, ν - tần số tròn, K_0 - số sóng, R_0 - bán kính của mặt sóng, $E_0(t)$ - biên độ, W_0 - bán kính chùm Gauss. Trong trường hợp giả th phân xạ của buồng cộng hưởng là phẳng, các tham số của chùm Gauss được xem là khô theo trục của buồng (nghĩa là không phụ thuộc z). Độ phân cực $P(r, z, t)$ của mỗi tr dạng tương tự (2)

$$P(r, z, t) = \frac{1}{2} P_0(r, t) \exp - i \left[\nu t - K_0 \left(z + \frac{r^2}{2R_0} \right) \right] + cc$$

Thay (2), (3) vào phương trình (1), so sánh phần thực và phần ảo sẽ thu được 2 phươ tần số và cường độ mode sau:

$$\left[\left(\frac{4c^2}{W_0^2} + K_0^2 c^2 - \nu^2 \right) - r^2 \left(\frac{8c^2}{W_0^4} - \frac{K_0 c^2}{R_0^2} + \frac{K_0^2 c^2 - \nu^2}{W_0^2} \right) \right] E_0 = \frac{\nu^2}{\epsilon_0} R_0 P_0(r, t)$$

$$\left[\left(2\nu E_0 + \frac{\nu}{r} E_0 + \frac{2K_0 c^2}{R_0} E_0 \right) - r^2 \left(\frac{2\nu E_0}{W_0^2} + \frac{6K_0 c^2 E_0}{R_0^2 W_0^2} + \frac{\nu E_0}{r W_0^2} \right) \right] = -\frac{\nu^2}{\epsilon_0} I_m P_0(r$$

Trên cơ sở phương pháp ma trận mật độ và tiến hành các bước tương tự như ở Lamb sẽ tìm được phần thực và phần ảo của độ phân cực $P(r, z, t)$ để từ phương trì

h được 4 phương trình liên kết cho phép xác định 4 tham số của mode dạng chùm Gauss R_0, ν . Khi xét trường hợp cộng hưởng $\nu = \omega$ các tham số vừa nêu sẽ được xác định trong phương trình sau:

$$\nu^2 = K_0^2 c^2 + \frac{4c^2}{W_0^2} \quad (6)$$

$$R_0 = \frac{K_0 W_0^2}{2} \quad (7)$$

$$\frac{1}{W_0^2} = \frac{\alpha_0^2}{4b^2} \frac{(NA_1 - MB_1)}{NA_1(2 + C_1) - MB_1(2 + D_1 - 2)} \quad (8)$$

$$A_1 = \frac{Z_i(iy)}{Z_i(ik)} \frac{1}{(1 + 2I_0)^{1/2}}, \quad B_1 = \frac{Z_i(iy')}{Z_i(i\xi k)} \frac{1}{(1 + 2\alpha I_0)^{1/2}}$$

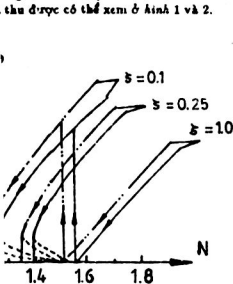
$$C_1 = \frac{2I_0}{(1 + 2I_0)^{1/2}} \left[\frac{1}{(1 + 2I_0)^{1/2}} - \frac{K}{Z_i(iy)} \frac{\partial Z_i(iy')}{\partial y'} \right]$$

$$D_1 = \frac{2\alpha I_0}{(1 + 2\alpha I_0)^{1/2}} \left[\frac{1}{(1 + 2\alpha I_0)^{1/2}} - \frac{\xi K}{Z_i(iy)} \frac{\partial Z_i(iy')}{\partial y'} \right]$$

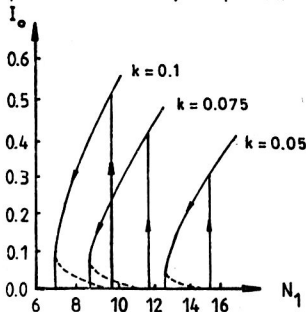
là tích phân sau

$$Z(x + iy) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-t^2}}{(t-x)^2 + y^2} dt$$

Chúng tôi đã xác định các tham số của bức xạ mode chùm Gauss nhờ máy tính điện tử. Các thủ tục được có thể xem ở hình 1 và 2.



Hình 1



Hình 2

h 1: Sự phụ thuộc của cường độ LSA vào các giá trị bơm khuếch đại N với các giá trị ξ khác nhau. ($Q = 10^6$; $M = 0,5$; $k = 0,1$). Đường " - - - " chỉ trường hợp sóng phẳng, đường " - " chỉ trường hợp chùm Gauss.

h 2: Các đường cong trễ với các giá trị k khác nhau. $M = 12$; $\xi = 0,25$; $Q = 10^6$; $b = r_0, 0,5 \text{ cm}$; $M = M_1$; $N = N_1 Z_i(ik)$.

3. BIỆN LUẬN KẾT QUẢ

Trên Hình 1 trình bày sự phụ thuộc của cường độ mode vào giá trị bơm khuếch đại giá trị hệ số bão hòa ξ khác nhau. Với các $\xi \neq 1$ ta thu được các vòng trễ, tức hiện tượng xuất hiện, còn $\xi = 1$ hiện tượng OB biến mất. Kết quả hoàn toàn như trường hợp sóng sai khác chỉ ở chỗ độ rộng vùng OB ở sóng chùm Gauss có hẹp hơn (xem Hình 1).

Trên Hình 2 biểu diễn các đường cong trễ với các giá trị k khác nhau, ở đây k càng là độ mở rộng không đồng nhất càng lớn đường cong trễ càng dịch chuyển về phía bơm đại lớn. Kết quả này cũng hoàn toàn trùng với kết quả ở công trình [1]. Một số kết quả không trình bày ở đây đã cho phép chúng tôi có một đánh giá toàn diện hơn về ảnh hưởng dạng sóng chùm Gauss lên hiện tượng OB và hoạt động của các LSA và các bạn đọc có ở các công trình khác (ví dụ [4]).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Văn Hoàng, Phan Ngọc Hà. Kvantovaya Elektronika Tom 13, No 3, 531, (1986).
2. Đinh Văn Hoàng, Võ Đức Lương. Kvantovaya Elektronika Tom 14, No 9, 1833 (1987).
3. Đinh Văn Hoàng, Trần Thị Thu Hà. TAP CHI KHOA HỌC, No 3, 21 (1986).
4. Trần Thị Thu Hà, Đinh Văn Hoàng. Optika i Spectroscopia 68, No 3, 611 (1990).

Đinh Văn Hoàng, Trần Thị Thu Hà - THE OPTICAL BISTABILITY EFFECT IN RING CONTAINING SATURABLE ABSORBER WITH GAUSS BEAM PROFILE.

In this paper are considered characteristics of the OB effect in LSA with the Gauss beam. By using the Lamb theory of laser, the received results show that the hysteresis cycle of OB phenomenon depends clearly on different parameters of the laser beam. The conclusion showed here is analogous to the case of plan wave of laser beam.

Bộ môn VLQP - ĐHTH Hà Nội

Nhận ngày 8

ẢNH HƯỞNG CỦA MANGAN LÊN TÍNH CHẤT SIÊU DẪN CỦA HỢP CHẤT $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

THÂN HOÀI ANH, THÂN ĐỨC HIỂN và NGUYỄN VĂN HOÀNG

Vật liệu siêu dẫn $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (1:2:3) có nhiệt độ chuyển pha (T_c) ở vùng 90 K. Nghiên cứu (ví dụ như [1, 2] đều cho rằng trong hợp chất 1:2:3, các ion đồng đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong việc xác định nhiệt độ chuyển pha siêu dẫn của vật liệu. Hàm T_c phụ thuộc một cách tuyến tính vào căn bậc hai của số lớp đồng trong một ô cơ bản của chất siêu dẫn 1:2:3 và các chất siêu dẫn loại Bi-Ca-Sr-Cu-O [1].

Do tầm quan trọng của Cu trong các chất siêu dẫn nhiệt độ cao, đã có nhiều công trình nghiên cứu về các hợp chất $YBa_2(Cu_{1-x}M_x)_3O_{7-\delta}$, trong đó đồng được thay thế bằng các nguyên tố khác (M). Các kết quả chủ yếu có thể được đưa ra như sau :