

НЕЛИНЕЙНЫЙ ЧАСТОТНО-ЗАВИСИМЫЙ СВЕТОДЕЛИТЕЛЬ В ВИДЕ СВЯЗАННЫХ ВОЛНОВОДОВ

Макаров Д. Н.¹, Гусаревич Е. С.¹

¹) Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

E-mail: gusarevich@gmail.com

NONLINEAR FREQUENCY DEPENDENT LIGHT BEAM SPLITTER IN THE FORM OF COUPLED WAVEGUIDES

Makarov D. N.¹, Gusarevich E. S.¹

¹) Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

It is well known that HOM effect can be realized not only on a linear beam splitter (BS), but also on a nonlinear one. In the case of a linear BS, the frequency-dependent matrix is known, in contrast to the nonlinear one. In this work, a matrix of a frequency-dependent nonlinear BS is found.

Известно, что светоделитель в виде связанных волноводов (ССВ) является одним из основных устройств, используемых в квантовой оптике и квантовых технологиях (см. [1, 2] и ссылки в них). Недавно в работах [1,2], была найдена матрица светоделителя, в которой определены коэффициенты отражения R и прохождения T фотонов. Хорошо известно, что двухфотонная квантовая интерференция (эффект Хонга-У-Мандела) может быть реализован не только на линейном светоделителе, но и на нелинейном [3]. В этом случае необходимо найти матрицу нелинейного светоделителя, что и было сделано в этой работе.

Рассмотрим два связанных волновода, по которым распространяются фотоны с частотами ω_1 и ω_2 . Как показано в [1, 2], динамика фотонов в ССВ может быть описана следующим гамильтонианом:

$$H = \sum_{n=1}^2 \left[\frac{1}{2} (A_n) \{ P_n^2 + y_n^2 \} \right], \quad (1)$$

где $y_n = C_n^{1/4} (q_n \omega_n^{-1/2} \cos(\alpha) + (-1)^n q_k \omega_k^{-1/2} \sin(\alpha))$, $P_n = -i \partial / (\partial y_n)$, $n, k = 1, 2$ ($n \neq k$), а C_n и α – параметры, зависящие от частот и поляризаций фотонов, а также от числа электронов, взаимодействующих с фотонами в ССВ [1, 2].

Обозначим за $a_n^+ = 1/\sqrt{2} (q_n - \partial / (\partial q_n))$ и $a_n = 1/\sqrt{2} (q_n + \partial / (\partial q_n))$ – операторы рождения и уничтожения фотонов на входе в ССВ, а за b_n^+ и b_n – те же операторы, но на выходе из ССВ. Эти операторы связаны соотношением

$$b_n = e^{(iHt)} a_n e^{-(iHt)}, \quad (2)$$

что приводит в линейном светоделителе к зависимости операторов b_1, b_2 только от a_1, a_2 . Однако в нашем случае, подставляя (1) в (2), получим:

$$B = M A, \quad (3)$$

где введены матрицы $A = (a_1 \ a_2 \ a_1^+ \ a_2^+)$, $B = (b_1 \ b_2 \ b_1^+ \ b_2^+)$, M - матрица 4×4 с коэффициентами, зависящими от ω_1 , ω_2 , C_1 , C_2 , α и t .

Как видно из (3), в нашем случае операторы b_1 , b_2 выражаются не только через a_1 , a_2 , но и через операторы a_1^+ , a_2^+ .

Работа поддержана Российским Научным Фондом, № 20-72-10151.

1. D. N. Makarov, Scientific Reports 10 (1), 20124 (2020).
2. D. N. Makarov, Optics Letters 45 (22), 6322–6325 (2020).
3. T. Kobayashi, R. Ikuta, S. Yasui, S. Miki, T. Yamashita, H. Terai, T. Yamamoto, M. Koashi and N. Imoto, Nature Photonics 10 (7), 441-444 (2016).

FERROELECTRIC AND DIELECTRIC PROPERTIES OF STRONTIUM TITANATE DOPED WITH BARIUM

Henaish A.M.A.^{1,2}, Mostafa M.¹, Weinstein I.A.^{2,3}, Ilyashenko I.N.², Hemeda O.M.¹, Salem B.I.¹

¹) Physics Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta 31527, Egypt.

²) NANOTECH Center, Ural Federal University, Ekaterinburg, 620002, Russia

³) Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg 620016, Russia.

E-mail: a.henaish@urfu.ru

The present work aimed to synthesized ferroelectric (perovskite) material. Structural, morphological, electrical and Polarization-Electric field hysteresis loops were investigated.

Barium Strontium Titanate (BST) is the most popular ferroelectric oxide in the perovskite ABO₃ structure. Insulating BST is quite used such as dielectrics in capacitors due to its high dielectric constant. This work is focused on the synthesis of Ba_xSr_{1-x}TiO₃ through the tartrate precursor method and a comparative study of its structural, morphological and electrical properties.

Ferroelectric samples Sr_{1-x}Ba_xTiO₃ where ($x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ and 1) were prepared using tartrate precursor method and annealed at 1200°C for 2hrs. The phase structure was confirmed by XRD pattern. The images of TEM show that the crystallites are agglomerated due to its nanosize nature. The AC resistivity and dielectric properties were studied as a function of temperature at two frequencies of 1KHZ and 10KHZ. The maximum value of dielectric constant corresponds to Curie temperature, the transition from ferroelectric to paraelectric state at 1KHZ is sharper than at 10KHZ and the value of dielectric constant at 1KHZ is larger than one at 10KHZ. Polarization-Electric field hysteresis loops for BST samples under study were recorded using Sawyer-Tower