Оптические терагерцовые свойства электрида $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7)

А.А. Рыбак^{1,2}, Н.А. Николаев¹, В. Д. Анцыгин¹, А. А. Мамрашев¹

¹ Институт автоматики и электрометрии СО РАН, Новосибирск,
630090, пр. Академика Коптюга, 1

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова, 1
тел: +7 (383) 330-84-53, эл. почта: a.rybak1@g.nsu.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-116

Импульсная терагерцовая (ТГц) спектроскопия (Time-Domain Spectroscopy, TDS) – один из быстроразвивающихся и перспективных методов исследования диэлектрических свойств материалов и структур, в том числе динамики и кинетики процессов релаксации фотовозбужденных носителей зарядов на субпикосекундном разрешении.

В данной работе мы сосредоточили внимание на исследовании оптических терагерцовых свойств нанопористых кристаллов $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7). На терагерцовом импульсном спектрометре (ТИС), диапазон которого 0.1 – 2.8 ТГц, в сфокусированном пучке с использованием двух плёночных поляризаторов были исследованы ТГц оптические свойства четырёх образцов электрида алюмината кальция C12A7, которые отличались по цвету, вследствие различных концентраций легированного кислорода. Толщины образцов: $d_1=1,065$ мм, $d_2=1,023$ мм, $d_3=0,77$ мм, $d_4=0,69$ мм. Все образцы имели небольшой клин, что внесло вклад в измерения в низкочастотной области спектра. Измерения проводились при комнатной температуре (25°C) и температуре кипения жидкого азота (-195°C).

Были рассчитаны показатели преломления и коэффициенты поглощения. Коэффициенты поглощения увеличиваются с ростом частоты излучения. Наибольшее поглощение наблюдалось у наиболее серого образца, т. е. чем больше кислородный анион замещен электронами, тем выше поглощение излучения в ТГц диапазоне. Также возможно вклад в поглощение дают квазисвободные электроны. Такое же поведение наблюдалось в показателе преломления, значение показателя преломления. Значения диэлектрической проницаемости наших образцов сравнивались с результатами в [1, 2], где исследовались нанопористые кристаллы C12A7 толщиной 0.955 мм.

Стоит отметить, что диэлектрическая проницаемость наших образцов значительно меньше, чем значения в [1, 2] (сравнение с C12A7-P). Что может быть связано со структурными особенностями. Нами было предположено, что такое различие в действительной части диэлектрической проницаемости связано с плотностью материала.

Литература

- [1] H. Harimochi, J. Kitagawa, M. Ishizaka, Y. Kadoya, M. Yamanishi, S. Matsuishi, and H. Hosono. Observation of Jonscher law in ac hopping conduction of the electron-doped nanoporous crystal $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ in a THz frequency range. PHYSICAL REVIEW B 70, 193104 (2004), pp. 1-4.
- [2] Kitagawa, M. Ishizaka, H. Harimochi, Y. Kadoya, M. Yamanishi, S. Matsuishi and H. Hosono. THz time-domain spectroscopy of $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (C12A7) containing hopping carriers. Spectroscopy and Material Properties, 2003, pp. 403-404.