Поляризационно-чувствительная терагерцовая спектроскопия анизотропных кристаллов

Ф.А. Минаков, А.А. Мамрашев, В.Д. Анцыгин, Н.А. Николаев

Институт автоматики и электрометрии СО РАН,

Новосибирск, 630090, пр. Академика Коптюга, д. 1

тел: +7 (383) 330-83-78, эл. почта: minakovfa@iae.nsk.su

DOI 10.34077/RCSP2021-49

Метод широкополосной импульсной спектроскопии хорошо зарекомендовал себя при исследовании оптических и диэлектрических свойств материалов в терагерцовой (ТГц) области спектра. Одно из активно развивающихся направлений данного метода – исследование двулучепреломляющих и дихроичных материалов с использованием поляризационной чувствительности импульсной ТГц спектроскопии.

В работе предложен метод исследования ТГц свойств анизотропных материалов без оптической активности, учитывающий чувствительность систем электрооптической регистрации импульсных ТГц спектрометров к поляризации ТГц излучения. Для этого проанализирована зависимость чувствительности системы регистрации на основе кристаллов типа цинковой обманки со срезами (110) и (111) от поляризации терагерцового и зондирующего лазерного излучения. Обнаружено, что одинаковая чувствительность может быть достигнута для двух ортогональных поляризаций терагерцового излучения. Так, для ТГц излучения линейно поляризованного под углами $\pm 45^\circ$ относительно осей z и (-211) кристаллов-детекторов со срезами (110) и (111), соответственно, достигается одинаковая чувствительность со значением $\frac{\sqrt{2}}{2}$ от максимальной. Это справедливо для излучения зондирующего лазера, поляризованного под углами 0° или 90° .

На основе анализа чувствительности предложен метод измерения терагерцовых свойств по двум основным оптическим осям анизотропных кристаллов без оптической активности. Оси исследуемого образца располагаются под углом $\sim 45^\circ$, а поляризация ТГц излучения выставляется вдоль его осей за счет вращения скрещенных широкополосных ТГц поляризаторов. Поскольку система детектирования ТГц спектрометра имеет одинаковую чувствительность для терагерцового излучения, поляризованного под углами $\pm 45^\circ$, можно последовательно измерять две ортогональные компоненты поляризации без вращения образца. Такой подход обладает преимуществом при измерении образцов, помещенных в криостат, нагревательную ячейку или изолированную камеру, так как он позволяет увеличить скорость измерения, подавить эффекты долговременного дрейфа и устранять систематические ошибки, которые могли бы возникнуть при изменении положения образца и его держателя.

Применимость предложенного метода продемонстрирована при измерении показателей преломления и коэффициента поглощения по трем оптическим осям кристалла трибората лития, помещенного в криостат. При комнатной температуре измеренные свойства хорошо согласуются с результатами, ранее полученными нами и другими исследовательскими группами. Кроме того, в рамках данной работы исследована температурная зависимость оптических свойств кристалла LBO и показано, что его показатели преломления монотонно уменьшаются с охлаждением без каких-либо особенностей.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 19-72-00106.