

ТГц дифракционные решетки

Изготавливаемые в ООО «ТИДЕКС» дифракционные решетки предназначены для проведения спектральных измерений в ТГц диапазоне. Они представляют собой рельефно-фазовые решетки, работающие на пропускание. Периодическая структура таких решеток создается путем нарезания параллельных штрихов (борозд) на прозрачной подложке. В качестве подложек используются прозрачные в ТГц диапазоне материалы, такие как TPX (полиметилпентен) и ZEONEX (циклоолефиновый полимер).



Сферы применения решеток могут быть следующими:

- ТГц спектроскопия;
- Приборы терагерцовой диагностики;
- Электрооптические установки;
- Астрономия и астрофизика, в том числе космическая;
- Исследования свойств вещества.

Решетки изготавливаются в четырех стандартных вариантах для следующих полос пропускания, лежащих в диапазоне от 0,3 до 3 ТГц: 0,28–0,55 ТГц; 0,49–0,98 ТГц; 0,87–1,75 ТГц; 1,56–3,12 ТГц. По желанию заказчика возможно изготовление решеток и под другие диапазоны в пределах 0,3–3 ТГц.

Ниже показаны спектры двусторонне-полированных пластин TPX и ZEONEX до нанесения штрихов.

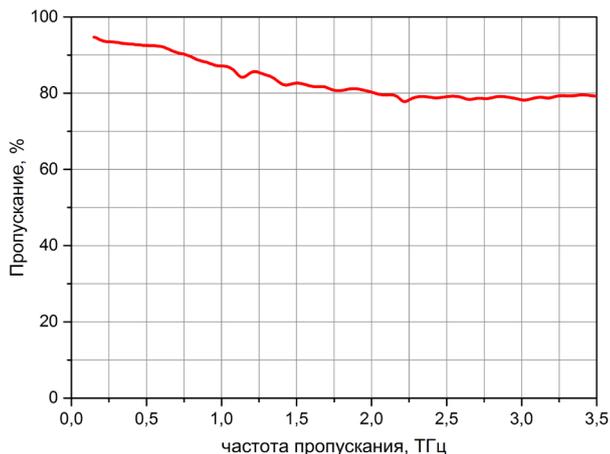


Рис.1. Пропускание TPX пластины толщиной 2 мм

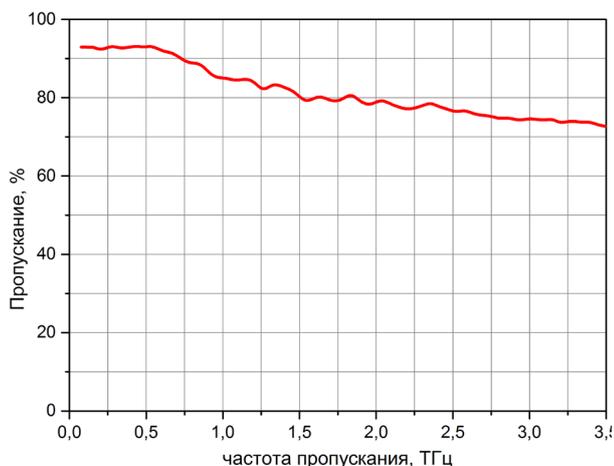


Рис.2. Пропускание ZEONEX пластины толщиной 2 мм

ТГц решетки изготавливаются, как правило, в форме квадрата со сторонами от 35 мм до 70 мм, однако возможно изготовление решеток и других размеров и форм.

Дифракционные решетки могут применяться в различных оптических схемах как без собирающих линз, так и с их использованием, в зависимости от поставленных задач.

Расчеты параметров решеток, интенсивностей дифрагированных волн и положения максимумов первого порядка для отдельных монохроматических волн выполняются в рамках приближения Фраунгофера.

Для проверки работы и сравнения расчетных и экспериментальных данных были проведены измерения характеристик решеток в различных оптических схемах с разными источниками терагерцового излучения. Источниками излучения являлись СЛОН, субмиллиметровый лазер на парах метанола с оптической накачкой перестраиваемым CO₂-лазером (в СПбГУ Петра Великого), и FEL, лазер на свободных электронах (в Сибирском центре синхротронного и ТГц излучения в ИЯФ СО РАН). На рисунках 3 и 4 представлены графики зависимости интенсивности монохроматической волны $\lambda=118$ мкм от угла дифракции для решеток из TPX и ZEONEX с периодом $d=250$ мкм, где в качестве источника излучения применялся СЛОН. На рисунках 5 и 6 представлены графики зависимости интенсивности монохроматической волны $\lambda=141$ мкм от угла дифракции для тех же решеток с использованием FEL. Во втором случае при измерениях между решеткой и детектором излучения устанавливалась собирающая линза. При сравнении этих графиков видно, что в первом случае линии максимумов нулевого и первого порядков шире, чем в схеме с линзой. Это связано с тем, что собирающая линза фокусирует лучи, идущие параллельно. Эти данные должны быть учтены пользователями при подготовке экспериментов в зависимости от поставленных задач: в случае, когда решетка используется для изучения источников излучения (мощность, форма пучка, распределение энергии и т.д.), линзу в экспериментах можно не применять, а когда ставится задача разрешения спектральных линий, то необходимо использование линзы.

Для дифракционной решетки конкретного диапазона полосы пропускания, который определяется с учетом критерия Рэлея, интенсивность дифрагированных монохроматических волн зависит от длины волны: в середине диапазона она максимальна и убывает по мере приближения к краям. Например, для дифракционных решеток из TPX и ZEONEX с периодом 250 мкм (диапазон пропускания 1,56–3,12 ТГц или 96–192 мкм), как видно из рисунков 3–6, для монохроматической волны с $\lambda=141$ мкм (середина рабочего диапазона решетки) интенсивность в максимумах первого порядка в несколько раз больше, чем для монохроматической волны с $\lambda=118$ мкм (ближе к краю диапазона). Это соответствует теоретическим расчетам интенсивности дифрагированных волн и положения максимумов первого порядка для отдельных монохроматических волн в рамках приближения Фраунгофера. Так как при тестировании решеток были использованы разные источники излучения и оптические схемы, значения интенсивностей на графиках ниже выражены в условных единицах.



ТГц дифракционные решетки

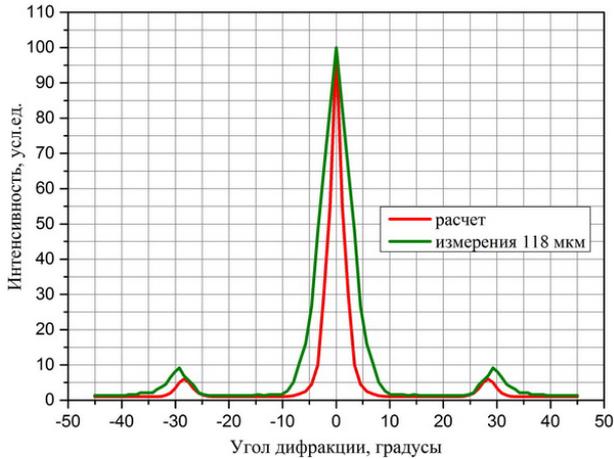


Рис. 3. Зависимость интенсивности дифрагированной монохроматической волны $\lambda=118$ мкм от угла дифракции для дифракционных решеток из TRX с периодом $d=250$ мкм. Источник излучения – СЛОН. Регистрация сигнала проводилась без собирающей линзы.

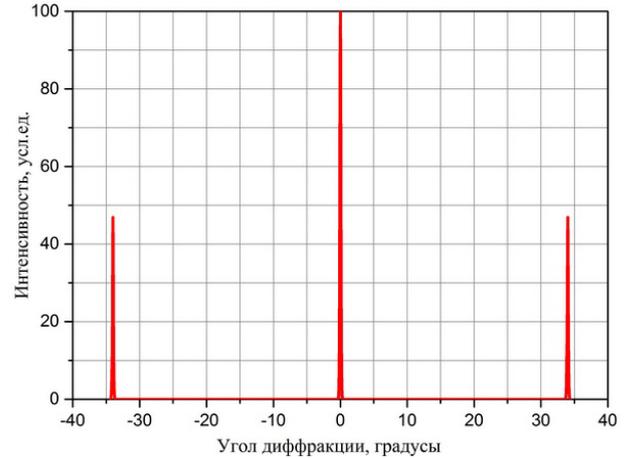


Рис. 6. Зависимость интенсивности дифрагированной монохроматической волны $\lambda=141$ мкм от угла дифракции для дифракционных решеток из ZEONEX с периодом $d=250$ мкм. Источник излучения – FEL. При регистрации сигнала применялась собирающая TRX линза.

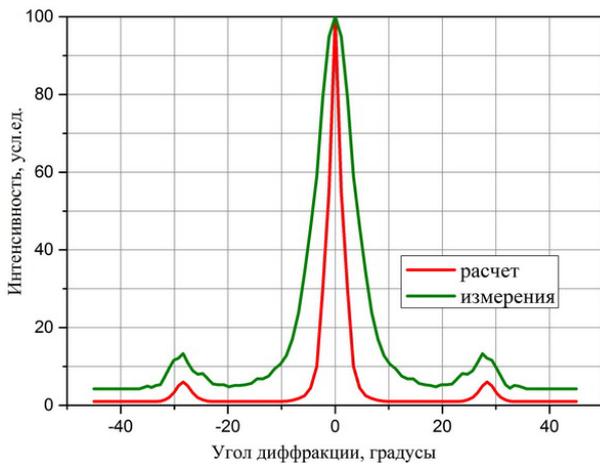


Рис. 4. Зависимость интенсивности дифрагированной монохроматической волны $\lambda=118$ мкм от угла дифракции для дифракционных решеток из ZEONEX с периодом $d=250$ мкм. Источник излучения – СЛОН. Регистрация сигнала проводилась без собирающей линзы.

Данные измерения рельефно-фазовых терагерцовых решеток показывают наличие у них высокой светосилы и разрешения рабочих максимумов. Это позволяет с успехом использовать такие решетки при анализе спектров источников излучения, в том числе малой мощности, что является немаловажным для исследований в терагерцовом диапазоне.

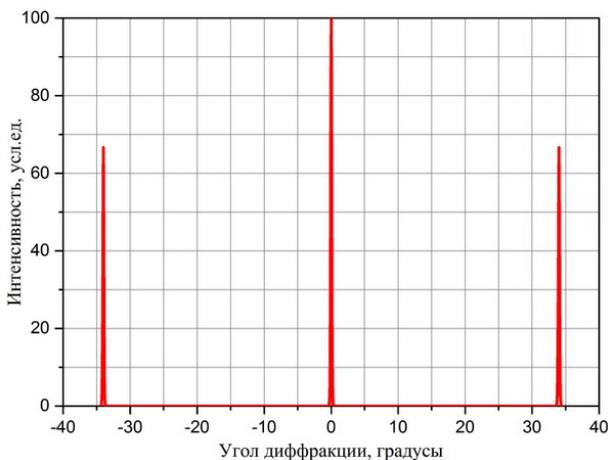


Рис. 5. Зависимость интенсивности дифрагированной монохроматической волны $\lambda=141$ мкм от угла дифракции для дифракционных решеток из TRX с периодом $d=250$ мкм. Источник излучения – FEL. При регистрации сигнала применялась собирающая TRX линза.