

УДК 621.3.095; 537.86

УМНОЖЕНИЕ ЧАСТОТ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ ПАРАЭЛЕКТРИКА ТИТАНАТА СТРОНЦИЯ

ЗАМУДИО-ЛАРА А. С., КОШЕВАЯ С. В., ГРИМАЛЬСКИЙ В. В., ЯНЬЕЗ-КОРТЕС Ф.

*Автономный университет штата Морелос,
Мексика, Куэрнавака, Z. P. 62209*

Аннотация. Исследовано умножение частот терагерцового излучения в кристаллах параэлектрика титаната стронция при температуре 77 К. На процесс генерации гармоник влияет частотная дисперсия. Показано, что эффективность генерации высших гармоник высокая и составляет 30%. Имеется возможность селективного выделения определенной гармоники за счет оптимального выбора длины кристалла

Ключевые слова: ТГц; терагерцовое излучение; умножение частоты; параэлектрик

1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время идет интенсивное освоение терагерцового (ТГц) диапазона 0,1–30 ТГц, который нашел применение в интроскопии, спектроскопии, широкополосной связи, радиоастрономии и радиовидении [1–3]. Для генерации ТГц излучения используются источники типа оптических (лазеры, оптоэлектронные антенны) и типа СВЧ (лампы обратной волны, гиротроны, диодные генераторы) [1, 2]. Однако эффективность источников невысока и обычно составляет не более нескольких процентов.

В ТГц диапазоне перспективно умножение частот, когда в качестве нелинейных умножителей частоты используются диоды Шоттки и диоды на гетероструктурах. В последние годы в этом направлении достигнут значительный прогресс [3–5], однако диодные умножители имеют малую электрическую прочность и требуют применения резонансных волноводных структур.

Для умножения частот СВЧ излучения, начиная с 1960 годов применяются нелинейные

диэлектрики, в частности, сегнетоэлектрики в неполярной фазе, т.н. параэлектрики титанат стронция SrTiO_3 , танталат калия KTaO_3 и керамики на их основе [6–15]. Параэлектрики характеризуются высокой электродинамической нелинейностью и малыми потерями при низких температурах [6–10]. Показана высокая эффективность нелинейного преобразования частот вверх в СВЧ диапазоне [11–15].

В последние годы изучается применение параэлектриков и композитных материалов на основе сегнетоэлектриков в ТГц диапазоне [9, 16–18]. Кристаллический SrTiO_3 в низкочастотной части ТГц диапазона ниже частоты мягкой моды (~ 1 ТГц) имеет высокую нелинейность и малые потери при умеренно низких температурах 50–90 К [6–8], однако в отличие от СВЧ диапазона сказывается частотная дисперсия диэлектрической проницаемости [9, 17]. Низшая оптическая (электрически активная) мода колебаний кристаллической решетки параэлектрика получила название мягкой моды, поскольку ее частота значительно ниже других оптических колебаний кристалла [6–8].