

В.В. ШЕПЕЛЕВИЧ¹, А.В. МАКАРЕВИЧ¹, С.М. ШАНДАРОВ²

¹МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

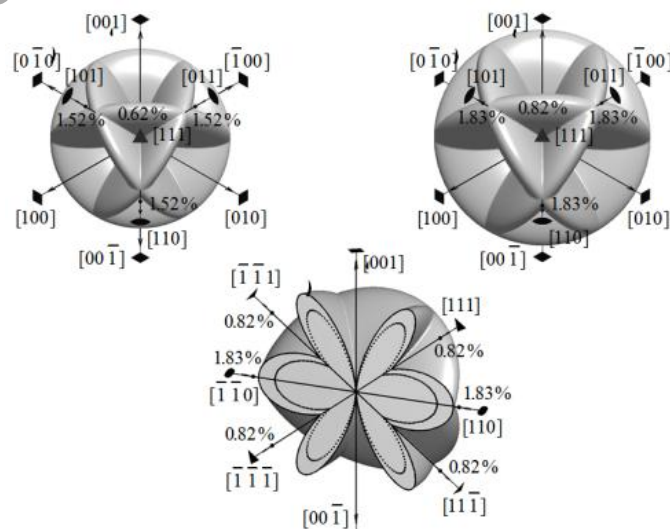
²ТУСУР (г. Томск, Россия)

ДИФРАКЦИОННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПРОПУСКАЮЩИХ ГОЛОГРАММ В КРИСТАЛЛЕ ВТО ПРОИЗВОЛЬНОГО СРЕЗА

В работе [1] было показано, что для удовлетворительной теоретической интерпретации экспериментальных данных по исследованию зависимости дифракционной эффективности голограмм, записанных в кристалле титаносилленита висмута ($\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, ВТО) среза $(\bar{1}\bar{1}0)$ толщины 7.7 мм от ориентационного угла кристалла необходимо использовать модель смешанных (фазовых и амплитудных) голографических решеток. В [2] данная модель была использована для теоретической оптимизации процесса восстановления голограмм в этом кристалле за счет специального выбора значений азимута Ψ_0 линейной поляризации считывающего пучка, при которых для фиксированных значений ориентационного угла θ и толщины кристалла d достигаются максимальные (поляризационно оптимизированные) значения дифракционной эффективности $\eta_{\Psi_0}^{\max}$ голографических решеток. Теоретический анализ показал, что зависимости $\eta_{\Psi_0}^{\max}(\theta, d)$ в случаях чисто фазовых и смешанных голограмм имеют существенные различия, как и значения Ψ_0 , при которых эти зависимости могут быть получены.

В связи с этим представляет интерес сравнение указательных поверхностей максимальных (поляризационно и ориентационно оптимизированных) значений дифракционной эффективности $\eta_{\Psi_0, \theta}^{\max}$ чисто фазовых и смешанных голограмм в кристалле ВТО произвольного среза, которые могут быть получены путем выбора значений Ψ_0 и θ для фиксированного среза кристалла. Отметим, что результаты такой и вышеуказанной оптимизации для $\eta_{\Psi_0}^{\max}(\theta, d)$ могут быть использованы для рационального применения этого образца кристалла в оптических схемах адаптивных голографических интерферометров без приложения к кристаллу внешнего электрического поля, приводящего к различным нежелательным эффектам и проблемам, некоторые из которых указаны, например, в [3, 4].

В расчетах мы использовали параметры кристалла ВТО и условия считывания голограммы из [1, 2] при значении амплитуды напряженности электрического поля пространственного заряда $E_G = 9 \cdot 10^4$ В/м. Результаты теоретического расчета представлены ниже на рисунке.



Указательные поверхности максимальных значений дифракционной эффективности пропускающих голограмм, сформированных в кристалле ВТО произвольного среза толщиной 7.7 мм: а) – в случае чисто фазовых голограмм; б) – в случае смешанных голограмм; в) – сечение указательной поверхности, представленной на рисунке б, плоскостью $(1 \bar{1} 0)$ с обозначением пунктирной линией границы аналогичного сечения указательной поверхности, представленной на рисунке а

Из рисунка видно, что в сравнении со случаем чисто фазовых голограмм (рисунок а), учет амплитудной составляющей смешанной голографической решетки (рисунок б) приводит к увеличению поляризационно и ориентационно оптимизированных значений дифракционной эффективности голограмм при различной ориентации кристалла ВТО и не нарушает внутренней симметрии кристалла класса 23, о чем дополнительно свидетельствует рисунок в. При этом также видно, что максимальное значение дифракционной эффективности как в случае чисто фазовых, так и в случае смешанных голограмм достигается в кристаллах среза $\{110\}$, причем эта тенденция сохраняется для различных толщин кристалла ВТО.

Дополнительный анализ показывает, что совокупности значений Ψ_0 и θ , использованные для получения указательных поверхностей, изображенных на рисунках а и б, имеют существенные различия, которые в рамках данной работы не приводятся.

В заключении отметим, что теоретическое исследование дифракционной эффективности пропускающих голограмм, записанных в кристалле силикосилленита висмута BSO произвольного среза, проводилось в работе [5]. Аналогичное исследование дифракционной эффективности пропускающих голограмм в кристалле германосилленита висмута ($\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$, BGO) для диффузного и дрейфового режимов проведено в [6]. При этом, насколько нам известно, подобное исследование для кристалла ВТО ранее не проводилось, что, возможно, связано с формированием в этом кристалле смешанных голографических решеток, учет которых позволяет адекватно интерпретировать получаемые экспериментальные данные и ранее не принимался во внимание.

Работа выполнена при поддержке Государственной комплексной программы научных исследований «Электроника и фотоника», задание 2.2.18, а также Минобрнауки Российской Федерации в рамках задания № 2014/225 (проект № 2491).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич, В.В. Смешанные пропускающие голограммы в фоторефрактивном пьезокристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ / В.В. Шепелевич, А.В. Макаревич, С.М. Шандаров // Письма в ЖТФ. – 2014. – Т. 40, № 22. – С. 83–89.
2. Шепелевич, В.В. Оптимизация выходных характеристик смешанных голограмм в фоторефрактивном пьезокристалле ВТО среза $(1 \bar{1} 0)$ / В.В. Шепелевич, А.В. Макаревич, С.М. Шандаров // Проблемы физики, математики и техники. – 2014. – № 3 (20). – С. 42–46.
3. Ромашко, Р.В. Физические основы построения сверхвысокочувствительных адаптивных измерительных систем на основе динамических голограмм: автореф. дис. ...докт. физ.-мат. наук: 01.04.21 / Р.В. Ромашко; Инст. автомат. и проц. управл. Дальневост. отдел. РАН. – Владивосток, 2010. – 39 с.
4. Колегов, А.А. Отражательные динамические голограммы в кристаллах силленитов для адаптивных голографических интерферометров: автореф. дис. ...канд. физ.-мат. наук: 01.04.05 / А.А. Колегов; Томск. госуд. универс. сист. упр. и радиоэлектр. – Томск, 2010. – 18 с.
5. Anwendung phasenkonjugierender Spiegel in der optischen Meßtechnik: Bericht über die wissenschaftliche Forschung Arbeit / Universität Osnabrück; Leiter Prof. Dr. Klaus H. Ringhofer. – Osnabrück, 2000. – 35 s. – Teilproject D13.
6. Diffractive properties of volume phase gratings in photorefractive sillenite crystals of arbitrary cut under the influence of an external electric field / N.C. Deliolanis [et al.] // Phys. Rev. E. – 2003. – Vol. 68. – P. 056602.