Свойства пространственного распределения генерируемого излучения в задаче о генерации второй гармоники–суммарной частоты в поверхностном слое сферической частицы. Часть II

А.А. Шамына, В.Н. Капшай, А.И. Толкачёв

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель
E-mail: anton.shamyna@gmail.com

Явление генерации второй гармоники–суммарной частоты, рассмотренное в части I, имеет больше варьируемых параметров, чем явления генерации второй гармоники и генерации суммарной частоты в отдельности. Благодаря этому оно может представлять интерес для учёных, занимающихся исследованиями поверхностных слоёв диэлектриков посредством нелинейных оптических явлений.

Свойства функций, характеризующих пространственное распределение генерируемого излучения, можно применять для быстрой оценки преобладающих значений независимых компонент тензора нелинейной диэлектрической восприимчивости второго порядка. Отдельные свойства приведены в части I и в работе [1].

В случае сонаправленного или встречного расположения волновых векторов падающих волн задача приобретает дополнительные симметрии, связанные с симметрией схемы задачи. Однако для сонаправленного расположения волновых векторов исходных волн рассматриваемая задача сводится к задаче о генерации второй гармоники, для которой решение и свойства функций, характеризующих пространственное распределение генерируемого излучения, приведены в работе [2].

В таблице приведены свойства вектора $\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)$, характеризующего пространственное распределение генерируемого излучения [3], для случая, когда волновые векторы падающих волн имеют противоположные направления ($\gamma_1 = 0, \gamma_2 = \pi$). В третьей графе приведены свойства, а во второй графе – условия, при которых они наблюдаются.

Свойства в строках 1, 3 описывают аксиальную симметрию распределения плотности мощности генерируемого излучения. Аналогично свойство в строке 2 описывает зеркальную плоскость симметрии. Свойства в строках 4, 5 описывают ограничения, накладываемые на фазу генерируемой электромагнитной волны. Свойства в строках 6–8 описывают поворотные оси симметрии, относящиеся к отдельным компонентам вектора электрической напряжённости генерируемого излучения. Свойства в строках 9–12 говорят о том, что при указанных условиях отдельные компоненты вектора электрической напряжённости генерируемого поля обращаются в ноль.

Таблица

Свойства вектора $\mathbf{f}^{(2\omega)}$

№	Условия	Свойство
1	$\forall\chi_{1-4}^{(2)},\ \eta\in\mathbb{C},\ \sigma_1\sigma_2=-1, \forall\Delta\varphi$	$\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi+\Delta\varphi)=$ $=\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)\exp\left(i(\sigma_1-\sigma_2)\Delta\varphi\right)$
2	$\forall\chi_{1-4}^{(2)},\ \mathrm{Im}[\eta]=0,\ m_1,\ m_2\in\mathbb{Z},$ $\varphi_{in}^{(1)}=m_1\pi/2,\ \varphi_{in}^{(2)}=m_1\pi/2+\pi m_2$	$i\left(1-(1-i)\mathbf{e}_\varphi\otimes\mathbf{e}_\varphi\right)\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,-\varphi)=$ $=\left[i\left(1-(1-i)\mathbf{e}_\varphi\otimes\mathbf{e}_\varphi\right)\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)\right]^*$
3	$\forall\chi_2^{(2)},\ \chi_{1,3,4}^{(2)}=0, \eta\in\mathbb{C},\ \forall\Delta\varphi$	$\mathbf{e}_\varphi\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)=0,$ $\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi+\Delta\varphi)=\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)$
4	$\forall\chi_2^{(2)},\ \chi_{1,3,4}^{(2)}=0,\ \mathrm{Im}[\eta]=0,\ \sigma_1=-\sigma_2$	$\mathrm{Re}\left[\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)\right]=0$
5	$\forall\chi_2^{(2)},\ \chi_{1,3,4}^{(2)}=0,\ \arg(\eta)=m\pi/2,\ m\in\mathbb{Z}$	$\mathrm{Re}\left[\left(1-\mathbf{e}_r\otimes\mathbf{e}_r\right)\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)\right]=0$
6	$\forall\chi_{1-3}^{(2)},\ \chi_4^{(2)}=0,\ \eta\in\mathbb{C},\ m\in\mathbb{Z}$	$\mathbf{e}_\varphi\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi+m\pi/2)=(-1)^m\,\mathbf{e}_\varphi\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)$
7	$\forall\chi_4^{(2)},\ \chi_{1-3}^{(2)}=0,\ \eta\in\mathbb{C},\ m\in\mathbb{Z}$	$\left(1-\mathbf{e}_\varphi\otimes\mathbf{e}_\varphi\right)\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi+m\pi/2)=$ $=(-1)^m\left(1-\mathbf{e}_\varphi\otimes\mathbf{e}_\varphi\right)\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)$
8	$\forall\chi_{1-3}^{(2)},\ \chi_4^{(2)}=0,\ \mathrm{Im}[\eta]=0,\ \sigma_1=-\sigma_2,$ $m\in\mathbb{Z}$	$\mathrm{Re}\left[\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi+m\pi/2)\right]=$ $=(-1)^m\,\mathrm{Re}\left[\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)\right]$
9	$\forall\chi_3^{(2)},\ \chi_{1,2,4}^{(2)}=0,\ \eta\in\mathbb{C},\ \theta=\pi/2$	$\mathbf{e}_\theta\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)=0$
10	$\forall\chi_{1-4}^{(2)}, \eta\in\mathbb{C},\ \sigma_1=\sigma_2=0,\ m\in\mathbb{Z}$ $\varphi_{in}^{(1)}+\varphi_{in}^{(2)}=\pi m,\ \varphi=\pm\pi/2+\varphi_{in}^{(1)}$	$\mathbf{e}_\varphi\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)=0$
11	$\forall\chi_4^{(2)},\ \chi_{1-3}^{(2)}=0, \sigma_1=\sigma_2=0,\ m_1, m_2\in\mathbb{Z}$ $\varphi_{in}^{(1)}+\varphi_{in}^{(2)}=\pi m_1,\ \varphi=\varphi_{in}^{(1)}+\pi m_2$	$\mathbf{e}_\theta\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)=0$
12	$\forall\chi_{2,4}^{(2)},\ \chi_{1,3}^{(2)}=0,\ \eta=\pm1,\ \sigma_1=-\sigma_2,$ $\varphi_{in}^{(1)}+\varphi_{in}^{(2)}=\pi m,\ \theta=\pi/2,\ m\in\mathbb{Z}$	$\mathbf{e}_\varphi\mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta,\varphi)=0$

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ (проект Ф18М–026).

1. *Шамына А.А., Капшай В.Н., Толкачёв А.И.* // Проблемы взаимодействия излучения с веществом: Матер. V Междунар. науч. конф. Гомель, ГГУ. 2018. С. 143–149.
2. *Капшай В.Н., Шамына А.А.* // Оптика и спектроскопия. 2017. Т. 123, № 3. С. 416–429.
3. *Толкачёв А.И., Капшай В.Н.* // Актуальные вопросы физики и техники: Матер. VII Респ. науч. конф. студ., маг. и аспир.: ГГУ, 2018. Ч. 1. С. 287–290.