

07;12
©1995

ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ ЧАСТИЧНО ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИЗАТОРА

А.В.Листвин, В.Н.Листвин

Зависимость сдвига нуля от наведенного в контуре двулучепреломления в значительной степени определяет долговременную стабильность волоконно-оптического гироскопа [1]. Эта компонента в сдвиге нуля пропорциональна степени поляризации источника излучения, и ее можно устранить деполяризовав излучение. Такой способ уменьшения сдвига нуля обсуждался в литературе, в частности, было предложено использовать эффект псевдодеполяризации излучения в волоконно-оптическом деполяризаторе Лиота [2]. Однако возможности применения деполяризатора Лиота в гироскопе ограничены, так как псевдодеполяризованное излучение может быть вновь частично поляризовано из-за двулучепреломления, наведенного в контуре, что приведет к уменьшению эффективности усреднения сдвига нуля.

В нашей работе предложен новый способ деполяризации частично поляризованного излучения, заключающийся в устранении с помощью недеполяризующего поляризатора поляризованной компоненты.

Рассчитаем степень поляризации ρ_0 частично поляризованного квазимонохроматического излучения, прошедшего через недеполяризующий поляризатор:

$$\rho_0 = \left(1 - \frac{4 \det \hat{J}_0}{Sp^2 \hat{J}_0} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

где \hat{J}_0 — матрица когерентности излучения на выходе из поляризатора, а Sp обозначает операцию нахождения следа матрицы. В отсутствие эффектов деполяризации излучения, обусловленных его рассеянием, матрица когерентности \hat{J}_0 выражается через матрицу когерентности \hat{J}_i излучения на входе в поляризатор и его матрицу Джонса \hat{F} соотношением [3]

$$\hat{J}_0 = \hat{F} \hat{J}_i \hat{F}^+, \quad (2)$$

где + обозначает операцию эрмитового сопряжения. Подставив (2) в (1) и учитывая, что детерминант от произведения матриц равен произведению их детерминантов, получим

$$\rho_0 = \left(1 - \frac{(1 - \rho_1^2) |\det \hat{F}|^2}{Sp^2 J_i} \right)^{1/2}, \quad (3)$$

где $\rho_i = \left(1 - \frac{4 \det \hat{J}_i}{Sp^2 J_i} \right)^{1/2}$ — степень поляризации излучения на входе в поляризатор, $\tau = \frac{Sp \hat{J}_0}{Sp \hat{J}_i}$ — коэффициент пропускания поляризатора для частично поляризованного излучения.

Выразим величины $|\det \hat{F}|^2$ и τ через главные пропускания поляризатора τ_{\max} и τ_{\min} . В работе [4] показано, что $|\det \hat{F}|^2 = \tau_{\max} \tau_{\min}$, а для коэффициента пропускания частично поляризованного излучения в [3] получено выражение $\tau = \frac{1}{2}(\tau_{\max} + \tau_{\min}) \cdot (1 - \rho_i) + \tau_p \rho_i$, где τ_p — коэффициент пропускания для полностью поляризованного излучения, максимальное и минимальное значения которого равны соответственно τ_{\max} и τ_{\min} . В результате (3) преобразуется к виду

$$\rho_0 = \left(1 - \frac{(1 - \rho_1^2) \tau_{\max} \tau_{\min}}{\left(\frac{1}{2}(\tau_{\max} + \tau_{\min})(1 - \rho_i) + \tau_p \rho_i \right)^2} \right). \quad (4)$$

Максимальное значение ρ_0 достигается при $\tau_p = \tau_{\max}$ и равно

$$\rho_{0,\max} = \frac{P + \rho_i}{1 + P \rho_i}, \quad (5)$$

где $P = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{\tau_{\max} + \tau_{\min}}$ — поляризующая способность недеполяризующего поляризатора [5]. Отсюда видно, что степень поляризации излучения на выходе недеполяризующего поляризатора при юстировке его на максимальное пропускание превышает как степень поляризации источника излучения, так и величину поляризующей способности поляризатора.

Минимальное значение ρ_0 достигается при $\tau_p = \tau_{\min}$ и равно

$$\rho_{0,\min} = \left| \frac{P - \rho_i}{1 - P \rho_i} \right|. \quad (6)$$

Отсюда следует, что с помощью поляризатора можно не только увеличить степень поляризации излучения, пропустив его поляризованную компоненту через разрешенное

направление поляризатора, но и уменьшить ее, направив поляризованную компоненту излучения по запрещенному направлению. При этом степень поляризации излучения будет тем меньше, чем с большей точностью удастся обеспечить выполнение условия $\rho_i = P$. На практике для деполяризации частично поляризованного излучения целесообразно использовать пару поляризаторов. Первый поляризатор позволяет варьировать степень поляризации излучения на его выходе от $\rho_{0,\min}$ до $\rho_{0,\max}$. Тогда для того, чтобы деполяризовать излучение, достаточно подобрать второй поляризатор, поляризующая способность которого попадала бы в этот интервал, и съюстировать его так, чтобы поляризованная компонента на выходе первого поляризатора была направлена по запрещенному направлению второго поляризатора.

Таким образом, в работе показано, что частично поляризованное излучение может быть деполяризовано с помощью пары недеполяризующих поляризаторов.

Список литературы

- [1] *Culshaw B., Dakin J.* // Optical Fiber Sensors: System and Application, Artech House, Boston MA, 1989. 552 p.
- [2] *Fridericks R.J., Ulrich R.* // Electron. Lett. 1984. V. 20. P. 330-332.
- [3] *Аззам Р., Башара Н.* Эллипсометрия и поляризованный свет. М.: Мир, 1981. 583 с.
- [4] *Листвин А.В., Листвин В.Н.* // Радиотехника и электроника. 1995. Т. 40. С. 332-340.
- [5] *Шерклифф У.* Поляризованный свет. М.: Мир, 1965. 264 с.

Институт радиотехники
и электроники
Фрязинская часть

Поступило в Редакцию
24 мая 1995 г.
