

С. Пуд, асп., М. Петричук, канд. физ.-мат. наук,
В. Коваленко, д-р физ.-мат. наук, проф.
кафедра электрофизики, радиофизический факультет,
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ НА БАЗЕ КРЕМНИЕВЫХ НАНОНИТЕЙ

Исследовано влияние электролита на электрофизические свойства ионно-чувствительных полевых транзисторов на базе кремниевых нанонитей с помощью шумовой спектроскопии. Погружение полевого транзистора на базе кремниевых нанонитей в раствор электролита приводит к смещению порогового напряжения транзистора благодаря изменению потенциала верхнего слоя диэлектрика. Также ионы электролита экранируют влияние ловушек верхнего слоя диэлектрика на транспорт в канале транзистора. Для исключения контактных эффектов и подтверждения достоверности эксперимента были проведены измерения транзисторов с различной длиной канала.

Ключевые слова: кремниевые нанонити, открытый затвор, шумовая спектроскопия, электролит, биосенсор.

UDC 681.785.3 (0.45)

A. Skrypets, Ph.D., V. Tronko, Dr. Sci,
Avionics Department, Institute of Airnavigation, National Aviation University, Kyiv
M. Asanov, Ph.D., Energy Supply and Physics Department,
National Academy of Environmental Protection and Resort Development, Simferopol

REMOTE MEASUREMENT OF POLARIZED RADIATION PARAMETERS

In this work a method for measuring the polarized radiation parameters by determining its ellipticity angle and azimuth of polarization ellipse is describes. It is proposed to additionally mechanically modulate the polarization plane of the analyzed radiation, pre-calculating the modulation amplitude. This method allows measuring relative Stokes vector components of radiation with highly accuracy in the entire optical range.

Keywords: polarized radiation, Stokes vector components, remote measurement

Introduction. Polarization is a fundamental physical characteristic of the radiation, which is conditioned by electromagnetic nature of light. Its measurement, followed by a theoretical analysis is a powerful diagnostic tool. The polarization state of light carries information not just about the characteristics of separate particles but also about the surface of the objects. Polarization methods of analysis have been used particularly in medicine [1, 2, 5], during studying material surface [4], in aerospace remote sensing [3, 8]. Increasing the accuracy of determining the Stokes vector components of the polarized radiation is an important and urgent problem.

In [6] authors proposed a photopolarimetric method for determining the polarized radiation parameters. The basis of this method is the measurement of the ellipticity angle and the azimuth of the polarization ellipse of optical radiation by Stokes polarimeter with the modulation of the polarization plane of analyzed radiation by Faraday cell. The active element of a Faraday cell is transparent in the near-infrared range yttrium iron garnet. Additional modulation of the polarization plane of the radiation increased the accuracy of the ellipticity angle and the azimuth of the polarization ellipse measurement, and, consequently, the relative values of the Stokes vector components. However, using the yttrium iron garnet as an active element of Faraday cell limits the application of the proposed Stokes polarimeter by IR range. Additionally, the domain structure of yttrium iron garnet partially depolarizes passing light radiation that reduces the accuracy of the determination of the Stokes vector components.

In this work the Stokes polarimeter is described, in which instead of a magneto-optical Faraday cell is proposed to use a mechanical modulation of the polarization plane. This Stokes polarimeter will allow to provide studies of radiation in the entire optical range without significantly reducing the accuracy and sensitivity of measurements.

Description. Block diagram of proposed Stokes polarimeter is shown in Fig. 1. To determine the azimuth of the polarization ellipse λ and the ellipticity angle ω one needs to make two measurements.

While measuring the azimuth of the polarization ellipse λ the most transmission plane azimuths of analyzers 1 and 2 are set to $\beta - \theta$ and $\beta + \theta$ angles respectively

(Fig. 1, a). The angle θ is pre-calculated so that the signal-to-noise ratio at the output of photodetector was maximal [7]. The switch 5 converts the voltage into an alternating electric signal by passing signals in turn from the two photodetectors 3 and 4.

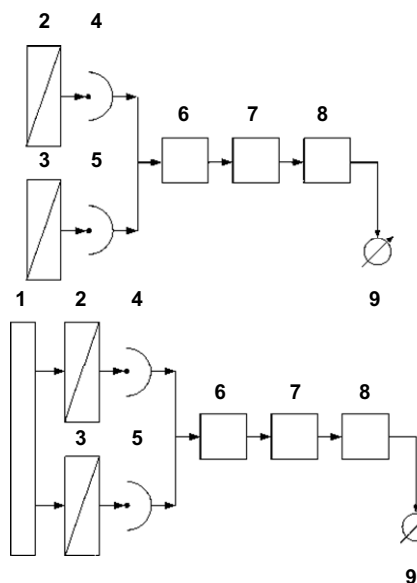


Fig. 1. Block diagram of Stokes polarimeter:
1 – $\lambda/4$ phase plate; 2, 3 – analyzers; 4, 5 – photodetectors;
6 – switch; 7 – amplifier; 8 – synchronous detector;
9 – ammeter (indicator)

Intensities of radiation at the output of the analyzers will be given by:

$$I_{OUT_2} = \frac{I}{2}(k_1 + k_2) \times [1 + (1 - 2Gd) p \cos 2\omega \cos 2(\lambda - \beta + \theta)] ;$$

$$I_{OUT_3} = \frac{I}{2}(k_1 + k_2) \times [1 + (1 - 2Gd) p \cos 2\omega \cos 2(\lambda - \beta - \theta)] ,$$

where I is the total intensity of the incident radiation; k_1 , k_2 are the principle transmittances of polarizing prisms; Gd is polarization defect of prism, p is the polarization degree of the analyzed radiation.

By setting up the photopolarimeter to minimum signal at the photodetector output, measuring the most transmission plane azimuths of analyzers, one determines the parameter λ by the following equation:

$$\lambda = \frac{\pi}{2} + \beta_{\min} + \Delta,$$

where β_{\min} is the most transmission plane azimuth of analyzer at which the intensity of radiation at its output is minimum; Δ is the measurement error.

To determine the ellipticity angle ω $\lambda/4$ phase plate is putted in front of the analyzers. Most speed plane azimuth of phase plate α is set in the direction of a large (or small) axis of the polarization ellipse of the light λ (Fig. 1, b). In this case, the equations for intensities of the radiation at the analyzers output will be as following:

$$I_{OUT_2} = \frac{I}{2}(k_1 + k_2) \times [1 + (1 - 2Gd) p \cos 2(\omega - \beta + \alpha + \theta)],$$

$$I_{OUT_3} = \frac{I}{2}(k_1 + k_2) \times [1 + (1 - 2Gd) p \cos 2(\omega - \beta + \alpha - \theta)].$$

By setting up the photopolarimeter to minimum signal at the photodetector output, the angle of ellipticity ω is found from the following equation:

$$\omega = \frac{\pi}{2} + \beta_{\min} - \alpha + \Delta.$$

The expressions for determining the Stokes vector components are following:

$$I = \frac{I_{OUT_{max}} + I_{OUT_{min}}}{k_1 + k_2};$$

$$M = p \cos 2\omega \cos 2\lambda = \frac{I_{OUT_{max}} - I_{OUT_{min}}}{(I_{OUT_{max}} + I_{OUT_{min}})(1 - 2Gd)} \times \cos 2\left(\frac{\pi}{2} + \beta_{\min} + \Delta\right);$$

$$C = p \cos 2\omega \sin 2\lambda = \frac{I_{OUT_{max}} - I_{OUT_{min}}}{(I_{OUT_{max}} + I_{OUT_{min}})(1 - 2Gd)} \times \sin 2\left(\frac{\pi}{2} + \beta_{\min} + \Delta\right);$$

А. Скрипеч, канд. техн. наук, В. Тронько, д-р фіз.-мат. наук, кафедра авіоники, Інститут аеронавігації, Національний авіаційний університет, Київ
М. Асанов, канд. фіз.-мат. наук, кафедра енергопостачання та фізики, Національна академія природоохоронного та курортного будівництва, Сімферополь

ДИСТАНЦІЙНЕ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЯРИЗОВАНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

У даній роботі описаний метод вимірювання параметрів поляризованого випромінювання шляхом визначення кута еліптичності та азимуту еліпса поляризації цього випромінювання. При цьому пропонується додатково механічно модулювати площину поляризації аналізованого випромінювання, попередньо розраховуючи амплітуду модуляції. Цей метод дозволить з високою точністю вимірювати відносні компоненти вектора Стокса випромінювання у всьому оптичному діапазоні.

Ключові слова: поляризоване випромінювання, компоненти вектора Стокса, дистанційне вимірювання

А. Скрипец, канд. техн. наук, В. Тронько, д-р физ.-мат. наук, кафедра авионики, Институт аэронавигации, Национальный авиационный университет, Киев
М. Асанов, канд. физ.-мат. наук, кафедра энергоснабжения и физики, Национальная академия природоохранный и курортного строительства, Симферополь

ДИСТАНЦИОННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В данной работе описан метод измерения параметров поляризованного излучения путем определения угла эллиптичности и азимута эллипса поляризации этого излучения. При этом предлагается дополнительно механически модулировать плоскость поляризации рассматриваемого излучения, предварительно рассчитывая амплитуду модуляции. Этот метод позволит с высокой точностью измерять относительные компоненты вектора Стокса излучения во всем оптическом диапазоне.

Ключевые слова: поляризованное излучение, компоненты вектора Стокса, дистанционное измерение

$$S = p \sin 2\omega = \frac{I_{OUT_{max}} - I_{OUT_{min}}}{(I_{OUT_{max}} + I_{OUT_{min}})(1 - 2Gd)} \times \operatorname{tg} 2\left(\frac{\pi}{2} + \beta_{\min} - \alpha + \Delta\right).$$

Conclusions. 1. Proposed Stokes polarimeter with a mechanical modulation will allow to provide high-precision measurement of polarized radiation parameters in the entire optical range.

2. It should be noted that the described Stokes polarimeter has two channels, which negatively affect the measurement accuracy due to the fact that it is difficult to achieve an absolute equivalence between the characteristics of two channels.

3. Furthermore, the performance of this Stokes polarimeter is low due to the mechanical type of modulation.

References

Гарасевич С.Г., Кореньюк П.І., Мязченко Ю.О., та ін. Застосування оптимізованого класичного поляриметра для визначення вмісту оптично активних речовин в прозорих та темних розчинах // Вісник Київського університету, серія: фізико-математичні науки. – 1999. – № 1. – С. 311–321. 2. Иванов А.П. Поляризация света и ее использование в различных задачах оптики рассеивающих сред // Оптика и спектроскопия. – 2009. – Т. 107. – С. 183–195. 3. Киселев Н.Н., Розенбуш В.К., Шаховской Н.М. и др. Поляриметрические исследования комет в Крымской астрофизической обсерватории // Известия Крымской астрофизической обсерватории. – 2007. – Т. 103. – № 4. – С. 216–230. 4. Петров В.В., Крючин А.А., Савенков С.Н. и др. Исследование поляриметрических характеристик оптических дисковых носителей лей // Реестрация, зберігання і обробка даних. – 2009. – Т. 11. – №2. – С. 3–11. 5. Рогаткин Д.А. Об особенностях в определении оптических свойств мутных биологических тканей и сред в расчетных задачах медицинской неинвазивной спектрофотометрии Медицинская техника. – 2007. – № 2. – С. 10–16. 6. Скрипеч А.В., Тронько В.Д., Асанов М.М. Фотополяриметрический метод определения параметров поляризованного излучения // Вісник астрономічної школи. – 2011. – Т. 7. – № 2. – С. 155–160. 7. Скрипеч А.В., Тронько В.Д., Асанов М.М. Двухлучевой фотополяриметр измерения угла поворота плоскости поляризации в мутных средах // Електроніка та системи управління. – 2010. – № 1 (23). – С. 26–30. 8. Polarimetric remote sensing of Solar System objects / [Mishchenko M.I., Rosenbush V.K., Kiselev N.N, etc.]. – K.: Akadempriodyka, 2010. – 291 p.

Submitted on 15.11.13