

УДК 535.51

*Д.В. Аверин, студент гр. ПО-72мн, д.т.н., проф. Боровицкий В.Н.
КПИ им. Игоря Сикорского*

СЕНСОР ПОЛЯРИЗАЦИИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. В данной статье представлен экономичный сенсор поляризации для расчета отношения поляризованной части потока излучения к неполяризованной части.

Ключевые слова: поляризация, сенсор, фотодиод.

ВСТУПЛЕНИЕ

Для изучения поляризованного света, наличия лазерного излучения, необходимо иметь специальные приборы – сенсоры поляризационного излучения. Они позволяют выяснить какой свет пришел на приемник, вычислить угол поляризации. Так же эти приборы могут помочь при управлении объектами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время существуют камеры, которые улавливают поляризованный свет. Поляризационная камера получает информацию о поляризации от объекта. Свет содержит амплитуду (яркость), длину волны (цвет) и информацию о поляризации. Хотя люди способны ощущать яркость и цвет видимого света, мы не можем ощущать поляризационную информацию. Насекомые с составными глазами обладают способностью ощущать поляризацию, и говорят, что они воспринимают мир, отличный от нашего. [1]

Приобретение информации о поляризации с нормальной камерой позволяет изменять только интенсивности, когда поляризационный фильтр вращается перед камерой для просмотра. Ricoh разработала поляризационную камеру, которая захватывает изображения поляризации в реальном времени без механической настройки поляризационного фильтра или других параметров. Поляризационная камера облегчает получение информации о поверхностной ориентации трудно различимых одноцветных объектов и распознает трудно различимые различия между прозрачными поверхностями и непрозрачными поверхностями. Разумеется, возможен широкий спектр приложений, включая автоматизацию производства, а также безопасность, фармацевтическую и пищевую промышленность [1].

Благодаря точному формированию поляризованного фильтра с субволновой структурой на CMOS-датчике поляризационная камера Ricoh может получать информацию о поляризации в реальном времени, что было трудно сделать обычными камерами [1].

На рис.1, рис.2, рис.3 показаны фото с обычных камер (слева) и с поляризованных камер (справа).

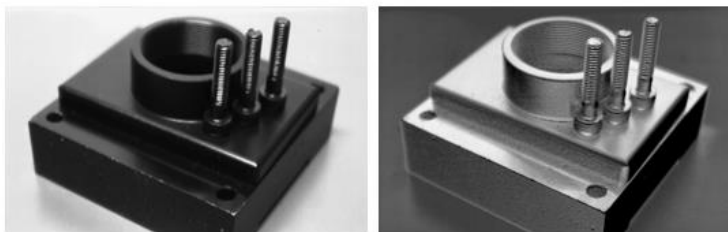


Рис.1 Фото детали с обычной камеры (слева) и с поляризованной (справа)

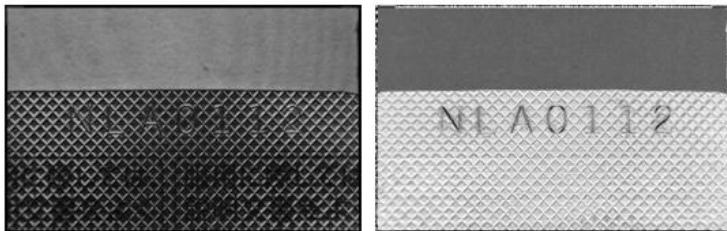


Рис.2 Фото штампованного знака на упаковке с обычной камеры (слева) и с поляризованной (справа)

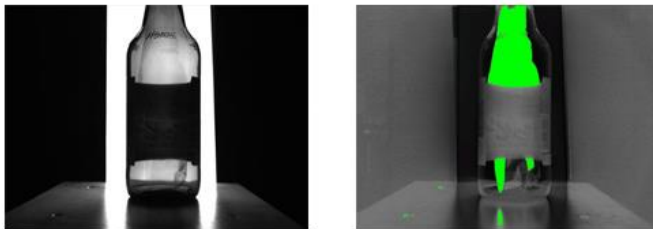


Рис.3 Фото прозрачной обертки внутри бутылки с обычной камеры (справа) и с поляризованной (слева)

Сенсор поляризации состоит из бленды, поляризатора, двух фотодиодов ФД1 и ФД2, которые подключены к усилителям У1 и У2. Выходы усилителей подключены к входам многоканального аналого-цифрового преобразователя ADC1 и ADC2 микроконтроллера МК. Микроконтроллер выполняет цифровую обработку сигналов фотодиодов и выводит информацию о поляризации на дисплей (рис.4).

Сигналы на выходе усилителей У1 и У2 рассчитываются по формулам:

$$U_1 = (\alpha * \Phi_{np} + \Phi_p) * \tau * S_1 * K_1$$

$$U_2 = (\Phi_{np} + \Phi_p) * S_2 * K_2, \quad (1)$$

где Φ_{np} , Φ_p – неполяризованная и поляризованная части потока, α – весовой коэффициент пропускания поляризатором части потока Φ_{np} , τ – коэффициент пропускания поляризатора, S_1 , S_2 – интегральные чувствительности фотодиодов ФД1 и ФД2, K_1 , K_2 – коэффициенты усиления усилите-

лей У1 и У2.

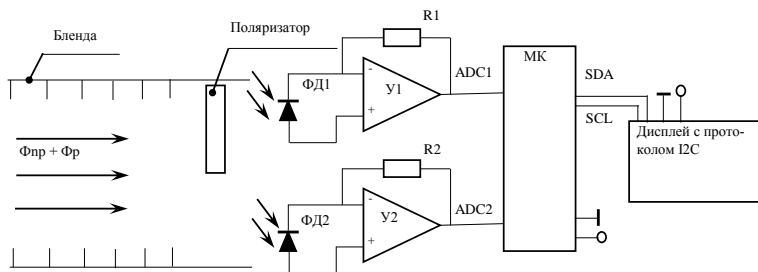


Рис.4 Схема сенсора поляризации оптического излучения

Из системы уравнений (1) можно определить отношение потоков поляризационной составляющей к не поляризационной:

$$\frac{\Phi_p}{\Phi_{np}} = \frac{U_1 * S_2 * K_2 - U_2 * \tau * a * S_1 * K_1}{U_2 * \tau * S_2 * K_1 - U_1 * S_1 * K_2} \quad (2)$$

Выведем зависимость K1 от K2. Для этого представим, что $\Phi_p=0$, а $U_1=U_2$, тогда из формул (1) и (2) имеем:

$$K_1 = \frac{K_2 * S_2}{a * \tau * S_1} \quad (3)$$

Подставив (3) в (4) получим:

$$\frac{\Phi_p}{\Phi_{np}} = \frac{a * (U_1 - U_2)}{U_2 - a * U_1} \quad (5)$$

Как видно с (5), отношение потоков зависит только от величины напряжения с усилителей и весового коэффициента пропускания поляризатором части потока.

ВЫВОД

Полученный сенсор может быть использован для определения наличия лазерного излучения, поляризации излучения, прошедшего атмосферу, научных исследованиях и образования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Polarization Camera/ RION.imagine.change. URL: https://www.ricoh.com/technology/tech/051_polarization.html
2. Борн М. Основы оптики. / М. Борн, Э. Вольф, Наука, 1973 – 720с.