

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, виміру поляризації світла.

Відомий поляриметр [Cohen M.H.// Proc. IRE, 46, 172,183 (1958)], що вимірює параметри поляризації пучка. Поляриметр складається з компенсатора, поляризатора і фотодетектора. Він вимірює інтегральні характеристики поляризації (ступінь поляризації, еліптичність і азимут нахилу великої півосі еліпса поляризації).

Недоліком пристрою є неможливість використання його для виміру параметрів Стокса.

В основу винаходу поставлено завдання створити диференціальний поляриметр для визначення і вивчення розподілу поляризації неоднородно поляризованих монохроматичних світлових полів.

Поставлена задача зважається тим, що диференціальний поляриметр, що включає компенсатор і поляризатор, відповідно до винаходу, додатково містить CCD-камеру, підключену до комп'ютера, компенсатор виконаний у виді $\lambda/4$ пластини, площини компенсатора, поляризатора і CCD-камери розташовані паралельно один одному по ходу випромінювання перпендикулярно осі світлового пучка, що забезпечує можливість визначення і розподілу поляризації неоднородно поляризованих монохроматичних світлових полів.

Поляриметр (фіг.1) складається з компенсатора виконаного у виді $\lambda/4$ пластини (1), поляризатора Р(2), установлених перпендикулярно до пучка по ходу випромінювання і CCD-камери (3), підключеної до комп'ютера (4), розташованих по ходу випромінювання, при цьому площини $\lambda/4$ пластини, поляризатора і CCD-камери розташовані паралельно один одному. На (фіг.2) представлені параметри еліпса поляризації.

Пристрій працює таким чином.

Монохроматичний світловий пучок направляють на $\lambda/4$ пластину (1). Для визначення поляризації вимірюють шість поляризованих компонентів інтенсивності світлового пучка; лінійно поляризовані уздовж осей $x(I_x)$, $y(I_y)$, під кутом 45° (I_{45}) і -45° (I_{-45}) до осі x , а також право (I_r) і ліво (I_l) циркулярно поляризовані. Для виміру компонентів I_x , I_y $\lambda/4$ пластина (1) встановлюється уздовж осі x (чи y), а поляризатор (2) - уздовж x (y). Для виміру компонентів I_r , I_l чвертьхвильова пластина (1) залишається в тому ж положенні (уздовж x), а поляризатор (2) повертається на кут -45° (для I_r) і 45° (для I_l) щодо осі пластинки (вважаємо, що пластина вносить різницю фаз $\pi/2$, світло спрямоване на спостерігача). Для виміру компонентів I_{45} , I_{-45} чвертьхвильова пластина (1) повертається на кут 45° до осі x (чи y), а поляризатор (2) повертається на кут -45° (для I_{-45}) і 45° (для I_{45}) щодо осі x . Далі світловий пучок попадає на CCD-камеру (3) і зображення передавалося на комп'ютер (4), де оброблялося програмою.

У диференціальному поляриметрі в кожному пікселі зображення обчислюються параметри Стокса [М.Борн, Э.Вольф Основи оптики. М: Наука, 1973. 719с.]:

$$S_0 = I_r + I_l, S_1 = I_x - I_y = (2I_x - S_0),$$

$$S_2 = I_{\frac{\pi}{4}} - I_{-\frac{\pi}{4}} = \left(2I_{\frac{\pi}{4}} - S_0 \right), S_3 = I_r - I_l. \quad (1)$$

Параметри Стокса можна також визначати за допомогою чотирьох компонентів інтенсивності (формули приведені в дужках) але виправдує себе тільки при невеликих тимчасових шумах у пучку, тому що скорочує час вимірів, однак в останньому методі може збільшитися погрішність у визначенні азимута нахилу великої півосі еліпса поляризації. Обидва ці методи реалізовані в програмі і може бути обраний один з них для обробки даних.

$$Q = \pm \frac{b}{a}$$

Далі в кожному пікселі зображення визначаються параметри еліпса: еліптичність $Q = \pm \frac{b}{a}$ (де (+) відповідає правій циркуляції, а (-) - лівій циркуляції поляризації) і нахил великої півосі Ψ щодо осі x .

На фіг.2 - параметри еліпса поляризації (світло спрямоване на нас, обертання електричного вектора відповідає правій циркуляції).

Для обробки результатів дослідження була написана програма мовою програмування Delphi5.

Пункт головне меню. Опишемо роботу всіх пунктів даного меню. Меню складається з двох панелей. У першій панелі (File) пункт OPEN Image відкриває графічний файл і створює масив інтенсивностей Dest за значенням Real кожного пікселя.

Наступних шість пунктів (Plot Ix, Plot Iy, Plot 45, Plot-45, Plot I right, Plot I left) зв'язують масив Dest з одним із шести масивів відповідною лінійним чи циркулярним компонентом інтенсивності (лінійні: уздовж x , y - під кутом $+45^\circ$, -45° щодо осі X , а також право і ліво циркулярне поляризовані компоненти). У image 1 виводиться зображення розподілу інтенсивності. Останній пункт вихід (Exit).

Наступний набір сервісних функцій стовпчика меню що називається Polarization State, обробляє стан поляризації всього зображення. При натисканні пункту Polarization Image по 6 масивам інтенсивності відповідно до формул

$$Q = \tan\left(\frac{1}{2} \arcsin\left(\frac{S_3}{S_0}\right)\right), \quad \Psi = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{S_2}{S_1}\right).$$

Обчислюється 3 масиви: повної інтенсивності (S_0), еліптичності (Q) азимута нахилу великої півосі еліпса поляризації Ψ .

При натисканні пункту Intensity image у image 1 виводиться розподіл повної інтенсивності (параметри S_0). Крім цього в кожній 20-й крапці малюється еліпс поляризації даної крапки. Для більш детального розгляду розподілу поляризації фрагмента зображення створені два наступні пункти меню (Polarization of frame, Polarization of Pixels).

Для роботи Polarization of frame необхідно виділити цікавлячу область і натиснути даний пункт. Після цього на формі 2 у іменці малюється збільшене зображення виділеної області й у кожній двадцятій крапці будується еліпс поляризації.

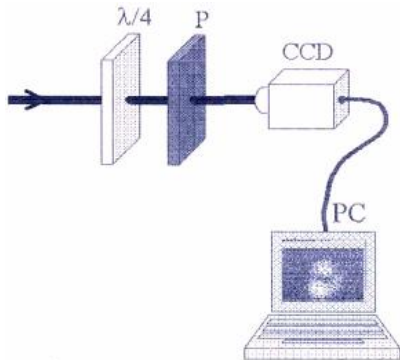
Наступний пункт меню (Polarization of pie) працює таким чином на формі 3 у image 1 виводиться розподіл інтенсивності починаючи з лівого верхнього кута виділеної області, причому кожна крапка реального зображення

має розмір 20x20pixels. Для кожної реальної крапки малюється еліпс поляризації.

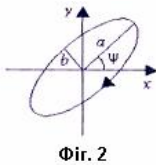
При натисканні пункту меню Image of Q виводиться на формі й у Image 1 масив Q (розподіл еліптичності). З обліком того, що max значення Q: +1, min -1, тобто max відповідає білому, min чорному, а весь діапазон поділяється на 256 градації сірого кольору.

При натисканні пункту меню Image of Psi масив Psi (азимут нахилу великої півосі еліпса поляризації). max значення Psi: $\frac{\pi}{2}$, min: $-\frac{\pi}{2}$ весь діапазон також поділяється на 256 градації сірого.

Заявлений пристрій забезпечує визначення і вивчення розподілу поляризації неоднородно поляризованих монохроматичних світлових полів.



Фиг. 1



Фиг. 2