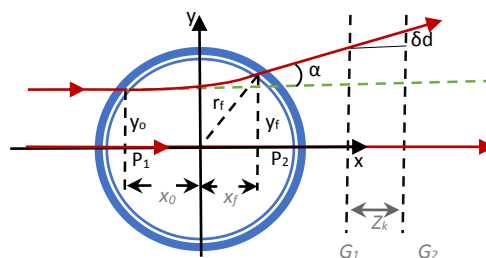




MOIRE-DM: مجموعه کامل سیستم انحراف سنج ماره

• معرفی:

انحراف سنجی ماره، از روش‌های اپتیکی اندازه‌گیری و تکنیک تحلیل جبهه موج است که در آن از ترکیب اثر تالیوت و تکنیک ماره برای اندازه‌گیری و تست اجسام فازی یا سطوح بازتابی استفاده می‌شود. انحراف پرتو نور در محیط ناهمگن می‌تواند برای مطالعه توزیع فضایی آن ناهمگنی مورد استفاده قرار گیرد. انحراف پرتو نوری که از جسم شفاف می‌گذرد در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۱: انحراف نور عبوری از میان جسم فازی و توری‌های G_1 و G_2 .

با عبور پرتوهای منحرف شده از توری G_1 ، خطوط تصویر آن بر روی توری G_2 به اندازه δd جابجا می‌شود که متناظر با آن فریزهای ماره در هر مکان به اندازه δd_M جابجا خواهند شد. با توجه به شکل ۱ میزان انحراف پرتو را می‌توان بصورت زیر بدست آورد:

$$\alpha(y, z) = \frac{\delta d}{Z_k} = \frac{d}{Z_k} \frac{\delta d_M(y, z)}{d_M} \quad (1)$$

که d گام توری‌ها، Z_k فاصله تالیوت و d_M گام فریزهای ماره می‌باشد. اگر توزیع ضریب شکست اطراف جسم دارای تقارن محوری باشد، در مختصات استوانه‌ای می‌توان به رابطه زیر رسید:

$$n(r, z) - n_f = -\frac{n_f}{\pi} \int_r^{r_f} \frac{\alpha(y, z)}{\sqrt{y^2 - r^2}} dy \quad (2)$$

که در آن، n_f ضریب شکست محیط است. با حل عددی این انتگرال، توزیع شعاعی ضریب شکست تعیین می‌شود. برای حل این انتگرال، محدوده انتگرال‌گیری را به N قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم.

$$\Delta n(r_i) = -\frac{n_f}{\pi} \int_r^{r_f} \frac{\alpha(y)}{\sqrt{y^2 - r_i^2}} dy = -\frac{n_f}{\pi} \sum_{j=i}^{N-1} \int_{r_j}^{r_{j+1}} \frac{\alpha(y_j)}{\sqrt{y^2 - r_i^2}} dy \quad (3)$$

برای ساده‌سازی α_j ، $\alpha(y_j) = \alpha_j$ در هر قسمت ثابت فرض می‌شود.

تغییرات ضریب شکست به صورت زیر بدست می‌آید:

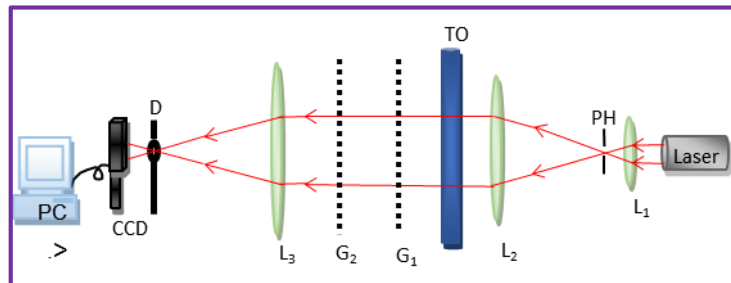
$$\Delta n(r_i) = -\frac{n_f}{\pi} \sum_{j=i}^{N-1} b_{ij} \alpha_j \quad (4)$$



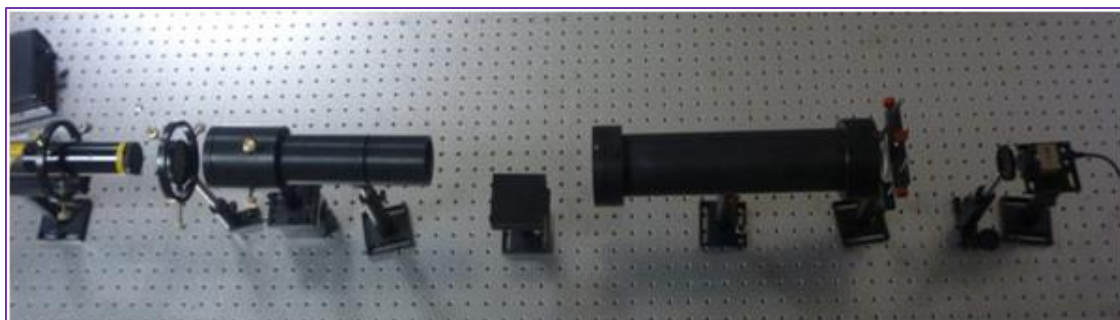
که در آن:

$$b_{ij} = \int_{r_j}^{r_{j+1}} \frac{dy}{\sqrt{y^2 - r_i^2}} = \text{Ln} \left(\frac{r_{j+1} + \sqrt{r_{j+1}^2 - r_i^2}}{r_j + \sqrt{r_j^2 - r_i^2}} \right) \quad (5)$$

چیدمان اندازه‌گیری مطابق با شکل زیر انجام شد که در آن از یک لیزر دیودی با طول موج ۶۵۵nm به عنوان نور گمانه و از دو عدسی L_1 و L_2 با فاصله کانونی ۶ و ۲۰۰ میلی‌متر و یک پین‌هول به قطر ۱۷ میکرون به عنوان باریکه‌گستر استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان انحراف پرتوها هنگام عبور از جسم فازی، از دو توری G_1 و G_2 با گام ۱۰ خط در میلی‌متر بهره گرفته شد. با استفاده از یک عدسی L_3 به فاصله کانونی ۲۰۰mm فریزهای ماره در دو حالت مرجع و منحرف شده بوسیله CCD ثبت شد. برای آنکه خطوط توری حذف و فقط نقش ماره ثبت شود از یک دیافراگم در محل کانون عدسی به عنوان فیلتر فضایی استفاده می‌شود.

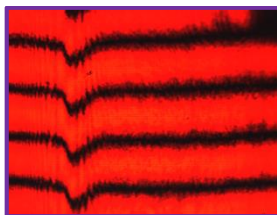


شکل ۲: چیدمان اندازه‌گیری توزیع دما حول جسم متقارن به محور، L_1 ، L_2 ، L_3 عدسی‌هایی با فاصله کانونی ۴، ۲۰۰ و ۲۰۰ میلی‌متر، PH پین‌هول، TO جسم آزمون، G_1 ، G_2 توری‌هایی با گام ۰/۱ میلی‌متر، D دیافراگم، CCD دوربین و PC رایانه است.

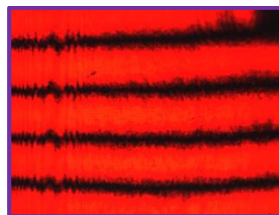


شکل ۳: نمایی از چیدمان اندازه‌گیری توزیع ضریب شکست و دما.

برای نمونه، در شکل زیر هم نمونه‌ای از نقش ماره قبل و بعد از به وجود آمدن گرادیان دما مقایسه شده است.



(b)



(a)

شکل ۴- فریزهای ثبت شده در دو حالت: (a) مرجع، (b) منحرف شده بر اثر گرادیان دما.

به طور خلاصه دستگاه شامل قطعات زیر است:

ردیف	شماره فنی	شرح	تعداد
۱	BB100-50-16-FS	برد بورد اپتیکی ۵۰۰*۱۰۰۰*۱۶ میلی متر با پایه ثابت	۲
۲	BE-50-20X-SP	باریکه گستر با قابلیت قراردادن بین هول	۱
۳	CCD-600CA-IM	دوربین DSLR	۱
۴	ROG-2*2-10	توری رانکی (10 lp/mm) 2" x 2"	۲
۵	ROG-2*2-20	توری رانکی (20 lp/mm) 2" x 2"	۲
۶	SPH50	نگهدارنده میله ۵۰ میلی متر	۱۰
۷	SPH100	نگهدارنده میله ۱۰۰ میلی متر	۱۰
۸	SPP50	میله ۵۰ میلی متر	۱۰
۹	SPP100	میله ۱۰۰ میلی متر	۱۰
۱۰	SHB1	پایه H	۱۰
۱۱	SUB1	پایه U	۱۰
۱۲	SBP1	صفحه پایه	۱۰
۱۳	ALH15	نگهدارنده لیزر	۱
۱۴	LDCL-655-50	لیزر دیودی ۵ میلی وات، ۶۵۵ نانومتر	۱
۱۵	DDM	دیافراگم	۱
۱۶	SKT75	کیت پیچ	۱
۱۷	PO-FI	پلازیزور	۲
۱۸	KPMS	نگهدارنده صفحه متحرک	۱
۱۹	AAHO	نگهدارنده اپتیکی با قابلیت تنظیم	۴
۲۰	SP-4D-6F	میکرو لنز	۱
۲۱	PE-20	بین هول	۱
۲۲	AC508-200	عدسی دابلت	۲
۲۳	ACLM05	نگهدارنده میکرو لنز	۱
۲۴	AIR-CO-PB	پروب اندازه گیری شرایط محیطی	۱
۲۵	MAG200	پایه مغناطیسی	۵