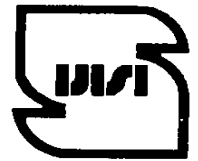




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۷۸۴

چاپ اول

ISIRI

11784

1st.edition

اپتیک یکپارچه - فصل مشترک‌ها - پارامترهای
مربوط به خواص جفت شدگی

**Integrated optics – Interfaces – Parameters
relevant to coupling properties**

ICS:31.260

به نام خدا

آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان موسسه* صاحب نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود. پیش‌نویس استانداردهایی که موسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. موسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، موسسه استاندارد این گونه سازمان‌ها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این موسسه است.

* موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International Organization for Standardization
- 2- International Electrotechnical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
- 4- Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" اپتیک یکپارچه - فصل مشترک ها - پارامترهای مربوط به خواص جفت شدگی "

رئیس: سمت و / یا نمایندگی:

عضو هیأت علمی
پژوهشکده علوم پایه کاربردی
جهاد دانشگاهی

مقدم، فاطمه
(فوق لیسانس فیزیک)

دبیران:

عضو هیأت علمی
پژوهشکده علوم پایه کاربردی
جهاد دانشگاهی

غفوری غلامحسین نژاد، وحید
(فوق لیسانس فیزیک)

مدیر گروه پژوهشی فیزیک
پژوهشکده علوم پایه کاربردی
جهاد دانشگاهی (دارای قرارداد با موسسه استاندارد)

بنائی ، اقدس
(دانشجوی دکتری بیوفیزیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

معاون پژوهشی
پژوهشکده علوم پایه کاربردی
جهاد دانشگاهی
عضو هیأت علمی
پژوهشکده علوم پایه کاربردی
جهاد دانشگاهی
مدیر آزمایشگاه اپتیک جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی شریف

بدراقی ، جلیل
(دانشجوی دکتری بیوفیزیک)
پارسافر ، ناهید
(فوق لیسانس فیزیک)
عجمی ، عاطفه
(فوق لیسانس مهندسی سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی)

رئیس گروه مهندسی پزشکی
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی
مدیر پروژه ردیابی اپتیکی
صنعت امنیت فضایی صایران

ظهور رحمتی ، لاله
(فوق لیسانس فیزیک)
فدایی ، نیره
(فوق لیسانس فیزیک)

پیش گفتار

استاندارد " اپتیک یکپارچه - فصل مشترک ها - پارامترهای مربوط به خواص جفت شدگی " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاددانشگاهی تهیه و تدوین شده و در دویست و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۸۷/۱۰/۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

1-BS ISO 14881:2001 Integrated Optics – Interfaces – Parameters relevant to coupling properties

اپتیک یکپارچه - فصل مشترک‌ها - پارامترهای مربوط به خواص جفت‌شدگی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین خواص مربوط به جفت‌شدگی نور، درون و بیرون تراشه‌های اپتیکی یکپارچه^۱ (IOC) و تراشه‌ها با مدارهای مجتمع اپتوالکترونیکی^۲ (OETC) می‌باشد. کاربرد این استاندارد به جفت‌شدگی سر به سر^۳ از طریق سطوح انتهایی^۴ موجبر^۵ منحصر است. این تعاریف مبنایی برای تعیین اجزا جفت‌شده (مثلا فیبرها، تراشه‌های اپتیکی یکپارچه) مربوط به خواص جفت‌شدگی را فراهم می‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌های و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 4288:1996, Geometrical product specifications (GPS) - surface texture: profile method- Rules and procedures for the assessment of surface texture.

2-2 ISO 11807-1:- Integrated optics- Vocabulary- part 1: Basic terms and symbols.

2-3 ISO 11807-2: Integrated optics- Vocabulary- part 2: Terms used in classifications

2-4 IEC 60793-1-2: 1996. Optical fibres- part 1: Generic specification- section 2: Measuring methods for dimensions.

۳ اصطلاحات و تعاریف

برای این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در ISO 11807-1 و ISO 11807-2، تعاریف زیر نیز به کار می‌روند.

¹ - integrated optical chips
² - optoelectronic integrated circuits
³ - butt coupling
⁴ - end faces
⁵ - waveguide

۱-۳

پوشش ضد بازتابی سطوح انتهایی

پوشش سطحی نازکی که به منظور کاهش تلفات فرنل^۱ طراحی می‌شود.

۲-۳

ساختار تطبیق شده

ساختار مکانیکی دقیقی که جفت‌شدگی اجزای اپتیکی و الکترواپتیکی را بدون نیاز به تنظیم، امکان پذیر می‌سازد.

مثال: اجزا جفت شده می‌توانند شامل فیبرهای نوری، آرایه‌های فیبر، آشکار سازها، لیزرها، LED ها، تراشه‌های اپتیکی یکپارچه باشند.

۳-۳

بلوک آرایه

ساختار تطبیق شده مکانیکی با دقت میکرومتری یا زیر میکرومتری برای دریافت فیبرهای نوری

یادآوری ۱ ساختارهای تطبیق شده، که به طور کلی در یک الگوی منظم آرایش می‌یابند، موقعیت فیبرها را نسبت به یکدیگر تعیین می‌کنند. این موقعیت‌ها به وسیله قطر پوششی فیبر و هندسه ساختارهای تطبیق شده تعیین می‌شوند.

یادآوری ۲ یک بلوک آرایه می‌تواند دارای ساختارهای کمکی اضافی برای تطبیق آرایه با یک تراشه اپتیکی یکپارچه باشد (به عنوان مثال آرایه شیار V شکل را ببینید).

۴-۳

آرایه شیار V شکل

بلوک آرایه ساخته شده با تعدادی از شیارهای V شکل با ابعاد هندسی یکسان می‌باشد که معمولاً فاصله‌های برابر دارند.

یادآوری یک آرایه شیار V شکل سیلیکون معمولاً با حکاکی غیرهمسانگرد یک زیر لایه سیلیکون ساخته می‌شود. زوایای شیارهای V شکل سیلیکون کاملاً با جهت‌گیری کریستال و فرایند حکاکی تعیین می‌شوند.

^۱ - Fresnel loss

۵-۳

آرایه فیبر

بلوک آرایه با فیبرهای نوری جاسازی و تثبیت شده به طوری که سطوح انتهایی فیبر در یک صفحه قرار گرفته باشند.

۶-۳

جفت شدگی آرایه فیبر^۱

جفت شدگی که چند فیبر نوری را به طور همزمان با سطوح انتهایی چند موجبر متناظر، اتصال می‌دهد.

یادآوری این فیبرها قبلاً تنظیم شده‌اند و توسط بلوک آرایه، نسبت به یکدیگر تثبیت شده‌اند. گام آرایه متناظر با گام تراشه اپتیکی یکپارچه است. نوع تنظیم بین آرایه فیبر و تراشه اپتیکی یکپارچه و نوع تثبیت به نوع آرایه فیبر بستگی دارد.

۷-۳

خطای جفت شدگی آرایه فیبر

اختلاف بین بیشینه و کمینه تلفات جفت شدگی فیبرهای تکی یک آرایه فیبر

۸-۳

جفت شدگی سر به سر

جفت شدگی دو موجبر به طوری که سطوح انتهایی آن‌ها با یکدیگر اتصال داشته باشند یا به حالت اتصال نزدیک باشند.

۹-۳

لبه تراشه^۲

لبه‌ای که به وسیله رویه تراشه و سطح انتهایی آن شکل می‌گیرد.

۱۰-۳

سطح انتهایی تراشه^۳

صفحه محدود به تراشه، که شامل فصل مشترک (های) اپتیکی می‌باشد.

^۱ - fiber array coupling

^۲ - chip edge

^۳ - chip end face

۱۱-۳

رویه تراشه^۱

صفحه موازی و نزدیک‌ترین صفحه به صفحه موجبر (موجبرها) است.

۱۲-۳

بازده جفت شدگی η

نسبت توان اپتیکی جفت شده در میان سطح انتهایی یک جز اپتیکی j (مثلاً سطح انتهایی فیبر یا سطح انتهایی تراشه) به توان اپتیکی گسیل شده در سطح انتهایی خروجی جز i است:

$$\eta = \frac{P_{m,j}}{P_{l,i}}$$

که در آن:

$P_{m,j}$ توان جز اپتیکی j ام در سطح انتهایی ورودی است؛

$P_{l,i}$ توان جز اپتیکی i ام در سطح انتهایی خروجی است.

۱۳-۳

تلفات جفت شدگی α_c

تلفات توان اپتیکی به دست آمده وقتی که نور از سطح انتهایی خروجی یک جز اپتیکی i (مثلاً سطح انتهایی فیبر یا سطح انتهایی تراشه) در میان سطح انتهایی جز دیگر j در یک مقیاس لگاریتمی جفت شود.

یادآوری ۱ تلفات جفت شدگی را می‌توان به وسیله مثلاً عدم تطبیق شعاعی، محوری یا زاویه ای یا اصلاحات غیرمنطبق ایجاد کرد. تلفات جفت شدگی مقدار لگاریتمی بازده جفت شدگی است.

یادآوری ۲ تلفات جفت شدگی بر حسب دسی بل بیان می‌شود.

۱۴-۳

تلفات فرنل

تلفاتی است که در اثر بازتابش‌ها در فصل مشترک دو محیط با ضرایب شکست متفاوت ایجاد می‌شود.

^۱ - chip surface

۱۵-۳

انطباق ضریب^۱

لایه میانی دو وجه به منظور کاهش تلفات فرنل از طریق انطباق ضرایب شکست n_1, n_2 دو محیط (مثلاً لایه ربع طول موج)

۱۶-۳

مبدل $\lambda/4$

پوشش اپتیکی به ضخامت $\lambda/(4n_s)$ است که از طریق انطباق ضریب تلفات فرنل را کاهش می‌دهد. که در آن $n_s = \sqrt{n_1 n_2}$ ضریب شکست پوشش می‌باشد.

یادآوری (بخش ۱۵-۳ را ببینید)

۱۷-۳

محور اپتیکی

خط متصل‌کننده مراکز جرمی است که توسط اولین تکانه فضایی نمودار سطح مقطع توزیع چگالی توان موج هدایت شده در موقعیت‌های متوالی در راستای انتشار موج تعیین می‌شوند.

۱۸-۳

گام P^2

فاصله بین مراکز فیبرهای مجاور یا موجبرها است، که می‌تواند در میان آنها و با امتداد تغییر کند.

یادآوری P_x, P_y به ترتیب گام‌ها در جهت x و y می‌باشند.

۱۹-۳

علامت مرجع^۲

علامتی که به عنوان مرجع در تطبیق مولفه‌های اپتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

¹ - index matching

² - pitch

³ - reference mark

۲۰-۳

پوشش بازتابی سطح انتهایی

پوشش سطح انتهایی موجبر که به منظور دست یابی به یک انعکاس مطلوب، طراحی شده و به کار می‌رود.

۲۱-۳

جفت‌شدگی فیبر تکی

تکنیک جفت‌شدگی که با آن هر فیبر نوری به شکل منحصر به فرد به موجبر متناظر تراشه اپتیکی یکپارچه متصل شده و تنظیم می‌شود.

۲۲-۳

سطح انتهایی موجبر

مساحت سطح انتهایی تراشه که به وسیله انتهای موجبر تعیین می‌شود.

۴ خواص مربوط به جفت‌شدگی

۱-۴ کلیات

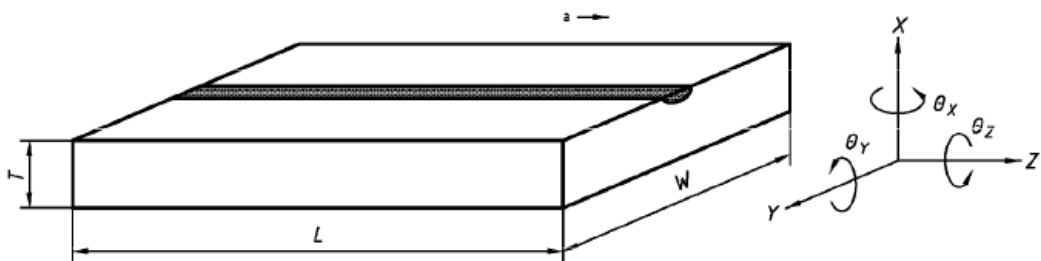
در ادامه، مشخصات، سامانه‌های مرجع، طبقه بندی حدود رواداری، و تلفاتی ارائه شده‌اند که برای توصیف واضح خواص تراشه های اپتیکی یکپارچه، بلوک های آرایه و فیبرهای نوری مربوط به جفت‌شدگی ضروری می‌باشند.

۲-۴ هندسه تراشه (شکل ۱ را ببینید)

ابعاد در جدول ۱ فهرست شده‌اند، به علاوه حدود رواداری آنها باید مشخص شوند. اگر سطوح انتهایی مایل باشند، مثلاً برای کمترین بازتاب، باید زاویای لبه ها نیز مشخص شوند. به علاوه، هر انحراف رویه تراشه از همواری^۱ (مثلاً خمیدگی) باید مشخص شود. همه انحراف‌ها از همواری و زبری رویه^۲ در بخش ۴-۴ مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

^۱ - flatness

^۲ - facet roughness



a) راستای انتشار

شکل ۱- دستگاه مختصات و ابعاد تراشه‌های اپتیکی یکپارچه

جدول ۱- ابعاد

مشخصات	طول	عرض	ضخامت
نماد	L	W	T
یکا	mm	mm	mm

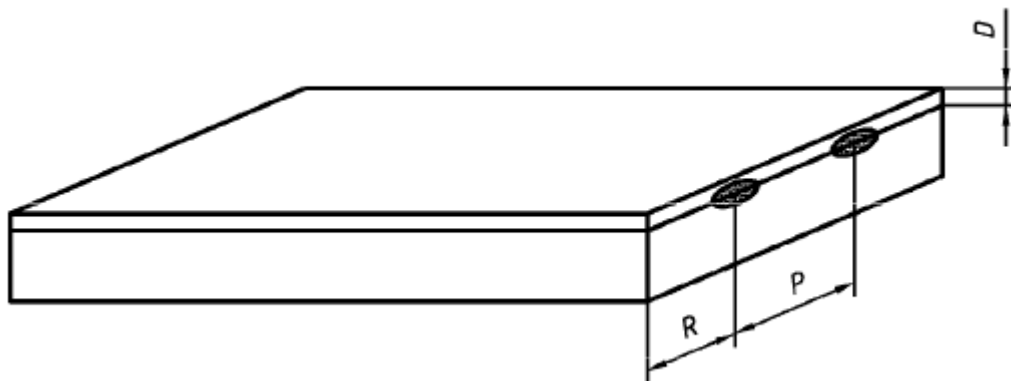
برای ضخامت تراشه‌ها T ، ابعاد مرجح $۰/۱۵mm$ ، $۰/۳۵mm$ ، $۰/۳۵mm$ ، $۰/۶۲۵mm$ و $۱/۰mm$ و $۲/۰mm$ توصیه می‌شوند، اما الزامی نیستند.

یادآوری به علت اختلاف در مواد پایه و اندازه تراشه‌های به کار رفته، به نظر می‌رسد در حال حاضر تعریف ابعاد مرجح برای طول و پهنا متداول نباشد.

۳-۴ هندسه موجبر (شکل ۲ را ببینید)

ابعاد در جدول ۲ فهرست شده اند، به علاوه حدود رواداری آنها باید مشخص شوند. حدود رواداری (بر حسب میکرومتر است) مقادیر گام، P ، باید به علامت مرجع برای هر موقعیت واحد ارجاع داده شود.

ابعاد مرجح $۰/۱۲۵mm$ ، $۰/۲۵mm$ و $۰/۴mm$ برای گام P توصیه می‌شوند، اما الزامی نیستند.



شکل ۲- موقعیت موجبرها در تراشه

جدول ۲- ابعاد برای توصیف موقعیت موجبر در تراشه

(مربوط به محور اپتیکی موجبر)

مشخصات	فاصله تا علامت مرجع	گام	عمق زیر رویه
نماد	R	P	D
یکا	mm	mm	mm

۴-۴ حدود رواداری فیبر

برای دستیابی به تلفات جفت‌شدگی پایین لازم با آرایه‌های فیبر، معمولاً استفاده از فیبرهای نوری ضرورت دارد که حدود رواداری آن‌ها اساساً کمتر از فیبرهایی است که به وسیله مولد تعیین شده‌اند. بنابراین، حدود رواداری برای ابعاد فیبرهای نوری باید معین شوند (جدول ۳ را ببینید).

جدول ۳- ابعاد فیبرهای نوری برای توصیف انحراف ها

انحراف	حد رواداری قطر پوشش	غیر چرخشی بودن پوشش	حد رواداری قطر هسته	غیر چرخشی بودن هسته	خطای حرکت دورانی هسته / پوشش
یکا	μm	μm	μm	μm	μm

اندازه‌گیری باید مطابق با IEC 60793-1-2 انجام گیرد.

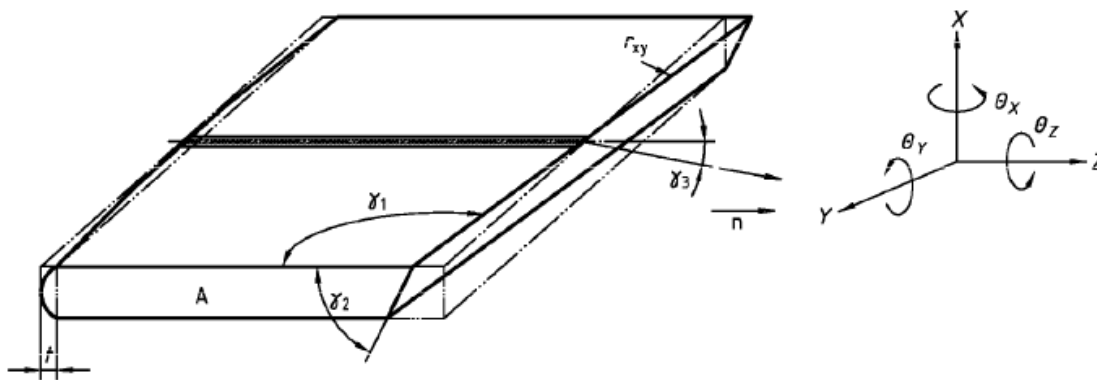
برای حفظ قطبش، انحراف حرکت دورانی هسته، در این مورد انحراف مرکز میدان نزدیک را از مرکز هندسی فیبر تعیین می‌کند. به علاوه، اندازه لکه^۱ فیبر باید مطابق بخش ۴-۶ باشد و تلفات جفت‌شدگی نشان داده شود.

۵-۴ خواص سطح انتهایی (شکل ۳ را ببینید)

اندازه‌گیری Ra باید مطابق با ISO 4288 انجام شود.

ابعاد، زوایا و شعاع‌های در جداول ۴ تا ۶ فهرست شده‌اند و حدود رواداری آنها باید مشخص شوند. پوشش‌های سطحی (بازتابی، ضد بازتابی، لایه ربع طول موج) باید نشان داده شوند.

^۱ - spot size



شکل ۳- دستگاه مختصات و ابعاد سطح انتهایی تراشه

جدول ۴- زوایای توصیف کننده سطح انتهایی تراشه

مشخصه	زاویه بین سطح جانبی و سطح انتهایی A	زاویه بین سطح تراشه و سطح انتهایی	زاویه بین محور اپتیکی موجبر و عمود سطح انتهایی
نماد	γ_1	γ_1	γ_1
یکا	.	.	.

جدول ۵- پارامترهای توصیف کننده همواری سطح انتهایی تراشه

مشخصه	شعاع های لبه تراشه	همواری سطح انتهایی تراشه (شکل ۳ را ببینید)
نماد	Γ_{xy}	t
یکا	mm	mm

جدول ۶- زبری سطح انتهایی تراشه

مشخصه	انحراف متوسط حسابی از پروفیل زبری
نماد	Ra
یکا	μm

۶-۴ اندازه لکه

اندازه های لکه میدان نزدیک افقی و عمودی $w_{y2}, w_{y1}, w_{x2}, w_{x1}$ باید مطابق استاندارد ISO11807-1-5.3.12 تعیین شوند.

۷-۴ صفحه قطبش

مد TE یا TM (5-1-2-5 و 5-2-1-4، ISO 11807-1:-5-2-1-4) را ببینید) باید معین باشند.