



سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان
مرکز آموزشی شیخ مرتضی انصاری دزفول

تحقیق اختیاری درس فیزیک:

تکنولوژی فیبر نوری

Optical Fiber Technology

تهیه کننده:

امیر عارفیان

کلاس:

اول دبیرستان ۲

سال تحصیلی:

۸۲-۸۳

به نام خدا

بعد از اختراع لیزر در سال ۱۹۶۰ میلادی، ایده بکارگیری فیبر نوری برای انتقال اطلاعات شکل گرفت. خبر ساخت اولین فیبر نوری در سال ۱۹۶۶ همزمان در انگلیس و فرانسه با تضعیفی برابر با اعلام شد که عملاً در انتقال اطلاعات مخابراتی قابل استفاده نبود؛ تا اینکه در سال ۱۹۷۶ با کوشش فراوان محققین تلفات فیبر نوری تولیدی شدیداً کاهش داده شد و به مقداری رسید که قابل ملاحظه با سیم های کوسیکال مورد استفاده در شبکه مخابرات بود.

در ایران در اوایل دهه ۶۰، فعالیت های تحقیقاتی در زمینه فیبر نوری در مرکز تحقیقات منجر به تاسیس مجتمع تولید فیبر نوری در پونک تهران گردید و عملاً در سال ۱۳۷۳ تولید فیبرنوری با ظرفیت ۵۰،۰۰۰ کیلومتر در سل در ایران آغاز شد. فعالیت استفاده از کابل های نوری در دیگر شهرهای بزرگ ایران شروع شد تا در آینده نزدیک از طریق یک شبکه ملی مخابرات نوری به هم متصل شوند.

فیبر نوری یکی از محیط های انتقال داده با سرعت بالا است. امروزه از فیبر نوری در موارد متفاوتی نظیر: شبکه های تلفن شهری و بین شهری، شبکه های کامپیوتری و اینترنت استفاده بعمل می آید. فیبرنوری رشته ای از تارهای شیشه ای بوده که هر یک از تارها دارای ضخامتی معادل تار موی انسان را داشته و از آنان برای انتقال اطلاعات در مسافت های طولانی استفاده می شود.

فیبرنوری یک موجبر استوانه ای از جنس شیشه (یا پلاستیک) که دو ناحیه مغزی و غلاف با ضریب شکست متفاوت ودولایه پوششی اولیه وثانویه پلاستیکی تشکیل شده است. بر اساس قانون اسنل برای انتشار نور در فیبر نوری شرط می بایست برقرار باشد که به ترتیب ضریب شکست های مغزی و غلاف هستند. انتشار نور تحت تاثیر عواملی ذاتی و اکتسابی دچار تضعیف می شود. این عوامل عمدتاً ناشی از جذب ماورای بنفش، جذب مادون قرمز، پراکندگی رایلی، خمش و فشارهای مکانیکی بر آنها هستند.

✓ بخش های یک فیبر نوری

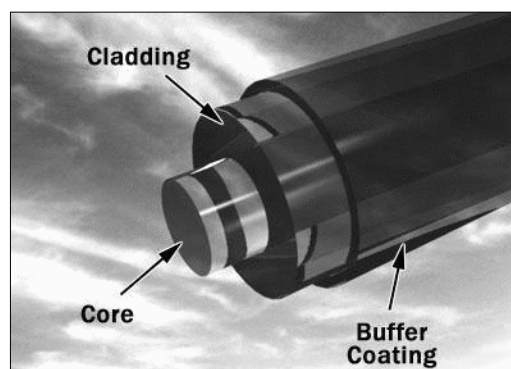
یک فیبر نوری از سه بخش متفاوت تشکیل شده است :

هسته (Core). هسته نازک شیشه ای در مرکز فیبر که سیگنال های نوری در آن حرکت می نمایند.

روکش (Cladding). بخش خارجی فیبر بوده که دورتادور هسته را احاطه کرده و باعث برگشت نور منعکس شده به هسته می گردد.

بافر رویه (Buffer Coating). روکش پلاستیکی که باعث حفاظت فیبر در مقابل رطوبت و سایر موارد آسیب پذیر، است.

صدها و هزاران نمونه از رشته های نوری فوق در دسته هائی سازماندهی شده و کابل های نوری را بوجود می آورند. هر یک از کلاف های فیبر نوری توسط روکش هائی با نام Jacket محافظت می گردند.



✓ فیبرهای نوری نسل سوم

طراحان فیبرهای نسل سوم، فیبرهایی را مد نظر داشتند که دارای حداقل تلفات و پاشندگی باشند. برای دستیابی به این نوع فیبرها، محققین از حداقل تلفات در طول موج ۱/۵۵ میکرون و از حداقل پاشندگی در طول موج ۱/۳ میکرون بهره جستند و فیبری را طراحی کردند که دارای ساختار نسبتاً پیچیده تری بود. در عمل با تغییراتی در پروفایل ضریب شکست فیبرهای تک مد از نسل دوم، که حداقل پاشندگی آن در محدوده ۱/۳ میکرون قرار داشت، به محدوده ۱/۵۵ میکرون انتقال داده شد و بدین ترتیب فیبر نوری با ماهیت متفاوتی موسوم به فیبر دی.اس.اف ساخته شد.

فیبرهای نوری در دو گروه عمده ارائه می گردند:

فیبرهای تک حالت (Single-Mode). بمنظور ارسال یک سیگنال در هر فیبر استفاده می شود (تلفن)

فیبرهای چندحالت (Multi-Mode). بمنظور ارسال چندین سیگنال در یک فیبر استفاده می شود

(شبکه های کامپیوتری)

فیبرهای تک حالت دارای یک هسته کوچک (تقریباً ۹ میکرون قطر) بوده و قادر به ارسال نور لیزری مادون قرمز (طول موج از ۱۳۰۰ تا ۱۵۵۰ نانومتر) می باشند. فیبرهای چند حالت دارای هسته بزرگتر (تقریباً ۵ / ۶۲ میکرون قطر) و قادر به ارسال نور مادون قرمز از طریق LED می باشند.

✓ ارسال نور در فیبر نوری

فرض کنید، قصد داشته باشیم با استفاده از یک چراغ قوه کی راهروی بزرگ و مستقیم را روشن نمائیم. همزمان با روشن نمودن چراغ قوه، نور مربوطه در طول مسیر مستقیم راهرو تابانده شده و آن را روشن خواهد برد. با توجه به عدم وجود خم و یا پیچ در راهرو در رابطه با تابش نور چراغ قوه مشکلی وجود نداشته و چراغ قوه می تواند (با توجه به نوع آن) محدوده مورد نظر را روشن کند. در صورتیکه راهروی فوق دارای خم و یا پیچ باشد، با چه مشکلی برخورد خواهیم کرد؟ در این حالت می توان از یک آئینه در محل پیچ راهرو استفاده تا باعث انعکاس نور از زاویه مربوطه گردد. در صورتیکه راهروی فوق دارای پیچ های زیادی باشد، چه کار بایست کرد؟ در چنین حالتی در تمام طول مسیر دیوار راهروی مورد نظر، می بایست از آئینه استفاده کرد. بدین ترتیب نور تابانده شده توسط چراغ قوه (با یک زاویه خاص) از نقطه ای به نقطه ای دیگر حرکت کرده (جهش کرده و طول مسیر راهرو را طی خواهد برد). عملیات فوق مشابه آنچه می باشد در فیبر نوری انجام می گیرد. نور، در کابل فیبر نوری از طریق هسته (نظیر راهروی مثال ارائه شده) و توسط جهش های پیوسته با توجه به سطح آبیاری شده (Cladding) (مشابه دیوارهای شیشه ای مثال ارائه شده) حرکت می کند. (مجموع انعکاس داخلی). با توجه به اینکه سطح آبکاری شده، قادر به جذب نور موجود در هسته نمی باشد، نور قادر به حرکت در مسافت های طولانی می باشد. برخی از سیگنال های نوری بدلیل عدم خلوص شیشه موجود، ممکن است دچار نوعی تضعیف در طول هسته گردند. میزان تضعیف سیگنال نوری به درجه خلوص شیشه و طول موج نور انتقالی دارد. (مثلاً موج با طول ۸۵۰ نانومتر بین ۶۰ تا ۷۵ درصد در هر کیلومتر، موج با طول ۱۳۰۰ نانومتر بین ۵۰ تا ۶۰ درصد در هر کیلومتر، موج با طول ۱۵۵۰ نانومتر بیش از ۵۰ درصد در هر کیلومتر)

✓ کاربردهای فیبر نوری

الف) کاربرد در احساسگرها

استفاده از احساسگرهای فیبر نوری برای اندازه گیری کمیت های فیزیکی مانند جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی فشار، حرارت، جابجایی، آلودگی آب های دریا، سطح مایعات، تشعشعات پرتوهای گاما و ایکس در سال های اخیر شروع شده است. در این نوع احساسگرها، از فیبر نوری به عنوان عنصر اصلی احساسگر بهره گیری می شود بدین ترتیب که خصوصیات فیبر تحت میدان کمیت مورد اندازه گیری تغییر یافته و با اندازه شدت کمیت تاثیر پذیر می شود.

(ب) کاربردهای نظامی

فیبرنوری کاربردهای بی شماری در صنایع دفاع دارد، که از آن جمله می توان برقراری ارتباط و کنترل با آنتن رادار، کنترل و هدایت موشک ها، ارتباط زیر دریایی ها (هیدروفون) را نام برد.

(ج) کاربردهای پزشکی

فیبرنوری در تشخیص بیماری ها و آزمایش های گوناگون در پزشکی کاربرد فراوان دارد که از آن جمله می توان دزیمتری غدد سرطانی، شناسایی نارسایی های داخلی بدن، جراحی لیزری و استفاده در دندانپزشکی و اندازه گیری مایعات و خون نام برد.

✓ فن آوری ساخت فیبرهای نوری

برای تولید فیبر نوری، ابتدا ساختار آن در یک میله شیشه ای موسوم به پیش سازه از جنس سیلیکا ایجاد می گردد و سپس در یک فرایند جداگانه این میله کشیده شده تبدیل به فیبر می گردد. از سال ۱۹۷۰ روش های متعددی برای ساخت انواع پیش سازه ها به کار رفته است که اغلب آنها بر مبنای رسوب دهی لایه های شیشه ای در اخل یک لوله به عنوان پایه قرار دارند.

✓ روشهای ساخت پیش سازه

روش های فرایند فاز بخار برای ساخت پیش سازه فیبرنوری را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

- رسوب دهی داخلی در فاز بخار

- رسوب دهی بیرونی در فاز بخار

- رسوب دهی محوری در فاز بخار

✓ مواد لازم در فرایند ساخت پیش سازه

- تتراکلرید سیلیسکون: این ماده برای تامین لایه های شیشه ای در فرایند مورد نیاز است.

- تتراکلرید ژرمانیوم: این ماده برای افزایش ضریب شکست شیشه در ناحیه مغزی پیش سازه استفاده می شود.

- اکسی کلرید فسفریل: برای کاهش دمای واکنش در حین ساخت پیش سازه، این مواد وارد واکنش می شود.

- گاز فلوئور: برای کاهش ضریب شکست شیشه در ناحیه غلاف استفاده می شود.

- گاز هلیم: برای نفوذ حرارتی و حباب زدایی در حین واکنش شیمیایی در داخل لوله مورد استفاده قرار می گیرد.

- گاز کلر: برای آب زدایی محیط داخل لوله قبل از شروع واکنش اصلی مورد نیاز است.

✓ مراحل ساخت

مراحل سیقل حرارتی: بعد از نصب لوله با عبور گاز های کلر و اکسیژن، در درجه حرارت بالاتر از ۱۸۰۰

درجه سلسیوس لوله سیقل داده می شود تا بخار آب موجود در جدار داخلی لوله از آن خارج شود.

مرحله اچینگ: در این مرحله با عبور گاز های کلر، اکسیژن و فرئون لایه سطحی جدار داخلی لوله پایه خورده

می شود تا ناهمواری ها و ترک های سطحی بر روی جدار داخلی لوله از بین بروند.

لایه نشانی ناحیه غلاف : در مرحله لایه نشانی غلاف ، ماده تترا کلرید سیلیسیوم و اکسی کلرید فسفریل به حالت بخار به همراه گاز های هلیوم و فرئون وارد لوله شیشه ای می شوند و در حالتی که مشعل اکسی هیدروژن با سرعت تقریبی ۱۲۰ تا ۲۰۰ میلی متر در دقیقه در طول لوله حرکت می کند و دمایی بالاتر از ۱۹۰۰ درجه سلسیوس ایجاد می کند ، واکنش های شیمیایی زیر بدست می آیند.

ذرات شیشه ای حاصل از واکنش های فوق به علت پدیده ترموفریسیس کمی جلوتر از ناحیه داغ پرتاب شده و بر روی جداره داخلی رسوب می کنند و با رسیدن مشعل به این ذرات رسوبی حرارت کافی به آنها اعمال می شود به طوری که تمامی ذرات رسوبی شفاف می گردند و به جدار داخلی لوله چسبیده و یکنواخت می شوند. بدین ترتیب لایه های شیشه ای مطابق با طراحی با ترکیب در داخل لوله ایجاد می گردد و در نهایت ناحیه غلاف را تشکیل می دهد.

✓ مزایای فیبر نوری

فیبر نوری در مقایسه با سیم های های مسی دارای مزایای زیر است :

ارزانتر: هزینه چندین کیلومتر کابل نوری نسبت به سیم های مسی کمتر است .

نازک تر: قطر فیبرهای نوری بمراتب کمتر از سیم های مسی است .

ظرفیت بالا: پهنای باند فیبر نوری بمنظور ارسال اطلاعات بمراتب بیشتر از سیم مسی است .

تضعیف ناچیز: تضعیف سیگنال در فیبر نوری بمراتب کمتر از سیم مسی است .

سیگنال های نوری : برخلاف سیگنال های الکتریکی در یک سیم مسی ، سیگنال های نوری در یک فیبر تاثیری بر فیبر دیگر نخواهند داشت .

مصرف برق پایین: با توجه به سیگنال ها در فیبر نوری کمتر ضعیف می گردند ، بنابراین می توان از فرستنده هائی با میزان برق مصرفی پایین نسبت به فرستنده های الکتریکی که از ولتاژ بالائی استفاده می نمایند ، استفاده کرد.

سیگنال های دیجیتال: فیبر نوری مناسب بمنظور انتقال اطلاعات دیجیتالی است .

غیر اشتعال زا: با توجه به عدم وجود الکتریسیته ، امکان بروز آتش سوزی وجود نخواهد داشت .

سبک وزن: وزن یک کابل فیبر نوری بمراتب کمتر از کابل مسی (قابل مقایسه) است.

انعطاف پذیر: با توجه به انعطاف پذیری فیبر نوری و قابلیت ارسال و دریافت نور از آنان، در موارد متفاوت نظیر دوربین های دیجیتال با موارد کاربردی خاص مانند : عکس برداری پزشکی ، لوله کشی و ... استفاده می گردد.

با توجه به مزایای فراوان فیبر نوری ، امروزه از این نوع کابل ها در موارد متفاوتی استفاده می شود. اکثر شبکه های کامپیوتری و یا مخابرات از راه دور در مقیاس وسیعی از فیبر نوری استفاده می نمایند.

پایان
