تاریخچه مخابرات نوری*

گردآوری: بهرام شمس

بخش سوم

مشخصات انواع فیبر و مقایسه بین آنها:

۱- فیبر چند مدی با ضریب شکست پله ای:

۱-۱ ضریب شکست هسته: $n_1 = ۱/۴۸$

۱-۲ ضریب شکست غلاف: $n_2 = ۱/۴۵۶$

۱-۳ قطر هسته: ۵۰ الی ۴۰۰ میکرون

۱-۴ قطر غلاف: ۱۲۵ الی ۵۰۰ میکرون

۱-۵ قطر روکش: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۱-۶ تضعیف: $۱ \frac{db}{km}$ الی $۵۰ \frac{db}{km}$

۱-۷ پهنای باند: $۶ \frac{MHZ.km}{}$ الی $۲۵ \frac{MHZ.km}{}$

۱-۸ روزنه عددی (N.A): ۰/۱۶ الی ۰/۵

۲- فیبر تک مدی با ضریب شکست پله ای:

۲-۱ ضریب شکست هسته: $n_1 = ۱/۴۶۰$

۲-۲ ضریب شکست غلاف: $n_2 = ۱/۴۵۶$

۲-۳ قطر هسته: ۳ الی ۱۲ میکرون

۲-۴ قطر غلاف: ۵۰ الی ۱۲۵ میکرون

۲-۵ قطر روکش محافظ: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۲-۶ تضعیف: $۰/۲ \frac{db}{km}$ الی $۵ \frac{db}{km}$

۲-۷ پهنای باند: $۵۰۰ \frac{MHZ.km}{}$ و تا حدود $۲۰۰ \frac{GHZ.km}{}$

۲-۸ روزنه عددی (N.A): ۰/۰۸ الی ۰/۱۵ (معمولاً حدود ۰/۱)

۳- فیبر چند مدی با ضریب شکست مرحله ای:

۳-۱ ضریب شکست هسته: $n_1 = ۱/۴۸$

۳-۲ ضریب شکست غلاف: $n_2 = ۱/۴۶$

۳-۳ قطر هسته: ۳۰ الی ۱۰۰ میکرون(در مخابرات ۵۰ میکرون)

۳-۴ قطر غلاف: ۱۰۰ الی ۱۵۰ میکرون (در مخابرات ۱۲۵ میکرون کاربرد دارد)

۳-۵ قطر روکش محافظ: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۳-۶ تضعیف: $۰/۷ \frac{db}{km}$ الی $۱۰ \frac{db}{km}$

۳-۷ پهنای باند: $۱۵۰ \frac{MHZ.km}{}$ الی $۲ \frac{GHZ.km}{}$

۳-۸ روزنه عددی (N.A): ۰/۲ الی ۰/۳

٤- فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی[۳۴]

فیبرهای چند مدی پله ای و مرحله ای که هسته آن از جنس سیلیس ولی غلاف آن از جنس "پلاستیک"باشد نیز ساخته می شوند. این نوع فیبر "PCS" نامیده می شود.

مشخصات این نوع فیبر عبارتند از: (مشخصات ضریب شکست در هر نوع پله ای و مرحله ای یکسان است)

ضریب شکست هسته: $n_1 = ۱/۴۶$ و

ضریب شکست غلاف: $n_2 = ۱/۳۹$

۴-۱ فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست پله ای:

۴-۱-۱ قطر هسته: ۱۰۰ الی ۵۰۰ میکرون

۴-۱-۲ قطر غلاف: ۳۰۰ الی ۸۰۰ میکرون

۴-۱-۳ قطر روکش محافظ: ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۴-۱-۴ تضعیف: $۵ \frac{db}{km}$ الی $۵۰ \frac{db}{km}$

۴-۱-۵ پهنای باند: $۵ \frac{MHZ.km}{}$ الی $۲۵ \frac{MHZ.km}{}$

۴-۱-۶ روزنه عددی: ۰/۲ الی ۰/۲

۴-۲ مشخصات فیبر چند مدی با غلاف پلاستیکی با ضریب شکست مرحله ای:

۴-۱-۱ قطر هسته: ۵۰ الی ۱۰۰ میکرون

۴-۱-۲ قطر غلاف: ۱۲۵ الی ۱۵۰ میکرون

۴-۱-۳ قطر روکش محافظ: ۲۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۴-۱-۴ تضعیف: ۱۵ db/km الی ۴ db/km

۴-۱-۵ پهنای باند: ۴۰۰ $MHZ.km$ الی ۲۰۰ $MHZ.km$

۴-۱-۶ روزنه عددی: ۰/۲ الی ۰/۳

۵- فیبرهای چند مدی تمام پلاستیک[۳۵]

هسته و غلاف این نوع فیبرها از جنس پلاستیک می باشند که معمولاً از نوع با ضریب شکست پله ای ساخته می شوند. این نوع فیبرها به دلیل داشتن هسته و غلاف پلاستیکی, فاقد روکش محافظ بوده و کاربردی در مخابرات نیز ندارند. این نوع فیبرها, دارای روزنه عددی بزرگی می باشند و دارای مشخصات زیر هستند:

۵-۱ ضریب شکست هسته: n_1 =۱/۵

۵-۲ ضریب شکست غلاف: n_2 =۱/۴

۵-۳ قطر هسته: ۲۰۰ الی ۶۰۰ میکرون

۵-۴ قطر غلاف: ۴۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرون

۵-۵ تضعیف: ۱۰۰۰ db/km الی۱۵۰ db/km

۵-۶ پهنای باند: فوق العاده کم

۵-۷ روزنه عددی: ۰/۵الی ۰/۶

مزایا و معایب فیبرها:

۱- مزایای فیبرهای چند مدی در مقایسه با فیبرهای تک مدی:

۱-۱ بزرگتر بودن قطر هسته

۱-۲ ساده تر بودن تزریق انرژی نور به داخل فیبر

۱-۳ امکانات بهتر برای اتصال فیبرها به یکدیگر

۱-۴ امکان استفاده از هر دو منبع نور LD و LED (در صورتیکه فیبر تک مدی با نور لیزری "LD" بهتر کار می کند.)

۲- معایب فیبر چند مدی در مقایسه با فیبر تک مدی:

۲-۱ فیبر چند مدی دارای اعوجاج بین مدی می باشد.

۲-۲ پهنای باند فیبرهای چند مدی, کوچک تر از فیبر تک مدی می باشد.

۲-۳ تلفات یا تضعیف در فیبرهای چند مدی بیشتر است.

۲-۴ امکان ساخت فیبرهای چند مدی طولانی(با طول بلند) کمتر است.

منابع نور:

دستگاه هایی که وظیفه تبدیل سیگنال الکتریکی به سیگنال نوری را انجام می دهند, منابع نور نامیده می شوند. منابع نور دو دسته اند:

۱- LED [۳۶]

۲- LD [۳۷]

هر دو دسته از نیمه هادی هایی که از ترکیب آلومینیوم(Al)، گالیم(Ga)، آرسنیک(As), ژرمانیم(Ge), فسفر(P), ایندیم(In)، آنتیموان(Sb) و سیلیسیم(Si) حاصل می شوند.

Laser از کلمات زیر تشکیل شده است:
(Light amplification by stimulated emission of radiation)
که به معنی "تقویت کننده نور توسط تشعشع تابش برانگیخته می باشد".
- لیزر توسط Townes، Basov و Prokhrov ، پیشنهاد گردید.

شرایط منابع نور مورد استفاده در سیستم های مخابرات نوری

۱- طول موج:

طول موج منبع نور باید در جایی قرار گیرد که تلفات فیبر نوری, بسیار کم و در عین حال، اعوجاج آن نیز کمینه باشد. طول موج نور در حوالی ۱/۳ تا ۱/۵۵ میکرون(۱۳۱۰ تا ۱۵۵۰ نانومتر) طراحی می گردد و بلور آن ترکیب زیر است:

InGaAsP (ایندیم، گالیم، آرسنیک، فسفر)

InGaAs (ایندیم، گالیم، آرسنیک)

GaAsSb (گالیم، آرسنیک، آنتیموان)

۲- قابلیت اطمینان:

عمر مفید طولانی, از ضروریات منبع نور است. هدف این است که عمر چنین منابعی حدوداً به $۱۰^{۶}$ ساعت(۱۱۴ سال) برسد.

۳- توان خروجی:

منبع نور باید بتواند به حدی توان در سیستم مخابراتی تحویل دهد که پاسخگوی تلفات بوده و حداقل توان قابل دریافتی را به آشکارساز برساند. در حال حاضر توان های ۱ الی ۱۰ میلی وات رایج است.

۴- راندمان توانی:

راندمان منبع نور باید بیشتر از ۱۰٪ باشد.

$$\eta = {}^{p_o}\!/_{p_i} \times 100 > 10$$

۵- پهنای طیف[۳۸]

پهنای طیف منبع نور, اثر شدیدی بر پهنای باند سیستم مخابراتی دارد. هرقدر پهنای باند زیادتری برای سیستم در نظر گرفته شود، لازم است پهنای باند منبع نور کوچک تر شود. برای سیستم های پر ظرفیت که از فیبر تک مدی استفاده می شود, پهنای طیف از رابطه زیر به دست می آید:

$$\delta_\lambda = A\,{}^{100}\!/_{L\Delta f}\,[A^\circ]$$

L: طول فیبر بر حسب کیلومتر

Δf: پهنای باند بر حسب GHZ

A: با شکل پالس تعیین می گردد.

۶- همگرایی[۳۹]

منبع نور بایستی از کیفیت خوبی برخوردار باشد, به نحوی که بتوان آن را کاملاً متمرکز کرد. این تمرکز پذیری هنگام تحویل توان از منبع به داخل فیبر، از اهمیت فراوانی برخوردار است.

۷- مدولاسیون

در سیستم های مخابرات نوری, از نور به عنوان حمل کننده استفاده می شود. مدولاسیون به دو روش امکان پذیر است:

۷-۱ مدولاسیون مستقیم که شدت نور خارجی مستقیماً مدوله می شود.

۷-۲ مدولاسیون خارجی که نور خارجی به وسیله مدولاتور مدوله می شود.

۸- اندازه, وزن و صرفه اقتصادی:

منبع نور بایستی از نظر شکل و اندازه, قابل قیاس با دیگر اجزاء سیستم مخابرات نوری و قیمت آن هم مناسب باشد.

آشکار سازهای نوری[۴۰]

در سیستم های فیبر نوری، نوعی آشکارساز در طرف گیرنده فیبر موردنیاز است تا نور مدوله را که در طول فیبر منتشر شده است آشکار نماید. به عبارت دیگر سیگنال های نوری را به سیگنال های الکتریکی تبدیل می کند. این آشکار سازها از فتودیودهای نیمه هادی می باشند که براحتی به فیبر کوپله می شوند و باید دارای مشخصات زیر باشند:

۱. حساسیت زیاد به نور در طول موج منبع نور
۲. پهنای باند خوب
۳. زمان سریع پاسخ به نور
۴. نویز کم
۵. پایداری مشخصات در صورت تغییرات شرایط خارجی
۶. قابلیت اطمینان
۷. عدم نیاز به ولتاژهای زیاد
۸. اندازه کوچک
۹. قیمت کم

دونوع اصلی از فتودیودهای نیمه هادی که دارای شرایط فوق هستند عبارتند از:

۱. PIN دیود
۲. APD[۴۱]

پانویس ها:

16-Refractive Index
17-Premitivity
18-Acceptance Angle
19-Core
20-Acceptance Cone
21-Numerical Aperture
22-Absorption Losses
23-Scattering Losses
24-Bend or Radiation Losses
25-Joint and Splices Losses
26-Dispersion
27-Intra modal Dispersion
28-Inter modal Dispersion
29-Modal
30- Buffer Jacket
31- Step Index Fiber Optic
32- Graded Index Fiber Optic
33- Dupont
34- Plastic Clad Fiber
35- All Plastic Fibers
36- Light Emitting Diode
37- Laser Diode
38- Spectral Width
39- Focusing Effect
40- Optical Detectors
41- Avalanch Photo Diode