

지금 이 순간

- [홈](#)
- [태그](#)
- [미디어로그](#)
- [위치로그](#)
- [방명록](#)

광섬유 분산과 손실

Optical Network/광통신개요 2015. 9. 20. 10:55

1. 개요
2. 광케이블의 전송 손실
 - 2.1 재료 손실(내적 요인, Intrinsic factors)
 - 가. 흡수 손실
 - 나. 산란 손실
 - 2.2 부가적 손실(외적 요인, Extrinsic factors)
 - 가. 구조 불안전에 의한 손실
 - 나. 구부러짐 손실
 - 다. 마이크로밴딩손실
 - 라. 접속 손실
3. 광섬유의 분산
 - 3.1 모드간 분산(Intermodal Dispersion)
 - 3.2 모드내 분산(Intramodal Dispersion)
 - 3.2.1 색분산(Chromatic Dispersion)
 - 3.2.2 편광모드분산
4. 비선형 광학효과
5. 영분산점
 - 5.1 영분산점의 위치
 - 5.2 분산천이 광섬유(DSF)
 - 5.3 비영분산천이 광섬유(None-Zero DSF)
6. 광섬유의 분산과 손실 특성

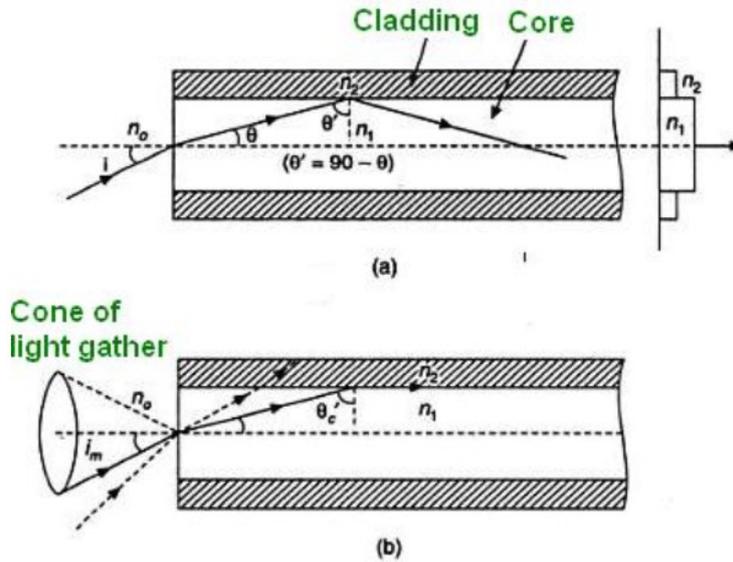
1. 개요

- 광케이블은 빛의 직진, 반사, 굴절의 원리에 의해 광에너지를 전파하는 부전도성의 도파관
- 광케이블의 전송 특성에는 크게 개구수(Numerical Aperture), 손실(Loss), 분산(Dispersion), 비선형 광학 효과 등이 있음
- 전송거리와 전송용량 증가에 가장 큰 영향을 미치는 광섬유의 특성이 분산과 손실임
- 손실이란 광신호가 광섬유를 진행하면서 신호의 강도가 약해지는 것을 말함
- 분산이란 전송되는 도중에 광펄스의 파형이 퍼져 이웃하는 광펄스와 서로 겹침으로써, 광섬유의 전송대역이 제한되는 현상임

<참조>

개구수(Numerical Aperture)

- 광섬유가 전송할 수 있는 빛을 받아들이는 각도의 sine값에 해당하는 수치
- 광섬유가 내부 전반사 조건을 만족하면서, 광원으로부터 빛을 얼마나 받을 수 있는지를 나타내는 능력 수치 값



<http://amrita.vlab.co.in/?sub=1&brch=189&sim=343&cnt=1>

- 스넬의 법칙에 의해

$$n_0 \sin i = n_1 \sin \theta$$

- 개구수는 다음과 같이 유도 가능

$$n_1 \sin \theta'_c = n_2 \sin 90$$

$$\sin \theta'_c = \frac{n_2}{n_1}$$

$$NA = n_0 \sin i_m = n_1 \sin \theta$$

$$= n_1 \sin(90 - \theta_c)$$

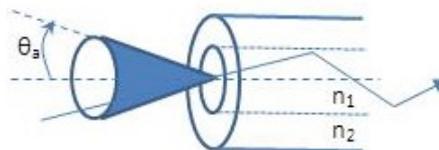
$$NA = n_1 \cos \theta'_c$$

$$= n_1 \sqrt{1 - \sin^2 \theta'_c}$$

Therefore, $NA = n_1 \sqrt{1 - \frac{n_2^2}{n_1^2}}$

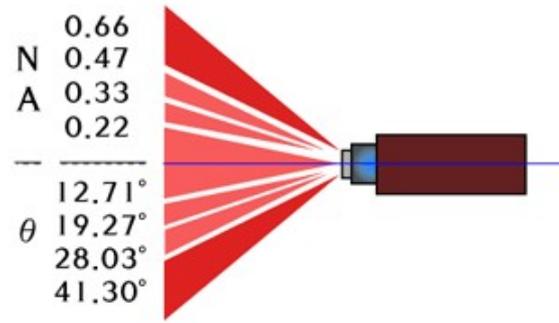
$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

- 수광각(Acceptance Angle)은 빛을 광섬유 코어에 조사할 때 전반사시킬수 있는 최대 입사 원뿔각

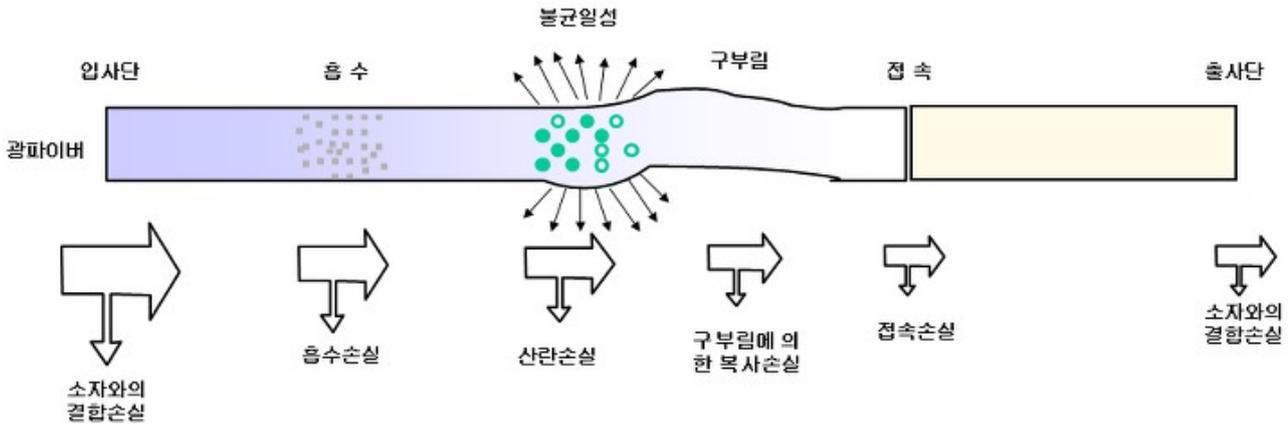


http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?nav=2&m_temp1=3634&id=4

- 개구수가 큰 광섬유일수록 광원과의 결합이 용이해짐



2. 광케이블의 전송 손실



2.1 재료 손실(내적 요인, Intrinsic factors)

가. 흡수 손실

- 광섬유에 포함된 철, 크롬, 코발트와 같은 천이금속과 수분등의 불순물에 의해 일어나는 손실

나. 산란 손실

- 광섬유 내를 도파하는 광선이 코어 내에서 직진하지 못하고 사방으로 흩어져 버리는 현상
- 광섬유 재료의 밀도, 구성 성분의 불균일성 등의 여러가지 요인에 의해 일어남

2.2 부가적 손실(외적 요인, Extrinsic factors)

가. 구조 불안전에 의한 손실

- 코어와 클래드의 경계면이 불균일하여 생기는 손실

나. 구부러짐 손실

- 광섬유 케이블을 구부러 사용함으로써 생기는 손실

다. 마이크로벤딩손실

- 광섬유의 측면에서 가해지는 불균일한 압력에 의해 축이 미소하게 구부러짐으로써 발생하는 손실

손실

라. 접속 손실

- Coupling Loss: 광원 및 광섬유 간 결합에 따른 손실
- 스플라이싱손실(Splicing Loss): 광섬유 간 접속에 따른 손실

3. 광섬유의 분산

모드간 분산(Intermodal Dispersion) : 다중모드광섬유에 한함

모드내 분산(Intramodal Dispersion) : 단일모드광섬유에 한함

- 색분산 (Chromatic Dispersion) = 재료분산 + 구조분산

- 편광모드분산 (Polarization Mode Dispersion)

3.1 모드간 분산(Intermodal Dispersion)

- 다중모드 광섬유에 한함
- 모드(입사각) 사이의 전파 속도 차때문에 생기는 분산
- 다중모드 광섬유를 통하는 각 전파모드의 전송속도가 달라, 각 전파모드간 도착시간차이에 의해 광 펄스파형이 벌어지는 현상(다중 모드 찌그림짐)

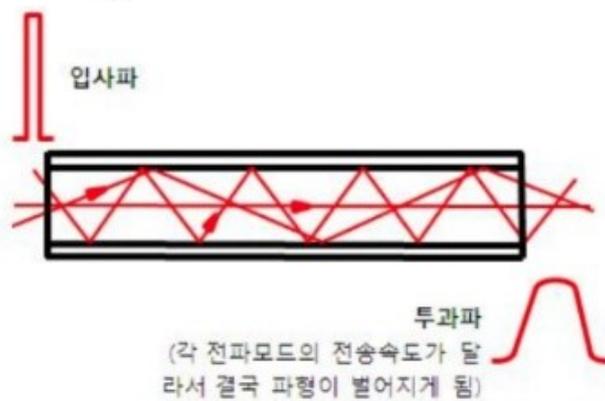
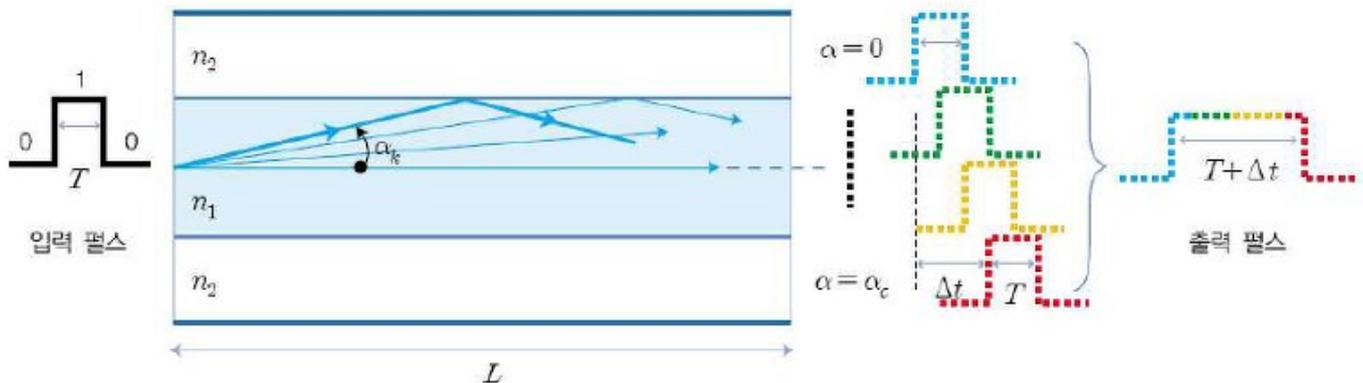
가. 특징

- 전파모드 수가 적을 수록 모드 분산이 적게 나타나고 고속전송이 가능

- 다중모드 광섬유 상에서 특히 계단형 굴절률일 경우에 모드 분산이 발생(따라서, 다중모드 광섬유는 모든 분산에 의해 전송 가능 거리가 크게 제한됨)

나. 모드간 찌그러짐을 줄이는 방법

- 매우 작은 직경의 광섬유 사용, 즉 하나의 모드만 사용하는 단일모드광섬유 사용
- 굴절률이 서서히 변하는 언덕형 굴절률 광섬유 사용(여러모드의 광선이 광섬유 끝단에 동시에 도착)

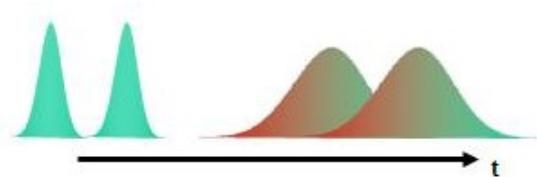


http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?nav=2&m_temp1=2041&id=25

3.2 모드내 분산(Intramodal Dispersion)

3.2.1 색분산(Chromatic Dispersion)

- 매질 내 진행하는 광 펄스를 구성하는 각 파장 성분들의 전파 지연시간이 서로 달라 나타나는 펄스 퍼짐 현상



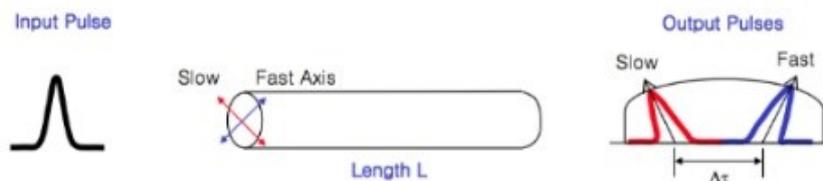
- 단일모드 광섬유의 주요 성능 제한 요소

가. 색분산 구분

- 재료분산: 광섬유를 구성하는 재료의 굴절률이 파장에 따라 달라서 생기는 분산
- 구조분산: 재료물질 특성이 아닌 구조적 요인에 의한 분산 발생, 광섬유의 구조변화로 인해 광이 광 섬유축과 이루는 각이 파장에 따라 변하면서 광 펄스의 퍼짐 발생

3.2.2 편광모드분산

- 한 곳에 입력된 편광상태에 따라 속도차이 발생

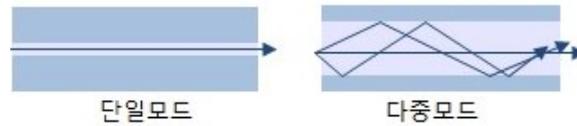


<참고>

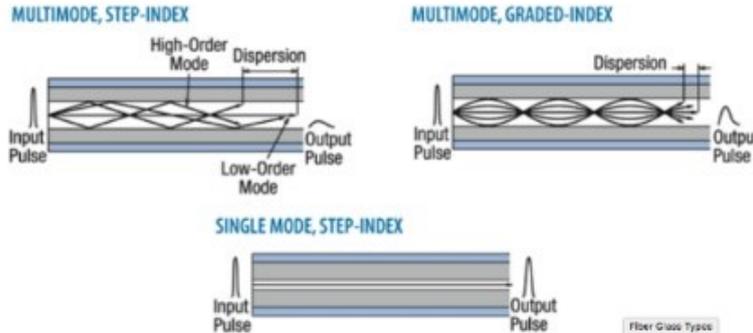
광섬유 내 전파모드

수백 이상의 전파모드가 전파 가능 : 다중모드 광섬유

단 하나의 전파모드 만 전파 가능 : 단일모드 광섬유



Fiber Glass Types



<http://www.l-com.com/content/Article.aspx?Type=L&ID=207>

	단일모드	다중모드
광코어 직경	적음	큼
제조 및 접속	어려움	용이
모드간 분산	없음, 대역폭 넓음	있음, 대역폭 좁음
용도	- 손실 및 분산 특성이 우수하여 광대역 장거리 전송 가능	- 모드내 분산으로 인해 단거리 구내통신선로의 간선계에 주로 적용 - 이를 개선하기 위해 Graded Index Fiber의 기술을 개발하여 빛의 분산을 최대한 줄임

4. 비선형 광학효과(Non-linear Optical Effect)

- 강한 빛과 물질과의 상호작용에서 발생하는 현상
- 입사 광의 세기에 따라 물질의 굴절률, 광학적 특성이 변하게 됨
- 대표적인 비선형 효과에는 유도산란과 광케르 효과가 있음
 - 유도산란: 빛의 전력에 따라 이득, 손실이 변하는 현상
 - 광케르효과: 빛의 세기에 따라 굴절률이 변하는 현상



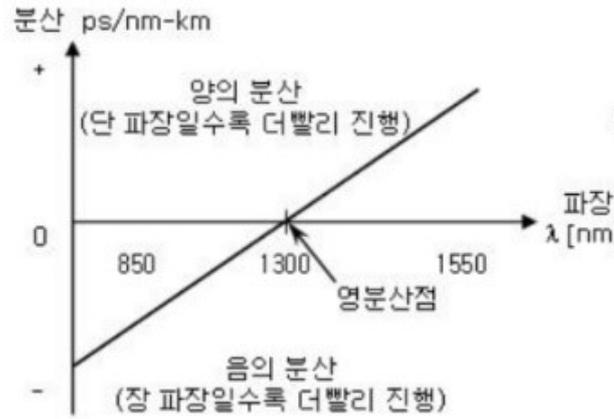
5. 영분산점

- 광섬유의 분산 중 재료 분산에 의해 긴 파장은 전송 속도가 빠르고, 짧은 파장은 전송 속도가 느리다
- 반면에 구조분산의 경우 긴 파장은 전송 속도가 느리고, 짧은 파장은 전송속도가 빠르게 됨
- 재료 분산 및 구조 분산이 서로 상쇄되는 파장 점을 영분산점이라고 한다.
- 영분산점에서는 장파장 및 단파장 성분이 모두 같은 속도를 보이는 파장

5.1 영분산점의 위치

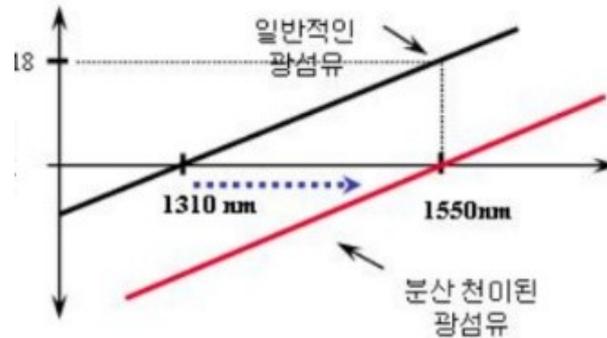
- 영분산점은 1300nm 부근
- 이 파장 부근대에서는 파장 분산 값이 거의 0이 됨(재료 분산과 구조 분산이 상반되는 영향을 갖게 됨)
- 850nm 부근에서는 긴 파장이 짧은 파장보다 더 빨리 진행하고, 1550nm 부근에서는 짧은 파장이

긴 파장보다 더 빨리 진행



5.2 분산천이 광섬유(DSF)

- 1300nm 부근에서는 1550nm보다 광섬유에서 감쇠가 심하므로, 영분산점을 1550nm 대역으로 이동시킨 광섬유가 사용되는데, 이를 DSF(Dispersion Shift Fiber:DSF)라고 함

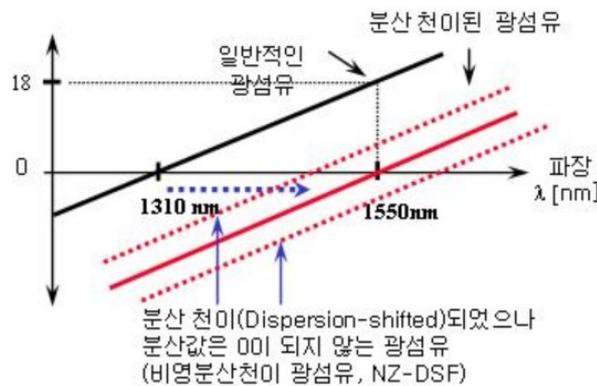


5.3 비영분산천이 광섬유(None-Zero DSF)

- 주요 파장대역(1550nm 부근)에서 나타나는 비선형 효과를 피하기 위해서 해당 파장대에서 분산값이 영보다 약간 큰 광섬유

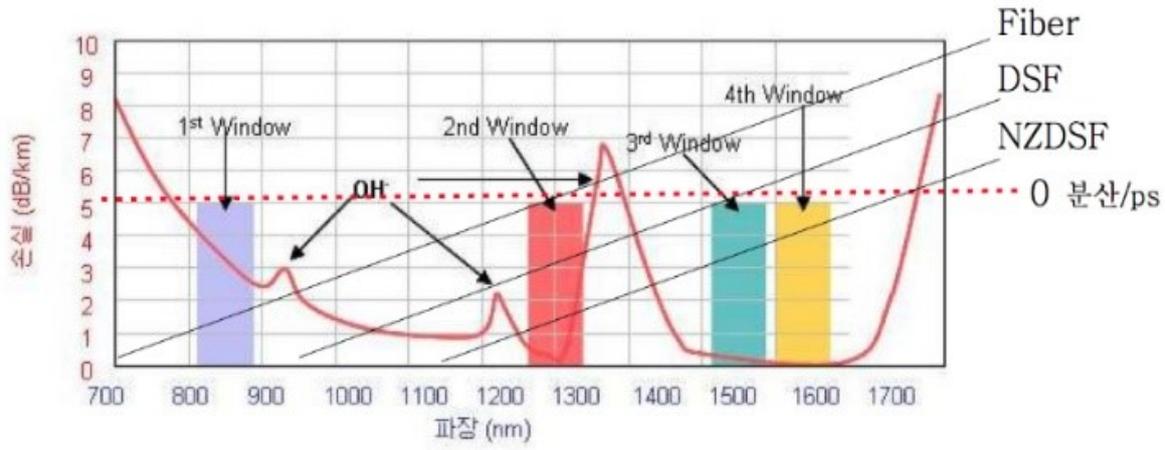
- 기존의 단일모드 광섬유는 광증폭기 증폭 대역(1550nm)에서 매우 큰 분산값을 갖음
- 분산천이 광섬유는 이 증폭 대역(1550nm)에서 분산값이 영이 됨
- 그러나 이 대역에서는 파장분할다중(WDM) 전송방식에서 채널간 간섭에 따라 비선형광학효과가 심하게 나타남

- 따라서, 분산값은 기존의 단일모드 광섬유보다는 다소 낮으면서도 사용파장대역에서는 분산값이 영이 되지않는 광섬유가 요구되는데 이러한 특성을 만족시키는 광섬유가 바로 비영분산 광섬유임

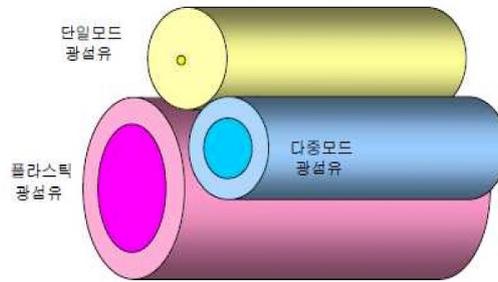


- WDM, DWDM 등 초고속 광통신에 적합함
- DSF보다 가격이 저렴함
- 10Gbps 이상 전송에 사용함

6. 광섬유의 분산과 손실 특성



<참조>



□ 광섬유의 유형

➤ 다중모드 광섬유

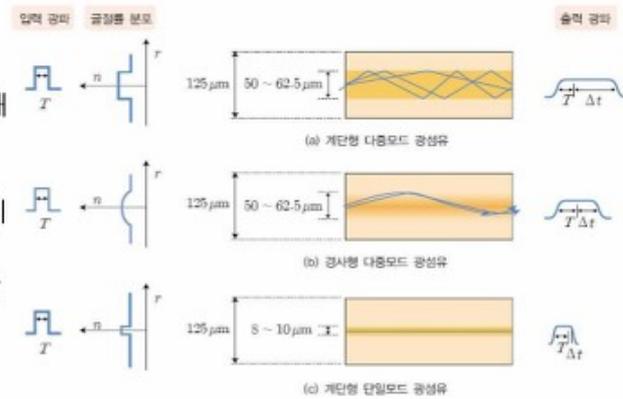
- 다루기가 쉽고 LED와 같은 저가의 광원을 사용할 수 있다.
- 전송 거리가 수 m에서 수십 km 이내로 멀지 않은 LAN과 같은 환경에서 사용된다.

클래딩 직경은 동일

광섬유	코어 직경/클래딩 직경	중심 편장	용용 분야
단일모드	(8~10μm)/125μm	1310nm 또는 1550nm	중·장거리 통신
다중모드	50μm/125μm	850nm 또는 1310nm	LAN 또는 MAN
	62.5μm/125μm	850nm 또는 1310nm	LAN

➤ 단일모드 광섬유

- 광섬유끼리의 연결을 고려하여 클래딩 직경은 다중모드와 동일
- 코어 직경이 작아 상호 연결하거나, 발광소자 또는 수광소자와 정렬하기 까다롭다.
- 모드 분산이 없어 BL값이 크게 향상 → 고속 장거리 통신에 주로 이용



광섬유와 광케이블.pdf

광섬유 종류별 특성.pdf

http://www.ktword.co.kr/abbr_view.php?id=25&m_temp1=3344&nav=2

4

구독하기

'Optical Network > 광통신개요' 카테고리의 다른 글

POF(Plastic Optical Fiber) (1)	2015.09.20
EDFA를 이용한 장거리 무중계 전송방식 (0)	2015.09.20
광통신 기술의 발달과정 다섯 단계로 나누어 설명 (0)	2015.09.20
광통신에 사용하는 광섬유 3개의 저손실창에 대하여 설명 (0)	2015.09.20
광섬유 도파원리 (0)	2015.09.20

Posted by 둔탱이
, 댓글 1개가 달렸습니다

지금 이 순간

저작권에 문제가 되는 부분은 알려주세요

구독하기

댓글을 달아 주세요

1. 익명 2017.02.05 04:37 [수정/삭제](#) [댓글쓰기](#)

비밀댓글입니다.

Name

Password

Homepage

비밀글

댓글 달기



저작권에 문제가 되는 부분은 알려주세요

by 둔탱이

관리자

글쓰기

검색

카테고리

- IT/Technology (421)
 - Communication_Theory (50)
 - Multimedia (54)
 - Wireless_Communication (80)
 - Telecommunication (55)
 - Internet (93)
 - Optical_Network (28)
 - 홈/센서 네트워크 (20)
 - 신기술 (23)
 - 감리 (10)
 - 2016 (6)

태그목록

- NGPON
- GPON

최근에 올라온 글

- healthcare IoT. 2
- NSA(Non-Standard Alo...
- oneM2M.
- 스마트카 보안기술.
- 무궁화위성 5A.

최근에 달린 댓글

- [d와 f 단위 때문에 그래요 d를...](#) 둔탱이 02.19
- [20log4π/c 가 92.5 된거 ...](#) jaco 02.18
- [이미지는 데이터이기도 하지만, 동시에...](#) 제갈식 12.21
- [영상처리를 통해 눈으로 쉽게 배우는 ...](#) 제갈식 10.31
- [영상처리를 통해 눈으로 쉽게 배우는 ...](#) 제갈식 10.31

글 보관함

- [2018/01](#) (4)
- [2017/11](#) (1)
- [2016/12](#) (1)
- [2016/11](#) (13)

달력

« 2024/05 »								
일	월	화	수	목	금	토		
			1	2	3	4		
5	6	7	8	9	10	11		
12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25		
26	27	28	29	30	31			

링크

Total
1,339,603

Today
30

Yesterday
153



티스토리 가입하기!



지역로그 : 태그로그 : 방명록 : 관리자 : 글쓰기
 둔탱이's Blog is powered by [Daum](#) / Designed by [Tistory](#)