

光通信工学 Optical Communications

教科書： 「光ファイバ通信概論」 榛葉實 著 東京電機大学出版 (1999)

- 講義範囲： 1 章 序論 (光通信の概略、通信技術、特徴)
 2 章 光ファイバ (光の反射・屈折、Maxwell 方程式、ファイバ導波路、分散)
 3 章 半導体レーザ (レーザ発振、半導体レーザ)
 4 章 光ファイバ増幅器 (光増幅器、ファイバレーザ)
 5 章 光検波器 (O/E 変換、フォトダイオード)
 6 章 光回路素子 (レンズ、回折格子、方向性結合器、磁気光学効果)

1 章 序論**光通信 optical communication**

情報伝達の手段：「通信 (情報の送受信)」と「放送 (不特定多数に一齐に情報を送信)」

- ・電気通信 telecommunication：電氣的に情報を通信

1835 年 Morse：電信の発明

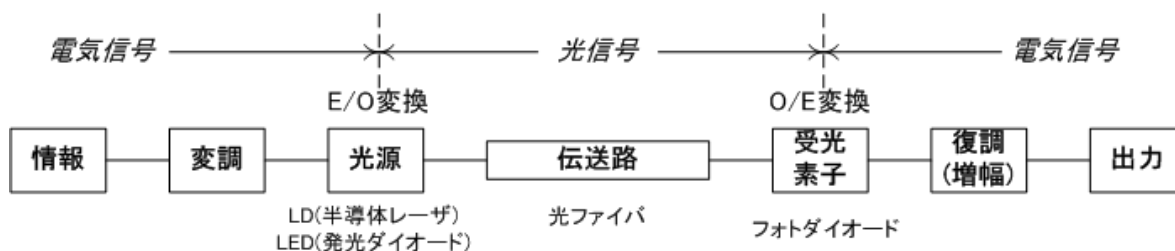
1876 年 Bell：電話の発明

1896 年 Marconi：無線電信の発明

- ・光通信 optical communication：光が情報伝達手段 (視覚を含む)

古くは、狼煙、腕木通信 (18 世紀) など。

1960 年 レーザの発明 → 光通信の発達



- ・変調: 情報を伝送するのに適した形に変換

直接変調 (アナログ変調、デジタル変調)

光源の出力光を直接変調する。…強度変調 (IM) 方式。

外部変調

LD の出力光を光変調器を通して変調する。…電気光学効果を利用 (例: LiNbO_3)

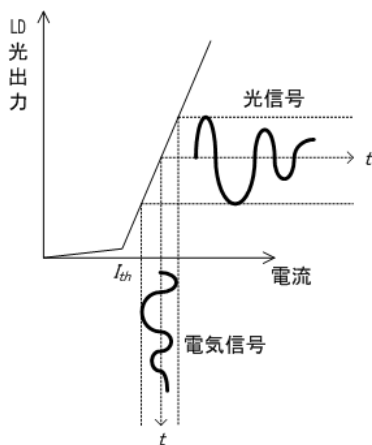


Fig.1 アナログ変調

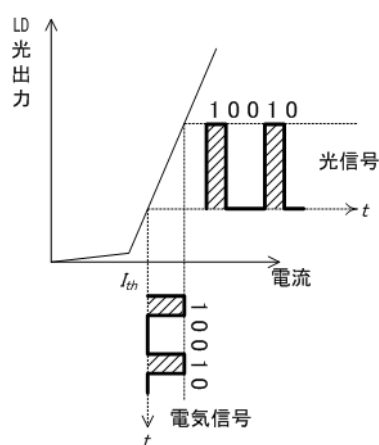


Fig.2 デジタル変調

・多重化技術

複数の信号を一本のファイバで伝送して利用効率を上げる。

多重化することによって装置が複雑化するが、コスト的に有効。

- ・波長多重 WDM(Wavelength division multiplexing)
- ・時分割多重 TDM(Time division multiplexing)
- ・周波数多重 FDM(Frequency division multiplexing)
- ・符号分割多重 CDM(Code division multiplexing)

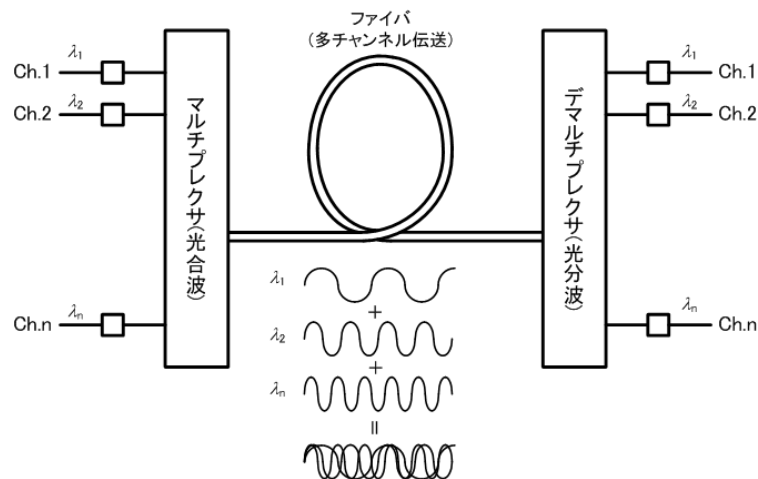


Fig.3 波長多重(WDM)

・光ファイバ通信の特徴

石英ガラスファイバ：公衆通信回線で使用されている。

1. 低損失性：波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯で約 0.2dB/km 程度。
2. 広帯域：電線より高い周波数の信号が伝送可。
3. 無誘導：電磁誘導による雑音が入らない。
4. 細径：通常 $125\mu\text{m}$ （同軸ケーブルの $1/30$ ）。
5. 軽量：銅の比重の $1/4$ 。

周波数スペクトル

周波数 Hz	波 長	名 称	応用分野
～30k		超長波(VLF)	
300k～30M	1km～10m	中波、短波(HF)	AM ラジオ
30M～300M	10m～1m	超短波(VHF)	FM ラジオ、テレビ
300M～3G	1m～10cm	極超短波(UHF)	テレビ
3G～30G	10cm～1cm	センチ波(SHF)	電子レンジ、衛星放送
30G～300G	1cm～1mm	ミリ波(EHF)	自動車レーダ
300G～3T	1mm～100 μm	サブミリ波	
	:		
	～20 μm	極端遠赤外	
	～6 μm	遠赤外(FIR)	
	～3 μm	中赤外	
	～0.8 μm	近赤外(NIR)	光通信
	0.75(0.77)～0.38 μm	可視光	
	～10nm	紫外線	
	～10pm	X 線	
	10pm～	γ 線	

