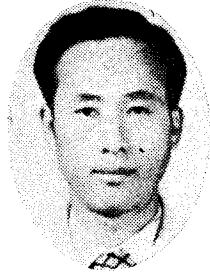


光 纖 維 通 信 小 考

Optical Fiber Communication



遞信公務員 教育院 大田分院

Telecommunication Training Institution Daejeon Branch

鄭 英 鎬*

Jeong Yeong Ho



1. 緒 言

從來의 通信線路가 金屬性的 電氣의 導體로서 抵抗이 낮은 銅線을 主로 使用하여 왔으나, “光纖維”(Optical Fiber)는 오히려 電氣的不導體인 유리纖維로서 電氣의 信號電流代身 0.85 μ m~1.7 μ m대의 光波를 使用하여 通信을 이룩하는 데 있다”는 것이 通信分野의 革新이라고 말할수 있다. 1980年 2月 Lake Placid에서 開催된 冬季 Olympic의 實況中繼를 光纖維 Cable을 通하여 全世界에 放送된 것만 보아도 이제는 光纖維에 依한 通信은 大量 情報化傳送時代의 寵兒로서 脚光을 받게 된 것이다. 여기에서는 아직 初期에서 現在 急進的으로 發展途上에 있는 光纖維에 關한 基本原理와 開發現況을 紹介하고자 한다.

2. 光纖維 通信의 沿革

各種情報交流의 幅走는 必然的으로 通信網의 大量化가 要請되었고 이에 따른 大量通信回線網에 適合한 傳送路의 開發이 切實하던중 1966年 英國의 STC(Standard Telephone & Cable) 會社의 研究員 K.C Kao에 依하여 Silica를 原料로 하는 Optical Fiber Cable에 廣大域의 光信號를 傳送하는 方法에 關한 提案이 있었다.

1970年 美國의 Corning glass 會社에서 20dB/km 低損失의 Optical Fiber의 開發과 더불어 電氣的 Energy와 光 Energy의 相互變換하는 半

* 通信技術士(電氣通信)

導體가 實用化되어 Optical Fiber 通信이 實用化되었다.

또한 1975년까지 Optical Fiber의 屈折率을 任意로 變化시켜서 傳送帶域幅을 增加시킬 수 있는 doping 材料가 發見되고 美國의 Bell 研究所와 Corning glass 社에서 Optical Fiber를 化學的 氣泡沈澱加工法(The method of Modified Chemical Vapor Deposition : MC VD)에 依한 極히 低廉한 價格과 大量生産成功으로 이제 Optical Fiber 通信은 通話路의 大量化와 廣大域通信網의 寵兒로서 確固한 地位를 차지하게 된 것이다.

3. 利點과 利用分野

表1. 從來의 通信方式과 光通信方式 比較

項 目	從 來 通 信	光 通 信	備 考
線 材	銅	유리	國內高品質의 資源이 豊富
容 量	1	1,000	大容量 情報 傳送媒體
誘導雜音 및 漏話	많다	없다	通話品質向上
體 積	1,000	1	大量布設容易
重 量	20	1	布設作業容易
經 濟 性	2	1이하	開發趨勢에 비추어 더욱 低廉에 상
通話損失	많음	적음	開發趨勢에 비추어 極히 低損失에 상

위 表 1에서 본 바와 같이 從來의 通信 Cable에서는 Electro Static Coupling과 Electro Magnetic Coupling에 依한 誘導雜音 妨害가 큰 問題가 되었으나 Optical Fiber Cable은 雜音漏話

없는 高品質의 傳送路라는 點에서 交流의 電鐵 區間, 送配電線地域 또는 高調波發生이 甚한 工場地帶, 其他 誘導雜音漏話를 받기 쉬운곳의 傳送路로서 가장 適合한 것이다.

同時에 Optical Fiber는 앞으로 開發如何에 따라 極低損失 傳送路로서 無中繼距離를 增加시켜 經濟的이라는 點에서도 重要的 優位를 차지하고 있다.

또한 地球上 到處에서 無盡藏한 資源과 우리나라에서도 高品質의 資源이 豊富하여 價格面과 重量이 가벼워 作業이 容易하다. 그러나 무엇보다도 廣大域通信을 할 수 있다는 利點에서 將次 大量情報化時代의 通信方式으로 가장 適合한 것이라고 하겠다.

上記 表에서 본 長點으로 利用할 수 있는 分野는

- 1) 電話網 : 市外回線, 局間中繼 Cable.
加入者 回線, 海底 Cable.
- 2) 廣大域網 : CATV(Cable TV)
- 3) Data 網 : Computer, Processor의 制御 回路內 System 結合
- 4) 航空機, 船舶 : 航空機 船舶內 各種通信 System.
- 5) 軍通信網 : 軍作戰用通信, 監視, 哨戒通信網

4. 傳送原理와 種類

光線은 屈折率이 큰 物質에서 작은 物質 속으로 進行시킬 경우 臨界角 以上에서 全反射를 일으킨다. 이 全反射 原理를 應用하여 Optical Fiber Cable에서는 Core를 屈折率이 높은 유리線을 使用하고 周圍에 屈折率이 낮은 物質로 Cladding하여 Optical Fiber의 Core內를 光波가 全反射로서 傳達시키게 하고 있다.

Optical Fiber는 Core內에서 빛의 屈折 모양에 따라

- 1) 階段모양으로 屈折되는 “Step Index Multimode Fiber.”
- 2) Core의 中心軸方向으로 서서히 굽어지는 “Graded Index Multimode Fiber”
- 3) Core 直徑이 約 $10\mu\text{m}$ 以下에서 Optical “Fiber의 軸과 거의 平行하게 빛이 傳達되는 Single Mode Fiber”로 區分된다.

Step Index Multimode Fiber에서는 光源이 Fiber로 들어갈 때 Core軸과 平行하게 傳播되는 것도 있으나 一部는 Core軸에 각각 다른 角度로 入射되므로 Core內를 反射하면서 傳播될 때 發生하는 各光波線은 傳播時間 差가있는 multimode로 構成되기 때문에 波形的 分散現象(Dispersion)으로 光波線의 老化가 發生한다.

Graded Index Multimode Fiber는 Core軸에서 먼 쪽으로 進行하는 光波線은 Core軸 方向으로 進行하는 光波線보다 비록 進行距離는 遠距離이나 速度가 빠른 特性이 있으므로 軸方向의 光波線과 거의 同一하게 傳播되어 波形的 分散이 적다.

또한 Single mode Fiber는 모두 Core의 軸 方向이기 때문에 波形的 分散이 극히 적으며 특히 “ $1.3\mu\text{m}/\text{sec}$ 대의 Single mode Fiber는 波形 分散이 전혀 일어나지 않는다”는 것이 立證 되었다.

5. 通信構成

가. 構成

Optical Fiber Cable에 依한 Digital 傳送構成方式의 例示는 圖 1과 같이 1차적으로 電氣的 Pulse 信號를 送信側에서 光 Pulse로 變換시켜

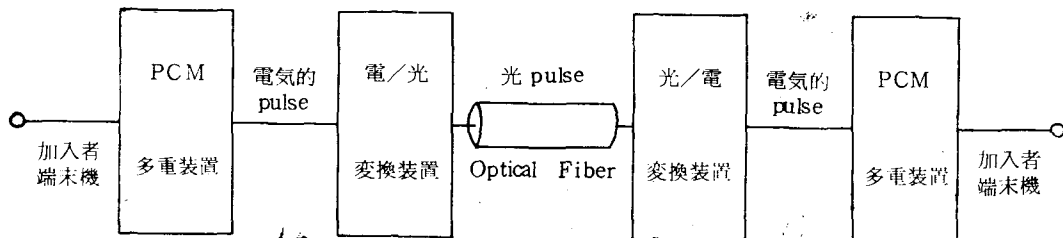


圖 1 · 光纖維通信 傳送方式 系統圖

Optical Fiber Cable內에 入射傳送 시킨다. Optical Fiber Cable을 통하여 傳送된 光 Pulse를 受信側에서 光檢出器(Detector)로 光 Pulse를 電氣的 Pulse로 變換하여 本來의 信號로 再生한다. 따라서 Optical Fiber 傳送方式은

1) 電氣的信號를 光信號로 變換시키는 發光素子(光源發生素子)

2) 傳送路인 Optical Fiber Cable

3) 光信號를 電氣的信號로 變換시키는 受光素子(光檢出器)로 構成되어 있다.

나. Optical Fiber Cable

Fiber材料는 多成分 유리로 된것도 있으나 보통은 SiO_2 로 된 유리成分이 Core部分을 이루고 $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 物質이 高純度の 石英 Core 주위를 Cladding되어 있으며 初期 1968년 Optical Fiber Cable의 傳送損失은 1,000dB/km 程度이었으나 1970년에는 10dB/km, 1976년 2dB/km로 特性이 向上되었고 最近에는 1.3 μm /sec 대의 Single mode Fiber는 빛의 分散이 "O"인 狀態라는 것이 立證된 이래 傳送損失特性이 急激히 向上되고 있어 Optical Fiber通信의 將來를 밝게 해주고 있다.

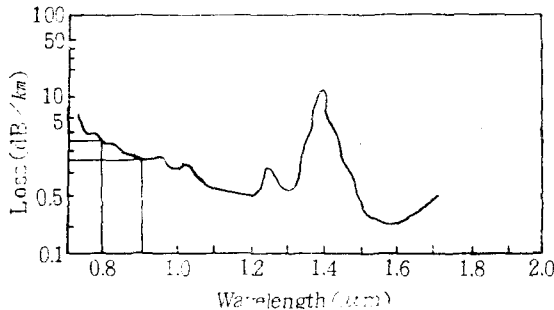


圖 2. 波長에 따른 光纖維의 損失曲線

最近 1.3 μm /1.7 μm 의 長波領域의 光纖維通信 部品開發을 서두르고 있는 것은 圖 2에서 본 바와 같이 良質의 光纖維로서 0.85 μm 에서 2dB/km, 1.3 μm 에서 0.6dB/km, 1.55 μm 에서 0.2dB/km로 傳送特性이 向上됨에 따라 無中繼區間이 40km 以上이며 大都市의 通信用局間中繼 Cable은 無中繼로서 全區間을 Cover할 수 있기 때문이다.

한편 1981년 8월까지 北美地域의 光纖維 System 計劃에는 全長 10,000km以上, Boston Wa-

shington間(950km)에는 1984년까지 傳送容量 8,000通話路의 Optical Fiber System을 構想中이며, ATT(American Telegraph & Telephone Co.)에서 商用으로 計劃된 Optical Fiber System에는 標準中繼器距離를 4mile로 하고 12m/m Diameter Cable에 144芯을 受容한 光纖維에 48,384通話路의 傳送能力을 갖게하고 있다.

다. 發光素子로서는 LED(Light Emitting Diode)와 半導體 LD(Laser Diode)가 있으며 LED는 一般적으로 短距離 小容量 回線網으로, 半導體 LD는 長距離 大容量 回線網에 使用되고 있다.

라. 光檢出器인 受光素子는 PIN Photo Diode와 APD(Avalanch Photo Diode)가 있으며 PIN Photo Diode는 10^{-4}mw 정도까지 檢出可能하며 APD는 10^{-6}mw 까지 檢出할 수 있다.

마. 이들 初期의 光源素子는 LD의 境遇 1時間 壽命에서 1974년에는 1年 1977년에는 100年을 使用할 수 있는 LD가 開發되어 實用化에 더욱 拍車를 加하게 되었다.

6. 韓國의 Optical Fiber의 研究 現況

가. 1978年 12월에 韓國通信技術研究所(KTRI)에서 Optical Fiber 通信 實驗成功

表 2. 96CH Optical Fiber 通信諸元

項目	內 容	項目	內 容
通話路數	96CH	光纖維種類	Graded Index Multimode
信號 Pulse	6.3Mbps	Core Diameter	150 μm
發光素子	C30119 LED	受光素子	HP 5082-4207 PIN Diode

表 3. 672CH Optical Fiber Cable 諸元

項目	內 容	項目	內 容
通話路數	672CH	光纖維種類	Graded Index Multimode
信號 Pulse	44.7Mbps	Core Diameter	120 μm
發光素子	Laser Diode	受光素子	APD
布設區間	광화문전화국-중앙전화국 (약 2.2km)	芯 數	4 芯

나. 1979. 9~1979. 12 기간중 同 KTRI에서 672通話路의 光纖維케이블을 局間 中繼케이블로 使用試驗成功, 同 光纖維 Cable은 美 Valtec社半 製品을 輸入後 金星電線과 大韓電線에서 完製品 으로 加工하였음.

다. KTRI 自體開發 分野

- 1) LD Transmitter
- 2) APD Receiver
- 3) 光纖維接續器(Fusion Splicer) 및 D.E Connector
- 4) 光纖維 Cable 製作 : 1979. 5. 6dB/km 50 MHZ 시험제조 1979. 12 5dB/km 200 MHZ

7. 結 言

以上에서 考察한 바와 같이 Optical Fiber는

아직도 開發初期에 있으며 美國과 日本이 각각 1977년 672 회선과 1978년 1,410 회선용 試驗中 繼가 成功한 以來 1979년 後半부터 점차 實用化 되고 있는 趨勢에 비추어 韓國의 光纖維通信開發 도 결코 늦다고 할 수 없으며 1981년대 부터는 점차 實用化 豫定이며 보다 低廉한 價格으로 製作되고 低損失의 纖維製造와 接續技術의 向上에 開發의 餘地가 있다.

參 考 圖 書

1. 韓國電氣通信産業研究所 電信電話研究 1979. 12
2. 韓國通信技術研究所 通信技術 1979. No. 2, 1980. No. 1

지혜로운 생활과학
행복한 우리가정