

光纖維傳送에 依한 通信革新

鄭 萬 永

KIST附設 韓國電子通信研究所 所長, 工博

레이저 光源과 유리纖維傳送路라는 두가지의 劃期的인 部品の 開發로 그레함·벨이 電話機를 發明한지 百年만에 銅線代身에 유리纖維를 傳送路로 써서 光通信을 效果的으로 하기 위한 諸般革新이 急激히 일어나고 있다.

1. 光通信의 發展

光을 써서 情報를 傳達하는 것은 人類가 太古로부터 써오던 것으로 現在까지도 船舶들 相互間에 交換하는 燈火信號로 使用되고 있다. 그러나 銅線을 통해서 通信이되는 電話機가 出現한 後 百年이되는 오늘날까지 光通信은 이러한 電氣通信技術의 發展으로 햇빛을 보지 못하고 本格的인 情報傳達의 手段으로서 活用되지를 못해 왔었다. 그 큰 理由는 光의 傳送路(電氣를 傳達하는 銅線에 該當함)에 適合한 것이 出現하지 못하였기 때문이다.

한편으로는 새로운 光源으로서 먼곳까지 傳送되어서도 퍼져나지 않는 單色光으로 1960年以來 레이저光源이 새로이 登場함으로써 다시 光通信時代로 접어들줄 알았는데 傳送媒體로서 空間에서는 비, 눈 또는 中間에 企在하는 浮遊分子들에 따라서 光勢力이 이들에 吸收되어서 減衰되는 것이 너무 크기 때문에 安定된 通信手段을 提供하려면 氣候의 變動에 無關하게 信賴度가 높은 情報시스템을 構成하는데는 特殊 空間用을 除外하고서는 銅線에 代替될만큼의 效果를

보지 못하였기 때문에 如然히 銅線은 公衆地上 通信用 傳送路의 主役을 다해 왔었다.

그러나 1968年에 들어서면서 英國STL에서 일하고있던 KAO라는 技師가 光纖維를 導波管처럼 屈折率이 다른 異質同心二重線으로 쓰면 光勢力은 內心線(코어)과 外心線(클래드)사이에서 全反射를 하면서 밖으로는 새지 않아 光傳送이 코어部分의 不純物에 의한 吸收만 적으면 安定하게 可能할 것이라고 主張하였다. 여기에 힘입어 1970年에는 유리會社로서 世界第一가는 美國에 코닝社로부터 製作된 光纖維가 料當 1/100이라는 驚異的인 減衰量을 發表하자 온 世界는 유리維

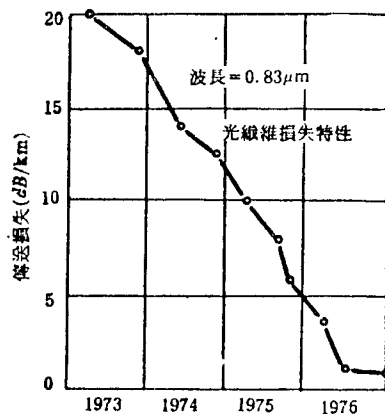


그림 1. 年度別光纖維의 傳送損失改善의 進步

纖로 光傳送이 可能해질 것을 알고 이때부터 各國마다 光纖維傳送研究에 拍車를 加하게 되었다. 이리하여 1974년에는 料當 1/10, 1976년에는 드디어 料當 1/2 이라는 傳送減衰量의 改良을 이룩하게 되었다. (그림 1 參照) 이러한 값은 普通유리에서는 그 內部를 光勢力이 1米만 通過하여서도 數百分의 1로 減衰가 되는 것이 1杼나 通過하여서도 不過 半杼에는 減衰하지 않는다는 것은 一大革新이 아닐 수가 없다. 그것은 窓門用 유리質에서는 不純物이 數十萬分의 程度는 許容되지만은 光纖維用 유리質에서는 十億分의 1程度의 不純物도 問題가 될만큼 純粹 石英質 유리로 함으로써 減衰가 적어졌고 光勢力을 二重同心纖維로 內心線으로만 가두어서 傳送할 수 있게 되었기 때문이다.

2. 유리纖維에 의한 光傳送의 特徵

前述한 바와같이 光通信은 유리 纖維에 의한 傳送路의 開發로 各部門에서 急激한 發展을 보여주고 있다. 그러한 것은 다음과 같은 特徵들이 있기 때문이다.

- (1) 超寬帶域傳送이 쉽게 可能하다. (그림 2 參照)

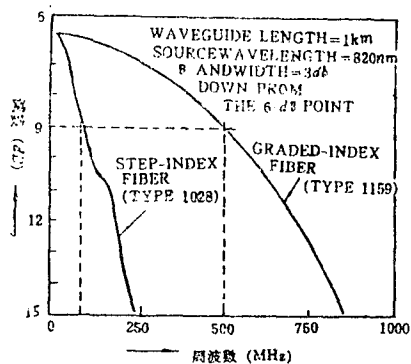


그림 2. 構造에 따른 周波數 特性

- (2) 가장 低損失의 線路를 提供할 수 있다.
- (3) 電磁結合이 없기 때문에 漏話를 無視할 수 있다.
- (4) 電氣의 傳導體가 아니기 때문에 電力線, 電氣軌道등의 外部誘導를 안받는다.
- (5) 纖維의 特性은 溫度에 依存안하기 때문에 傳送特性도 溫度에 대하여 極히 安定하다
- (6) 曲率半徑 數杼程度로 쉽게 굽힐 수 있다.
- (7) 유리의 比重은 銅의 4分之1로 輕量이다.
- (8) 斷面積이 數百μ程度로 微小하다.
- (9) 材料인 실리카는 地球上에서 無盡藏으로 있고 특히 우리나라것이 좋다.
- (10) 價格이 銅線보다 10分之1로 싸진다.

(1)에 의한 大容量性(電話萬回線 또는 TV電話나 天然色 TV 등을 一回線으로 通過시킬 수 있음)으로 地下 設備工事工程이 적고 (2)에서는 中繼器 間을 8杼程度로 길게 할 수 있어서 中繼器數를 同軸케이블에 比하여 6分之1程度로 줄일 수 있다. 특히 電氣導體가 아니기 때문에 (3), (4)에 대한 特徵으로 傳送特性이 越等히 優秀하며 電算機中心부와 同邊機點, 接點制御를 쓸때 스파크雜音이 問題되는 生産工場內의 配線 電力線搬送, 飛行機, 船舶內에서의 配線, 電話局間, 加入者線에서의 落電에 대한 影響을 전혀 안받기 때문에 이러한 特徵으로 經濟性을 無視하여서도 당장에 實用化되고 있다.

上記한여러가지 特徵들을 잘 살리면 長距離, 大容量方式으로서만 아니라 中短距離의 比較的 작은 傳送容量方式에도 充分히 그 適用이 考慮된다.

3. 光纖維의 製造方法의 附帶裝置

光纖維는 成分, 屈折率分布, 傳送모드(MODE)

에 따라서 分類되는데 傳送 “모드”로서는 波長이 0.8μ 정도로 짧기 때문에 이 波長의 數倍의 直徑을 갖는 單一 모드는 製造 및 工事에서의 難點등으로 實用化가 어려워 多重모드로서 直徑이 波長의 百倍內外가 되는 것이 主로 實用化되고 있다. (그림 3 參照) 屈折率分布의 形狀에서는 階段狀으로 中心部(코어)가 높고 外周(크래드)部가 0.5%程度 낮은 것을 階段(스텝)形이라 하고, 自乘曲線狀으로 中心部가 높게 되어

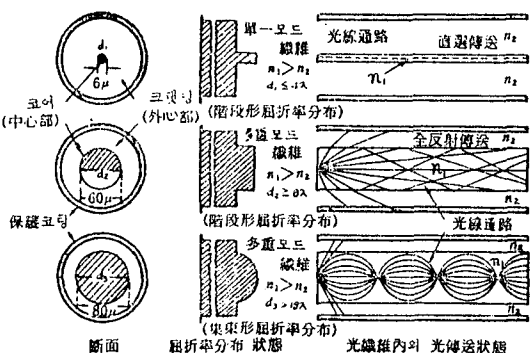


그림 3. 光纖維構造 및 傳送狀態

있는 것을 集束(그레이팅드)形이라고 分類하고 있으며 前者는 製造하기는 容易하나 界面에서의 分散으로 말미암아 廣帶傳送이 어렵기 때문에 主로 單距離用으로 數十 MHz以內의 帶域에서 實用化되고 있으며 여기에 비하여 後者는 製造하기에는 어려운 點이 있으나 自體斷面內에서 集束(셀 후포카싱 = SELFOC)하는 性質이 있기 때문에 分散이 적어서 數百MHz의 遠距離廣帶域傳送에 實用化되고 있다.

다음으로 成分에 의한 分類로는 主成分이 酸化硅素(실리카)로 된것과 소듐·라임·실리카의 多成分 유리로 分類되나 兩方法이 다 가장 簡單한 施設로서 쉬운 紡系技術이면 된다는 것

이 큰 特徵이다. 前者는 外周가되는 石英管內에 四鹽化硅素 및 四鹽化 자마늄의 高純度 原料氣體에다 高純度酸素를 붙어 넣으면서 外部에서 버나로 $1,400^{\circ}\text{C}$ 까지 加熱하면 酸素와 鹽素로 置換시키므로써 管內壁에는 所期의 屈折率을 갖는 코어 部를 沈積시킬 수 있다. 이러한 方法은 半導體에서 積層(에피택셜)웨이퍼를 얻는 方法과 같고 外周部도 內徑이 더 큰 石英管으로 屈折率을 더 낮게 하기 위하여 자마늄과 硼素 및 磷 등을 添加하여서 코어부와 크래드部를 同心으로 $2,000^{\circ}\text{C}$ 까지 레이저빔으로 加熱하여서 溶融시켜 期待되는 內徑과 外徑이 되도록 紡系를 하면 所期의 二重同心光纖維가 2 徑徑에서 50徑徑이 되는 棒塊이면 10杆까지의 길이로 얻어진다.

이때 가장 問題되는 것이 高純度 原料物質과 淸淨된 石英管으로서 10억분의 1의 鐵分, 銅分과 100만분의 1의 水酸基에 의한 不純物을 除去하는 方法이다. 이러한 方法을 化學氣相沈積(CVD)法이라고 하며 코닝과 벨研究所에서 開發된 것으로 現在까지 가장 低損失 光纖維質을 提供하고 있다. 한편 多成分系는 日本板硝子와 NEC가 Selfoc(셀폭)이라는 商品名으로 二重도

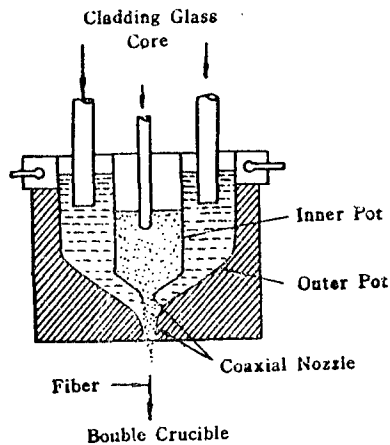


그림 4. 二重도가나로된 SELFOC FIBER 製造法

가니법(그림 4 參照)에 의해서 酸化硅素(60%)에 酸化硼素(20%), 酸化소듐(19%) 및 酸化타륨(1%)등을 添加함으로써 約 1,000°C 內外에서 쉽게 얻을 수 있으며 타륨과 소듐이 이온 交換하면서 屈折率이 變化하여 同化할 때까지의 時間에 따라서 外周部는 낮고 中心部는 높은 屈折率 分布가 되어서 自己 集束形光纖維가 길이에 制限 없이 製作된다는 것이 特徵이다. 그러나 CVD法으로 얻어진 것보다 傳送損失이 약간 크다는 것이 缺點으로 되어있다. 이렇게 하여서 紡糸된 유리素線은 引張, 屈曲 등의 外力에 弱하기 때문에 프라스틱 被覆을 하여서 케이블로 多心化

하는 것은 普通케이블을 만드는 것과 같다. 한편 光纖維만 좋은 것이 얻어져서도 光傳送 시스템을 構成할 수는 없다. 여기에는 附帶裝置로서 光을 發射하는 光源情報를 실릴 수 있는 符號器코더 傳送된 光信號를 電氣信號로 交換하는 檢波器(디코더)와 8 杆以上の 長距離가 되면 이들 送受信을 廉하는 中繼機와 케이블 工事 및 이들 機器들과 接續을 쉽게 할 수 있는 콘넥터와 케이블 또는 單線接續裝置(그림 5 參照)등이 同時에 開發되어야 한다. 여기에 關해서는 다른 機會에 詳細히 論하기로 하겠다.

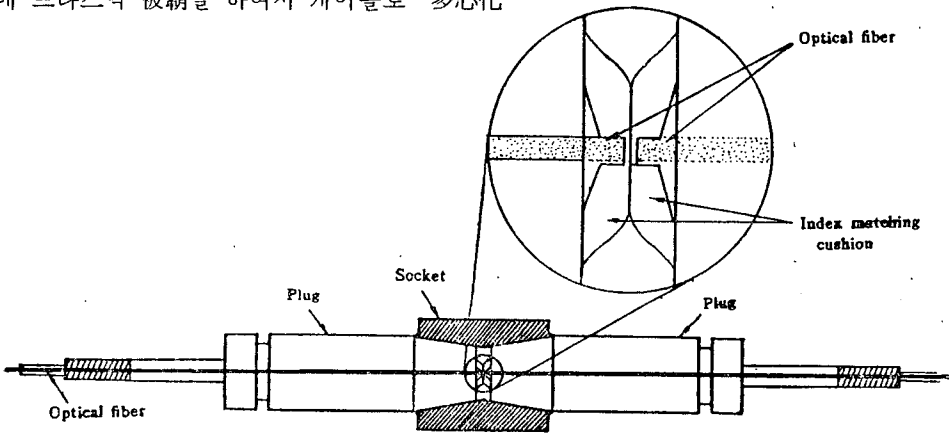


그림 5 單線接續方法의 一例

4. 商用化에의 問題點과 展望

上述한 바와 같이 製作方式이 單純하고 여러 가지 特性이 銅線보다도 좋은 것으로 되면서 價格도 10分之1 程度로 싸지겠다는 點에서 1980年度에는 모든 銅線에 通信用으로는 代替될 수 있겠다는 展望은 異論의 餘地가 없다고 본다. 그러나 그때까지는 몇가지 問題點들이 繼續開發되지 않고 서는 어떤 用途의 銅線에도 一率의 으로 다 代替될 수 있다는 것은 時期向早이다.

그러한 理由로서는 아직까지도 더 開發될 餘地가 많기 때문에 여기에 따라서 價格이 첫째 問題가 될 것이고 둘째로는 各國, 各會社別로 開發製作되고 있으나 共通의인 標準化가 안되어 있는 點이다. 이를 위하여 各國別로 商用化를 위한 現場試驗을 제각기 하고 있으나 國際의인 基準이 될 標準規格이 確立되려면 2及至 3 年은 걸릴 것이다. 셋째로는 이러한 새로운 技術에 對하여 製作·工事·運用部門에서의 技術者들이 아직 익 熟되지 않고 있기 때문에 이들을 위해서는 啓蒙에 時間이 걸릴 것이라는 것이다.

네케로는 廣帶域特性을 情報傳達用으로 쓸 수 있는 레이저 光源이 아직까지 10萬時間 以上 壽命이 길고 安定化된 것이 適用價格으로 얻을 수 있게 되어 있지를 못하다. 다섯째로는 여기에 所要되는 超微量 原料分析法과 機械的인 部品加工에서 必要로 하는 測定技術이 確立되어 있지 않기 때문에 再現性있는 製造法이 確立되어 있지 않다.

이들 問題點은 모두 繼續的인 開發로서 1980年初까지에는 解決될 것이 確實하며 價格問題도 銅線보다 1/10 程度로 싸질 것이 그림 6과 같이 推定되고 있으므로 우리도 이제부터 約 3年間

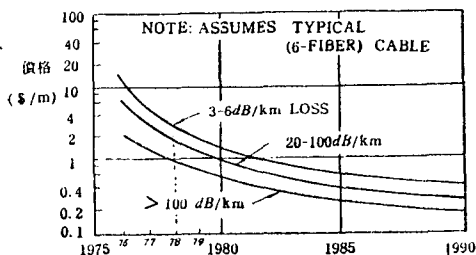


그림 6. 年度別 價格推移

外國에서 開發되는 것을 보면서 自體技術을 確立토록 本格的인 材料, 裝置, 機器 및 方式面에서 同時開發을 서둘러면 技術導入없이도 1980년부터 生産하는 電子交換機와 함께 國內生産이 從來의 케이블 工場建設처럼 큰 投資을 하지 않고서도 可能할 것이며 材料面에서도 우리나라에서는 가장 質이 좋은 矽石이 輸出되고 있으며 技術面에서 半導體웨이퍼 製作과 紡糸技術을 適

應시키며 外國으로부터 導入되어야 할 特定技術은 아주 적기 때문에 容易하게 開發해서 여기에 對한 技術蓄積만 된다면 國內生産이 可能할 것이다. 이렇게 되면 通信用으로는 銅이 必要없게 되므로 銅은 앞으로 電力用이나 다른 特殊目的用으로 더 効率的으로 使用될 것이다. 뿐만 아니라 通信面 自體에서도 交換機와 線路가 電子化되면서 加入者 施設까지도 電子化하면 大量 廉價의 施設提供이 可能해질 것이며 나아가서는 電話電信만 傳達하던 通信施設이 印鑑·公文書의 全國 3分內 傳達이 業務用 電話回線에서 可能해질 것이며 個人別 金錢管理도 電子交換臺의 電算機가 다 해줄 것이므로 現金傳達이 必要없는 情報社會가 되고 地方隔地에서의 患者나 教育問題도 距離를 超越하여서 全國 나아가서는 全世界에서 가장 權威있는 醫師나 教師로부터 診斷, 成績判斷을 받을 수 있게 될 것이며 行政首都가 어디로가던 會議公文書傳達이 電話線으로 可能하게 되어서 이들에 消費되었던 에너지가 節約되고 間接的으로는 交通難이 解消되어서 앞으로의 通信革新은 정말 能率的인 都市建設에 큰 役割을 하게 되는 것이 바로 이러한 光通信의 實現으로 꿈이 아니라 그러한 革新이 눈앞에 다가와 있다는 것이다.

(本稿는 第10回 科學의 난 記念行事로 本學會 4月 28日에 著者가 特別講演으로 發表하였던 內容의 一部를 掲載한것임).