

最近 日本의 光通信導波路에 關한 研究動向

孫 鉉
(경북대학교 전자과 교수)

■ 차 례 ■

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. 序 論 | 다. 反轉 $\Delta\beta$ 法 |
| 2. 光纖維通信 | 라. 進行波形電極을 갖는 高速光變調器 |
| 3. 光集積回路 | 마. 光스위치 매트릭스 및 光交換器 |
| 4. 集積回路用 光導波路 | 6. 平衡브리지型 光變調器 및 光스위치 |
| 가. 光導波路 | 7. 마이크로 아이솔레이터 |
| 나. 새로운 Y分岐導波路 | 8. 새로운 制御素子 |
| 다. 折曲된 導波路 | 9. 光纖維의 新技術 |
| 라. 릿지型(Ridge Type) 光導波路 | 가. 光纖維型 PLZT 光스위치 |
| 5. 光制御素子 | 나. 偏波保存 光纖維 |
| 가. 電氣光學 效果 | 다. 短形코어光纖維 |
| 나. 方向性結合型 光變調器 및 光스위치 | 10. 光集積回路研究의 將來展望 |

1 序 論

光波는 그 帶域幅이 대단히 넓다. 이 光波에 情報를 실어서 通信을 했으면 하는 생각은 아주 오래전부터의 人間들이 가지고 있던 꿈이었다. 그것이 最近에 와서 實現되어진 것은 코히어런트(coherent) 光源인 레이저와 低損失이며 廣帶域特性을 갖는 光纖維 및 高感度の 光檢出器가 出現되고 부터이다.

光纖維의 特徵은 低損失性, 廣帶域性, 無誘導性과 絶緣性, 細線과 輕量性 그리고 經濟性 등이다. 특히 光通信은 LSI로 構成된 高密度電子回路와 共用되어 廣帶域 情報傳送과 情報處理에 큰 役割을 하고 있으며 將來의 高度화된 情報化社會에서는 電話外에도 畫像이나 각종 데

이터서어비스等の 普及이 豫想된다. 이러한 것들은 電話의 約 1,000倍 程度의 帶域幅을 必要로 하므로 앞으로의 通信容量은 飛躍的인 增加가 必要하며 또한 廣帶域切替스위치 即, 光交換技術이 必要하다. 이런 要請을 實現하기 위해서는 高度로 發達한 光纖維傳送系에 발맞추어 傳送하고자 하는 各種類의 많은 情報를 發生, 檢出, 整理하여 光纖維에 送受信하는 情報制御回路가 있어야 한다. 即, 光源과 檢出器, 스위치, 合分波器 및 아이솔레이터 등의 光部品과 超高速電子回路와 같은 基板上에 集積化되어야 할 必要性이 要求되어진다. 이런것을 “通信用 光集積回路”라 하는데 部分的으로는 一部試作이 되고 있으나 完成品은 아직 없는 狀態로 集積化를 念頭에 두어서 個個의 部品들이 開發되고 있다.

本稿에서는 먼저 現在의 光通信概要를 說明

하고, 日本에서 最近研究되고 있는 光集積回路에 使用되는 여러種類의 光部品 및 光制御素子들을 紹介하고자 한다.

2] 光纖維通信

1970年, 20 dB/km의 低損失光纖維가 開發된 이후, 半導體레이저와 光檢出器등 光纖維通信에 關한 開發研究가 進行되어 使用波長帶가 0.85 μ m의 短波長帶에서 1.3 μ m帶의 零分散長波長帶까지 研究實用化 되었으며, 1.5 μ m의 最低損失波長帶에 까지도 研究가 進展되었다. 短波長에는 多모드 纖維가 쓰여졌지만 長波長帶에서는 廣帶域特性이 보다 優秀한 單一모드 光纖維가 使用되고 있다. 現在 實用化되어 있는 光纖維通信系通의 基本的인 構成例와 周波數特性을 圖 1의 a와 b에 表示하였다.

音聲이나 晝像等の 情報은 適當한 電氣信號로 變換 및 增幅된 후 半導體레이저(LD)나 發光다이오드(LED) 등과 같은 發光素子에 加해져서 光信號로 變換(光變調라 함)된다. 變換된 光波는 光纖維를 通해서 受信瑞側의 포토다이오드 등의 光檢出器에 依하여 電氣信號로 變換되며 音聲이나 晝像等を 再生하게 된다.

光纖維通信에 使用될 수 있는 光의 波長은 圖 1 (b)에서 보는 바와같이 0.8 μ m에서부터 1.7 μ m에 이르기까지 可能하다. 이를 周波數로 따진다면 3.8×10^{14} Hz에서 1.8×10^{14} Hz에 相當하며 帶域幅(周波數의 差)이 2×10^{14} Hz가 된다. 만약 假想하여 이 周波數帶를 全部有效하게 使用할 수 있다고 한다면 한가닥 光纖維에 電話

50億個, 그리고 TV晝像은 54萬채널 傳送이 可能하다. 그러나 實在로는 여러가지 制約이 있어서 그중에 大體로 一部에 지나지 않는 100萬分の 1程度만에 使用되고 있지만 빛의 周波數帶域이란 本質的으로 대단히 넓은 것이다.

한편, 光纖維는 極히 低損失의 傳送媒體이다. 1km當 損失이 1 dB/km가 되는 光纖維는 容易하게 만들 수 있으며 最低損失值로서는 1.55 μ m의 波長에서 0.16dB/km가 報告되고 있다. 從來의 同軸케이블 損失은 約13dB/km程度이므로 光纖維와 比較하여 보면 光纖維쪽이 얼마나 低損失이라는 것이 쉽게 理解된다. 즉 이는 약해진 信號를 再生中繼하는 中繼器의 設置間隔이 길어진다는 것을 뜻하며 現在 約 100km까지 無中繼 傳送도 技術的으로 可能하다. (同軸케이블의 경우에는 約 4 km 마다 中繼器가 들어 있음)

또 光傳送方式으로는 音聲이나 晝像과 같이 瞬時變化하고 있는 波形을 그대로 빛의 強弱으로 變化시켜 보내는 아날로그 傳送方式과 電氣信號를 적당히 標本化하여 그 크기를 數值化(量子化)하고 對應되는 光信號를 0과 1의 2進符號列等으로 變換하여 보내는 디지털 傳送方式이 있다. 아날로그方式은 近距離, 小容量 傳送에, 그리고 雜音에 강한 디지털方式은 長距離, 大容量의 多重通信에 適當하다. 여기서 디지털方式에 對하여 좀더 考察하여 본다면, 光펄스의 幅과 間隔을 작게 하면 할수록 一定時間內에 보낼수 있는 情報의 量은 增加한다. 現在 最高로 400Mb/s(1秒 동안에 4億個)의 펄스傳送이 되며 한가닥의 光纖維에 電話 約 11萬個, 晝像이 約 100 채널程度가 傳送可能하다. 그러나 앞으로 光

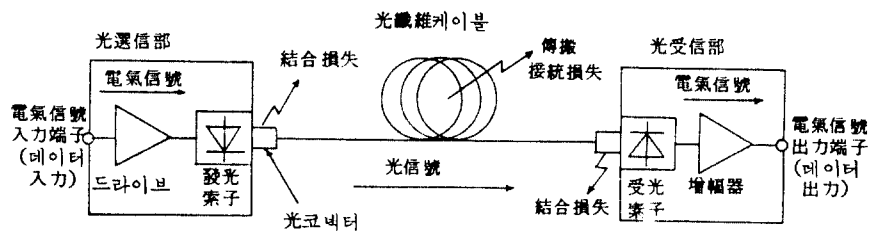


그림 1 (a) 光纖維傳送系統의 基本構成

像通信이普及된다면 적어도 現在의 1,000倍 以上의 傳送容量이 必要로 하게된다. 그런데 現在 사용되고 있는 半導體 레이저에 電氣的信號를 印加하여 光펄스를 發生시키는 直接變調方式으로는 理論的인 閾界가 있어서 2~3 Gb/s (1 Gb/s는 1秒間에 10億個의 펄스)의 펄스發生이 上限으로 되어있다. 그러나 光纖維는 充分히 廣帶域性이기 때문에 變調速度를 높이면 容易하게 大容量化의 可能性이 있다. 예를 들면, 外部 變調器를 사용하여 變調周波數를 從來의 0.5G

Hz에서 100GHz로 廣帶域化(高周波化)가 된다면 1個의 光波長(即 光의 色)에 對하여 傳送容量은 200倍가 된다. 이런 觀點에서 볼 때 超高速變調技術의 開發을 檢波技術과 高速電子部品 開發과 함께 重要한 課題라 할 수 있겠다. 또한 光의 色을 多色으로 한다면 5色程度로도, 1,000倍가 된다. 이런 技術을 波長多重化技術이라고 부르고 있는데 分波器 또는 合波器에 관한 研究와 함께 3波長程度의 多重實驗도 行하여지고 있다. 圖2에 波長多重雙方向通信의 例를 그

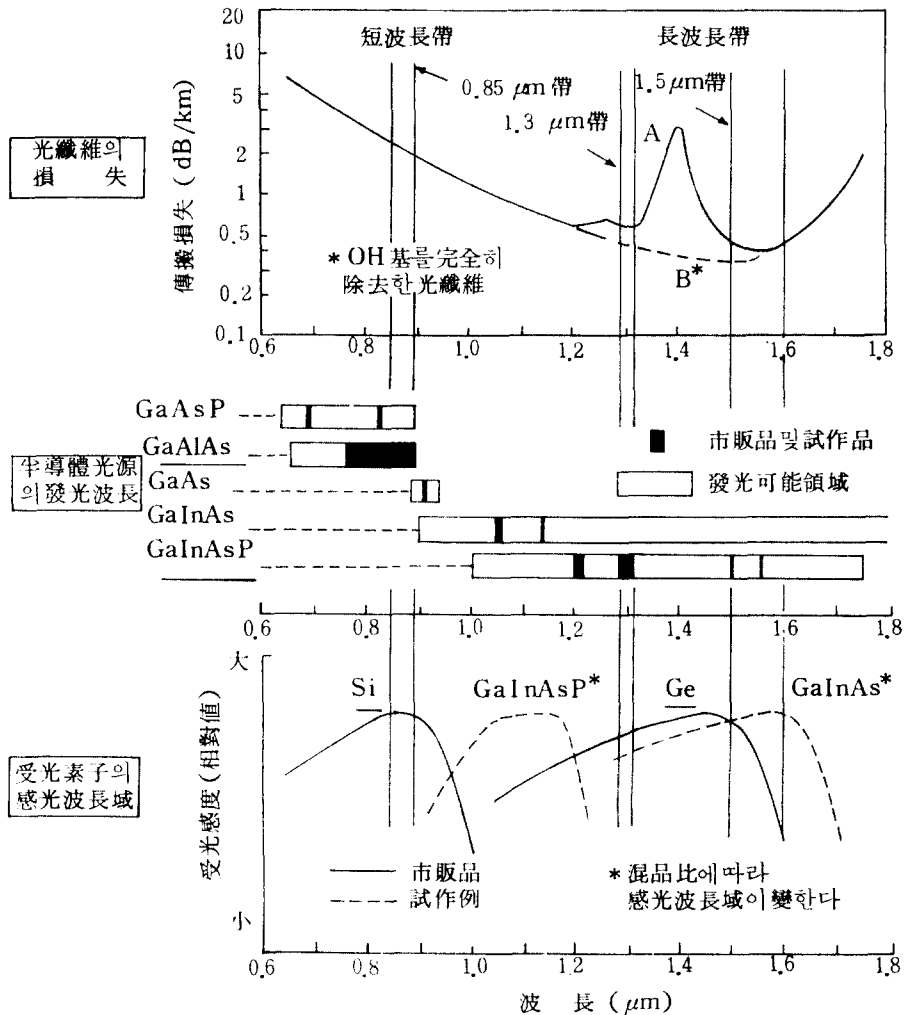


그림 1 (b) 光纖維의 低損失領域과 發光 및 受光素子の 波長特性

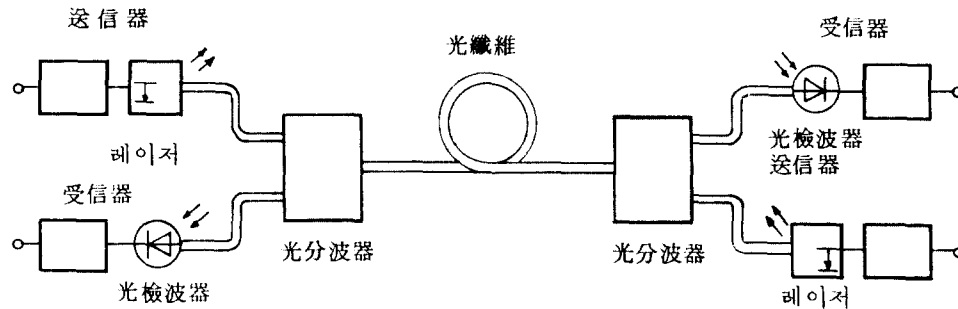


그림 2 波長分割多重雙方向傳送方式의 原理構成

렸다. 이러한 것들 외에도 時分割多重化技術도 大容量化에 크게 기여하고 있다.

現在의 光通信은 光源의 振動이나 檢出器의 特性에서 光波의 振幅만을 利用하는 直接強度 變調인 2 乘檢波方式이 採用되고 있다. 即 光波의 에너지를 利用한 通信을 하고 있는 셈이다. 그러나 光波는 電磁波의 一種인고로 現在 TV 나 라디오 放送에서 使用되고 있는 高度의 搬送波技術, 다시말해서 位相을 活用한 技術이 光波에서도 使用될 수 있는 可能性이 있다. 이를 코히어런트通信이라고 한다. 이제 光源을 極度로 安定化시키는 技術과 새로운 變復調方式 및 偏波維持光纖維 등의 技術開發의 進展되면 多重化도 어렵지 않으므로 長距離超大容量傳送이 可能해진다. 現在 日本에서는 이들에 대한 基礎의 인 傳送實驗들이 行하여지고 있다.

3 光集積回路

傳送帶域이 各各 다른 여러개의 信號 또는 波長이 서로 다른 光信號들을 多重化 하거나 빛의 흐름을 制御하여 光通信의 機能을 飛躍적으로 높이기 爲해서는 通信用 光集積回路가 重要하다는 것을 前述한바다. 光集積回路의 概念이 提唱된것은 1969年으로 그후 光關連分野에서는 넓게 研究가 되어져 왔다. 이들을 形態別로 分類하면 네가지로 大別할 수 있다. 即,

(1) 誘電體를 基板으로 하여 光源 및 檢出器를 外部結合한 하이브리드形.

(2) 化合物半導體를 基板으로하여 그위에 光源 및 檢出器를 集積化한 모노리딕型, 또는 電子回路까지 集積化한것(OEIC 라고 함)

(3) 이들 中間位置인 準 모노리딕型

(4) Si를 基板으로 하여 檢出器와 誘電體導波器를 集積化한것, 또 光源까지도 搭載시킨것. 即 Si 基板에 GaAs를 헤테로에피택셜 成長시켜 發光素子, 檢出器를 形成시킨것 等이다. 이를 다시 機能別로 分類하면 ①通信用, ②信號處理用, ③計測用, ④센서用, ⑤光컴퓨터用等 等이 있다.

圖3에 通信用集積回路의 概念圖를 그렸다. 圖3(a)는 블록그림으로 레이저는 서로 波長이 다른 것들이 배열되어 있으며, 아이솔레이터는 變調器의 앞쪽에서 되돌아 오는 빛 때문에 레이저가 不安定하게 되는 것을 防止하는 빛의 一方通行素子이다.

光變調器는 時分割多重化된 디지털 電氣信號를 光信號로 變換하며, 合波器는 이들의 光多重化를 行하는 光纖維에 結合시킨다. 圖3(b)의 電子回路는 信號를 多重化, 增幅 및 制御等을 하기위한 信號를 만들어 내는 것이다. 그림에서 導波路는 各素子間을 結合하는 光配線을 말한다.

4 集積回路用 光導波路

가. 光導波路

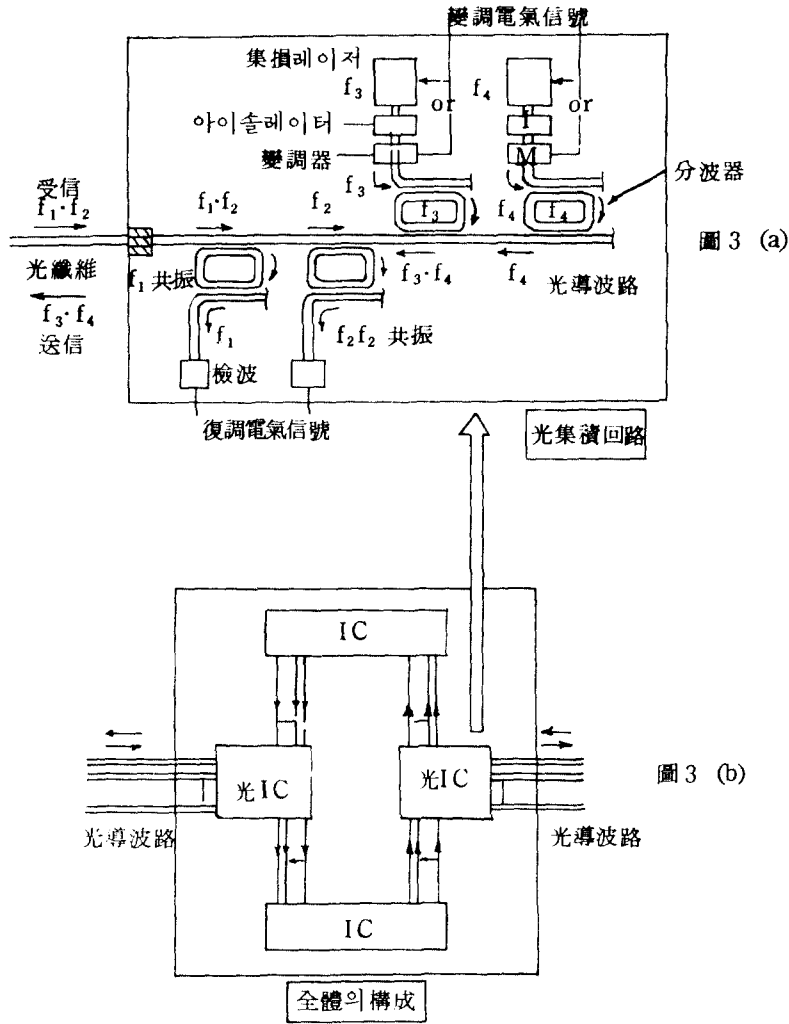


그림 3 通信用光集積회로의 개념圖

光集積회로에 있어서 가장 기본이 되는 光導波路에 關하여 概要를 說明하고자 한다. 빛을 特定한 領域에 가두어서 傳播시키기 위해서는 導波路가 되는 코어部分의 屈折率이 周圍의 클래드의 屈折率보다 높아야 한다. 그러기 위해서는 圖4에서 보여주듯이 屈折率이 큰 膜을 形成시킨다든지 이온交換이나 擴散法등으로 導波路를 形成한다.

導波路의 形狀은 上下方向의 빛만을 가두어 놓은 2次元導波路和 線路화된 3次元導波路(채

널導波路라고도 함)가 있으며 光素子로서는 3次元導波路가 많이 使用되고 있다. 이들의 基本的 特性을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 屈折率 分布는 導波路의 製作法에 따라 다르다. 即 스텝形, 가우스形, 엑스포넨셜形 등이 현재 잘알려진 分布이다. 주어진 導波路의 屈折率 分布를 測定하는데는 여러가지 方法이 있다. 定性的으로는 프리즘結合器를 使用하여 推定하며, 定量的으로는 逆WKB法, X선 마이크로야나라이저法, 干涉顯微鏡法 등이 이용되고 있

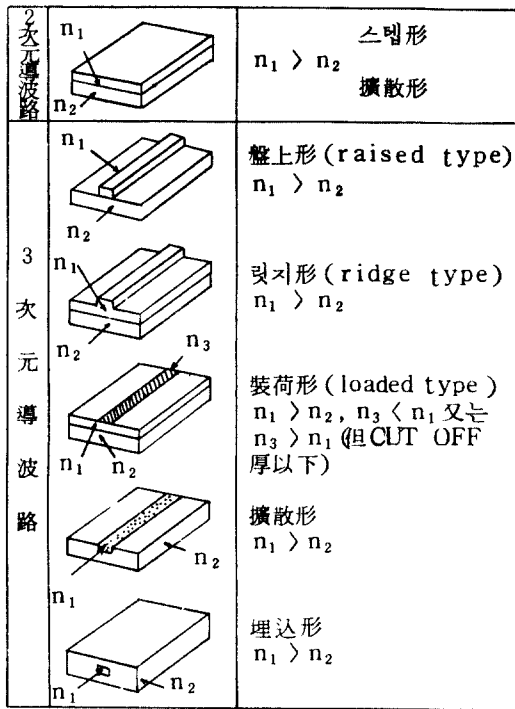


그림 4 光導波路의 種類.

다. 圖5는 이온交換法으로 製作한 유리導波路의 干涉顯微鏡에 의한 屈折率例를 그렸다. 同心圓의 等高線은 같은 屈折率을 表示하여 內例이 屈折率이 높다.

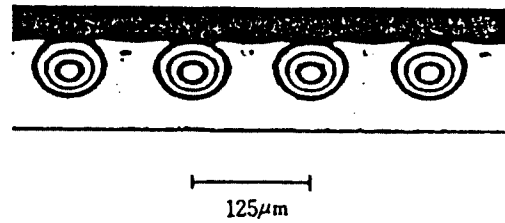


그림 5 光導波路斷面의 屈折率干涉 패턴.

② 導波路의 基本的 性質: 導波路의 가운데를 傳播하는 光波의 振動은 막스웰方程式에서 誘導하여 波動方程式에 境界條件을 넣어줌으로써 求할수가 있다. 例를 들어, 圖6에 있는 2次元光導波路를 解析하므로써 다음의 結果를 얻는다.

가) 膜의 두께 T: 屈折率 $n_f > n_s > n_c = 1$ 이 定하여지면 境界에서 全反射하면서 지그재그로 進行하는 빛은 位相整合條件을 滿足하는 特定한 모드 (TE 모드, TM 모드) 또는 모드次數 m로 指定되는 임의의 값 θ 를 갖는다. 단, 基本모드 $m = 0$ 인 때가 最小이다.

나) 膜의 두께나 屈折率의 값에 따라 모드數가 定해지며 차단 (cut off) 條件이 存在하고 또 分散關係가 求하여 진다.

다) 光電界의 分布는 모드의 次數에 依해서 決定된다. 圖6의 TE₀ ~ TE₂ 모드를 보면 次數가 올라갈수록 밝은 봉우리의 數가 많아진다.

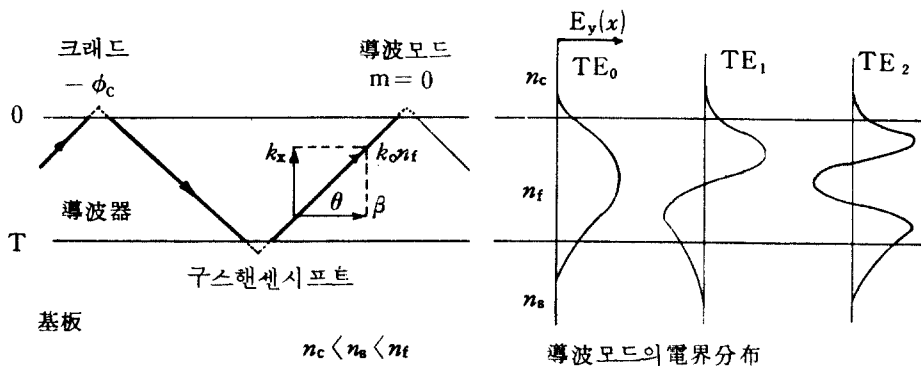


그림 6 2次元導波路의 解析모델과 電界分布.

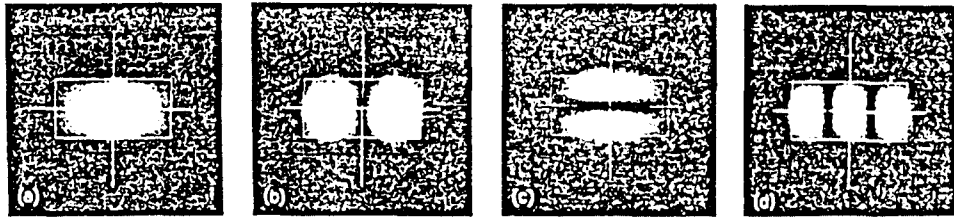


그림 7 矩形分布 3次元導波路의 電界分布 a: E_{x1}^2 b: E_{y1}^2 c: E_{x2}^2 d: E_{y2}^2 .

라) 境界에서 全反射하는 光線은 入射點과 反射點이 약간 틀리는데 이를 구스헨센스프트(Goos-Hanchen Shift)라 한다. 때문에 導波光의 일부는 導波路밖으로 漏出되며 이를 또한 에베네센트電界라 부른다.

3. 3次元光導波路: 3次元光導波數는 2次元導波路에 比하여 解析이 상당히 複雜하다. 矩形導波路에 關해서는 數值解析法, 마카틸리(Marcattili) 方法, 實效屈折率法등의 解析方法이 있다. 圖7에 고엘(Goell)의 數值計算에 依한 光強度分布의 例를 보았다.

4. 集積回路用 光導波路의 例

가) 誘電體導波路: $LiNbO_3$ 結晶은 可視領域으로부터 2.5 μm 의 近赤外領域에 까지 透明하다. 後述하려는 電氣光學定數가 크며, 大形單結晶育成 技術도 確立되어 있고, 또 導波路形成法도 잘 알려져 있다. 특히 Ti 薄膜($\sim 500\text{\AA}$)을數 μm 幅으로 패터닝하여 約 1,000 $^\circ C$ 에서 數時間 擴散하면 Ti 의 濃度에 거의 比例하는 屈折率變化 $\Delta n = 10^{-4} \sim 10^{-2}$ 이 얻어진다. 이 分布는 가우스(Gauss)形으로 傳播損失도 0.5dB 程度로 적기 때문에 現在 많이 實用化되고 있다.

나) 半導體導波路: 레이저材料인 GaAs, 또는 InGaAsP 結晶이 많이 使用되고 있다. 導波路形成法으로는 첫째, 屈折率의 캐리어 濃度依存性의 利用法과 둘째, 헤테로에피택셜膜의 利用法 등이 있다. 3次元導波路를 만들기 위해서는 이온注入, 애칭, 金屬裝荷, 擴散 등의 技法이 쓰이고 있다. 一般적으로 自由캐리어의 濃度差 ΔN 에 依한 屈折率變化인 Δn 은 다음의 式과 같이 表示된다.

$$\Delta n = -\frac{e^2 \Delta N}{2 \epsilon_0 n m \omega^2} \quad (4-1)$$

여기서 m 와 e 의 各各 電子의 有效質量과 電荷이고, ϵ_0 와 n 는 誘電率과 屈折率이며 ω 는 光의 角周波數이다. 例를 들면 GaAs의 경우 $\Delta N = 5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, $\lambda = 1 \mu m$ 에서 Δn 가 0.01以下가 된다. 헤테로에피택셜을 例를 들면, GaAs/ $Ga_{1-x}Al_xAs$ 膜일 경우 $\lambda = 1.15 \mu m$ 에서 Δn 는 -0.4以下이며, 이때 傳播損失은 10~3 dB/cm程度로서 큰편이다.

나. 새로운 Y分岐導波路

Y分岐導波路란 光을 半으로 分岐하기도 하고 또 逆으로 合波하는데 使用되는 泰子로서 從來의 分岐角인 2θ 는 約 1° 程度가 限界로 되어 있었다. 導波路가운데를 傳播하는 빛은 平面波이며 그 波面은 傳播方向에 對하여 直角이라고 보아도 좋다. 그러나 分岐角이 增大되면 分岐部에 걸리는 波面の 傾度가 크게 되어 位相이 틀어지게 되면서 放射波로 變해버리고 만다. 이에 對하여 圖8에서 보는 바와 같이 分岐點中央에 低屈折率部($n_3 < n_1 < n_2$)를 設置하여 導波光을 일단 放射시킨뒤 2개의 三角形으로된 導波路에서 放射光을 받아들이는 構造로 만듦으로써 容易하게 12° 程度까지 分岐路를 별릴 수 있게 된다. 이런 方式을 안테나 構造形이라고 命名하고 있다.

導波路의 끝에서 放射된 光波는 球面波처럼 퍼져나가기 때문에 이 球面波에 垂直이 되게 分岐하고자 하는 導波路를 插入하면 波面이 일고

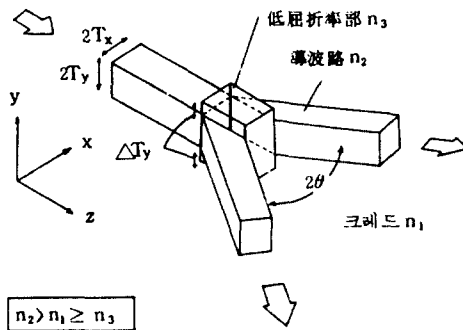
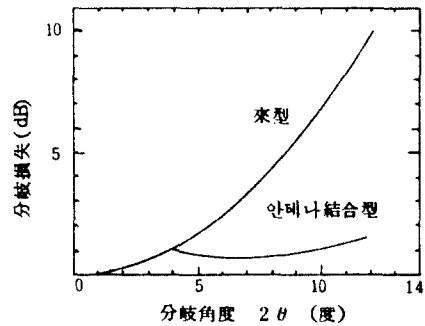
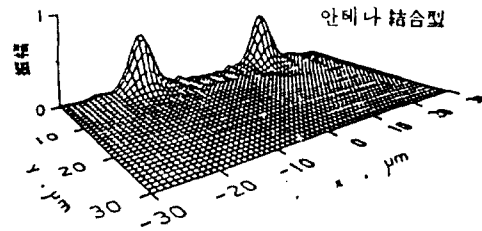
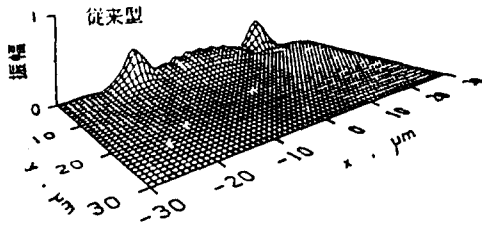


그림 8 (a)안테나結合型 Y分岐導波路의 構造



(b)分岐角과 分岐損失의 關係(計算)



(c)光強度分布의 計算例.

러지는 일이없이 廣角度로 分岐가 된다. 損失이 가장 작은 分岐角의 값은 다음의 式에서 求하여진다.

$$n_3 = n_2 [\sin^2 \phi + \cos^2 (\theta - \phi)]^{1/2} \quad (4-2)$$

但, 여기서 $\phi = \tan^{-1}(U_x / \beta T_x)$ 로 주어지며, U_x 는 코어內的 正規化位相定數이며 β 는 z 方向의 位相定數이고 또 $2T_x$ 는 導波路의 幅이다. ΔT_y 는 損失을 적게하는 役활을 하며 ΔT_y 가 4 μm 以下이면 充分하다. 分岐損失과 電磁界 分布는 PBM(Propagating Beam Method)法에 依하면 計算이 된다. 圖8의 (b)는 波長 $\lambda = 1\mu\text{m}$, $2T_x = 2T_y = 5\mu\text{m}$, $n_1 = n_3 = 1.5$ 및 $n_2 = 1.504$ 인 경우의 例이다. 안테나結合型은 從來의 型態에 比하여 分岐角을 상당히 크게 할수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 圖8 (c)는 分岐部 近傍의 振幅強度分布의 計算例을 보여준다. 從來型

에서는 分岐角의 內側에 빛의 放射가 일어나고 있는데 反하여 안테나型에서는 放射成分없이 두 가닥의 波路에 빛이 分岐되고 있는 모양을 볼 수 있다. 이온 交換유리導波路를 사용한 試作結果에서는 分岐角 $2\theta = 6^\circ$ 의 경우, 分岐損失이 從來型에서 3.4dB, 安테나結合型에서 1dB를 얻었다.

다. 折曲된 導波路

光集積回路에서는 低損失이면서 꺾어져 휘이는 導波路가 대단히 重要하며 緊要한데 折曲된 導波路는 이를 目的으로 하는 導波路의 一種이다. 急히 꺾어서 導波路를 굽히면 굽혀지는 곳에서는 많은 放射 모드가 일어나며 또 曲率을 크게하여 완전히 굽히면 損失이 增加하므로 適當하지 못하다. 한편, 從來의 單純히 折曲된 導波路의 경우 折曲部分에서 位相面의 不整合때 문에 굽혀진 外側으로 放射하는 成分이 상당히

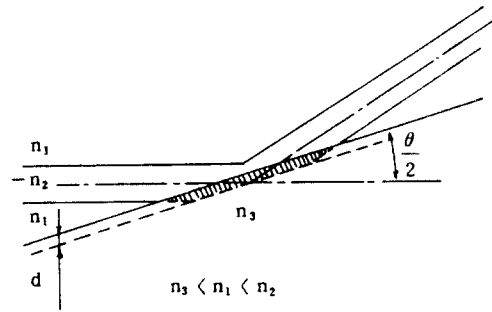
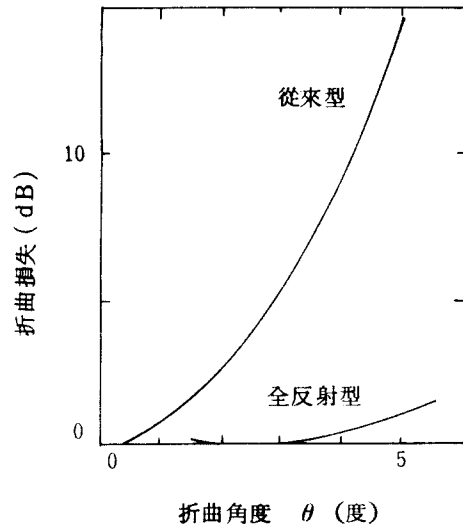


그림 9 (a) 全反射型折曲된 導波路의 構造.



(b) 折曲損失의 計算例

커진다. 圖 9 (a)에서 보는바와 같이, 全反射型折曲導波路에서는 折曲點近傍에 크래드 n_1 보다 低屈折率領域인 n_3 를 設置하여 位相面의 傾斜를 促進시키므로써 折曲後 導波路의 導波모드의 不整合을 大幅의으로 改善이 되기 때문에 損失이 적게 된다.

圖 9 (b)는 PBM法으로 計算한 折曲損失特性例를 보여주고 있다. $n_1 = 1.50$, $n_2 = 1.502$, 導波路幅 $2T = 6\lambda$ 및 全反射型의 $n_3 = 1.498$ 이며,

n_3 의 접합두께 d 는 各 角度에 따라 最適値를 求하고 있다. 즉 $d = 0.5 \sim 2\lambda$ 정도이며 θ 가 커지면 따라서 d 도 커진다. 計算의 편의상 折曲角度는 적게잡고 있으나 從來型和 比較하여 볼때 全反射型의 損失이 상당히 적다는 것을 알 수 있다. 基礎的 實驗에서 $\theta = 2^\circ$ 인 경우 從來型은 3.5dB, 全反射型 1.0dB의 損失을 얻고 있다.

라. 릿지型 (Ridge Type) 光導波路

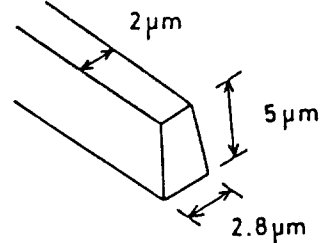
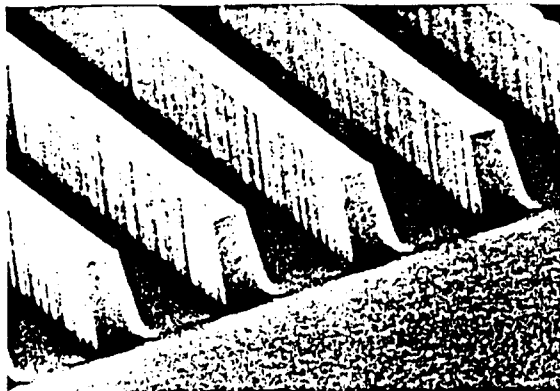
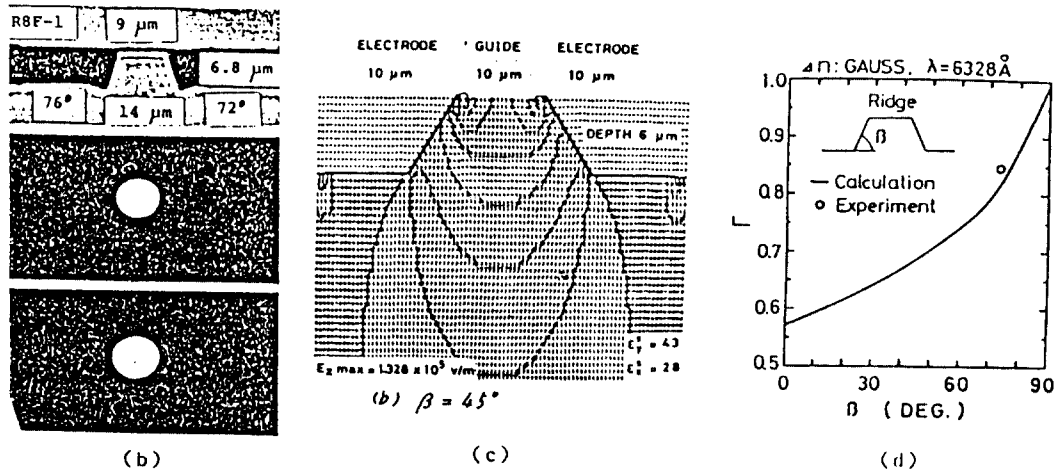


그림 10 (a) ECR 이온애칭法으로 製作한 石英릿지형 光導波路.



릿지型光導波路 (b)導波路斷面과 導波光패턴(TE, TM)
(c)SOR法으로 計算한 印加電界分布 (d) Γ 의 릿지角依存性.

圖10에 그린 릿지型 光導波路(圖4 參照)는 一般的으로 光의 進入率이 良好하다 特히 LiNbO₃結晶을 使用한 경우, 릿지側面에 電極을 形成하므로써 빛과 印加電界와의 相互作用이 強하게 되어 高能率光變調器가 된다.

圖10(b)는 이온애칭法으로 만들어진 LiNbO₃ 릿지導波路和 近視野像(NFP)의 導波光의 ITV 사진이다. 印加電界는 포아손(Poisson)의 式, 即, 加速緩和法을 使用해서 풀어 얻어진 것 이

다. 또 圖10(c)는 릿지角45°의 例를 그렸으며, 圖10(d)는 光과 電界의 相互作用을 表示하는 重積分係數 Γ 와 릿지角 β 와의 關係를 나타내는 例이다. 이는 圖10의 (b)와 (c)에 依해서 얻어진 것이다. 變調에 要하는 電壓 V는 $V\alpha_1/\Gamma$ 의 關係가 있으므로 β 가 클수록 低驅動電壓素子가 얻어진다. 例를 들면, 現在 넓게 使用되는 푸레나型 電極에 比해서 릿지型의 경우 2~3倍의 Γ 가 얻어지므로 後述하는 超高速光變調器 및 스

表 1. 導波光制御의 分類

相互作用	效 果	現 象	機 能	導 波 路 材 料
電界—光	電氣光學效果 (pockel's effect)	屈折率變化	振幅·位相變調, 光路切換, 偏向, 回折 모드變換	Ti擴散 LiNbO ₃ , LiNaO ₃ , PLZT, GaAs, InGaAsP
音波—光	音響光學效果 (光彈性效果)	屈折率變化	回折, 偏向, 모드變換, 單一側帶波發生	Ti擴散 LiNbO ₃ , As ₂ S ₃ 膜等
磁界—光	磁氣光學效果 (Faraday effect)	偏波面回轉	非相反性, 모드變換	YIG膜, GGG, 常磁性유리
熱—光	熱光學效果	屈折率變化	振幅·位相變調	材料一般
光—光	非線形光學效果 (2次)	分極誘起	2次高調波發生, 파라메트릭增幅	Ti擴散LiNbO ₃ , ZnO膜

위치 등에 適用이 期待되고 있다.

5 光制御素子

光制御素子에 使用되고 있는 주된 現象과 效果 및 材料 등에 對하여 表 1에 간단히 比較列記 하였다. 그 가운데에서 電氣光學效果가 가장 많이 使用되고 있으며 그 應用素子의 種類도 가장 많으므로 以下, 이를 中心으로 說明한다.

가. 電氣光學效果

어떤 物質은 外部로부터 電界를 加하면 屈折

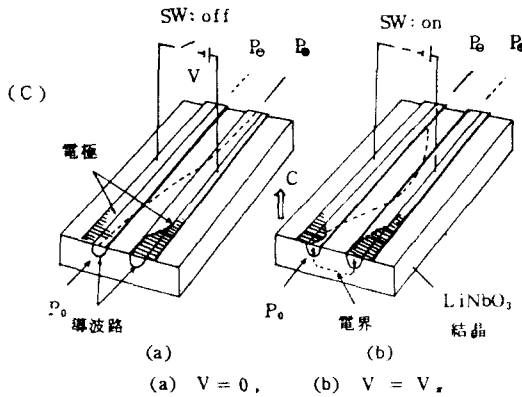
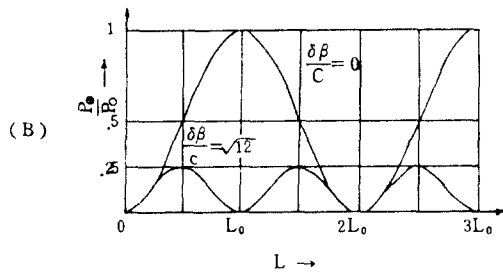
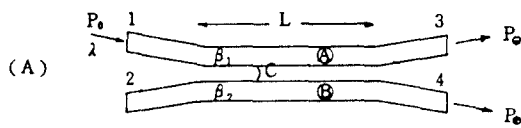


그림 11 方向性結合形光 스위치의 基本動作.

率이 變하는데 이를 電氣光學效果라 하며 屈折率變化가 電界에 比例하는것을 포켈스效果(Pockel's effect)라 하고 電界의 自乘에 比例하는것을 케르效果(Kerr effect)라 한다. 케르效果는 全材料에 걸쳐 存在하고 있으나 포켈스效果는 中心對稱을 갖지않는 結晶(壓電結晶)에만 存在한다.

一般的으로 3次元의인 屈折率의 表示는 直交座標系(x₁, x₂, x₃)를 使用한 屈折率橢圓體, 即

$$B_{ij} x_i x_j \quad (\text{단, } i, j = 1, 2, 3) \quad (4-3)$$

이 使用된다. 物質의 誘電率을 ε라고 하면 B_{ij} = 1/ε_{ij}이다. ΔB를 電界E의 印加에 依한 屈折率橢圓體의 變化分이라 하고 n을 屈折率이라 하면

$$\Delta B_{ij} = \Delta(1/\epsilon_{ij}) = \Delta(1/n_{ij}^2)$$

$$r_{ij} E_k + R_{ijk} E_k E_l \quad (4-4)$$

가 된다. r는 포켈스 그리고 R는 케르의 定數이다. 光制御素子에서는 포켈스 定數를 많이 使用한다. 이때 電界 E_k에 依한 主屈折率의 變化分 Δn_α는 다음의 式과 같이 주어진다.

$$\Delta n_{\alpha} = 1/2 n_{\alpha}^3 r_{\alpha k} E_k \quad (\text{단, } i, j, \dots, \alpha = 1 \sim 6) \quad (4-5)$$

r 定數는 一般的으로 18個의 成分을 갖는데 結晶系에 따라 그 數가 定하여져 있다. 예컨대 LiNbO₃系에서는 4個, GaAs系에서는 1個이며, LiNbO₃의 最大定數인 r₃₃은 GaAs의 r₄₁보다 約 26倍의 값을 갖고 있다.

나. 方向性結合型 光變調器 및 光스위치

圖11(a)에서 보는 바와같이 同一한 두가닥의 導波路를 近接하여 나란히 두면 導波路의 倂進 電界에 重첩이 發生하여 導波사이에 電力의(power) 遷移가 일어나는데 이를 分布結合

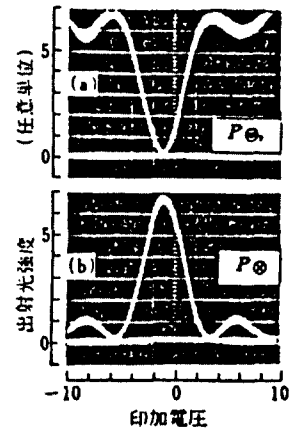
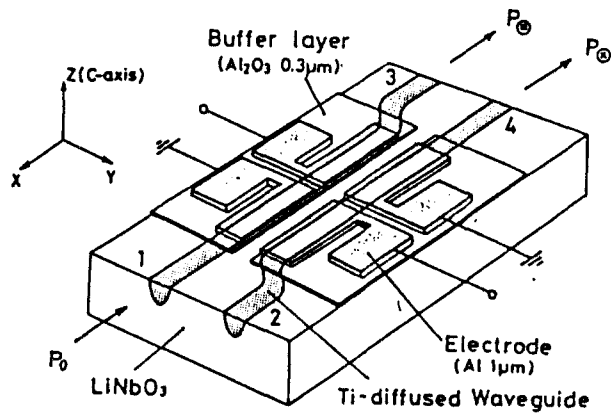


그림 12 (a) 反轉 $\Delta\beta$ 電極을 갖는 方向性結合形 스위치,
(b) 方向性結合形 스위치에 걸리는 出射光強度의 印加電壓 依存性

또는 方向性結合이라고 한다. 光의 傳播定數를 β_1 라하고 그 差를 $\delta\beta = \beta_1 - \beta_2$, 結合係數를 C, 그리고 結合하는 長이를 L라 한다면 入射光電力 P_0 에 對하여 出射光電力 P는 結合方程式을 풀므로써 다음의 式과 같이 求하여진다.

$$P = P_0 \{ (\delta\beta/c)^2 + 1 \}^{-1} \sin^2 \{ \{ (\delta\beta/c)^2 + 1 \}^{1/2} CL \} \quad (4-6)$$

上記의 (4-6) 式의 計算例를 圖11B에 그렸다. 또 $L = L_0$ 가 되도록 選擇하여 $\delta\beta/c \sim \sqrt{12}$ 의 範圍에서 變化를 시키면 完全한 光스위치 또는 光路切替가 可能하다. 여기서 $\delta\beta = (2\pi/\lambda_0)\Delta n$ 의 關係가 있으므로 式(4-5)에서 얻어지는 Δn 을 代入하면 100%의 스위치 電壓 $V_\pi (= \text{半波長電壓})$ 을 計算할 수 있다. 한편 圖11(c)의 例는 다음의 式에서 주어진다.

$$V_\pi = \sqrt{3}/2 \cdot (\lambda_{0g}/n^3) \cdot \Gamma_{33} \Gamma \quad (4-7)$$

단, g는 電極間隔이며 Γ 는 光의 重量積分係數 ($\Gamma < 0.4$)이다.

다. 反轉 $\Delta\beta$ 法

實際 素子의 경우 $\delta\beta/c = 0$, $L = mL_0$ (m는 奇

數)를 嚴密히 制御하여 製作한다는 것은 상당히 어려운 問題로서 이들의 약간씩 어긋남은 消光比라든지 漏話等を 劣化시키는 原因이된다. 그런데 이 問題는 多幸하게 電極을 2個以上으로 나누어서 隣接한 電極을 서로 反對되는 電界를 加해줌으로써 解結이 되며 이를 反轉 $\Delta\beta$ 法이라고 한다. 圖12는 二分割電極을 가진 方向性結合器의 例이다. 結合長을 $L_0 < L < 3L_0$ 로 하면 印加되는 電壓에 따라 거의 完全한 反轉이 되며 圖12(b)에 印加電壓과 出射光強度의 關係를 그렸다. 이 實驗의 試料는 Ti 廣散 LiNbO₃, 導波路 (幅 $8\mu\text{m}$, 間隔 $5\mu\text{m}$, 結合長 15mm)를 썼으며 $\lambda_0 = 1.3\mu\text{m}$, $V_\pi = 4\text{V}$, 消光比 E.R. = 32dB를 가지고 있다.

라. 進行波形 電極을 갖는 高速光變調器

廣帶域光變調를 하는데에는 進行波形 電極을 使用하는 것이 가장 좋다. 이 變調器의 上限周波數는 光波와 印加된 마이크로波의 位相速度差에 依해서 決定된다. 即, 光波에 對한 屈折率을 n_0 라 하고 마이크로波에 對한 屈折率을 n_m 라 한다면 3dB 帶域幅 Δf 는 電極의 長이를 l 로 하였을 때 $\Delta f l \propto 1/|n_0 - n_m|$ 이 된다. LiNbO₃ 結晶의 경우, $n_0 = 2.2$ 이고 比對稱 푸레나形 電極일 때 $n_m = 4.3$ 이며 $\Delta f l = 9.4\text{GHz} \cdot \text{cm}$ 이 된

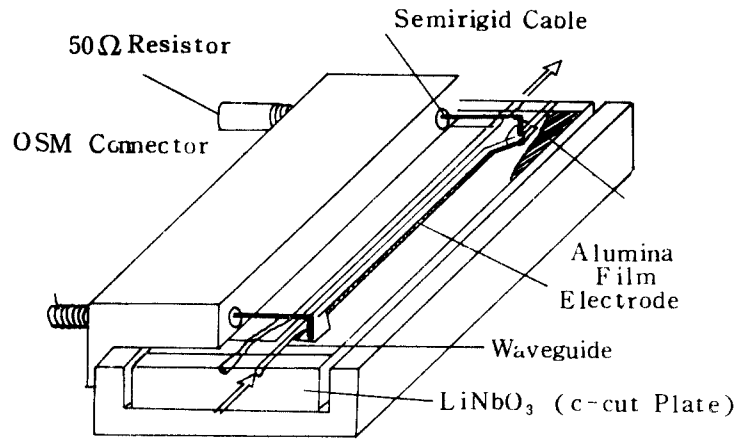


그림 13 進行波形電極을 갖는 廣帶域光變調器.

15)

다. 또 $l = 6\text{mm}$ 의 素子에서 $\Delta f = 16\text{GHz}$ 가 되고 있다. 또한 立體加工等의 技術導入에 依하면 $n_m = n_o$ 로 하는것도 可能하며 $\Delta f l$ 를 極히 크게 할 수 있을 것으로 기대되어 앞으로의 發展에 展望이 밝다.

마 光스위치 매트릭스 및 光交換器

畫像이나 데이터通信을 할 경우 廣帶域高速切換이 可能한 光交換器의 必要性이 대단히 크며 重 要한 일이다. 畫像의 切換스위치의 경우 消光比

나 漏話가 60dB 程度 必要하다. 이러한 要求에 對하여 4 入力 \times 4 出力으로 32個의 方向性結合器를 한장의 LiNbO_3 基板上에 集積化하여 製作한 例가 報告된 바 있다. 이러한 全光交換器는 廣帶域이기는 하나 一般적으로 插入損失이 큰 缺點을 가지고 있다. 빛을 檢出器로 일단 電氣信號로 交換하고 電子回路로 交換을 行한 後, 다시 레이저에 依하여 光出力을 얻는 OE-EO 交換器도 現在 提案되고 있다.

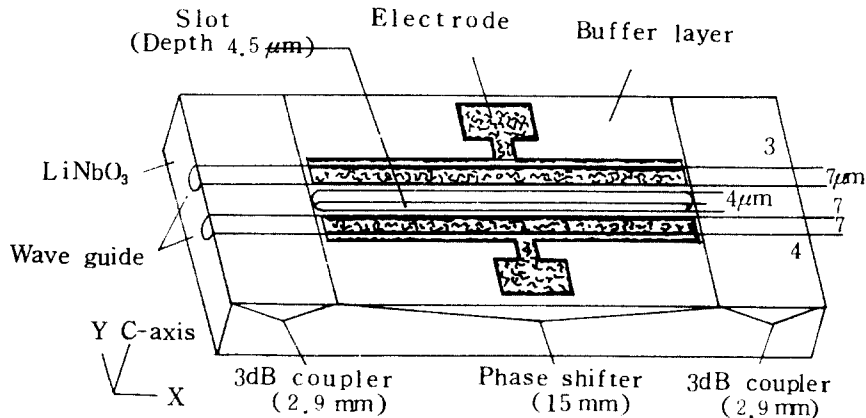
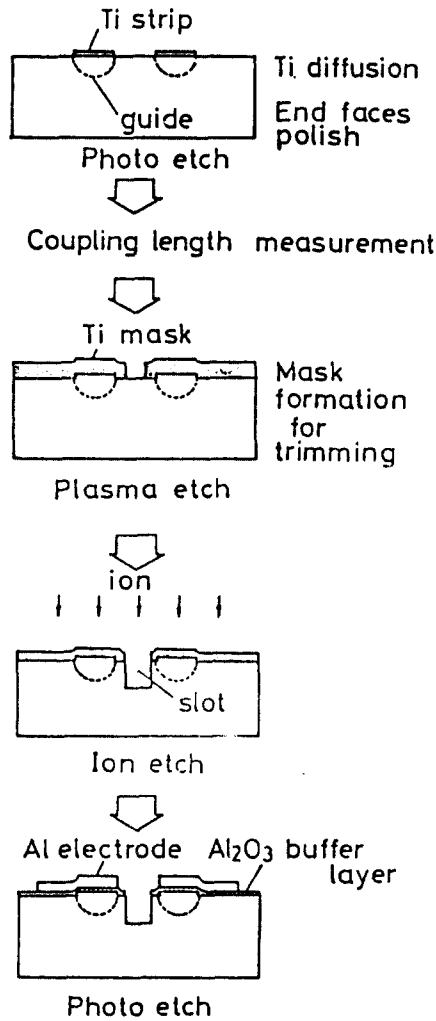


그림 14 (a) 平衡브릿지形光變調器 / 스위치.



(b) 素子製作프로세스.

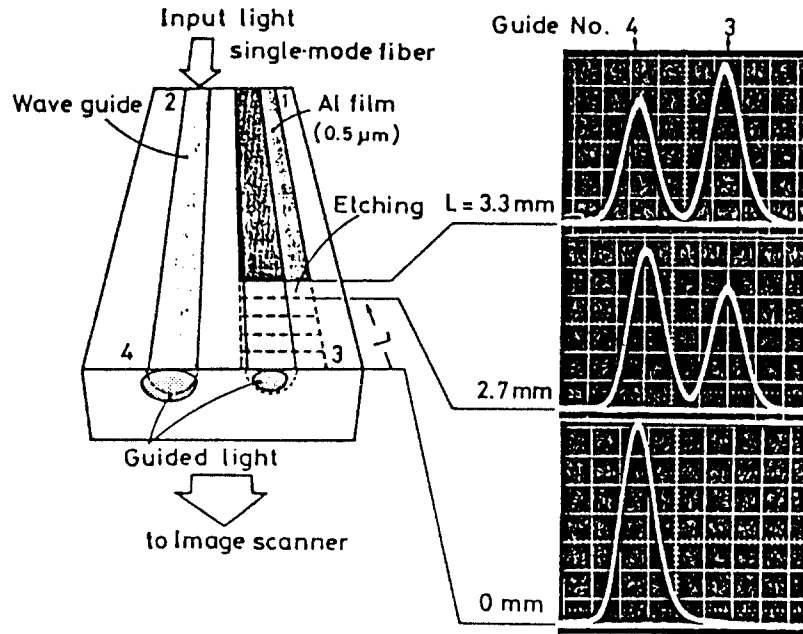
6 平衡브릿지型 光變調器 및 光스위치

2 端入력과 2 端출력을 갖는 型態로써 方向性 結合型素子和 比較하여 設計 및 製作이 容易하며 高性能과 廣帶域化가 可能한 平衡브릿지型 素子에 關하여 그 素子의 特性 및 製作 프로세스 등을 紹介하고자 한다. 素子의 構成과 寸法 등은 圖14(a)에서 보는바와 같다. 導波路 1 에서 부터 入射된 光은 方向性結合導波路에 있는 3

dB 結合器에서 2 等分되어 位相推移部內를 傳播한다. 이 部分은 導波路사이에 홀이 貫여 있어서 導波光이 空氣層으로 漏泄되는 것은 極히 적기 때문에 거의 完全히(-90dB程度)分離된다. 電壓을 印加하지 않았을 때, 位相推移相器 出口에 있어서의 兩導波光 位相差 $\delta\phi$ 는 構成上 零이 되는데 다음에 붙은 3 dB 結合器의 作用으로 入射光은 合波가 되어 導波路 4 로부터 出射가 된다. 電壓을 印加하여 $\delta\phi = \pi$ 로 하였을 경우 入射光은 導波路 3 에서 出射되므로 스위치 動作이 可能해진다. 圖14(b)는 素子製作프로세스를 그린 것이다. Ti 薄膜을 패턴化하여 擴散하면 導波路가 된다는 것은 이미 아는바다. 端面을 研磨한 뒤 圖14(c)에서 보는 바와 같이 結合長을 모니터하면서 必要한 길이만큼 被覆한 마스크를 形成하여 이온애칭法으로 溝를 만들어 넣는다. 또 導波光의 電界가 電極金屬에 依해서 減衰가 되지 않도록 緩衝層(Buffer層)을 形成하고서 電極을 패턴化한다. $\lambda = 1.15\mu\text{m}$ 의 波長에 대해서 얻어진 印加電壓과 光出力과의 關係 및 그때의 兩端面으로부터 出射되는 光패턴의 例를 圖15에 그렸다. 이에 依하면 $V_{\pi} = 2.8(\text{V})$, 光의 全插入損失 2.6dB, 漏泄 15dB, 帶域幅 1.5GHz(集中定數型 電極使用)등 高性能을 나타낸다. 앞으로는 보다 廣帶域化를 얻는 것이 重要한 課題이다.

7 마이크로 아이솔레이터

光아이솔레이터는 빛을 한쪽방향으로만 通過시키고 逆方向으로는 通過시키지 않는 素子이다. 光通信을 할 때 光纖維나 또는 光學部品으로부터 反射된 빛이 光源인 半導體레이저로 되 돌아오면 動作不安定의 原因이 되기 때문에 이를 막기 위한 不可逆의 素子이다. 本論에서는 集積回路形은 아니지만 高性能의 마이크로 아이솔레이터에 關하여 紹介하고자 한다. 圖16에 마이크로 아이솔레이터의 그림이 그려져 있다. 이 素子는 라미폴(LAMIPOL)이라고 하는 金屬薄膜 誘電體交互 多層膜偏光子와 화라데이回轉係數가 큰 $\text{Gd}_{3-x}\text{Bi}_x\text{FeO}_{12}$ 結晶(GBIG) 및 微小磁



(c) 結合長 모니터

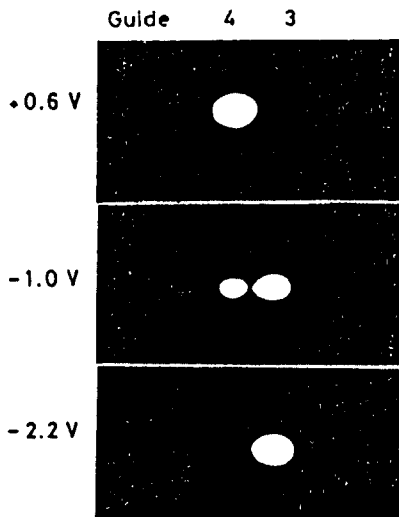


그림 15 出射 패턴과 印加電壓의 關係

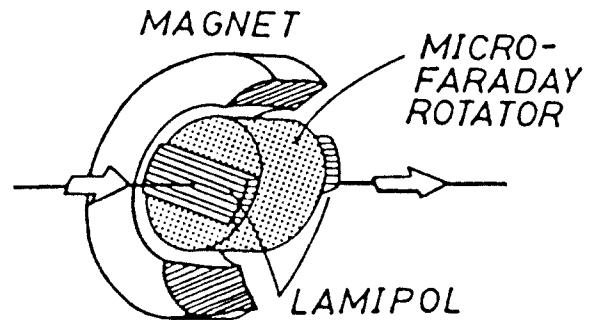
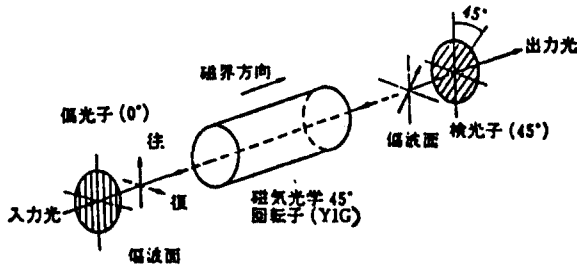


그림 16 (a) 마이크로아이솔레이터의 構造

어 놓고 있다. 이 素子의 動作은 從來의 벌크 (Bulk) 形과 거의 같다. 卽 入射한 빛은 入射側 偏光子에 依해서 直線偏光이 되고 또 GBIG 에서 +45° 回轉이 되어 出射側의 偏光子를 通過한다.

되돌아오는 光은 出口側의 偏光子를 通過한 뒤 GBIG의 非相反性에 依해서 進行方向에 關

石으로 構成되어 있으며 이는 入射側과 出射側의 偏光子는 偏光方向을 서로 45° 틀리게 맞추



(b) 光아이슬레이터의 原理構成圖.

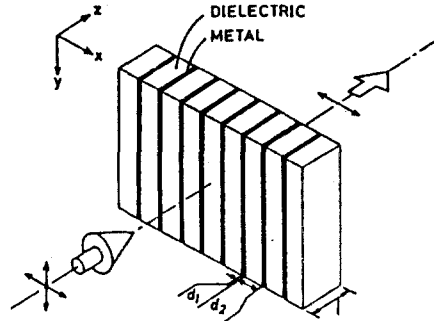


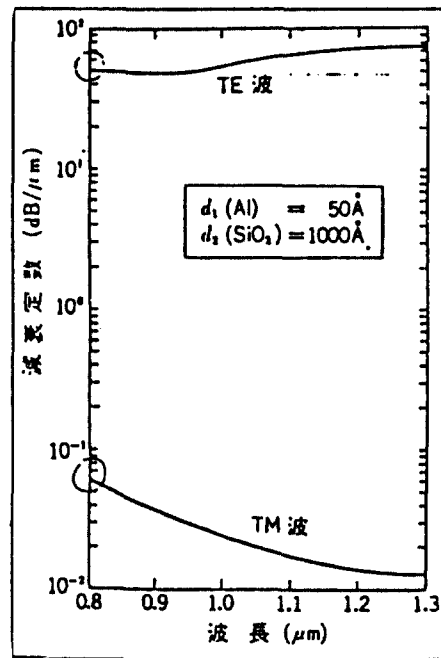
그림 17 LAMIPOL 偏光子 (a) 構造와 機能.

係없이 다시 +45° 回轉하므로 入口側의 偏光子와는 直交하는 形象이 되어 通過하지 못한다. 微小偏光子의 構造를 圖17에 그렸다. 金屬薄膜 d_1 은 誘電體層의 두께 d_2 보다 훨씬 작게 한다. 이때 任意로 偏光된 빛이 入射하는 경우에는 x 軸方向으로 偏波된 光만이 通過한다. 여기서 x 軸과 y 軸方向으로 偏光된 빛을 TM波 및 TE波 라고 하는데 傳播特性의 解析理論에서 各各 偏波의 減衰定數比는 近似的으로 다음의 式과 같다.

$$\alpha_{TM} = \alpha_{TE} \cong |\epsilon_{S1} / \epsilon_{S2}|^2 \quad (4-8)$$

단, ϵ_{S1} 및 ϵ_{S2} 는 金屬과 誘電體의 比誘電率이다.

一例로서 波長 $\lambda = 1 \mu\text{m}$ 의 경우, $\epsilon_{S1} = -61.9 - j 23.2$ 인 Al과 $\epsilon_{S2} = 1.46$ 인 SiO_2 에 對하여 생각해보면 式(4-8)의 값은 10^{-3} 以下가 된다. 嚴密한 計算을 하면 理論上의 插入損失이 0.1d dB, 消光比 100dB에 達하는 偏光子가 Z 方向의 두께가 數 μm 까지 實現될 수 있음을 알 수 있다. Al 을 50Å 以下 또 SiO_2 를 5000Å 以下の 두께로 서로 반복하여 積層하여 만든 $20 \mu\text{m}$ 두께의 試料인 경우 插入損失 0.7dB 消光比 30dB 以上이 얻어지고 있다. GBIG單結晶은 후라크스法으로 育成하여 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ 인 경우 회라데이 回轉角이 $-0.148 \text{ deg}/\mu\text{m}$ 정도로 크다. 全體의 크기는 $2 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$ 이며 特徵은 $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ 일때 順方向插入損失이 1.3dB, 逆方向일때 28dB 以上の 값이 얻어지고 있다.



(b) 通過TE·TM의 減衰定數.

8 새로운 制御素子

將來의 高密度集積回路를 想像하여 볼 때 現在의 光制御素子는 그 幅에 比하여 빛의 進行方向의 長이가 至極히 긴 편으로 적어도 半導體 레이저 程度인 약 $200 \mu\text{m}$ 로 짧아져야할 必要가 있다. 그러기 위해서는 定數의 크기나 材料의 開發과 新現象 또는 新效果의 探查가 必要하다.

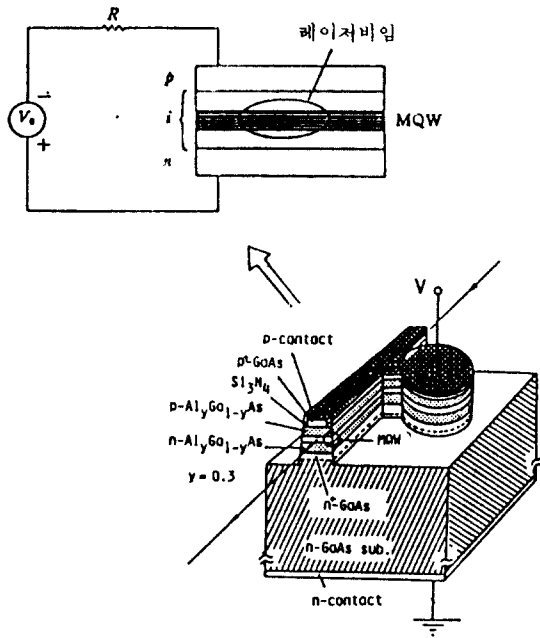
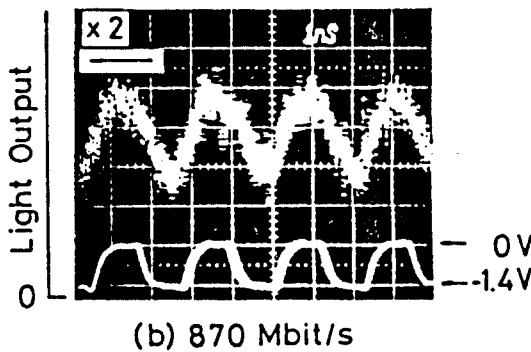


그림 18 (a) 양자井戸 - 더블헤테로導波路形變調器.



(b) NRZ 펄스에 의한 光變調特性.

本章에서는 最近 日本에서 새로 研究를 始作한 2개의 新素子를 紹介하고자 한다.

圖18은 양자井戸(Quantum Well) 中の 勵起子 吸收의 電界效果를 利用한 外部變調器의 例이다. 素子の 에비層은 基板上에 MBE 法으로 形成시키고 있다. 構造는 PIN다이오드로서 QW는 i層部分에 80Å의 GaAs와 50Å의 GaAlAs를 16周期로 만들어 同時に 光導波路로 하고 있

다. QW層을 使用하므로써 勵起子의 束縛에너지가 上昇하므로 室温에서도 存在하며 적은 바이어스 電壓을 걸어주므로써 光吸收스펙트럼이 長波長 쪽으로 기우(shift)는 特徵을 가지고 있는 吸收型變調器이다. 이 素子는 變調速度가 캐리어壽命(ns 以下)의 制限을 받지 않는다는 點에서 高速化가 可能하다고 보고 있다. 또 圖 18 (b)는 870Mb/s의 變調實驗例로서 素子の 길이 180 μ m, 바이어스 電壓 -1.4V에서 50%의 變調가 이루어지고 있다.

圖19는 캐리어 注入을 하므로써 屈折率減小가 크게 되는 것을 利用한 全反射型光스위치의 例를 보여주고 있다. 큰 屈折率變化가 일어나는 原因은 밴드휠링에 依한 吸收瑞쉬프트와 自由캐리어의 프라즈마分散에 依한 效果라고 設明되어지고 있다. 스위치길이 150 μ m는 微小長일뿐 아니라, 스위치電流 90mA 로도 良好한 特性이 얻어진다. 이는 將來 有望한 素子로 開發될 것으로 본다.

9 光纖維의 新技術

km當 수 dB의 損失이었던 光纖維가 80年代에 들어와서 0.5dB/km 以下의 損失이라는 極低損失에서 光纖維가 開發되면서 光通信의 實用化에 큰 공헌을 하고 있다. 多모드 光纖維는 코어部의 屈折率分布가 階段모양(step형)과 2乘形(graded) 형으로 大別되며 코어의 直徑이 普通 數십 μ m以上, 比屈折率差가 1% 程度로 크기 때문에 光源과의 結合效率이 높고 光纖維 상호간의 接續의 比較的 容易하다는 特徵이 있으나 光傳送에서 損失이 크기 때문에 長距離 通信用으로는 單一모드 光纖維를 使用하게 된다. 이는 하나의 모드만을 傳送할 수 있다는 것이 條件이므로, 使用波長을 1 μ m라고 하면 普通 코어의 直徑이 8 μ m, 比屈折率差가 0.2%의 것이 쓰여진다. 이 光纖維와 光導波路 및 光制御素子間의 結合用 또는 長距離傳送用 및 光纖維內의 各種素子의 集積等이 研究되고 있다.

가. 光纖維型 PLZT 光스위치

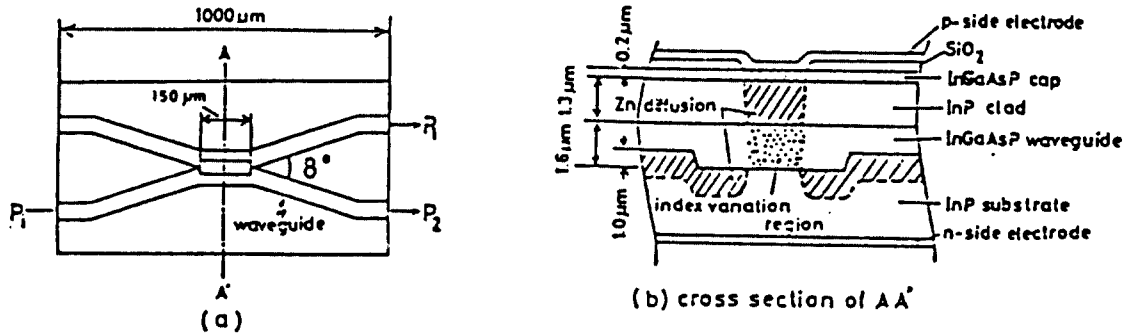


그림 19 電流注入全反射型光스위치의 構造.

外部變調器로서는 벌크(Bulk)型和 導波型이 있다. 벌크型은 挿入損失이 極히 적으며 消光比도 대단히 良好하나 驅動電力이 큰 缺點이 있다. 한편 導波型은 驅動電力은 적으나 一航的으로 結合損失과 傳播損失이 크기 때문에 挿入損失이 크다는 缺點을 가지고 있다. 圖20(a)에 보여 주는 素子는 上記 兩者의 長點들을 모두 가지고 있는 光纖維型PLZT光스위치이다. 이 光스위치는 PLZT 強誘電體세라믹으로 만든 벌크型位相스위치와 金屬 및 誘電體 交互多屬膜微小偏光子(LAMIOON)과 光纖維로 構成되고 있다.

흡을 PLZT에 ($n=2.5$) ㅅ을 경우 흡의 幅 D 가 $50\mu\text{m}$ 以下이며는 回折損失은 0.1dB 以下가 된다. 이와같이 挿入하는 試料의 두께가 얇은

경우 素子의 導波路化가 不必要하게 된다. 即 PLZT는 큰 電氣光學效果를 나타내기 때문에 素子의 小型化가 된다. 이 試作된 素子는 光挿入損失이 적으며 1dB 以下로 대단히 적으며, 消光比가 約 30dB 및 스위치電壓이 19V ($\lambda=633\text{nm}$)와 27V ($\lambda=1.3\mu\text{m}$) 程度의 特性이 얻어지고 있다고 報告되고 있으며 또 變調帶域幅은 20MHz 까지 確認되고 있다.

나. 偏波保存 光纖維

偏波保存光纖維는 傳播光의 強弱뿐만 아니라 位相과 偏向情報등도 積極的으로 利用하는 高精度의 計測과 코히어런트 光通信傳送路用으로 開發된 SM型 光纖維이다.

SM型光纖維의 基本모드는 HE_{11} 모드이다. 이

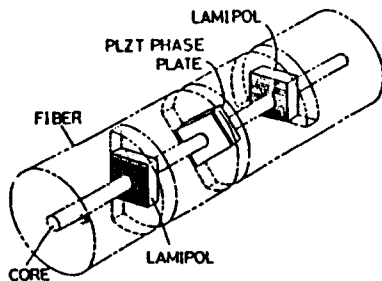
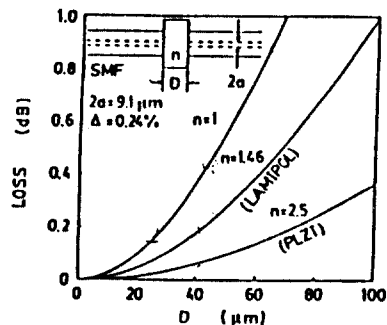


그림 20 (a) 光纖維型 PLZT 光스위치



(b) SMF의 回折에 의한 接續損失

모드가 偏波面을 가지고 있으면 x 方向으로 偏波한 HE₁₁ 모드와 y 方向으로 偏波된 HE₁₁ 모드의 2 개가 存在한다. 一般적으로 코어는 正確한 眞圓이 아니기 때문에 이들 2 개 모드의 位相定數 β_x 와 β_y 는 서로 약간 相異하게 된다. 光電力은 HE₁₁ 모드이거나 HE₁₁ 모드에 依해서 傳播가 되는데 位相差 $\Delta\beta = |\beta_x - \beta_y|$ 가 작으면 구부러거나 조이는等 外部의 作用이 있을때 直交偏波모드 사이에서 光電力의 收受(모드 結合)가 일어나기 쉽고 $\Delta\beta$ 가 크면 2 逆으로 되기 쉽다. 따라서 位相情報을 安定되게 傳播하기 위해서는 다음의 두가지 方法이 있다. 그 첫째는 코어를 眞圓(即 眞圓)으로 하는 것과 둘째는 어느쪽이든 한쪽의 偏波모드를 選擇勵振시키므로써 傳送中에 電力의 收受가 일어나지 않게 하는 即 $\Delta\beta$ 를 크게 하는 方法이다. 實上 偏波面을 保存하기 爲해서는 코어를 眞圓으로 하는 것이 어렵기 때문에 두번째의 方法이 實用化가 되고 있다. 偏光保存光纖維는 여러가지 形態가 있을 수 있으나 現在實用化되고 있는 것을 圖21에서 보여주고 있다. 이 眞圓코어, 크래드형은 一般적으로 低損失로서 波長 $\lambda = 1.3\mu\text{m}$ 에서 1dB/km 以下의 損失을 보여준다. 또 結合長은 대체로 1mm ~ 1cm 程度이다.

다. 矩形코어 光纖維

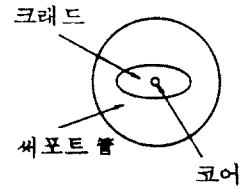


그림 21 偏波保存光纖維의 한 例인 橢圓크래드형.

光通信 및 光集積回路에 있어서 效率 좋게 서로 다른 光導波路 사이를 연결하는 것은 重要한 問題이다. 그는 結合部分의 損失이 크며 시스템 全體의 效率에 큰 影響을 미치기 때문이다. 一般적으로 유리導波路나 NiNbO₃ 또는 半導體 등과 같은 서로 材質이 다른 導波路間에 있어서 屈折率이 다르기 때문에 屈折率分布의 機可學的 構造가 간단할지라도 導波모드의 界分布는 一致하지 않는다. 따라서 構造가 다르면 더욱 界分布는 一致하지 않게되며 이 界分布의 不整合이 光導波路間의 結合損失로 나타나게 된다. 서로 다른 光導波路間의 界分布를 整合시켜 高結合 效率를 實現시키기 爲해서 모드 整合素子가 提案되고 있는데, 이들은 빛의 進行方向으로도 屈折率分布를 變化시키려는 것이다. 即 入射端과 出射端에서 各各 結合시킬려고 하는 半導體 레이저, 光纖維 및 薄膜光導波路 등과 같은 光素子의 界分布와 一致하는 構造이다. 이들 모드整合素

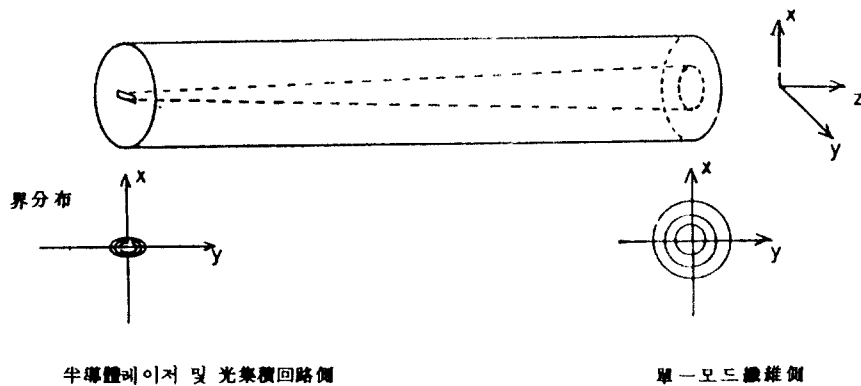


그림 22 一端을 熱擴散한 矩形코어 光纖維.

子는 薄膜型과 纖維型등 試作品들이 있으나 모두 멀티모드形으로 實在素子の 應用上 單一모드의 整合素子が 必要不可缺한 것으로 이에 對한 研究가 進行되고 있다. 圖22는 單一모드 整合素子の 그림으로 테이퍼型 構造로 되어있기 때문에 損失이 極히 적다.

이 素子の 製作은 屈折率分布를 빛의 進行方向으로도 變化시키는 것이 必要하므로 또 半導體레이저와의 모드整合을 最終目標로 하기 때문에 큰 屈折率差가 얻어지는 材料가 必要하다. 그러므로 코어材로서 타리움(Tl⁺)이온을 또 크래드材로서는 카륨(K⁺) 이온을 넣은 것을 써서 이온交換을 利用하여 이를 熱的制御를 한다. 母材로부터 纖維로 만든 後에 必要한 길이만큼 잘라서 그 一端을 電氣爐 속에 넣어 550°C에서 35분 가량 均一하게 加熱하면 코어付近의 TI 濃度分布가 擴散된다.

10 光集積回路研究의 將來展望

光集積(OIC)라 함은 各種의 光回路素子를 光導波路等을 使用하여 單一基板에 結合하여 集積化하는 것을 말한다. 光回路素子로서는 레이저와 같은 光源, 光檢品器, 光增幅器, 光變調器, 光모드變換器, 光周波數變換器, 光減衰器, 光아이솔레이터, 光필터, 光分波器, 光遲延回路, 비임스프린터, 偏光子, 光結合器 및 光서클레이터 등이 있다. 한편 光導波路는 光을 一定한 領域에 가두어 傳送하는 線路로서 光纖維, 薄膜導波路 등이 있다. 光 IC用으로 使用되는 導波路는 基板內와 基板上에 構成되어지는 것이기 때문에 薄膜導波路가 많이 使用된다.

앞으로 研究開發되리라고 생각되어지는 方向

은 個別光電氣 變換素子와 LSI를 基幹素子로 한 電氣回路와의 組立과 薄膜光導波路의 構成된 基板上에 發受光素子等을 搭載한 하이브리드 光IC等이라 할 수 있겠다. 現在 光IC를 構成하는 技術은 各 要素마다 探索的인 研究가 行하여지고 있는 基礎開發段階이다. 特定한 光回路機能을 集積하는데는 5~10年안에 實用可能한 것은 있겠지만 電氣回路의 도움없이 本來의 순수한 光IC만의 實用化에는 적어도 10年以上의 期間이 必要한것으로 關係專問家들은 보고 있다. 이의 實用化에는 앞서 말한 構成技術의 改良과 新方式의 考案이 不可缺한 것으로 光變調와 光增幅等과 같은 基本光回路機能의 發展과 超格子素子, 新材料의 加工 및 新機能材料開發等 材料技術基盤의 發展이 必要하며 이에 對한 研究가 繼續되리라고 생각된다.

한편 光集積回路는 製品의 小型化에 꼭 必要한 新技術이나 아직 完成되어 市販되는 것은 많지 않다. 그러나 이들의 構成要素인 各種 光素子들에 對한 研究는 상당히 發展을 거듭하여 高度의 技術이 日本에는 축적되어 있으며 그 가운데의 最新 發表된 光素子들에 對하여 解說的인 紹介를 하였다. 이 紹介의 資料는 1987년 4월 日吉에 있는 慶應大에서 開催되었던 第70周年 記念 全日本電子情報通信學會의 發表論文과 日本의 日立, NEC, 富士通 및 安立工場에서 얻은 資料에서 拔萃要約하였다. 現在 日本의 光通信技術은 世界最頂上의 實力으로서 加速的인 發展이 進行되리라고 믿으며 우리로서는 日本學界와 研究所 및 生産工場의 研究動態를 繼續注視하면서 技術의 間隙를 좁히도록 한 후 한걸음더 나아가서 最첨단의 分野까지 排戰하여야 할 것이다.



孫 鉉

저자약력

- 1935년 5월 27일생
- 1960. 9 : 연세대학교 전기과 졸업
- 1972. 8 : 한양대학교 대학원 졸업
- 1960. 9 ~ 1977. 4 : 주한미육군전략통신대 근무
- 1977. 4 ~ 현재 : 경북대학교 공과대학 전자공학과 부교수 (공학박사)
- 1986. 6 ~ 현재 : 한국통신학회 대구경북지부장

용어해설

●블랙 보더(black border) : 이미지 오디콘(image orthicon)을 사용하고 있는 TV 카메라에 있어서 피사체 장면 중에 극도로 밝은 부분이 있으면 그 주위가 검게 되는 현상이 나타나는데 이 때의 검게 부분을 나타내는 말이다. 이것은 밝은 부분에 대응한 타아깃면 상에서 방출된 2차 전자가 타아깃 상에 재분포되기 때문에 생긴다.

●블럭(block) : 기술적, 논리적 이유에 의해 한 단어로 취급되는 일련의 문자 또는 워드의 집합으로서 예를 들면 보조 기억 장치와 주기억 장치간의 데이터 전송은 블럭 단위로 행해진다. 또한 정보 교환용 자기 테이프에서는 자기 테이프 상에 기록된 연속한 문자 군으로서 1개 이상의 완전한 기록이 포함된 블럭 전후에 부가 문자나 검사 부호를 붙인것이 정보 블럭이다. 이밖에 버퍼 기억 장치방식의 기억 계층 구조를 갖는 컴퓨터에 있어서 외관상 주기억 장치의 속도를 향상시키기 위해 이용되는 전송 단위로서도 사용된다.

●블럭 검사(block check) : 데이터는 일반적으로 몇 개의 블럭으로 나뉘어져서 전송되는데, 이 블럭 중에 착오의 발생 유무를 검사하는 것을 뜻한다. 정보는 블럭 단위로 보내져 착오가 있으면 그 블럭을 재송신하고 착오가 없으면 다음 블럭을 송출한다. 블럭 검사 방법으로는 수평 패리티 검사 방식, 수평 마아크 계수 검사 방식, 순환 여유 검사 방식 등이 있다.