

ZnO薄膜에 의한 表面波 필터

閔 永 基

成均館大學校 助教授

1. 머릿말

최근 수년 表面彈性波(이하 表面波라 칭함)를 이용한 필터 또는 delay-line의 발표가 있었으나 이것들은 원래 미국의 군관계에 사용되는 무선 기기 용품으로서 연구 개발되어져 온 것이다. 그림 1 과 같이 delay-line 또는 필터회로를 주체로서 radar 및 sonar 등의 군용을 비롯하여

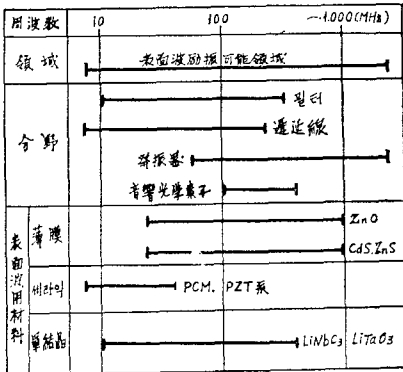


그림 1. 表面波다이오드의 周波數領域과 材料

computer-memory, 수신기 雜音제거, colour TV의 ghost현상 제거 등의 직접적 응용 또는 microwave 영역에 있어서의 각종 機器, 光과 결합한 音響光學素子와 非線形 효과를 이용한 새로운 素子가 생각되어지나 아직 실용의 단계

는 아니다. 현재 발표되어 있는 表面波 filter에 는 壓電재료에 의하여 壓電單結晶, 壓電磁器, 壓電薄膜의 세 종류로 나눌 수 있다. 松下電子 部品주식회사에서는 이 중에서 製造過程에 壓電 定數의 制御가 할 수 있는 利點을 고려하여 ZnO 薄膜방식을 채용하기로 했다. 本欄에서는 ZnO 薄膜 表面波 filter에 관해 記述하고자 한다. TV VIF회로는 TV 영상의 解像度라든가 色畫 質을 결정하는 중요한 회로이므로 이 회로를 集 積化, 小形化 하기 위하여 IC화가 활발히 진행 되고 있다. 반면 VIF 특성을 결정하는 filter부 문은 비교적 큰 크기의 콘덴서와 코일, 저항 등 을 여러 개 조합하여 만드므로 그중 정밀한 조 정에 의하여 복잡한 필터 특성을 만들어 내고 있는 실정이다. 이 때문에 VIF 필터의 無調整 化, 部品수위 최소화가 매우 요망되어져 오던 중 松下電子회사에서 ZnO 薄膜에 의한 表面波 필터를 개발 量産化 했다. 이 表面波 필터는 유 리 基板에 ZnO薄膜을 증착에 의하여 형성하여 빠른 전극으로 TV VIF filter특성을 얻도록 한 集中 filter로 coil 3개를 內藏한 helical filter와 conder 6개, IFT 3개 및 ceramic filter 1개에 상당하는 기능을 갖고 있다. 이 表面 波 filter를 TV에 사용함에 따라 部品수의 절

감, 調整工數의 삭감이 이루어지는 동시에 LC filter로는 곤란한 직선성이 좋은 위상 특성에 의하여 畫質의 향상을 얻을 수 있다.

2. 表面 彈性波

固體의 表面을 전파하는 파는 일반적으로 表面 彈性波라 부르고, 단순한 형의 표면파라 半無限 等方性彈性體의 表面을 전파하며 그 速度 V_R 은 근사적으로 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$v_R = v_S \frac{0.87 + 1.12\sigma}{1 + \sigma} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

σ : poisson 比

v_S : 彈性體內를 전파하는 橫波의 速度

v_R : v_S 의 거의 9 할의 수치

이와같은 表面波를 발생 및 검출하는 방법에는 여러 가지가 있으나 가장 간단한 방법으로서 그림 2 처럼 inter-digital형 전극(이하 ID 전극이라 한다)을 압전기판의 表面에 구성하는 방법이 이용되고 있다.

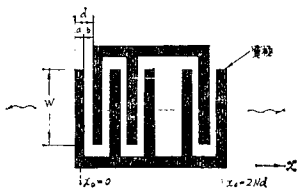


그림 2. inter-digital형 (ID)形 電極

일반적으로 ID전극에 임펄스 전압을 인가하면 압전효과에 의하여 이웃한 전극간에 서로 역위상의 歪曲이 생겨 ID 전극과 직각방향(+×방향)에 표면파가 전파하게 된다. ID전극 동작 모델로서 그림 2와 같이 cross field, in-line field 모델의 2종류가 가정되어 있고 ZnO薄膜 경우는

cross-field model, ceramic 등의 압전체의 경우도 in-line field model이 각각 理論과 實際가 비교적 잘 일치되어져 있음이 알려져 있다.

2.1 ZnO 薄膜 表面波 濾터의 개발

(1) 素子 設計

壓電薄膜을 이용한 ID전극 구조는 그림 3과 같이 4종류의 구조로 되어 있다.



그림 3. 4 種類의 ID電極 構造

이것들의 구조에 따라 유리 기판상에 형성된 ZnO薄膜의 결합계수가 크게 영향을 받아 ZnO 膜厚와 결합계수는 그림 4와 같은 관계를 얻었다.

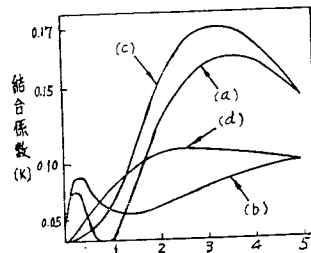


그림 4. ZnO의 厚膜에 의한 結合係數變化

증착된 ZnO薄膜의 壓電性을 높이고 表面 彈性波를 진동시키기 위해 큰 결합계수가 필요하다. 그림 4의 관계에서 얇은 막으로 큰 결합계수가 얻어지고 또 약 10[μm]폭의 극히 미세한 ID전극을 유리기판과 ZnO薄膜으로 샌드위치식으로 보호할 수 있는 이점으로 그림 3 (a)의 對向전극 구조를 채용한다.

(2) 機構設計

ZnO 薄膜에 의한 表面波 필터

ID전극을 형성한 素子 칩을 포장하는 부품재료는 전기 특성, 환경 특성, 수명 및 가격면에서 현재 반도체, IC 등에 사용되는 방법을 채용하여 신뢰성을 높이고 있다.

그림 5는 對向電極 構造를 사용한 表面波 filter用 素子 chip 構造圖이다. 그림에서 보는 바와 같이 素子칩 電極 構造는 正規形 電極과 電極 形狀을 약간 변화시켜 주파수 특성이 변한 전극(접침전극)과를 左右에 配置한 構造이다.

TV VIF集中 filter에 要求되는 주파수 특성을 正規形 電極과 適當한 接침전극의 相乘效果

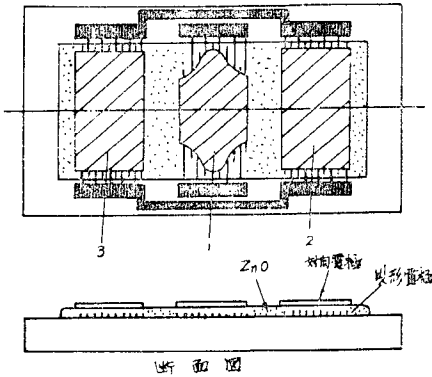


그림 5. ZnO薄膜에 의한 表面波 필터用 칩構造에 의하여 얻어진다. 이 접침전극을 만드는 방법에는

- 가) 電極指 長이를 變하게 하는 방법.
 - 나) 電極指를 鋸려낸다.
 - 다) 電極指에 印加시킨 電壓을 變하는 방법.
 - 라) 結合係數를 變하게 하는 방법 등이 있다.
- 그러나 對向電極 構造의 경우, 이 對向電極을 없애면, 그림 3(C)와 같은 構造로 되고 결합계수는 거의 D이 된다.

3. ZnO 表面波 필터의 특성

(1) 電氣的 特性

(가) 周波數 特性

그림 6과 그림 7에 일본 band에 있어서의 감쇄량의 주파수 특성을 보인다. TV VIF회로의 영상신호(f_p), 크로마신호(f_c), 음성신호(f_s)의 각 신호 level은 각각 4.5, 3.5, 20dB, 입력 손실 13dB(同調時 TTE 40dB) 이상인 양호한 특성이 얻어지고 있다.

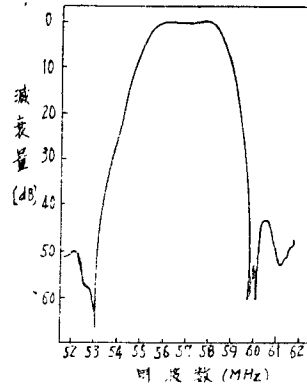


그림 6. ZnO 表面波 필터의 周波數 特性

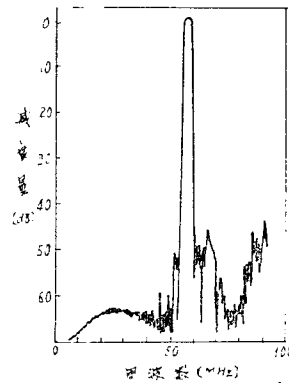


그림 7. 廣帶域 周波數 特性

(나) 群遲延 리플 및 위상 특성

群遲延 리플 및 위상 특성은 그림 8과 같다. 群遲延 리플은 帶域中 各 周波數에서의 표면과 속도는 變動을 나타내고 있고 ± 25 (nsec) 이내로 적게, 위상은 직선성이 뛰어나 畫質向上에 이바지하고 있다.

(2) 環境 特性

(가) 온도 특성

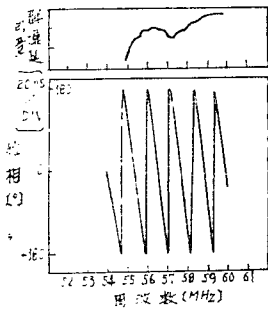


그림 8. ZnO 表面波 필터의 群遲延 리플 및 位相 特性

온도 특성이 뛰어나 $-40^{\circ}\sim+80^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서는 평균 $5.8\text{ppm}^{\circ}\text{C}$ 라는 매우 작은 값을 보인다. 이것은 ZnO 薄膜 방식의 큰 특징중의 하나이다.

(나) 耐熱 충격 특성

$-40^{\circ}\sim+80^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서 1시간씩 방치한 특성 변화는 거의 없었다.

3. TV VIF회로에 응용

ZnO 表面波 필터는 지금까지 설명해 온 것처럼 TV VIF회로용으로 설계한 것이므로 f_p, f_c, f_s 신호 level 변동, 混變調 level 평가에 의하여 3종류의 회로가 사용이 가능하다. 그림 9 (a)는 高級性能指向形回路, (b)O는 中級指向形回路

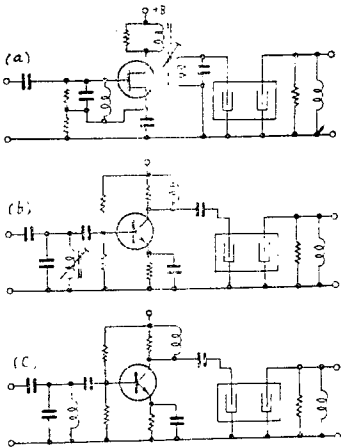


그림 9. T.V. VIF 回路應用例

와 함께 조정 個所는 한 곳 뿐이다. (c)는 low-cost 지향형 회로이고 무조정인 까닭에 변동이 약간 있다. 그러나 cost면에서는 고성능형과 비교하여 부품재료의 工程數의 면에서 보면 cost-down이 된다.

그림 10, 11은 上記한 회로 (a)에 대한 필터 특성이다.

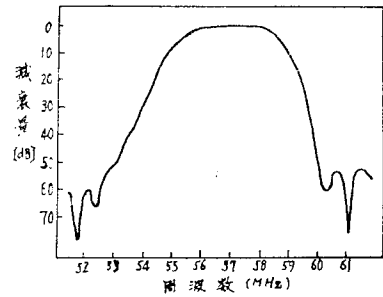


그림 10. 實裝回路에서의 周波數 特性

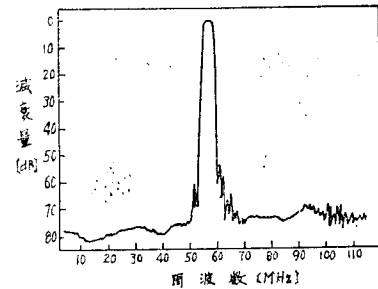


그림 11. 實裝回路에서의 廣帶域 周波數 特性

또한 그림 12는 VIF 入力回路 部分에 사용한 것을 表示한다.

4. 저 삽입손실형 ZnO 표면파 Filter

表面波 필터를 TV set에 使用한 경우 入出力 電極에 있어서의 3重反射 信號와 主 信號와의 比인 TTE level 관계에서 阻抗誤差를 修正시키

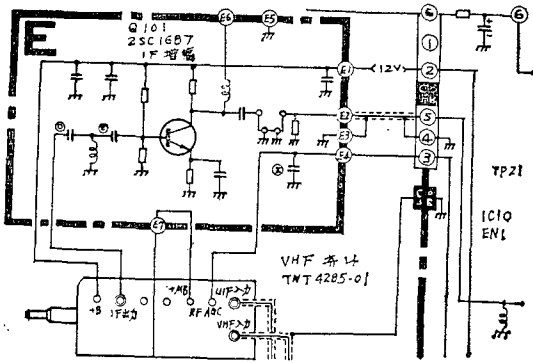


그림 12. 表面波 필터를 VIF 入力부에 사용한 例

상태에서 사용한다.

이것은 그림 13과 같이 終端 抵抗에 의한 삽입 손실 및 TTE level 관계에서 명확한 것 처럼 實際의 net loss가 等 13[dB]인 필터를 TTE level을 40[dB] 이상으로 하기 위하여 삽입손실을

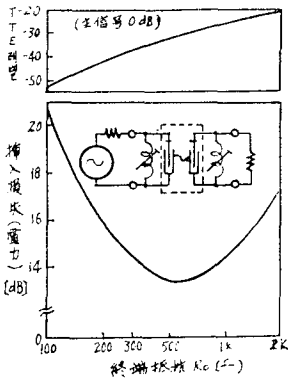


그림 13. 終端抵抗에 의한 插入損失 및 TTE 레벨의 特性

16~18[dB]까지 임피던스 調整을 행하며 사용하고 있다.

이 삽입손실을 보상하기 위하여 TV의 實裝回路에서는 增幅回路를 必要로 하나 이 증폭회로를 삭제하고 특히 회로의 간소화 cost down를 하기 위해 3電極方式 構造를 사용하며, TTE level에서 40dB로 누르고, 삽입손실을 約 10dB ZnO의 表面波 필터를 試作했다.

그림 14와 같이 3電極方式은 中間에 入力 表面彈性 變換器, 그 兩側에 出力 表面彈性度變換器를 配置한 方式이다.

결국, 入力表面彈性波變換器에 電信號가 印加 되면 表面彈性波는 入力 表面彈性度의 兩側에 伝과되고, 이 兩方을 利用하기 때문에 삽입손실이 約 半分으로 되는 利點이 있으므로, 이것을 利用하여 삽입손실을 대폭 개선하고 있다.

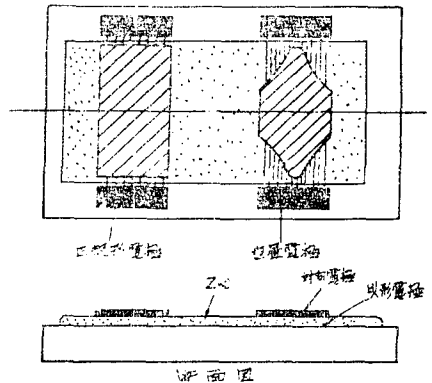


그림 14. 電極方式의 低插入損失形 ZnO表面波 필터

이 低插入損失形 ZnO 表面波 filter를 사용하면 종래의 helical filter와 마찬가지로 증폭회로가 필요없고, 부품수가 적어 UIF회로가 가능하게 된다.

그러나 이 3電極法과 그것에 수반되는 位相 除去法에 관해서는 현재까지 많은 特許가 公用 되어 있어, 이 면에서 연구가 더욱 더 필요하다.

5. 맺는 말

이상 ZnO薄膜을 사용한 表面波 filter 特性과 應用例에 관하여 진술하였다. 모두에 보인 것 처럼 表面波 技術의 展開은 오히려 TV frequenay band보다도, 더욱 높은 주파수 영역에서의 應用에 의미가 있고, 現在 이미 150MHz帶, 400 MHz帶, 800MHz帶에서 사용되는 filter의 開發·製品化를 서두르고 있다.