

X 밴드用 固体形 増幅器

李 相 高*

GaAs 벌크효과(bulk effect)를 이용한 裝置와 IMPATT 다이오드가 마이크로波 工業系에 큰 關心을 끌고 있다. 1960年代 發振器나 送信器에 利用되기 始作한 이들은 最近 좁은 帶域의 中間出力増幅器로서 또한 X, Ku, C 帶域에서 低出力 옥티브 帶域幅増幅器로서 TWT 를 代身할 수 있는 可能性을 보이고 있다.

現在로서 이들은 軍裝備과 같이 帶域幅에 엄격한 制限을 받지않는 경우에 쓰이고 있으나 増幅器의 固體化는 復雜하고 電力消費가 많은 電源供給裝置를 必要로 하지 않는데서 크게 重要하다. 두종류의 固體増幅器에 對한 原理와 그 性能 및 長短點을 檢討하고자 한다.

増幅器 設計 및 製作

最近까지 이들이 増幅器로 利用되지 못했음은 安定度가 不足하기 때문이었으나 製品의 良質化로 점차 解決되어가고 있다. GaAs 벌크효과를 利用한 다이오드와 IMPATT 다이오드는 5~10% 帶域幅에서 並刑콘덴서와 負抵抗으로 構成된 等價回路에 依해서 그 特性을 解折할 수 있다^{1, 2)}.

一般安定回路의 具備條件은 다음과 같다.

(1) 端子에 나타난 임피던스의 實數部가 負抵抗보다 커야한다.

(2) 回路의 리액턴스는 帶域周波數範圍에서 共振되지 않도록 한다.

大部分의 再來式 増幅裝置들은 廣帶域負抵抗特性을 갖고 있다. 例로서 代表的 X 帶域増幅器는 7.9~8.4GHz, 12.7~12.9GHz, 8.0~12.4 GHz 帶의 어느 것에서도 動作될 수 있다. 그러나

IMPATT 에서는 帶域幅이 좁아서 中心周波數의 $\pm 10\%$ 範圍에서 動作하므로 帶域이 달라지면 그에 맞는 다른 裝置를 利用해야 한다.

그림 1은 GaAs 벌크효과다이오드와 IMPATT 를 利用한 増幅器의 ブロック線圖이다. 主要部分은 反射型 GaAs 벌크효과다이오드로서 入力段에 들어가 있고 이는 雜音度(noise figure)를 적게하기 爲해서이다. IMPATT 다이오드와 3dB 하이브리드(hybrid)는 出力을 높이기 위한 것이고 아이소레이터(isolator)는 負荷임피던스가 整合되지

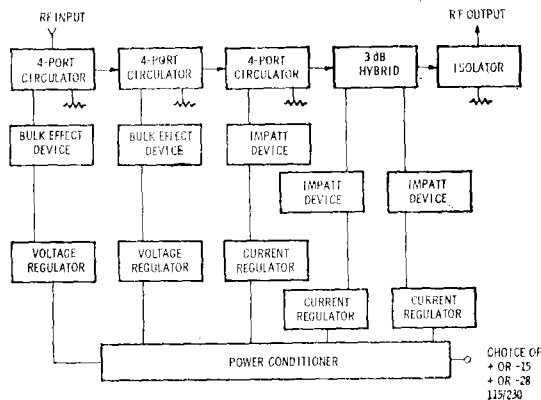


Figure 1 Block diagram of bulk effect and IMPATT reflection amplifiers.

〈그림 1〉

않는 경우 發振을 防止하기 爲한 것이다. 그림과 같은 平衡増幅裝置外에 다른 方法이 製造業系에서 研究中에 있다³⁾.

이 増幅器의 電源供給裝置는 DC15V, 28V 를 供給하게 되어 있고 벌크효과 다이오드와 IMPATT 의 性能을 最大로 하기 爲해서 獨立된 電壓 및 電流調整裝置를 具備하고 있다.

* 正會員, 光云電子工科大學 電子工學科

最新型 增幅器

7.9~8.4 GHz, 12.7~13.2GHz 帶域用 增幅器가 셀로 製作되고 있으며 帶域幅과 動作條件에 따라 利得은 4.0~15dB 程度이나 商業用으로는 대개 8~10dB 程度이다. GaAs 벌크效果에 依한 것이 高利得에서 良好한 線形特性을 갖기므로 入力段에 利用된다. IMPATT는 普通 벌크形보다 3dB 以下の 利得으로 動作되는데 이는 C級으로 動作되기 때문이다. IMPATT를 더 높은 利得에서 動作할 수 있도록 整合回路를 構成하면 매우 우수한 發振器가 될 수 있다.

그림 2는 9.0~9.5GHz GaAs 벌크形增幅器의

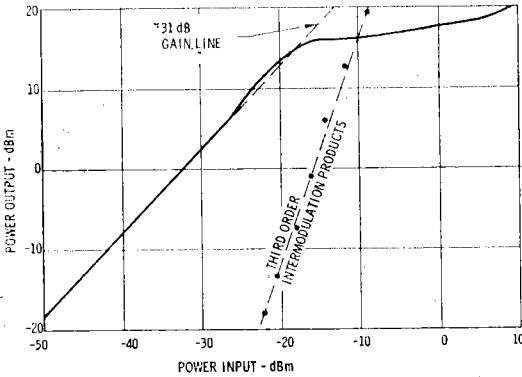


Figure 2 Linearity of a 9.0-9.5 GHz bulk effect amplifier.

<그림 2>

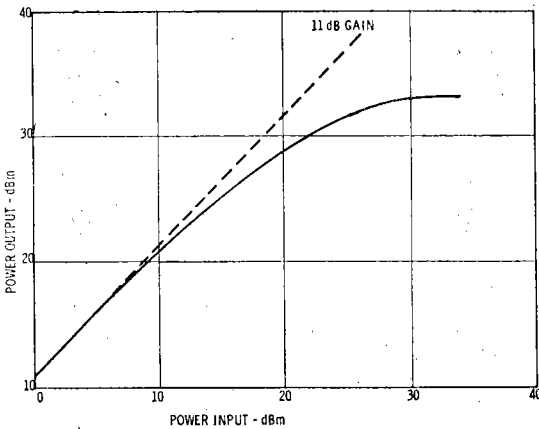


Figure 3 IMPATT amplifier gain characteristics.

<그림 3>

直線의 特性을 나타내고 있다. 末端에서 增幅度가 1.2dB 增加함은 入力이 增加함에 따라 動作狀態가 C에서 A級으로 變化하기 때문이다. 出力에 影響을 주지 않도록 最終段의 利得을 10에서 6dB로 制限한다. 50~100mW 線形利得이 0.5~10GHz 帶域幅으로 動作周波數 7.0~20GHz 까지 쓸 수 있는 製品이 요즈음 生産되고 있다. 그림 3은 IMPATT의 代表的利得特性을 表示한다. 이는 H-P IMPATT의 特性으로 2[W] 出力에서 4~6dB의 利得을 보이고있다. 矽리콘 IMPATT의 效率은 6~7% 程度이고 GaAs IMPATT는 10~15%이다. 더 높은 效率로 動作된 例가 發表되고 있다.⁴⁾

電流調整裝置, DC 콘버터 등의 電力消費로 增幅器全體의 效率은 위에 提示된 數值보다 略 25% 떨어진다.

5~10% 帶域幅 增幅器의 利得變化는 $\pm 0.5 \sim \pm 1.0$ dB 이다. 30dB 增幅器에서 固體形增幅器가 TWT보다 좋은 點은 增幅段을 無限이 增加시킬 수 있고 TWT에서 問題가 되는 10dB 增幅器도 可能하다는 點이다. 그림 4와 같이 5% 帶域幅에서 利得變化는 ± 0.5 dB 이다. 各段은 ± 0.2 dB의 變化를 주나 서로 補償하여 높은 利得에서도 直線性을 잃지 않도록 하고 있다. GaAs 벌크形 增幅器의 位相特性은 그림 5와같이 매우 良好하다. 總位相差가 測定誤差에 相當할 程度이므로 實際特性은 그림 5보다 더 좋을 것으로 생각된다. 入

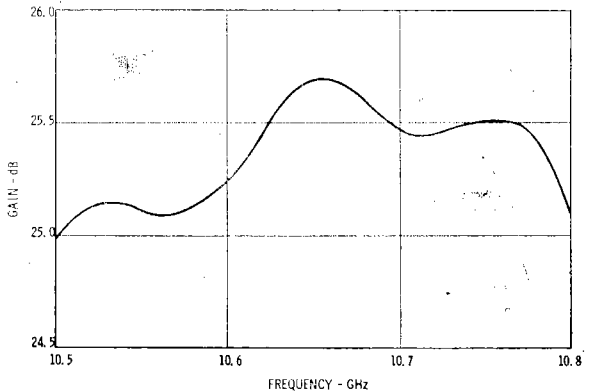


Figure 4 Gain variation of bulk effect amplifier.

<그림 4>

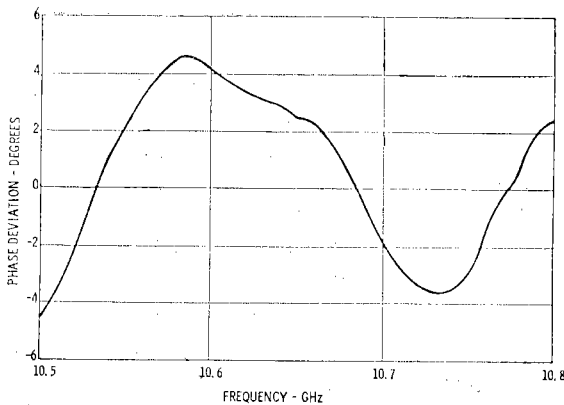


Figure 5 Phase linearity of bulk effect amplifier.

<그림 5>

力段에 GaAs 벌크형다이오드를 사용한 雜音度는 15~20dB가 普通이다. 그림 1에서와 같이 增幅器 入力段에 벌크형다이오드를 사용한 理由는 바로 이 雜音도가 낮기 때문이다.

IMPATT 다이오드는 실리콘에서 35dB, GaAs에서 28~30dB의 雜音도를 갖는다. 10dB 利得段 2個가 雜音度 18dB로 入力段에 들어가면 增幅器의 總雜音도는 19dB 밖에 되지 않으므로 2~3[W] 範圍에서 比較的 線形出力을 그토록 낮은 雜音도로 얻을 수 있다. IMPATT만 사용한 增幅器는 雜音도가 30dB까지 올라갈 뿐 아니라 매우 큰 内部變調現象을 일으킨다.

이 增幅器는 15~28[V]의 D.C 電壓으로 動作하고 그 重量은 1.5~2.0lb 밖에 되지 않으므로 TWT가 사용된 軍裝備에 널리 利用될 수 있다.

結 論

앞으로 通信裝備들은 GaAs 벌크형다이오드와 IMPATT를 사용하므로써 그 價格이 引下될 展望이 크다. 帶域幅과 出力을 增加시키기 爲해서 많은 研究가 進行될 것이다. 벌크형에서는 250 [mW]까지, IMPATT에서는 5[W] 또는 그 이상까지 計劃되고 있다. 벌크형다이오드의 雜音度

를 8dB까지 내릴 수 있다는 주장¹⁵⁾도 있으나 15 dB까지는 내려갈 것으로 豫想된다. 製造業系에서는 특히 軍裝備에 많이 利用하고 있으며 價格이 問題되는 部門에 많이 利用하므로써 增幅器의 價格이 下降할 것이다.

앞으로 다아울 固體形增幅器 時代에서 期待될 수 있는 性能과 利用度에 對해서 생각했다. 이들은 X-Ku 帶域용으로 C帶域에서도 使用될 수 있으나 거기서는 트랜지스터가 더 많은 可能性을 보이고 있다. GaAs 벌크형다이오드와 IMPATT는 그 特性의 直線성과 大出力으로해서 크게 利用될 수 있다. 벌크형의 利得偏差가 0.5dB 以下로 制限되는 AM式에서 특히 有用하고 IMPATT는 内部變調現象이 多少 問題되기는 하나 直線성이 크게 問題되지 않는 FW-CW에서 有用할 것이다. 이들은 通信器材에 널리 사용되고 있는 TWT와 價格面에서도 경쟁할만하다. 이는 TWT보다 設計가 簡單하고 電源供給裝置가 簡單하기 때문이다.

參 考 文 獻

- 1) S. M. Sze and R. M. Ryder, "Microwave Avalanche Diodes," Proc of IEEE, Vol. 59, Aug. 1971.
- 2) B. S. Perlman, C. L. Upadhyayula and W. W. Siekanowicz, "Microwave Properties and Applications of Negative Conductance Transferred Electron Device," Proc of IEEE, Vol. 59, Aug. 1971.
- 3) M. E. Hines, "A New Microstrip Isolator and Its Application to Distributed Diode Amplification" in 1970. IEEE INT Microwave Symp. Dig.
- 4) Y. S. Lee and C. K. Kim, "Two watt Cw GaAs Schottky-barrier Impatt diode," Proc IEEE(Let) Vol. 58, July 1970.
- 5) H. W. Thim, "Noise Reduction in bulk Negative-Resistance Amplifiers" Electronic Lett. Vol. 7, Feb 25, 1971.