

BIPOLAR 2um급 공정을 이용한 VHF/UHF

RF 신호변환기 설계 및 제작

이 문 기. 김 창 수. 김 성 찬. 최 현 목.

삼성반도체 (주) 반도체 연구소

Design & Fabrication of VHF/UHF RF Modulator Using 2um Bipolar Process.

Moon-Gi Lee. Chang-Soo Kim. Sung-Chan Kim. Hyun-Mook Choe.

SAMSUNG Semiconductor Co. R & D Center.

- ABSTRACT -

This paper describes design & fabrication of RF modulator using 2um Bipolar process which convert video & audio signal into high frequency VHF/UHF signals for all TV standards.

This VHF/UHF RF modulator fabricated using 2um bipolar process ($f_{max} = 5GHz$) shows satisfying electrical characteristics and meets all the design targets.

I. 서 론

통신수단의 발전에 따른 새로운 텔레비전 신호원의 필요성이 증대함에 따라 이에 대한 집적회로가 개발되어 오고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 우수한 특성과 외부부품 사용을 최소화한 RF 신호변환기의 집적회로 설계 및 제작에 대해서 기술하고자 한다.

이 집적회로는 음성 및 영상신호를 텔레비전이 수신할 수 있도록 VHF/UHF 대역 주파수 신호로 변환시켜 주는 기능을 가지며 VTR, 케이블 변환기 등 영상신호를 텔레비전 수상기에 입력할 때 사용된다. 이러한 신호변환기 집적회로는 다음과 같은 특성이 우수하여야 한다.

○ 영상 신호

- 1) 920KHZ BEAT 영향의 최소화
- 2) 일정한 변조도
- 3) LOW DIFFERENTIAL PHASE
- 4) LOW DIFFERENTIAL GAIN
- 5) 우수한 선형성 및 S/N 비
- 6) 넓은 영상 밴드폭

○ 음성 신호

- 1) 우수한 S/N 비
- 2) LOW DISTORTION

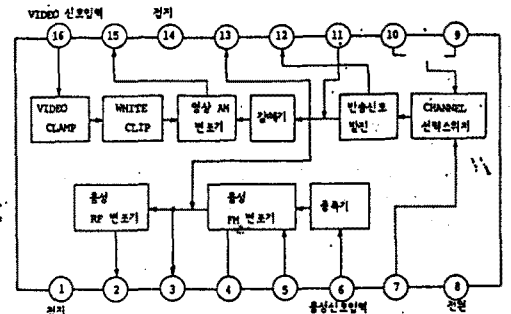
3) BUZZ의 최소화

○ RF 신호

- 1) OSCILLATOR DRIFT의 최소화

II. 설 계

본 논문에서 설계 제작한 RF 신호변환기 전체블록 구성은 그림 1과 같다.



[그림 1] RF 신호변환기 전체블록 구성도

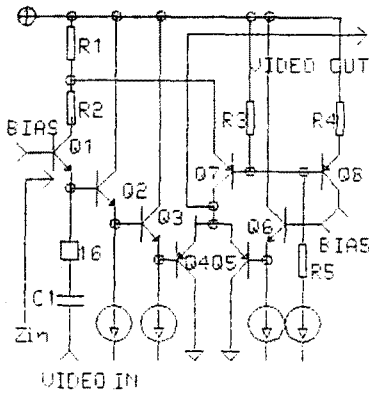
그림 1에 의거하여 기능별로 설명하면 다음과 같다.

1) 영상 신호처리단

영상 신호처리단은 영상 클램프, 화이트 클립 및 영상 진폭기로 구성되며 안정된 RF 영상신호를 얻기 위해서는 입력 영상 신호의 안정성이 요구된다.

따라서 영상 클램프 회로 및 화이트 클립 회로를 채택하여 수평동기 신호 및 수직동기 신호를 내부회로 기준전압에 의해서 클램핑되게 하였고, 과도한 화이트 신호 및 피크형 잡음은 클립회로에 의해서 클립되게 설계 하였다.

그림 2에 영상 클램프 및 화이트 클립회로를 나타냈다. 잡음 제거를 위한 클램핑을 위해서는 회로에서 아래식을 만족하여야 한다.



[그림 2] 영상 클램프 및 화이트 레벨회로

$$Vp16(t) = V(0) \exp(-t/Z) \dots\dots\dots (1)$$

여기서 $Vp16(t)$ 는 16번 핀의 순간전압이고,

$V(0)$ 는 무입력시 Q2 베이스 전압

$Z = Zin \cdot C1$ 는 시정수이며 Zin 은 Q1차단시 입력 임피던스이다. 식(1)을 다시 쓰면

$$Vp16(t) = V(0) \exp(-t/Zin \cdot C1) \dots\dots\dots (2)$$

되며 여기서 시정수는 $Vp16(t) = V(0)$ 상태로

클램핑 되기위해서 $Zin \cdot C1 \gg t$ 의 조건을 만족하여야 한다.

영상 신호처리단에서 최종 RF 영상 출력을 얻은 영상진폭변조기는 RF 신호를 처리하기 위해서 우수한 고주파 특성, 선형성, 온도특성 및 잡음특성이 요구된다.

온도 특성 및 선형성이 떨어지면 미분이득, 미분위상이 크게되어 화면의 색상에 나쁜 영향을 주게 되므로 디자인시 적절한 회로 배치가 요구된다. 미분이득은 최대 5%, 미분위상은 최대 5°를 넘으면 곤란하다.

그림 3은 영상 진폭 변조기 회로를 나타냈다.

영상진폭변조기는 식 (3)에 나타낸바와 같이 반송파 억압 진폭변조신호에 영상캐리어 신호를 더해주어 진폭 변조신호를 얻는 진폭변조방식을 채택하였다.

$$\phi_{AM}(t) = (f(t)+A) \cos wct \dots\dots\dots (3)$$

여기서 $\phi_{AM}(t)$ 는 증폭변조된 신호이고 $F(t)$ 는 영상신호이다.

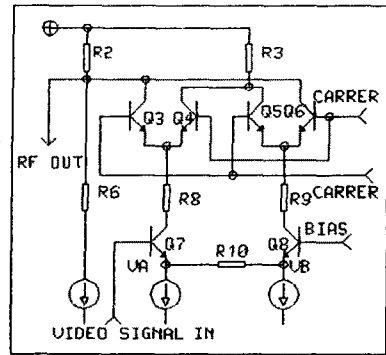
진폭변조지수 m 은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$m = \left(1 - \frac{|VA - VB|S}{|VA - VB|NS}\right) \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

$|VA - VB|S$; 영상신호 입력시 노오드 A, B의 최대전위차

$|VA - VB|NS$; 영상신호 무입력시 노오드 A, B의 전위차

그림 11의 측정회로에서 1Vp-p 화이트 신호입력일때 $m = 76\%$ 변조도를 갖게 설계하였다.



[그림 3] 영상진폭변조기 회로

2) 음성신호처리단

음성신호신호처리단은 증폭기, 주파수변조기, 음성RF변조기등으로 구성되어 있다.

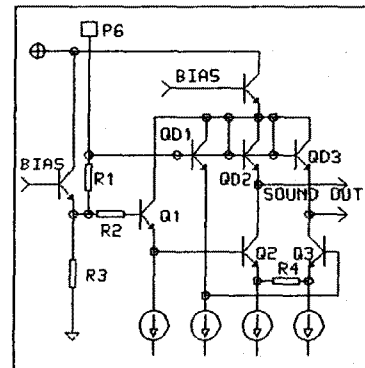
일반적으로 주파수 변조신호는 식 (5)과 같이 주어진다.

$$\phi_{FM}(t) = A \sin [Wct + B \sin Wmt] \dots\dots\dots (5)$$

식(5)에서 보면 반송주파수의 변화율은 변조신호의 주파수에 비례하고 주파수 편이는 변조신호의 진폭에 비례한다.

음성신호처리단의 증폭기는 주파수 변조회로의 주파수 편이 조절을 위하여 음성신호를 증폭시키며 최대 주파수 편이가 일정한 범위를 벗어나지 못하도록 설계되었다.

그림 4에 보여준 증폭기회로의 이득은 -23dB로 설계하였다.

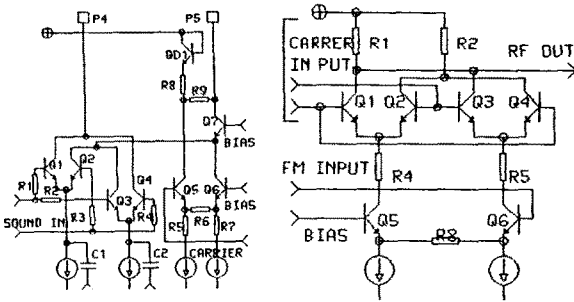


[그림 4] 증폭기 회로

주파수변조기회로는 그림 5에 나타냈다. 증폭기를 거친 음성 신호는 그림 5의 Q1, Q3 및 Q2, Q4의 베이스로 입력되며 C1 및 C2로 캐환되어 들어온 캐리어신호와 합성되어 전류를 폰트를하여 4.5MHz공진기의 공진주파수를 변화시켜 주파수 변조시킨다.

그림 11의 측정회로에서 음성신호가 136mVp-p 입력일 때 최대주파수편이는 $\pm 25\text{KHz}$ 로 설계하였다.

음성RF변조회로는 그림 6에 나타났다. 반송신호처리단의 반송신호 발전기에서 만들어진 반송신호와 주파수 변조된 음성신호에서 음성RF 신호를 만들어 낸다.

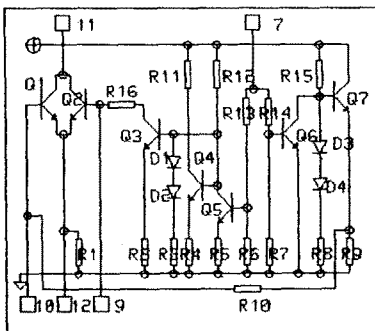


[그림 5] 주파수변조회로, [그림 6] 음성 RF 변조회로
음성 RF 신호크기는 저항 R1, R8에 의해서 결정되며 이 회로에서의 음성 RF 출력 크기는 83dBu 로 설계하였으나, 외부 응용회로를 변경하여 출력크기를 조정할 수 있다.

3) 반송신호처리단

반송신호처리단은 반송신호 발전처리기, 채널 선택 스위치, 감쇄기등으로 구성되며 RF 주파수를 처리하기 때문에 우수한 고주파 특성이 요구된다.

그림 7에 채널 선택스위치 및 반송신호 발전처리회로를 나타냈다



[그림 7] 채널선택 스위치 및 반송신호 발전처리회로
핀 7번에 전원과 단락, 혹은 차단시켜 트랜지스터를 포화 영역 및 차단 영역에서 동작하게하여 핀 9번 또는 핀 10 번 입력캐리어 신호를 선택하여 반송신호처리회로에서 $A_v = 10$ 배 증폭하여 처리하게 된다.

이 신호가 감쇄기회로를 거쳐 위상차 180° 인 캐리어 신호를 발생시킨다.

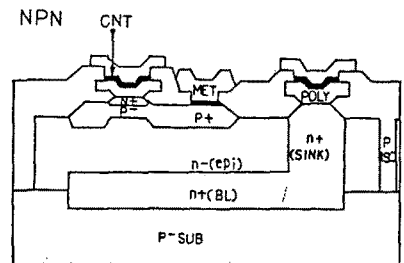
III. 제작

우수한 고주파 특성 및 안정된 온도특성을 만족시키기 위하여 SST 2um 급 바이폴라 공정 (ALPA) 을 이용하였고, 허용오차 $\pm 0.2\mu\text{m}$ 인 5" E/B MASTER 13 LAYER 를 사용하여 제작하였다.

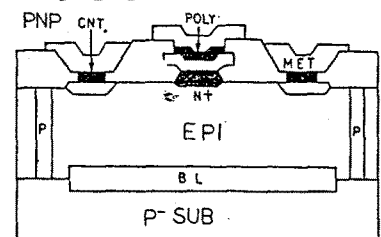
표 1은 사용된 공정의 특성파라메타를 나타내며 그림 8, 9는 단위소자의 수직 구조를 나타낸 것이다.

PARAMETER	PROCESS	ALPA	단 위
NPN	ft	5	GHz
	hFE	150	
	CJE	1.6E - 14	F
	CJC	3.0E - 14	F
LPNP	hFE	80	
	CJE	2.4E - 14	F
	CJC	1.2E - 13	F
Epi	두께	2.3	um
	비 저항	0.6	ohm.cm
저 항	P+ POLY	200	ohm/□
		160	PPM/°C
	P- POLY	2000	ohm/□
		-1610	PPM/°C

[표 1] 공정의 특성 파라메타



[그림 8] NPN 트랜지스터 수직구조



[그림 9] PNP 트랜지스터 수직구조

