



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04B 1/18 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월07일 10-0679549 2007년01월31일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0052139 2000년09월04일 2005년08월23일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0050332 2001년06월15일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 99-275465 1999년09월29일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시킴가이샤 히타치세이사쿠쇼
일본국 도쿄도 치요다구 마루노우치 1초메 6반 6고

히타치 토부 세미콘덕터 가부시킴가이샤
일본국 군마켄 타카사키시 니시요코테마치 1 반치 1

(72) 발명자 후지오카토루
일본국도쿄도치요다구마루노우치1초메5-1신마루노우치비루가부시킴
가이샤히타치세이사쿠쇼치테크쇼유켄혼부나이

마즈나가요시쿠니
일본국도쿄도치요다구마루노우치1초메5-1신마루노우치비루가부시킴
가이샤히타치세이사쿠쇼치테크쇼유켄혼부나이

요시다이샤오
일본국도쿄도치요다구마루노우치1초메5-1신마루노우치비루가부시킴
가이샤히타치세이사쿠쇼치테크쇼유켄혼부나이

모리카와마사토시
일본국도쿄도치요다구마루노우치1초메5-1신마루노우치비루가부시킴
가이샤히타치세이사쿠쇼치테크쇼유켄혼부나이

홋타마사오
일본국도쿄도치요다구마루노우치1초메5-1신마루노우치비루가부시킴
가이샤히타치세이사쿠쇼치테크쇼유켄혼부나이

아다치테츠아키
일본국군마켄타카사키시니시요코테마치1-1히타치토부세미콘덕터가부
시킴가이샤나이

(74) 대리인 특허법인 원전

(56) 선행기술조사문헌 JP05300029 A KR100423854 B1 US5245297 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	JP조사보고서 US5220290 A
---	------------------------

심사관 : 박상현

전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 고주파 전력증폭기 모듈 및 무선통신장치

(57) 요약

출력의 제어성에 우수한 고주파 전력증폭 모듈의 제공하며,

복수의 MOSFET를 종속 접속한 다단 구성의 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치에 있어서, 무선통신장치 본체의 파워 컨트롤신호에 기초하여 생성되는 컨트롤전압(V_{apc})에 따른 게이트전압이 증폭용 각단 MOSFET의 문턱치전압(V_{th}) 부근의 영역에서, 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 출력파워 변동이 작게 되는 바이어스 패턴을 가지는 바이어스회로를 구비한다. 그것에 의해 출력파워의 제어성(컨트롤성)을 향상한다.

보다 구체적으로는 전력증폭 모듈은 V_{apc} 에 대한 제어단자에 공급되는 게이트전압(V_g)의 변화를 게이트전압(V_g)이 각 MOSFET의 문턱치전압(V_{th})보다 낮은 영역에서는 크고, V_{th} 근방에서는 작으며, 또한 V_{th} 근방에서 V_{apc} 전압이 높은 영역에서는 소망의 특성이 얻어지는 게이트전압 패턴을 생성하는 게이트 바이어스회로를 포함한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

입력단자와,

출력단자와,

컨트롤단자와,

상기 입력단자로부터의 신호를 받는 제어단자와, 상기 입력단자로부터의 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 1의 반도체 증폭소자와,

상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제 1 단자에서 출력된 신호에 따른 신호를 받는 제어단자와, 상기 출력단자에 접속되어, 상기 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 2의 반도체 증폭소자와,

상기 컨트롤단자에 접속되며, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 바이어스회로는 1단계 변화 또는 2단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 3.

입력단자와,

출력단자와,

컨트롤단자와,

상기 입력단자에 접속된 제어단자와, 상기 입력단자에 공급된 신호에 따른 출력신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 1의 반도체 증폭소자와,

제어단자와 제 1 단자와 제 2 단자를 가지고, 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제 1 단자와 상기 출력단자와의 사이에 설치되어, 상기 출력신호에 따른 신호를 출력하는 제 2의 반도체 증폭소자와,

상기 컨트롤단자에 접속되며, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 가지고,

상기 제 2의 반도체 증폭소자가 동작한 후 상기 제 1의 반도체 증폭소자가 동작하도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 컨트롤단자에 접속되며, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 2의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 가지는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내고, 상기 제 2의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 1단계로 변화 또는 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1의 반도체 증폭소자와 상기 제 2의 반도체 증폭소자와의 사이에 종속 접속되는 적어도 하나의 제 3의 반도체 증폭소자를 가지고, 상기 제 3의 반도체 증폭소자는 전단의 반도체 증폭소자의 제 1 단자에 접속된 제어단자와, 후단의 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속된 제 1 단자를 가지는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 컨트롤단자에 접속되며, 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 상기 제 3의 반도체 증폭소자의 제어단자의 전압의 특성이 1단계로 변화 또는 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 공급하는 바이어스회로를 가지는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자에 의해 초단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자의 3단 구성의 증폭소자를 구성하고, 상기 초단 반도체 증폭소자 및 중단 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로에 의해 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내며, 상기 중단 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로에 의한 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 1단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 9.

제 6 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자에 의해 초단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자의 3단 구성의 증폭회로를 구성하고, 상기 각단의 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 발생하는 것을 특징으로 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 10.

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 복수의 저항과 다이오드 접속된 트랜지스터 또는 다이오드에 의해 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 11.

제 2 항에 있어서,

상기 1단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 상기 컨트롤단자에 일단이 접속된 제 1의 저항과, 상기 제 1의 저항의 타단에 접속된 제 2의 저항과, 상기 제 2의 저항에 대해서 다이오드 접속되어 타단이 소정의 전압점에 접속된 트랜지스터 또는 상기 제 2의 저항과 상기 전압점과의 사이에 접속된 다이오드에 의해 구성되며, 상기 제 1의 저항과 상기 제 2의 저항과의 접속부분이 상기 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속된 구성으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 12.

제 2 항에 있어서,

상기 2단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 상기 컨트롤단자에 일단이 접속된 제 1의 저항과, 상기 제 1의 저항의 타단에 접속된 제 2의 저항과, 상기 제 2의 저항에 대해서 다이오드 접속되어 타단이 소정의 전압점에 접속된 트랜지스터를 가지고, 상기 제 1의 저항과 상기 제 2의 저항과의 접속부분이 상기 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

상기 다이오드 또는 다이오드 접속된 트랜지스터의 문턱치전압과 상기 각 반도체 증폭소자의 문턱치전압은 상호 근사하고 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자는 실리콘 반도체에 의한 전계효과 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자 또는 상기 반도체 증폭소자 및 상기 트랜지스터는 화합물 반도체에 의한 MESFET로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자 또는 상기 반도체 증폭소자 및 상기 트랜지스터는 화합물 반도체에 의한 고전자 이동도 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자 또는 상기 반도체 증폭소자 및 상기 트랜지스터는 화합물 반도체에 의한 헤테로접합 바이폴라 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

청구항 18.

송신측 출력단에 고주파 전력증폭 모듈을 가지는 무선통신장치로서,

상기 고주파 전력증폭 모듈은,

입력단자와,

출력단자와,

컨트롤단자와,

상기 입력단자로부터의 신호를 받는 제어단자와, 상기 입력단자로부터의 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 1의 반도체 증폭소자와,

상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제 1 단자에서 출력된 신호에 따른 신호를 받는 제어단자와, 상기 출력단자에 접속되어, 상기 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 2의 반도체 증폭소자와,

상기 컨트롤단자에 접속되어, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 바이어스회로에 의한 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 1단계로 변화 또는 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 20.

송신측 출력단에 고주파 전력증폭 모듈을 가지는 무선통신장치로서,

입력단자와,

출력단자와,

컨트롤단자와,

상기 입력단자에 접속된 제어단자와, 상기 입력단자에 공급된 신호에 따른 출력신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 1의 반도체 증폭소자와,

제어단자와, 제 1 단자와, 제 2 단자를 가지고, 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제 1 단자와 상기 출력단자와의 사이에 설치되어, 상기 출력신호에 따른 신호를 출력하는 제 2의 반도체 증폭소자와,

상기 컨트롤단자에 접속되어, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 가지고,

상기 제 2의 반도체 증폭소자가 동작한 후 상기 제 1의 반도체 증폭소자가 동작하도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈로 하는 무선통신장치.

청구항 21.

제 20 항에 있어서,

상기 컨트롤단자에 접속되어, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압에 대해서 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 상기 제 2의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급하는 바이어스회로를 가지는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내고, 상기 제 2의 반도체 증폭소자의 제어단자에 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 1단계로 변화 또는 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 23.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1의 반도체 증폭소자와 상기 제 2의 반도체 증폭소자와의 사이에 종속 접속되는 적어도 하나의 제 3의 반도체 증폭소자를 가지며, 상기 제 3의 반도체 증폭소자는 전단의 반도체 증폭소자의 제 1 단자에 접속된 제어단자와, 후단의 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속된 제 1 단자를 가지는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 24.

제 23 항에 있어서,

상기 컨트롤단자에 접속되어, 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 상기 제 3의 반도체 증폭소자의 제어단자의 전압의 특성이 1단계로 변화 또는 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 공급하는 바이어스회로를 가지는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 25.

제 23 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자에 의해 초단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자의 3단 구성의 증폭회로를 구성하여, 상기 초단 반도체 증폭소자 및 중단 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로에 의해 공급되는 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내고, 상기 중단 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로에 의한 바이어스는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 1단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 26.

제 23 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자에 의해 초단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자의 3단 구성의 증폭회로를 구성하여, 상기 각단의 반도체 증폭소자에 접속되는 바이어스회로는 상기 컨트롤전압의 변화에 대해서 2단계로 변화하는 비선형 특성을 나타내는 바이어스를 발생하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 27.

제 18 항에 있어서,

상기 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 복수의 저항과 다이오드 접속된 트랜지스터 또는 다이오드에 의해 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 28.

제 19 항에 있어서,

상기 1단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 상기 컨트롤단자에 일단이 접속된 제 1의 저항과, 상기 제 1의 저항의 타단에 접속된 제 2의 저항과, 상기 제 2의 저항에 대해서 다이오드 접속되어 타단이 소정의 전압점에 접속된 트랜지스터 또는 상기 제 2의 저항과 상기 전압점과의 사이에 접속된 다이오드에 구성되며, 상기 제 1의 저항과 상기 제 2의 저항과의 접속부분이 상기 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속된 구성으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 29.

제 19 항에 있어서,

상기 2단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로는 상기 컨트롤단자에 일단이 접속된 제 1의 저항과, 상기 제 1의 저항의 타단에 접속된 제 2의 저항과, 상기 제 2의 저항에 대해서 다이오드 접속되어 타단이 소정의 전압점에 접속된 트랜지스터를 가지고, 상기 제 1의 저항과 상기 제 2의 저항과의 접속부분이 상기 반도체 증폭소자의 제어단자에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 30.

제 27 항에 있어서,

상기 다이오드 또는 다이오드 접속된 트랜지스터의 문턱치전압과 상기 각 반도체 증폭소자의 문턱치전압은 상호 근사하고 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 31.

제 18 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자는 실리콘 반도체에 의한 전계효과 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 32.

제 18 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자는 화합물 반도체에 의한 MESFET로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 33.

제 18 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자는 화합물 반도체에 의한 고전자 이동도 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 34.

제 18 항에 있어서,

상기 반도체 증폭소자는 화합물 반도체에 의한 헤테로접합 바이폴라 트랜지스터로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 35.

입력단자와,

출력단자와,

컨트롤단자와,

상기 입력단자로부터의 신호를 받는 제어단자와, 상기 입력단자로부터의 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 1의 반도체 증폭소자와,

상기 제 1 반도체 증폭소자의 제 1 단자에서 출력된 신호에 따른 신호를 받는 제어단자와, 상기 출력단자에 접속되어, 상기 신호에 따른 신호를 출력하는 제 1 단자를 가지는 제 2의 반도체 증폭소자와,

상기 컨트롤단자에 접속되어, 상기 컨트롤단자에 공급되는 컨트롤전압의 증가에 따라 증가의 비율이 변화하는 바이어스전압을 발생시키는 바이어스회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 전력증폭 모듈.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 복수의 반도체 증폭소자를 종속 접속한 다단 구성의 고주파 전력증폭 모듈(가변전력증폭기)과, 이 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치에 관한 것으로, 특히 컨트롤전압에 의한 출력파위의 제어성을 향상시키는 기술에 적용하는 유효한 기술에 관한 것이다.

즉, 고주파 전력증폭 모듈의 출력파위를 가변으로 할 때에 전력소비의 큰폭의 증가없이, 게이트 바이어스에 의해 상호컨덕턴스를 변화시키는 방식의 고주파 전력증폭 모듈에서, 출력파위의 컨트롤전압에 의한 제어성을 향상시키기 위해 사용되는 게이트 바이어스 즉, 드레인전류의 제어를 하는 게이트 바이어스 제어회로를 구비하는 고주파 전력증폭 모듈에 관한다.

자동차 전화, 휴대전화기 등의 이동체통신기, 예를 들면 무선통신장치에서는, 그 송신측 출력단에 고주파 전력증폭 모듈 즉, 고주파 전력증폭회로가 삽입되어 있다. 이 고주파 전력증폭 모듈의 출력(송신파위)은 APC(Automatic Power Control)회로에 의해 구성상 자동제어 된다.

예를 들면, 반도체 증폭소자로서 MOSFET(Metal Oxide Semiconduct Field-Effect-Transistor)를 복수 종속 접속시킨 고주파 전력증폭 모듈에서는 게이트에 바이어스되는 플러스전압(n채널 MOSFET의 경우)에 의해 출력 컨트롤을 용이하게 행할 수 있으므로, 취급상 편리하며, 종래부터 널리 사용되고 있다.

JP-A-7-94975에는 MOSFET를 초단, 중단, 종단으로 종속 접속시킨 3단 구성의 고주파 HIC(Hybrid IC)모듈 즉, 고주파 전력증폭 모듈이 개시되어 있다.

이 고주파 HIC모듈은, 제 1의 바이어스회로는 복수단의 MOSFET 중 소정의 MOSFET의 게이트를 출력 컨트롤전압에 기초하여 바이어스하는 구성으로 하며, 상기 소정의 MOSFET 이외의 나머지 MOSFET의 게이트를 고정전원에 기초하여 바이어스하는 제 2의 바이어스회로와, 상기 고정전원과 상기 제 2의 바이어스회로와의 경로를 상기 출력 컨트롤전압에 따라 스위칭하는 스위치수단을 설치한 것이다. 이것에 의해, 출력의 제어성을 높이고, 또 효율의 향상을 도모하고 있다.

또, 각 바이어스회로는 어느것이나 3개의 저항과 하나의 커패시터로 구성되어 있다.

그러나, 상기 문헌에는 컨트롤전압(V_{apc})에 기초하여 변화하는 게이트 바이어스를 출력파위에 따라 제어하는 기술에 관해서는 기재되어 있지 않다.

또, 통상 컨트롤전압(V_{apc})에 따라 변화하는 게이트 바이어스의 설정은 예를 들면 출력파위가 클때에 고효율이 되도록, 바이어스회로를 구성하는 저항의 값으로 결정된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기 종래의 고주파 HIC모듈은 각단의 MOSFET의 게이트에 적당한 전압을 인가함으로써, 상호컨덕턴스를 변화시키고 있고, 출력파위를 가변으로 할때, 출력파위나 효율에 악영향을 미치는 일없이 작은 회로구성을 가능하게 하는, 유효한것이다.

한편, 게이트 바이어스는 컨트롤전압에 대해 일정의 비율로 변화하기 때문에, 고주파 전력증폭 모듈의 출력파위의 변동에 따라, 컨트롤전압에 대한 각단의 바이어스를 제어할 수 없고, 출력파위의 컨트롤성이 나쁘며, 이용상 불편하였다. 결국, 모듈로서 양호한 특성이 얻어지는 바이어스로 하는 것만므로, 컨트롤전압(V_{apc})에 대해 출력파위가 급준(急峻)하게 변화하는 것을 막지 못하였다.

상기 문헌에는 출력 컨트롤전압(V_{apc})과 출력(P_o)와의 상관을 나타내는 도면이 개시되어 있다. 도 16은 본 발명자에 의해 추가시험하여 얻어진 상기 동일한 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 출력파위(P_{out})의 특성도이다.

이 특성도면에서 알 수 있듯이, 컨트롤전압의 일부분 예를 들면 1.1V ~ 1.5V에서 출력파위의 상승이 급준하게 되어 있고, 출력을 컨트롤하기 위해서는 이용상 문제가 있는 것을 알 수 있다.

이 상승이 급준한 영역은 최후에 동작(온)하는 증폭용 MOSFET에 인가되는 게이트전압이 문턱치전압(V_{th})에 근접할 때이며, 이 게이트전압의 영역에서는 MOSFET의 이득이 크게 변화하며, 동시에 인피던스의 변화도 크고, 정합회로의 부정합손실도 크게 변화하기 때문이다.

또한, 최근의 디바이스 성능 향상에 의해 상호컨덕턴스(g_m)가 향상함에 따라, 게이트 바이어스에 대한 각단에 사용되는 MOSFET의 이득변동은 크게 되고, 출력파위 변동은 보다 급준하게 되는 경향이 있으며, 한층 출력의 제어성이 나쁘게 된다.

또, 상기 출력의 저(低)제어성의 문제는 MOSFET에 한정되는 것이 아니고, 제어단자에 인가하는 제어바이어스에 의해 이득이 가변으로 되는 다른 반도체 증폭소자에 있어서도 공통의 문제이다.

본 발명의 목적은 출력의 제어성에 우수한 고주파 전력증폭 모듈을 제공하는 데에 있다.

본 발명의 다른 목적은 출력의 제어성에 우수한 고주파 전력증폭 모듈을 구비한 무선통신장치를 제공하는 데에 있다.

본 발명의 상기 및 그 밖의 목적과 신규한 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부도면에서 명백하게 될 것이다.

발명의 구성

본원에서 개시되는 발명중 대표적인 태양을 간단하게 설명하면, 하기와 같다.

본 발명의 하나의 태양에 따른 반도체 증폭소자로서 MOSFET를 사용하는 고주파 전력증폭 모듈(파워모듈)은 무선통신장치 본체의 파워 컨트롤신호에 기초하여 생성되는 컨트롤전압(V_{apc})에 따른 게이트전압이 증폭용 각단 MOSFET의 문턱치전압(V_{th}) 부근의 영역에서, 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 출력파위 변동이 작게 되는 바이어스회로를 구비한다. 그것에 의해, 출력파위의 제어성(컨트롤성)을 고려한 취급이 편리한 파워모듈이 제공된다.

즉, 출력단자에서 출력되는 출력파워(Pout)의 컨트롤을 바이어스 공급단자에 공급되는 컨트롤전압(Vapc)의 분할에 의해 생성되는 게이트전압의 제어에 의해 행하는 파워모듈로서, 그 게이트 바이어스회로는 Vapc에 대한 제어단자에 공급되는 게이트전압(Vg)의 증가의 변화를 게이트전압(Vg)이 각 MOSFET의 문턱치전압(Vth)보다 낮은 영역에서는 크고, Vth 근방에서는 작으며, 또 Vth 근방에서 Vapc 전압이 높은 영역에서는 소망의 전력증폭 특성이 얻어지는 게이트전압이 되도록 설정하는 회로를 가진다.

상기 게이트 바이어스회로를 다단의 파워모듈에 적용하는 경우, 컨트롤전압이 상기 게이트 바이어스회로를 통해서 각 MOSFET의 최적의 게이트 바이어스가 되며, Vapc에 대한 각단 MOSFET가 온(on)이 되는 타이밍도, 각단의 게이트 바이어스의 Vapc에 대한 변동에 따라 설정된다.

다음에, 다단 파워모듈의 바이어스회로로서, 특히 각단의 MOSFET가 온이 되는 타이밍에 관해서, 컨트롤전압(Vapc)에 대한 각단의 게이트전압(Vg)의 변화를 나타낸 도 12를 사용하여 설명한다.

도 12는 3개의 MOSFET를 순차적으로 종속 접속한 3단 파워모듈에 적용한 경우의 초단 게이트전압(Vg1), 중단 게이트전압(Vg2), 종단 게이트전압(Vg3)의 컨트롤전압(Vapc)에 대한 변화상태를 나타낸 그래프이다. 이 그래프에서 나타내는 바와 같은 게이트전압 특성의 바이어스회로를 가지는 파워모듈에서는 컨트롤전압(Vapc)의 상승에 대해, 게이트전압의 증가가 작은 초단 MOSFET(Q1)를 마지막에 오프(off)에서 온으로 한다. 그때, 컨트롤전압은 마지막에 온이 되는 초단 MOSFET의 게이트전압의 변동이 작은 영역으로 하고, 다른 MOSFET는 Vapc에 대해서 이득변동이 작은 게이트 바이어스에 설정한다. 또, 마지막에 온이 되는 초단 MOSFET보다 먼저, 다른 MOSFET를 온으로 하여 안정동작상태로 하여 둬으로써, 파워모듈의 출력파워가 오프상태에서 서서히 증가하도록 한다.

이상의 동작특성을 가지는 바이어스회로를 구비한 파워모듈에서는 Vth보다 낮은 영역에서는 Vapc에 대한 게이트전압의 변화가 크고, 파워모듈의 출력파워를 Vapc 전압의 낮은 영역에서 컨트롤할 수 있으므로, Vapc에 의한 출력파워의 가변범위를 로(low)파워에서 하이(high)파워에 걸쳐 넓게 할 수 있다.

또, Vth 근방의 영역에서는 게이트전압의 변화를 적게 설정하고 있기 때문에, Vapc에 대한 출력파워의 변동을 작게 할 수 있다.

또, Vth 근방에서 높은 전압의 영역에서는 소망의 고주파특성에 기초하여, 바이어스를 설정할 수 있으므로, 상기 출력파워의 제어성 향상에 의해 파워모듈의 성능이 저하하는 일은 없다.

또, 각단의 MOSFET가 온이 되는 타이밍을 설정할 수 있으므로, 도 12에 예시되는 바와 같이, 마지막에 온이 되는 초단 MOSFET보다 먼저 다른 MOSFET를 온으로 하고, 모듈의 오프상태에서 서서히 출력파워가 상승하기 위해서 상당히 낮은 출력파워에서의 컨트롤성이 향상한다.

또한, 초단의 MOSFET(Q1)가 온이 될때에, 다른 MOSFET는 이득변동이 적은 동작영역에 설정하고, 출력파워의 변동은 마지막에 온이 되는 초단의 MOSFET의 게이트전압에서 주로 조정하므로, 출력파워의 급준한 상승이 완화된단.

이상, 본 발명에 의하면 게이트저압에 대해서 이득, 인피던스가 크게 변화하는 Vth 근방의 영역에서, 게이트전압의 변동을 적게 하고 있으므로, 출력파워의 급준한 상승을 억제하고, 컨트롤성을 향상시킬 수 있다. 또, 본 구성으로 함으로써, 고출력, 고효율을 동시에 실현할 수 있는 게이트전압은 설정할 수 있으므로, 특성이 열화하는 일은 없다. 또, 게이트전압의 제어에 의해, 출력을 컨트롤하고 있으므로, 파워모듈의 출력파워, 효율이 저하하는 일은 없다. 이와 같이, 파워모듈의 고출력파워, 고효율을 유지하면서 출력파워의 컨트롤성이 양호하게 되며, 취급이 편리하게 된다.

이하, 다음은 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 또한, 발명의 실시예를 설명하기 위한 전(全) 도면에서 동일 기능을 가지는 것은 동일부호를 붙여, 그 반복의 설명은 생략한다.

(실시예 1)

도 1 내지 도 4는 본 발명의 일실시예인 고주파 전력증폭 모듈 및 그 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치에 관계되는 도면이다.

도 2는 무선통신장치의 일부의 기능구성을 블록도로 나타낸다. 고주파 전력증폭 모듈(파워모듈)(13)은 도 2에 나타내는 바와 같이, 외부단자로서 입력단자(1), 출력단자(2), 컨트롤단자(바이어스 공급단자)(3), 제 1 전압단자(4), 제 2 전압단자(5)를 가지고 있다. 고주파 전력증폭 모듈(13)을 구성하는 고주파 전력증폭기(HPA)(14)에는 입력단자(1)로부터 입력전력(Pin)이 입력되며, 고주파 전력증폭기(14)의 출력전력(Pout)은 출력단자(2)로 출력된다.

컨트롤단자(3)에 공급되는 컨트롤전압(Vapc)은 게이트 바이어스회로(GBC)(22)를 통해서 고주파 전력증폭기(14)에 공급되어 출력전력(Pout)이 컨트롤된다. 제 1 전압단자(4)의 전원전압(Vdd)은 드레인 바이어스회로(DBC)(23)를 통해서 고주파 전력증폭기(14)에 공급된다. 상기 게이트 바이어스회로(22) 및 드레인 바이어스회로(23)는 저항과 트랜지스터로 구성되어 있다. 또, 고주파 전력증폭기(14)를 구성하는 반도체 증폭소자로서는 실리콘 반도체에 의한 MOSFET를 사용하고 있고, 컨트롤용 단자(3)는 게이트 바이어스회로(22)를 통해서, 각 MOSFET의 게이트에 접속되어 있다.

또, 파워모듈(13)의 입력단자(1)에는 고주파 신호원(RFS)(21)으로부터 고주파신호가 공급된다. 파워모듈(13)의 출력단자(2)에서 출력되는 출력전력(Pout)은 필터(FIL)(16)를 거쳐 안테나(ANT)(17)에서 전파로서 공중으로 방사된다.

출력단자(2)에서 출력되는 출력전력(Pout)은 커플러(coupler)(CP)(15)에 의해 검출된다. 커플러(15)에서 검출된 출력신호는 검파기(18)를 거쳐 송신전력 제어회로(19)에 보내진다. 송신전력 제어회로(19)에서는 기준전압(Vref)과 비교되어, APC(Automatic Power Contorol)가 작용하여 컨트롤단자(바이어스 공급단자)(3)에 컨트롤전압(Vapc)이 인가된다.

이와 같은 구성에서, 고주파 전력증폭기(14)의 출력단자(2)에서 출력된 신호(Pout)는 커플러(15), 필터(16)를 거쳐 안테나(17)에서 발신된다. 또, 커플러(15)에서 검출된 출력신호는 검파기(18)를 거쳐 송신전력 제어회로(19)에 보내지고, 기준전압(Vref)과 비교되어, APC가 작용하여 컨트롤단자(바이어스 공급단자)(3)에 컨트롤전압(Vapc)이 인가된다.

본 실시예에서는 이 컨트롤전압(Vapc)을 비선형으로 변화할 수 있도록 조정된 게이트 바이어스회로(22)를 통해서 게이트에 바이어스 함으로써, 출력파워를 컨트롤한다.

즉, 컨트롤단자(3)에 컨트롤전압(Vapc)이 인가되면, 게이트 바이어스회로(22)를 구성하는 저항이나 트랜지스터에 의해, 상기 출력 컨트롤전압에 따라 컨트롤전압이 분압되어, 고주파 전력증폭기(14)를 구성하는 MOSFET의 게이트에 인가된다. 이 게이트전압은 게이트 바이어스회로를 구성하는 저항이나 트랜지스터에 의해 조정할 수 있고, 컨트롤전압에 대한 출력파워의 변동이 큰 MOSFET의 Vth 근방에서 컨트롤전압에 대해서 변동이 적게 되도록 설계한다.

이와 같이 컨트롤전압에 대해서, 게이트전압을 임의로 설정함으로써, 종래와 같이, 출력 컨트롤전압의 상승에 따라 출력파워가 급격하게 증가하는 게이트 바이어스의 인가를 피할 수 있으므로 제어성이 향상한다.

결국, 본 실시예에 관한 전력증폭 모듈에서는, 게이트 바이어스회로(22)에서 컨트롤전압에 대한 게이트전압을 출력파워에 따라 조정할 수 있으므로 출력 컨트롤전압의 좁은 범위에서 출력파워를 컨트롤할 필요는 없애 수 있다.

이상의 효과는 상술의 피드 백을 이용한 구성에 한정되는 것이 아니고, 컨트롤전압을 외부제어회로(CNT_0)에서 보내는 구성에 있어서도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

이하, 컨트롤전압(Vapc)에 따라 게이트전압을 조정하여 분압하는 게이트 바이어스회로 즉, 게이트 바이어스회로에 관해서 설명한다.

도 3은 본 실시예 1에서의 바이어스회로를 나타내고, 도 1은 동 바이어스회로와 그 특성을 나타낸다. 특성도는 컨트롤전압(Vapc)과 드레인전압(Vd)과의 상관을 나타내는 그래프와, 컨트롤전압(Vapc)과 게이트전압(Vg)과의 상관을 나타내는 그래프이다.

본 실시예 1의 게이트 바이어스회로는 2단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로이며, 컨트롤단자(3)에 그 일단이 접속된 제 1의 저항(25)과, 제 1의 저항(25)의 타단에 접속된 제 2의 저항(26)과, 제 2의 저항(26)에 대해 다이오드 접속되어 타단이 접지된 트랜지스터(24)와, 제 1의 저항(25)과 제 2의 저항(26)과의 접속부분과 반도체 증폭소자의 제어단자(27)와의 사이에 접속된 고주파신호 커트용의 저항(28)에 의해 구성되어 있다.

트랜지스터(24)의 문턱치전압(V_{th})은 고주파 전력증폭기(14)에 사용되고 있는 반도체 증폭소자의 문턱치전압(V_{th})과 같던지 또는 근접한 낮은 값으로 되어 있다. 이것은 게이트 바이어스회로에 사용하는 MOSFET를 작은 게이트폭(W_g)으로 실현할 수 있는 효과가 있다.

본 실시예 1에서는 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 게이트전압(V_g)의 변화를 미분 계수가 플러스의 비선형으로 조정하는 데에 N채널형의 MOSFET(24)를 사용하고 있다. MOSFET(24)의 소스는 접지되어 있고, 드레인단에는 제 1의 저항(25)의 일단이 접속되어 있으며, 제 1의 저항(25)의 타단에는 MOSFET(24)의 게이트와, 일단을 컨트롤용 단자(3)에 접속한 제 2의 저항(26)과, 일단을 증폭용 MOSFET의 게이트 바이어스 인가용 단자(27)에 접속한 저항(28)이 접속되어 있다.

여기서 제 1의 저항(25) 및 제 2의 저항(26)은 컨트롤전압을 분할하기 위해 사용되고, 저항(28)은 고주파 신호성분의 컷를 위해 있으며, 증폭용 MOSFET에서 고주파 신호성분이 MOSFET(24)를 통해서 누설하여 고주파특성이 열화하는 것을 막기위해 사용되고 있다. 또, 컨트롤용 단자(3)에는 외부제어회로에서 플러스전압이 공급된다. 각 저항은 칩 혹은 반도체 제조기술에 의한 프린트저항으로 구성되며, 프린트저항에서는 MOSFET(24)와 1칩화 또한, 증폭용 MOSFET와 같은 반도체 프로세스기술을 적용할 수 있고, MMIC(Microwave Monolithic IC)화가 가능하다.

다음에, 본 실시예 1의 바이어스회로의 동작에 관해서 설명한다.

여기서, MOSFET(24)의 드레인-소스간 저항은 상기 MOSFET(24)의 게이트전압에 의해 제어되며, 컨트롤전압의 상승에 따른 게이트전압의 증가에 있어서, V_{th} 근방에서 근사적으로 오프상태에서 온상태로 변화한다.

도 1의 (A)는 본 실시예의 바이어스회로의 일예를 나타내고, 도 1의 (B), (C)는 각각 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압(게이트전압)(V_g)과의 사이의 특성도와, 상기 MOSFET(24)의 드레인단의 전압(V_d)과의 사이의 특성도의 개략을 나타낸다.

도 1의 (B)에 나타내는 바와 같이, 컨트롤전압의 상승에 따라 MOSFET(24)의 드레인단의 전압(V_d)은 MOSFET(24)의 게이트전압이 V_{th} 근방까지는 MOSFET(24)가 오프이므로 상승하고, 그 이후는 하강하며, 다시 거의 0 전위까지 저하한다. 그 때문에, 도 1의 (C)에 나타내는 바와 같이 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)은 V_{th} 근방까지는 컨트롤전압과 거의 같은 전압이 출력되며, V_{th} 근방의 영역에서는 드레인단 전압(V_d)의 저하를 이용하는 것으로, V_{th} 근방에서의 변화가 적은 전압이 출력되고, 또 높은 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 영역에서는 MOSFET(24)가 온상태이므로 주로 저항(25, 26)의 분압비로 결정되는 전압이 출력된다.

이상과 같이, 컨트롤전압에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압의 변화가 컨트롤전압(V_{apc})의 값에 의해 다르며, 그 변화량에서 동작영역이 3개의 영역으로 크게 나누어지고, 상기 각 영역은 컨트롤전압에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 변화가 게이트 바이어스 인가용 단자전압이 MOSFET(24)의 V_{th} 근방까지는 급준하며, V_{th} 근방의 영역은 변화가 적고, 또 높은 게이트 바이어스 인가용 단자전압의 영역에서는 높으며, 2단계 변화의 비선형제어로 되어 있다. 그 각 영역의 컨트롤전압에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 변화량의 설정은 MOSFET(24)의 게이트 폭(W_g), 게이트 길이(L_g), V_{th} 등의 파라미터와 저항(25, 26)을 조정함으로써 가능하다.

예를 들면, 본 바이어스회로가 적용되는 파워모듈에 사용되는 증폭용 MOSFET의 V_{th} 가 0.8V이고, 이 파워모듈의 RF특성으로서, 효율과 출력파워의 밸런스가 잡힌 소망의 성능을 얻기위해서는 바이어스전압을 1.2V로 할 필요가 있는 경우, 소망의 성능을 잃지 않고, 컨트롤전압에 의한 제어성을 향상시키기 위해서는 도 4의 (A)와 같은 특성을 나타내는 게이트 바이어스회로가 된다. 도 4의 (A)는 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 게이트전압(V_g)을 나타낸 특성도이다. 도 4의 (A)와 같이, 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 변동을 $V_{th} = 0.8V$ 근방으로 적게하여, 출력파워의 급준한 변화를 막고, 소망의 특성이 얻어지는 게이트 바이어스 인가용 단자전압 1.2V를 컨트롤전압의 제어범위 내(內)로 설정한다. 여기서, 사용하는 MOSFET(24)의 V_{th} 는 증폭용 MOSFET와 같은 0.8V로 할 수 있으므로, 동일 반도체 프로세스기술을 사용하는 것이 가능하다. 이것에 의해, 저항(25, 26, 28)을 포함하여 동일 칩으로 할 수 있고, 수율향상, 칩 취득수 향상에 유용하며, 제조 코스트 저감에 효과가 있다. 또 이 경우의 각 회로소자의 파라미터를 도 4의 (B)에 나타낸다.

또한, 반도체 증폭소자로서 MOSFET 대신에 GaAs와 AlGaAs와 같은 다른재료의 접합을 이용한 헤테로 바이폴라 트랜지스터(HBT)를 사용할 때, 바이어스회로에도 동일하게 MOSFET(24) 대신에 HBT를 이용할 수 있고, 저항에 관해서도 상기 MOSFET를 사용하는 경우와 동일한 소자를 적용할 수 있다.

이상과 같이, 상기 실시예의 바이어스회로에서는 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 변화를 출력파워의 변동에 따라 제어하고 있으므로, 출력파워의 급준한 변화가 완화되며, 출력파워의 제어성이 향상한다.

또, 고출력, 고효율로 한 소망의 특성이 얻어지는 최적인 바이어스를 설정 가능하므로, 그 특성을 열화시키는 일은 없다.

따라서, 본 실시예 1의 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치는 출력파워의 제어성이 양호하므로, 기지국에서 지시되는 송신 전력정보에 고정밀도로 응답할 수 있고, 가장 바람직한 출력에 의해 통화를 행할 수 있다. 이것에 의해, 내장하는 전지의 장(長)수명화를 달성할 수 있다.

또한, 상기 다이오드 접속의 트랜지스터 대신에 다이오드를 사용해도 상기 실시예와 같은 효과를 얻을 수 있다.

(실시예 2)

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 관한 고주파 전력증폭 모듈의 일부를 나타낸다. 본 실시예 2는 고주파 전력증폭 모듈을 3단 즉, 초단, 중단, 종단의 구성의 고주파 전력증폭 모듈로 하고, 이 다단 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 상기 실시예 1의 바이어스회로를 삽입한 예이다.

본 실시예의 고주파 전력증폭 모듈에서의 바이어스회로는 상기 실시예 1의 바이어스회로에서 컨트롤용 단자(3)와 접속되는 제 2의 저항(26)의 일단과 직렬로, 다단에 따라 적당한 값의 저항을 직렬접속 삽입하며, 각 접속점에 게이트 바이어스 인가용 단자를 추가할 수 있다. 예를 들면, 3단 파워모듈에 적용하는 경우, 도 5에 나타내는 바와 같이, 상기 제 2의 저항(26)의 컨트롤용 단자측에 저항(29, 30)을 직렬로 접속하고, 그 접속점에서 각 바이어스를 얻는다. 상기 각 접속점은 각각 중단 또는 종단의 MOSFET의 제어단자(10, 11)에 접속된다.

다단 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 상기 실시예 1의 바이어스회로를 적용한 경우에 있어서도, 상기 실시예와 같은 효과를 얻을 수 있다.

(실시예 3)

도 6 및 도 7은 본 발명의 다른 실시예인 고주파 전력증폭 모듈에서의 바이어스회로에 관한 도면이다. 상기 실시예 1 및 실시예 2는 게이트 바이어스를 2단계 변화의 비선형 제어로 하고 있으나, 제어방법은 2단계 변화의 비선형 제어에 한정되는 것은 아니다. 본 실시예 3에서는 1단계 변화의 비선형 특성을 나타내는 바이어스회로에 관해서 설명한다.

본 실시예 3의 바이어스회로는 상기 실시예 1의 바이어스회로에서, MOSFET(24)의 게이트를 직접 드레인에 접속한 구성이 되며, 도 1에서의 RF 커트용의 저항(28)은 설치되어 있지 않다.

도 7의 (A) ~ (C)의 각각은 도 6의 바이어스회로 상등도 및 동 회로에서의 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압 즉, 게이트전압(V_g) 특성도와 MOSFET(24)의 게이트단의 전압(V_{g24})의 특성도의 개략을 나타낸다.

컨트롤전압(V_{apc})의 상승에 따라 MOSFET(24)의 게이트단의 전압(V_{g24})은 V_{th} 근방까지는 MOSFET(24)가 오프이므로 상승하고, 그 이후는 거의 포화의 상태가 된다. 그 때문에, 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)은 V_{th} 근방까지는 컨트롤전압과 거의 같은 전압이 출력되며, V_{th} 근방의 영역에서는 V_{th} 근방의 영역에서는 V_{th} 근방에서의 변화가 적은 전력이 출력되고, 또 높은 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 영역에서는 MOSFET(24)가 온상태이므로, 주로 저항(25, 26)의 성분비로 결정되는 전압이 출력된다.

이상과 같이, 컨트롤전압(V_{apc})에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 변화가 컨트롤전압의 값에 의해 다르며, 그 변화량으로부터 동작영역이 2개의 영역으로 크게 나누어지고, 상기 각 영역은 컨트롤전압에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압(V_g)의 변화가 게이트 바이어스 인가용 단자전압이 MOSFET(24)의 V_{th} 근방까지는 급준하며, V_{th} 근방의 영역은 변화가 적고, 1단계 변화의 비선형 제어로 되어 있다. 그 각 영역의 컨트롤전압에 대한 게이트 바이어스 인가용 단자전압의 변화량의 설정은 MOSFET(24)의 게이트 폭, 게이트 길이, V_{th} 등의 파라미터와 저항(25, 26)을 조정하는 것에 의해 가능하다.

본 구성에 있어서도, 컨트롤전압에 의한 출력파워의 제어범위가 로(low)파워에서 하이(high)파워에 걸쳐 넓게 할 수 있으므로, 출력파워의 급준한 변화를 완화할 수 있고, 컨트롤성을 향상할 수 있다.

또한, 본 구성에서는 도 1에서의 고주파 신호성분 컷오프의 저항(28)은 필요없고, 상기 바이어스회로의 실시예와 동일하게 1칩화, 다단화를 할 수 있다. 또, 다이오드가 연결된 MOSFET(24) 대신에 다이오드 등의 다이오드특성을 가지는 소자를 사용할 수 있으며, 상기 2단계 변화의 바이어스회로의 실시예와 동일하게 GaAs와 AlGaAs와 같은 다른 재질의 접합을 이용한 헤테로 바이폴라 트랜지스터(HBT)를 사용할 수도 있다.

(실시예 4)

도 8 내지 도 10은 본 발명의 다른 실시예인 3단 증폭기 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 관한 도면이다. 본 실시예 4에서는 초단 반도체 증폭소자, 중단 반도체 증폭소자, 종단 반도체 증폭소자와 3단 증폭 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 적용한 예에 관해서 설명한다.

도 8은 본 실시예 4의 3단 증폭의 파워모듈의 회로를 블록도로 나타낸다. 이 파워모듈은 입력단자(1)와 출력단자(2)와의 사이에 3개의 반도체 증폭소자(트랜지스터) Q1, Q2, Q3를 각각 정합회로(MC1, MC2, MC3, MC4)를 통해서 종속 접속한 구성으로 되어 있다. 트랜지스터는 N채널형의 MOSFET로 되어 있다. 각 트랜지스터(Q1, Q2, Q3)의 드레인단자는 마이크로 스트립 라인(micro-strip line)(6, 7, 8)을 통해서 제 1 전압단자(4)(전원전압(Vdd))에 접속되어 있다. 또, 트랜지스터(Q1, Q2) 사이의 마이크로 스트립 라인(6, 7) 사이에는 용량(C1)이 설치됨과 동시에, 트랜지스터(Q2, Q3) 사이의 마이크로 스트립 라인(7, 8) 사이에는 용량(C2)이 설치되어 있다. 또, 각 트랜지스터(Q1, Q2, Q3)의 게이트단자는 외부제어회로에서 컨트롤전압(Vapc)이 공급되는 컨트롤단자(3)에 게이트 바이어스회로(GBC)(22)를 통해서 접속되어 있다.

여기서, 통상 트랜지스터(Q1, Q2, Q3)의 바이어스는 중단, 종단, 초단의 순서로 온동작하는 형태를 취하므로, 초단이 온이 될 때에 출력파워의 변동이 크다.

따라서, 게이트 바이어스회로를 파워모듈에 적용하는 경우의 실시예의 형태로서, 초단 MOSFET의 바이어스를 상기 실시예의 2단계 변화 혹은 1단계 변화의 비선형 바이어스로 한다. 초단 MOSFET의 바이어스를 2단계 변화 혹은 1단계 변화의 비선형 바이어스로 함으로써, 출력파워의 변동이 큰 V_{th} 근방의 게이트 전압변동을 적게 할 수 있고, 출력파워의 급격한 변화를 억제할 수 있다. 특히, 2단계 변화의 비선형 바이어스에서는 초단 MOSFET가 온이 될 때에, 중단, 종단은 출력파워 변동이 적은 게이트전압의 영역이므로 효과가 크다. 바이어스회로의 MOSFET의 V_{th} 와 증폭용 MOSFET의 V_{th} 와의 관계는 동일하든지 근접한 값이므로, 바이어스용 MOSFET를 증폭용 MOSFET와 동일 반도체 프로세스기술로 형성할 수 있으므로 편차 저감이 가능하며, 동일 칩화도 가능하다.

도 9에는 2단계 변화의 비선형 바이어스를 적용한 경우를 예시한다. 도 9에서 MOSFET(Q1), 24, 저항(25, 26, 28)을 동일칩(31)화하는 것에 의해 소자특성의 편차를 억제할 수 있다.

트랜지스터(Q2, Q3)의 제어단자와 컨트롤단자(3)와의 사이에는 분압회로를 형성하는 저항(35 ~ 38)이 설치되어 있다.

본 실시예 4의 고주파 전력증폭 모듈에서는 도 10에 나타내는 바와 같은 특성을 나타낸다. 동 도면은 컨트롤전압(Vapc)에 대한 게이트전압(Vg)의 변화를 나타내는 그래프이며, 예를 들면 0.8V가 트랜지스터(Q1, Q2, Q3)의 문턱치전압(V_{th})이다.

트랜지스터(Q2, Q3)는 선형 특성을 나타내지만, 트랜지스터(Q1)는 비선형 특성을 나타내며, 또 2단계 변화를 한다. 문턱치전압(V_{th}) 및 그 이하의 영역에서는 게이트전압(Vg)의 변화율이 작기 때문에, 게이트전압(Vg)의 제어성 즉, 출력파워(Pout)의 제어성이 좋게 된다. 또, 초단 트랜지스터(Q1)가 마지막으로 동작함과 동시에, 이 동작시에는 다른 트랜지스터(Q2, Q3)의 동작은 안정되어 있으므로, 안정된 증폭을 행할 수 있다.

(실시예 5)

도 11 및 도 12는 본 발명의 다른 실시예인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈의 회로와 그 특성을 나타낸다. 본 실시예 5는 초단 MOSFET(Q1)의 바이어스를 2단계 변화의 비선형 바이어스로 하고, 중단 MOSFET(Q2)의 바이어스를 1단계 변화의 비선형 바이어스로 하며, 종단의 MOSFET(Q3)의 바이어스를 2단계 변화의 비선형 바이어스로 하는 것이다.

도 11에 나타내는 바와 같이, 본 실시예 5의 회로구성은 상기 실시예 4의 회로구성에서 게이트 바이어스회로(GBC)(22)의 구성이 다른 것 이외는 그 밖은 동일하다.

본 실시예 5에서는 트랜지스터(Q1)의 제어단자에는 바이어스회로로서 MOSFET(24a), 제 1의 저항(25a), 제 2의 저항(26a), 고주파 신호성분 컷용의 저항(28)을 접속하여 비선형 특성이 2단계 변화하는 구성으로 하고 있다. 또한, 제 2의 저항(26a)의 일단은 저항(29)을 통해서 컨트롤단자(3)가 접속되는 구조로 되어 있다.

또, 트랜지스터(Q2)의 제어단자에는 바이어스회로로서 MOSFET(24b), 제 1의 저항(25b), 제 2의 저항(26b)을 접속하며, 고주파 신호성분 컷용의 저항을 설치하지 않은 비선형 특성이 1단계 변화하는 구성으로 하고 있다.

또, 트랜지스터(Q3)의 제어단자는 상기 트랜지스터(Q1)의 바이어스회로에서, 제 2의 저항(26b)과 저항(29)과의 접속부분에 접속하는 구조로 되며, 비선형 특성이 2단계 변화하는 구성으로 되어 있다.

본 실시예 5의 고주파 전력증폭 모듈의 특성 즉, 컨트롤전압(V_{apc})과 게이트전압(V_g)과의 상관은 도 12에 나타내는 그래프와 같이 된다.

각 MOSFET가 온이 되는 타이밍으로서는 종단, 중단을 초단보다 먼저 온이 되도록 설정하고, 출력단용 바이어스는 컨트롤전압의 상승에 출력파워가 추종하도록 2단계 변화로 설계된다. 바이어스회로 각단 MOSFET의 V_{th} 와 증폭용 각단 MOSFET의 V_{th} 와의 관계는 적어도 초단은 동일하던지 근접한 낮은 값으로 한다.

본 실시예 5의 파워모듈에서는 초단 MOSFET(Q1)가 온이 되기 전에, 종단, 중단 MOSFET(Q2, Q3)가 온이 되며, 종단, 중단(Q3, Q2)에는 이득이 얻어지는 바이어스가 인가되므로, 초단 Q1이 온 되기 전의 저(低)컨트롤전압 영역에서 출력파워가 급준하게 변화하는 것을 완화할 수 있다.

또, 초단 MOSFET(Q1)가 온이 되는 컨트롤전압의 영역에서는 그 초단 MOSFET의 게이트 바이어스는 V_{th} 근방에서 변동을 작게, 그 때의 중단, 종단의 게이트 바이어스는 이득변동이 적은 영역에 바이어스되므로, 초단이 온 영역의 출력파워의 변동도 적게 할 수 있다.

또, 고출력시에 소망의 특성이 얻어지는 바이어스가 각단의 MOSFET에 대해 인가할 수 있으므로, 컨트롤성의 향상에서 특성이 손실되는 일은 없다.

또, 큰 출력파워를 필요로 하는 컨트롤전압이 높은 영역에서는 중단 MOSFET용의 바이어스회로를 2단계 변화의 비선형 바이어스로 하고 있기 때문에, 컨트롤전압의 증가에 대해서, 출력파워가 포화하는 것을 막을 수 있다.

또한, 바이어스회로에 사용되는 MOSFET를 증폭용 MOSFET와 동일 반도체 프로세스기술로 형성할 수 있으므로, 편차저감을 도모할 수 있고, 상기 실시예와 같이 동일 칩화도 할 수 있다.

(실시예 6)

도 13 및 도 14는 본 발명의 다른 실시예인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 관한 도면이며, 도 13은 회로도, 도 14는 컨트롤전압과 게이트전압의 상관을 그래프로 나타낸다.

본 실시예 6은 도 13에 나타내는 바와 같이, 모든 MOSFET(트랜지스터(Q1, Q2, Q3))의 바이어스를 2단계 변화의 비선형 바이어스로 한 구성이다. 초단 MOSFET(Q1), MOSFET(24) 및 저항(25, 26, 28, 29, 30)을 동일 칩(31)으로 형성하고 있다. 또, 각 MOSFET(Q1, Q2, Q3)가 온이 되는 타이밍으로서는 종단, 중단을 초단보다 먼저 온이 되도록 설정하고, 출력단용 바이어스는 컨트롤전압의 상승에 출력파워가 추종하도록 2단계 변화로 설계된다. 바이어스회로에 사용하는 MOSFET는 각단 공통으로 할 수 있고, 그 V_{th} 를 증폭용 각단 MOSFET의 V_{th} 와 동일하던지 근접한 낮은 값으로 한다.

본 실시예 6의 바이어스된 파워모듈은 도 14의 그래프에서 나타내는 바와 같이, 초단 MOSFET(Q1)가 온이 되기 전에, 종단, 중단 MOSFET(Q2, Q3)가 온으로 되어 있고, 초단 MOSFET(Q1)가 온이 되는 컨트롤전압의 영역에서는 초단의 게이트 바이어스는 V_{th} 근방에서 변동을 작게, 그 때의 중단, 종단의 게이트 바이어스는 이득변동이 적은 영역에 바이어스되므로, 이 영역의 출력파워의 변동도 적게 할 수 있다.

또, 고출력시에 소망의 특성이 얻어지는 바이어스가 각단의 MOSFET에 대해 인가할 수 있으므로, 컨트롤성의 향상에서 특성이 손실되는 일은 없다.

또, 큰 출력파워를 필요로 하는 컨트롤전압이 높은 영역에서는 종단 MOSFET용의 바이어스회로를 2단계 변화의 비선형 바이어스로 하고 있기 때문에, 컨트롤전압의 증가에 대해서, 출력파워가 포화하는 것을 막을 수 있다.

또한, 바이어스회로에 사용되는 MOSFET를 증폭용 MOSFET와 동일 반도체 프로세스기술로 형성할 수 있으므로, 편차 저감을 도모할 수 있고, 동일 칩화도 할 수 있다.

(실시예 7)

도 15는 본 발명의 다른 실시예인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈의 바이어스회로에 의한 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 상관을 나타내는 그래프이다.

본 실시예 7의 고주파 전력증폭 모듈에서의 바이어스회로는 상기 실시예 2에서 나타내는 도 5의 바이어스회로에서, 저항 (25)을 설치하지 않은 바이어스 회로구성으로 한 것이다. 이 경우, 도 15에 나타내는 바와 같이 모든 트랜지스터(Q1, Q2, Q3)는 1단계 변화의 비선형 특성을 나타내게 된다. 그래서, 종단, 중단을 초단보다 먼저 온이 되도록 설정하여 두면, 상기 각 실시예의 경우의 바이어스회로와 동일하게 출력파워(Pout)의 제어성을 높일 수 있다.

상기 실시예 중, 최종단 증폭기에 2단계 증가 변화의 게이트 바이어스 특성을 지니게 함으로써, 저(低)전력시와 고(高)전력시의 양자를 2 스위치수단으로 한 고전력 효율, 고제어성을 지니게 할 수 있다.

이상 본 발명자에 의해 행해진 발명을 실시예에 기초하여 구체적으로 설명했으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것이 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러가지 변경 가능한 것은 말할 필요도 없다. 예를 들면, 상기 실시예에서는 실리콘에 의해 형성된 MOSFET나 GaAs와 AlGaAs와 같은 다른재료의 접합을 이용한 헤테로 바이폴라 트랜지스터(HBT)에 의한 고주파 전력증폭 모듈에 관해서 본 발명을 적용한 예에 관해서 설명했지만, 그 밖의 트랜지스터를 사용한 고주파 전력증폭 모듈에도 동일하게 적용할 수 있고 동일한 효과를 얻을 수 있다. 예를 들면 실리콘에 의해 형성된 다른 구조로 이루어지는 MISFET(Metal-Insulator Semiconductor-FET), GaAs에 의해 형성된 MESFET(Metal-Semiconductor-FET), 화합물 반도체에 의해 형성된 HEMT(High Electron Mobility Transistor), Si와 Ge에 의해 형성되는 트랜지스터 등을 사용한 고주파 전력증폭 모듈이나 그 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치에도 적용할 수 있다.

이상의 설명에서는 주로 본 발명자에 의해 행해진 발명을 그 배경이 된 이용분야인 이동체통신기(휴대전화기)에 적용한 경우에 관해서 설명했으나, 그것에 한정되는 것은 아니다.

본 발명은 적어도 무선통신장치에는 적용할 수 있다.

발명의 효과

본원에서 개시되는 발명 중 대표적인 것에 의해 얻어지는 효과를 간단하게 설명하면 하기와 같다.

본 발명에 의하면, 바이어스회로에서는 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 변화를 출력파워의 변동에 따라 제어하고 있으므로, 출력파워의 급격한 변화가 완화되며, 출력파워의 제어성을 향상시킬 수 있고, 또, 고출력, 고효율로 한 소망의 특성이 얻어지는 최적의 바이어스를 설정 가능하므로, 그 특성을 열화시키는 일은 없다.

따라서, 본 발명의 고주파 전력증폭 모듈을 삽입한 무선통신장치는 출력파워의 제어성이 양호하므로, 기지국에서 지시되는 송신 전력정보에 고정밀도로 응답할 수 있고, 가장 바람직한 출력에 의해 통화를 행할 수 있으며, 이것에 의해 내장하는 전지의 장(長)수명화를 달성할 수도 있다.

또한, 상기 다이오드 접속의 트랜지스터 대신에 다이오드를 사용해도 같은 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1의 (A)는 본 발명은 일실시예(실시예 1)인 주파수 전력증폭 모듈에서의 바이어스회로, (B), (C)는 (A)의 특성을 나타내는 그래프,

도 2는 본 실시예 1의 무선통신장치의 일부의 구성을 나타내는 블록도,

도 3은 본 실시예 1의 고주파 전력증폭 모듈에서의 바이어스 회로도,

도 4의 (A)는 본 실시예 1의 고주파 전력증폭 모듈에서의 구체적인 바이어스회로의 특성을 나타내는 그래프, (B)는 동 바이어스회로의 파라미터예를 나타내는 도면,

도 5는 본 발명의 다른 실시예(실시예 2)인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈에 삽입되는 바이어스 회로도,

도 6은 본 발명의 다른 실시예(실시예 3)인 고주파 전력증폭 모듈에서의 바이어스 회로도,

도 7의 (A)는 본 실시예 3의 바이어스회로, (B)와 (C)는 그 특성을 나타내는 그래프,

도 8은 본 발명의 다른 실시예(실시예 4)인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈을 나타내는 블록도,

도 9는 본 실시예 4의 고주파 전력증폭 모듈을 나타내는 회로도,

도 10은 본 실시예 4의 고주파 전력증폭 모듈의 바이어스회로에 의한 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 상관(相關)을 나타내는 그래프,

도 11은 본 발명의 다른 실시예(실시예 5)인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈을 나타내는 회로도,

도 12는 본 실시예 5의 고주파 전력증폭 모듈의 바이어스회로에 의한 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 상관을 나타내는 그래프,

도 13은 본 발명의 다른 실시예(실시예 6)인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈을 나타내는 회로도,

도 14는 본 실시예 6의 고주파 전력증폭 모듈의 바이어스회로에 의한 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 상관을 나타내는 그래프,

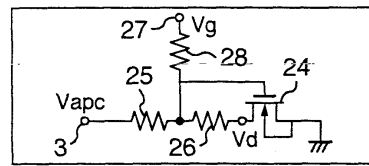
도 15는 본 발명의 다른 실시예(실시예 7)인 3단 구성의 고주파 전력증폭 모듈의 바이어스회로에 의한 컨트롤전압에 대한 게이트전압의 상관을 나타내는 그래프,

도 16은 본 발명자의 추가시험에 의해 얻어진 컨트롤전압에 대한 출력전력의 상관을 나타내는 그래프이다.

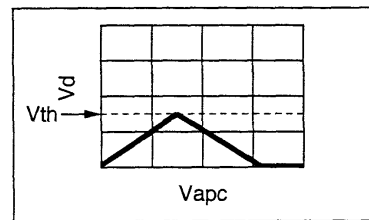
도면

도면1

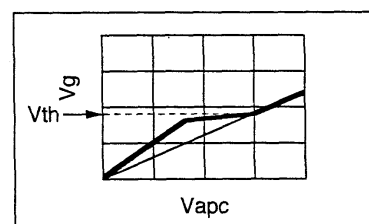
(A)



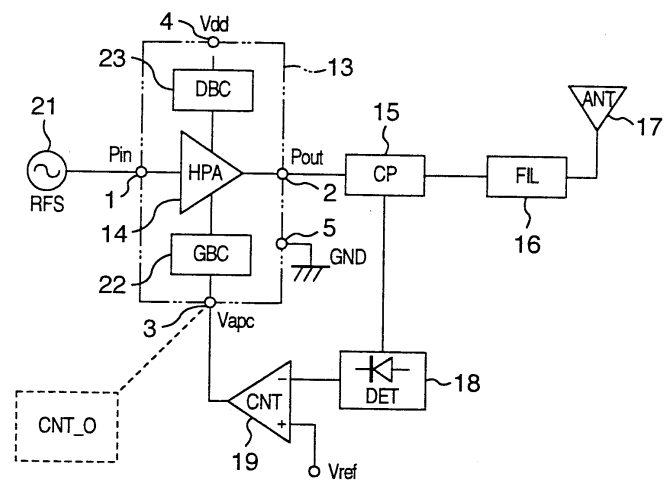
(B)



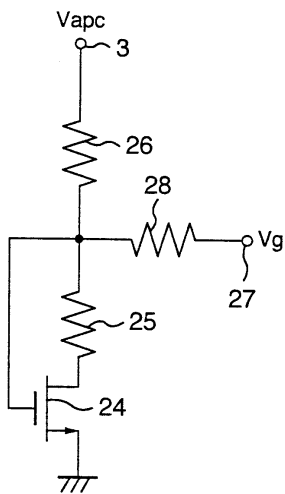
(C)



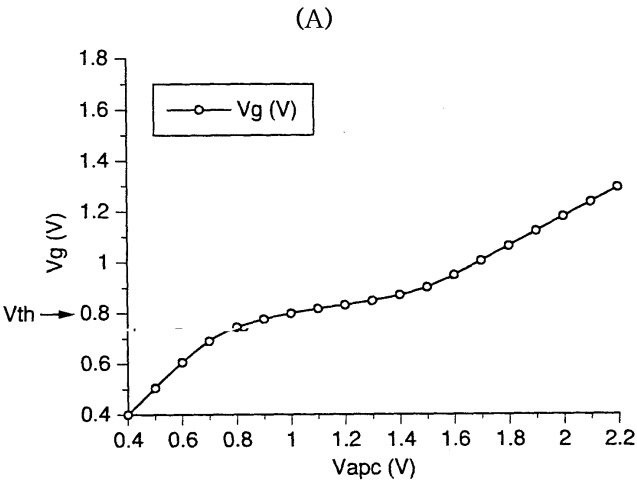
도면2



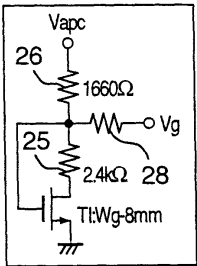
도면3



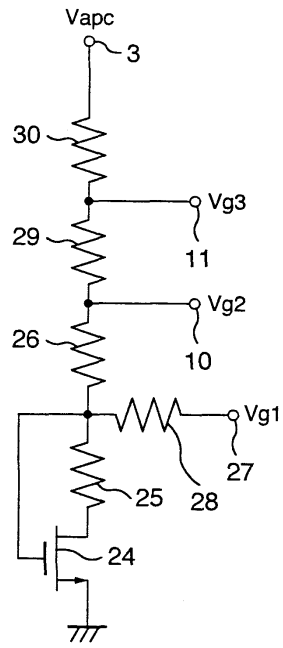
도면4



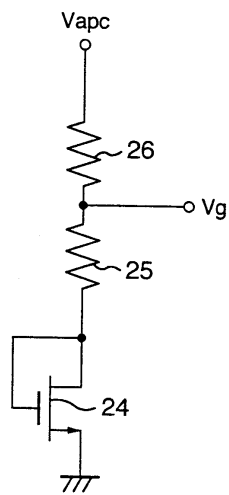
(B)



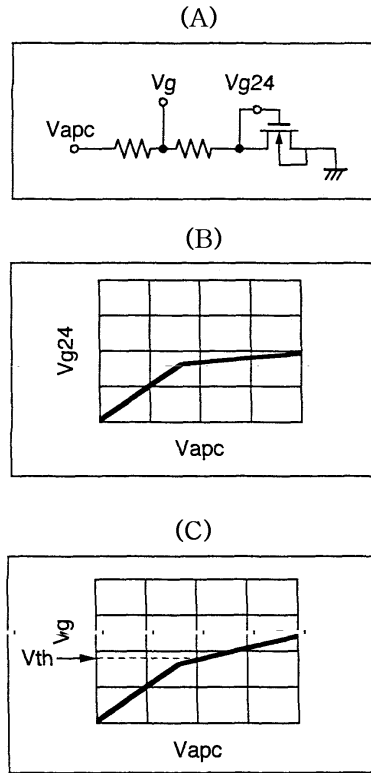
도면5



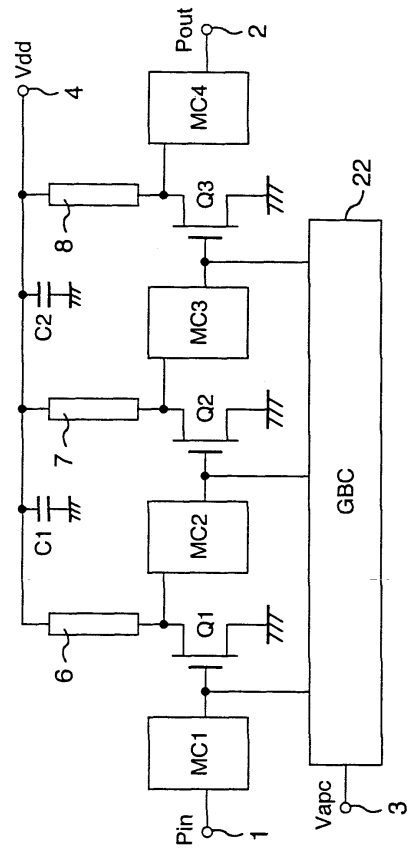
도면6



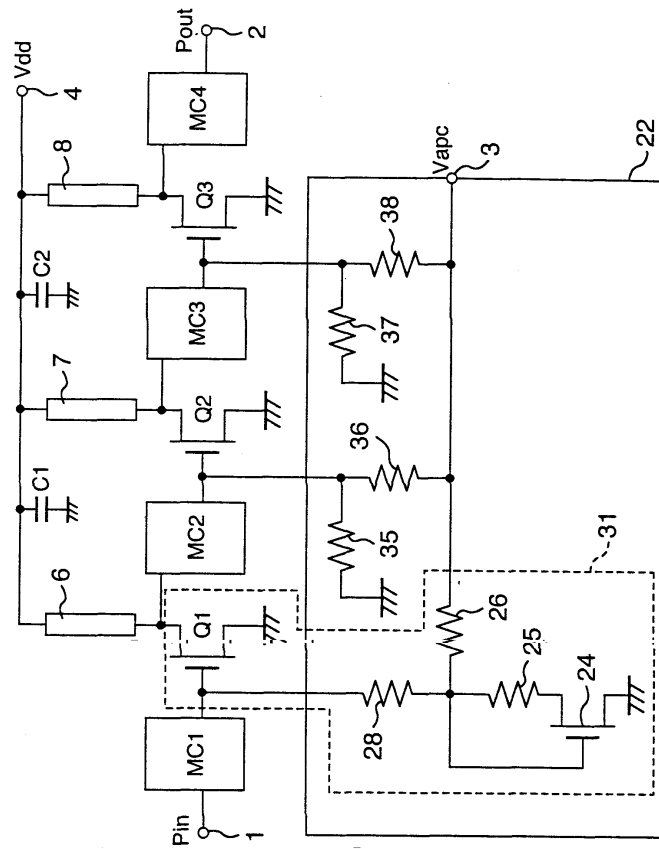
도면7



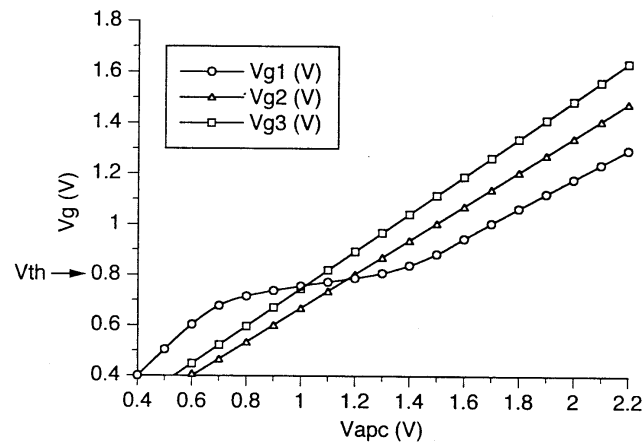
도면8



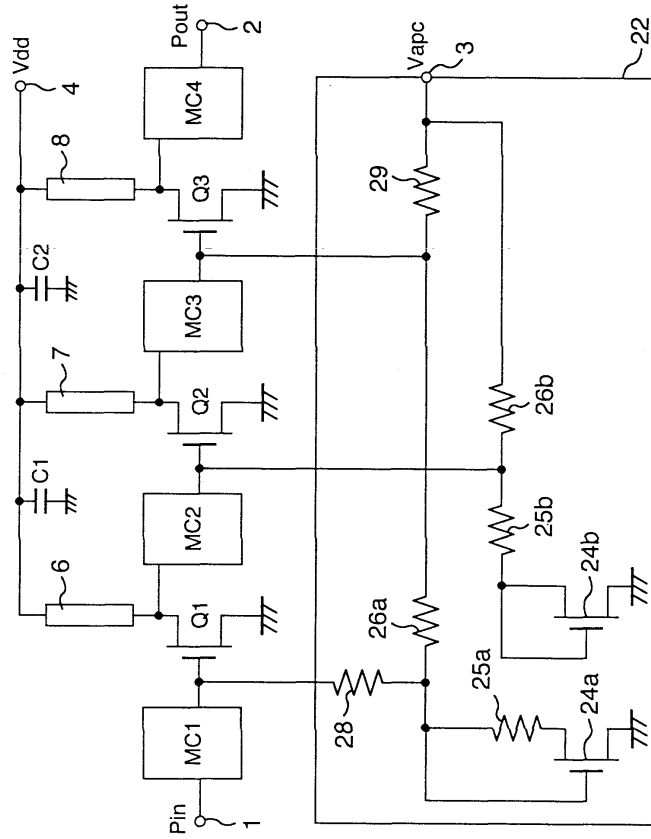
도면9



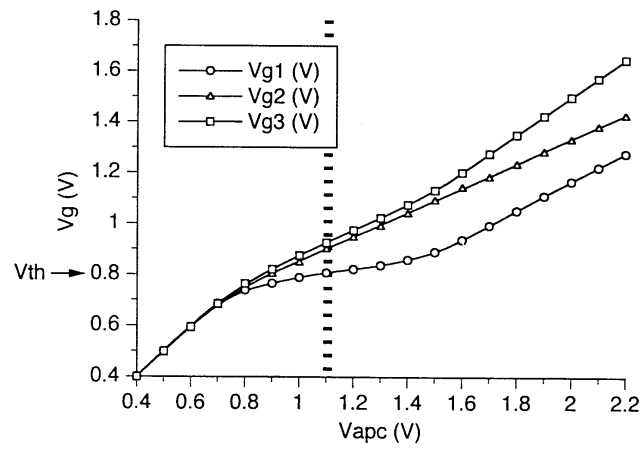
도면10



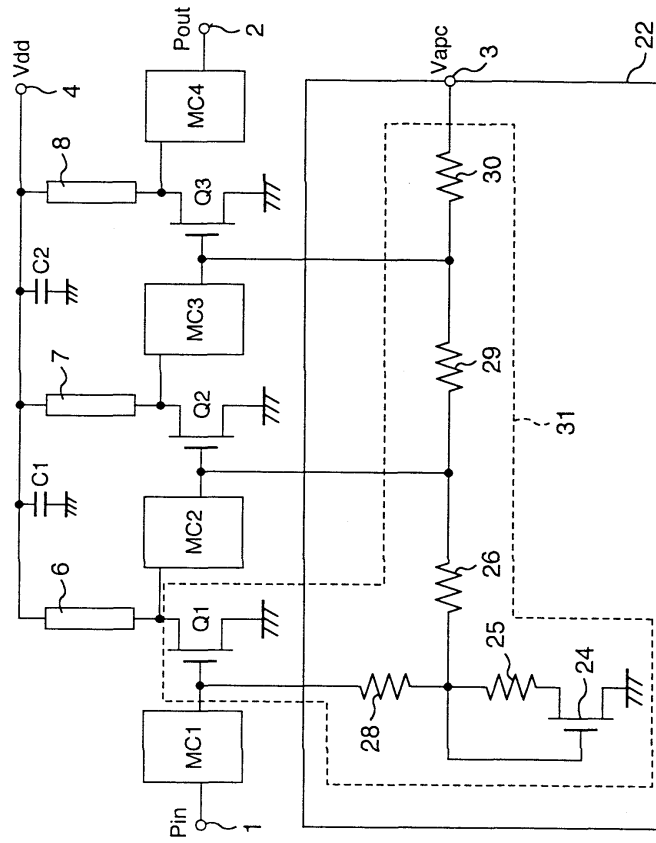
도면11



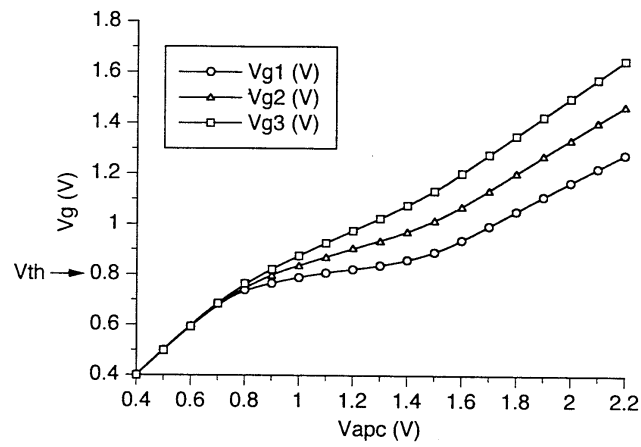
도면12



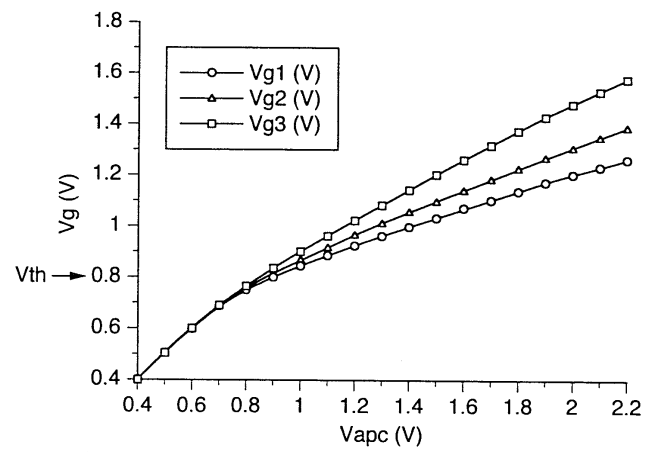
도면13



도면14



도면15



도면16

