



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월17일
(11) 등록번호 10-0814457
(24) 등록일자 2008년03월11일

(51) Int. Cl.

H03F 1/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0019883
(22) 출원일자 2007년02월27일
심사청구일자 2007년02월27일
(56) 선행기술조사문헌
공개특허 1020040011848
공개특허 1020010068386
공개특허 1020010062168

(73) 특허권자

세원텔레텍 주식회사

경기 안양시 동안구 관양2동 881번지

(72) 발명자

김철동

경기도 과천시 중앙동 67 주공아파트 1007-402

김홍기

경기도 군포시 산본동 1092 장미아파트 1139-903호

정용채

전라북도 전주시 덕진구 덕진1가 664-14 전북대학교

(74) 대리인

김석현

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 강성철

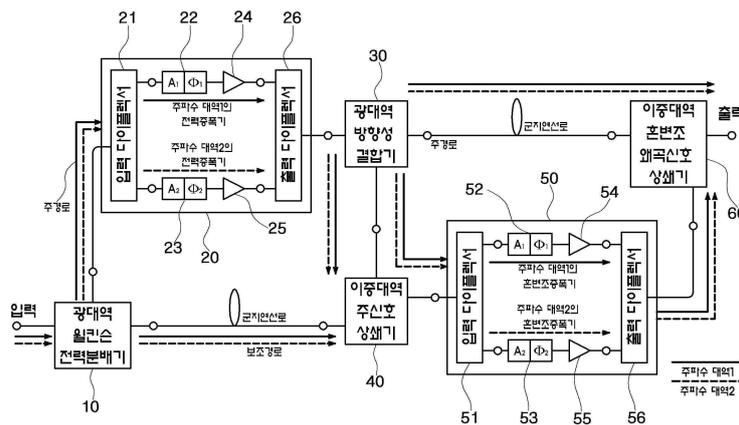
(54) 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기

(57) 요약

본 발명은 다이플렉서와 광대역 방향성결합기의 대역폭에 따라서 일정 주파수 이상 떨어진 두 통신 주파수 대역에 대하여 이중대역 선형 전력 증폭 동작이 가능한 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기에 관한 것이다.

이를 위해 본 발명에서는 이중대역 신호를 두 경로로 분배하는 광대역 윌킨슨 전력분배기(10), 주 경로로 전달되는 이중대역 신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 전력증폭기(20), 이중대역 신호를 받아 분배 출력하는 광대역 방향성결합기(30), 증폭된 이중대역 신호와 상기 광대역 윌킨슨 전력분배기를 통해 보조경로로 전달되는 이중대역 신호를 상쇄적으로 결합하는 이중대역 주신호상쇄기(40), 이중대역 혼변조 왜곡신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 혼변조증폭기(50), 순수한 주신호만 최종 출력하는 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)를 포함하여서 이루어진 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기를 제공한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

주파수 대역1, 2의 이중대역 신호를 두 경로로 분배하는 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기;

상기 광대역 월킨슨 전력분배기(10)에 연결되어 주경로로 전달되는 이중대역 신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 전력증폭기(20);

상기 이중대역 전력증폭기(20)에 연결되어 상기 이중대역 전력증폭기(20)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 받아 분배 출력하는 광대역 방향성결합기(30);

상기 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기(10)의 보조 경로에 달린 균지연 선로 및 광대역 방향성결합기(30)에 연결되며, 상기 광대역 방향성결합기(30)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호와 상기 광대역 월킨슨 전력분배기(10)를 통해 보조경로로 전달되는 이중대역 신호를 상쇄적으로 결합하는 이중대역 주신호상쇄기(40);

상기 광대역 방향성결합기(30) 및 이중대역 주신호상쇄기(40)에 연결되어 그 출력을 통해 전달되는 이중대역 혼변조 왜곡신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 혼변조증폭기(50);

상기 광대역 방향성결합기(30)의 주 경로에 달린 균지연 선로 및 상기 이중대역 혼변조증폭기(50)에 연결되며, 상기 광대역 방향성결합기(30)를 통해 전달되는 주 경로의 증폭된 이중대역 신호와 상기 이중대역 혼변조증폭기를 통해 전달되는 이중대역 혼변조 왜곡신호를 상쇄적으로 합성하여 순수한 주신호만 최종 출력하는 이중대역 혼변조왜곡신호상쇄기(60);

를 포함하여서 이루어진 것을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이중대역 주신호상쇄기(40)가, 광대역 월킨슨결합기와 수직 장착 평면회로들을 이용한 이중대역 하이브리드회로로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전달단자는 단락선로로 연결 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 이중대역 주신호상쇄기(40)가, 광대역 결합기와 이중대역 하이브리드회로로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전달단자는 단락선로로 연결 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)가, 광대역 방향성결합기와 수직 장착 평면회로들을 이용한 이중대역 하이브리드회로로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전달단자는 단락선로로 연결 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)가, 광대역 방향성결합기와 이중대역 하이브리드회로로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전달단자는 단락선로로 연결 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력

증폭기.

청구항 6

제1항에 있어서, 입력 광대역 윌킨슨 전력분배기(10)와 광대역 방향설결합기(30) 사이에 설치되는 상기 이중대역 전력증폭기(20)가,

주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(21)와, 상기 입력 다이플렉서(21)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호를 증폭하는 전력증폭기(24)(25)와, 상기 두 전력증폭기(24)(25)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(26)로 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 7

제1항에 있어서, 입력 광대역 윌킨슨 전력분배기(10)와 광대역 방향설결합기(30) 사이에 설치되는 상기 이중대역 전력증폭기(20)가,

주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(21)와, 상기 입력 다이플렉서(21)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호의 진폭과 위상을 제어하는 가변 진폭/위상 조절기(22)(23)와, 신호를 증폭하는 전력증폭기(24)(25)와, 상기 두 전력증폭기(24)(25)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(26)로 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 8

제1항에 있어서, 광대역 방향성 결합기(30)와 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60) 사이에 설치되는 이중대역 혼변조증폭기(50)가,

주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(51)와, 상기 입력 다이플렉서(51)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호를 증폭하는 혼변조증폭기(54)(55)와, 상기 두 혼변조증폭기(54)(55)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(56)로 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

청구항 9

제1항에 있어서, 광대역 방향성 결합기(30)와 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60) 사이에 설치되는 이중대역 혼변조증폭기(50)가,

주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(51)와, 상기 입력 다이플렉서(51)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호의 진폭과 위상을 제어하는 가변 진폭/위상 조절기(52)(53)와, 신호를 증폭하는 혼변조증폭기(54)(55)와, 상기 두 혼변조증폭기(54)(55)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(56)로 구성됨을 특징으로 하는 이중대역 피드포워드 선형 전력증폭기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다이플렉서와 광대역 방향성 결합기의 대역폭에 따라서 1GHz이상 떨어진 두 통신 주파수 대역에 대하여 이중대역 선형 전력 증폭 동작이 가능한 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기에 관한 것이다.
- <12> 일반적으로 과거의 이동통신은 주로 음성이나 텍스트와 같은 저용량의 데이터 교환에 국한되어 있었다. 하지만 사용자들의 다양한 요구를 만족시키기 위하여 최근에는 고화소의 디지털 카메라, MP3, TV수신 등 여러 가지 기능들이 단말기에 더해지면서 고용량의 데이터를 송/수신해야 하는 상황이 되었다.
- <13> 그로 인해 기존의 통신 외에 추가적으로 멀티미디어 정보를 포함하는 서비스를 제공하기 위해서는 하나의 서비

스 제공 업자가 이미 사용하고 있는 주파수 외에 또 다른 주파수 대역을 사용하는 경우가 발생하였다.

- <14> 이때 각각의 응용 사례에 맞는 장비를 개발하기 위해서는 많은 비용과 노력이 수반되기 때문에 최근에는 하나 이상의 주파수 대역을 다룰 수 있는 다중대역 장비에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 다중대역 장비의 필요성에도 불구하고, 기지국의 엄격한 선형성 요구 조건으로 인하여 현재까지 대부분의 연구는 주로 단말기에 국한되어 있었다.
- <15> 이러한 선형성 문제를 극복하기 위한 해법으로 여러 가지 선형화 방식이 있지만, 개선 효과나 동작 대역폭 등의 관점에서 볼 때 실제로 적용 가능한 선형화 기법은 전치 왜곡 기법, 피드포워드(feedforward)기법, 부궤환 기법, 디지털 전치 왜곡, EER(Envelope Elimination and Res-toration) 등과 같은 방법들이 있다.
- <16> 먼저, RF 전치 왜곡 기법은 소형 및 경량으로 구현 가능하다는 측면에서 많이 사용되고 있지만, 비선형성 개선 효과는 피드포워드(feedforward) 기법에 미치지 못하고, 넓은 주파수 대역에서 선형성 개선 효과를 갖게 하는 것이 쉽지 않다.
- <17> 부궤환 기법은 동작 대역폭의 제한과 발진의 가능성으로 그 적용 범위가 한계가 있으며, 디지털 전치 왜곡 기법은 기저 대역의 신호에 전치 왜곡을 함으로 RF 회로에서의 비선형성을 보상하는 것으로 부궤환 지연 시간과 RF 전력 증폭기의 기억 효과(memory effect) 때문에 비교적 협대역에서만 양호한 선형화 효과를 얻고 있다.
- <18> 그리고 피드포워드(feedforward) 기법은 뛰어난 선형성 개선 효과로 실질적으로 가장 널리 사용되고 있으며, 가장 활발한 연구가 이루어지고 있다. 하지만 현재까지의 연구는 주로 한 동작 주파수 내에서의 선형화 및 효율 개선에 그 초점이 맞추어져 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 본 발명은 전술한 바와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로,
- <20> 본 발명의 목적은 다이플렉서와 광대역 방향성 결합기의 대역폭에 따라서 일정 주파수 이상 떨어진 두 통신 주파수 대역에 대하여 이중대역 선형 전력 증폭 동작이 가능한 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기를 제공하는 데 있다.
- <21> 또한 본 발명의 다른 목적은 동일 군속도 지연 이중대역 신호 상쇄기를 이용하여 이중대역 동작과 각 대역 내에서 광대역 신호 상쇄가 동시에 가능한 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기는,
- <23> 주파수 대역1, 2의 이중대역 신호를 두 경로로 분배하는 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기(10), 상기 광대역 월킨슨 전력분배기(10)에 연결되어 주경로로 전달되는 이중대역 신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 전력증폭기(20), 상기 이중대역 전력증폭기(20)에 연결되어 상기 이중대역 전력증폭기(20)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 받아 분배 출력하는 광대역 방향성결합기(30), 상기 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기(10)의 보조경로에 달린 균지연 선로 및 광대역 방향성 결합기(30)에 연결되며 상기 광대역 방향성결합기(30)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호와 상기 광대역 월킨슨 전력분배기(10)를 통해 보조경로로 전달되는 이중대역 신호를 상쇄적으로 결합하는 이중대역 주신호상쇄기(40), 상기 광대역 방향성결합기(30) 및 이중대역 주신호상쇄기(40)에 연결되어 그 출력을 통해 전달되는 이중대역 혼변조 왜곡신호를 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하고 증폭해서 다시 하나의 경로로 합성하는 이중대역 혼변조증폭기(50), 상기 광대역 방향성결합기(30)의 주경로에 달린 균지연 선로 및 상기 이중대역 혼변조증폭기(50)에 연결되며 상기 광대역 방향성결합기(30)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호와 상기 이중대역 혼변조증폭기를 통해 전달되는 이중대역 혼변조 왜곡신호를 상쇄적으로 합성하여 순수한 주신호만 최종 출력하는 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)를 포함하여서 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <24> 이하, 본 발명의 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기에 대한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <25> 도 1은 일반적인 구조의 단일대역 피드포워드 선형 전력 증폭기를 나타낸 것으로, 기존의 단일대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 구성 회로들은 오직 단일 주파수 대역 신호의 증폭, 분배, 그리고 합성 기능만을 수행하고 있다.

- <26> 도 2는 본 발명에 따른 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 전체 구성을 나타낸 블록도이고, 도 3a는 이중대역 주신호 제거루프를 나타낸 블록도이며, 도 4a는 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프를 나타낸 블록도이다.
- <27> 도시한 바와 같이, 본 발명의 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기는 이중대역 주신호 제거루프와 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프로 이루어지는데,
- <28> 상기 이중대역 주신호 제거루프는,
- <29> 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기(10)와, 상기 광대역 월킨슨 전력분배기(10)에 연결되는 이중대역 전력증폭기(20)와, 상기 이중대역 전력증폭기(20)에 연결되는 광대역 방향성결합기(30)와, 상기 입력측 광대역 월킨슨 전력분배기(10)의 주경로에 달린 균지연 선로 및 광대역 방향성결합기(30)에 연결되는 동일 균속도 지연 이중대역 주신호상쇄기(40)를 포함하여 구성되며,
- <30> 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프는,
- <31> 상기 광대역 방향성결합기(30) 및 이중대역 주신호상쇄기(40)에 연결되는 이중대역 혼변조증폭기(50)와, 상기 광대역 방향성결합기(30)의 주경로에 달린 균지연 선로 및 상기 이중대역 혼변조증폭기(50)에 연결되는 동일 균속도 지연 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)를 포함하여 구성된다.
- <32> 상기 동일 균속도 지연 이중대역 주신호상쇄기(40)는 도 6a의 도시와 같이 광대역 월킨슨결합기와 수직 장차 평면회로들을 이용한 이중대역 하이브리드회로로 구성되고, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되며, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결되는 구성을 갖는다.
- <33> 또한, 상기 동일 균속도 지연 이중대역 주신호상쇄기(40)는 광대역 결합기와 이중대역 하이브리드회로로 구성되고, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되며, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결되는 구성을 갖는다.
- <34> 상기 동일 균속도 지연 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)는 도 6b의 도시와 같이 광대역 방향성결합기와 수직 장차 평면회로들을 이용한 이중대역 하이브리드회로로 구성되고, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되며, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결되는 구성을 갖는다.
- <35> 또한, 상기 동일 균속도 지연 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60)는 광대역 방향성결합기와 이중대역 하이브리드회로로 구성되고, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되며, 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결되는 구성을 갖는다.
- <36> 입력 광대역 월킨슨 전력분배기(10)와 광대역 방향성결합기(30) 사이에 설치되는 이중대역 전력증폭기(20)는 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(21)와, 상기 입력 다이플렉서(21)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호를 증폭하는 전력증폭기(Power Amplifier: PA)(24)(25)와, 상기 두 전력증폭기(24)(25)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(26)로 구성된다.
- <37> 더욱 상세하게는 상기 이중대역 전력증폭기(20)는 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(21)와, 상기 입력 다이플렉서(21)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호의 진폭과 위상을 제어하는 가변 진폭/위상조절기(22)(23)와, 신호를 증폭하는 전력증폭기(24)(25)와, 상기 두 전력증폭기(24)(25)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(26)로 구성된다.
- <38> 광대역 방향성결합기(30)와 이중대역 혼변조 왜곡신호상쇄기(60) 사이에 설치되는 이중대역 혼변조증폭기(50)는 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(51)와, 상기 입력 다이플렉서(51)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호를 증폭하는 혼변조증폭기(Intermodulation Power Amplifier: IPA)(54)(55)와, 상기 두 혼변조증폭기(54)(55)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(56)로 구성된다.
- <39> 더 구체적으로는 상기 이중대역 혼변조증폭기(50)는 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기하는 입력 다이플렉서(51)와, 상기 입력 다이플렉서(51)를 통해 분기되는 두 경로에 병설되어 신호의 진폭과 위상을 제어하는 가변 진폭/위상조절기(52)(53)와, 신호를 증폭하는 혼변조증폭기(54)(55)와, 상기 두 혼변조증폭기(54)(55)를 통해 전달되는 증폭된 이중대역 신호를 다시 하나의 경로로 합성하는 출력 다이플렉서(56)로 구성된다.

- <40> 일반적으로 이동통신시스템은 주파수 분할 송수신 구조를 채택하고 있으므로, 이미 송수신 주파수 분할을 위한 다이플렉서를 사용하고 있다. 따라서 기존 다이플렉서에 사용되는 송신 여파기를 이중대역 PA의 출력 다이플렉서에 적용하고, 나머지 다이플렉서는 소신호를 다루므로 낮은 Q 값의 소자들을 이용하여 쉽게 구현할 수 있다. 또한 단일 대역 결합기와 단일대역 신호 상쇄기는 이중대역 신호 상쇄기로 대체되어 있다.
- <41> 도 2에서 도시한 바와 같이 두 개의 동작 대역을 주파수 대역1과 주파수 대역2라고 표현할 때, 도 2에서 실선은 대역1, 점선은 대역2의 주파수 신호를 의미한다. 실선과 점선이 같이 존재하는 구간은 광대역 수동소자에 의하여 두 대역의 신호가 동시에 전달되며, 실선이나 점선 하나만 존재하는 구간은 다이플렉서의 주파수 분기 동작에 의하여 분기된 단일 대역의 신호만 전달되는 구간이다.
- <42> 도 3a,3b는 본 발명에 따른 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 주신호 제거 루프 및 동작원리를 나타낸 것으로, 도 3a,3b를 참조하여 선형화 동작원리를 설명하면, 입력 단에 인가된 주파수 대역 1 과 주파수 대역 2 의 이중대역 입력신호 (도 3b의 A)는 입력 광대역 윌킨슨 전력분배기에 의하여 두 경로(주경로와 보조경로)로 나뉘어 진다.
- <43> 이중에서 주 경로로 전달된 이중대역 신호는 주파수 선택 소자인 입력 다이플렉서(21)i에 의하여 주파수 성분에 따라 서로 다른 두 경로로 분기된다. 그리고 분기된 각 대역의 신호들은 PA(24)(25)에 의하여 증폭되면서 PA(24)(25의 비선형성으로 인하여 주 신호 외에 혼변조 왜곡 신호를 갖게 되고, 출력 다이플렉서(26)에 의하여 다시 하나의 경로로 합성된다. 각 대역의 신호는 해당 대역의 가변 진폭/위상 조절기(22)(23)에 의하여 크기와 위상을 조절할 수 있다.
- <44> 증폭된 이중대역 신호 중 일부가 추출(도 3b의 G) 되어 이중대역 주신호 상쇄기(40)의 입력으로 인가되고, 입력 광대역 윌킨슨 전력분배기(10)에 의하여 보조 경로로 분기되어 균지연 선로 경로를 통해 전달된 이중대역 신호 (도 3b의 H)와 서로 상쇄적으로 결합되어 이중대역 혼변조 왜곡 신호(도 3b의I)만 남게 된다.
- <45> 도 4a,4b는 본 발명에 따른 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프 및 동작 원리를 도시한 것으로, 이중대역 주신호 상쇄기(40)의 출력으로 얻어지는 이중대역 혼변조 왜곡 신호(도 4b의 J)는 입력 다이플렉서(51)에 의하여 주파수 대역 1과 주파수 대역 2의 두 경로로 분기되고, 각 대역의 혼변조증폭기(54)(55)에 의하여 선형 증폭된다.
- <46> 증폭된 각 대역의 혼변조 왜곡 신호는 출력 다이플렉서(56)에 의하여 다시 하나의 경로로 합성되어(도 4b의 M) 이중대역 혼변조 왜곡 신호 상쇄기(60)의 입력으로 인가되고, 혼변조 왜곡 신호를 포함하는 이중대역 PA(20)와 광대역 방향성결합기(30)를 거친 출력 신호(도 4b의 L)와 상쇄적으로 합성되어 순수한 주신호만 최종 출력으로 전달된다(도 4b의 N).
- <47> 한편, 피드포워드(Feedforward) 선형화 방식에서 일정 주파수 대역을 갖는 입력 신호에 대해서 대역 전체의 신호의 고른 신호 상쇄를 위해서는 진폭, 역 위상, 군속도 지연이 동시에 정합이 이루어져야 한다. 하지만 일반적인 구조의 신호 상쇄기로는 역 위상 정합과 군속도 지연 정합을 동시에 만족시킬 수 없기 때문에 광대역 신호의 상쇄를 위한 동일 군속도 지연 신호 상쇄기가 제안 되었다.
- <48> 도 5a,5b는 일반적인 단일대역 동일 군속도 지연 신호 상쇄기의 블록도로서, 도시한 바와 같이 동일 군속도 지연 신호 상쇄기는 종단이 단락과 개방된 전송선로의 반사계수는 서로 역위상이 된다는 것을 기반으로 한다.
- <49> 반면, 도 6a,6b는 도 5a,5b의 신호 상쇄기를 확장한 동일 군속도 지연 이중대역 신호 상쇄기의 블록도로서, 도 6a에서 도시된 바와 같이 이중대역 주신호 상쇄기(40)는 광대역 윌킨슨 결합기와 수직 장착 평면회로를 이용한 이중대역 하이브리드회로(VIP 광대역 90° 하이브리드)로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 그리고 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결된다.
- <50> 이중대역 혼변조 왜곡 신호 상쇄기(60)는 도 6b에서와 같이 광대역 방향성 결합기와 수직 장착 평면회로들을 이용한 이중대역 하이브리드회로(VIP 광대역 90° 하이브리드)로 구성되어 있으며, 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 개방선로로 연결되고, 그리고 다른 한 경로의 이중대역 하이브리드회로의 결합 및 전송단자는 단락선로로 연결된다.
- <51> 도 6a에서 도시한 바와 같이 이중대역 주신호 상쇄기(40)의 두 입력 단자(G, H)에 이중대역 신호가 인가되면 각각 결합단자(coupling port)와 전송단자(through port)가 단락 및 개방된 VIP 광대역 90° 하이브리드를 통과 하면서 격리단자(isolation port)로 전달된다. 개방 및 단락 스텐브에서 전반사가 일어날 때, 동위상 및 180° 위

상 반전에 의한 출력 신호들은 진폭, 역 위상, 군속도 지연의 동시 정합 조건들을 만족하게 된다. 출력된 신호들을 광대역 (동위상) 월킨슨 결합기에 인가하면 출력단(L)에서는 입력된 이중대역 신호가 완전히 상쇄된다.

- <52> 마찬가지로 도 6b에서 도시한 바와 같이 광대역 방향성 결합기의 결합 계수와 삽입 손실의 차만큼 진폭 차이가 나면서 90° 만큼 위상차를 갖는 이중대역 입력 신호들은 결합 단과 전송 단이 각각 단락 및 개방된 VIP 광대역 90° 하이브리드 회로의 두 입력단자(L, M) 에 인가된다. 인가된 신호는 격리 단으로 전달되는데, 이때 출력된 신호들은 다시 광대역 방향성 결합기의 상호 격리 단에 인가된다. 광대역 방향성 결합기의 출력 신호들은 진폭, 역 위상, 군속도 지연의 동시 정합 조건들을 만족하게 되어 출력단(O)에서는 입력 신호가 완전히 상쇄된다.
- <53> 한편, 본 발명에서는 설계 방식의 효율성을 검증하기 위하여, 동작 대역의 중심주파수를 기준으로 1.26GHz 이격된 디지털 셀룰러 대역 (f0=880MHz)과 IMT-2000 (f0=2.14GHz) 대역 기지국용 이중대역 feedforward 선형화 시스템을 구현하였으며, 최대 출력 전력 120W급의 상용 기지국용 대전력 증폭기에 적용하여 성능을 점검하였다.
- <54> 도 7은 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 선형화 개선 정도 측정 방법을 보여준다. 이중대역 동작을 확인하기 위하여 두 대의 신호 발생기를 이용하여 각각 CDMA IS-95A 4FA 신호와 WCDMA 4FA신호를 인가하고, 두 대의 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정하였다. 이때 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기는 2단자 회로이므로 각각 입출력단에 광대역 월킨슨 합성기/분배기를 사용하였다.
- <55> 도 8a,8b는 회로망 분석기를 이용하여 측정한 루프 제거 측정 결과이다. 이중에서 도 8a는 이중대역 주신호 제거 루프의 측정 결과로서, 869~894MHz 대역에서 36.9dB이상, 2.14~2.17GHz 대역에서 32.1dB이상의 주신호 제거 특성을 갖는다. 그리고 도 8b는 이중대역 혼변조 왜곡 신호 제거 루프의 측정 결과로서, 디지털 셀룰러와 IMT-2000 대역을 포함한 100MHz 동작 대역폭에서 각각 20dB, 30.6dB의 제거 특성을 갖는다. 특히, 20dB 이상의 신호 상쇄를 얻는 대역폭이 디지털 셀룰러 대역에서는 113.27MHz, IMT-2000대역에서는 173.85MHz 이상이 됨을 알 수 있다.
- <56> 도 9a,9b는 도 7에서 언급된 측정방법으로 측정된 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 출력 스펙트럼 특성을 나타낸 것으로, 도 9a는 디지털 셀룰러 대역의 중심주파수에서 3.125MHz와 4.375MHz 이격된 지점에서 출력 전력 레벨에 따른 개선 전과 개선 후의 ACLR 특성을 나타내고 있다. 그리고 도 9b는 평균 출력 전력 41.5dBm에서의 출력 스펙트럼으로서, 평균 출력 전력이 41.5dBm일 때, 중심주파수에서 3.125MHz 이격된 지점에서 ACLR이 -32.96dBc에서 -49.48dBc로 16.52dB 개선되고 있음을 나타내고 있으며, 출력 동적 영역에서 충분히 좋은 선형성을 유지하고 있음을 보여주고 있다.
- <57> 도 10a는 IMT-2000 대역의 중심주파수에서 5MHz와 10MHz 이격된 지점에서 출력 전력 레벨에 따른 개선 전과 개선 후의 ACLR 특성을 나타낸 것이고, 도 10b는 평균 출력 전력 40dBm에서의 출력 스펙트럼이다. 전체 출력 전력 레벨에서 5MHz, 10MHz 이격된 주파수에 대하여 고른 개선효과를 나타내며, 개선 후 매우 뛰어난 선형성을 보여주고 있다. 평균 출력 전력이 40dBm일 때, 중심주파수에서 5MHz 이격된 지점에서 ACLR이 -33.09dBc에서 -51.68dBc로 18.59dB 개선되었다. 출력 동적 영역에서 충분히 좋은 선형성을 유지하고 있다.
- <58> 한편, 이와 같은 본 발명의 실시 예는 바람직한 일례를 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명의 적용범위는 이와 같은 것에 한정되는 것은 아니며, 동일사상의 범주 내에서 적절하게 변경 가능한 것이다.

발명의 효과

- <59> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 다이플렉서와 광대역 방향성 결합기의 대역폭에 따라서 일정 주파수 이상 떨어진 두 통신 주파수 대역에 대하여 이중대역 선형 전력 증폭 동작이 가능하다. 또한 동일 군속도 지연 이중대역 신호 상쇄기를 이용하므로 이중대역 동작과 동시에 각 대역 내에서 광대역 신호 상쇄가 가능하여 오늘날의 광대역 멀티미디어 통신 분야의 기지국용 대전력 증폭기 시스템으로 매우 뛰어난 성능을 발휘할 수 있는 효과가 있다.
- <60> 또한 본 발명의 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기는 이중대역 기지국용 안테나의 개발이 이루어진다면 옥외형 안테나와 인입 케이블의 수를 줄일 수 있으며, 시스템 운용의 편의성과 도시 미관을 좋게 할 수 있다는 효과도 있다.

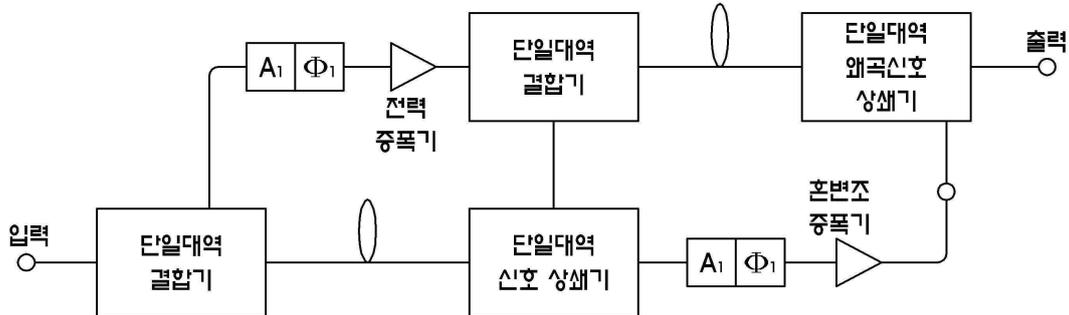
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 일반적인 단일대역 피드포워드 선형 전력 증폭기를 나타낸 블록도,

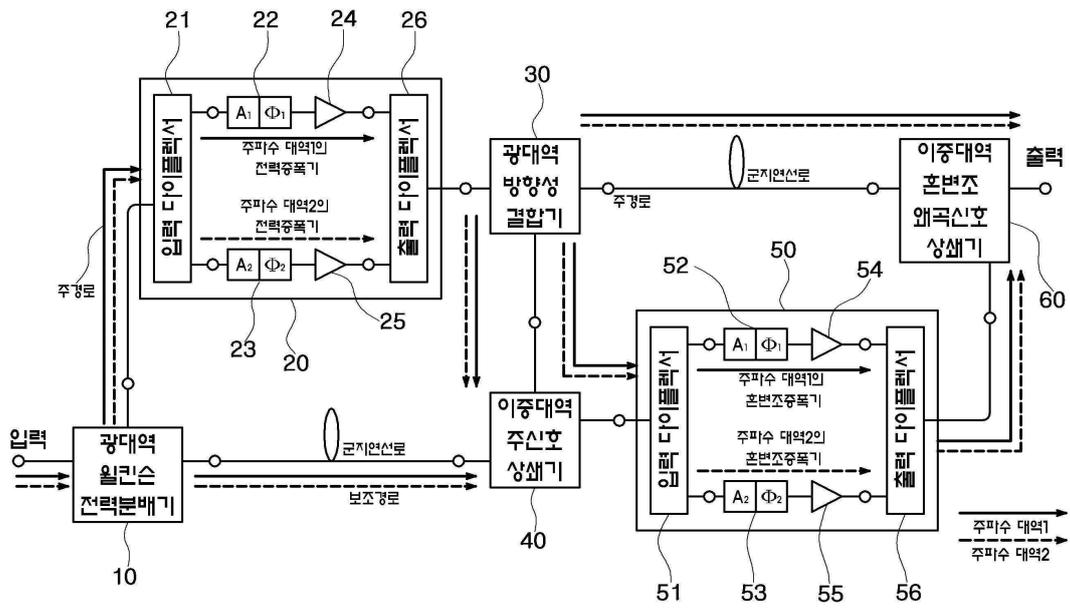
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 전체 구성을 나타낸 블록도,
- <3> 도 3a와 도 3b는 본 발명에 따른 이중대역 주신호 제거루프를 나타낸 블록도와 이중대역 주신호 제거루프 동작 원리를 나타낸 도면,
- <4> 도 4a와 도 4b는 본 발명에 따른 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프를 나타낸 블록도와 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거루프 동작원리를 나타낸 도면,
- <5> 도 5a와 도 5b는 본 발명에 따른 단일대역 동일 군속도 지연 주신호 상쇄기를 나타낸 블록도와 단일대역 동일 군속도 지연 혼변조 왜곡신호 상쇄기를 나타낸 블록도,
- <6> 도 6a와 6b는 본 발명에 따른 동일 군속도 지연 이중대역 주신호 상쇄기를 나타낸 블록도와 동일 군속도 지연 이중대역 혼변조 왜곡신호 상쇄기를 나타낸 블록도,
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 이중대역 피드포워드 선형 전력 증폭기의 측정방법을 나타낸 개략도,
- <8> 도 8a와 도 8b는 본 발명에 따른 이중대역 주신호 제거 루프 측정 결과를 나타낸 그래프와 이중대역 혼변조 왜곡신호 제거 루프 측정결과를 나타낸 그래프,
- <9> 도 9a와 도 9b는 본 발명에 따른 CDMA IS-95-A 4FA신호에 대한 디지털 셀룰러 대역의 출력 전력 레벨에 따른 ACLR 특성을 나타낸 그래프와 평균 출력전력 41.5dBm에서 디지털 셀룰러 대역의 출력 스펙트럼을 나타낸 그래프,
- <10> 도 10a와 도 10b는 본 발명에 따른 WCDMA 4FA 신호에 대한 IMT-2000 대역의 출력 전력 레벨에 따른 ACLR 특성을 나타낸 그래프와 평균 출력전력 40dBm에서 IMT-2000 대역의 출력 스펙트럼을 나타낸 그래프.

도면

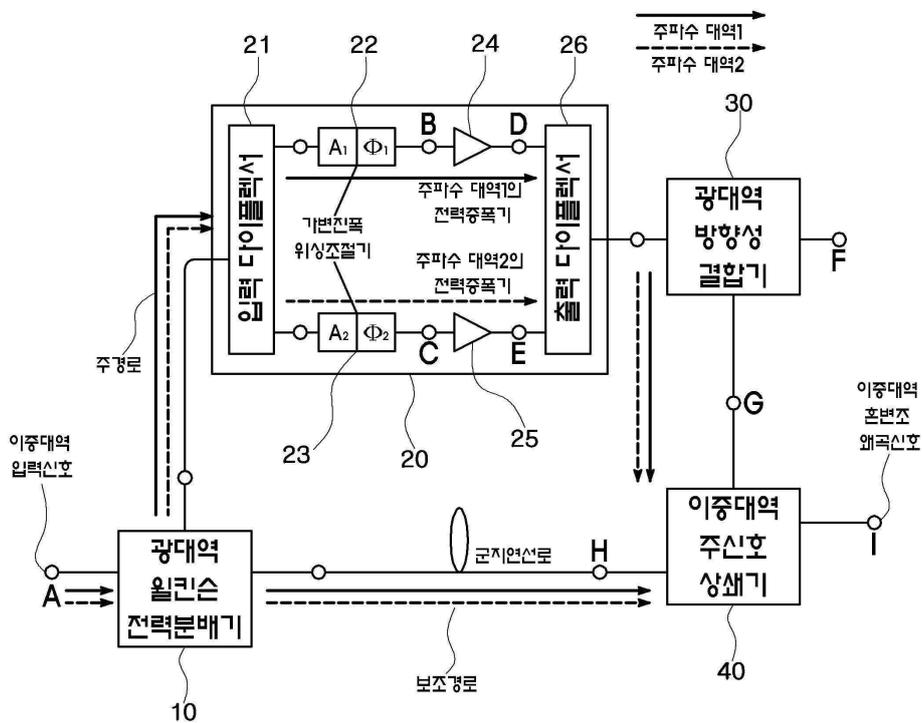
도면1



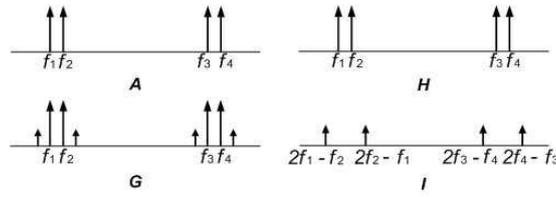
도면2



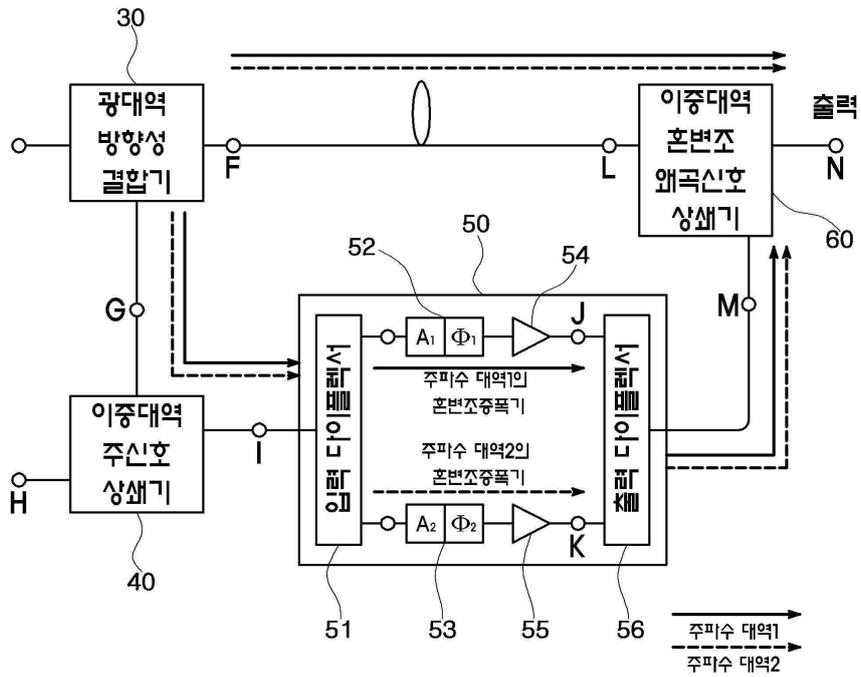
도면3a



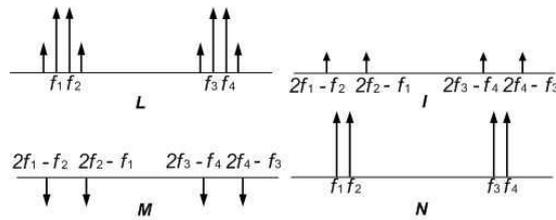
도면3b



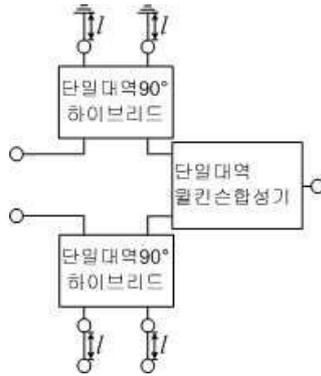
도면4a



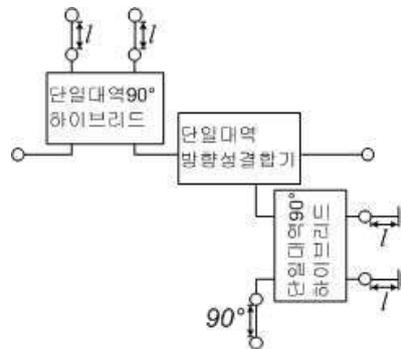
도면4b



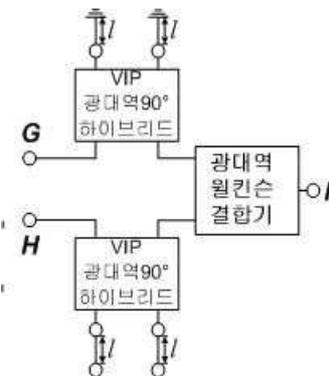
도면5a



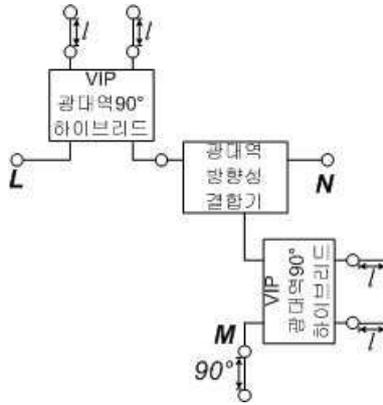
도면5b



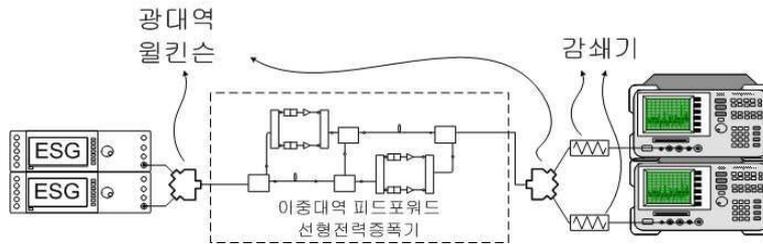
도면6a



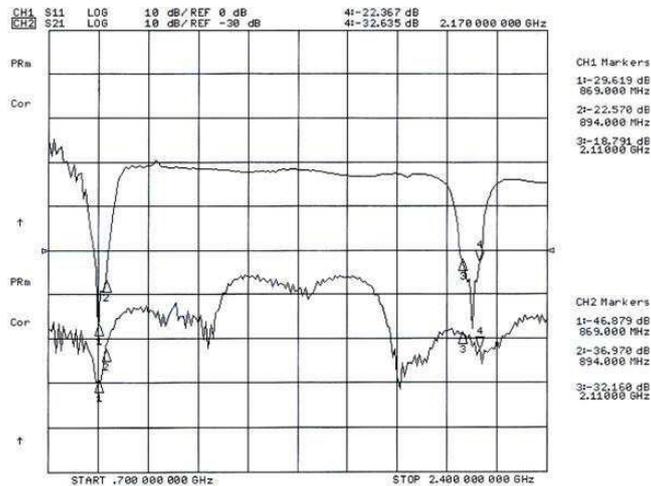
도면6b



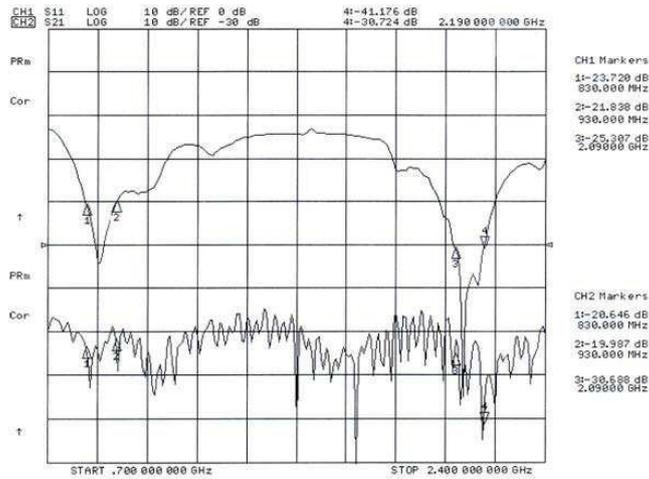
도면7



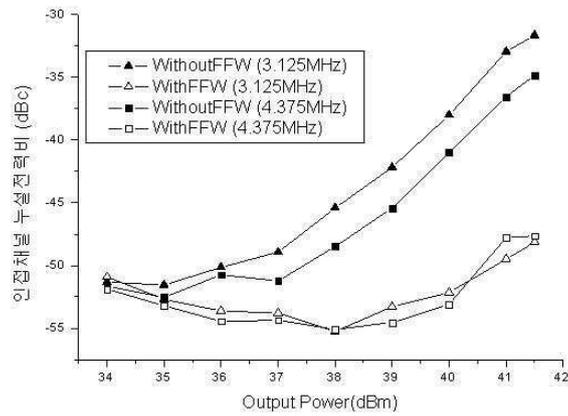
도면8a



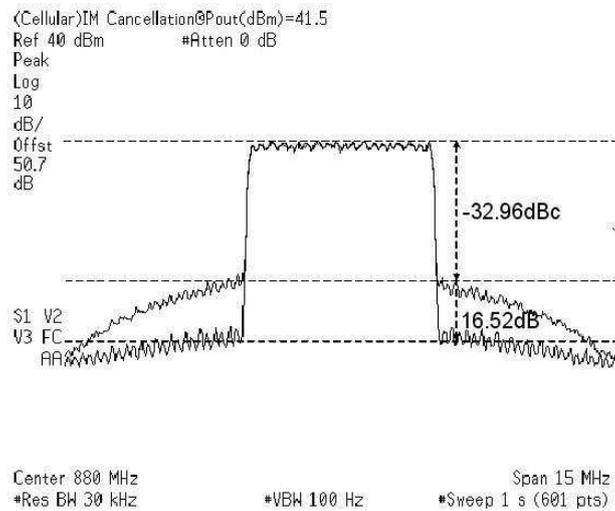
도면8b



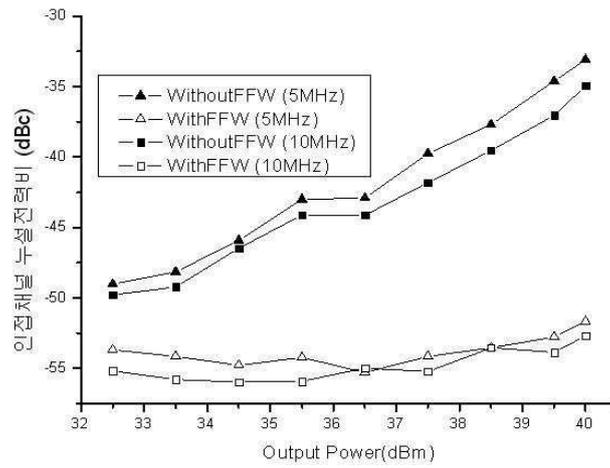
도면9a



도면9b



도면10a



도면10b

