

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H03F 3/00 H04B 1/40	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2001년 12월 12일 10-0313919 2001년 10월 25일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1998-0055158 1998년 12월 15일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
		특2000-0039737 2000년 07월 05일
(73) 특허권자	엘지정보통신주식회사 서평원 서울 강남구 역삼1동 679	
(72) 발명자	안광은 경기도 광명시 하안동 주공아파트 304동 607호	
(74) 대리인	강용복, 심창섭	

심사관 : 인치복

(54) 이득및위상보상기능을갖는선왜곡전력증폭기

요약

본 발명은 전력증폭기에 관한 것으로, 종래의 문제점이었던 동작조건의 변화에 따른 신호의 왜곡을 보상할 수 있는 이득 및 위상 보상 기능을 갖는 선왜곡 전력증폭기에 관한 것이다. 본 발명에 의한 전력증폭기는 입력신호를 두 개의 제 1 신호와 제 2 신호로 분리하는 제 1 방향성 결합기, 제 1 방향성 결합기에서 분리된 제 1 신호에 의한 전력증폭기 출력에서 발생하는 이득보상을 가변감쇠기, 위상을 보상하는 가변위상변위기, 전력증폭기 출력에서 발생하는 왜곡성분을 감소시키기 위한 선형화기, 선형화기에서 출력된 신호를 증폭하는 전력증폭기, 전력증폭기에서 출력된 신호를 두 개의 출력신호로 분리하는 제 2 방향성 결합기, 제 1 방향성 결합기에서 분리된 제 2 신호와 제 2 방향성 결합기에서 출력된 출력신호를 비교하여 증폭이득과 위상의 변화를 검출하는 오차신호검출부를 포함하여 구성된 것이 특징이다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 선형화장치가 설치된 종래의 전력증폭기를 개략적으로 도시한 블록도.
- <2> 도 2는 이득 및 위상 보상 회로가 구현된 본 발명의 전력증폭기를 개략적으로 도시한 블록도.
- <3> 도 3은 상기 도 2의 전력증폭기에서 오차신호검출부를 도시한 블록도.
- <4> 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명
- <5> 1000 : 선형화기 1101, 1114, 1106, 1115 : 증폭기
- <6> 1102 : 가변감쇠기 1103 : 디바이더
- <7> 1105, 1113, 1116 : 신호감쇠기 1106 : 종단증폭기
- <8> 1109, 1110 : 하이브리드 결합기 1117 : 가변신호감쇠기
- <9> 1118 : 가변위상변위기 1119 : 지연선로
- <10> 2000 : 오차신호검출부 2100, 2300, 2400 : 저역통과여파기
- <11> 2200 : OP앰프 2500, 2600 : 리미터
- <12> 3000 : 전력증폭부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 전력증폭기에 관한 것으로, 특히 선왜곡(predistortion) 전력증폭기에 관한 것이다.
- <14> 일반적으로, 증폭기는 증폭기에 입력된 전기적 신호의 전력을 증가시킨다. 이상적인 증폭기는 입

려된 신호를 전혀 왜곡시키지 않고 선형적으로 신호의 크기(level or amplitude)만을 증가시키는 것이다.

- <15> 그러나, 모든 증폭기는 능동소자의 비선형적인 특성 때문에 필연적으로 출력신호에 왜곡이 발생한다. 증폭기에서 발생하는 왜곡은 입력신호증가에 따른 이득감소와 입력신호의 증가에 따른 위상변화의 두 가지 원인에 의해 발생한다.
- <16> 그래서, 전력증폭기의 선형적인 특성을 향상시키기 위하여 일반적으로 선왜곡(predistortion)과 피드포워드(feed-forward) 방법이 사용된다. 특히, 선왜곡(predistortion) 방식의 선형화 증폭기는 전력증폭기의 효율이 많이 저하되지 않으면서도 증폭기의 선형적인 특성을 향상시킬 수 있는 장점 때문에 이동통신 기지국 등에 널리 사용된다.
- <17> 선왜곡(predistortion)을 이용한 선형화 증폭기는 동작원리는 다음과 같다.
- <18> 대부분의 전력증폭기는 입력신호의 증가에 따라 이득이 감소하고 위상이 지연되는 비선형 특성을 갖는다. 선왜곡(predistortion)을 이용한 선형화기는 이 비선형 전력증폭기 전단에 위치한다. 선왜곡(predistortion)을 이용한 선형화기는 증폭기의 전체 이득특성과 위상변화 특성을 선형화시킬 수 있는 장점이 있다. 뿐만 아니라 선왜곡(predistortion)을 이용한 선형화기는 구성이 단순하고, 선형화기 연결에 따른 효율 저하가 거의 발생하지 않는 장점이 있다.
- <19> 그러나, 선왜곡(predistortion)을 이용한 선형화기는 전력증폭기의 동작온도, 입력전원, 그리고 시간 등의 변화에 따른 보상 기능이 없다는 문제점이 있다. 따라서, 동작조건 변화에 따라 전력증폭기에서 발생된 이득 및 위상변화를 검출하여 보상을 하는 것이 필요하다.
- <20> 이동통신 또는, 개인휴대통신용 무선 기지국 장비에 사용되는 전력증폭기의 왜곡특성을 개선시키기 위하여 여러 가지의 선형화 장치가 개발되었다. 도 1은 그러한 선형화 장치 중에 피드포워드(feed-forward) 방식을 응용하여 구성한 선형화 장치를 도시한 것이다.
- <21> 일반적인 피드포워드 방식의 선형화 장치(100)는 주증폭기에서 발생된 왜곡신호와 전력증폭기의 입력신호를 비교하여 오차신호를 생성하고 이 오차신호를 주증폭기의 출력에 역위상으로 더하여 전력증폭기의 왜곡특성을 개선시킨다. 도 1에 도시된 선왜곡방식은 오차신호를 생성하기 위하여 소용량의 트랜지스터를 사용했으며, 이 오차신호를 기준신호인 입력신호에 더하여 전력증폭기에 입력시킨다.
- <22> 도 1에 도시된 선왜곡(predistortion) 방식의 선형화 장치는 선왜곡(predistortion)될 신호가 입력되는 입력포트와, 입력된 신호를 증폭시키기 위한 초단증폭기(101)와, 증폭된 신호의 세기를 조절할 수 있는 가변신호감쇠기(102)와, 감쇠된 신호를 두 개의 경로로 나누는 디바이더(103), 증폭기의 오차신호를 검출하는 오차신호생성부(108), 입력신호가 선형적으로 변화하는 신호지연회로부(107), 오차신호생성부(108)에서 출력된 신호와 신호지연회로부(107)에서 출력된 신호를 합치는 콤바이너(104), 콤바이너(104)에서 출력되는 신호의 크기를 변화시키는 신호감쇠기(105), 그리고 신호감쇠기(105)에서 출력된 신호를 증폭시키는 종단증폭기(106)로 구성되어 있다.
- <23> 오차신호생성부(108)는 두 개의 출력신호가 90 도의 위상차를 갖는 하이브리드 결합기(109)와, 하이브리드 결합기(109)에서 출력된 신호가 선형적으로 변화하는 선형회로부(111), 하이브리드 결합기(109)에서 출력된 신호가 비선형적으로 변화하는 비선형회로부(112), 또 하이브리드 결합기(109)에서 출력된 신호의 크기와 위상을 변화시키는 가변신호감쇠기, 그리고 가변위상변위기(118)로 구성된다. 또한 신호지연회로부(107)는 입력신호가 시간지연특성을 갖도록 지연선으로 구성된다.
- <24> 선형화 장치를 이용한 전력증폭기는 도 1에 도시된 것과 같다. 도 1에 도시된 전력증폭기의 동작 원리는 다음과 같다.
- <25> 입력포트를 통해 입력된 RF 대역의 신호는 선형 특성이 우수한 초단증폭기(101)에 의해 증폭된다. 초단증폭기(101)에서 증폭된 신호는 신호감쇠기(102)와 디바이더(103)를 거쳐 오차신호 생성부(108)와 신호지연회로(107)로 나뉘어진다. 오차신호검출부(108)는 전력증폭기에서 발생하는 오차신호와 동일한 크기의 보정신호를 생성하고, 그 보정신호의 크기 및 위상을 조절한다.
- <26> 그리고, 신호지연회로(107)에서 전력증폭기에 입력된 기준신호는 선왜곡(predistortion)되지 않는 본래의 입력신호이다. 오차신호생성부(108)와 신호지연회로(107)에서 출력된 각각의 신호는 콤바이너(104)에 의해 합해진 후, 신호감쇠기(105)와 종단증폭기(106)를 거쳐 전력증폭기(200)에 입력된다.
- <27> 초단증폭기(101)에 의해 증폭된 신호의 세기를 조절하기 위한 가변신호 감쇠기(102)는 하이브리드 결합기와 핀 다이오드(PIN Diode)로 구성되며, 핀 다이오드의 바이어스 전압을 적절히 조절하여 감쇠 정도를 결정한다. 이 신호감쇠기(102)의 역할은 선형화 회로의 전체적인 이득을 일정하게 유지하는 데에 사용된다.
- <28> 디바이더(103)에 의해 두 개의 경로로 나뉘어진 입력신호 가운데 오차신호생성부(108)에 입력된 신호는 하이브리드 결합기(109)에 의해 또다시 두 개의 경로로 나뉘어진다. 하이브리드 결합기에 의해 나뉘어진 신호는 각각 선형회로부(111)와 비선형회로부(112)에 입력된다. 이 때, 하이브리드 결합기의 입력신호와 동일한 위상의 신호는 선형회로부(111)에 입력되고, 하이브리드 결합기의 입력신호와 90 도의 위상차를 갖는 신호는 비선형회로부(112)에 입력된다.
- <29> 선형회로부(111)에 입력된 신호는 PI형 감쇠기 구조를 갖는 고정형 신호감쇠기(113)에 의해 신호의 세기가 감쇠된 후, 증폭기(114)에 의해 선형적으로 신호의 크기가 증폭되고, 비선형회로부(112)에 입력된 신호는 직접 증폭기(115)에 입력되어 신호의 크기가 증폭된다. 선형회로부에서 출력된 신호와 비선형회로부에서 출력된 신호는 모두 하이브리드 결합기(110)의 입력포트에 각각 입력된다. 이 때, 비선형회로부(112)에 입력된 신호를 증폭하는 증폭기는 선형회로부(111)의 증폭기와 동일하고, 전력증폭기의 왜곡특성과 유사한 왜곡특성을 갖도록 조절된 것이다.
- <30> 선형회로부(111)의 신호와 비선형회로부(112)의 신호가 180 도의 위상차를 나타내므로, 결국 하이브리드 결합기(110)에서 출력된 신호는 선형회로부(111)에서 출력된 신호와 비선형회로부(112)에서 출

력된 신호의 차이가 된다. 바로 이 하이브리드 결합기(110)에서 출력된 신호가 전력증폭기의 오차를 보정하는 보정신호이다. 이러한 보정신호는 가변신호감쇠기와 가변위상변위기(118)에 의해 크기와 위상이 바뀌어진 후, 콤바이너(104)에 입력된다.

<31> 신호지연회로부(107)는 오차신호생성부(108)에서 발생하는 시간지연을 보상하기 위한 지연선로로 구성되며, 콤바이너(104)의 입력포트로 신호를 인가한다. 그리고, 콤바이너(104)에 의해 합해진 신호는 신호감쇠기(105)에 의해 크기가 조절된 후, 선형특성이 우수한 종단증폭기(106)에 의해 증폭되어 전력증폭기(200)에 입력된다.

### **발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<32> 그러나, 종래의 전력증폭기는 부품의 특성에 따라 선형특성이 좌우되므로, 사용시간이 길어질수록 신호의 오차가 커지고, 전력증폭기의 동작온도에 따라 소자와 전력증폭기의 특성이 변하여 선형특성이 저하되는 문제점이 있다.

<33> 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 전력증폭기의 동작온도와 이득변화, 그리고 신호의 위상변화를 보상할 수 있는 전력증폭기 제어회로를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

### **발명의 구성 및 작용**

<34> 본 발명은 도 2에 도시된 것과 같이 RF 신호가 입력되는 입력포트와, 입력된 신호를 두 개의 경로로 분리하는 방향성 결합기와 방향성 결합기에서 분리된 신호 중 1 개는 전력증폭기(3000)의 동작조건 변화에 따른 이득 보상을 위한 가변감쇠기(1102)와, 위상변화 보상을 위한 가변위상변위기(1118)와, 전력증폭기(3000)에서 발생하는 왜곡성분을 감소시키기 위한 선형화기(1000)와, 선형화기에서 출력된 신호를 증폭하는 전력증폭기(3000)와 전력증폭기(3000)에서 출력된 신호를 샘플링하기 위한 방향성 결합기와, 입력신호와 출력신호 사이의 시간지연을 보상하기 위한 지연선로와 입력신호와 출력신호를 비교하여 이득 및 위상 변화를 검출하기 위한 오차신호검출부로 구성된 것이 특징이다.

<35> 제 1 방향성 결합기는 입력포트를 통해 입력된 입력신호를 두 개의 경로로 나누어 제 1 신호와 제 2 신호로 분리한다. 그리고, 가변감쇠기(1102)는 제 1 방향성 결합기에서 분리된 신호 중, 제 1 신호의 이득보상을 변경하고, 가변위상변위기(1118)는 가변감쇠기(1102)에서 출력된 신호의 위상을 보상한다.

<36> 선형화기(1000)는 가변위상변위기(1118)에서 출력된 신호의 왜곡성분을 감소시키는 것이다. 이러한 선형화기(1000)는 입력된 신호를 증폭시키기 위한 조단증폭기(1101)와, 증폭된 신호의 세기를 조절할 수 있는 가변신호감쇠기(1117)와, 감쇠된 신호를 두 개의 경로로 나누는 디바이더(1103), 증폭기의 오차신호를 검출하는 오차신호 검출부의 구성요소들(1109, 1113, 1114, 1115, 1116, 1110), 입력신호가 선형적으로 변화하는 신호지연회로부(1119), 오차신호검출부의 각 구성요소들에서 출력된 신호와 신호지연회로부(1119)에서 출력된 신호를 합치는 콤바이너, 콤바이너에서 출력되는 신호의 크기를 변화시키는 신호감쇠기(1105), 그리고 신호감쇠기에서 출력된 신호를 증폭시키는 종단증폭기(1106)로 구성되어 종래의 선형화기(도 1의 100)와 동일하므로, 상세한 설명을 생략하도록 한다.

<37> 그리고, 전력증폭기(3000)는 선형화기(1000)에서 왜곡성분이 감소된 신호를 증폭하고, 제 2 방향성 결합기는 전력증폭기(3000)에서 출력된 신호를 두 개의 출력신호로 분리한다.

<38> 본 발명의 핵심적인 구성요소인 오차신호검출부(2000)는 제 1 방향성 결합기에서 분리된 제 2 신호와 상기 제 2 방향성 결합기에서 출력된 출력신호를 비교하여 증폭이득과 위상의 변화를 검출한다. 이러한 오차신호검출부는 도 3에 도시된 것과 같이 제 2 신호의 크기를 정규화하는 제 1 리미터(2500)와, 제 2 방향성 결합기에서 출력된 출력신호의 크기를 정규화하는 제 2 리미터(2600)와, 제 1 리미터(2500)에서 정규화된 신호와 제 2 신호의 이득오차를 검출하는 제 1 믹서와, 제 2 리미터(2600)에서 정규화된 신호와 출력신호의 이득오차를 검출하는 제 2 믹서와, 제 1 믹서에서 출력된 신호와 제 2 믹서에서 출력된 신호의 위상오차를 검출하는 제 3 믹서를 포함하여 구성되어 있다.

<39> 또한, 본 발명의 전력증폭기는 도 2에 도시된 것과 같이 제 2 방향성결합기에서 출력된 출력신호의 증폭이득을 감쇠시켜 증폭이득이 감쇠된 출력신호를 오차신호검출기(2000)에 인가하는 감쇠기를 부가적으로 포함하여 구성될 수도 있다.

<40> 이하, 본 발명의 전력증폭기의 동작원리에 대하여 설명하도록 한다.

<41> 먼저, 입력포트를 통해 입력된 신호가 제 1 방향성 결합기에 의해 분리된다. 그리고, 제 1 방향성 결합기에 의해 분리된 신호 중, 하나인 제 1 신호가 가변감쇠기(1102)와 가변위상변위기(1118)를 거쳐 선형화기(1000)에 입력되어 증폭된다. 또한, 제 1 방향성 결합기에 의해 분리된 신호 중, 제 2 신호는 오차신호검출기(2000)에 입력된다.

<42> 이 때, 선형화기(1000)에서 증폭된 신호는 전력증폭기(3000)의 동작조건 변화에 따라 이득 및 위상오차가 발생된다. 이러한 위상오차를 검출하는 방법은 다음과 같다.

<43> 먼저, 선형화기(1000)에서 증폭된 신호가 제 2 방향성 결합기에 의해 분리되어 오차신호검출기(2000)에 입력되어 제 2 리미터(2600)에 의해 정규화된다. 또, 제 1 방향성 결합기에 의해 분리되어 기입력된 제 2 신호는 제 1 리미터(2500)에 의해 정규화된다. 이 때, 제 1 리미터(2500)에 의해 정규화된 신호와 기입력된 제 2 신호가 제 1 믹서에 입력되어 제 2 신호보다 크기와 주파수가 두 배인 DC성분의 신호가 출력되고, 제 2 리미터(2600)에 의해 정규화된 신호와 선형화기(1000)에서 증폭된 신호가 제 2 믹서에 입력되어 선형화기(1000)에서 증폭된 신호보다 크기와 주파수가 두 배인 DC성분의 신호가 출력된다.

<44> 그리고, 제 1 믹서 및 제 2 믹서에 의해 출력된 DC성분의 신호는 각각 OP앰프(2200)에 의해 이득 오차가 검출되어 가변감쇠기(1102)에 입력된다. 그 결과, 가변감쇠기(1102)를 제어하기 위한 제어전압, 이득조절전압이 출력된다.

<45> 또, 제 1 리미터(2500)와 제 2 리미터(2600)에 의해 출력된 신호는 각각 제 3 믹서에 입력되어 위상오차성분과 제 2 신호 주파수의 두 배의 신호로 출력되고, 제 3 믹서에서 출력된 신호는 저역통과여파기(2100)를 거쳐 가변위상변위기(1118)에 입력된다. 그 결과, 가변위상변위기(1118)를 제어하기 위한 제어신호가 출력된다.

<46> 결국, 가변감쇠기(1102)는 오차신호검출기(2000)의 제 1 믹서와 저역통과여파기(2400)를 거쳐 0P 앰프(2200)에 입력된 신호와 제 2 믹서와 저역통과여파기(2300)를 거쳐 0P 앰프(2200)에 입력된 신호의 출력신호 즉, 이득조절전압을 입력받아 제 1 신호의 왜곡을 보상하고, 가변위상변위기(1118)는 오차신호검출기(2000)의 저역통과여파기(2100)에서 출력된 제어신호를 입력받아 제 1 신호의 위상을 보상한다.

### 발명의 효과

<47> 본 발명의 전력증폭기는 외부의 환경변화 또는, 동작조건의 변화에 의해 달라지는 전력증폭기의 이득 및 신호 위상의 변화를 보상할 수 있어 증폭신호의 왜곡이 줄어드는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

입력 신호를 두 개의 제 1 신호와 제 2 신호로 분리하는 제 1 방향성 결합기,  
 상기 제 1 방향성 결합기에서 분리된 제 1 신호에 의한 전력의 이득보상을 위한 가변감쇠기,  
 위상을 보상하는 가변위상변위기,  
 전력증폭기 출력에서 발생하는 왜곡성분을 감소시키기 위한 선형화기,  
 상기 선형화기에서 출력된 신호를 증폭하는 전력증폭기,  
 상기 전력증폭기에서 출력된 신호를 두 개의 출력신호로 분리하는 제 2 방향성 결합기,  
 상기 제 1 방향성 결합기에서 분리된 제 2 신호와 상기 제 2 방향성 결합기에서 출력된 출력신호를 각각 정규화 하는 제 1,2 리미터를 포함하고 정규화된 신호들과 정규화되기 이전의 신호들을 이용하여 이득 오차 및 위상 오차를 검출하는 오차신호검출부를 포함하여 구성된 전력증폭기.

#### 청구항 2

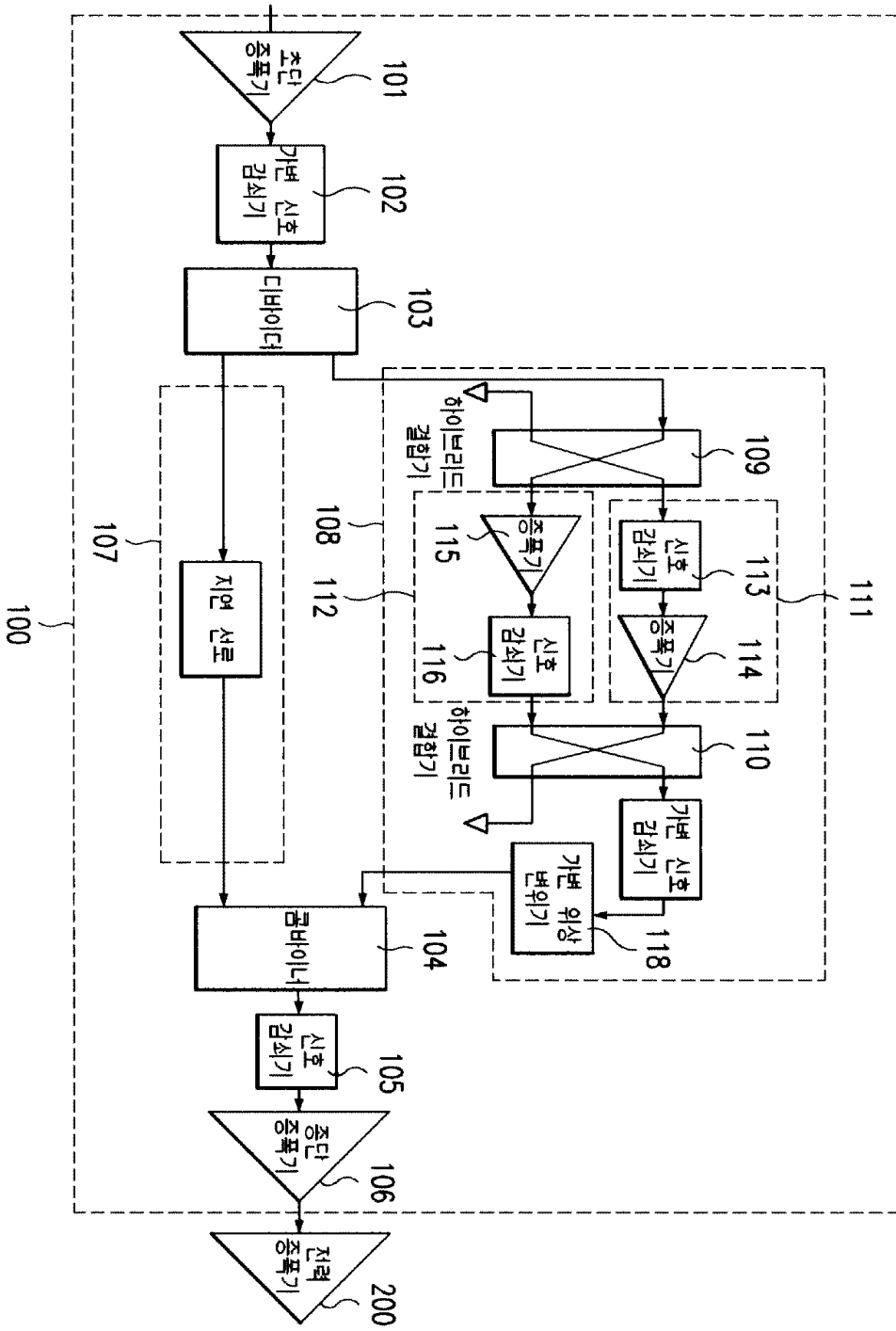
제 1 항에 있어서, 상기 오차신호검출부는  
 상기 제 2 신호의 크기를 정규화하는 제 1 리미터,  
 상기 제 2 방향성 결합기에서 출력된 출력신호의 크기를 정규화하는 제 2 리미터,  
 상기 제 1 리미터에서 정규화된 신호와 상기 제 2 신호의 이득오차를 검출하는 제 1 믹서,  
 상기 제 2 리미터에서 정규화된 신호와 상기 출력신호의 이득오차를 검출하는 제 2 믹서,  
 상기 제 1 믹서에서 출력된 신호와 제 2 믹서에서 출력된 신호의 위상오차를 검출하는 제 3 믹서를 포함하여 구성된 전력증폭기.

#### 청구항 3

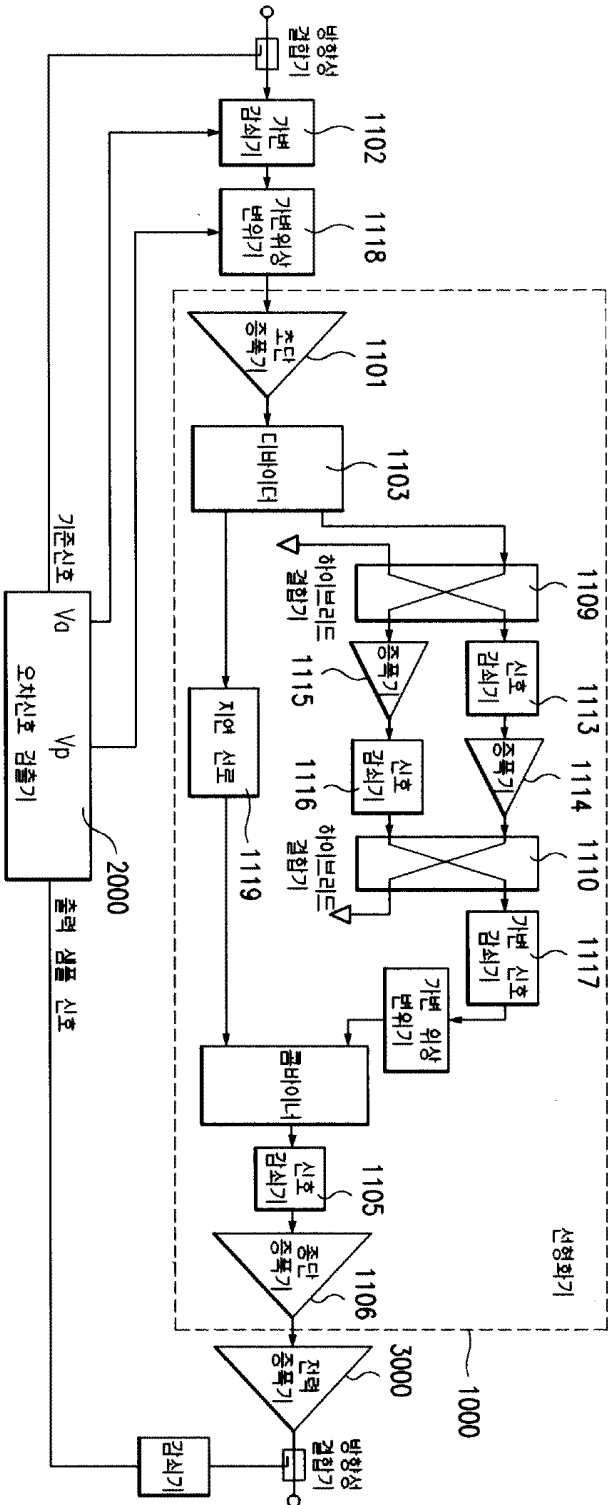
제 1 항에 있어서, 상기 전력증폭기는  
 상기 제 2 방향성결합기에서 출력된 출력신호의 증폭이득을 감쇠시켜 상기 증폭이득이 감쇠된 출력신호를 상기 오차신호검출기에 인가하는 감쇠기를 부가적으로 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 전력증폭기.

### 도면

도면1



도면2



도면3

