



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월05일

(11) 등록번호 10-2224663

(24) 등록일자 2021년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04R 3/04 (2006.01) H03F 1/32 (2006.01)

H03F 3/217 (2006.01) H04R 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04R 3/04 (2013.01)

H03F 1/3241 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0023330

(22) 출원일자 2020년02월26일

심사청구일자 2020년02월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009111663 A*

KR1020190090423 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

은창수

대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트
402동 1104호

이유철

대전광역시 유성구 관들3길 77-22, 201호

(74) 대리인

김창범

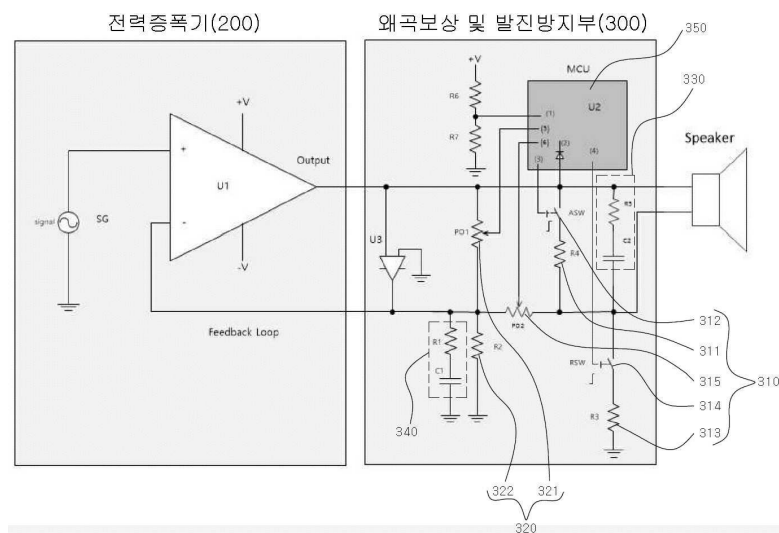
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템

(57) 요약

본 발명은 오디오 앰프를 통하여 증폭 된 가청주파수의 신호원이 스피커를 통하여 출력될 때 주파수에 따른 임피던스의 변화로 발생되는 선형 왜곡현상을 보상하기 위한 전류 구동 방식의 앰프 시스템에 관한 것으로, 스피커의 임피던스 특성 곡선과 같은 전압 주파수 특성을 제공하여 능동 소자인 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 임의의 시간동안 스피커와 앰프간의 연결을 지연시켜 전류 구동 방식의 단점인 스피커 미 연결시 발생하는 발진 현상을 저감시킴과 동시에 전압 구동 방식의 장점을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도11

(52) CPC특허분류

H03F 3/217 (2013.01)

H04R 3/007 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템에 있어서,
오디오 신호원(10)으로부터 제공된 오디오 신호를 증폭시켜 스피커(40)로 제공하는 전력증폭기(200)와;
스피커의 선형 왜곡 보상과 고전압 발진을 방지하는 왜곡보상및발진방지부(300)를 포함하고,
상기 왜곡보상및발진방지부(300)는
전류 구동 시, 주파수에 따른 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진 현상을 방지하여 전류 구동 방식의 특성을 제공하는 전류 구동 피드백부(310)와,
전압 구동 방식의 특성을 제공하는 전압 구동 피드백부(320)와,
임의 고 주파수에서의 고주파 발진을 방지하는 고주파 발진 방지부(330)와,
전류 구동 또는 전압 구동 피드백시 발생하는 DC전압을 제거하는 DC제거부(340)와,
전원 투입 시, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진을 방지하고, 전류 구동 또는 전압 구동 피드백 시 피드백 양을 조절하기 위해 전류 구동 피드백부(310)와 전압 구동 피드백부(320)를 제어하는 제어부(350)를 포함하는 것을 특징으로 하는 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 전류 구동 피드백부(310)는,
제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되거나 분리되는 전류 구동 더미 저항(311)과,
제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결하거나 분리시키는 제1스위칭부(312)와,
제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되거나 분리되는 전류 구동 저항(313)과,
제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 저항(313)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결하거나 분리시키는 제2스위칭부(314)를 포함하고,
제어부(350)의 제어에 따라 저항값이 조절되어 전류 구동 특성을 조절하는 전류 구동 피드백 가변 저항(315)을 포함하고,
상기 제어부(350)는,
전원 투입 전에는 제1스위칭부(312)와 제2스위칭부(314)를 제어하여, 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결시키고, 전류 구동 저항(313)은 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에서 분리시키고,
전원 투입 후 일정 시간 경과 후에는 제1스위칭부(312)와 제2스위칭부(314)를 제어하여, 전류 구동 저항(313)이 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되도록 한 후, 이어서 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에서 분리시키는 것을 특징으로 하는 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전압 구동 피드백부(320)는,

제어부(350)의 제어에 따라 저항값이 조절되어 전압 구동 특성을 조절하는 전압 구동 피드백 가변 저항(321)과, 전압 구동 피드백 가변 저항(321)과 접지측 사이에 연결되는 전압 구동 저항(322)을 포함하는 것을 특징으로 하는 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고주파 발진 방지부(330)는,

스피커 연결 후, 임의의 고주파에서 발생하는 고주파 발진을 방지하는 RC필터로서,

상기 고주파 발진을 방지하는 RC필터는 스피커(40)에 직렬로 연결되는 저항과 캐패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 DC제거부(340)는,

전류 구동 또는 전압 구동 피드백 시, 전력증폭기(200)로 유입되는 DC 성분을 제거하기 위해 전류 구동 피드백부(310)의 전류 구동 피드백 가변 저항(315)과 전압 구동 피드백부(320)의 전압 구동 피드백 가변 저항(321) 후단에 설치되는 저항과 캐피시터인 것을 특징으로 하는 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 오디오 앰프를 통하여 증폭된 가청주파수의 신호원이 스피커를 통하여 출력될 때 주파수에 따른 임피던스의 변화로 발생하는 선형 왜곡현상을 보상하기 위한 전류 구동 방식의 앰프 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스피커의 임피던스 특성 곡선과 같은 전압 주파수 특성을 제공하여 능동 소자인 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 임의의 시간동안 스피커와 앰프간의 연결을 지연시켜 전류 구동 방식의 단점인 스피커 미 연결시 발생하는 발진 현상을 저감시킴과 동시에 전압 구동 방식의 장점을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템에 관한 기술에 대한 것이다.
- [0002] 구체적으로, 전류 구동 방식의 앰프 시스템은 전압 구동 방식과는 달리 스피커를 거친 전류가 저항을 통해 앰프의 증폭기로 피드백되는 방식으로서, 앰프의 출력단에 스피커가 연결되어 있지 않은 상태에서는 공급되는 전원 전압이 증폭소자를 거쳐 구형파 발진 전압으로 증폭되는데 이는 회로에 전기적 이상을 유발할 수 있거나, 스피커가 연결될 때 노이즈가 발생하는 문제가 있다.
- [0003] 본 발명은 전류 구동 방식의 앰프 시스템에서 스피커의 선형왜곡 현상을 방지하는 보상회로와 더불어 발진 방지 회로기술을 사용하여 스피커가 앰프에 안정적으로 연결되도록 함으로써, 스피커에는 오디오 입력 신호원의 전압파형과 동일한 모양의 전류가 흐르게 되어 왜곡이 없는 맑고 깨끗한 소리를 제공할 수 있도록 하는 전류 구동방식의 앰프 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 오디오 앰프는 아날로그 방식인 A급, AB급과 디지털 방식인 D급이 보편적으로 사용되고 있으며, 가정용 하이파이(Hi-fi) 앰프, 극장용 다채널 앰프, HDTV, DVD 플레이어, 이동 통신 단말기용 초소형 앰프 및 컴퓨터 내장용 앰프 등에 광범위하게 사용되고 있다.
- [0006] 음질을 중요시하게 여기는 가정용 하이파이 앰프, 그 중에서 진공관을 사용하는 앰프에서는 출력에 전류를 많이 공급하는 방식인 A급 오디오 앰프를 많이 사용하고 있고, AB급도 혼용하여 사용하고 있다.
- [0007] 진공관 앰프는 부품의 특성상 전력 소모의 많은 부분이 열로 소모되고 스피커로 출력되는 음원 신호는 적은 편으로서 투입되는 전력에 비하여 효율성이 떨어지는 단점이 있다.
- [0008] 디지털 방식인 D급 앰프는 아날로그 방식인 A급 및 AB급에 비하여 매우 효율이 좋은 편이다. 이 방식은 입력되는 아날로그 신호원을 펄스 모듈레이션으로 디지털화하고 이 신호를 전력증폭회로에서 증폭한 후 출력 단에 로우 패스 필터를 거쳐 아날로그로 변환하여 스피커에 전달하는 방식으로 각각의 신호 처리 부분을 별도로 구성하거나 하나의 칩셋으로 구성할 수 있는 장점이 있어 스마트폰이나 소형의 앰프장치부터 산업용 앰프장치에 널리 사용되고 있다.
- [0009] 본 발명은 오디오 소스원으로부터 입력되는 아날로그 신호원을 증폭하여 스피커로 전달하는 아날로그 방식 중에서 스피커의 임피던스 변화에 따른 신호원을 보상하기 위한 아날로그 오디오 앰프 기술에 관한 것으로서, AB급 앰프에 기초하고 있다.
- [0010] AB급 아날로그 오디오 앰프는 다양한 회로기법과 증폭방식을 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- [0011] 초기 A급의 회로방식은 진공관과 바이폴라 트랜지스터를 사용하는 것으로 스피커로 출력되는 증폭도가 낮아다는 단점이 있어, 출력을 높이는 방안으로 증폭도가 높은 통신용 증폭기술인 B급을 혼용한 것이 AB급 앰프이다.
- [0012] AB급 앰프는 음질이 우수한 고 출력의 앰프를 제작할 수 있어 다양한 스피커에 사용할 수 있도록 개발되어 오다가 진공관과 유사한 특성을 가지는 전압 소자인 FET 소자의 등장과 이를 적용한 AB급 앰프가 개발되어 전 세계적으로 오랜 세월동안 가장 널리 사용되고 있는 방식으로 발전하여 왔다.
- [0013] AB급 앰프를 이용해 사용자가 자신의 감성과 청취 공간을 고려한 스피커를 구성하면, 순수 아날로그 신호는 입력 단부터 출력 단까지 그대로 전달되어 인간의 청감상에 디지털 앰프보다 덜 자극적인 음원 청취가 가능하여 장시간 음악 또는 소리를 청취하여도 피로함이 덜한 장점을 갖는다.
- [0014] 이러한 장점 때문에 디지털 방식의 D급 증폭기 기술이 발전하고 있는 상황에서도 아날로그 신호원을 디지털 변조 없이 청취하고자 하는 앰프에 대한 선호도가 높아 아날로그 Class-AB급의 앰프가 많이 사용되고 있는 실정이다.
- [0015] 대부분의 많은 오디오 앰프에서는 스피커를 구동하는 제어 방식이 전압으로 제어하는 전압 구동 방식을 사용하고 있는데, 이는 전압 구동 방식이 스피커가 가지고 있는 임피던스 변화 특성에 상관없는 방식 즉, 스피커가 가지고 있는 임피던스 변화 특성을 반영하지 않는 방식이기 때문이다.
- [0016] 스피커는 가청 주파수 대역에서 임피던스의 변화가 심한 능동소자로서, 전압 구동 방식은 스피커가 가지고 있는 임피던스 변화 특성을 반영한 증폭 방식이 아니어서 입력되는 오디오 신호를 전압 구동 방식으로 출력할 때, 스피커의 특성에 따른 임피던스의 변화로 스피커 유닛마다 특정한 주파수 대역에서 왜곡이 발생되어 음의 품질 저하가 발생 되는 문제점이 필연적으로 수반하게 되는데 전압 구동형 방식에서는 이 비선형성 왜곡 현상을 처리할 수가 없는 단점이 있다.
- [0017] 이러한 전압 구동 방식의 스피커의 비선형에 따른 왜곡현상을 개선 할 수 있는 방법으로는 전류 구동 방식이 있는데, 전류 구동 방식은 주로 수동소자를 이용한 전류 피드백 기술을 사용하여 소자의 안정성과 노이즈 최적화를 달성하는 방식의 기술이다.
- [0018] 전류 구동 방식은 전압 구동 방식과는 달리 스피커에 전달되는 전류의 변화를 입력 단으로 피드백하는 부 귀환 기술을 적용하여 스피커의 비선형에 따른 왜곡현상을 개선한 것으로 이론적으로는 매우 이상적인 앰프에 근접하는 특성을 얻어낼 수 있음을 여러 자료를 통하여 확인이 가능하다.
- [0019] 스피커의 비선형에 따른 왜곡현상을 개선할 수 있는 전류 구동 방식에서는 능동 부하인 스피커의 음질과 주파수 특성이 증폭기(앰프)에 영향을 미친다. 그러다 보니 스피커에 따른 음질 변화가 전압 구동 방식에 비하여 다소

심한편인데 특정 주파수에서 출력 레벨이 상승하는 현상이 발생되는데 이는 청감상으로 저역이 과잉 부밍되거나 중고역에서 다소 거친 음이 출력되는 현상으로 이어진다.

[0020] 더욱이 전류 구동 방식은 결정적 단점을 갖는다. 전류 구동 방식은 부 귀환을 능동소자인 스피커와 수동소자인 전류 피드백 저항을 통하여 입력 단으로 전달하게 되는데 앰프 시스템에 전원이 투입되면 전류 구동 방식에서는 스피커를 일정한 시간동안 앰프인 증폭기로의 연결을 지연시키는데 이때 앰프의 입력으로 부 귀환 신호가 전달이 되지 않아 출력부에서는 인가되는 전원전압 만큼의 고전압 발진현상이 발생되고 이는 출력소자에 급격한 전류가 흘러서 소자가 파괴되고 궁극적으로는 스피커 장치가 고장 나게 된다.

[0021] 스피커의 비선형에 따른 왜곡현상을 개선할 수 있는 장점을 갖는 전류 구동 방식의 상술한 종래의 단점을 해결할 수 있는 스피커의 임피던스 변화에 따른 음의 왜곡현상을 저감하여 왜곡이 없는 맑고 깨끗한 소리를 제공할 수 있는 스피커 장치의 개발이 필요하게 되었으며, 이를 위하여 본 발명은 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템을 제안하게 된 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0022] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2004-0001734호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 따라서, 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해소하여 앰프의 특성에 맞도록 오디오 입력 신호원의 전압 파형과 동일한 모양의 전류가 흐르도록 조정하거나 스피커의 비선형성을 개선하여 왜곡이 없는 맑고 깨끗한 소리를 제공할 수 있도록 하기 위한 것으로,

[0024] 본 발명은 스피커의 임피던스 특성 곡선과 같은 전압 주파수 특성을 제공하는 전류 구동 방식의 전류 피드백 회로를 단독으로 구성하거나 전압 구동 방식의 장점을 제공할 수 있는 전압 피드백 회로를 병행 구성하여 평탄한 전류 주파수 특성을 획득할 수 있도록 하는 것을 제1 목적으로 한다.

[0025] 또한, 본 발명은 발진 방지부를 구성하여 전류 구동 방식에서 스피커를 연결하기 전에 발생 되는 고전압 발진 문제를 해결하는 것을 제2 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0027] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명인 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템은,

[0028] 오디오 신호원(10)으로부터 제공된 오디오 신호를 증폭시켜 스피커(40)로 제공하는 전력증폭기(200)와;

[0029] 스피커의 선형 왜곡 보상과 고전압 발진을 방지하는 왜곡보상및발진방지부(300)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 본 발명은 앰프의 특성에 맞도록 오디오 입력 신호원의 전압 파형과 동일한 모양의 전류가 흐르도록 조정하거나 스피커의 비선형성을 개선하여 왜곡이 없는 맑고 깨끗한 소리를 제공하는 효과를 발휘한다.

[0032] 또한, 본 발명은 전류 구동 방식에서 스피커를 연결하기 전에 발생 되는 고전압 발진 문제를 해결하는 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 저. 중역대 스피커 유닛 모델링도

도 2는 스피커의 주파수별 임피던스 특성 그래프

- 도 3은 전압 구동 방식의 앰프
- 도 4는 전압 구동 방식의 앰프 회로도
- 도 5는 전압 구동 방식의 앰프 등가 회로도
- 도 6은 전류 구동 방식의 앰프
- 도 7은 전류 구동 방식의 앰프 회로도
- 도 8은 전류 구동 방식의 앰프 등가 회로도
- 도 9는 본 발명인 앰프 시스템 구성 블록도
- 도 10은 본 발명의 앰프 시스템의 왜곡보정및발진방지부 구성 블록도
- 도 11은 본 발명의 앰프 시스템의 왜곡보정및발진방지부 세부 회로도
- 도 12는 스피커 미 연결 시의 발진 파형도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하의 내용은 단지 본 발명의 원리를 예시한다. 그러므로 당업자는 비록 본 명세서에 명확히 설명되거나 도시되지 않았지만, 본 발명의 원리를 구현하고 본 발명의 개념과 범위에 포함된 다양한 장치를 발명할 수 있는 것이다.
- [0036] 또한, 본 명세서에 열거된 모든 조건부 용어 및 실시 예들은 원칙적으로, 본 발명의 개념이 이해되도록 하기 위한 목적으로만 명백히 의도되고, 이와 같이 특별히 열거된 실시 예들 및 상태들에 제한적이지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 본 발명을 설명함에 있어서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되지 않을 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0039] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급되는 경우는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해될 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0041] 본 명세서에서, 포함하다 또는 구비하다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로서, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 구체적 실시예 설명에 앞서 스피커의 임피던스 특징, 전압 구동 방식의 증폭기 특징, 전류 구동 방식의 증폭기 특징을 설명한다.
- [0045] **(스피커의 임피던스 특징)**
- [0046] 스피커는 진동 막, 고정된 영구 자석, 보이스 코일, 주상 자석(pole piece), 제동자(damper) 등으로 구성되어 있으며, 보이스 코일에 흐르는 전류에 따라 진동 막이 진동하여 전기 신호를 소리로 변환하는 장치이다.
- [0047] 보이스 코일이 앰프를 통하여 출력된 신호가 전달되면서 기계적인 저항과 탄성에서 비롯되는 임피던스가 있고 코일 자체의 전기적인 인덕턴스에서 비롯되는 임피던스와 보이스 코일이 자기장에서 움직임으로써 비롯되는 역기전력에 의한 임피던스 등이 있어 단순한 저항 성분으로 그 임피던스를 나타낼 수가 없다.
- [0048] 또한 기계적으로 움직이는 부분이 있으므로 역학적 작용에 의한 임피던스 성분들도 존재한다. 4 Ω 또는 8 Ω 이라고 하는 스피커의 저항은 단순한 직류 저항 성분으로서 스피커가 동작하는 음향 신호 주파수 대역에서의 주파수별 임피던스와는 매우 큰 차이가 있다.

[0049] 저, 중역대의 스피커 한 모델을 예를 들면 스피커에 50 mA의 전류를 흘리고 주파수별로 그 임피던스를 측정하여 곡선맞춤기법(curve fitting method)을 적용하면 도 1과 같은 모델로 나타낼 수 있다. 이 스피커를 등가모델로 구성하면 5 개의 리액턴스 소자로 구성되어 임피던스의 주파수 특성이 5 차식이 됨을 짐작할 수 있다.

[0050] 스피커는 보이스 코일이 움직이면서 만들어내는 공기의 압력 변화로서 소리를 재생한다. 보이스 코일은 전자기력에 의해 움직이는데 전자기력 F 는 아래 식 1과 같다.

[0051] 식 1: $F = Bli$

[0052] 상기의 식에서 B 는 영구자석에 의한 자속밀도이며 l 은 자기장에 놓인 전류경로의 길이, i 는 전류를 나타낸다. 상기 식 1에서 알 수 있는 것처럼 보이스코일을 움직이는 것은 전류이며 전압이 아니다. 따라서 스피커의 진동판의 움직임이 신호의 파형에 맞춰 구동하기 위해서는 신호의 파형과 같은 전류를 흘려주어야 한다.

[0053] 스피커의 출력은 음향 신호이며 세기는 음압레벨로 나타내며, 이는 보이스 코일의 가속도에 비례하고, 보이스 코일의 가속도는 보이스 코일에 흐르는 전류에 비례한다.

[0054] 도 1의 스피커 모델에서 보이스 코일의 전류는 C_m 에 흐르는 전류에 해당한다. 모델에서 음압레벨은 C_m 에 흐르는 전류에 비례한다.

[0055] 스피커의 주파수별 임피던스의 변화는 도 2와 같다. 실선은 임피던스의 크기를 나타내고 점선은 임피던스의 위상을 나타낸다. 스피커의 임피던스 변화를 살펴보면 스피커의 임피던스인 4 Ω 은 1 kHz 근처에서만 일치할 뿐 대부분의 주파수에서는 맞지 않으며, 650 Hz 근처에서는 임피던스가 21 Ω 정도까지 올라가고 1 kHz 이상에서는 주파수에 따라 임피던스도 함께 증가하는 것을 확인할 수 있다.

[0057] (전압 구동 방식의 앰프 특징)

[0058] 대부분의 음향 앰프는 스피커의 임피던스가 고정되어 있다고 가정하고 앰프의 증폭기 입력 신호의 전압을 왜곡 없이 충실하게 증폭하여 스피커의 양단에 전달하도록 설계되고 있다. 왜곡을 최소화하기 위해 앰프 증폭기의 출력부에서 부 귀환을 걸어서 입력 단으로 일정한 신호를 피드백하는 방식을 사용하고 있다.

[0059] 스피커에 전달되는 신호의 전압 주파수 특성이 평탄하게 하기 위하여 도 3과 같이 출력 저항을 줄이는 전압 샘플링을 방식을 이용한다. 도 3은 전압 구동 방식의 앰프의 부 귀환을 도식한 것이다.

[0060] 도 3에서 A 는 증폭기에 부 귀환이 없을 때의 전압 이득이며, 수만에서 수 십 만 V/V의 값을 갖는다. 부귀환 인수 β 는 아래 식 2와 같다.

[0061] 식 2 : $\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

[0062] A 가 매우 크면 부 귀환을 적용하였을 경우, 전압 이득 A_f 는 아래 식 3과 같다.

[0063] 식 3 : $A_f = \frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{\beta} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$

[0064] 전압 구동 방식의 앰프는 도 4와 같은 회로로 구성될 수 있다. 도 4에서 각 전압과 전류는 식 (4)-(7)과 같이 구할 수 있다.

[0065] 식 4 : $v_i = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} v_x = -\beta v_x$

[0066] 식 5 : $i_1 = \frac{v_x - A v_i}{R_o} = \frac{(1 + \beta A) v_x}{R_o}$

[0067] 식 6 : $i_2 = \frac{v_x}{R_1 + R_2}$

[0068] 식 7 : $i_x = i_1 + i_2 = \left(\frac{1 + \beta A}{R_o} + \frac{1}{R_1 + R_2} \right) v_x$

[0069] 식 (7) 에서 $R_o \ll R_1 + R_2$ 이고 $1 + \beta A \gg 1$ 이므로

[0070] 식 8 :
$$R_{of} = \frac{v_x}{i_x} = \frac{R_o}{1 + \beta A} \approx 0$$

[0071] R_o 는 부 귀환이 없을 때의 증폭기 출력 저항이며, 보통 1 Ω 이하이다. 식 (8)의 결과 값으로 전압 샘플링 부 귀환의 경우 출력 저항은 거의 0이므로 스피커에 인가되는 신호 전압은 스피커의 임피던스 변화에 거의 영향을 받지 않는다.

[0072] 전압 구동 방식의 앰프는 식 (3) 내지 식 (8)에서 구한 파라미터들로써 도 5와 같은 등가회로로 모델링할 수 있다. 전압 구동 방식의 증폭기의 출력 단은 이상적인 전압원과 값이 거의 0인 출력 저항으로 구성된 테브난 등가 회로로 표시할 수 있다.

[0073] 스피커의 입력 임피던스가 주파수에 따라 변화한다면 똑같은 전압을 갖는 신호가 스피커에 인가되더라도 스피커에 흐르는 전류는 주파수에 따라 달라지므로 음압레벨도 달라진다. 이는 전압 구동 방식의 앰프에서는 입력 신호와 출력 음압레벨 사이의 주파수 특성이 평탄하지 않음을 의미한다.

[0075] (전류 구동 방식의 앰프 특징)

[0076] 전류 구동 방식의 앰프는 스피커의 임피던스 변화에 관계없이 평탄한 음압레벨 특성을 출력할 수 있다.

[0077] 상기 스피커의 임피던스 특성에서 밝힌 바와 같이 스피커 출력의 음압레벨은 보이스 코일의 가속도에 비례하고, 상기 식 (1)에서와 같이 보이스 코일의 가속도를 결정하는 힘은 전류에 비례하므로 스피커의 양단에 신호의 모양과 같은 전압을 인가하는 전압 구동 방식보다는 신호의 모양과 같은 전류를 흘려주는 전류 구동 방식이 스피커의 동작 원리에 부합한다고 할 수 있다.

[0078] 오디오 앰프를 전류 구동 방식으로 동작시키기 위해서는 앰프의 출력 단이 이상적인 전류원에 가까워야하며, 이상적인 전류원은 출력 저항이 무한하여 부하 임피던스 변화의 영향을 받지 않고 신호원의 파형과 동일한 전류를 부하에 흘려 줄 수 있다. 앰프의 구조를 크게 변화시키지 않고 출력 저항을 키우는 방법 중의 하나는 전압 샘플링 대신 전류를 샘플링 하는 것이다.

[0079] 전류 구동 방식의 앰프는 도 6과 같이 구현할 수 있다. 도 6에서 A 가 충분히 크면 (-) 단자의 전압은 v_i 와 같고 (-) 단자의 입력 임피던스가 매우 높아서 입력 전류가 0이면 R_f 에 흐르는 전류는 스피커에 흐르는 전류 i_o 와 같고 i_o 는 식 (9)와 같이 정해진다.

[0080] 식 9 :
$$i_o = \frac{v_i}{R_f}$$

[0081] 그러므로 입력 전압 v_i 에 대한 출력 전류 i_o 의 비(比)인 전이전도도 G_m 은 아래 식 10과 같이 구해진다.

[0082] 식 10 :
$$G_m = \frac{i_o}{v_i} = \frac{1}{R_f}$$

[0083] 부귀환 저항 R_f 로 증폭기의 전이전도도를 결정할 수 있다.

[0084] 전류 구동 방식의 앰프는 도 7과 같은 회로로 구성할 수 있으며, 출단에서 전류를 샘플링하면 출력 저항 R_{of} 를 구할 수 있다.

[0085] 전류 구동 방식의 앰프에서 각 전압과 전류의 식은 식 (11)-(13)과 같이 구할 수 있다.

[0086] 식 11 :
$$v_i = R_f i_x$$

[0087] 식 12 :
$$v_o = (AR_f i_x + i_x) R_o = (1 + AR_f) R_o i_x$$

[0088] 식 13 :
$$v_x = v_o - v_f = (1 + AR_f) R_o i_x + R_f i_x$$

- [0089] 식 (13)에서 $(1+AR_f)R_o \gg R_f$ 이므로
- [0090] 식 14 : $R_{of} = \frac{v_x}{i_x} \approx R_o(1+AR_f) = R_o(1+\beta A)$ 가 된다.
- [0091] 여기서 A 는 부 귀환이 없을 때 증폭기의 전이전도도(단위는 A/V 또는 S)이고 β 는 $\beta = R_o$ 로 저항의 단위를 갖는다.
- [0092] 스피커에 흐르는 전류 i_o 는 스피커의 임피던스 변화에 관계없이 입력 전압 파형에 비례한다. 전류 구동 방식의 앰프는 상기 식 (10) 내지 식 (14)에서 구한 파라미터들로서 전류 구동 방식의 앰프는 도 8과 같이 등가회로로 모델링 할 수 있다.
- [0093] 이상에서는 스피커의 능동 소자로서 물리적인 것에 기인하는 주파수에 따라 임피던스가 변화한다는 특징과 전압 구동 방식의 앰프와 전류 구동 방식의 앰프에 대한 피드백 특징을 설명하였다.
- [0094] 일반적으로 오디오 증폭기인 앰프는 오디오 신호원인 음원 재생 기기로부터 입력되는 미세한 오디오 신호를 증폭하여 스피커로 출력시키기 위해 3단 동작을 한다.
- [0095] 1단에서는 전류 증폭, 2단에서는 전압증폭, 3단에서는 전력 증폭을 하여 스피커로 음원을 송출한다. 이때 입력과 출력사이에 부 귀환회로를 사용하여 보상하고 발진과 음질을 개선하는 회로기법을 사용한다.
- [0096] 이러한 부 귀환을 사용하는 방법에 있어서, 전압 구동 방식에서는 출력부에서 부 귀환을 사용하고 전류 구동 방식에서는 출력되는 음원신호가 스피커를 거쳐 전류 샘플링 저항을 통하여 분배된 신호를 부 귀환하는 방법을 사용한다.
- [0097] 전압 구동 방식의 앰프는 증폭기의 출력을 부 귀환하기 때문에 부하인 스피커의 영향을 받지 않게 되어 스피커의 임피던스 변화와는 상관없이 안정적인 동작을 하는 장점이 있는 반면, 스피커의 임피던스 변화에 대응하지 못해 스피커 임피던스 변화에 기인한 선형 왜곡 현상이 발생한다는 단점이 있다.
- [0098] 즉, 전압 구동 방식의 앰프는 입력되는 입력 신호(오디오 신호)를 단순히 증폭(진폭만 증가)시켜 스피커에 제공하였기 때문에 스피커의 임피던스 특징으로 인해 입력 신호의 전압 주파수 특성이 왜곡되고 이로 인해 스피커의 보이스 코일에 흐르는 전류 주파수 특성이 왜곡되어 입력 신호의 전류 파형과는 다른 왜곡된 전류가 보이스 코일에 흘러 스피커에서 출력되는 음질이 저하되는 문제점이 있었다.
- [0099] 또한, 전류 구동 방식의 앰프는 스피커에 흐르는 전류를 부 귀환하기 때문에 스피커의 임피던스 변화에 대응할 수 있어 스피커의 임피던스 변화에 기인하는 선형 왜곡 현상이 발생하지 않는다는 장점이 있다. 그러나 스피커가 물리적으로 항상 연결되어 있어야 하고, 만일 스피커가 연결이 되어있지 않으면 부 귀환을 할 수 없어 발진이 발생하고 일정한 시간동안 발진이 지속되고 있으면 앰프의 출력소자가 고 전압 및 고 전류로 인하여 파손되어 버린다는 단점을 갖고 있다.
- [0101] 본 발명은 전류 구동 방식의 앰프의 단점을 개선하고자 하는 것으로, 스피커의 임피던스 특성 곡선과 같은 전압 주파수 특성을 제공하여 능동 소자인 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 임의의 시간동안 스피커와 앰프간의 연결을 지연시켜 전류 구동 방식의 단점인 스피커 미 연결시 발생하는 발진 현상을 저감시킴과 동시에 전압 구동 방식의 장점을 제공하는 것을 핵심적 기술사상으로 한다.
- [0103] 이하에서는 도 9 내지 도 12을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0104] 본 발명인 전압 구동 특성과 스피커 선형 왜곡 보상 기능을 제공하는 전류 구동 방식의 앰프 시스템은 도 9에 도시된 바와 같이,
- [0105] 오디오 신호원(10)으로부터 제공된 오디오 신호를 증폭시켜 스피커(40)로 제공하는 전력증폭기(200)와;
- [0106] 스피커의 선형 왜곡 보상과 고전압 발진을 방지하는 왜곡보상및발진방지부(300)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0108] 상기 오디오 신호원(10)은 오디오 신호를 전력 증폭기로 제공하는 오디오 재생 장치일 수 있고, 스피커(40)는 증폭된 오디오 신호를 출력하는 음향 출력 장치이고, 전력 증폭기(200)는 오디오 신호를 증폭시켜 스피커(30)로 제공하는 신호 증폭 장치이고, 스피커(30)는 상술한 스피커 임피던스 특징 부분과 도 2에 도시된 바와 같은 주파수별 임피던스 변화 특징을 갖는 구성으로서, 본 발명의 오디오 신호원(10), 전력 증폭기(200), 스피커(40)는

종래의 일반적인 오디오 신호원, 전력 증폭기, 스피커 이어서 상세한 특징은 생략하기로 하고, 본 발명의 핵심적 구성인 왜곡보상및발진방지부(300)에 대해서 상세히 설명한다.

- [0110] 본 발명의 왜곡보상및발진방지부(300)는 도 10에 도시된 바와 같이,
- [0111] 전류 구동 시, 주파수에 따른 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진 현상을 방지하여 전류 구동 방식의 특성을 제공하는 전류 구동 피드백부(310)와
- [0112] 전압 구동 방식의 특성을 제공하는 전압 구동 피드백부(320),
- [0113] 임의 고 주파수에서의 고주파 발진을 방지하는 고주파 발진 방지부(330)와,
- [0114] 전류 구동 또는 전압 구동 피드백시 발생하는 DC전압을 제거하는 DC제거부(340)와.
- [0115] 전원 투입 시, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진을 방지하고, 전류 구동 또는 전압 구동 피드백 시 피드백 양을 조절하기 위해 전류 구동 피드백부(310)와 전압 구동 피드백부(320)를 제어하는 제어부(350)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0117] 상기 전류 구동 피드백부(310)는 본원 발명의 앰프 시스템이 전류 구동 방식으로 동작하고 있을 때, 주파수에 따른 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진 현상을 방지하여 전류 구동 방식의 특성을 제공하는 구성으로서,
- [0118] 제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되거나 분리되는 전류 구동 더미 저항(311)과,
- [0119] 제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결하거나 분리시키는 제1스위칭부(312)와,
- [0120] 제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되거나 분리되는 전류 구동 저항(313)과,
- [0121] 제어부(350)의 제어에 따라 전류 구동 저항(313)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결하거나 분리시키는 제2스위칭부(314)를 포함하고,
- [0122] 제어부(350)의 제어에 따라 저항값이 조절되어 전류 구동 특성을 조절하는 전류 구동 피드백 가변 저항(315)을 포함한다.
- [0124] 전원 투입 시, 스피커가 연결되어 있지 않게 되면 도 12에 도시된 바와 같은 고전압 발진 파형이 전력 증폭기(200) 출력단에서 출력되어 진다.
- [0125] 전류 구동 방식에 있어서 앰프는 스피커를 통하여 전류 부 귀환을 하는 방식으로 설계된다. 이는 능동부하인 스피커의 음질과 주파수 특성이 앰프에 영향을 미치는 것을 의미한다.
- [0126] 그러다 보니 전류 구동 방식은 스피커에 따른 음질 변화가 전압 구동 방식에 비해 다소 심한편인데 어떤 스피커에서는 저역 특정 주파수에서나 중. 고역 특정 주파수에서 출력레벨이 상승하는 현상이 발생되는데 이는 청감상으로 저역이 과잉 부밍되거나 중고역에서 다소 거친 음이 출력되는 현상이 발생할 소지가 있다.
- [0127] 더욱이 전류 구동 방식에 있어서, 능동소자인 스피커와 수동소자인 전류 피드백 저항을 통하여 전력 증폭기 입력 단으로 전류 부 귀환을 하는데, 전원이 투입되면 앰프의 정상 유무를 판단하기 위하여 스피커를 일정한 시간 동안 연결을 지연시키는데 이때 전력증폭기 입력으로 부 귀환 신호가 전달이 되지 않아(스피커가 연결되어 있지 않기 때문임) 전력 증폭기 출력단에는 인가되는 전원전압 만큼의 고전압 발진현상이 발생되고 이는 출력소자에 급격한 전류가 흘러서 소자가 파괴되고 궁극적으로는 전력 증폭기가 고장 나게 된다.
- [0129] 따라서 상기한 전류 구동 피드백부(310)의 각 구성들은 아래와 같이 제어부(350)의 제어에 따라 동작하여 주파수에 따른 스피커의 선형 왜곡을 보상하고, 스피커 미 연결로 인한 고 전압 발진 현상을 방지한다.
- [0130] 제어부(350)는 전원 투입 전에는 제1스위칭부(312)와 제2스위칭부(314)를 제어하여, 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결시키고, 전류 구동 저항(313)은 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에서 분리시킨다.
- [0131] 전원 투입 전에는 제어부(350)는 제1스위칭부(312)가 온 되도록 제어하여 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결시키고, 제2스위칭부(314)가 오프 되도록 제어하여 전류 구동 저항(313)이 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에서 분리된 상태가 되도록 한다. 즉, 전원 투입전에는 전류 구동 더미 저항

(311)이 더미(dummy) 스피커로서 동작하도록 하는 것이다.

- [0132] 상기와 같은 상태에서 전원이 연결되면 실제로는 스피커가 연결되어 있지 않지만 본 발명의 앰프 시스템은 전류 구동 더미 저항(311)을 스피커로 인식하여 정상 동작하게 되는 것이다.
- [0133] 전원 투입 후 일정 시간 경과 후, 시스템에 이상(고전압 발진)이 발생하지 않게되면 제어부(350)는 제2스위칭부(314)를 온 되도록 제어하여, 전류 구동 저항(313)이 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에 연결되도록 한 후, 이어서 제1스위칭부(312)가 오프 되도록 제어하여 전류 구동 더미 저항(311)을 전류 구동 피드백 가변 저항(315)에서 분리시킨다.
- [0134] 상기와 같은 상태는 스피커가 연결되고 스피커에 흐르는 전류가 증폭기로 부 귀환되는 상태인 전류 구동 방식으로 제어되는 앰프 시스템 상태가 되어 고전압 발진 없이 스피커를 통해 주파수에 따른 스피커의 선형 왜곡이 보상된 증폭된 오디오 신호가 출력되는 것이다.
- [0135] 이때, 사용자가 전류 구동 특성을 조절하고자 하는 경우, 사용자 제어 명령에 따라 제어부(350)는 전류 구동 피드백 가변 저항(315)의 저항값을 조절한다.
- [0137] 상기 전압 구동 피드백부(320)는 전압 구동 방식의 특성을 제공하는 구성으로서, 도 11과 같이,
- [0138] 제어부(350)의 제어에 따라 저항값이 조절되어 전압 구동 특성을 조절하는 전압 구동 피드백 가변 저항(321)과,
- [0139] 전압 구동 피드백 가변 저항(321)과 접지측 사이에 연결되는 전압 구동 저항(322)을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0140] 본 발명은 전류 구동 방식을 기본으로 하고, 전압 구동 방식의 장점을 취한 것으로, 상기 전압 구동 피드백 가변 저항(321)과 전압 구동 저항(322)은 전압 구동 방식의 특성을 본 발명에 적용하기 위한 구성이다.
- [0141] 특히, 사용자가 전압 구동 특성을 조절하고자 하는 경우, 사용자 제어 명령에 따라 제어부(350)는 전압 구동 피드백 가변 저항(321)의 저항값을 조절한다.
- [0142] 결국, 본 발명은 전류 구동 방식과 전압 구동 방식의 장점을 취한 것으로, 본 발명의 앰프 시스템 동작 시, 전류 구동 피드백 가변 저항(315)의 저항값과 전압 구동 피드백 가변 저항(321)의 저항값을 조절함으로써 전류 구동 방식과 전압 구동 방식의 특성을 조절할 수 있게 되는 것이다.
- [0144] 상기 고주파 발진 방지부(330)는 스피커 연결 후, 임의의 고주파에서 발생하는 고주파 발진을 방지하는 구성으로서, 도 11에 도시된 바와 같이, 스피커(40)에 직렬로 연결되는 저항과 캐패시터를 포함하는 RC필터인 것을 특징으로 한다.
- [0146] 상기 DC제거부(340)는 전류 구동 또는 전압 구동 피드백 시, 전력증폭기(200)로 유입되는 DC 성분을 제거하기 위한 구성으로서, 도 11에 도시된 바와 같이, 전류 구동 피드백부(310)의 전류 구동 피드백 가변 저항(315)과 전압 구동 피드백부(320)의 전압 구동 피드백 가변 저항(321) 후단(전류 구동 피드백부(310), 전압 구동 피드백부(320)와 전력 증폭기 사이)에 설치되는 저항과 캐피시터인 것을 특징으로 한다.
- [0147] 증폭기에 사용하는 전자부품인 RLC, 트랜지스터, FET등의 소자의 개별 특성은 모두 동일할 수가 없다. 매우 근접한 부품을 선별하여 사용하여도 그 오차로 인해 전류증폭, 전압증폭, 전력 증폭 후 출력에서는 정(+), 부(-)중의 DC가 어느 정도 발생이 되어 스피커에 미세하나마 전달되기 때문에 이런 DC 발생은 음질 열화와 더불어 비 선형성을 더욱 심화시킨다.
- [0148] 이렇게 증폭기를 구성하는 개별 소자들의 미세한 특성 차이에 기인해서 발생하는 DC 성분을 상기 DC제거부(340)를 통해 제거 내지는 저감 시키도록 하는 것이다.
- [0150] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

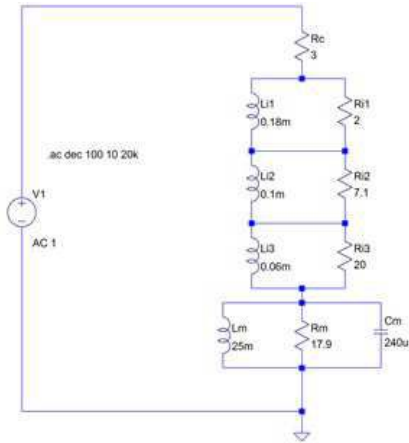
- [0152] 10 : 오디오 신호원
- 200 : 전력 증폭기

300 : 왜곡보상및발진방지부

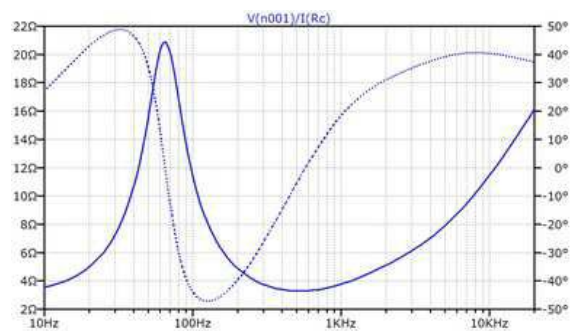
40 : 스피커

도면

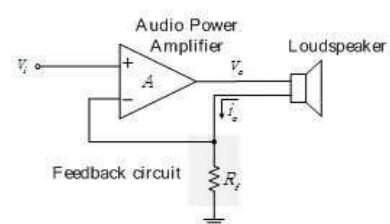
도면1



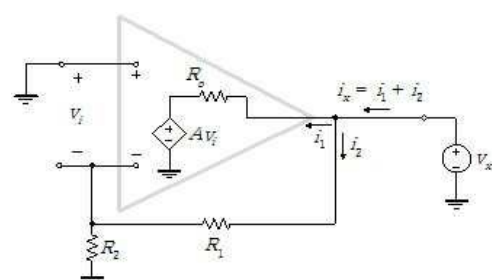
도면2



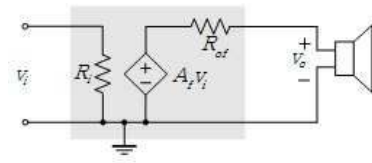
도면3



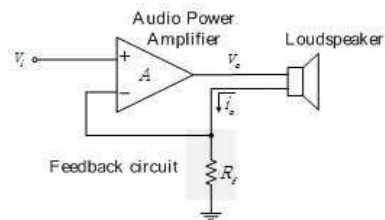
도면4



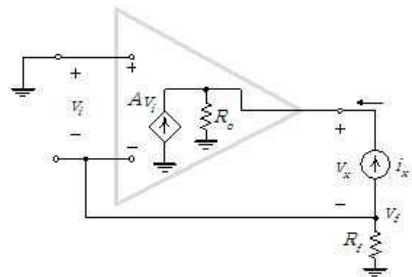
도면5



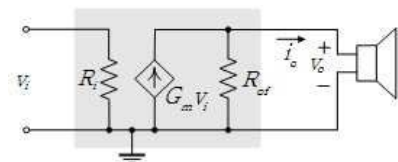
도면6



도면7



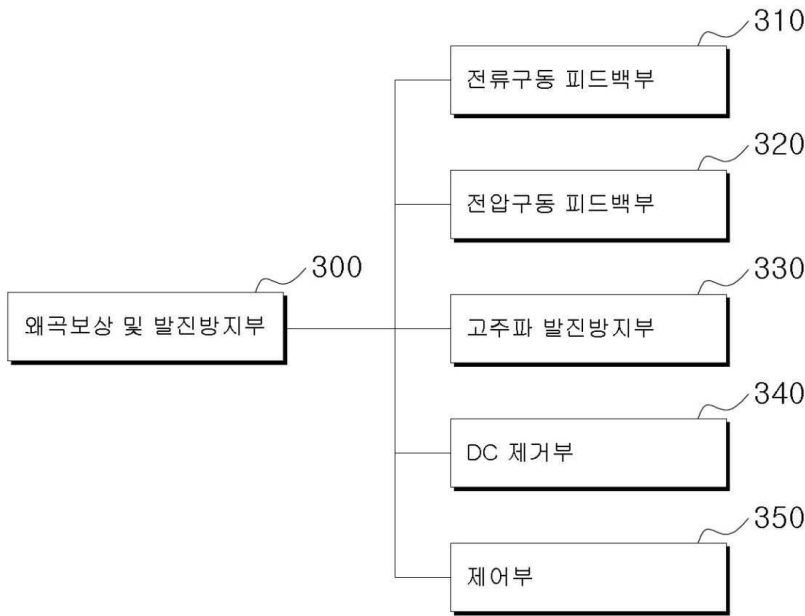
도면8



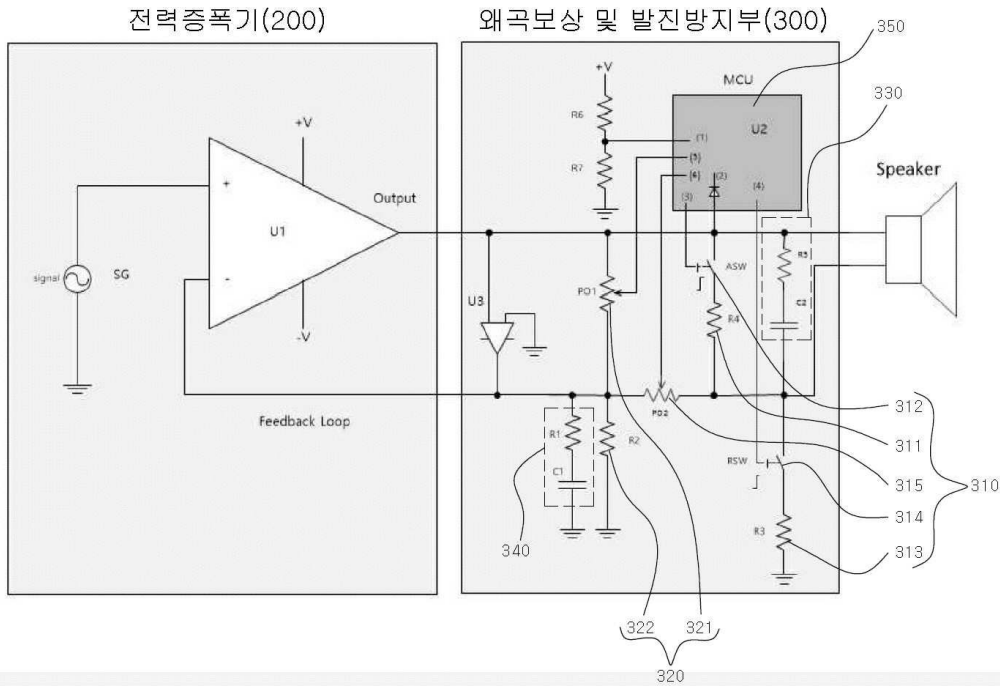
도면9



도면10



도면11



도면12

