

(19)대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁶ H04S 1/00		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년11월25일 10-0508848 2005년08월09일
(21) 출원번호	10-1998-0700673	(65) 공개번호	10-1999-0036009
(22) 출원일자	1998년01월30일	(43) 공개일자	1999년05월25일
번역문 제출일자	1998년01월30일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/012243	(87) 국제공개번호	WO 1997/05755
국제출원일자	1996년07월25일	국제공개일자	1997년02월13일
(81) 지정국			
국내특허 : 알바니아, 오스트레일리아, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 쿠바, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 북한, 대한민국, 스리랑카, 리베이라, 리투아니아, 라트비아, 몽고, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 루마니아, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아,			
AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 케냐, 레소토, 말라위, 수단,			
EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄,			
EP 유럽특허 : 핀란드,			
(30) 우선권주장	08/508593	1995년07월28일	미국(US)
(73) 특허권자	에스알에스 랩스, 인크. 미국 92705 캘리포니아주 산타 아나 데임러 스트리트 2909		
(72) 발명자	클라이만, 아놀드 미국 92649 캘리포니아주 헌팅톤 비치 펠프스 레인16821 크래머, 앨런, 디. 미국 92680 캘리포니아주 터스틴 웨델 드라이브 17661		
(74) 대리인	안국찬 주성민		

심사관 : 김기완

(54) 음향교정장치

요약

음향 교정 장치(20)은 한 쌍의 좌우 입력 신호들을 처리하여 상기 입력 신호들이 사운드 시스템 내의 스피커를 통해 재생될 때 주파수의 함수로서 공간 왜곡을 보상한다. 좌우 입력 신호(26 및 28)들의 사운드-에너지는 제1 저주파 범위 및 제2

고주파 범위로 분리되어 교정된다. 최종 신호는 재결합되어, 사운드 시스템 내의 스피커에 의해 재생될 때 바람직한 음압 응답을 갖는 이미지-교정된 오디오 신호(27 및 29)들을 생성한다. 바람직한 음압 응답은 청취자에 대해 겹보기 사운드 이미지 위치를 생성한다. 그 다음, 이미지-교정된 오디오 신호(27 및 29)들은 공간적으로 강화되어 겹보기 사운드 이미지를 확장시킨다.

대표도

도 5

명세서

기술분야

본 발명은 오디오 강화 시스템, 특히 스테레오 사운드 재생의 사실성을 개선시키도록 설계된 시스템 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 사운드 시스템의 스피커가 이상적으로 위치되어 있지 않을 때 생길 수 있는, 청취자에 의해 감지된 사운드 시스템의 음향 결함을 극복하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

사운드 재생 환경에서는, 청취자에 의해 감지된 재생 음질을 열화시키는 요인들이 많이 있다. 그러한 요인들은 재생 사운드를 오리지널 사운드 스테이지에서의 사운드와 구별시킨다. 그러한 한가지 요인은 사운드 스테이지에서의 스피커 위치에 관한 것인데, 이는 스피커가 부적절하게 배치되었을 경우, 가청 주파수 스펙트럼 범위에 걸쳐 음압 응답을 왜곡시킬 수도 있다. 스피커의 배치는 또한, 사운드 스테이지의 감지 폭에도 영향을 끼친다. 예를 들면, 스피커는 라이브 사운드 스테이지에서 쉽게 감지되는 반향음을 재생할 수 있는 스피커 능력을 제한하는 사운드의 포인트 소스들(point sources of sound)로서 작용한다. 실제로, 많은 오디오 재생 시스템의 감지음 스테이지 폭은 한 쌍의 스피커가 청취자 바로 앞에 배치될 때 이들 간의 거리로 제한된다. 재생 음질을 열화시키는 다른 요인들은 인간의 청각 기관이 사운드를 감지하는 방식과는 다르게 사운드를 기록하는 마이크로폰이 원인이 될 수도 있다. 재생 음질을 열화시키는 요인들을 극복하기 위한 시도에서, 라이브 사운드 스테이지에서 청취자에게 들리는 사운드를 모방하도록 사운드 재생 환경 특성을 변경하기 위해 많은 노력들이 기울어져 왔다.

스테레오 이미지 강화를 위한 몇가지 노력들은 음향 능력과 인간의 귀의 한계에 중점을 두어 왔다. 인간 귀의 청각 응답은 사운드의 강도, 특정 사운드간의 위상차, 사운드 자체의 주파수, 및 사운드가 방출되는 방향에 민감하다. 인간의 청각 기관의 복잡함에도 불구하고, 인간의 귀의 주파수 응답은 사람들마다 비교적 일정하다.

모든 주파수들 간의 일정 음압 레벨을 갖는 음파가 한 장소에서 청취자 쪽으로 향하게 되면, 인간의 귀는 사운드의 개별 주파수 성분마다 다르게 반응한다. 예를 들어, 동일한 음압의 사운드가 청취자 앞에서 청취자 쪽으로 향하게 되면, 1000 Hz의 사운드에 의해 청취자의 귀에서 생성된 음압 레벨은 2000 Hz에서의 음압 레벨과는 다르게 된다.

주파수 감도 이외에도, 인간의 청각 기관은 다양한 각도로부터 귀에 들리는 사운드마다 다르게 반응한다. 특히, 인간의 귀에서의 음압 레벨은 사운드의 방향에 따라 변한다. 바깥 귀, 또는 귓바퀴, 및 안쪽 귀 도관(canal)의 형태는 방향 기능과 같은 사운드의 주파수 형상(frequency contouring)에 상당히 관련되어 있다.

인간의 청각 응답은 사운드 근원의 방위 및 양각 변화에 민감하다. 이는 특히, 복잡한 사운드 신호, 즉 다중 주파수 성분을 갖는 신호에, 그리고 일반적으로 고주파 성분에 적합하게 들어 맞는다. 귀에서의 음압 변동은 뇌에서 해석되어 사운드 근원을 나타낸다. 기록된 사운드가 재생되면, 음압 정보로부터 귀에 의해 해석된 사운드 근원으로서의 방향성 큐(directional cues)는 사운드를 재생하는 스피커의 실제 위치에 좌우된다.

일정한 음압 레벨, 즉 "평탄한(flat)" 음압 대 주파수 응답은 청취자의 바로 앞에 직접 배치된 라우드스피커로부터 청취자의 귀를 통해 얻어질 수 있다. 그러한 응답은 종종 사실적 사운드 이미지를 얻는데 바람직할 수 있다. 그러나, 한 세트의 스피커들의 품질은 이상적이지 못할 수도 있고, 음향적으로 가장 바람직한 위치에 배치되지 않을 수도 있다. 그러한 요인들은 종종 분열된 음압 특성에 이르게 한다. 종래 기술의 사운드 시스템은 스피커로부터 방출되는 음압을 "교정(correct)"하여 공간적 교정 응답을 생성하므로써 결과적으로 사운드 이미지를 개선시키는 방법을 개시하고 있다.

주어진 사운드 시스템에 대해서 좀 더 공간적 교정 응답을 얻기 위해서는, 오디오 신호에 헤드 관련 전달 함수(head-related-transfer-functions; HRTFs)를 선택 적용하는 방법이 공지되어 있다. HRTFs는 인간의 청각 기관의 음향에 기초한다. HRTF의 적용은 오디오 신호의 일부분의 진폭을 조절하는데 이용되어 공간 왜곡을 보상한다. HRTF에 기초한 원리는 또한 최적의 장소에 배치되지 않은 라우드스피커로부터의 스테레오 이미지를 재배치하는데 사용될 수도 있다.

오디오 재생 시스템에서 음향 결함을 교정하기 위해 종래 기술에서 행해진 노력들은 종종 자동차 사운드 시스템에서 존재하는 결함에 중점을 두고 있다. 그러한 한가지 시도는 쿠누기(Kunugi) 등에게 허여된 미국특허 제4,648,117호 및 도꾸모(Tokumo) 등에게 허여된 미국특허 제4,622,691호에 기재되어 있다. 쿠누기 및 도꾸모의 공개 기술에서, 흡음 레벨을 교정하고 음파 간섭을 방지하기 위한 시스템은 차량용으로 기술되어 있다. 공개된 시스템은 원하는 주파수 응답을 달성하기 위해 음압 교정 회로 및 신호 지연 회로를 포함한다. 음압 교정은 3개의 스테이지에서 적용된 사운드 신호의 고주파 부스트(boost)에 의해 달성된다. 제1 스테이지는 차량의 평균 흡음 요인에 대한 고주파 교정에 관한 것이고, 제2 고주파 교정 스테이지는 특정 차량의 흡음 요인에 의존하며, 제3 고주파 교정 요인은 차량에 착석한 승객들의 수에 좌우된다.

사토(Satoh) 등에게 허여된 미국특허 제5,146,507호에서는, 표준 주파수 응답 특성에 일치시키기 위해 주어진 재생 환경에서의 주파수 응답을 교정하기 위한 오디오 재생 시스템 제어 디바이스가 기재되어 있다. 사토의 시스템은 자동차에서와 같이, 사운드 필드의 전방 좌, 전방 우, 후방 좌 및 후방 우 스피커 쪽으로 배향된 사운드 신호에 교정 파라미터를 제공한다. 주파수 및 반향에 관한 미리 저장된 음향 특성은 다양한 사운드 환경에 오디오 재생 제어 디바이스를 적응시키는데 이용된다.

자동차 내에서의 주파수 응답 특성을 변경시키도록 설계된 다른 시스템은 니벨러(Knibbeler)에게 허여된 미국특허 제4,888,809호에 기재되어 있다. 니벨러의 시스템은 한 쌍의 필터 유닛들을 조정하므로써, 자동차 객실 내의 전방 및 후방 장소와 같은 2개의 분리된 비밀치 청취 장소에서 평탄한 주파수 응답을 생성하도록 시도한다. 각각의 필터 유닛은 입력 신호를 수신하고, 대응하는 사운드 트랜스듀서에 전달된 출력 신호에 영향을 끼친다.

또 다른 특허에는 주파수 응답을 이퀄라이징시키기 위해 오디오 신호를 변경하는 사운드 시스템이 기재되어 있다. 그러한 특허들에는 로웨(Lowe) 등에게 허여된 미국특허 제5,371,799호, 데이트(Date) 등에게 허여된 미국특허 제5,325,435호, 아월워드(Aylward)에게 허여된 미국특허 제5,228,085호, 사다이에(Sadaie)에게 허여된 미국특허 제5,033,092호, 반덴 베르그(van den Berg)에게 허여된 미국특허 제4,393,270호, 및 야마다(Yamada)에게 허여된 미국특허 제4,329,544호가 있다.

<발명의 요약>

종래 기술의 기여에도 불구하고, 왜곡된 공간 특성을 갖는 다양한 사운드 재생 환경에 쉽게 적응될 수 있는 이미지 교정 장치가 필요하다. 또한, 교정된 스테레오 이미지를 공간적으로 강화시키기 위해 이미지 강화 장치와 결합하여 동작하는 이미지 교정 장치도 필요하다.

본 명세서에 기재된 음향 교정 장치 및 관련 동작 방법은 불완전한 재생 환경에서 사운드 이미지를 강화시키기 위한 정교하고 효과적인 시스템을 제공한다.

개량된 스테레오 이미지를 얻기 위해서는, 이미지 교정 디바이스는 실질적으로 모든 오디오 주파수 스펙트럼을 집합적으로 포함하는 제1 및 제2 주파수 범위로 입력 신호를 나눈다. 제1 및 제2 주파수 범위에 있는 입력 신호의 주파수 응답 특성은 청취자에 대해 비교적 평탄한 주파수 응답 특성을 갖는 출력 신호를 생성하기 위해 개별적으로 교정 및 결합된다. 주파수 교정, 즉 사운드 에너지 교정의 레벨은 재생 환경에 의존하게 되고 그러한 환경의 음향 제한을 극복하도록 맞추어진다. 음향 교정 장치의 설계에 의해 공간 교정되고 재배치된 사운드 이미지를 얻기 위해 개별 주파수 범위 내의 입력 신호를 쉽고 독립적으로 교정할 수 있게 된다.

오디오 재생 환경에서, 스피커는 청취자의 귀로부터 멀리 떨어진 위치에 배치될 수도 있으므로, 청취자가 감지한 사운드 이미지에 악영향을 끼칠 수도 있다. 예를 들면, 자동차 안에서, 낮고, 중간 및 높은 범위의 오디오 신호를 생성하는 스피커는 청취자의 귀 아래쪽에 있는 도어 패널 내에 배치될 수도 있다. 본 발명의 음향 교정 장치는 사운드 이미지를 청취자의 귀 레벨 근처의 겉보기(apparent) 장소에 재배치한다.

몇몇 오디오 재생 환경에서는, 고주파 트랜스듀서 또는 트위터(tweeters)가 중간 범위 또는 저주파 트랜스듀서, 즉 중간 범위 또는 저음용 스피커(woofer speakers)로부터 멀리 떨어진 위치에 배치된다. 자동차 안에서, 중간 범위 스피커는 중

중 청취자의 다리 또는 발 근처에 위치한 유사한 장소 또는 도어 패널 내에 배치된다. 그러나, 트위터는 청취자의 귀 레벨 근처 또는 위의 높이에 배치될 수 있어, 주변 물체에 의한 간섭 및 흡수를 방지한다. 트위터가 작은 사이즈이므로 차량 내에서 그러한 원격 배치가 가능하다. 트위터가 청취자의 귀 근처에 배치되면, 고주파 범위 중 청취자의 귀에서의 음압 레벨은 대응하는 저주파 범위보다 클 수도 있다. 따라서, 음향 교정 장치는 고주파 성분의 교정이 포지티브 또는 네가티브가 될 수 있도록 설계된다. 즉, 고주파 성분은 트위터의 원격 배치를 보상하기 위해, 저주파 성분에 비해, 부스트되거나 감쇄될 수도 있다.

음향 교정 장치의 응용을 통해서, 오디오 신호의 재생으로부터 발생된 스테레오 이미지는 공간적으로 교정될 수 있어 스피커의 위치와는 다른 수직 및/또는 수평 위치를 갖는 기시점의 감지된 소오스를 전달한다. 청취자에 의해 감지된 기시점의 정확한 소오스는 공간 교정의 레벨에 의존한다. 자동차 환경에서는, 본 명세서에 기재된 음향 교정 장치가 도어 장착 스피커와 관련하여 사용될 수 있어, 탑승자의 귀에서 사실상 평탄한 주파수 응답을 얻을 수 있다. 그러한 응답은 비슷한 귀 레벨에서 청취자의 바로 앞에 배치된 겉보기 스테레오 이미지를 생성한다.

감지된 사운드의 포인트 소스가 공간 왜곡의 교정을 통해 얻어지면, 교정된 오디오 신호가 강화될 수 있어 증대된 스테레오 이미지를 제공한다. 양호한 실시예에 따르면, 재배치된 오디오 이미지의 스테레오 이미지 강화는 인간의 청취의 음향 원리를 참작하여 사실적 사운드 스테이지에서 청취자를 감싼다. 자동차 내부와 같이, 청취 장소가 상대적으로 교정되어 있는 사운드 재생 환경에서, 오디오 신호에 적용된 스테레오 이미지 강화량은 청취자에 대한 스피커의 실제 위치에 의해 부분적으로 결정된다.

본 발명의 한가지 양호한 특징에 따르면, 오디오 교정 디바이스는 차량의 운전자석에 위치한 청취자에 대해 자동차 사운드 시스템에 의해 방출된 스테레오 이미지를 공간적으로 강화시키기 위해 차량의 자동차 사운드 시스템에 적응가능하다. 차량은 또한 앞쪽 승객 좌석을 갖고 있고, 자동차 사운드 시스템은 차량의 각각 운전자측 도어와 승객측 도어 내에 장착된 한 쌍의 스피커를 포함하는데, 여기서 스피커는 청취자의 양쪽 귀 아래에 위치한다.

양호한 오디오 교정 디바이스는 스테레오 사운드 신호를 수신하기 위해 자동차 사운드 시스템에 접속된 스테레오 이미지 교정 회로를 포함하는데, 스테레오 사운드 신호는 스피커를 통해 재생될 때 청취자에 대해 오디오 왜곡을 나타내고, 이미지 교정 회로는 교정된 스테레오 사운드 신호를 발생하기 위해 스테레오 사운드 신호의 성분을 수정하며, 교정된 스테레오 사운드 신호는 스피커를 통해 재생될 때 청취자에게 겉보기 사운드 이미지를 제공하기 위한 오디오 왜곡을 보상한다.

또한, 양호한 오디오 교정 디바이스는 겉보기 사운드 이미지를 확장하기 위해 교정된 스테레오 사운드 신호를 수신하는 스테레오 이미지 강화 회로를 포함하는데, 이 스테레오 이미지 강화 회로는 스피커를 통한 재생을 위해 공간적으로 강화된 사운드 신호를 발생하도록 스테레오 사운드 신호를 수정하며, 이 스테레오 이미지 강화 회로는 또한 스테레오 사운드 신호의 스테레오 정보 내용을 분리시키기 위한 수단, 최대 이득이 200 Hz 이하이고 최소 이득이 1 kHz와 5 kHz 사이인 진폭 부스트의 레벨을 주파수 함수로서 상기 스테레오 정보 내용에 적용시키기 위한 이퀄라이저, 및 상기 공간적으로 강화된 사운드 신호를 생성하기 위해 상기 스테레오 정보 내용을 상기 스테레오 신호와 결합하기 위한 수단을 포함한다.

다른 실시예에서, 스테레오 이미지 교정 회로는 가청 주파수 스펙트럼을 저주파 범위와 이 저주파 범위에 대한 고주파 범위로 나누고, 고주파 범위 내의 성분과는 별개인 저주파 범위 내의 스테레오 사운드 신호의 성분을 수정한다.

다른 실시예에서, 도어 내의 스피커 배치로부터 왜곡이 발생되므로, 스피커는 청취자의 각 측면을 향해 있으며, 스피커는 또한 청취자의 귀가 사운드 분산 각도의 외측에 사실상 배치되도록 되어 있는 사운드 분산 각도에 의해 특징되워진다.

다른 실시예에서, 스피커를 통한 공간적으로 강화된 사운드 신호의 재생은 청취자 쪽으로 겉보기 사운드 이미지를 회전시키는 겉보기 효과를 갖고 있고, 스테레오 정보 내용 신호의 최소 이득은 청취자에 대해 스피커 시스템의 위치 함수이다. 다른 실시예에서, 왜곡은 차량 내부의 흡음 특성으로부터 야기된다.

본 발명의 다른 특징에 의하면, 오디오 강화 장치는 오디오 재생 환경 내에 고정된 위치를 갖는 스피커 시스템을 통한 재생을 위한 스테레오 재생 디바이스에 의해 제공된 좌우 스테레오 입력 신호에 따라 동작가능하며, 이 오디오 강화 장치는 입력 신호가 오디오 재생 환경 내에 있는 스피커 시스템에 의해 재생될 때 생성된 음향 제한을 보상하므로써 개량된 스테레오 이미지를 얻기 위해 스테레오 입력 신호를 수정한다. 오디오 강화 장치는 좌우 스테레오 입력 신호를 수신하고 이를 수정하여 에너지 교정된 좌우 스테레오 신호를 발생시키는 스테레오 이미지 교정 회로를 포함하는데, 상기 에너지 교정된 좌우 신호는 스피커 시스템을 통해 재생되고 오디오 재생 환경에서 청취자에 의해 청취될 때 교정된 공간 응답을 생성하고, 교정된 공간 응답은 청취자가 사실적이고 재배향된 사운드 경험하도록 청취자에 대해 겉보기 사운드 이미지를 생성한다.

오디오 강화 장치의 이 실시예는 강화된 좌우 스테레오 신호가 스피커 시스템을 통해 재생될 때 청취자에 의해 감지된 개선된 사운드 이미지를 제공하도록 겔보기 사운드 이미지를 강화하기 위해서 에너지 교정된 좌우 스테레오 신호를 수신하여 강화된 좌우 스테레오 신호를 발생하는 스테레오 이미지 강화 회로를 더 포함하는데, 여기서 에너지 교정된 좌우 신호는 에너지 교정된 좌우 신호들 간의 거리를 나타내는 제1 차분 신호 성분에 의해 특징되고, 강화된 좌우 스테레오 신호들은 강화된 좌우 신호들 간의 거리를 나타내는 제2 차분 신호 성분에 의해 특징되며, 제2 차분 신호 성분은 제1 차분 신호 성분에 대해 선택적으로 이퀄라이징된다.

다른 실시예에서, 음향 제한은 청취자에 대해 스피커 시스템의 고정 위치의 함수이다. 다른 실시예에서, 음향 제한은 스피커 시스템의 고유 특성이다. 또 다른 실시예에서, 겔보기 사운드 이미지는 스피커 시스템과는 다른 청취자에 대한 방위 및 양각에 의해 정의된다.

다른 실시예에서, 음향 제한은 오디오 재생 환경의 흡음 특성의 함수 및 청취자에 대한 스피커 시스템의 고정 위치의 함수이다. 또 다른 실시예에서, 교정된 공간 응답은 청취자에 대해 100 Hz 이상의 모든 가청 주파수 양단에서 사실상 일정한 음압 에너지 레벨에 의해 특징되워진다.

다른 실시예에서, 스테레오 이미지 교정 회로는 제1 교정된 스테레오 신호 성분을 생성하기 위해 제1 주파수 범위 내의 좌우 입력 신호의 성분을 수정하기 위한 제1 교정 회로, 제2 교정된 스테레오 신호 성분을 생성하기 위해 제2 주파수 범위 내의 좌우 입력 신호의 성분을 개별적으로 수정하기 위한 제2 교정 회로, 및 에너지 교정된 좌우 신호들을 발생하기 위해 제1 및 제2 교정된 스테레오 신호 성분들을 결합하기 위한 수단을 포함한다.

다른 실시예에서, 결합 수단은 또한, 에너지 교정된 좌우 신호를 발생하기 위해 제1 및 제2 교정된 스테레오 신호 성분들과 입력 신호들 중 각각의 신호를 결합한다. 또 다른 실시예에서, 제1 교정된 스테레오 신호 성분은 대략 100 Hz 내지 1 kHz 사이의 주파수를 갖는 신호를 포함하고, 제2 교정된 스테레오 신호 성분은 대략 1 kHz 내지 10 kHz 사이의 주파수를 갖는 신호를 포함한다.

다른 실시예에서, 제2 교정된 스테레오 신호 성분은 에너지 교정 회로에 의해 감쇄된다. 또 다른 실시예에서, 제2 교정 회로는 제2 주파수 범위 내의 입력 신호 성분을 부스트시켜 제2 교정된 스테레오 신호 성분을 발생하며, 결합 수단은 또한 제1 장소 및 제2 장소를 갖는 스위치를 포함하고, 여기서 제2 교정된 스테레오 신호 성분은 스위치가 제1 장소에 있을 때 결합 수단에 의해 제1 교정된 스테레오 신호 성분에 추가되고, 제2 교정된 스테레오 신호 성분은 스위치가 제2 장소에 있을 때 제1 교정된 스테레오 신호 성분으로부터 감산된다.

다른 실시예에서, 스테레오 이미지 강화 회로는 퍼스펙티브 이퀄라이징 곡선을 제1 차분 신호에 적용함으로써 제2 차분 신호를 생성하기 위해 제1 차분 신호의 주파수 응답을 변경하기 위한 이퀄라이저를 포함하는데, 퍼스펙티브 이퀄라이징 곡선은 대략 100 내지 200 Hz의 제1 주파수 범위 내의 최대 이득 주파수에서 발생하는 최대 이득 전환점에 의해 특징되고, 상기 곡선은 대략 1680 내지 5000 Hz의 제2 주파수 범위 내의 최소 이득 주파수에서 발생하는 최소 이득 전환점에 의해 특징되워진다.

다른 실시예에서, 최대 이득은 대략 10 내지 15 dB의 범위 내에 있고, 최소 이득은 대략 0 내지 10 dB의 범위 내에 있다. 또 다른 실시예에서, 최대 이득, 최대 이득 주파수, 최소 이득 및 최소 이득 주파수는 청취자에 대해 스피커 시스템의 고정 위치에 좌우된다. 추가 실시예에서, 퍼스펙티브 이퀄라이징 곡선은 (1) 스피커 시스템으로부터 방출되는 다이렉트-필드 사운드(direct-field sound)의 경로와, (2) 청취자의 전방 시야선에 평행한 평면과의 사이에 생성된 각도의 함수이다.

다른 실시예에서, 오디오 강화 장치는 디지털 신호 프로세서에 의해 디지털 형태로 구현된다. 또 다른 실시예에서, 오디오 강화 장치는 이산 회로 부품을 사용하여 구현된다. 추가 실시예에서, 좌우 스테레오 입력 신호는 모노럴(monophonic) 오디오 신호원으로부터 합성적으로 발생된다. 추가 실시예에서, 좌우 스테레오 입력 신호는 음성-영상 복합 신호의 일부 부분이다.

다른 실시예에서, 오디오 강화 장치는 디지털 및 아날로그 하이브리드 회로로서 구성된다. 또 다른 실시예에서, 오디오 강화 시스템은 반도체 기판 상에 포함된다. 추가 실시예에서, 오디오 강화 시스템은 다중 칩 모듈 내에 포함된다.

다른 실시예에서, 오디오 재생 환경은 자동차 운전사측 반대편에 배치된 제1 및 제2 도어 패넬을 갖는 자동차 내부이고, 스피커 시스템은 제1 도어 패넬 내에 배치된 제1 스피커, 및 제2 도어 패넬 내에 배치된 제2 스피커를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 오디오 재생 환경은 키보드를 갖는 전자 키보드 장치와 관련되어 있고, 스피커 시스템은 전자 키보드 장치에 접속된 제1 및 제2 스피커를 포함하며, 제1 및 제2 스피커는 키보드 아래에 배치된다.

본 발명의 다른 특징에 의하면, 스테레오 강화 디바이스는 한 쌍의 스테레오 좌우 오디오 신호를 수신 또는 입력하고, 처리된 좌우 오디오 신호를 스피커 시스템에 제공하여, 처리된 신호에 대응하는 사운드 이미지를 재생한다. 스테레오 강화 디바이스의 이러한 실시예는 교정된 좌우 오디오 신호를 생성하기 위해 좌우 오디오 신호의 진폭 레벨을 선택적으로 변경하기 위한 수단을 포함하는데, 교정된 좌우 오디오 신호는 교정된 신호가 스피커 시스템을 통해 재생될 때 청취자에 대해 사운드 이미지에 관한 기시점의 감지된 소오스를 전달하고, 기시점의 감지된 소오스는 사운드 이미지에 관한 기시점의 실제 소오스와 별개이며, 교정된 좌우 오디오 신호 내에 존재하는 반사성(reverberant) 사운드 에너지를 강조하기 위해 교정된 좌우 오디오 신호를 강화하기 위한 수단을 더 포함하며, 이 강화 수단은 처리된 좌우 오디오 신호를 생성한다.

다른 실시예에서, 교정된 신호를 강화하기 위한 수단은 차분 신호의 선택된 주파수 성분을 선정된 양만큼 증폭시키고, 차분 신호는 교정된 좌우 오디오 신호 내에 존재하는 스테레오 정보량을 나타내며, 상기 선정된 양은 사운드 이미지에 관한 기시점의 실제 소오스의 함수로서 결정된다. 또 다른 실시예에서, 스피커 시스템을 통한 좌우 오디오 신호의 재생은 청취자에 대해 제1 주파수 종속 음압 응답을 발생하고, 기시점의 감지된 소오스에 위치한 스피커 시스템을 통한 좌우 오디오 신호의 재생은 청취자에 대해 제2 주파수 종속 음압 응답을 발생하며, 교정된 좌우 오디오 신호는 스피커 시스템에 의해 재생될 때 청취자에 대해 제2 주파수 종속 음압 응답을 발생한다.

다른 실시예에서, 선택적 변경 수단은 스테레오 오디오 신호를 저주파 성분과 고주파 성분으로 나누기 위한 수단, 저주파 및 고주파 에너지 교정된 오디오 신호를 발생하기 위해 저주파 및 고주파 성분을 이퀄라이징시키기 위한 수단, 및 교정된 좌우 오디오 신호를 발생하기 위해 저주파 및 고주파 에너지 교정된 오디오 신호들을 결합하기 위한 수단을 더 포함한다.

다른 실시예에서, 저주파 성분은 대략 100 내지 1000 Hz의 주파수 범위 내에 포함되고, 고주파 성분은 대략 1000 내지 10,000 Hz의 주파수 범위 내에 포함된다. 또 다른 실시예에서, 저주파 성분은 스테레오 오디오 신호의 제1 주파수 범위에 대응하고, 고주파 성분은 스테레오 오디오 신호의 제2 주파수 범위에 대응하며, 저주파 성분은 제1 주파수 범위에 걸쳐 부스트되고, 고주파 성분은 제2 주파수 범위에 걸쳐 감쇄된다.

다른 실시예에서, 강화 수단은 교정된 좌 오디오 신호와 교정된 우 오디오 신호의 합을 나타내는 합 신호를 발생하는 수단, 교정된 좌 오디오 신호와 교정된 우 오디오 신호 간의 차를 나타내는 차분 신호를 발생하는 수단, 처리된 차분 신호를 생성하기 위해 제1 주파수 범위보다는 크고 제2 주파수 범위보다는 작은 제3 주파수 범위 내의 차분 신호의 성분에 비례하여 제1 및 제2 주파수 범위 내의 차분 신호의 성분을 부스트시키는 수단, 및 합 신호와 처리된 차분 신호를 결합하여 처리된 좌우 오디오 신호를 생성하는 수단을 포함한다.

다른 실시예에서, 차분 신호는 제3 주파수 범위 내의 최소 이득 주파수에서 발생하는 최소 이득 전환점을 가지며, 이 최소 이득 전환점은 사운드 이미지에 관한 기시점의 실제 소오스의 함수로서 결정된다. 또 다른 실시예에서, 제1, 제2 및 제3 주파수 범위 내의 차분 신호의 성분은 부스팅 수단에 의해 모두 증폭된다.

본 발명의 다른 특징에 의하면, 공간 강화 장치는 오디오 재생 환경 내에 위치한 스피커 시스템으로부터 방출되는 스테레오 이미지를 재배향시켜 강화시킨다. 본 발명의 이러한 특징에서, 공간 강화 장치는 오디오 입력 신호를 수신하고 교정된 오디오 신호를 생성하는 음향 이미지 교정 회로를 포함하는데, 오디오 입력 신호는 스피커 시스템을 통해 재생될 때 청취자에 대해 제1 음압 응답을 생성하고, 교정된 오디오 신호는 스피커 시스템을 통해 재생될 때 제2 음압 응답을 생성하며, 제2 음압 응답은 청취자에 대해 스피커 시스템의 겉보기 위치에 대응하는 겉보기 스테레오 이미지를 발생하고, 음향 이미지 강화 회로는 교정된 오디오 신호를 수신하고 강화된 오디오 신호를 제공하여 스피커 시스템을 통해 재생시키며, 강화된 오디오 신호는 교정된 오디오 신호와 이퀄라이징되어 겉보기 스테레오 이미지를 확장한다.

다른 실시예에서, 교정된 오디오 신호는 교정된 오디오 신호 내에 존재하는 스테레오 정보량을 나타내는 차분 신호를 포함하는 스테레오 신호이고, 음향 이미지 강화 회로는 겉보기 스테레오 이미지를 확장하기 위한 교정된 오디오 신호 내의 반사성 사운드 에너지를 강조하기 위해 차분 신호를 이퀄라이징시킨다.

다른 실시예에서, 교정된 오디오 신호는 교정된 오디오 신호 내에 존재하는 스테레오 정보량을 나타내는 차분 신호를 포함하는 스테레오 신호이고, 음향 이미지 강화 회로는 처리된 차분 신호를 생성하기 위해 이퀄라이징의 퍼스펙티브 레벨에

다른 차분 신호를 이퀄라이징시키며, 이퀄라이징의 퍼스펙티브 레벨은 차분 신호의 주파수에 대하여 변하고 대략 100 내지 200 Hz의 제1 주파수 범위 내의 최대 이득 주파수에서 발생하는 최대 이득, 및 대략 1680 내지 5000 Hz의 제2 주파수 범위 내의 최소 이득 주파수에서 발생하는 최소 이득에 의해 특징되며, 이퀄라이징 레벨은 제1 주파수 범위 이하와 제1 주파수 범위 이상에서는 최소 이득 주파수를 향하여 근접하며, 이퀄라이징 레벨은 또한 최소 이득 주파수 이상으로 증가한다. 또 다른 실시예에서, 최대 이득 및 최소 이득은 오디오 재생 환경 내에 있는 청취자에 대한 스피커 시스템의 실제 위치의 함수이다.

다른 실시예에서, 차분 신호의 이퀄라이징 레벨은 최대 이득에 대한 차분 신호의 저음 감쇄에 의해 특징되고, 저음 감쇄는 최대 이득 주파수 이하에서 발생하며, 저음 감쇄는 차분 신호 주파수 감소에 따라 증가한다. 또 다른 실시예에서, 최대 이득 및 최소 이득은 사전 설정된 이득 레벨에서 고정되고, 최대 이득 및 최소 이득은 스피커 시스템의 실제 위치로부터 방출되어 청취자의 귀에 도달하는 다이렉트-필드 사운드의 각도에 의존한다.

다른 실시예에서, 음향 이미지 교정 회로는 오디오 입력 신호를 수신하고 제1 필터링된 출력 신호를 제공하는 제1 필터를 포함하는데, 이 제1 필터는 제1 전이 대역을 갖는 주파수 응답 특성을 가지며, 오디오 입력 신호는 주파수의 함수로서 제1 전이 대역 전체에 걸쳐 수정된 진폭 레벨을 가지며, 음향 이미지 교정 회로는 오디오 입력 신호를 수신하고 제2 필터링된 출력 신호를 제공하는 제2 오디오 필터를 또 포함하는데, 이 제2 오디오 필터는 제2 전이 대역을 갖는 주파수 응답 특성을 가지며, 오디오 입력 신호는 주파수의 함수로서 제2 전이 대역 전체에 걸쳐 수정된 진폭 레벨을 가지며, 음향 이미지 교정 회로는 제1 및 제2 필터링된 출력 신호의 진폭 레벨을 부스트시키며 제1 및 제2 필터링된 출력 신호를 오디오 입력 신호와 결합하여 교정된 오디오 신호를 발생하기 위한 증폭기를 더 포함하며, 교정된 오디오 신호는 스피커 시스템을 통해 재생될 때 겹보기 스테레오 이미지를 생성한다.

다른 실시예에서, 오디오 입력 신호는 좌 입력 신호와 우 입력 신호를 포함하고, 음향 이미지 교정 회로는 교정된 좌 오디오 신호를 발생하도록 좌 입력 신호를 처리하기 위해 좌 입력 신호를 수신하는 제1 에너지 교정 디바이스 및 교정된 우 오디오 신호를 발생하기 위해 우 입력 신호를 수신하는 제2 에너지 교정 디바이스를 포함하는데, 상기 제1 에너지 교정 디바이스는 좌 입력 신호를 수신하고 교정된 저주파 좌 신호를 제공하며 제1 주파수 범위 내의 좌 입력 신호의 진폭 성분을 부스트하는 저주파 교정 회로, 좌 입력 신호를 수신하고 교정된 고주파 좌 신호를 제공하며 제2 주파수 범위 내의 좌 입력 신호의 진폭 성분을 조정하는 고주파 교정 회로, 및 교정된 좌 오디오 신호를 생성하기 위해 교정된 저주파 및 고주파 좌 신호들을 결합하기 위한 수단을 포함한다.

제2 에너지 교정 디바이스는 또한, 우 입력 신호를 수신하고 교정된 저주파 우 신호를 제공하며 제1 주파수 범위 내의 우 입력 신호의 진폭 성분을 부스트하는 저주파 교정 회로, 우 입력 신호를 수신하고 교정된 고주파 우 신호를 제공하며 제2 주파수 범위 내의 우 입력 신호의 진폭 성분을 조정하는 고주파 교정 회로, 및 교정된 우 오디오 신호를 생성하기 위해 교정된 저주파 및 고주파 우 신호들을 결합하기 위한 수단을 포함한다.

다른 실시예에서, 오디오 재생 환경은 자동차의 내부이고, 자동차는 계기판을 가지며, 겹보기 스테레오 이미지는 계기판의 방향으로부터 청취자 쪽으로 방출된다. 또 다른 실시예에서, 오디오 재생 환경은 옥외 영역이고, 여기서 청취자는 오디오 재생 환경 내의 다수의 위치에 위치할 수도 있다.

다른 실시예에서, 음향 이미지 강화 회로는 음향 이미지 교정 회로에 의해 공급된 교정된 좌우 오디오 신호들을 입력하는 제1 합산 네트워크를 포함하는데, 이 제1 합산 네트워크는 차분 신호 및 합 신호를 발생하며, 차분 신호는 교정된 좌우 오디오 신호 내에 존재하는 스테레오 정보량을 나타내고, 음향 이미지 강화 회로는 또 제1 합산 네트워크에 접속된 이퀄라이저를 포함하는데, 이 이퀄라이저는 처리된 차분 신호의 주파수에 대하여 변하는 이퀄라이징 레벨을 갖는 처리된 차분 신호를 생성하기 위해 차분 신호의 주파수 응답을 수정한다.

이 실시예에서의 이퀄라이징 레벨은 대략 100 내지 200 Hz 사이의 최대 이득 주파수에서 발생하는 최대 이득 및 대략 1680 내지 5000 Hz 사이의 최소 이득 주파수에서 발생하는 최소 이득, 및 최대 이득에 대한 차분 신호의 중간 범위 감쇄에 의해 특징되는데, 중간 범위 감쇄는 최대 이득 주파수 이상에서 발생하고 최소 이득 주파수까지 차분 신호 주파수의 대응하는 증가에 따라 증가하되, 중간 범위 감쇄는 차분 신호 주파수의 증가에 따라 최소 이득 주파수 이상에서 감소한다.

이 실시예의 음향 이미지 강화 회로는 처리된 차분 신호를 수신하고 이 처리된 차분 신호를 합 신호 및 교정된 좌 오디오 신호와 결합하므로써 강화된 출력 신호를 생성하여 스피커 시스템을 통해 재생하는 신호 믹서를 포함하는데, 이 신호 믹서는 또한 처리된 차분 신호를 합 신호 및 교정된 우 오디오 신호와 결합하므로써 강화된 우 출력 신호를 생성하여 스피커 시스템을 통해 재생한다.

본 발명의 다른 특징에 의하면, 음향 에너지 교정 디바이스는 스피커 시스템을 통해 스테레오 신호가 재생될 때 스피커 시스템의 음향 결합을 극복하기 위해서 스테레오 신호의 스펙트럼 밀도를 수정한다. 본 발명의 이러한 특징에서, 음향 에너지 교정 디바이스는 스피커 시스템을 통해 스테레오 신호가 재생될 때 청취자에 대하여 원하는 음향 공간 응답을 얻도록 스테레오 신호의 진폭을 조정하기 위해 스테레오 신호를 수신하는 보상 회로를 포함하는데, 이 보상 회로는 스테레오 신호를 수신하고 이 스테레오 신호를 제1 주파수 범위에 걸쳐 제1 주파수 함수로서 부스트하여 제1 교정된 스테레오 신호를 생성하는 제1 교정 회로, 및 스테레오 신호를 수신하고 이 스테레오 신호를 제2 주파수 범위에 걸쳐 제2 주파수 함수로서 조정하여 제2 교정된 스테레오 신호를 생성하는 제2 교정 회로를 포함하는데, 여기서 제1 주파수 함수는 제2 주파수 함수에 의존하고, 상기 보상 회로는 에너지 교정된 출력 신호를 생성하기 위해 제1 및 제2 교정된 스테레오 신호들을 결합하기 위한 수단을 더 포함한다.

다른 실시예에서, 제1 주파수 범위는 대략 1000 Hz 이하의 가청 주파수를 포함하고, 제2 주파수 범위는 대략 1000 Hz 이상의 가청 주파수를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 스테레오 신호는 또한 결합 수단에 의해 제1 및 제2 교정된 스테레오 신호와 결합된다. 추가 실시예에서, 제1 교정 회로에 의해 인가된 부스트 레벨은 대응하는 주파수 증가에 따라 증가한다.

다른 실시예에서, 제2 교정 회로는 제2 주파수 범위 내의 스테레오 신호를 부스트하고, 이러한 부스트 레벨은 대응하는 주파수 증가에 따라 증가한다. 또 다른 실시예에서, 제2 교정 회로는 제2 주파수 범위 내의 스테레오 신호를 감쇄시킨다.

추가 실시예에서, 음향 에너지 교정 디바이스는 교정된 스테레오 신호를 수신하고 결합 수단에 접속된 출력을 제공하는 전자 스위치를 더 포함하는데, 이 전자 스위치는 제1 위치 및 제2 위치를 가지며, 제1 및 제2 교정된 스테레오 신호는 스위치가 제1 위치에 있을 때 결합 수단에 의해 추가되고, 제2 교정된 스테레오 신호는 스위치가 제2 위치에 있을 때 제1 교정된 스테레오 신호로부터 감산된다.

본 발명의 다른 특징에 의하면, 전자 디바이스는 음향 트랜스듀서를 통해 재생된 사운드 신호로부터 겉보기 사운드 이미지를 생성한다. 본 발명의 특징에서, 전자 디바이스는 사운드 신호를 수신하고 제1 필터링된 출력 신호를 제공하는 제1 필터를 포함하는데, 이 제1 필터는 제1 통과 대역 및 제1 전이 대역을 갖는 주파수 응답 특성을 가지며, 사운드 신호는 주파수 함수로서 제1 전이 대역 전체에 걸쳐 수정된 진폭 레벨 및 제1 통과 대역 내의 사실상 균일한 수정 레벨을 가지며, 전자 디바이스는 또 사운드 신호를 수신하고 제2 필터링된 출력 신호를 제공하는 제2 오디오 필터를 포함하는데, 이 제2 오디오 필터는 제2 통과 대역 및 제2 전이 대역을 갖는 주파수 응답 특성을 가지며, 사운드 신호는 주파수 함수로서 제2 전이 대역 전체에 걸쳐 수정된 진폭 레벨 및 제2 통과 대역 내의 사실상 균일한 수정 레벨을 가지며, 전자 디바이스는 또 제1 및 제2 필터링된 출력 신호의 진폭 레벨을 부스트하고 제1 및 제2 필터링된 출력 신호를 사운드 신호와 결합하여 에너지 교정된 사운드 신호를 발생하기 위한 증폭 수단을 포함하는데, 에너지 교정된 사운드 신호는 음향 트랜스듀서를 통해 재생될 때 겉보기 사운드 이미지를 생성한다.

다른 실시예에서, 제2 필터링된 출력 신호는 제1 필터링된 출력 신호 및 사운드 신호와 결합될 때 증폭 수단에 의해 반전된다. 또 다른 실시예에서, 제1 및 제2 오디오 필터들은 고역 필터이고, 제1 전이 대역은 대략 100 Hz와 1000 Hz 사이의 주파수 범위를 가지며, 제2 전이 대역은 대략 1000 Hz와 10 kHz 사이의 주파수 범위를 가진다.

추가 실시예에서, 전자 디바이스는 에너지 교정된 사운드 신호를 공간적으로 강화하기 위한 수단을 포함하는데, 이 에너지 교정된 사운드 신호는 좌 에너지 교정된 신호 및 우 에너지 교정된 신호를 포함한다. 상기 공간적 강화 수단은 에너지 교정된 좌우 신호들의 합을 나타내는 합 신호를 발생하기 위한 수단, 에너지 교정된 좌 신호와 에너지 교정된 우 신호 사이의 차를 나타내는 차분 신호를 발생하기 위한 수단, 처리된 차분 신호를 생성하기 위해 제1 주파수 범위보다는 크고 제2 주파수 범위보다는 작은 제3 주파수 범위 내의 차분 신호의 성분 분해에 대해 제1 및 제2 주파수 범위 내의 차분 신호의 성분을 부스트하기 위한 이퀄라이저, 및 공간적으로 강화된 좌우 출력 신호를 생성하기 위해 합 신호와 처리된 차분 신호를 결합하기 위한 수단을 포함한다.

다른 실시예에서, 사운드 신호는 좌우 신호들을 포함하고, 증폭 수단은 필터링된 출력 신호의 좌 신호 성분을 부스트하기 위한 제1 증폭기, 및 필터링된 출력 신호의 우 신호 성분을 부스트하기 위한 제2 증폭기를 포함하는데, 제1 및 제2 증폭기는 부스트의 가변 레벨을 필터링된 출력 신호에 적용하고, 부스트의 레벨은 제1 및 제2 조의 가변 저항을 통해 조정가능하며, 제1 및 제2 조의 가변 저항은 필터링된 출력 신호를 증폭 수단에 전달한다.

본 발명의 다른 특징은 또한 오디오 신호가 사운드 시스템의 스피커를 통해 재생될 때 사운드 에너지의 왜곡을 보상하도록 오디오 신호를 처리하는 방법을 제공하고 있다. 본 발명의 이 방법은: (a) 제1 전이 대역과 제1 주파수 통과 대역에 의해 특성화된 제1 필터링된 오디오 신호를 생성하는 단계; (b) 제2 전이 대역과 제2 주파수 통과 대역에 의해 특성화된 제2 필

터링된 오디오 신호를 생성하는 단계; (c) 상기 제1 전이 대역 내의 주파수의 함수로서 상기 제1 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스트하는 단계; (d) 상기 제1 통과 대역 내의 고정량 만큼 상기 제1 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스트하는 단계; (e) 상기 제2 전이 대역 내의 주파수의 함수로서 상기 제2 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계; (f) 상기 제2 통과 대역 내의 고정량 만큼 상기 제2 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계; (g) 공간적으로 교정된 오디오 신호를 생성하여 이 신호가 상기 스피커를 통해서 재생될 때 교정된 사운드 이미지를 생성하기 위하여 상기 부스트된 제1 필터링된 오디오 신호와 상기 수정된 제2 필터링된 오디오 신호를 결합하는 단계; 및 (h) 상기 교정된 사운드 이미지를 확장하기 위하여 상기 교정된 오디오 신호를 공간적으로 강화시키는 단계를 포함한다.

다른 실시예에서, 상기 제1 전이 대역은 대략 1000 Hz 아래의 주파수 범위이며, 상기 제1 통과 대역은 대략 1000 Hz보다 높은 주파수를 포함하며, 상기 제2 전이 대역은 대략 1000 Hz 내지 10,000 Hz의 주파수 범위이며, 상기 제2 통과 대역은 대략 10,000 Hz보다 높은 주파수를 포함한다. 다른 실시예에서, 교정된 오디오 신호를 공간적으로 강화시키는 단계는 (a) 공간적으로 교정된 오디오 신호의 스테레오 정보 내용을 나타내는 차분 신호를 발생하는 단계; 및 (b) 퍼스펙티브 이퀄라이징 곡선을 차분 신호에 적용함으로써 상기 처리된 차분 신호를 생성하기 위해 차분 신호를 변경하고, 퍼스펙티브 이퀄라이징 곡선은 대략 100 내지 200 Hz의 제1 주파수 범위 내의 최대 이득 주파수에서 발생하는 최대 이득 전환점에 의해 특성화되며, 이퀄라이징 곡선은 대략 1680 내지 5000 Hz의 제2 주파수 범위 내의 최소 이득 주파수에서 발생하는 최소 이득 전환점에 의해 특징되는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 특징은 오디오 신호가 재생 환경 내에 배치된 스피커 시스템을 통해 재생될 때 오디오 재생 환경 내의 청취자에 의해 감지된 음향 공간 왜곡을 보정하기 위한 방법을 제공한다. 이 방법은 (a) 대략 1000 Hz 아래의 제1 주파수 범위 내의 제1 그룹의 신호 성분 및 대략 1000 Hz 이상의 제2 주파수 범위 내의 제2 그룹의 신호 성분으로 상기 오디오 신호를 분리하는 단계; (b) 제1 그룹의 수정된 신호 성분을 생성하기 위하여 상기 제1 주파수 범위에 걸쳐서 주파수 함수로서 상기 제1 그룹의 신호 성분의 진폭 레벨을 부스팅하는 단계; (c) 제2 그룹의 수정된 신호 성분을 생성하기 위하여 상기 제2 주파수 범위에 걸쳐서 주파수 함수로서 상기 제2 그룹의 신호 성분의 진폭 레벨을 조정하는 단계; 및 (d) 에너지-교정된 오디오 출력 신호를 생성하기 위하여 상기 제1 그룹의 수정된 신호 성분과 상기 제2 그룹의 수정된 신호 성분을 결합하는 단계를 포함한다.

다른 실시예에서, 제2 그룹의 수정된 신호 성분은 제2 그룹의 신호 성분에 대해 감쇄된다. 또 다른 실시예에서, 이 방법은 제2 주파수 범위에 걸쳐서 사실상 교정된 양 만큼 제2 주파수 범위 내의 오디오 신호의 진폭 레벨을 부스트하는 단계를 더 포함하는데, 상기 교정된 양은 제1 그룹의 신호 성분에 인가된 부스트의 최대 레벨에 대응한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 한 쌍의 입력 스테레오 신호로부터 실제의 스테레오 이미지를 형성하기 위한 스테레오 강화 회로에 동작되게 접속된 스테레오 이미지 교정 회로의 개략적 블록도.

도 2는 채널 내부의 스피커 위치를 측면에서 본 차량도.

도 3은 채널 내부의 스피커 위치를 상부에서 본 도 2의 차량도.

도 4A는 오디오 재생 시스템의 원하는 음압 대 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 4B는 제1 오디오 재생 환경에 대응하는 음압 대 주파수 특성을 나타내는 그래프.

도 5는 한 쌍의 입력 스테레오 신호로부터 실제 스테레오 이미지를 형성하는 스테레오 이미지 강화 회로에 동작되게 접속된 에너지 교정 회로의 개략적 블록도.

도 6A는 바람직한 실시예에 따른 저주파수 교정 회로에 의해 제공된 여러 레벨의 신호 수정을 나타내는 그래프.

도 6B는 바람직한 실시예에 따른 오디오 신호의 고주파수 성분을 부스트하기 위한 고주파수 교정 회로에 의해 제공된 여러 레벨의 신호 수정을 나타내는 그래프.

도 6C는 바람직한 실시예에 따른 오디오 신호의 고주파수 성분을 감쇄하기 위한 고주파수 교정 회로에 의해 제공된 여러 레벨의 신호 수정을 나타내는 그래프.

도 6D는 스테레오 이미지를 재배치하기 위한 음압 교정의 가능 범위를 도시하는 합성 에너지 교정 곡선을 나타내는 그래프.

도 7은 다양한 정도의 스테레오 이미지 강화를 성취하도록 오디오 차분 신호에 적용된 여러 레벨의 이퀄라이제이션을 나타내는 그래프.

도 8A은 제1 위치에 위치한 스피커로부터 청취자에 의해 청취된 사운드의 감지 음원과 실제 음원을 나타내는 다이어그램.

도 8B은 제2 위치에 위치한 스피커로부터 청취자에 의해 청취된 사운드의 감지 음원과 실제 음원을 나타내는 도면.

도 9는 주파수 광대역을 통해 음압 레벨의 오디오 신호를 변경하기 위한 에너지 교정 회로의 개략도.

도 10은 도 9의 에너지 교정 회로에 관련하여 사용되는 스테레오 이미지 강화 회로의 개략도.

도 11은 도 9의 에너지 교정 회로와 관련하여 사용되는 스테레오 이미지 강화 회로의 대체 실시예의 개략도.

도 12는 본 발명의 대체 실시예에 사용되는 베이스 부스트 회로의 개략도.

도 13은 본 발명을 적용하는 데에 적합한 제1 대체 오디오 재생 환경도.

도 14는 본 발명을 적용하는 데에 적합한 제2 대체 오디오 재생 환경의 사시도.

실시예

먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예를 나타내는 블록도를 도시하고 있다. 특히, 음향 교정 장치(20)는 스테레오 이미지 강화 회로(24)에 결합된 스테레오 이미지 교정 회로(22)를 포함한다. 이미지 교정 회로(22)는 좌 스테레오 신호(26)와 우 스테레오 신호(28)를 입력한다. 이미지 교정된 좌 스테레오 신호, L_c 및 우 스테레오 신호, R_c 는 각각 경로(27 및 29)를 따라 스테레오 이미지 강화 장치(24)에 전송된다. 스테레오 이미지 강화 회로(24)는 신호, L_c 및 R_c 를 처리하여, 좌 출력 신호(30) 및 우 출력 신호(32)를 제공한다. 출력 신호(30 및 32)는 차례로 몇 가지 다른 형태의 신호 컨디셔닝 회로에 접속될 수 있거나, 스피커(도시 생략)에 직접 접속될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서는, 스테레오 이미지 교정 회로(22) 및 스테레오 이미지 강화 회로(24)가 함께 사운드 재생 환경의 음향적인 결함을 제거할 수 있도록 동작한다. 이러한 사운드 재생 환경은 극장 복합체 만큼 클 수도 있고 또는 휴대용 전자 키보드와 같이 작을 수도 있다. 본 발명의 장점이 특히 효과적인 환경중 하나가 자동차의 내부이다.

도 2를 참조하면, 오디오 재생 시스템을 갖는 차량(40)은 차량(40)의 내부 좌석 배치와 스피커 위치를 측면도로로 표시하고 있다. 유사하게, 도 3에서는, 오디오 재생 시스템의 동일한 스피커 위치를 상면도로로 도시하고 있다. 차량(40)의 내부는 전방부(42)와 후방부(44)로 분리할 수 있다. 차량(40)의 사운드 시스템은 전방부 착석자(48)의 팔이나 발 근처에 장착된 한 쌍의 도어 장착식 스피커(46)를 포함한다. 유사하게, 차량(40)의 후방부(44)도 또한 한 쌍의 도어 장착식 스피커(50)를 포함한다. 스피커 쌍(46 및 50)의 위치는 자동차 제작자의 선택에 따라 달라질 수 있다. 그러나, 어떤 차량에서는 도어 장착식 스피커(46 및 50)가 후방 물품 트레이(54)상에 장착된 스피커(52)로 대체 또는 보충될 수 있다.

부가하여, 어떤 자동차 스테레오 시스템은 고주파수의 사운드가 아닌 중간 범위의 주파수 또는 저주파수의 사운드를 여러 위치에서 재생하는 개별적인 스피커 위치를 가질 수도 있다. 도 2의 차량(40)은 이러한 스테레오 시스템을 나타내고 있다. 특히, 한 쌍의 고주파수 스피커(56), 즉 트위터(tweeter)는 착석자(48) 위에 장착되어 있다. 스피커(56)의 장착 위치는 차량(40) 내의 물체로부터 발생할 수 있는 고주파수 사운드의 왜곡과 간섭을 방지하도록 하여 결정될 수 있다.

도 2에서 나타난 스피커 위치와는 별개로, 자동차 내에는 제작자나 수리 전문가에 의해 스피커를 위치할 수 있는 여러 다른 위치가 가능하다. 예를 들어, 스피커는 계기판(55) 또는 도어 패널(58)의 여러 위치에 위치될 수 있다. 차량 스테레오 시스템의 형태나 그 내부의 스피커의 위치에 상관 없이 차량 내에 위치한 청취자에 대해서는 스테레오 시스템으로부터 정면 스테레오 이미지를 성취하는 것이 요망된다.

도 4A은 오디오 재생 환경 내에서 청취자의 외귀에 나타나는, 원하는 주파수 응답 특성을 나타내는 그래프이다. 곡선(60)은 데시벨로 측정된 음압 레벨(SPL) 대 주파수의 함수이다. 도 4A에서 나타난 바와 같이, 음압 레벨은 모든 가청 주파수에 대해 비교적 일정한 값이다. 곡선(60)은 청취자 바로 앞에서 대략 귀 높이로 위치된 한 쌍의 가상 스피커를 통한 핑크 노이즈의 재생으로부터 성취될 수 있다. 핑크 노이즈는 옥타브 당 동일한 에너지를 갖는 오디오 주파수 스펙트럼에 대해 전달된 사운드를 말한다. 특히, 곡선(60)의 플랫 주파수 응답은 스피커 시스템에 내재한 음향 한계치에 응답하여 진동할 수 있다.

곡선(60)은 청취자의 귀에 의해 처리되기 전에 존재하는 음압 레벨을 나타낸다. 도 2 및 도 3을 다시 참조하면, 곡선(60)으로 나타난 플랫 주파수 응답은 도시한 바와 같이 방향 A로, 계기판(55)의 위치로부터 착석자(48) 쪽으로 방출되는 사운드와 일치한다. 인간의 귀는 사운드 신호에 대해 그 자신의 귀 응답을 제공함으로써 곡선(60)으로 나타난 바와 같은 사운드를 처리하게 된다. 이 인간의 귀 응답은 귀의 귀바퀴와 속이로 실행된다.

그러나, 많은 차량의 사운드 재생 시스템의 주파수 응답 특성은 도 4A에서 나타난 바람직한 특성을 제공하지 못한다. 반대로, 스피커는 다른 인간 공학적인 필요 조건에 충족하기 위해 음향적으로 바람직하지 않은 위치에 위치될 수도 있다. 도 2를 참조하면, 도어 장착식 스피커(46 및 50)는 차단받지 않은 편리한 위치에 위치되어 있다. 그러나, 이런 위치에서는, 스피커(46 및 50)으로부터 방출되는 사운드가 착석자(48)에 관련한 스피커(46 및 50)의 단순한 위치만으로 스펙트럼이 왜곡될 수 있다. 더구나, 착석자(48)의 발과 자동차 시트(45)와 같은, 자동차(40)의 내부 구조물이 최종적인 사운드 신호를 흡수하거나 진폭을 왜곡시킬 수 있다. 고주파수 사이에 빈번히 발생하는 이런 흡수가 종래 기술의 오디오 강화 시스템에서의 중요 안전이 되어 왔다.

스펙트럼 및 진폭 왜곡의 결과로, 착석자(48)에 의해 감지된 스테레오 이미지가 공간적으로 왜곡되어 원하지 않는 청취 경험을 제공할 수 있다. 도 4B-4D는 여러 자동차 사운드 재생 시스템에 대한 공간 왜곡의 레벨을 그래프로 나타내고 있다. 도 4B-4D에서 도시한 왜곡 특성은 청취자의 귀 근처에 존재하는, 데시벨로 측정된 음압 레벨을 나타낸다.

도 4B의 주파수 응답 곡선(64)은 약 100Hz 이상의 주파수에서 음압 레벨이 감소하고 있다. 곡선(64)은 자동차 내에서 청취자 아래에 장착된 우퍼(woofer) 및 트위터를 포함하는 스피커로부터 발생하는 가능한 음압 특성을 나타낸다. 예를 들어, 도 2의 스피커(46)가 트위터를 포함한다고 가정하면, 이러한 스피커(46)만을 통해 재생되는 오디오 신호는 도 4B의 응답을 나타낼 수 있다. 도 4B의 음압 응답이 도 2의 자동차에서 성취된다고 가정하면, 착석자(48)는 전방부(42)의 하측부에 최종 사운드 이미지를 국부화시킬 수 있다.

감소 곡선(64)과 관련된 특정 경사는 자동차의 실내, 스피커의 질, 및 도어 패널(58) 내의 스피커의 정확한 위치에 따라서 변할 가능성이 있으며, 완전한 직선이 아닐 수도 있다. 예를 들어, 가죽이나 비닐 실내는 섬유 실내 보다 특히 고 주파수에서 오디오 신호를 더욱 반향하게 된다. 특수 왜곡의 정도는 스피커가 청취자로부터 더 멀리 떨어져 위치함에 따라 크게 변하게 된다.

도 4C은 오디오 신호의 제1 주파수 범위가 스펙트럼 왜곡되지만, 신호의 고주파수 범위는 왜곡되지 않는 경우의 음압 주파수 특성(68)을 나타내는 그래프이다. 특성 곡선(68)은 청취자 아래에 위치되는 저주파수 내지 중간 주파수의 스피커와 청취자의 귀 근처나 귀 높이에 위치되는 고주파수 스피커를 갖는 스피커 구성으로부터 성취될 수 있다. 도 2를 다시 참조하면, 이러한 저주파수 내지 중간 주파수의 스피커가 스피커(46)에 대응할 수 있는 한편, 고주파수 스피커(도시 생략)는 계기판(55)상의 어딘가에 위치될 수 있다. 이런 구성에 의하면, 주파수 응답 곡선(68)은 약 100Hz에서 최대 진폭 레벨을 가지며 약 1000Hz 까지 주파수의 함수로 감소한다. 1000Hz에서 곡선(68)은 다시 최대 진폭 레벨로 증가한다. 1000Hz 이상으로 음압 레벨이 증가하는 것은 차량의 착석자(48) 바로 앞에서 차단받지 않은 위치에 트위터를 설치한 직접적인 결과이다. 특성 곡선(68)으로부터 결과된 사운드 이미지는 도 2의 착석자(48) 아래에 위치된 저주파수 성분과, 착석자의 귀 위치 근처에 위치된 고주파수 성분을 가지게 된다.

도 4D는 저주파수 사이에서 음압 레벨이 감소하고 고주파수 사이에서 음압 레벨이 상승한 음압 대 주파수 특성(70)을 나타내는 그래프이다. 특성 곡선(70)은 청취자 아래에 위치된 중간 내지 저 주파수 스피커와 청취자 위에 위치된 고주파수 스피커를 갖는 스피커 구성으로부터 성취된다. 이러한 구성은 도 2의 스피커(46 및 50)를 포함하는 오디오 시스템에 대응한다. 귀 위에 위치된 트위터를 자동차의 천정에 설치하게 되면, 착석자의 귀에 바로 차단받지 않는 비교적 짧은 경로를 제공하게 된다. 따라서, 도 4D의 곡선(70)이 나타난 바와 같이, 1000Hz 이상의 주파수에서의 음압 레벨은 저주파수 보다 상당히 클 수 있어, 근처의 청취자에게는 바람직하지 않은 오디오 효과를 형성할 수 있다. 특성 곡선(70)으로부터 나온 사운드 이미지는 도 2의 착석자(48) 아래에 위치된 저주파수 성분과, 착석자(48) 위에 위치된 고주파수 성분을 갖는다.

도 4B-4D의 오디오 특성은 전방부(42)(도 2에 도시함) 내에서 성취가능하며 착석자(48)에 의해 가청되는 여러 음압 레벨을 나타낸다. 전방부와 후방부를 갖는 자동차 재생 환경에서는, 각 전방부와 후방부 내에 사운드 이미지를 재조정하는 것이 가능하다. 대부분의 자동차에는 이러한 개별적인 신호 교정을 허용하는 개별적인 전방 채널과 후방 채널이 설치되어 있다. 후방부(44)의 공간 왜곡을 교정하는 데에 필요한 신호 컨디셔닝은 특정 스피커 위치에 따라 다르다. 예를 들어, 도 2의 스피커(50)는 한 쌍의 스피커(46)와 거의 동일한 레벨의 공간 교정을 필요로 한다. 이것은 스피커(46 및 50)가 각각 전방부 착석자(48)와 후방부 착석자에 대해 동일한 위치에 위치되어 있기 때문이다. 그러나, 후방 채널 스피커가 상향 스피커(52)로 구성되거나, 부가적으로 포함되어 있다면, 차량(40)의 후방 청취 공간의 공간 왜곡을 교정하기 위해 여러 레벨의 컨디셔닝이 적용된다.

도 4B-4D의 오디오 응답 곡선은 청취자의 귀에 존재하는 오디오 신호가 여러 오디오 재생 시스템에 의해 어떻게 왜곡되는지를 나타내는 몇가지 예이다. 임의의 주파수에서의 정확한 레벨의 공간 왜곡은 재생 시스템과 재생 환경에 따라 다양하게 변하게 된다. 여기에서 설명되는 본 발명의 바람직한 실시예를 적용하게 되면, 실제 스피커 위치의 것과는 다른, 교정된 청취자에 대한 겉보기 높이와 방위 좌표로 형성된 스피커 시스템의 명확한 위치를 발생시킬 수 있다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예의 상세 블록도를 나타낸다. 바람직한 실시예는 좌 및 우 스테레오 신호(26 및 28)를 입력하는 스테레오 이미지 교정 회로(22)를 포함한다. 이미지 교정 회로(22)는 가청 주파수 스펙트럼을 비교적 낮은 주파수를 포함하는 제1 주파수 성분과, 비교적 높은 주파수를 포함하는 제2 주파수 성분으로 바람직하게 분할하여 여러 사운드 시스템의 왜곡된 스펙트럼 밀도를 교정한다. 좌와 우 신호(26 및 28) 각각은 대응하는 저주파수 교정 회로(80, 82)와, 고주파수 교정 회로(84 및 86)를 통해 개별적으로 처리된다. 바람직한 실시예에서 교정 회로(80 및 82)는 약 100 내지 1000Hz인 비교적 낮은 주파수 범위에서 동작하는 한편, 교정 회로(84 및 86)는 1000 내지 10,000Hz인 비교적 높은 주파수 범위에서 동작하는 것에 유의해야 한다. 이것은 저주파수가 100Hz 까지의 주파수를 나타내고, 중간 주파수는 100 내지 4kHz 사이의 주파수를 나타내고, 고주파수는 4kHz 이상의 주파수를 나타내는 일반적인 오디오 방식과 혼동되어서는 안된다.

입력 오디오 신호의 저주파수 성분과 고주파수 성분을 분리함으로써, 음압 레벨의 교정을 다른 것과 상관 없이 하나의 주파수 범위에서 행할 수 있다. 교정 회로(82, 84, 86, 및 88)은 입력 신호(26 및 28)를 수정하여 스피커에 의한 재생시 입력 신호의 스펙트럼 및 진폭 왜곡을 교정한다. 원래의 입력 신호(26 및 28)와 함께, 최종 신호가 각 가산부(90 및 92)에서 결합된다. 교정된 좌 스테레오 신호 L_c 와, 교정된 우 스테레오 신호 R_c 는 각각 출력(94, 96)을 따라 제공된다.

출력(94 및 96)에서 교정된 스테레오 신호는 착석자(48)의 귀에 나타나는 플랫폼, 즉 균일한 주파수 응답을 가진다(도 2 참조). 이 공간 교정된 응답은 도 2의 스피커(46)로부터 사운드가 나올 때 착석자(48) 바로 앞에 위치된 것과 같은 겉보기 음원을 형성한다. 일단 음원이 오디오 신호의 에너지 교정을 통해 적당한 곳에 위치되면, 스테레오 강화 회로(24)는 스테레오 신호를 조절하여 겉보기 음원으로부터 방출되는 스테레오 이미지를 확장시킨다. 도 8A 및 8B와 관련하여 살펴본 바와 같이, 스테레오 이미지 강화 회로(24)는 실제 음원 위치를 보상하기 위해서 스테레오 배향 장치(130)를 통한 조절을 필요로 한다.

바람직한 실시예에서, 스테레오 강화 시스템(24)은 좌와 우 스테레오 신호에 존재하는 신호차 정보를 이퀄라이즈한다. 여기에 개시된 스테레오 강화 시스템(24)은 계류중인 출원 번호 08/430,751에서 개시된 것과 유사하다. 본 발명에서 사용되는 관련 스테레오 강화 시스템은 본 발명의 발명자중 한 명인 아놀드 클라만에게 주어진 미국 특허 번호 4,748,669 및 4,866,774에 또한 개시되어 있다. 본 명세서에서는, 미국 특허 번호 4,748,669, 미국 특허 번호 4,866,774 및 출원 번호 08/430,751가 참조되고 있다.

경로(94 및 96)를 통해 전송된 신호 L_c 및 R_c 는 강화 시스템(24)에 의해 입력되어 고대역 통과 필터(98)에 공급된다. 필터(98)는 실제로 두 개의 개별적인 고대역 통과 필터로 이루어질 수 있다. 필터(98)는 신호차가 존재할 수 있는 약 100Hz 이하의 베이스 성분을 감소하도록 설계된 사전 조정 필터이다. 필터(98)로부터의 출력은 신호차 발생기(100)에 전송된다. 교정된 좌 및 우 입력 신호의 스테레오 내용을 나타내는 신호차($L_c - R_c$)가 출력(102)에 존재한다. 스테레오 이미지 교정 회로(22)로부터의 출력에 또한 가산 신호 발생기(104)에 직접 전송된다. 교정된 좌 및 우 스테레오 신호의 합산을 나타내는 가산 신호, ($L_c + R_c$)가 출력(106)에서 발생된다.

출력(102 및 106)에서의 신호합과 신호차가 각각 개별적인 레벨 조정 장치(108 및 110)에 공급된다. 장치(108 및 110)는 가상적으로 전위차계 또는 유사한 임피던스 가변 장치이다. 이 장치(108 및 110)는 통상적으로 수동 조절되어 출력 신호에 존재하는 신호합과 신호차의 기본 레벨을 조절한다. 이것은 재생되는 사운드의 형태에 따라 그리고 사용자 개인의 취

향에 따라 사용자가 스테레오 강화의 레벨 및 형태를 만들 수 있게 한다. 신호합의 기본 레벨 증가는 한 쌍의 스피커 사이에 위치한 중앙 스테이지에서의 오디오 정보를 강조한다. 반대로, 신호차의 기본 레벨 증가는 대형 사운드 이미지의 감지를 형성하는 주변 사운드 정보를 강조한다. 음악 형태와 시스템 구성 파라미터가 알려져 있거나, 수동 조절이 실용적이지 못한 몇몇 오디오 장치에서는, 조정 장치(108 및 110)를 제거하여 신호합과 신호차 레벨을 미리 결정하거나 고정되게 할 필요가 있다.

장치(110)의 출력은 입력(122)에서 스테레오 강화 이퀄라이저(120)에 공급된다. 이퀄라이저(120)는 저역 통과 필터(124)와 고역 통과 필터(126)를 신호차에 개별적으로 적용하므로써 입력(122)에 나타나는 신호차를 스펙트럼으로 나타낸다. 필터(124 및 126)에 의해 제공된 컨디셔닝에 추가하여, 신호차 레벨이 스테레오 배향 회로(130)에 의해 개별적으로 조절된다. 필터(124, 126)와 배향 회로(130)로부터의 출력 신호는 각각 경로(132, 134, 및 136)를 따라 이퀄라이저(120)를 빠져나간다.

경로(132, 134, 및 136)를 따라 전달된 수정 신호차는 출력(140)을 따라 나타나는 처리된 신호차, $(L_c - R_c)_p$ 의 성분이다. 처리된 신호차는 믹서(142)에 입력되고, 이 믹서는 또한 장치(106)로부터의 신호합과, 출력(94 및 96)으로부터의 스테레오 신호 L_c 및 R_c 를 수신한다. 이들 신호 모두는 믹서(142) 내에서 결합되어 공간 교정된 좌 출력 신호(30) 및 우 출력 신호(32)을 발생한다.

강화 회로(24)에 의해 제공된 좌 및 우 출력 신호(30 및 32)의 컨디셔닝을 다음 수학식으로 나타낸다:

수학식 1

$$L_{out} = L_c + K_1(L_c + R_c) + K_2(L_c - R_c)_p$$

수학식 2

$$R_{out} = R_c + K_1(L_c + R_c) - K_2(L_c - R_c)_p$$

상기 수학식들의 입력 신호 L_c 및 R_c 는 교정된 스테레오 소스 신호를 이상적으로 나타내고 있지만, 이들은 모노널 소스로부터 합성적으로 발생될 수 있다. 이러한 본 발명으로 사용될 수 있는 스테레오 합성 방법중 하나가 아놀드 클레이만에게 하여되며 여기에서 참조되고 있는 미국 특허 번호 4,841,572에서 개시되어 있다.

이미지 교정 특성

도 6A-6C는 한 쌍의 스테레오 신호로부터 발생된 재배치 이미지를 성취하기 위해서, "저" 및 "고" 주파수 교정 회로(80, 82, 84, 86)로 제공된 공간 교정의 레벨을 나타내는 그래프이다.

도 6A를 먼저 참조하면, 교정 회로(80 및 82)로 제공된 가능한 레벨의 공간 교정을 다른 진폭 대 주파수 특성을 갖는 곡선으로 나타낸다. 회로(80 및 82)에 의해 제공된, 최대 레벨의 교정이나 부스트(dB로 측정)를 교정 곡선(150)으로 나타낸다. 곡선(150)은 약 100Hz 및 1000Hz의 제1 주파수 범위 내에서 부스트 레벨이 증가하고 있다. 1000Hz 이상의 주파수에서, 부스트의 레벨은 일정한 레벨로 유지된다. 곡선(152)은 거의 제로 레벨의 교정을 나타낸다.

당업자에게, 통상의 필터는 보통 차단 주파수로 분리된 통과 대역과 정지 대역의 주파수로 특징화될 수 있다. 도 6A-6C의 교정 곡선은, 통상의 신호 필터로 나타냈지만, 통과 대역, 정지 대역, 및 전이 대역으로 특징화될 수 있다. 도 6A의 특성에 따라 구성된 필터는 약 1000Hz 이상의 통과 대역, 100 및 1000Hz 사이의 전이 대역 및 약 100Hz 이하의 정지 대역을 갖는다. 도 6B 및 도 6C에 따른 필터는 약 10kHz 이상의 통과 대역, 약 1kHz와 10kHz 사이의 전이 대역 및 약 1kHz 이하의 정지 대역을 갖는다. 바람직한 실시예에 따라 사용되는 필터는 오직 일차 필터이기 때문에, 통과, 정지 및 전이 대역을 정의하는 주파수들은 오직 설계 목표이다. 정확한 특성 주파수는 임의의 회로에 대해서만 크게 변하게 된다.

도 6A-6C에서 나타낼 수 있는 바와 같이, 회로(80, 82, 84 및 86)에 의한 오디오 신호의 공간 교정은 통과 대역 내에서 거의 균일하지만, 전이 대역 내에서는 주파수에 크게 의존한다. 오디오 신호에 인가되는 음향 교정량은 도 6A-6C의 전이

대역의 경사를 수정시키는 스테레오 이미지 교정 회로(22)의 조정을 통해 주파수의 함수로 변할 수 있다. 결과적으로, 주파수 의존 교정은 100과 1000Hz 사이의 제1 주파수 범위에 적용되고, 1000 내지 10,000Hz의 제2 주파수 범위에 적용된다. 무한 개수의 교정 곡선이 교정 회로(80, 82, 84 및 86)의 개별 조정으로 가능하다.

바람직한 실시예에 따르면, 고주파수 스테레오 신호 성분의 공간 교정이 약 1000Hz와 10,000Hz 사이에서 발생한다. 이들 신호 성분의 에너지 교정은 도 6B에서 나타낸 바와 같이 양의 값, 즉 부스트되거나, 도 6C에서 나타낸 바와 같이, 음의 값, 즉 감쇄될 수 있다. 교정 회로(84, 86)에 의해 제공된 부스트 범위는 최대 부스트 곡선(160) 및 최소 부스트 곡선(162)으로 특성화된다. 곡선(164, 166, 168)은 여러 사운드 재생 시스템으로부터 방출되는 사운드를 공간적으로 교정하는 데에 필요한 다른 레벨의 부스트를 나타낸다.

도 6C는 도 6B의 에너지 교정 곡선에 완전히 역인 곡선을 도시하고 있다. 이전에 설명한 바와 같이, 고주파수 사운드 신호의 감쇄는 트위터가 대응하는 위퍼 또는 중간 범위의 주파수 스피커와 이격되어 청취자 위에 장착되어 있는 경우에 필요할 수 있다. 회로(84 및 86)로부터 성취되는 감쇄 레벨은 곡선(170)으로 나타내는 최대 레벨의 감쇄로부터 곡선(172)으로 나타내는 최소 레벨의 감쇄 까지 다양하다. 중간 곡선(174, 176 및 178)은 이들 사이의 가능한 수정을 나타낸다.

도 6A-6C의 곡선으로 나타낸 저주파수와 고주파수 교정 요소가 함께 부가되기 때문에, 주파수 100 내지 10,000Hz 사이에 적용 가능한 넓은 범위의 공간 교정 곡선이 가능하다. 도 6D는 스테레오 이미지 교정 회로(22)에 의해 제공된 합성 공간 교정 특성의 범위를 나타내는 그래프이다. 특히, 실선 곡선(180)은 곡선(150)(도 6A에서 나타냄)과 곡선(160)(도 6B에서 나타냄)으로 이루어진 최대 레벨의 공간 교정을 나타낸다. 저주파수는 실선 곡선(180)으로부터 θ_1 로 나타낸 범위를 거쳐 변할 수 있다. 따라서, 제1 주파수 범위 100 내지 1000 Hz에 적용된 부스트량은 약 0과 15dB 사이에서 변하는 한편, 제2 주파수 범위 1000 내지 10,000Hz에 적용되는 교정은 약 30dB과 15dB 사이에서 변한다.

이미지 강화 특성

이하 본 발명의 스테레오 이미지 강화 형태를 보면, 일련의 정규화 곡선을 도 7에서 그래프로 나타내고 있다. 상기 수학식 1과 수학식 2의 신호(L_c-R_c)는 도 7의 주파수 응답 특성에 따라 스펙트럼으로 형성된 신호차 처리를 나타낸다. 이들 주파수 응답 특성은 도 5에서 도시한 이퀄라이저(120)에 의해 제공되며 부분적으로 HRTF 원리에 기초한다.

일반적으로, 신호차의 선택적인 증폭은 신호차로 존재할 수 있지만 더욱 강한 디렉트-필드 사운드로 마스킹되는 어떠한 주변 반향성 사운드 효과도 강화시킨다. 이들 주위의 사운드는 적당한 레벨로 생성한 사운드로 쉽게 인식될 것이다. 그러나, 기록된 성능을 보면, 주변 사운드는 라이브에 비하여 감쇄된다. 한 쌍의 스테레오의 좌 신호와 우 신호로부터 나온 신호차의 레벨을 부스트하게 되면, 특히 이미지가 청취자 앞에 위치된 한 쌍의 스피커로부터 나올 때 기획된 사운드 이미지를 상당히 확장시킬 수 있다.

도 7의 투시 곡선(perspective curve)(190, 192, 194, 196 및 198)은 로그 포맷으로 표시된 가청 주파수에 대한 이득의 함수로 표시된다. 도 7의 곡선들 사이의 여러 이퀄라이제이션 레벨은 여러 오디오 재생 시스템을 고려하는 데에 필요하다. 특히, 바람직한 실시예에서는, 신호차 이퀄라이제이션의 레벨이 오디오 재생 시스템에서의 청취자에 대한 스피커의 실제 위치의 함수이다. 곡선(190, 192, 194, 196 및 198)은 일반적으로 계류중인 출원 번호 08/430,751에서 상세히 설명된 것과 유사한 주파수 형태 특성을 도시하고 있다. 즉, 저 및 고 신호차 주파수가 중간 대역의 주파수에 비하여 부스트된다.

바람직한 실시예에 따르면, 도 7의 투시 곡선의 범위는 약 125 내지 150Hz에 위치된 약 10-15dB의 최대 이득으로 정의된다. 최대 이득치는 도 7의 곡선의 전환점을 나타내고 여기에서 곡선(190, 192, 194, 196, 및 198)의 경사는 양의 값에서 음의 값으로 변하게 된다. 이러한 전환점을 도 7에서 점 A, B, C, D, 및 E로 나타낸다. 투시 곡선의 이득은 옥타브당 125Hz 이하에서 약 6dB의 비율로 감소한다. 125Hz 이상에서는, 도 7의 곡선의 이득이 또한 약 -2 내지 +10dB의 최소 이득 전환점을 향해서 가변 비율로 감소한다. 최소 이득 전환점은 곡선들(190, 192, 194, 196, 및 198) 간에 크게 다르다. 최소 이득 전환점은 각각 점 A', B', C', D', 및 E'로 나타낸다. 최소 이득 전환점이 발생하는 주파수는 곡선(190)에 대해서는 약 2.1kHz로부터 곡선(198)에 대해서는 약 5kHz로 변한다. 곡선(190, 192, 194, 196, 및 198)의 이득은 이들의 각 최소 이득 주파수 이상에서 약 10kHz 까지 증가한다. 10kHz 이상에서는, 투시 곡선에 의해 적용된 이득이 수평으로 떨어지기 시작한다. 이득의 증가는 모든 곡선에 의해 계속 적용되지만, 약 20kHz, 즉 인간의 귀에 가청인 최고 주파수 까지 적용된다.

상술한 이득과 주파수 도면은 단순히 설계 목적을 위한 것으로 실제의 도면은 사용되는 성분의 실제 값에 따라 회로마다 다를 가능성이 있다. 더구나, 신호 레벨 장치(108 및 110)의 조정은 최대 및 최소의 이득값과 최대 이득 주파수와 최소 이득 주파수 사이의 이득 분리에 영향을 미치게 된다.

도 7의 곡선에 따른 신호차의 이퀄라이제이션은 고 강도의 신호차 성분을 강조하지 않고도 통계적으로 낮은 강도의 신호차 성분을 부스트하기 위한 것이다. 통상의 스테레오 신호의 고강도의 신호차 성분은 약 1 내지 4kHz 사이의 중간 범위의 주파수에서 구한다. 인간의 귀는 이들 동일한 중간 범위의 주파수에 대해 감도가 높다. 따라서, 강화된 좌 및 우 출력 신호(30 및 32)는 매우 강화된 오디오 효과를 발생하는데 이는 선택적으로 주변 사운드가 재생된 사운드 스테이지 내의 청취자를 완전히 둘러싸도록 강조되기 때문이다. 투시 곡선(190, 192, 194, 196, 및 198)에 의해 적용된 전체의 이퀄라이제이션이 이퀄라이저(120)의 고대역 통과 필터와 저대역 통과 필터를 사용하여 실행되지만, 동일한 신호 컨디셔닝을 제공하기 위해서는 대역 제거 필터를 또한 사용할 수 있다. 또한, 디지털 신호 처리기에 의한 투시 곡선의 실행은 대부분의 경우, 상술된 설계 제한 요소를 더욱 정확히 반영할 것이다. 아날로그 실행을 위해서는, 최소와 최대 이득에 대응하는 주파수가 플러스 또는 마이너스 20 퍼센트 변한다면 수용 가능하다. 이러한 이상적인 것과의 편차로 최적의 결과보다는 못하지만, 여전히 원하는 스테레오 강화 효과를 형성할 수 있다.

도 7에서 나타낼 수 있는 바와 같이, 125Hz 이하의 신호차 주파수는 투시 곡선(70)의 적용을 통해 감소된 부스트량을 수용한다. 이것은 매우 낮은 즉, 베이스 주파수의 과도 증폭을 방지하기 위한 것이다. 많은 오디오 재생 시스템에서는, 이 저 주파수 범위의 오디오 신호차를 증폭함으로써 너무 많은 베이스 응답을 갖는 바람직하지 않은 비현실적인 사운드 이미지를 형성할 수 있다. 이러한 오디오 재생 시스템의 예로는 멀티미디어 컴퓨터 시스템과 홈 스테레오 시스템과 같은 필드 근처 또는 저전력 오디오 시스템을 포함한다. 이들 시스템에서의 큰 전력 인출은 고 부스트의 기간 동안 증폭기의 "클리핑"을 유발할 수 있거나, 스피커를 포함하는 오디오 회로의 성분에 손상을 줄 수 있다. 신호차의 베이스 응답을 제한하게 되면 또한 대부분의 전계 근처의 오디오 강화 적용시 이들 문제를 방지할 수 있게 해준다. 신호차 이퀄라이제이션의 다른 음향적인 장점은 계류중인 출원 번호 08/430,751에서 상세히 설명되고 있다.

바람직한 실시예에 따르면, 청취자가 정지 상태에 있는 오디오 환경에서의 신호차 이퀄라이제이션의 레벨은 청취자에 대한 실제 스피커 형태와 이들의 위치에 따라 달라지게 된다. 이러한 결정의 기초가 되는 음향 원리는 도 8A 및 8B에 관련하여 잘 설명될 수 있다. 도 8A 및 8B는 스피커 시스템의 방위의 변경에 따른 음향 원리를 나타내기 위한 것이다.

도 8A는 청취자(204)의 측면에서 약간 앞에 위치되며 청취자를 향하고 있는 스피커(200 및 202)를 갖는 사운드 재생 환경의 장면도이다. 스피커(200 및 202)는 또한 도 2에서 나타낸 스피커(46)의 위치와 유사한 높이에서 청취자(204) 아래에 위치되어 있다. 참조면 A 및 B는 청취자(204)의 귀(206 및 208)와 일렬로 되어 있다. 평면 A 및 B은 도시한 바와 같이 청취자의 시선과 평행하다.

도 8A의 오디오 환경 내의 스피커(200 및 202)에 의해 재생된 사운드는 귀(206 및 208)에 충돌하기 전에 스펙트럼 수정 및/또는 진폭 왜곡을 받게 된다. 이러한 왜곡은 예를 들면 스피커(200 및 202)를 통해 재생될 때 공간적으로 왜곡된 이미지를 형성하는 도 4B의 곡선(64)으로 나타낼 수 있다. 이미지 교정 회로(22)를 사용한 스펙트럼 왜곡을 보상함으로써, 스피커(200 및 202)를 통해 흐르는 오디오 신호는 청취자(204)에게 겉보기 사운드 이미지를 전달하게 된다. 도 8A의 예에서는, 이 겉보기 사운드 이미지가 실제의 음원과 다른 높이를 갖는다. 또한, 본 발명의 이미지 강화 양태를 적용함으로써, 겉보기 이미지(apparent image)를 넓히기 위해 겉보기 사운드 이미지가 공간적으로 강화될 것이다. 최종 이미지는 가상으로 그려진 스피커(210 및 212)로부터 방출하는 강화된 이미지에 해당할 것이다.

겉보기 사운드 이미지의 강화는 차분 신호 즉, 주파수에 따라 변동될 차분 신호의 이득을 선택적으로 이퀄라이징(equalizing)시킴으로써 달성된다. 도 7의 곡선(190)은 바람직한 차분 신호 이퀄라이징의 레벨을 가상의 스피커(210 및 212)에 대응하는 실제 스피커 위치로 나타낸다. 그러나, 도 8a의 스피커(200 및 202)들과 같이 스피커가 청취자를 향해 안쪽으로 향할때, 음향 감지 작용(acoustic perception)은 상당히 수정되어 수정된 레벨의 차분 신호 이퀄라이징을 필요로 한다. 상세히는, 스피커(200 및 202)들로부터 방출하는 직접-필드(direct-field) 사운드가 기준면 A 및 B에 관하여 각도(θ_1)으로 청취자의 귀(206 및 208)로 들어간다. 스피커가 전방으로 더 전진하여 배치됨에 따라 각도(θ_1)이 감소한다. 도 8b를 참조하면, 제2 사운드 재생 시스템은 한쌍의 스피커(214 및 216)를 구비하고 청취자(204)의 전방 및 아래에 배치된다. 이 구성에서, 스피커(214 및 216)로부터 방출하는 직접-필드 사운드는 θ_1 보다 작은 입사각 θ_2 으로 청취자의 귀(206 및 208)에 들어간다.

대부분의 스피커들이 사운드가 방출되는 분산각, 또는 비밍(beaming) 특성에 의해 특징될 수 있다. 주어진 주파수의 사운드에 대한 분산각도는 주파수가 증가함에 따라 감소할 것이다. 결과적으로, 스피커가 도 8b의 위치로 전진 이동함에 따라 청취자(204)는 스피커(200 및 202)의 정상적인 비밍 양상밖으로 이탈하기 시작한다. 이것이 발생할때, 청취자(204)는 중간 범위 및 중상 범위의 주파수 감지를 점점 할 수 없게 된다. 또한, 통상적으로 작은 스피커일수록 큰 스피커 보다 좁은 분산각을 가지기 때문에 작은 스피커를 구비하면 이 효과가 확대될 수 있다.

중간 주파수대에서 중상 주파수대까지의 손실을 보상하기 위해, 차분 신호의 이득은 동일 주파수 범위에서 대응적으로 상승된다. 스피커(200 및 202)의 실제 위치가 전진 이동함에 따라, 중간 범위 이득 보상이 증가되어야만 한다. 사시적 이퀄라이징 곡선 (190)이 동일한 중간 대역의 주파수를 상대적으로 감쇄시키기 때문에, 도 8a 및 8b의 내쪽으로 돌출된 스피커를 설명하기 위해서는 감쇄 레벨이 수정된다. 따라서, 도 7의 곡선(196)은 스피커(218 및 220)의 겉보기 소스를 발생하기 위한 도 8b의 시스템을 공간적으로 증가시키도록 사용될 수 있는 한편, 곡선(192)은 도 8a의 시스템을 공간적으로 증가시키기에 충분할 수 있다. 중간 범위, 또는 중상 범위 주파수 사이의 차분 신호를 상승시킴으로써, 겉보기 사운드 이미지가 청취자(204)에 대해 적절하게 배향될 수 있다. 사운드 이미지의 적절한 배향은 겉보기 분산 빔을 청취자(204)쪽으로 향하게 하기 위해 스피커(200, 202, 214 및 216)를 안쪽으로 회전시키는 겉보기 효과를 가진다.

스테레오 이미지 교정 회로

도 9는 스테레오 이미지 교정 회로(22)의 바람직한 실시예의 상세한 개략도이다. 회로(22)는 좌 신호 교정 회로(230)와 우 신호 교정 회로(232)로 분리된다. 좌 및 우 신호 교정 회로(230 및 232)는 그들의 개별 입력 신호(26 및 28)를 조건으로 동일한 신호를 형성할 예정이다. 따라서, 좌 신호 교정 회로(230)에 대한 규격은 우 신호 교정 회로(232)와 동일하다. 단순성을 목적으로, 우 신호 교정 회로(232)의 회로 접속과 기능적 동작만을 설명하기로 한다.

우 스테레오 신호(28)는 우 신호 교정 회로(232)에 의해 입력되고 가변 저항(234)으로 이전된다. 가변 저항(234), 또는 전위차계는 좌 신호 교정 회로(230)에서 유사한 가변 저항(236)으로 조합된다. 또는 그와는 반대로, 우 신호 교정 회로(232)에 대한 임의의 조정이 양 회로(230 및 232)에 동등하게 악영향을 끼칠것임이 분명하다. 또한 우 스테레오 신호는 스위치(240)의 위치에 의존하여 경로(238)를 따라 스위치(240)의 터미널 "1"로 전송되어 스테레오 신호(28)의 어떤 이퀄라이징도 방지하는 바이패스로서 동작한다.

가변 저항(234)으로부터, 입력 신호가 제1 증폭기(244)의 비반전 입력(242)에 연결된다. 반전 입력(246)이 저항(248)을 통하여 접지에 연결되고 또한 피드백 저항(250)의 일단에 연결된다. 피드백 저항(250)의 대향단은 증폭기(244)의 출력(252)에 접속된다.

출력(252)이 회로(232)의 3개의 각각의 위치들로 전송된다. 상세히, 출력(252)은 고역 필터링 회로(258 및 260)에 접속되고 또한, 혼합 회로(264)에 접속된다. 회로(258)에 대해서, 출력(252)으로부터 신호는 캐패시터(266)를 통하여 증폭기(270)의 비반전 입력(268)으로 전송된다. 또한 입력(268)이 저항(272)을 통하여 접지된다. 증폭기(270)의 반전 입력(272)은 저항(274)을 통하여 접지 연결되고, 피드백 저항(276)을 통하여 증폭기(270)의 출력(280)에 접속된다. 필터링 회로(260)는 컴포넌트(284, 286, 288, 290, 292, 및 294)를 갖는 회로(258)와 유사하게 구성된다.

증폭기(288)의 출력(280) 및 대응 출력(294)은 각각 한쌍의 가변 저항(282 및 296)에 공급된다. 저항(282)은 좌 신호 교정 회로(230)의 가변 저항(298)로 조합되는 한편, 가변 저항(296)은 가변 저항(300)과 유사하게 조합된다. 각 저항(282 및 296)은 각각의 출력(302 및 304)을 갖는다.

혼합 회로(264)는 접지 연결되는 비반전 입력(308)을 갖는 증폭기(306)를 포함한다. 출력(302, 304, 및 252)에서 제공된 신호들은 혼합 회로(264)에 입력되고 증폭기(306)의 반전 입력(310)으로 전송된다. 반전 입력(310)과 출력(252, 302, 및 304) 사이에 저항(312, 314, 및 316)이 각각 접속된다. 게다가, 출력(302)에서 신호는 2점 위치 수동 또는 자동 선택 스위치일 수 있는 스위치(318)를 통하여 증폭기(306)로 전송된다. 피드백 저항(320)은 반전 입력(310)을 증폭기(308)의 출력(322)에 접속한다.

증폭기(324)는 접지 전위에 접속되는 비반전 입력(326)과, 출력(322)에 접속되는 반전 입력(328)을 구비한다. 더욱이, 반전 입력은 저항(330)을 통하여 스위치(318)에 접속된다. 출력(302)에서 신호는 스위치(318)가 위치 2일때 저항(330)을 통하여 입력(328)에 전송된다. 저항(332)과 캐패시터(334)는 증폭기(324)의 입력(328)과 출력(336) 사이에 병렬로 접속된다. 출력(336)은 스위치(240)의 위치 "2"에 교대로 접속된다. 스위치(240)는 유사한 바이패스 스위치(338)와 바람직하게 조합된다.

좌 및 우 에너지 교정 회로(230 및 232)는 입력 스테레오 신호의 진폭 성분을 수정하여 에너지 교정된 좌 스테레오 신호(340)와 에너지 교정된 우 스테레오 신호(342)를 발생한다. 또한, 단순화하기 위해 에너지 교정된 우 신호(342)만을 기준으로 할 것이다. 그러나, 에너지 교정된 좌 신호(340)의 발생에도 동일한 원리들을 적용함을 쉽게 이해할 수 있다.

동작에서, 스테레오 신호(28)가 입력되어, 상기 신호(28)가 오디오 재생 시스템을 통하여 플레이될 때 생성된 왜곡된 음압 레벨에 대한 교정을 위한 회로(232)에 의해 처리된다. 초기에, 가변 저항(234)에 의해 입력 신호 레벨이 조정될 수 있다. 회로(232)의 전체 이득을 제어하기 위해 또는, 임의의 예로, 만약 선행 회로에 의해 입력 신호(28)가 상당히 감쇄되었다면 상기 입력 신호를 상승시키기 위한 조정을 필요로 할 수 있다. 저항(234)는 가변 저항(236)으로 조합된 표준의 10 Kohm의 시계 방향 전위차계일 수 있다.

증폭기(244)는 입력 신호(28)와 나머지 회로(232)간의 절연 버퍼로서 동작하기 위해 전압 폴로워(voltage follower)로서 구성된다. 출력(252)에 나타나는 완충된 레벨 조정된 신호는 대략 5kHz의 절점 주파수를 갖는 1차순 고역 필터를 통하여 신호가 통과되는 회로(258)에 공급된다. 바람직한 실시예에서, 고역 필터링은 3900 피코패럿의 임피던스와 10Kohms의 임피던스를 갖는 캐패시터(266)의 RC 조합에 의해 달성된다. 최종적으로 입력(268)에 나타나는 고역 필터링된 신호는 단위 이득으로 연산하는 증폭기(270)를 통하여 완충된다. 출력(280)에 나타나는 신호의 진폭은 가변 저항(282)을 조정함에 따라서 증가 또는 감소될 수 있다.

유사하게, 회로(260)는 출력(252)으로부터의 신호를 입력하고 캐패시터(284)와 저항(286)의 RC 필터 조합을 통하여 신호를 처리한다. 또한 캐패시터(284)와 저항(286)의 직렬 접속은 대략 500Hz의 절점 주파수를 가지나 고역 필터로서 동작한다. 캐패시터(284)용으로 .022 마이크로패럿 임피던스를 선택하고 저항(286)용으로 10 Kohms의 저항을 선택함으로써 구현된다. 그런다음 필터링된 입력 신호는 증폭기(288)에 의해 완충된 다음 레벨 조정 가변 저항(296)에 공급된다.

저항(282 및 296)을 유출하는 필터링된 신호는 각각 경로(302 및 304)를 따라서 혼합 회로(264)에 공급된다. 더우기, 이득 조정에 의해 악영향을 받은 고유 신호(28) 또한 저항(312)를 통하여 혼합기(264)로 전송된다. 혼합기는 모두 3개의 입력된 신호들을 결합하여 에너지 교정된 출력 신호를 발생한다.

도 6a 내지 6c에서 표시된 바와 같이 다양한 레벨의 공간 교정은 조합된 저항쌍(296/300 및 282/298)을 통하여 구현된다. 상세히, 도 6a의 저주파 교정 곡선이 출력(336)에서 이득을 측정하므로써 얻어질 수 있는 한편, 고주파 교정에 영향을 미치는 가변 저항(282)은 최소로 설정된다. 이러한 설정에서, 스위치는 접지되고 어떤 고주파 교정도 발생하지 않을 것이다. 따라서, 저주파 교정의 범위는 저항(296)을 조정함으로써 달성된다. 이러한 방법으로, 반전 증폭기(306)는 출력(52)으로부터의 원래의 신호와 경로(304)에서 필터링된 신호를 결합한다. 도 6a의 곡선(152)은 회로(232)가 어떤 공간적인 교정 없이 단순히 입력 신호(28)를 통과시키기만 함으로써 단위 이득을 나타낸다. 이 결과는 저항(296)이 제로 임피던스에서 설정됨으로써 증폭기(306)의 입력(310)을 접지시킬 때 발생한다. 저항(296) 레벨이 증가함에 따라, 더 많은 필터링된 신호가 고유의 신호에 추가되어 100 내지 1000Hz 범위에서 공간 교정을 제공한다. 저항(296)이 최대 저항값으로 설정될 때, 저주파수들 사이의 전체 공간 교정은 도 6a의 곡선(150)에 의해 입증된 바와 같이 달성된다.

도 6b의 곡선은 회로(260)에 의해 제공된 임의의 교정을 제거함으로써 즉, 저항(296)을 제로 임피던스로 설정하고, 스위치(318)를 도시된 바와 같이 위치 1로 유지시킴으로써 구현된 것들을 도시한다. 가변 저항(282)의 조정은 도 6b에 그래픽적으로 도시된 바와 같이 고주파수들 사이에 바람직한 부스트를 제공한다. 역으로, 도 6c에 그래픽적으로 도시된 바와 같이 스위치(318)를 위치 2로 설정함으로써 고주파수들의 감쇄를 구한다. 이 위치에서, 필터링 회로(258)로부터 출력은 개별 반전 증폭기(324)에 제공된다. 그런 다음 증폭기(306 및 324)는 경로(302 및 304)로부터 필터링된 신호들을 연속적이고 반전된 스테이지들로 결합한다. 상세히, 경로(304)로부터의 신호와 출력(252)으로부터의 신호들이 증폭기(306)에 의해 일단 결합된다. 출력(322)에서의 결과적인 신호는 현재 반전된 다음 저항(282)으로부터의 출력과 결합된다.

경로(302 및 304)로부터 필터링된 신호의 이득은 입력 신호에 비례하여 증폭기(306)에 의해 결합할때, 저항(314 및 316)들과 피드백 저항(320 및 332)의 임피던스비에 의해 결정된다. 왜곡된 음압 레벨을 가지는 최상의 오디오 재생 환경으로서 이들 저항들은 필터링된 신호 대 입력 신호에 대한 최대 이득 비율을 대략 3:1의 이득율로 제공되도록 설정될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 저항(314 및 316)이 대략 3.32 Kohms의 임피던스를 가지는 한편 저항(320 및 332)는 대략 10 Kohms의 임피던스를 가질것이다. 가변 저항(282 및 296)의 조정을 통하여, 및 스위치(318)의 선택을 통하여, 도 6d에 나타난 모든 레벨의 공간 교정을 구할 수 있다.

도 9의 회로는 바람직한 실시예의 스테레오 이미지 교정 회로만을 나타낸다. 본 분야의 통상의 기술에 숙련된 자에게는 본 발명의 정의된 범위를 벗어나지 않는 명확한 재생 환경을 설명하기 위해 회로(22)의 설계시 수정이 가능하다. 예를 들어, 0.1 내지 1Khz(저 주파 교정)의 에너지 교정 주파수 범위와 1kHz -10kHz(고주파 교정) 범위의 에너지 교정 주파수 범위가 필터 회로(258 및 260)내의 RC 임피던스 결합의 선택을 통하여 수정될 수 있다. 예를 들어, 3개 또는 그 이상의 에

너지 교정 주파수 범위를 가지는 것이 바람직하다. 또한 캐패시터(334)는 불연속 설정에 존재하는 표유 용량으로부터 발생할 수 있는 회로(22)에서의 진동을 방지하기 위한 용도임을 주지하기 바란다. 캐패시터(334)는 회로(22)의 PC 보드 또는 반도체 설치에서는 필요치 않다.

스테레오 이미지 강화 회로

도 10은 스테레오 이미지 강화 회로(24)의 개략도이다. 회로(24)는 교정된 좌 및 우 신호(L_C 및 R_C)의 스테레오 이미지를 넓히기 위해 설계된다. 바람직한 실시예에 따라, 에너지 교정된 좌 신호(340)는 저항(350), 저항(352), 및 캐패시터(354)로 공급된다. 에너지 교정된 우 신호(342)는 캐패시터(356) 및 저항(358 및 360)으로 공급된다.

저항(350)은 증폭기(366)의 비반전 터미널(362)에 접속된다. 또한 동일한 터미널(362)은 저항(360 및 368)에 접속된다. 증폭기(366)는 저항(372)를 통하여 접지 연결된 반전 터미널(370)을 갖는 합 증폭기로서 구성된다. 증폭기(366)의 출력(374)은 피드백 저항(376)를 통하여 반전 터미널(370)에 접속된다. 좌 및 우 신호(340 및 342)의 합을 표시하는 합신호($L_C + R_C$)는 출력(374)에서 발생하여 대향단에서 접지되는 가변 저항(378)의 일단에 공급된다. 바람직한 실시예에서의 증폭기(366), 가변 저항(350, 360, 368, 및 376)에 의한 신호(340, 342)들의 적절한 합은 저항(372)에 의한 신호의 합의 대략 두배이다.

제2 증폭기(380)는 "차동" 증폭기로서 구성된다. 증폭기(380)는 캐패시터(354)에 직렬로 교대로 접속되는 저항(384)에 접속된다. 유사하게, 증폭기(380)의 정(positive)의 터미널(386)은 저항(388)과 캐패시터(356)의 직렬 접속을 통하여 신호(340)를 수신한다. 또한 터미널(386)은 저항(390)를 통하여 접지 연결된다. 증폭기(380)의 출력 터미널(392)은 피드백 저항(394)을 통하여 반전 터미널에 접속된다. 또한 출력(392)은 접지에 교대로 접속되는 가변 저항(396)에 접속된다. 증폭기(380)가 "차동" 증폭기로서 구성된다 하더라도, 그 기능은 차분 신호($L_C - R_C$)를 발생하기 위해 부(negative)의 좌 입력 신호와 우 입력 신호의 합으로서 특징될 수 있다. 따라서, 증폭기(366 및 380)는 각각 합신호와 차분 신호를 발생하기 위한 합 네트워크를 형성한다.

두개의 직렬로 접속된 RC 네트워크는 각각 입력 신호 L_C 및 R_C 의 저(low), 또는 저음(bass), 주파수들을 감쇄시키는 고역 필터로서 동작하는 소자(354/384 및 356/388)를 포함한다. 이들 RC 필터는 도 5의 장치(98)에 대응한다. 도 7의 이퀄라이징 곡선에 따른 적절한 주파수 응답을 얻기 위해, 장치(98)에 대한 차단 주파수, W_C , 또는 -3dB 주파수는 대략 100 Hz이어야 한다. 따라서, 바람직한 실시예에서, 캐패시터(354 및 356)는 0.1 마이크로패럿의 용량을 가질 것이고 저항(384, 388)는 대략 33.2 kohms의 임피던스를 가질 것이다. 그러면, 피드백 저항(394)과 감쇄 저항(390)에 대한 값을 다음과 같은 수학식으로서:

$$\text{수학식 3} \\ \frac{R_{120}}{R_{128}} = \frac{R_{116}}{R_{124}}$$

출력(392)은 이득 2로 증폭되는 차분 신호를 나타낼 것이다. 출력(392)에서의 위상 신호는 실제로 반전되어 신호 R_C , L_C 를 제공할 것이다.

출력 신호의 최종 구성을 결정할때 차분 신호의 특정 위상이 관련된다. 본 기술에 공통된 것으로서, "차 신호"라는 개념의 사용은 $L_C \cdot R_C$ 및 R_C , L_C 신호가 단순히 180도 이상(out-of-phase)임을 나타낸다. 본 기술에서 통상의 기술중 하나에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 좌 및 우 출력에서의 차분 신호가 서로에 대해 이상(out of-phase)을 유지하는 한, 증폭기(380)는 $R_C - L_C$ 대신 차분 신호 $L_C - R_C$ 가 출력(392)으로 나타나도록 구성될 수 있었다.

입력의 고역 필터링의 결과로서, 출력(392)에서의 차분 신호는 대략 125Hz 이하의 저주파 성분이 옥타브당 6dB의 비율로 감소한다. 필터(98)를 사용하는 대신, 이퀄라이저(120)(도 5에서 도시됨)내에 차분 신호의 저주파 성분을 필터링하는 것이 가능하다. 그러나, 저주파에서의 필터링 캐패시터들이 상당히 큰 용량이어야 하기 때문에, 선행 회로의 로딩을 피하기 위해 입력 스테이지에서 이 필터링을 실행하는 것이 바람직하다.

단순한 전위차계들일 수 있는 가변 저항(378 및 396)는 각각 와이퍼 콘택트(400 및 402)를 대치함에 의해 조정된다. 최종 출력 신호에 존재하는 차분 신호 레벨은 와이퍼 콘택트(402)의 수동, 원격 제어, 또는 자동 조정에 의해 제어될 수 있다. 유사하게, 강화된 출력 신호에 존재하는 합신호 레벨은 와이퍼 콘택트(400)의 위치에 의해 어느 정도 결정된다. 콘택트(402)의 설정은 최종 사운드 이미지에 대한 "SPACE" 제어로서 출원인에 의해 언급되는 한편, 콘택트(400)의 설정은 "CENTER" 제어이다.

와이퍼 콘택트(400)에서 존재하는 합신호는 직렬 접속된 저항(408)를 통하여 제3 증폭기(406)의 반전 입력(404)로 공급된다. 또한 와이퍼 콘택트(400)에서의 합신호는 개별 직렬 접속된 저항(414)을 통하여 제4 증폭기(412)의 반전 입력(410)으로 공급된다. 증폭기(406)는 저항(416)를 통하여 접지 연결된 반전 터미널(404)을 갖는 차동 증폭기로서 구성된다. 또한 증폭기(406)의 출력(418)은 피드백 저항(420)을 통해 반전 터미널(404)에 접속된다.

증폭기(406)의 정의 터미널(422)은 신호 경로(426)를 따른 한 집단의 신호들에 대한 합 집합이다. 또한 터미널(422)은 저항(424)를 통하여 접지에 연결된다. 레벨 조정된 차분 신호가 와이퍼 콘택트(402)로부터 전송되고 경로(428, 430, 및 432)를 통하여 분할된다. 이는 점(A, B, 및 C)에 각각 나타나는 3개의 분리된 조건의 차분 신호들을 발생한다. 점(A, B, 및 C)에서의 신호는 도 5의 출력(132, 136, 및 134)의 신호들에 대응한다. 점(B 및 C)에서 상기 조건의 차분 신호들은 도신된 바와 같이 고정된 저항(432 및 436)를 통하여 정의 터미널(422)에 전송된다. 점 A에서 상기 조건의 차분 신호는 가변 저항(438)을 통하여 터미널(422)에 전송된다.

절점 B에서의 신호는 접지에 접속된 캐패시터(444) 양단에 나타나는 레벨 조정된 차분 신호의 필터링된 버전을 나타낸다. 캐패시터(444)와 저항(446)의 RC 네트워크는 와이퍼 콘택트(402)에서 차분 신호에 대한 저역 필터로서 동작한다. 상기 저역 필터는 도 5의 필터에 대응한다. 바람직한 실시예에 따라, 이 RC 네트워크의 차단 주파수는 대략 200Hz이다. 이러한 차단 주파수는 만약 저항(446)이 1.5 Kohms이고, 캐패시터(444)가 0.47 마이크로패럿이며, 구동 저항(434)이 20 kohms이라면 실현될 수 있다.

절점 C에서, 차분 신호는 절점 C와 접지 사이에 연결된 저항(446)과, 절점 C와 와이퍼 콘택트(402) 사이에 연결된 캐패시터(448)의 RC 조합에 의해 필터링된다. 그러한 필터는 도 5의 고역 필터(126)에 대응한다. 최종 차분 신호 성분은 구동 저항(436)을 통하여 증폭기(406)의 터미널(422)에 공급된다. 고역 필터(126)는 대략 7kHz의 차단 주파수와 절점 B에 대하여 -6dB의 이득을 갖는 것으로 설계된다. 이러한 차단 주파수는 만약 캐패시터가 4700 피코패럿의 임피던스를 갖고, 저항(180)이 3.74 kohms의 저항을 가진다면 실현될 수 있다.

점 A에서, 와이퍼 콘택트(402)로부터 레벨 조정된 차분 신호는 선택적 이퀄라이징없이 저항(440)으로 전송된다. 따라서, 점 A에서의 신호는 모든 주파수에 걸쳐 균일하게 감쇄된다. 또한 점 A에서 신호는 가변 저항(438)의 임피던스에 의해 감쇄되고, 관련 와이퍼 콘택트(442)의 운동에 의해 조정된다.

100 kohm 표준 전위차계일 수 있는 가변 저항(438)를 조정하여 청취자에 관한 스피커 배향에 대한 교정을 위해 스테레오 강화 레벨을 변화시킨다. 가변 저항(438)의 저항을 감소시킴으로써, 차분 신호의 기준 레벨이 증가된다. 이는 중간 범위의 주파수 증가에 대응하는 진폭으로 하여금 필터(124 및 126)(도 5에 도시됨)에 의해 이들 주파수의 감쇄를 어느 정도 극복하도록 야기한다. 다시 도 7을 참조하면, 사시 이퀄라이징 곡선은 저항(438)의 임피던스가 감소함에 따라 곡선(190)으로부터 곡선(198)으로 변화하는 차분 신호에 적용된다. 이러한 방법으로, 선택적 차분 신호 이퀄라이징의 레벨은 부분적으로 또는 거의 전체적으로 감소는 부분적으로 또는 거의 전체적으로 감소될 수 있다. 즉, 주파수 함수로서 진폭 조정은 중간 주파수 대역 양단에서 상당히 감소될 것이다. 도 8a 및 8b와 관련하여 상술된 음향 원리들에 따라 적절한 곡선의 선택을 결정한다.

만약 스테레오 이미지 교정 회로(22)와 스테레오 이미지 강화 회로(24)가 공지된 재생 환경에 제공된다면, 가변 저항(438)과 저항(440)이 바람직한 임피던스를 갖는 단일의 고정된 저항에 의해 대체될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 저항(438 및 440)의 전체 저항값은 최상의 재생 환경을 설명하기 위하여 20 및 100 kohms 사이에서 변동할 것이다. 이러한 설계로, 저항(424)은 대략 27.4 kohms의 임피던스를 가진다.

또한 회로 위치 A, B, 및 C에 존재하는 수정된 차분 신호들이 가변 저항(450)과 고정된 저항(451)의 직렬 조합을 통하여, 및 고정된 저항(452 및 454)을 통하여 각각 증폭기(412)의 반전 터미널(410)내로 공급된다. 이 수정된 차분 신호들, 합신호 및 에너지 교정된 우 신호(342)들이 한 집단의 신호 경로(456)를 따라 전송된다. 상기 집단(456)으로부터 신호들이 증폭기(412)의 터미널(410)에 결합된다. 증폭기(412)는 접지에 연결된 정의 터미널(458)과 터미널(410)과 출력(462) 사이에 연결된 피드백 저항(460)을 구비하는 반전 증폭기로서 구성된다. 가변 저항(450)의 저항 레벨은 저항(438)의 레벨과

동일한 레벨로 조정된다. 반전 증폭기(412)에 의해 신호들의 적절한 합을 구하기 위해, 저항(452)은 20 kohms의 임피던스를 갖고, 저항(454)은 44.2 kohms의 임피던스를 갖는다. 스테레오 강화 시스템(24)의 저항 및 캐패시터의 정확한 값들은 교정 강화 레벨을 구하기 위한 적절한 비율로 유지되는 한 수정될 수 있다. 강화 시스템(24)의 파워 요건들과 증폭기(370, 380, 406, 및 412)의 특성들은 수동 소자의 값에 영향을 미칠 수 있는 다른 요소들이다.

증폭기(406)의 출력(418)에서 신호는 구동 저항(464)을 통하여 공급되어 강화된 좌출력 신호(30)를 발생한다. 유사하게, 증폭기(412)의 출력(462)에서 신호는 강화된 우출력 신호(32)를 발생하기 위해 구동 저항(466)을 통하여 이동한다. 구동 저항들은 전형적으로 200 ohms 차순의 임피던스를 가질것이다.

동작에서, 점 A, B, 및 C에서 발견된 차분 신호 성분은 차동 증폭기(406)의 터미널(422), 및 증폭기(412)의 터미널(410)에서 재결합되어 처리된 차분 신호($(L_C - R_C)_p$)를 형성한다. 이상적으로는, $(L_C - R_C)_p$ 를 발생하기 위한 바람직한 범위의 사시 곡선들은 대략 125 Hz 및 상기 7Khz에서 최대 이득에 의해, 및 대략 2100 Hz 및 5kHz 사이의 최소 이득에 의해 특성지어진다. 또한 처리된 차분 신호는 합신호 및 출력 신호(L_{out} 및 R_{out})를 발생하기 위한 좌 또는 우 신호와 결합한다. 강화된 좌 및 우출력 신호들은 상기에서 설명한 수학적식(1) 및 (2)에 의해 표현될 수 있다. 수학적식(1) 및 (2)에서 값(K_1)은 와이퍼 컨택트(400)의 위치에 의해 제어되고, 값(K_2)은 와이퍼 컨택트(402)의 위치에 의해 제어된다.

스테레오 이미지 강화 회로(24)의 다른 실시예를 도 11에서 도시하고 있다. 도 11의 회로는 도 10의 회로와 유사하며, 한 쌍의 스테레오 오디오 신호로부터 발생한 차분 신호를 선택적으로 이퀄라이징시키기 위한 다른 방법을 나타낸다. 스테레오 이미지 강화 회로(500)는 도 10의 회로(24)와는 다른 합과 차분 신호들을 발생한다.

회로(500)에서, 좌 및 우 에너지 교정된 신호(340 및 342)가 혼합 증폭기(502 및 504)의 부 입력들로 각각 공급된다. 그러나, 합 신호 및 차분 신호를 발생하기 위해, 좌 및 우 신호(340 및 342)들이 개별 저항(506 및 508)을 통하여 제1 증폭기(512)의 반전 터미널(510)에 접속된다. 증폭기(512)는 접지된 입력(514)과 피드백 저항(516)을 갖는 반전 증폭기로서 구성된다. 합신호, 또는 이 경우에서의 반전된 합신호 $-(L_C + R_C)$ 가 출력(518)에서 발생된다. 그런 다음 합신호가 가변 저항(520)에 의해 레벨 조정된 다음 나머지 회로에 공급된다. 회로(500)에서 합신호가 반전되기 때문에, 증폭기(504)의 비반전 입력(522)으로 공급된다. 따라서, 증폭기(504)는 비반전 입력(522)과 접지 전위 사이에 위치한 전류 평형 저항(524)을 필요로 한다. 유사하게, 전류 평형 저항(526)이 반전 입력(528)과 증폭기(504)에 의해 교정합을 구하기 위한 접지 전위 사이에 배치되어 출력 신호(32)를 발생하게 된다.

차 신호를 발생하기 위해, 반전 합 증폭기(530)는 좌입력 신호와 반전 입력(532)에서의 합신호를 수신한다. 입력 신호(340)는 입력(532)에 도달하기 앞서 캐패시터(534)와 저항(536)을 통하여 통과된다. 유사하게, 출력(518)에서 반전된 합신호는 캐패시터(540)와 저항(542)을 통하여 통과된다. 요소(534/536)와 요소(540/542)에 의해 발생한 RC 네트워크는 바람직한 실시예와 관련하여 기술된 바와 같은 오디오 신호의 저음 주파수 필터링을 제공한다.

증폭기(530)는 접지된 비반전 입력(544)과 피드백 저항(546)을 가진다. 도 11의 다른 구성으로, 차분 신호, $R_C - L_C$ 는 증폭기(530)의 출력(548)에서 발생된다. 차분 신호는 가변 저항(560)에 의해 조정된 다음 나머지 회로내로 공급된다. 회로(500)당 수용가능한 임피던스값은 저항(506, 508, 516, 및 536)당 100 kohms이고, 저항(542 및 546)당 200 kohms의 임피던스값을 가지며, 캐패시터(540)당 0.15 마이크로패럿의 정전용량, 및 캐패시터(534)당 0.33 마이크로패럿의 정전용량을 가진다. 상술한 바를 제외하고, 도 11의 나머지 회로는 도 10에 도시된 것과 동일하다.

스테레오 이미지 강화 시스템(24)은 4개의 능동 요소만으로 구성될 수 있어, 증폭기(366, 380, 406, 및 412)에 대응하는 전형적인 연산 증폭기이다. 이 증폭기들은 단일의 반도체 칩상의 4각형 패키지로서 기꺼이 이용가능하다. 스테레오 강화 시스템(24)을 완성하기 위해 필요되는 부가적인 요소들은 29개의 저항(구동 저항을 제외) 및 4개의 캐패시터만을 포함한다. 도11의 회로(500)은 전위차계를 포함해서 쿼드 증폭기, 4개의 캐패시터, 및 28개의 저항으로 구성된다. 회로(24 및 500)은 다층 반도체 구조 즉, 집적 회로 패키지로서 형성될 수 있다.

도10 및 11에 도시된 실시예로부터 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 강화된 스테레오 신호를 얻기 위해 동일한 구성 부품을 상호 접속하는 다른 방법이 이용될 수 있다. 예를들어, 차동 증폭기로서 구성된 한 쌍의 증폭기는 좌우 신호를 각각 수신하고 또한 합 신호를 수신한다. 이러한 식으로, 증폭기들은 좌측 차신호 $L_C - R_C$ 및 우측 차신호 $R_C - L_C$ 를 각각 발생할 것이다.

강화 디바이스(24)에 의해서 제공된 스테레오 이미지 강화는 유일하게 고품질의 스테레오 기록의 장점을 취하기 위해 채택되어 있다. 구체적으로, 이전의 아날로그 테이프 또는 비닐 앨범 기록과는 다르게, 오늘날 디지털식으로 기억된 사운드 기록은 베이스 주파수를 포함해서 차신호 즉, 광역 주파수 스펙트럼 전체에 대한 스테레오 정보를 포함할 수 있다. 차신호 부스트 양을 베이스 주파수 내로 한정함으로써 이들 주파수 내에서 차신호의 과증폭을 방지할 수 있다.

그러나, 사운드 재생 환경에 따라서, 사운드 이미지의 재배치 및 오리엔테이션의 결과로서 발생할 수 있는 베이스 주파수의 어떤 손실을 보상하기 위하여 오디오 신호의 베이스 주파수를 부스트하는 것이 바람직하다. 도12는 베이스 응답에서 어떤 그러한 감쇄를 보상하기 위한 본 발명의 대안 실시예에 이용되는 회로(550)을 도시하고 있다. 베이스 부스트 회로(550)은 베이스의 대부분 즉, 매우 낮은 주파수 정보가 존재하는 합 신호에 대하여 동작한다.

회로(550)은 도10의 증폭기(366)의 출력(374)에 대한 접속을 통해서 합 신호를 수신하는 입력 A를 갖고 있다. 합 신호의 레벨은 10Kohm 전위차계일 수 있는 가변 저항(552)에 의해서 조정될 수 있다. 가변 저항(552)은 수동 사용자-조정 세팅으로서 이용될 수 있거나, 만약 원하는 양의 베이스 부스트가 알려져 있다면 저항(552)은 적절한 고정 저항으로 대체될 수 있다. 저항(552)으로부터 나온 레벨-조정 합 신호는 저항(554, 556) 및 저항(558, 562)으로 구성된 2차 저역 통과 필터를 통해서 통과한다. 필터링된 신호는 연산 증폭기의 비반전 단자에 나타난다. 증폭기(564)은 2차 필터의 로딩(loading)을 피하기 위하여 전압 폴로워로서 구성된다. 양호한 실시예에서, 증폭기(564)의 이득은 각각이 반전 단자로부터 접지에 접속되어 있고 반전 단자로부터 출력에 접속되어 피드백 루프를 형성하는 동일 값 저항(566 및 568)을 선택함으로써 최대 2로 설정된다. 양호한 실시예에서, 저항(554, 566 및 568)은 10 Kohm 저항이고, 저항(556)은 100 Kohm 저항이고, 캐패시터(558)은 0.1 밀리파라드의 임피던스를 갖고 있고, 캐패시터(562)은 0.01 밀리파라드의 임피던스를 갖고 있다. 이런 구성 요소의 값을 선택하면 저항(552)의 조정을 통해서 대략 75 헤르쯔 미만의 베이스 주파수의 선택 증폭이 가능해진다.

증폭기(564)의 출력은 각각의 고정 저항(578 및 580)을 포함하는 두개의 경로로 분리된다. 출력 라벨 X를 갖고 있는 한 경로는 도10의 증폭기(406)의 반전 단자(404)에 접속되어 있다. 유사하게, 출력 라벨 X'는 증폭기(412)의 반전 단자(410)에 접속되어 있다. 동작시, 저항(420 및 460)에 대한 저항(578, 580)의 비를 각각 변화시키므로써 베이스 주파수를 더 부스트시킬 수 있다. 예를들어, 양호한 실시예에서, 저항(578 및 580)의 값은 저항(420 및 426)의 1/2이될 것이므로, 도10의 증폭기(406 및 412)를 통해서 이득 2를 얻을 수 있다. 따라서, 베이스-부스트 회로(550)의 전체 이득은 저항(552)을 조정함으로써 최대 이득 4에서 이득 0으로 변화될 수 있다.

원하는 바에 따라서, 시스템(24)의 스테레오 강화 시스템 대신에 다양한 스테레오 강화 시스템이 이용될 수 있다는 것은 이해할 수 있을 것이다. 예를들어, 미합중국 특허 제 4,748,668 및 4,866,774에 기술되어 있는 시스템의 한 실시예는 특정 주파수 대역에 있는 차신호 및 합 신호의 상대 진폭을 균일화시킨다.

본 발명은 자동차 이외에도 재생된 사운드가 청취자의 직관으로부터 공간적으로 왜곡되는 광범위한 옥내 또는 옥외 오디오 재생 환경에도 적합하다. 본 발명은 또한 청취자가 이동하는 환경에서도 이용될 수 있다.

도13은 청취자(574)에 관하여 공간적으로 왜곡된 스테레오 이미지를 생성하는 옥외 스피커(570 및 572)를 갖고 있는 하나의 옥외 오디오 재생 환경을 도시하고 있다. 스피커(570 및 572)은 도13에 도시된 바와 같이 그라운드 레벨 근처에 위치할 수 있거나 또는 스테레오 사운드를 넓은 옥외 청취 영역에 제공하기 위하여 다양한 다른 위치에 배치될 수 있다. 옥외 스피커(570 및 572)의 위치 설정은 부분적으로는 최적의 음향 응답이 아닌 다른 인자(factor)에 의해서 결정된다는 것에 이견이 없다. 스피커의 위치가 그라운드 근처, 머리 위, 또는 주변 폴리지 내에 있는 그러한 스피커 위치는 특정 주파수에 대한 사운드를 발하는 압력 레벨을 왜곡시켜 청취자가 감지할 수 있게 된다. 이 결과인 왜곡 사운드 이미지는 스테레오 이미지 교정 회로(22)에 의해서 교정된 후 이하 설명되는 원리에 따라서 스테레오 이미지 강화 회로(24)에 의해서 강화될 수 있다. 그 결과, 원하는 청취 범위(576) 내의 결보기 사운드 이미지가 생성될 수 있다.

도13의 스피커(570 및 572)와 같은 어떤 옥외 스피커는 넓은 청취 영역 및 청취자(574)의 이동을 고려하여 전방향 스피커일 수 있다. 그러한 오디오 재생 환경에 있어서는 도8a 및 8b를 연관해서 논의된 바와 같이 중간과 상부간의 중간 주파수 범위에서의 감쇄를 보상할 필요가 없다. 따라서, 스피커(570 및 572)를 통해서 재생되는 에너지-교정 스테레오 신호를 강화시키기 위하여 도7의 곡선(190)을 적용함으로써 도13의 환경에서 최적의 강화 결과가 얻어진다.

도14는 음향 교정 장치(20)를 이용하고 있는 다른 오디오 재생 환경을 도시하고 있다. 구체적으로, 전자 키보드 장치(590)는 키보드(20) 아래에 스피커(592 및 594)를 갖고 있는 것으로 도시되어 있다. 전자 키보드(590) 앞에 있는 오퍼레이터(도시 안됨)를 향해서 스피커(592 및 594)는 오퍼레이터의 귀 아래의 음향적으로 바람직하지 않은 위치에 배치되어 있다. 그러한 스피커(592 및 594)의 배치로 인해 생길 수 있는 공간 왜곡을 교정하기 위하여, 음향 교정 장치(20)는 전자

키보드(590)에 의해서 발생된 오디오 신호를 수정한다. 여기서 논의된 원리에 따르면, 재배치된 겹보기 사운드 이미지가 발생되어 점선으로 도시된 스피커(593 및 594)를 통해서 방출된다. 도8b의 환경과는 같지 않게, 도14의 오디오 재생 환경에 요구되는 방향 레벨은 오퍼레이터를 향한 스피커(592 및 594)의 위치 때문에 최소가 될 수 있다. 따라서, 도7의 곡선(190)은 재배치된 사운드 이미지를 공간적으로 강화시키는데 적합할 수 있다.

여기서 논의된 전체 음향 교정 장치(20)는 (1)디지털 프로세서에 의해서 쉽게 구현될 수 있고, (2)이산 회로 컴포넌트로 구현될 수 있고, (3)하이브리드 회로 구조로서 구현될 수 있고 (4)적절한 저항의 조정을 위해 단자들을 갖고 있는 반도체 구조내에 구현될 수 있다. 현재 이용자가 실행하는 조정으로서는 저주파수 및 고주파수 에너지 교정 레벨 조정, 합 및 차분 신호의 레벨을 포함하는 여러 신호 레벨 조정 및 방향 조정이 있다.

지금까지의 설명과 첨부된 도면으로부터 본 발명이 현행 음향 교정 및 스테레오 강화 시스템보다 중요한 장점을 갖고 있다는 것을 알 수 있었을 것이다. 본 발명의 기본적인 신규한 특징에 대하여 앞서 충분히 설명되었으므로 본 기술 분야에서 숙련된 자이면 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고도 예시된 장치의 형태 및 세부 사항에 있어서 다양한 형태로의 생략, 치환 및 변경을 가할 수 있음은 이해할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

오디오 재생 환경 내에 배치된 스피커 시스템으로부터 방출되는 입체 음향 이미지를 방향 재설정하고 강화시키기 위한 공간 강화 장치에 있어서,

스테레오 신호의 좌 입력 신호를 수신하고 상기 좌 입력 신호의 진폭을 조절하여 교정된 좌 오디오 신호를 발생시키기 위한 좌 신호 교정 장치 - 상기 좌 신호 교정 장치는, 상기 좌 입력 신호를 수신하여 제1 교정된 좌 신호를 제공하고 제1 주파수 범위에서의 주파수의 제1 좌 함수로서 상기 좌 입력 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 제1 좌 고역 통과 필터와, 상기 좌 입력 신호를 수신하여 제2 교정된 좌 신호를 제공하고 제2 주파수 범위에서의 주파수의 제2 좌 함수로서 상기 좌 입력 신호의 진폭 성분을 조절하는 제2 좌 고역 통과 필터와, 상기 제1 및 제2 교정된 좌 신호들과 상기 좌 입력 신호를 결합하여 상기 교정된 좌 오디오 신호를 생성하기 위한 제1 수단을 포함함 - ;

상기 스테레오 신호의 우 입력 신호를 수신하고 상기 우 입력 신호의 진폭을 조절하여 교정된 우 오디오 신호를 발생시키기 위한 우 신호 교정 장치 - 상기 우 신호 교정 장치는, 상기 우 입력 신호를 수신하여 제1 교정된 우 신호를 제공하고 제1 주파수 범위에서의 주파수의 제1 우 함수로서 상기 우 입력 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 제1 우 고역 통과 필터와, 상기 우 입력 신호를 수신하여 제2 교정된 우 신호를 제공하고 제2 주파수 범위에서의 주파수의 제2 우 함수로서 상기 우 입력 신호의 진폭 성분을 조절하는 제2 우 고역 통과 필터와, 상기 제1 및 제2 교정된 우 신호들과 상기 우 입력 신호를 결합하여 상기 교정된 우 오디오 신호를 생성하기 위한 제2 수단을 포함하며, 상기 교정된 좌 오디오 신호와 상기 교정된 우 오디오 신호는 교정된 스테레오 신호를 형성함 - ; 및

상기 교정된 스테레오 신호를 수신하여 상기 스피커 시스템을 통한 재생을 위해 강화된 교정된 스테레오 신호 - 상기 강화된 교정된 스테레오 신호는 겹보기 스테레오 이미지를 확장하기 위하여 상기 교정된 스테레오 신호에 대하여 이퀄라이즈됨으로써, 상기 강화된 교정된 스테레오 신호가 상기 스피커 시스템을 통해 들리도록 재생되고 청취자에 의해 감지될 때 음원의 감지된 위치가 제1 위치로부터 제2 겹보기 위치로 이동됨 - 를 제공하는 음향 이미지 강화 회로

를 포함하는 공간 강화 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 제1 주파수 범위는 대략 1,000 Hz 아래의 가청 주파수를 포함하며, 상기 제2 주파수 범위는 대략 1,000 Hz를 넘는 가청 주파수를 포함하는 공간 강화 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 제1 좌 고역 통과 필터 회로에 의해 가해진 상기 부스팅은 주파수 증가에 대응하여 증가하는 레벨을 갖는 공간 강화 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 제2 좌 고역 통과 필터 회로는 상기 제2 주파수 범위 내의 상기 좌 입력 신호를 부스팅하며, 상기 부스팅은 주파수 증가에 대응하여 증가하는 레벨을 갖는 공간 강화 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 제2 교정된 좌 신호를 수신하고 상기 제1 수단에 결합을 위해 접속된 출력을 제공하는 전자 스위치를 더 포함하며, 상기 전자 스위치는 제1 위치와 제2 위치를 가지며, 상기 스위치가 상기 제1 위치에 있을 때는 상기 제1 및 제2 교정된 좌 신호들이 상기 제1 수단에 의해 결합을 위해 가산되고, 상기 스위치가 상기 제2 위치에 있을 때는 상기 제1 교정된 좌 신호로부터 상기 제2 교정된 좌 신호가 감산되는 공간 강화 장치.

청구항 6.

사운드 시스템 내의 스피커를 통해서 오디오 신호가 재생될 때 사운드 에너지의 왜곡을 보상하기 위해 오디오 신호를 처리하는 방법에 있어서,

좌 입력 신호를 고역 통과 필터링함으로써 제1 전이 대역과 제1 주파수 통과 대역으로 특성화된 제1 좌 필터링된 오디오 신호를 생성하는 단계;

상기 좌 입력 신호를 고역 통과 필터링함으로써 제2 전이 대역과 제2 주파수 통과 대역으로 특성화된 제2 좌 필터링된 오디오 신호를 생성하는 단계;

상기 제1 전이 대역 내에서 주파수의 함수로서 상기 제1 좌 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 단계;

상기 제1 통과 대역 내에서 고정량 만큼 상기 제1 좌 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 단계;

상기 제2 전이 대역 내에서 주파수의 함수로서 상기 제2 좌 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계;

상기 제2 통과 대역 내에서 고정량만큼 상기 제2 좌 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계;

상기 부스팅된 제1 좌 필터링된 오디오 신호, 상기 수정된 제2 좌 필터링된 오디오 신호 및 상기 좌 입력 신호를 결합하여 공간적으로 교정된 좌 오디오 신호를 생성하는 단계;

제1 전이 대역과 제1 주파수 통과 대역으로 특성화된 제1 우 필터링된 오디오 신호를 생성하는 단계;

제2 전이 대역과 제2 주파수 통과 대역으로 특성화된 제2 우 필터링된 오디오 신호를 생성하는 단계;

상기 제1 전이 대역 내에서 주파수의 함수로서 상기 제1 우 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 단계;

상기 제1 통과 대역 내에서 고정량 만큼 상기 제1 우 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 부스팅하는 단계;

상기 제2 전이 대역 내에서 주파수의 함수로서 상기 제2 우 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계;

상기 제2 통과 대역 내에서 고정량만큼 상기 제2 우 필터링된 오디오 신호의 진폭 성분을 수정하는 단계;

상기 부스팅된 제1 우 필터링된 오디오 신호, 상기 수정된 제2 우 필터링된 오디오 신호 및 상기 우 입력 신호를 결합하여 공간적으로 교정된 우 오디오 신호를 생성하는 단계; 및

상기 공간적으로 교정된 좌 및 우 오디오 신호들이 상기 스피커를 통하여 재생되고 청취자에 의해 들릴 때 상기 스피커의 감지된 위치가 제1 위치로부터 제2 겹보기 위치로 재배치되도록, 상기 공간적으로 교정된 좌 및 우 오디오 신호들과 관련된 차분 정보를 공간적으로 강화하여 상기 공간적으로 교정된 좌 및 우 오디오 신호들을 확장하는 단계

를 포함하는 오디오 신호 처리 방법.

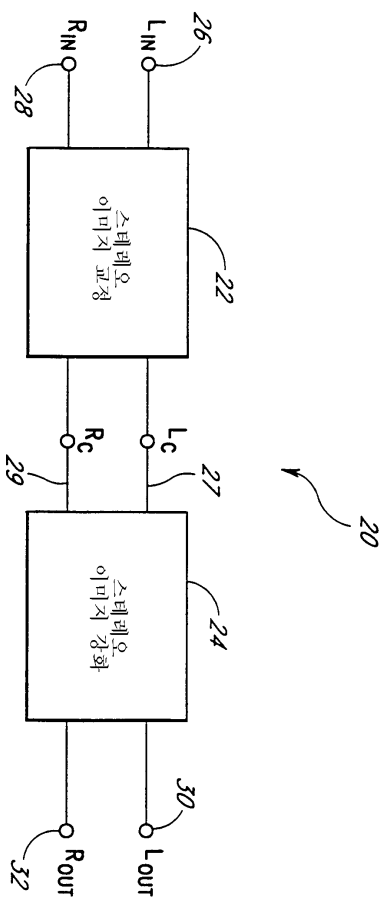
청구항 7.

제6항에 있어서,

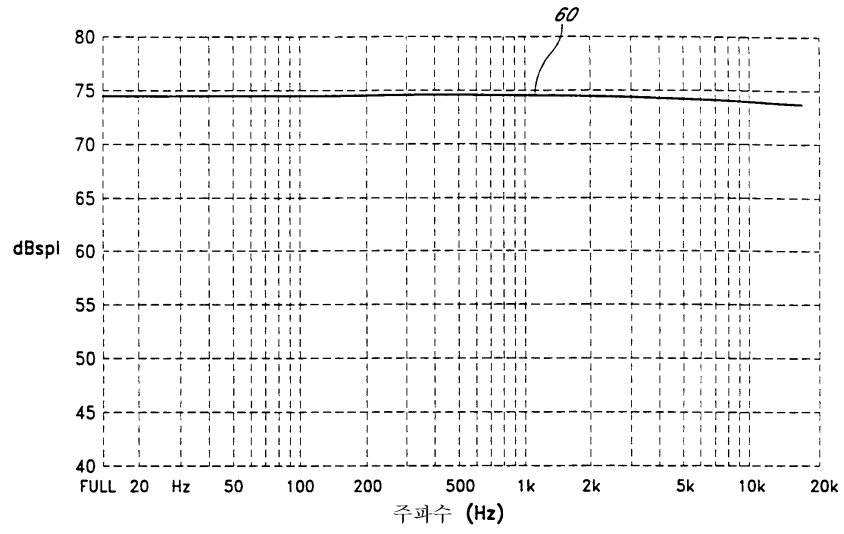
상기 제1 전이 대역은 대략 1,000 Hz 아래의 주파수 범위이며, 상기 제1 통과 대역은 대략 1,000 Hz 보다 높은 주파수를 포함하며, 상기 제2 전이 대역은 대략 1,000 Hz 내지 10,000 Hz의 주파수 범위이며, 상기 제2 통과 대역은 대략 10,000 Hz 보다 높은 주파수를 포함하는 오디오 신호 처리 방법.

도면

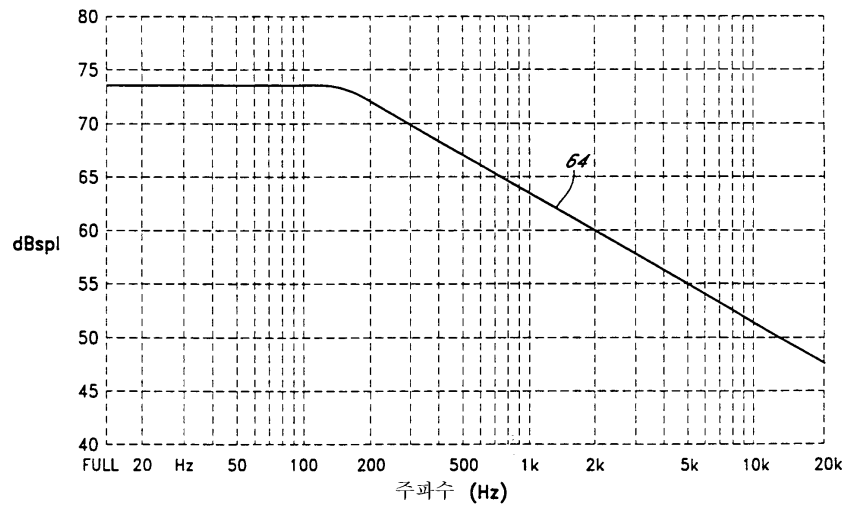
도면1



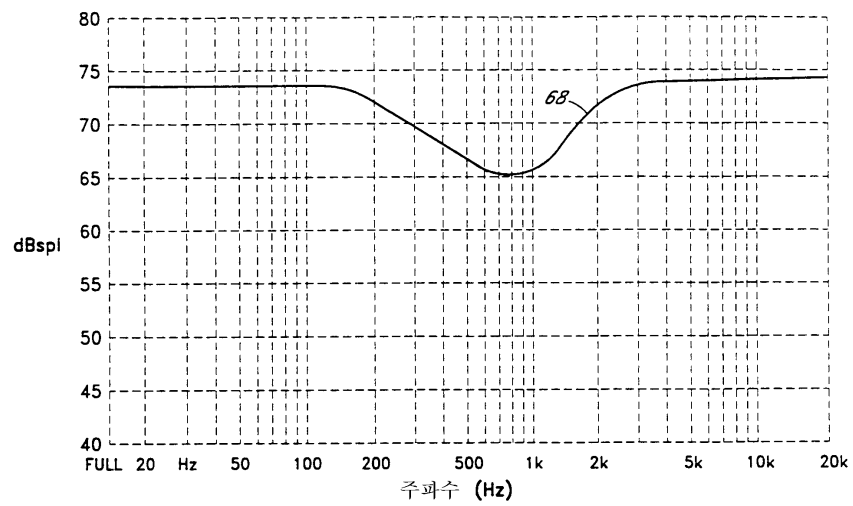
도면4A



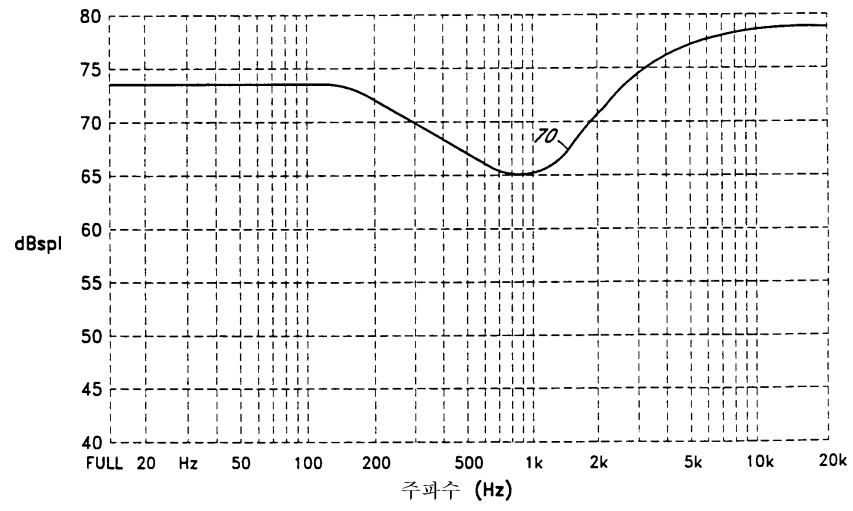
도면4B



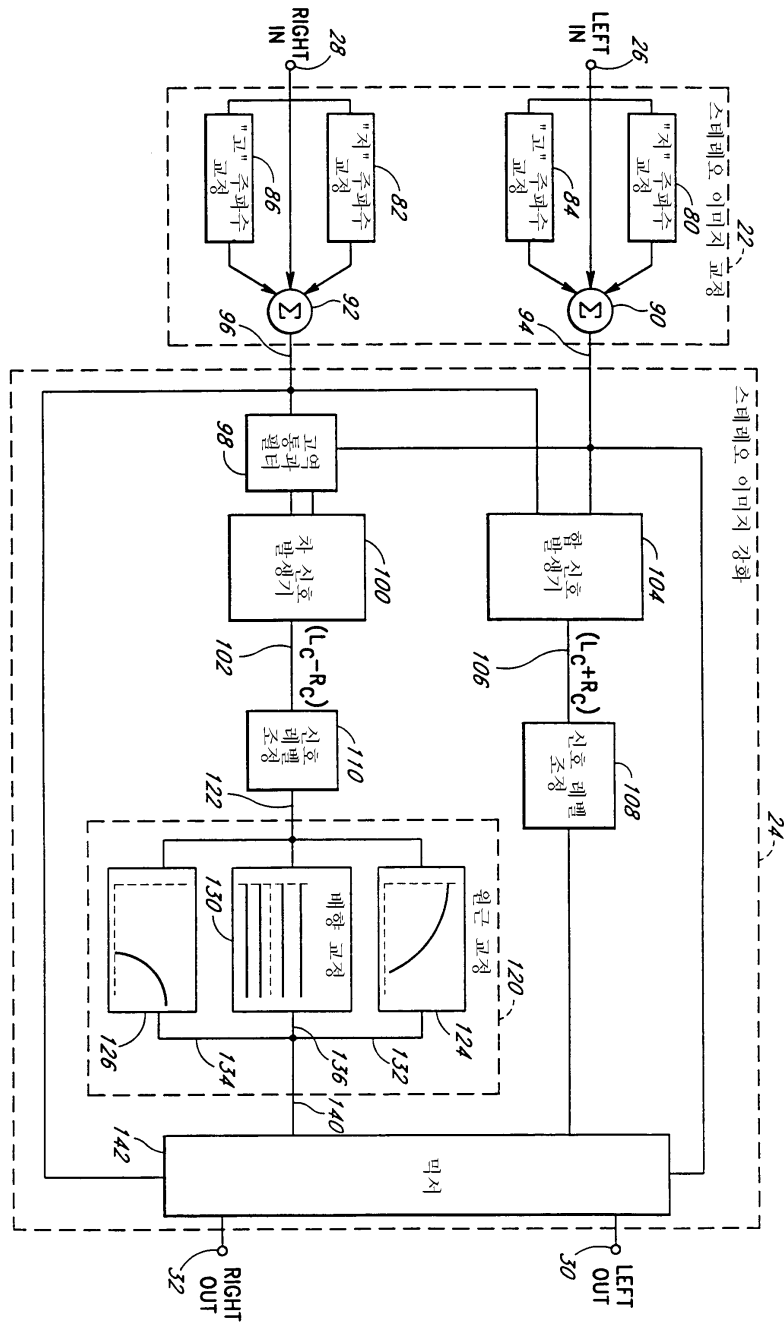
도면4C



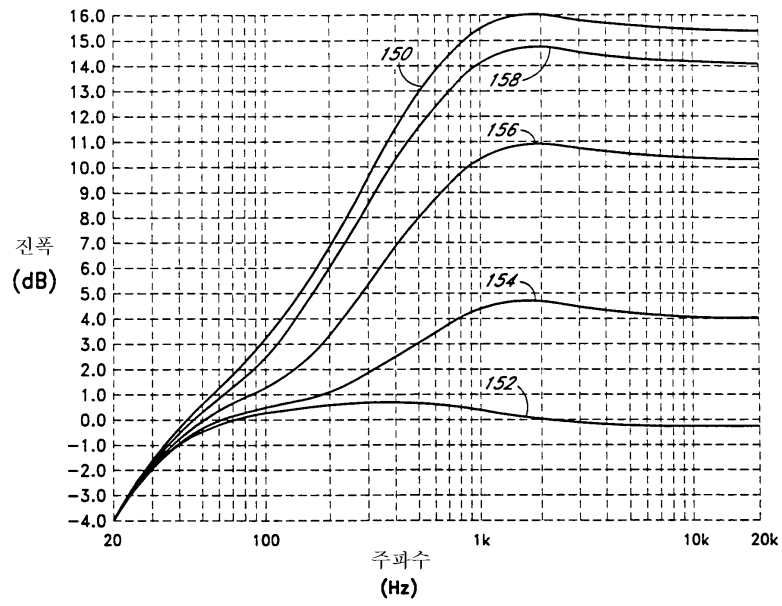
도면4D



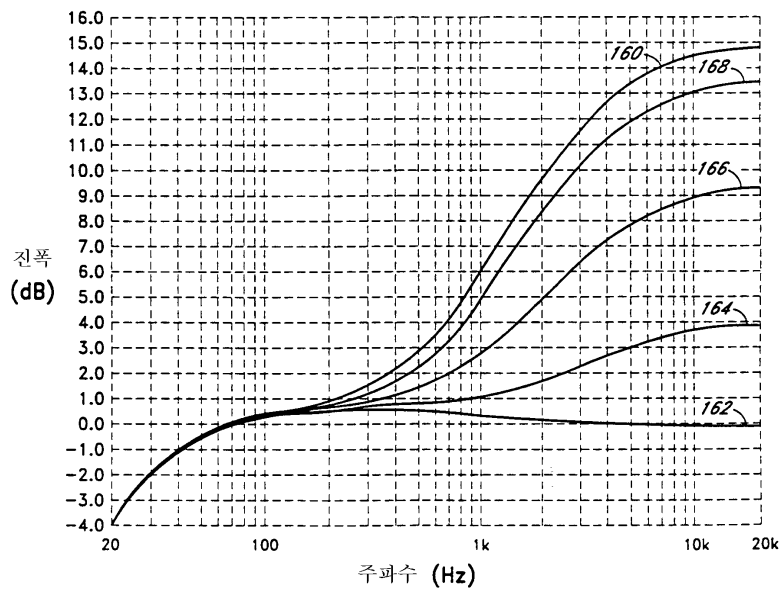
도면5



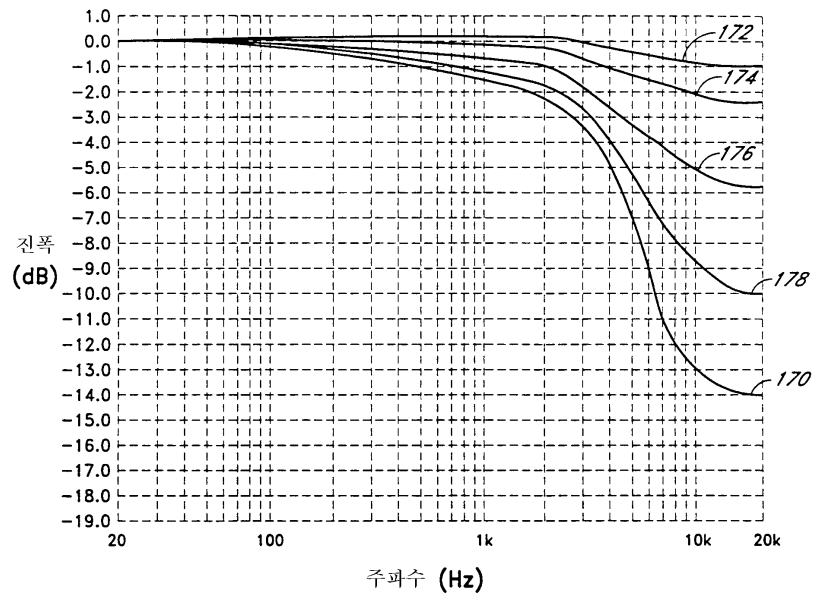
도면6A



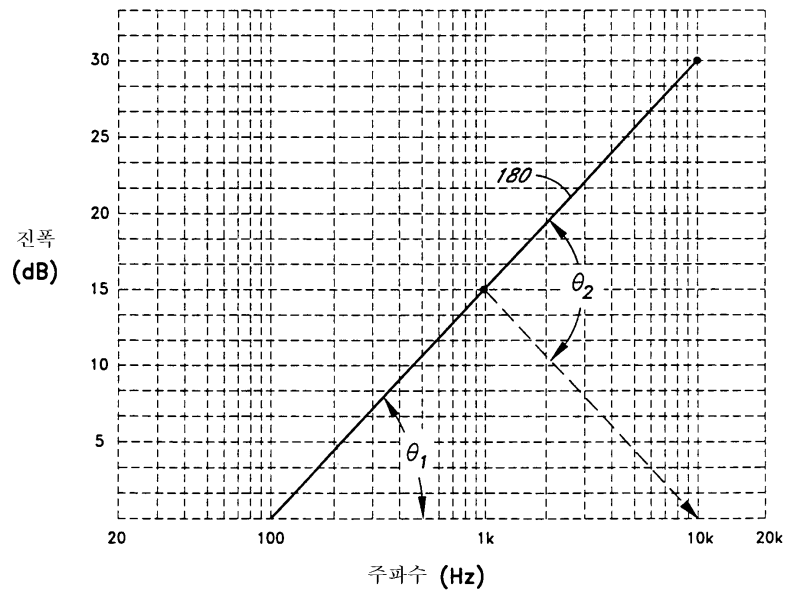
도면6B



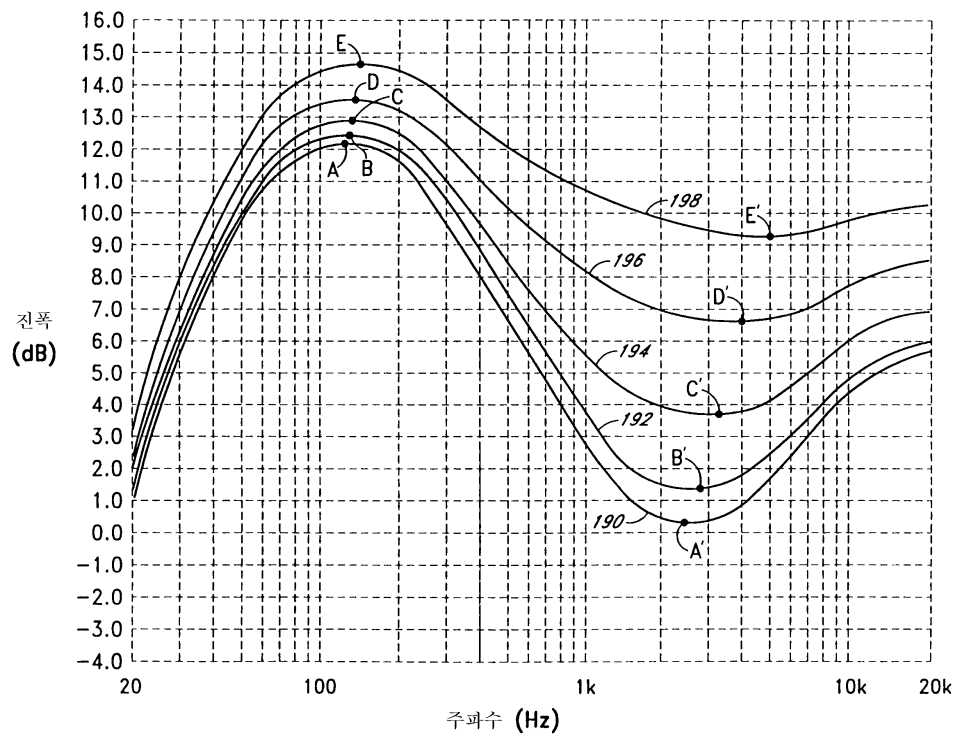
도면6C



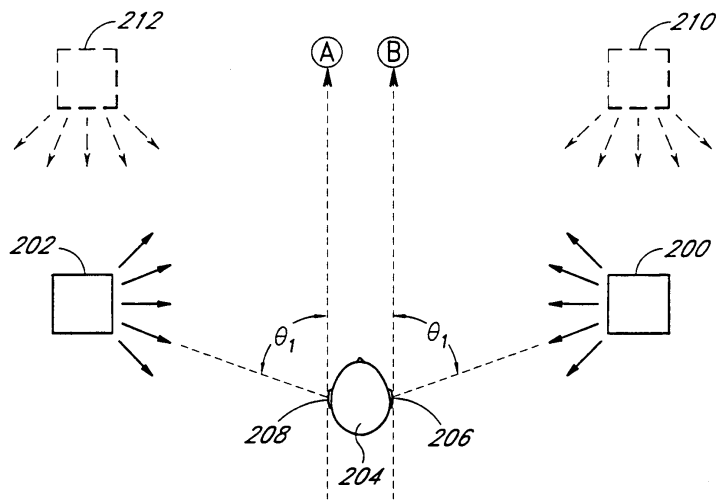
도면6D



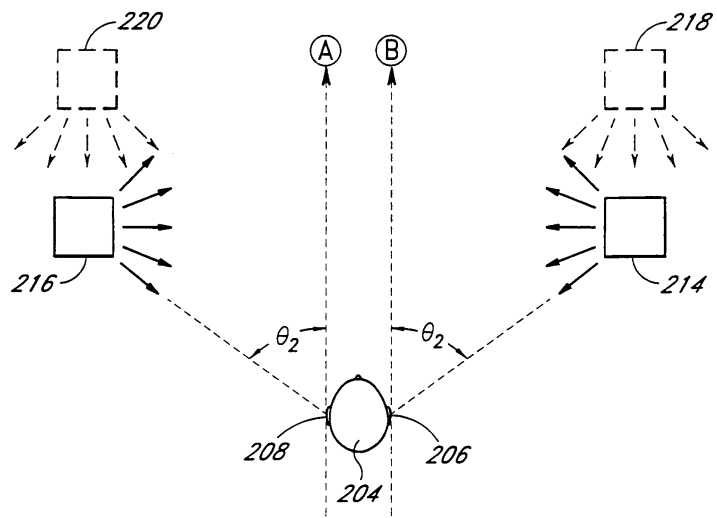
도면7



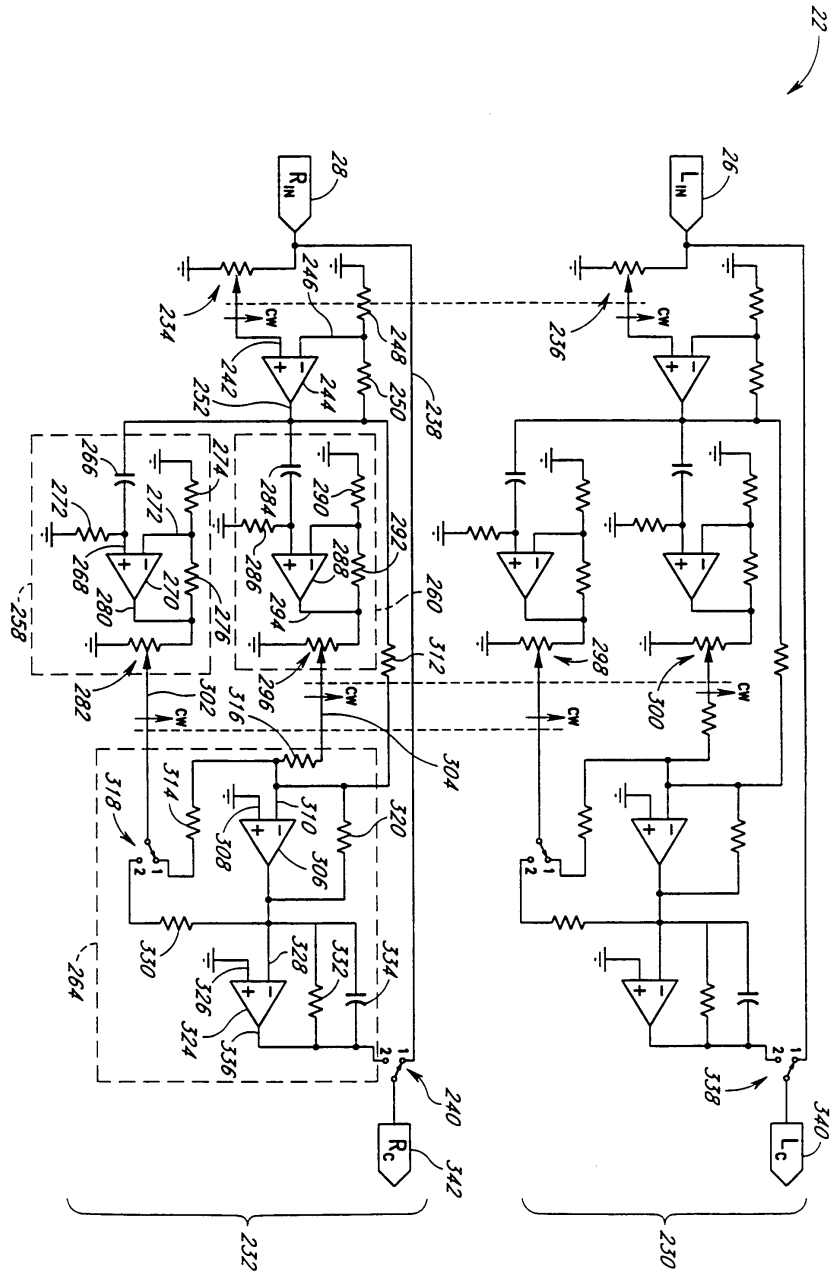
도면8A



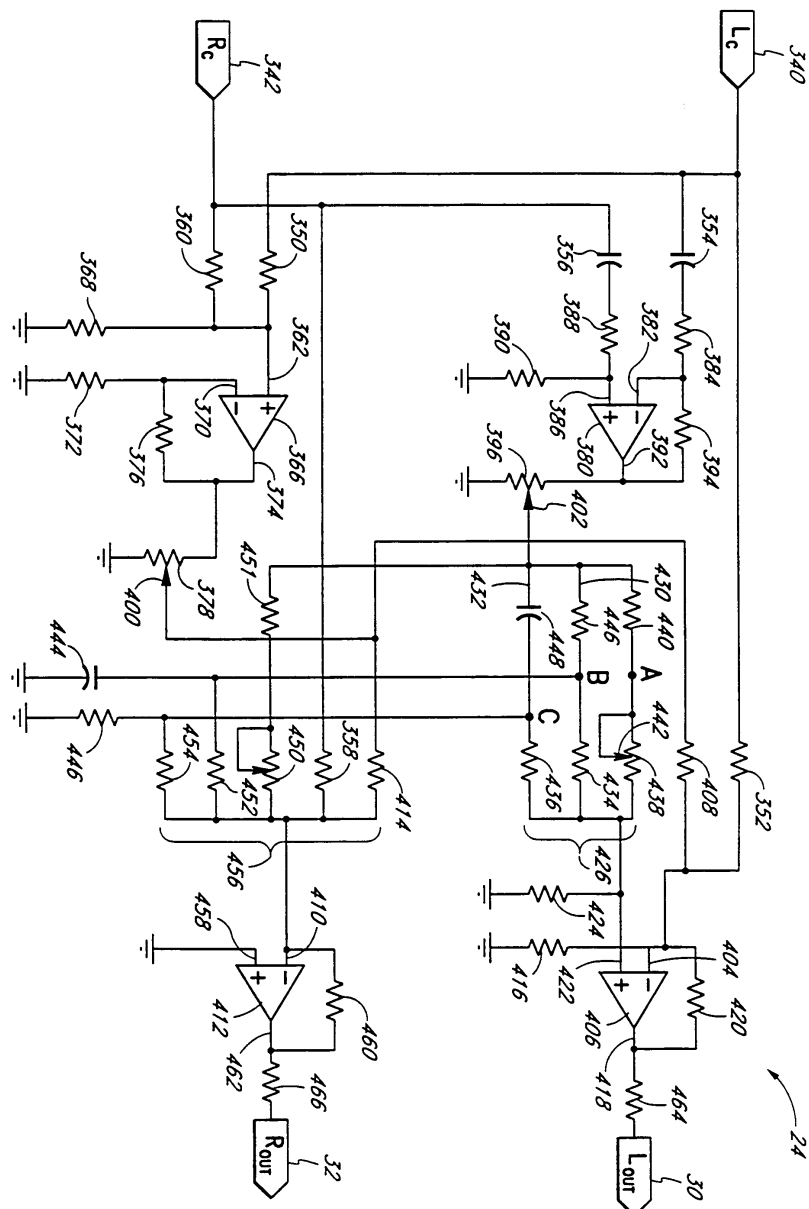
도면8B



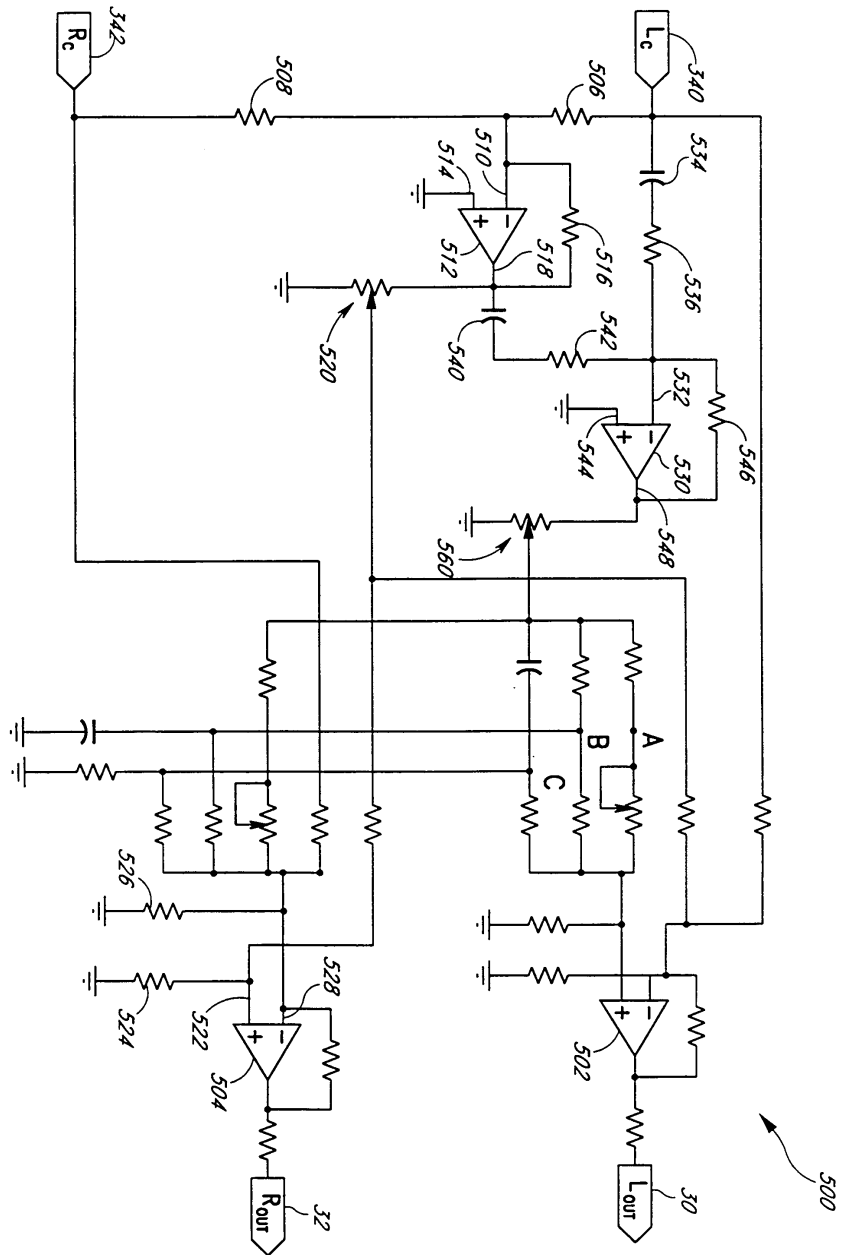
도면9



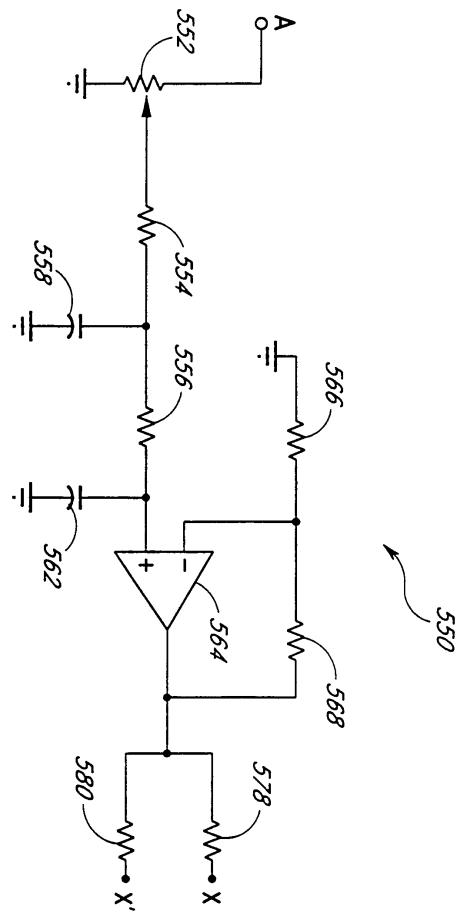
도면10



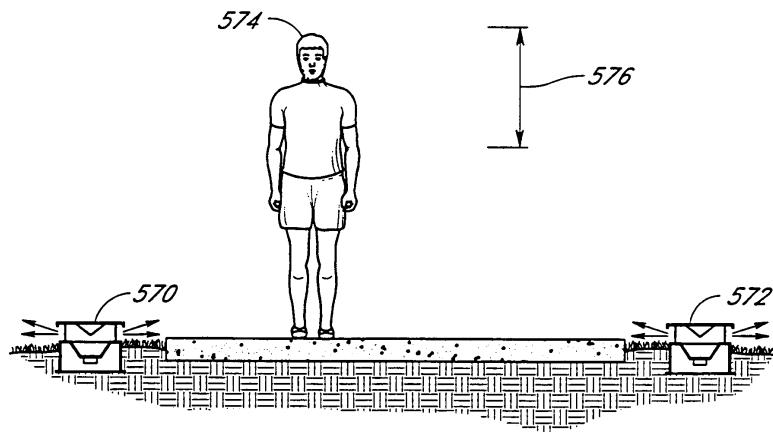
도면11



도면12



도면13



도면14

