(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
G10L 19/00 (2006.01)
G11B 20/10 (2006.01)
H03M 7/30 (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0077134
(43) 공개일자 2007년07월25일

(21) 출원번호 10-2007-0006281
(22) 출원일자 2007년01월19일
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

60/759,980	2006년01월19일	미국(US)
60/776,724	2006년02월27일	미국(US)
60/779,417	2006년03월07일	미국(US)
60/779,441	2006년03월07일	미국(US)
60/779,442	2006년03월07일	미국(US)
60/787,172	2006년03월30일	미국(US)
60/787,516	2006년03월31일	미국(US)

(71) 출원인 엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자 방희석
서울 서초구 양재동 14-10 4/7 101호
오현오
경기 고양시 일산구 주엽1동 강선마을3단지아파트 한신 306동403호
김동수
서울 관악구 남현동 602-265 우림빌라 502호
임재현
서울 관악구 남현동 1062-20 파크빌 오피스텔 609호
정양원
서울 강남구 도곡1동 역삼한신아파트 2동 803호

(74) 대리인 김용인
심창섭

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 미디어 신호의 처리 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 미디어 신호의 처리 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미디어 신호의 공간 정보를 이용하여 서라운드 신호를 생성하는 신호 처리 방법 및 장치에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명은 멀티 소스간의 특징을 나타내는 공간 정

보 및 서라운드 효과를 주는 필터 정보를 이용하여 렌더링 정보를 생성하는 단계와; 상기 렌더링 정보를 상기 멀티 소스를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호에 적용하여 서라운드 신호를 생성하는 단계를 포함하되, 상기 공간 정보를 처리하는데 이용되는 윈도우 함수의 길이는 가변적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법을 제공한다. 따라서, 본 발명에 의하면, 멀티 소스 신호를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호 및 상기 멀티 소스 신호의 공간 정보를 이용하여 멀티소스를 생성할 수 있는 환경이 아닌 경우에도 서라운드 신호를 생성할 수 있다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

멀티 소스간의 특징을 나타내는 공간 정보 및 서라운드 효과를 주는 필터 정보를 이용하여 렌더링 정보를 생성하는 단계; 및

상기 렌더링 정보를 상기 멀티 소스를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호에 적용하여 서라운드 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 공간 정보를 처리하는데 이용되는 윈도우 함수의 길이는 가변적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 신호 처리 방법은

상기 공간 정보의 특성을 이용하여 상기 윈도우 함수의 길이를 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 공간 정보의 특성은 상기 공간 정보가 갱신되는 간격인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 공간 정보가 갱신되는 간격이 좁으면 짧은 길이의 상기 윈도우 함수를 이용하고, 상기 공간 정보가 갱신되는 간격이 넓으면 긴 길이의 상기 윈도우 함수를 이용하여 상기 공간 정보를 처리하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 윈도우 함수는 상기 다운믹스 신호의 도메인을 상기 가상 서라운드 신호를 생성하는 도메인으로 변환하는 과정 및 그 역과정에 이용되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 필터 정보는 HRTF 필터 정보 또는 사용자의 선택에 따라 결정된 값을 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 필터 정보는 상기 서라운드 신호를 생성하는 도메인으로 도메인 변환된 필터 정보인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 필터 정보는 상기 HRTF 필터 정보를 파라미터로 축약하여 생성되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 9.

멀티 소스간의 특징을 나타내는 공간 정보 및 서라운드 효과를 주는 필터 정보를 이용하여 렌더링 정보를 생성하는 공간정보변환기; 및

상기 공간 정보를 처리하는데 이용되는 윈도우 함수의 길이를 가변적으로 결정하는 윈도우길이결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 신호 처리 장치는

상기 렌더링 정보를 상기 멀티소스를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호에 적용하여 서라운드 신호를 생성하는 렌더링부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 11.

제 9 항에 있어서, 상기 공간정보변환기는

HRTF 필터 정보 또는 사용자의 선택에 따라 결정된 값을 포함하는 필터 정보를 상기 서라운드 신호를 생성하는 도메인으로 도메인 변환하는 필터정보변환부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 미디어 신호의 처리 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 미디어 신호의 공간 정보를 이용하여 서라운드 신호를 생성하는 신호 처리 방법 및 장치에 관한 것이다. 미디어 신호를 모노 또는 스테레오 신호로 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호와 상기 미디어 신호의 공간 정보를 이용하여 멀티채널 미디어 신호를 생성하는 방법 및 장치들이 많이 이용되고 있다.

그러나, 상기와 같은 방법 및 장치들은 멀티채널 신호를 생성할 수 없는 환경, 예를 들면 스테레오 신호만을 생성할 수 있는 장치에서는 이용될 수 없다. 즉,멀티채널 신호를 생성할 수 없는 환경에서, 미디어 신호의 공간 정보를 이용하여 멀티채널 신호의 효과를 낼 수 있는 서라운드 신호를 생성하는 방법 및 장치가 존재하지 않는다. 따라서, 모노 또는 스테레오 신호만을 생성할 수 있는 장치에서도 서라운드 신호를 생성하는 방법 및 장치가 존재하지 않아, 미디어 신호를 효율적으로 처리하는데 많은 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 미디어 신호의 공간 정보를 이용하여 미디어 신호를 서라운드 신호로 변환하는 미디어 신호의 처리 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 멀티 소스간의 특징을 나타내는 공간 정보 및 서라운드 효과를 주는 필터 정보를 이용하여 렌더링 정보를 생성하는 단계와; 상기 렌더링 정보를 상기 멀티 소스를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호에 적용하여 서라운드 신호를 생성하는 단계를 포함하되, 상기 공간 정보를 처리하는데 이용되는 윈도우 함수의 길이는 가변적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법을 제공한다.

또한, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 멀티 소스간의 특징을 나타내는 공간 정보 및 서라운드 효과를 주는 필터 정보를 이용하여 렌더링 정보를 생성하는 공간정보변환기; 및 상기 공간 정보를 처리하는데 이용되는 윈도우 함수의 길이를 가변적으로 결정하는 윈도우길이결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치를 제공한다.

이하 상기의 목적으로 구체적으로 실현할 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있다. 이 경우에 발명의 상세한 설명에서 그 의미를 기재하였으므로, 단순한 용어의 명칭이 아닌 용어가 가지는 의미로서 본 발명을 파악하여야 한다. 이하에서 본 발명은 편의상 오디오 신호를 예로 하여 기술되나, 본 발명은 오디오 신호에 한정되지 않는다.

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 오디오 신호의 부호화 장치 및 복호화 장치에 대한 블록도이다. 부호화 장치(10)는 다운믹스부(100), 공간정보생성부(200), 다운믹스신호부호화부(300), 공간정보부호화부(400) 및 다중화부(500)를 포함한다.

도 1을 참조하면, 멀티 소스 오디오 신호(X1, X2,...,Xn)가 다운믹스부(100)에 입력되면, 상기 다운믹스부(100)는 상기 멀티 소스 오디오 신호를 다운믹스하여 다운믹스 신호를 생성한다. 상기 다운믹스 신호는 모노, 스테레오 또는 멀티 소스 오디오 신호를 포함한다. 상기 소스는 채널을 포함하며, 편의상 이하에서 채널로 기술한다. 본 명세서에서는 모노 또는 스테레오 다운믹스 신호를 기준으로 설명하나, 본 발명은 모노 또는 스테레오 다운믹스 신호로 한정되지 않는다. 또한, 상기 부호화 장치(10)는 선택적으로 외부에서 직접 제공되는 임의 다운믹스 신호를 이용할 수 있다. 공간정보생성부(200)는 멀티채널 오디오 신호로부터 공간 정보를 생성한다. 상기 공간 정보는 다운믹스 과정 중에 생성될 수 있다. 생성된 다운믹스 신호 및 공간 정보는 각각 다운믹스신호부호화부(300) 및 공간정보부호화부(400)에서 부호화된 후, 다중화부(500)로 전송된다.

본 발명에서 "공간 정보(spatial information)"란 부호화 장치에서 멀티채널 신호를 다운믹스(down-mix)하여 생성된 다운믹스 신호를 복호화 장치로 전송하고, 부호화 장치가 상기 다운믹스 신호를 업믹스(up-mix)하여 멀티채널 신호를 생성하

기 위해 필요한 정보를 의미한다. 상기 공간 정보는 공간 파라미터를 포함한다. 상기 공간 파라미터에는 채널간의 에너지 차이를 의미하는 CLD(channel level difference), 채널간의 상관관계(correlation)를 의미하는 ICC(inter channel coherences), 두 채널로부터 세 채널을 생성할 때 이용되는 CPC(channel prediction coefficients) 등이 있다.

본 발명에서 "다운믹스신호부호화부" 또는 "다운믹스신호복호화부"는 공간 정보가 아닌 오디오 신호를 부호화 또는 복호화하는 코덱을 의미한다. 본 명세서는 상기 공간 정보가 아닌 오디오 신호로서 다운믹스 오디오 신호를 예로 하여 기술한다. 또한, 상기 다운믹스신호부호화부 또는 다운믹스신호복호화부에는 MP3, AC-3, DTS 또는 AAC가 포함될 수 있다. 오디오 신호에 대하여 코덱 기능을 수행한다면 기존에 개발된 코덱뿐만 아니라 향후 개발될 코덱을 포함할 수 있다.

다중화부(500)는 다운믹스 신호 및 공간 정보를 다중화하여 비트스트림을 생성하고, 생성된 비트스트림을 복호화 장치(20)로 전송한다. 상기 비트스트림의 구조는 도 2에서 설명된다.

디코딩 장치(20)는 역다중화부(600), 다운믹스신호복호화부(700), 공간정보복호화부(800), 렌더링부(900) 및 공간정보변환부(1000)를 포함한다. 상기 역다중화부(600)는 비트스트림을 수신하고, 상기 비트스트림으로부터 부호화된 다운믹스 신호와 부호화된 공간 정보를 분리한다. 그 다음에, 다운믹스신호복호화부(700)는 부호화된 다운믹스 신호를 복호화하고, 공간정보복호화부(800)는 부호화된 공간 정보를 복호화한다. 공간정보변환부(1000)는 복호화된 공간 정보 및 필터 정보 이용하여 다운믹스 신호에 적용시킬 수 있는 렌더링 정보를 생성한다. 상기 렌더링 정보는 다운믹스 신호에 적용되어 서라운드 신호를 생성할 수 있다.

서라운드 신호를 생성하는 예를 들면, 부호화 장치(10)에서 멀티채널 오디오 신호로부터 다운믹스 신호를 생성하는 과정은 OTT박스(One-To-Two box) 또는 TTT박스(Two-To-Three box) 등을 이용하여 다단계로 이루어질 수 있다. 이때, 각 단계마다 공간 정보를 생성할 수 있다. 상기 공간 정보는 복호화 장치(20)로 전송되고, 복호화 장치(20)는 상기 공간 정보를 변형한 후에 변형된 공간 정보를 다운믹스 신호에 렌더링함으로써 서라운드 신호를 생성할 수 있다. 본 발명은 다운믹스 신호를 업믹스하여 멀티채널 신호를 생성하는 것이 아니라, 각 업믹스 단계별 공간 정보만을 추출하고, 추출된 공간 정보를 이용하여 렌더링을 수행하는 방법에 관한 것이다. 상기 렌더링 방법에는, 예를 들면, HRTF(head-related transfer functions, 이하 'HRTF'라 한다.) 필터링이 이용될 수 있다.

이때, 공간 정보는 하이브리드 도메인(hybrid domain)에서 적용될 수 있는 값이다. 상기 렌더링은 도메인에 따라서 다음과 같은 종류가 있을 수 있다.

첫 번째 방법은 하이브리드 필터뱅크(hybrid filterbank)에 다운믹스 신호를 통과시키고, 하이브리드 도메인(hybrid domain)에서 렌더링을 수행하는 것이다. 이때, 공간 정보에 대한 도메인의 변환은 필요하지 않다.

두 번째 방법은 시간 도메인(time domain)에서 렌더링을 수행하는 것이다. 상기 두 번째 방법은 HRTF 필터가 시간 도메인에서 FIR(Finite Inverse Response) 필터 또는 IIR(Infinite Inverse Response) 필터로 모델링되는 점을 이용하여, 공간 정보를 시간 도메인의 필터 계수로 변환하는 과정을 필요로 한다.

세 번째 방법은 다른 주파수 도메인에서 렌더링을 수행하는 것이다. 예를 들면, DFT(Ddiscrete Fourier Transform) 도메인에서 렌더링을 수행하는 방법이다. 상기 세 번째 방법은 공간 정보를 해당 도메인으로 변환하는 과정을 필요로 한다. 또한, 이 방법은 시간 도메인에서의 필터링을 주파수 도메인에서의 연산으로 치환하는 것으로서, 고속 연산이 가능하다.

본 발명에서 필터 정보는 오디오 신호를 처리하기 위한 필터에 관한 정보로서, 특정 필터가 가지는 필터 계수를 포함한다. 상기 필터 정보의 예로 다음과 같은 것이 있다. 원형 필터 정보(proto-type filter information)는 특정 필터가 가지는 원래의 필터 정보를 의미하고, GL_L 등으로 표현 가능하다. 변형된 필터 정보(converted filter information)는 상기 원형 필터 정보가 변형된 후의 필터 계수를 의미하고, GL_L' 등으로 표현 가능하다. 서브렌더링 정보(sub-randering information)는 서라운드 신호를 생성하기 위해 원형 필터 정보를 공간화한 필터 정보를 의미하고, FL_L1 등으로 표현 가능하다. 렌더링 정보는 렌더링을 수행하기 위해 필요한 필터 정보를 의미하고, HL_L 등으로 표현 가능하다. 인터폴레이팅/스무딩된 렌더링 정보는 상기 렌더링 정보를 인터폴레이팅 및/또는 스무딩한 필터 정보를 의미하고, HL_L' 등으로 표현 가능하다. 본 명세서는 상기 필터 정보들을 예로 하여 기술할 것이나, 본 발명은 상기 필터 정보의 명칭에 한정되지 않는다. 상기 필터 정보는 HRTF를 예로 하여 설명되나, 본 발명은 상기 HRTF에 한정되지 않는다.

그 다음에, 렌더링부(900)는 복호화된 다운믹스 신호 및 렌더링 정보를 수신하고, 상기 복호화된 다운믹스 신호 및 렌더링 정보를 이용하여 서라운드 신호를 생성한다. 상기 서라운드 신호는 스테레오 신호만 생성할 수 있는 오디오 시스템에 입체음향 효과를 제공하는 신호가 될 수 있다. 본 발명은 스테레오 신호만 생성할 수 있는 오디오 시스템 외에도 적용할 수 있다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 오디오 신호 비트스트림의 구조를 나타낸다. 상기 비트스트림은 부호화된 다운믹스 신호 및 부호화된 공간 정보를 포함한다. 도 2를 참조하면, 오디오 페이로드(audio payload) 1프레임(frame)은 다운믹스 신호 필드 및 보조 데이터 필드(ancillary data field)를 포함한다. 상기 보조 데이터 필드에 부호화된 공간 정보가 저장될 수 있다. 예를 들면, 오디오 페이로드가 48 ~ 128kbps일 때, 공간 정보는 5 ~ 32kbps 정도의 범위를 가질 수 있으나, 상기 오디오 페이로드 및 공간 정보의 범위에 대한 제한은 없다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부에 대한 상세 블록도이다. 공간정보변환부(1000)는 소스매핑부(1010), 서브렌더링정보생성부(1020), 합성부(1030), 프로세싱부(1040), 도메인변환부(1050)를 포함한다.

도 3을 참조하면, 소스매핑부(1010)는 공간 정보를 이용하여 소스 매핑 과정을 수행함으로써, 오디오 신호의 각 소스에 대응되는 소스 매핑 정보를 생성한다. 상기 소스 매핑 정보란 오디오 신호의 각 소스에 대응되도록 공간 정보 등을 이용하여 생성된 각 소스별 정보를 말한다. 상기 소스는 채널을 포함하며, 이 경우에 각 채널에 대응되는 소스 매핑 정보가 생성된다. 상기 소스 매핑 정보는 계수 형태로 표현될 수 있다. 상기 소스 매핑 과정에 대한 상세한 설명은 아래의 도4 및 도 5를 참조하여 기술된다.

서브렌더링정보생성부(1020)는 소스 매핑 정보 및 필터 정보를 이용하여 각 소스에 대응하는 서브렌더링 정보를 생성한다. 예를 들면, 렌더링부(900)가 HRTF 필터인 경우, 서브렌더링정보생성부(1020)는 HRTF 필터 정보를 이용하여 서브렌더링 정보를 생성할 수 있다.

합성부(1030)는 서브렌더링 정보를 다운믹스 신호의 소스에 대응되도록 합성(integration)하여 렌더링 정보를 생성한다. 상기 렌더링 정보란 공간 정보 및 필터 정보를 이용하여 생성된 정보로서, 다운믹스 신호에 적용되어 서라운드 신호를 생성하는 정보를 말한다. 상기 렌더링 정보는 필터 계수 형태를 포함한다. 상기 합성은 렌더링 과정의 연산량을 줄이기 위해 생략할 수 있다. 그 다음에, 상기 렌더링 정보는 프로세싱부(1042)로 전송된다. 상기 프로세싱부(1042)는 인터폴레이팅부(1041) 및/또는 스무딩부(1042)를 포함한다. 상기 렌더링 정보는 상기 인터폴레이팅부(1041) 및/또는 스무딩부(1042)에서 인터폴레이팅 및/또는 스무딩을 거친다. 그 다음에, 도메인변환부(105)는 상기 렌더링 정보의 도메인을 렌더링부(900)에서 이용되는 다운믹스 신호의 도메인으로 변환한다. 상기 도메인변환부(105)는 도 3에 도시된 위치 이외에 다양한 위치에서 적용될 수 있다. 따라서, 렌더링 정보가 상기 렌더링부(900)와 동일한 도메인에서 생성된 경우, 상기 도메인변환부(1050)는 생략될 수 있다. 도메인 변환된 렌더링 정보는 렌더링부(900)로 전송된다.

또한, 공간정보변환부(1000)는 필터정보변환부(1060)를 포함할 수 있다. 도 3에서, 상기 필터정보변환부(1060)는 공간정보변환부(1000) 내부에 도시되고 있으나, 상기 공간정보변환부(1000) 외부에 존재할 수 있다. 상기 필터정보변환부(1060)는 임의의 필터 정보, 예를 들면 HRTF를 서브 렌더링 정보 또는 렌더링 정보를 생성하는데 적합하도록 변환한다. 상기 필터 정보의 변환 과정은 다음과 같은 과정을 포함할 수 있다.

첫째, 적용하는 도메인을 맞추는 과정이 포함된다. 필터 정보가 가지고 있는 도메인과 렌더링이 수행되는 도메인이 일치하지 않는 경우, 상기 도메인을 맞추는 과정이 필요하다. 예를 들면, 시간 도메인 HRTF를 렌더링 정보가 생성되는 DFT, QMF 또는 하이브리드 도메인으로 변환하는 과정이 필요하다.

둘째, 도메인 변환된 HRTF를 저장하고 공간 정보에 적용하는 것을 용이하게 하도록, 계수 축약 과정을 포함할 수 있다. 예를 들면, 원형 HRTF 필터 계수가 긴 탭 수(길이)의 응답을 갖는 경우라면, 5.1 채널의 경우 총 10개의 해당 길이만큼의 응답에 대응되는 메모리에 해당 계수를 저장해야 한다. 이는 메모리에 대한 부담과 더불어 연산량을 증가시키는 요인이 된다. 이와 같은 문제를 막기 위해, 도메인 변환 과정에서 필터의 특성을 유지하면서 저장해야하는 필터 계수는 줄이는 방법을 이용할 수 있다. 예를 들면, HRTF 응답을 소수 개의 파라미터 값으로 변환할 수 있다. 이때, 적용되는 도메인에 따라 파라미터 생성 과정 및 값이 다를 수 있다.

다운믹스 신호는 렌더링부(900)에서 렌더링 정보와 렌더링 되기 전에 도메인 변환부(1100) 및/또는 디코릴레이팅부(1200)를 통과한다. 도메인변환부(1100)는 렌더링 정보의 도메인과 다운믹스 신호의 도메인이 다른 경우, 양쪽의 도메인을 일치하기 위해 다운믹스 신호의 도메인 변환을 수행한다.

디코릴레이팅부(1200)는 도메인 변환된 다운믹스 신호에 적용된다. 렌더링 정보에 디코릴레이터를 적용하는 방법에 비해, 다운믹스 신호에 적용한다는 점에서 연산량은 상대적으로 높지만, 렌더링 정보 생성 과정에서 생기는 왜곡을 막을 수 있다. 상기 디코릴레이팅부(1200)는 연산량이 허락한다면 각기 다른 특성을 갖는 복수의 디코릴레이터를 포함할 수 있다. 또한, 상기 디코릴레이팅부(1200)는 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 이용되지 않을 수 있다. 도 3에서는 도메인 변환된 모노 다운믹스 신호, 즉, 주파수 도메인, 하이브리드 도메인, QMF 도메인 또는 DFT 도메인에서의 모노 다운믹스 신호가 렌더링 과정에 이용되는 경우, 해당 도메인에서의 디코릴레이터를 이용하는 것을 도시한다. 또한, 본 발명은 시간 도메인에서의 디코릴레이터를 이용하는 것도 포함한다. 이때는 도메인변환부(1100) 이전의 모노 다운믹스 신호가 직접 디코릴레이팅부(1200)에 입력된다. 상기 디코릴레이트로서 일차 이상의 IIR 필터(또는 FIR 필터)를 이용할 수 있다.

그 다음에, 렌더링부(900)는 다운믹스 신호, 디코릴레트된 다운믹스 신호 및 렌더링 정보를 이용하여 서라운드 신호를 생성한다. 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 디코릴레이트된 다운믹스 신호를 이용하지 않을 수 있다. 렌더링 과정에 대한 상세한 설명은 아래에서 도6 내지 도9을 참조하여 기술된다. 상기 서라운드 신호는 역도메인변환부(1300)에서 시간 도메인으로 변환되어 출력된다. 이때, 사용자는 스테레오 신호를 들을 수 있는 이어폰 등으로 멀티채널 효과를 가진 음향을 들을 수 있게 된다.

도 4 및 5는 본 발명의 일실시예에 따른 소스 매핑 과정에서 이용되는 채널 구성을 도시한다. 소스 매핑 과정은 공간 정보를 이용하여 오디오 신호의 각 소스에 대응되는 소스 매핑 정보를 생성하는 과정이다. 전술한 것처럼, 상기 소스는 채널을 포함하며, 도4 및 도5에 도시된 채널에 대응되도록 소스 매핑 정보가 생성될 수 있다. 상기 소스 매핑 정보는 렌더링 과정에 적합한 형태로 생성된다. 예를 들면, 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, CLD1 ~ CLD5, ICC1 ~ ICC5 등의 공간 정보를 이용하여, 소스 매핑 정보를 생성할 수 있다. 상기 소스 매핑 정보는 D_L(=D_L),D_R(=D_R), D_C(=D_C), D_LFE(=D_{LFE}), D_Ls(=D_{Ls}), D_Rs(=D_{Rs}) 등의 값으로 표현될 수 있다. 이때, 상기 소스 매핑 정보를 생성하는 과정은 공간 정보에 대응되는 트리 구조(tree structure) 및 사용되는 공간 정보의 범위 등에 따라 가변적이다. 본 명세서는 다운믹스 신호가 모노인 경우를 예로 하여 기술하나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

렌더링부(900)에서 출력된 좌우채널 출력은 아래의 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있다.

$$Lo = L*GL_L' + C*GC_L' + R*GR_L' + Ls*GLs_L' + Rs*GRs_L'$$

$$Ro = L*GL_R' + C*GC_R' + R*GR_R' + Ls*GLs_R' + Rs*GRs_R'$$

여기서, 상기 * 연산자는 DFT 도메인에서는 곱으로, QMF 및 시간 도메인에서는 콘볼루션(convolution)으로 대체될 수 있다. 본 발명은 상기 L, C, R, Ls, Rs를 공간 정보를 이용한 소스 매핑 정보에 의해 생성하거나, 공간 정보 및 필터 정보를 이용한 소스 매핑 정보에 의해 생성하는 방법을 포함한다. 예를 들면, 소스 매핑 정보는 공간 정보 중 CLD만을 이용하여 생성되거나, 또는 공간 정보 중 CLD 및 ICC를 이용하여 생성될 수 있다. CLD만을 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 방법은 아래와 같다. 트리 구조(tree structure)가 도 4와 같은 구조인 경우, CLD만을 이용하여 소스 매핑 정보를 얻는 제1 방법은 아래의 [수학식 2]과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_L \\ D_R \\ D_C \\ D_{LFE} \\ D_{Ls} \\ D_{Rs} \end{bmatrix} m = \begin{bmatrix} c_{1,OTT3}c_{1,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{2,OTT3}c_{1,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{1,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{1,OTT2}c_{2,OTT0} \\ c_{2,OTT2}c_{2,OTT0} \end{bmatrix} m$$

여기서,

$$c_{1,OTT_x}^{l,m} = \sqrt{\frac{10^{\frac{CLD_x^m}{10}}}{1+10^{\frac{CLD_x^m}{10}}}}, \quad c_{2,OTT_x}^{l,m} = \sqrt{\frac{1}{1+10^{\frac{CLD_x^m}{10}}}}$$

이고, m은 모노 다운믹스 신호이다.

트리 구조(tree structure)가 도 5와 같은 구조인 경우, CLD만을 이용하여 소스 매핑 정보를 얻는 제2 방법은 아래의 [수학식 3]과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ Ls \\ R \\ Rs \\ C \\ LFE \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_L \\ D_{Ls} \\ D_R \\ D_{Rs} \\ D_C \\ D_{LFE} \end{bmatrix} m = \begin{bmatrix} c_{1,OTT3}c_{1,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{2,OTT3}c_{1,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{1,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ c_{1,OTT2}c_{2,OTT0} \\ c_{2,OTT2}c_{2,OTT0} \end{bmatrix} m$$

CLD만을 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 경우, 입체감이 떨어질 수 있다. 따라서 ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성할 수 있다. 디코릴레이터 출력신호 dx(m)을 이용하여 생성되는 멀티채널 신호는 아래의 [수학식 4]와 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{L1}m + B_{L0}D_0(m) + B_{L1}D_1(C_{L1}m) + B_{L3}D_3(C_{L3}m) \\ A_{R1}m + B_{R0}D_0(m) + B_{R1}D_1(C_{R1}m) + B_{R3}D_3(C_{R3}m) \\ A_{C1}m + B_{C0}D_0(m) + B_{C1}D_1(C_{C1}m) \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0}m \\ A_{LS1}m + B_{LS0}D_0(m) + B_{LS2}D_2(C_{LS2}m) \\ A_{RS1}m + B_{RS0}D_0(m) + B_{RS2}D_2(C_{RS2}m) \end{bmatrix}$$

여기서, A, B, C는 CLD 및 ICC로 표현될 수 있는 값이고, d_0 내지 d_3은 디코릴레이터이며, m은 모노 다운믹스 신호이다. 상기 방법은 D_L, D_R 등의 소스 매핑 정보를 생성할 수 없다.

따라서, 다운믹스 신호에 대하여 CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제1 방법은 dx(m)(x=0, 1, 2)을 각각 독립적인 입력으로 간주하는 것이다. 이 경우, 상기 dx는 아래의 [수학식 5]와 같이 서브렌더링 필터 정보의 생성 과정에 이용될 수 있다.

FL_L_M = d_L_M * GL_L' (mono 입력 -> Left 출력)

FL_R_M = d_L_M * GL_R' (mono 입력 -> Right 출력)

FL_L_Dx = d_L_Dx * GL_L' (Dx 출력 -> Left 출력)

FL_R_Dx = d_L_Dx * GL_R' (Dx 출력 -> Right 출력)

상기 [수학식 5]의 결과를 이용하여 렌더링 정보는 아래의 [수학식 6]과 같이 생성될 수 있다.

HM_L = FL_L_M + FR_L_M + FC_L_M + FLS_L_M + FRS_L_M + FLFE_L_M

HM_R = FL_R_M + FR_R_M + FC_R_M + FLS_R_M + FRS_R_M + FLFE_R_M

HDx_L = FL_L_Dx + FR_L_Dx + FC_L_Dx + FLS_L_Dx + FRS_L_Dx + FLFE_L_Dx

HDx_R = FL_R_Dx + FR_R_Dx + FC_R_Dx + FLS_R_Dx + FRS_R_Dx + FLFE_R_Dx

상기 렌더링 정보의 생성 과정에 대한 상세한 설명은 후술된다. 상기 CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제1 방법은 dx 출력값, 즉 dx(m)을 독립적인 입력으로 처리하기 때문에 연산량이 증가될 수 있다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제2 방법은 주파수 도메인에서 적용되는 디코릴레이터를 이용하는 것이다. 이 경우에, 소스 매핑 정보는 아래의 [수학식 7]과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{L1}m + B_{L0}D_0m + B_{L1}D_1C_{L1}m + B_{L3}D_3C_{L3}m \\ A_{R1}m + B_{R0}D_0m + B_{R1}D_1C_{R1}m + B_{R3}D_3C_{R3}m \\ A_{C1}m + B_{C0}D_0m + B_{C1}D_1C_{C1}m \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0}m \\ A_{LS1}m + B_{LS0}D_0m + B_{LS2}D_2C_{LS2}m \\ A_{RS1}m + B_{RS0}D_0m + B_{RS2}D_2C_{RS2}m \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} A_{L1} + B_{L0}D_0 + B_{L1}D_1C_{L1} + B_{L3}D_3C_{L3} \\ A_{R1} + B_{R0}D_0 + B_{R1}D_1C_{R1} + B_{R3}D_3C_{R3} \\ A_{C1} + B_{C0}D_0 + B_{C1}D_1C_{C1} \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ A_{LS1} + B_{LS0}D_0 + B_{LS2}D_2C_{LS2} \\ A_{RS1} + B_{RS0}D_0 + B_{RS2}D_2C_{RS2} \end{bmatrix} m$$

이 경우에, 주파수 도메인에서 디코릴레이터를 적용함으로써, 디코릴레이터를 적용하기 이전과 같은 D_L, D_R 등의 소스 매핑 정보를 생성할 수 있으므로, 간단하게 구현할 수 있다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제3 방법은 상기 제2 방법의 디코릴레이터로서 올-패스 특성을 가지는 디코릴레이터를 사용하는 것이다. 상기 올-패스 특성은 크기는 일정하고 위상 변화만을 가지는 것을 의미한다. 또한, 본 발명은 상기 제1 방법의 디코릴레이터로서 올-패스 특성을 가지는 디코릴레이터를 사용하는 것을 포함한다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제4 방법은 상기 제2 방법에서 d_0 내지 d_3을 이용하여 디코릴레이션을 수행하는 것이 아니라, 각 채널(예를 들면, L, R, C, Ls, Rs 등)에 대한 각각의 디코릴레이터를 사용하여 디코릴레이션을 수행하는 것이다. 이 경우, 소스 매핑 정보는 아래의 [수학식 8]과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{L1} + K_L D_L \\ A_{R1} + K_R D_R \\ A_{C1} + K_C D_C \\ c_{2,OTT4}c_{2,OTT1}c_{1,OTT0} \\ A_{LS1} + K_{Ls} D_{Ls} \\ A_{RS1} + K_{Rs} D_{Rs} \end{bmatrix} m$$

여기서, K는 CLD 및 ICC 값으로부터 결정되는 디코릴레이션 된 신호의 에너지 값이고, d_L, d_R, d_C, d_Ls 및 d_Rs는 채널별로 적용되는 디코릴레이터이다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보을 생성하는 제5 방법은, 상기 제4 방법에서 d_L과 d_R을 대칭되게 구성하고, d_Ls와 d_Rs를 대칭되게 구성함으로써 디코릴레이션 효과를 극대화하는 것이다. 즉, d_R=f(d_L), d_Rs=f(d_Ls)라 할 수 있으므로, d_L, d_C 및 d_Ls만 설계하면 된다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제6 방법은, 상기 제5 방법에서 d_L과 d_Ls가 상관 관계를 갖도록 구성하는 것이다. 또한, d_L과 d_C 역시 상관 관계를 가지도록 구성될 수 있다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제7 방법은, 상기 제3 방법에서 디코릴레이터를 올-패스 필터의 직렬 구조 또는 중첩(nested) 구조로 사용하는 것이다. 상기 제7 방법은 올-패스 필터가 특성상 직렬 구조로 사용되어도 올-패스의 특성이 유지되고, 중첩 구조로 사용되어도 올-패스의 특성이 유지된다는 것을 이용하는 것이다. 직렬 구조 또는 중첩 구조로 사용될 경우, 더욱 다양한 형태의 위상 응답(Phase response)을 얻을 수 있기 때문에, 디코릴레이션 효과를 극대화할 수 있다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제8 방법은 종래의 디코릴레이터와 상기 제2 방법의 주파수 도메인 디코릴레이터를 함께 사용하는 것이다. 이 경우 멀티 채널 신호는 아래의 [수학식 9]와 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{L1}+K_L D_L \\ A_{R1}+K_R D_R \\ A_{C1}+K_C D_C \\ c_{2,OIT4}c_{2,OIT1}c_{1,OIT0} \\ A_{LS1}+K_{Ls} D_{Ls} \\ A_{RS1}+K_{Rs} D_{Rs} \end{bmatrix} m + \begin{bmatrix} P_{L0}D_{new0}(m)+P_{L1}D_{new1}(m)+\Lambda \\ P_{R0}D_{new0}(m)+P_{R1}D_{new1}(m)+\Lambda \\ P_{C0}D_{new0}(m)+P_{C1}D_{new1}(m)+\Lambda \\ 0 \\ P_{Ls0}D_{new0}(m)+P_{Ls1}D_{new1}(m)+\Lambda \\ P_{Rs0}D_{new0}(m)+P_{Rs1}D_{new1}(m)+\Lambda \end{bmatrix}$$

이 경우에, 필터 계수 생성 과정은 상기 제1 방법에서 설명한 것에서 A가 A+ Kd로 변경되는 차이를 제외하고는 동일하게 이루어진다.

CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 제9 방법은 종래의 디코릴레이터를 이용할 경우, 종래의 디코릴레이터 출력에 주파수 도메인 디코릴레이터를 적용함으로써 추가로 디코릴레이션 된 값을 생성하는 것이다. 따라서, 주파수 도메인 디코릴레이터가 갖는 한계를 극복하면서, 적은 연산량으로 소스 매핑 정보를 생성할 수 있다.

상기 CLD, ICC 및/또는 디코릴레이터를 이용하여 소스 매핑 정보를 생성하는 상기 제4 방법은 아래의 [수학식 10]과 같이 일반적으로 표현될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \\ LFE \\ Ls \\ Rs \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{L1}m+K_L D_L(m) \\ A_{R1}m+K_R D_R(m) \\ A_{C1}m+K_C D_C(m) \\ c_{2,OIT4}c_{2,OIT1}c_{1,OIT0}m \\ A_{LS1}m+K_{Ls} D_{Ls}(m) \\ A_{RS1}m+K_{Rs} D_{Rs}(m) \end{bmatrix}$$

여기서 di_(m)(i=L, R, C, Ls, Rs)은 i 채널에 적용되는 디코릴레이터 출력 값이며, 상기 출력 값은 시간 도메인, 주파수 도메인, QMF 도메인 또는 하이브리드 도메인 등에서 처리될 수 있다. 만약, 현재 프로세스가 진행중인 도메인과 다른 도메인에서 처리된 것이라면, 상기 출력 값은 도메인 변환을 통해 변환될 수 있다. 또한, 연산량 감소를 목적으로 d_L, d_R, d_C, d_Ls, d_Rs에 동일한 d를 사용할 수 있으며, 이 경우에 상기 [수학식 10]은 매우 간단하게 표현될 수 있다.

[수학식 10]을 [수학식 1]에 적용하면, 상기 [수학식 1]은 아래의 [수학식 11]과 같이 표현될 수 있다.

$$Lo = HM_L*m + HMD_L*d(m)$$

$$Ro = HM_R*R + HMD_R*d(m)$$

여기서, 렌더링 정보 HM_L은 입력 m을 가지고 서라운드 신호 Lo를 만들기 위한 공간 정보와 필터 정보의 조합된 값이고, 렌더링 정보 HM_R은 입력 m을 가지고 서라운드 신호 Ro를 만들기 위한 공간 정보와 필터 정보의 조합된 값이다. d(m)은 임의의 도메인에서 디코릴레이터 출력 값을 현재의 도메인으로 옮긴 값 또는 현재의 도메인에서 처리되어 생성된 디코릴레이터 출력 값이다. 렌더링 정보 HMD_L은 디코릴레이터 출력 값인 d(m)이 렌더링될 때, Lo에 더해지는 정도를 나타내는 값으로, 공간 정보와 필터 정보의 조합된 값이다. 렌더링 정보 HMD_R은 d(m)이 Ro에 더해지는 정도를 나타내는 값이다.

상기와 같이 본 발명은 모노 다운믹스 신호에 대해 렌더링 과정을 수행하기 위해, 공간 정보와 필터 정보(예를 들면, HRTF 필터 계수)를 조합하여 생성한 렌더링 정보를 다운믹스 신호 및 디코릴레이트된 다운믹스 신호에 렌더링하여 서라운드 신호를 생성하는 방법을 제안한다. 상기 렌더링 과정은 도메인에 관계없이 수행될 수 있다. 만일, d(m)이 주파수 도메인에서 수행되어 d*m(곱 연산자)로 표현될 수 있다면, [수학식 11]은 아래의 [수학식 12]와 같이 표현될 수 있다.

$$Lo = HM_L*m + HMD_L*d*m = HMoverall_L*m$$

$$Ro = HM_R*m + HMD_R*d*m = HMoverall_R*m$$

이와 같이, 다운믹스 신호에 대해 주파수 도메인에서 렌더링 과정을 수행하는 경우에, 공간 정보, 필터 정보 및 디코릴레이터가 적절히 조합된 값을 곱의 형태로 표현함으로써 연산량을 최소화할 수 있다.

도 6 및 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 다운믹스 신호에 대한 렌더링부의 상세 블록도이다. 도 6을 참조하면, 상기 렌더링부(900)는 제A 렌더링부(910) 및 제B 렌더링부(920)를 포함한다. 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 공간정보변환부(1000)는 다운믹스 신호의 왼쪽(left) 및 오른쪽(right) 채널에 적용될 렌더링 정보를 생성한다. 상기 제A 렌더링부(910)는 다운믹스 신호의 왼쪽 채널에 대한 렌더링 정보를 상기 다운믹스 신호의 왼쪽 채널에 렌더링하여, 서라운드 신호를 생성한다. 상기 제B 렌더링부(920)는 다운믹스 신호의 오른쪽 채널에 대한 렌더링 정보를 상기 다운믹스 신호의 오른쪽 채널에 렌더링하여, 서라운드 신호를 생성한다. 상기 각 채널의 명칭은 예시적인 것이며, 본 발명은 상기 채널의 명칭에 제한되지 않는다.

또한, 렌더링 정보는 각각의 채널에서 자기 채널로 전달되는 렌더링 정보와 상대 채널로 전달되는 렌더링 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 공간정보변환부(1000)는 다운믹스 신호의 왼쪽 채널에 대한 렌러링부에 입력되어 자기 채널 출력인 왼쪽 출력으로 전달되는 렌더링 정보(HL_L)와, 상대 채널인 오른쪽 출력으로 전달되는 렌더링 정보(HL_R)를 생성할 수 있다. 그리고, 상기 공간정보변환부(1000)는 다운믹스 신호의 오른쪽 채널에 대한 렌더링부에 입력되어 자기 채널 출력인 오른쪽 출력으로 전달하는 렌더링 정보(HR_R)와, 상대 채널인 왼쪽 출력으로 전달하는 렌더링 정보(HR_L)를 생성할 수 있다.

도 7을 참조하면, 렌더링부(900)는 제1A 렌더링부(911), 제2A 렌더링부(912), 제1B 렌더링부(921) 및 제2B 렌더링부(922)를 포함한다. 상기 렌더링부(900)는 스테레오 다운믹스 신호를 수신하고, 공간정보변환부(1000)로부터 렌더링 정보를 수신한다. 그 다음에, 상기 렌더링부(900)는 상기 렌더링 정보를 상기 스테레오 다운믹스 신호에 렌더링하여, 서라운드 신호를 생성한다.

더욱 상세하게는, 상기 제1A 렌더링부(911)는 다운믹스 신호의 왼쪽 채널에 대한 렌더링 정보 중 자기 채널로 전달되는 렌더링 정보(HL_L)를 이용하여 렌더링을 수행하고, 상기 제2A 렌더링부(912)는 다운믹스 신호의 왼쪽 채널에 대한 렌더링 정보 중 상대 채널로 전달되는 렌더링 정보(HL_R)를 이용하여 렌더링을 수행한다. 또한, 상기 제1B 렌더링부(921)은

다운믹스 신호의 오른쪽 채널에 대한 렌더링 정보 중 자기 채널로 전달되는 렌더링 정보(HR_R)를 이용하여 렌더링을 수행하고, 상기 제2B 렌더링부(922)는 다운믹스 신호의 오른쪽 채널에 대한 렌더링 정보 중 상대 채널로 전달되는 렌더링 정보(HR_L)를 이용하여 렌더링을 수행한다. 이하에서, 상대 채널로 전달되는 렌더링 정보를 "크로스 렌더링 정보"라 한다. 상기 크로스 렌더링 정보 HL_R 및 HR_L은 자기 채널에 적용된 후, 가산기에서 상대 채널로 더해진다. 이때, 경우에 따라서는 상기 크로스 렌더링 정보 HL_R 및/또는 HR_L가 0이 될 수 있다. 상기 크로스 렌더링 정보 HL_R 및/또는 HR_L가 0이 되면, 해당 패스에 아무런 기여를 하지 않음을 의미한다.

도 6 및 도 7에 도시된 서라운드 신호의 생성 방법에 대한 예를 들면 다음과 같다. 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 다운믹스 신호를 x, 공간 정보를 이용하여 생성된 소스 매핑 정보를 D, 원형 필터 정보를 G, 멀티채널 신호를 p, 서라운드 신호를 y라 정의하고, 이를 행렬식으로 나타내면 아래의 [수학식 13]과 같이 표현될 수 있다.

$$\mathbf{x}=\begin{bmatrix} Li \\ Ri \end{bmatrix}, \quad \mathbf{p}=\begin{bmatrix} L \\ Ls \\ R \\ Rs \\ C \\ LFE \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D}=\begin{bmatrix} D_L1 & D_L2 \\ D_Ls1 & D_Ls2 \\ D_R1 & D_R2 \\ D_Rs1 & D_Rs2 \\ D_C1 & D_C2 \\ D_LFE1 & D_LFE2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G}=\begin{bmatrix} GL_L & GLs_L & GR_L & GRs_L & GC_L & GLFE_L \\ GL_R & GLs_R & GR_R & GRs_R & GC_R & GLFE_R \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y}=\begin{bmatrix} Lo \\ Ro \end{bmatrix}$$

여기서, 상기 값들이 주파수 도메인의 값이라면, 아래와 같은 형태로 전개될 수 있다. 먼저 멀티채널 신호(p)는 아래의 [수학식 14]와 같이 공간 정보를 이용하여 생성된 소스 매핑 정보(D)와 다운믹스 신호(x)의 곱으로 나타낼 수 있다.

$$\mathbf{p}=\mathbf{D}\cdot\mathbf{x}, \quad \begin{bmatrix} L \\ Ls \\ R \\ Rs \\ C \\ LFE \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} D_L1 & D_L2 \\ D_Ls1 & D_Ls2 \\ D_R1 & D_R2 \\ D_Rs1 & D_Rs2 \\ D_C1 & D_C2 \\ D_LFE1 & D_LFE2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} Li \\ Ri \end{bmatrix}$$

그리고, 서라운드 신호(y)는 아래의 [수학식 15]과 같이 멀티채널 신호(p)에 원형 필터 정보(G)를 렌더링하여 생성될 수 있다.

$$\mathbf{y}=\mathbf{G}\cdot\mathbf{p}$$

여기서, 상기 p에 [수학식 14]를 대입하면 아래의 [수학식 16]이 생성될 수 있다.

$$\mathbf{y}=\mathbf{GDx}$$

이때, 렌더링 정보 H를 $\mathbf{H}=\mathbf{GD}$ 로 정의하면, 서라운드 신호(y)와 다운믹스 신호(x)는 아래의 [수학식 17]과 같은 관계를 갖는다.

$$\mathbf{H}=\begin{bmatrix} HL_L & HR_L \\ HL_R & HR_R \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y}=\mathbf{Hx}$$

따라서, 필터 정보와 소스 매핑 정보 간의 곱을 먼저 처리하여 렌더링 정보(H)를 생성한 후, 다운믹스 신호(x)에 상기 렌더링 정보(H)를 곱하여 서라운드 신호(y)를 생성할 수 있다.

렌더링 정보(H)에 대한 상기 정의에 따를 때, 상기 렌더링 정보(H)는 아래의 [수학식 18]과 같이 표현될 수 있다.

$$\mathbf{H}=\mathbf{GD}$$

$$\begin{bmatrix} GL_L & GLs_L & GR_L & GRs_L & GC_L & GLFE_L \\ GL_R & GLs_R & GR_R & GRs_R & GC_R & GLFE_R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_L1 & D_L2 \\ D_Ls1 & D_Ls2 \\ D_R1 & D_R2 \\ D_Rs1 & D_Rs2 \\ D_C1 & D_C2 \\ D_LFE1 & D_LFE2 \end{bmatrix}$$

도 8 및 9는 본 발명의 일실시예에 따른 모노 다운믹스 신호에 대한 렌더링부의 상세 블록도이다. 도 8을 참조하면, 렌더링부(900)는 제A 렌더링부(930) 및 제B 렌더링부(940)를 포함한다. 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 공간정보변환부(1000)는 모노 신호를 왼쪽 채널로 렌더링하는데 사용하는 렌더링 정보(HM_L)와 모노 신호를 오른쪽 채널로 렌더링하는데 사용하는 렌더링 정보(HM_R)를 생성한다. 상기 제A 렌더링부(930)는 렌더링 정보(HM_L)를 모노 다운믹스 신호에 적용하여 왼쪽 채널의 서라운드 신호를 생성하고, 상기 제B 렌더링부(940)는 렌더링 정보(HM_R)를 모노 다운믹스 신호에 적용하여 오른쪽 채널의 서라운드 신호를 생성한다. 상기 렌더링부(900)는 디코릴레이터가 사용되지 않는 경우를 도시하나, 상기 제A 렌더링부(930) 및 상기 제B 렌더링부(940)가 각각 [수학식 12]에서 정의한 렌더링 정보 HMoverall_R 및 HMoverall_L를 이용하여 렌더링을 수행하면, 디코릴레이터가 적용된 형태의 출력을 얻을 수 있다.

한편, 모노 다운믹스 신호에 대해 상기 렌더링 후의 출력 신호가 서라운드 신호가 아닌 스테레오 신호와 같은 형태의 출력을 얻고자 하는 경우에는 다음과 같은 두 가지 방법이 가능하다. 첫째, 렌더링부(900)를 서라운드 효과를 위한 렌더링 정보를 사용하는 것이 아니라, 스테레오 출력시 사용하는 값을 이용하는 것이다. 이 경우에, 도 3에 도시된 구조에서 렌더링 정보만 변경하여 스테레오 신호를 얻을 수 있다. 둘째, 다운믹스 신호 및 공간 정보를 이용하여 멀티채널 신호를 생성하는 디코딩 과정에서, 원하는 채널 수를 얻기 위해 해당 단계(step)까지만 복호화를 진행함으로써 스테레오 신호를 얻을 수 있다.

도 9를 참조하면, 렌더링부(900)는 디코릴레이트된 신호가 하나로 표현된 경우, 즉 [수학식 11]에 대응된다. 상기 렌더링부(900)는 제1A 렌더링부(931), 제2A 렌더링부(932), 제1B 렌더링부(941) 및 제2B 렌더링부(942)를 포함한다. 상기 렌더링부(900)는 디코릴레이트된 신호에 대한 렌더링부(941, 942)를 포함한다는 점을 제외하고, 스테레오 다운믹스 신호에 대한 렌러링 과정과 유사하다. 스테레오 다운믹스 신호인 경우는 사실상 두 신호간 디코릴레이션이 된 것으로 해석할 수 있기 때문에, 별도의 디코릴레이터를 필요로 하지 않고 앞에서 정의한 HL_L, HL_R 등의 네 개의 렌더링 정보를 이용하여 렌더링 과정을 수행할 수 있다. 즉, 제1A 렌더링부(931)는 렌더링 정보 HM_L를 모노 다운믹스 신호에 적용하여 자기 채널로 전달되는 신호를 생성하고, 제2A 렌더링부(932)는 렌더링 정보 HM_R를 모노 다운믹스 신호에 적용하여 상대 채널로 전달되는 신호를 생성한다. 또한, 제1B 렌더링부(941)는 렌더링 정보 HMD_R를 디코릴레이트된 신호에 적용하여 자기 채널로 전달되는 신호를 생성하고, 제2B 렌더링부(942)는 렌더링 정보 HMD_L를 디코릴레이트된 신호에 적용하여 상대 채널로 전달되는 신호를 생성한다.

다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 다운믹스 신호를 x, 공간 정보를 이용한 소스 채널 정보를 D, 원형 필터 정보를 G, 멀티채널 신호를 p, 서라운드 신호를 y라 정의하고, 이를 행렬식으로 나타내면 아래의 [수학식 19]와 같이 표현될 수 있다.

$$\mathbf{x} = [Mi], \quad \mathbf{p} = \begin{bmatrix} L \\ Ls \\ R \\ Rs \\ C \\ LFE \end{bmatrix}, \quad \mathbf{D} = \begin{bmatrix} D_L \\ D_Ls \\ D_R \\ D_Rs \\ D_C \\ D_LFE \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} GL_L & GLs_L & GR_L & GRs_L & GC_L & GLFE_L \\ GL_R & GLs_R & GR_R & GRs_R & GC_R & GLFE_R \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} Lo \\ Ro \end{bmatrix}$$

여기서, 상기 행렬식들의 관계는 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우와 유사하므로 구체적인 설명은 생략하도록 한다.

도 4 및 5를 참조하여 기술된 소스 매핑 정보 및/또는 상기 소스 매핑 정보를 이용하여 생성된 렌더링 정보는 주파수 밴드별, 파라미터 밴드별 및/또는 전송된 시간 슬롯별로 다른 값을 가진다. 이때, 이웃하는 밴드 사이 및 경계가 되는 시간 슬롯 사이에서 소스 매핑 정보 및/또는 렌더링 정보의 값이 크게 차이가 나는 경우, 렌더링 과정에서 왜곡이 발생할 수 있다. 상기 왜곡을 막기 위해서는 주파수 및/또는 시간 도메인에서의 스무딩(smoothing) 과정이 필요하다. 주파수 도메인에서의 스무딩(frequency domain smoothing) 및/또는 시간 도메인에서의 스무딩(time domain smoothing) 외에, 렌더링에 적합한 다른 스무딩 방법이 이용될 수 있다. 또한, 소스 매핑 정보 및/또는 렌더링 정보 각각에 특정 게인(gain)을 곱한 값을 이용할 수 있다.

도 10 및 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 스무딩부 및 확장부가 적용되는 위치에 대한 블록도이다. 도 10 및 도 11에서와 같이, 본 발명에 따른 스무딩 방법은 렌더링 정보 및/또는 소스 매핑 정보에 적용될 수 있으나, 다른 형태의 정보에도 적용될 수 있다. 이하에서, 주파수 도메인에서의 스무딩에 대하여 기술되나, 본 발명은 상기 주파수 도메인에서의 스무딩에 제한되지 않고, 시간 도메인에서의 스무딩을 포함한다.

도 10 및 도 11을 참조하면, 스무딩부(1042)는 렌더링 정보 및/또는 소스 매핑 정보에 스무딩을 수행할 수 있다. 상기 스무딩이 일어나는 위치에 대한 상세한 예는 도 18 내지 도 20을 참조하여 기술된다. 상기 스무딩부(1042) 스무딩된 렌더링 정보 및/또는 소스 매핑 정보를 파라미터 밴드에서 보다 넓은 범위, 예를 들면 필터 밴드로 확장하는 확장부(1043)과 함께 구성될 수 있다. 예를 들면, 소스 매핑정보는 서브렌더링정보생성부(1020)에서 필터 정보(예를 들면, HRTF 필터 계수)와 곱해지기 위해 상기 필터 정보에 대응되는 주파수 해상도(예를 들면, 필터 밴드)로 확장될 수 있다. 본 발명에 따른 스무딩은 상기 확장 전에 수행되거나, 또는 상기 확장과 함께 수행될 수 있다. 상기 확장과 함께 사용되는 스무딩은 도 12 내지 도 16에 도시된 방법들이 이용될 수 있다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 스무딩 방법에 대한 그래프이다. 상기 제1 스무딩 방법은 주파수 도메인에서 직접적인 스무딩을 실시하지 않고, 각 파라미터 밴드에서의 공간 정보와 동일한 크기의 값을 사용하는 것이다. 이때, 적당한 스무딩 함수를 이용하여 스무딩 효과를 얻을 수 있다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 스무딩 방법에 대한 그래프이다. 상기 제2 스무딩 방법은 각 파라미터 밴드의 대표 위치 사이를 연결하여 스무딩 효과를 얻는 것이다. 상기 대표 위치는 각 파라미터 밴드의 정중앙이거나, 로그 스케일(log scale)/바크 스케일(bark scale) 등에 비례한 중심 위치이거나, 가장 낮은 주파수 값이거나, 또는 다른 방법에 의해 미리 정해진 위치일 수 있다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 제3 스무딩 방법에 대한 그래프이다. 상기 제3 스무딩 방법은 각 파라미터의 경계를 부드럽게 잇는 곡선(또는, 직선)의 형태로 스무딩을 수행하는 것이다. 이때, 상기 제3 스무딩 방법은 미리 정해진 경계 스무딩 곡선을 이용하거나, 또는 일차 이상의 IIR 필터(또는 FIR 필터)에 의한 로우 패스 필터링(Low pass filtering)을 이용할 수 있다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 제4 스무딩 방법에 대한 그래프이다. 상기 제4 스무딩 방법은 임의의 랜덤 노이즈(Random noise)와 같은 신호를 공간 정보 윤곽선(contour)에 더해줌으로써 스무딩 효과를 얻는 것이다. 상기 랜덤 노이즈

는 채널별 및 대역별로 다른 값을 사용할 수 있다. 주파수 도메인에서 랜덤 노이즈를 더하는 경우, 위상 값은 그대로 두고 크기 값만을 더할 수 있다. 상기 제4 스무딩 방법은 주파수 도메인에서의 스무딩 효과뿐 아니라, 각 채널간의 디코릴레이션 효과도 얻을 수 있다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 제5 스무딩 방법에 대한 그래프이다. 상기 제5 스무딩 방법은 상기 제2 스무딩 방법 내지 제4 스무딩 방법을 조합하여 사용하는 것이다. 예를 들면, 각 파라미터 밴드의 대표 위치를 연결한 후에, 랜덤 노니즈를 더하고, 로우 패스 필터링을 적용하는 것이다. 이때, 순서는 달라질 수 있다. 상기 제5 스무딩 방법은 주파수 도메인에서의 불연속점은 최소화되고, 채널간의 디코릴레이션 효과는 향상되는 결과를 얻을 수 있다. 상기 제1 스무딩 방법 내지 제5 스무딩 방법에서 각 채널별 각 주파수 도메인에서 공간 정보(예를 들면, CLD) 값에 대한 파워(power)의 합은 상수로 일정해야 한다. 이를 위해, 각 채널별로 상기 스무딩 방법을 수행한 후, 파워 정규화(power normalization) 과정을 수행하여야 한다. 예를 들면, 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 각 채널의 레벨 값들은 아래의 [수학식 20]의 관계를 만족해야 한다.

$$D_L(pb) + D_R(pb) + D_C(pb) + D_Ls(pb) + D_Rs(pb) + D_Lfe(pb) = C$$

여기서, pb = 0 ~ 전체 파라미터 밴드수-1 이고, C는 임의의 상수이다.

도 17은 각 채널별 원형 필터 정보를 설명하기 위한 도면이다. 렌더링을 위해, 왼쪽 채널 소스(left channel source)에 대해 GL_L 필터를 통과한 신호는 왼쪽 출력으로 보내지고, GL_R 필터를 통과한 신호는 오른쪽 출력으로 보내진다. 그 다음에, 왼쪽 최종 출력(예를 들어, Lo) 및 오른쪽 최종 출력(예를 들어, Ro)은 각 채널로부터 수신한 신호를 모두 합하여 생성된다. 즉, 렌더링된 좌/우 채널 출력은 아래의 [수학식 21]과 같이 표현될 수 있다.

$$Lo = L * GL_L + C * GC_L + R * GR_L + Ls * GLs_L + Rs * GRs_L$$

$$Ro = L * GL_R + C * GC_R + R * GR_R + Ls * GLs_R + Rs * GRs_R$$

본 발명에서는 공간 정보를 이용하여 다운믹스 신호를 멀티채널 신호로 복호화하여 생성된 상기 L, R, C, Ls, Rs를 이용하여 렌더링된 좌/우 채널 출력을 생성하거나, 또는 공간 정보 및 필터 정보를 이용하여 생성된 렌더링 정보를 이용하여 상기 L, R, C, Ls, Rs를 생성하지 않고 렌더링된 좌/우 채널 출력을 생성할 수 있다. 공간 정보를 이용한 렌더링 정보의 생성 과정은 아래의 도 18 내지 도 20에서 기술된다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부(900)에서 렌더링 정보를 생성하는 제1 방법에 대한 블록도이다. 전술한 것처럼, 상기 공간정보변환부(900)는 소스매핑부(1010), 서부렌더링정보생성부(1020), 합성부(1030), 프로세싱부(1040) 및 도메인변환부(1050)를 포함한다. 상기 공간정보변환부(900)는 도 3에서 도시된 것과 동일하다. 이때, 상기 서브렌더링정보생성부(1020)는 하나 이상의 서브렌더링정보생성부(제1 서브렌더링정보생성부, 제2 서브렌더링정보생성부,..., 제N 서브렌더링정보생성부)를 포함한다.

도 18을 참조하면, 서브렌더링정보생성부(1020)는 공간 정보를 이용하여 생성된 소스 매핑 정보 및 필터 정보를 이용하여 서브 렌더링 정보를 생성한다. 예를 들면, 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 제1 서브렌더링정보생성부는 멀티채널 상의 왼쪽 채널에 대응되는 서브 렌더링 정보를 생성할 수 있다. 상기 서브 렌더링 정보는 소스 매핑 정보 D_L 및 변형된 필터 정보(GL_L' 및 GL_R')를 이용하여 아래의 [수학식 22]과 같이 표현될 수 있다.

$$FL_L = D_L * GL_L' \text{ (모노 입력 --> 왼쪽 출력 채널로의 필터 계수)}$$

$$FL_R = D_L * GL_R' \text{ (모노 입력 --> 오른쪽 출력 채널로의 필터 계수)}$$

여기서, 상기 D_L은 소스매핑부(1010)에서 공간 정보를 이용하여 생성된 값이다. 다만, 상기 D_L을 생성하는 과정은 트리 구조(tree structure)에 따라 다를 수 있다. 제2 서브렌더링정보생성부는 멀티채널 상의 오른쪽 채널에 대응되는 서브 렌더링 정보(FR_L 및 FR_R)를 생성할 수 있고, 제N 서브렌더링정보생성부는 멀티채널 상의 오른쪽 서라운드 채널에 대응되는 서브 렌더링 정보(FRs_L 및 FRs_R)를 생성할 수 있다.

다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 제1 서브렌더링정보생성부는 멀티채널 상의 왼쪽 채널에 대응되는 서브 렌더링 정보를 생성할 수 있다. 상기 서브 렌더링 정보는 소스 매핑 정보 D_L1, D_L2를 이용하여 아래의 [수학식 23]과 같이 표현될 수 있다.

FL_L1 = D_L1 * GL_L (왼쪽 입력 ---> 왼쪽 출력채널로의 필터 계수)

FL_L2 = D_L2 * GL_L (오른쪽 입력 --> 왼쪽 출력채널로의 필터 계수)

FL_R1 = D_L1 * GL_R (왼쪽 입력 --> 오른쪽 출력채널로의 필터 계수)

FL_R2 = D_L2 * GL_R (오른쪽 입력 --> 오른쪽 출력채널로의 필터 계수)

여기서, 상기 FL_R1을 예를 들어 [수학식 23]을 설명하면, FL_R1에서 L은 멀티채널의 위치를 나타내고, R은 서라운드 신호의 출력 채널을 나타내며, 1은 다운믹스 신호의 채널을 나타낸다. 즉, 다운믹스 신호의 왼쪽 채널로부터 서라운드 신호의 오른쪽 출력 채널을 생성하는데 이용되는 서브 렌더링 정보를 나타낸다. 상기 D_L1, D_L2는 소스매핑부(1010)에서 공간 정보를 이용하여 생성된 값이다. 다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 상기 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우와 동일한 방법으로 하나 이상의 서브렌더링정보생성부에서 복수의 서브 렌더링 정보들을 생성할 수 있다. 상기 복수의 서브 렌더링정보생성부가 생성하는 서브 렌더링 정보의 종류는 예시적인 것이며, 본 발명은 상기 서브 렌더링 정보의 종류에 제한되지 않는다.

서브렌더링정보생성부(1020)에서 생성된 서브 렌더링 정보는 합성부(1030), 프로세싱부(1040) 및 도메인변환부(1050)를 거쳐 렌더링부(900)로 전송된다. 합성부(1030)는 채널별로 생성된 서브 렌더링 정보를 렌더링 과정을 위한 렌더링 정보(예를 들면, HL_L, HL_R, HR_L, HR_R)로 합성한다. 상기 합성부(1030)에서의 합성 과정을 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우와 스테레오 신호인 경우로 나누어 설명하면 다음과 같다. 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 렌더링 정보는 아래의 [수학식 24]와 같이 표현될 수 있다.

HM_L = FL_L + FR_L + FC_L + FLs_L + FRs_L + FLFE_L

HM_R = FL_R + FR_R + FC_R + FLs_R + FRs_R + FLFE_R

다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 렌더링 정보는 아래의 [수학식 25]과 같이 표현될 수 있다.

HL_L = FL_L1 + FR_L1 + FC_L1 + FLs_L1 + FRs_L1 + FLFE_L1

HR_L = FL_L2 + FR_L2 + FC_L2 + FLs_L2 + FRs_L2 + FLFE_L2

HL_R = FL_R1 + FR_R1 + FC_R1 + FLs_R1 + FRs_R1 + FLFE_R1

HR_R = FL_R2 + FR_R2 + FC_R2 + FLs_R2 + FRs_R2 + FLFE_R2

그 다음에, 프로세싱부(1040)는 인터폴레이팅부(1041) 및/또는 스무딩부(1042)를 포함하고, 상기 렌더링 정보에 대해서 인터폴레이팅 및 스무딩을 수행할 수 있다. 상기 인터폴레이팅 및 스무딩은 시간 도메인, 주파수 도메인 또는 QMF 도메인에서 수행될 수 있다. 본 명세서는 시간 도메인을 예로 하여 기술되나, 본 발명은 상기 시간 도메인에 한정되지 않는다.

인터폴레이팅은 전송된 렌더링 정보가 시간 도메인에서 간격이 넓을 경우, 상기 렌더링 정보 사이에 존재하지 않는 렌더링 정보를 얻기 위해서 이루어진다. 예를 들면, n번째 시간 슬롯과 n+k번째 시간 슬롯에서 렌더링 정보가 존재한다고 할 때 (k>1), 생성된 렌더링 정보들(예를 들면, HL_L, HR_L, HL_R, HR_R)을 이용하여 전송되지 않은 시간 슬롯 상에서 선형 인터폴레이팅을 수행할 수 있다. 상기 인터폴레이팅 결과 생성된 렌더링 정보는 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우와 스테레오 신호인 경우로 나누어 설명하면 다음과 같다. 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 인터폴레이팅된 렌더링 정보는 아래의 [수학식 26]과 같이 표현될 수 있다.

HM_L(n+j) = HM_L(n) *(1-a) + HM_L(n+k) * a

HM_R(n+j) = HM_R(n) *(1-a) + HM_R(n+k) * a

다운믹스 신호가 스테레오 신호인 경우, 인터폴레이팅된 렌더링 정보는 아래의 [수학식 27]과 같이 표현될 수 있다.

$$HL_L(n+j) = HL_L(n) *(1-a) + HL_L(n+k) * a$$

$$HR_L(n+j) = HR_L(n) *(1-a) + HR_L(n+k) * a$$

$$HL_R(n+j) = HL_R(n) *(1-a) + HL_R(n+k) * a$$

$$HR_R(n+j) = HR_R(n) *(1-a) + HR_R(n+k) * a$$

여기서, $0<j<k$ 이고, j, k는 각각 정수이며, a는 $0<a<1$인 실수로서 아래의 [수학식 28]와 같이 표현될 수 있다.

$$a = j/k$$

상기 [수학식 27] 또는 [수학식 28]에 따라 두 시간 슬롯에서의 값을 직선으로 연결한 선 상에서 전송되지 않은 시간 슬롯에 대응하는 값을 얻을 수 있다. 인터폴레이팅에 대한 더욱 상세한 설명은 도 22 및 도 23을 참조하여 기술된다.

스무딩부(1042)는 시간 도메인에서 이웃하는 시간 슬롯 사이에 필터 계수 값이 급격히 변화하는 경우, 불연속 점이 발생하여 왜곡이 일어나는 문제를 막기 위해서 스무딩을 수행한다. 시간 도메인에의 스무딩은 도 12 내지 도 16을 참조하여 기술된 스무딩 방법을 이용하여 수행될 수 있다. 또한, 상기 스무딩은 확장과 병행하여 수행될 수 있으며, 적용되는 위치에 따라 스무딩 방법이 다를 수 있다. 다운믹스 신호가 모노 신호인 경우, 시간 도메인 스무딩은 아래의 [수학식 29]와 같이 표현될 수 있다.

$$HM_L(n)' = HM_L(n)*b + HM_L(n-1)'*(1-b)$$

$$HM_R(n)' = HM_R(n)*b + HM_R(n-1)'*(1-b)$$

즉, 이전 시간 슬롯(n-1)에서의 스무딩 처리된 렌더링 정보(HM_L(n-1)' 또는 HM_R(n-1)')에 (1-b)를 곱하고, 현재 시간 슬롯(n)에서 생성된 렌더링 정보(HM_L(n) 또는 HM_R(n))에 b를 곱해서 더하는 1-pole IIR 필터 형태의 스무딩이 수행될 수 있다. 여기서, b는 $0<b<1$인 상수값으로, 상기 b값이 작을수록 스무딩 효과가 크고, b값이 클수록 스무딩 효과는 작아진다. 또한, 나머지 필터들도 같은 방법으로 적용될 수 있다.

상기 시간 도메인 스무딩에 대한 [수학식 29]를 이용하여, 인터폴레이팅 및 스무딩을 하나의 수식으로 표현하면 아래의 [수학식 30]과 같이 표현될 수 있다.

$$HM_L(n+j)' = (HM_L(n)*(1-a) + HM_L(n+k)*a) * b + HM_L(n+j-1)' * (1-b)$$

$$HM_R(n+j)' = (HM_R(n)*(1-a) + HM_R(n+k)*a) * b + HM_R(n+j-1)' * (1-b)$$

인터폴레이팅부(1041) 및/또는 스무딩부(1042)에서 인터폴레이팅 및/또는 스무딩을 수행하면, 원형 렌더링 정보가 갖는 에너지와 다른 에너지 값을 가진 렌더링 정보가 나올 수 있다. 이러한 문제를 막기 위한 에너지 정규화 작업이 추가될 수 있다.

도메인변환부(1050)는 렌더링을 수행하기 위한 도메인으로 렌더링 정보의 도메인 변환을 수행한다. 렌더링을 수행하기 위한 도메인과 렌더링 정보의 적용 도메인이 동일한 경우에, 상기 도메인 변환을 수행하지 않을 수 있다. 그 다음에, 도메인 변환된 렌더링 정보는 렌더링부(900)로 전송된다.

도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부(900)에서 렌더링 정보를 생성하는 제2 방법에 대한 블록도이다. 상기 제2 방법은 공간정보변환부(1000)가 소스매핑부(1010), 서브렌더링정보생성부(1020), 합성부(1030), 프로세싱부(1040) 및 도메인변환부(1050)를 포함하고, 상기 서브렌더링정보생성부(1020)는 하나 이상의 서브렌더링정보생성부를 포함한다는 점에서, 렌더링 정보를 생성하는 상기 제1 방법과 유사하다.

도 19를 참조하면, 렌더링 정보를 생성하는 상기 제2 방법과 렌더링 정보를 생성하는 상기 제1 방법과 차이점은 프로세싱부(1040)의 위치가 다르다는 것이다. 따라서, 서브렌더링정보생성부(1020)에서 각 채널별로 생성된 서브 렌더링 정보들(예를 들면, 모노 신호인 경우는 FL_L, FL_R이고, 스테레오 신호인 경우는 FL_L1, FL_L2 ,FL_R1, FL_R2)에 대해서 채

널별로 인터폴레이팅 및/또는 스무딩이 수행될 수 있다. 그 다음에, 합성부(1030)는 인터폴레이팅 및/또는 스무딩이 수행된 서브 렌더링 정보들을 합성하여 렌더링 정보를 생성한다. 생성된 렌더링 정보는 도메인변환부(1050)를 거쳐 렌더링부(900)로 전송된다.

도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부(1000)에서 렌더링 정보를 생성하는 제3 방법에 대한 블록도이다. 상기 제3 방법은 공간정보변환부(1000)가 소스매핑부(1010), 서브렌더링정보생성부(1020), 합성부(1030), 프로세싱부(1040) 및 도메인변환부(1050)를 포함하고, 상기 서브렌더링정보생성부(1020)는 하나 이상의 서브렌더링정보생성부를 포함한다는 점에서, 렌더링 정보를 생성하는 상기 제1 방법 및 상기 제2 방법과 유사하다.

도 120을 참조하면, 렌더링 정보를 생성하는 상기 제3 방법과 렌더링 정보를 생성하는 상기 제1 방법 및 상기 제2 방법과 차이점은 프로세싱부(1040)가 소스매핑부(1010) 다음에 위치된다는 점이다. 따라서, 소스매핑부(1010)에서 공간 정보를 이용하여 생성된 소스 매핑 정보는 각각의 채널에 대해 인터폴레이팅 및/또는 스무딩이 수행될 수 있다. 그 다음에, 서브렌더링정보생성부(1020)는 인터폴레이팅 및/또는 스무딩된 소스 매핑 정보 및 필터 정보를 이용하여 서브 렌더링 정보를 생성한다. 상기 서브 렌더링 정보는 합성부(1030)에서 렌더링 정보로 합성되고, 도메인변환기(11050)를 거쳐 렌더링부(900)로 전송된다.

도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 렌더링 과정에서 수행되는 렌더링 정보 처리 방법을 도시한다. 도 21은 DFT 도메인에서 렌더링 과정을 수행하는 경우에 대하여 도시되나, 다른 도메인에서도 유사한 방법으로 구현될 수 있다. 또한, 도 21은 입력 신호가 모노 다운믹스 신호인 경우에 대해 도시되나, 스테레오 다운믹스 신호 등의 다른 입력 채널에 대해서도 동일한 방법으로 적용할 수 있다.

도 21을 참조하면, 시간 도메인의 모노 다운믹스 신호는 도메인변환부에서 오버랩 구간(OL)을 갖는 윈도잉(windowing)을 먼저 수행한다. 도 21은 50% 오버랩을 사용한 경우를 도시하나, 본 발명은 다른 오버랩을 사용한 경우도 포함한다. 상기 윈도잉을 수행하는 윈도우 함수(window function)는 시간 도메인에서 불연속(discontinuity)이 발생하지 않고 끊김없이(seamless) 연결되면서, DFT 도메인의 주파수 선택도(selectivity)가 우수한 함수를 사용할 수 있다. 예를 들면 상기 윈도우 함수로서 사인 제곱 윈도우 함수(sine square window function)를 사용할 수 있다. 그 다음에, 윈도잉을 통해 얻어진 길이가 OL*2인 모노 다운믹스 신호는 도메인변환부에서 변형된 렌더링 정보(HL_L')를 이용하는 렌더링 필터의 탭 길이만큼(정확하게는 탭 길이-1)의 제로 패딩(ZL)을 한 뒤, DFT 도메인으로 도메인 변환을 수행한다. 도 20은 k 블록 다운믹스 신호가 DFT 도메인으로 도메인 변환된 것을 도시한다.

도메인 변환된 다운믹스 신호는 렌더링부에서 렌더링 정보를 이용하는 렌더링 필터에 의해 렌더링된다. 상기 렌더링 과정은 주파수 도메인에서 다운믹스 신호와 렌더링 정보의 곱으로 표현될 수 있다. 렌더링된 다운믹스 신호는 역도메인변환부에서 IDFT(Invers Discrete Fourier Transform)를 수행한 뒤, 이전까지(도 20에서, k-1 블록) 수행된 다운믹스 신호에 OL 길이만큼 지연을 주고 오버랩하여 서라운드 신호를 생성한다. 상기와 같은 렌더링 과정이 수행되는 각 블록에서 인터폴레이팅이 수행될 수 있는데, 이하에서 상기 인터폴레이팅 방법이 기술된다.

도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 인터폴레이팅 방법을 도시한다. 본 발명에 따른 인터폴레이팅은 다양한 위치에서 수행될 수 있다. 예를 들면, 도 18 내지 20에 도시된 공간정보변환부 내의 다양한 위치에서 수행될 수 있으며, 렌더링부에서도 수행될 수 있다. 인터폴레이팅이 되는 값은 공간 정보, 소스 매핑 정보, 렌더링 정보, 필터 정보 등이 될 수 있다. 본 명세서에서는 공간 정보를 기준으로 기술되나, 본 발명은 상기 공간 정보에 한정되지 않는다. 또한 상기 인터폴레이팅은 더 넓은 밴드로의 확장 이후에 이루어지거나, 또는 상기 확장과 함께 이루어질 수 있다.

도 22를 참조하면, 부호화 장치로부터 전송되는 공간 정보는 매 시간 슬롯마다 전송되는 것이 아니라, 임의의 위치에서 전송될 수 있다. 하나의 공간프레임에는 복수의 공간 정보 세트(예를 들면, 도 21의 파라미터 세트 n, n+ 1)가 전송될 수 있으며, 비트율이 낮은 경우에는 하나의 공간프레임에 하나의 새로운 공간 정보 세트가 전송될 수 있다. 따라서, 전송되지 않는 시간 슬롯에 대해서는 이웃하는 전송된 공간 정보 세트의 값들을 이용하여 인터폴레이팅을 수행한다. 렌더링을 수행하는 윈도우 사이의 간격은 시간 슬롯과 항상 일치하는 것은 아니므로, 도 21과 같이 렌더링 윈도우(K-1, K, K+ 1, K+ 2 등)의 중앙에서의 인터폴레이팅 값을 찾아서, 상기 값을 이용할 수 있다. 도 21은 공간 정보 세트가 존재하는 시간 슬롯 사이를 선형 인터폴레이팅(linear interpolation)하는 경우를 도시하나, 본 발명은 상기 인터폴레이팅 방법에 한정되지 않는다. 예를 들면, 공간 정보 세트가 존재하지 않는 시간 슬롯은 인터폴레이팅을 하지 않고 이전 값을 사용하거나, 또는 미리 정해진 값을 사용할 수 있다.

도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 인터폴레이팅 방법을 도시한다. 도 22를 참조하면, 상기 제2 인터폴레이팅 방법은 이전 값을 사용하는 구간, 미리 정해진 디폴트 값을 사용하는 구간 등이 조합된 형태이다. 예를 들면, 하나의 공간 프레임

의 일정 구간에서 이전 값을 유지하는 방법, 미리 정해진 디폴트 값을 사용하는 방법 및 선형 인터폴레이팅을 수행하는 방법 중 적어도 하나를 사용하여 인터폴레이팅을 수행할 수 있다. 만일 하나의 윈도우에 두 개 이상의 새로운 공간 정보 세트가 존재하는 경우에 왜곡이 발생할 수 있는데, 이하에서 상기 왜곡을 방지하기 위한 블록 스위칭에 대해 기술한다.

도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 블록 스위칭에 대한 도면이다. 도 24의 (a)에 도시된 것처럼, 윈도우의 길이가 시간 슬롯의 길이보다 크기 때문에, 하나의 윈도우 구간에 두 개 이상의 공간 정보 세트(예를 들면, 도 24의 파라미터 세트 n, n+ 1)가 존재하는 경우가 발생될 수 있다. 이 경우에, 각각의 공간 정보 세트는 각각 다른 시간 슬롯에 적용되어야 하는데, 상기 두 개 이상의 공간 정보 세트를 인터폴레이팅한 하나의 값이 적용되면 왜곡이 발생할 수 있다. 즉, 윈도우 길이에 따른 시간 해상도 부족에 의한 왜곡이 발생될 수 있다.

상기 문제를 해결하기 위해, 윈도우의 크기를 시간 슬롯의 해상도에 맞게 가변하는 전환 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 도 24의 (b)에 도시된 것처럼, 높은 해상도가 요구되는 구간에서는 더 짧은 길이의 윈도우를 사용하도록 전환할 수 있다. 이때, 전환되는 윈도우의 시간 도메인에서의 이음새가 발생하지 않도록 변환되는 부분의 시작 및 끝에는 연결될 수 있는 형태의 윈도우를 사용한다. 상기 윈도우의 길이는 별도의 부가 정보로 전송되는 것이 아니라, 복호화 장치에서 공간 정보를 이용하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 공간 정보가 갱신되는 시간 슬롯의 간격을 이용하여 윈도우의 길이를 결정할 수 있다. 즉, 상기 공간 정보가 갱신되는 간격이 좁으면 짧은 길이의 윈도우 함수를 이용하고, 상기 공간 정보가 갱신되는 간격이 넓으면 긴 길이의 상기 윈도우 함수를 이용할 수 있다. 이 경우에, 렌더링 시 가변 윈도우를 사용함으로써, 윈도우 길이 정보를 별도로 보내는데 필요한 비트를 사용하지 않을 수 있는 장점이 있다. 또한, 도 24의 (b)에 도시된 것처럼, 윈도우 길이는 단순히 두 종류만 사용하는 것이 아니라, 공간 정보의 전송 빈도 및 관계에 따라 다양한 길이의 윈도우를 사용할 수 있다. 결정된 윈도우 길이 정보는 서라운드 신호를 생성하는 다양한 단계에 적용될 수 있는데, 이하에서 상기 윈도우 길이 정보가 적용되는 단계가 기술된다.

도 25는 본 발명의 일실시예에 따른 윈도우길이결정부에서 결정된 윈도우 길이가 적용되는 위치에 대한 블록도이다. 도 25를 참조하면, 윈도우길이결정부(1400)는 공간 정보를 이용하여 윈도우 길이를 결정할 수 있다. 결정된 윈도우 길이에 대한 정보는 소스매핑부(1010), 합성부(1030), 프로세싱부(1040), 도메인변환부(1050, 1100), 역도메인변환부(1300)에 적용될 수 있다. 도 25는 스테레오 다운믹스 신호가 이용되는 경우를 도시하고 있으나, 본 발명은 스테레오 다운믹스 신호로 제한되지 않는다. 상기와 같이, 윈도우의 길이를 짧게 하여도 필터 탭 수에 따라 결정되는 제로 패딩(zero padding)의 길이는 조절되지 않는 문제점이 있다. 이하에서, 상기 문제점의 해결 방법이 기술된다.

도 26은 본 발명의 일실시예에 따른 다양한 길이를 가지는 필터 처리 방법에 대한 도면이다. 전술한 것처럼, 필터의 탭 수에 따라 결정되는 제로 패딩의 길이가 조절되지 않는 경우, 실제로 해당 길이 만큼의 중첩이 발생하여 여전히 시간 해상도가 부족한 문제점이 발생할 수 있다. 상기 문제점의 해결 방법은 짧은 길이의 윈도우를 사용하는 경우 필터 탭의 길이를 제한하여 제로 패딩의 길이를 짧게 하는 것이다. 상기 제로 패딩의 길이를 짧게 하는 방법은 필터 응답의 뒷부분(예를 들면, 잔향(reverberation)에 대응되는 확산(diffuse) 구간)을 절단(truncation) 함으로써 이루어질 수 있다. 이 경우, 비록 필터 응답의 뒷부분을 절단하지 않는 경우보다 부정확한 렌더링 과정이 되지만, 시간 도메인에서의 필터 계수 값들은 매우 작은 값으로서 주로 잔향에 영향을 주기 때문에 생략해도 음질에 큰 차이를 주지 않는다.

도 26을 참조하면, 4가지 종류의 필터가 이용될 수 있다. 상기 4가지 종류의 필터는 DFT도메인에서 이용될 수 있으나, 본 발명을 상기 DFT도메인에서 이용되는 필터로만 한정되지 않는다. N1 필터는 긴 필터 길이(FL) 및 필터 탭 수를 제한하지 않은 긴 제로 패딩의 길이(2*OL)를 가지는 필터를 나타낸다. N2 필터는 상기 N1 필터와 비교하여 필터 길이(FL)는 동일하나 필터의 탭 수를 제한하여 제로 패딩의 길이(2*OL')가 짧은 필터를 나타낸다. N3 필터는 상기 N1 필터와 비교하여 필터 길이(FL')는 짧으나, 필터의 탭 수를 제한하지 않아 제로 패딩의 길이(2*OL)는 긴 필터를 나타낸다. N4 필터는 상기 N1 필터와 비교하여 윈도우 길이(FL')도 짧고, 필터의 탭 수를 제한하여 제로 패딩의 길이(2*OL')도 짧은 필터를 나타낸다. 전술한 것처럼, 제로 패딩의 길이를 줄이기 위해, 필터 응답의 뒷부분을 절단하는 방법이 이용될 수 있다. 본 발명은 상기에서 예시된 4가지 종류의 필터를 이용하여 시간 해상도 문제를 해결할 수 있다. 또한, 필터 응답의 뒷부분은 도메인별로 다른 필터 계수가 사용될 수 있다.

도 27은 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브필터로 오디오 신호를 별도 처리하는 방법을 도시한다. 하나의 필터를 서로 다른 필터 계수를 가지는 서브 필터로 분리하여 각각 병렬로 처리한 후, 처리 결과를 더해주는 방법이 이용될 수 있다. 에너지가 작은 필터 응답의 뒷부분에 공간 정보를 적용할 경우, 즉, 긴 필터 탭을 갖는 렌더링을 할 경우, 정해진 길이 단위로 분할하여 처리하는 기능을 제공한다. 예를 들면, 필터 응답의 뒷부분은 각 채널에 대응하는 HRTF별로 크게 변화하지 않는 부분이므로, 복수의 윈도우에 대한 공통의 계수를 추출하여 렌더링할 수 있다. 본 명세서에서는 DFT 도메인에서 실시되는 경우에 대하여 기술되나, 본 발명은 상기 DFT 도메인에 한정되지 않는다.

도 27을 참조하면, 하나의 필터(FL)를 복수 개의 서브 영역으로 분리한 후, 각각의 서브 영역을 서로 다른 필터 계수를 가지는 복수 개의 서브 필터(필터 A 및 필터 B)로 처리할 수 있다. 그 다음에, 필터 A로 처리된 출력 및 필터 B로 처리된 출력을 다시 결합한다. 예를 들면, 필터 A로 처리된 출력 및 필터 B로 처리된 출력 각각에 대하여 역 이산 푸리에 변환(Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT)을 하여 시간 도메인의 신호를 생성한 후, 각각의 신호를 더해 준다. 이때, 필터 B에 의해 처리된 출력은 필터 A에 의해 처리된 출력에 비해 FL'만큼 시간 지연된 위치에 더해진다. 이와 같이 복수의 서브 필터로 처리된 신호는 하나의 필터로 처리되는 경우와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 본 발명은 상기 필터 B로 처리된 출력을 별도로 다운믹스 신호에 렌더링하는 것을 포함한다. 이때, 공간 정보로부터 추출된 계수 등을 이용하거나, 상기 공간 정보를 부분적으로 이용하거나, 또는 상기 공간 정보를 이용하지 않고 바로 다운믹스 신호에 렌더링할 수 있다.

상기 방법은 필터의 탭 수(길이)가 긴 경우에 이를 분할하여 적용할 수 있으며, 분할했을 때 에너지가 작은 뒷부분은 공간 정보를 이용한 변형을 가하지 않고 적용할 수 있다는 특징을 갖는다. 이때, 공간 정보를 이용한 변형을 가하지 않을 경우, 처리 윈도우마다 다른 필터를 적용하는 것이 아니므로, 블록 스위칭과 같은 기법이 적용되지 않아도 된다. 도 26에서는 2개의 도메인으로 분할하는 것을 도시하고 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 복수 개의 영역으로 분할하는 것을 포함한다.

도 28은 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브 필터를 이용하여 필터계수를 모노 다운믹스 신호에 분할 렌더링하는 과정을 도시한다. 도 28은 하나의 렌더링 계수에 대해서 나타낸 것으로, 상기 과정은 각각의 렌더링 계수별로 수행될 수 있다. 도 28을 참조하면, 도 27의 필터 A 정보가 제1 분할 렌더링 정보 HM_L_A에 해당하고, 도 27의 필터 B 정보가 제2 분할 렌더링 정보 HM_L_B에 해당된다. 도 28은 두 개의 서브 필터로 분할하여 수행되는 실시예를 나타내나, 본 발명은 두 개의 서브 필터에 한정되지 않는다. 두 개의 서브 필터는 공간정보변환부(1000)에서 생성된 렌더링 정보 HM_L를 이용하여 분배기(1500)를 통해 얻어질 수 있다. 또는 원형 HRTF 정보를 이용하여 얻거나, 또는 사용자의 선택에 따라 결정된 정보를 이용하여 얻을 수 있다. 상기 사용자의 선택에 따라 결정된 정보는 예를 들면 사용자의 취향에 따라 선택된 공간 정보가 될 수 있다. 여기서, HM_L_A는 수신된 공간 정보에 근거한 렌더링 정보이고, HM_L_B는 신호에 공통적으로 적용되는 공간감을 주기 위한 렌더링 정보로 볼 수 있다.

전술한 것처럼, 상기 복수 개의 서브 필터로 처리하는 과정은 DFT 도메인 외에 시간 및 QMF 도메인에서도 적용될 수 있다. 즉, 필터 A와 필터 B로 분리된 계수값이 각각 시간 또는 QMF 도메인 렌더링 과정을 통해 다운믹스 신호에 적용된 후 더해져서 최종 신호를 만들어 낼 수 있다. 렌더링부(900)는 제1 분할렌더링부(950) 및 제2 분할 렌더링부(960)를 포함하며, 상기 제1 분할렌더링부(950)는 HM_L_A를 이용하여 렌더링 과정을 수행하고, 제2 분할 렌더링부(960)는 HM_L_B를 이용하여 렌더링 과정을 수행한다.

도 27과 같이, 필터 A 및 필터 B가 동일 필터를 시간적으로 분리한 경우라면, 상기 시간 간격에 대응하는 적절한 지연을 반영할 수 있다. 도 28은 모노 다운믹스 신호인 경우를 예로 하고 있는데, 모노 다운믹스 신호이면서 디코릴레이터를 사용하는 경우 필터 B에 해당되는 부분은 디코릴레이터에 적용하지 않고, 직접 모노 다운믹스 신호에만 직접 적용하는 것도 가능하다.

도 29는 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브 필터를 이용하여 필터계수를 스테레오 신호에 분할 렌더링하는 과정을 도시한다. 도 29에 도시된 분할 렌더링 과정은 두 개의 서브 필터를 공간정보변환부(1000)에서 생성된 렌더링 정보, 원형 HRTF 필터 정보 또는 사용자 결정 정보를 이용하여 분배기(1500)를 통해 얻을 수 있다는 점에서 도 28과 유사하다. 도 28과의 차이점은, 필터 B에 대응되는 분할 렌더링 과정이 L/R 신호에 공통적으로 적용된다는 점이다. 즉, 분배기(1500)에서 필터 A 정보에 해당되는 제1 분할 렌더링 정보, 제2 분할 렌더링 정보 및 필터 B 정보에 해당되는 제3 분할 렌더링 정보가 생성된다. 이때, 상기 제3 분할 렌더링 정보는 L/R 신호에 공통적으로 적용될 수 있는 필터 정보 또는 공간 정보를 이용하여 생성될 수 있다. 도 29을 참조하면, 렌더링부(900)는 제1 분할렌더링부(970), 제2 분할렌더링부(980) 및 제3 분할렌더링부(990)를 포함한다. 상기 제3 분할 렌더링 정보는 제3 분할렌더링부(990)에서 L/R 신호의 합신호에 적용되어 하나의 출력신호를 생성한다. 그 다음에, 제1 분할렌더링부(970) 및 제2 분할렌더링부(980)에서 필터 A1 및 A2에 의해 각각 독립적으로 렌더링된 L/R 출력신호에 더해져 서라운드 신호를 생성한다. 이때, 상기 제3 분할렌더링부(990)의 출력신호는 적절한 지연을 거친 후에 더해질 수 있다. 도 29에서는 편의상 설명될 L/R 입력으로부터 상대 채널로 적용되는 크로스 렌더링 정보에 대한 표현을 생략하였다.

도 30은 본 발명의 일실시예에 따른 다운믹스 신호의 제1 도메인 변환에 대한 블록도이다. 지금까지 DFT 도메인에서 수행되는 렌더링 과정을 기술하였다. 전술한 것처럼 상기 렌더링 과정은 DFT 도메인 이외에 다른 도메인에서도 수행될 수

있는데, 도 30은 DFT 도메인에서 수행되는 렌더링 과정을 도시한다. 도메인변환부(1100)는 QMF 및 DFT 필터를 포함하고, 역도메인변환부(1300)는 IDFT 및 IQMF 필터를 포함한다. 도 30은 모노 다운믹스 신호에 대하여 도시하고 있으나, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

도 30을 참조하면, P 샘플의 시간 도메인 다운믹스 신호가 QMF 필터를 통과하면 P개의 서브밴드 샘플이 생성된다. 각 밴드별로 다시 W개의 샘플을 모아서 윈도잉을 수행한 후, 제로 패딩하여 M-포인트 DFT(FFT)를 수행한다. 이때의 DFT는 전술한 형태의 윈도잉에 의한 처리가 가능하다. 상기 M-포인트 DFT를 통해 얻을 수 있는 각 밴드별 M/2개의 주파수 도메인 값들을 다시 P 밴드에 연결한 값은 M/2*P-포인트 DFT를 통해 얻은 주파수 스펙트럼의 근사값으로 볼 수 있다. 따라서, M/2*P-포인트 DFT 도메인에서 표현된 필터 계수를 상기 주파수 스펙트럼에 곱하게 되면, 전술한 DFT 도메인에서의 렌더링 과정과 같은 효과를 얻을 수 있다.

이때, QMF 필터를 통과한 신호는 이웃하는 밴드 사이에 누설(leakage), 예를 들면, 엘리어징(aliasing)이 존재한다. 즉, 현재 밴드에서 이웃하는 밴드에 해당하는 값이 스며들어 있고, 현재 밴드에 존재하는 값의 일부는 이웃하는 밴드로 넘어가 있는 상태가 존재한다. 상기 상태에서 QMF 합성 과정을 수행하면 QMF의 특성에 의해 원 신호가 복원되지만, 본 발명에서처럼 해당 밴드의 신호에 대해 필터링 등의 처리 과정을 거치게 되면 상기 누설의 영향으로 신호에 왜곡이 발생한다. 이와 같은 문제를 최소화하기 위해, 도메인변환부(1100)에서 QMF 이후 각 밴드별 DFT를 수행하기 전에 최소누설버터플라이(leakage minimize butterfly, B)를 통과시키고, 역도메인변환부(1300)에서 IDFT 이후에 이의 역과정(C)을 수행하여 원 신호를 복원하는 과정이 추가될 수 있다.

한편, 공간정보변환부(1000에서 생성되는 렌더링 정보의 생성과정을 다운믹스 신호의 생성과정과 일치시키기 위해, 처음부터 M/2*P-포인트 DFT를 수행하는 것이 아니라, 원형 필터 정보에 대한 QMF 통과 신호를 DFT하여 처리하는 방법이 있을 수 있다. 이 경우에는 QMF 필터에 따른 지연 및 데이터 퍼짐이 존재할 수 있다.

도 31은 본 발명의 일실시예에 따른 다운믹스 신호의 제2 도메인 변환에 대한 블록도이다. 도 30은 QMF 도메인에서 수행되는 렌더링 과정을 도시한다. 도메인변환기(1100)는 QMF 도메인 변환기를 포함하고, 역도메인변환부(1300)는 IQMF를 포함한다. 도 31은 도메인 변환기가 QMF 필터인 점을 제외하고 처리 구조가 DFT만을 이용하는 경우와 동일하다. 이하에서, 상기 QMF는 동일한 대역폭을 가지는 QMF 및 하이브리드 QMF를 포함하여 언급한다. DFT만을 이용하는 경우와 차이점은 렌더러 M(3012)에서 수행되는 렌더링 과정이 QMF 도메인에서 실시되므로, 렌더링 정보의 생성도 QMF 도메인에서 이루어지고, 상기 렌더링 과정이 DFT 도메인에서와 같이 곱으로 표현되지 않고 콘볼루션으로 표현된다는 점이다.

QMF 필터가 B개의 밴드를 갖는다고 하면, 필터 계수는 B개 밴드별로 각기 다른 특성(다른 계수 값)을 갖는 필터 계수들의 집합으로 표현될 수 있다. 경우에 따라 필터의 탭수가 1차가 되는 경우(즉, 상수가 곱해지는 경우), B개 주파수 스펙트럼을 갖는 DFT 도메인에서의 렌더링 과정과 연산 과정이 일치한다. 아래의 [수학식 31]은 HM_L 렌더링 정보를 이용하여 렌더링 과정이 수행되는 한 경로에 대해, 하나의 QMF 밴드(b)에서 수행되는 렌더링 과정을 나타낸다.

$$Lo_m_b(k) = HM_L_b * m = \sum_{i=0}^{filter_order-1} hm_l_b(i)\, m_b(k-i)$$

여기서, k는 QMF 밴드에서의 시간 순서(time order), 즉 시간 슬롯 단위를 의미한다. 상기 QMF 도메인에서 수행되는 렌더링 과정의 장점은 실제 전송된 공간 정보가 QMF 도메인에서 적용가능한 값인 경우, 해당 데이터를 적용하는 것이 가장 용이하며 적용과정에서의 왜곡을 최소화할 수 있다는 점이다. 다만, 원형 필터 정보(예를 들면, 원형 HRTF 필터 계수)의 변환 과정에서 QMF 도메인으로 변환하였을 때, 변환된 값을 적용하는 과정이 많은 연산량을 필요로 한다. 이 경우에, 필터 정보의 변환 과정에서 HRTF 계수를 파라미터화하는 방법을 통해 연산량을 최소화할 수 있다.

지금까지 본 발명에 대하여 몇몇 실시예들을 들어 구체적으로 설명하였으나, 상기 실시예들은 본 발명을 이해하기 위한 설명을 위해 제시된 것이며, 본 발명의 범위가 상기 실시예에 제한되는 것은 아니다. 당업자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위를 벗어나지 않고도 다양한 변형이 가능함을 이해할 수 있을 것이며, 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 해석되어야 할 것이다.

발명의 효과

상술한 본 발명에 따른 신호 처리 방법 및 장치는 멀티채널 신호를 다운믹스하여 생성된 다운믹스 신호 및 상기 멀티채널 신호의 공간 정보를 포함하는 비트스트림을 수신한 디코딩 장치가 멀티채널 신호를 복원할 수 없는 환경에서도 서라운드 효과를 가지는 신호를 생성하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 오디오 신호의 부호화 장치 및 복호화 장치에 대한 블록도.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 오디오 신호의 비트스트림 구조.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부에 대한 상세 블록도.

도 4 및 5는 본 발명의 일실시예에 따른 소스 매핑 과정에서 이용되는 채널 구성에 대한 도면.

도 6 및 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스테레오 다운믹스 신호에 대한 렌더링부의 상세 블록도.

도 8 및 9는 본 발명의 일실시예에 따른 모노 다운믹스 신호에 대한 렌더링부의 상세 블록도.

도 10 및 11은 본 발명의 일실시예에 따른 스무딩부 및 확장부가 적용되는 위치에 대한 블록도.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 스무딩 방법에 대한 그래프.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 스무딩 방법에 대한 그래프.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 제3 스무딩 방법에 대한 그래프.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 제4 스무딩 방법에 대한 그래프.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 제5 스무딩 방법에 대한 그래프.

도 17은 각 채널별 원형 필터 정보를 설명하기 위한 도면.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부에서 렌더링 필터 정보를 생성하는 제1 방법에 대한 블록도.

도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부에서 렌더링 필터 정보를 생성하는 제2 방법에 대한 블록도.

도 20는 본 발명의 일실시예에 따른 공간정보변환부에서 렌더링 필터 정보를 생성하는 제3 방법에 대한 블록도.

도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 렌더링부에서 렌더링 정보를 이용하여 서라운드 신호를 생성하는 방법을 나타내는 도면.

도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 인터폴레이팅 방법에 대한 도면.

도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 제2 인터폴레이팅 방법에 대한 도면.

도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 블록 스위칭 방법에 대한 도면.

도 25는 본 발명의 일실시예에 따른 윈도우길이결정부에서 결정된 윈도우 길이가 적용되는 위치에 대한 블록도.

도 26은 본 발명의 일실시예에 따른 오디오 신호를 처리하는데 이용되는 다양한 길이의 필터에 대한 도면.

도 27은 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브필터로 오디오 신호를 별도 처리하는 방법에 대한 도면.

도 28은 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브 필터를 이용하여 생성된 분할렌더링 정보를 모노 다운믹스 신호에 렌더링하는 방법에 대한 블록도.

도 29는 본 발명의 일실시예에 따른 복수 개의 서브 필터를 이용하여 생성된 분할 렌더링 정보를 스테레오 다운믹스 신호에 렌더링하는 방법에 대한 블록도.

도 30은 본 발명의 일실시예에 따른 다운믹스 신호의 제1 도메인 변환 방법에 대한 블록도.

도 31은 본 발명의 일실시예에 따른 다운믹스 신호의 제2 도메인 변환 방법에 대한 블록도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10:부호화 장치 20:복호화 장치

100:다운믹스부 200:공간정보생성부

300:다운믹스신호부호화부 400:공간정보부호화부

500:다중화부 600:역다중화부

700:다운믹스신호복호화부 800:공간정보복호화부

900:렌더링부 1000:공간정보변환부

1010:소스매핑부 1020:서브렌더링정보생성부

1030:합성부 1040:프로세싱부

1041:인터폴레이팅부 1042:스무딩부

1043:확장부 1050:도메인변환부

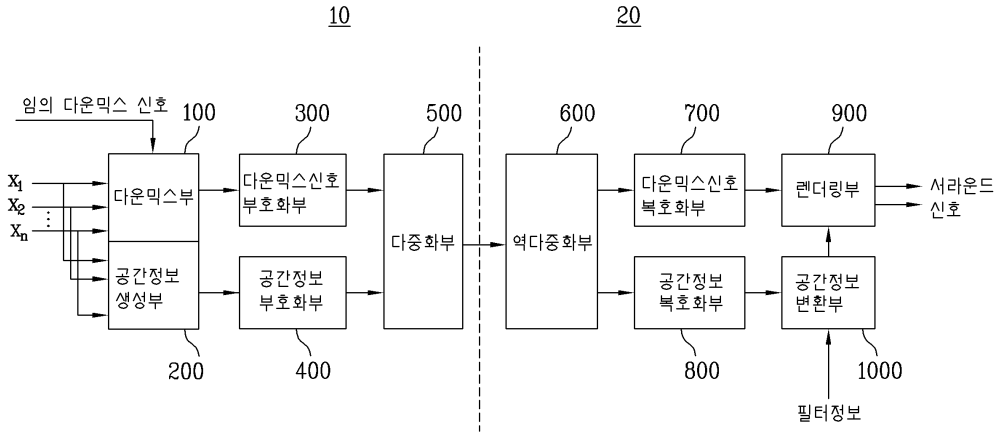
1060:필터정보변환부 1100:도메인변환부

1200:디코릴레이팅부 1300:역도메인변환부

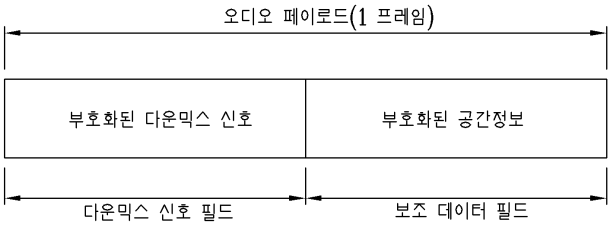
1400:윈도우길이결정부 1500:분배기

도면

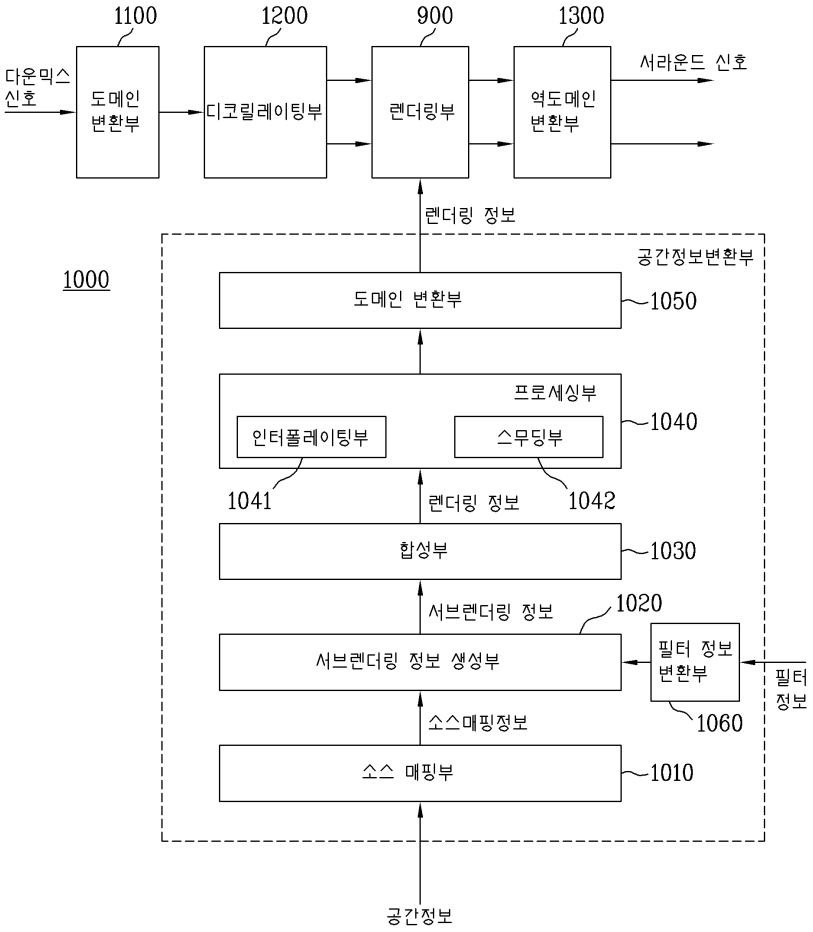
도면1


10
20
임의 다운믹스 신호
100
300
500
600
700
900
X1
X2
Xn
다운믹스부
공간정보 생성부
다운믹스신호 부호화부
공간정보 부호화부
다중화부
역다중화부
다운믹스신호 복호화부
공간정보 복호화부
렌더링부
공간정보 변환부
서라운드 신호
200
400
800
1000
필터정보

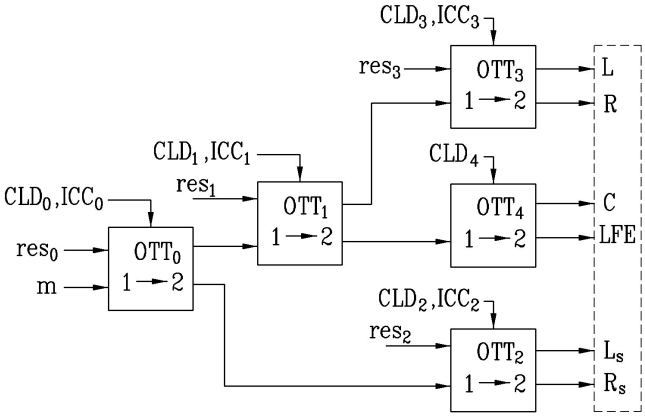
도면2


오디오 페이로드(1 프레임)
부호화된 다운믹스 신호
부호화된 공간정보
다운믹스 신호 필드
보조 데이터 필드

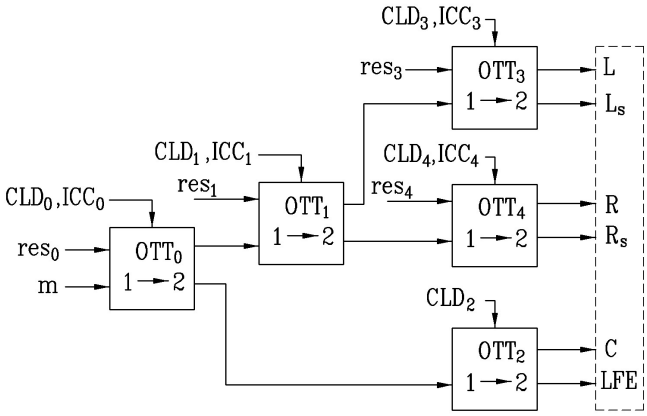
도면3


1100
1200
900
1300
다운믹스 신호
도메인 변환부
디코릴레이팅부
렌더링부
역도메인 변환부
서라운드 신호
렌더링 정보
1000
공간정보변환부
도메인 변환부
1050
프로세싱부
인터폴레이팅부
스무딩부
1040
1041
1042
렌더링 정보
합성부
1030
서브렌더링 정보
1020
서브렌더링 정보 생성부
필터 정보 변환부
1060
필터 정보
소스매핑정보
소스 매핑부
1010
공간정보

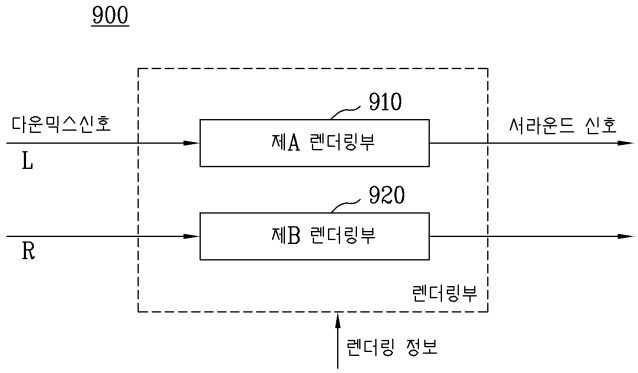
도면4


CLD3,ICC3
res3
OTT3
1→2
L
R
CLD1,ICC1
res1
CLD4
CLD0,ICC0
OTT1
1→2
OTT4
1→2
C
LFE
res0
OTT0
1→2
m
CLD2,ICC2
res2
OTT2
1→2
Ls
Rs

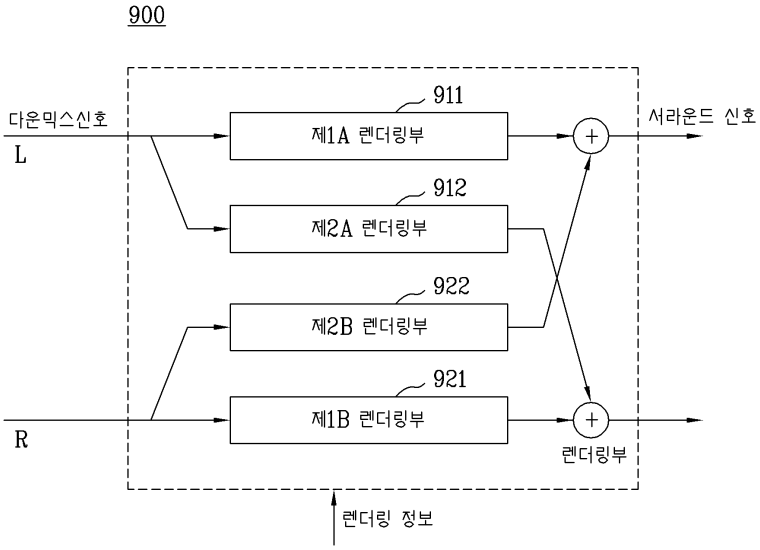
도면5


CLD3,ICC3
res3
OTT3
1→2
L
Ls
CLD1,ICC1
res1
CLD4,ICC4
res4
CLD0,ICC0
OTT1
1→2
OTT4
1→2
R
Rs
res0
OTT0
1→2
m
CLD2
OTT2
1→2
C
LFE

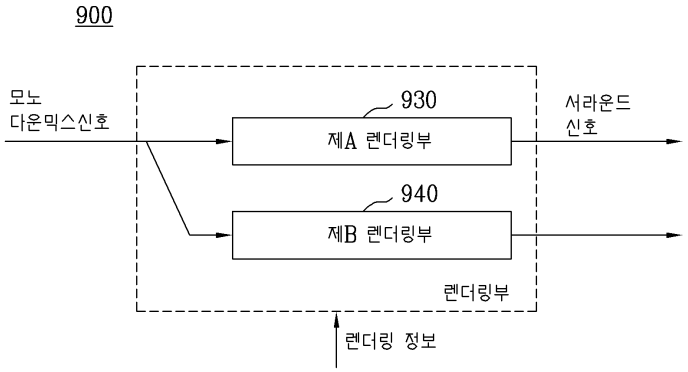
도면6


900
910
다운믹스신호
L
제A 렌더링부
서라운드 신호
920
R
제B 렌더링부
렌더링부
렌더링 정보

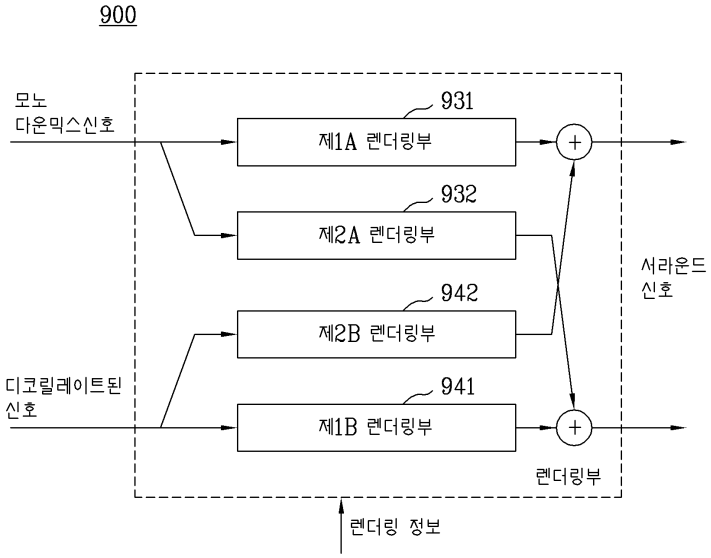
도면7


900
911
다운믹스신호
L
제1A 렌더링부
서라운드 신호
912
제2A 렌더링부
922
제2B 렌더링부
921
R
제1B 렌더링부
렌더링부
렌더링 정보

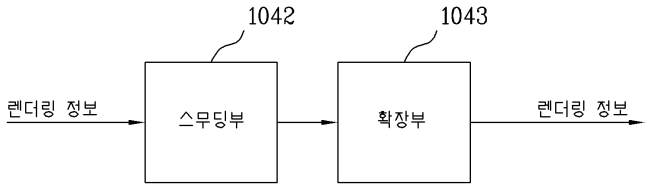
도면8


900
모노
다운믹스신호
930
제A 렌더링부
서라운드
신호
940
제B 렌더링부
렌더링부
렌더링 정보

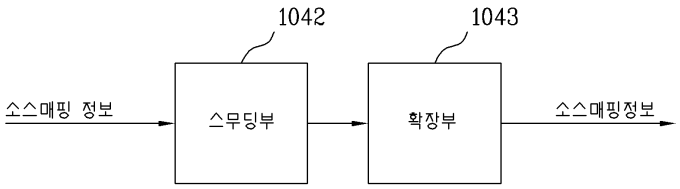
도면9


900
모노
다운믹스신호
931
제1A 렌더링부
932
제2A 렌더링부
서라운드
신호
942
제2B 렌더링부
디코릴레이트된
신호
941
제1B 렌더링부
렌더링부
렌더링 정보

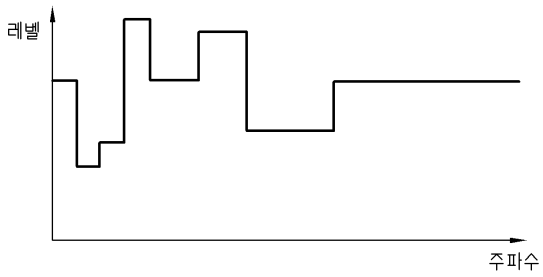
도면10


1042
1043
렌더링 정보
스무딩부
확장부
렌더링 정보

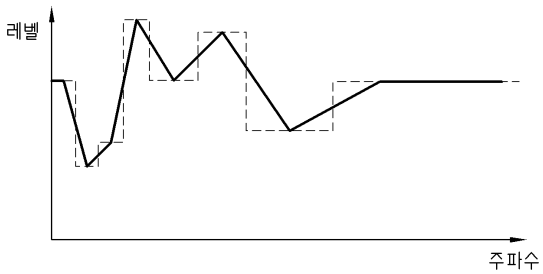
도면11



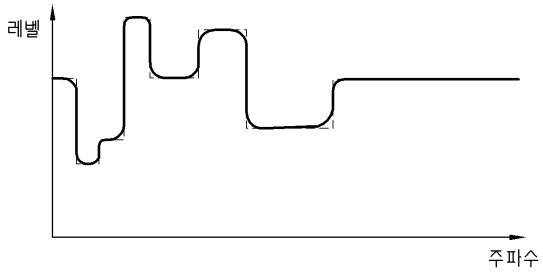
도면12



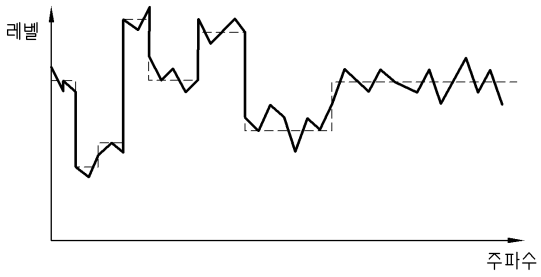
도면13



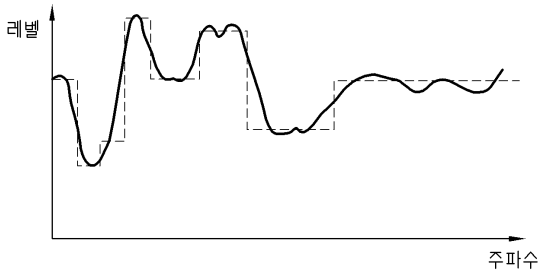
도면14



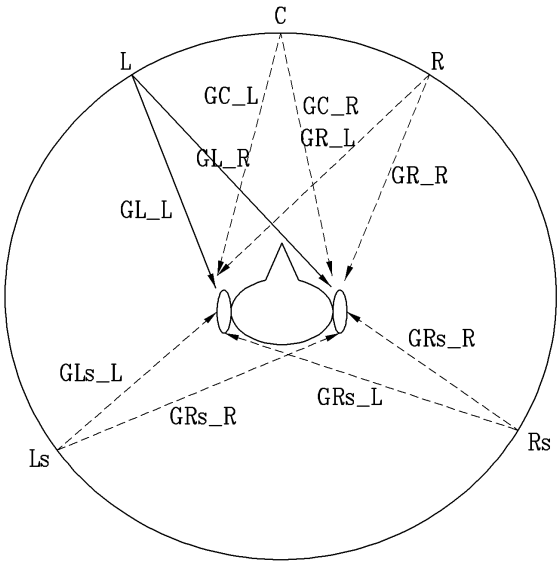
도면15



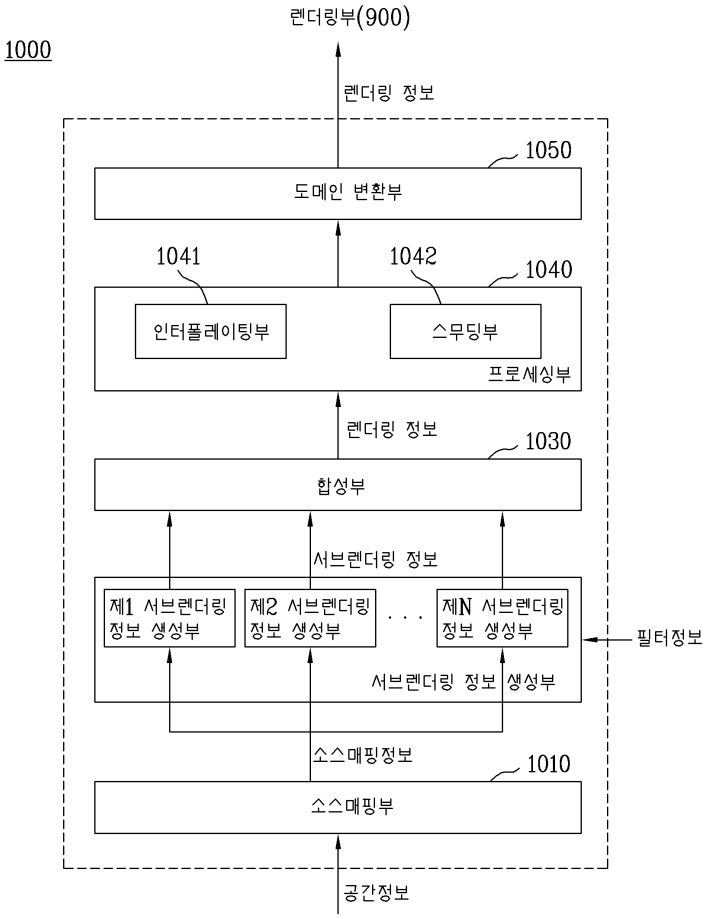
도면16



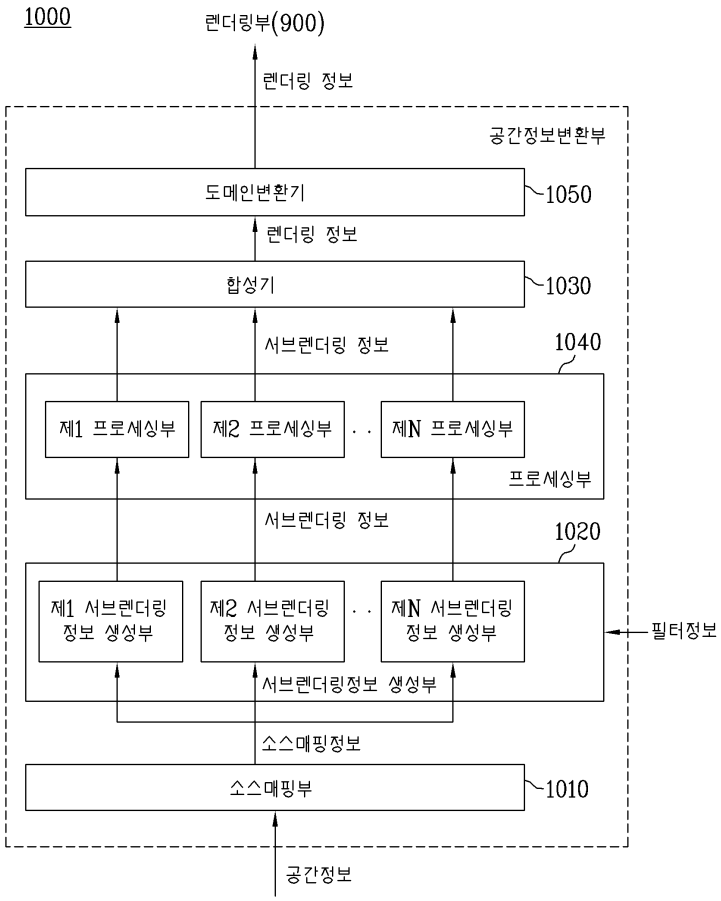
도면17



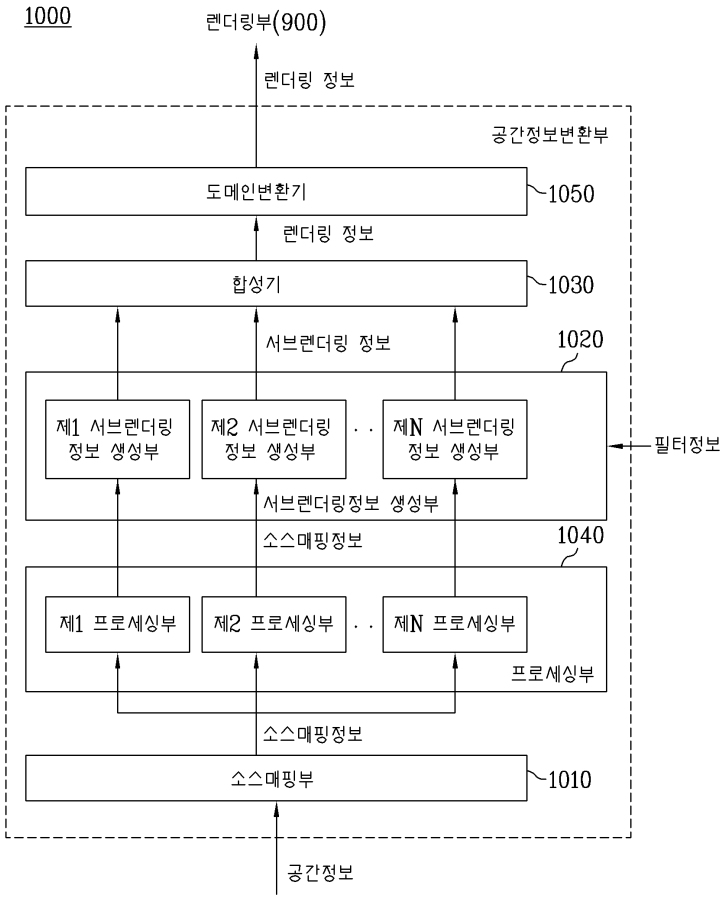
도면18


렌더링부(900)
1000
렌더링 정보
1050
도메인 변환부
1041
1042
1040
인터폴레이팅부
스무딩부
프로세싱부
렌더링 정보
1030
합성부
서브렌더링 정보
제1 서브렌더링 정보 생성부
제2 서브렌더링 정보 생성부
. . .
제N 서브렌더링 정보 생성부
필터정보
서브렌더링 정보 생성부
소스매핑정보
1010
소스매핑부
공간정보

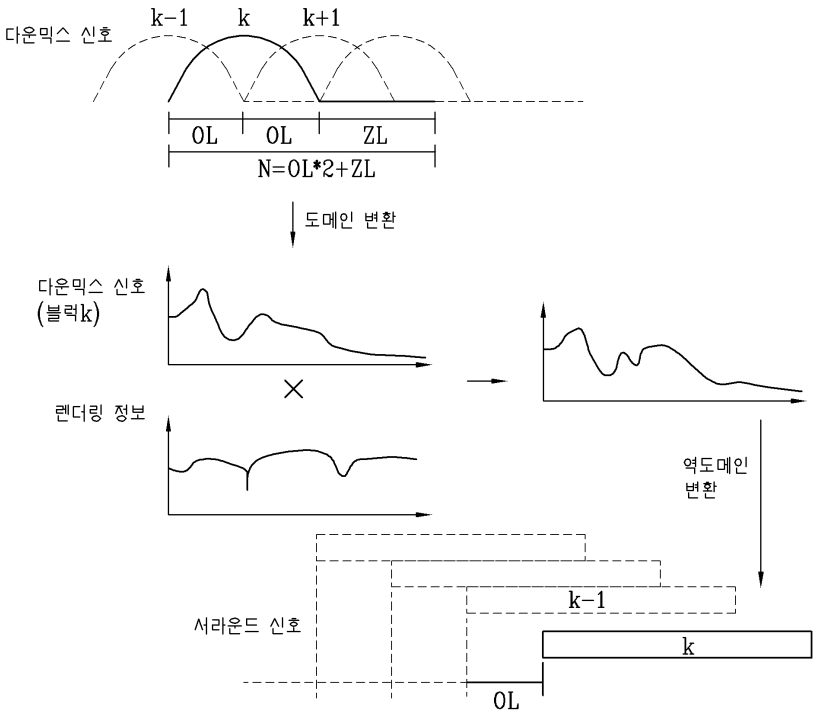
도면19


1000
렌더링부(900)
렌더링 정보
공간정보변환부
도메인변환기
1050
렌더링 정보
합성기
1030
서브렌더링 정보
1040
제1 프로세싱부
제2 프로세싱부
제N 프로세싱부
프로세싱부
서브렌더링 정보
1020
제1 서브렌더링 정보 생성부
제2 서브렌더링 정보 생성부
제N 서브렌더링 정보 생성부
필터정보
서브렌더링정보 생성부
소스매핑정보
소스매핑부
1010
공간정보

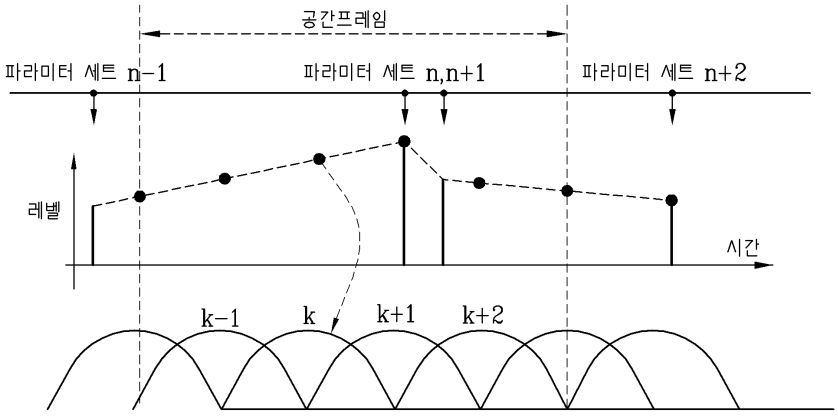
도면20


1000
렌더링부(900)
렌더링 정보
공간정보변환부
도메인변환기
1050
렌더링 정보
합성기
1030
서브렌더링 정보
1020
제1 서브렌더링 정보 생성부
제2 서브렌더링 정보 생성부
제N 서브렌더링 정보 생성부
필터정보
서브렌더링정보 생성부
소스매핑정보
1040
제1 프로세싱부
제2 프로세싱부
제N 프로세싱부
프로세싱부
소스매핑정보
소스매핑부
1010
공간정보

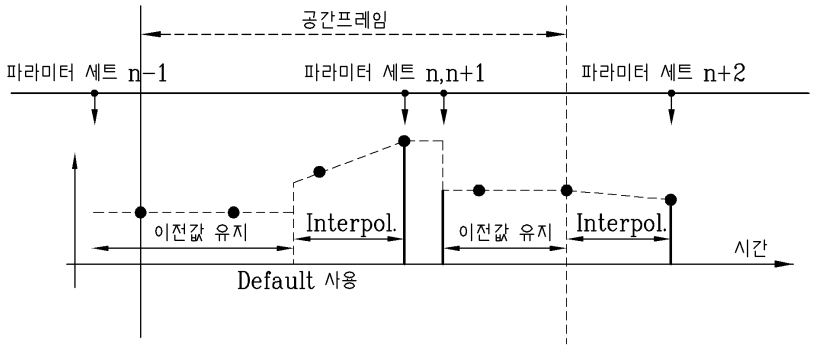
도면21


다운믹스 신호
k-1
k
k+1
OL
OL
ZL
N=OL*2+ZL
도메인 변환
다운믹스 신호
(블럭k)
렌더링 정보
역도메인 변환
서라운드 신호
k-1
k
OL

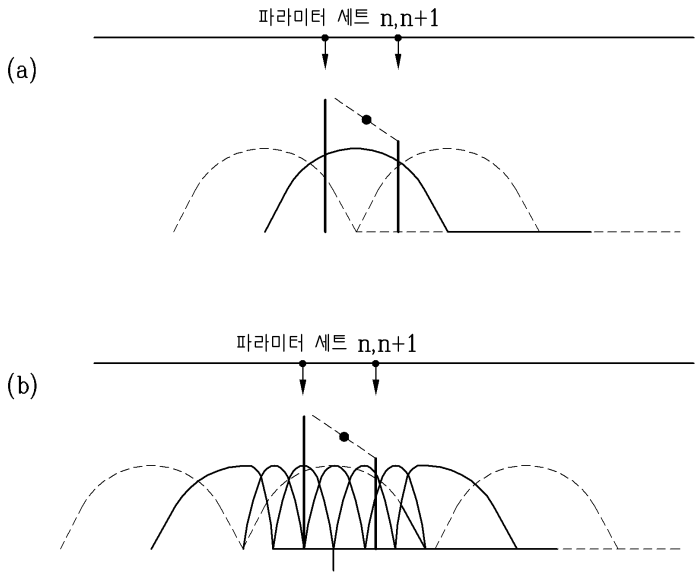
도면22



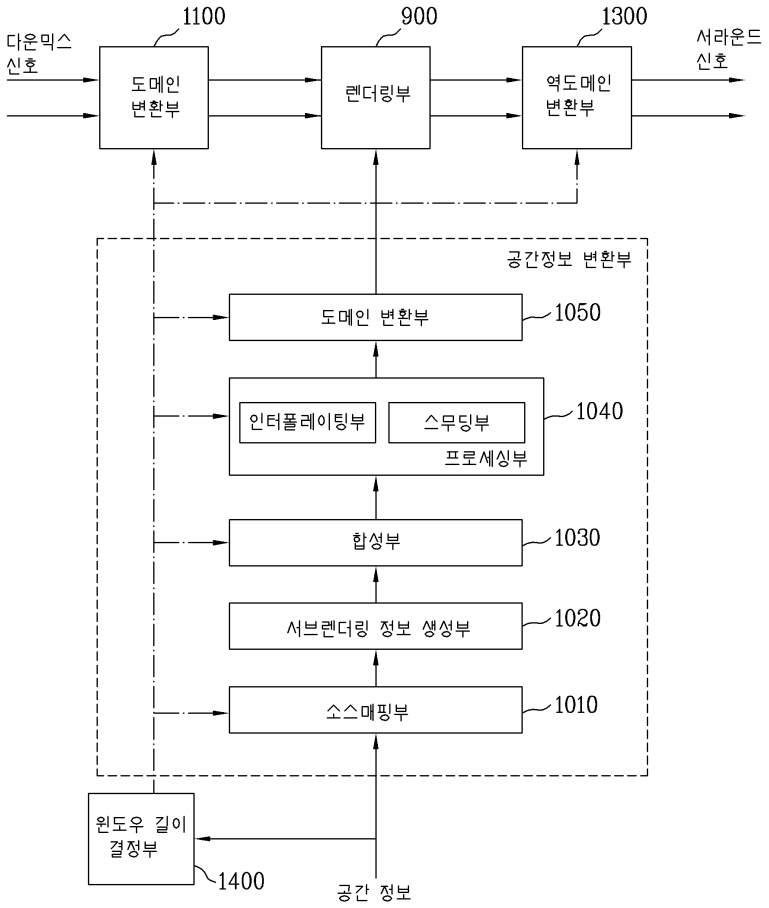
도면23



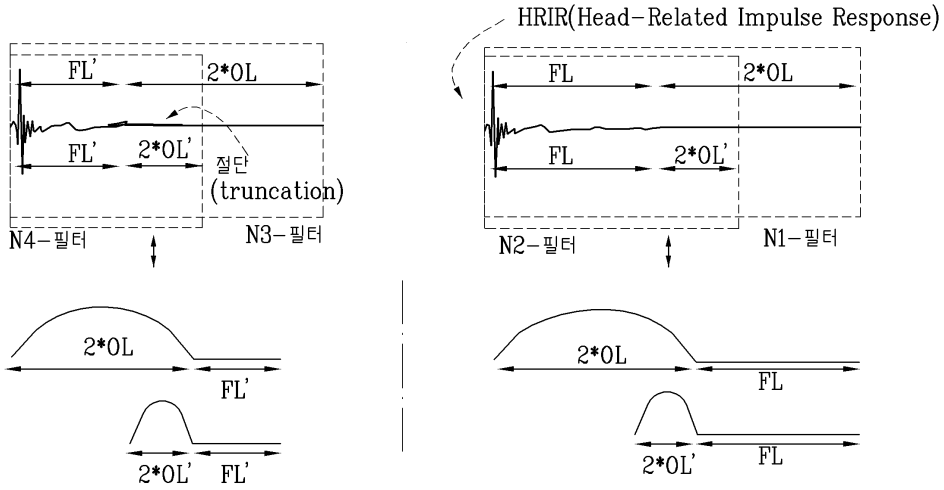
도면24



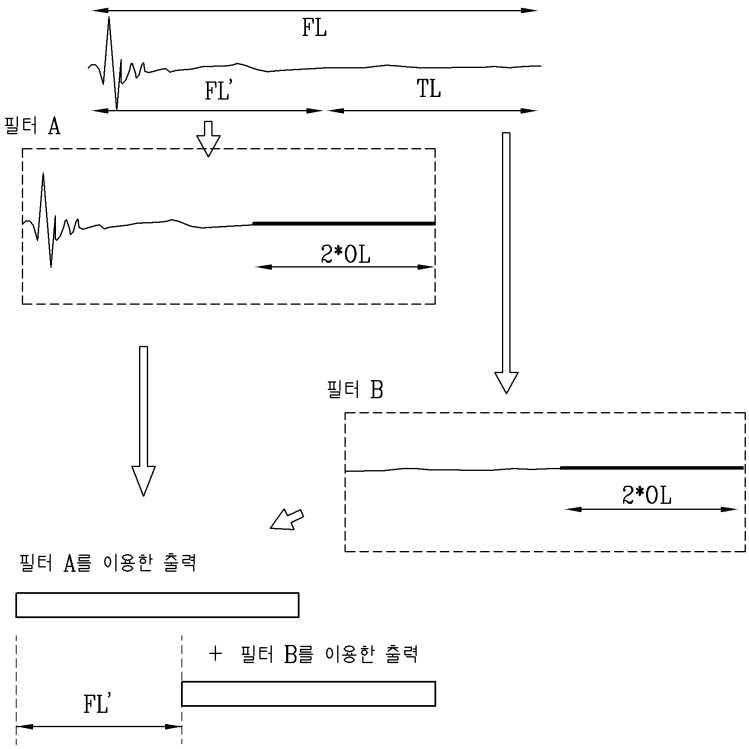
도면25


다운믹스 신호
1100
도메인 변환부
900
렌더링부
1300
역도메인 변환부
서라운드 신호
공간정보 변환부
도메인 변환부
1050
인터폴레이팅부
스무딩부
1040
프로세싱부
합성부
1030
서브렌더링 정보 생성부
1020
소스매핑부
1010
윈도우 길이 결정부
1400
공간 정보

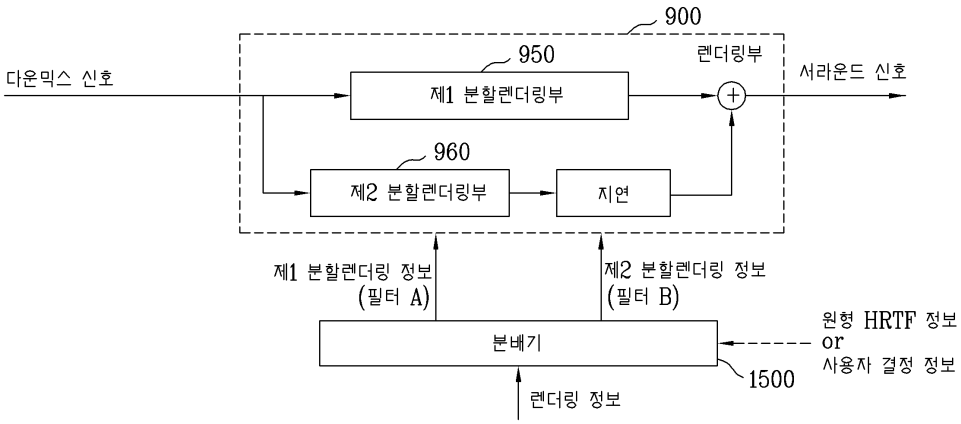
도면26


HRIR(Head-Related Impulse Response)
FL'
2*0L
FL'
2*0L'
절단
(truncation)
N4-필터
N3-필터
2*0L
FL'
2*0L'
FL'
FL
2*0L
FL
2*0L'
N2-필터
N1-필터
2*0L
FL
2*0L'
FL

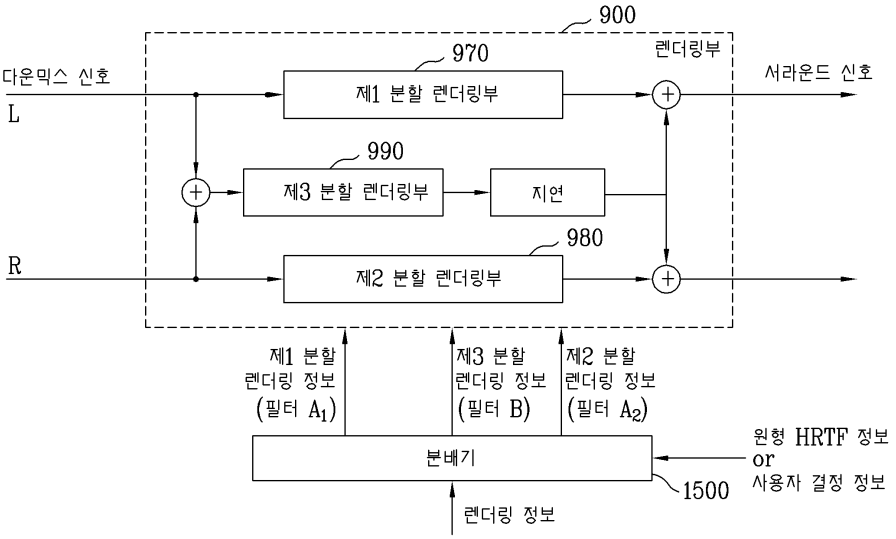
도면27


FL
FL'
TL
필터 A
2*OL
필터 B
2*OL
필터 A를 이용한 출력
+ 필터 B를 이용한 출력
FL'

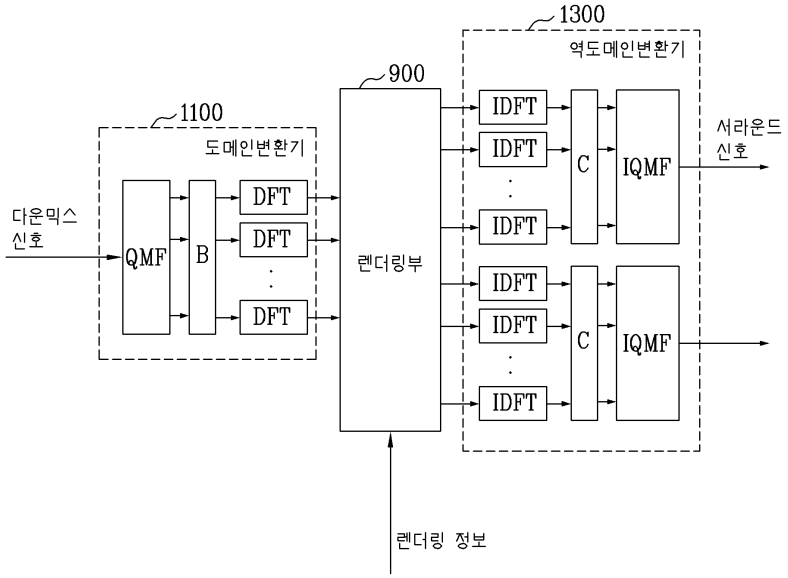
도면28


900
950
렌더링부
다운믹스 신호
제1 분할렌더링부
서라운드 신호
960
제2 분할렌더링부
지연
제1 분할렌더링 정보
(필터 A)
제2 분할렌더링 정보
(필터 B)
원형 HRTF 정보
or
사용자 결정 정보
분배기
1500
렌더링 정보

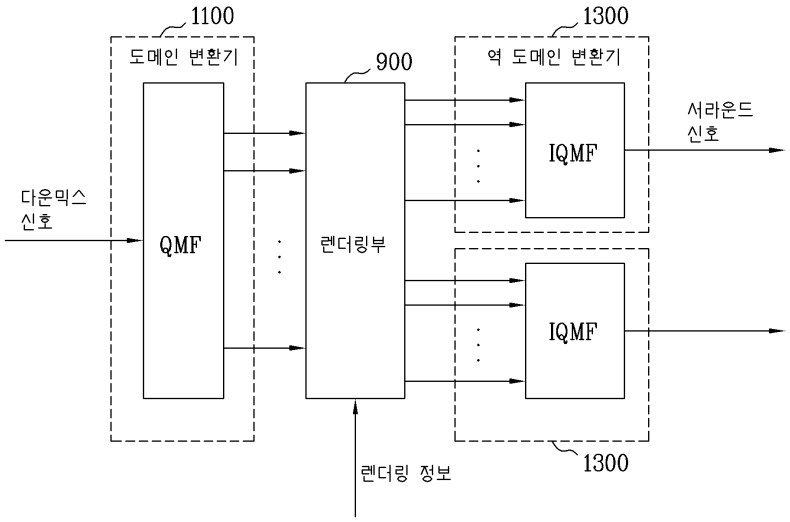
도면29


900
렌더링부
970
제1 분할 렌더링부
다운믹스 신호
L
서라운드 신호
990
제3 분할 렌더링부
지연
980
제2 분할 렌더링부
R
제1 분할
렌더링 정보
(필터 A_1)
제3 분할
렌더링 정보
(필터 B)
제2 분할
렌더링 정보
(필터 A_2)
분배기
원형 HRTF 정보
or
사용자 결정 정보
1500
렌더링 정보

도면30


1300
역도메인변환기
900
1100
도메인변환기
IDFT
IDFT
IDFT
C
IQMF
서라운드
신호
다운믹스
신호
QMF
B
DFT
DFT
DFT
렌더링부
IDFT
IDFT
IDFT
C
IQMF
렌더링 정보

도면31


1100
도메인 변환기
900
역 도메인 변환기
1300
서라운드
신호
다운믹스
신호
QMF
렌더링부
IQMF
IQMF
렌더링 정보
1300