(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G10L 21/02

(11) 공개번호 10-2004-0101227
(43) 공개일자 2004년12월02일

(21) 출원번호 10-2004-7012465
(22) 출원일자 2004년08월12일
번역문 제출일자 2004년08월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/008895
(87) 국제공개번호 WO 2003/083834
(86) 국제출원출원일자 2003년03월21일
(87) 국제공개일자 2003년10월09일

(30) 우선권주장 10/113,858 2002년03월28일 미국(US)

(71) 출원인 돌비 레버러토리즈 라이센싱 코오포레이션
미국 캘리포니아주 94103-4813 샌프란시스코 포트레로 애비뉴 100

(72) 발명자 트루만,마이클,미드
미국, 캘리포니아 94103-4813, 샌프란시스코, 포트레로 애비뉴 100

빈톤,마크,스튜아트
미국, 캘리포니아 94103-4813, 샌프란시스코 포트레로 애비뉴 100

(74) 대리인 박경재

심사청구 : 없음

(54) 주파수 변환에 기초한 불완전한 스펙트럼을 가진 오디오신호의 스펙트럼을 복구하기 위한 방법 및 장치

요약

오디오 신호는 신호의 잡음형 품질 측정치로부터 유도된 잡음 혼합 파라미터 및 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 가진 신호의 기저대역을 전송 또는 기록함으로서 더 효율적으로 전송된다. 신호는 기저대역 외부의 주파수들로 기저대역 신호의 스펙트럼 성분들을 번역하고, 위상동기를 유지하기 위하여 재생된 성분들의 위상을 조절하며, 추정된 스펙트럼 엔벨로프에 따라 스펙트럼 형상을 조절하며, 잡음 혼합 파라미터에 따라 잡음을 더함으로서 재구성된다. 바람직하게, 전송 또는 기록된 신호는 재구성된 신호의 시간 형상을 조절하기 위하여 사용되는 추정된 시간 엔벨로프를 포함한다.

대표도

도 2

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 오디오 신호들의 전송 및 기록에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 출력신호의 주어진 인지된 품질 레벨을 유지하면서 주어진 오디오 신호를 전송 또는 저장하는데 필요한 정보의 감축에 관한 것이다.

배경기술

많은 통신시스템들은 정보전송 및 저장용량에 대한 요구가 종종 이용 가능한 용량을 초과하는 문제점에 직면한다. 결과적으로, 인간의 주관적인 품질을 저하시키지 않고 인간의 인식을 위하여 의도된 오디오 신호를 전송 또는 기록하는데 필요한 정보량을 감축시키기 위한 방송 및 기록분야가 상당히 흥미를 끌고 있다. 유사하게, 주어진 대역폭 또는 저장용량에 대하여 출력신호의 품질을 개선할 필요성이 요망되었다.

두가지의 원리적인 고려대상들은 오디오를 전송 및 저장하기 위한 시스템들의 설계, 즉 정보 요건들을 감소시키기 위한 필요성 및 출력신호의 특정의 인지된 품질 레벨을 보증하기 위한 필요성이다. 이들 두가지 고려대상들은 전송된 정보량의 감소가 출력신호의 인지된 품질을 감소시킬 수 있다는 점에서 상충한다. 데이 터율과 같은 주관적인 제약들이 보통 통신시스템 그자체에 의하여 강제되는 반면에, 주관적인 인지 요건들은 보통 응용에 의하여 규정된다.

정보요건들을 감소시키기 위한 통상적인 방법들은 선택된 입력신호 부분만을 전송 또는 기록하는 단계를 포함하며, 선택된 부분이외의 나머지 부분은 버려진다. 바람직하게, 리던던트 또는 인식적으로 부적절한 것으로 간주되는 부분만이 버려진다. 만일 추가 감소가 요구되면, 바람직하게 최소 인지도로 간주되는 신호 부분만이 버려진다.

음성 코딩과 같이 충실도에 비하여 명료도를 강조하는 음성 응용들은 신호의 주파수 스펙트럼의 최상 인지도 관련 부분들만을 포함하며 여기에서 '기저대역 신호'로 언급되는 신호 부분만을 전송 또는 기록할 수 있다. 수신기는 기저대역 신호내에 포함된 정보로부터 보이스 신호의 생략된 부분을 재생시킬 수 있다. 재생된 신호는 일반적으로 원신호와 인식적으로 동일하지 않으나, 여러 응용들에서는 근사 재생이 충분하다. 다른 한편으로, 고품질 음악 응용들과 같이 고도의 충실도를 달성하도록 설계된 응용들은 일반적으로 고품질의 출력신호을 필요로한다. 고품질의 출력신호를 얻기 위해서는 일반적으로 많은 정보량을 전송하거나 또는 출력신호를 발생시키기 위한 더 복잡한 방법을 이용하는 것이 필요하다.

스피치 신호 디코딩과 관련하여 사용된 하나의 기술은 고주파수 재생('HRF')으로 공지된다. 단지 신호의 저주파수 성분들만을 포함하는 기저대역 신호가 전송 또는 저장된다. 수신기는 수신된 기저대역 신호의 내용들에 기초하여 생략된 고주파수 성분들을 재생시키고 재생된 고주파수 성분들과 기저대역 신호를 결합하여 출 력신호를 발생시킨다. 비록 재생된 고주파수 성분들이 일반적으로 원신호의 고주파수 성분들과 동일하지 않을지라도, 상기 기술은 HFR을 사용하지 않는 다른 기술들보다 더 만족스러운 출력신호를 발생시킬 수 있다. 상기 기술의 여러 변형들이 스피치 인코딩 및 디코딩 분야에서 개발되었다. HFR을 위하여 사용된 3가지의 공통적인 방법들은 스펙트럼 폴딩, 스펙트럼 번역 및 정류이다. 이들 기술들의 상세한 설명은 Makhoul and Berouti, 'High-Frequency Regeneration in Speech Coding Systems', ICASSP 1979 IEEE International Conf. on Acoust., Speech and Signal Proc.,April 2-4, 1979에서 발견될 수 있다.

비록 구현을 단순화할지라도, 상기 HFR 기술들은 보통 고품질 음악을 위하여 사용되는 재생 시스템들과 같은 고품질의 재생 시스템들에 적합하지 않다. 스펙트럼 폴딩 및 스펙트럼 번역은 부적절한 배경 톤들을 발생시킬 수 있다. 정류는 귀에 거슬리는 것으로 인식되는 결과들을 발생시키는 경향이 있다. 발명자들은 상기 기술들이 불만족스러운 결과들을 발생시키는 여러 경우들에서 상기 기술들이 대역 제한된 스피치 코더들에서 사용된다는 것을 주목했으며, 상기 스피치 코더에서 HFR은 5kHz 이하의 성분들의 번역에 제한된다.

발명자들은 HFR 기술들의 사용에 의하여 유발될 수 있는 두가지 다른 문제점을 주목했다. 첫번째 문제점은 신호들의 잡음 특성들 및 톤에 관련되며, 두번째 문제점은 재생된 신호들의 시간 형상 또는 엔벨로프와 관련된다. 많은 무가공 신호들은 주파수의 함수로서 진폭을 증가시키는 잡음 성분을 포함한다. 공지된 HFR 기술들은 기저대역 신호로부터 고주파수 성분들을 발생시키나, 고주파수들에서 재 생된 신호의 톤형 및 잡음형 성분들의 적정 혼합을 재생시키지 않는다. 재생된 신호는 종종 기저대역의 톤형 성분들을 원래의 잡음형 고주파수 성분들로 대체할 수 있는 개별 고주파수 '버즈(buzz)'를 포함한다. 더욱이, 공지된 HFR 기술들은 재생된 신호의 시간 엔벨로프가 보존되거나 또는 적어도 원신호의 시간 엔벨로프와 유사한 방식으로 스펙트럼 성분들을 재생시키지 않는다.

개선된 결과들을 제공하는 다수의 더 복잡한 HFR 기술들이 개발되었으나, 이들 기술들은 음악 및 다른 형태의 오디오에 적합하지 않는 스피치의 특성들에 의존하는 스피치 특정 기술인 경향이 있거나, 또는 경제적으로 구현될 수 없는 대규모 계산자원들을 필요로하는 경향이 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 신호의 인식된 품질을 유지하면서 전송 또는 저장동안 신호를 나타내는데 필요한 정보량을 감축시키기 위하여 오디오 신호들을 처리하는데 있다. 비록 본 발명이 특히 음악 신호들의 재생에 관한 것일지라도, 본 발명은 보이스를 포함하는 넓은 범위의 오디오 신호들에 적용가능하다.

본 발명의 일 양상에 따르면, 출력 신호는 오디오 신호의 모든 스펙트럼 성분들을 가지지 않고 일부 스펙트럼 성분들을 가지는 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계, 기저대역 신호에 있지 않는 오디오 신호의 스펙트럼 성분들을 가진 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계, 나머지 신호의 잡음성분에 대한 측정치로부터 잡음-혼합 파라미터를 유도하는 단계, 및 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 나타내는 데이터, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 잡음 혼합 파라미터를 출력신호를 어셈블링하는 단계에 의하여 발생된다.

수신기에서 본 발명의 다른 양상에 따르면, 오디오 신호는 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 포함하는 신호를 수신하는 단계, 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 상기 데이터로부터 구하는 단계, 기저대역의 스펙트럼 성분들을 주파수로 번역함으로서 재생된 스펙트럼 성분들을 포함하는 재생된 신호를 구하는 단계, 재생된 신호내에서 위상 동기를 유지하기 위하여 재생된 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 단계, 잡음 혼합 파라미터에 응답하여 잡음신호를 얻음으로서 조절된 재생신호를 구하는 단계, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 잡음 혼합 파라미터에 따라 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭들을 조절함으로서 재생된 신호를 수정하는 단계, 수정된 재생신호를 잡음신호와 결합하는 단계, 및 기저대역 신호의 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분들과 조절된 재생신호의 스펙트럼 성분들의 결합에 대응하는 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계에 의하여 재구성된다.

본 발명의 다른 양상들은 청구범위에 기술된다.

본 발명의 다양한 특징들 및 바람직한 실시예들은 동일 도면부호가 동일 부재를 나타내는 첨부 도면들 및 이하의 상세한 설명을 통해 용이하게 이해될 수 있다. 이하의 상세한 설명 및 도면들의 내용들은 단지 예시적으로만 제시되며 본 발명의 권리범위를 제한하지 않는다.

도면의 간단한 설명

도 1은 통신시스템의 주요 구성요소들을 나타낸 도면.

도 2는 송신기의 블록도.

도 3A 및 도 3B는 오디오 신호 및 대응 기저대역 신호를 가설 그래픽으로 기술한 도면.

도 4는 수신기의 블록도.

도 5A-5D는 기저대역 신호의 번역에 의하여 발생된 신호들 및 기저대역 신호을 가설 그래픽으로 기술한 도면.

도 6A-6G는 스펙트럼 번역 및 잡음 혼합 둘다를 사용하여 고주파수 성분들을 재생시킴으로서 얻어진 신호들을 가설 그래픽으로 기술한 도면.

도 6H는 이득조절후 도 6G의 신호를 기술한 도면.

도 7은 도 6H에 도시된 재생 신호와 도 6B에 도시된 기저대역 신호의 결합을 기술한 도면.

도 8A는 신호의 시간 형상을 기술한 도면.

도 8B는 도 8A의 신호로부터 기저대역 신호를 유도하고 스펙트럼 번역의 프로세스를 통해 신호를 재생시킴으로서 발생된 출력신호의 시간 형상을 기술한 도면.

도 8C는 시간 엔벨로프 제어가 수행된후 도 8B의 신호에 대한 시간 형상을 나타낸 도면.

도 9는 시간영역 기술들 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 위하여 필요한 정보을 제공하는 송신기의 블록도.

도 10은 시간영역 기술들을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 수신기 의 블록도.

도 11은 주파수 영역 기술들을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 위하여 필요한 정보를 제공하는 송신기의 블록도.

도 12는 주파수 영역 기술들을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 수신기의 블록도.

실시예

A. 개요

도 1은 통신시스템의 일례에서 주요 구성요소들을 기술한다. 정보 소스(112)는 스피치 또는 음악과 같은 임의의 형태의 오디오 정보를 나타내는 오디오 신호 아날로그 경로(115)를 발생시킨다. 송신기(136)는 경로(115)로부터 오디오 신호를 수신하며 채널(140)을 통해 전송하기에 적합한 형태로 정보를 처리한다. 송신기(136)는 채널(140)의 물리적 특성들을 매칭시키기 위하여 신호를 준비할 수 있다. 채널(140)은 전기 와이어들 또는 광섬유들과 같은 전송경로일 수 있거나, 공간을 통한 무선통신 경로일 수 있다. 채널(140)은 수신기(142)에 의하여 이후에 사용하기 위한 광 디스크, 자기 테이프 또는 디스크와 같은 저장매체상에 신호를 기록하는 저장장치를 포함할 수 있다. 수신기(142)는 채널(140)로부터 수신된 신호의 복조 또는 디코딩과 같은 다양한 신호 처리기능들을 수행할 수 있다. 수신기(142)의 출력은 경로(145)를 따라 트랜스듀서(147)에 전달되며, 트랜스듀서(147)는 수신기(142)의 출력을 사용자에게 적합한 출력 신호(152)로 변환한다. 종래의 오디오 재생시스템에서, 예컨대, 확성기들은 전기신호들을 음향신 호들로 변환시키기 위하여 트랜스듀서들로서 사용한다.

제한된 용량을 가지는 매체상의 기록 또는 제한된 대역폭을 가지는 채널을 통해 전송하는데 있어서 제한되는 통신시스템들은 정보에 대한 요구가 이용가능한 대역폭 또는 용량을 초과할때 문제점들을 만난다. 결과적으로, 인간의 주관적인 품질을 저하시키지 않고 인간의 인식을 위하여 의도된 오디오 신호를 전송 또는 기록하는데 필요한 정보량을 감축시키기 위한 방송 및 기록분야가 상당히 흥미를 끌고 있다. 유사하게, 주어진 대역폭 또는 저장용량에 대하여 출력 신호의 품질을 개선할 필요성이 요망되었다.

스피치 코딩과 관련하여 사용되는 기술은 고주파수 재생('HFR')로서 공지된다. 단지 스피치 신호의 저주파수 성분들만을 포함하는 기저대역 신호가 전송 또는 저장된다. 수신기(142)는 수신된 기저대역 신호의 내용들에 기초하여 생략된 고주파수 성분들을 재생시키고 재생된 고주파수 성분들과 기저대역 신호를 결합하여 출력신호를 발생시킨다. 그러나, 일반적으로, 공지된 HFR 기술들은 원신호의 고주파수 성분들과 용이하게 구별할 수 있는 재생된 고주파수 성분들을 발생시킨다. 본 발명은 다른 공지된 기술들에 의하여 제공되는 신호보다 원신호의 대응 스펙트럼 성분들과 더 유사한 재생된 스펙트럼 성분들을 발생시키는 스펙트럼 성분 재생에 대한 개선된 시스템을 제공한다. 비록 여기에 기술된 기술들이 때때로 고주파수 재생으로 언급될지라도 본 발명이 신호의 고주파수 성분들의 재생에 제한되지 않는다는 것을 유의해야 한다. 이하에 기술된 기술들은 임의의 스펙트럼 부분에서 스펙트럼 성분들을 재생하도록 이용될 수 있다.

B. 송신기

도 2는 본 발명의 일 양상에 따른 송신기(136)의 블록도이다. 입력 오디오 신호는 경로(115)로부터 수신되고 입력신호의 주파수 영역 표현을 얻기 위하여 분석 필터뱅크(705)에 의하여 처리된다. 기저대역 신호 분석기(710)는 입력신호의 어느 스펙트럼 성분들이 버려지는지를 결정한다. 필터(715)는 나머지 스펙트럼 성분들로 이루어진 기저대역 신호를 발생시키기 위하여 버려질 스펙트럼 성분들을 제거한다. 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)는 입력신호의 스펙트럼 엔벨로프의 추정치를 구한다. 스펙트럼 분석기(722)는 신호에 대한 잡음 혼합 파라미터들을 결정하기 위하여 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 분석한다. 신호 포매터(725)는 전송 또는 저장을 위하여 적합한 형태를 가진 출력신호에 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보, 잡음-블랜딩 파라미터들 및 기저대역 신호를 결합한다.

1. 분석 필터뱅크

분석 필터뱅크(705)는 임의의 시간영역 대 주파수 영역 변환에 의하여 구현될 수 있다. 본 발명의 바람직한 구현에서 사용된 변환은 Princen, Johnson and Bradley, 'Subband/Transform Coding Using Filter Bank Designs Based on Time Domain Aliasing Cancellation, 'ICASSP 1987 Conf. Proc., May 1987, pp. 2161-64에 개시되어 있다. 이러한 변환은 시간영역 앨리어싱 삭제를 이용하는 홀수 스택 기준 샘플링된 단측파대 분석-합성 시스템의 시간영역 변환이며 여기에서 'O-TDAC'로서 언급된다.

O-TDAC 기술에 따르면, 오디오 신호는 샘플링 및 양자화된다음에, 일련의 중 첩된 시간영역 신호 샘플 블록들로 그룹핑된다. 각각의 샘플 블록은 분석 윈도우 함수에 의하여 가중된다. 이는 신호 샘플 블록의 샘플단위 곱셈과 등가이다. O-TDAC 기술은 여기에서 '변환 블록들'로서 언급된 변환 계수 세트들을 발생시키기 위하여 가중된 시간영역 신호 샘플 블록들에 수정된 이산코사인변환('DCT')을 적용한다. 임계 샘플링을 달성하기 위하여, 기술은 전송 또는 저장전에 스펙트럼 계수들의 단지 절반만을 유지한다. 불행하게도, 스펙트럼 계수들의 단지 절반의 유지는 상보 역변환이 시간영역 앨리어싱 성분들을 발생시키도록 한다. O-TDAC 기술은 앨리어싱을 삭제할 수 있으며 입력 신호를 정확하게 복원할 수 있다. 블록들의 길이는 종래에 공지된 기술들을 사용하여 신호 특성들에 응답하여 변화될 수 있으나, 이하에 기술된 이유로 인하여 위상동기에 주의를 집중해야 한다. O-TDAC 기술의 추가 상세한 설명은 미국특허 제5,394,473호에 개시되어 있다.

변환 블록들로부터 원입력 신호 블록들을 복원하기 위하여, O-TDAC 기술은 수정된 역 DCT를 이용한다. 역변환에

의하여 발생된 신호 블록들은 합성 윈도우 함수에 의하여 가중되고, 중첩된후 입력신호를 재현하기 위하여 추가된다. 시간영역 앨리어싱을 삭제하고 입력신호를 정확하게 복원하기 위하여, 분석 및 합성 윈도우들은 엄격한 기준을 충족하도록 지정되어야 한다.

44.1킬로샘플/초의 속도로 샘플링된 입력 디지털 신호를 전송 또는 기록하기 위한 시스템의 바람직한 구현에서, 분석 필터뱅크(705)로부터 얻어진 스펙트럼 성분들은 표 1에 기술된 주파수들의 범위들을 가진 4개의 부대역들로 분할된다.

대역	주파수 범위(kHz)
0	0.0 내지 5.5
1	5.5 내지 11.0
2	11.0 내지 16.5
3	16.5 내지 22.0

표 1

2. 기저대역 신호 분석기

기저대역 신호 분석기(710)는 어느 스펙트럼 성분들이 버려져야 하는지 그리고 기저대역 신호에 대항 어느 스펙트럼 성분들이 유지되어야 하는지를 선택한다. 이러한 선택은 입력 신호 특성들에 따라 변화할 수 있거나 또는 응용의 필요성들에 따라 유지할 수 있으나, 발명자들은 하나 이상의 신호의 기본 주파수들이 버려지는 경우에 오디오 신호의 인식된 품질이 왜곡되는지를 경험적으로 결정하였다. 따라서, 신호의 기본 주파수들을 포함하는 스펙트럼의 부분들을 보존하는 것이 바람직하다. 보이스 및 대부분의 무가공 음악 명령들이 바람직하게 약 5kHz보다 높지 않기 때문에, 음악 응용들을 위하여 의도된 송신기(136)의 바람직한 구현은 약 5kHz의 고정된 차단 주파수를 사용하고 상기 주파수 이상의 모든 스펙트럼 성분들을 버린다. 고정된 차단주파수의 경우에, 기저대역 신호 분석기는 필터(715) 및 분석기(722)에 고정된 차단주파수를 제공하는 것이 무엇보다도 중요하다. 대안적인 구현에서, 기저대역 신호 분석기(710)가 제거되며, 필터(715) 및 스펙트럼 분석기(722)는 고정된 차단주파수에 따라 동작한다. 앞의 표 1에 도시된 부대역 구조에서, 예컨대 단지 부대역 0의 스펙트럼 성분들은 기저대역 신호에 대하여 유지된다. 이러한 선택은 인간의 귀가 약 5kHz의 차이를 용이하게 구별할 수 없고 이에 따라 상기 주파수이상에서 재생된 성분들에서 부정확성들을 용이하게 식별할 수 없 기 때문에 적절하다.

차단 주파수의 선택은 기저대역 신호의 대역폭에 영향을 미치며, 이는 송신기(136)에 의하여 발생된 출력신호의 정보 용량 요건들과 수신기(142)에 의하여 재구성된 신호의 인지된 품질간의 교환에 영향을 미친다. 수신기(142)에 의하여 재구성된 신호의 인지된 품질은 이하에 기술된 3가지 인자들에 의하여 영향을 받는다.

제 1 인자는 전송 또는 저장되는 기저대역 신호 표현의 정확도이다. 일반적으로, 만일 기저대역 신호의 대역폭이 일정하게 유지되면, 재구성된 신호의 인지된 품질은 기저대역 신호 표현의 정확도가 증가함에 따라 증가할 것이다. 부정확성은 부정확성이 너무 큰 경우에 재구성된 신호에서 청취할 수 있는 잡음을 나타낸다. 잡음은 기저대역 신호로부터 재생되는 기저대역 신호 및 스펙트럼 성분들의 인지된 품질을 저하시킬 것이다. 전형적인 구현에서, 기저대역 신호 표현은 주파수 영역 변환 계수들의 세트이다. 이 표현의 정확도는 각각의 변환계수를 표현하기 위하여 사용되는 비트들의 수에 의하여 제어된다. 코딩 기술들은 몇몇의 비트들로 주어진 정확도를 전송하기 위하여 사용될 수 있으나, 기저대역 신호 정확성 및 정보 용량 요건들간의 기본적인 교환은 임의의 주어진 코딩 기술을 위하여 존재한다.

제 2인자는 전송 또는 저장된 기저대역 신호의 대역폭이다. 일반적으로, 만일 기저대역 신호 표현의 정확성이 일정하게 유지되면, 재구성된 신호의 인지된 품질은 기저대역 신호의 대역폭이 증가함에 따라 증가할 것이다. 넓은 대역폭 기저대역 신호들의 사용은 인간의 청각 시스템이 시간 및 스펙트럼 형상을 구별하는데 있어서 덜 민감한 높은 주파수들에 재생된 스펙트럼 성분들을 수신기(142)가 제한하도록 한다. 앞서 언급된 전형적인 구현에서, 기저대역 신호의 대역폭은 변환 계수들의 수에 의하여 제어된다. 코딩 기술들은 몇몇의 비트들로 주어진 수의 계수들을 전송하기 위하여 사용될 수 있으나, 기저대역 신호 대역폭 및 정보 용량 요건들간의 기본적인 교환은 임의의 주어진 코딩 기술을 위하여 존재한다.

제 3인자는 기저대역 신호 표현을 전송 또는 저장하기 위하여 필요한 정보 용량이다. 만일 정보 용량 요구가 일정하게 유지되면, 기저대역 신호 정확성은 기저대역 신호의 대역폭에 역으로 변화할 것이다. 응용의 필요성들은 일반적으로 송신기(136)에 의하여 발생되는 출력신호에 대한 특정 정보 용량 요구를 규정할 것이다. 이러한 용량은 기저대역 시

호 표현 및 추정된 스펙트럼 엔벨로프와 같은 출력신호의 다양한 신호들에 할당되어야 한다. 할당은 통신 시스템들에서 공지된 다수의 상충점들의 균형을 유지해야 한다. 이 할당내에서, 대역폭 신호의 대역폭은 재구성된 신호의 인지된 품질을 최적화하기 위하여 코딩 정확성과의 교환에 있어서 균형을 유지하기 위하여 선택되어야 한다.

3. 스펙트럼 엔벨로프 추정기

스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)는 신호의 스펙트럼 엔벨로프에 관한 정보를 추출하기 위하여 오디오 신호를 분석한다. 만일 이용가능한 정보 용량이 허용되면, 송신기(136)의 구현은 인간의 귀의 임계 대역들을 근사화한 대역폭들을 사용하여 신호의 스펙트럼을 주파수 대역들로 분할하고 각 대역에서 신호 진폭에 관한 정보를 추출함으로서 신호의 스펙트럼 엔벨로프의 추정치를 바람직하게 구한다. 그 러나, 제한된 정보 용량을 가진 대부분의 응용들에서, 앞의 표 1에 기술된 구조와 같이 소수의 부대역들로 스펙트럼을 분할하는 것이 바람직하다. 전력 스펙트럼 밀도를 계산하거나 또는 각 대역에서 평균 또는 최대 진폭을 추출하는 것과 같은 다른 변형들이 사용될 수 있다. 더 복잡한 기술들은 출력신호에 고품질을 제공할 수 있으나 일반적으로 계산적으로는 더 복잡하다. 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 얻기 위하여 사용된 방법의 선택은 그것이 통신시스템의 인지된 품질에 영향을 미치기 때문에 실제적인 관련성을 가진다. 그러나, 방법의 선택은 원리적으로 중요치 않다. 본질적으로, 임의의 기술이 필요에 따라 사용될 수 있다.

표 1에 기술된 부대역 구조를 사용하는 일 구현에서, 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)는 부대역들 0, 1 및 2에 대해서만 스펙트럼 엔벨로프의 추정치를 구한다. 부대역 3은 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 나타내는데 필요한 정보량을 감소시키기 위하여 배제된다.

4. 스펙트럼 분석기

스펙트럼 분석기(722)는 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)로부터 수신된 추정된 스펙트럼 엔벨로프와 기저대역 신호 분석기(710)로부터의 정보를 분석하며, 기저대역 신호로부터 버려질 스펙트럼 성분들을 식별하며, 수신기(142)에 의하여 사용될 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들을 계산하여, 번역된 스펙트럼 성분들에 대한 잡음 성분을 발생시킨다. 바람직한 구현은 수신기(142)에 의하여 적용될 단일 잡음 혼합 파라미터를 계산하여 모든 번역된 성분들에 전송함으로서 데이터율 요건들을 최소화한다. 잡음 혼합 파라미터들은 다수의 여러 방법들중 어느 한 방법에 의하여 계산될 수 있다. 바람직한 방법은 기하학적 평균 대 단기간 전력 스펙트럼의 산술적 평균의 비로부터 계산되는 스펙트럼 평탄 측정치와 동일한 단일 잡음 혼합 파라미터를 유도한다. 상기 비율은 스펙트럼 평탄화의 개략적인 지시를 제공한다. 보다 평탄한 스펙트럼을 지시하는, 또한 높은 잡음 혼합 레벨을 지시하는 스펙트럼 평탄화 측정치가 적절하다.

송신기(136)의 대안적인 구현에서, 스펙트럼 성분들은 표 I에 기술된 것과 같은 다중 부대역들로 그룹핑되며, 송신기(136)는 각 부대역에 대한 잡음 혼합 파라미터를 전송한다. 이는 번역된 주파수 내용과 혼합될 잡음량을 더 정확하게 한정하나 추가 잡음 혼합 파라미터들을 전송하기 위하여 높은 데이터율을 필요로한다.

5. 기저대역 신호 필터

필터(715)는 기저대역 신호 분석기(710)로부터 정보를 수신하며, 기저대역 신호로부터 버려지도록 선택되는 스펙트럼 성분들을 식별하며, 전송 또는 저장을 위한 기저대역 신호의 주파수영역 표현을 얻기 위하여 선택된 주파수 성분들을 제거한다. 도 3A 및 도 3B는 오디오 신호 및 대응 기저대역 신호을 가설 그래픽으로 기술한 도면이다. 도 3A는 가설 오디오 신호의 주파수 영역 표현(600)의 스펙트럼 엔벨로프를 도시한다. 도 3B는 오디오 신호가 선택된 고주파수 성분들을 제거하기 위하여 처리된후에 남겨져 있는 기저대역 신호(610)의 스펙트럼 엔벨로프를 도시한다.

6. 신호 포매터

신호 포매터(725)는 전송 또는 저장하기에 적합한 형태를 가진 출력신호에 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보, 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들 및 기저대역 신호의 표현을 결합함으로서 출력 신호 아날로그 통신채널(140)을 발생시킨다. 개별 신호들은 임의의 방식으로 결합될 수 있다. 많은 응용들에서, 포매터(725)는 오디오 정보가 사용되는 응용 또는 전송 또는 저장동작들중 하나와 관련있는 정보, 에러 검출 및 보정코드들, 및 적정 동기 패턴들을 사용하여 개별 신호들을 일련의 비트 스트림으로 다중화한다. 신호 포매터(725)는 정보 용량 요건들을 감소시키고, 보안을 제공하거나, 또는 다음 사용을 용이하게 하는 형태로 출력신호를 제공하기 위하여 출력신호의 모든 또는 일부분들을 인코딩할 수 있다.

C. 수신기

도 4는 본 발명의 일 양상에 따른 수신기(142)의 블록도이다. 디포매터(805)는 통신채널(140)로부터 신호를 수신하고, 상기 신호로부터 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보 및 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들을 구한다. 이들 정보 엘리먼트들은 스펙트럼 재생기(810), 위상 조절기(815), 혼합 필터(818) 및 이득 조절기(820)에 전송된다.

스펙트럼 성분 재생기(810)는 기저대역 신호로부터 어느 스펙트럼 성분들이 손실되는지를 결정하며, 기저대역 신호의 적어도 일부 스펙트럼 성분들을 손실된 스펙트럼 성분들의 위치로 번역함으로서 상기 스펙트럼 성분들을 재생한다. 번역된 성분들은 위상동기를 맞추기 위하여 결합된 신호내에서 하나 이상의 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 위상 조절기(815)에 전송된다. 혼합 필터(818)는 기저대역 신호와 함께 수신된 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들에 따라 번역된 성분들에 하나 이상의 잡음 성분들을 더한다. 이득 조절기(820)는 기저대역 신호와 함께 수신된 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보에 따라 재생된 신호의 스펙트럼 성분의 진폭을 조절한다. 번역된 그리고 조절된 스펙트럼 성분들은 출력신호의 주파수 영역 표현을 발생시키기 위하여 기저대역 신호와 함께 결합된다. 합성 필터뱅크(825)는 경로(145)를 따라 전송되는 출력신호의 시간영역 표현을 얻기 위하여 상기 신호를 처리한다.

1. 디포매터

디포매터(805)는 신호 포매터(725)에 의하여 제공되는 포매팅 프로세스와 상호 보완적인 방식으로 통신채널(140)로부터 수신된 신호를 처리한다. 많은 응용들에서, 디포매터(805)는 채널(140)로부터 일련의 비트 스트림을 수신하며, 비트 스트림내의 동기 패턴들을 사용하여 처리를 동기시키며, 에러 보정 및 검출 코드들을 사용하여 전송 또는 저장중에 비트 스트림에 도입된 에러들을 식별 및 정류하며, 기저대역 신호의 표현, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보, 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들 및 응용과 관련될 수 있는 임의의 다른 정보를 추출하기 위하여 디멀티플렉서로서 동작한다. 디포매터(805)는 송신기(136)에 의하여 제공된 임의의 코딩효과들을 반전시키기 위하여 일련의 비트 스트림의 모두 또는 일부들을 디코딩할 수 있다. 기저대역 신호의 주파수 영역 표현은 스펙트럼 성분 재생기(810)에 전송되며, 잡음 혼합 파라미터들은 혼합 필터(818)에 전송되며, 스펙트럼 엔벨로프 정보는 이득 조절기(820)에 전송된다.

2. 스펙트럼 성분 재생기

스펙트럼 성분 재생기(810)는 기저대역 신호의 스펙트럼 성분들의 모드 또는 적어도 일부를 신호의 손실 성분들의 위치들에 복사 또는 번역함으로서 손실 스펙트럼 성분들을 재생한다. 스펙트럼 성분들은 주파수들의 하나 이상의 간격으로 복사될 수 있으며, 이에 따라 기저대역 신호의 대역폭의 2배이상의 대역폭을 가지고 출력신호가 발생되도록 한다.

앞의 표 1에 기술된 단지 부대역들 0 및 1만을 사용하는 수신기(142)의 구현에서, 기저대역 신호는 약 5.5kHz의 차단 주파수이상에서 스펙트럼 성분들을 포함하지 않는다. 기저대역 신호의 스펙트럼 성분들은 약 5.5kHz 내지 약 11.0kHz의 주파수 범위에서 복사 또는 번역된다. 만일 16.5kHz 대역폭이 적정하면, 예컨대 기저대역 신호의 스펙트럼 성분들은 약 11.0kHz 내지 약 16.5kHz의 주파수 범위내에서 번역될 수 있다. 일반적으로, 스펙트럼 성분들은 기저대역 신호 및 모든 복사된 스펙트럼 성분들을 포함하는 스펙트럼에 갭이 존재하지 않도록 비중첩 주파수 범위들내로 번역되나, 이러한 특징은 필수적인 것이 아니다. 스펙트럼 성분들은 원하는 임의의 방식으로 스펙트럼내에서 갭들을 가진 주파수 범위들 및/또는 중첩 주파수 범위들내로 번역될 수 있다.

어느 스펙트럼 성분들이 복사되어야 하는지의 관한 선택은 특정 응용에 적합하도록 변경될 수 있다. 예컨대, 복사된 스펙트럼 성분들은 기저대역의 하부 에지에서 시작할 필요가 없으며 기저대역의 상부 에지에서 종료될 필요가 없다. 수신기(142)에 의하여 재구성된 신호의 인지된 품질은 보이스 및 명령들의 기본 주파수들을 배제하고 단지 고조파들만을 복사함으로서 때때로 개선될 수 있다. 이러한 양상은 약 1kHz 이하인 기저대역 스펙트럼 성분들을 번역으로부터 배제함으로서 일 구현으로 통합된다. 예로서 앞의 표 1에 기술된 부대역 구조를 참조하면, 약 1kHz 내지 약 5.5kHz의 스펙트럼 성분들만이 번역된다.

만일 재생될 모든 스펙트럼 성분들의 대역폭이 복사될 기저대역 스펙트럼 성분들의 대역폭보다 넓으면, 기저대역 스펙트럼 성분들은 저주파수 성분으로부터 시작하여 고주파수 성분까지, 필요한 경우에 저주파수 성분 주위에서 순환방식으로 복사될 수 있다. 예컨대, 표 I에 기술된 부대역 구조를 참조하면, 만일 단지 약 1kHz 내지 5.5kHz의 하나의 기저대역 스펙트럼 성분들만이 복사되고 스펙트럼 성분들이 약 5.5kHz 내지 16.5kHz의 주파수들에 걸쳐있는 부대역들 1 및 2에 대하여 재생되면, 약 1kHz 내지 5.5kHz의 동일한 기저대역 스펙트럼 성분들은 약 10kHz 내지 14.5kHz의 각 주파수들에 다시 복사되며 약 1kHz 내지 3kHz의 기저대역 스펙트럼 성분이 약 14.5kHz 내지 16.5 kHz의 각 주파수들에 복사된다. 선택적으로, 이러한 복사 프로세스는 각각의 부대역의 하부 에지에 기저대역의 저주파수 성분을 복사하고 상기 부대역에 대한 번역을 완료하는데 필요한 순환방식으로 기저대역 스펙트럼 성분들에 대하여 계속된다.

도 5A 및 도 5D는 기저대역 신호내의 스펙트럼 성분들의 번역에 의하여 발생된 신호들의 스펙트럼 엔벨로프 및 기저대역 신호의 스펙트럼 엔벨로프를 가설 그래프로 기술한 도면이다. 도 5A는 가설적으로 디코딩된 기저대역 신호(900)를 도시한다. 도 5B는 높은 주파수들로 번역된 기저대역 신호(905)의 스펙트럼 성분들을 도시한다. 도 5C는 높은 주파수들로 여러번 번역된 기저대역 신호 성분들(910) 을 도시한다. 도 5D는 번역된 성분들(915) 및 기저대역 신호(920)의 결합에 의하여 발생된 신호를 도시한다.

3. 위상 조절기

스펙트럼 성분들의 번역은 재생된 성분들의 위상에 불연속성을 발생시킬 수 있다. 예컨대 앞서 기술된 O-TDAC 변환 구현 뿐만아니라 많은 다른 가능한 구현들은 변환 계수들의 블록들로 배열되는 주파수 영역 표현들을 제공한다. 번역된 스펙트럼 성분들은 블록들로 배열된다. 만일 번역에 의하여 재생된 스펙트럼 성분들이 연속 블록들사이에서 위상 불연속들을 가지면, 출력 오디오 신호내의 청취가능한 인공구조들이 발생할 수 있다.

위상 조절기(815)는 일관된 또는 동기 위상을 유지하기 위하여 각각의 재생된 스펙트럼 성분의 위상을 조절한다. 앞서 기술된 O-TDAC 변환을 사용하는 수신기(142)의 구현에서, 각각의 재생된 스펙트럼 성분들은 복소수값 $e^{j\Delta\omega}$ 이 곱해지며, 여기서 $\Delta\omega$는 각각의 스펙트럼 성분이 번역되는 주파수 간격을 나타내며 주파수 간격에 대응하는 변환 계수들의 수로서 표현된다. 예컨대, 만일 스펙트럼 성분이 인접 성분의 주파수로 번역되면, 번역 간격 $\Delta\omega$는 1과 동일하다. 대안적인 구현들은 합성 필터뱅크(825)의 특정 구현에 적합한 다른 위상 조절 기술들을 필요로할 수 있다.

번역 프로세스는 기저대역 신호내의 중요한 스펙트럼 성분들의 고조파들과 재생된 성분들을 매칭시키는데 적합할 수 있다. 번역을 위하여 사용될 수 있는 두 가지 방식들은 복사되는 특정 스펙트럼 성분들을 변경시키거나 또는 번역량을 변화시키는 것이다. 만일 적응 프로세스가 사용되면, 특성 성분들이 블록들로 배열되는 경우에 위상 동기에 대하여 특별이 관심을 가져야 한다. 만일 재생된 특정 성분들이 어려 기본 성분들로부터 블록단위로 복사되거나 또는 만일 주파수 번역량이 블록단위로 변화되면, 재생된 성분들은 위상 동기되지 않을 수 있다. 만일 스펙트럼 성분들의 번역을 사용하는 것이 가능하나 위상 불일치에 의하여 야기된 인공구조들의 가청도가 중요하지 않도록 주의를 기울어야 한다. 다중-통과 기술들 또는 예견능력 기술들중 하나를 사용하는 시스템은 번역이 이루어지는 간격들을 식별할 수 있다. 재생된 스펙트럼 성분들이 청취할 수 없는 것으로 간주되는 오디오 신호의 간격들을 나타내는 블록들은 번역 프로세스를 사용하기 위한 양호한 후보들이다.

4. 잡음 혼합 필터

혼합 필터(818)는 디포매터(805)로부터 수신된 잡음 혼합 파라미터들을 사용하여 번역된 스펙트럼 성분들에 대한 잡음 성분을 발생시킨다. 혼합 필터(818)는 잡음 신호를 발생시키고, 잡음 혼합 파라미터들을 사용하여 잡음 혼합 함수를 계산하며, 번역된 스펙트럼 성분들과 잡음 신호를 결합하기 위하여 잡음 브렌딩 함수를 이용한다.

잡음 신호는 다양한 방식들중 어느 한 방식에 의하여 발생될 수 있다. 바람직한 구현에서, 잡음 신호는 0 평균 및 1 분산을 가진 분포를 가진 난수들의 시퀀스를 발생시킴으로서 발생된다. 혼합 필터(818)는 잡음 혼합 함수로 잡음 신호를 곱함으로서 잡음 신호를 조절한다. 만일 단이 잡음 혼합 파라미터가 사용되면, 잡음 혼합 함수는 일반적으로 고주파수에서 높은 진폭을 가지도록 잡음신호를 조절해야 한다. 이는 보이스 및 무가공 음악 명령 신호들이 고주파수에서 더 많은 잡음을 포함한다는 가정하에서 일어난다. 바람직한 구현에서, 스펙트럼 성분들이 고주파수들로 번역될때, 잡음 혼합 함수는 고주파수에서 최대 진폭을 가지며, 잡음이 혼합되는 저주파수에서 최소 값까지 스무스하게 감소한다.

일 구현은 다음과 같은 수식으로 기술된 바와같이 잡음 혼합 함수 N(k)을 사용한다.

$$\mathrm{N}(k) = \max\left(\frac{k - k_{MIN}}{k_{MAX} - k_{MIN}} + B - 1,\ 0\right) \quad \text{for } k_{MIN} \le k \le k_{MAX} \tag{1}$$

여기서 max(x,y) = x 및 y의 정수,

B = SFM에 기초한 잡음 혼합 파라미터,

k = 재생된 스펙트럼 성분들의 인덱스,

k_{MAX} = 스펙트럼 성분의 재생을 위한 고주파수, 및

k_{MIN} = 스펙트럼 성분의 재생을 위한 저주파수.

이러한 구현에서, B의 값은 0에서 1로 변화하며, 여기서 1은 전형적으로 잡음형 신호인 평탄한 스펙트럼을 지시하며, 0은 평탄하지 않고 전형적으로 톤형 신호인 스펙트럼 형상을 지시한다. 수식 1에서 지수값은 k가 k_{MIN} 에서 k_{MAX} 로 증가함에 따라 0에서 1로 변화한다. 만일 B가 0과 동일하면, 'max' 함수에서 첫번째 항은 - 1에서 0으로 변화하며, 이에 따라 N(k)은 재생된 스펙트럼 전반에 걸쳐 0일 것이며 잡음은 재생된 스펙트럼 성분들에 더해지지 않는다. 만일 B가 1이면, 'max' 함수의 첫번째 항은 0에서 1로 변화하며, 이에 따라 N(k)은 최대 재생된 주파수 k_{MAX} 에서 1과 동일한 값까지 0에서 가장 낮게 재생된 주파수 k_{MIN} 으로 선형적으로 증가한다. 만일 B가 0 내지 1 사이의 값을 가지면, N(k)은 k_{MIN} 로부터 k_{MIN} 내지 k_{MAX} 의 임의의 주파수까지 0과 동일하며 재생된 스펙트럼의 나머지에 대하

여 선형적으로 증가한다. 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭은 잡음 혼합 함수와 재생된 성분들을 곱함으로서 조절된다. 조절된 잡음 신호 및 조절 발생된 스펙트럼 성분들이 결합된다.

상기와 같이 앞서 기술된 특정 구현은 하나의 단순한 적절한 예이다. 다른 잡음 혼합 기술들이 필요에 따라 사용될 수 있다.

도 6A 내지 도 6G는 스펙트럼 번역 및 잡음 혼합 둘다를 사용하여 고주파수 성분들을 재생시킴으로서 얻어진 신호들의 스펙트럼 엔벨로프들을 가설 그래프로 기술한 도면이다. 도 6A는 전송될 가설 입력 신호(410)를 도시한다. 도 6B는 고주파 성분들을 버림으로서 발생된 기저대역 신호(420)를 도시한다. 도 6C는 재생된 고주파수 성분들(431, 432, 433)을 도시한다. 도 6D는 고주파수의 잡음 성분들에 큰 가중치를 제공하는 가능한 잡음 혼합 함수(440)를 도시한다. 도 6E는 잡음 혼합 함수(440)에 의하여 곱해진 잡음신호(445)의 개략도이다. 도 6F는 잡음 혼합 함수(440)의 역을 재생된 고주파수 성분들(431, 432, 433)에 곱함으로서 발생된 신 호(450)를 도시한다. 도 6G는 조절된 잡음신호(445)를 조절된 고주파수 성분들(450)에 더함으로서 발생한 결합된 신호(460)의 개략도이다. 도 6G는 고주파수 부분(430)이 번역된 고주파수 성분들(431, 432, 433)과 잡음의 혼합성분을 포함하는 개략도이다.

5. 이득 조절기

이득 조절기(820)는 디포매터(805)로부터 수신된 추정된 스펙트럼 엔벨로프 정보에 따라 재생된 신호의 진폭을 조절한다. 도 6H는 이득 조절후에 도 6G에 도시된 신호(460)의 스펙트럼 엔벨로프의 가설을 기술한다. 번역된 스펙트럼 성분들 및 잡음의 혼합성분을 포함하는 신호의 부분(510)은 도 6A에 도시된 원신호(410)의 엔벨로프를 근사화하는 스펙트럼 엔벨로프를 제공한다. 스펙트럼 엔벨로프를 정밀한 크기로 재생하는 것은 일반적으로 재생된 스펙트럼 성분들이 원신호의 스펙트럼 성분들을 정확하게 재생하지 않기 때문에 불필요하다. 번역된 일련의 고조파들은 일반적으로 일련의 고주파들과 동일하지 않을 것이며, 이에 따라 재생된 출력신호가 정밀한 크기의 원입력신호와 동일하지 않도록 하는 것이 일반적으로 불가능하다. 몇몇의 임계이하의 대역들내의 스펙트럼 에너지를 매칭시키는 개략 근사화들은 용이하게 수행되는 것으로 발견되었다. 더 정밀한 근사화보다 오히려 스펙트럼 형상의 개략 추정의 사용은 개략 추정치가 전송 채널 및 저장 매체로 인하여 낮은 정보 용량 요건들을 강제하기 때문에 일반적으로 바람직하다. 하나 이상의 채널을 가지는 오디오 응용에서, 청각 이미징은 채널들마다 적절히 균형을 유지하기 위하여 더 정밀한 이득 조절들이 이루어지도록 스펙트럼 형상의 더 정밀한 근사화들을 사용함으로서 개선될 수 있다.

6. 합성 필터뱅크

이득 조절기(820)에 의하여 제공된 이득 조절 발생된 스펙트럼 성분들은 재구성된 신호의 주파수 영역 표현을 형성하기 위하여 디포매터(805)로부터 수신된 기저대역 신호의 주파수 영역 표현과 결합된다. 이는 기저대역 신호의 대응 성분들에 재생된 성분들을 더함으로서 행해질 수 있다. 도 7은 도 6B에 도시된 기저대역 신호를 도 6H에 도시된 재생된 성분들과 결합함으로서 얻어진 가설적으로 재구성된 신호를 도시한다.

합성 필드뱅크(825)는 재구성된 신호의 시간영역 표현으로 주파수 영역 표현을 변환한다. 이러한 필터뱅크는 임의의 방식으로 구현될 수 있으나 송신기(136)에서 사용된 필터뱅크(705)의 역이어야 한다. 앞서 기술된 바람직한 구현에서, 수신기(142)는 수정된 역 DCT를 적용하는 O-TDAC 합성을 사용한다.

D. 본 발명의 대안 구현

기저대역 신호의 폭 및 위치는 임의의 방식으로 설정될 수 있으며 예컨대 입력신호 특성들에 따라 동적으로 변화될 수 있다. 대안적인 일 구현에서, 송신기(136)은 스펙트럼 성분들의 다중 대역들을 버림으로서 기저대역 신호를 발생시킨다. 스펙트럼 성분 재생동안, 기저대역 신호의 부분들은 손실된 스펙트럼 성분들을 재생하기 위하여 번역된다.

번역의 방향은 변화될 수 있다. 다른 구현에서, 송신기(136)는 비교적 높은 주파수에 위치한 기저대역 신호를 발생시키기 위하여 저주파수의 스펙트럼 성분들 을 버린다. 수신기(142)는 손실된 스펙트럼 성분들을 재생하기 위하여 고주파수 기저대역 신호의 부분들을 저주파수 위치들로 번역한다.

E. 시간 엔벨로프 제어

앞서 기술된 재생 기술들은 입력 오디오 신호의 스펙트럼 엔벨로프를 실질적으로 유지하는 재구성된 신호를 발생시킬 수 있으나, 입력신호의 시간 엔벨로프가 일반적으로 유지되지 않는다. 도 8A는 오디오 신호(860)의 시간 형상을 도시한다. 도 8B는 도 8A의 신호(860)로부터 기저대역 신호를 유도하고 스펙트럼 성분 번역의 프로세스를 통해 버려진 스펙트럼 성분들을 재생시킴으로서 발생된 재구성된 출력신호(870)의 시간 형상을 도시한다. 재구성된 신호(870)의 시간 형상은 원신호(860)의 시간 형상과 상당히 다르다. 시간 형상의 변화들은 재생된 오디오 신호의 인지된 품질에 큰 영향을 미칠 수 있다. 시간 엔벨로프를 유지하기 위한 두가지 방법들이 이하에 기술된다.

1. 시간영역 기술

제 1방법에서, 송신기(136)는 시간영역에서 입력 오디오 신호의 시간 엔벨로프를 결정하며, 수신기(142)는 시간영역에서 재구성된 신호로 동일한 또는 거의 동일한 시간 엔벨로프를 복구한다.

a) 송신기

도 9는 시간영역 기술을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 통신시스템에서 송신기(136)를 구현한 블록도이다. 분석 필터뱅크(205)는 경로(115)로부터 입력신호를 수신하고 신호를 다중 주파수 부대역 신호들로 분할한다. 도면은 명확 화를 위하여 단지 두개의 부대역들을 기술하나, 분석 필터뱅크(205)는 1보다 큰 정수의 부대역들로 입력신호를 분할할 수 있다.

분석 필터뱅크(205)는 직렬 접속된 하나 이상의 직교 미러 필터들(QMF)과 같은 임의의 방식으로, 바람직하게 하나의 필터 스테이지에서 입력신호를 임의의 정수의 부대역들로 분할할 수 있는 의사-QMF 기술에 의하여 구현될 수 있다. 의사-QMF 기술에 대한 추가 정보는 Vaidyanathan, 'Multirate Systems and Filter Banks, 'Prentice Hall, New Jersey, 1993, pp. 354-373에 개시되어 있다.

부대역 신호의 하나 이상은 기저대역 신호를 형성하기 위하여 사용된다. 나머지 부대역 신호들은 버려진 입력신호의 스펙트럼 성분들을 포함한다. 많은 응용들에서, 기저대역 신호는 입력신호의 저주파수 스펙트럼 성분들을 나타내는 하나의 부대역 신호로부터 형성되나, 이는 원리적으로 필수적인 것이 아니다. 44.1킬로샘플/초의 속도로 샘플링된 입력 디지털 신호를 전송 또는 기록하기 위한 시스템의 바람직한 일 구현에서, 분석 필터뱅크(205)는 앞의 표 1에 도시된 주파수의 범위를 가진 4개의 부대역들로 입력신호를 분할한다. 저주파수 부대역은 기저대역 신호를 형성하기 위하여 사용된다.

도 9에 도시된 구현을 참조하면, 분석 필터뱅크(205)는 시간 엔벨로프 추정기(213) 및 변조기(214)에 저주파수 부대역 신호를 기저대역신호로서 전송한다. 시간 엔벨로프 추정기(213)는 기저대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프를 변조기(214) 및 신호 포매터(225)에 제공한다. 바람직하게, 약 500Hz 이하인 기저대역 신호 스펙트럼 성분들은 시간 엔벨로프를 추정하는 프로세스로부터 배제되거 나 또는 그들이 추정된 시간 엔벨로프의 형상에 영향을 주지 않도록 감쇠된다. 이는 시간 엔벨로프 추정기(213)에 의하여 분석되는 신호에 적절한 고역통과 필터를 적용함으로서 달성될 수 있다. 변조기(214)는 추정된 시간 엔벨로프에 의하여 분석 기저대역 신호를 분할하며, 시간으로 평탄화되는 기저대역 신호의 표현을 분석 필터뱅크(215)에 전송한다. 분석 필터뱅크(215)는 인코딩을 위한 인코더(220)에 전송되는 평탄화된 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 발생시킨다. 이하에 기술된 이러한 분석 필터뱅크(215) 뿐만아니라 분석 필터뱅크(212)는 시간영역 대 주파수 영역 변환에 의하여 실행될 수 있으나, 이의 용도는 인코딩이 평탄화된 기저대역 신호의 정보 요건들을 감소시키기 위하여 사용될 수 있기 때문에 바람직하다. 인코더(220)가 선택되나, 인코더(220)의 용도는 평탄화된 기저대역 신호의 정보 요건들을 감소시키기 위하여 인코딩이 사용될 수 있기 때문에 바람직하다. 평탄화된 기저대역 신호는 인코딩된 형태인지의 여부와 상관없이 신호 포매터(225)에 전송된다.

분석 필터뱅크(205)는 고주파수 부대역 신호를 시간 엔벨로프 추정기(210) 및 변조기(211)에 고주파수 부대역 신호를 전송한다. 시간 엔벨로프 추정기(210)는 고주파수 부대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프를 변조기(211) 및 출력신호 포매터(225)에 제공한다. 변조기(211)는 고주파수 부대역 신호의 진폭을 추정된 시간 엔벨로프에 의하여 분할하고 시간으로 평탄화된 고주파수 부대역 신호의 표현을 분석 필터뱅크(212)에 전송한다. 분석 필터뱅크(212)는 평탄화된 고주파수 부대역 신호의 주파수 영역 표현을 발생시킨다. 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720) 및 스펙 트럼 분석기(722)는 앞서 기술된 방식과 거의 유사한 방식으로 고주파수 부대역 신호에 대하여 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들 및 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 각각 제공하며, 상기 정보를 신호 포매터(225)에 전송한다.

신호 포매터(225)는 평탄화된 기저대역 신호의 표현, 기저대역 신호 및 고주파수 부대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들을 출력신호로 어셈블링함으로서 출력신호를 아날로그 통신채널(140)에 제공한다. 개별 신호들 및 정보는 신호 포매터(725)에 대하여 앞서 기술된 임의의 적정 포매팅 기술을 사용하여 전송 또는 저장하기에 적합한 형색을 가진 신호로 어셈블리된다.

b) 시간 엔벨로프 추정기

시간 엔벨로프 추정기들(210, 213)은 다양한 방식들로 구현될 수 있다. 일 구현에서, 상기 추정기들의 각각은 부대역 신호 샘플들의 블록들로 분할되는 부대역 신호를 처리한다. 부대역 신호 샘플들의 이들 블록들은 분석 필터뱅크(212 또는 215)중 하나에 의하여 처리된다. 많은 실제적인 구현들에서, 블록들은 256 샘플들보다 크고 2의 제곱인 샘플들의 수를 포함하도록 배열된다. 이러한 블록 크기는 분석 필터뱅크들(212, 215)을 구현하기 위하여 사용되는 변환들의 효율성 및 주파수 분석을 개선하는데 일반적으로 바람직하다. 블록들의 길이는 큰 전이들의 발생 또는 부재와 같은 입력신호 특성들에 응답하여 적응될 수 있다. 각각의 블록은 시간 엔벨로프 추정을 위하여 256 샘플들의 그룹들로 추

가로 분할된다. 그룹들의 크기는 출력신호의 추정을 전송하는데 필요한 정보량 및 추정의 정확성간의 교환에 균형을 유지하기 위하여 선택된다.

일 구현에서, 시간 엔벨로프 추정기는 부대역 신호 샘플들의 각 그룹에서 샘플들의 전력을 계산한다. 부대역 신호 샘플들의 블록에 대한 전력값들의 세트는 블록에 대하여 추정된 시간 엔벨로프이다. 다른 구현에서, 시간 엔벨로프 추정기는 각 그룹에서 부대역 신호 샘플 크기들의 평균값을 계산한다. 블록에 대한 평균의 세트는 상기 블록에 대하여 추정된 시간 엔벨로프이다.

추정된 엔벨로프에서 값들의 세트는 다양한 방식들로 인코딩될 수 있다. 일례로, 각 블록에 대한 엔벨로프는 다음 그룹들을 위하여 상대값들을 표현하는 다른 값들의 세트 및 블록의 제 1 샘플들의 그룹에 대한 초기값에 의하여 표현된다. 다른 예에서, 다른 또는 절대 코드들은 값들을 전송하는데 필요한 정보량을 감소시키기 위하여 적응방식으로 사용된다.

c) 수신기

도 10은 시간영역 기술을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 통신시스템에서 수신기(142)를 구현하는 블록도를 도시한다. 디포매터(265)는 통신채널(140)로부터 신호를 수신하며, 평탄화된 기저대역 신호, 기저대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프들 및 고주파수 부대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터들의 표현을 상기 신호로부터 구한다. 디코더(267)는 평탄화된 기저대역 신호의 주파수영역 표현을 얻기 위하여 송신기(136)에서 실행되는 임의의 인코딩 현상들을 반전시키기 위하여 사용되어야 한다.

합성 필터뱅크(280)는 평탄화된 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 수신하며 송신기(136)에서 분석 필터뱅크(215)에 의하여 사용되는 기술의 역인 기술을 사용하여 시간영역 표현을 발생시킨다. 변조기(281)는 디포매터(265)로부터 기저대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프를 수신하며, 이 포맷된 엔벨로프를 사용하여 합성 필터뱅크(280)로부터 수신된 평탄화된 기저대역 신호를 변조시킨다. 이러한 변조는 원래의 기저대역 신호가 송신기(136)에서 변조기(214)에 의하여 평탄화되기전에 원래의 기저대역 신호의 시간 형상과 거의 동일한 시간 형상을 제공한다.

신호 프로세서(808)는 평탄화된 기저대역의 주파수 영역 표현, 디포매터(265)로부터 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 하나 이상의 잡음 혼합 파라미터의 주파수 영역 표현을 수신하며, 도 4에 도시된 신호 프로세서(808)에 대하여 앞서 기술된 방식과 동일한 방식으로 스펙트럼 성분들을 재생한다. 재생된 스펙트럼 성분들은 합성 필터 뱅크(283)에 전송되며, 이 합성 필터 뱅크(283)는 송신기(136)에서 합성 필터뱅크들(212, 215)에 의하여 사용되는 기술의 역인 기술을 사용하여 시간영역 표현을 발생시킨다. 변조기(284)는 디포매터(265)로부터 고주파수 부대역 신호의 추정된 시간 엔벨로프를 수신하며 이 추정된 엔벨로프를 사용하여 합성 필터뱅크(283)로부터 수신된 재생된 스펙트럼 성분들 신호를 변조한다. 이러한 변조는 원래의 고주파수 부대역 신호가 송신기(136)에서 변조기(211)에 의하여 평탄화되기 전에 원래의 고주파수 부대역 신호의 시간 형상과 거의 동일한 시간 형상을 제공한다.

변조된 부대역 신호 및 변조된 고주파수 부대역 신호는 합성 필터뱅크(287) 에 전송되는 재구성된 신호를 형성하기 위형 결합된다. 합성 필터뱅크(287)는 송신기(136)에 의하여 경로(115)로부터 수신된 원래의 입력신호를 거의 구별할 수 없는 출력신호를 경로(145)를 따라 제공하기 위하여 송신기(136)의 분석 필터뱅크(205)에 의하여 사용되는 기술의 역인 기술을 사용한다.

2. 주파수-영역 기술

제 2방법에서, 송신기(136)는 주파수 영역에서 입력 오디오 신호의 시간 엔벨로프를 결정하며, 수신기(142)는 동일한 또는 거의 동일한 시간 엔벨로프를 주파수 영역에서 재구성된 신호로 복원한다.

a) 송신기

도 11은 주파수 영역 기술을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 통신 시스템에서 송신기(136)를 구현하는 블록도를 도시한다. 이러한 송신기의 구현은 도 2에 도시된 송신기의 구현과 매우 유사하다. 원리적인 차이는 시간 엔벨로프 추정기(707)이다. 다른 구성요소들은 그들의 동작이 도 2를 참조로하여 앞서 기술된 동작과 본질적으로 동일하기 때문에 여기에 더 상세히 기술되지 않는다.

도 11을 참조하면, 시간 엔벨로프 추정기(707)는 입력신호의 주파수 영역 표현을 분석 필터뱅크(705)로부터 수신하며, 분석 필터뱅크(705)는 입력신호의 시간 엔벨로프의 추정치를 유도하기 위하여 분석한다. 바람직하게, 약 500Hz 이하인 스펙트럼 성분들은 주파수 영역 표현으로부터 배제되거나 또는 그들이 시간 엔벨로프를 추정하는 프로세스에 중요한 영향을 미치지 않도록 감쇠된다. 시간 엔벨로프 추정기(707)는 입력신호의 주파수 영역 표현 및 추정된 시간 엔벨로프의 주파수 영 역 표현을 디컨벌루션함으로서 입력신호의 시간으로 평탄화된 버전의 주파수 영역 표현을 구

한다. 이러한 디컨벌루션은 추정된 시간 엔벨로프의 주파수 영역 표현의 역을 사용하여 입력신호의 주파수 영역 표현을 컨벌루션함으로서 수행될 수 있다. 입력신호의 시간으로 평탄화된 버전의 주파수 영역 표현은 필터(715), 기저대역 신호 분석기(710), 및 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)에 전송된다. 추정된 시간 엔벨로프의 주파수 영역 표현의 기술은 출력신호로 어셈블링하기 위하여 신호 포매터(725)에 전송되며, 상기 출력신호는 통신채널(140)을 따라 전송된다.

b) 시간 엔벨로프 추정기

시간 엔벨로프 추정기(707)는 다수의 방식으로 구현될 수 있다. 시간 엔벨로프 추정기를 구현하기 위한 기술적인 기초는 수식 2에 기술된 선형 시스템에 의하여 설명될 수 있다.

$y(t) = h(t) \bullet x(t)$ (2)

여기서, y(t) = 전송될 신호,

h(t) = 전송될 신호의 시간 엔벨로프,

점 심볼 ($\bullet$)은 곱셈을 나타내며,

x(t)는 신호 y(t)의 시간으로 평탄한 버전.

수식 2는 다음과 같이 다시 씌여질 수 있다.

$Y[k] = H[k] * X[k]$ (3)

여기서, Y[k] = 입력신호 y(t)의 주파수 영역 표현,

H[k] = h(t)의 주파수 영역 표현,

별 심볼 (*)은 컨벌루션을 나타내고,

X[k] = x(t)의 주파수 영역 표현.

도 11을 참조하면, 신호 y(t)는 송신기(136)가 경로(115)로부터 수신하는 오디오 신호이다. 분석 필터뱅크(705)는 신호 y(t)의 주파수 영역 표현 Y[k]를 제공한다. 시간 엔벨로프 추정기(707)는 Y[k] 및 X[k]의 자기회귀 이동평균(ARMA) 모델로부터 유도된 수식들의 세트를 해결함으로서 신호의 시간 엔벨로프 h(t)의 주파수 영역 표현 H[k]의 추정치를 구한다. ARMA 모델들의 사용에 대한 추가 정보는 Proakis and Manolakis, 'Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications, 'MacMillan Publishing Co., New York, 1998로부터 얻을 수 있다. 특히 pp. 818-821을 참조하라.

송신기(136)의 바람직한 구현에서, 필터뱅크(705)는 변환계수들의 블록들로 배열되는 주파수 영역 표현 Y[k]를 제공하기 위하여 신호 y(t)를 나타내는 샘플들의 블록들에 변환을 적용한다. 변환 계수들의 각각의 블록은 신호 y(t)의 단기간 스펙트럼을 표현한다. 주파수 영역 표현 X[k]는 블록들로 배열된다. 주파수 영역 표현 X[k]에서 계수들의 각 블록은 넓은 센스 정지(WSS)로 가정되는 시간으로 평탄한 신호 x(t)에 대한 샘플들의 블록을 나타낸다. X[k] 표현의 각 블록에서 계수들이 개별적으로 분포(ID)된다는 것이 또한 가정된다. 이들 가정들이 주어질때, 신호들은 다음과 같은 ARMA 모델로 표현될 수 있다.

$$Y[k] + \sum_{l=1}^{L} a_l Y[k-l] = \sum_{q=0}^{Q} b_q X[k-q] \quad (4)$$

수식 (4)은 다음과 같이 Y[k]를 자기상관시킴으로서 a_l 및 b_q 에 대하여 해결될 수 있다.

$$E\{Y[k] \cdot Y[k-m]\} = -\sum_{l=1}^{L} a_l E\{Y[k-l] \cdot Y[k-m]\} + \sum_{q=0}^{Q} b_q E\{X[k-q] \cdot Y[k-m]\} \quad (5)$$

여기서 E{}는 기대값 함수를 나타낸다.

L = ARMA 모델의 자기회귀 부분의 길이, 및

Q = ARMA 모델의 이동평균 부분의 길이.

수식 5는 다음과 같이 다시 쓰여질 수 있다.

$$R_{YY}[m] = -\sum_{l=1}^{L} a_l R_{YY}[m-l] + \sum_{q=0}^{Q} b_q R_{XY}[m-q] \quad (6)$$

여기서, $R_{YY}[n]$은 Y[n]의 자기상관을 나타내며, 및

$R_{XY}[k]$는 Y[k] 및 X[k]의 상호상관을 나타낸다.

만일 H[k]로 표현된 선형 시스템이 단지 자기회귀인 것으로 가정하면, 수식 (6)의 우측에 두번째 항은 X[k]의 분산 σ_x^2 과 동일하다. 그 다음에, 수식 (6)은 다음과 같이 다시 쓰여질 수 있다.

$$R_{YY}[m] = \begin{cases} -\sum_{i=1}^{L} a_l R_{YY}[m-l] & \text{for } m > 0 \\ -\sum_{i=1}^{L} a_l R_{YY}[m-l] + \sigma_X^2 & \text{for } m = 0 \\ R_{YY}[m] & \text{for } m < 0 \end{cases} \quad (7)$$

수식 (7)은 다음과 같은 선형 수식들의 세트를 반전시킴으로서 해결될 수 있다.

$$\begin{bmatrix} R_{YY}[0] & R_{YY}[-1] & R_{YY}[2] & \cdots & R_{YY}[-L] \\ R_{YY}[1] & R_{YY}[0] & R_{YY}[-1] & \cdots & R_{YY}[-L+1] \\ R_{YY}[2] & R_{YY}[1] & R_{YY}[0] & \cdots & R_{YY}[-L+2] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{YY}[L] & R_{YY}[L-1] & R_{YY}[L-2] & \cdots & R_{YY}[0] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_X^2 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

이러한 배경이 주어지는 경우에, 주파수 영역 기술들을 사용하는 시간 엔벨로프 추정기의 일 구현을 기술하는 것이 지금 가능하다. 이러한 구현에서, 시간 엔벨로프 추정기(707)는 입력신호 y(t)의 주파수 영역 표현 Y[k]를 수신하며 -L≤m≤L에 대하여 자기상관 시퀀스 $R_{XX}[m]$을 계산한다. 이들 값들은 수식 (8)에 기술된 매트릭스를 형성하기 위하여 사용된다. 그 다음에, 매트릭스는 계수를 a_i 를 구하기 위하여 반전된다. 수식 (8)의 매트릭스가 토플리쯔(Toeplitz)이기 때문에, 매트릭스는 레빈슨-두빈 알고리즘(Levinson-Durbin algorithm)에 의하여 반전될 수 있다. 정보에 대해서는 Proakis 및 Manolakis, pp. 458-462를 참조한다.

매트릭스를 반전시킴으로서 얻어진 수식들의 세트는 X[k]의 분산 σ_x^2 이 알려지지 않기 때문에 직접 해결될 수 없으나, 수식들의 세트는 값 1과 같은 임의의 분산에 대하여 해결될 수 있다. 일단 이러한 임의의 값에 대하여 해결되면, 수식들의 세트는 비정규화된 계수들 { $a_0', \ldots, a_L'$ }의 세트를 산출한다. 이들 계수들은 수식 들이 임의의 분산에 대하여 해결되기 때문에 정규화되지 않는다. 계수들은 다음과 같이 표현될 수 있는 정규화되지 않은 제 1계수 a_0' 의 값으로 각각 나눔으로서 정규화될 수 있다.

$$a_i = \frac{a_i'}{a_0'} \qquad \text{for } 0 < i \le L. \quad (9)$$

분산은 다음과 같은 수식으로부터 구해질 수 있다.

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{a_0} \quad (10)$$

정규화된 계수들{1, a_1,...,a_L)의 세트는 입력신호의 시간으로 평탄화된 버전 x(t)의 주파수 영역 표현 X[k]을 구함으로서 입력신호 y(t)의 주파수 영역 표현 Y[k]와 컨벌루션될 수 있는 평탄화 필터 FF의 0들을 나타낸다. 정규화된 계수들의 세트는 수정된 시간 형상을 가진 평탄한 신호가 입력신호 y(t)의 시간 엔벨로프와 거의 동일한 주파수 영역 표현을 구하기 위하여 시간으로 평탄화된 신호 x(t)의 주파수 영역 표현 X[k]와 컨벌루션될 수 있는 재구성 필터(FR)의 극들을 나타낸다.

시간 엔벨로프 추정기(707)는 필터뱅크(705)로부터 수신된 주파수 영역 표현 Y[k]와 평탄화 필터(FF)를 컨벌루션하며, 시간으로 평탄화된 결과를 필터(715), 기저대역 신호 분석기(710), 및 스펙트럼 엔벨로프 추정기(720)에 전송한다. 평탄화 필터(FF)에서 계수들의 기술은 경로(140)를 따라 전송되는 출력신호로 어셈블링하기 위하여 신호 포매터(725)에 전송된다.

c) 수신기

도 12는 주파수 영역 기술을 사용하여 시간 엔벨로프 제어를 제공하는 통신 시스템에서 수신기(142)를 구현하기 위한 블록도를 도시한다. 이러한 수신기의 구현은 도 4에 도시된 수신기의 구현과 매우 유사하다. 원리적인 차이는 시간 엔벨로프 재생기(807)이다. 다른 구성요소들은 그들의 동작이 도 4를 참조로하여 앞서 기술된 동작과 본질적으로 동일하기 때문에 여기에 상세히 기술되지 않는다.

도 12를 참조하면, 시간 엔벨로프 재생기(807)는 재구성된 신호의 주파수 영역 표현과 컨벌루션되는 추정된 시간 엔벨로프의 기술을 디포매터(805)로부터 수신한다. 컨벌루션으로부터 얻어진 결과는 합성 필터뱅크(825)에 전송되며, 합성 필터뱅크(825)는 송신기(136)에 의하여 경로(115)로부터 수신된 원래의 입력신호로부터 구별될 수 없는 출력신호를 경로(145)를 따라 제공한다.

시간 엔벨로프 재생기(807)는 다수의 방식으로 구현될 수 있다. 앞서 기술된 엔벨로프 추정기의 구현과 호환가능한 구현으로, 디포매터(805)는 재구성된 신호의 주파수 영역 표현과 컨벌루션되는 재구성 필터(FR)의 극들을 나타내는 계수들의 세트를 제공한다.

d) 대안 구현들

대안 구현들이 가능하다. 송신기(136)에 대한 일 대안으로서, 필터뱅크(705)로부터 수신된 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분들은 주파수 부대역들로 그룹핑된다. 표 1에 기술된 부대역들의 세트는 적절한 일례이다. 평탄화 필터(FF)가 각각의 부대역에 대하여 유도되며 각각의 부대역의 주파수 영역 표현과 컨벌루션되어 시간으로 평탄화된다. 신호 포매터(725)는 각각의 부대역에 대하여 추정된 시간 엔벨로프의 식별자를 출력신호로 어셈블링한다. 수신기(142)는 각각의 부대역에 대한 엔벨루프 식별자를 수신하며, 각각의 부대역에 대하여 적절한 재생 필터(FR)를 구하며, 이를 재구성된 신호의 대응 부대역의 주파수 영역 표현과 컨벌루션한다.

다른 대안으로서, 계수들{C_i}의 다중 세트들이 표에 저장된다. 평탄화 필터(FF)에 대한 계수들{1, a_1,...,a_L}은 입력신호를 위하여 계산되며, 계산된 계수들은 표에 저장된 계수들의 다중세트들 각각과 비교된다. 계산된 계수들에 근접한 것으로 간주되는 표의 세트{C_i}가 선택되며 입력 신호를 평탄화하기 위하여 사용된다. 표로부터 선택되는 세트 {C_i}의 식별자는 출력신호로 어셈블링되기 위하여 신호 포매터(725)에 전송된다. 수신기(142)는 세트 {C_i}의 식별자를 수신하며, 계수들 {C_i}의 적정 세트를 구하기 위하여 저장된 계수 세트들의 표를 고려하며, 계수들에 대응하는 재생 필터(FR)를 유도하며, 재구성된 신호의 주파수 영역 표현과 필터를 컨벌루션한다.

표내의 계수들의 세트가 선택될 수 있는 한 방법은 입력신호의 부대역 또는 입력신호의 계산된 계수들(a_1,...,a_L)과 동일한 유클리드 좌표들을 가진 L-차원 공간에 목표 지점을 한정하는 것이다. 표에 저장된 세트들의 각각은 L-차원 공간에서의 각각의 지점을 한정한다. 연관된 지점이 목표지점까지 더 짧은 유클리드 거 리를 가지는, 표에 저장된 세트는 계산된 계수들에 근접한 것으로 간주된다. 만일 표가 계수들의 256개의 세트들을 저장하면, 예컨대 8비트 수는 계수들의 선택된 세트를 식별하기 위하여 신호 포매터(725)에 전송될 수 있다.

F. 구현들

본 발명은 다양한 방식들로 구현될 수 있다. 아날로그 및 디지털 기술들이 필요에 따라 사용될 수 있다. 다양한 양상들은 개별 전기 소자들, 집적회로들, 프로그램가능 논리 어레이들, AISC 및 다른 형태의 전자 소자들과 명령 프로그램들을 실행하는 장치들에 의하여 구현될 수 있다. 명령 프로그램들은 자기 및 광 저장매체, 판독전용 메모리 및 프로

그램가능 메모리와 같은 임의의 장치 판독 매체에 의하여 전송될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

오디오 신호의 전체 스펙트럼 성분들이 아니라 일부 스펙트럼 성분들을 가진 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계;

상기 기저대역 신호에 있지 않는 오디오 신호의 스펙트럼 성분들을 가진 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계;

상기 나머지 신호의 잡음내용의 측정치로부터 잡음 혼합 파라미터를 유도하는 단계; 및

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 전송 또는 저장에 적합한 출력신호로 어셈블링하는 단계를 포함하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현은 길이가 변화하는 신호 세그먼트들을 나타내기 위하여 구해지는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하기 위하여 시간영역 앨리어싱 삭제 분석 변환을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 오디오 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계; 및

상기 오디오 신호의 주파수 영역 표현의 일부분으로부터 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 오디오 신호를 나타내는 다수의 부대역 신호들을 구하는 단계;

상기 다수의 부대역 신호들의 전체가 아니라 일부를 포함하는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 1그룹에 제 1 분석 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계; 및

상기 부대역 신호들의 제 1그룹에 포함되지 않은 하나 이상의 부대역 신호들의 제 2그룹에 제 2 분석 필터뱅크를 적용함으로서 구해진 신호를 분석하여 상기 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 부대역 신호들의 제 2그룹을 수정함으로서 상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계를 포함하는데, 상기 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터는 상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 응답하여 구해지며; 및

상기 부대역 신호들의 제 2그룹에 대한 추정된 시간 엔벨로프를 나타내는 출력신호로 데이터를 어셈블링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 부대역 신호들의 제 1그룹에 대한 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 부대역 신호들의 제 1그룹을 수정함으로서 상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계를 포함하는데, 상기 부대역 신호의 주파수 영역 표현은 상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 응답하여 구해지며;

상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 추정된 시간 엔벨로프를 나타내는 출력신호로 데이터를 어셈블링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 신호 처리방법.

청구항 8.
오디오 신호를 나타내는 다수의 부대역 신호들을 구하는 단계;

상기 다수의 부대역 신호들의 전체가 아니라 일부를 포함하는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 1그룹에 제 1분석 필터뱅크를 적용함으로서 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹에 대한 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 부대역 신호들의 제 2그룹을 수정함으로서 상기 부대역 신호들의 제 1그룹에 포함되지 않은 하나 이상의 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄된 표현에 대한 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 대한 잡음내용 측정치로부터 잡음 혼합 파라미터를 유도하는 단계; 및

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 전송 또는 저장하기에 적합한 출력신호로 어셈블링하는 단계를 포함하는 오디오 신호 처리 방법.

청구항 9.
오디오 신호로부터 유도된 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 오디오 신호의 잡음내용 측정치로부터 유도된 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터을 포함하는 신호를 수신하는 단계;

기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 상기 데이터로부터 구하는 단계;

상기 기저대역의 스펙트럼 성분들을 주파수로 번역함으로서 재생된 스펙트럼 성분들을 포함하는 재생된 신호를 구하는 단계;

상기 재생된 신호내에서 위상동기를 유지하기 위하여 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 단계;

상기 잡음 혼합 파라미터에 응답하여 잡음 신호를 구함으로서 조절된 재생 신호를 구하고, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터에 따라 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭을 조절함으로서 재생된 신호를 수정하고, 상기 수정된 재생신호를 상기 잡음신호와 결합하는 단계; 및

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분들과 상기 조절된 재생 신호의 스펙트럼 성분의 결합에 대응하는 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 포함하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 10.
제 9항에 있어서, 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현은 길이가 변화하는 재구성된 신호의 세그먼트들을 나타내기 위하여 구해지는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 11.
제 10항에 있어서, 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하기 위하여 시간영역 앨리어싱 삭제 합성 변환을 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 12.
제 9항에 있어서, 번역된 스펙트럼 성분들을 변화시키거나 또는 스펙트럼 성분들이 번역되는 주파수량을 변화시킴으로서 스펙트럼 성분들의 번역을 적응시키는 단계를 더 포함하며, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현은 블록들로 배열되며 상기 스펙트럼 성분들의 번역은 상기 적응된 번역으로부터 발생한 상기 재생된 스펙트럼 성분들이 청취할 수 없는 것으로 간주될때 적응되는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 13.
제 9항에 있어서, 잡음신호의 스펙트럼 성분들이 실질적으로 주파수에 대하여 역으로 변화하는 진폭들을 가지는 방식으로 상기 잡음신호를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 14.
제 9항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분 및 상기 조절된 재생 신호의 스펙트럼 성분들을 결합함으로서 상기 재구성된 신호을 구하는 단계; 및

상기 재구성된 신호에 합성 필터뱅크를 적용하여 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 15.
제 9항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현에 제 1 합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계;

상기 조절된 재생신호에 제 2 합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 조절된 재생 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계; 및

재구성된 신호가 상기 조절된 재생 신호의 시간영역 표현 및 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현의 결합을 나타내도록 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 16.
제 15항에 있어서, 상기 데이터로부터 얻어진 추정된 시간 엔벨로프에 따라 상기 조절된 재생신호의 시간영역 표현을 수정하는 단계; 및

상기 조절된 재생신호의 수정된 시간영역 표현과 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 결합함으로서 상기 재구성된 신호를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 17.
제 16항에 있어서, 상기 데이터로부터 구해진 다른 추정된 시간 엔벨로프에 따라 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 수정하는 단계; 및

상기 기저대역 신호의 수정된 시간영역 표현 및 상기 조절된 재생 신호의 수정된 시간영역 표현을 결합함으로서 상기 재구성된 신호를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재구성된 오디오 신호 발생방법.

청구항 18.
오디오 신호로부터 유도된 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프, 추정된 시간 엔벨로프 및 잡음 혼합 파라미터로부터 유도된 기저대역 신호를 나타내는 데이터를 포함하는 신호를 수신하는 단계;

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 상기 데이터로부터 구하는 단계;

상기 기저대역의 스펙트럼 성분들을 주파수로 번역함으로서 재생된 스펙트럼 성분들을 포함하는 재생 신호를 구하는 단계;

상기 재생된 신호내에서 위상 동기를 유지하기 위하여 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 단계;

상기 잡음 혼합 파라미터에 응답하여 잡음신호를 구하는 단계;

상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프에 따라 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭들을 조절하여 조절된 재생 신호를 구하고, 이들을 상기 잡음신호와 결합하는 단계;

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현에 제 1 합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계;

상기 조절된 재생 신호에 제 2 합성 필터뱅크를 적용하고 상기 추정된 시간 엔벨로프에 따라 변조를 적용함으로서 상기 조절된 재생신호의 시간영역 표현을 구하는 단계; 및

재구성된 신호가 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현 및 상기 조절된 재생신호의 수정된 시간영역 표현의 결합을 나타내도록 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 재구성된 오디오 신호 발생 방법.

청구항 19.
장치에 의하여 판독가능하며, 오디오 신호 처리 방법을 수행하기 위하여 상기 장치에 의하여 실행되는 하나 이상의 명령 프로그램들을 전달하는 매체로서,

상기 오디오 신호의 전체 스펙트럼 성분들이 아니라 일부를 가진 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계;

상기 기저대역 신호에 포함되지 않는 상기 오디오 신호의 스펙트럼 성분들을 가진 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계;

상기 나머지 신호의 잡음 내용 측정치로부터 잡음 혼합 파라미터를 유도하는 단계; 및

상기 기저대역의 주파수 영역 표현, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 전송 또는 저장에 적합한 출력신호로 어셈블링하는 단계를 포함하는 매체.

청구항 20.
제 19항에 있어서, 상기 오디오 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계; 및

상기 오디오 신호의 주파수 영역 표현의 일부로부터 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 21.
제 19항에 있어서, 상기 오디오 신호를 나타내는 다수의 부대역 신호들을 구하는 단계;

다수의 기저대역 신호들의 전체가 아니라 일부를 포함하는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 1그룹에 제 1 분석 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계; 및

상기 기저대역 신호들의 제 1 그룹에 포함되지 않는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 2 그룹에 제 2 분석 필터뱅크를 적용함으로서 구해진 신호를 분석하여 상기 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 22.
제 21항에 있어서, 상기 기저대역 신호들의 제 2그룹의 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 기저대역 신호들의 제 2 그룹을 수정함으로서 상기 기저대역 신호들의 제 2 그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계를 포함하는데, 상기 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터는 상기 부대역 신호들의 제 2 그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 응답하여 구해지며; 및

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 추정된 시간 엔벨로프를 나타내는 출력신호로 상기 데이터를 어셈블링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 23.
제 22항에 있어서, 상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 부대역 신호들의 제 1 그룹을 수정함으로서 상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계를 포함하는데, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현은 상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 응답하여 구해지며; 및

상기 부대역 신호들의 제 1그룹의 추정된 시간 엔벨로프를 나타내는 출력신호로 데이터를 어셈블링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 24.
장치에 의하여 판독가능하며, 오디오 신호 처리 방법을 실행하기 위하여 상기 장치에 의하여 실행되는 하나 이상의 명령 프로그램들을 전달하는 매체로서,

상기 오디오 신호를 나타내는 다수의 부대역 신호들을 구하는 단계;

상기 다수의 부대역 신호들의 전체가 아니라 일부를 포함하는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 1그룹에 제 1분석 필터뱅크를 적용함으로서 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 상기 부대역 신호들의 제 2그룹을 수정함으로서 상기 부대역 신호들의 제 1그룹에 포함되지 않는 하나 이상의 부대역 신호들의 제 2 그룹의 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 대한 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계;

상기 부대역 신호들의 제 2그룹의 시간으로 평탄화된 표현에 대한 잡음 내용 측정치로부터 잡음 혼합 파라미터를 유도하는 단계; 및

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 전송 또는 저장에 적합한 출력신호로 어셈블링하는 단계를 포함하는 매체.

청구항 25.
장치에 의하여 판독가능하며, 재구성된 오디오 신호를 발생시키기 위한 방법을 실행하기 위하여 상기 장치에 의하여 실행되는 하나 이상의 명령 프로그램들을 전달하는 매체로서,

상기 오디오 신호로부터 유도된 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 오디오 신호의 잡음내용 측정치로부터 유도된 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 포함하는 신호를 수신하는 단계;

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 데이터로부터 구하는 단계;

상기 기저대역의 스펙트럼 성분들을 주파수로 번역함으로서 재생된 스펙트럼 성분들을 포함하는 재생 신호를 구하는 단계;

상기 재생된 신호내에서 위상 동기를 유지하기 위하여 상기 재생 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 단계;

상기 잡음 혼합 파라미터에 응답하여 잡음 신호를 구하여 조절된 재생신호를 구하며, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터에 따라 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭들을 조절하여 재생된 신호를 수정하며, 상기 수정된 재생 신호를 상기 잡음 신호와 결합하는 단계; 및

상기 조절된 재생신호의 스펙트럼 성분들과 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분들의 결합에 대응하는 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 포함하는 매체.

청구항 26.
제 25항에 있어서, 잡음 신호의 주파수 성분들이 주파수에 대하여 거의 역으로 변화하는 진폭들을 가지는 방식으로 상기 잡음 신호를 구하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 27.
제 25항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현의 스펙트럼 성분들과 상기 조절된 재생신호의 스펙트럼 성분들을 결합함으로서 상기 재구성된 신호을 구하는 단계; 및

상기 재구성된 신호에 합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 28.
제 25항에 있어서, 상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현에 제 1합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계;

상기 조절된 재생 신호에 제 2합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 조절된 재생 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계; 및

재구성된 신호가 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현과 상기 조절된 재생신호의 시간영역 표현의 결합을 나타내도록 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 29.
제 28항에 있어서, 상기 데이터로부터 구해진 추정된 시간 엔벨로프에 따라 상기 조절된 재생신호의 시간영역 표현을 수정하는 단계; 및

상기 조절된 재생신호의 수정된 시간영역 표현 및 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 결합함으로서 상기 재구성된 신호를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 30.
제 29항에 있어서, 상기 데이터로부터 구해진 다른 추정된 시간 엔벨로프에 따라 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 수정하는 단계; 및

상기 조절된 재생신호의 수정된 시간영역 표현 및 상기 기저대역 신호의 수정된 시간영역 표현을 결합함으로서 상기 재구성된 신호를 구하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

청구항 31.
장치에 의하여 판독가능하며, 재구성된 오디오 신호를 발생시키기 위한 방법을 실행하기 위하여 상기 장치에 의하여 실행되는 하나 이상의 명령 프로그램들을 전달하는 매체로서,

상기 오디오 신호로부터 유도된 기저대역 신호, 추정된 스펙트럼 엔벨로프, 추정된 시간 엔벨로프 및 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 포함하는 신호을 수신하는 단계;

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 상기 데이터로부터 구하는 단계;

상기 기저대역의 스펙트럼 성분들을 주파수로 번역함으로서 재생된 스펙트럼 성분들을 포함하는 재생신호를 구하는 단계;

상기 재생된 신호내에서 위상 동기를 유지하기 위하여 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 위상을 조절하는 단계;

상기 잡음 혼합 파라미터에 응답하여 잡음신호를 구하는 단계;

상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프에 따라 상기 재생된 스펙트럼 성분들의 진폭을 조절하여 조절된 재생 신호를 구하고 이들을 잡음신호와 결합하는 단계;

상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현에 제 1합성 필터뱅크를 적용함으로서 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계;

상기 조절된 재생 신호에 제 2합성 필터뱅크를 적용하고 상기 추정된 시간 엔벨로프에 따라 변조를 적용함으로서 상기 조절된 재생 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계; 및

재구성된 신호가 상기 기저대역 신호의 시간영역 표현과 상기 조절된 재생신호의 수정된 시간영역 표현의 결합을 나타내도록 상기 재구성된 신호의 시간영역 표현을 구하는 단계를 포함하는 매체.

청구항 32.
오디오 신호를 처리하기 위한 방법에 의하여 발생된 출력신호를 전달하는 매체로서,

상기 오디오 신호의 전체 스펙트럼 성분들이 아니라 일부를 가지는 기저대역 신호의 주파수 영역 표현을 구하는 단계;

상기 기저대역 신호에 포함되지 않는 오디오 신호의 스펙트럼 성분들을 가진 나머지 신호의 추정된 스펙트럼 엔벨로프를 구하는 단계;

상기 나머지 신호의 잡음 내용 측정치로부터 잡음 혼합 파라미터를 유도하는 단계; 및

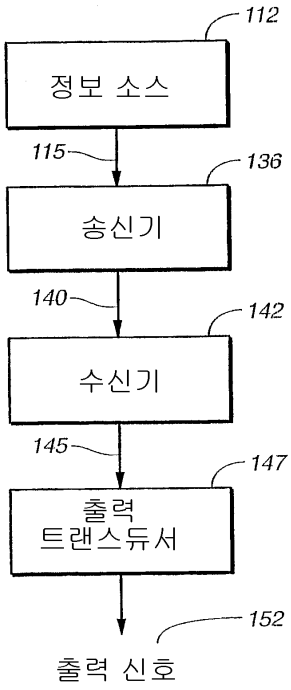
상기 기저대역 신호의 주파수 영역 표현, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터를 나타내는 데이터를 상기 매체에 의하여 전송된 출력 신호로 어셈블링하는 단계를 포함하는 매체.

청구항 33.
제 32항에 있어서, 추정된 시간 엔벨로프의 역에 따라 시간으로 평탄화된 오디오 신호의 적어도 일부분에 대한 시간으로 평탄화된 표현을 구하는 단계를 포함하는데, 상기 추정된 스펙트럼 엔벨로프 및 상기 잡음 혼합 파라미터는 상기 시간으로 평탄화된 표현에 응답하여 구해지며; 및

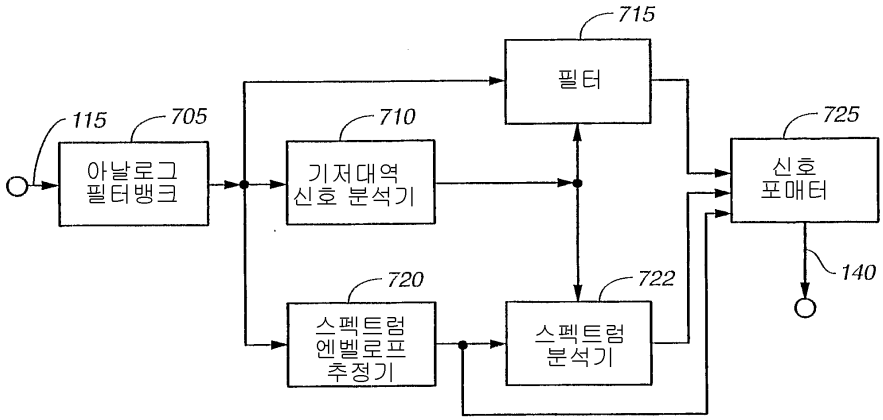
상기 추정된 시간 엔벨로프를 나타내는 출력 신호로 데이터를 어셈블링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 매체.

도면

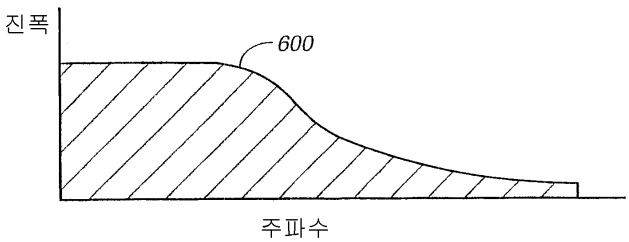
도면1



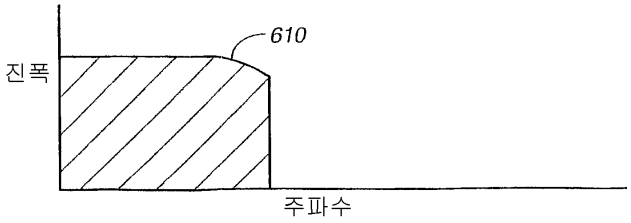
도면2



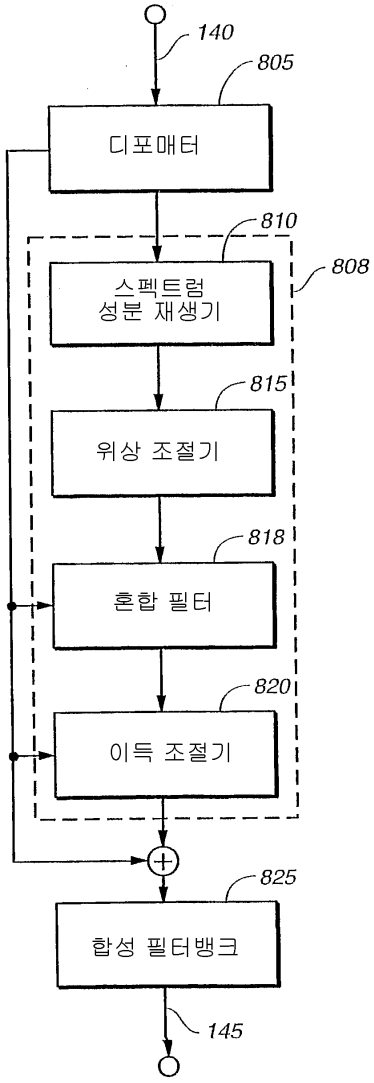
도면3A



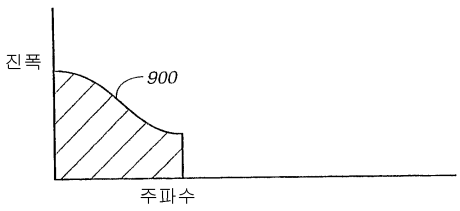
도면3B



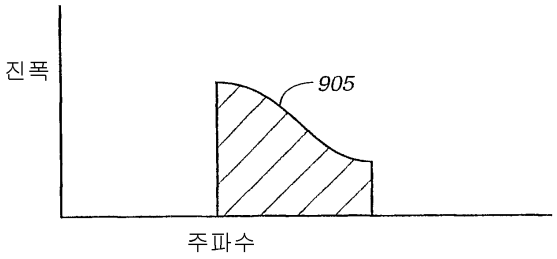
도면4



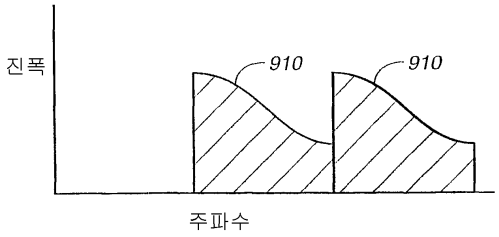
도면5A



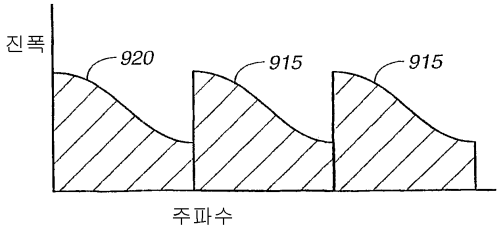
도면5B



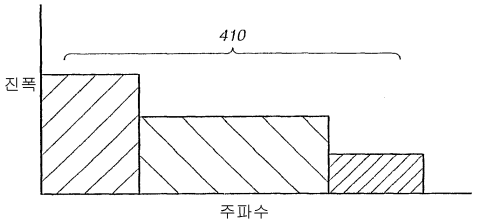
도면5C



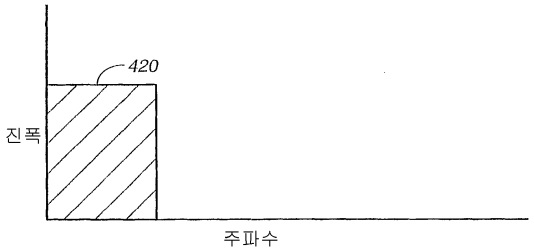
도면5D



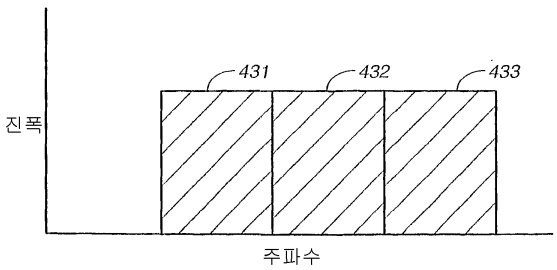
도면6A



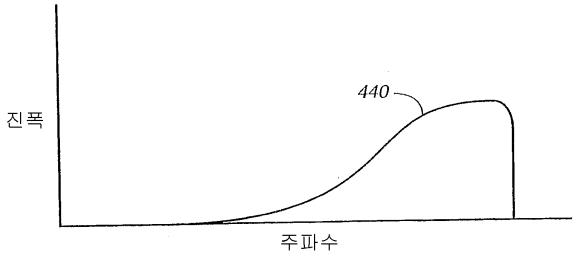
도면6B



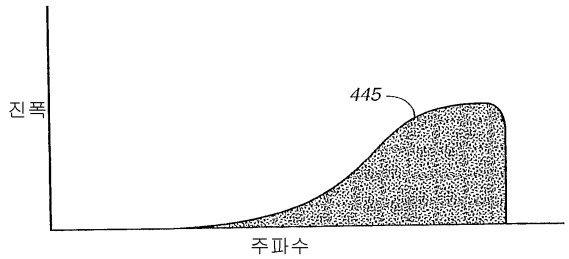
도면6C



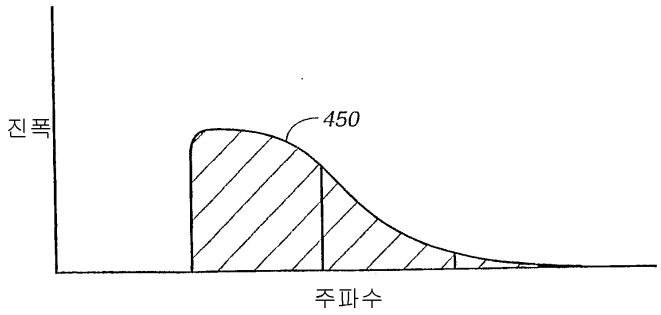
도면6D



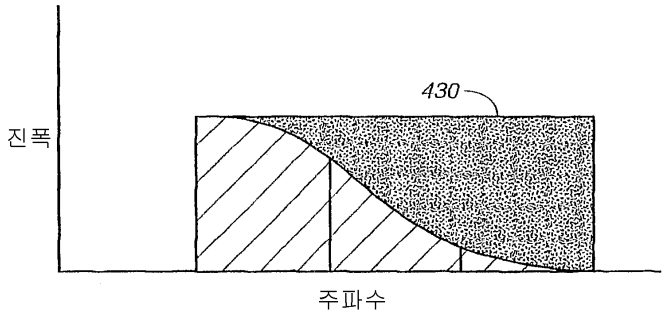
도면6E



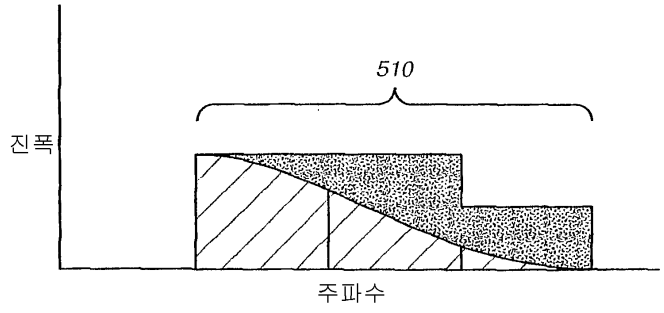
도면6F



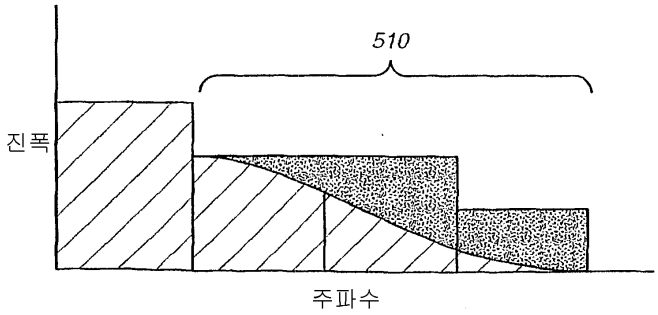
도면6G



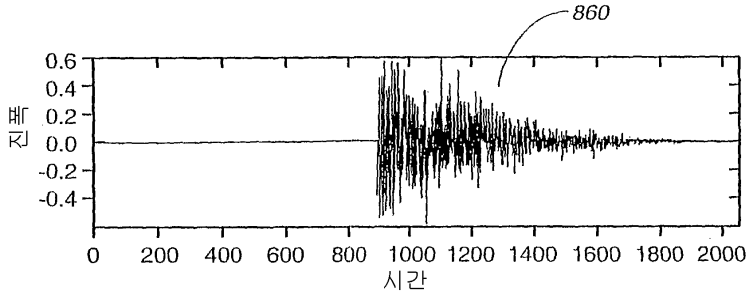
도면6H



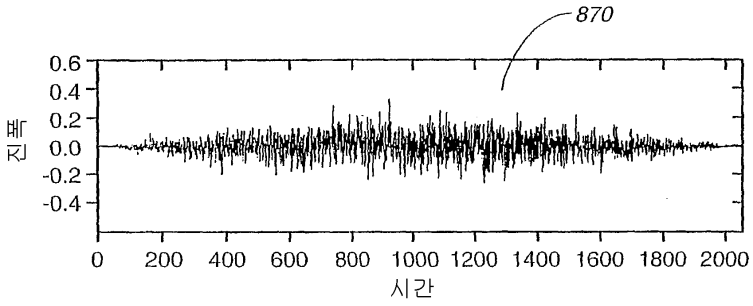
도면7



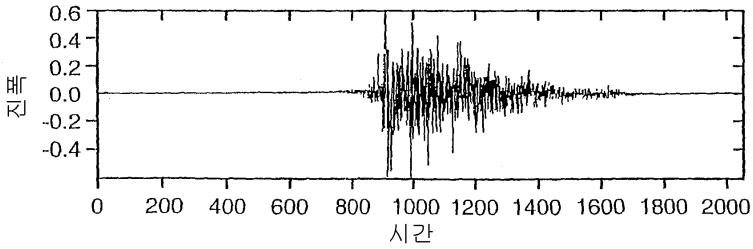
도면8A



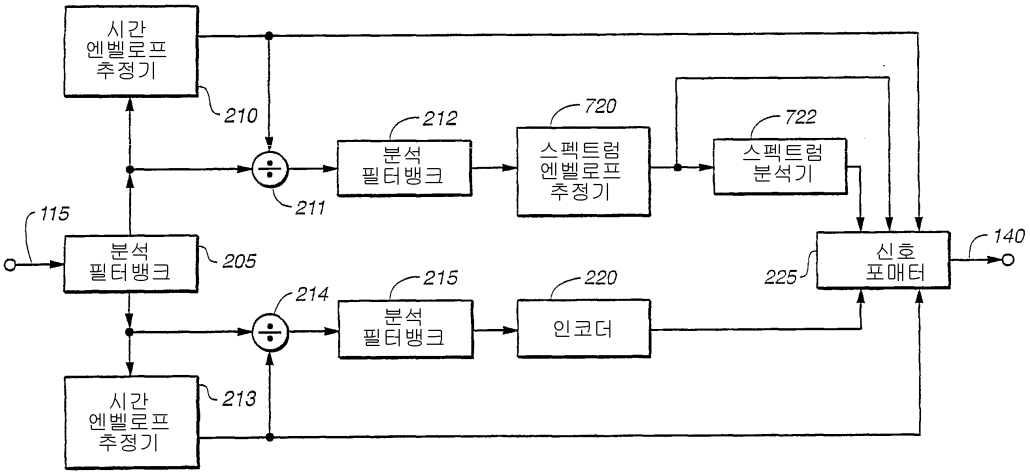
도면8B



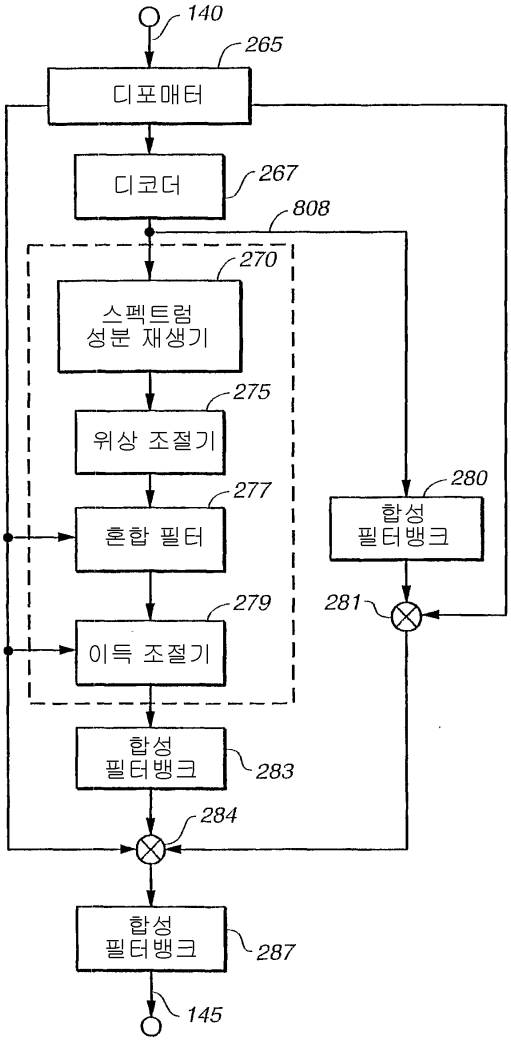
도면8C



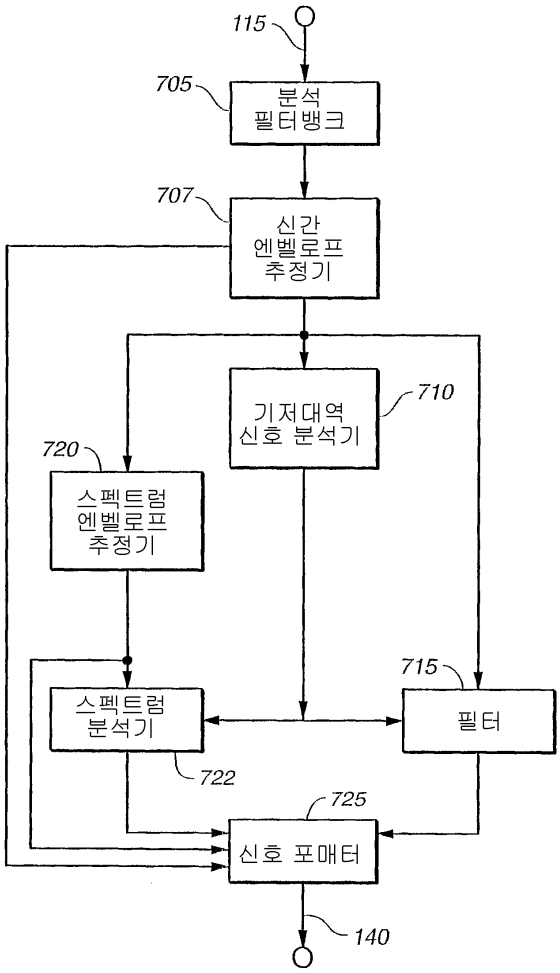
도면9


시간
엔벨로프
추정기
210
212
분석
필터뱅크
720
스펙트럼
엔벨로프
추정기
722
스펙트럼
분석기
211
115
분석
필터뱅크
205
214
215
분석
필터뱅크
220
인코더
225
신호
포매터
140
시간
엔벨로프
추정기
213

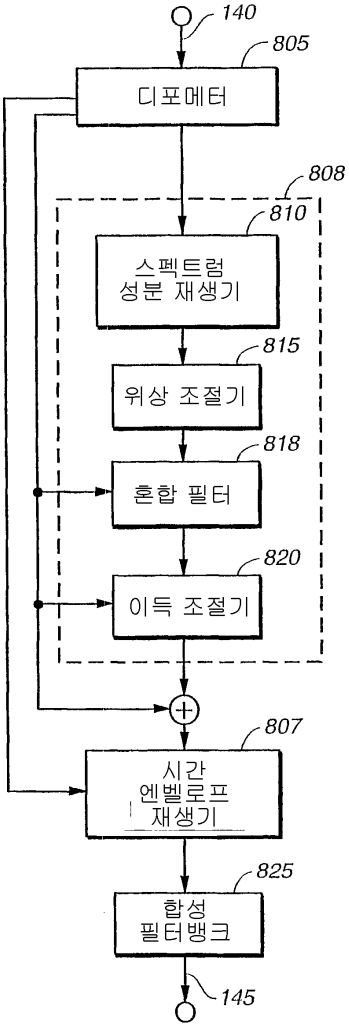
도면10


140
265
디포매터
디코더
267
808
270
스펙트럼
성분 재생기
275
위상 조절기
277
혼합 필터
279
이득 조절기
280
합성
필터뱅크
281
합성
필터뱅크
283
284
합성
필터뱅크
287
145

도면11


115
705
분석
필터뱅크
707
신간
엔벨로프
추정기
710
기저대역
신호 분석기
720
스펙트럼
엔벨로프
추정기
715
스펙트럼
분석기
필터
722
725
신호 포매터
140

도면12


140
805
디포메터
808
810
스펙트럼
성분 재생기
815
위상 조절기
818
혼합 필터
820
이득 조절기
807
시간
엔벨로프
재생기
825
합성
필터뱅크
145