(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H04B 1/64

(45) 공고일자 2001년09월17일
(11) 등록번호 10-0295217
(24) 등록일자 2001년04월26일

(21) 출원번호 10-1993-0010848
(22) 출원일자 1993년06월15일

(65) 공개번호 특0000-0000000
(43) 공개일자 0000년00월00일

(30) 우선권주장 92-156982 1992년06월16일 일본(JP)

(73) 특허권자 소니 가부시끼 가이샤
이데이 노부유끼
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 아까기리겐죠
일본도오꾜도시나가와꾸기다시나가와6쵸메7반35고소니가부시끼가이샤나이

(74) 대리인 이병호

심사관 : 윤병수

(54) 신호스펙트럼-의존양자화비트할당및노이즈스펙트럼-의존양자화비트할당으로서디지탈입력신호를압축하는장치

요약

본 발명은 압축된 출력 신호를 제공하기 위해 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하는 장치를 제공한다. 하나의 회로는 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 그것을 대역으로 분류한다. 분할 회로는 신호 스펙트럼-의존 양자화와 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 사이의 총 유효 양자화 비트수를 분할한다. 하나의 회로는 각 대역에 대한 크기를 결정하고, 그에 응답하여 대역 사이에서 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당한다. 이 회로는 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화 하기 위해 다수의 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 각 대역에 할당한다. 어떤 회로는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 결정하고 그에 응답하여 대역사이에서 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당한다. 이 회로는 대역에 각 스펙트럼 계수를 양자화하도록 각 대역에 다수의 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트를 각 대역에 할당한다. 하나의 양자화 회로는 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수와 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 합산하여 구해진 총 양자화 비트수를 사용하여 각 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화한다. 상기 분할 회로는 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 산출하는 회로에 응답하여 분할율을 설정한다. 이러한 방식으로, 양자화 비트 할당을 조정하지 않고, 음악신호 및 단일 사인파 신호 모두에 대한 최적의 양자화가 반복적으로 단일 처리 동작으로 이루어진다.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

신호 스펙트럼-의존 양자화 비트 할당 및 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 할당으로서 디지탈 입력 신호를 압축하는 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하기 위한 본 발명에 따른 압축기를 도시한 블럭도.

제2도는 각 MDCT 회로에서 블럭 크기의 일실시예의 도시도.

제3도는 적응 비트 할당 회로의 일실시예를 도시한 블럭도.

제4도는 각 임계 대역에서 에너지 산출회로의 출력 스펙트럼을 도시한 그래프.

제5도는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 산출하기 위한 허용가능한 노이즈 산출 회로를 도시한 블럭도.

제6도는 임계 대역으로 분할된 주파수 축을 갖는 바크 스펙트럼(bark spectrum)의 도시도.

제7도는 최소 가청 레벨 곡선 및 마스킹 스펙트럼의 조합을 도시한 그래프.

제8도는 실제로 평탄 스펙트럼을 갖는 입력 신호를 갖춘 본 발명에 따른 압축기에 의한 적응 비트 할당예를 도시한 그래프.

제9도는 실질적으로 평탄 스펙트럼을 갖는 입력 신호를 갖춘 본 발명에 따른 압축기에 의해 발생된 양자화 노이즈 스펙트럼의 예를 도시한 그래프.

제10도는 고음의 입력 신호를 갖는 본 발명에 따른 압축기에 의한 적응 비트 할당 예를 도시한 그래프.

제11도는 고음의 입력 신호를 갖는 본 발명에 따른 압축기에 의해 발생된 양자화 노이즈-스펙트럼의 예를 도시한 그래프.

제12도는 본 발명에 따른 신장기(expander)를 도시한 블럭도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11,12 : QMF 회로 13,14,15 : MDCT 회로

16,17,18 : 적응 비트 할당 및 양자화 회로

19,20,21 : 블럭 결정 회로 111,112 : IQMF 회로

113,114,115 : IMDCT 회로

116,117,118 : 적응 비트 할당 및 양자화 회로

303 : 대역 크기 산출 회로 304 : 신호 스펙트럼-의존 비트 할당

305 : 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당

309 : 비트 분할율 결정 회로

[발명의 상세한 설명]

[발명의 분야]

본 발명은 실제로 감소된 비트 레이트로 전송 또는 기록하기 위해 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하기 위한 장치에 관한 것이다. 본 발명은 또한 압축기에 의해 발생된 압축 신호를 신장하기 위한 신장기(expander)에 관한 것이다.

[발명의 배경]

디지탈 오디오(audio) 또는 음성(voice) 신호를 압축하기 위한 다양한 기술이 공지되어 있다. 예를들어, 서브-대역 코딩, 비-블럭-형성 주파수 대역 분할 시스템(non-block-forming frequency band dividing system)에서, 입력 오디오 신호는 시간적으로 블럭으로 분할되지는 않지만 양자화 하기 위해 필터에 의해 복수의 주파수 대역으로 주파수 분할된다. 변환 코딩 시스템(transform coding system)과 같은 블럭-형성 주파수 분할 시스템에 있어서, 시간 영역에서의 입력 오디오 신호는 직교 변환(orthogonal transform)에 의해 주파수 영역에서의 스펙트럼 계수로 변환된다. 최종 스펙트럼 계수는 복수의 주파수 대역으로 분할되고, 각 대역에서의 스펙트럼 계수가 양자화된다.

서브-대역 코딩 및 변환 코딩의 조합으로 이루어진 기술도 공지되어 있는데, 상기 기술에서 입력 오디오 신호를 주파수 분할함에 의해 발생된 주파수 범위 신호는 개별적으로 스펙트럼 계수로 직교 변환된다. 그후, 상기 스펙트럼 계수는 복수의 주파수 대역으로 분할된 다음, 각 대역에서의 스펙트럼 계수가 양자화된다.

디지탈 오디오 입력 신호를 대역으로 분할하는데 유용한 필터중 직교 미러 필터(quadrature mirror filter; QMF)는 예를들어, 55 B$_{ELL}$. S$_{YST}$. T$_{ECH}$ 제 10 판 제 8권(1976), R.E.Crochiere의 ‘ Digital coding of speech in sub-bands ’ 에 기술되어 있다. 오디오 입력 신호를 동일한 폭의 주파수 대역으로 주파수 분할하는 기술은 BOSTON ICASSP 83(1983), Joseph H.Rothweiler의 ‘ Polyphase Quadrature Filers-a New Sub-band Coding Technique ’ 에 논의되어 있다.

주파수 분할로 얻은 스펙트럼 계수를 양자화하기 위한 기술로서, 인간의 청각 특성을 고려한 서브 대역 시스템이 공지되어 있다. 오디오 주파수 범위는 주파수가 증가함에 따라 증가하는 대역폭을 갖는 25 임계 대역과 같은 복수의 대역으로 주파수 분할될 수 있다. 각각의 주파수 대역에서의 스펙트럼 계수는 각 대역에 제공된 적응 비트 할당에 의해 양자화된다. 예를 들어, 변형된 이산 코사인 변환(modified discrete cosine transform; MDCT)으로부터의 결과인 스펙트럼 계수는 대역으로 분할되고, 각 대역에서의 스펙트럼 계수는 적응적으로 결정된 비트수를 사용하여 양자화된다.

이제, 두개의 공지된 적응 비트 할당 방법이 기술될 것이다. 먼저, 1977 년 8 월, 제 4 권, IEEE T$_{RANSACTIONSOF}$ A$_{COUSTICS}$, S$_{PEECH}$,AND S$_{IGNAL}$ P$_{ROCESSING}$, ASSP-25에 기술된 기술에서, 비트 할당은 각 대역의 신호 크기를 근거로 하여 실행된다. 비록 상기 시스템이 평탄한 양자화 노이즈 스펙트럼을 제공하고, 노이즈 에너지를 최소화한다 하더라도, 상기 기술이 인간의 청각의 마스킹 특성을 이용하지 않기 때문에 청취자에 의해 인지된 노이즈는 최소화되지 않는다.

한편, ICASSP 1980 년, M.A.Kransner의 ‘ The Critical Band Coder - Digital Encoding of the Perceptual Requirements of the Auditory System ’ 에 기술된 기술은 인간의 청각의 마스킹 특성을 이용하여 고정된 양자화 비트 할당을 행하기 위해 각 대역에 대해 필요한 신호 대 노이즈비를 결정한다. 그러나, 상기 기술은 고정된 비트 할당으로 인해 비교적 약한 결과를 단일 사인파 입력에 제공한다.

따라서, 만약 비트 할당이 양자화 노이즈 레벨을 최소화하기 위해 대역 신호의 크기에 따라 만들어진다면, 실질적인 노이즈 레벨은 최적이 아닌데, 왜냐하면, 만족스러운 신호 대 노이즈 특성이 마스킹만을 고려하여 고정된 비트 할당으로 생성되지 않을 것이기 때문이다.

상술된 적응 비트 할당 기술에서 상기 언급된 결점을 극복하기 위해서, 본 명세서에 참조로 반영될 미국 특허 출원 번호 제 07/924,298 호에 기술된 데이타 압축 장치가 제안되었다. 상기 장치에서, 디지탈 입력 신호를 직교 변환한 결과로 얻은 스펙트럼 계수를 모두 양자화하는데 이용할 수 있는 비트의 총수는 입력 신호에 따라 할당될 비트(레벨 의존 비트) 및 입력 신호의 스펙트럼 분할에 따라 할당될 비트(스펙트럼 - 의존 비트) 사이에서 분할된다. 레벨 - 의존 비트 및 스펙트럼 - 의존 비트를 포함하는 총 비트수는 각각의 대역에 할당된다. 대역에서 각 스펙트럼 계수는 할당된 총 비트수로 양자화된다. 각각의 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 총 비트수는 대역에 할당된 레벨 - 의존 비트수와 대역에 할당된 스펙트럼 비트수의 합이다.

레벨 - 의존 비트 및 스펙트럼 - 의존 비트간의 총 유효 양자화 비트수의 분할율은 입력 신호와 관련된 신호에 따라 가변될 수 있으므로, 입력 신호의 스펙트럼이 평탄할수록(즉, 입력 신호가 낮은 음일수록), 레벨 - 의존 비트에 의하여 분할율이 더 커진다. 디지탈 오디오 입력 신호의 각 블럭에 대해, 각각의 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 레벨 - 의존 비트수는 입력신호의 레벨에 따라 선택된 복수의 설정된 비트 할당 패턴중 한 패턴에 따라 결정된다. 디지탈 오디오 입력신호의 각 블럭에 대응하는 각각의 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 스펙트럼 - 의존 비트수는 각 대역의 대역크기에 의존한다. 상기 대역 크기는 대역의 에너지, 대역에서의 최고치 레벨, 대역전반에 걸쳐 통합된 레벨 또는 대역에 관련된 몇몇 다른 파라미터중 어떤 하나일 수 있다.

입력 신호의 에너지가 단일 사인파 입력의 경우에서처럼 특정 스펙트럼 영역에 집중된다면, 상기 기술된 양자화 비트 할당은 증가될 높은 레벨의 스펙트럼 에너지를 포함하는 대역에 할당된 비트수를 인에이블시켜 총 신호 대 노이즈 특성을 향상시킨다. 인간의 청각이 일반적으로 좁은 스펙트럼 성분을 포함하는 신호에 매우 민감하므로 상기 비트 할당 기술은 측정된 값의 신호 대 노이즈비 뿐만 아니라 청취자에 의해 인지된 신호 대 노이즈비를 향상시킨다.

그러나, 스펙트럼 - 의존 비트 할당이 단순히 신호 대 노이즈 특성을 향상시키기 위해 수행된다면, 비트의 상당한 수가 트라이앵글의 소리처럼 다수의 좁은 스펙트럼 성분을 포함하는 신호에서의 스펙트럼 영역에 대응하는 대역에 할당되지 않을 수 있다. 따라서, 본 명세서에 참조로 반영된 미국 특허 출원 번호 제 08/011,376호는 단지 기술된 압축기의 버젼을 나타내는데, 여기서 각각의 대역에 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 스펙트럼 - 의존 비트수는 대역 주파수에 따라 부가된 대역의 대역 크기에 의존한다.

[본 발명의 목적 및 요약]

본 발명의 목적은 높은 등급의 압축을 제공하며, 상보적 신장, 디코딩 및 재생후 오디오 입력 신호가 1kHz 사인파와 같은 좁은 스펙트럼 라인으로 이루어진 때조차 청취자에 의해 인지되는 최적의 음질을 갖는 출력신호를 제공하는 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하기 위한 장치에 관한 것이다.

따라서, 본 발명은 압축된 출력 신호를 제공하기 위해 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하기 위한 장치를 제공한다. 상기 장치는 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하는 회로 및 입력 신호에 응답하여 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트 및 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 사이에서 총 유효 양자화 비트수를 분할시키기 위한 분할 회로를 포함한다.

상기 장치는 각각의 대역에 대한 크기를 결정하고, 각각의 대역에 대한 상기 크기에 응답하여 대역 사이에서 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하기 위한 회로도 포함한다. 이 회로는 대역에서의 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 각각의 대역에 할당한다. 상기 장치는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 결정하고, 상기 노이즈 스펙트럼에 응답하여 대역 사이에서 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하기 위한 회로를 더 포함한다. 이 회로는 대역에서의 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 각각의 대역에 할당한다.

최종적으로, 상기 장치는 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수 및 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 합산함에 의해 결정된 총 양자화 비트수를 사용하여 각각의 대역에서의 스펙트럼 계수를 양자화하기 위한 양자화 회로를 포함한다.

본 발명은 또한 디지탈 오디오 출력 신호를 제공하기 위해 압축된 디지탈 신호를 신장하기 위한 상보형 신장기를 제공한다. 압축된 디지탈 신호는 복수의 스펙트럼 계수가 입력 신호로부터 유도되고 대역으로 분류되는 압축 방법에 의해, 스펙트럼을 갖는 디지탈 오디오 입력 신호로부터 유도되고, 각각의 대역에 대한 크기가 결정된다. 입력신호에 응답하여, 양자화 비트의 총 유효 수는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼에 따라 대역 사이에서 할당하기 위한 노이즈 스펙트럼-의존 비트 및 대역의 크기에 따라 대역 사이에서 할당하기 위한 신호-스펙트럼-의존 비트 사이에서 분할된다. 각각의 대역에서 스펙트럼 계수는 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 비트 및 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 비트를 합산함에 의해 결정된 총 비트수를 사용하여 양자화된다. 최종적으로, 양자화된 스펙트럼 성분은 압축된 신호에 포함된다.

신장기는 압축된 신호로부터 양자화된 스펙트럼 계수를 추출하기 위한 회로, 양자화된 스펙트럼 성분을 역양자화(dequantize)시키기 위한 회로, 및 역양자화된 스펙트럼 성분으로부터 출력신호를 유도하기 위한 회로를 포함한다.

게다가, 본 발명은 비트 레이트를 갖는 디지탈 오디오 입력 신호를 매체에 기록하고, 매체로부터 디지탈 입력 신호를 재생하여 디지탈 오디오 출력 신호를 제공하는 시스템을 제공한다. 상기 시스템은 입력 신호로부터 매체상에 기록하기 위한 압축된 신호를 유도하고, 매체로부터 재생된 압축된 신호로부터 출력신호를 유도한다. 압축된 신호는 입력 신호의 비트 레이트보다 더 낮은 비트 레이트를 갖는다. 상기 시스템은 압축기 및 신장기를 포함한다.

압축기는 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하여 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하기 위한 회로, 및 입력신호에 응답하여 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트와 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 사이에서 양자화 비트의 총 유효수를 분할시키기 위한 회로를 포함한다. 압축기는 각각의 대역에 대한 크기를 결정하고, 상기 크기에 응답하여 대역 사이에서 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하기 위한 회로도 포함한다. 이 회로는 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 각각의 대역에 할당한다. 압축기는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 결정하고, 상기 스펙트럼에 응답하여 대역 사이에서 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하기 위한 회로를 더 포함한다. 이 회로는 대역의 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 각각의 대역에 할당한다.

양자화 회로는 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수 및 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비

트수를 합산함에 의해 결정된 양자화 비트의 총수를 사용하여 각각의 대역의 스펙트럼 계수를 양자화한다. 최종적으로, 포함하는 회로는 압축된 신호에 양자화된 스펙트럼 계수를 포함한다. 신장기는 압축된 신호로부터 양자화된 스펙트럼 계수를 추출하기 위한 회로, 양자화된 스펙트럼 성분을 역양자화 하기 위한 회로, 및 역양자화된 스펙트럼 성분으로부터 출력 신호를 유도하기 위한 회로를 포함한다.

상기 시스템은 전송 매체를 통해 전송하기 위해 신호를 압축하고 신장하는데 동등하게 사용될 수 있다.

최종적으로, 본 발명은 압축된 디지탈 신호가 기록되는 매체를 제공한다. 압축된 디지탈 신호는 복수의 스펙트럼 계수가 입력 신호로부터 유도되는 압축 방법에 의해 스펙트럼을 갖는 디지탈 오디오 입력 신호로부터 유도되어, 대역으로 분류되며, 크기는 각각의 대역에 대해 결정된다. 입력 신호에 응답하여, 양자화 비트의 총 유효 수는 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼에 따라 대역 사이에서 할당하기 위한 노이즈 스펙트럼-의존 비트, 및 대역의 크기에 따라 대역 사이에서 할당하기 위한 신호 스펙트럼-의존 비트 사이에서 분할된다. 각각의 대역에서 스펙트럼 계수는 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 비트 및 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 비트를 합산함에 의해 결정된 비트의 총수를 사용하여 양자화된다. 최종적으로, 양자화된 스펙트럼 성분은 압축된 신호에 포함된다.

본 발명에 따른 상기 언급된 압축기, 신장기 및 매체에 있어서, 양자화 비트의 총 유효 수는 입력 신호에 응답하여 결정된 분할율에 따라 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트 및 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트로 분할된다.

인접한 스펙트럼 성분간의 차이 정보를 표시하는 신호는 스펙트럼의 평탄성을 표시하는 지수로써 사용된다. 대안으로, 대역에 대해 발생된 블럭 유동 계수로부터 유도된다. 이러한 접근법은 블럭 유동 계수가 이미 산출되었기 때문에 보다 적은 처리 단계를 요구한다.

본 발명에 따르면, 입력된 신호가 뮤직 신호의 독특한 스펙트럼 분할을 가지며, 양자화 비트가 폭넓게 분할되고, 청취자에 의해 인지된 실질적인 노이즈 레벨이 마스킹에 의해 감소된다. 입력 신호가 1kHz 사인파의 스펙트럼과 같은 고음의 스펙트럼을 가질 때, 본 발명의 비트할당 체계는 양자화 비트를 신호가 최대 크기를 갖는 스펙트럼 부분에서 집중되도록 허용한다. 이것은 고음의 입력 신호에 향상된 신호 대 노이즈비를 제공한다.

[본 발명의 상세한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 고능률 디지탈 압축기/신장기 시스템에 따른 압축기를 도시한다. 상기 압축기는 서브대역 코딩(subband coding; SBC), 적응 변환 코딩(adaptive - transform coding; ATC), 및 적응 비트 할당(adaptive bit allocation; APC-AB)을 이용하여 PCM 오디오 신호와 같은 디지탈 오디오 입력 신호를 압축한다.

제1도에 도시된 디지탈 오디오 입력 신호용 압축기는 필터 등을 사용하여 디지탈 오디오 입력 신호를 복수의 주파수 범위로 분할하는데, 분할된 신호는 동일한 대역폭의 신호일 수 있다. 그 다음, 압축기는 각각의 주파수 범위에서 주파수 범위 신호를 직교 변환한다. 시간 영역에서 주파수 영역으로 주파수 범위 신호를 직교 변환함으로부터의 결과인 스펙트럼 계수는 인간의 청각 특성을 고려하여 주파수 대역, 주로 임계 대역으로 분류된다. 대안으로, 스펙트럼 계수가 적합한 필터를 사용함에 의해 발생될 수 있어 시간적으로 입력 신호를 분할하지 않고 입력 신호를 복수의 좁은 주파수 대역으로 주파수 분할한다. 그 다음, 각각의 주파수 대역에서의 스펙트럼 성분은 적응 비트 할당에 의해 양자화된다.

본 발명에 따른 압축기에 있어서, 직교 변환되게 되는 주파수 범위 신호의 각 블럭 크기(즉, 블럭당 각 주파수 범위 신호의 샘플수)는 입력 신호의 동적 특성에 응답하여 적응적으로 변환된다. 게다가, 블럭 유동은 각각의 임계 대역에서의 스펙트럼 계수에 적용된다. 보다 높은 주파수 임계 대역에서의 스펙트럼 계수는 선택적으로 복수의 서브 대역으로 분류될 수 있고, 그 다음 블럭 유동이 각 서브 대역에서의 스펙트럼 계수에 적용될 수 있다. 다음의 설명에서 임계 대역에

대한 기준이 설정되고, 보다 높은 주파수 임계 대역은 선택적으로 복수의 서브-대역으로 주파수 분할될 수 있다. 보다 높은 주파수 임계 대역이 서브 대역으로 분할될 때, 임계 대역에 대한 기준이 보다 높은 주파수 임계 대역이 분할되어진 서브 대역에도 적용된다.

임계 대역은 인간의 청각의 주파수 판별 특성을 고려한 주파수 분할 시스템에 의해 발생된 주파수 대역이다. 임계 대역은 노이즈 대역과 같은 강도를 갖는 순수한 음에 의해 마스크될 수 있는 노이즈 대역 및 노이즈 대역의 중간 주파수이다. 임계 대역의 폭은 주파수가 증가함에 따라 증가한다. 0Hz에서 20kHz의 오디오 주파수 범위는 일반적으로 25 임계 대역으로 분할된다.

제1도에서는, 예로써 0Hz에서 20kHz 주파수 범위의 PCM 오디오 신호인 디지탈 오디오 입력 신호가 입력 단자(10)에 인가된다. 입력 신호는 대역 분할 필터(11), 주로 직교 미러 필터로 의해 0Hz에서 10kHz 주파수 범위의 주파수 범위 신호와 10에서 20kHz 범위의 고주파수 범위 신호로 분할된다. 상기 0Hz에서 10kHz 주파수 범위 신호는 대역 분할 필터(12), 역시 QMP 필터에 의해 다시 분할되어 0Hz에서 5kHz의 저주파수 범위 신호와 5kHz에서 10kHz의 중간 주파수 범위 신호로 분할된다.

대역 분할 필터(11)에서 출력되는 10kHz에서 20kHz 주파수 범위 신호는 대부분 변형된 이산 코사인 변환(Modified discrete cosine transform; MDCT)인 직교 변환 회로(13)와 블록 크기 결정 회로(19)에 공급된다. 대역 분할 필터(12)에서 나오는 5kHz에서 10kHz 주파수 범위 신호는 MDCT 회로와 블럭 크기 결정 회로(20)에 인가되며, 대역 분할 필터(12)에서 나오는 0Hz에서 5kHz 주파수 범위 신호는 MDCT 회로와 블럭 크기 결정 회로(21)에 인가된다.

MDCT 처리에 필요한 블럭 크기는 블럭 크기 결정 회로(19,20 및 21) 각각에서 결정된다. 대역 분할 필터(11 및 12)로부터의 주파수 범위 신호는 블럭 크기 결정 회로(19,20 및 21)에서 인가되는 블럭 크기 데이타가 지적하는 블럭 크기를 사용하면서 MDCT 회로(13,14 및 15)에 의해 MDCT 처리된다.

제2도는 MDCT 회로(13,14 및 15)에 의해 사용되는 블럭 크기의 실용적인 예를 도시한다. 여기서, 주파수 범위는 넓어지고 시간 분해도는 주파수 증가 방향으로 증가한다(즉 블럭 길이가 짧아진다). 저주파수 범위 신호(0Hz에서 5kHz)와 중간 주파수 범위 신호(5kHz에서 10kHz)의 블럭(b_L 및 b_M)에서 MDCT 작용이 실행되며 각각의 블럭은 예로 256 샘플을 가진다. 이와 동시에 고주파수 범위 신호(10에서 20kHz)의 블럭(b_{H1}, b_{H2})에서 두개의 MDCT 작용이 실행되며 각각의 블럭은 128 샘플을 가진다.

설명한 장치는 각 주파수 범위에서 동일한 스펙트럼 계수를 가짐으로써 장치의 구조를 간소화시킬 수 있다. 그리고 저주파수 범위 및 중간 주파수 범위에 임계치인 큰 주파수 분해도를 제공하고 고주파수 범위에 큰 시간 분해도를 제공하는데 이는 과도 신호는 고주파수 성분을 더 많이 포함하기 때문이다. 게다가, 인수 2나 4로 블럭 길이를 더 분할함으로써 입력 신호가 현저하게 일시적으로 변경될 때 모든 주파수 범위에서의 시간 분해도가 증가한다.

제1도로 돌아가서, MDCT 회로(13,14 및 15)에 의해 발생되는 스펙트럼 성분은 임계 대역으로 통합되고 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)에 인가된다.

적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)는 임계 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 비트수를 사용하여 각 임계 대역에서 스펙트럼 계수를 재양자화시킨다. 상기 재양자화된 스펙트럼 계수는 출력 단자(22,24 및 26)에 들어간다. 정규화에서 생기는 신호 크기를 표시하는 블럭 유동 정보와 각 임계 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 사용된 비트수를 표시하는 워드 길이 정보도 출력 단자(23,25 및 27)에 동시에 들어간다.

양자화된 스펙트럼 계수, 블럭 유동 정보 및 워드 길이 정보는 출력 신호로서 공급되거나, 그렇지 않으면 제1도에 도시되지는 않은 멀티플렉서, 에러 정정 회로 및 변조 회로에 의해 적당한 출력 신호 형태로 변환된다. 전송이나 기록에 적당한 형태의 출력 신호는 기록 또는 처리 장치에 입력되어 자기 테이프, 디스크 내지 광디스크와 같은 기록 매체에 기록된다.

압축기에 의해 입력 신호에 가해진 압축으로 인해, 출력 신호는 입력 신호의 비트 레이트보다 훨씬 작은 비트 레이트를 가진다. 그래서, 출력 신호는 입력 신호 저장시 필요한 저장 용량보다 더 적은 저장 용량을 가진 저장 매체에 저장될 수 있으며, 입력 신호 전송시 필요한 전송 레이트보다 더 낮은 전송 레이트를 가진 전송 매개체를 사용하여 전송될 수 있다.

제3도는 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)의 실용적 예를 도시한다. 제1도의 MDCT 회로(13,14 및 15)로부터의 스펙트럼 계수는 적응 비트 할당 양자화 회로(300)의 입력 단자(301)를 거쳐 대역 크기 산출 회로(303)로 입력된다. 대역 크기 산출 회로는 임계 대역에서 스펙트럼 계수의 진폭의 평균 제곱근을 산출함으로써 각 임계 대역의 크기를 산출한다. 대역 크기는 임계 대역에서 스펙트럼 계수의 진폭의 피크값이나 평균값중 하나에서 유도되거나 다른 방법으로 유도될 수 있다.

대역 크기 산출 회로(303)는 제4도에 도시된 바와 같이 각 임계 대역을 위한 대역 크기를 출력시킨다. 제4도에서는 간략화를 위해 오직 12 대역(B1에서 B12)만이 임계 대역이나 고주파수 임계 대역을 분할한 서브-대역을 대표하여 도시된다. 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)의 동작은 제3도를 참고로 하여 더 상세히 설명될 것이다.

MDCT 회로(13,14 및 15)에서 나온 스펙트럼 계수는 입력 단자(301)에 인가되어 대역 크기 산출 회로(303)로 인가된다. 대역 크기 산출 회로(303)는 각 임계 대역에 대한 대역 크기와 고주파수 임계 대역을 분할한 서브 대역에 대한 대역 크기를 산출한다.

대역 크기 산출 회로(303)에 의해 산출된 대역 크기는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(304)에 인가된다. 신호 스펙트럼-의존 비트 할당 회로는 화이트 노이즈 스펙트럼을 가지는 양자화 노이즈로 귀결되는 방법으로 양자화 비트의 총 유효수의 일부를 할당한다.

양자화 비트의 총 유효수, 예로써 100kb/s는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당과 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당간의 임계 대역의 사이에서 할당을 위해 분할된다. 두개의 다른 유형의 비트 할당간의 분할율은 입력 신호의 음조, 즉 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성에 의존한다. 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성은 스펙트럼 평탄성 산출 회로(308)에 의해 산출되는 스펙트럼 평탄성 지수에 의해 표시된다.

신호 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(304)는 각 임계 대역의 크기의 상용 로그에 따라 임계 대역에서 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 의한 할당을 위해 분할된 양자화 비트를 할당한다.

허용가능 노이즈 스펙트럼에 의한 비트 할당을 형성하는 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(305)는 대역 크기 산출 회로(303)에서 각 임계 대역에 대한 대역 크기를 수신한다. 대역 크기 스펙트럼에 응답하여, 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 회로는 마스킹을 고려하면서 허용가능 노이즈 스펙트럼, 즉 각 임계 대역에 대한 허용가능 노이즈 레벨을 결정한다. 그 후, 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 회로는 임계 대역사이에서 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당에 의한 할당을 위해 분할된 비트 수를 할당하여 희망하는 허용가능 노이즈 스펙트럼을 발생시킨다.

각 임계 대역에 대해 결정된 신호 스펙트럼-의존 비트수와 각 임계 대역에 대해 결정된 노이즈 스펙트럼-의존 비트수는 더해져서 임계 대역에서의 스펙트럼 계수를 양자화하는 양자화 비트의 총수가 된다. 제1도의 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)는 임계 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 양자화 비트의 총수를 사용하여 각 임계 대역에서의 각 스펙트럼 계수를 재양자화 시킨다. 이런 방식으로 양자화된 스펙트럼 계수는 출력 단자(22,24 및 26)로 들어간다.

노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(305)는 허용가능 노이즈 스펙트럼 산출 회로를 포함하는데 상기 회로는 허용가

능 노이즈 스펙트럼을 산출하기 위해 입력 신호의 마스킹 효과를 고려한다. 마스킹은 어떠한 소리가 다른 소리에 의해 차단되어 인간의 귀에 들리지 않게 되는 현상을 뜻한다. 마스킹은 시간 영역의 소리에 의한 일시적 마스킹과 주파수 영역의 소리에 의한 동시적 마스킹을 포함한다. 마스킹의 결과로, 일시적 또는 동시적으로 마스킹하는데 의존되는 노이즈는 들리지 않는다. 결국, 실질적 오디오 신호에서, 신호의 일시적 또는 동시적 마스킹 범위내의 노이즈는 허용가능 노이즈로 여겨진다.

허용가능 노이즈 스펙트럼 산출 회로의 실질적 예의 블럭도가 제5도에 도시된다. 제5도에서, MDCT 회로(13,14 및 15)로부터의 스펙트럼 계수는 입력 단자(521)로 들어가고, 따라서 대역 크기 산출 회로(522)로 들어가서 임계 대역에서의 스펙트럼 계수의 진폭의 합을 산출하기 위해 각 임계 대역의 크기가 결정된다. 스펙트럼 계수의 진폭의 최고치, RMS 또는 평균값이 선택적으로 사용될 수 있다. 크기 산출 회로(522)에 의해 발생된 임계 대역의 크기의 스펙트럼은 일반적으로 바크 스펙트럼(Bark spectrum)이라 불린다. 제6도는 통상적 바크 스펙트럼(SB)을 도시하는데 도면의 간소화를 위해 12개의 임계 대역(B1에서 B12)만이 도시되었다. 바크 스펙트럼의 마스킹 효과를 결정하기 위해서, 바크 스펙트럼(SB)은 컨벌루션된다. 즉, 바크 스펙트럼의 값은 소정의 가중치부여 함수(Weighting function)가 곱해진 후, 그 결과가 서로 더해진다. 이를 위해, 대역 크기 산출 회로(522)에서의 바크 스펙트럼의 값은 컨벌루션 필터(523)로 들어간다.

컨벌루션 필터(523)는 연속적으로 입력 데이타를 지연시키는 다수의 지연 소자와 각 지연 소자의 출력에 가중치부여 함수를 곱하는, 각 임계 대역 하나, 25 승산기와 같은 다수의 승산기, 그리고 승산기의 출력을 합하는 가산 회로로 구성되어 있다. 방금 설명한 컨벌루션 처리는 제6도의 바크 스펙트럼에서 제6도의 마스킹 스펙트럼(MS)을 유도한다.

컨벌루션 필터(523)에서 가중치부여 함수의 실질적 예는 승산기 M-1, M-2, M-3, M+1, M+2 및 M+3에서 각각 0.15, 0.0019, 0.0000086, 0.4, 0.06 및 0.007이다. 승산기(M)에 대한 가중치부여 인수는 1이며, M은 1에서 25까지의 임의의 정수이다.

컨벌루션 필터(523)의 출력은 감산기(524)로 들어가서 컨벌루션된 지역에서의 허용가능 노이즈 레벨에 대응하는 레벨 α를 찾는다. 컨벌루션된 지역에서의 허용가능 노이즈 레벨에 대응하는 레벨 α는 디컨벌루션 후에 각 임계 대역에 대한 허용가능 노이즈 레벨을 주는 레벨이다.

마스킹 레벨을 대표하는 허용함수는 레벨 α를 찾기 위해 감산기(524)에 인가된다. 레벨 α는 허용 함수를 증가 또는 감소시킴으로써 제어된다. 허용 함수는 (n-ai) 함수- 발생기(525)에 의해 공급되는데, 이는 아래에서 설명될 것이다

임계 대역의 수가 i이면, 최하위 주파수 임계 대역은 1이 되고, 허용 노이즈 레벨에 대응되는 레벨 α는 다음 식에 의해 결정된다.

$$\alpha = S - (n - ai) \cdots\cdots (1)$$

여기서 n과 a는 각각 상수이며(a > 0), S는 컨벌루션 처리된 바크 스펙트럼의 강도이다. 식(1)에서, (n-ai)는 허용 함수를 대표한다. 양호한 실시예에서, n은 38에 a는 1에 맞추어져 있다. 이러한 조건하에서, 음질의 저하는 없고, 만족스런 압축된 신호가 얻어진다.

방금 설명한대로 결정된 레벨 α는 분할기(526)로 들어가는데, 상기 분할기는 컨벌루션된 지역에서 레벨 α에 디컨벌루션을 인가한다. 이렇게 하여 마스킹 스펙트럼은 허용가능한 노이즈 스펙트럼이 된다. 비록 디컨벌루션이 일반적으로 복잡한 수학적 연산을 필요로 하지만, 간단한 분할기(526)가 디컨벌루션을 공급하기 위해 본 실시예에서 사용된다.

마스킹 스펙트럼, 즉 각 임계 대역에 대한 마스킹 레벨은 합성 회로(527)를 거쳐서 감산기(528)로 들어가는데, 감산기는 지연회로(529)를 거쳐서 대역 크기 산출 회로(522)의 출력, 즉 상기한 바크 스펙트럼(SB)도 수신한다. 감산기(5

28)는 바크 스펙트럼(SB)에서 마스킹 스펙트럼을 감산하여, 제7도에 도시된 대로, 마스킹 레벨(MS) 아래의 바크 스펙트럼(SB) 부분이 마스크되어 있다. 지연 회로(529)는 대역 크기 산출 회로와 감산기간의 회로에서의 지연을 처리하기 위해 대역 크기 산출 회로(522)에서 바크 스펙트럼(SB)을 지연시킨다.

감산기(528)의 출력은 허용가능 노이즈 스펙트럼 정정 회로(530)를 거쳐 출력 단자(531)로 들어간다. 출력 단자에서 신호는 다수의 할당 비트 수 정보를 저장하는 ROM(도시안됨)으로 들어간다. ROM은 감산기(528)의 출력에 응답하여, 허용가능 노이즈 레벨 정정 회로(530)에 의해 정정된 한 세트의 할당 비트 수 정보, 즉 각 임계 대역에 대한 할당 비트수를 선택한다. 할당 비트 수 정보 세트는 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)로 들어가는데, 이 회로에서 MDCT(13에서 15)에서의 스펙트럼 계수는 각 임계 대역에 대한 할당 비트 수에 의해 표시되는 비트수를 사용하여 양자화된다.

각 임계 대역에서의 스펙트럼 계수는 임계 대역의 크기와 할당 노이즈 스펙트럼 산출 회로의 각각의 출력간의 차이의 레벨에 의존하여 임계 대역에 할당된 양자화 비트수를 사용하여 적응 비트 할당 및 양자화 회로(16,17 및 18)에서 양자화된다.

합성 회로(527)는 제7도에 도시된 대로 마스킹 스펙트럼(MS)을 가진 소위 최소 가청 레벨 곡선 RC를 표시하는 데이타를 합성한다. 최소 가청 레벨 곡선은 인간의 청각의 또다른 특징을 나타내며, 최소 가청 레벨 곡선 발생기(532)로부터 인가된다. 최소 가청 레벨 곡선 이하의 절대치 레벨을 갖는 노이즈는 들을 수 없다. 주어진 양자화를 위해, 최소 가청 곡선의 모양은 재생 볼륨에 의존한다. 그러나, 실용적인 16-비트 디지탈 시스템의 동적 범위내에 음악이 맞추어지는 방식이 크게 변하지 않기 때문에, 만약 양자화 노이즈가 귀가 가장 민감한 주파수 대역, 즉 4kHz 부근의 주파수 대역에서 들을 수 없다면, 최소 가청 레벨 곡선의 레벨 아래의 양자화 노이즈는 다른 주파수 대역에서 들리지 않을 것이라고 가정할 수 있다. 따라서, 시스템에 의해 정해진 워드 길이에 대응하는 4kHz 부근의 양자화 노이즈 레벨이 들리지 않을 때, 허용 노이즈 레벨은 최소 가청 레벨 곡선 RC와 마스킹 스펙트럼(MS)을 합성함으로써 공급될 수 있다. 각 임계 대역에서의 결과적 노이즈 레벨은 제9도의 크로스-해치(cross-hatched) 부분에 의해 표시되는 레벨까지 상승할 수 있다. 이 실시예에서, 4kHz에서의 최소 가청 레벨 곡선의 레벨은 양자화 사용 비트, 즉 20 비트에 대응하는 최소 레벨에 대응되도록 정해진다. 제7도 또한 신호 스펙트럼 (SS)을 도시한다.

허용가능 노이즈 레벨 정정 회로(530)는 정정 회로(533)에 의해 발생된, 동일 음의 크기 곡선(equal-loudness curve) 등에 기초하여 감산기(528)의 출력부에서 허용가능 노이즈 레벨을 정정한다. 동일 음의 크기 곡선은 여전히 인간의 청각의 다른 특성이다. 이 곡선은 1kHz에서 순수 소리의 강도와 같은 강도에서 들을 수 있는 다양한 주파수에서 소리 압력 레벨을 결정함으로써 유도된다. 동일 음의 크기 곡선은 제7도에 도시된 최소 가청 곡선 RC와 상당히 유사하다. 동일 음의 크기 곡선에서, 4kHz 부근의 소리는 1 kHz에서 소리의 강도와 같은 강도를 가지면 비록 소리 압력 레벨은 1kHz 소리의 압력 레벨보다 작은 8에서 10dB이지만 들을 수 있다. 그렇기 때문에, 최소 가청 레벨 곡선의 레벨보다 상위인 허용 노이즈 레벨은 동일 음의 크기 곡선에 대응하는 곡선에 의해 주어지는 주파수 특성을 지녀야 한다. 인간의 청각의 특징에 적응하기 위해서는 동일 음의 크기를 고려함으로써 허용 노이즈 레벨을 정정해야 한다.

허용가능 노이즈 스펙트럼은 총 유효 비트수의 일부분, 즉 100kb/s를 사용함으로써 발생된다. 이 부분은 입력 신호의 음조가 증가할수록 감소된다.

두 가지의 비트 할당 테크닉, 즉 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 및 신호 스펙트럼-의존 비트 할당간의 총 유효 비트수의 분할율은 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 표시하는 스펙트럼 평탄성 지수에 의해 정해진다. 두 가지의 비트 할당 테크닉간의 비트 분할의 실용적 방법은 제3도를 참고로 하여 이제 설명될 것이다.

제3도에서, MDCT 회로(13,14 및 15)에서의 스펙트럼 계수는 입력 단자(301)를 거쳐 스펙트럼 평탄성 산출 회로(308)로 들어간다. 상기 회로에는 대역 크기 산출 회로(303)의 출력도 인가된다. 스펙트럼 평탄성 산출 회로(308)는 입력 신호의 스펙트럼의 평탄을 표시하는 지수를 산출한다. 본 실시예에서, 신호 스펙트럼의 인접한 값간의 차이의 절대값의 합을 신호 스펙트럼의 값의 합으로 나눈 것을 지수로 사용한다. 예로써, 스펙트럼 평탄성 산출 회로는 인접 대역 크기 값간의 차이의 절대값의 합과 모든 대역 크기의 합의 몫을 스펙트럼 평탄성 지수로써 산출할 수 있다. 즉,

$$I = 0.5 \times \frac{\sum_{i=1}^{n} |S_i - S_{i-1}|}{\sum_{i=1}^{n} |S_i|}$$

여기서 I는 스펙트럼 평탄성 지수이며 S_i는 i 번째 임계 대역에서의 대역 크기이다.

스펙트럼 평탄성 지수는 스펙트럼 평탄성 산출 회로(308)에서 비트 분할율 결정 회로(309)로 들어가는데, 상기 회로(309)는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 할당된 비트와 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 할당된 비트간의 분할율을 정한다. 비트 분할율이 정해지면, 스펙트럼 평탄성 산출 회로(308)의 스펙트럼 평탄성 지수가 증가시 입력 신호 스펙트럼의 평탄성이 감소한다는 것을 표시하여, 더욱 많은 비트가 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 할당되고, 더 적은 비트가 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 할당된다.

비트 분할율 결정 회로(309)는 비트 분할율을 표시하는 제어 신호를 승산기(311)에 전송하여, 비트 분할율의 보수(1-분할율)를 나타내는 제어 신호를 승산기(312)에 전송한다. 승산기(311)는 분할율에 대해 신호 스펙트럼-의존 비트 할당을, 승산기(312)는 분할율에 대해 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당을 각각 조절한다.

입력 신호의 스펙트럼이 평탄하면, 비트 분할율 결정 회로(309)의 비트 분할율을 나타내는 제어 신호는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당으로 더 많은 비트를 할당하기 위해 0.8 값을 취한다. 승산기(312)에 들어가는 비트 분할율의 보수를 나타내는 제어 신호는 1-0.8=0.2로 정해진다. 승산기(311)는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(304)에서 나온 비트 할당 정보에 0.8을 곱하고, 반면 승산기(312)는 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당 회로(305)에서 나온 비트 할당 정보에 0.2를 곱한다. 승산기(311과 312)의 출력은 가산기(306)에서 더해져 각 임계 대역에 대한 총 비트 할당 정보를 제공한다. 총 비트 할당 수는 출력 단자(307)로 들어간다.

상술한 비트 할당 기구의 동작의 실용적 예는 제8도에서 제11도까지를 참조하여 설명될 것이다. 제8도와 제10도는 비트 할당을, 제9도와 제11도는 결과적 양자화 노이즈를 도시한다. 제8도 및 제9도는 입력 신호가 평탄 스펙트럼일 때의 비트 할당과 결과적 양자화 노이즈를 각각 도시한다. 제10도 및 제11도는 입력 신호가 고음 스펙트럼을 가질 때의 비트 할당과 결과적 양자화 노이즈를 각각 도시한다.

제8도와 제10도에서, 빗금치지 않은 부분은 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 따라 각 임계 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 할당된 비트수를 나타내며, 빗금친 부분은 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당에 따라 할당된 대응되는 비트수를 나타낸다. 제9도와 제11도에서, 곡선 a는 입력 신호 스펙트럼을 나타내며, b 영역 및 c 영역은 노이즈 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 감소되는 영역 및 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 감소되는 영역을 각각 나타낸다.

제8도 및 제9도는 완전히 평탄 스펙트럼을 가지는 입력 신호를 도시한다. 노이즈 스펙트럼-의존 비트 할당은 오디오 주파수 전 영역에 걸친 높은 신호 대 노이즈비를 보증한다. 그러나, 오디오 주파수 범위의 저주파수 및 고주파수 극단에는 적은 비트가 할당되는데 이는 이 영역들의 중요성이 작기 때문이다. 상대적으로 적은 비트를 할당하는 신호 스펙트럼-의존 비트 할당은, 입력 신호가 화이트인 양자화 노이즈 스펙트럼을 발생하기에는 상대적으로 높을 때 주로 저주파수와 중간 주파수에 비트를 할당한다.

반대로, 제11도에서처럼, 입력 신호가 고음 스펙트럼을 가지면, 신호 스펙트럼-의존 비트 할당에 의해 할당된 비트수는 증가하고, 양자화 노이즈에서의 결과적 감소는 매우 좁은 주파수 범위에서의 양자화 노이즈를 감소시키는데 사용된다. 노이즈 스펙트럼-의존 할당에 의해 할당된 비트는 오디오 주파수 범위에 걸쳐 더 광범위하게 배분된다. 비트 할당의 두 가치 유형의 사용은 제11도처럼 하나 또는 하나 이상의 좁은 스펙트럼 선으로 구성된 입력 신호의 양자화를 개선시킨다.

제12도는 상기한 압축기에 의해 압축된 신호를 전송이나 기록, 재생후에 신장시키는 본 발명에 따른 상보형 신장기의 실시예를 도시한다. 양자화된 스펙트럼 계수, 블럭 유동 정보 그리고 워드 길이 정보는 디멀티플렉서(도시안됨)에 의해 재생된 신호에서 빼내어진다. 각 임계 대역에서의 양자화 스펙트럼 계수는 신장기의 입력 단자(122,124 및 126)에 인가되고, 워드 길이 정보는 입력 단자(123,125 및 127)에 인가된다. 역양자화 회로(116,117 및 118)는 워드 길이 정보를 사용하여 적응 비트 할당을 반대로 전환시킨다. 결과적 스펙트럼 계수는 역 MDCT(IMDCT) 회로(113,114 및 115)에 의해 시간 영역의 세개의 주파수 범위 신호로 직교 변환된다. 상기 세개의 주파수 범위 신호는 역 QMF(IQMF) 회로(112 및 111)에 의해 병합되고 결과적인 완전한 주파수 범위 신호는 출력 단자(110)로 들어간다.

상술한 양자화 기구는 청각적으로 바람직한 결과와 1kHz 사인파 입력과 같은 단독 스펙트럼선으로 구성된 신호의 최적 양자화를 제공해 주는 비트 할당을 제공한다. 이러한 결과는 반복되는 비트 할당 조절이 필요 없이 간단한 수학적 연산으로 발생될 수 있다. 음악 신호의 경우처럼 입력 신호 스펙트럼이 분산되어 있을때, 적응 노이즈 레벨은 마스킹 효과에 의해 감소된다. 단일 사인파 입력에서는 신호 대 노이즈비가 증가하는데 이는 비트가 최대 신호 진폭의 지역에 집중되기 때문이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

압축 출력 신호를 제공하기 위해 디지탈 오디오 입력 신호를 압축하는 장치에 있어서, 상기 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하는 수단과, 상기 입력 신호에 응답하여, 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트와 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 사이의 총 유효 수의 양자화 비트를 분할하는 분할수단과, 각 대역의 크기를 결정하고, 그에 응답하여, 각 대역에 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 할당하여 상기 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하도록 상기 대역사이에서 상기 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하는 수단과, 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 결정하고, 그에 응답하여 각 대역에 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 할당하여, 상기 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하도록 대역사이에서 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 할당하는 수단과, 상기 대역에 할당된 상기 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수와 상기 대역에 할당된 상기 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 합산하여 구해진 총 양자화 비트수를 사용하여 각 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화하기 위한 양자화 수단을 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 입력 신호는 평탄성(smoothness)을 갖는 스펙트럼이며, 상기 분할 수단은 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성에 응답하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 분할 수단은 상기 입력 신호 스펙트럼의 평탄성이 증가함에 따라 총 유효 양자화 비트수 이상을 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트로 분할하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 입력 신호의 스펙트럼은 각기 하나의 값을 가지는 복수의 스펙트럼 포인트를 포함하며, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내기 위해 인접한 스펙트럼 포인트값 사이의 차이를 산출하기 위한 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 5.

제3항에 있어서, 각 대역의 크기를 결정하기 위한 수단과, 입력 신호의 스펙트럼에 대한 평탄성을 나타내기 위해 상기 대역의 크기 사이의 차이를 산출하기 위한 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 6.

제3항에 있어서, 각 대역에 블럭 유동을 인가하고, 각 대역에 대한 블럭 유동 계수를 산출하는 수단과, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내기 위해 인접한 대역의 블럭 유동 계수사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호를 시간적으로 블럭 분할하고, 상기 스펙트럼 계수를 제공하도록 각 블럭의 주파수로 주파수 범위 신호를 더 분할하는 수단을 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호에 접속되며, 그로부터 복수의 스펙트럼 계수를 제공하는 직교 변환 회로를 포함하는 디지탈 오디오 입력 신호 압축 장치.

청구항 9.

디지탈 오디오 출력 신호를 제공하기 위해 압축 디지탈 신호를 신장하는 장치에 있어서, 상기 압축 디지탈 신호는 압축 장치에 의해 스펙트럼을 갖는 디지탈 오디오 입력 신호로부터 유도되며, 상기 압축 장치는, 상기 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하고, 각 대역에 대한 크기를 결정하는 수단과, 상기 입력 신호에 응답하여, 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼에 따른 대역 사이의 할당을 위한 노이즈 스펙트럼-의존 비트와 상기 대역의 크기에 따른 대역 사이의 할당을 위해 신호 스펙트럼-의존 비트 사이의 총 유효 수의 양자화 비트를 분할하는 수단과, 상기 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 비트와 상기 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 비트를 합산하여 구해진 총 비트수를 사용하여 각 대역에서 상기 스펙트럼 계수를 양자화하는 수단과, 상기 양자화된 스

펙트럼 성분을 상기 압축 신호에 포함시키는 수단을 포함하며, 상기 신장 장치는, 상기 압축된 신호로부터 양자화된 스펙트럼 계수를 추출하기 위한 추출수단과, 상기 양자화된 스펙트럼 성분을 역양자화 하기 위한 역양자화 수단과, 상기 역양자화된 스펙트럼 성분으로부터 출력 신호를 유도하는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 압축 장치는 상기 양자화된 스펙트럼 계수, 블럭 유동 정보 및, 각 대역에서 상기 스펙트럼 계수를 양자화 하는데 사용된 비트수를 나타내는 워드 길이 정보를 상기 압축 신호에 포함시키는 수단을 포함하며, 상기 추출 수단은 상기 압축 신호로부터 워드 길이 정보를 더 추출하며, 상기 역양자화 수단은 상기 추출된 워드 길이 정보를 사용하여 상기 양자화된 스펙트럼 정보를 역양자화 하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 디지탈 신호는 평탄성을 갖는 스펙트럼을 가지며, 상기 분할 수단은 상기 입력 신호 스펙트럼의 평탄성이 증가함에 따라 총 유효 양자화 비트수 이상을 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트로 분할하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호의 스펙트럼은 각각 하나의 값을 갖는 복수의 스펙트럼 포인트를 포함하며, 상기 장치는 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 인접한 스펙트럼 포인트의 값간의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 압축 장치는, 각 대역에 대한 크기를 결정하는 수단과, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 상기 대역의 크기 사이의 차이를 산출하는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 14.

제11항에 있어서, 상기 압축 장치는, 각 대역에 블럭 유동을 인가하고, 각 대역에 대한 블럭 유동 계수를 산출하는 수단과, 상기 입력 신호 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 인접한 대역의 블럭 유동 계수 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 15.

제9항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호를 시간적으로 블럭 분할하고, 상기 스펙트럼 계수를 제공하도록 상기 주파수 범위 신호를 각 블럭의 주파수로 더 분할하는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 16.

제9항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 복수의 스펙트럼 계수를 제공하도록 각 주파수 범위 신호를 직교 변형시키는 수단을 포함하며, 상기 신장 장치에서, 상기 역양자화된 스펙트럼 성분으로부터 출력 신호를 유도하는 수단은 직교 변환 회로를 포함하는 압축 디지탈 신호 신장 장치.

청구항 17.

매체상에 비트 레이트를 갖는 디지탈 오디오 입력 신호를 기록하고, 디지탈 오디오 출력 신호를 제공하도록 상기 매체로부터 상기 디지탈 입력 신호를 재생하는 시스템에 있어서, 상기 매체상에 기록을 위해 상기 입력 신호로부터 압축 신호를 유도하고, 상기 매체에서 재생된 압축 신호로부터 출력 신호를 유도하며, 상기 압축 신호는 상기 입력 신호의 비트 레이트 미만의 비트 레이트를 가지며, 상기 시스템은 압축기와 신장기를 포함하며, 상기 압축기는, 상기 입력 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하는 수단과, 상기 입력 신호에 응답하여, 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트와 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트 사이의 총 유효 수의 양자화 비트를 분할하는 분할 수단과, 각 대역에 대한 크기를 결정하고, 그에 응답하여, 각 대역에 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 할당하여 상기 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 상기 대역 사이에서 상기 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하는 수단과, 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼을 결정하고, 그에 응답하여, 각 대역에 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 할당하여 상기 대역에서 각 스펙트럼 계수를 양자화하기 위해 상기 대역 사이에서 상기 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트를 할당하는 수단과, 상기 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 양자화 비트수와 상기 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트수를 합산하여 구해진 총 양자화 비트수를 사용하여 각 대역에서 상기 스펙트럼 계수를 양자화하는 양자화 수단과, 상기 압축 신호에서 상기 양자화된 스펙트럼 계수를 포함시키는 포함 수단을 포함하며, 상기 신장기는, 상기 압축 신호로부터 양자화 스펙트럼 계수를 추출하는 추출 수단과, 상기 양자화된 스펙트럼 성분을 역양자화 하는 역양자화 수단과, 상기 역양자화 스펙트럼 성분으로부터 상기 출력 신호를 유도하는 수단을 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 압축기에서, 상기 포함 수단은 블럭 유동 정보 및 각 대역에서 상기 스펙트럼 계수를 양자화하는데 사용된 비트수를 나타내는 워드 길이 정보를 상기 압축 디지탈 신호에 더 포함시키며, 상기 신장기에서, 상기 추출 수단은 상기 압축 신호로부터 워드 길이 정보를 더 추출하고, 상기 역양자화 수단은 상기 추출된 워드 길이 정보를 사용하여 상기 양자화된 스펙트럼 성분을 역양자화 하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 19.

제17항에 있어서, 상기 입력 신호는 평탄성을 갖는 스펙트럼을 가지며, 상기 압축기에서, 상기 분할 수단은 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성이 증가함에 따라 상기 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트에 대한 총 유효 양자화 비트수 이상을 분할하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 입력 신호의 스펙트럼은 각각 하나의 값을 갖는 복수의 스펙트럼 포인트를 포함하며, 상기 압축기는 상기 입력 신호의 스펙트럼에 대한 평탄성을 나타내도록 인접한 스펙트럼 포인트 값 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 압축기는 각 대역에 대한 크기를 결정하는 수단과, 상기 입력 신호 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 상기 대역의 크기 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 22.

제19항에 있어서, 상기 압축기는, 각 대역에 블럭 유동을 인가하고, 각 대역에 대한 블럭 유동 계수를 산출하는 수단과, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 인접한 대역의 블럭 유동 계수 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 23.

제17항에 있어서, 상기 압축기에서, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호를 시간적으로 블럭 분할하고, 상기 스펙트럼 계수를 제공하도록 각 블록의 상기 주파수 범위 신호를 주파수 분할하는 수단을 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 24.

제17항에 있어서, 상기 압축기에서, 상기 입력 신호에서 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단을 포함하며, 상기 압축기 및 신장기는 각각 직교 변환 회로를 포함하는 디지탈 오디오 신호 기록 및 재생 시스템.

청구항 25.

압축 디지탈 신호가 기록되며, 상기 압축 디지탈 신호가 압축 장치에 의해 스펙트럼을 갖는 디지탈 오디오 입력 신호로부터 유도되는 매체에 있어서, 상기 압축 장치는, 상기 입력 신호에서 복수의 스펙트럼 계수를 유도하고, 상기 스펙트럼 계수를 대역으로 분류하고, 각 대역에 대한 크기를 결정하는 수단과, 상기 입력 신호에 응답하여, 실질적으로 허용가능한 노이즈 스펙트럼에 따른 상기 대역 사이에서의 할당을 위한 노이즈 스펙트럼-의존 비트와 상기 대역의 크기에 따른 상기 대역 사이에서의 할당을 위한 신호 스펙트럼-의존 비트 사이의 총 유효 양자화 비트수를 분할하는 수단과, 상기 대역에 할당된 노이즈 스펙트럼-의존 비트와 상기 대역에 할당된 신호 스펙트럼-의존 비트를 합산하여 구해진 총 비트수를 사용하여 각 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화 하는 수단과, 상기 양자화된 스펙트럼 성분을 상기 압축 신호에 포함시키는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 26.

제25항에 있어서, 상기 압축 장치는 상기 양자화된 스펙트럼 계수, 블럭 유동 정보, 각 대역에서 스펙트럼 계수를 양자화 하는데 사용된 비트수를 나타내는 워드 길이 정보를 상기 압축 신호에 포함시키는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 27.

제25항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호는 평탄성을 갖는 스펙트럼을 가지며, 상기 분할 수단은 상기 디지탈 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성이 증가함에 따라 상기 노이즈 스펙트럼-의존 양자화 비트에 총 유효 양자화 비트수 이상을 분할하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 28.

제27항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호의 스펙트럼은 하나의 값을 갖는 복수의 스펙트럼 포인트를 포함하며, 상기 압축 장치는 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 인접한 스펙트럼 포인트의 값 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 29.

제27항에 있어서, 상기 압축 장치는, 각 대역에 대한 크기를 결정하는 수단과, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 상기 대역의 크기 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 30.

제27항에 있어서, 상기 압축 장치는, 각 대역에 블럭 유동을 인가하고, 각 대역에 대한 블럭 유동 계수를 산출하는 수단과, 상기 입력 신호의 스펙트럼의 평탄성을 나타내도록 인접한 대역의 블럭 유동 계수 사이의 차이를 산출하는 수단을 더 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 31.

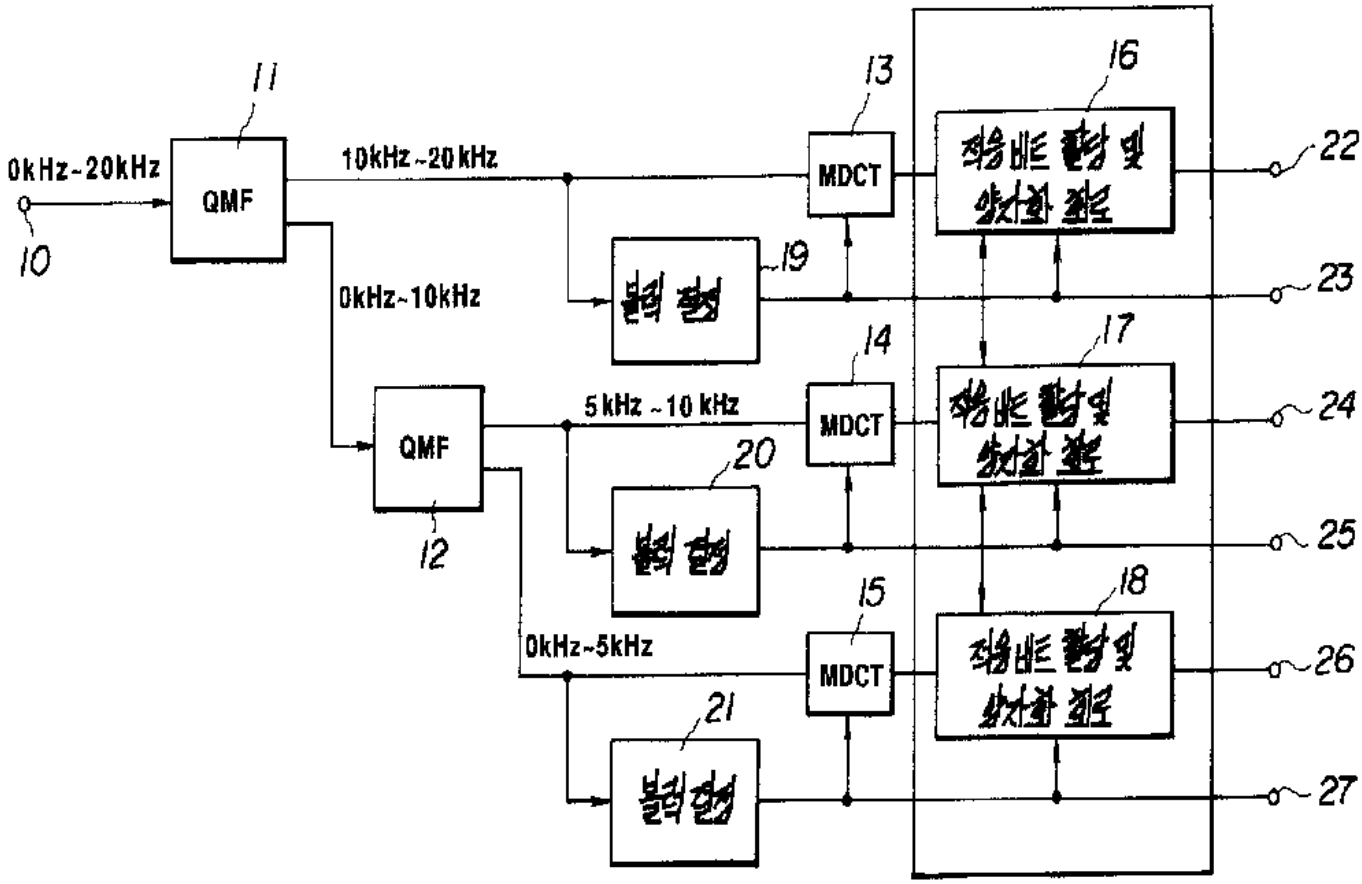
제25항에 있어서, 상기 압축 장치, 상기 입력 신호로부터 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 상기 입력 신호를 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호를 시간적으로 블럭으로 분할하고, 상기 스펙트럼 계수를 제공하도록 각 블럭의 상기 주파수 범위 신호를 주파수 분할하는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

청구항 32.

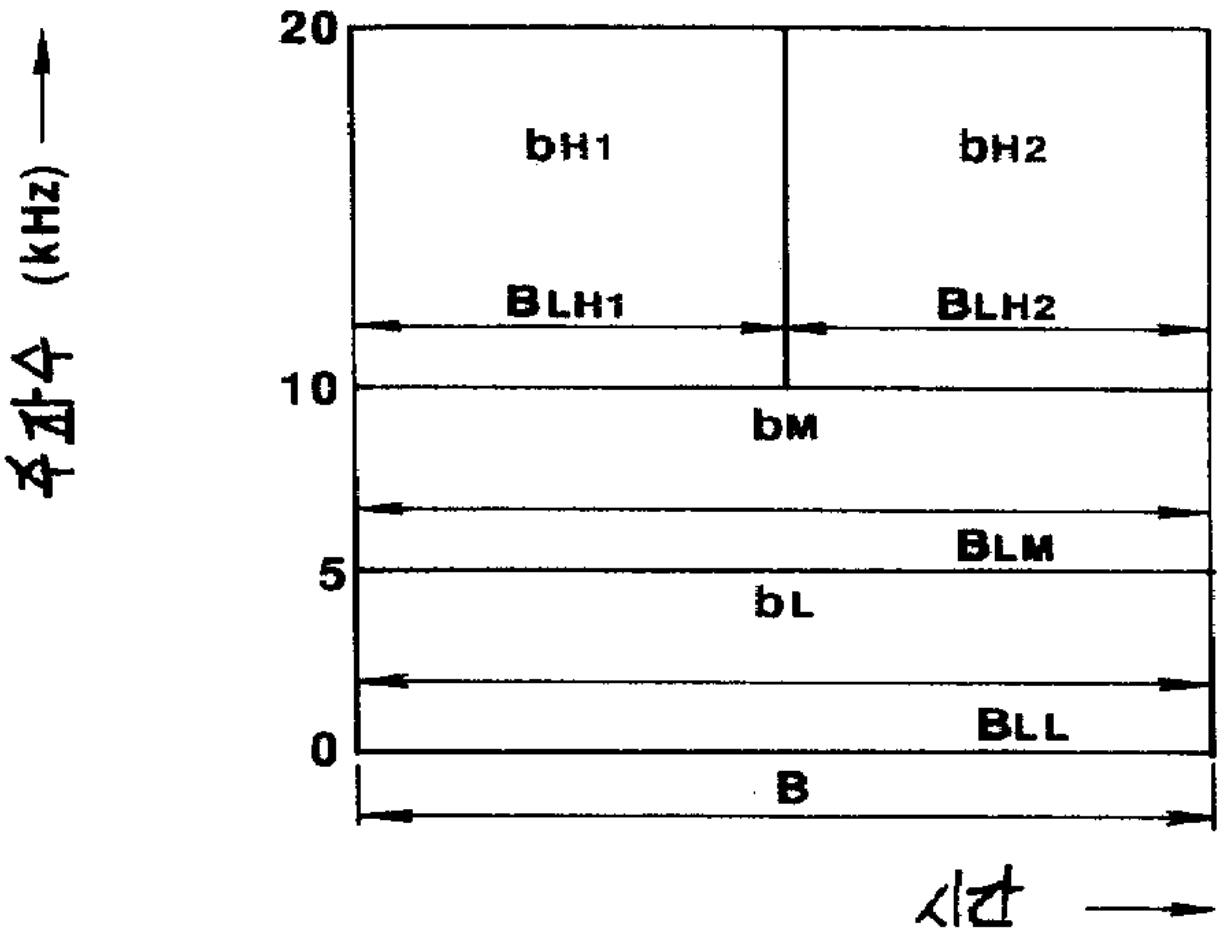
제25항에 있어서, 상기 압축 장치에서, 상기 입력 신호로부터 상기 스펙트럼 계수를 유도하는 수단은, 복수의 주파수 범위 신호를 제공하도록 상기 입력 신호를 시간적으로 분할하지 않고 주파수 분할하는 수단과, 각 주파수 범위 신호로부터 복수의 스펙트럼 계수를 제공하도록 각 주파수 범위 신호를 직교 변환하는 수단을 포함하는 압축 디지탈 신호 기록 매체.

도면

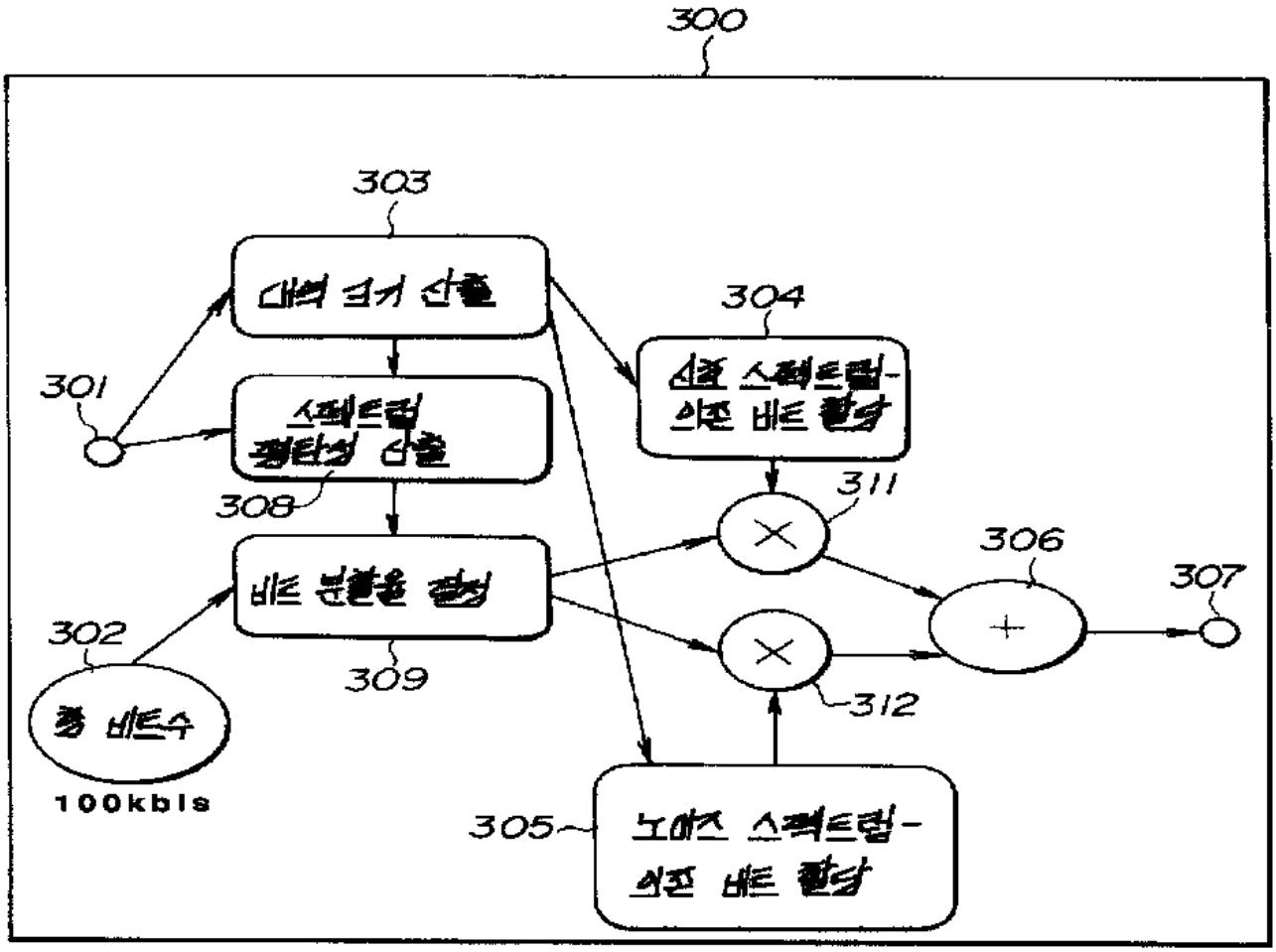
도면 1



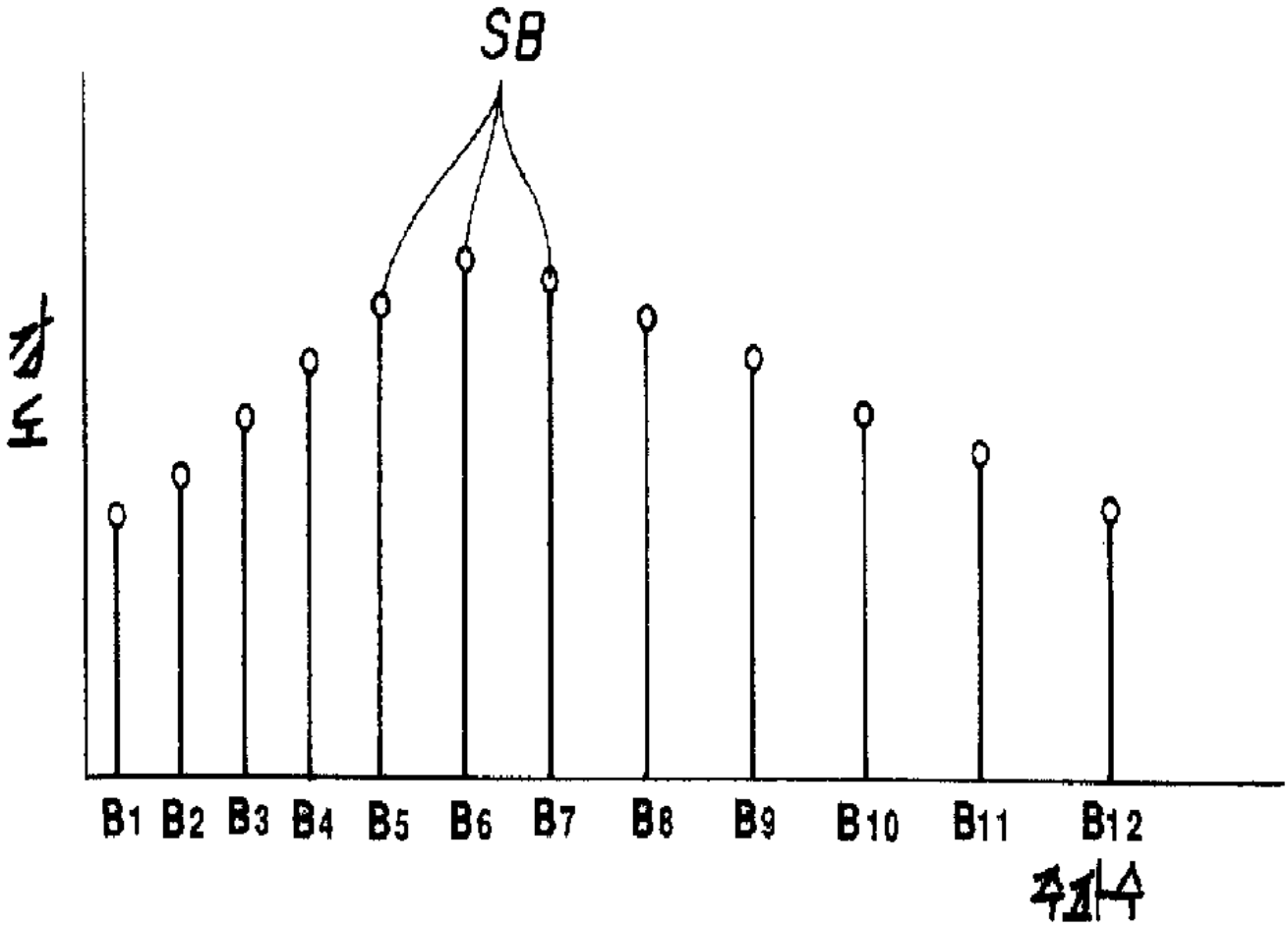
도면 2



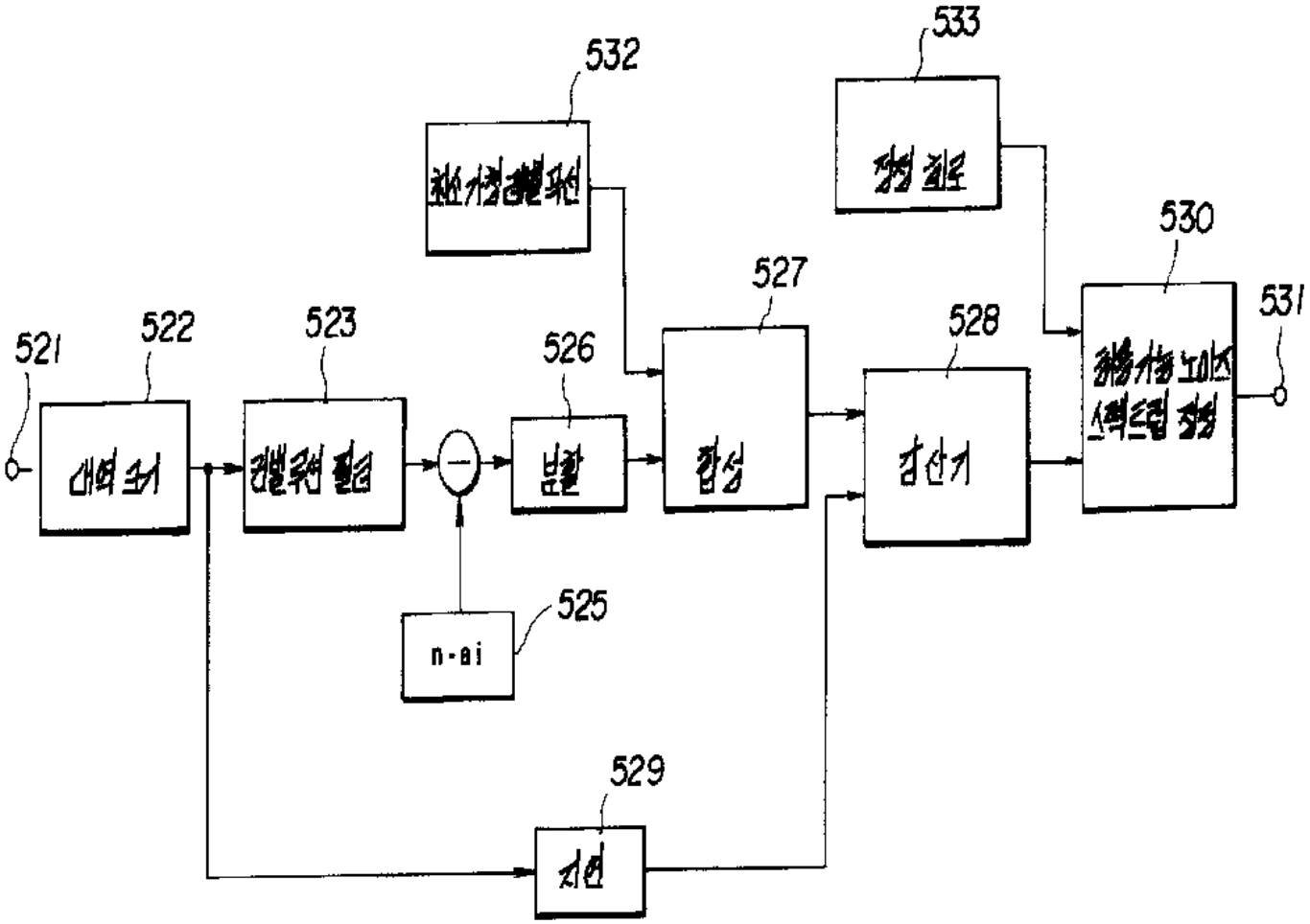
도면 3



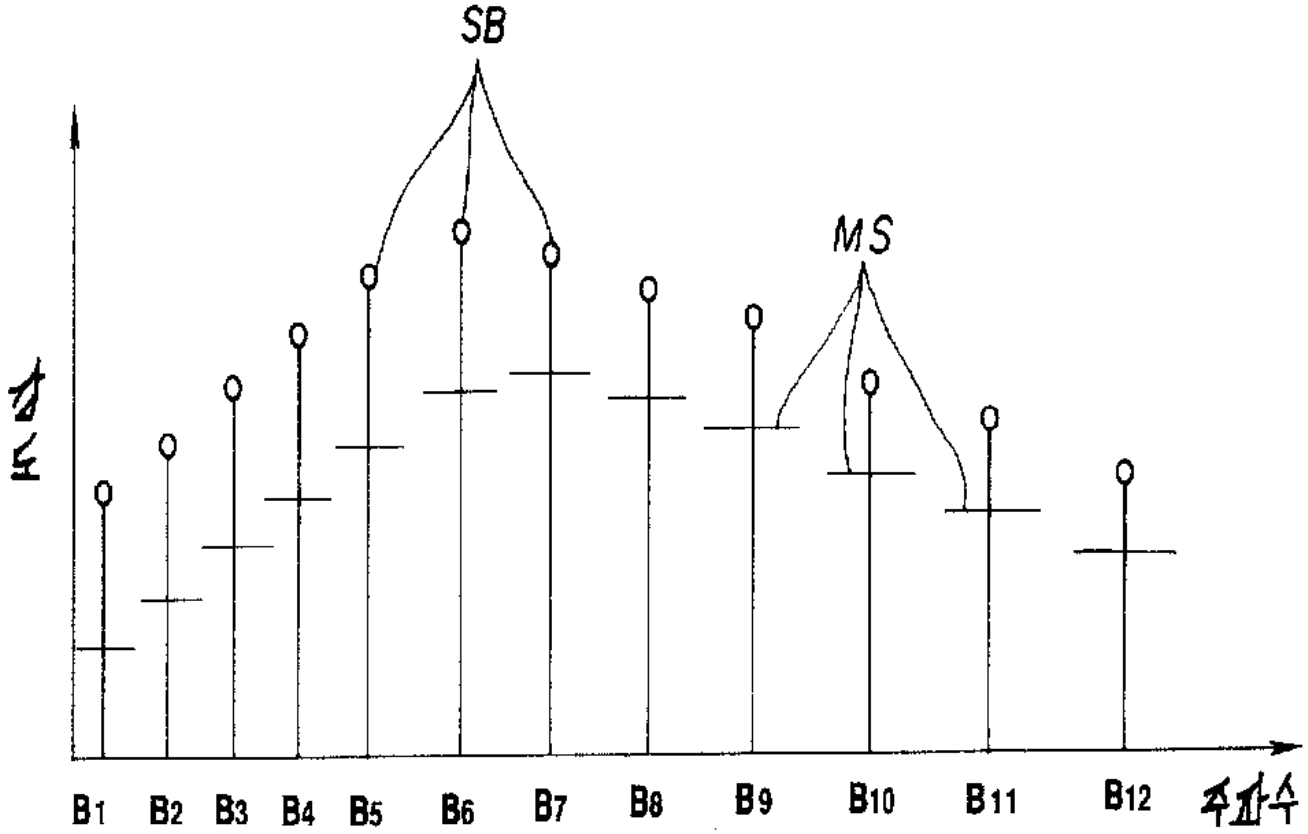
도면 4



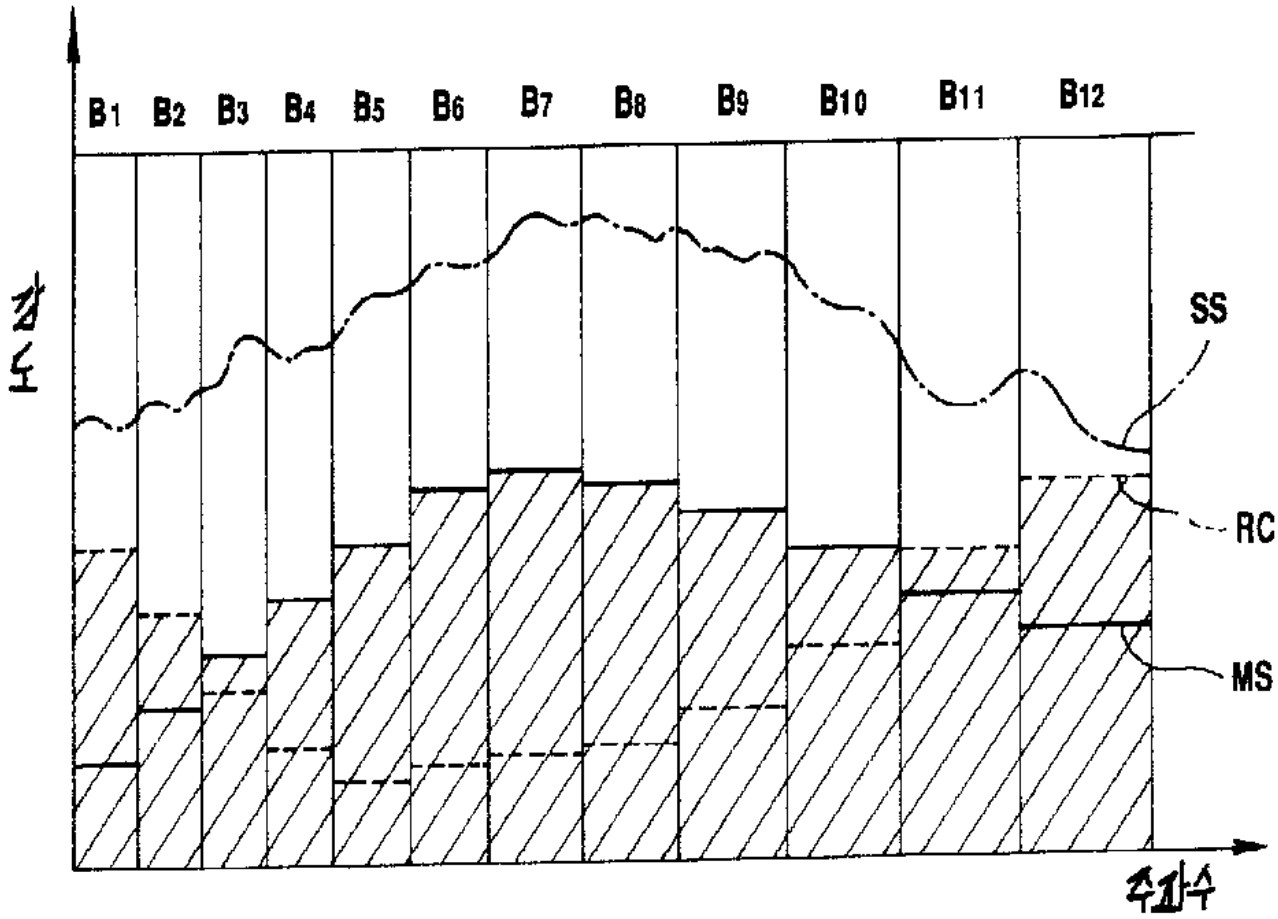
도면 5



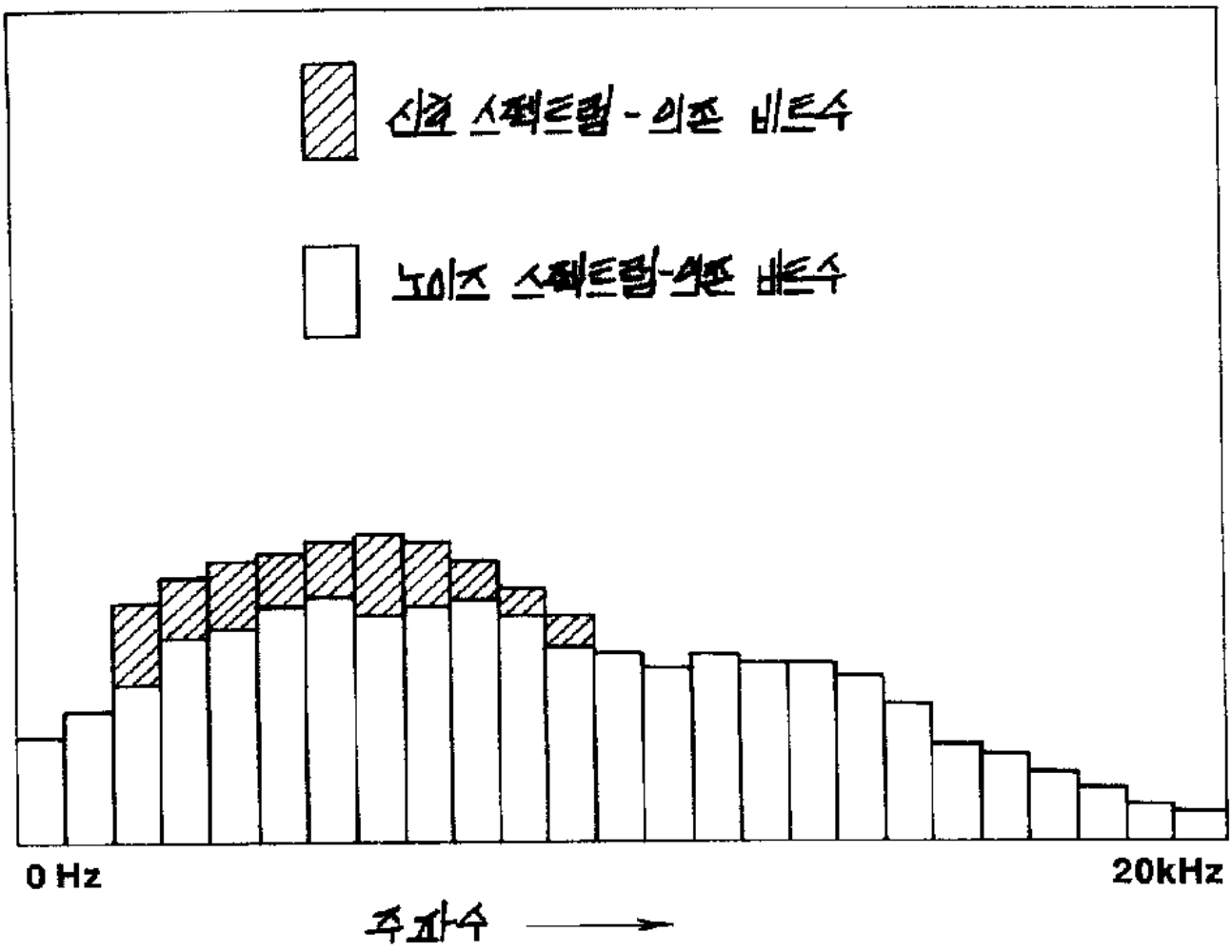
도면 6



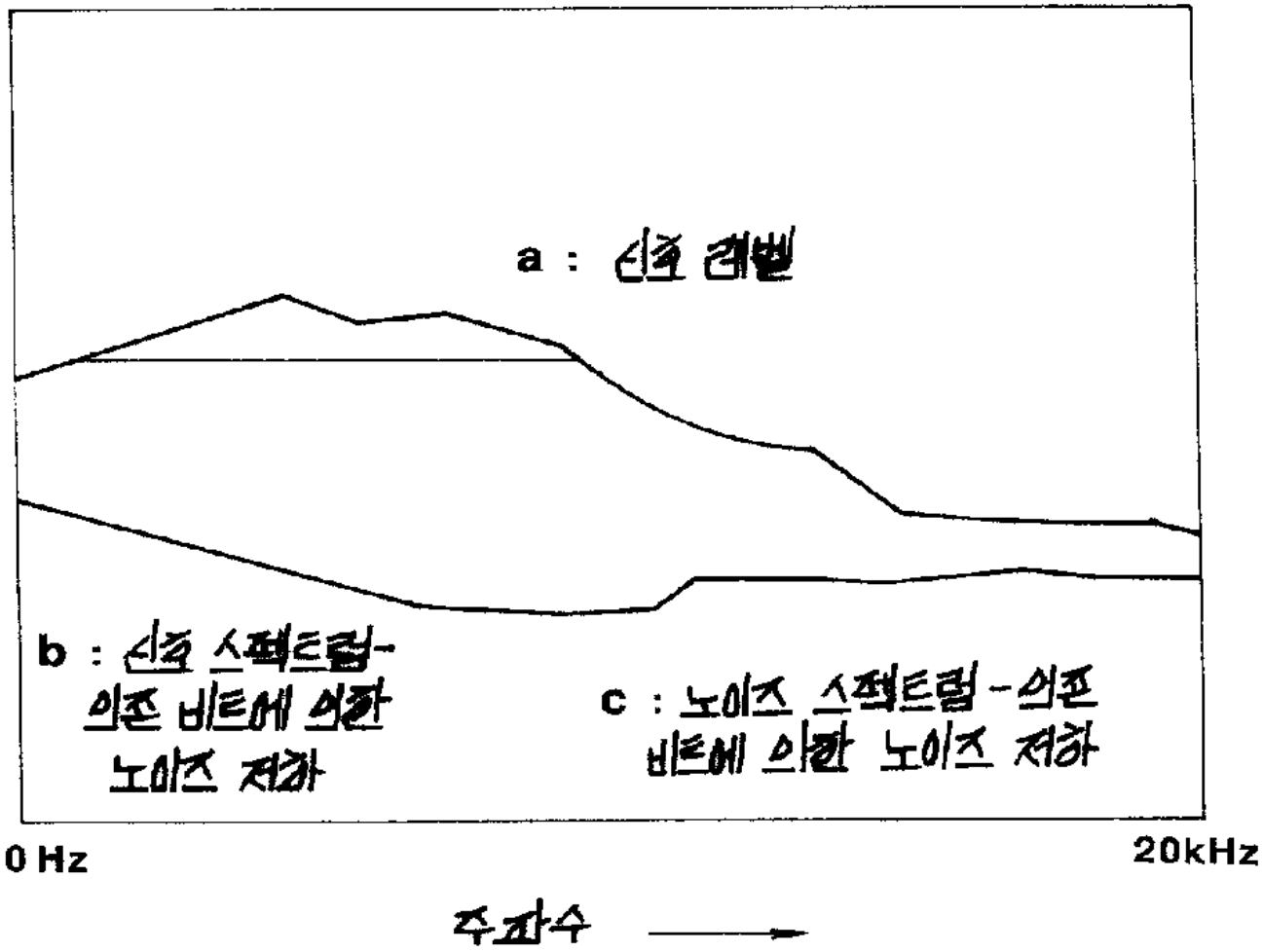
도면 7



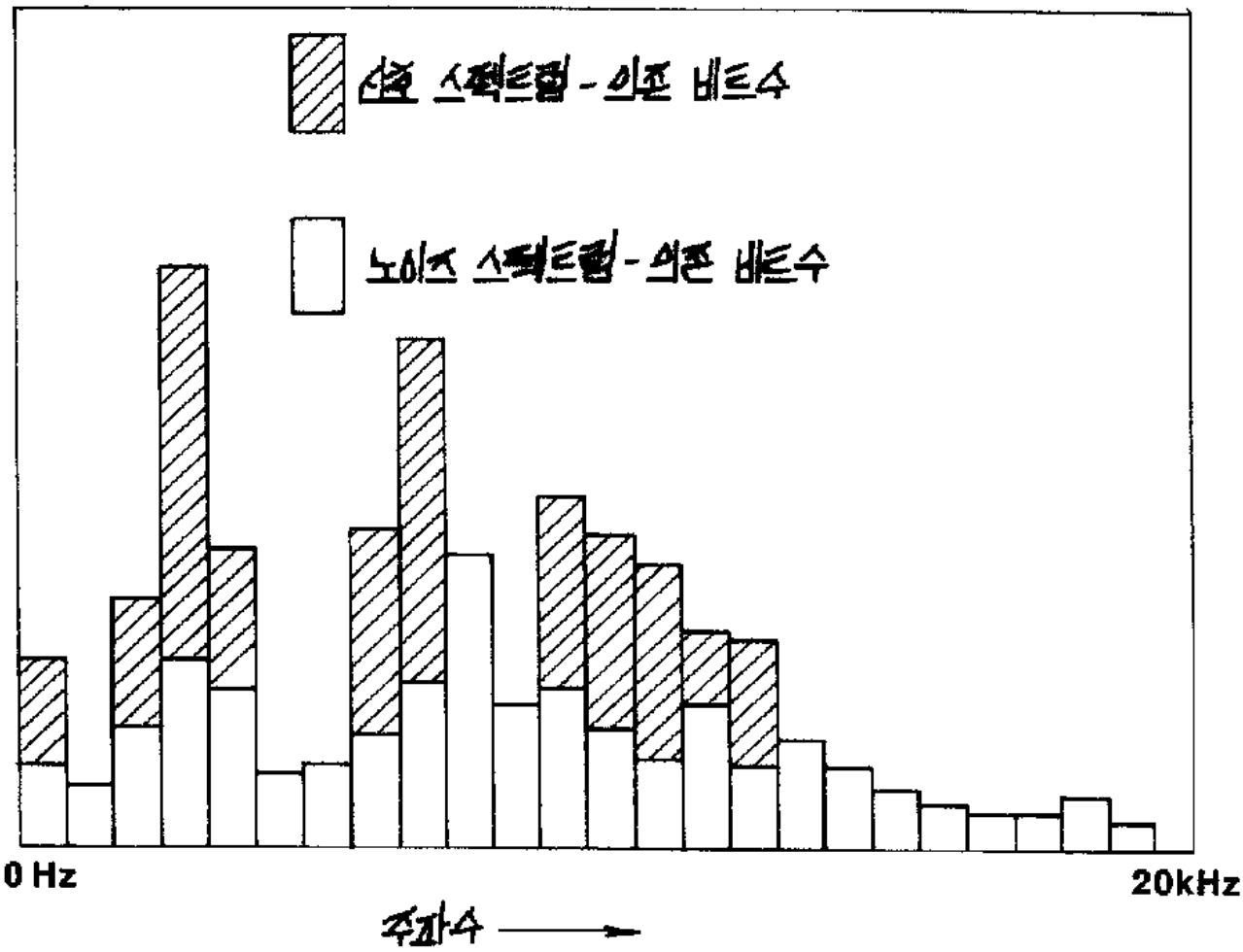
도면 8



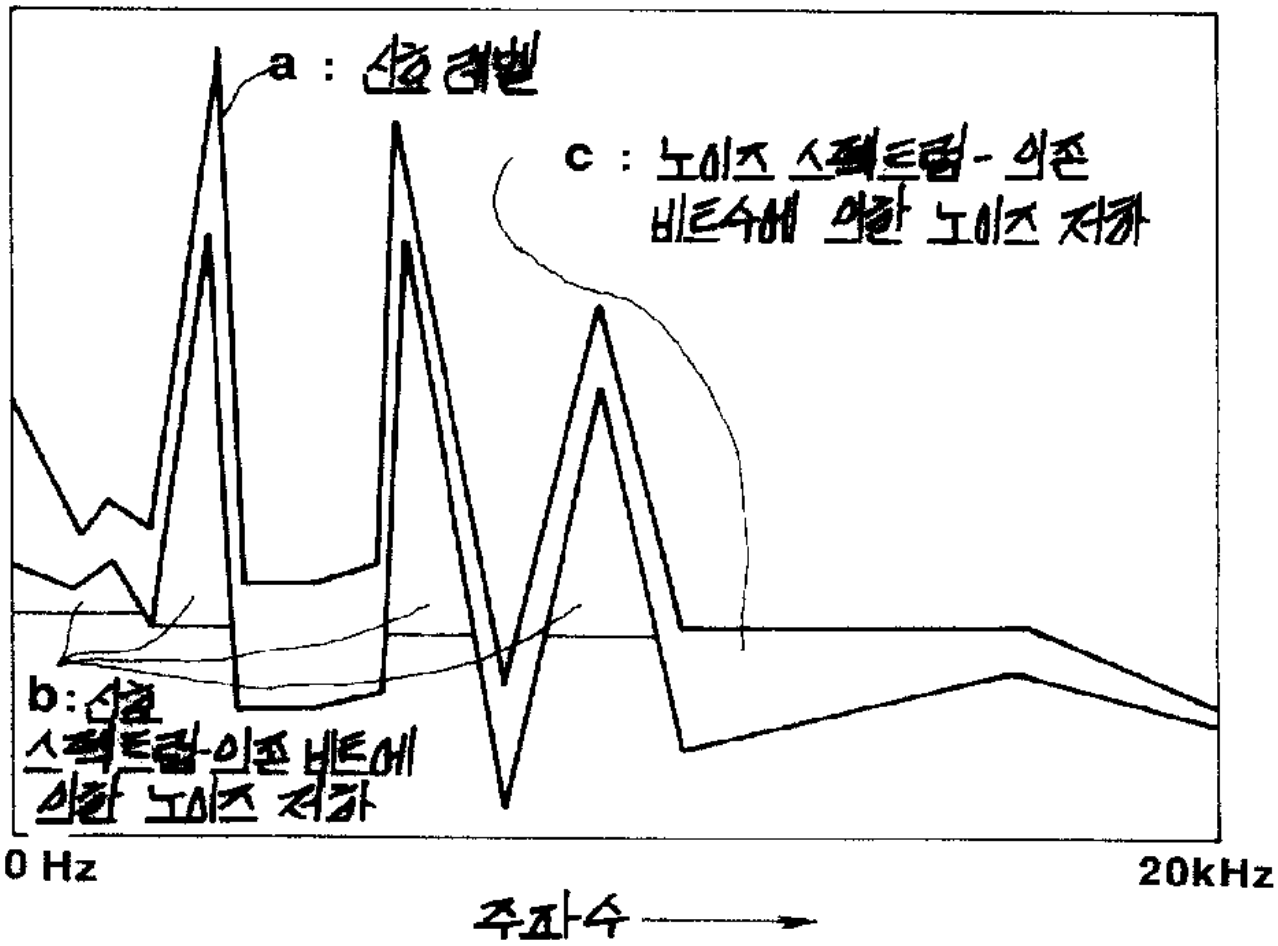
도면 9


a : 신호 레벨
b : 신호 스펙트럼-의존 비트에 의한 노이즈 저하
c : 노이즈 스펙트럼-의존 비트에 의한 노이즈 저하
0 Hz
20kHz
주파수

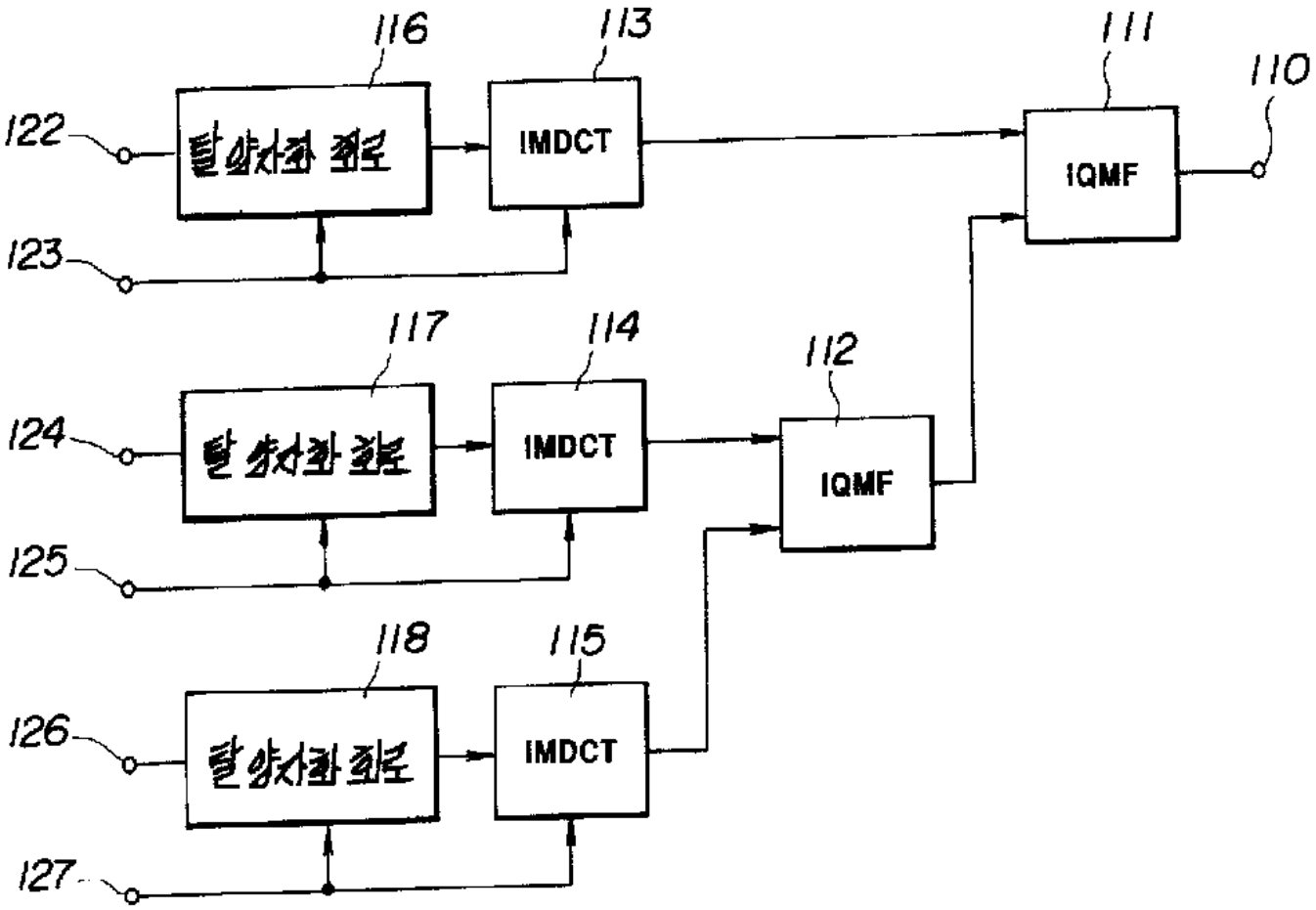
도면 10



도면 11


a : 신호 레벨
c : 노이즈 스펙트럼-의존 비트수에 의한 노이즈 저하
b : 신호 스펙트럼-의존 비트에 의한 노이즈 저하
0 Hz
20kHz
주파수

도면 12


116
113
111
110
122
IMDCT
IQMF
123
117
114
112
124
IMDCT
IQMF
125
118
115
126
IMDCT
127