(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년11월22일
(11) 등록번호 10-0778565
(24) 등록일자 2007년11월15일

(51) Int. Cl.
G10L 21/02 (2006.01) *G10L 15/20* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7007627(분할)
(22) 출원일자 2006년04월20일
심사청구일자 2006년06월19일
번역문제출일자 2006년04월20일
(65) 공개번호 10-2006-0053022
공개일자 2006년05월19일
(62) 원출원 특허 10-2003-7008850
원출원일자 2003년06월28일
심사청구일자 2003년06월28일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2001/011560
국제출원일자 2001년12월27일
(87) 국제공개번호 WO 2002/54387
국제공개일자 2002년07월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2000-00401578 2000년12월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP 12-347688 A
JP 63-500543 A
JP 3-266899 A
JP 10-254499 A
전체 청구항 수 : 총 22 항

(73) 특허권자
닛본 덴끼 가부시끼가이샤
일본국 도꾜도 미나도꾸 시바 5쪼메 7방 1고
(72) 발명자
가또, 마사노리
일본 도꾜도 미나도꾸 시바 5쪼메 7방 1고 닛본 덴끼가부시끼가이샤 내
스기야마, 아끼히꼬
일본 도꾜도 미나도꾸 시바 5쪼메 7방 1고 닛본 덴끼가부시끼가이샤 내
(74) 대리인
구영창, 장수길

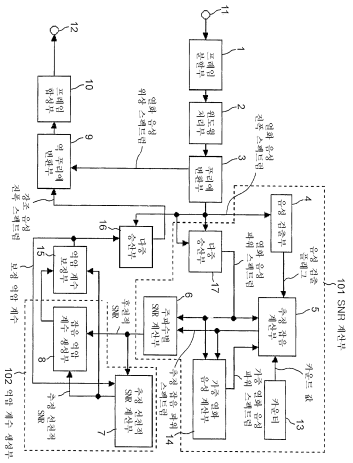
심사관 : 변성철

(54) 노이즈 제거 방법 및 장치

(57) 요 약

노이즈 제거 장치는, 입력 신호를 주파수 영역으로 변환하는 변환부와, 주파수 영역 신호를 이용하여 신호 대 잡음비(SNR)를 구하는 SNR 계산부와, SNR에 기초하여 억압 계수를 정하는 억압 계수 생성부와, 억압 계수를 보정하여 보정 억압 계수를 구하는 억압 계수 보정부와, 보정 억압 계수를 이용하여 주파수 영역 신호를 가중 부여하는 승산부와, 가중 부여된 주파수 영역 신호를 시간 영역의 신호로 변환하는 역변환부를 갖는다. 이 노이즈 제거 장치에서는, 열화 음성의 파워 스펙트럼과 추정된 잡음의 파워 스펙트럼으로부터, 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 계산하여 SNR를 구하도록 하는 것이 바람직하다.

대표도 - 도15



특허청구의 범위

청구항 1

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계와,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계와,

상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 신호 대 잡음비를 구하는 단계와,

상기 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 정하는 단계와,

상기 억압 계수를 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여함으로써 노이즈를 제거하는 단계

를 포함하고,

상기 추정 잡음을 구하는 단계는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 단계와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 단계와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계

를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 2

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계와,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계와,

상기 추정 잡음에 기초하여 상기 주파수 영역 신호로부터 노이즈를 제거하는 단계

를 포함하고,

상기 추정 잡음을 구하는 단계는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 단계와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 단계와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계

를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 가중을 구하는 단계는, 상기 주파수별 신호 대 잡음비로부터 비선형 함수에 의해 가중을 구하는 단계를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 단계를 포함하는 노이즈 제거 방법.

청구항 7

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 단계와,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계

를 포함하고,

상기 추정 잡음을 구하는 단계는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 단계와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 단계와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계

를 포함하는 노이즈 추정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 가중을 구하는 단계는, 상기 주파수별 신호 대 잡음비로부터 비선형 함수에 의해 가중을 구하는 단계를 포함하는 노이즈 추정 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 단계를 포함하는 노이즈 추정 방법.

청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 단계를 포함하는 노이즈 추정 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 단계를 포함하는 노이즈 추정 방법.

청구항 12

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 변환부와,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부와,

상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 신호 대 잡음비를 구하는 신호 대 잡음비 계산부와,

상기 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 구하는 억압 계수 생성부와,

상기 억압 계수를 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여함으로써 노이즈를 제거하는 승산부

를 포함하고,

상기 추정 잡음 계산부는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 주파수별 신호 대 잡음비 계산부와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 가중 계산부와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 가중 주파수 영역 신호 계산부와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부

를 포함하는 노이즈 제거 장치.

청구항 13

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 변환부와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부와,

상기 추정 잡음에 기초하여 상기 주파수 영역 신호로부터 노이즈를 제거하는 승산부

를 포함하고,

상기 추정 잡음 계산부는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 주파수별 신호 대 잡음비 계산부와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 가중 계산부와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 가중 주파수 영역 신호 계산부와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부

를 포함하는 노이즈 제거 장치.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 가중 계산부는, 상기 주파수별 신호 대 잡음비로부터 비선형 함수에 의해 가중을 구하는 비선형 처리부를 포함하는 노이즈 제거 장치.

청구항 15

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비 계산부는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 노이즈 제거 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비 계산부는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 노이즈 제거 장치.

청구항 17

제12항 또는 제13항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 이동 평균 계산부를 포함하는 노이즈 제거 장치.

청구항 18

입력 신호를 주파수 영역 신호로 변환하는 변환부와,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부

를 포함하고,

상기 추정 잡음 계산부는,

상기 주파수 영역 신호에 기초하여 주파수별 신호 대 잡음비를 구하는 주파수별 신호 대 잡음비 계산부와,

상기 주파수별 신호 대 잡음비가 높은 때에 낮게 되는 가중을 구하는 가중 계산부와,

상기 가중을 상기 주파수 영역 신호에 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 가중 주파수 영역 신호 계산부와,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부

를 포함하는 노이즈 추정 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 가중 계산부는, 상기 주파수별 신호 대 잡음비로부터 비선형 함수에 의해 가중을 구하는 비선형 처리부를 포함하는 노이즈 추정 장치.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서,

상기 주파수별 신호 대 잡음비 계산부는, 상기 주파수 영역 신호와 상기 추정 잡음에 기초하여 신호 대 잡음비를 구하는 노이즈 추정 장치.

청구항 21

제18항 또는 제19항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 이동 평균 계산부를 포함하는 노이즈 추정 장치.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 가중 주파수 영역 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부는, 상기 가중 주파수 영역 신호로부터 이동 평균에 의해 추정 잡음을 구하는 이동 평균 계산부를 포함하는 노이즈 추정 장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<55> 본 발명은, 원하는 음성 신호에 중첩되어 있는 노이즈를 소거하기 위한 노이즈 제거 방법 및 장치에 관한 것이다.

<56> 노이즈캔슬러는, 원하는 음성 신호에 중첩되어 있는 잡음을 소거하는 것으로서, 주파수 영역으로 변환한 입력 신호를 이용하여 노이즈 성분의 파워 스펙트럼을 추정하고, 이 추정 파워 스펙트럼을 입력 신호로부터 빼는 것에 의해, 원하는 음성 신호에 혼재하는 노이즈를 억압하도록 동작한다. 노이즈캔슬러는, 음성의 무음 구간을 검출하고 노이즈 성분의 파워스펙트럼을 갱신함으로써, 비정상적인 노이즈의 억압에도 적용할 수 있다.

<57> 노이즈캔슬러로서는, 예를 들면 IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, Vol.32, No.6, pp. 1109-1121, DEC, 1984(문헌1)에 기재되어 있는 것이 있다. 여기서는, 최소 평균 2승 오차 단시간 스펙트럼 진폭법으로서 알려진 기술이 이용되고 있다. 도 1은, 문헌1에 기재된 노이즈캔슬러의 구성을 도시하고 있다. 이하, 소망 음성 신호와 노이즈가 혼재하는 신호를 열화 음성 신호라고 부른다.

<58> 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러는, 입력 단자(11), 프레임 분할부(1), 윈도윙 처리부(2), 푸리에(Fourier) 변환부(3), 음성 검출부(4), 추정 잡음 계산부(51), 주파수별 SNR(신호 대 잡음비) 계산부(6), 추정 선천적 SNR 계산부(7), 잡음 억압 계수 생성부(8), 역푸리에 변환부(9), 프레임 합성부(10), 출력 단자(12), 카운터(13), 다중 승산부(16, 17)를 구비하고 있다. 이 노이즈캔슬러에 있어서, 입력 단자(11)에는, 열화 음성 신호가, 샘플치 계열로서 공급된다. 열화 음성 신호 샘플은, 프레임 분할부(1)에 공급되고, K/2 샘플마다의 프레임으로 분할된다. 여기서 K는 짝수로 한다. 프레임으로 분할된 열화 음성 신호 샘플은, 윈도윙 처리부(2)에 공급되어, 윈도우 함수 ω(t)와의 승산이 행하여진다. 제n 프레임의 입력 신호 $y_n(t)$(t= 0, 1, …, K/2-1)에 대한 ω(t)으로 윈도윙된 신호 $\bar{y}_n(t)$는, 다음 수학식 1로 주어진다.

수학식 1

<59> $$\bar{y}_n(t) = w(t)y_n(t)$$

<60> 또한, 노이즈캔슬러에 있어서, 연속하는 2 프레임의 일부를 중첩(오버랩)하여 윈도윙하는 것도 널리 행해지고 있다. 오버랩 길이로서 프레임 길이의 50%를 가정하면, 수학식 2, 수학식 3으로 주어지는 $\bar{y}_n(t)$(t=0, 1, …, K-1)가, 윈도윙 처리부(2)의 출력이 된다.

수학식 2

<61> $$\bar{y}_n(t) = w(t)y_{n-1}(t)$$

수학식 3

<62> $$\bar{y}_n(t+K/2) = w(t+K/2)y_n(t)$$

<63> 이하, 연속하는 2 프레임의 50%를 오버랩하여 윈도윙하는 경우를 예로 들어 설명을 계속한다. ω(t)로서는, 예를 들면 수학식 4에 나타내는 해닝(Hanning) 윈도우를 이용할 수 있다.

수학식 4

<64> $$w(t) = \begin{cases} 0.5 + 0.5\cos\left(\frac{\pi(k-K/2)}{K/2}\right), & 0 \le t < K \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

<65> 윈도윙된 출력 $\overline{y}_n(t)$은, 푸리에 변환부(3)에 공급되어, 열화 음성 스펙트럼 $Y_n(k)$로 변환된다. 열화 음성 스펙트럼 $Y_n(k)$은 위상과 진폭으로 분리되고, 열화 음성 위상 스펙트럼의 arg $Y_n(k)$는 역푸리에 변환부(9)에, 열화 음성 진폭 스펙트럼 $|Y_n(k)|$는 음성 검출부(4), 다중 승산부(16) 및 다중 승산부(17)에 공급된다.

<66> 음성 검출부(4)는, 열화 음성 진폭 스펙트럼 $|Y_n(k)|$에 기초하여 음성의 유무를 검출하고, 그 결과에 따라 정해지는 음성 검출 플래그를, 추정 잡음 계산부(51)에 전달한다. 다중 승산부(17)는, 공급된 열화 음성 진폭 스펙트럼 $|Y_n(k)|$을 이용하여 열화 음성 파워 스펙트럼을 계산하여, 추정 잡음 계산부(51)와 주파수별 SNR 계산부(6)에 전달한다.

<67> 추정 잡음 계산부(51)는, 음성 검출 플래그, 열화 음성 파워 스펙트럼, 및 카운터(13)로부터 공급되는 카운트값을 이용하여 잡음의 파워 스펙트럼을 추정하고, 추정 잡음 파워 스펙트럼으로서 주파수별 SNR 계산부(6)에 전달한다. 주파수별 SNR 계산부(6)는, 입력된 열화 음성 파워 스펙트럼과 추정 잡음 파워 스펙트럼을 이용하여 주파수별로 SNR를 계산하고, 후천적 SNR로서 추정 선천적 SNR 계산부(7)와 잡음 억압 계수 생성부(8)에 공급한다.

<68> 추정 선천적 SNR 계산부(7)는, 입력된 후천적 SNR, 및 잡음 억압 계수 생성부(8)로부터 공급된 억압 계수를 이용하여 선천적 SNR를 추정하고, 추정 선천적 SNR로서, 잡음 억압 계수 생성부(8)로 귀환시킨다.

<69> 잡음 억압 계수 생성부(8)는, 입력으로서 공급된 후천적 SNR와 추정 선천적 SNR를 이용하여 잡음 억압 계수를 생성하고, 억압 계수로서 추정 선천적 SNR 계산부(7)로 귀환시킴과 동시에 다중 승산부(16)에 전달한다.

<70> 다중 승산부(16)는, 푸리에 변환부(3)로부터 공급된 열화 음성 진폭 스펙트럼 $|Y_n(k)|$를, 잡음 억압 계수 생성부(8)로부터 공급된 억압 계수 $\overline{G}_n(k)$로 가중 부여함으로써 강조 음성 진폭 스펙트럼 $|\overline{X}_n(k)|$를 구하고, 역푸리에 변환부(9)에 전달한다. $|\overline{X}_n(k)|$는, 수학식 5로 주어진다.

수학식 5

<71> $$|\bar{X}_n(k)| = \bar{G}_n(k)|Y_n(k)|$$

<72> 역푸리에 변환부(9)는, 다중 승산부(16)로부터 공급된 강조 음성 진폭 스펙트럼 $|\overline{X}_n(k)|$와 푸리에 변환부(3)로부터 공급된 열화 위상 스펙트럼 arg $Y_n(k)$을 승산하여, 강조 음성 $\overline{X}_n(k)$을 구한다. 즉 역푸리에 변환부(9)는, 수학식 6을 실행한다.

수학식 6

$$\bar{X}_n(k) = |\bar{X}_n(k)| \arg Y_n(k)$$

<73>

<74> 그리고 역푸리에 변환부(9)는, 얻어진 강조 음성 $\overline{X}_n(k)$에 역푸리에 변환을 실시하고, 1 프레임이 K 샘플로 구성되는 시간 영역 샘플치 계열 $\overline{x}_n(t)$(t=0, 1, …, K-1)로 하고, 프레임 합성부(10)에 전달한다. 프레임 합성부(10)는, $\overline{x}_n(t)$의 인접하는 2 프레임으로부터 K/2 샘플씩을 추출하여 중첩시켜, 수학식 7에 의해서, 강조 음성 $\hat{x}_n(t)$를 얻는다. 얻어진 강조 음성 $\hat{x}_n(t)$(t=0, 1, …, K-1)가, 프레임 합성부(10)의 출력으로서, 출력 단자(12)에 전달된다.

수학식 7

$$\hat{x}_n(t) = \bar{x}_{n-1}(t + K/2) + \bar{x}_n(t)$$

<75>

<76> 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 음성 검출부(4)의 실현 방법에 대해서는, 문헌 1에는 상세하게는 개시되어 있지 않다. 그러나, 여기서 사용할 수 있는 음성 검출부의 예로서는, 「2000년 3월, 일본 음향 학회 강연 논문집, 321~322 페이지」(문헌2)이 알려져 있기 때문에, 이후, 문헌2에 기재된 것을 음성 검출부의 종래의 실현예로서 설명한다. 음성 검출부(4)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 임계값 기억부(401), 비교부(402), 승산기(404), 대수 계산부(405), 파워 계산부(406), 가중 가산부(407), 가중 기억부(408), 논리 부정 회로(409)를 갖는다.

<77> 음성 검출부(4)에 있어서, 푸리에 변환부(3)(도 1)로부터 공급된 열화 음성 진폭 스펙트럼은, 파워 계산부(406)에 공급된다. 파워 계산부(406)는, 열화 음성 진폭 스펙트럼의 파워 $|Y_n(k)|^2$의 k=0 부터 K-1에 대한 총합을 계산하여, 대수 계산부(405)에 전달한다. 대수 계산부(405)는, 입력된 열화 음성 스펙트럼 파워의 대수를 구하여, 승산기(404)에 전달한다. 승산기(404)는, 공급된 대수값을 상수배하여 열화 음성 파워 Q_n을 구하여, 비교부(402) 및 가중 가산부(407)에 공급한다. 즉, 제n 프레임의 열화 음성 파워 Q_n는, 다음식으로 주어진다.

수학식 8

$$Q_n = 10 \log_{10}\left(\sum_{k=0}^{K-1} |Y_n(k)|^2\right)$$

<78>

<79> 또, 문헌2에 개시된 음성 검출부는, 시간 영역 샘플인 $\overline{y}_n(t)$를 이용하여, 수학식 9에 따라서 Q_n을 구하고 있다.

수학식 9

$$Q_n = 10 \log_{10}\left(\sum_{t=0}^{K-1} \bar{y}_n^2(t)\right)$$

<80>

<81> 그러나, 예를 들면, 「1985년, 디지털 신호 처리의 이론, 코로나사, 75~76페이지」(문헌3)에 있는 바와 같이, 수학식 9와 수학식 8이 등가인 것은, 퍼시벌(Parseval)의 등식으로서 알려져 있다.

<82> 비교부(402)에는, 임계값 기억부(401)로부터, 임계값 TH_n이 공급되고 있다. 비교부(402)는, 승산기(404)의 출력과 임계값 TH_n을 비교하여, $TH_n > Q_n$일 때는 유음(有音)을 나타내는 "1"을, $TH_n \leq Q_n$ 일 때는 무음을 나타내는

"0"을, 음성 검출 플래그로서 출력한다. 비교부(402)의 출력은, 음성 검출부(4)의 출력인 음성 검출 플래그로서 외부에 공급됨과 동시에, 부정 연산 회로(409)에 공급된다. 부정 연산 회로(409)의 출력은, 가중 가산부 제어 신호(905)로서 가중 가산부(407)에 공급된다. 가중 가산부(407)에는, 또한, 임계값 기억부(401)로부터 임계값(902)과, 가중 기억부(408)로부터 가중(903)이 공급된다.

<83> 가중 가산부(407)는, 임계값 기억부(401)로부터 공급되는 임계값(902)을, 가중 가산부 제어 신호(905)에 기초하여 선택적으로 갱신하고, 갱신 임계값(904)으로서 임계값 기억부(401)에 귀환시킨다. 갱신 임계값 TH_n는, 임계값 TH_{n-1}과 열화 음성 파워(901)를, 가중 기억부(408)로부터 공급되는 가중(903)을 이용하여 가중 가산함으로써 구해진다. 갱신 임계값 TH_n의 계산은, 논리 부정 회로(409)의 출력인 가중 가산부 제어 신호(905)가 "1"과 같을 때만 행해진다. 즉, 무음일 때만, 임계값 TH_n이 갱신된다. 갱신에 의해서 얻어진 갱신 임계값(904)은, 임계값 기억부(401)에 귀환된다.

<84> 여기서 파워 계산부(406)는, 도 3에 도시한 바와 같이, 분리부(4061), K 개의 승산기(4062_0～4062_{K-1}), 가산기(4063)를 갖는다. 다중화된 상태에서 푸리에 변환부(3)(도 1)로부터 공급된 열화 음성 진폭 스펙트럼은, 분리부(4061)에 있어서 주파수별의 K 개의 샘플로 분리되어, 각각 승산기(4062_0～4062_{K-1})에 공급된다. 승산기(4062_0～4062_{K-1})는, 각각 입력된 신호를 2승하여, 가산기(4063)에 전달한다. 가산기(4063)는, 입력된 신호의 총합을 구하여 출력한다.

<85> 또한 가중 가산부(407)는, 도 4에 도시한 바와 같이, 승산기(4071, 4073), 상수 승산기(4075), 가산기(4072, 4074)를 갖는다. 가중 가산부(407)에는, 승산기(404)(도 2)로부터 열화 음성 파워(901)가, 임계값 기억부(401)(도 2)로부터 임계값(902)이, 가중 기억부(408)(도 2)로부터 가중(903)이, 논리 부정 회로(409)(도 2)로부터 가중 가산부 제어 신호(905)가, 각각 입력으로서 공급된다. 값 β을 갖는 가중(903)은, 상수 승산기(4075)와 승산기(4073)에 전달된다. 상수 승산기(4075)는, 입력 신호를 -1배 하여 얻어진 -β를, 가산기(4074)에 전달한다. 가산기(4074)의 또 한쪽의 입력으로서는 1이 공급되어 있고, 가산기(4074)의 출력은 양자의 합인 1-β가 된다. 이 합 1-β는, 승산기(4071)에 공급되고 또 한쪽의 입력인 열화 음성 파워 Q_n과 승산되어, 곱인 $(1-\beta)Q_n$이 가산기(4072)에 전달된다. 한편, 승산기(4073)에서는, 가중(903)으로서 공급된β과 임계값(902)이 승산되어, 곱인 βTH_{n-1}이 가산기(4072)에 전달된다. 가산기(4072)는, βTH_{n-1}과 $(1-\beta)Q_n$의 합을, 갱신 임계값(904)으로서, 출력한다. 갱신 임계값 TH_n의 계산은, 가중 가산부 제어 신호(905)가 "1"과 같을 때만 행해진다. 즉 가중 가산부(407)의 기능은, 무음일 때에 임계값 TH_{n-1}을 갱신하여 TH_n을 구하는 것이고, 다음식에 의해서 나타낼 수 있다. 다음식에 있어서, β는 가중(903)의 값이다.

수학식 10

<86>
$$TH_n = \begin{cases} TH_n, & TH_n \geq Q_n \\ \beta TH_{n-1} + (1-\beta)Q_n, & TH_n < Q_n \end{cases}$$

<87> 도 5는, 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 다중화 승산부(17)의 구성의 일례를 도시하고 있다. 다중화 승산부(17)는, K 개의 승산기(1701_0～1701_{K-1}), 분리부(1702, 1703), 다중화부(1704)를 갖는다. 다중화 승산부(17)에 있어서, 다중화된 상태에서 푸리에 변환부(3)(도 1)로부터 공급된 열화 음성 진폭 스펙트럼은, 분리부(1702, 1703)에 있어서 주파수별의 K 개의 샘플로 분리되어, 각각 승산기(1701_0～1701_{K-1})에 공급된다. 승산기(1701_0～1701_{K-1})는, 각각 입력된 신호를 2승하여, 다중화부(1704)에 전달한다. 다중화부(1704)는, 입력된 신호를 다중화하여, 열화 음성 파워 스펙트럼으로서 출력한다.

<88> 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부(51)는, 도 6에 도시한 바와 같이, 분리부(502), 다중화부(503), K 개의 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0～514_{K-1})를 갖는다. 추정 잡음 계산부(51)에 있어서, 음성 검출부(4)(도 1)로부터 공급된 음성 검출 플래그와 카운터(13)(도 1)로부터 공급된 카운트값은, 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0～514_{K-1})에 전달된다. 다중 승산부(17)(도 1)로부터 공급된 열화 음성 파워 스펙트럼은, 분리부(502)에 전달된다. 분리부(502)는, 다중화된 상태에서 공급된 열화 음성 파워 스펙트럼을 K 개의 주파수에 대응한 성분으로 분리하여, 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0～514_{K-1})에 각각 전달한다. 주파수별 추정 잡음

계산부(514_0~514_{K-1})는, 각각, 분리부(502)로부터 공급된 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하여 잡음 파워 스펙트럼을 계산하여, 다중화부(503)에 전달한다. 잡음 파워 스펙트럼의 계산은, 카운트값과 음성 검출 플래그의 값에 의해서 제어되어, 미리 정한 조건이 만족될 때에만, 실행된다. 다중화부(503)는, 공급된 K 개의 잡음 파워 스펙트럼치를 다중화하여, 추정 잡음 파워 스펙트럼으로서 출력한다.

<89> 도 7은, 추정 잡음 계산부(51)(도 6)에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0~514_{K-1})의 구성을 도시하고 있다. 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0~514_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 7에서는, 주파수별 추정 잡음 계산부(514)로서 도시되어 있다. 상술의 문헌2에 개시된 잡음 추정 방법은, 무음 구간에서 잡음 추정치를 갱신하는 것이고, 잡음 추정치로서 순회형 필터(recursive filter)에 의한 평균화를 실시한 추정 잡음의 순간값을 이용하고 있다. 한편, 별도의 잡음 추정 방법을 개시하는 IEEE TRANSACTIONS ON SPEECH AND AUDIO PROCESSING, Vol.6, No.3, pp.287-292, MAY, 1998(문헌4)에는, 추정 잡음의 순간값을 평균화하여 이용하고 있는 것으로 기술되어 있다. 이것은, 순회형 필터 대신에, 트랜스버설형 필터 즉 시프트 레지스터를 이용한 구성의 필터를 이용한 평균화의 실현을 시사하고 있다. 어느쪽의 실현예도 기능은 같기 때문에, 여기서는 문헌4에 개시된 방법에 대하여 설명한다.

<90> 주파수별 추정 잡음 계산부(514)는, 갱신 판정부(521), 레지스터 길이 기억부(5041), 스위치(5044), 시프트 레지스터(5045), 가산기(5046), 최소값 선택부(5047), 제산부(5048), 카운터(5049)를 갖는다. 스위치(5044)에는, 분리부(502)(도 6)로부터, 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼이 공급되고 있다. 스위치(5044)가 회로를 닫았을 때에, 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼은, 시프트 레지스터(5045)에 전달된다. 시프트 레지스터(5045)는, 갱신 판정부(521)로부터 공급되는 제어 신호에 따라서, 내부 레지스터의 기억치를 인접 레지스터로 시프트한다. 시프트 레지스터 길이는, 후술하는 레지스터 길이 기억부(5941)에 기억되어 있는 값과 같다. 시프트 레지스터(5045)의 전 레지스터 출력은, 가산기(5046)에 공급된다. 가산기(5046)는, 공급된 전 레지스터 출력을 가산하고, 가산 결과를 제산부(5048)에 전달한다.

<91> 한편, 갱신 판정부(521)에는, 카운터(13)로부터의 카운트값과 음성 검출 플래그가 공급되고 있다. 갱신 판정부(521)는, 카운트값이 미리 설정된 값에 도달할 때까지는 항상 "1"을, 도달한 후에는 음성 검출 플래그가 "0"일 때 즉 무음일 때에 "1"을, 그것 이외일 때에 "0"을 출력하여, 카운터(5049), 스위치(5044) 및 시프트 레지스터(5045)에 전달한다. 스위치(5044)는, 갱신 판정부(521)로부터 공급된 신호가 "1" 일 때에 회로를 닫고, "0" 일 때에 연다. 카운터(5049)는, 갱신 판정부(521)로부터 공급된 신호가 "1" 일 때에 카운트값을 증가시키고, "0" 일 때에는 변경하지 않는다. 시프트 레지스터(5045)는, 갱신 판정부(521)로부터 공급된 신호가 "1" 일 때에 스위치(5044)로부터 공급되는 신호 샘플을 1 샘플 취득함과 동시에, 내부 레지스터의 기억치를 인접 레지스터로 시프트한다.

<92> 최소값 선택부(5047)에는, 카운터(5049)의 출력과 레지스터 길이 기억부(5941)의 출력이 공급되어 있다. 최소값 선택부(5047)는, 공급된 카운트값과 레지스터 길이 중, 작은 쪽을 선택하여, 제산부(5048)에 전달한다. 제산부(5048)는, 가산기(5046)로부터 공급된 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼의 가산치를 카운트값 또는 레지스터 길이가 작은 쪽의 값으로 제산하여, 그 몫을 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼 $\lambda_n(k)$로서 출력한다. $B_n(k)$(n=0, 1, …, N-1)를 시프트 레지스터(5045)에 보존되어 있는 열화 음성 파워 스펙트럼의 샘플치로 하면, $\lambda_n(k)$은, 수학식 11로 주어진다.

수학식 11

<93>
$$\lambda_n(k) = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} B_n(k)$$

<94> 단, N은 카운트값과 레지스터 길이 중, 작은 쪽의 값이다. 카운트값은 제로로부터 시작되어 단조롭게 증가하기 때문에, 처음에는 카운트값으로 제산이 행하여지고, 후에는 레지스터 길이로 제산이 행하여지게 된다. 레지스터 길이로 제산이 행하여지는 것은, 시프트 레지스터에 저장된 값의 평균값을 구하는 것이 된다. 처음에는, 시프트 레지스터(5045)에 충분히 많은 값이 기억되어 있지 않기 때문에, 실제로 값이 기억되어 있는 레지스터의 수로 제산한다. 실제로 값이 기억되어 있는 레지스터의 수는, 카운트값이 레지스터 길이보다 작을 때는 카운트값과 같고, 카운트값이 레지스터 길이보다 커지면, 레지스터 길이와 같게 된다.

<95> 도 8은, 상술한 갱신 판정부(521)의 구성을 도시하고 있다. 갱신 판정부(521)는, 논리 부정 회로(5202), 비교

부(5203), 임계값 기억부(5204), 논리합 계산부(5211)를 갖는다. 갱신 판정부(521)에 있어서, 카운터(13)(도 1)로부터 공급되는 카운트값은, 비교부(5203)에 전달된다. 임계값 기억부(5204)의 출력인 임계값도, 비교부(5203)에 전달된다. 비교부(5203)는, 공급된 카운트값과 임계값을 비교하여, 카운트값이 임계값보다 작을 때에 "1"을, 카운트값이 임계값보다 클 때에 "0"을, 논리합 계산부(5211)에 전달한다. 한편, 공급된 음성 검출 플래그는 논리 부정 회로(5202)에 전달된다. 논리 부정 회로(5202)는, 입력된 신호의 논리 부정치를 구하여, 논리합 계산부(5211)에 전달한다. 즉 논리 부정 회로(5202)는, 음성 검출 플래그가 "1"인 유음부에서는 "0"을, 음성 검출 플래그가 "0" 인 무음부에서는 "1"을, 논리합 계산부(5211)에 전달하게 된다. 그 결과, 논리합 계산부(5211)의 출력은, 음성 검출 플래그가 "0"인 무음부일 때, 또는 카운트값이 임계값보다 작을 때에 "1"이 되고, 도 7의 스위치를 닫고, 카운터(5049)를 카운트 업시킨다.

<96> 도 9는, 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 주파수별 SNR 계산부(6)의 구성의 일례를 도시하고 있다. 주파수별 SNR 계산부(6)는, K 개의 제산부(601_0~601_{K-1}), 분리부(602, 603), 다중화부(604)를 갖는다. 주파수별 SNR 계산부(6)에 있어서, 다중 승산부(17)(도 1)로부터 공급되는 열화 음성 파워스펙트럼은, 분리부(602)에 전달된다. 추정 잡음 계산부(51)(도 1)로부터 공급되는 추정 잡음 파워 스펙트럼은, 분리부(603)에 전달된다. 열화 음성 파워 스펙트럼은 분리부(602)에서, 추정 잡음 파워 스펙트럼은 분리부(603)에서, 각각 주파수 성분에 대응한 K 개의 샘플로 분리되어, 각각 제산부(601_0~601_{K-1})에 공급된다. 제산부(601_0~601_{K-1})는, 수학식 12에 따라서, 공급된 열화 음성 파워 스펙트럼을 추정 잡음 파워 스펙트럼으로 제산하여 주파수별 SNR $\gamma_n(k)$을 구하여, 다중화부(604)에 전달한다.

수학식 12

$$\gamma_n(k) = \frac{|Y_n(k)|^2}{\lambda_n(k)}$$

<97>

<98> 여기서, $\lambda_n(k)$는 추정 잡음 파워 스펙트럼이다. 다중화부(604)는, 전달된 K 개의 주파수별 SNR를 다중화하여, 후천적 SNR로서 출력한다.

<99> 한편, 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 선천적 SNR 계산부(7)는, 도 10에 도시한 바와 같이, 다중 치역 한정 처리부(701), 후천적 SNR 기억부(702), 억압 계수 기억부(703), 다중 승산부(704, 705), 가중 기억부(706), 다중 가중 가산부(707), 가산기(708)를 갖는다.

<100> 추정 선천적 SNR 계산부(7)에 있어서, 주파수별 SNR 계산부(6)(도 1)로부터 공급되는 후천적 SNR $\gamma_n(k)$(k=0, 1, …, K-1)는, 후천적 SNR 기억부(702)와 가산기(708)에 전달된다. 후천적 SNR 기억부(702)는, 제 n 프레임에 있어서의 후천적 SNR $\gamma_n(k)$을 기억함과 함께, 제n-1 프레임에 있어서의 후천적 SNR $\gamma_{n-1}(k)$(작을 다중 승산부(705)에 전달한다. 잡음 억압 계수 생성부(8)(도 1)로부터 공급되는 억압 계수 $\overline{G}_n(k)$, (k=0, 1, …, K-1}은, 억압 계수 기억부(703)에 전달된다. 억압 계수 기억부(703)는, 제n 프레임에 있어서의 억압 계수 $\overline{G}_n(k)$를 기억함과 함께, 제n-1 프레임에 있어서의 억압 계수 $\overline{G}_{n-1}(k)$을 다중 승산부(704)에 전달한다. 다중 승산부(704)는, 공급된 억압 계수 $\overline{G}_{n-1}(k)$을 2승하여 $\overline{G}^2_{n-1}(k)$를 구하여, 다중 승산부(705)에 전달한다. 다중 승산부(705)는, $\overline{G}^2_{n-1}(k)$과 $\gamma_{n-1}(k)$을 k=0, 1, …, K-1에 대하여 승산하여 $\overline{G}^2_{n-1}(k)\gamma_{n-1}(k)$를 구하여, 과거의 추정 SNR(922)으로서 그 승산 결과를 다중 가중 가산부(707)에 전달한다. 다중 승산부(704, 705)의 구성은, 이미 도 5를 이용하여 설명한 다중 승산부(17)와 동일하기 때문에, 여기서는 그 설명은 반복하지 않는다.

<101> 가산기(708)의 다른 쪽의 단자에는 -1이 공급되어 있고, 가산 결과 $\gamma_n(k)$-1가 다중 치역 한정 처리부(701)에 전달된다. 다중 치역 한정 처리부(701)는, 가산기(708)로부터 공급된 가산 결과 $\gamma_n(k)$-1에 치역 한정 연산자

P[·]에 의한 연산을 실시하여, 결과인 P[$\gamma_n(k)-1$]을 순간 추정 SNR(921)으로서 다중 가중 가산부(707)에 전달한다. 단, P[x]는 수학식 13으로 정해진다.

수학식 13

$$P[x] = \begin{cases} x, & x > 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

<102>

<103> 다중 가중 가산부(707)에는, 또한, 가중 기억부(706)로부터 가중(923)이 공급되어 있다. 다중 가중 가산부(707)는, 이들의 공급된 순간 추정 SNR(921), 과거의 추정 SNR(922), 가중(923)을 이용하여 추정 선천적 SNR(924)을 구한다. 가중(923)을 α로 하면, $\hat{\xi}_n(k)$을 추정 선천적 SNR로 하면, $\hat{\xi}_n(k)$은, 수학식 14에 의해서 계산된다.

수학식 14

<104> $$\hat{\xi}_n(k) = \alpha\gamma_{n-1}(k)\bar{G}^2_{n-1}(k) + (1-\alpha)P[\gamma_n(k) - 1]$$

<105> 여기서, $\bar{G}^2_{-1}(k)\gamma_{-1}(k) = 1$ 로 한다.

<106> 상술한 다중 치역 한정 처리부(701)는, 도 11에 도시한 바와 같이, 상수 기억부(7011), K 개의 최대값 선택부(7012_0~7012_{K-1}), 분리부(7013), 다중화부(7014)를 갖는다. 다중 치역 한정 처리부(701)에서, 분리부(7013)에는, 가산기(708)(도 10)로부터 $\gamma_n(k)-1$이 공급된다. 분리부(7013)는, 공급된 $\gamma_n(k)-1$을 K 개의 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 최대값 선택부(7012_0~7012_{K-1})에 공급한다. 각 최대값 선택부(7012_0~7012_{K-1})의 다른 쪽의 입력에는, 상수 기억부(7011)로부터 제로가 공급되어 있다. 최대값 선택부(7012_0~7012_{K-1})는, 각각, $\gamma_n(k)-1$을 제로와 비교하여, 큰 쪽의 값을 다중화부(7014)로 전달한다. 이 최대값 선택 연산은, 수학식 13을 실행하는 것에 상당한다. 다중화부(7014)는, 이들의 값을 다중화하여 출력한다.

<107> 다중 가중 가산부(7071)는, 도 12에 도시한 바와 같이, K 개의 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1}), 분리부(7072, 7074), 다중화부(7075)를 갖는다. 다중 가중 가산부(7071)에 있어서, 분리부(7072)에는, 다중 치역 한정 처리부(701)(도 10)로부터, P[$\gamma_n(k)-1$]가 순간 추정 SNR(921)으로서 공급된다. 분리부(7072)는, P[$\gamma_n(k)-1$]을 K 개의 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 주파수별 순간 추정 SNR(921_0~921_{K-1})으로서 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1})에 전달한다. 분리부(7074)에는, 다중 승산부(705)(도 10)로부터, $\overline{G}^2{}_{n-1}(k)\gamma_{n-1}(k)$이 과거의 추정 SNR(922)으로서 공급된다. 분리부(7074)는, $\overline{G}^2{}_{n-1}(k)\gamma_{n-1}(k)$을 K 개의 주파수별 성분으로 분리하고, 각각 과거의 주파수별 추정 SNR(922_0~922_{K-1})으로서, 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1})에 전달한다. 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1})에는, 가중(923)도 공급된다. 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1})는, 각각 수학식 14에 의해서 나타내어지는 가중 가산을 실행하여, 그 결과를 주파수별 추정 선천적 SNR(924_0~924_{K-1})으로서 다중화부(7075)에 전달한다. 다중화부(7075)는, 주파수별 추정 선천적 SNR(924_0~924_{K-1})을 다중화하여, 추정 선천적 SNR(924)으로서 출력한다. 각 가중 가산부(7071_0~7071_{K-1})의 동작과 구성은, 이미 도 4를 이용하여 설명한 가중 가산부(407)와 동일하기 때문에, 그 상세한 설명은 반복하지 않는다. 단, 가중 가산의 계산은 항상 행해진다.

<108> 도 13은, 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 잡음 억압 계수 생성부(8)의 구성의 일례를 도시하고 있다. 잡음 억압 계수 생성부(8)는, K 개의 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1}), 분리부(802, 803), 다중화부(804)를 갖는다. 잡음 억압 계수 생성부(8)에 있어서, 분리부(802)에는, 주파수별 SNR 계산부(6)(도 1)로부터 후천적 SNR가 공급된다. 분리부(802)는, 공급된 후천적 SNR를 K 개의 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1})에 전달한다. 분리부(803)에는, 추정 선천적 SNR 계산부(7)(도 1)로부터 추정 선천적 SNR가 공급

된다. 분리부(803)는, 공급된 추정 선천적 SNR를 K 개의 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1})에 전달한다. 각 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1})는, 공급된 후천적 SNR와 추정 선천적 SNR에 대응한 억압 계수를 검색하여, 검색 결과를 다중화부(804)에 전달한다. 다중화부(804)는, 공급된 억압 계수를 다중화하여 출력한다.

<109> 도 14는, 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1})의 구성의 일례를 도시하고 있다. 억압 계수 검색부(801_0~801_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 14에서는, 억압 계수 검색부(801)로서 도시되어 있다. 억압 계수 검색부(801)는, 억압 계수 테이블(8011), 어드레스 변환부(8012, 8013)를 갖는다. 억압 계수 검색부(801)에 있어서, 어드레스 변환부(8012)에는, 분리부(802)(도 13)로부터, 주파수별 후천적 SNR가 공급된다. 어드레스 변환부(8012)는, 공급된 주파수별 후천적 SNR를 대응한 어드레스로 변환하여, 억압 계수 테이블(8011)에 전달한다. 어드레스 변환부(8013)에는, 분리부(803)(도 13)로부터, 주파수별 추정 선천적 SNR가 공급된다. 어드레스 변환부(8013)는, 공급된 주파수별 추정 선천적 SNR를 대응한 어드레스로 변환하여, 억압 계수 테이블(8011)에 전달한다. 억압 계수 테이블(8011)은, 어드레스 변환부(8012)와 어드레스 변환부(8013)로부터 공급된 어드레스에 대응한 영역에 저장되어 있는 억압 계수를, 주파수별 억압 계수로서 출력한다.

<110> 이상, 종래의 노이즈캔슬러에 대하여 설명하였다. 상술한 종래의 노이즈캔슬러에서는, 잡음의 파워 스펙트럼을, 음성 검출부의 출력에 기초하여, 무음 구간에서 갱신하고 있었다. 이 때문에, 음성 검출부의 검출 결과가 잘못되면, 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정할 수 없었다. 유음 구간이 길게 계속된 경우에도, 무음 구간이 존재하지 않기 때문에 잡음의 파워 스펙트럼을 갱신할 수 없고, 비정상 잡음에 대한 파워 스펙트럼 추정 정밀도가 열화하는 것을 피할 수 없었다. 이 때문에, 종래의 노이즈캔슬러에서는, 강조 음성에 잡음이나 왜곡이 잔류한다는 문제가 있었다.

<111> 또한, 종래의 노이즈를 캔슬하는 방법에서는, 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하여, 잡음의 파워 스펙트럼을 추정하고 있었다. 이 때문에, 종래의 방법에서는, 열화 음성에 포함되는 음성 파워 스펙트럼의 영향을 받아, 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정할 수 없고, 강조 음성에 잡음이 잔류하거나, 왜곡이 발생하거나 한다는 문제가 있었다. 또한, 종래의 방법에서는, 모든 SNR에 대하여 동일한 계산 방법으로 구한 억압 계수를 이용하여 잡음 억압을 행하고 있었기 때문, 충분히 높은 강조 음성의 음질을 달성할 수 없다고 하는 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<112> 본 발명의 목적은, 음성 검출부의 성능에 좌우되지 않고서, 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정함으로써, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 방법을 제공하는 것이다.

<113> 본 발명의 다른 목적은, 음성 검출부의 성능에 좌우되지 않고서, 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정함으로써, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 장치를 제공하는 것이다.

<114> 본 발명의 다른 목적은, 유음 구간에 있어서도 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정함으로써, 비정상적인 잡음에 대하여 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 방법을 제공하는 것이다.

<115> 본 발명의 또 다른 목적은, 유음 구간에 있어서도 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정함으로써, 비정상적인 잡음에 대하여 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 장치를 제공하는 것이다.

<116> 본 발명의 또 다른 목적은, 모든 SNR의 값에 대하여 최적의 억압 계수를 이용함으로써, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 방법을 제공하는 것이다.

<117> 본 발명의 또 다른 목적은, 모든 SNR의 값에 대하여 최적의 억압 계수를 이용함으로써, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있는 노이즈 제거 장치를 제공하는 것이다.

<118> 본 발명의 제1 양상에 따르면, 입력 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 주파수 영역 신호를 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 단계와, 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 정하는 단계와, 억압 계수를 보정하여 보정 억압 계수를 얻는 단계와, 보정 억압 계수를 이용하여 주파수 영역 신호를 가중 부여하는 단계와, 가중 부여된 주파수 영역 신호를 시간 영역의 신호로 변환함으로써 노이즈를 제거한 출력 신호를 얻는 단계를 갖는 노이즈 제거 방법이 제공된다.

<119> 본 발명의 제2 양상에 따르면, 입력 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 주파수 영역 신호를 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 신호 대 잡음비 계산부와, 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 정하는 억압 계수 생성부와, 억압 계수를 보정하여 보정 억압 계수를 구하는 억압 계수 보정부와, 보정 억압 계수를 이용하여 주

파수 영역 신호를 가중 부여하는 승산부와, 가중 부여된 주파수 영역 신호를 시간 영역의 신호로 변환하는 역변환부를 갖는 노이즈 제거 장치가 제공된다.

<120> 즉, 이들 노이즈 제거 방법 및 장치에서는, 신호 대 잡음비(SNR)의 값에 따라서 보정된 억압 계수를 이용하여 잡음 억압을 행하고 있다. 구체적으로는, SNR의 값과 억압 계수를 받아, 보정된 억압 계수를 계산하기 위한 억압 계수 보정부를 노이즈 제거 장치에 설치하도록 한다. SNR의 값에 따라서 보정된 억압 계수를 이용하여 잡음 억압을 행함으로써, 본 발명에 따르면, 모든 SNR의 값에 대하여 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있게 된다.

<121> 본 발명의 제3 양상에 따르면, 입력 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 주파수 영역 신호를 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 단계와, 가중 주파수 영역 신호를 이용하여 잡음을 추정하는 단계와, 추정된 잡음과 주파수 영역 신호를 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 단계와, 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 정하는 단계와, 억압 계수를 이용하여 주파수 영역 신호를 가중 부여하는 단계와, 가중 부여된 주파수 영역 신호를 시간 영역의 신호로 변환함으로써 노이즈를 제거한 출력 신호를 얻는 단계를 갖는 노이즈 제거 방법이 제공된다.

<122> 본 발명의 제4 양상에 따르면, 입력 신호를 주파수 영역으로 변환하고, 주파수 영역 신호를 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 신호 대 잡음비 계산부와, 신호 대 잡음비에 기초하여 억압 계수를 정하는 억압 계수 생성부와, 억압 계수를 이용하여 주파수 영역 신호를 가중 부여하는 승산부와, 가중 부여된 주파수 영역 신호를 시간 영역의 신호로 변환하는 역변환부를 적어도 갖고, 신호 대 잡음비 계산부는, 주파수 영역 신호를 가중 부여하여 가중 주파수 영역 신호를 구하는 가중 주파수 영역 신호 계산부와, 가중 주파수 영역 신호를 이용하여 잡음을 추정하는 추정 잡음 계산부를 포함하는, 노이즈 제거 장치가 제공된다.

<123> 이들 노이즈 제거 방법 및 장치에서는, 가중 주파수 영역 신호 즉 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하여, 잡음의 파워 스펙트럼을 추정한다. 보다 구체적으로는, 열화 음성 파워 스펙트럼과 추정 잡음 파워 스펙트럼으로부터 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 계산하기 위한 가중 주파수 영역 신호 계산부 즉 가중 열화 음성 계산부를 설치하도록 한다. 열화 음성 파워 스펙트럼과 직전의 프레임의 추정 잡음 파워 스펙트럼으로부터 구한 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하여, 현 프레임의 잡음 파워 스펙트럼을 추정하기 때문에, 잡음의 성질을 막론하고 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정하는 것이 가능하게 되어, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있다.

<124> 본 발명의 제5 양상에 따르면, 입력 신호와 추정 잡음을 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 단계와, 신호 대 잡음비를 이용하여 가중을 구하는 단계와, 가중으로 입력 신호를 가중 부여하여 가중 입력 신호를 구하는 단계와, 가중 입력 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 단계를 갖는 잡음 추정 방법이 제공된다.

<125> 본 발명의 제6 양상에 따르면, 입력 신호와 추정 잡음을 이용하여 신호 대 잡음비를 구하는 신호 대 잡음비 계산부와, 신호 대 잡음비에 기초하여 가중을 구하는 가중 계산부와, 가중으로 입력 신호를 가중 부여하여 가중 입력 신호를 구하는 가중 입력 신호 계산부와, 가중 입력 신호에 기초하여 추정 잡음을 구하는 추정 잡음 계산부를 포함하는, 잡음 추정 장치가 제공된다.

발명의 구성 및 작용

<126> 도 15에 도시하는 본 발명의 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러는, 도 1에 도시한 종래의 노이즈캔슬러와 마찬가지의 것이지만, 추정 잡음 계산부의 내부 구성이 다른 점, 가중 열화 음성 계산부(14) 및 억압 계수 보정부(15)가 설치되어 있는 점에서 상이하다. 즉 이 노이즈캔슬러에서는, 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러의 추정 잡음 계산부(51) 대신에 추정 잡음 계산부(5)가 설치되어 있고, 가중 열화 음성 계산부(14)는, 열화 음성 파워 스펙트럼과 추정 잡음 파워 스펙트럼으로부터 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 계산하여 추정 잡음 계산부(5)에 출력하고, 억압 계수 보정부(15)는, 잡음 억압 계수와 추정 선천적 SNR에 기초하여 보정 억압 계수를 산출한다. 다중 승산부(16) 및 추정 선천적 SNR 계산부(7)에는, 잡음 억압 계수 생성부(8)가 생성하는 잡음 억압 계수 대신에, 보정 억압 계수가 공급된다. 또, 음성 검출부(4), 추정 잡음 계산부(5), 주파수별 SNR 계산부(6), 카운터(13), 가중 열화 음성 계산부(14) 및 다중 승산부(17)로 SNR(신호 대 잡음비) 계산부(100)가 구성되어 있다. 또한, 추정 선천적 SNR 계산부(7) 및 잡음 억압 계수 생성부(8)로 억압 계수 생성부(101)가 구성되어 있다.

<127> 이하의 설명에 있어서, 도 1~도 14에 있어서의 것과 동일한 참조 부호가 첨부된 구성 요소는, 도 1~도 14에 있어서의 것과 동일한 구성 요소이다. 여기서는, 종래의 노이즈캔슬러와의 상이점을 중심으로 하여, 이 실시

형태의 노이즈캔슬러를 설명한다.

<128> 가중 열화 음성 계산부(14)는, 도 16에 도시한 바와 같이, 추정 잡음 기억부(1401), 주파수별 SNR 계산부(1402), 다중 비선형 처리부(1405), 및 다중 승산부(1404)를 갖는다. 추정 잡음 기억부(1401)는, 추정 잡음 계산부(5)(도 15)로부터 공급되는 추정 잡음 파워 스펙트럼을 기억하고, 1 프레임 전에 기억된 추정 잡음 파워 스펙트럼을 주파수별 SNR 계산부(1402)로 출력한다. 주파수별 SNR 계산부(1402)는, 추정 잡음 기억부(1401)로부터 공급되는 추정 잡음 파워 스펙트럼과 다중 승산부(17)(도 15)로부터 공급되는 열화 음성 파워 스펙트럼의 SNR를 이용하여 각 주파수마다 구하여, 다중 비선형 처리부(1405)에 출력한다. 다중 비선형 처리부(1405)는, 주파수별 SNR 계산부(1402)로부터 공급되는 SNR를 이용하여 가중 계수 벡터를 계산하고, 가중 계수 벡터를 다중 승산부(1404)에 출력한다. 다중 승산부(1404)는, 다중 승산부(17)(도 16)로부터 공급되는 열화 음성 파워 스펙트럼과, 다중 비선형 처리부(1405)로부터 공급되는 가중 계수 벡터의 곱을 주파수마다 계산하고, 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 추정 잡음 기억부(5)(도 15)에 출력한다. 가중 열화 음성 파워 스펙트럼은, 가중 진폭 성분에 해당한다.

<129> 또, 가중 열화 음성 검출부(14)에 있어서, 주파수별 SNR 계산부(1402)의 구성은, 이미 도 9를 이용하여 설명한 주파수별 SNR 계산부(6)와 동일하고, 다중 승산부(1404)의 구성은, 이미 도 5를 이용하여 설명한 다중 승산부(17)와 동일하기 때문에, 이들에 대한 자세한 설명은 반복하지 않는다.

<130> 다음에, 도 17을 참조하면서, 가중 열화 음성 계산부(14)에 포함되는 다중 비선형 처리부(1405)의 구성과 동작에 대하여 자세히 설명한다. 다중 비선형 처리부(1405)는, 도 17에 도시한 바와 같이, 분리부(1495), K 개의 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1}), 다중화부(1475)를 갖는다. 분리부(1495)는, 주파수별 SNR 계산부(1402)(도 16)로부터 공급되는 SNR를 주파수별의 SNR로 분리하여, 각각 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1})에 출력한다. 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1})는, 각각, 비선형 함수에 기초하여, 입력치에 따른 실수치를 출력한다. 도 18에, 비선형 함수의 예를 도시한다. f_1을 입력치로 하였을 때, 도 18에 도시되는 비선형 함수의 출력치 f_2는, 수학식 15로 주어진다.

수학식 15

$$f_2 = \begin{cases} 1, & f_1 \le a \\ \frac{f_1 - b}{a - b}, & a < f_1 \le b \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

<131>

<132> 각 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1})는, 분리부(1495)로부터 공급되는 주파수별 SNR를, 비선형 함수에 의해서 처리하여 가중 계수를 구하고, 다중화부(1475)에 출력한다. 즉 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1})는, SNR가 작을 때에는 1을, 클 때에는 0을 출력하도록, SNR에 따른 1로부터 0까지의 가중 계수를 출력한다. 다중화부(1475)는, 비선형 처리부(1485_0~1485_{K-1})로부터 출력된 가중 계수를 다중화하여, 가중 계수 벡터를 다중 승산부(1404)에 출력한다.

<133> 다중 승산부(1404)(도 16)로 열화 음성 파워 스펙트럼과 승산되는 가중 계수는, SNR에 따른 값으로 되어 있고, SNR가 클수록, 즉 열화 음성에 포함되는 음성 성분이 클수록, 가중 계수의 값은 작아진다. 추정 잡음의 갱신에는 일반적으로 열화 음성 파워 스펙트럼이 이용되지만, 추정 잡음의 갱신에 이용하는 열화 음성 파워 스펙트럼에 대하여, SNR에 따른 가중 부여를 행함으로써, 열화 음성 파워 스펙트럼에 포함되는 음성 성분의 영향을 작게 할 수가 있어, 보다 정밀도가 높은 잡음 추정을 행할 수 있다. 또, 가중 계수의 계산에 비선형 함수를 이용한 예를 나타내었지만, 비선형 함수 이외에도 선형 함수나 고차다항식 등, 다른 형태로 나타내는 SNR의 함수를 이용하는 것도 가능하다.

<134> 도 19는, 이 노이즈캔슬러에 이용되는 추정 잡음 계산부(5)의 구성을 도시하고 있다. 도 6에 도시한 종래의 노이즈캔슬러에 이용되는 추정 잡음 계산부(51)란, 분리부(505)가 존재하는 것과, 주파수별 추정 잡음 계산부(514_0~514_{K-1})가 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0~504_{K-1})로 치환되어 있는 것을 제외하면 동일하다. 이하, 이들의 상이점을 중심으로 추정 잡음 계산부(5)를 상세히 설명한다.

<135> 분리부(505)는, 가중 열화 음성 계산부(14)(도 15)로부터 공급되는 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을, 주파수별의 가중 열화 음성 파워 스펙트럼으로 분리하여, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})에 각각 출력한다. 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})는, 분리부(502)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼, 분리부(505)로부터 공급되는 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼, 음성 검출부(4)(도 15)로부터 공급되는 음성 검출 플래그, 및 카운터(13)(도 15)로부터 공급되는 카운트값으로부터, 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼을 계산하여, 다중화부(503)로 출력한다. 다중화부(503)는, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})로부터 공급되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼을 다중화하고, 추정 잡음 파워 스펙트럼을 주파수별 SNR 계산부(6)(도 15)와 가중 열화 음성 계산부(14)(도 15)로 출력한다. 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})의 구성에 대해서는 이하에 설명한다.

<136> 도 20은, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})의 구성을 도시하고 있다. 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 20에서는, 주파수별 추정 잡음 계산부(504)로서 도시되어 있다. 여기서 이용되는 주파수별 추정 잡음 계산부(504)가 도 7에 도시한 주파수별 추정 잡음 계산부(514)와 상이한 점은, 주파수별 추정 잡음 계산부(504)가 추정 잡음 기억부(5942)를 갖는 것과, 갱신 판정부(521)가 갱신 판정부(520)로 치환되어 있는 것과, 스위치(5044)에의 입력이 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼으로부터 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼으로 치환되어 있는 것이다. 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})는, 추정 잡음의 계산에 열화 음성 파워 스펙트럼이 아니라 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하고 있고, 또한, 추정 잡음의 갱신 판정에, 추정 잡음과 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하고 있기 때문에, 이들의 상이점이 발생한다. 추정 잡음 기억부(5942)는, 제산부(5048)로부터 공급되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼을 기억하고, 1 프레임 전에 기억된 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼을 갱신 판정부(520)에 출력한다.

<137> 도 21은, 갱신 판정부(520)의 구성을 도시하고 있다. 이 갱신 판정부(520)가 도 8에 도시한 갱신 판정부(521)와 서로 다른 점은, 비교부(5205), 임계값 기억부(5206) 및 임계값 계산부(5207)를 구비함과 함께, 논리합 계산부(5211)가 논리합 계산부(5201)로 치환되어 있는 것이다. 이하, 이들의 상이점을 중심으로 갱신 판정부(520)를 설명한다.

<138> 임계값 계산부(5207)는, 추정 잡음 기억부(5942)(도 20)로부터 공급되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼에 따른 값을 계산하여, 임계값으로서 임계값 기억부(5206)에 출력한다. 가장 간단한 임계값의 계산 방법은, 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼의 상수배를 임계값으로 하는 것이다. 그 외에, 고차다항식이나 비선형 함수를 이용하여 임계값을 계산하는 것도 가능하다. 임계값 기억부(5206)는, 임계값 계산부(5207)로부터 출력된 임계값을 기억하고, 1 프레임 전에 기억된 임계값을 비교부(5205)로 출력한다. 비교부(5205)는, 임계값 기억부(5206)로부터 공급된 임계값과 분리부(502)(도 19)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼을 비교하여, 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼이 임계값보다도 작으면 "1"을, 크면 "0"을 논리합 계산부(5201)에 출력한다. 즉, 추정 잡음 파워 스펙트럼의 크기를 기초로, 열화 음성 신호가 잡음인지의 여부를 판별하고 있다. 논리합 계산부(5201)는, 비교부(5203)의 출력치, 논리 부정 회로(5202)의 출력치, 및 비교부(5205)의 출력치의 논리합을 계산하여, 계산 결과를 스위치(5044), 시프트 레지스터(5045) 및 카운터(5049)(도 20)에 출력한다.

<139> 이와 같이, 초기 상태나 무음 구간 뿐만 아니라, 유음 구간이라도 열화 음성 파워가 작은 경우에는, 갱신 판정부(520)는 "1"을 출력한다. 즉, 추정 잡음의 갱신이 행하여진다. 임계값의 계산은 각 주파수마다 행해지기 때문에, 각 주파수마다 추정 잡음의 갱신을 행할 수 있다.

<140> 도 20에 있어서, CNT를 카운터(5049)의 카운트값, N을 시프트 레지스터(5045)의 레지스터 길이로 한다. 그리고, $B_n(k)$(n=0, 1, …, N-1)을 시프트 레지스터(5045)에 축적되어 있는 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼으로 한다. 이 때, 제산부(5048)로부터 출력되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼 $\lambda_n(k)$은, 수학식 16으로 주어진다.

수학식 16

<141>
$$\lambda_n(k) = \begin{cases} \frac{1}{CNT}\sum_{n=0}^{CNT-1} B_n(k), & CNT < N \\ \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} B_n(k), & otherwise \end{cases}$$

<142> 즉, 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼 $\lambda_n(k)$은 시프트 레지스터(5045)에 축적되어 있는 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼의 평균값이 된다. 평균값의 계산은, 가중 가산부(순회형 필터)를 이용하여 행하는 것도 가능하다. 다음에, 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼 $\lambda_n(k)$의 계산에 가중 가산부를 이용하는 구성예에 대하여 설명한다.

<143> 도 22는, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0~504_{K-1})의 제2 구성예를 도시하고 있다. 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0~504_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 22에서는, 주파수별 추정 잡음 계산부(507)로서 도시되어 있다. 도 22에 도시하는 주파수별 추정 잡음 계산부(507)는, 도 20에 도시한 주파수별 추정 잡음 계산부(504)에 있어서의 시프트 레지스터(5045), 가산기(5046), 최소값 선택부(5047), 제산부(5048), 카운터(5049) 및 레지스터 길이 기억부(5941) 대신에, 가중 가산부(5071) 및 가중 기억부(5072)를 설치한 것이다.

<144> 가중 가산부(5071)는, 추정 잡음 기억부(5942)로부터 공급되는 1 프레임전의 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼, 스위치(5044)로부터 공급되는 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼 및 가중 기억부(5072)로부터 출력되는 가중을 이용하여, 주파수별 추정 잡음을 계산하여, 다중화부(503)로 출력한다. 즉, 가중 기억부(5072)가 기억하는 가중을 δ, 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 $|\overline{Y}_n(k)|^2$로 하였을 때, 가중 가산부(5071)로부터 출력되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼 $\lambda_n(k)$는, 수학식 17로 주어진다. 가중 가산부(5071)의 구성은, 이미 도 4를 이용하여 설명한 가중 가산부(407)와 동일하기 때문에, 그 상세한 설명은 반복하지 않는다. 단, 가중 가산(5071)에 있어서의 가중 가산의 계산은, 항상 행해진다.

수학식 17

<145>
$$\lambda_n(k) = \delta\lambda_{n-1}(k) + (1-\delta)|\bar{Y}_n(k)|^2$$

<146> 다음에, 도 15에 도시한 노이즈캔슬러에 있어서의 억압 계수 보정부(15)에 대하여 설명한다. 억압 계수 보정부(15)는, SNR가 낮을 때에 억압 부족에 의해 발생하는 잔류 잡음이나, SNR가 높을 때에 과도의 억압으로 발생하는 음성의 왜곡에 의한 음질 열화를 방지하기 위해서, 억압 계수 보정부(15)는, SNR에 따른 억압 계수의 보정을 행한다. 보정의 예로서는, SNR가 낮을 때에는 억압 계수에 수정치를 덧붙여 잔류 잡음을 억압하고, SNR가 높을 때에는 억압 계수에 하한값을 설정하여 음성의 왜곡을 방지하는 것을 들 수 있다. 억압 계수 보정부(15)는, 도 23에 도시한 바와 같이, K 개의 주파수별 억압 계수 보정부(1501~1501_{K-1}), 분리부(1502, 1503) 및 다중화부(1504)를 갖는다.

<147> 분리부(1502)는, 추정 선천적 SNR 계산부(7)(도 15)로부터 공급되는 추정 선천적 SNR를 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})에 출력한다. 분리부(1503)는, 억압 계수 생성부(8)(도 15)로부터 공급되는 억압 계수를 주파수별 성분으로 분리하여, 각각 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})에 출력한다. 각 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})는, 분리부(1502)로부터 공급되는 주파수별 추정 선천적 SNR와 분리부(1503)로부터 공급되는 주파수별 억압 계수로부터 주파수별 보정 억압 계수를 계산하여, 다중화부(1504)로 출력한다. 다중화부(1504)는, 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})로부터 공급되는 주파수별 보정 억압 계수를 다중화하여, 보정 억압 계수로서 다중 승산부(16)와 추정 선천적 SNR 계산부(7)로 출력한다.

<148> 도 24는, 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})의 구성을 도시하고 있다. 주파수별 억압 계수 보정부(1501_0~1501_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 24에서는 주파수별 억압 계수 보정부(1501)로서 도시되어 있다. 주파수별 억압 계수 보정부(1501)는, 최대값 선택부(1591), 억압 계수 하한값 기억부(1592), 임계값 기억부(1593), 비교부(1594), 스위치(셀렉터)(1595), 수정치 기억부(1596) 및 승산기(1597)를 갖는다.

<149> 비교부(1594)는, 임계값 기억부(1593)로부터 공급되는 임계값과, 분리부(1502)(도 23)로부터 공급되는 주파수별 추정 선천적 SNR를 비교하여, 주파수별 추정 선천적 SNR가 임계값보다도 크면 "0"을, 작으면 "1"을 스위치(1595)에 공급한다. 스위치(1595)는, 분리부(1503)(도 23)로부터 공급되는 신호를, 비교부(1594)의 출력치가 "1"일 때 승산기(1597)에 출력하고, 비교부(1594)의 출력치가 "0" 일 때에 최대값 선택부(1591)에 출력한다. 즉, 주파수별 추정 선천적 SNR가 임계값보다도 작을 때에, 억압 계수의 보정이 행하여진다. SNR가 작은 경우에

억압 계수의 보정을 행함으로써, 음성 성분을 지나치게 억압하지 않고, 잔류 잡음량을 줄일 수 있다. 승산기(1579)는, 스위치(1595)의 출력치와 수정치 기억부(1596)의 출력치와의 곱을 계산하여, 계산 결과를 최대값 선택부(1591)로 출력한다. 억압 계수치를 작게 하기 위해서, 수정치는 1보다 작은 값이 보통이지만, 목적에 따라서는 이것에 한정되는 것은 아니다. 또, 도 1에 도시하는 종래의 노이즈캔슬러에서는 억압 계수가 다중 승산부(16)와 추정 선천적 SNR 계산부(7)에 공급되어 있지만, 이 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러에서는, 억압 계수에 대신하여 보정 억압 계수가 다중 승산부(16)와 추정 선천적 SNR 계산부(7)에 공급되고 있다.

<150> 억압 계수 하한값 기억부(1592)는, 기억하고 있는 억압 계수의 하한값을, 최대값 선택부(1591)에 공급한다. 최대값 선택부(1591)는, 스위치(1595)로부터 공급되는 주파수별 억압 계수와 억압 계수 하한값 기억부(1592)로부터 공급되는 억압 계수 하한값을 비교하여, 큰 쪽의 값을 다중화부(1504)(도 23)에 출력한다. 즉, 억압 계수는, 억압 계수 하한값 기억부(1592)가 기억하는 하한값보다도 반드시 큰 값이 된다. 따라서, 과도의 억압에 의해 발생하는 음성의 왜곡을 방지할 수 있다.

<151> 도 25는, 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 잡음 억압 계수 생성부의 제2 구성예를 도시하고 있다. 여기에 도시하는 잡음 억압 계수 생성부(81)는, MMSE STSA 게인 함수값 계산부(811), 일반화 우도비 계산부(812), 음성 존재 확률 기억부(813) 및 억압 계수 계산부(814)를 갖는다. 이 잡음 억압 계수 생성부(81)는, 공급된 추정 선천적 SNR와 후천적 SNR로부터 억압 계수를 연산으로 구하는 점에서, 검색으로 억압 계수를 구하는 도 15에 도시한 잡음 억압 계수 생성부(8)와는 다르다. 이하, 문헌1에 기재되어 있는 계산식을 기초로, 억압 계수의 계산 방법을 설명한다.

<152> 프레임 번호를 n, 주파수 번호를 k로 하고, $\gamma_n(k)$를 주파수별 SNR 계산부(6)(도 15)로부터 공급되는 주파수별 후천적 SNR $\hat{\xi}_n(k)$를 추정 선천적 SNR 계산부(7)(도 15)로부터 공급되는 주파수별 추정 선천적 SNR로 한다. 또한,

$$\eta_n(k) = \hat{\xi}_n(k)/q,$$
$$\upsilon_n(k) = \eta_n(k) \cdot \gamma_n(k)/(1+\eta_n(k))$$

<153>

<154> 로 한다. MMSE STSA 게인 함수값 계산부(811)는, 주파수별 SNR 계산부(6)로부터 공급되는 후천적 SNR $\gamma_n(k)$, 추정 선천적 SNR 계산부(7)로부터 공급되는 추정 선천적 SNR $\hat{\xi}_n(k)$ 및 음성 존재 확률 기억부(813)로부터 공급되는 음성 존재 확률 q를 기초로, 각 주파수마다 MMSE STSA 게인 함수치를 계산하여, 억압 계수 계산부(814)에 출력한다. 각 주파수마다의 MMSE STSA 게인 함수치 $G_n(k)$은, 수학식 18로 주어진다. 수학식 18에 있어서, 정 $I_0(z)$은 0차 변형 베셀 함수, $I_1(z)$은 1차 변형 베셀 함수이다. 변형 베셀 함수에 대해서는, 「1985년, 수학사전, 이와나미서점, 374, G 페이지」(문헌5)에 기재되어 있다.

수학식 18

$$G_n(k) = \frac{\sqrt{\pi}}{2}\frac{\sqrt{\upsilon_n(k)}}{\gamma_n(k)}\exp\left(-\frac{\upsilon_n(k)}{2}\right) \cdot \left[(1+\upsilon_n(k))I_0\left(\frac{\upsilon_n(k)}{2}\right)+\upsilon_n(k)I_1\left(\frac{\upsilon_n(k)}{2}\right)\right]$$

<155>

<156> 일반화 우도비 계산부(812)는, 주파수별 SNR 계산부(6)로부터 공급되는 후천적 SNR $\gamma_n(k)$, 추정 선천적 SNR 계산부(7)로부터 공급되는 추정 선천적 SNR $\hat{\xi}_n(k)$ 및 음성 존재 확률 기억부(813)로부터 공급되는 음성 존재 확률 q를 기초로, 주파수마다 일반화 우도비를 계산하여, 억압 계수 계산부(814)에 출력한다. 주파수마다의 일반화 우도비 $\Lambda_n(k)$은, 수학식 19로 주어진다.

수학식 19

$$\Lambda_n(k) = \frac{q}{1-q}\frac{\exp(v_n(k))}{1+\eta_n(k)}$$

<157>

<158> 억압 계수 계산부(814)는, MMSE STSA 게인 함수값 계산부(811)로부터 공급되는 MMSE STSA 게인 함수치 $G_n(k)$과 일반화 우도비 계산부(812)로부터 공급되는 일반화 우도비 $\Lambda_n(k)$으로부터 주파수마다 억압 계수를 계산하여, 억압 계수 보정부(15)(도 15)로 출력한다. 주파수마다의 억압 계수 $\overline{G}_n(k)$은, 수학식 20로 주어진다.

수학식 20

$$\bar{G}_n(k) = \frac{\Lambda_n(k)}{\Lambda_n(k)+1}G_n(k)$$

<159>

<160> 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 있어서는, 주파수별로 SNR를 계산하는 대신에, 복수의 주파수로 구성되는 대역에 공통인 SNR를 구하여, 이것을 이용하는 것도 가능하다. 이하, 주파수별 SNR 계산부(6)의 제2 구성예로서, 대역마다 SNR를 계산하는 예에 대하여 설명한다.

<161> 도 26은, 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 있어서 주파수별 SNR 계산부(6) 대신에 사용할 수 있는 대역별 SNR 계산부(61)의 구성을 도시하고 있다. 대역별 SNR 계산부(61)는, 도 9에 도시한 주파수별 SNR 계산부(6)와 비교하여, 대역별 파워 계산부(611, 612)를 갖는 점에서 상이하다. 대역별 파워 계산부(611)는, 분리부(602)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼을 기초로 대역별의 파워를 계산하여, 각각 제산부(601_0~601_{K-1})로 출력한다. 대역별 파워 계산부(612)는, 분리부(603)로부터 공급되는 주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼을 기초로 대역별의 파워를 계산하여, 각각 제산부(601_0~601_{K-1})로 출력한다.

<162> 도 27은, 대역별 파워 계산부(611)의 구성을 도시하고 있다. 여기서는, 대역폭 L을 갖는 M 개의 대역으로 등분할하는 예를 설명한다. 여기에, L과 M은, K=LM가 관계를 충족시키는 자연수인 것으로 한다.

<163> 대역별 SNR 계산부(61)는, M개의 가산기(6110_0~6110_{M-1})를 갖는다. 분리부(602)(도 26)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼(910_0~910_{K-1}(910_0~910_{ML-1}))은, 각 주파수에 대응한 가산기(6110_0~6110_{M-1})로 각각 전달된다. 예를 들면, 대역 번호 0에 대응하는 주파수 번호는 0 내지 L-1이기 때문에, 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼(910_0~910_{L-1})은 가산기(6110_0)로 전달된다. 마찬가지로, 대역 번호 1에 대응하는 주파수 번호는 L 내지 2L-1이기 때문에, 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼(910_L~910_{2L-1})은 가산기(6110_1)로 전달된다. 가산기(6110_0~6110_{M-1})는, 공급된 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼의 총합을 각각 계산하여, 대역별 열화 음성 파워 스펙트럼(911_0~911_{ML-1}(911_0~911_{K-1}))을 제산부(601_0~601_{K-1})(도 26)로 출력한다. 각 가산기(6110_0~6110_{M-1})에서의 계산 결과는, 각각의 대역 번호에 따른 주파수마다 대역별 열화 음성 파워 스펙트럼으로서 출력된다. 예를 들면, 가산기(6110_0)의 계산 결과는, 대역별 열화 음성 파워 스펙트럼(911_0~911_{L-1})으로서 출력된다. 또한, 가산기(6110_1)의 계산 결과는, 대역별 열화 음성 파워 스펙트럼(911_L~911_{2L-1})으로서 출력된다.

<164> 구성과 동작에 관하여 대역별 파워 계산부(612)는 대역별 파워 계산부(611)와 등가이기 때문에, 대역별 파워 계산부(612)에 대한 설명은 반복하지 않는다.

<165> 또, 여기서는 복수의 대역으로 등분할하는 예를 나타내었지만, 「1980년, 청각과 음성, 전자 정보 통신학회, 115~118 페이지」(문헌6)에 기재되어 있는 임계 대역으로 분할하는 방법, Multirate Digital Signal Processing, 1983, Prentice-Hall Inc., USA(문헌7)에 기재되어 있는 옥타브 대역으로 분할하는 방법 등, 다른 대역 분할 방법을 이용하는 것도 가능하다.

<166> 다음에, 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 28에 도시하는 본 발명의 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러는, 도 15에 도시한 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러와 비교하여, 추정 잡음 계산부(5)가 추정 잡음 계산부(52)로 치환되어 있는 점과, 가중 열화 음성 계산부(14)가 설치되어 있지 않은 점에서 상이하다. 이하, 이들의

상이점을 중심으로 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러를 설명한다.

<167> 도 29는, 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부(52)의 구성을 도시하고 있다. 이 추정 잡음 계산부(52)는, 도 19에 도시한 추정 잡음 계산부(5)와 비교하여, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})가 주파수별 추정 잡음 계산부(506_0～506_{K-1})로 치환되어 있는 점과, 입력 신호로서 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 갖고 있지 않은 점에서 상이하다. 이것은, 도 19에 도시한 추정 잡음 계산부(5)에 있어서의 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0～504_{K-1})(도 20 참조)가 입력 신호에 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 필요로 하는 데 대하여, 이 추정 잡음 계산부(52)에 있어서의 추정 잡음 계산부(506_0～506_{K-1})가, 입력 신호에 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 필요로 하지 않기 때문이다.

<168> 도 30은, 도 29에 도시하는 추정 잡음 계산부(52)에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부(506_0～506_{K-1})의 구성을 도시하는 블록도이다. 주파수별 추정 잡음 계산부(506_0～506_{K-1})는 동일 구성이기 때문에, 도 30에서는 주파수별 추정 잡음 계산부(506)로서 도시되어 있다. 이 주파수별 추정 잡음 계산부(506)는, 도 20에 도시한 주파수별 추정 잡음 계산부(504)와 비교하여, 입력 신호로서 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하지 않는 점과, 제산부(5041), 비선형 처리부(5042) 및 승산기(5043)를 구비하는 점에서 상이하다. 이하, 이들의 상이점을 중심으로 설명한다.

<169> 제산부(5041)는, 분리부(502)(도 29)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼을, 추정 잡음 기억부(5942)로부터 공급되는 1 프레임 전의 추정 잡음 파워 스펙트럼으로 제산하고, 제산 결과를 비선형 처리부(5042)에 출력한다. 도 17에 도시한 비선형 처리부(1485)와 동일한 구성과 기능을 갖는 비선형 처리부(5042)는, 제산부(5041)의 출력치에 따른 가중 계수를 계산하여, 승산기(5043)에 출력한다. 승산기(5043)는, 분리부(502)(도 28)로부터 공급되는 주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼과 비선형 처리부(5042)로부터 공급되는 가중 계수의 곱을 계산하여, 스위치(5044)로 출력한다.

<170> 승산기(5043)의 출력 신호는, 도 18에 도시한 주파수별 추정 잡음 계산부(504)에 있어서의 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼과 등가이다. 즉, 주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼은, 주파수별 추정 잡음 계산부(506)의 내부에서 계산하는 것도 가능하다. 따라서 이 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러에 있어서는, 가중 열화 음성 계산부를 생략하는 것이 가능하게 되어있다.

<171> 다음에, 본 발명의 제3 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 31에 도시하는 본 발명의 제3 실시 형태의 노이즈캔슬러는, 도 15에 도시한 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러와 비교하여, 추정 선천적 SNR 계산부의 내부 구성이 다른 점에서 다르다. 도 32는, 제3 실시 형태에서 이용되는 추정 선천적 SNR 계산부(71)의 구성을 도시하고 있다. 이 추정 선천적 SNR 계산부(71)는, 도 10에 도시한 추정 선천적 SNR 계산부(7)와 비교하여, 후천적 SNR 기억부(702), 억압 계수 기억부(703) 및 다중 승산부(705, 704) 대신에, 추정 잡음 기억부(712), 강조 음성 파워 스펙트럼 기억부(713), 주파수별 SNR 계산부(715) 및 다중 승산부(716)를 갖는 점에서 상이하다. 또한, 도 10에 도시한 추정 선천적 SNR 계산부(7)에는, 입력 신호에 억압 계수가 포함되지만, 도 32에 도시하는 추정 선천적 SNR 계산부(71)는, 억압 계수 대신에 강조 음성 진폭 스펙트럼과 추정 잡음 파워 스펙트럼이 입력 신호에 포함된다.

<172> 다중 승산부(716)는, 다중 승산부(16)(도 31)로부터 공급되는 강조 음성 진폭 스펙트럼을 주파수마다 2승하고 강조 음성 파워 스펙트럼을 구하여, 강조 음성 파워 스펙트럼 기억부(713)에 출력한다. 다중 승산부(716)의 구성은, 이미 도 5를 이용하여 설명한 다중 승산부(17)와 같기 때문에, 상세한 설명은 반복하지 않는다. 강조 음성 파워 스펙트럼 기억부(713)는, 다중 승산부(716)로부터 공급되는 강조 음성 파워 스펙트럼을 기억하고, 1 프레임 전에 공급된 강조 음성 파워 스펙트럼을 주파수별 SNR 계산부(715)로 출력한다. 주파수별 SNR 계산부(715)의 구성은, 이미 도 9를 이용하여 설명한 주파수별 SNR 계산부(6)와 같기 때문에, 상세한 설명은 반복하지 않는다. 추정 잡음 기억부(712)는, 추정 잡음 계산부(5)(도 31)로부터 공급되는 추정 잡음 파워 스펙트럼을 기억하고, 1 프레임 전에 공급된 추정 음성 파워 스펙트럼을 주파수별 SNR 계산부(715)로 출력한다. 주파수별 SNR 계산부(715)는, 강조 음성 파워 스펙트럼 기억부(713)로부터 공급되는 강조 음성 파워 스펙트럼과, 추정 잡음 기억부(712)로부터 공급되는 추정 잡음 파워 스펙트럼의 SNR를 각 주파수마다 계산하여, 다중 가중 가산부(707)로 출력한다.

<173> 도 32에 도시하는 추정 선천적 SNR 계산부(71)에 있어서의 주파수별 SNR 계산부(715)의 출력 신호와, 도 10에 도시한 추정 선천적 SNR 계산부(7)에서의 다중 승산부(705)의 출력 신호는 등가이다. 따라서, 본 발명의 제3

실시 형태로서, 추정 선천적 SNR 계산부(7)를 상술한 추정 선천적 SNR 계산부(71)로 치환하는 것이 가능해진다.

<174> 다음에, 본 발명의 제4 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 33에 도시하는 본 발명의 제4 실시 형태의 노이즈캔슬러는, 도 28에 도시한 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러에 있어서, 추정 선천적 SNR 계산부로서 제3 실시 형태에서의 추정 선천적 SNR 계산부(71)(도 32 참조)를 또한 이용하도록 한 것이다. 추정 잡음부(52)의 구성과 동작은 제2 실시 형태의 경우와 마찬가지이고, 추정 선천적 SNR 계산부(71)의 구성과 동작은 제3 실시 형태의 구성과 동작과 마찬가지이다. 따라서, 도 33에 도시한 노이즈캔슬러는, 도 15에 도시한 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러와 등가의 기능을 실현한다.

<175> 다음에, 본 발명의 제5 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 34에 도시하는 본 발명의 제5 실시 형태의 노이즈캔슬러는, 도 15에 도시한 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러와 비교하여, 추정 잡음 계산부(5)가 추정 잡음부(53)로 치환되어 있는 점과, 음성 검출부(4)가 존재하지 않는 점에서 상이하다. 즉 이 노이즈캔슬러는, 잡음의 추정에 음성 검출부를 필요로 하지 않는 구성으로 되어 있다. 이하, 이들의 상이점을 중심으로 상세한 동작을 설명한다.

<176> 도 35는, 제5 실시의 형태에서 이용되는 추정 잡음 계산부(53)의 구성을 도시하고 있다. 이 추정 잡음 계산부(53)는, 도 19에 도시한 추정 잡음 계산부(5)와 비교하여, 주파수별 추정 잡음 계산부(504_0~504_{K-1})가 주파수별 추정 잡음 계산부(508_0~508_{K-1})로 치환되어 있는 점과, 입력 신호에 음성 검출 플래그가 포함되어 있지 않은 점에서 상이하다.

<177> 도 36은, 주파수별 추정 잡음 계산부(508_0~508_{K-1})의 구성을 도시하고 있다. 주파수별 추정 잡음 계산부(508_0~508_{K-1})는 동일한 구성이기 때문에, 도 36에서는, 주파수별 추정 잡음 계산부(508)로서 도시되어 있다. 주파수별 추정 잡음 계산부(508)는, 도 20에 도시한 주파수별 추정 잡음 계산부(504)와 비교하여, 갱신 판정부(520)가 갱신 판정부(522)로 치환되어 있는 점과, 입력에 음성 검출 플래그를 갖고 있지 않은 점에서 다르다. 갱신 판정부(522)의 구성은 도 37에 도시되어 있다. 이 갱신 판정부(522)는, 도 21에 도시한 갱신 판정부(520)와 비교하여, 논리합 계산부(5201)가 논리합 계산부(5221)로 치환되어 있는 점과, 논리 부정 회로(5202)를 갖고 있지 않은 점과, 입력 신호에 음성 검출 플래그가 포함되어 있지 않은 점에서 상이하다. 즉 이 갱신 판정부(522)는, 추정 잡음의 갱신에 음성 검출 플래그를 이용하지 않는 점에서 도 21에 도시하는 갱신 판정부(520)와 다르다. 논리합 계산부(5221)는, 비교부(5205)의 출력치와 비교부(5203)의 출력치의 논리합을 계산하여, 계산 결과를 스위치(5044), 시프트 레지스터(5045) 및 카운터(5049)(도 36)에 출력한다. 즉, 갱신 판정부(522)는, 카운트값이 미리 설정된 값에 도달할 때까지는 항상 "1"을 출력하고, 도달한 후에는, 열화 음성 파워가 임계값보다도 작을 때에 "1"을 출력한다. 도 21을 이용하여 설명한 바와 같이, 비교부(5205)는 열화 음성 신호가 잡음인지의 여부의 판정을 행하고 있다. 즉, 비교부(5205)는 각 주파수 마다에 음성 검출을 행하고 있다라고 할 수 있다. 따라서, 상술된 바와 같이 구성함으로써, 음성 검출 플래그를 입력으로서 필요로 하지 않은 갱신 판정부를 실현하는 것이 가능해진다.

<178> 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태의 노이즈캔슬러를 설명하여 왔다. 이상의 설명에서는, 노이즈 제거의 방법으로서, 최소 평균 2승 오차 단시간 스펙트럼 진폭법을 가정하여 왔지만, 본 발명은, 그 밖의 노이즈 제거의 방법에도 적용할 수 있다. 이러한 방법으로서, 예를 들면, PROCEEDINGS OF THE IEEE, Vol.67, No.12, pp.1586-1604, DEC, 1979(문헌8)에 개시되어 있는 위너 필터법 등을 들 수 있다.

발명의 효과

<179> 이상 설명한 바와 같이 본 발명은, 가중 열화 음성 파워 스펙트럼을 이용하여 잡음의 파워 스펙트럼을 추정하기 때문에, 잡음의 성질을 막론하고 잡음의 파워 스펙트럼을 정확하게 추정하는 것이 가능해지고, 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있다. 또한, 본 발명에서는, SNR(신호 대 잡음비)의 값에 따라서 보정된 억압 계수를 이용하여 잡음 억압을 행하기 때문에, 모든 SNR의 값에 대하여 왜곡과 잡음이 적은 강조 음성을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<2> 도 2는 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 음성 검출부의 구성을 도시하는 블록도.

<3> 도 3은 도 2에 도시하는 음성 검출부에 포함되는 파워 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<4> 도 4는 도 2에 도시하는 음성 검출부에 포함되는 가중 가산부의 구성을 도시하는 블록도.

<5> 도 5는 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 다중 승산부의 구성을 도시하는 블록도.

<6> 도 6은 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<7> 도 7은 도 6에 도시하는 추정 잡음 계산부에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<8> 도 8은 도 7에 도시하는 주파수별 추정 잡음 계산부에 포함되는 갱신 판정부의 구성을 도시하는 블록도.

<9> 도 9는 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 주파수별 SNR 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<10> 도 10은 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 선천적 SNR 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<11> 도 11은 도 10에 도시하는 추정 선천적 SNR 계산부에 포함되는 다중 치역 한정 처리부의 구성을 도시하는 블록도.

<12> 도 12는 도 10에 도시하는 추정 선천적 SNR 계산부에 포함되는 다중 가중 가산부의 구성을 도시하는 블록도.

<13> 도 13은 도 1에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 잡음 억압 계수 생성부의 구성을 도시하는 블록도.

<14> 도 14는 도 13에 도시하는 잡음 억압 계수 생성부에 포함되는 억압 계수 검색부의 구성을 도시하는 블록도.

<15> 도 15는 본 발명의 제1 실시 형태의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<16> 도 16은 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 가중 열화 음성 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<17> 도 17은 가중 열화 음성 계산부에 포함되는 다중 비선형 처리부의 구성을 도시하는 블록도.

<18> 도 18은 다중 비선형 처리부에서 사용되는 비선형 함수의 일례를 도시하는 그래프이다.

<19> 도 19는 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<20> 도 20은 도 19에 도시하는 추정 잡음 계산부에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부의 구성의 일례를 도시하는 블록도.

<21> 도 21은 도 20에 도시하는 주파수별 추정 잡음 계산부에 포함되는 갱신 판정부의 구성을 도시하는 블록도.

<22> 도 22는 도 19에 도시하는 추정 잡음 계산부에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부의 제2 구성예를 도시하는 블록도.

<23> 도 23은 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 억압 계수 보정부의 구성을 도시하는 블록도.

<24> 도 24는 도 23에 도시하는 억압 계수 보정부에 포함되는 주파수별 억압 계수 보정부의 구성을 도시하는 블록도.

<25> 도 25는 잡음 억압 계수 생성부의 제2 구성예를 도시하는 블록도.

<26> 도 26은 도 15에 도시하는 노이즈캔슬러에 있어서 주파수별 SNR 계산부 대신에 사용할 수 있는 대역별 SNR 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<27> 도 27은 도 26에 도시하는 대역별 SNR 계산부에 포함되는 대역별 파워 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<28> 도 28은 본 발명의 제2 실시 형태의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<29> 도 29는 도 28에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<30> 도 30은 도 29에 도시하는 추정 잡음 계산부에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<31> 도 31은 본 발명의 제3 실시 형태의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<32> 도 32는 도 31에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 선천적 SNR 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<33> 도 33은 본 발명의 제4 실시 형태의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<34> 도 34는 본 발명의 제5 실시 형태의 노이즈캔슬러의 구성을 도시하는 블록도.

<35> 도 35는 도 34에 도시하는 노이즈캔슬러에 포함되는 추정 잡음 계산부를 도시하는 블록도.

<36> 도 36은 도 35에 도시하는 추정 잡음 계산부에 포함되는 주파수별 추정 잡음 계산부의 구성을 도시하는 블록도.

<37> 도 37은 도 36에 도시하는 주파수별 추정 잡음 계산부에 포함되는 갱신 판정부의 구성을 도시하는 블록도.

<38> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<39> 1: 프레임 분할부

<40> 2: 윈도윙 처리부

<41> 3. 푸리에 변환부

<42> 4: 음성 검출부

<43> 5: 추정 잡음 계산부

<44> 6: 주파수별 SNR 계산부

<45> 7: 추정 선천적 SNR 계산부

<46> 8: 잡음 억압 계수 생성부

<47> 9: 역 푸리에 변환부

<48> 10: 프레임 합성부

<49> 11: 입력 단자

<50> 12: 출력 단자

<51> 13: 카운터

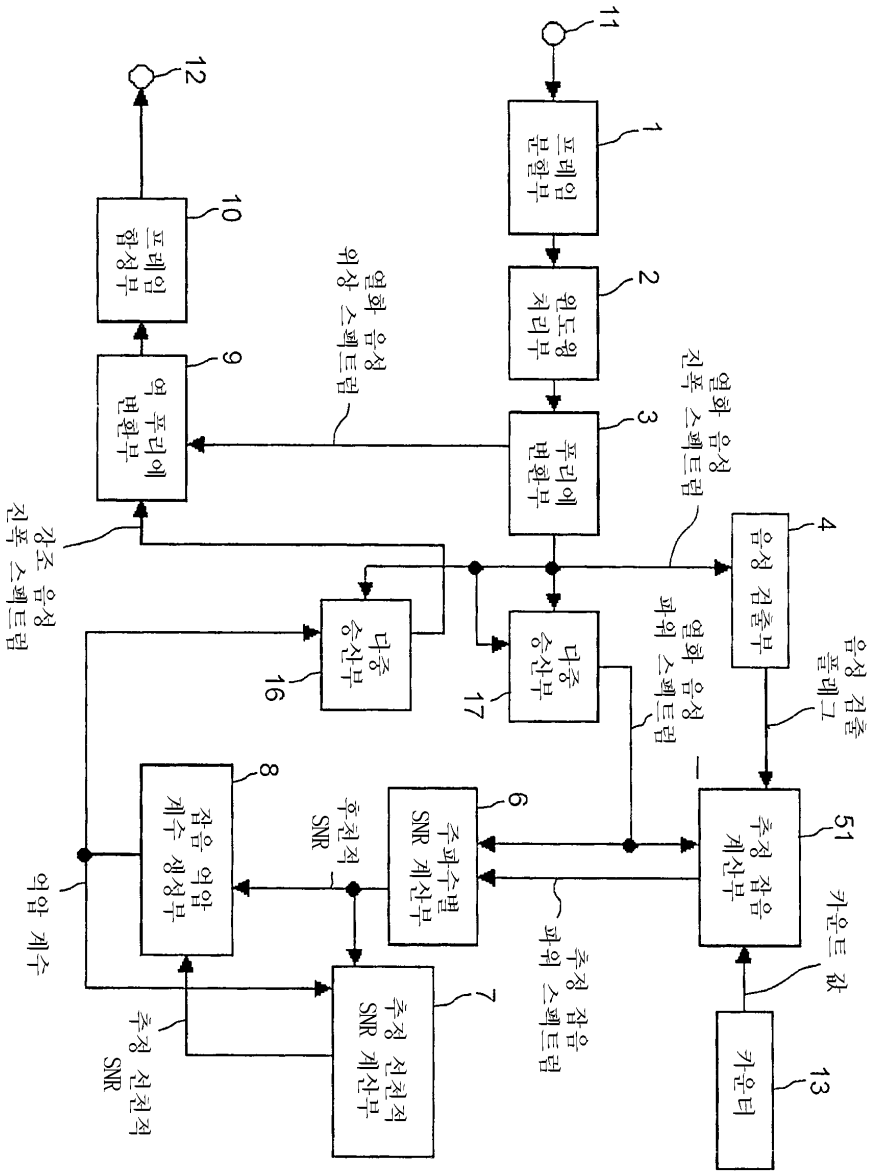
<52> 14: 가중 열화 음성 계산부

<53> 15: 억압 계수 보정부

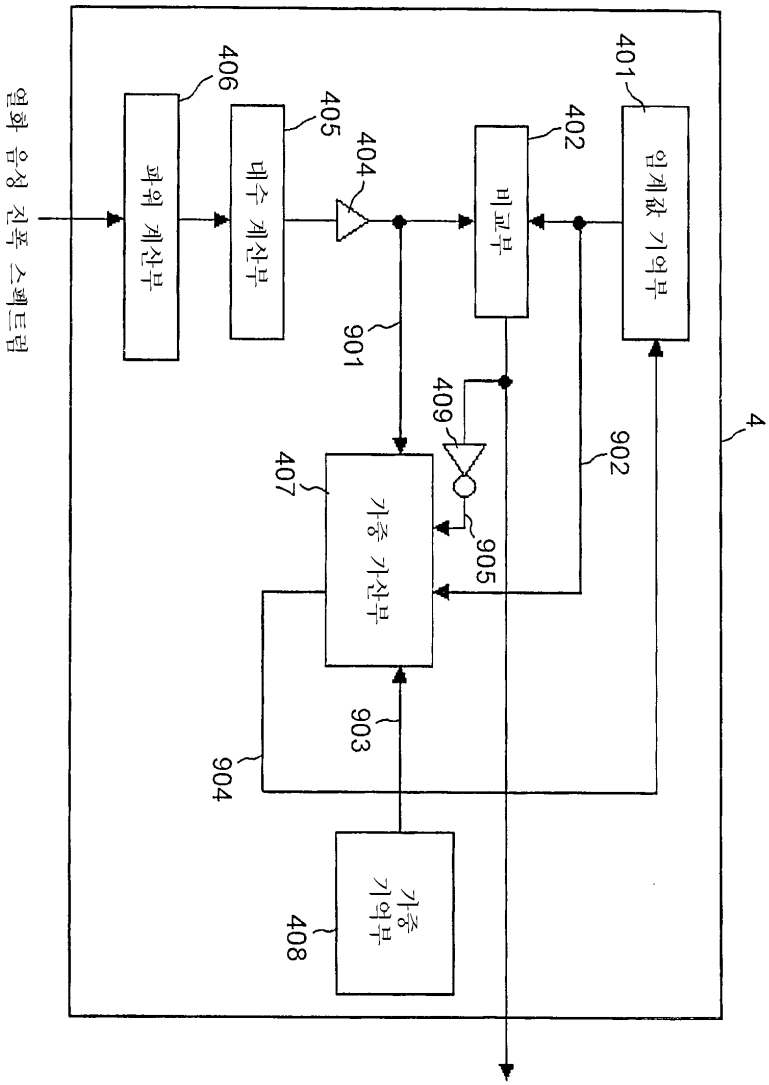
<54> 16, 17: 다중 승산부

도면

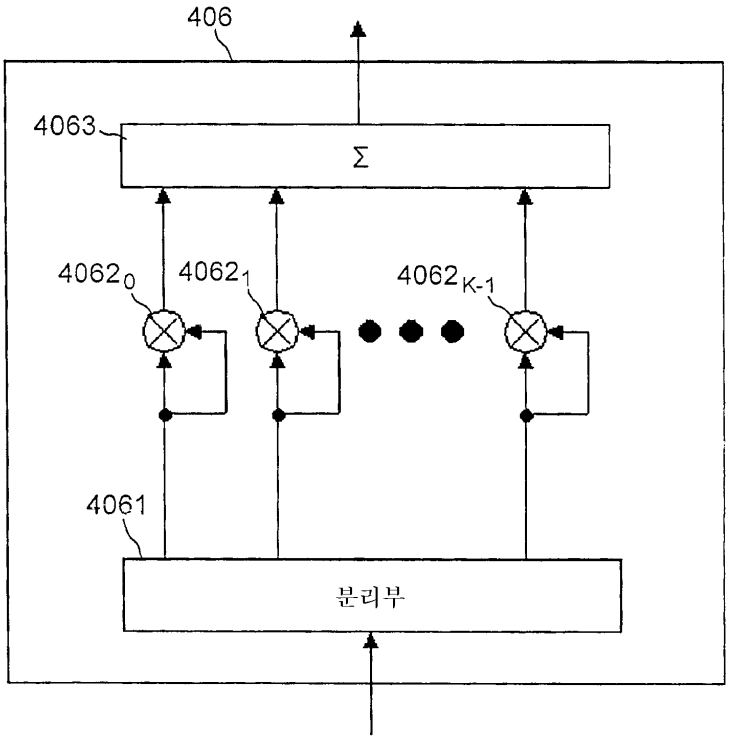
도면1


11
12
프레임 분할부
1
윈도윙 처리부
2
푸리에 변환부
3
음성 검출부
4
추정 잡음 계산부
51
카운터
13
다중 승산부
17
다중 승산부
16
역 푸리에 변환부
9
프레임 합성부
10
주파수별 SNR 계산부
6
잡음 억압 계수 생성부
8
추정 선천적 SNR 계산부
7
열화 음성 위상 스펙트럼
열화 음성 진폭 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
열화 음성 파워 스펙트럼
음성 검출 플래그
카운트 값
추정 잡음 파워 스펙트럼
후천적 SNR
억압 계수
추정 선천적 SNR

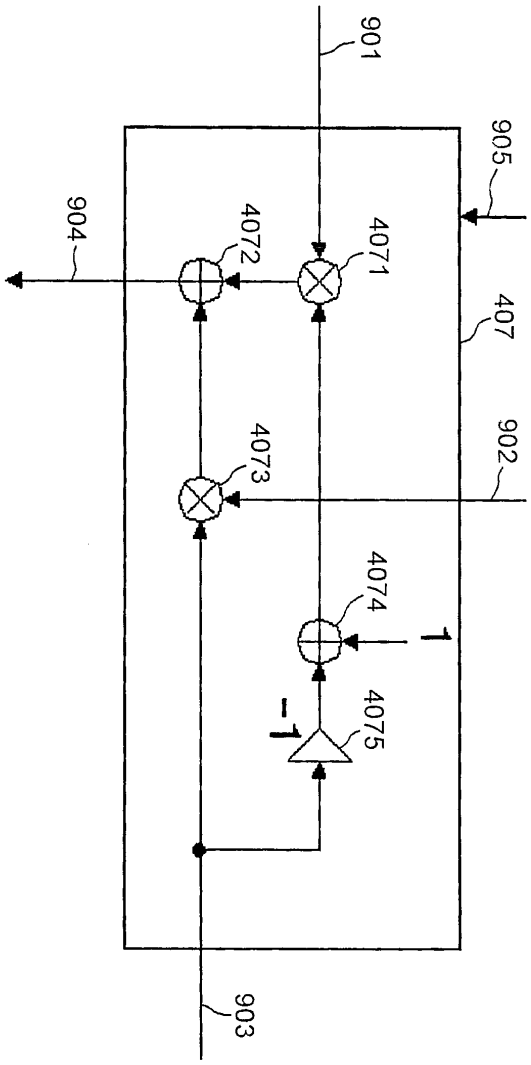
도면2


입력 음성 진폭 스펙트럼
파워 계산부
406
대수 계산부
405
404
비교부
402
임계값 기억부
401
901
409
902
4
가중 가산부
407
905
903
904
가중 기억부
408

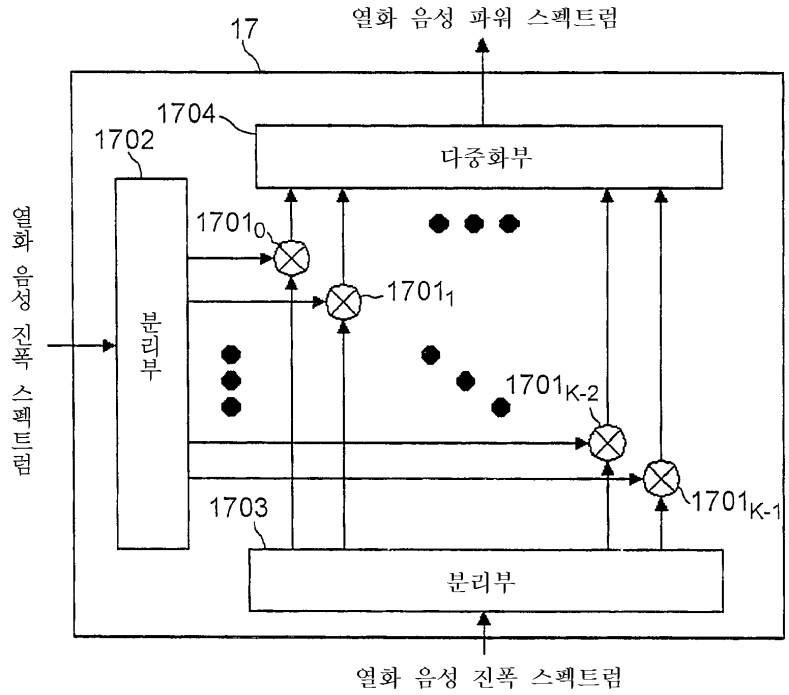
도면3



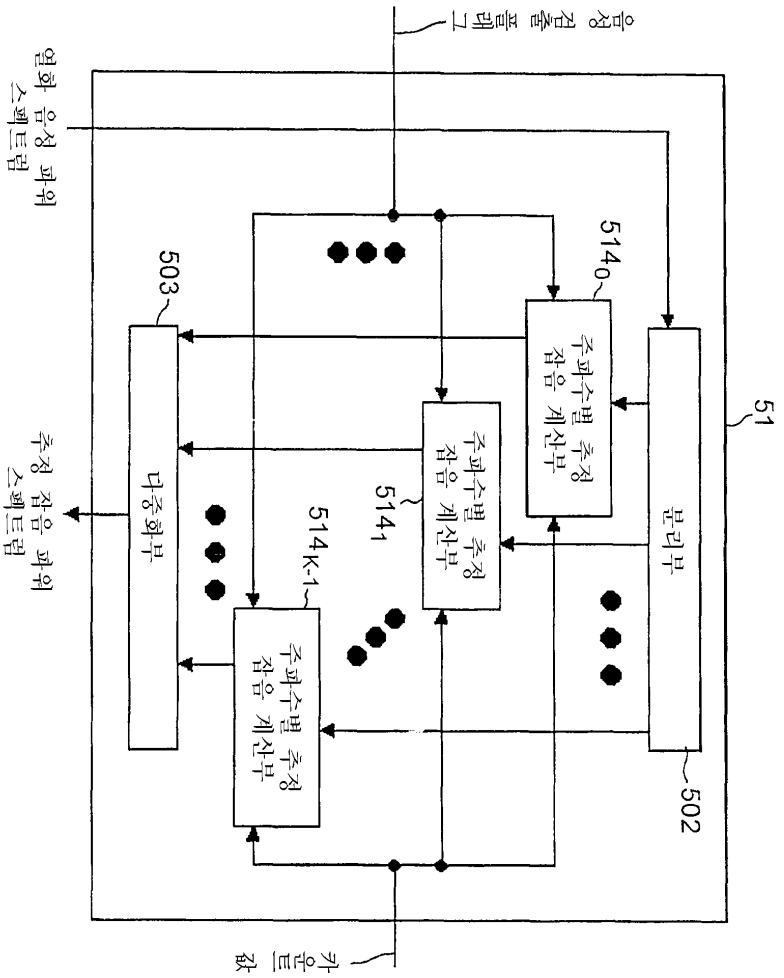
도면4



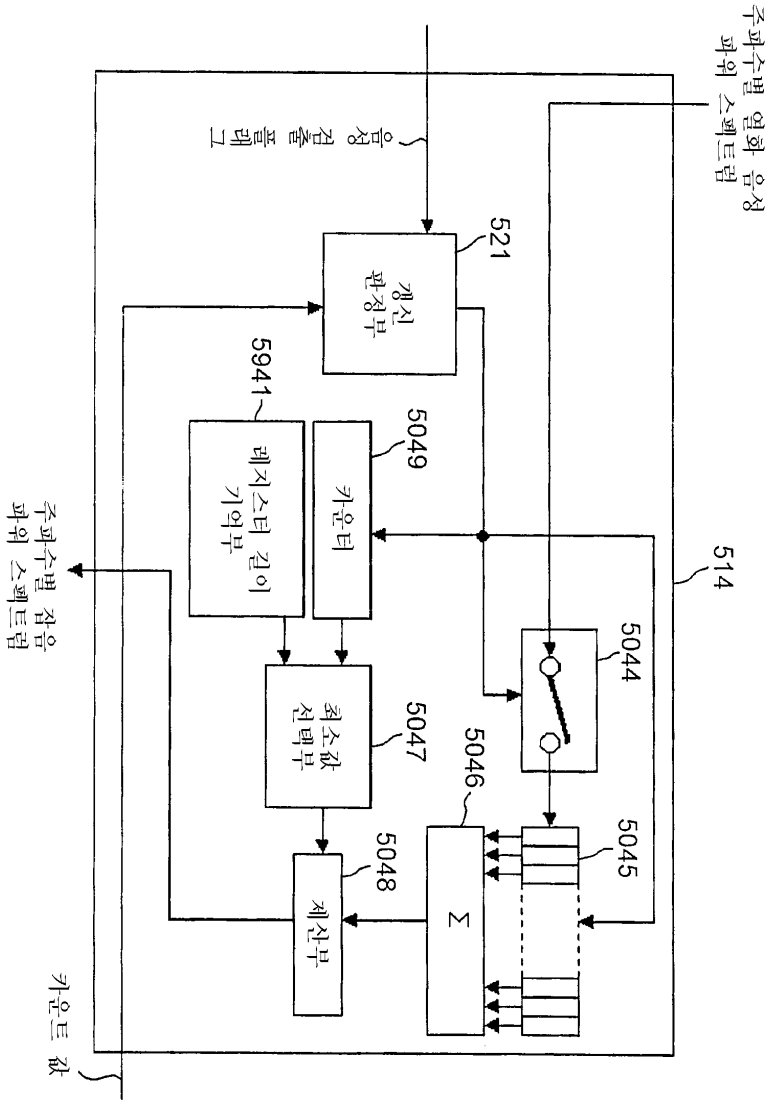
도면5


17
열화 음성 파워 스펙트럼
1704
1702
다중화부
열화 음성 진폭 스펙트럼
분리부
1701_0
1701_1
1701_{K-2}
1701_{K-1}
1703
분리부
열화 음성 진폭 스펙트럼

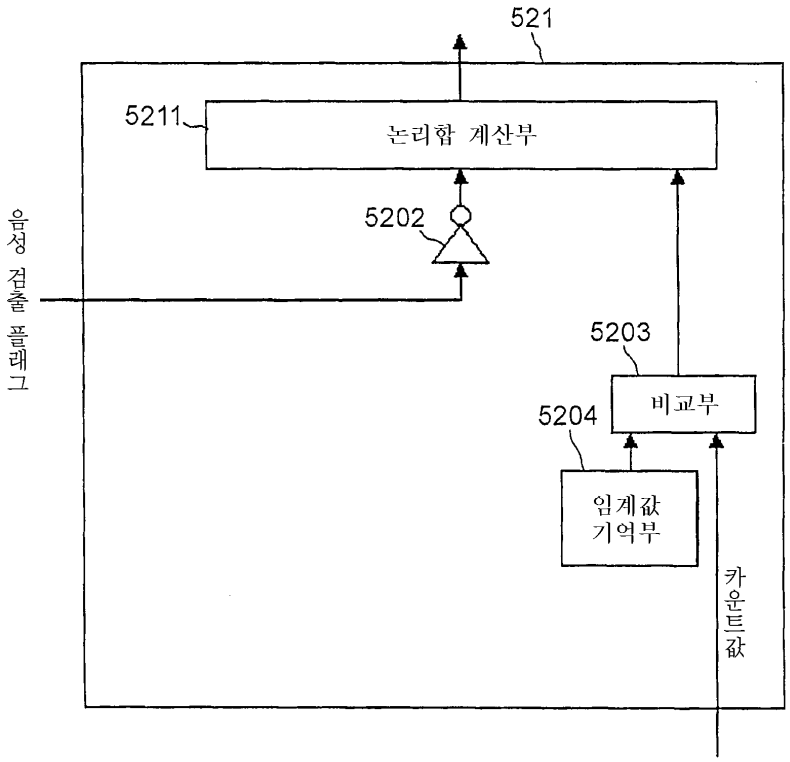
도면6


음성 검출 플래그
열화 음성 파워 스펙트럼
51
5140
주파수별 추정 잡음 계산부
5141
주파수별 추정 잡음 계산부
514K-1
주파수별 추정 잡음 계산부
분리부
502
503
다중화부
추정 잡음 파워 스펙트럼
카운트 값

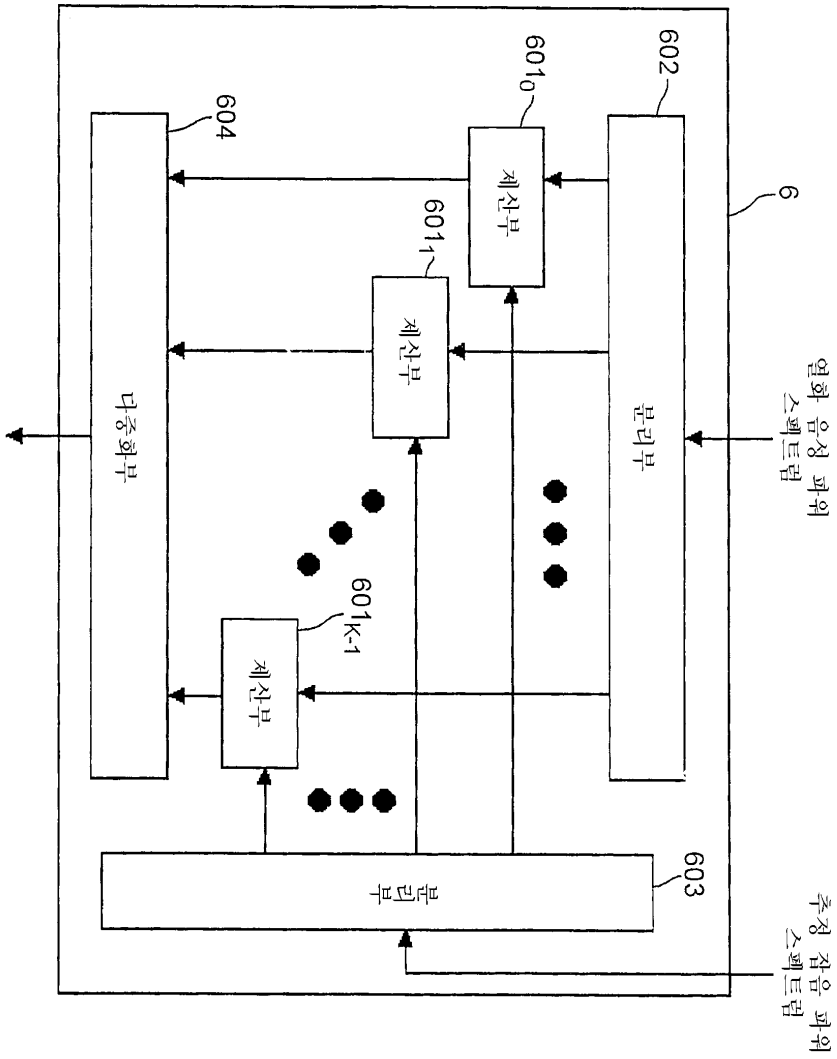
도면7


주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼
음성 검출 플래그
521
갱신 판정부
5941
레지스터 길이 기억부
5049
카운터
514
5044
5046
5045
최소값 선택부
5047
Σ
5048
제산부
주파수별 잡음 파워 스펙트럼
카운트 값

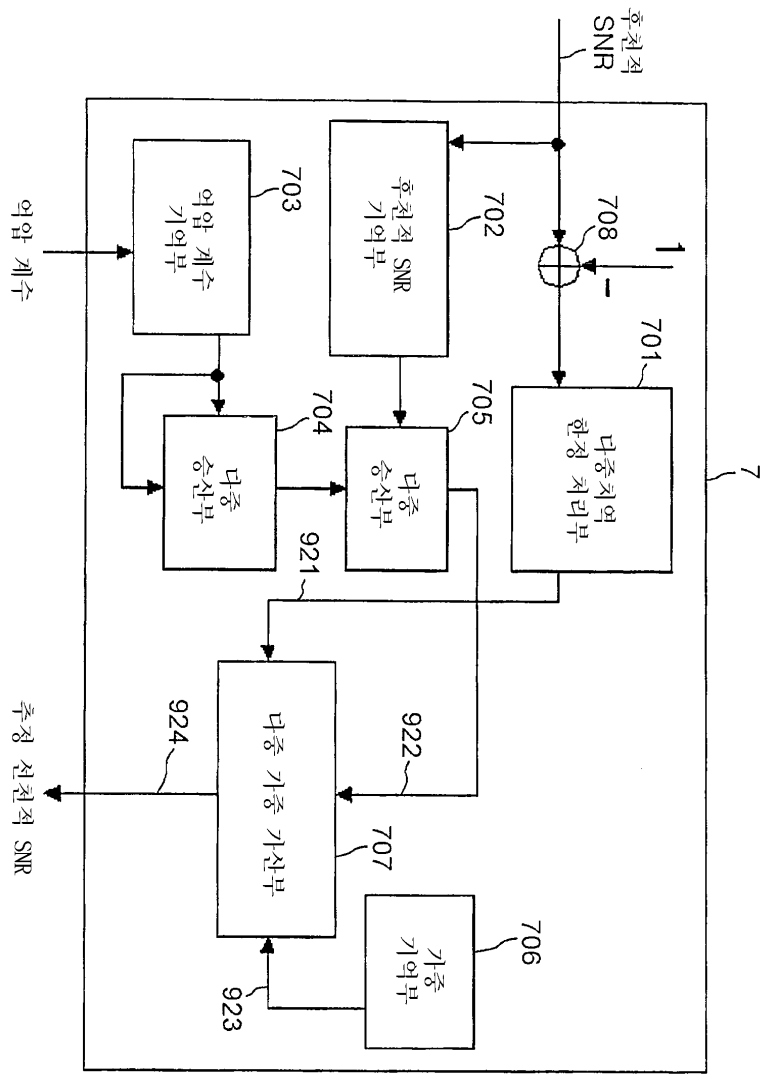
도면8



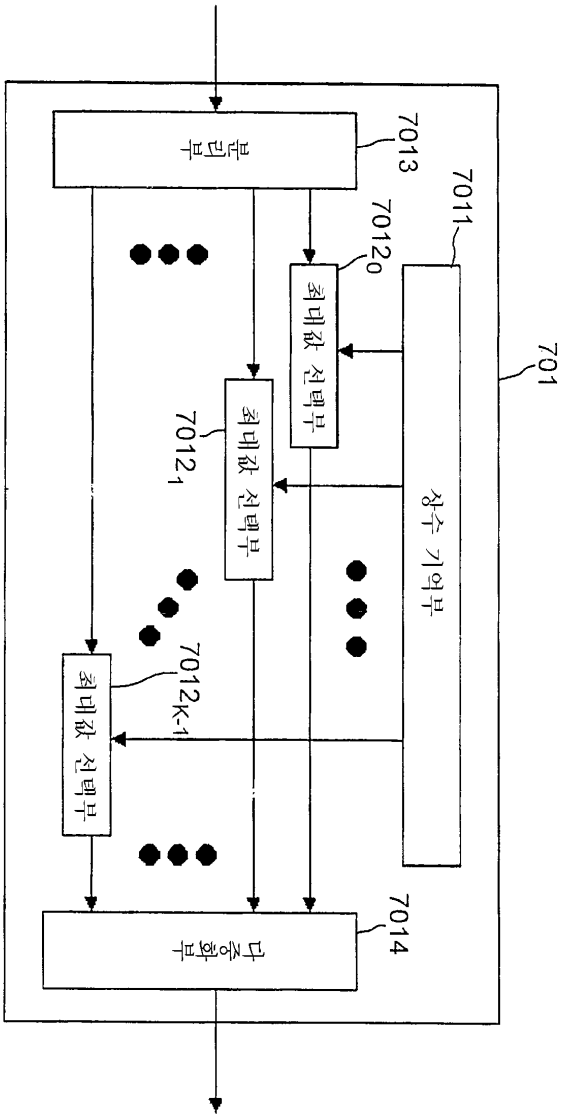
도면9


6
602
601₀
604
601₁
601K-1
603
제산부
제산부
제산부
분리부
다중화부
분리부
입력 음성 파워 스펙트럼
추정 잡음 파워 스펙트럼

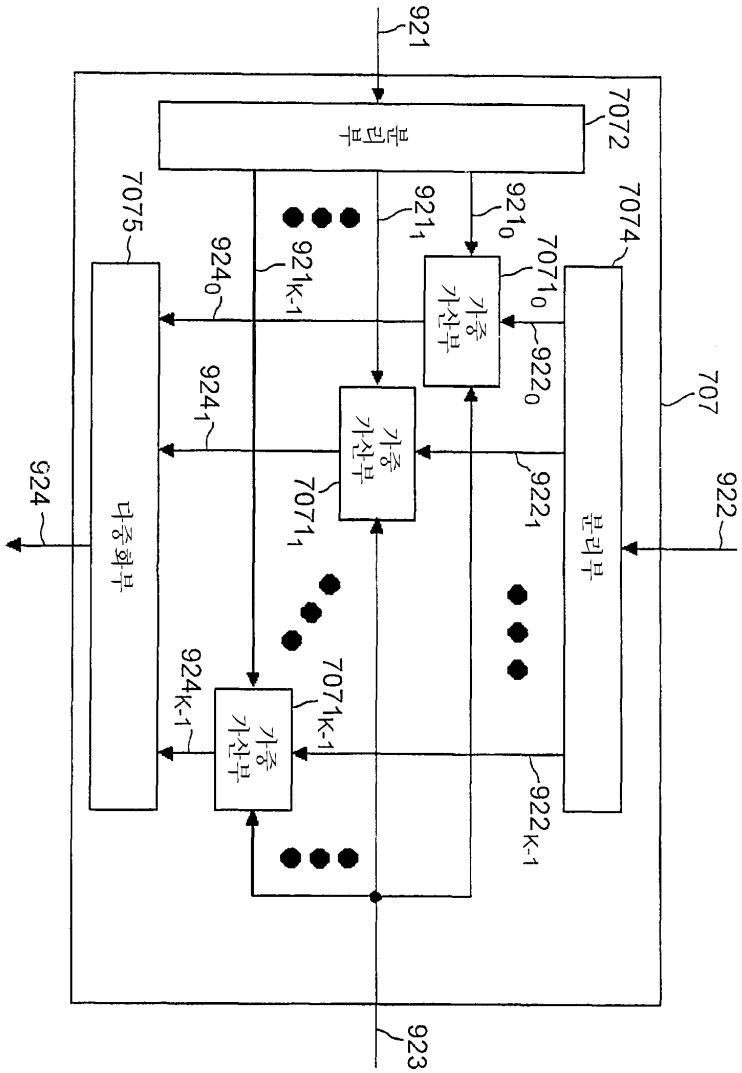
도면10


후천적 SNR
억압 계수
추정 선천적 SNR
7
701
다중치역 한정 처리부
702
후천적 SNR 기억부
703
억압 계수 기억부
704
다중 승산부
705
다중 승산부
706
가중 기억부
707
다중 가중 가산부
708
1
-
921
922
923
924

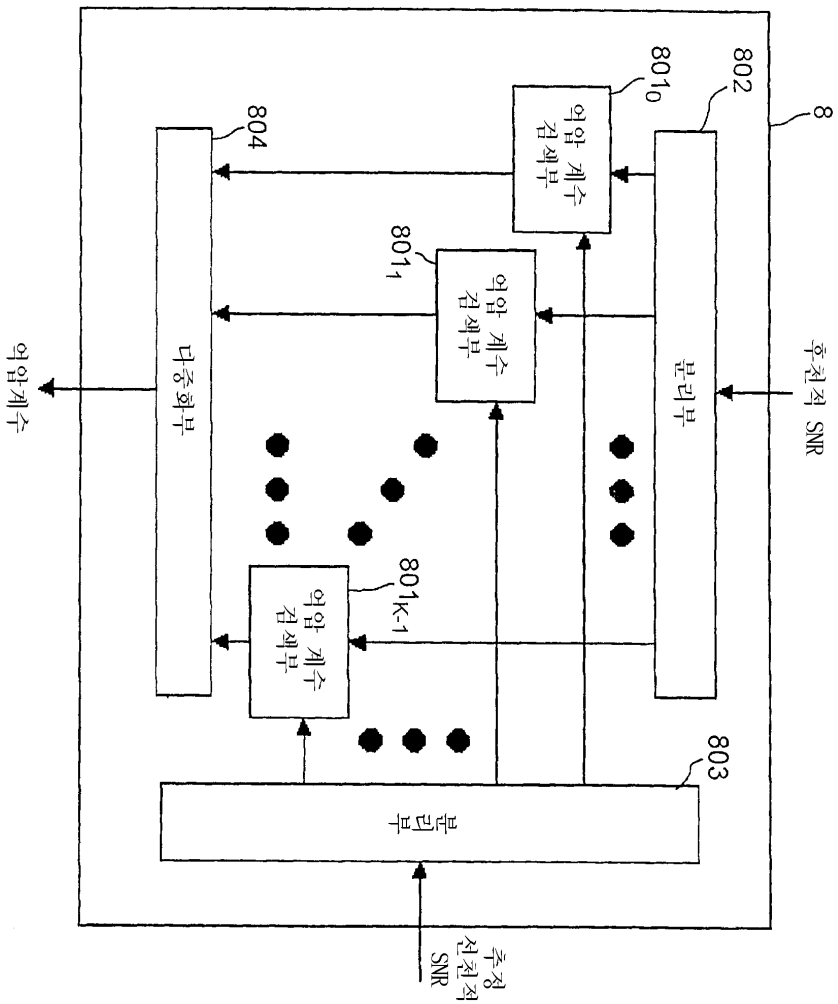
도면11


701
7011
7013
분리부
7012_0
최대값 선택부
7012_1
최대값 선택부
7012_{K-1}
최대값 선택부
상수 기억부
7014
다중화부

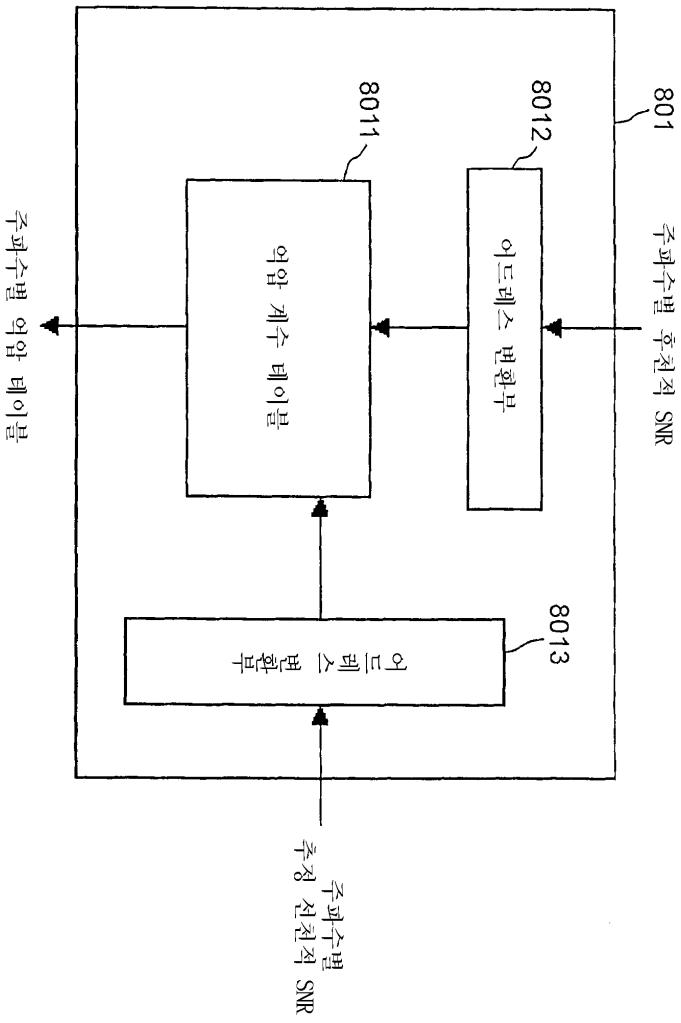
도면12


921
분리부
7072
7075
7074
921_1
921_0
924_0
921_{K-1}
7071_0
가중 가산부
922_0
707
924_1
가중 가산부
922_1
924
다중화부
7071_1
분리부
922
924_{K-1}
7071_{K-1}
가중 가산부
922_{K-1}
923

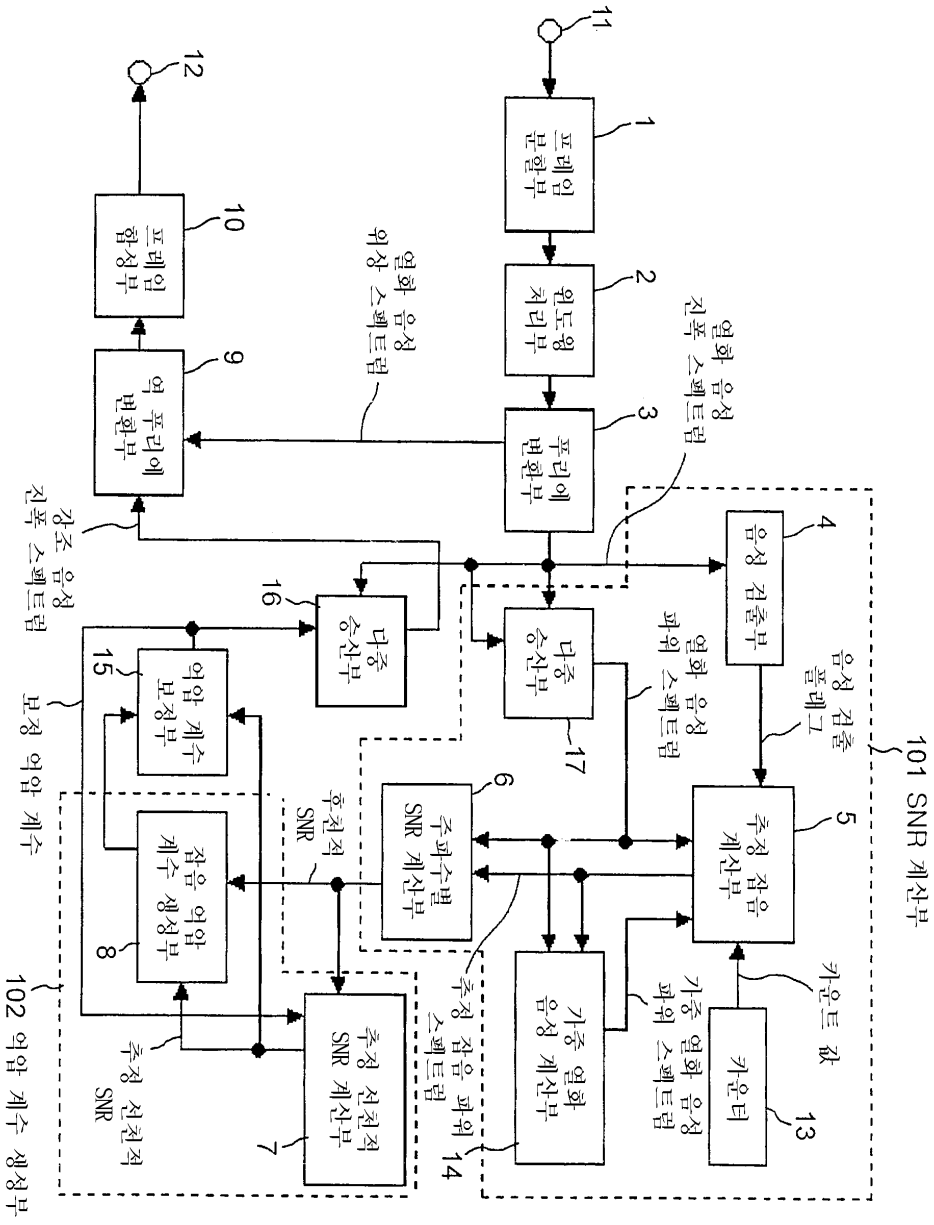
도면13


8
802
801_0
억압 계수 검색부
804
801_1
억압 계수 검색부
다중화부
억압계수
분리부
후천적 SNR
801_{K-1}
억압 계수 검색부
803
분리부
추정 선천적 SNR

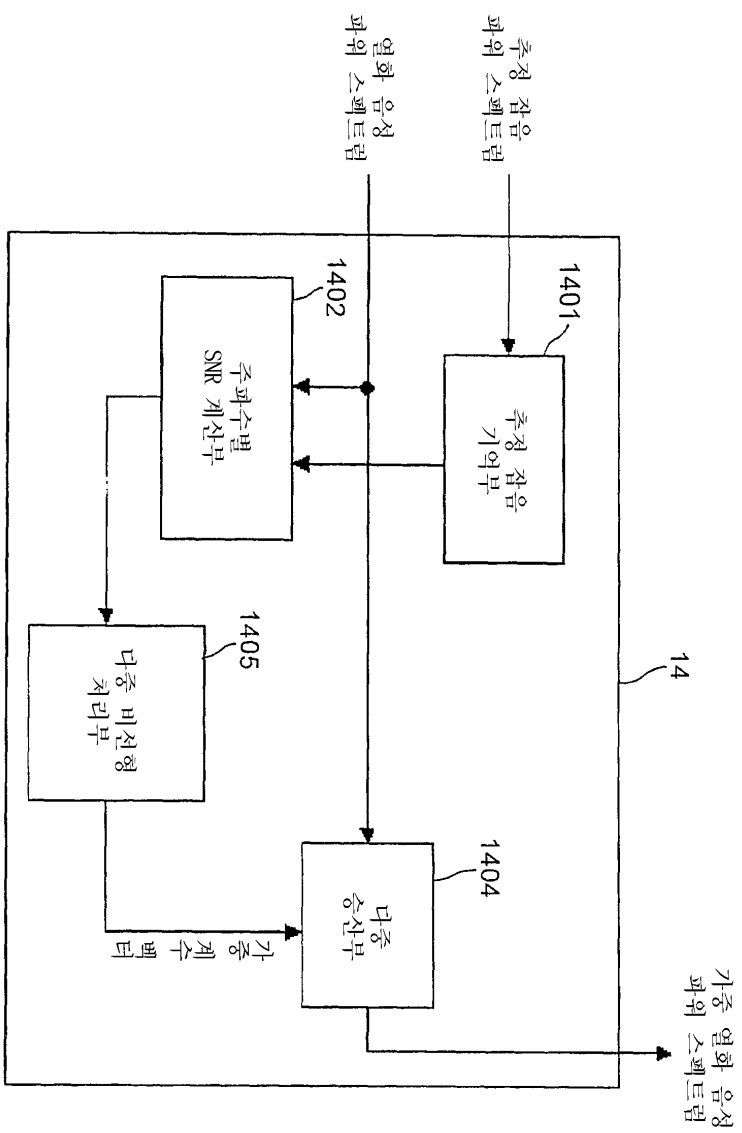
도면14


801
8012
8011
8013
주파수별 후퇴적 SNR
어드레스 변환부
억압 계수 테이블
어드레스 변환부
주파수별 억압 테이블
주파수별 추정 선천적 SNR

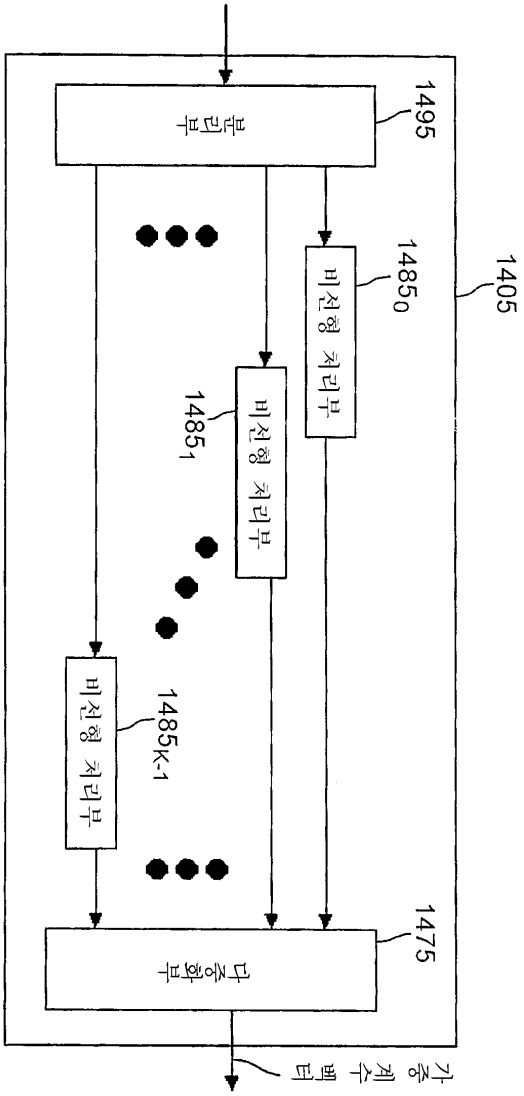
도면15


11
12
1
프레임 분할부
2
윈도윙 처리부
3
푸리에 변환부
4
음성 검출부
음성 검출 플래그
5
추정 잡음 계산부
카운트 값
13
카운터
가중 열화 음성 파워 스펙트럼
가중 열화 음성 계산부
추정 잡음 파워 스펙트럼
14
주파수별 SNR 계산부
후천적 SNR
6
추정 선천적 SNR 계산부
7
추정 선천적 SNR
잡음 억압 계수 생성부
8
억압 계수 보정부
보정 억압 계수
15
다중 승산부
16
다중 승산부
17
역 푸리에 변환부
9
프레임 합성부
10
열화 음성 위상 스펙트럼
열화 음성 진폭 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
101 SNR 계산부
102 억압 계수 생성부

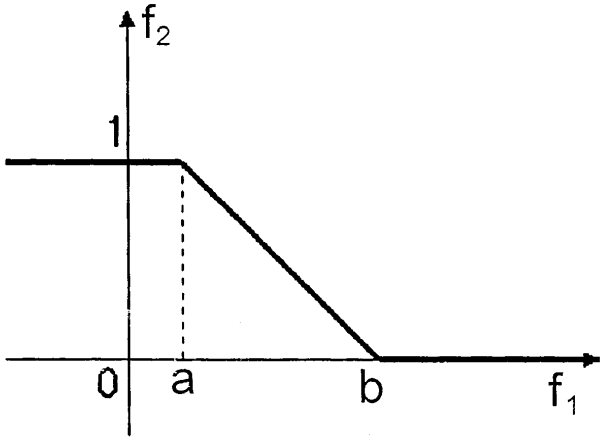
도면16


추정 잡음 파워 스펙트럼
열화 음성 파워 스펙트럼
14
1401
추정 잡음 기억부
1402
주파수별 SNR 계산부
1404
다중 승산부
1405
다중 비선형 처리부
가중 계수 뽑터
가중 열화 음성 파워 스펙트럼

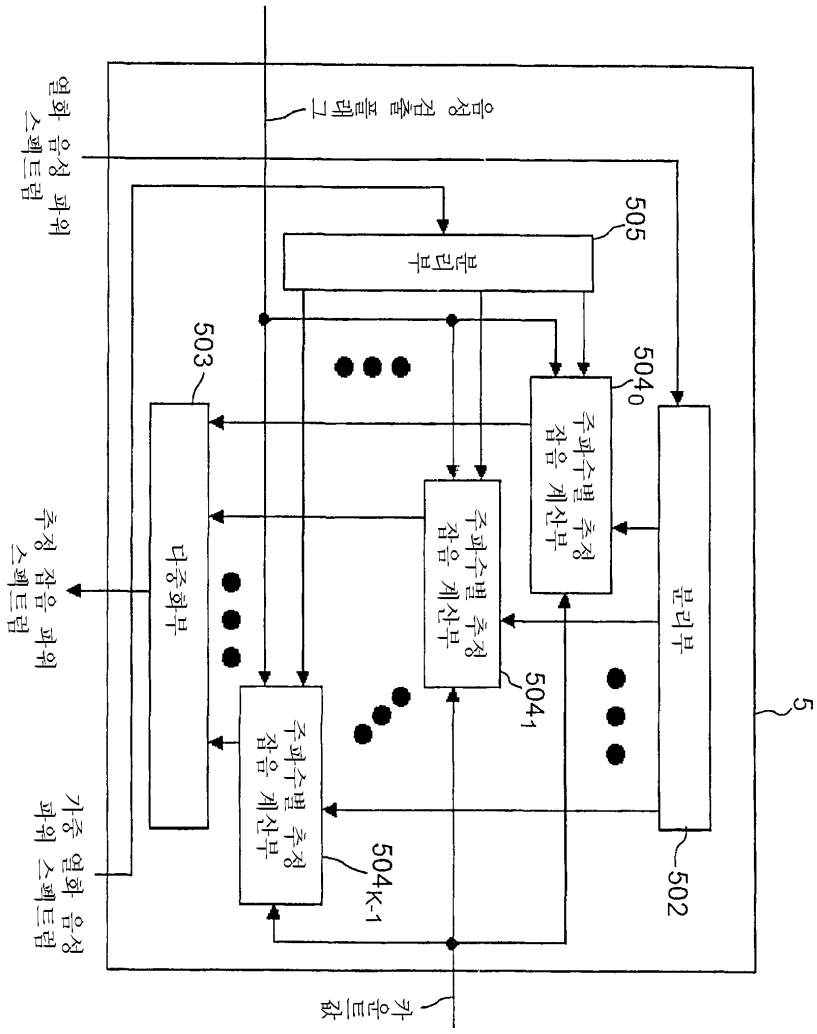
도면17


분리부
1495
비선형 처리부
1485₀
비선형 처리부
1485₁
비선형 처리부
1485K-1
1405
다중화부
1475
가중계수 벡터

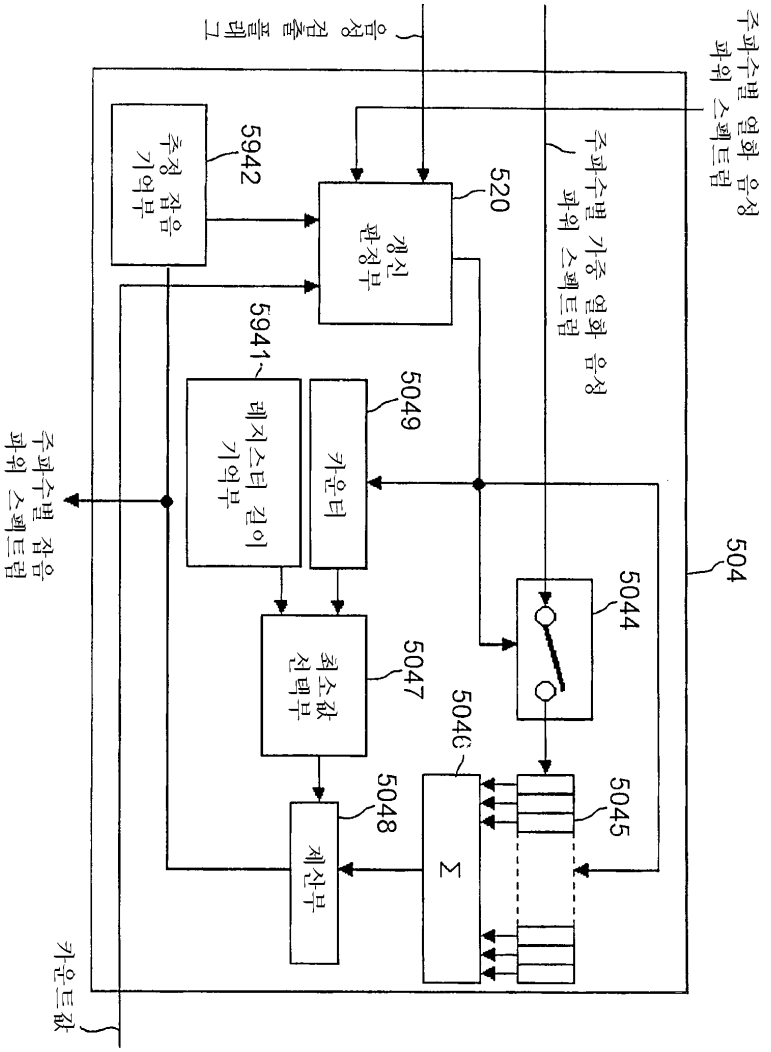
도면18



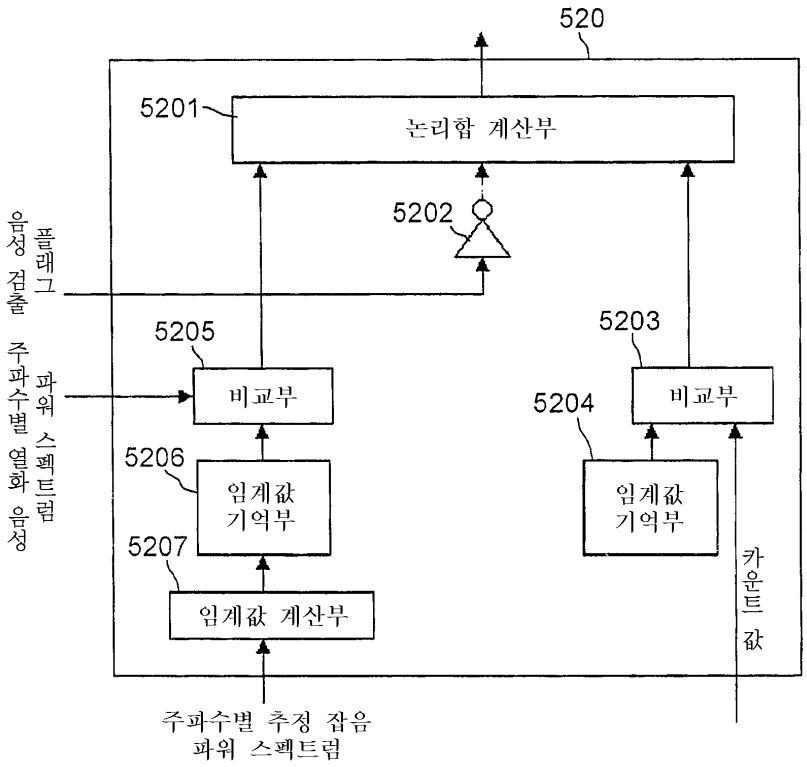
도면19


음성 검출 플래그
혼화 음성 파워 스펙트럼
505
분리부
503
504₀
주파수별 추정 잡음 계산부
다중화부
504₁
주파수별 추정 잡음 계산부
분리부
5
추정 잡음 파워 스펙트럼
504K-1
주파수별 추정 잡음 계산부
502
가중 혼화 음성 파워 스펙트럼
카운트값

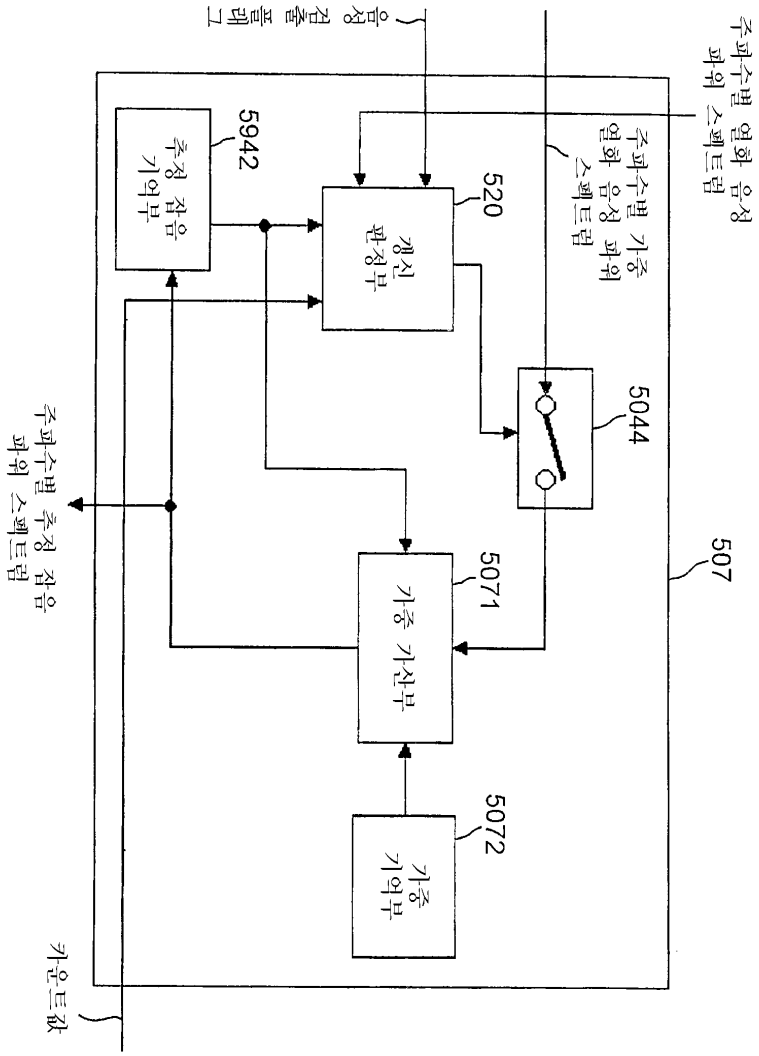
도면20


주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼
음성 검출 플래그
504
520
갱신 판정부
5942
추정 잡음 기억부
주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼
5941
레지스터 길이 기억부
5049
카운터
5044
5047
최소값 선택부
5046
5045
5048
Σ
제산부
주파수별 잡음 파워 스펙트럼
카운트값

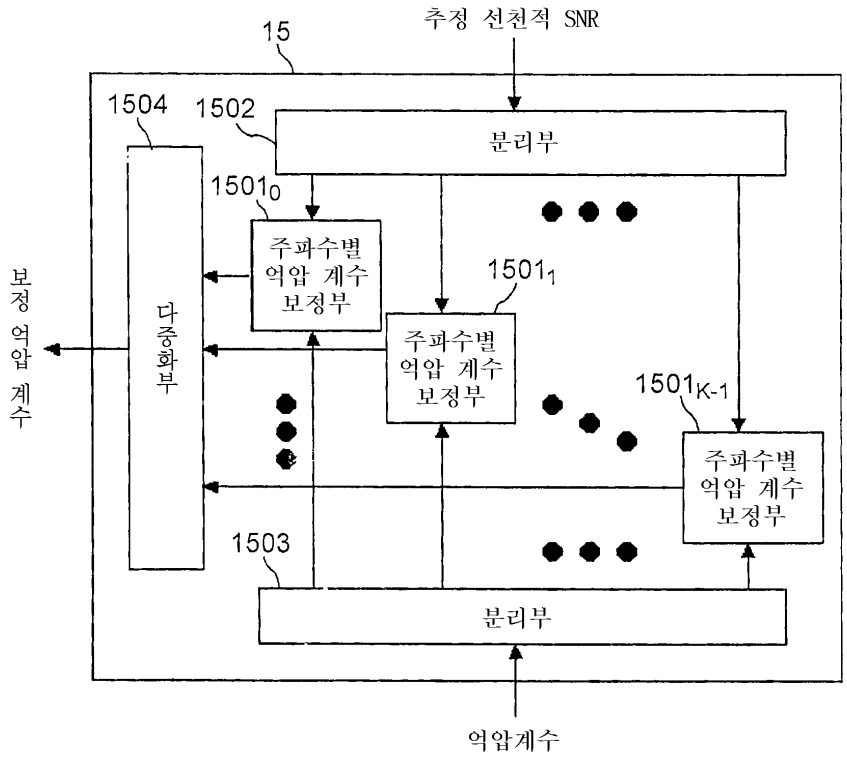
도면21


520
5201
논리합 계산부
5202
음성 검출 플래그
주파수별 파워 스펙트럼
5205
비교부
5203
비교부
5204
5206
임계값 기억부
임계값 기억부
5207
임계값 계산부
카운트 값
주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼

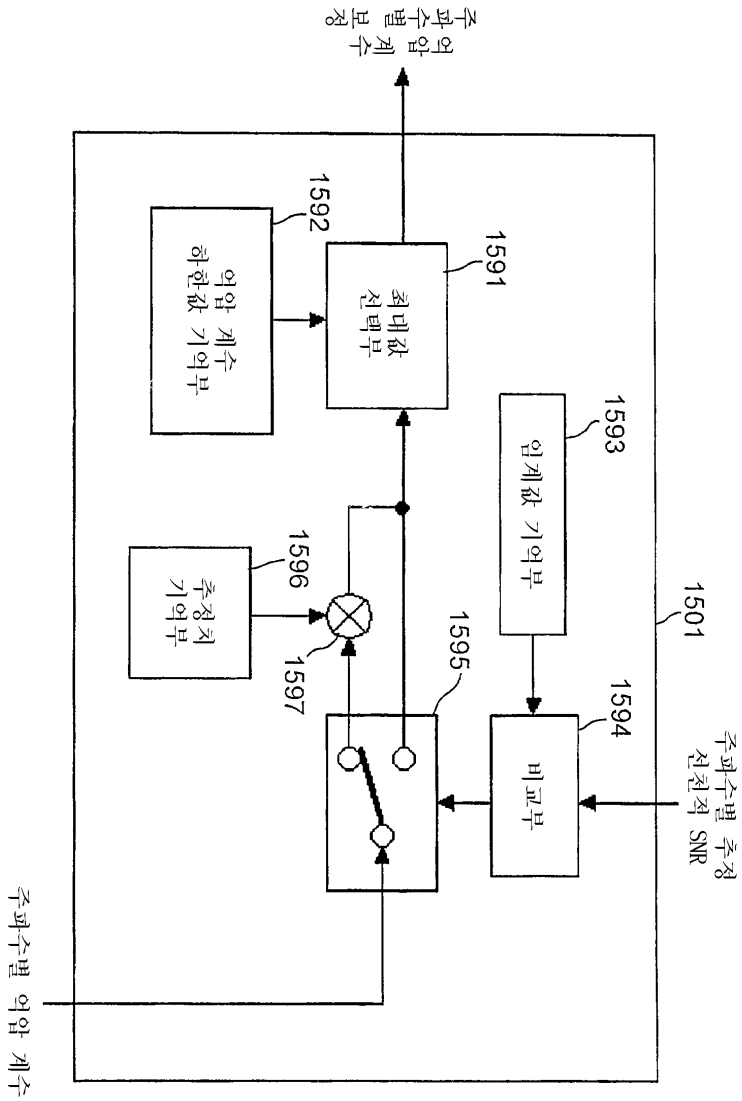
도면22


주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼
음성 검출 플래그
주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼
5942
추정 잡음 기억부
520
갱신 판정부
5044
507
5071
가중 가산부
5072
가중 기억부
주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼
카운트값

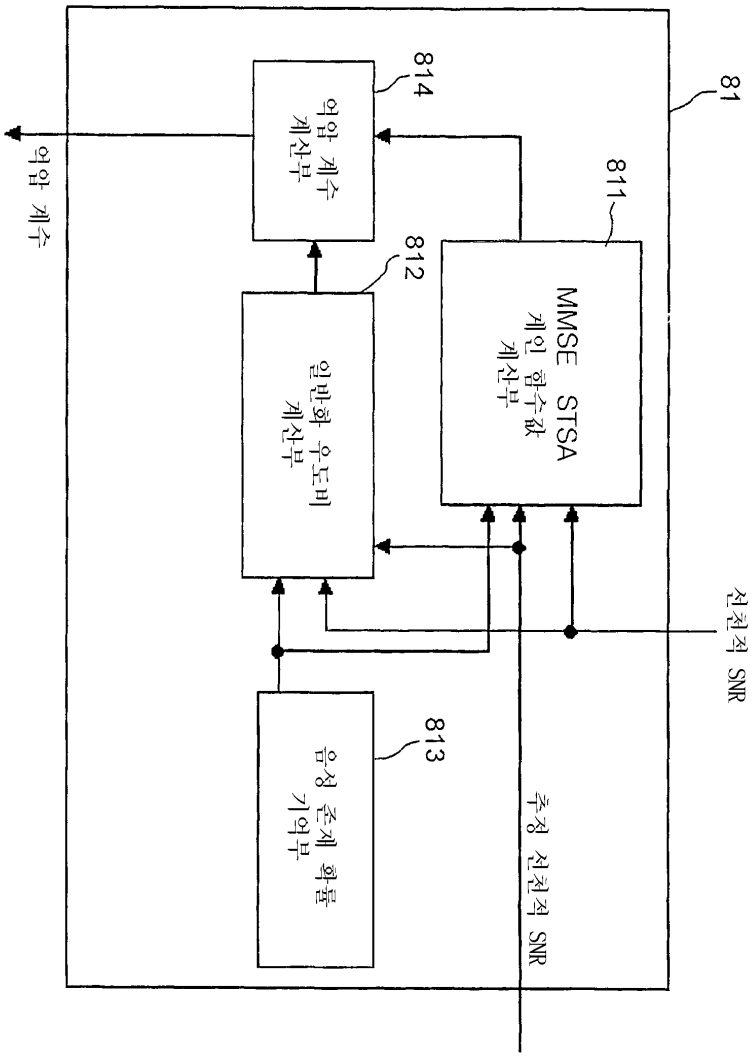
도면23


15
추정 선천적 SNR
1504
1502
분리부
1501$_0$
주파수별 억압 계수 보정부
1501$_1$
주파수별 억압 계수 보정부
1501$_{K-1}$
주파수별 억압 계수 보정부
다중화부
보정 억압 계수
1503
분리부
억압계수

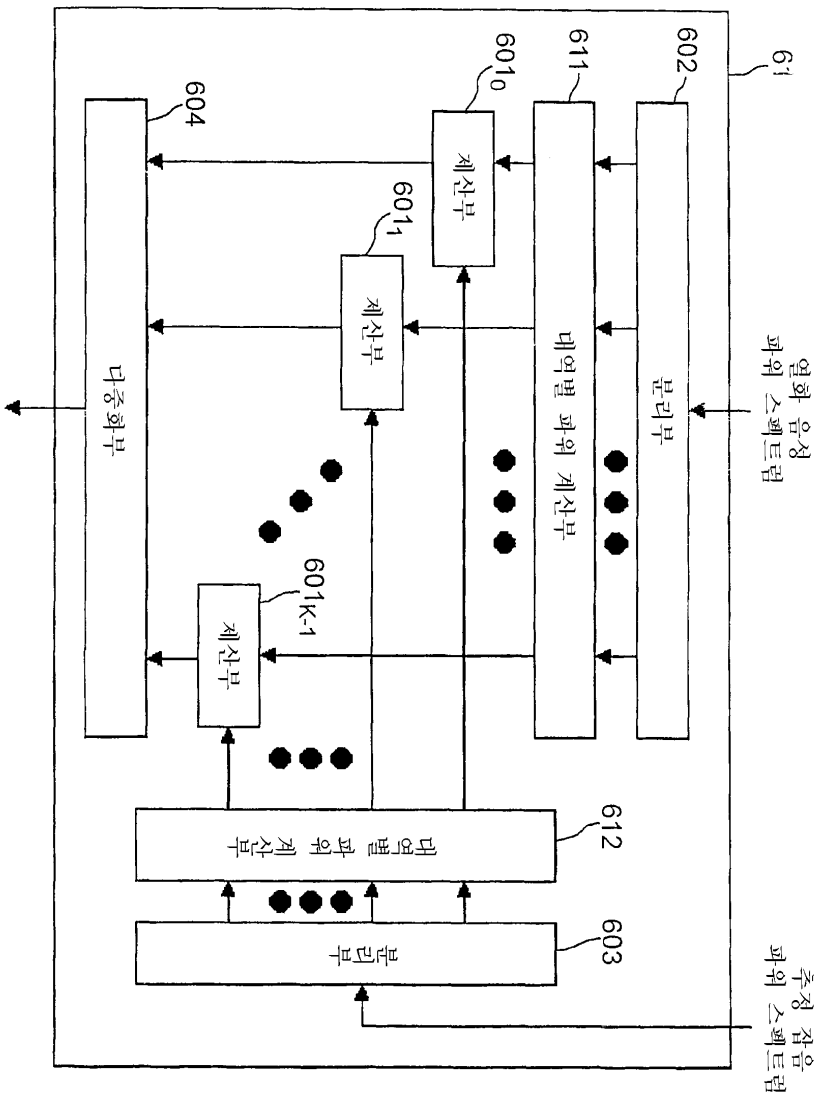
도면24


주파수별 억압 계수 보정
억압 계수 하한값 기억부
1592
최대값 선택부
1591
입계값 기억부
1593
추정치 기억부
1596
1597
1595
비교부
1594
1501
주파수별 억압 계수
주파수별 추정 선천적 SNR

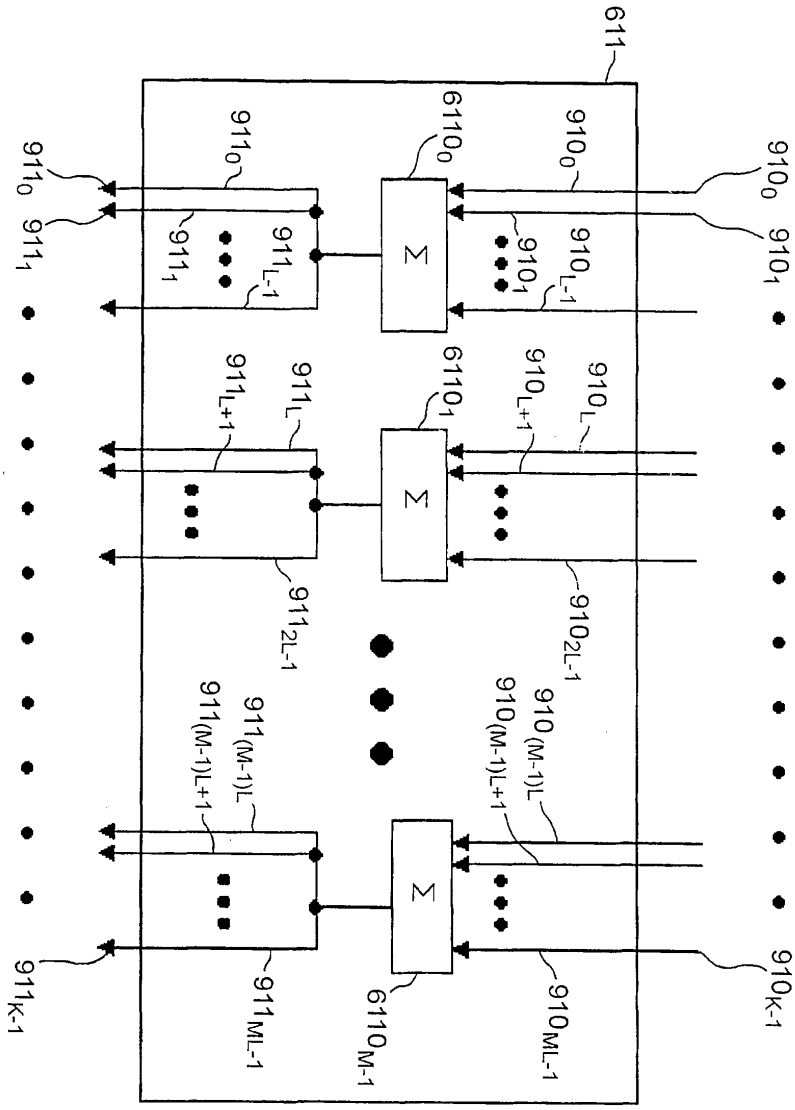
도면25


81
814
억압 계수 계산부
억압 계수
811
MMSE STSA 게인 함수값 계산부
812
일반화 우도비 계산부
813
음성 존재 확률 기억부
선천적 SNR
추정 선천적 SNR

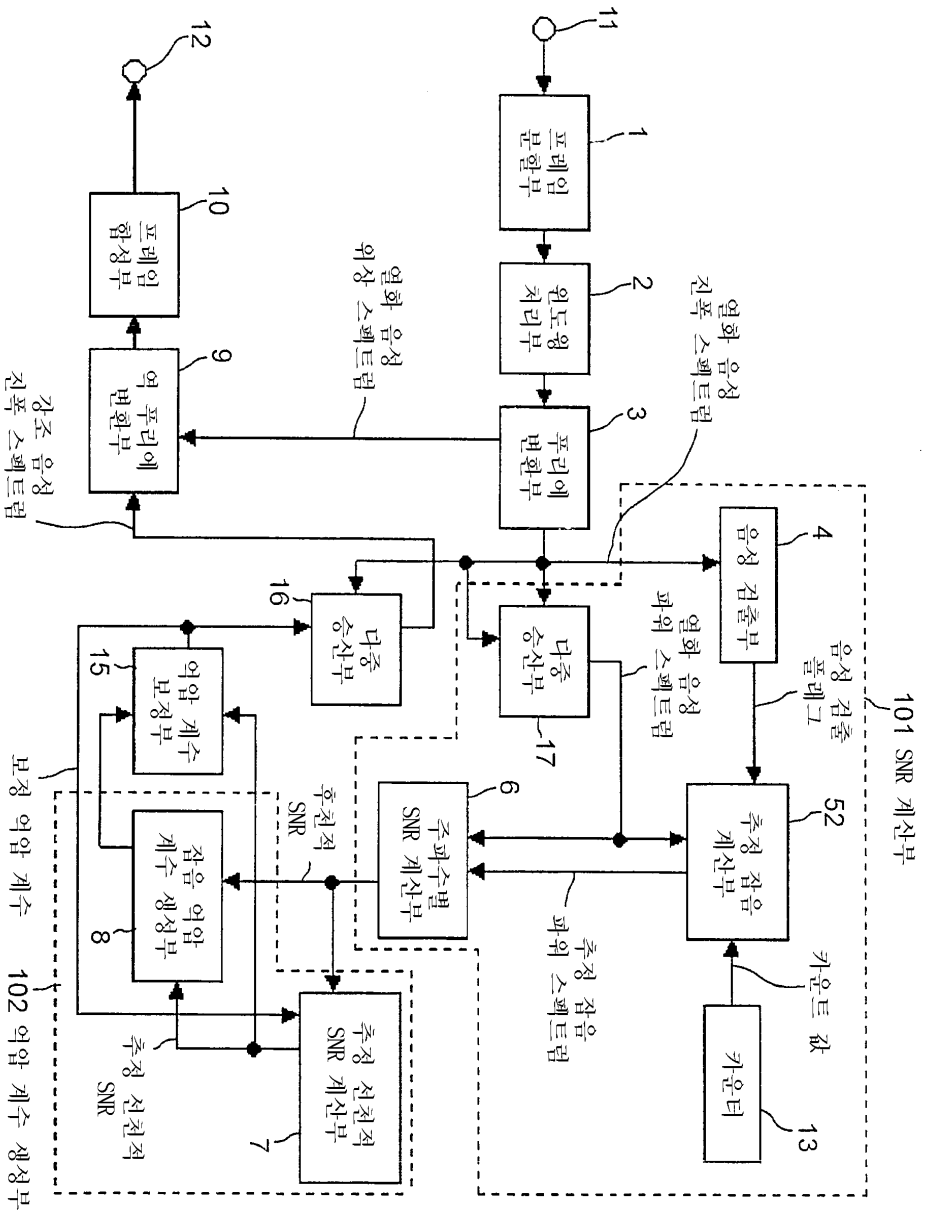
도면26


61
602
611
601_0
604
제산부
601_1
제산부
다중화부
대역별 파워 계산부
분리부
열화 음성 파워 스펙트럼
601_{K-1}
제산부
612
대역별 파워 계산부
603
분리부
추정 잡음 파워 스펙트럼

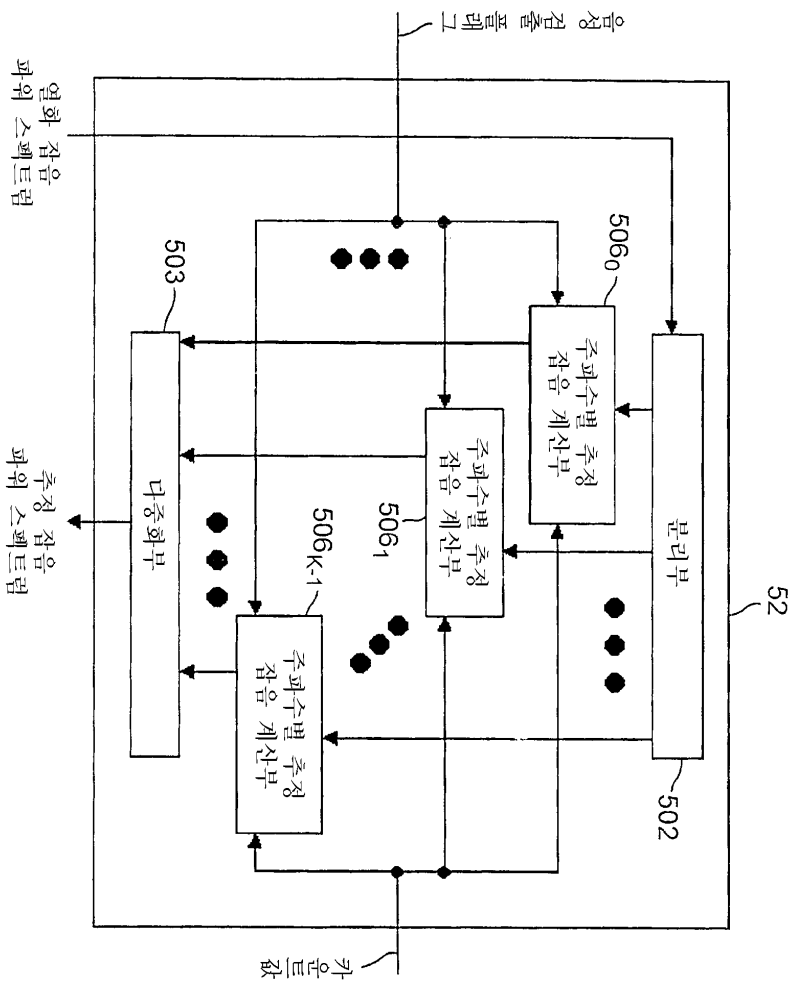
도면27


611
6110_0
6110_1
6110_{M-1}
910_0
910_1
910_{L-1}
910_L
910_{L+1}
910_{2L-1}
$910_{(M-1)L}$
$910_{(M-1)L+1}$
910_{ML-1}
910_{K-1}
911_0
911_1
911_{L-1}
911_L
911_{L+1}
911_{2L-1}
$911_{(M-1)L}$
$911_{(M-1)L+1}$
911_{ML-1}
911_{K-1}
Σ

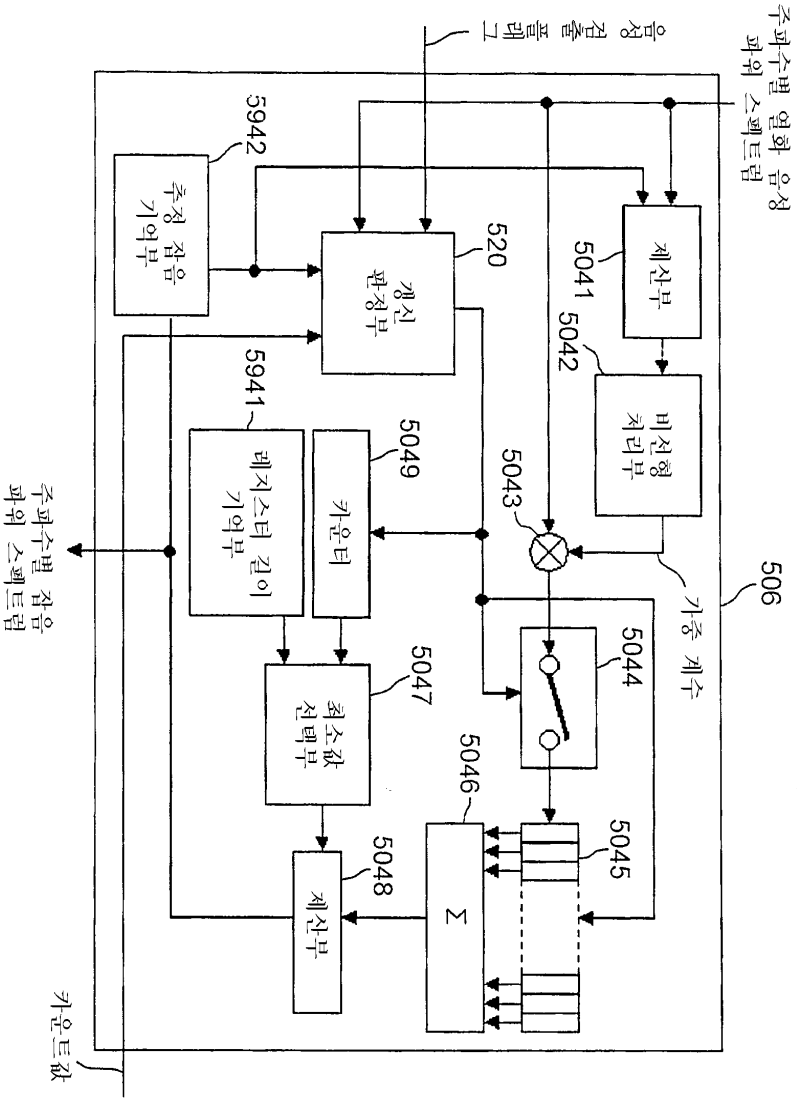
도면28


11
프레임 분할부
1
윈도윙 처리부
2
푸리에 변환부
3
음성 검출부
4
다중 승산부
16
다중 승산부
17
억압 계수 보정부
15
잡음 억압 계수 생성부
8
억 푸리에 변환부
9
프레임 합성부
10
12
주파수별 SNR 계산부
6
추정 잡음 계산부
52
카운터
13
추정 선천적 SNR 계산부
7
열화 음성 진폭 스펙트럼
열화 음성 위상 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
음성 검출 플래그
열화 음성 파워 스펙트럼
후천적 SNR
추정 잡음 파워 스펙트럼
카운트 값
추정 선천적 SNR
보정 억압 계수
101 SNR 계산부
102 억압 계수 생성부

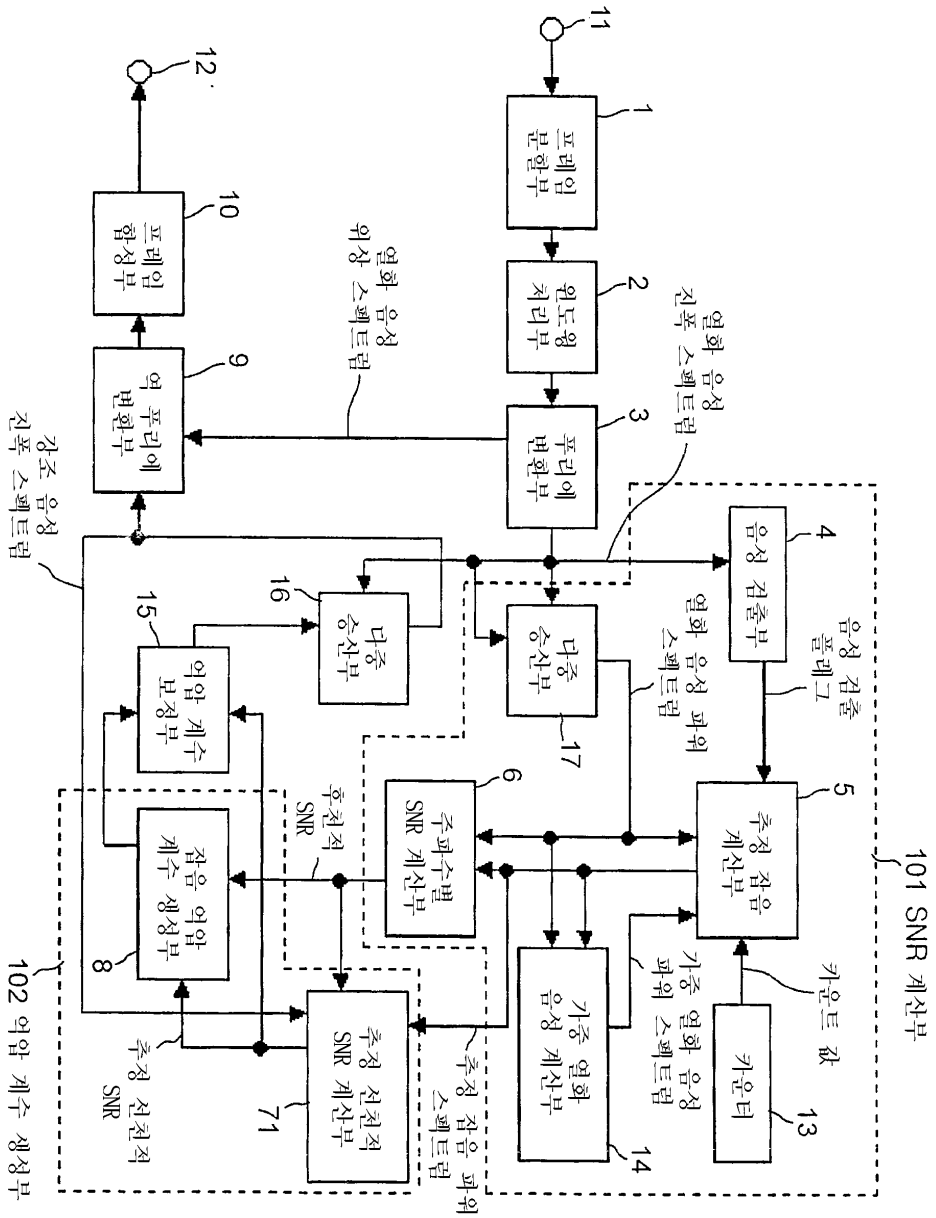
도면29


음성 검출 플래그
열화 잡음 파워 스펙트럼
추정 잡음 파워 스펙트럼
카운트값
503
다중화부
506K-1
주파수별 추정 잡음 계산부
506₁
주파수별 추정 잡음 계산부
506₀
주파수별 추정 잡음 계산부
분리부
502
52

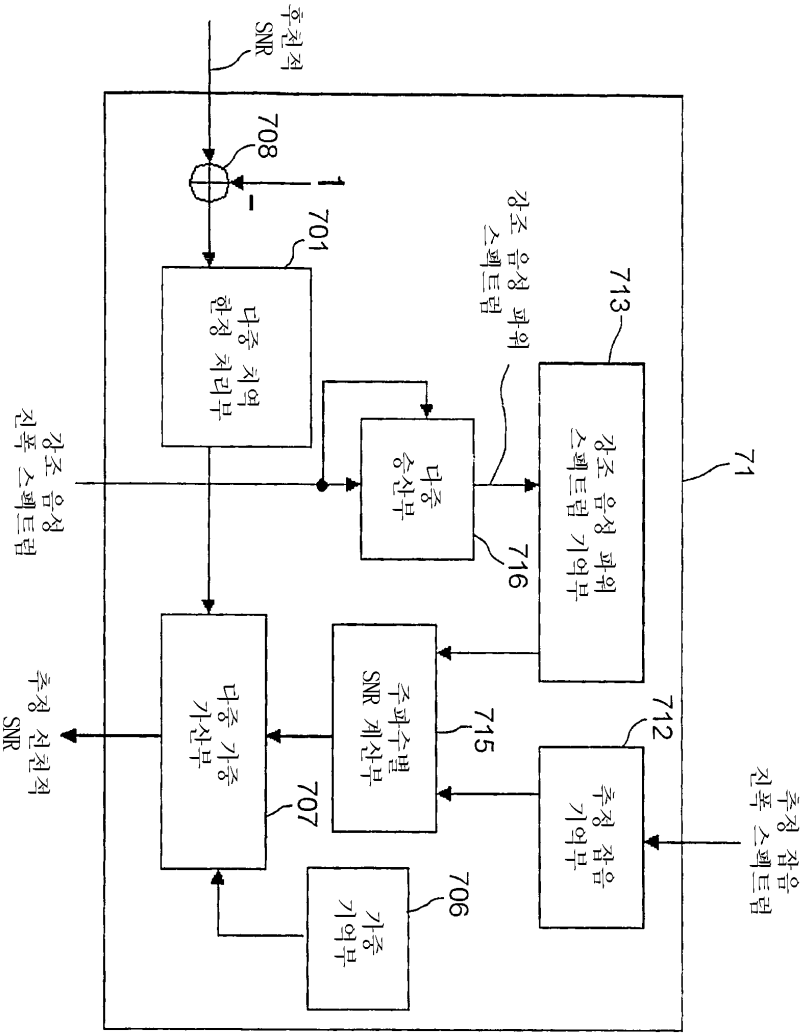
도면30


주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼
음성 검출 플래그
5942
추정 잡음 기억부
520
갱신 판정부
5041
제산부
5042
비선형 처리부
5941
레지스터 길이 기억부
5049
카운터
5043
506
가중 계수
5044
5047
최소값 선택부
5046
5045
5048
제산부
Σ
주파수별 잡음 파워 스펙트럼
카운트값

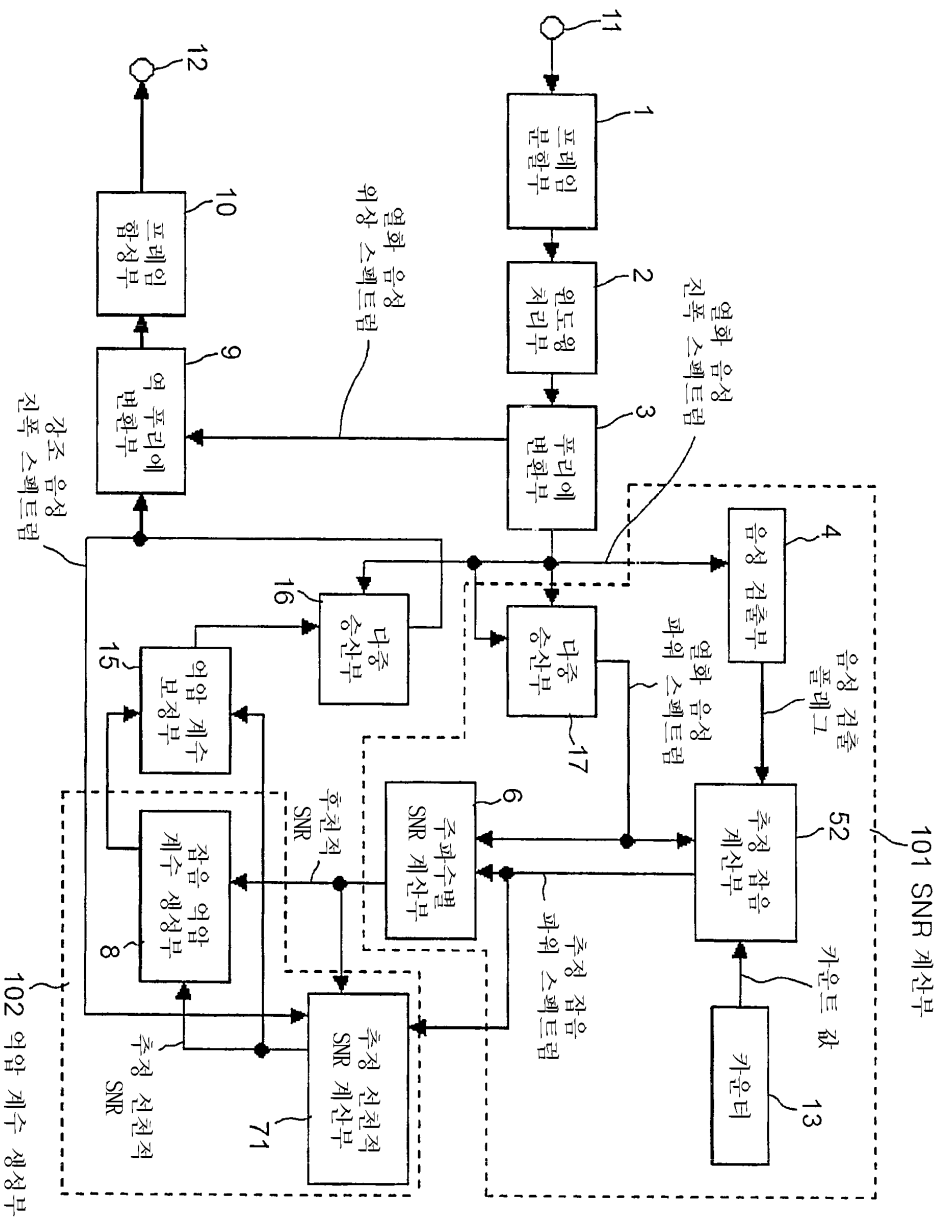
도면31


11
12
1
프레임 분할부
2
윈도잉 처리부
3
푸리에 변환부
4
음성 검출부
음성 검출 플래그
5
추정 잡음 계산부
101 SNR 계산부
카운트 값
카운터
13
가중 열화 음성 파워 스펙트럼
가중 열화 음성 계산부
14
추정 잡음 파워 스펙트럼
6
주파수별 SNR 계산부
후천적 SNR
추정 선천적 SNR 계산부
71
추정 선천적 SNR
억압 계수 생성부
8
억압 계수 보정부
15
다중 승산부
16
다중 승산부
17
열화 음성 파워 스펙트럼
역 푸리에 변환부
9
프레임 합성부
10
열화 음성 위상 스펙트럼
열화 음성 진폭 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
102 억압 계수 생성부

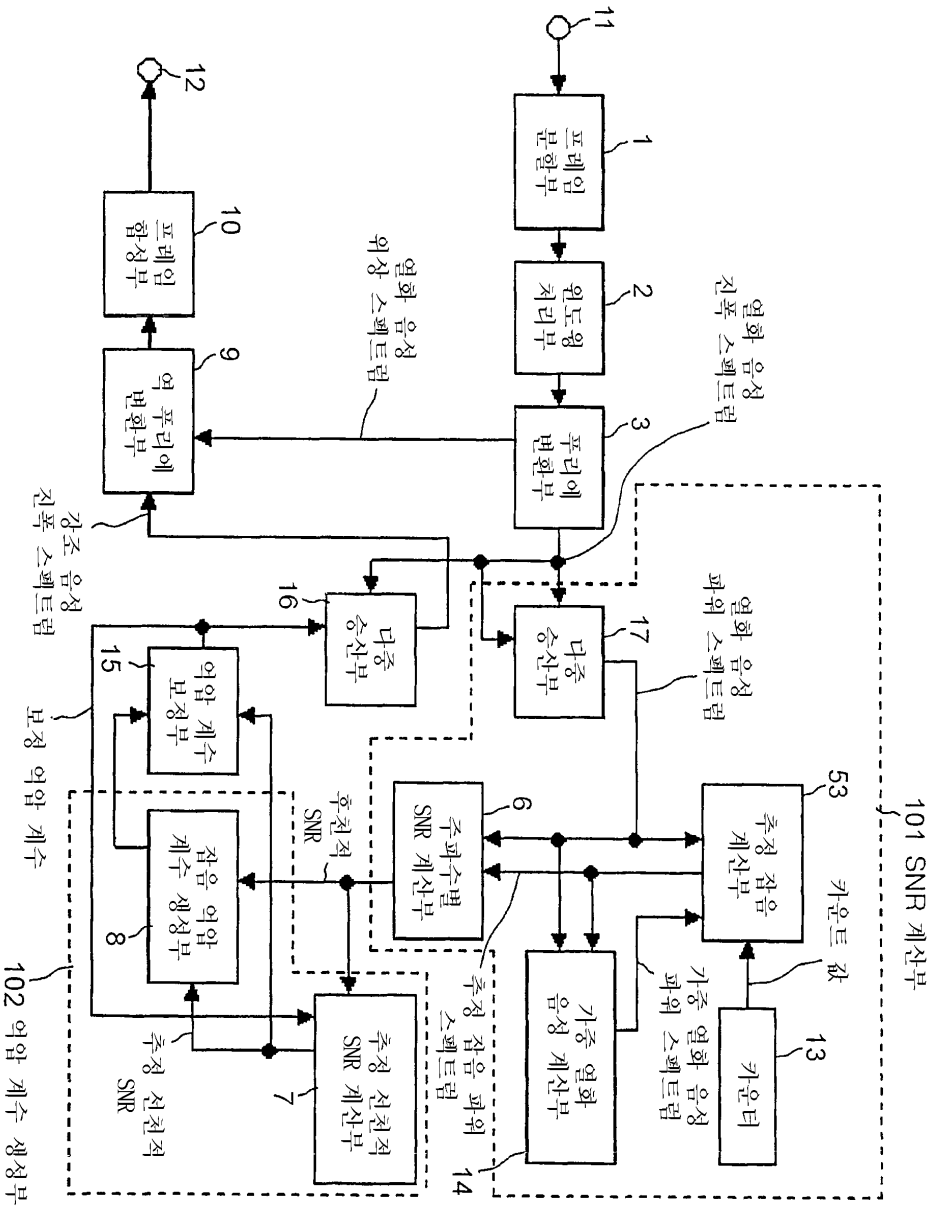
도면32


후천적 SNR
708
1
-
701
다중 차역 한정 처리부
강조 음성 파워 스펙트럼
713
강조 음성 파워 스펙트럼 기억부
71
다중 송산부
716
강조 음성 전폭 스펙트럼
다중 가중 가산부
주파수별 SNR 계산부
715
712
추정 잡음 기억부
추정 잡음 전폭 스펙트럼
추정 선천적 SNR
707
가중 기억부
706

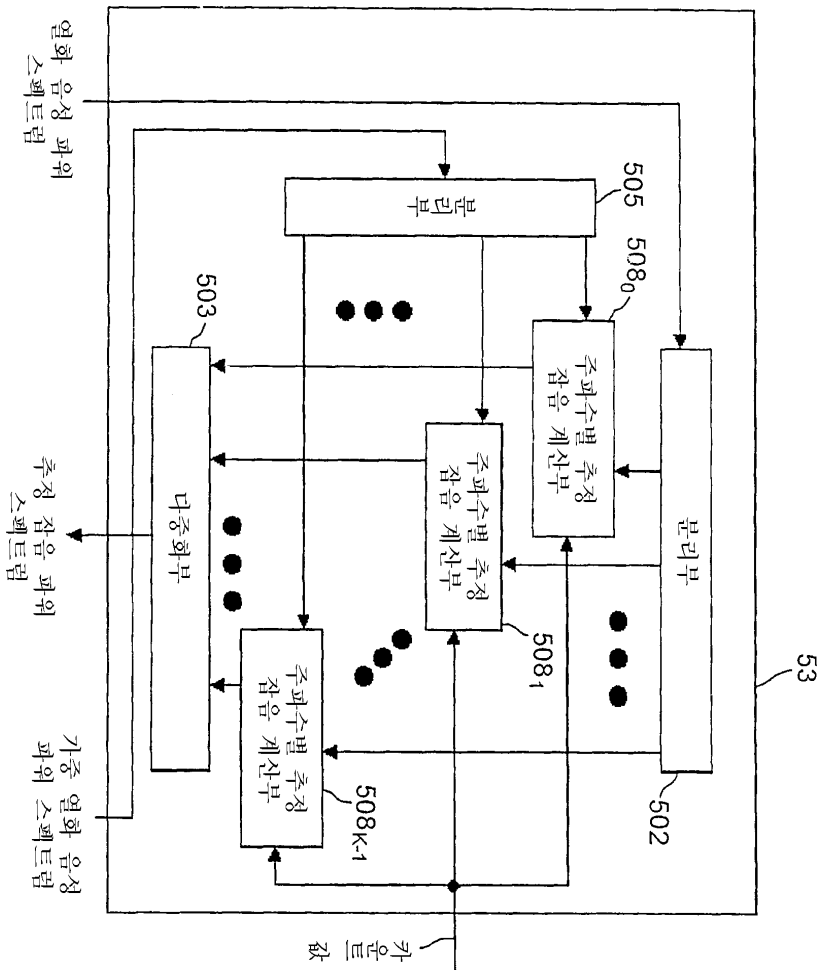
도면33


11
12
1
프레임 분할부
2
윈도윙 처리부
3
푸리에 변환부
4
음성 검출부
9
역 푸리에 변환부
10
프레임 합성부
16
다중 승산부
15
억압 계수 보정부
17
다중 승산부
6
주파수별 SNR 계산부
52
측정 잡음 계산부
8
잡음 억압 계수 생성부
71
측정 선천적 SNR 계산부
13
카운터
101 SNR 계산부
102 억압 계수 생성부
열화 음성 위상 스펙트럼
열화 음성 진폭 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
음성 검출 플래그
열화 음성 파워 스펙트럼
후천적 SNR
측정 잡음 파워 스펙트럼
카운트 값
측정 선천적 SNR

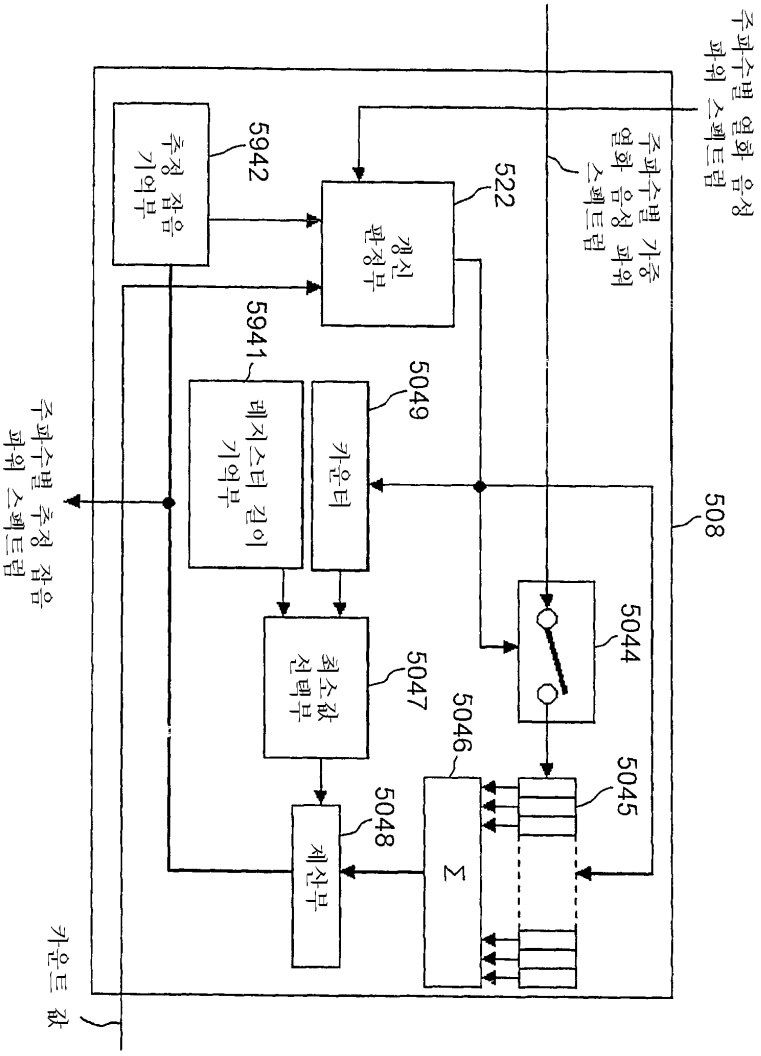
도면34


11
12
프레임 분할부
1
윈도윙 처리부
2
퓨리에 변환부
3
역 퓨리에 변환부
9
프레임 합성부
10
열화 음성 위상 스펙트럼
열화 음성 진폭 스펙트럼
강조 음성 진폭 스펙트럼
다중 승산부
16
다중 승산부
17
억압 계수 보정부
15
보정 억압 계수
잡음 억압 계수 생성부
8
102 억압 계수 생성부
주파수별 SNR 계산부
6
후천적 SNR
추정 잡음 파워 스펙트럼
추정 선천적 SNR 계산부
7
추정 선천적 SNR
가중 열화 음성 계산부
14
가중 열화 음성 파워 스펙트럼
추정 잡음 계산부
53
101 SNR 계산부
카운트 값
카운터
13

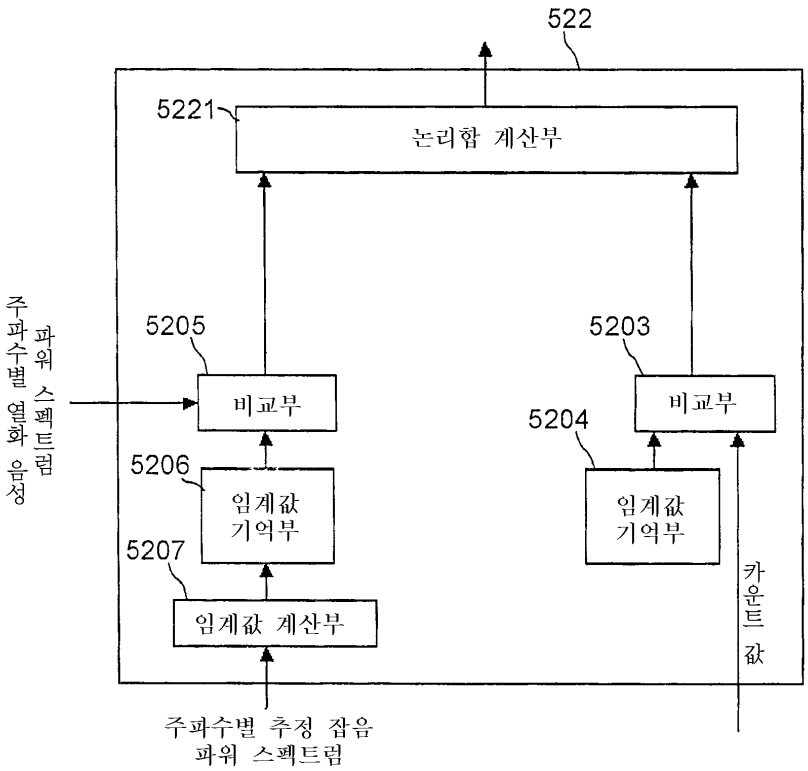
도면35


입력 음성 스펙트럼
분리부
505
508_0
503
주파수별 추정 잡음 계산부
다중화부
508_1
분리부
53
추정 잡음 파워 스펙트럼
508_{K-1}
502
가중 입력 음성 파워 스펙트럼
카운트 값

도면36


주파수별 열화 음성 파워 스펙트럼
주파수별 가중 열화 음성 파워 스펙트럼
508
522
갱신 판정부
5942
추정 잡음 기억부
5941
레지스터 길이 기억부
5049
카운터
5044
5045
5046
Σ
5047
최소값 선택부
5048
계산부
주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼
카운트 값

도면37


522
5221
논리합 계산부
5205
비교부
5203
비교부
5204
5206
임계값 기억부
임계값 기억부
5207
임계값 계산부
주파수별 파워 스펙트럼 열화 음성
카운트 값
주파수별 추정 잡음 파워 스펙트럼