



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월28일
(11) 등록번호 10-1782050
(24) 등록일자 2017년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 1/40 (2006.01) H04R 1/22 (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01) H04R 9/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0091920
(22) 출원일자 2010년09월17일
심사청구일자 2015년09월17일
(65) 공개번호 10-2012-0029839
(43) 공개일자 2012년03월27일
(56) 선행기술조사문헌
US20080159559 A1*
US07792313 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
오광철
경기도 용인시 기흥구 보정로 87, 현대아파트1차아파트 211동 1204호 (보정동)
김정수
경기도 용인시 수지구 만현로 79, 만현마을현대아파트5단지 506동 901호 (상현동)
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
정홍식, 김태현

전체 청구항 수 : 총 20 항

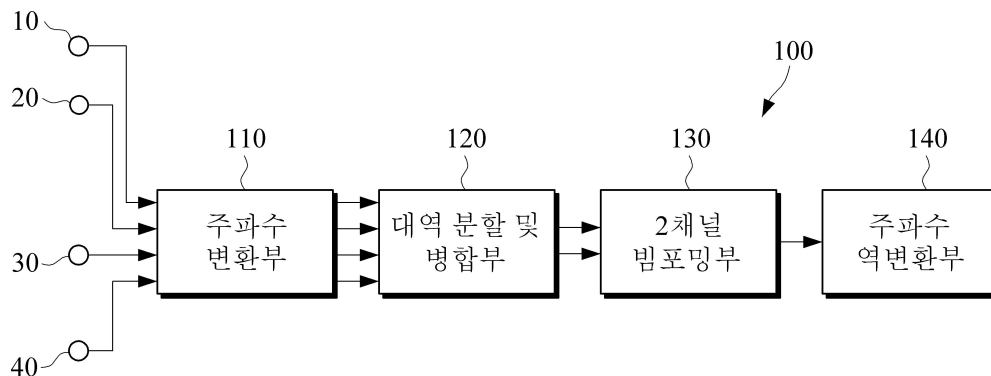
심사관 : 우만웅

(54) 발명의 명칭 비등간격으로 배치된 마이크로폰을 이용한 음질 향상 장치 및 방법

(57) 요약

비등간격으로 배치된 마이크로폰 어레이를 이용하여 작은 사이즈의 마이크로폰 어레이를 이용하면서도 고주파 대역 및 저주파 대역을 포함하는 광대역의 주파수 대역에서 원하는 방향의 빔 패턴을 얻을 수 있는 음질 향상 장치 및 방법이 제공된다. 음질 향상 장치는, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰과, 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환하는 주파수 변환부와, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하고, 분할된 주파수 대역에 기초하여 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합하는 대역 분할 및 병합부와, 2채널의 신호를 이용하여 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 빔포밍부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

정재훈

경기도 용인시 수지구 풍덕천로 33 614동 1002호
(풍덕천동, 상록아파트)

정소영

서울특별시 서초구 남부순환로356길 62, 401호 (양
재동, 가나빌딩)

명세서

청구범위

청구항 1

비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰;

상기 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환하는 주파수 변환부;

상기 마이크로폰의 간격마다 주파수 최대값을 이용하여 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하고, 상기 분할된 주파수 대역에 기초하여 상기 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합하는 대역 분할 및 병합부; 및

상기 2채널의 신호를 이용하여 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 2채널 빔포밍부를 포함하는 음질 향상 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가지는 음질 향상 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 대역 분할 및 병합부는, 상기 마이크로폰의 간격에 따라 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 상기 마이크로폰의 간격마다 공간적 엘리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 주파수 대역을 분할하는 음질 향상 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 대역 분할 및 병합부는, 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록, 상기 주파수의 최대값(f_0)을 결정하는 음질 향상 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 대역 분할 및 병합부는, 상기 마이크로폰의 간격에 따라 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 상기 마이크로폰의 간격의 개수에 대응하는 개수로 주파수 대역을 분할하는 음질 향상 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 대역 분할 및 병합부는, 상기 마이크로폰의 간격의 모든 세트에 대해서, 상기 마이크로폰의 간격을 형성하는 2개의 마이크로폰들로부터 입력된 주파수 영역의 음향 신호에서, 상기 마이크로폰의 간격에 따라 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 추출하여 2채널의 음향 신호로 병합하는 음질 향상 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 출력된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 역변환부를 더 포함하는 음질 향상 장치.

청구항 8

비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰;

상기 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호가 상기 마이크로폰들의 간격마다 주파수 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역을 통과하도록 형성된 복수 개의 대역 통과 필터를 포함하는 필터링부;

상기 필터링부를 통과한 음향 신호를 주파수 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 변환부;

상기 복수 개의 대역 통과 필터에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 주파수 대역별 2채널의 음향 신호들마다 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 2채널 빔포밍부;

상기 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합하는 병합부; 및

상기 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 역변환부를 포함하는 음질 향상 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가지는 음질 향상 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 필터링부에 포함된 각각의 대역 통과 필터는, 상기 마이크로폰의 간격마다 공간적 엘리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 통과시키도록 구성된 음질 향상 장치.

청구항 11

비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환하는 단계;

상기 마이크로폰의 간격마다 주파수 최대값을 이용하여 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하는 단계;

상기 분할된 주파수 대역에 기초하여 상기 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합하는 단계; 및

상기 2채널의 신호를 이용하여 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가지는 음질 향상 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 마이크로폰의 간격에 따라 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하는 단계는,

상기 마이크로폰의 간격마다 공간적 엘리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 주파수 대역을 분할하는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 주파수의 최대값(f_0)은 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록 결정되는 음질 향상 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 마이크로폰의 간격에 따라 상기 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하는 단계는, 상기 마이크로폰의 간격의 개수에 대응하는 개수로 주파수 대역을 분할하는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 2채널의 신호로 병합하는 단계는, 상기 마이크로폰의 간격의 모든 세트에 대해서, 상기 마이크로폰의 간격을 형성하는 2개의 마이크로폰들로부터 입력된 주파수 영역의 음향 신호에서, 상기 마이크로폰의 간격에 따라 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 추출하여 2채널의 음향 신호로 병합하는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 출력된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 단계를 더 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 18

비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호들을 상기 마이크로폰들의 간격마다 주파수 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 단계;

상기 주파수 대역별로 통과된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호로 변환하는 단계;

상기 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 단계에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 2채널의 주파수 대역별 음향 신호들마다 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 단계;

상기 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합하는 단계; 및

상기 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가지는 음질 향상 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

입력된 음향 신호를 상기 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 단계는,

상기 마이크로폰의 간격마다 공간적 엘리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 통과시키는 단계를 포함하는 음질 향상 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 음향 신호 처리에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 비등간격으로 배치된 마이크로폰을 이용하여 잡음을 감소시켜서 음질을 향상시키는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 고정밀 보청기 등의 첨단 의료기기와 휴대폰, UMPC, 캠퍼드 등의 모바일 컨버전스 단말이 확산됨에 따라 마이크로폰 어레이를 이용한 응용제품의 수요가 증가하고 있다. 마이크로폰 어레이는 다수의 마이크로폰들을 조합하여 사운드 자체뿐만 아니라 취득하려는 사운드의 방향이나 위치와 같은 지향성(directionality)에 관한 부가적인 정보를 얻을 수 있다. 지향성이라 함은 음원 신호가 어레이를 구성하는 다수의 마이크로폰들 각각에 도달하는 시간 차이를 이용하여 특정 방향에 위치한 음원으로부터 방사되는 음원 신호에 대한 감도를 크게 하는 것을 말한다. 따라서, 이러한 마이크로폰 어레이를 이용하여 음원 신호들을 취득함으로써 특정 방향으로부터 입력되는 음원 신호를 강조하거나 억제할 수 있다.
- [0003] 대부분의 마이크로폰 어레이를 이용한 알고리즘에서는 빔포밍(beamforming) 알고리즘을 기본으로 하는 잡음제거 방법이 적용되고 있다. 예를 들어, 방향성 잡음 제거를 통한 음성 통화 및 녹음 음질을 개선하는 방법, 화자(speaker)의 위치를 자동으로 추정 및 추적할 수 있는 원격 화상 회의 시스템 및 지능형 회의기록 시스템, 목표음을 추적하는 로봇기술 등이 활발히 연구되고 있다. 또한, 초소형 보청기에서 마이크로폰 어레이 기술이 활용되고 있다.
- [0004] 빔포밍 방법 중, 입력 신호의 특성에 무관하게 빔을 형성하기 위한 고정 빔포밍 기술에서, 마이크로폰 어레이의 사이즈 및 마이크로폰 어레이에 포함되는 요소 즉, 마이크로폰의 개수에 따라 빔 패턴이 변화한다. 상대적으로 낮은 주파수 대역에서는, 마이크로폰 어레이의 사이즈가 큰 경우에는, 원하는 빔 패턴을 얻을 수 있지만, 마이크로폰 어레이의 사이즈가 작아지면 무향성(omni-directional)의 패턴이 형성되어 원하는 빔 패턴을 얻을 수 없게 된다. 반대로, 상대적으로 높은 주파수 대역에서는, 마이크로폰 어레이의 사이즈가 크면 사이드로브(sidelobe) 또는 그레이팅 로브(grating lobe)가 발생하여 원하는 방향 이외의 방향에서 들어오는 사운드가 크게 취득될 위험이 있다.
- [0005] 한편, 기존의 마이크로폰 어레이 기술은 10개 이상의 마이크로폰을 배치하여야 원하는 빔 패턴을 형성할 수 있어서 실제 제품에 응용하는 경우 제품 제조 및 음향 신호 처리 등 다양한 측면에서 많은 비용을 감수하여야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 비등간격으로 배치된 마이크로폰 어레이를 이용하여 작은 사이즈의 마이크로폰 어레이를 이용하면서도 고주파 대역 및 저주파 대역을 포함하는 광대역의 주파수 대역에서 원하는 방향의 빔 패턴을 얻을 수 있는 음질 향상 장치 및 방법이 제공된다.

과제의 해결 수단

- [0007] 일 측면에 따른 음질 향상 장치는, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰과, 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환하는 주파수 변환부와, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하고, 분할된 주파수 대역에 기초하여 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합하는 대역 분할 및 병합부와, 2채널의 신호를 이용하여 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 빔포밍부를 포함한다.
- [0008] 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가질 수 있다.
- [0009] 대역 분할 및 병합부는, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 마이크로폰의 간격마다 공간적 앨리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 주파수 대역을 분할할 수 있다. 대역 분할 및 병합부는, 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록, 주파수의 최대값(f_0)을 결정할 수 있다.
- [0010] 대역 분할 및 병합부는, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 마이크로폰의 간격의 개수에 대응하는 개수로 주파수 대역을 분할할 수 있다. 대역 분할 및 병합부는, 마이크로폰의 간격의 모든 세트에 대해서, 마이크로폰의 간격을 형성하는 2개의 마이크로폰들로부터 입력된 주파수 영역의 음향 신호에서, 마이크로폰의 간격에 따라 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 추출하여 2채널의 음향 신호로 병합할

수 있다.

- [0011] 일 측면에 따른 음질 향상 장치는, 출력된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 역변환부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 다른 측면에 따른 음질 향상 장치는, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰과, 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호가 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역을 통과하도록 형성된 복수 개의 대역 통과 필터를 포함하는 필터링부와, 필터링부를 통과한 음향 신호를 주파수 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 변환부와, 복수 개의 대역 통과 필터에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 주파수 대역별 2채널의 음향 신호들마다 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 빔포밍부와, 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합하는 병합부와, 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 주파수 역변환부를 포함한다.
- [0013] 필터링부에 포함된 각각의 대역 통과 필터는, 마이크로폰의 간격마다 공간적 엘리머싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 통과시키도록 구성될 수 있다.
- [0014] 또 다른 측면에 따른 음질 향상 방법은, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환하는 단계와, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하는 단계와, 분할된 주파수 대역에 기초하여 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합하는 단계와, 2채널의 신호를 이용하여 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 단계를 포함한다.
- [0015] 또 다른 측면에 따른 음질 향상 방법은, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호를 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 단계와, 주파수 대역별로 통과된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호로 변환하는 단계와, 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 단계에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 2채널의 주파수 대역별 음향 신호들마다 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력하는 단계와, 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합하는 단계와, 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0016] 일 실시예에 따르면, 비등간격으로 배치된 마이크로폰 어레이를 이용하여 작은 사이즈의 마이크로폰 어레이를 이용하면서도, 고주파 대역 및 저주파 대역을 포함하는 광대역의 주파수 대역에서 원하는 방향의 빔 패턴을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 음질 향상 장치의 구성의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 최소 잉여 어레이 구조의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 마이크로폰 간격별 공간적 엘리머싱이 일어나지 않은 주파수 영역 할당의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 음질 향상 장치의 대역 선택 및 병합부의 동작의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 음질 향상 장치의 구성의 다른 예를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 음질 향상 방법의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 7은 음질 향상 방법의 다른 예를 나타내는 순서도이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 음질 향상 장치 및 방법에 따라 형성되는 빔 패턴의 일 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예를 상세하게 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친

내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0019] 도 1은 음질 향상 장치의 구성의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0020] 음질 향상 장치(100)는 다수 개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)을 포함하는 마이크로폰 어레이, 주파수 변환부(110), 대역 분할 및 병합부(120), 2채널 빔포밍부(130) 및 주파수 역변환부(140)를 포함한다. 음질 향상 장치(100)는 개인용 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 핸드헬드 또는 랩탑 장치, 멀티프로세서 시스템, 마이크로프로세서 시스템, 셋탑 박스 등 다양한 형태의 전자 제품으로 구현될 수 있다.
- [0021] 다수 개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)은 3개 이상의 마이크로폰으로 구성되며, 각 마이크로폰은 음향 증폭기, A/D 변환기 등을 포함하여 입력되는 음향 신호를 전기적 신호로 변환한다. 도 1의 음질 향상 장치(100)에는 4개의 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)이 포함되어 있는 것으로 도시되어 있으나, 3개 이상의 마이크로폰이 포함되는 한 개수에 제한되지 않는다.
- [0022] 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)은 서로 비등간격으로 배치된다. 또한, 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)은 마이크로폰들이 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조로 배치될 수 있다. 이러한 배열은, 일반적인 고정 빔포밍에서, 마이크로폰 간격을 작게 하면 마이크로폰 어레이의 사이즈가 작아져서 고주파 대역에서는 그레이팅 로브 등에 의한 공간적 앨리어싱을 피할 수 있지만, 저주파 대역에서는 방향성(uni-directional) 특성을 잃는 한계를 극복하는데 이용될 수 있다. 최소 잉여 선형 어레이 구조의 상세에 대해서는 도 2를 참조하여 후술한다.
- [0023] 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)은, 음질 향상 장치(100)의 동일한 면상에 위치할 수 있다. 예를 들어, 마이크로폰들(10, 20, 30, 40) 모두는 음질 향상 장치(100)의 전면에 배열되거나, 측면에 배열될 수 있다.
- [0024] 주파수 변환부(110)는 각각의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)으로부터 각각 시간 영역(domain)의 음향 신호를 수신하여, 주파수 영역의 음향 신호로 변환한다. 예를 들어, 주파수 변환부(110)는 DFT(Discrete Fourier Transform) 또는 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여 시간 영역의 음향 신호를 주파수 영역의 음향 신호로 변환할 수 있다.
- [0025] 주파수 변환부(110)는 각각의 음향 신호를 프레임화한 다음, 프레임 단위의 음향 신호를 주파수 영역의 음향 신호로 변환할 수 있다. 프레임화의 단위는 샘플링 주파수, 애플리케이션의 종류 등에 의해 결정될 수 있다.
- [0026] 대역 분할 및 병합부(120)는 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할하고, 분할된 주파수 대역에 기초하여, 주파수 영역으로 변환된 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합한다. 대역 분할 및 병합부(120)는, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 마이크로폰의 간격마다 공간적 앨리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 주파수 대역을 분할할 수 있다.
- [0027] 대역 분할 및 병합부(120)는, 주파수의 최대값(f_0)을 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록 결정할 수 있다. 또한, 대역 분할 및 병합부(120)는, 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할할 때, 마이크로폰의 간격의 개수에 대응하는 개수로 주파수 대역을 분할할 수 있다. 대역 분할 및 병합부(120)는, 마이크로폰의 간격의 모든 조합에 대해서, 마이크로폰의 간격을 형성하는 2개의 마이크로폰들로부터 입력된 주파수 영역의 음향 신호에서, 마이크로폰의 간격에 따라 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 추출하여 2채널의 음향 신호로 병합할 수 있다.
- [0028] 대역 분할 및 병합부(120)의 동작의 상세에 대해서는 도 3 및 도 4를 참조하여 후술한다.
- [0029] 2채널 빔포밍부(130)는 대역 분할 및 병합부(120)에서 병합되어 입력되는 2채널의 신호를 이용하여 2채널 빔포밍을 수행하여, 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력한다. 2채널 빔포밍부(130)는 2채널 신호의 위상차를 이용하여 빔 패턴을 형성할 수 있다.
- [0030] 2채널의 음향 신호를 제1 신호 $x_1(t, r)$ 및 제2 신호 $x_2(t, r)$ 라고 할 때, 제1 신호 및 제2 신호 간의 위상차(ΔP)는 다음의 수학식 1과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

$$\Delta P = \angle x_1(t, r) - \angle x_2(t, r)$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda} d \cos \theta_t = \frac{2\pi f}{c} d \cos \theta_t$$

[0031]

[0032]

[0033]

[0034]

[0035]

여기에서, c는 음파의 속도(330m/s)이고, f는 주파수이고, d는 마이크론간 거리이고, θ_t 는 음원의 방향각다.

따라서, 음원의 방향각 θ_t 를 목적음의 방향각 θ_t 라고 가정하면, 목적음의 방향각 θ_t 를 미리 알고 있는 경우, 수학식 1로부터 주파수별 위상차를 예측할 수 있음을 알 수 있다. 특정 위치로부터 방향(θ_t)의 각도로 유입되는 음향 신호에 대하여 주파수 별로 위상 차(ΔP)는 다른 값을 가질 수 있다.

한편, 잡음의 영향을 고려하여 목적음 방향각(θ_t)를 포함하는 소정의 목적음 허용각 범위(또는 허용 목적음 방향 범위)인 θ_Δ 을 설정할 수 있다. 예를 들어, 목적음 방향각(θ_t)이 $\pi/2$ 이면, 잡음의 영향을 고려하여 목적음 허용각 범위를 약 $5\pi/12$ 에서 $7\pi/12$ 이내에 해당하는 방향 범위 θ_Δ 로 설정할 수 있다. 목적음 방향각(θ_t)를 알고 목적음 허용각 범위(θ_Δ)을 결정하면 수학식 1을 이용하여 목적음 위상차 허용 범위가 계산될 수 있다.

목적음 위상차 허용 범위의 하위 임계값($Th_L(m)$)과 상위 임계값($Th_H(m)$)은 수학식 2 및 3과 같이 정의될 수 있다.

수학식 2

$$Th_H(m) = \frac{2\pi f}{c} d \cos\left(\theta_t - \frac{\theta_\Delta}{2}\right)$$

[0036]

수학식 3

$$Th_L(m) = \frac{2\pi f}{c} d \cos\left(\theta_t + \frac{\theta_\Delta}{2}\right)$$

[0037]

여기에서, m은 주파수 인덱스를 나타내고, d는 마이크론 사이의 간격을 나타낸다. 따라서, 주파수(f), 마이크론 간격(d) 및 목적음 허용각 범위(θ_Δ)에 따라 목적음 위상차 허용 범위의 하위 임계값($Th_L(m)$)과 상위 임계값($Th_H(m)$)이 변경될 수 있다.

[0039]

목적음 방향각(θ_t)은 사용자 인터페이스 장치를 통한 사용자 입력 신호에 의해 입력되는 등 외부로부터 가변적으로 조정되어 입력될 수 있다. 목적음 방향각을 포함하는 목적음 허용각 범위 또한 가변적으로 조정될 수 있다.

[0040]

이와 같은 목적음 허용각 범위와 목적음 위상차 허용 범위와의 관계를 고려하면, 현재 입력되는 음향 신호의 소정의 주파수에 대한 위상 차(ΔP)가 목적음 위상차 허용 범위에 포함되는 경우는 목적음이 존재하는 것으로 판별될 수 있으며, 소정의 주파수에 대한 위상 차(ΔP)가 목적음 위상차 허용 범위에 포함되지 않는 경우는 목적음이 존재하지 않는 것으로 판별될 수 있다.

[0041]

2채널 빔포밍부(130)는 결정된 주파수 성분별 위상차 각각이 목적음 위상차 허용 범위에 포함되는 정도를 나타

내는 특징값을 추출할 수 있다. 특징값은 주파수 성분별 위상차가 목적음 위상차 허용 범위에 포함되는 개수를 이용하여 계산될 수 있다. 일례로, 특징값은 각 주파수 성분별로 목적음 위상차 허용 범위에 포함되는 주파수 성분의 개수를 더하여 주파수 성분의 총수(M)로 나누어 획득되는 평균 유효 주파수 성분의 개수로 나타낼 수 있다.

- [0042] 전술한 바와 같이, 목적음 위상차 허용 범위는 목적음 방향(θ_t)과 목적음 허용각(θ_Δ)이 입력되면 2채널 빔포밍부(130)에서 계산될 수 있다. 또는, 2채널 빔포밍부(130)내에 소정의 저장 공간을 두어 목적음 방향과 목적음 허용각별 목적음 위상차 허용 범위를 나타내는 정보가 저장되어 이용될 수도 있다.
- [0043] 2채널 빔포밍부(130)는 처리되는 프레임에서 특정 주파수에 목적음이 있다고 판별되는 경우, 해당 주파수 성분을 증폭하여 출력하고, 처리되는 프레임에서 특정 주파수에 목적음이 없다고 판별되는 경우, 해당 주파수 성분을 감쇄하여 출력할 수 있다. 예를 들어, 2채널 빔포밍부(130)는 분석되는 프레임에서 주파수 성분별 목적음의 진폭을 추정하고, 추정된 주파수 성분별 목적음의 진폭에 결정된 주파수 성분별 위상차 각각이 목적음 위상차 허용 범위에 포함되는 정도를 나타내는 특징값을 곱하면, 추정된 주파수 성분별 목적음의 진폭에서 목적음이 없는 것으로 판단되는 주파수 성분은 감쇄되어 잡음이 감쇄 또는 제거될 수 있다. 2채널 빔포밍부(130)는 기존의 다양한 방법에 따라 2채널 빔 포밍을 수행하여 잡음을 감소시킬 수 있다.
- [0044] 주파수 역변환부(140)는 출력된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환한다. 변환된 신호는 저장 매체(도시되지 않음)에 저장되거나 스피커(도시되지 않음)를 통해 출력될 수 있다.
- [0045] 일 실시예에 따르면, 일반적인 고정 빔포밍에서, 마이크로폰 간격을 작게 하면 마이크로폰 어레이의 사이즈가 작아져서 고주파 대역에서는 그레이팅 로브에 의한 공간적 앨리어싱을 피할 수 있지만, 저주파 대역에서는 방향성(uni-directional) 특성을 잃는 한계를 극복하는데 이용될 수 있다. 또한, 마이크로폰의 개수가 커지면, 빔포밍에 필요한 데이터 처리 비용이 증가하게 되므로, 전술한 바와 같이, 2 채널 빔포밍을 이용하여 효율적으로 빔 포밍을 달성할 수 있다. 주파수 대역 분할 및 병합을 통해서 공간적 앨리어싱을 방지하면서도 3개 이상의 비등간격으로 배치된 마이크로폰으로 입력되는 3개 이상의 음향 신호를 2 채널 빔포밍을 위한 2개의 음향 신호로 효과적으로 변환할 수 있다.
- [0046] 도 2는 최소 잉여 선형 어레이 구조의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0047] 최소 잉여 선형 어레이(Minimum Redundant Linear Array)는 레이더 안테나의 구조에 관한 기술 중 하나이다. 최소 잉여 선형 어레이는 어레이 요소들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 어레이를 배치하는 비균등 어레이 구조이다. 어레이 요소가 4개인 경우에는 6개의 공간적 민감도를 얻을 수 있다.
- [0048] 도 2는 마이크로폰 어레이에 도 1에 도시된 바와 같이 4개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)이 포함된 경우의 최소 잉여 선형 어레이 구조를 나타낸다. 도 2에서 마이크로폰(10)과 마이크로폰(20) 사이의 간격이 마이크로폰 어레이에서 최소 간격을 가진다. 이와 같이, 최소 간격을 기본 간격이라고 하면, 마이크로폰(30)과 마이크로폰(40)의 간격은 기본 간격의 2배가 되고, 마이크로폰(20)과 마이크로폰(30)의 간격은 기본 간격의 3배가 된다. 또한, 마이크로폰(10)과 마이크로폰(30)의 간격은 기본 간격의 4배가 되며, 마이크로폰(20)과 마이크로폰(40)의 간격을 기본 간격의 5배가 되며, 마이크로폰(10)과 마이크로폰(40)의 간격은 기본 간격의 6배가 된다. 즉, 도 2의 마이크로폰 어레이에서 마이크로폰들 사이의 간격은 기본 간격의 1배에서 6배로 다양한 간격을 갖추게 된다.
- [0049] 이러한 배열은, 일반적인 고정 빔포밍에서, 마이크로폰 간격을 작게 하면 마이크로폰 어레이의 사이즈가 작아져서 고주파 대역에서는 그레이팅 로브에 의한 공간적 앨리어싱을 피할 수 있지만, 저주파 대역에서는 방향성(uni-directional) 특성을 잃는 한계를 극복하는데 이용될 수 있다. 즉, 고주파 대역에서 공간적 앨리어싱을 피하는 최소 마이크 간격과 저주파 대역에서 왜곡없이 빔포밍을 할 수 있는 최대 마이크 간격을 쉽게 얻을 수 있다. 최소 잉여 선형 어레이는 마이크로폰의 개수 및 배열에 따라 다양한 구조를 가질 수 있다.
- [0050] 도 3은 마이크로폰 간격별 공간적 앨리어싱이 일어나지 않은 주파수 영역 할당의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0051] 도 1의 대역 분할 및 병합부(120)는 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)로부터 입력되는 음향 신호들에 대하여, 마이크로폰의 간격별로 공간적 앨리어싱이 일어나지 않는 주파수 대역을 분할한다. 임의의 마이크로폰 사이의 간격 d에 대해, 대역 분할 및 병합부(120)는, 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록, 주파수의 최대값(f_c)을 결정할 수 있으며, 이는 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$f_0 < \frac{c}{2 \times d}$$

[0052]

[0053]

예를 들어, 마이크로폰 간격(d)이 10cm이고 음속(c)가 340m/s인 경우, 주파수(f_0)가 1700Hz 이하의 신호에 대해서는 엘리어싱이 일어나지 않는다. 도 2에서, 넓은 마이크로폰 간격 즉, 양 끝의 마이크로폰 간격은 저주파에 적합하고, 고주파는 마이크로폰 사이의 간격이 좁아야 한다. 이를 바탕으로, 대역 분할 및 병합부(120)는 가장 넓은 마이크로폰 간격을 이루는 마이크로폰들로부터 얻은 음향 신호에는 가장 저주파 영역을 할당하고, 차례로 그 다음 저주파 영역을 담당하도록 하여 주파수 대역을 할당한다.

[0054]

가장 좁은 마이크로폰 간격(d)이 2cm이고, 마이크로폰을 4개 사용할 때, 도 3에 도시된 바와 같이 주파수 대역이 분할될 수 있다.

[0055]

즉, 가장 넓은 마이크로폰 간격을 형성하는 마이크로폰(10) 및 마이크로폰(40)은 1400Hz 이하의 신호를 담당하고, 그 다음으로 넓은 간격을 형성하는 마이크로폰(20)과 마이크로폰(40)은 1417~1700Hz를 담당하도록 할 수 있다. 마이크로폰(10)과 마이크로폰(30)은 1700~2125Hz를 담당하도록 할 수 있다. 마이크로폰(20)과 마이크로폰(30)은 2125~2833Hz를 담당하도록 할 수 있다. 마이크로폰(30)과 마이크로폰(40)은 2833~4250Hz를 담당하도록 할 수 있다. 마이크로폰(10)과 마이크로폰(20)은 4250~8500Hz를 담당하도록 할 수 있다.

[0056]

최소 마이크로폰 사이의 간격이 달라지면, 각각 담당 주파수 대역이 달라질 수 있다. 또한, 계산된 주파수는 공간적 엘리어싱이 일어나지 않는 최대치이므로, 그 이하의 주파수를 담당하게 할 수도 있다. 예를 들어, 양 끝의 마이크로폰(10)과 마이크로폰(40)이 담당하는 저주파 대역을 0~1400Hz로 하지 않고, 0~1000Hz로 하고, 두 번째로 간격이 넓은 마이크로폰(20)과 마이크로폰(40)은 1000~1690Hz를 담당하도록 할 수 있다. 이런 방식으로 도 1의 대역 분할 및 통합부(120)는 각 마이크로폰 간격이 담당하는 주파수 대역을 분할할 수 있다.

[0057]

도 4는 도 1의 음질 향상 장치의 대역 분할 및 병합부(120)의 동작의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0058]

도 4는 도 1 및 도 2에서와 같이, 4개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)이 최소 잉여 선형 어레이 구조로 배치된 경우의 대역 분할 및 병합부(120)의 동작을 나타낸다.

[0059]

4개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)으로부터 각각 얻은 4개의 주파수 영역의 음향 신호(Ch1, Ch2, Ch3, Ch4)는 오른쪽 2개의 음향 신호(Ch11, Ch12)로 매핑되어 병합될 수 있다. 이 2개의 주파수 영역의 음향 신호가 2채널 빔포밍부(130)에 대한 입력 신호가 된다.

[0060]

4개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)이 최소 잉여 선형 어레이 구조로 배치된 경우, 마이크로폰의 간격에 따라 6개의 주파수 대역이 6개로 분할될 수 있다. 이들 6개의 주파수 대역은 4개의 주파수 영역의 음향 신호(Ch1, Ch2, Ch3, Ch4) 및 오른쪽 2개의 음향 신호(Ch11, Ch12)에 대해 표시되어 있다.

[0061]

마이크로폰(10)과 마이크로폰(20) 사이의 기본 간격에 따라, 4220~8500Hz의 주파수 대역이 결정된다. 2810~4220Hz의 주파수 대역은 기본 간격의 2배인 마이크로폰 간격에 대응하며, 2090~2810Hz의 주파수 대역은 기본 간격의 3배인 마이크로폰 간격에 대응하며, 1690~2090Hz의 주파수 대역은 기본 간격의 4배인 마이크로폰 간격에 대응하며, 1400~1690Hz의 주파수 대역은 기본 간격의 5배인 마이크로폰 간격에 대응하며, 0~1400Hz의 주파수 대역은 기본 간격의 6배인 마이크로폰 간격에 대응한다.

[0062]

도 5는 음질 향상 장치의 구성의 다른 예를 나타내는 도면이다.

[0063]

음질 향상 장치(500)는 다수 개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)을 포함하는 마이크로폰 어레이, 필터링부(510), 주파수 변환부(520), 2채널 빔포밍부(530), 병합부(540) 및 주파수 역변환부(550)를 포함한다. 도 1의 음질 향상 장치(100)는 주파수 영역의 음향 신호에 대하여 주파수 대역의 분할 및 병합 동작을 수행하는데 비하여, 도 5의 음질 향상 장치(500)는 시간 영역의 음향 신호에 대하여 주파수 대역의 분할을 수행하고 주파수 영역의 음향 신호에 대하여 주파수 대역의 병합 동작을 수행하는 점에서 차이가 있다.

[0064]

도 5의 마이크로폰 어레이는 도 1을 참조하여 설명한 바와 같이, 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)을 포함한다. 3개 이상의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여

성분이 최소화되도록 배치될 수 있다.

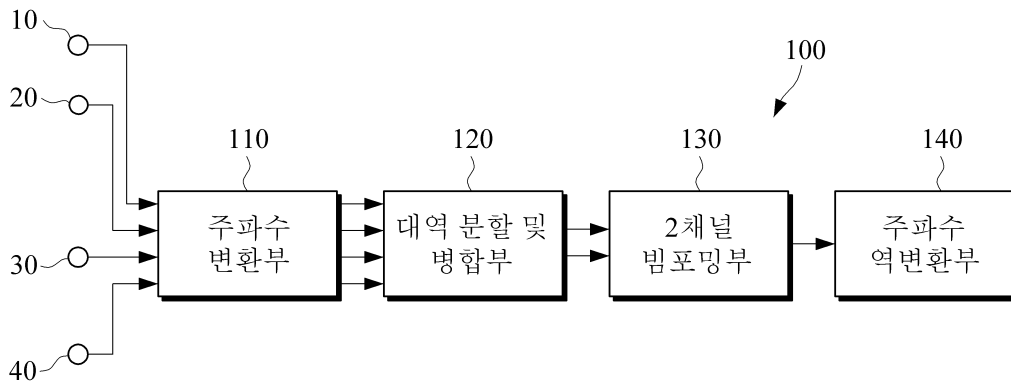
- [0065] 필터링부(510)는 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호가 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역을 통과하도록 형성된, 복수 개의 대역 통과 필터를 포함한다. 필터링부(510)에 포함된 각각의 대역 통과 필터는, 마이크로폰의 간격마다 공간적 앨리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 통과시키도록 구성된다.
- [0066] 음질 향상 장치(500)의 4개의 마이크로폰(10, 20, 30, 40)이 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가지는 경우, 필터링부(510)는 6개의 대역 통과 필터(BPF1, BPF2, BPF3, BPF4, BPF5, BPF6)를 포함할 수 있다.
- [0067] 6개의 대역 통과 필터(BPF1, BPF2, BPF3, BPF4, BPF5, BPF6)는 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)의 간격에 따라 분할된 6개의 주파수 대역을 각각 통과하도록 구성된다. 상세하게는, 대역 통과 필터(BPF1)는 마이크로폰(10)으로부터 입력된 제1 음향 신호 및 마이크로폰(20)으로부터 입력된 제2 음향 신호에 대해서 4220~8500Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다. 대역 통과 필터(BPF2)는 마이크로폰(30)으로부터 입력된 제3 음향 신호 및 마이크로폰(40)으로부터 입력된 제4 음향 신호에 대하여, 2810~4220Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다. 대역 통과 필터(BPF3)는 제2 음향 신호 및 제3 음향 신호에 대하여, 2090~2810Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다. 대역 통과 필터(BPF4)는 제1 음향 신호 및 제3 음향 신호에 대하여, 1690~2090Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다. 대역 통과 필터(BPF5)는 제2 음향 신호 및 제4 음향 신호에 대해서, 1400~1690Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다. 대역 통과 필터(BPF6)는 제1 음향 신호 및 제4 음향 신호에 대해서, 0~1400Hz의 주파수 대역을 통과시키도록 구성될 수 있다.
- [0068] 주파수 변환부(520)는 필터링부(510)를 통과한 음향 신호들을 각각 주파수 영역의 음향 신호로 변환한다. 주파수 변환부(520)는 4개의 마이크로폰들(10, 20, 30, 40)으로부터 입력되는 음향 신호를 처리하는 경우, 필터링부(510)로부터 12개의 음향 신호를 입력받아서 각각 주파수 영역의 음향 신호로 변환할 수 있다.
- [0069] 2채널 빔포밍부(530)는 복수 개의 대역 통과 필터에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 주파수 대역별 2개의 음향 신호들마다 2채널 빔포밍을 수행하여, 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력한다. 2채널 빔포밍부(530)는 6개의 빔 포머(BP1, BP2, BP3, BP4, BP5, BP6)를 포함할 수 있다.
- [0070] 빔 포머(BP1)는 4220~8500Hz의 주파수 대역의 제1 음향 신호 및 제2 음향 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다. 빔 포머(BP2)는 2810~4220Hz의 주파수 대역의 제3 음향 신호 및 제4 음향 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다. 빔 포머(BP3)는 2090~2810Hz의 주파수 대역의 제2 음향 신호 및 제3 음향 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다. 빔 포머(BP4)는 1690~2090Hz의 주파수 대역의 제1 음향 신호 및 제3 음향 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다. 빔 포머(BP5)는 1400~1690Hz의 주파수 대역의 제2 음향 신호 및 제4 음향 신호를 이용하여, 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다. 빔 포머(BP6)는 0~1400Hz의 주파수 대역의 제1 음향 신호 및 제4 음향 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행할 수 있다.
- [0071] 병합부(540)는 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합한다. 일 실시예에서, 병합부(540)는 2채널 빔포밍부(530)에서 각 주파수 대역별로 2채널 빔 포밍을 통해 출력되는 6개의 음향 신호를 합하여 전 주파수 대역(0~8500Hz)에서의 음향 신호를 획득할 수 있다.
- [0072] 주파수 역변환부(550)는 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환한다.
- [0073] 도 6은 음질 향상 방법의 일 예를 나타내는 순서도이다.
- [0074] 도 1 및 도 6을 참조하면, 음질 향상 장치(100)는 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰으로부터 입력된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호들로 변환한다(610). 3개 이상의 마이크로폰은 마이크로폰들 간의 간격에 대한 잉여 성분이 최소화되도록 배치되는 최소 잉여 선형 어레이 구조를 가질 수 있다.
- [0075] 음질 향상 장치(100)는 마이크로폰의 간격에 따라 변환된 음향 신호들의 주파수 대역을 분할한다(620). 음질 향상 장치(100)는, 마이크로폰의 간격마다 공간적 앨리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 주파수 대역을 분할할 수 있다. 음질 향상 장치(100)는, 음속(c)을 마이크로폰 간격(d)의 2배수인 값으로 나눈 값보다 작게 되도록, 주파수의 최대값(f_0)을 결정할 수 있다. 또한, 음질 향상 장치(100)는 마이크로폰의 간격의 개수에 대응하는 개수로 주파수 대역을 분할할 수 있다.
- [0076] 음질 향상 장치(100)는 분할된 주파수 대역에 기초하여, 주파수 영역의 음향 신호들을 2채널의 신호로 병합한다

(630). 음질 향상 장치(100)는, 마이크로폰의 간격의 모든 조합(또는 세트)에 대해서, 마이크로폰의 간격을 형성하는 2개의 마이크로폰들로부터 입력된 주파수 영역의 음향 신호에서, 마이크로폰의 간격에 따라 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 추출하여 2채널의 음향 신호로 병합할 수 있다.

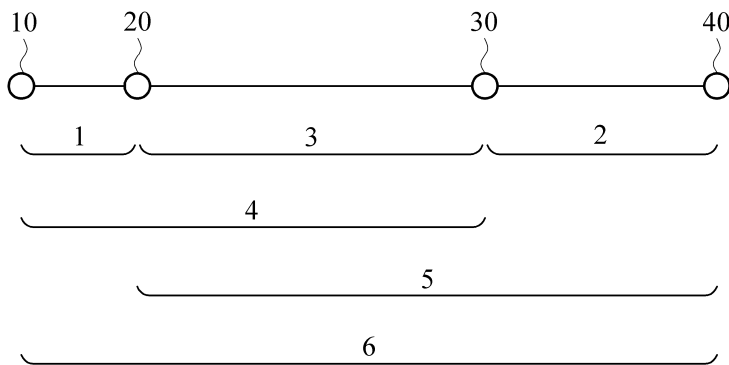
- [0077] 음질 향상 장치(100)는 2채널의 신호를 이용하여 2채널 빔 포밍을 수행하여, 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력한다(640).
- [0078] 도 7은 음질 향상 방법의 다른 예를 나타내는 순서도이다.
- [0079] 도 5 및 도 7을 참조하면, 음질 향상 장치(500)는 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호들을 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역별로 통과시킨다(710). 음질 향상 장치(500)는 마이크로폰의 간격마다 공간적 앨리어싱이 일어나지 않도록 하는 주파수의 최대값을 이용하여 분할된 주파수 대역의 음향 신호를 통과시킬 수 있다.
- [0080] 음질 향상 장치(500)는 주파수 대역별로 통과된 음향 신호들을 주파수 영역의 음향 신호로 변환한다(720).
- [0081] 음질 향상 장치(500)는 비등간격으로 배치된 3개 이상의 마이크로폰들로부터 입력된 음향 신호들을 마이크로폰들의 간격에 따라 분할된 주파수 대역별로 통과시키는 과정(710)에서 동일한 대역 통과 필터를 통과한 주파수 대역별 음향 신호들마다 2채널 빔 포밍을 수행하여, 목적음 방향 이외의 방향으로부터 입력되는 잡음을 감소시켜 잡음이 감소된 신호를 출력한다(730).
- [0082] 음질 향상 장치(500)는 주파수 대역별 음향 신호들마다 생성되는 잡음이 감소된 신호들을 병합한다(740).
- [0083] 음질 향상 장치(500)는 병합된 신호를 시간 영역의 음향 신호로 변환한다(750).
- [0084] 도 8은 일 실시예에 따른 음질 향상 장치 및 방법에 따라 형성되는 빔 패턴의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0085] 도 8에 도시된 바와 같이, 비등간격 마이크로폰 어레이와 2채널 빔포밍을 채용하는 일 실시예에 따른 음질 향상 장치 및 방법에 따르면, 저주파 대역에서 무지향성 특성이 나타나거나 고주파 대역에서 공간적 앨리어싱에 의해 그레이팅 로브가 발생되지 않으면서 1200~2000Hz, 3000~4000Hz, 6200~7200Hz 광대역의 주파수 대역에 대해 빔 패턴이 고르게 잘 형성될 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일 양상은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현될 수 있다. 상기의 프로그램을 구현하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 디스크 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.
- [0087] 이상의 설명은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허 청구범위에 기재된 내용과 동등한 범위 내에 있는 다양한 실시 형태가 포함되도록 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



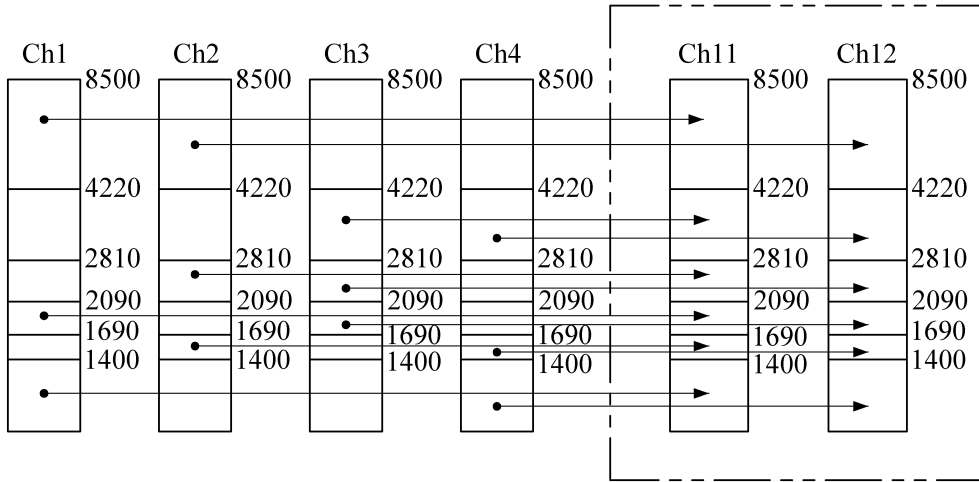
도면2



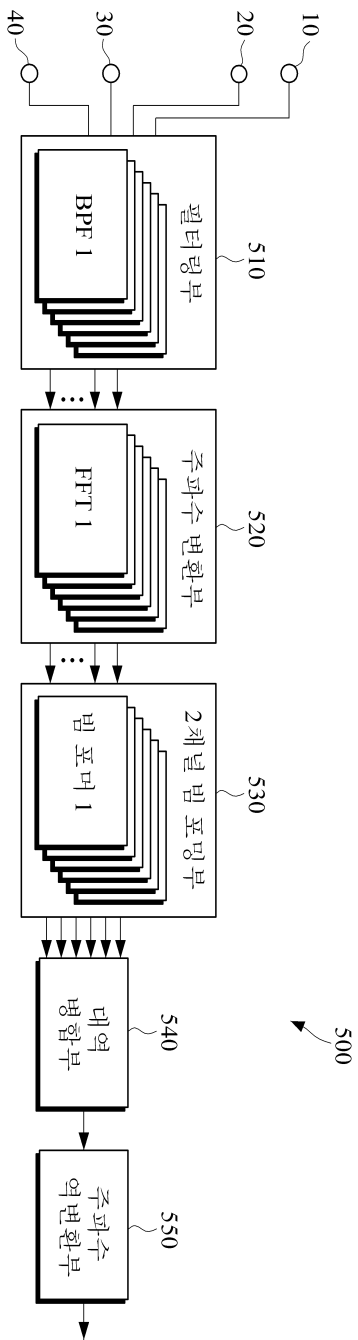
도면3

마이크 간격 (인덱스)	마이크 간격 (m)	$\lambda=2 \times d$	최대 주파수	주파수
1	0.02	0.04	8500	8500
2	0.04	0.08	4250	4220
3	0.06	0.12	2833	2810
4	0.08	0.16	2125	2090
5	0.1	0.20	1700	1690
6	0.12	0.24	1417	1400

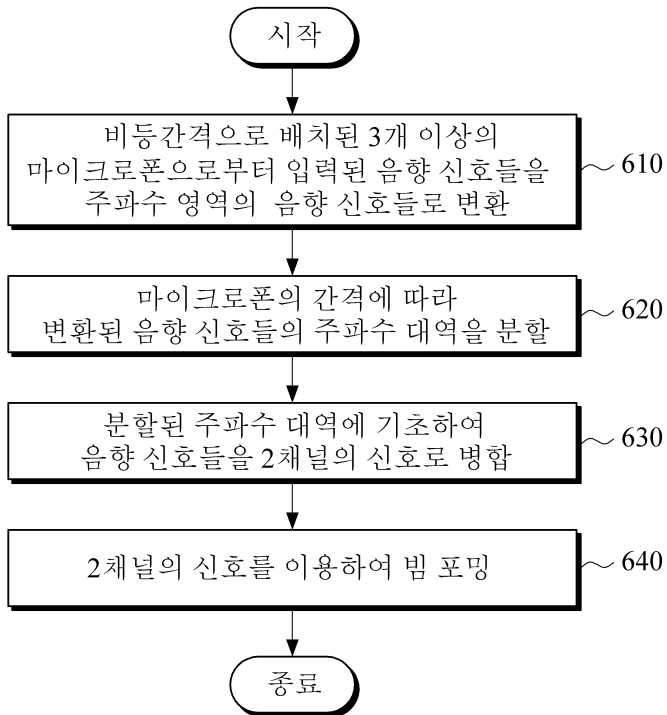
도면4



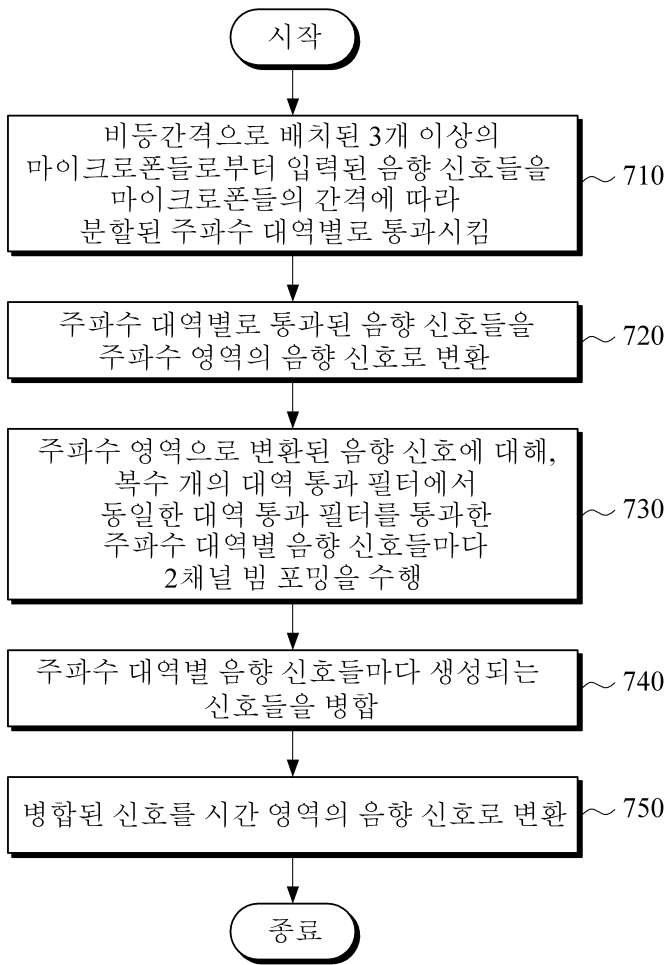
도면5



도면6



도면7



도면8

