



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0111071  
(43) 공개일자 2010년10월14일

(51) Int. Cl.

G01S 3/80 (2006.01) G05D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0029450

(22) 출원일자 2009년04월06일

심사청구일자 2009년04월06일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자

이정권

대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 기계공학과

(74) 대리인

특허법인다인

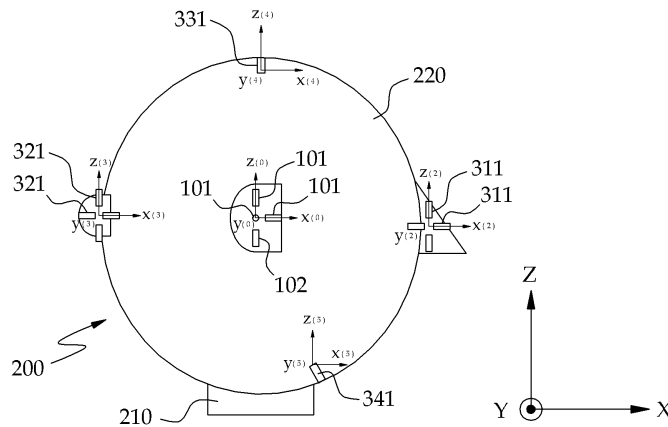
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 음원위치추정시스템 및 이를 구비한 음원에 반응하는 로봇

(57) 요약

본 발명은 마이크로폰 어레이를 적절한 간격과 방향으로 배치한 후 측정된 음압 신호를 마이크로폰 쌍(pair) 별로 처리하여 마이크로폰 어레이에 입사되는 3차원 음향 인텐시티 벡터(intensity vector)를 추정하고 이를 바탕으로 음원의 위치를 실시간으로 정확히 파악할 수 있도록 하는 음원위치추정시스템 및 이를 구비한 음원에 반응하는 로봇에 관한 것이다. 본 발명에 따른 음원위치추정시스템은 서로 직교하는  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축 상에 각각 배치되는 3개의 마이크로폰을 포함하는 제1마이크로폰어레이; 서로 직교하는  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축 상에 각각 배치되는 3개의 마이크로폰을 포함하며, 상기 제1마이크로폰어레이와 서로 일정 거리 이격되게 배치되는 제2마이크로폰어레이; 상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 전방, 후방, 상방 및 하방 중 적어도 한 방향의 위치에 배치되는 하나 이상의 마이크로폰을 포함하는 제3마이크로폰어레이; 상기 각 마이크로폰에 수신된 소리에 대응되는 아날로그신호를 증폭하는 증폭기; 상기 증폭된 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 컨버터; 및 서로 다른 마이크로폰어레이의 마이크로폰에서 수신된 한 쌍의 아날로그신호에 대응되는 한 쌍의 디지털신호를 신호처리하여 상기 음원의 위치를 추정하는 음원위치추정부;를 구비한다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

음원의 위치를 추정하기 위한 음원위치추정시스템에 있어서,

서로 직교하는  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축 상에 각각 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 3개의 마이크로폰을 포함하는 제1마이크로폰어레이;

서로 직교하는  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축 상에 각각 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 3개의 마이크로폰을 포함하며, 상기 제1마이크로폰어레이와 서로 일정 거리 이격되게 배치되는 제2마이크로폰어레이;

상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 전방, 후방, 상방 및 하방 중 적어도 한 방향의 위치에 배치되며, 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 하나 이상의 마이크로폰을 포함하는 제3마이크로폰어레이;

상기 각 마이크로폰에 수신된 소리에 대응되는 아날로그신호를 상기 각 마이크로폰으로부터 입력받아 상기 아날로그신호를 증폭하는 증폭기;

상기 증폭된 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 컨버터; 및

상기 변환된 디지털신호를 신호처리하되, 상기 제1마이크로폰어레이, 제2마이크로폰어레이 및 제3마이크로폰어레이 중 서로 다른 마이크로폰어레이의 마이크로폰에서 수신된 한 쌍의 아날로그신호에 대응되는 한 쌍의 디지털신호를 신호처리하여 상기 음원의 위치를 추정하는 음원위치추정부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 음원위치추정시스템.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 제3마이크로폰어레이는, 상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 상방에 배치되며, 서로 직교하는  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축 상에 각각 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 3개의 마이크로폰을 포함하는 것을 특징으로 하는 음원위치추정시스템.

**청구항 3**

제 1항에 있어서,

상기 제3마이크로폰어레이는,

상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 전방에 배치되며, 서로 직교하는  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축 중 적어도 하나의 축상에 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 마이크로폰을 포함하는 제3-1마이크로폰어레이;

상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 후방에 배치되며, 서로 직교하는  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축 중 적어도 하나의 축상에 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 마이크로폰을 포함하는 제3-2마이크로폰어레이;

상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 상방에 배치되며, 서로 직교하는  $x_{(4)}$ 축,  $y_{(4)}$ 축 및  $z_{(4)}$ 축 중 적어도 하나의 축상에 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 마이크로폰을 포함하는 제3-3마이크로폰어레이; 및

상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 전하방에 배치되며, 서로 직교하는  $x_{(5)}$ 축,  $y_{(5)}$ 축 및  $z_{(5)}$ 축 중 적어도 하나의 축상에 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 마이크로폰을 포함하는 제3-4마이크로폰어레이;를 포함하며,

상기 음원위치추정부는 상기 제1마이크로폰어레이, 제2마이크로폰어레이, 제3-1마이크로폰어레이, 제3-2마이크

로폰어레이, 제3-3마이크로폰어레이 및 제3-4마이크로폰어레이 중 서로 다른 마이크로폰어레이의 마이크로폰에서 수신된 한 쌍의 아날로그신호에 대응되는 한 쌍의 디지털신호를 신호처리하여 상기 음원의 위치를 추정하는 것을 특징으로 하는 음원위치추정시스템.

**청구항 4**

제 3항에 있어서,

상기 제1마이크로폰어레이는 서로 직교하는  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축 중 하나의 축상에 배치되는 마이크로폰을 하나 더 포함하며,

상기 제2마이크로폰어레이는 서로 직교하는  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축 중 하나의 축상에 배치되는 마이크로폰을 하나 더 포함하며,

상기 제3-1마이크로폰어레이는 상기  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축 중 두 개의 축상에 각각 배치되는 한 쌍의 마이크로폰을 포함하되, 상기 4개의 마이크로폰은 상기  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축의 원점을 중심으로 방사형으로 배치되며,

상기 제3-2마이크로폰어레이는 상기  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축 중 두 개의 축상에 각각 배치되는 한 쌍의 마이크로폰을 포함하며, 상기 4개의 마이크로폰은 상기  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축의 원점을 중심으로 방사형으로 배치되며,

상기 제3-3마이크로폰어레이는 하나의 마이크로폰으로 이루어지며,

상기 제3-3마이크로폰어레이는 하나의 마이크로폰으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 음원위치추정시스템.

**청구항 5**

제 4항에 있어서,

상기  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축,  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축,  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축,  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축,  $x_{(4)}$ 축,  $y_{(4)}$ 축 및  $z_{(4)}$ 축 그리고  $x_{(5)}$ 축,  $y_{(5)}$ 축 및  $z_{(5)}$ 축은 서로 직교하는 절대 좌표계인 X축, Y축 및 Z축과 각각 평행한 것을 특징으로 하는 음원위치추정시스템.

**청구항 6**

베이스부;

사람의 얼굴에 대응되는 헤드부;

제 1항에 기재된 음원위치추정시스템; 및

상기 헤드부 중 상기 얼굴의 눈에 대응되는 부분이 상기 음원위치추정시스템에 의해 추정된 음원의 위치쪽을 향하도록 상기 헤드부를 상기 베이스부에 대해 상대 이동시키는 이동유닛;을 구비하며,

상기 음원위치추정시스템의 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이는 상기 헤드부 중 상기 얼굴의 양쪽 귀에 대응되는 부분에 설치되며,

상기 음원위치추정시스템의 제3마이크로폰어레이는 상기 헤드부 중 상기 얼굴의 코, 정수리, 뒤통수 및 턱 각각에 대응되는 부분 중에서 적어도 하나의 부분에 설치되는 것을 특징으로 하는 음원에 반응하는 로봇.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 음원위치추정시스템 및 이를 구비한 음원에 반응하는 로봇에 관한 것이며, 보다 상세하게는 음원의 위치를 실시간으로 정확하게 측정할 수 있는 음원위치추정시스템 및 이를 구비한 음원에 반응하는 로봇에 관한 것이다.

**배정 기술**

- [0002] 종래에 음원의 위치, 특히 음원의 방향을 추정하는 방법은 사람이 소리를 느끼는 방식, 즉 사람의 두 귀에서 느껴지는 방향 추정 기술을 모사하여 구현된 것이 대부분이었다. 이러한 방법으로는, (1) 사람의 양쪽 귀에 해당하는 한 쌍의 마이크로폰에서 측정되는 음의 지연시간(ITD)을 이용하는 방법, (2) 한 쌍의 마이크로폰에 도달하는 소리의 크기 차이(ITD)를 이용하는 방법 및 (3) 이미 계측되어 있는 머리전달함수(HRTF)를 이용하는 방법 등이 있다. 또한, (4) 한 쌍의 마이크로폰을 귀와 같은 방향으로 배치하고 각 마이크로폰에서 계측된 신호의 상호 연관성을 계산하여 어느 특정 면 상에서의 방향을 추정하는 방법 또는 (5) 무수히 많은 마이크로폰 어레이를 등간격으로 배치하여 방향을 추정하는 방법(beam forming) 등이 있다.
- [0003] 그런데, (1) 및 (2)의 방법들에 있어서는, 저주파수나 고주파수 등과 같이 특정한 주파수 영역에서만 주로 작동이 되며, 추정이 잘 되지 않은 방향이 다수 존재하는 한계가 있다.
- [0004] 그리고, (3)의 방법에서는 고주파수, 예를 들어 1 KHz 이상의 주파수대에서 방향 분리가 잘 일어나나, (1) 및 (2)의 방법과 마찬가지로 혼동이 발생하는 각도(cone of confusion)가 존재하는 문제점이 있다.
- [0005] 또한, (4)의 방법에서는 어느 특정 평면에서의 방향분리는 잘 되나 전체적인 입사방향의 분리가 어려운 문제가 있다.
- [0006] 그리고, (5)의 방법에 있어서, 모든 입사방향의 탐지를 실현하기 위해서는, 장치의 모든 표면에 대단히 많은 수의 마이크로폰을 촘촘히 배치하여야 하므로 장치 구성의 비용이 증가하는 문제가 있다. 그리고, 많은 수의 마이크로폰을 배치해야하므로, 설치 장소를 확보하기가 어려운 문제도 있다. 그리고, (5)의 방법은 주로 고주파수의 음원만 유효하다는 한계가 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- [0007] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 마이크로폰 어레이를 적절한 간격과 방향으로 배치한 후 계측된 음압 신호를 마이크로폰 쌍(pair) 별로 처리하여 마이크로폰 어레이에 입사되는 3차원 음향 인텐시티 벡터(intensity vector)를 추정하고 이를 바탕으로 음원의 위치를 실시간으로 정확히 파악할 수 있도록 하는 음원위치추정시스템을 제공하는 것이다.
- [0008] 또한, 본 발명의 목적은 음원의 위치를 추종하거나 음원과 정보 교환을 하고자 하는 로봇이 음원의 위치를 실시간으로 정확하게 파악하여 음원의 위치쪽으로 움직임으로써 음원에 반응하는 것이 가능한 로봇을 제공하는 것이다.

**과제 해결수단**

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 음원에 반응하는 로봇은 베이스부; 사람의 얼굴에 대응되는 헤드부; 음원위치추정시스템; 및 상기 헤드부 중 상기 얼굴의 눈에 대응되는 부분이 상기 음원위치추정시스템에 의해 추정된 음원의 위치쪽을 향하도록 상기 헤드부를 상기 베이스부에 대해 상대 이동시키는 이동유닛;을 구비한다.
- [0010] 여기서, 상기 음원위치추정시스템은 음원의 위치를 추정하기 위한 음원위치추정시스템에 있어서, 서로 직교하는  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축 상에 각각 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 3개의 마이크로폰을 포함하는 제1마이크로폰어레이; 서로 직교하는  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축 상에 각각 배치되며 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 3개의 마이크로폰을 포함하며, 상기 제1마이크로폰어레이와 서로 일정 거리 이격되게 배치되는 제2마이크로폰어레이; 상기 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이 사이를 기준으로 전방, 후방, 상방 및 하방 중 적어도 한 방향의 위치에 배치되며, 상기 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 하나 이상의 마이크로폰을 포함하는 제3마이크로폰어레이; 상기 각 마이크로폰에 수신된 소리에 대응되는 아날로그신호를 상기 각 마이크로폰으로부터 입력받아 상기 아날로그신호를 증폭하는 증폭기; 상기 증폭된 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 컨버터; 및 상기 변환된 디지털신호를 신호처리하되, 상기 제1마이크로폰어레이, 제2마이크로폰어레이 및 제3마이크로폰어레이 중 서로 다른 마이크로폰어레이의 마이크로폰에서 수신된 한 쌍의 아날로그신호에 대응되는 한 쌍의 디지털신호를 신호처리하여 상기 음원의 위치를 추정하는 음원위치추정부;를 구비

한다.

[0011] 그리고, 상기 음원위치추정시스템의 제1마이크로폰어레이 및 제2마이크로폰어레이는 상기 헤드부 중 상기 얼굴의 양쪽 귀에 대응되는 부분에 설치되며, 상기 음원위치추정시스템의 제3마이크로폰어레이는 상기 헤드부 중 상기 얼굴의 코, 정수리, 뒤통수 및 턱 각각에 대응되는 부분 중에서 적어도 하나의 부분에 설치된다.

**효 과**

[0012] 본 발명에 따르면, 마이크로폰 어레이를 적절한 간격과 방향으로 배치한 후 측정된 음압 신호를 마이크로폰 쌍(pair) 별로 처리하여 마이크로폰 어레이에 입사되는 3차원 음향 인텐시티 벡터(intensity vector)를 추정하고 이를 바탕으로 음원의 위치를 실시간으로 정확히 파악할 수 있게 된다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0013] 도 1 및 도 2는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 음원위치추정시스템이 설치된 로봇의 개략적인 좌측면도 및 우측면이고, 도 3은 도 1에 도시된 제1마이크로폰어레이의 개략적인 설치도이며, 도 4는 도 1에 도시된 음원위치추정시스템의 제어과정을 설명하기 위한 블록도이다.

[0014] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 음원위치추정시스템은 사람의 얼굴에 해당하는 헤드부, 특히 귀에 해당하는 부분을 포함하여 몇 군데에 하나 이상의 마이크로폰을 포함하는 마이크로폰어레이를 다수 장착하고, 다수의 마이크로폰어레이를 모두 한 쌍씩 엮어서 각 쌍에서 측정되는 음압 데이터를 연산하여 공간적으로 입사되는 음향 인텐시티 벡터를 찾아내도록 구성된다. 특히, 상호 간의 간격이 작게 배치된 마이크로폰어레이 쌍은 고주파수 대역을 담당하고, 상호 간의 간격이 크게 배치된 마이크로폰어레이 쌍은 저주파수 대역을 담당하게 되므로, 매우 넓은 주파수 대역에서 소리의 전달 방향을 정확하게 탐지할 수 있으며 이에 따라 3차원적인 방향의 탐지에 매우 효과적이라 할 수 있다. 여기서, 사용되는 마이크로폰의 개수는 종래 기술에서 설명한 (5)의 방법보다는 대폭 적으며, (4)의 방법과는 보다는 약간 많다.

[0015] 본 실시예의 음원위치추정시스템에서는 마이크로폰어레이가 설치되는 다수의 직교좌표계가 설정되어 있으나, 각 마이크로폰어레이가 배치되는 직교좌표계, 즉  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축의 직교좌표계,  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축의 직교좌표계,  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축의 직교좌표계,  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축의 직교좌표계,  $x_{(4)}$ 축,  $y_{(4)}$ 축 및  $z_{(4)}$ 축의 직교좌표계 그리고  $x_{(5)}$ 축,  $y_{(5)}$ 축 및  $z_{(5)}$ 축의 직교좌표계는 서로 직교하는 절대 좌표계인 X축, Y축 및 Z축과 각각 평행하게 배치된다.

[0016] 본 실시예의 음원위치추정시스템은 제1마이크로폰어레이(10)와, 제2마이크로폰어레이(20)와, 제3마이크로폰어레이(30)와, 증폭기(40)와, 컨버터(50)와, 음원위치추정부(60)를 구비한다.

[0017] 제1마이크로폰어레이(10)는 음원으로부터 발생하는 소리를 수신하는 4개의 마이크로폰(101,102)을 포함하여 구성된다. 3개의 마이크로폰(101)은 각각 서로 직교하는  $x_{(0)}$ 축,  $y_{(0)}$ 축 및  $z_{(0)}$ 축 상에 각각 배치되며, 1개의 마이크로폰(102)은  $z_{(0)}$ 축 상에 배치되어, 4개의 마이크로폰(101,102)은 도 3에 도시되어 있는 바와 같이 배치된다.

[0018] 제2마이크로폰어레이(20)도 4개의 마이크로폰(201,202)을 포함하여 구성된다. 즉, 3개의 마이크로폰(201)은 각각 서로 직교하는  $x_{(1)}$ 축,  $y_{(1)}$ 축 및  $z_{(1)}$ 축 상에 각각 배치되며, 1개의 마이크로폰(202)은  $z_{(1)}$ 축 상에 배치되어 전체적으로 도 3에 도시된 제1마이크로폰어레이(10)와 유사하게 배치된다.

[0019] 제1마이크로폰어레이(10) 및 제2마이크로폰어레이(20)는 각각 헤드부(220) 중 사람의 귀에 대응되는 부분에 설치된다.

[0020] 제3마이크로폰어레이(30)는 제1마이크로폰어레이(10) 및 제2마이크로폰어레이(20) 사이를 기준으로 전방, 후방, 상방 및 하방 중 적어도 한 방향의 위치에 배치된다. 본 실시예에서, 제3마이크로폰어레이(30)는 전방, 후방, 상방 및 전하방에 각각 배치되는 제3-1마이크로폰어레이(31), 제3-2마이크로폰어레이(32), 제3-3마이크로폰어레이(33) 및 제3-4마이크로폰어레이(34)를 포함한다.

[0021] 제3-1마이크로폰어레이(31)는 4개의 마이크로폰(311)을 포함한다. 4개의 마이크로폰(311)은 서로 직교하는  $x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축 중에서  $x_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축상에 각각 한 쌍씩 배치된다. 그리고, 4개의 마이크로폰(311)은

$x_{(2)}$ 축,  $y_{(2)}$ 축 및  $z_{(2)}$ 축의 원점을 중심으로 방사형으로 배치된다.

- [0022] 제3-2마이크로폰어레이(32)는 4개의 마이크로폰(321)을 포함한다. 4개의 마이크로폰(321)은 서로 직교하는  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축 중에서  $x_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축상에 각각 한 쌍씩 배치된다. 그리고, 4개의 마이크로폰(321)은  $x_{(3)}$ 축,  $y_{(3)}$ 축 및  $z_{(3)}$ 축의 원점을 중심으로 방사형으로 배치된다.
- [0023] 제3-3마이크로폰어레이(33)는 1개의 마이크로폰(331)을 포함한다. 마이크로폰(331)은 서로 직교하는  $x_{(4)}$ 축,  $y_{(4)}$ 축 및  $z_{(4)}$ 축 중  $z_{(4)}$ 축 상에 배치된다.
- [0024] 제3-4마이크로폰어레이(34)는 1개의 마이크로폰(341)을 포함한다. 마이크로폰(341)은 전하방상에 배치되는데, 이는 서로 직교하는  $x_{(5)}$ 축,  $y_{(5)}$ 축 및  $z_{(5)}$ 축 좌표계에서  $x_{(5)}$ 축에 대해 하방으로 경사진 직선상에 배치되는 것을 의미한다. 이와 같이 마이크로폰(341)이 배치되면, 전방 및 하방 사이 공간으로부터 수신되는 소리를 효과적으로 감지할 수 있다.
- [0025] 제3-1마이크로폰어레이(31), 제3-2마이크로폰어레이(32), 제3-3마이크로폰어레이(33), 제3-4마이크로폰어레이(34)는 각각 헤드부(220) 중 사람의 코, 뒤통수, 정수리 및 턱에 해당하는 부분에 설치된다.
- [0026] 증폭기(40)는 각 마이크로폰에서 수신된 소리에 대응되는 아날로그신호를 입력받아 수신된 아날로그신호를 증폭하여 출력한다.
- [0027] 컨버터(50)는 증폭기(40)에서 출력된 아날로그신호를 입력받아 디지털신호로 변환하여 출력한다.
- [0028] 음원위치추정부(60)는 컨버터(50)로부터 디지털신호를 입력받아 음원의 위치를 추정한다. 음원위치추정부(60)는 제1마이크로폰어레이(10), 제2마이크로폰어레이(20), 제3-1마이크로폰어레이(31), 제3-2마이크로폰어레이(32), 제3-3마이크로폰어레이(33) 및 제3-4마이크로폰어레이(34) 중 서로 다른 마이크로폰어레이에 포함된 한 쌍의 마이크로폰을 이용하여 음원의 위치를 추정한다. 즉, 한 쌍의 마이크로폰에 수신된 각각 음향의 인텐시티를 측정하여 음원의 위치를 추정한다.
- [0029] 일반적으로 한 쌍의 음향 인텐시티를 이용하면, 약  $70^\circ$  보다 약간 큰 유효 입체 방향 측정각을 가지므로, 몇 쌍의 음향 인텐시티를 이용하면, 대부분의 음원의 입사 각도를 정확하게 추정할 수 있다. 예를 들어, 귀에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 코에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티, 귀에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 정수리에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티, 귀에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 뒤통수에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티, 귀에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 턱에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티, 코에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 정수에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티 그리고 코에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰 및 턱에 해당하는 부분에 배치된 마이크로폰으로부터 측정된 한 쌍의 음향 인텐시티 등 다수의 음향 인텐시티 쌍을 이용하여 음원의 위치를 추정한다. 특히, 상호 간의 간격이 상대적으로 크게 배치된 한 쌍의 마이크로폰은 저주파수 대역을 담당하며 상호 간의 간격이 상대적으로 작게 배치된 한 쌍의 마이크로폰은 고주파수 대역을 담당하게 되므로, 마이크로폰의 간격을 적절하게 배치함으로써 고주파수 대역 뿐만 아니라 저주파수 대역을 포함한 전체의 주파수 대역에서 음향의 입사각을 정확하게 추정할 수 있게 된다.
- [0030] 그리고, 1/4-인치 마이크 2개가 6 mm 간격으로 배치된 경우에는 약 125 Hz - 10 kHz의 주파수 대역을 가지며, 50 mm 간격으로 배치된 경우에는 약 31.5 Hz - 1.25 kHz 정도의 주파수 대역을 가지므로, 인간생활에서 발생되는 소리, 기계장치에서 발생하는 소리 및 그 밖의 자연음은 거의 모두 다루어 질 수 있다.
- [0031] 한편, 한 쌍의 마이크로폰이  $\Delta r$  간격으로 떨어져 배치되고 한 쌍의 마이크로폰에서 측정된 음압이 각각  $p_1$ 과  $p_2$  이면, 음향 인텐시티( $I_r$ )는 잘 알려진 바와 같이 다음의 <수학식 1> 및 <수학식 2>에 의해 연산이 된다.

**수학식 1**

$$I_r = \frac{1}{2\rho\Delta r} (p_1 + p_2) \int (p_2 - p_1) dt$$

[0032]

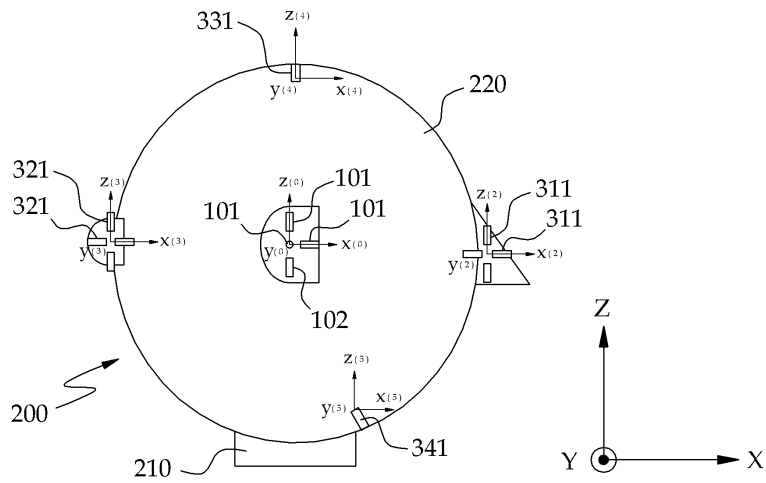




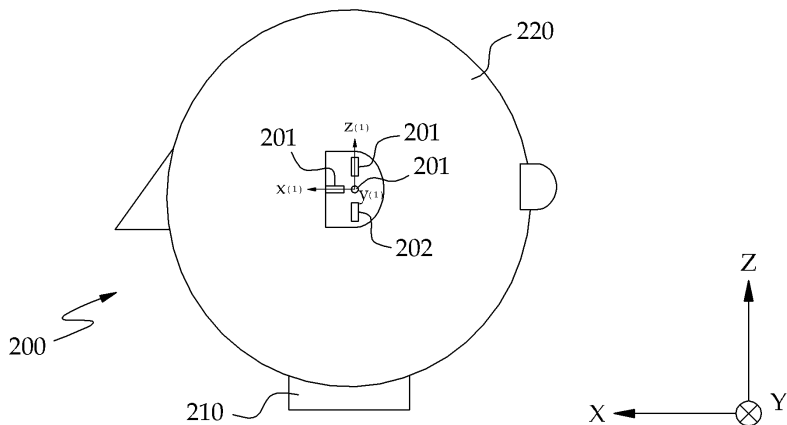
- [0049] 32... 제3-2마이크로폰어레이                      33... 제3-3마이크로폰어레이
- [0050] 34... 제3-4마이크로폰어레이                      40... 증폭기
- [0051] 50... 컨버터                                              60... 음원위치추정부
- [0052] 101, 102, 201, 202, 311, 321, 331, 341... 마이크로폰
- [0053] 200... 로봇                                              210... 베이스부
- [0054] 220... 헤드부                                              230... 제어부
- [0055] 240... 이동유닛

**도면**

**도면1**

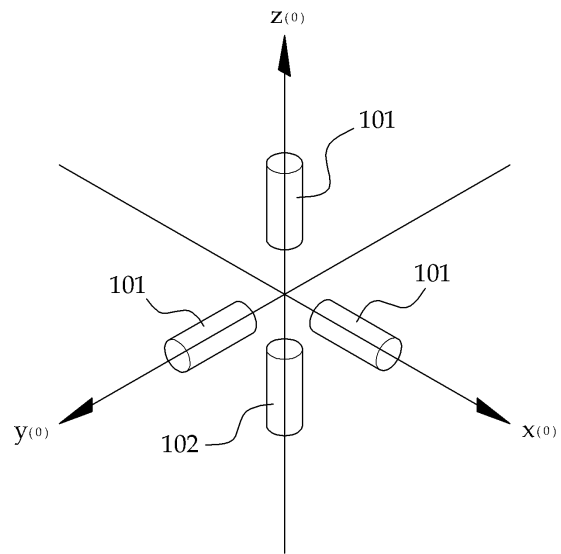


**도면2**

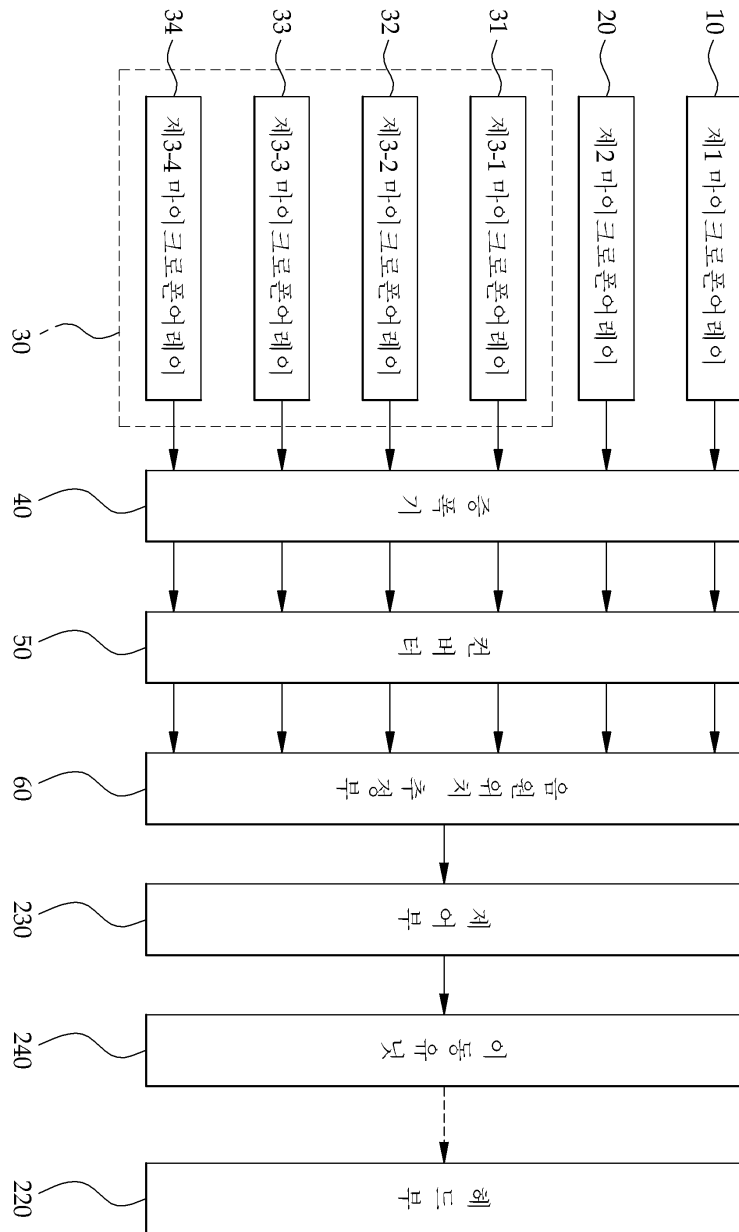




도면3



도면4



도면5

