



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0125625
(43) 공개일자 2022년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 1/28 (2006.01) H04R 1/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04R 1/2819 (2013.01)
H04R 1/323 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0029730
(22) 출원일자 2021년03월05일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
(72) 발명자
이재영
경기도 용인시 처인구 중부대로1158번길 12, 201
동 1504호 (삼가동, 행정타운늘푸른오스카빌아파
트)
(74) 대리인
특허법인지명

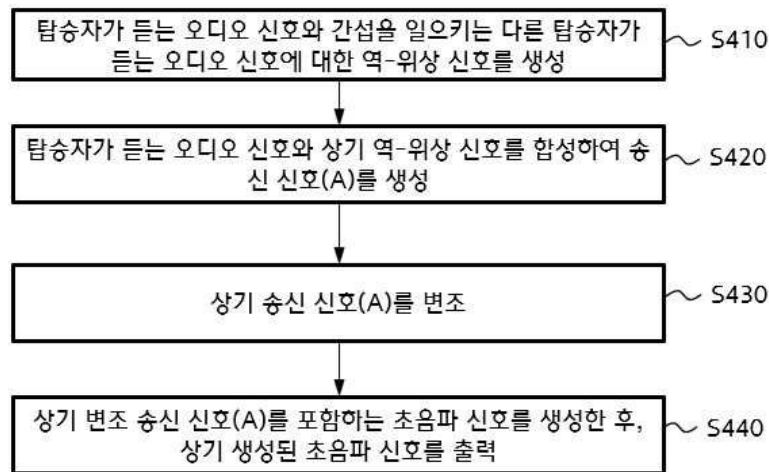
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 차량용 음향 시스템 및 이의 음향 출력 방법

(57) 요약

본 발명의 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법은 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호를 생성하는 단계; 상기 제1 좌석의 탑승자가 상기 제1 파라메트릭 스피커를 통해 듣고자 하는 오디오 신호(g(t))와 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 단계; 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계; 및 상기 제1 파라메트릭 스피커가, 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H04R 2217/03 (2013.01)

H04R 2499/13 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

차량 내의 제1 좌석의 근처에 설치된 제1 파라메트릭(parametric) 스피커 및 제2 좌석의 근처에 설치된 제2 파라메트릭 스피커를 포함하는 차량용 음향 시스템으로서, 상기 제1 파라메트릭 스피커의 음향 출력 방법에서,

역-위상(anti-phase) 신호 생성기가, 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호를 생성하는 단계;

합성기가, 상기 제1 좌석의 탑승자가 상기 제1 파라메트릭 스피커를 통해 듣고자 하는 오디오 신호($g(t)$)와 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 단계;

변조기가, 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1 파라메트릭 스피커가, 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계를 포함하는 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 2

제1항에서,

상기 역-위상 신호를 생성하는 단계는,

상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 오디오 신호와 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 상기 제2 좌석에 착석한 탑승자까지의 거리에 따른 감쇄 계수를 이용하여 상기 역-위상 신호를 생성하는 단계인 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 3

제1항에서,

상기 송신 신호($E(t)$)를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계는,

진폭 변조 방식에 따라, 상기 송신 신호($E(t)$)를 상기 초음파 신호의 진폭으로 변조하는 단계인 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 4

제1항에서,

상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계는,

상기 제1 파라메트릭 스피커에 포함된 다수의 초음파 변환자들이 서로 다른 지연 시간으로 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 5

제4항에서,

상기 지연 시간은,

각 초음파 변환자로부터 상기 제1 좌석에 착석한 탑승자까지의 거리를 소리 속도(sound speed)로 나눈 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 6

차량 내의 제1 좌석의 근방에 설치된 제1 파라메트릭 스피커, 제2 좌석의 근방에 설치된 제2 파라메트릭 스피커 및 제3 좌석의 근방에 설치된 제3 파라메트릭 스피커를 포함하는 차량용 음향 시스템으로서, 상기 제1 파라메트릭

릭 스피커의 음향 출력 방법에서,

역-위상 신호 생성기가, 상기 제2 파라메트릭 스피커에서 출력되는 제2 오디오 신호에 대한 제2 역-위상 신호 및 상기 제3 파라메트릭 스피커에서 출력되는 제3 오디오 신호에 대한 제3 역-위상 신호를 생성하는 단계;

합성기가, 상기 제1 좌석의 탑승자가 상기 제1 파라메트릭 스피커를 통해 듣고자 하는 제1 오디오 신호, 상기 제1 역-위상 신호 및 상기 제2 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 단계;

변조기가, 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제1 파라메트릭 스피커가, 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계를 포함하는 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 7

제6항에서,

상기 역-위상 신호를 생성하는 단계는,

상기 제2 오디오 신호와 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 좌석에 착석한 탑승자까지의 거리에 따른 감쇄 계수를 이용하여 상기 제2 역-위상 신호를 생성하는 단계; 및

상기 제3 오디오 신호와 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 좌석에 착석한 탑승자까지의 거리에 따른 감쇄 계수를 이용하여 상기 제3 역-위상 신호를 생성하는 단계

를 포함하는 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 8

제6항에서,

상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계는,

진폭 변조 방식에 따라, 상기 송신 신호를 상기 초음파 신호의 진폭으로 변조하는 단계인 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 9

제6항에서,

상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계는,

상기 제1 파라메트릭 스피커에 포함된 다수의 초음파 변환자들이 서로 다른 지연 시간으로 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 것인 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법.

청구항 10

차량 내의 제1 내지 제3 좌석에 각각 탑승하여 서로 다른 음원을 듣는 제1 내지 제3 탑승자를 위한 차량용 음향 시스템에 있어서,

상기 제2 탑승자가 사용하는 제2 파라메트릭 스피커로서 상기 제2 좌석의 근방에 설치된 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제2 오디오 신호에 대한 제2 역-위상 신호 및 상기 제3 탑승자가 사용하는 제3 파라메트릭 스피커로서, 상기 제3 좌석의 근방에 설치된 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제3 오디오 신호에 대한 제3 역-위상 신호를 포함하는 역-위상 신호를 생성하는 역-위상(anti-phase) 신호 생성기;

상기 제1 탑승자가 듣고자 하는 제1 오디오 신호와 상기 제1 내지 제3 역-위상 신호를 포함하는 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 합성기;

상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 변조기; 및

상기 제1 좌석의 근방에 설치되어, 상기 제1 탑승자가 상기 초음파 신호에 포함된 상기 제1 오디오 신호를 들을 수 있도록 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 제1 파라메트릭 스피커

를 포함하는 차량용 음향 시스템.

청구항 11

제10항에서,

상기 제2 역-위상 신호는,

상기 제2 오디오 신호와 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 탑승자까지의 거리에 따른 지수 함수 형태의 감쇄 계수의 곱셈 연산에 의해 계산된 신호이고,

상기 제3 역-위상 신호는,

상기 제3 오디오 신호와 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 탑승자까지의 거리에 따른 지수 함수 형태의 감쇄 계수의 곱셈 연산에 의해 계산된 신호인 것인 차량용 음향 시스템.

청구항 12

제10항에서,

상기 변조기는,

상기 초음파 신호를 반송파로 하는 진폭 변조 방식에 따라, 상기 송신 신호를 변조하는 것인 차량용 음향 시스템.

청구항 13

제10항에서,

상기 제1 파라메트릭 스피커는,

다수의 초음파 변환자들을 포함하고,

각 초음파 변환자는,

서로 다른 지연 시간으로 상기 변조된 초음파 신호를 상기 제1 탑승자 방향으로 출력하는 것인 차량용 음향 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량용 음향 발생 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 탑승자별로 독립적인 음향을 발생하는 차량용 음향 발생 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적인 차량용 오디오 시스템은 모든 방향으로 소리를 전달하는 스피커를 사용하므로 탑승자 별로 서로 다른 음향을 들을 수 없다. 만약 각 탑승자 좌석에 근접한 스피커에서 서로 다른 음원을 출력한다고 하더라도 다른 탑승자 위치까지 전달되므로 간섭 현상에 의하여 음질이 저하된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 차량내의 탑승자들이 서로 다른 음원을 듣는 상황에서, 각 탑승자가 듣는 음원이 다른 탑승자가 듣는 음원과 간섭되는 문제를 방지하기 위한 차량용 음향 시스템 및 이의 음향 출력 방법을 제공하는 데 있다.

[0006] 본 발명의 기술한 목적 및 그 이외의 목적과 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법은 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호를 생성하는 단계; 상기 제1 좌석의 탑승자가 상기 제1 파라메트릭 스피커를 통해 듣고자 하는 오디오 신호($g(t)$)와 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 단계; 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계; 및 상기 제1 파라메트릭 스피커가, 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계를 포함한다.
- [0009] 본 발명의 다른 일면에 따른 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법은 차량 내의 제1 좌석의 근방에 설치된 제1 파라메트릭 스피커, 제2 좌석의 근방에 설치된 제2 파라메트릭 스피커 및 제3 좌석의 근방에 설치된 제3 파라메트릭 스피커를 포함하는 차량용 음향 시스템으로서, 상기 제1 파라메트릭 스피커의 음향 출력 방법으로서, 역-위상 신호 생성기가, 상기 제2 파라메트릭 스피커에서 출력되는 제2 오디오 신호에 대한 제2 역-위상 신호 및 상기 제3 파라메트릭 스피커에서 출력되는 제3 오디오 신호에 대한 제3 역-위상 신호를 생성하는 단계; 합성기가, 상기 제1 좌석의 탑승자가 상기 제1 파라메트릭 스피커를 통해 듣고자 하는 제1 오디오 신호, 상기 제1 역-위상 신호 및 상기 제2 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 단계; 변조기가, 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 단계; 및 상기 제1 파라메트릭 스피커가, 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 단계를 포함한다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 일면에 따른 차량용 음향 시스템은, 상기 제2 탑승자가 사용하는 제2 파라메트릭 스피커로서 상기 제2 좌석의 근방에 설치된 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제2 오디오 신호에 대한 제2 역-위상 신호 및 상기 제3 탑승자가 사용하는 제3 파라메트릭 스피커로서, 상기 제3 좌석의 근방에 설치된 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제3 오디오 신호에 대한 제3 역-위상 신호를 포함하는 역-위상 신호를 생성하는 역-위상(anti-phase) 신호 생성기; 상기 제1 탑승자가 듣고자 하는 제1 오디오 신호와 상기 제1 내지 제3 역-위상 신호를 포함하는 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호를 생성하는 합성기; 상기 송신 신호를 변조하여 초음파 신호를 생성하는 변조기; 및 상기 제1 좌석의 근방에 설치되어, 상기 제1 탑승자가 상기 초음파 신호에 포함된 상기 제1 오디오 신호를 들을 수 있도록 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 제1 파라메트릭 스피커를 포함한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따르면, 파라메트릭 스피커(Parametric speaker)를 사용하여 탑승자 별로 독립적인 음향을 전달하는 차량용 음향 시스템이 제공된다. 이에 따라, 운전자를 포함하는 차량의 탑승자들이 서로 다른 음악을 듣고 싶을 때, 간섭없이, 각 탑승자는 개별적으로 원하는 음향만을 들을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 파라메트릭 스피커에 포함된 초음파 변환자의 어레이 형태를 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 초음파 변환자들이 서로 다른 지연 시간에 따라 신호를 출력하는 경우 각 신호가 도달하는 초점에서의 신호의 크기를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 운전자 스피커로부터 출력되는 소리가 후방 우측 탑승자가 후방 우측 스피커를 통해 듣는 소리에 간섭을 일으키는 상황을 도식적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 5은 도 4에 도시한 흐름도의 이해를 돕기 위해 차량에 탑승한 탑승자들과 각 탑승자들이 사용하는 파라메트릭 스피커의 위치를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 음향 시스템의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 이하의 도면에서 각 구성은 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이며, 도면 상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"는 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0016] 일반적인 차량용 오디오 시스템은 모든 방향으로 소리를 전달하는 스피커를 사용하므로 탑승자 별로 서로 다른 음악을 들을 수 없다. 만약 각 탑승자 좌석에 근접한 스피커에서 서로 다른 음원을 출력한다고 하더라도 다른 탑승자 위치까지 전달되므로 간섭 현상에 의하여 음질이 저하된다.
- [0017] 본 발명은 파라메트릭 스피커를 사용하여 탑승자 별로 독립적으로 음향을 전달하는 방법을 제안한다. 따라서, 차량의 탑승자들이 서로 다른 음향(예, 음악)을 듣고 싶을 때, 다른 탑승자가 듣고 있는 음향의 간섭 없이, 또한, 다른 탑승자가 듣고 있는 음향의 세기를 줄이지 않고서도 각 탑승자에게 원하는 음향을 전달할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 파라메트릭 스피커를 사용하여 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 음파의 빔 각을 줄임으로써 지향성 음향을 출력하는 기능을 갖도록 설계하였다.
- [0019] 한편, 파라메트릭 스피커를 사용하여 운전석 방향으로 음향을 출력하는 경우, 운전석 방향으로 출력되는 음향이 뒷좌석의 탑승자가 뒷좌석의 근접한 위치에 설치된 파라메트릭 스피커(또는 일반 스피커)를 통해 듣고 있는 음향에 간섭을 줄 수 있다.
- [0020] 이에 특정 지점에만 음향 에너지(소리 에너지)를 집중시키기 위해, 본 발명에서는 초음파 빔 집속 방법을 이용하여 파라메트릭 스피커의 초음파 변환기에서 출력한 신호가 원하는 지점에만 동시에 도달하도록 하였다.
- [0021] 차량에서 탑승자의 위치는 정해져 있으므로 간섭 신호의 지연 시간을 알 수 있으며, 각 탑승자가 듣는 음원은 오디오 시스템에서 알 수 있으므로, 본 발명에 따른 방법은 다른 탑승자가 듣는 음향(예, 음악)의 역 위상 정보를 동시에 출력하는 능동 소음 제어(active noise canceling) 방법을 사용하여 상호 간섭을 최소화하였다.
- [0022] 본 발명에 따른 방법은 탑승자 별로 독립된 음향을 제공하므로, 개별 탑승자의 기호에 맞는 음향(예, 음악)을 들을 수 있게 해준다. 또한 독립적으로 운전자가 선호하는 음악을 들을 수 있으므로 운전 스트레스를 감소하여 주행 안전성을 향상시킬 수 있다.
- [0023] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 '파라메트릭 스피커', '초음파 빔 집속 방법' 및 '능동 소음 제어' 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0025] 파라메트릭 스피커(Parametric speaker)

- [0026] 음파는 파장이 길기 때문에 모든 방향으로 전파된다. 본 발명에서는 음파에 지향성을 부가하기 위해, 파장이 짧은 초음파를 사용하여 특정 방향으로만 소리를 전파시키고, 매질의 비선형 특성을 이용하여 소리를 생성하는 파라메트릭 스피커를 사용한다. 준(Quasi) 선형 기법을 사용하여 초음파 신호로부터 생성되는 소리 신호는 아래의 수학적식1과 같다.

수학적식 1

$$p_2(x, r, \tau) = \frac{\beta}{2\rho_0 c_0^4} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} \int_0^x \int_0^\infty p_1^2(x_s, r_s, \tau - \frac{r_s^2}{2c_0(x-x_s)}) \frac{r_s}{x-x_s} dr_s dx_s$$

[0027]

- [0029] 송신 신호 E(t)를 AM 변조 방식에 따라 초음파 신호의 진폭으로 변조하여 아래의 수학적식 2와 같이 송신할 경우, 가청 주파수 대역의 신호는 아래의 수학적식 3과 같다.

수학식 2

[0030]

$$p_1(x, r, t) = P_0 E(t) \sin(w_0 t) e^{-\alpha x} H(a - r)$$

수학식 3

[0031]

$$p_2 = \frac{\beta P_0^2 a^2}{16 \rho_0 \alpha c_0^4 x} \frac{d^2}{d\tau^2} E^2(\tau)$$

[0033]

상기 수학식 1 및 2에 포함된 변수들은 아래와 같이 정의할 수 있다.

$H(r)$: unit step function	r_s, x_s : source position and distance
α : absorption coefficient	r, x : destination position and distance
ρ_0 : ambient density	P_0 : initial pressure level
c_0 : ambient wave speed	$E(t)$: AM modulated waveform
$\tau = t - x/c_0$	w_0 : ultrasound frequency
t : time	

[0034]

[0035]

따라서, 수학식 4와 같이 생성한 신호를 초음파 신호로 AM 변조하여 송신할 경우, 오디오 신호 $g(t)$ 를 탑승자는 들을 수 있다.

수학식 4

[0036]

$$E(t) = \sqrt{1 + m \int \int g(t) dt^2}$$

[0037]

여기서, m 은 변조 깊이(modulation depth)이다.

[0038]

음파의 지향각은 주파수가 증가할수록 감소하므로, 파라메트릭 스피커를 사용할 경우, 초음파의 빔각으로 음파를 전달할 수 있으므로, 특정방향으로만 소리를 전달할 수 있다.

[0040]

초음파 빔 집속 방법

[0041]

스피커와 운전자의 거리가 50cm 이하일 때, 58kHz의 초음파 변환기(ultrasound transducers)를 사용하여 20cm의 스피커를 구현하는 경우, 아래의 수학식 5와 같이 72.4cm까지는 근접 필드(near field) 영역이 된다.

수학식 5

[0042]

$$\text{Near Field Length} = 0.62 \sqrt{\text{Aperture Size}^3 / \text{Wave Length}}$$

[0043]

따라서 본 발명의 실시 예에서는, 탑승자의 귀 근방에서 최대 음압을 형성하도록 다수의 초음파 변환자들을 원형으로 배치한 원형 어레이(annular array) 스피커를 사용하여 초음파를 집속한다.

[0044]

도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 파라메트릭 스피커에 포함된 초음파 변환자의 어레이 형태를 도시한

도면이고, 도 2는 도 1에 도시한 초음파 변환자들이 고정된 지연 시간에 따라 초음파를 출력하는 경우 각 초음파가 도달하는 초점에서의 신호의 크기를 설명하기 위한 도면이다.

[0045] 도 1에 도시된 바와 같이, N개의 초음파 변환자(10)들을 사용하여 스피커를 구성할 때, 아래의 수학식 6과 같이 각 변환자(10)의 출력에 지연 시간(r_0/c , r_1/c , r_2/c , \dots r_{N-1}/c)을 주면 도 2에 도시된 바와 같이 동일 시간에서 초점(focal point)에 도달한 신호들은 집속(또는 합성)되어 신호의 크기는 N배로 증가한다. 이를 '시간 지연 기반 송신 고정 집속 방법'이라 지칭한다.

[0046] 이처럼 초점에서 집속된 신호는 거리가 증가함에 따라 다시 분산되므로 다른 탑승자 위치에서는 다시 단일 변환자 출력만 전달되게 된다. 따라서 특정 탑승자 위치에만 들을 수 있을 정도의 크기로 소리 전달이 가능하다.

수학식 6

[0047]

$$p_f = \sum_{n=0}^{N-1} p_1\left(t - \frac{r_n}{c}, n\right) = \sum_{n=0}^{N-1} p_1(t - \tau) = Np(t - \tau)$$

[0049] 여기서, $p_1\left(t, n\right) = p_1\left(t - \tau + \frac{r_n}{c}\right)$ 은 이고, τ 고정된 지연 시간(fixed delay time)이고, c 는 소리 속도(sound speed)이다.

[0051] 능동 소음 제어(Active Noise Canceling) 방법

[0052] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 운전석 스피커로부터 출력되는 소리가 후방 우측 탑승자가 후방 우측 스피커를 통해 듣는 소리에 간섭을 일으키는 상황을 도식적으로 나타낸 도면이다.

[0053] 차량의 내부 공간은 협소하므로, 스피커가 지향성이 있고, 집속을 통하여 특정 위치(탑승자의 귀 근방)에 소리 에너지를 집중한다고 하더라도 다른 탑승자에게 음파가 도달할 수 있다.

[0054] 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이, 운전석측에 설치된 파라메트릭 스피커(30)에서 출력되는 음파는 후방 뒷좌석(rear right seat)의 탑승자에게도 도달한다. 따라서, 운전석측에 설치된 파라메트릭 스피커(30)에서 출력되는 음파에 의해, 뒷좌석 탑승자가 후방 우측 스피커(50)를 통해 듣는 소리에서 간섭 현상이 발생할 수 있다.

[0055] 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 음향 시스템은 탑승자 별로 듣고 있는 음원 정보를 알고 있으므로 후방 우측 스피커(50)에서는 아래의 식 7을 출력하여 운전석 스피커의 출력에 대한 역-위상(anti-phase) 신호($g_{drive}\left(t - \frac{r_{rear\ right\ seat}}{c}\right)e^{-\alpha r_{rear\ right\ seat}}$)를 사용하여 간섭을 제거한다.

수학식 7

[0056]

$$E(t) = \sqrt{1 + m \iint \left(g_{rear\ right\ seat}(t) - g_{drive}\left(t - \frac{r_{rear\ right\ seat}}{c}\right)e^{-\alpha r_{rear\ right\ seat}} \right) dt^2}$$

[0057] 여기서 $r_{rear\ right\ seat}$ 는 운전석 스피커(30)로부터 후방 우측 탑승자까지의 거리이며, a 는 거리에 따른 감쇄 계수이며, $g_{drive}()$ 는 운전석 스피커(30)에서 출력되는 오디오 신호이고, $g_{rear\ right\ seat}()$ 는 후방 우측 스피커(50)에서 출력되는 오디오 신호이다.

[0058] 만일, 4명이 차량에 탑승하여 서로 다른 음원을 듣고 있을 때에는 위의 수학식 7에는 3개의 역위상 신호들을 포함하도록 구성함으로써, 각 탑승자가 듣고 있는 음원이 다른 탑승자가 듣고 있는 음원에 의해 발생하는 간섭 현

상을 제거한다. 즉, 후방 우측 스피커(50)의 출력에 3개의 역위상 신호들이 포함된다. 이 경우, 3개의 역위상 신호들은 운전석 스피커(30)에서 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호, 전방 우측 스피커에서 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호 및 후방 좌측 스피커에서 출력되는 오디오 신호에 대한 역-위상 신호를 포함한다.

[0059] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 음향 시스템의 음향 출력 방법을 나타내는 흐름도이고, 도 5은 도 4에 도시한 흐름도의 이해를 돕기 위해 차량에 탑승한 탑승자들과 각 탑승자들이 사용하는 파라메트릭 스피커의 위치를 나타내는 도면이다.

[0060] 본 발명에 따른 음향 출력 방법에서는, 도 5에 도시된 바와 같이, 4개의 파라메트릭 스피커들(30, 40, 50 및 60)이 설치되고, 4명의 탑승자들(32, 42, 52 및 62)이 탑승한 상황이 가정된다. 그리고, 본 발명에 따른 음향 출력 방법에서는, 제1 파라메트릭 스피커(30)에서의 음향 출력 방법에 대해서만 설명하고, 나머지 파라메트릭 스피커들(40, 50 및 60)의 음향 출력 방법에 대해서는 제1 파라메트릭 스피커(30)에서의 음향 출력 방법에 대한 설명으로 대신한다. 또한, 4명의 탑승자들(32, 42, 52 및 62)은 각자의 파라메트릭 스피커를 통해 서로 다른 음원(이하, 오디오 신호)을 듣고 있는 상황이 가정된다.

[0061] 먼저, 단계 S410에서, 제1 탑승자(32, 운전자)가 제1 파라메트릭 스피커(30)를 통해 듣고자 하는 제1 오디오 신호와 간섭을 일으키는 제2 내지 제4 오디오 신호에 대한 제2 내지 제4 역-위상 신호를 생성하는 과정이 수행된다. 여기서, 제2 내지 제4 오디오 신호는 제2 내지 제4 탑승자(42, 52, 62)가 듣는 음원으로서, 제2 내지 제4 파라메트릭 스피커(40, 50 및 60)를 통해 각각 출력될 오디오 신호들이다.

$$g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c}) \quad g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c})e^{-\alpha r_{fr}}$$

[0062] 제2 오디오 신호()에 대한 제2 역-위상 신호()는, 제2 파라메트릭 스피커

$$g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c})$$

(40)로부터 출력되는 상기 제2 오디오 신호()와 상기 제2 파라메트릭 스피커(40)로부터 상기 제1

$$r_{fr} \quad \alpha$$

좌석에 착석한 제1 탑승자(32, 운전자의 귀 근처)까지의 거리(도5의)에 따른 감쇄 계수()를 이용하여 생

$$r_{fr} \quad \alpha$$

성될 수 있다. 여기서, 거리(도5의)에 따른 감쇄 계수()는 차량 내의 온도, 습도, 기압에 따라 결정되는

$$e^{-\alpha r_{fr}} \quad g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c})e^{-\alpha r_{fr}}$$

고정된 값으로서, 와 같이 지수함수 형태로 나타낼 수 있다. 제2 역-위상 신호()

$$g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c}) \quad \alpha$$

는 상기 제2 오디오 신호()와 지수 함수 형태(e)로 표현되는 감쇄 계수()의 곱셈 연산에 의해

$$r_{fr}$$

계산될 수 있다. 에서, 아래 첨자 fr은 'front right'의 약자이다.

$$g_{rr}(t - \frac{r_{rr}}{c}) \quad g_{rr}(t - \frac{r_{rr}}{c})e^{-\alpha r_{rr}}$$

[0063] 동일하게, 제3 오디오 신호()에 대한 제3 역-위상 신호()는, 제3 파라메트릭

$$g_{rr}(t - \frac{r_{rr}}{c})$$

스피커(50)로부터 출력되는 상기 제2 오디오 신호()와 상기 제3 파라메트릭 스피커(50)로부터 상

$$r_{rr}$$

기 제1 좌석에 착석한 제1 탑승자(32, 운전자의 귀 근처)까지의 거리(도5의)에 따른 지수함수 형태(e)의 감

$$\alpha \quad r_{rr}$$

쇄 계수()를 이용하여 생성될 수 있다. 에서 아래 첨자 rr은 'rear right'의 약자이다.

$$g_{rl}(t - \frac{r_{rl}}{c}) \quad g_{rl}(t - \frac{r_{rr}}{c})e^{-\alpha r_{rl}}$$

[0064] 동일하게, 제4 오디오 신호()에 대한 제 4 역-위상 신호()는, 제4 파라메트릭

$$g_{rl}(t - \frac{r_{rl}}{c})$$

스피커(60)로부터 출력되는 상기 제2 오디오 신호()와 상기 제4 파라메트릭 스피커(60)로부터 상

$$r_{rl}$$

기 제1 좌석에 착석한 제1 탑승자(32, 운전자의 귀 근처)까지의 거리(도5의)에 따른 지수함수 형태(e)의 감

$$\alpha \quad r_{rl}$$

쇄 계수()를 이용하여 생성될 수 있다. 에서, 아래 첨자 rl은 'rear left'의 약자이다.

[0065] 이어, 단계 S420에서, 상기 제1 좌석의 탑승자(32)가 상기 제1 파라메트릭 스피커(30)를 통해 듣고자 하는 오디오 신호($g_{drive}(t)$)와 상기 제2 내지 제4 역-위상 신호를 합성하여, 송신 신호(A)를 하는 과정이 수행된다. 이와 같이 생성된 송신 신호는 아래의 식 8과 같다.

수학식 8

$$A = g_{drive}(t) - (g_{fr}(t - \frac{r_{fr}}{c})e^{-\alpha r_{fr}} + g_{rr}(t - \frac{r_{rr}}{c})e^{-\alpha r_{rr}} + g_{rl}(t - \frac{r_{rl}}{c})e^{-\alpha r_{rl}})$$

[0066]

[0068] 이어, 단계 S430에서, 송신 신호(A)를 변조하여, 상기 변조된 송신 신호(E(t))를 포함하는 초음파 신호를 생성하는 과정이 수행된다. 변조된 송신 신호(E(t))는 아래의 식 9와 같다.

수학식 9

$$E(t) = \sqrt{1 + m} \iint A dt^2$$

[0069]

[0070] 여기서, m은 변조 깊이이다.

[0071] 이어, 단계 S440에서, 제1 파라메트릭 스피커(30)가 상기 생성된 초음파 신호를 출력하는 과정이 수행된다.

[0072] 상기 변조된 송신 신호(E(t))를 포함하는 초음파 신호는 아래의 식10과 같다.

수학식 10

$$\text{초음파 신호} = E(t)\sin(w_0 t)$$

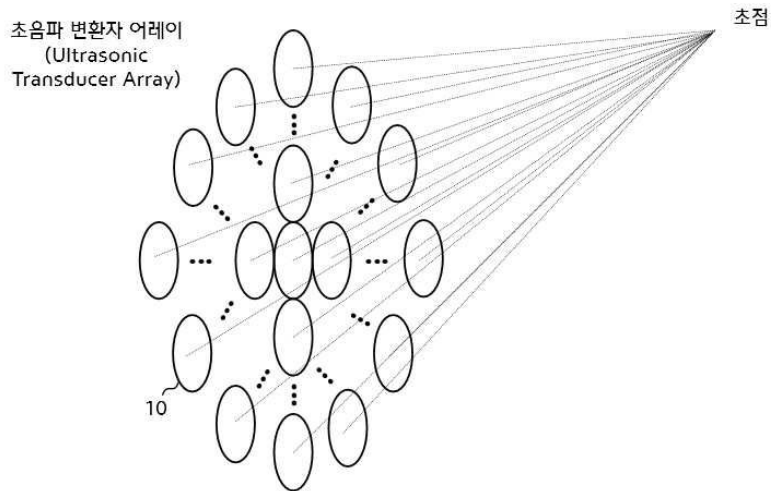
- [0073]
- [0074] 여기서, w_0 는 초음파 신호의 주파수이다.
- [0076] 한편, 상기 단계 S440에서, 상기 제1 파라메트릭 스피커(30)는, 다수의 초음파 변환자(도 1의 10)들을 포함하고, 각 초음파 변환자는, 서로 다른 지연 시간(예를 들면, 도 2의 r_0/c , r_1/c , r_2/c , r_{N-1}/c)으로 상기 변조된 초음파 신호를 상기 제1 탑승자 방향으로 출력한다.
- [0077] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 차량용 음향 시스템의 구성도이다.
- [0078] 도 6을 참조하면, 차량용 음향 시스템(100)은 역-위상 신호 생성기(110), 합성기(120), 합성기(130), 변조기(140), 파라메트릭 스피커(150) 및 제어기(160)를 포함한다.
- [0079] 역-위상 신호 생성기(110)는, 도 4의 단계 S410을 처리하는 하드웨어 모듈, 소프트웨어 모듈 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0080] 차량 내의 제1 내지 제3 좌석에 제1 내지 제3 탑승자가 착석한 상황에서 제1 내지 제3 탑승자가 서로 다른 음원을 듣는 상황일 때, 상기 역-위상 신호 생성기(120)는, 상기 제2 탑승자가 사용하는 제2 파라메트릭 스피커로서 상기 제2 좌석의 근방에 설치된 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제2 오디오 신호에 대한 제2 역-위상 신호 및 상기 제3 탑승자가 사용하는 제3 파라메트릭 스피커로서, 상기 제3 좌석의 근방에 설치된 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 출력되는 제3 오디오 신호에 대한 제3 역-위상 신호를 포함하는 역-위상 신호를 생성한다.
- [0081] 제2 오디오 신호는 제2 탑승자가 듣고자 하는 음원에 대응하는 오디오 신호이고, 제3 오디오 신호는 제3 탑승자가 듣고자 하는 음원에 대응하는 오디오 신호이다.
- [0082] 상기 제2 역-위상 신호는, 예를 들면, 상기 제2 오디오 신호와 상기 제2 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 탑승자까지의 거리에 따른 지수 함수 형태의 감쇄 계수의 곱셈 연산에 의해 계산된 신호이고,
- [0083] 상기 제3 역-위상 신호는, 예를 들면, 상기 제3 오디오 신호와 상기 제3 파라메트릭 스피커로부터 상기 제1 탑승자까지의 거리에 따른 지수 함수 형태의 감쇄 계수의 곱셈 연산에 의해 계산된 신호일 수 있다.
- [0084] 합성기(120)는 도 4의 단계 S420을 수행하는 소프트웨어 모듈, 하드웨어 모듈 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [0085] 합성기(120)는, 예를 들면, 상기 제1 탑승자가 듣고자 하는 제1 오디오 신호와 상기 제1 내지 제3 역-위상 신호를 포함하는 상기 역-위상 신호를 합성하여 송신 신호(A)를 생성한다.
- [0086] 변조기(130)는, 도 4의 단계 S430을 수행하는 소프트웨어 모듈, 하드웨어 모듈 및 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 변조기(140)는, 합성기(120)에 의해 생성된 송신 신호(A)를 진폭 변조 방식으로 변조하여, 변조된 송신 신호($E(t)$)를 생성한다. 그리고, 변조기(140)는 상기 변조된 송신 신호($E(t)$)를 포함하는 초음파 신호($E(t)\sin(w_0 t)$)를 생성한다.
- [0087] 파라메트릭 스피커(140, 이하, '제1 파라메트릭 스피커')는, 상기 제1 좌석의 근방에 설치되어, 상기 제1 탑승자가 상기 초음파 신호에 포함된 상기 제1 오디오 신호를 들을 수 있도록, 제어기(150)의 제어에 따라, 상기 초음파 신호를 출력한다.
- [0088] 제1 파라메트릭 스피커(140)는 다수의 초음파 변환자들을 포함하고, 각 초음파 변환자는, 제어기(150)의 제어에 따라, 서로 다른 지연 시간으로 상기 변조된 초음파 신호를 상기 제1 탑승자 방향으로 출력한다.
- [0089] 제어기(150)는 제1 파라메트릭 스피커(140)의 출력을 제어하는 동시에, 나머지 구성들(110~140)의 동작을 제어 및 실행하는 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.

[0090] 도 6에서는 합성기(120)와 변조기(130)를 분리 도시하였으나, 하나의 블록으로 통합될 수 있다. 이 경우, 합성기(120)는 변조기(130) 내에 포함되도록 설계될 수 있다.

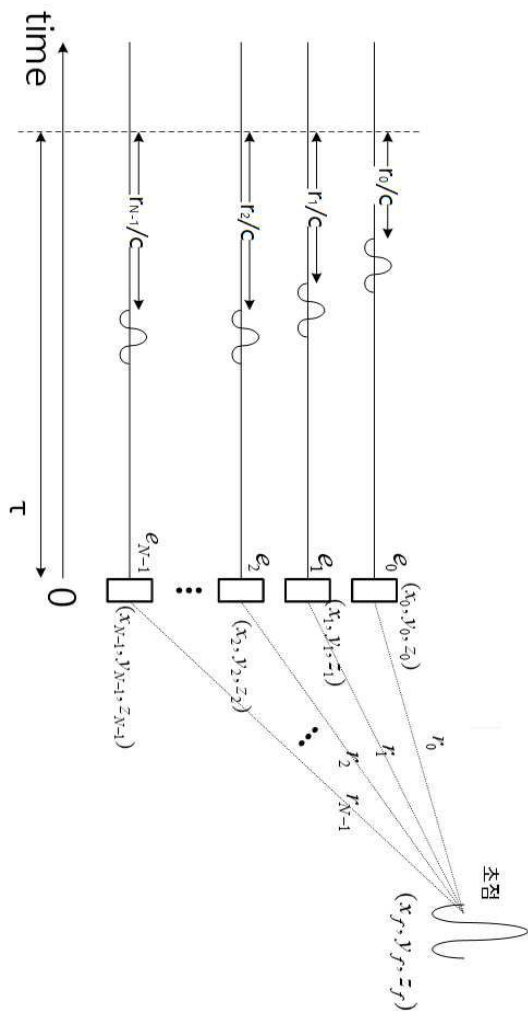
[0091] 본 명세서에 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명을 위한 예시적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

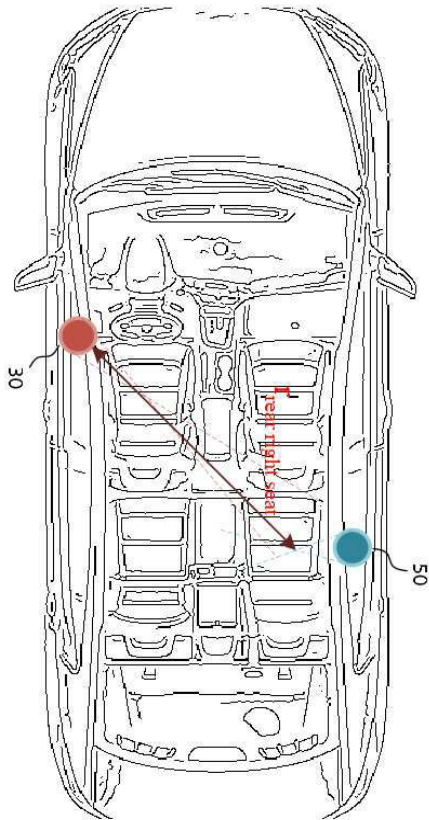
도면1



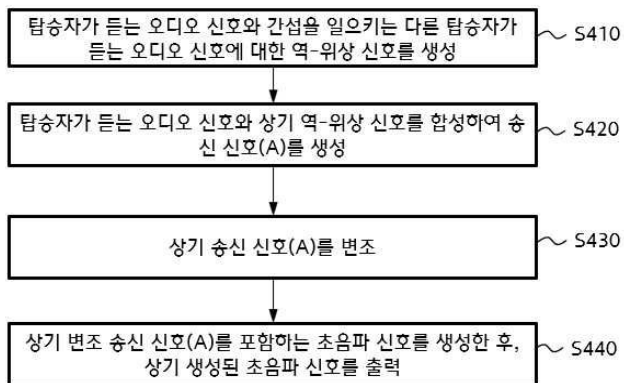
도면2



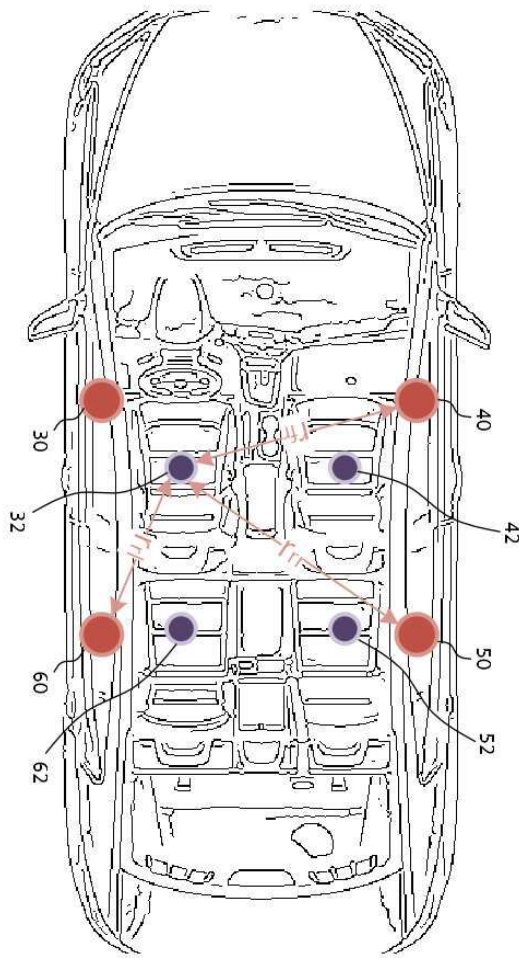
도면3



도면4



도면5



도면6

