



2018 년 10 월 11 일 (11.10.2018) WIPO | PCT

- (51) 국제특허분류: *H04R 3/00* (2006.01) *G10K 11/178* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/009119
- (22) 국제출원일: 2017 년 8 월 22 일 (22.08.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0043178 2017 년 4 월 3 일 (03.04.2017) KR
- (71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 청암로 77, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 박홍준 (PARK, Hong June); 37672 경상북도 포항시 남구 지곡로 357번길 8-5 스틸하우스 43호, Gyeongsangbuk-do (KR). 장영재 (JANG, Young Jae); 30098 세종시 보듬2로 42, 도람마을 14단지아파트 1410동 1503호, Sejong (KR). 조성은 (CHO, Seong Eun);

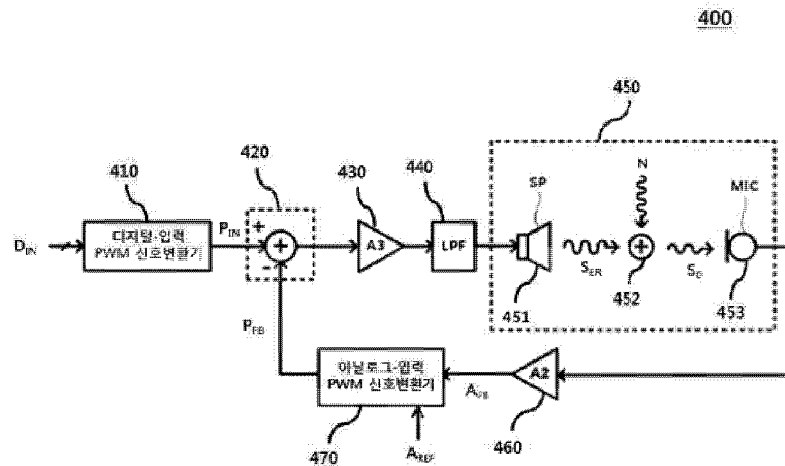
07365 서울시 영등포구 도신로29길 28 영등포푸르지오아파트 213동 704호, Seoul (KR). Mokimsoo (MOK, Im Soo); 37655 경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길10번길 42 코아루2단지아파트 203동 1103호, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 이철희 (LEE, Cheol Hee); 06167 서울시 강남구 삼성로 100길 8, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ACTIVE NOISE CANCELING EARPHONE USING 3-LEVEL DIGITAL SIGNAL

(54) 발명의 명칭: 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰



410 ... Digital input PWM signal converter
470 ... Analog input PWM signal converter

(57) Abstract: The present invention relates an active noise canceling earphone using a 3-level digital signal, the earphone reducing a loop delay time by using a 3-level pulse width modulation (PWM) signal or a 3-level pulse density modulation (PDM) signal, thereby enabling a frequency range capable of active noise canceling in the earphone receiving a digital audio signal to be increased. The active noise canceling earphone using the 3-level digital signal, according to the present invention, allows a loop delay time to be reduced in a digital active noise canceling earphone by using the 3-level PWM signal or the 3-level PDM signal, thereby enabling the attenuable maximum frequency of the noise sound signal to be increased to 500 Hz to 2,500 Hz.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 3-레벨 PWM(pulse width modulation) 신호 또는 3-레벨 PDM(pulse density modulation) 신호를 사용하여 루프 지연시간을 감소시킴으로써, 디지털 오디오 신호를 수신하는 이어폰에서 액티브 노이즈 감소(active noise canceling)가 가능한 주파수 범위를 증가시킬 수 있는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에 관한 것이다. 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에 의하면 디지털 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 3-레벨 PWM(pulse width modulation) 신호 또는 3-레벨 PDM(pulse density modulation) 신호를 사용하여 루프 지연시간을 감소시킴으로써 감쇄시킬 수 있는 노이즈 음향신호의 최대주파수를 500Hz 내지 2,500Hz 이상으로 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

명세서

발명의 명칭: 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰

기술분야

- [1] 본 발명은 3-레벨의 디지털 신호, 특히 3-레벨 PWM(pulse width modulation) 신호 또는 3-레벨 PDM(pulse density modulation) 신호를 사용하여 루프 지연시간을 감소시킴으로써, 디지털 오디오 신호를 수신하는 이어폰에서 액티브 노이즈 감소(active noise canceling)가 가능한 주파수 범위를 증가시킬 수 있는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근, 지하철이나 버스 또는 비행기에서, 유선 또는 무선 이어폰을 이용하여 스마트폰에서 공급되는 디지털 오디오 신호를 청취하는 사람이 많다. 이 경우, 액티브 노이즈 감소(Active Noise Cancelling : ANC) 기능이 있는 이어폰을 사용하면, 주변잡음을 제거하고 원하는 오디오 신호만 청취할 수 있다.
- [3] 도 1은 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰의 개념도이다.
- [4] 도 1을 참고하면 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소 이어폰(100)은 아날로그 뿔샘기(110), 제1 아날로그 증폭기(A1, 120), 음향신호 생성부(130) 및 제2 아날로그 증폭기(A2, 140)를 구비한다.
- [5] 사용자가 듣기를 원하는 아날로그 오디오 신호(A_{IN})가 아날로그 액티브 노이즈 감소 이어폰(100)으로 입력되면, 아날로그 뿔샘기(110)가 상기 아날로그 오디오 신호(A_{IN})에서 아날로그 피드백 신호(A_{FB})를 빼서 아날로그 차이신호(A_{ER})를 생성한다. 제1 아날로그 증폭기(A1, 120)는 상기 아날로그 차이신호(A_{ER})를 입력으로 받아 이를 증폭하여 증폭된 차이신호를 출력한다.
- [6] 음향신호 생성부(130)는 이어폰 스피커(SP, 131)와 뿔샘기(132) 및 마이크로폰(MIC, 133)을 포함하여 구성되며 사용자의 귀 안(ear canal)에 위치한다.
- [7] 이어폰 스피커(SP, 131)는 상기 제1 아날로그 증폭기(A1, 120)에서 증폭된 차이신호를 입력받아 스피커 출력 음향신호(S_{ER})를 출력한다.
- [8] 뿔샘기(132)에서는 상기 스피커 출력 음향신호(S_{ER})와 외부에서 귀 안으로 유입되는 노이즈 음향신호(N)를 합하여 합성 음향신호(S_O)를 마이크로폰(MIC, 133)으로 출력한다.
- [9] 상기 마이크로폰(MIC, 133)은 합성 음향신호(S_O)를 전기신호로 변환하여 출력한다.
- [10] 상기 제2 아날로그 증폭기(A2, 140)는 상기 마이크로폰(MIC, 133)이 변환한 전기신호를 증폭하여 상기 아날로그 피드백 신호(A_{FB})로 출력한다.

- [11] 상기 마이크로폰(MIC, 133)이 사용자의 귀 안에 위치하므로 상기 마이크로폰(MIC, 133)이 검출하는 음향신호가 사용자의 고막(ear drum)에 입력되는 음향신호와 대체로 같다고 가정한다.
- [12] 도 2는 도 1에 도시된 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰에서 전달함수를 계산하기 위한 개념도이다.
- [13] 상기 아날로그 차이신호(A_{ER})가 상기 제1 아날로그 증폭기(A1, 120)와 상기 이어폰 스피커(SP, 131)를 차례로 통과하여 생성되는 음향신호인 상기 스피커 출력 음향신호(S_{ER})의 전기신호인 상기 아날로그 차이신호(A_{ER})에 대한 전달함수(transfer function)를 $A_{11}(s)$ 라 하고, 음향신호인 상기 합성 음향신호(S_O)가 상기 마이크로폰(MIC)과 상기 제2 아날로그 증폭기(A2, 140)를 차례로 통과하여 생성되는 전기신호인 상기 아날로그 피드백 신호(A_{FB})의 상기 합성 음향신호(S_O)에 대한 전달함수를 $A_{22}(s)$ 라고 하면, 사용자의 고막에 전달되는 음향신호인 합성 음향신호(S_O)는 아래의 수학식 1로 표시된다.
- [14] 상기 전달함수 $A_{11}(s)$ 와 $A_{22}(s)$ 는 모두 DC($s=0$)에서 양(+)의 값을 가지도록 회로를 구성하여, 상기 마이크로폰(MIC), 상기 제2 아날로그 증폭기(A2, 140), 상기 아날로그 뱃샘기(110), 상기 제1 아날로그 증폭기(A1, 120)와 상기 이어폰 스피커(SP)가 형성하는 피드백 루프가 네거티브(negative) 피드백 동작을 수행하도록 한다.
- [15] <수학식 1>
- [16]
$$S_O = [A_{22} * A_{11}(s) / \{ 1 + A_{11}(s) * A_{22}(s) \}] * [N / \{ 1 + A_{11}(s) * A_{22}(s) \}]$$
- [17]
- [18] 수학식 1에서 루프이득(loop gain)인 $A_{11}(s)$ 와 $A_{22}(s)$ 의 곱이 1 보다 충분히 크면, 상기 노이즈 음향신호(N)는 $1 / \{ A_{11}(s) * A_{22}(s) \}$ 가 곱해져서 크게 감쇄되므로 사용자의 고막에 잘 전달되지 않고, 듣기를 원하는 아날로그 오디오 입력신호(A_{IN})는 $1 / A_{22}(s)$ 의 이득이 곱해져서 전달되므로 사용자의 고막에 비교적 잘 전달된다.
- [19] 상기 아날로그 오디오 입력신호(A_{IN})에 대한 이득 감쇄현상($1/A_{22}(s)$)은, 상기 아날로그 오디오 입력신호(A_{IN})를 도 1의 아날로그 뱃샘기(110)에 인가하기 전에 $A_{22}(s)$ 또는 그보다 큰 값의 이득을 가지는 아날로그 증폭기를 통과시킨 후에 상기 아날로그 뱃샘기(110)에 인가하면 보상할 수 있다. 상기 루프이득이 1 보다 훨씬 작으면(~ 0), 상기 노이즈 음향신호(N)는 1이 곱해져서 사용자의 고막에 전달되므로 노이즈 음향신호가 감쇄되지 않는다.
- [20] 도 1에 도시된 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰은 루프 지연시간(loop latency)이 짧아서 비교적 고주파 대역의 노이즈 음향신호까지 감쇄시킬 수 있는 장점이 있다. 상기 루프 지연시간은 상기 피드백 루프의 한 지점에서 출발한 신호가 상기 피드백 루프를 따라 한 바퀴 돌아서 같은 지점에 도달하기까지 소요되는 시간이다.

- [21] 또한, 상기 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰은 상기 루프 지연시간이 짧아서 루프이득($A_{11}(s) \cdot A_{22}(s)$) 값을 크게 유지하여 노이즈 음향을 감쇄시킬 수 있는 주파수 범위가 넓은 장점이 있다. 20Hz 부근의 아주 낮은 주파수의 노이즈 음향에 대해서는, 상기 마이크로폰(MIC)과 상기 이어폰 스피커(SP)의 이득이 작아서 상기 루프이득 값이 매우 작아져서(~ 0), 상기 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰은 노이즈 음향을 감쇄시키지 못한다.
- [22] 보통 50Hz부터 어떤 최대주파수까지의 대역에 포함되는 주파수를 가지는 노이즈 음향신호에 대해서는 상기 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰이 잘 동작하여 노이즈 음향신호를 감쇄시킬 수 있다. 상기 최대주파수는 루프 지연시간과 루프의 주파수 안정도(frequency stability)에 의해 정해진다.
- [23] 그런데, 최근에는 음질이 우수한 디지털 오디오 기술이 대중화됨에 따라 디지털 오디오 입력을 받아들이는 이어폰이 많아졌는데, 이러한 경우에는 상기 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰을 사용할 수 없게 된다.
- [24] 도 3은 종래의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰의 개념도이다.
- [25] 도 3을 참고하면 종래의 디지털 액티브 노이즈 감소 이어폰(300)은 디지털 뿔샘기(310), 디지털-아날로그 변환기(DAC1, 320), 제1 아날로그 증폭기(A1, 330), 음향신호 생성부(340), 제2 아날로그 증폭기(A2, 350) 및 아날로그 디지털 변환기(ADC, 360)를 구비한다.
- [26] 도 3의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰을 도 1의 아날로그 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰과 비교하면, 아날로그 오디오 입력신호(A_{IN})와 아날로그 뿔샘기(110)가 각각 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})와 디지털 뿔샘기(310)로 바뀌었고, 도 1의 제1 아날로그 증폭기(A1)가 디지털-아날로그 변환기(DAC1, 320)와 제1 아날로그 증폭기(A1, 330)의 직렬연결로 대체되고, 도 1의 제2 아날로그 증폭기(A2)가 제2 아날로그 증폭기(A2, 350)와 아날로그-디지털 변환기(ADC, 360)의 직렬연결로 대체되었다.
- [27] 상기 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰에서, 전기신호를 음향신호로 변환하는 효율을 증가시키기 위해, 상기 디지털-아날로그 변환기(DAC1, 320)와 제1 아날로그 증폭기(A1, 330)의 직렬연결을 클래스-D 증폭기와 LC 저역통과필터의 직렬연결로 대체할 수 있다.
- [28] 상기 아날로그-디지털 변환기(ADC, 360)는 상기 제2 아날로그 증폭기(A2, 350)의 출력신호인 아날로그 피드백신호(A_{FB})를 PCM(pulse code modulation) 2-레벨 디지털 코드로 변환하기 위해 보통 델타-시그마 모듈레이터(delta-sigma modulator)와 데시메이션(decimation) 필터의 직렬연결로 구현한다. 상기 데시메이션 필터는, 데이터 속도변환기(data rate converter)라고도 불리는데, 상기 델타-시그마 모듈레이터에서 출력되는 빠른 속도의 데이터를 입력으로 받아 느린 속도의 PCM 2-레벨 디지털 코드를 출력하는데, 입력에서 출력까지의 지연시간(latency)이 대략 0.5ms 정도로 커서 도 3에 보인 디지털 ANC 이어폰의

루프 지연시간의 대부분을 차지한다.

- [29] 도 3에서, 마이크로폰(MIC), 상기 제2 아날로그 증폭기(A2), 상기 아날로그-디지털 변환기(ADC), 상기 디지털 뿔샘기, 상기 디지털-아날로그 변환기(DAC1), 상기 제1 아날로그 증폭기(A1)와 이어폰 스피커(SP)로 구성된 피드백 루프는 DC(s=0)에서 네거티브 피드백 동작을 수행하도록 회로가 구성된다.
- [30] 상기 피드백 루프의 루프지연시간이 0.5ms(1/2,000 초)인 경우에, 1,000Hz의 사인파(sine wave) 신호가 상기 피드백 루프에 인가되어 상기 피드백 루프를 한 바퀴 돌아오면 반 주기(half period)의 시간이 소요되어 위상이 180도 변하므로 상기 네거티브 피드백 동작이 포지티브(positive) 피드백 동작으로 바뀌어 도 3의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰 회로가 발진(oscillation)하게 된다.
- [31] 상기 피드백 루프의 루프지연시간이 0.5ms(1/2,000 초)인 경우에, 500Hz의 사인파(sine wave) 신호가 상기 피드백 루프에 인가되어 상기 피드백 루프를 한 바퀴 돌아오면 4분의 1 주기(half period)의 시간이 소요되어 위상이 90도 변하므로, 상기 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰 회로는 발진하지 않고 위상 마진(phase margin)이 90도로 안정된 동작을 수행한다.
- [32] 상기와 같이 루프지연시간이 0.5ms인 경우는, 50Hz 내지 500Hz의 주파수 대역에 대해서만 루프이득 값을 크게 하고, 500Hz 이상의 주파수 대역에 대해서는 루프이득 값을 1 보다 작게 함으로써 주파수 안정도(frequency stability)를 확보하여 발진을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 경우는 대체로 50Hz 내지 500Hz의 주파수 대역에 속하는 노이즈 음향에 대해서는 감쇄를 잘 시켜서 사용자의 고막에 전달하고, 500Hz 이상의 고주파 노이즈 음향에 대해서는 감쇄를 시키지 못하고 그대로 사용자의 고막에 전달한다.
- [33] 그런데, 일상 생활에서 접하는 음향 노이즈는 50Hz 내지 5,000Hz의 주파수 대역에 분포하므로 음향 노이즈를 감쇄시킬 수 있는 최대주파수를 500Hz 이상으로 증가시킬 필요가 있다.

[34]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [35] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 3-레벨 PWM(pulse width modulation) 신호 또는 3-레벨 PDM(pulse density modulation) 신호를 사용하여 루프 지연시간을 감소시킴으로써, 디지털 오디오 신호를 수신하는 이어폰에서 액티브 노이즈 감소(active noise canceling)가 가능한 주파수 범위를 증가시킬 수 있는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [36] 본 발명의 일 실시예에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈

감소 이어폰은, 한 개의 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})를 입력받아 PWM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})를 출력하는 디지털-입력 PWM 신호변환기; PWM 신호인 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})와 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력받아 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력하는 3-레벨 PWM 신호생성기; 상기 3-레벨 디지털 신호를 입력받아 이를 증폭하여 출력하는 증폭기(A3); 상기 증폭기의 출력신호에 대해 저역통과필터링을 수행하는 저역통과필터; 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 음향신호(S_{ER})로 변환한 후 이를 노이즈 음향신호(N)와 더해 합성음향신호(S_o)를 출력하여 이를 전기신호로 변환하는 합성 음향신호 생성부; 상기 합성 음향신호 생성부에서 출력되는 전기신호를 증폭하여 아날로그 피드백 신호(A_{FB})로 출력하는 아날로그 증폭기(A2); 및 상기 아날로그 피드백 신호를 입력받아 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 출력하는 아날로그-입력 PWM 신호변환기;로 구성되고, 상기 3-레벨 PWM 신호생성기, 상기 증폭기, 상기 저역통과필터, 상기 합성음향신호 생성부, 상기 아날로그 증폭기 및 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기로 구성되는 피드백 루프는 네거티브 피드백(negative feedback) 동작을 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [37] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰은, 한 개의 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})를 입력받아 PDM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})를 출력하는 디지털-입력 PDM 신호변환기; PDM 신호인 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})와 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력받아 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력하는 3-레벨 PDM 신호생성기; 상기 3-레벨 디지털 신호를 입력받아 이를 증폭하여 출력하는 증폭기(A3); 상기 증폭기의 출력신호에 대해 저역통과필터링을 수행하는 저역통과필터; 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 음향신호로 변환한 후 이를 노이즈 음향신호와 더해 합성 음향신호를 출력하여 이를 전기신호로 변환하는 합성 음향신호 생성부; 상기 합성 음향신호 생성부에서 출력되는 전기신호를 증폭하여 아날로그 피드백 신호(A_{FB})로 출력하는 아날로그 증폭기(A2); 및 상기 아날로그 피드백 신호를 입력받아 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 출력하는 아날로그-입력 델타-시그마 모듈레이터;로 구성되고, 상기 3-레벨 PDM 신호생성기, 상기 증폭기, 상기 저역통과필터, 상기 합성음향신호 생성부, 상기 아날로그 증폭기 및 상기 아날로그-입력 델타-시그마 모듈레이터로 구성되는 피드백 루프는 네거티브 피드백(negative feedback) 동작을 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [38] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 합성 음향신호 생성부는, 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 변환하여 스피커출력 음향신호를 출력하는 스피커; 상기 스피커출력 음향신호와 외부에서 유입되는 노이즈 음향신호(N)를 합성하여 합성 음향신호를 출력하는 덧셈기; 및 상기 합성

음향신호를 전기신호로 변환하여 출력하는 마이크로폰;을 포함한다.

- [39] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 증폭기는 클래스-D 형태 증폭기인 것이 바람직하다. 이때 클래스-D 형태 증폭기는, 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 입력받아 두 개의 아날로그 신호를 각각 제1 출력단자(OP1)와 제2 출력단자(OM1)을 통하여 출력하고, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})는 +1, 0, -1의 세 종류의 값을 가지고, 상기 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로부터 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)를 생성한다.
- [40] 또한 상기 클래스-D 형태 증폭기는, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 +1인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '0', '0', '1', '1', '1', '0'의 값을 가지고, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 0인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '0', '1', '0', '0', '1'의 값을 가지며, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 -1인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '1', '0', '0', '1', '0'의 값을 가진다.
- [41] 한편, 상기 클래스-D 형태 증폭기는, 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 포지티브 전압공급 단자(VDD), 상기 제1 2-레벨 디지털 중간신호(GP1) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 한 개의 제1 PMOS 트랜지스터(MP1); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 네거티브 전압공급 단자(VSS), 상기 제2 2-레벨 디지털 중간신호(GN2), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제2 NMOS 트랜지스터(MN2); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD), 상기 제3 2-레벨 디지털 중간신호(GP3) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 다른 한 개의 제3 PMOS 트랜지스터(MP3); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS), 상기 제4 2-레벨 디지털 중간신호(GN4), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제4 NMOS 트랜지스터(MN4); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 제1 출력단자(OP1), 상기 제5 2-레벨 디지털 중간신호(GP5) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 한 개의 제5 PMOS 트랜지스터(MP5); 및 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 제1 출력단자(OP1), 상기 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GN6) 및 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제6 NMOS 트랜지스터(MN6);를 포함한다.
- [42] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 스피커와 상기 마이크로폰은 사용자의 외이도(ear canal)에 위치하는 것이 바람직하다.

- [43] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 저역통과필터(LPF)는, 상기 클라스-D 증폭기의 제1 출력단자(OP1)에 연결된 제1 입력단자; 상기 클라스-D 증폭기의 제2 출력단자(OM1)에 연결된 제2 입력단자; 상기 스피커의 양(+)의 입력단자에 연결된 제1 출력단자(OP2); 상기 스피커의 음(-)의 입력단자에 연결된 제2 출력단자(OM2); 상기 제1 입력단자와 상기 제1 출력단자(OP2) 사이에 연결된 제1 인덕터(LP); 상기 제2 입력단자와 상기 제2 출력단자(OM2) 사이에 연결된 제2 인덕터(LM); 상기 제1 출력단자(OP2)와 네거티브 전압공급 단자(VSS) 사이에 연결되는 제1 축전지(CP); 및 상기 제2 출력단자(OM2)와 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS) 사이에 연결되는 제2 축전지(CM);를 포함한다.
- [44] 이때 상기 제1 축전지(CP) 및 제2 축전지(CM)는 상기 제1 출력단자(OP2)와 상기 제2 출력단자(OM2) 사이에 연결되는 하나의 축전지로 대체될 수 있다.
- [45] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기는 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})의 차동신호와 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 차동신호를 입력받아 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 출력하는 비교기로 구성될 수 있다. 이때 상기 비교기는, 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})의 값이 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 값보다 큰 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})가 논리레벨 '1'이 되게 하고 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})의 값이 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 값보다 작거나 같은 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})가 논리레벨 '0'이 되게 한다.
- [46] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰은 보청기 또는 개인음향증폭기에도 사용될 수 있다.
- [47] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 피드백 루프를 따라 신호가 한 바퀴 진행하는데 소요되는 시간인 루프지연시간(Loop delay time)은 0.0001초(sec)보다 작은 것이 바람직하다.
- [48] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 3-레벨 PWM 신호생성기 및 3-레벨 PDM 신호생성기는 상기 제1 2-레벨 디지털 신호에서 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 뺀 결과 값을 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력한다.
- [49] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서, 상기 마이크로폰이 출력하는 전기신호는 차동신호인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [50] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에 의하면 디지털 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 3-레벨 PWM(pulse

width modulation) 신호 또는 3-레벨 PDM(pulse density modulation) 신호를 사용하여 루프 지연시간을 감소시킴으로써 감쇄시킬수 있는 노이즈 음향신호의 최대주파수를 기존 액티브 노이즈 감소 이어폰에서의 500Hz로부터 2,500Hz 까지 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [51] 도 1은 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소 이어폰의 개념도이다.
- [52] 도 2는 종래의 아날로그 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 전달함수를 계산하기 위한 개념도이다.
- [53] 도 3은 종래의 디지털 액티브 노이즈 감소 이어폰의 개념도이다.
- [54] 도 4는 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [55] 도 5는 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 다른 실시예를 나타내는 도면이다.
- [56] 도 6은 도 4의 3-레벨 PWM 신호생성기와 도 5의 PDM 신호생성기의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [57] 도 7은 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 클래스-D 형태 증폭기와 저역통과필터 및 스피커의 연결관계를 나타내는 회로도이다.
- [58] 도 8은 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 마이크로폰과 제2 아날로그 증폭기의 연결관계를 나타내는 회로도이다.
- [59] 도 9는 도 4에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 아날로그-입력 PWM 신호변환기를 나타내는 도면이다.
- [60] 도 10은 도 9에 도시된 기준 아날로그 신호의 파형을 나타내는 도면이다.
- [61] 도 11은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 디지털-입력 PWM 신호변환기와 기준 아날로그 신호 생성회로를 나타내는 도면이다.
- [62] 도 12는 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 디지털-입력 PDM 신호변환기를 나타내는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [63] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [64] 도 4는 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 일 실시 예를 나타내는 도면이다.
- [65] 도 4를 참고하면 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰(400)은 디지털-입력 PWM 신호변환기(410), 3-레벨 PWM 신호생성기(420), 증폭기(A3, 430), 저역통과필터(440), 음향신호 생성부(450),

- 아날로그 증폭기(A2, 460) 및 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)를 포함한다.
- [66] 디지털-입력 PWM 신호변환기(410)는 한 개의 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})를 입력받아 PWM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})를 출력한다.
- [67] 3-레벨 PWM 신호생성기(420)는 PWM 신호인 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})와 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력받아 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력한다. 증폭기(A3, 430)는 상기 3-레벨 디지털 신호를 입력받아 이를 증폭하여 출력한다. 저역통과필터(440)는 상기 증폭기의 출력신호에 대해 저역통과필터링을 수행한다.
- [68] 음향신호 생성부(450) 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 음향신호로 변환한 후 이를 노이즈 음향신호와 더해 합성음향신호를 출력하여 이를 전기신호로 변환하여 출력한다.
- [69] 아날로그 증폭기(A2, 460)는 상기 합성 음향신호 생성부(450)에서 출력되는 전기신호를 증폭하여 아날로그 피드백 신호(A_{FB})로 출력한다. 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)는 상기 아날로그 피드백 신호(A_{FB})를 입력받아 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 출력한다.
- [70] 이때, 상기 3-레벨 PWM 신호생성기(420), 상기 증폭기(430), 상기 저역통과필터(440), 상기 합성음향신호 생성부(450), 상기 아날로그 증폭기(460) 및 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)로 구성되는 피드백 루프는 네거티브 피드백 동작을 수행한다.
- [71] 도 4의 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서는 PCM 코드 대신에 PWM(pulse width modulation) 신호를 사용함으로써, 도 3에 보인 기존의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰에서 필요한 상기 아날로그-디지털 변환기(ADC)와 상기 디지털-아날로그 변환기(DAC1) 회로를 간략하게 구현할 수 있어서 상기 기존의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰에 비해 루프 지연시간을 크게 줄일 수 있다.
- [72] 도 4를 도 3의 기존의 디지털 액티브 노이즈 감소(ANC) 이어폰과 비교하면, 상기 아날로그-디지털 변환기(ADC)가 한 개의 아날로그-입력 PWM 신호변환기(analog-input PWM converter, 470)로 대체되고, 상기 디지털-아날로그 변환기(DAC1)와 상기 제1 아날로그 증폭기(A1)의 직렬연결이 한 개의 클래스-D 형태 증폭기(A3, 430)와 한 개의 저역통과필터(LPF, 440)의 직렬연결로 대체된다.
- [73] 또한, 상기 디지털 뿔셈기(310)는 한 개의 3-레벨 PWM 생성기(420)로 대체되고, 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})를 한 개의 PWM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})로 변환하는 디지털-입력 PWM 신호변환기(digital-input PWM converter, 410)가 추가되었다.
- [74] 도 4에서 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})는 PCM 2-레벨 디지털 데이터이지만, 네거티브 피드백 동작을 위한 뿔셈기에서 PWM 신호를 사용하고, 도 3의 ADC(360)를 구성하는 데시메이션 필터를 제거하고 아날로그-입력 PWM

신호변환기(470)를 사용함으로써 루프지연시간을 0.5ms(1/2,000 초)에서 0.1ms(1/10,000 초) 이내로 획기적으로 줄였다. 이로써, 감쇄시킬 수 있는 노이즈 음향신호의 최대주파수를 500Hz에서 2,500Hz로 5배 증가시켰다.

[75] 도 4에서 상기 3-레벨 PWM 생성기(420)는 두 개의 2-레벨 디지털 PWM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 및 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력으로 받아 PWM 신호인 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 출력한다.

[76] 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})는 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)에서 출력되는 2-레벨 디지털 PWM 신호인데, 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)는 마이크로폰(MIC, 453)에서 변환된 전기신호를 제2 아날로그 증폭기(A2, 460)로 증폭시켜 생성한 아날로그 피드백신호(A_{FB})와 톱니파형(sawtooth wave)의 기준 아날로그 신호(A_{REF})를 입력으로 받아, 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB}) 값이 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF}) 값보다 큰 경우는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 논리레벨 '1'로 출력하고 그렇지 않은 경우는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 논리레벨 '0'으로 출력한다.

[77] 도 5는 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 다른 실시예를 나타내는 도면이다.

[78] 도 4의 본 발명에 따른 실시예에서는 PWM 신호를 사용하는데 비해 도 5에서는 PDM 신호를 사용한다. 도 4의 상기 디지털-입력 PWM 신호변환기(410), 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)와 상기 3-레벨 PWM 신호생성기(420)가 도 5에서는 각각 디지털-입력 PDM 신호변환기(510), 아날로그-입력 델타-시그마 모듈레이터(570)와 3-레벨 PDM 신호생성기(520)로 대체되었다.

[79] 이로써, 도 5에 도시된 본 발명에 따른 다른 실시예에서 루프지연시간은 도 4에 도시된 실시예와 거의 같으면서도 도 4의 아날로그-입력 PWM 신호변환기(470)에 입력되는 톱니파형의 아날로그 기준신호(A_{REF})를 생성할 필요가 없고 아날로그 신호는 노이즈에 민감하므로, 도 5에 도시된 실시예가 도 4에 도시된 실시예보다 노이즈에 강한 장점이 있다.

[80] 도 4의 3-레벨 PWM 신호생성기(420)는 두 개의 2-레벨 디지털 PWM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 및 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력으로 받아 PWM 신호인 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 생성한다. 한편, 도 5의 3-레벨 PDM 신호생성기(520)는 두 개의 2-레벨 디지털 PDM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 및 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력으로 받아 PDM 신호인 한 개의 3-레벨 디지털신호(P_{ER})를 생성한다.

[81] 도 4의 3-레벨 PWM 신호생성기(420)와 도 5의 3-레벨 PDM 신호생성기(520)는 신호의 변조(modulation) 방식이 PWM과 PDM으로 서로 다를 뿐, 두 개의 2-레벨 디지털 신호를 입력으로 받아 한 개의 3-레벨 신호를 생성하는 역할은 서로 동일하다. 따라서, 상기 3-레벨 PWM 신호생성기(420)와 상기 3-레벨 PDM 신호생성기(520)는 수학식 2에 보인 서로 동일한 논리동작을 수행하여, 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값에서 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값을 뺀 결과 값을

3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력한다.

[82] <수학식 2>

[83] $P_{ER} = P_{IN} - P_{FB}$

[84]

[85] 도 6은 도 4의 3-레벨 PWM 신호생성기와 도 5의 3-레벨 PDM 신호생성기의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[86] 도 6에 도시된 테이블은 수학식 2에 따른 논리동작을 나타내는 표이다. 두 개의 2-레벨 2-레벨 디지털 입력신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 및 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값에 대한 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER}) 값을 표시하였다. 여기서 상기 한 개의 3-레벨(터너리: ternary) 디지털 신호(P_{ER})를 세 개의 2-레벨 디지털 신호(PLUS, ZERO, MINUS)로 표시하였다.

[87] 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값이 +1이고 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값이 -1이면, 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값이 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값보다 크므로 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER}) 값은 +1이 된다.(PLUS='1', ZERO='0', MINUS='0'). 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값이 -1이고 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값이 +1이면, 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값이 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값보다 작으므로 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER}) 값은 -1이 된다.(PLUS='0', ZERO='0', MINUS='1'). 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값과 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB}) 값이 서로 같으면, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER}) 값은 0이 된다.(PLUS='0', ZERO='1', MINUS='0').

[88] 도 7은 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 클래스-D 형태 증폭기와 저역통과필터 및 스피커의 연결관계를 나타내는 회로도이다.

[89] 도 7에 도시된 바와 같이 상기 클래스-D 형태 증폭기(A3)는 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 입력으로 받아 두 개의 아날로그 신호를 제1 출력단자(OP1) 및 제2 출력단자(OM1)로 출력한다. 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})는 세 개의 2-레벨 디지털 신호(PLUS, ZERO, MINUS)로 표시된다.

[90] 기존의 클래스-D 증폭기는, PWM 또는 PDM 신호를 입력으로 받아 스피커를 구동하는 증폭기로 전기신호를 음향신호로 변환하는 효율이 높아서 오디오 앰프의 출력단에 많이 사용된다. 기존의 클래스-D 증폭기는, 두 개의 디지털 씨모스(CMOS) 인버터와 두 개의 LC 저역통과필터로 구성하고, 한 개의 씨모스(CMOS) 인버터와 다른 한 개의 씨모스(CMOS) 인버터는 논리레벨 값이 서로 다른 상보적인(complementary) 2-레벨 디지털 입력신호를 받는다.

[91] 본 발명에 따른 클래스-D 형태 증폭기(A3)의 경우 LC 저역통과필터(LPF)와의 연결은 기존의 클래스-D 증폭기와 동일하지만, 기존의 클래스-D 증폭기가 두 개의 서로 상보적인 2-레벨 디지털 신호를 입력으로 받는데 비해 본 발명에 따른 클래스-D 형태 증폭기는 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 입력으로 받는다는 점에서 서로 상이하다.

- [92] 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})는, +1, 0, -1의 세 종류의 값을 가지는 3-레벨 디지털 신호로서, 도 7에는 세 개의 2-레벨 디지털 신호(PLUS, ZERO, MINUS)로 도시되어 있다.
- [93] 본 발명의 실시예에서는 3-레벨 입력신호를 구분하여 동작시키기 위해, 기존 클라스-D 증폭기에서 2개의 디지털 씨모스(CMOS) 인버터를 사용하는 대신에 도 7에 도시된 바와 같이 회로를 구성한다.
- [94] 즉, 상기 클라스-D 형태 증폭기(A3)는, PLUS, ZERO, MINUS의 세 개의 2-레벨 2-레벨 디지털 입력단자와, 제1 출력단자(OP1) 및 제2 출력단자(OM1)의 두 개의 아날로그 출력단자를 가지고, 상기 세 개의 디지털 입력단자로부터 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)를 생성한다.
- [95] 이때 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 +1인 경우(PULS='1', ZERO='0', MINUS='0')는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '0', '0', '1', '1', '1', '0'의 값을 가진다.
- [96] 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 0인 경우(PULS='0', ZERO='1', MINUS='0')는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '0', '1', '0', '0', '1'의 값을 가진다.
- [97] 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 -1인 경우(PULS='0', ZERO='0', MINUS='1')는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '1', '0', '0', '1', '0'의 값을 가진다.
- [98] 본 발명에 따른 클라스-D 형태 증폭기는, 제1 PMOS 트랜지스터(MP1), 제2 NMOS 트랜지스터(MN2), 제3 PMOS 트랜지스터(MP3), 제4 NMOS 트랜지스터(MN4), 제5 PMOS 트랜지스터(MP5) 및 제6 NMOS 트랜지스터(MN6)를 포함한다.
- [99] 제1 PMOS 트랜지스터(MP1)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 포지티브(positive) 공급전압 단자(VDD), 상기 제1 2-레벨 디지털 중간신호(GP1), 상기 VDD에 연결된다.
- [100] 제2 NMOS 트랜지스터(MN2)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 네거티브(negative) 공급전압 단자(VSS), 상기 제2 2-레벨 디지털 중간신호(GN2) 및 상기 네거티브 공급전압 단자(VSS)에 연결된다.
- [101] 제3 PMOS 트랜지스터(MP3)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 포지티브 공급전압 단자(VDD), 상기 제3 2-레벨 디지털 중간신호(GP3) 및 포지티브 공급전압 단자(VDD)에 연결된다.
- [102] 제4 NMOS 트랜지스터(MN4)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 네거티브 공급전압 단자(VSS), 상기 제4 2-레벨 디지털 중간신호(GN4) 및 상기 네거티브 공급전압 단자(VSS)에 연결된다.
- [103] 제5 PMOS 트랜지스터(MP5)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 제1 출력단자(OP1), 상기 제5 2-레벨 디지털 중간신호(GP5) 및 상기 포지티브 공급전압 단자(VDD)에 연결된다.

- [104] 제6 NMOS 트랜지스터(MN6)는 드레인, 소스, 게이트, 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 제1 출력단자(OP1), 상기 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GN6) 및 상기 네거티브 공급전압 단자(VSS)에 연결된다.
- [105]
- [106] 도 8은 도 4 및 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰에서 마이크로폰과 제2 아날로그 증폭기(A2)의 연결관계를 나타내는 회로도이다.
- [107] 상기 마이크로폰(MIC)으로 ECM(electret condenser microphone)을 사용하는 경우에 상기 마이크로폰(MIC)의 두 단자에 각각 같은 값의 저항(R)을 연결하고 각각의 저항의 두 단자 중에서 상기 마이크로폰(MIC)에 연결되지 않은 단자를 각각 포지티브 공급전압(VDD)과 네거티브 공급전압(VSS)에 연결함으로써 상기 마이크로폰(MIC)이 차동 아날로그 신호를 출력하고 두 개의 축전지(capacitor)를 통하여 상기 제2 아날로그 증폭기(A2)의 차동입력단자에 연결하여 상기 제2 아날로그 증폭기(A2)는 차동 아날로그 신호인 아날로그 피드백 신호(A_{FB})를 출력한다. 상기 제2 아날로그 증폭기(A2)는 완전차동증폭기로 구현하고 전압이득을 가변할 수 있게 하는 것이 바람직하다.
- [108] 도 9는 도 4에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 아날로그-입력 PWM 신호변환기를 나타내는 도면이다.
- [109] 아날로그-입력 PWM 신호변환기는 두 개의 차동 아날로그 신호인 아날로그 피드백신호(A_{FB}) 및 기준 아날로그 신호(A_{REF})를 입력으로 받아 한 개의 2-레벨 디지털 PWM 신호인 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 출력한다. 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})는 상기 제2 아날로그 증폭기(A2)의 출력신호이고 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})는 삼각파형(triangular waveform)을 가진다. 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})가 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})보다 큰 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})는 논리레벨 '1'이 되고 그렇지 않은 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})는 논리레벨 '0'이 된다.
- [110] 도 10은 도 9에 도시된 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 파형을 나타내는 도면이다.
- [111] 도 10을 참고하면 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 파형(波形: waveform)은 시간에 대해 상승하는 슬루율(slew rate)과 하강하는 슬루율이 서로 같은 삼각파형임을 알 수 있다.
- [112] 도 11은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 디지털-입력 PWM 신호변환기와 기준 아날로그 신호(A_{REF}) 생성회로를 나타내는 도면이다.
- [113] 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 디지털-입력 PWM 신호변환기(410)는 PCM 코드로 표시되는 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})와 업다운 컨버터(up/down counter)의 출력을 비교하여, 상기 디지털 오디오 입력신호(D_{IN}) 값이 상기 업다운 컨버터(up/down counter)의 출력 값보다 큰 경우는 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값을 논리레벨 '1'이 되게

하고 그렇지 않은 경우는 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN}) 값을 논리레벨 '0'이 되게 한다.

[114] 한편, 상기 업다운 컨버터(up/down counter)의 출력 값을 디지털-아날로그 변환기(DAC2)에 인가하여 도 10에 도시된 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})를 생성한다.

[115] 도 12는 도 5에 도시된 본 발명에 따른 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰의 디지털-입력 PDM 신호변환기를 나타내는 도면이다.

[116] 델타-시그마 DAC에서 최종단에 연결하는 저역통과필터(low pass filter)만 제거된 회로이다. 입력인 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})는 보통 44.1kS/sec의 16 비트 2-레벨 디지털 PCM 데이터인데, 첫 단계에서는 샘플링 속도를 증가시키고 두 번째 단계에서 디지털 저역통과필터 동작을 수행하고 세 번째 단계에서는 디지털 델타-시그마 모듈레이션 동작을 수행하여 1비트 2-레벨 디지털 PDM 데이터 값인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})를 출력한다.

[117] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명하였지만, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것이 아니라 다음의 청구범위에서 정의하는 본 발명의 기본 개념을 바탕으로 보다 다양한 실시예로 구현될 수 있으며, 이러한 실시예들 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 생성부, 상기 아날로그 증폭기 및 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기로 구성되는 피드백 루프는 네거티브 피드백 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 2] 한 개의 디지털 오디오 입력신호(D_{IN})를 입력받아 PDM 신호인 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})를 출력하는 디지털-입력 PDM 신호변환기; PDM 신호인 상기 제1 2-레벨 디지털 신호(P_{IN})와 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 입력받아 한 개의 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력하는 3-레벨 PDM 신호생성기; 상기 3-레벨 디지털 신호를 입력받아 이를 증폭하여 출력하는 증폭기; 상기 증폭기의 출력신호에 대해 저역통과필터링을 수행하는 저역통과필터; 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 음향신호로 변환한 후 이를 노이즈 음향신호와 더해 합성 음향신호를 출력하여 이를 전기신호로 변환하는 합성 음향신호 생성부; 상기 합성 음향신호 생성부에서 출력되는 전기신호를 증폭하여 아날로그 피드백 신호(A_{FB})로 출력하는 아날로그 증폭기; 및 상기 아날로그 피드백 신호를 입력받아 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 출력하는 아날로그-입력 델타-시그마 모듈레이터;로 구성되고 상기 3-레벨 PDM 신호생성기, 상기 증폭기, 상기 저역통과필터, 상기 합성음향신호 생성부, 상기 아날로그 증폭기 및 상기 아날로그-입력 델타-시그마 모듈레이터로 구성되는 피드백 루프는 네거티브 피드백 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 3] 제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 합성 음향신호 생성부는 상기 저역통과필터의 출력단자에 연결되고 상기 저역통과필터의 출력신호를 변환하여 스피커출력 음향신호를 출력하는 스피커; 상기 스피커출력 음향신호와 외부에서 유입되는 노이즈 음향신호를 합성하여 합성 음향신호를 출력하는 덧셈기; 및 상기 합성 음향신호를 전기신호로 변환하여 출력하는 마이크로폰;을 포함하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서, 상기 증폭기는 클래스-D 형태 증폭기인 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 5] 제 3항에 있어서,

상기 스피커와 상기 마이크로폰은 사용자의 외이도(ear canal)에 위치하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

[청구항 6] 제 4항에 있어서, 상기 클래스-D 형태 증폭기는, 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})를 입력받아 두 개의 아날로그 신호를 각각 제1 출력단자(OP1)와 제2 출력단자(OM1)을 통하여 출력하고, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})는 +1, 0, -1의 세 종류의 값을 가지고, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로부터 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)를 생성하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

[청구항 7] 제 6항에 있어서, 상기 클래스-D 형태 증폭기는, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 +1인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '0', '0', '1', '1', '1', '0'의 값을 가지고, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 0인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '0', '1', '0', '0', '1'의 값을 가지며, 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})가 -1인 경우는 상기 제1 내지 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GP1, GN2, GP3, GN4, GP5, GN6)가 각각 논리레벨 '1', '1', '0', '0', '1', '0'의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

[청구항 8] 제 7항에 있어서, 상기 클래스-D 형태 증폭기는, 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 포지티브 전압공급 단자(VDD), 상기 제1 2-레벨 디지털 중간신호(GP1) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 한 개의 제1 PMOS 트랜지스터(MP1); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제1 출력단자(OP1), 네거티브 전압공급 단자(VSS), 상기 제2 2-레벨 디지털 중간신호(GN2), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제2 NMOS 트랜지스터(MN2); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD), 상기 제3 2-레벨 디지털 중간신호(GP3) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 다른 한 개의 제3 PMOS 트랜지스터(MP3); 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS), 상기 제4 2-레벨 디지털 중간신호(GN4), 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제4 NMOS 트랜지스터(MN4);

드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 제1 출력단자(OP1), 상기 제5 2-레벨 디지털 중간신호(GP5) 및 상기 포지티브 전압공급 단자(VDD)에 연결된 한 개의 제5 PMOS 트랜지스터(MP5); 및 드레인, 소스, 게이트 및 기판 노드가 각각 상기 제2 출력단자(OM1), 상기 제1 출력단자(OP1), 상기 제6 2-레벨 디지털 중간신호(GN6) 및 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS)에 연결된 한 개의 제6 NMOS 트랜지스터(MN6);를 포함하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

- [청구항 9] 제 8항에 있어서, 상기 저역통과필터(LPF)는,
 상기 클래스-D 형태 증폭기의 제1 출력단자(OP1)에 연결된 제1 입력단자;
 상기 클래스-D 형태 증폭기의 제2 출력단자(OM1)에 연결된 제2 입력단자;
 상기 스피커의 양(+)의 입력단자에 연결된 제1 출력단자(OP2);
 상기 스피커의 음(-)의 입력단자에 연결된 제2 출력단자(OM2);
 상기 제1 입력단자와 상기 제1 출력단자(OP2) 사이에 연결된 제1 인덕터(LP);
 상기 제2 입력단자와 상기 제2 출력단자(OM2) 사이에 연결된 제2 인덕터(LM);
 상기 제1 출력단자(OP2)와 네거티브 전압공급 단자(VSS) 사이에 연결되는 제1 축전지(CP); 및
 상기 제2 출력단자(OM2)와 상기 네거티브 전압공급 단자(VSS) 사이에 연결되는 제2 축전지(CM);를 포함하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

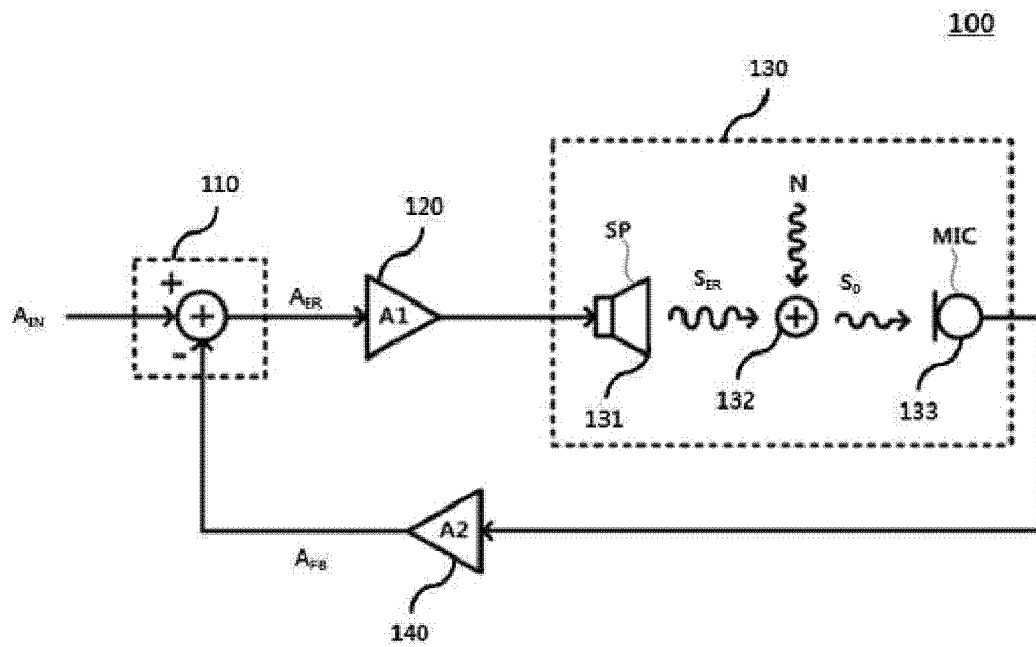
- [청구항 10] 제 8항에 있어서, 상기 저역통과필터(LPF)는,
 상기 클래스-D 형태 증폭기의 제1 출력단자(OP1)에 연결된 제1 입력단자;
 상기 클래스-D 형태 증폭기의 제2 출력단자(OM1)에 연결된 제2 입력단자;
 상기 스피커의 양(+)의 입력단자에 연결된 제1 출력단자(OP2);
 상기 스피커의 음(-)의 입력단자에 연결된 제2 출력단자(OM2);
 상기 제1 입력단자와 상기 제1 출력단자(OP2) 사이에 연결된 제1 인덕터(LP);
 상기 제2 입력단자와 상기 제2 출력단자(OM2) 사이에 연결된 제2 인덕터(LM); 및
 상기 제1 출력단자(OP2)와 상기 제2 출력단자(OM2) 사이에 연결되는 축전지;를 포함하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

- [청구항 11] 제1항에 있어서, 상기 아날로그-입력 PWM 신호변환기는
 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})와 기준 아날로그 신호(A_{REF})를 입력받아

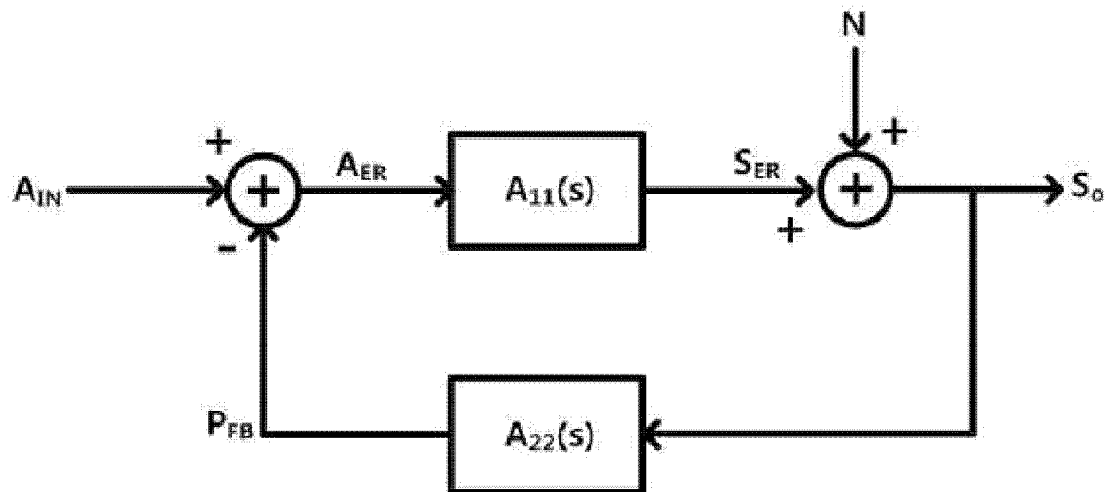
상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})를 출력하는 비교기로 구성된 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

- [청구항 12] 제 11항에 있어서, 상기 비교기는
상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})의 값이 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 값보다 큰 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})가 논리레벨 '1'이 되게 하고 상기 아날로그 피드백신호(A_{FB})의 값이 상기 기준 아날로그 신호(A_{REF})의 값보다 작거나 같은 경우에는 상기 제2 2-레벨 디지털 신호(P_{FB})가 논리레벨 '0'이 되게 하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 13] 제 1항 또는 제 2항에 있어서, 상기 이어폰은
보청기 또는 개인음향증폭기에 사용 가능한 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 14] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 피드백 루프를 따라 신호가 한 바퀴 진행하는데 소요되는 루프지연시간(Loop delay time)이 0.0001초(sec)보다 작은 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 15] 제 1항에 있어서, 상기 3-레벨 PWM 신호생성기는
상기 제1 2-레벨 디지털 신호에서 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 뺀 결과 값을 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 16] 제 2항에 있어서, 상기 3-레벨 PDM 신호생성기는
상기 제1 2-레벨 디지털 신호에서 상기 제2 2-레벨 디지털 신호를 뺀 결과 값을 상기 3-레벨 디지털 신호(P_{ER})로 출력하는 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.
- [청구항 17] 제 3항에 있어서,
상기 마이크로폰이 출력하는 전기신호는 차동신호인 것을 특징으로 하는 3-레벨의 디지털 신호를 사용하는 액티브 노이즈 감소 이어폰.

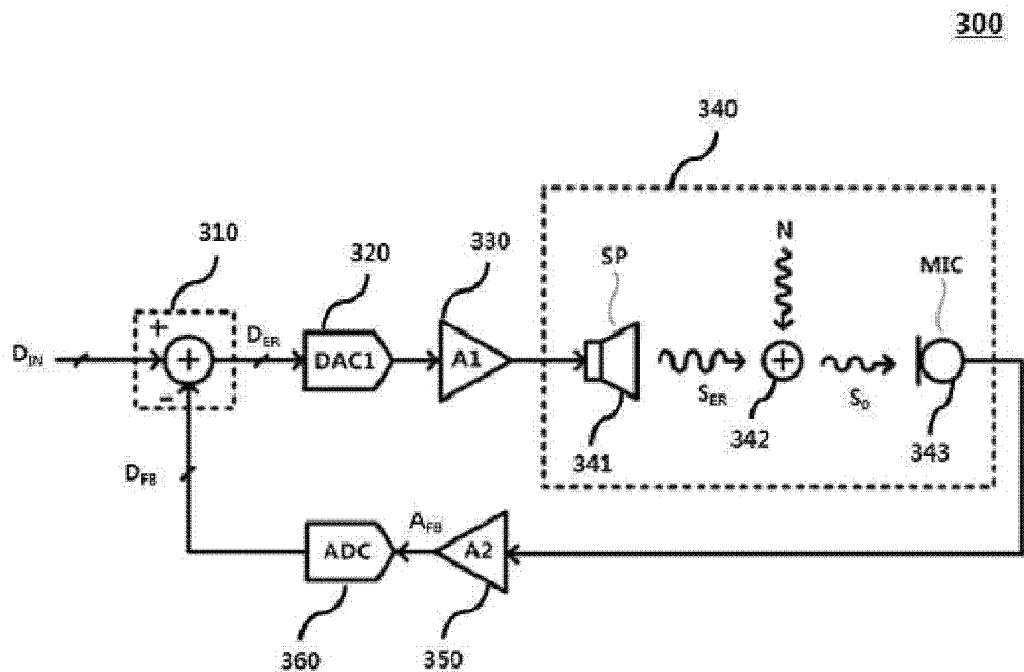
[도1]



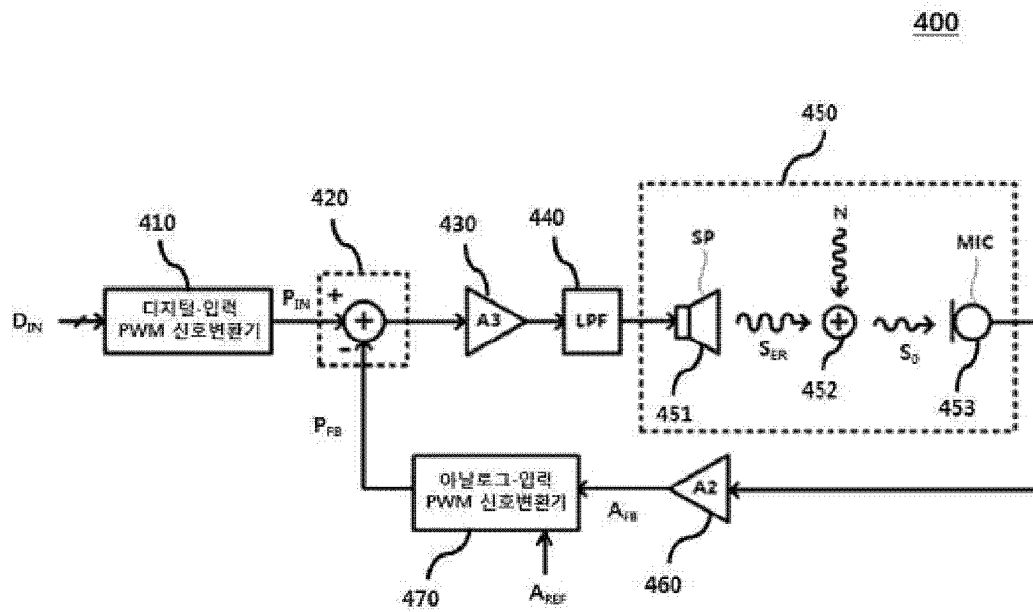
[도2]



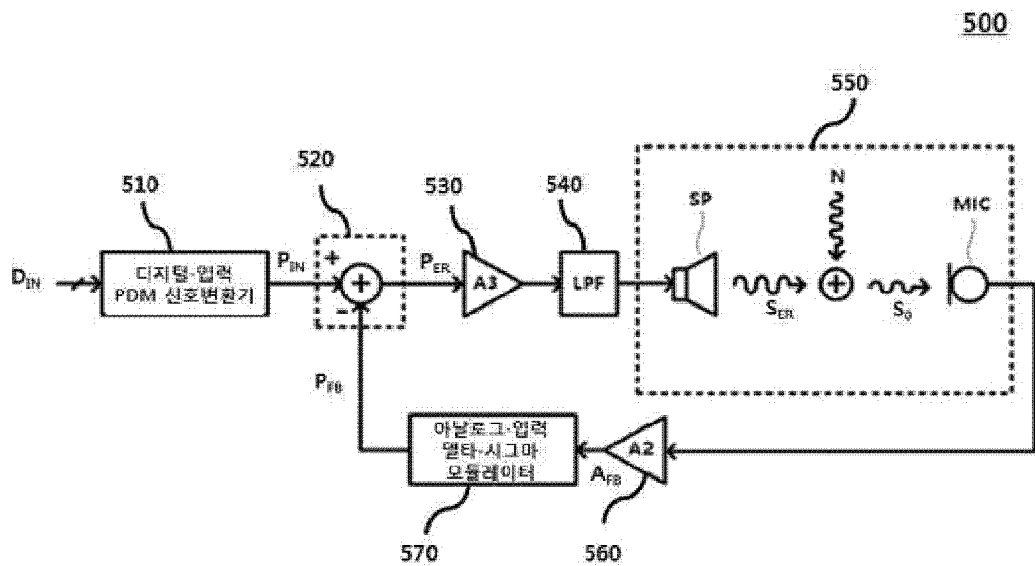
[도3]



[도4]



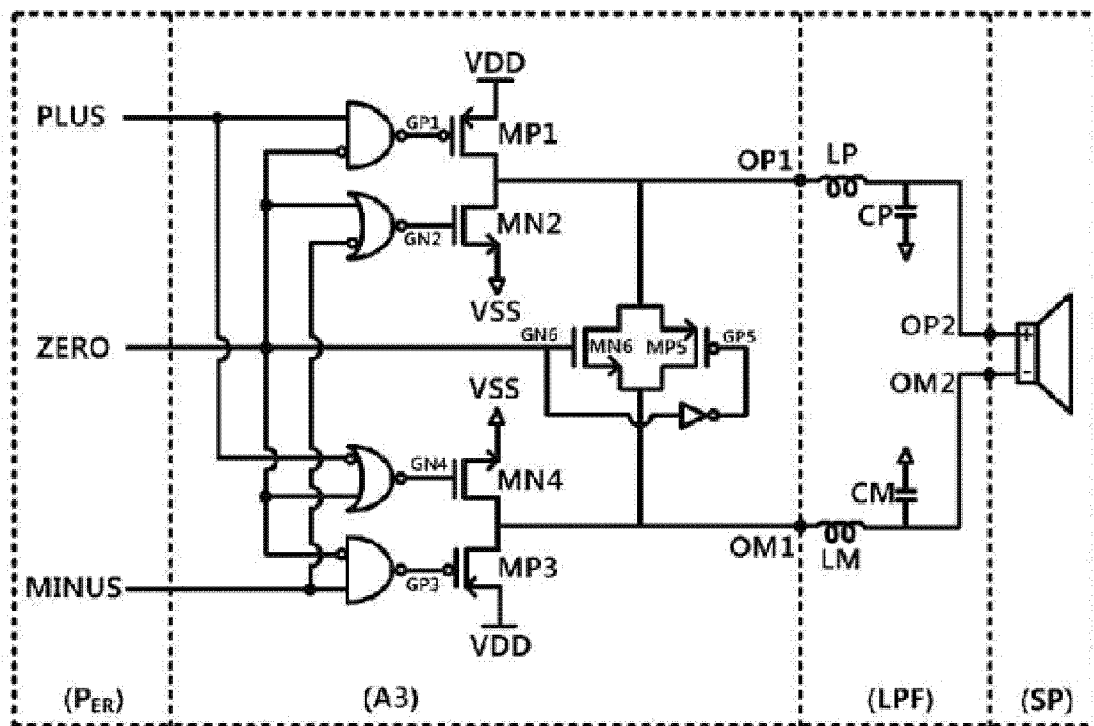
[도5]



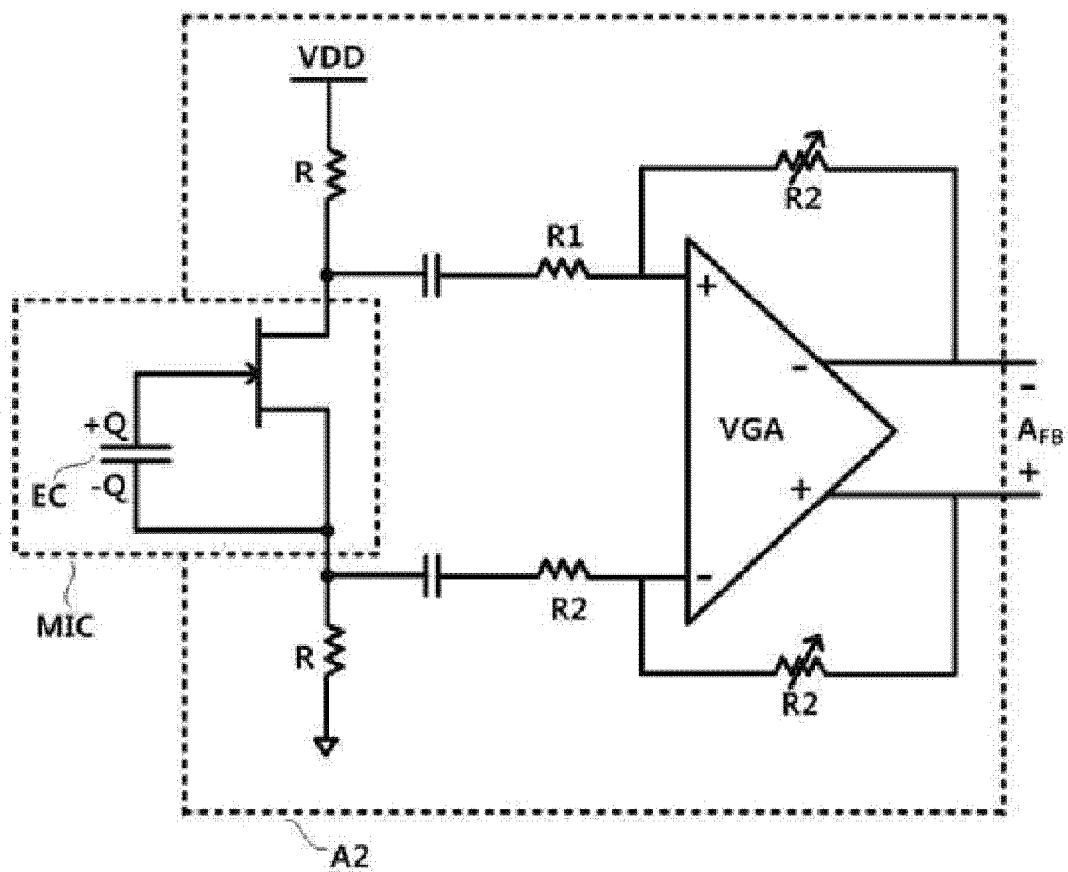
[도6]

2-레벨 PWM/PDM 신호		3-레벨 PWM/PDM 신호 P_{ER}		
P_{IN}	P_{FB}	PLUS	ZERO	MINUS
-1	-1	'0'	'1'	'0'
-1	+1	'0'	'0'	'1'
+1	-1	'1'	'0'	'0'
+1	+1	'0'	'1'	'0'

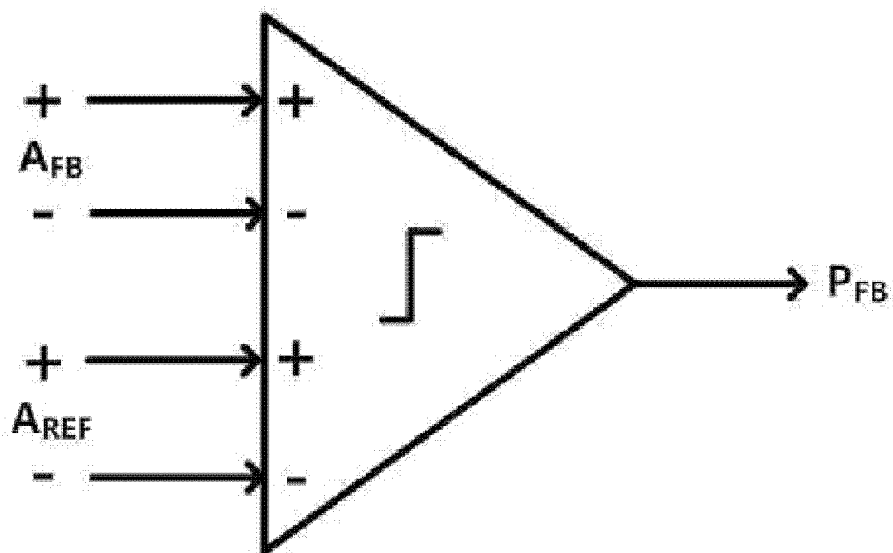
[도7]



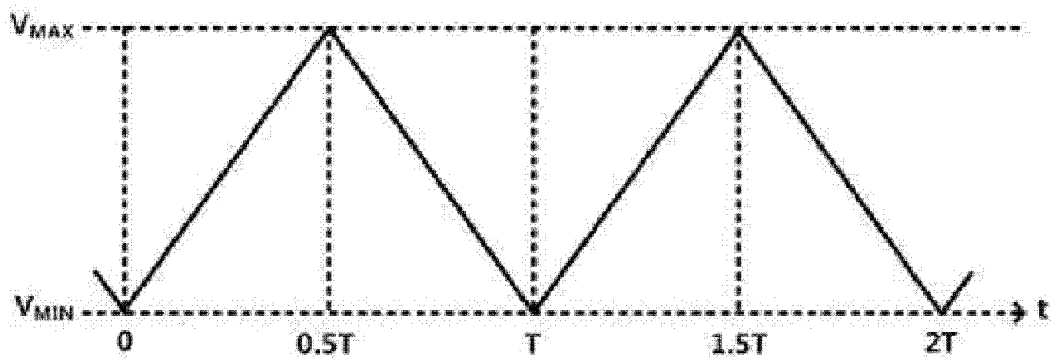
[도8]



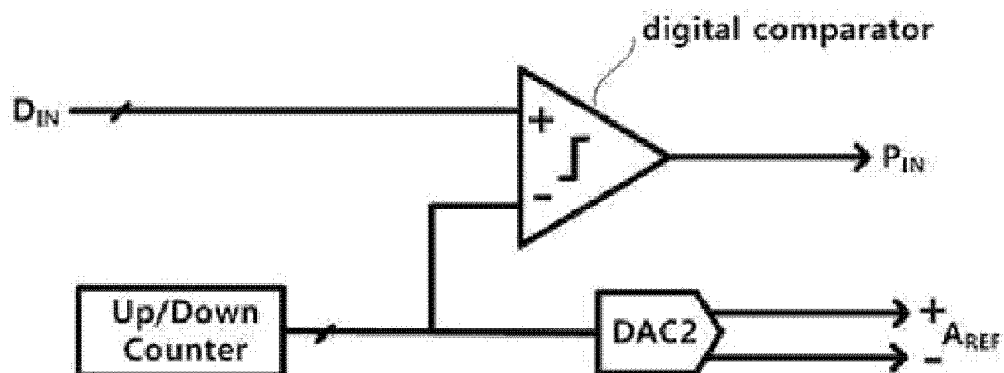
[도9]



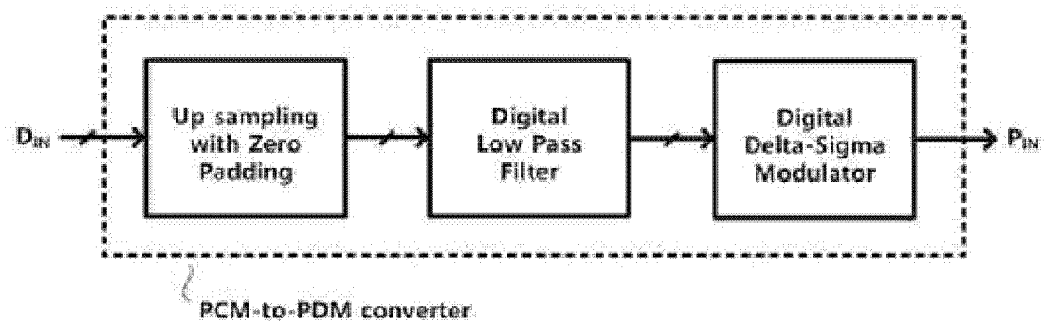
[도10]



[도11]



[도12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/009119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 3/00(2006.01)i, G10K 11/178(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R 3/00; H04R 3/04; G10K 11/16; G10K 11/175; H03F 3/217; F01N 1/00; H04R 1/10; G10K 11/178

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: digital, analog, noise, noise, earphones, headphone, level, feedback

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2009-0061134 A (IUCF-HYU (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) 16 June 2009 See paragraphs [0007]-[0008], [0030]-[0046] and figures 3-4a.	1,11-13
A		2-10,14-17
Y	JP 06-161473 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 07 June 1994 See paragraphs [0019]-[0021] and figure 1.	1,11-13
A	KR 10-2016-0140161 A (MIN, Hoon) 07 December 2016 See paragraphs [0016]-[0046] and figures 1-5.	1-17
A	KR 10-2012-0073103 A (SONY CORPORATION) 04 July 2012 See paragraphs [0040]-[0111] and figures 1-3.	1-17
A	US 2013-0308785 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH.) 21 November 2013 See paragraphs [0023]-[0041] and figures 1-6.	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 DECEMBER 2017 (28.12.2017)

Date of mailing of the international search report

28 DECEMBER 2017 (28.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/009119

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0061134 A	16/06/2009	NONE	
JP 06-161473 A	07/06/1994	JP 3535533 B2	07/06/2004
KR 10-2016-0140161 A	07/12/2016	KR 10-1699067 B1 WO 2016-195239 A1	01/02/2017 08/12/2016
KR 10-2012-0073103 A	04/07/2012	CN 102572647 A CN 102572647 B EP 2469509 A1 EP 2469509 B1 JP 2012-133252 A JP 5817113 B2 US 2012-0163614 A1	11/07/2012 19/04/2017 27/06/2012 06/04/2016 12/07/2012 18/11/2015 28/06/2012
US 2013-0308785 A1	21/11/2013	CN 103428608 A CN 103428608 B EP 2667379 A1 JP 2013-242532 A JP 2015-159562 A JP 6169871 B2 JP 6196255 B2 US 2017-0162184 A1 US 9583090 B2	04/12/2013 01/09/2017 27/11/2013 05/12/2013 03/09/2015 26/07/2017 13/09/2017 08/06/2017 28/02/2017

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**H04R 3/00(2006.01)i, G10K 11/178(2006.01)i****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04R 3/00; H04R 3/04; G10K 11/16; G10K 11/175; H03F 3/217; F01N 1/00; H04R 1/10; G10K 11/178

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 디지털, 아날로그, 잡음, 노이즈, 이어폰, 헤드폰, 레벨, 피드백

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2009-0061134 A (한양대학교 산학협력단) 2009.06.16 단락 [0007]-[0008], [0030]-[0046] 및 도면 3-4a 참조.	1, 11-13
A		2-10, 14-17
Y	JP 06-161473 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 1994.06.07 단락 [0019]-[0021] 및 도면 1 참조.	1, 11-13
A	KR 10-2016-0140161 A (민훈) 2016.12.07 단락 [0016]-[0046] 및 도면 1-5 참조.	1-17
A	KR 10-2012-0073103 A (소니 주식회사) 2012.07.04 단락 [0040]-[0111] 및 도면 1-3 참조.	1-17
A	US 2013-0308785 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH) 2013.11.21 단락 [0023]-[0041] 및 도면 1-6 참조.	1-17

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 12월 28일 (28.12.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 12월 28일 (28.12.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,

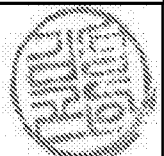
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김성곤

전화번호 +82-42-481-8746



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0061134 A	2009/06/16	없음	
JP 06-161473 A	1994/06/07	JP 3535533 B2	2004/06/07
KR 10-2016-0140161 A	2016/12/07	KR 10-1699067 B1 WO 2016-195239 A1	2017/02/01 2016/12/08
KR 10-2012-0073103 A	2012/07/04	CN 102572647 A CN 102572647 B EP 2469509 A1 EP 2469509 B1 JP 2012-133252 A JP 5817113 B2 US 2012-0163614 A1	2012/07/11 2017/04/19 2012/06/27 2016/04/06 2012/07/12 2015/11/18 2012/06/28
US 2013-0308785 A1	2013/11/21	CN 103428608 A CN 103428608 B EP 2667379 A1 JP 2013-242532 A JP 2015-159562 A JP 6169871 B2 JP 6196255 B2 US 2017-0162184 A1 US 9583090 B2	2013/12/04 2017/09/01 2013/11/27 2013/12/05 2015/09/03 2017/07/26 2017/09/13 2017/06/08 2017/02/28