



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0123071  
(43) 공개일자 2018년11월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H03F 3/30 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)  
H03B 5/32 (2014.01) H03F 1/32 (2006.01)  
H03F 3/26 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H03F 3/3023 (2013.01)  
A61B 8/4272 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7028519
- (22) 출원일자(국제) 2017년03월21일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년10월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/023328
- (87) 국제공개번호 WO 2017/165360  
국제공개일자 2017년09월28일
- (30) 우선권주장  
62/311,468 2016년03월22일 미국(US)  
15/461,667 2017년03월17일 미국(US)

- (71) 출원인  
마이크로칩 테크놀로지 인코포레이티드  
미국 85224-6199 아리조나 챠들러 웨스트 챠들러  
블러바드 2355
- (72) 발명자  
코 이사  
홍콩 카오룽 쿤 톤 슌 치 코트 슌 와 하우스 10/  
에프 플랫폼 13  
호 카 와이  
홍콩 카오룽 다이아몬드 힐 갤러시아 블록 에이  
43/에프 스위트 9
- 찬 완 팀  
홍콩 엔.티. 위엔 룡 슈이 처 쿤 스트리트 44 슌  
팻 빌딩 5/에프 플랫폼 이
- (74) 대리인  
김함곤

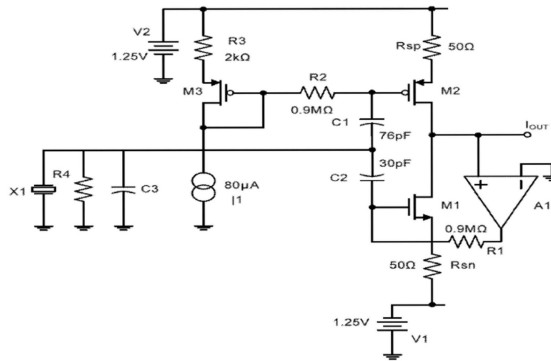
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **일정한 트랜스컨덕턴스를 갖는 AB급 공통-소스 증폭기**

(57) 요약

초음파 프로브 버퍼가 제공된다. 초음파 프로브 버퍼는 직렬-직렬 로컬 피드백이 있는 공통 소스 코어 스테이지를 갖는 고 임피던스 증폭기를 포함할 수 있다. 상기 고 임피던스 증폭기는 제1 MOSFET 및 제2 MOSFET를 포함할 수 있으며, 상기 제1 MOSFET의 소스 단자는 상기 제2 MOSFET의 소스 단자에 연결된다.

대표도



일정 트랜스컨덕턴스를 갖는 제안된 푸시-풀 AB급 CS 증폭기

(52) CPC특허분류

*A61B 8/4483* (2013.01)

*H03B 5/32* (2013.01)

*H03F 1/3205* (2013.01)

*H03F 3/265* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

직렬-직렬 로컬 피드백이 있는 공통 소스 코어 스테이지를 갖는 고 임피던스 증폭기를 포함하고,  
상기 고 임피던스 증폭기는 제1 MOSFET 및 제2 MOSFET를 포함하고, 상기 제1 MOSFET의 소스 단자는 상기 제2 MOSFET의 소스 단자에 결합되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 고 임피던스 증폭기는,  
상기 제1 MOSFET의 드레인 단자에 결합된 제1 소스 축퇴 저항기; 및  
상기 제2 MOSFET의 드레인 단자에 연결된 제2 소스 축퇴 저항기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
제1 소스 축퇴 저항기의 저항(resistance)은 제2 소스 축퇴 저항기의 저항과 동일한 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,  
상기 제1 MOSFET의 소스 단자 및 상기 제2 MOSFET의 소스 단자에 결합된 제1 입력을 갖는 연산 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,  
상기 연산 증폭기의 출력은 제2 MOSFET의 드레인 단자와 제2 소스 축퇴 저항기 사이에 결합된 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,  
상기 연산 증폭기의 출력은 제2 MOSFET의 게이트 단자에 결합된 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

#### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 고 임피던스 증폭기는 제1 MOSFET 및 제2 MOSFET의 소스 단자로부터 출력 전류를 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

**청구항 8**

제2항에 있어서,

상기 제1 MOSFET의 게이트 단자는 적어도 하나의 캐패시터를 통해 상기 제2 MOSFET의 게이트 단자에 연결된 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제1 MOSFET는 p형 MOSFET이고 상기 제2 MOSFET는 n형 MOSFET 인 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 초음파 프로브 버퍼의 상호컨덕턴스는 실질적으로 일정한 것을 특징으로 하는 초음파 프로브 버퍼.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 본 출원은 그 전문이 본원에 참고로 인용된 2016년 3월 22일자로 출원된 미국 가출원 제62/311,468호에 대한 우선권을 주장한다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 저왜곡, 저잡음 및 저전력 초음파 프로브 버퍼에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] 초음파 변환기(transducer)는 의료 분야를 포함한 다양한 분야에서 일반적으로 사용된다. 예를 들어, 초음파 변환기를 사용하여 진단 목적으로 신체의 여러 부위의 단면 이미지를 만들 수 있다. 높은 레벨에서, 초음파 변환기는 전기 신호를 분석 대상으로 전송되는 초음파로 변환하여 작동한다. 초음파는 물체에 의해 반사되고, 변환기는 반사파를 검출하고, 그리고 검출된 파를 분석하여 관심 대상의 특성을 결정할 수 있는 전기 신호로 변환한다.
- [0004] 실제로 변환기 어레이는 의료 전문가가 초음파를 환자를 향하도록 사용하는 핸들(handle)에 배치되는 경우가 많다. 핸들은 동축 케이블과 같은 와이어에 연결되며, 동축 케이블은 핸들에 있는 변환기가 초음파를 전송하고 변환기에 의해 수신된 신호를 분석하게 하는 시스템에 차례로 연결된다.
- [0005] 도 1은 변환기 시스템에 결합된 케이블에 연결된 변환기 핸들을 갖는 예시적인 초음파 변환기의 블록도를 도시한다. 그러나 변환기 핸들은 케이블을 구동하기에 불충분한 전기 신호 전력을 전송할 수 있다. 따라서 변환기의 전기 신호 전력을 증폭시켜 케이블을 구동하는 메커니즘이 필요하다.
- [0006] 변환기 소자는 도 1a에 도시된 바와 같이 수정 공진기 모델을 사용하여 전기적으로 모델링 될 수 있는 PZT 물질로 제조될 수 있다. 회로 소자의 값은 변환기 소자의 크기 및 형상에 따라 달라질 수 있지만, 도 1a에 도시된 회로 소자는 다음 범위의 값을 가질 수 있다: C = 10pF 내지 250pF; L = 5 μH 내지 35 μH; R = 100Ω 내지 500 Ω; Cn = 15pF 내지 450pF.
- [0007] 트랜스임피던스(transimpedance, 상호임피던스) 증폭기는 수신된 전류 신호를 최대화하기 위해 바람직한 낮은

입력 임피던스를 가질 수 있지만, 전기적 임피던스 매칭에는 적합하지 않다. 들어오는 음향 에너지가 매체로 반사되는 것을 줄이기 위해서는 수신기에서의 전기적 임피던스 정합이 필요할 수 있다.

[0008] 공통-소스 단일 또는 2단(two-stage) 전압, 트랜스컨덕턴스(transconductance, 상호컨덕턴스) 또는 전하 증폭기는 전압 감지에 적합하지만, 프로브 버퍼로 사용되는 경우 대역폭을 제한할 수 있다. PZT 변환기는 사실상 협대역이므로, 프로브 버퍼의 전기적 임피던스와 변환기의 임피던스를 정합시키기 위해, 하나 이상의 예시적인 실시예의 일 측면에 따르면, 높은 입력 임피던스 트랜스컨덕턴스 증폭기가 제공된다. 트랜스컨덕턴스 증폭기는 저왜곡 및 저잡음 성능을 위한 직렬-직렬 로컬 피드백을 갖는 공통-소스 코어 스테이지(stage)로 구현될 수 있다. 변환기는 높은 출력 임피던스를 가질 수 있기 때문에, 아날로그 프론트 엔드 프로브 버퍼는 변환기로부터 매우 낮은 크기의 출력을 얻기 위해 매우 낮은 입력 참조 전류 및 전압 노이즈를 갖는 고정밀 증폭기인 것이 바람직하다.

**발명의 내용**

[0009] 하나 이상의 예시적인 실시예의 일 측면에 따르면, 큰 입력 임피던스 및 일정한 트랜스 컨덕턴스를 갖는 공통 소스 AB급 저잡음 트랜스 컨덕턴스 증폭기를 포함할 수 있는 초음파 프로브 버퍼가 제공된다. 하나 이상의 예시적인 실시 예는 또한 의료용 초음파 변환기 헤드에 사용하기 위한 저전력 수신 트랜스 컨덕터 프로브 버퍼에 관련될 수 있다. 예시적인 실시 예들은 변환기 케이블을 다시 시스템으로 구동함으로써 시스템 성능, 주로 수신 잡음 및 대역폭을 개선하는 데에 이용될 수 있다.

[0010] 하나 이상의 예시적인 실시 예에 따른 초음파 프로브 버퍼는 직렬-직렬 로컬 피드백이 있는 공통-소스 코어 스테이지를 가진 고(high) 임피던스 증폭기를 포함할 수 있다. 상기 고 임피던스 증폭기는 제1 MOSFET 및 제2 MOSFET를 포함할 수 있으며, 제1 MOSFET의 소스 단자는 제2 MOSFET의 소스 단자에 연결된다.

[0011] 상기 하이 임피던스 증폭기는 또한 상기 제1 MOSFET의 드레인 단자에 연결된 제1 소스 축퇴(degeneration) 저항 및 상기 제2 MOSFET의 드레인 단자에 연결된 제2 소스 축퇴 저항을 포함할 수 있다. 상기 제1 소스 축퇴 저항(resistor)의 저항(resistance)은 상기 제2 소스 축퇴 저항의 저항과 동일할 수 있다.

[0012] 상기 초음파 프로브 버퍼는 또한 상기 제1 MOSFET의 소스 단자 및 상기 제2 MOSFET의 소스 단자에 결합된 제1 입력을 갖는 연산 증폭기를 포함할 수 있다. 상기 연산 증폭기의 출력은 제2 MOSFET의 드레인 단자와 제2 소스 축퇴 저항(기) 사이에 결합될 수 있다. 연산 증폭기의 출력은 제2 MOSFET의 게이트 단자에 결합될 수 있다.

[0013] 고 임피던스 증폭기는 제1 MOSFET 및 제2 MOSFET의 소스 단자로부터 출력 전류를 출력할 수 있다. 상기 제1 MOSFET의 게이트 단자는 적어도 하나의 커패시터를 통해 상기 제2 MOSFET의 게이트 단자에 연결될 수 있다. 제1 MOSFET은 p형 MOSFET 일 수 있고 제2 MOSFET은 n형 MOSFET 일 수 있다. 초음파 프로브 버퍼의 상호컨덕턴스는 실질적으로 일정할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 관련 기술에 따른 단일 채널 초음파 변환기의 블록도를 도시한다.
- 도 1a는 하나 이상의 예시적인 실시 예에 따른 변환기 소자의 수정 공진기 모델을 도시한다.
- 도 2는 하나 이상의 예시적인 실시 예에 따른 푸시 풀 AB급 공통-소스 증폭기를 도시한다.
- 도 3은 도 2에 도시된 증폭기의 주파수 응답을 도시한다.
- 도 4는 도 2에 도시된 증폭기의 출력 전류를 도시한다.
- 도 5는 도 2에 도시된 증폭기의 입력 참조 전압 잡음 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸다.
- 도 6은 도 2에 도시된 증폭기의 입력 참조 전류 잡음 스펙트럼 밀도를 나타낸다.
- 도 7은 예시적인 실시 예에 따른 단일 채널 초음파 변환기의 블록도를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 하며, 도면 전체에 걸쳐 동일한 참조 번호는 동일한 구성 요소를 지칭한다. 예시적인 실시예들은 본 명세서에 설명된 예시적인 실시예들에 제한되지 않고 다양한 형태로 구현 될 수 있다. 명확한 설명을 위해 잘 알려진 부분에 대한 설명은 생략한다.

[0016] 도 2는 하나 이상의 예시적인 실시 예에 따른 푸시 풀 AB급 공통-소스 증폭기를 도시한다. 도 2-4에 도시된 바와 같이, 소스 축퇴 저항을 갖는 2개의 상보형 공통-소스 MOSFET M1 및 M2는 넓은 대역폭 및 높은 선형성을 달성할 수 있다. 도 2를 참조하면, 예시적인 실시 예에 따른 증폭기는 MOSFET M1, M2를 포함할 수 있다. MOSFET M1은 n형 MOSFET 일 수 있고 MOSFET M2는 p형 MOSFET 일 수 있다. M1 및 M2의 소스 단자는 출력 전류(IoUT)가 출력되는 곳에서 함께 결합될 수 있다. M2의 드레인 단자는 저항 Rsp에 연결될 수 있고, M1의 드레인 단자는 저항 RsN에 연결될 수 있다. 저항 RsN은 DC 전압 소스 VI에 연결될 수 있다. 도 2의 예시적인 실시 예에서, Rsp는 SOQ의 값을 가질 수 있고 RsN은 곧 값을 가질 수 있다. M1 및 M2의 소스 단자는 연산 증폭기 A1의 비-반전 단자에 연결될 수 있고, A1의 반전 단자는 접지될 수 있다. 연산 증폭기 A1의 출력은 저항기 R1을 통해 MOSFET M1의 게이트 단자에 연결될 수 있다. 도 2의 예시적인 실시 예에서, 저항 R1은 0.9MΩ의 값을 가지나, 다른 값이 사용될 수 있다. MOSFET M1 및 M2의 게이트 단자는 커패시터 C1 및 C2를 통해 결합될 수 있다. 도 2의 예시적인 실시 예에서, 커패시터 C1은 76pF의 값을 가지며 커패시터 C2는 30pF의 값을 가지지만, 다른 커패시터스가 사용될 수 있다.

[0017] MOSFET M2의 게이트는 저항 R2를 통해 MOSFET M3의 게이트 단자에 연결될 수 있다. 저항 R2는 0.9MΩ의 값을 가질 수 있지만, 다른 값이 사용될 수 있다. MOSFET M3은 p형 MOSFET 일 수 있고, 그 게이트 단자는 그 소스 단자에 연결될 수 있다. MOSFET M3의 드레인 단자는 2kΩ의 값을 가질 수 있는 저항 R3에 연결될 수 있다. 저항 R3은 DC 전압 소스 V2 및 저항 Rsp에 결합될 수 있다.

[0018] 도 2의 예시적인 공통-소스 증폭기 회로는 또한 커패시터 C3, 저항 R4, 및 발진기 XI와 병렬로 연결된 전류 소스 I1을 포함할 수 있다. 전류 소스 I1은 MOSFET M3의 소스 단자 및 노드 연결 캐패시터 C1 및 C2에 연결될 수 있다.

[0019] 프로브 버퍼는 저잡음 연산 증폭기로 구현될 수 있다. 그러나, 이러한 구현의 DC 결합 차동 입력 및 다중-스테이지(다단) 증폭기는 도 2에 도시된 제안된 트랜스컨덕터 구조의 동일한 입력 기준 전압 잡음을 달성하기 위해 2배 이상의 전력을 소비한다.

[0020] 또한, 프로브 버퍼에 대한 압전 또는 CMUT 트랜스듀서 간의 인터페이스가 AC 커플링 및 단일 종단으로 이루어지므로 DC 커플링 된 차동 입력 스테이지가 필요하지 않다. 도 2의 제안된 트랜스컨덕터의 현재 브랜치의 총 수는 입력 기준 잡음 및 전력 소비를 최소화하기 위해 하나로 감소된다.

[0021] 하나 이상의 예시적인 실시 예에 따른 트랜스 컨덕터 프로브 버퍼에서, 트랜스컨덕턴스 gm은 일정하고 gm1 (1 + gm1 \* RsN) + gm2 / (1+ gm2 \* Rsp)와 동일할 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 프로브 버퍼 출력 전류는 1MHz에서 100MHz까지 실질적으로 평탄하다.

[0022] 프로브 버퍼 입력에서의 최대 전압 신호는 도 4에 도시되어 있으며 ±11.7mA의 출력 전류 범위에 해당하는 약 ±500mV 만큼 클 수 있다. 최대 전압 신호 입력에서도 2차 고조파 왜곡은 -60dB 보다 낮다.

[0023] 예시적인 실시예에 따른 프로브 버퍼 출력 전류 IOUT는 적절한 부하 저항(전류-전압 변환)에 의해 전압으로 다시 변환될 수 있다. 출력 전류 범위가 IOUT = gm \* Vs 인 입력 범위 Vs에서 시작할 수 있다. 출력 전류 IOUT 스윙은 다음 스테이지 증폭기 VA의 입력 범위와 동일한 전압 스패(span)를 초래할 수 있다. 이 경우, 부하 저항 RL의 요구 값은 아래의 식(1)과 같이 계산될 수 있다.

$$R_L = \frac{V_A}{I_{OUT}} = \frac{V_A}{gm \cdot V_S} \quad (1)$$

[0024] 다음 스테이지 증폭기가 VA = ±240mV 및 VS = ±500mV의 값을 갖는다고 가정하면, 식(1)은 다음과 같은 부하 저항값을 정의한다.

$$R_L = \frac{0.48}{gm} = 20.5\Omega \quad (2)$$

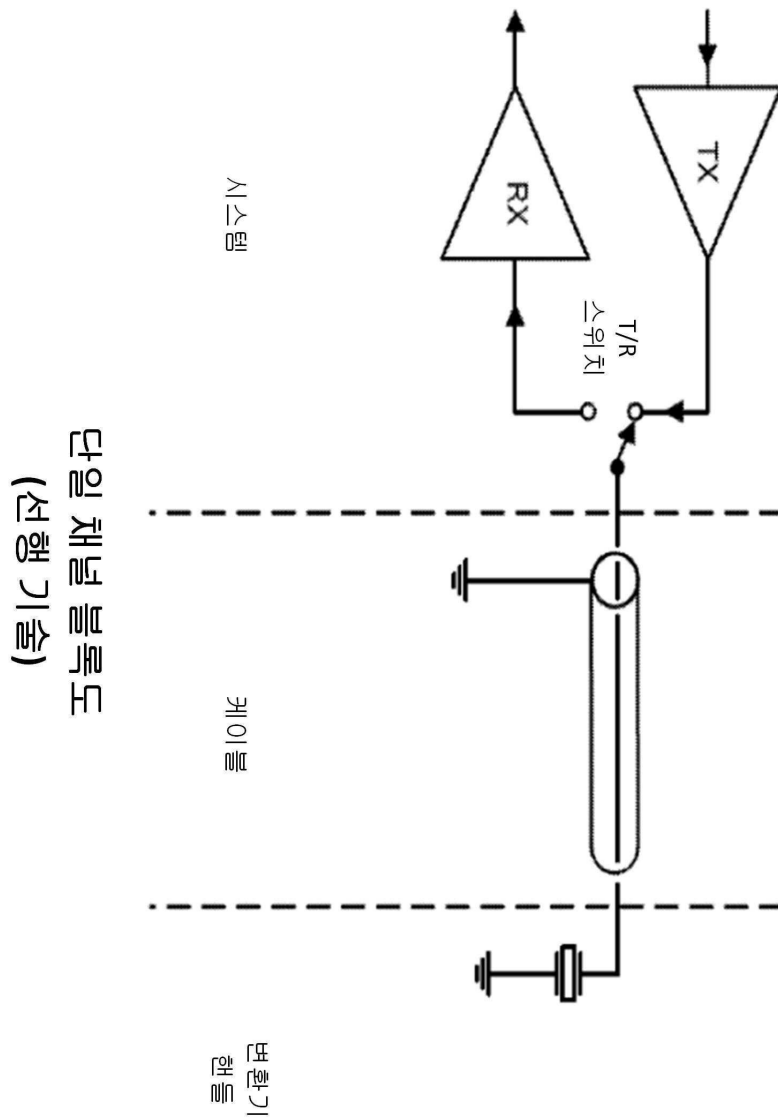
[0025] 1(unity)보다 작은 전압 이득(위의 예에서 0.48)은 다음 스테이지 증폭기의 잡음 요구 사항을 매우 엄격하게 만들 수 있으므로 바람직하지 않을 수 있다. 그러나, 예시적인 실시예에 따르면, 프로브 버퍼 이득은 부하 (loading) 저항을 통해 조절 가능할 수 있다. 저항 범위는 최대 출력 전류와 최대 출력 전압에 의해 제한될 수

있다. 작동 중에, 출력 전류 또는 전압 오손(clippings)이 발생하여 과도한 고조파가 발생할 수 있다. 저항을 변경하기 위해 여분의 외부 스위치가 사용될 수 있지만, 부하 저항을 변경하여 프로브 버퍼 게인을 전환할 수도 있다.

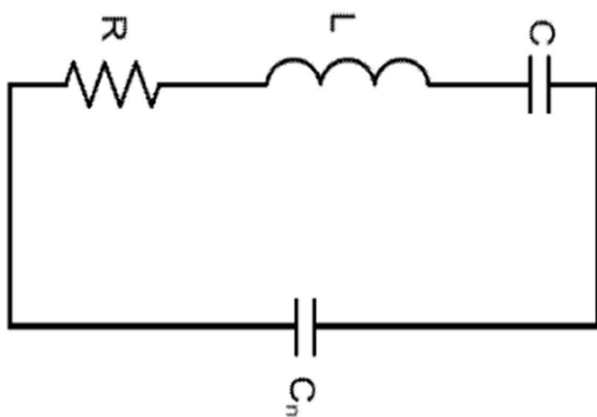
- [0028] 하이 임피던스 변환기(트랜스듀서)의 경우 입력 전류 잡음 IN이 우세하다. 예를 들어, 저잡음 증폭기의 입력 참조 전류 잡음은 2.7pA/Hz로 특성화 될 수 있다. 그런 다음 500Ω 직렬 저항을 갖는 변환기가 주어지면 총 등가 입력 전압 잡음은  $V_{Neq} = R * IN = 1.35nV/Hz$ 만큼 증가하며 이는 이미 주장한 1nV/Hz 전체 채널 잡음보다 크다.
- [0029] 언급된 바와 같이, 수신기에서의 전기적 임피던스 정합은 매체에 다시 되돌아 오는 입력되는 음향 에너지의 반사를 감소시키는데 사용될 수 있다. 하이-임피던스 변환기의 경우, 증폭기의 입력 임피던스는 변환기 종료에 대해 높을 수도 있다. 도 2의 예시적인 실시 예는 외부 저항 및 캐패시터를 갖는 수동 종단 구성을 도시한다. 종단 없이, 프로브 버퍼의 입력 임피던스는 1MHz에서 약 10kΩ(5MΩ//15pF)이다.
- [0030] 낮은 임피던스의 변환기의 경우 다중 프로브 버퍼를 병렬로 사용하여 입력 참조 전압 잡음을 줄일 수 있다. 이러한 프로브 버퍼 출력은 합산되어 원하는 상호 컨덕턴스를 얻을 수 있다. 프로브 버퍼 출력의 DC 성분을 차단하기 위해 AC 커플 링 커패시터가 필요하지 않으며, 이는 저주파수 피드백으로 본질적으로 0V로 억제된다. 다중 프로브 버퍼 출력은 간단하게 모든 것을 함께 연결함으로써 합산될 수 있다. 노이즈와 전력은 대역폭과 선형성을 유지하면서 평행 프로브 버퍼의 수에 의해 상쇄된다.
- [0031] 각 프로브 버퍼의 상호 컨덕턴스는 23.4mA/V이고 소비 전력은 10mW이다. 총 상호 컨덕턴스는 신호 강도 및 변환기 감도에 따라 조정될 수 있다. 추가 프로브 버퍼마다 총 상호 컨덕턴스가 23.4mA/V 증가할 수 있다. N 개의 병렬 프로브 버퍼의 이득은 전체 상호 컨덕턴스  $N*gm$ 과 부하 저항 RL의 곱으로 결정된다. 따라서, 동일한 부하 저항값으로 훨씬 높은 이득(게인)을 얻을 수 있다. 50Ω 부하 저항을 구동하는 동안 두 개의 프로브 버퍼를 페어링하여 6dB 이상의 이득을 얻는다.
- [0032] 플리커와 존슨 노이즈에 의해 기여되는 입력 참조 전압 잡음은 입력과 접지 사이에 나타난다. 입력 참조 전압 잡음은, 도 5에 도시된 바와 같이, 단일 프로브 버퍼에 대해 T=300K에서 1.38nV/Hz의 RMS 값을 가질 수 있고, 또한 N의 팩터만큼 감소될 수 있다. 프로세스 변동으로 인하여, 상호컨덕턴스 허용 오차가 높을 수 있다. 도 2의 바이어싱 회로는 (다수의 프로브 버퍼 칩에 걸친) 보다 양호한 gm 정합을 달성하기 위해 상호 컨덕턴스를 설정하도록 트리밍 될 수 있다. 다행스럽게도, 대역폭과 선형성은 총 상호컨덕턴스와 관계없이 1차 순서이다.
- [0033] 도 6을 참조하면, 도 2의 회로의 입력 참조 전류 잡음 전력 스펙트럼 밀도가 도시된다. 입력 참조 전류 잡음은 0.28pA/Hz의 RMS 값을 가질 수 있다.
- [0034] 초음파 수신기의 첫 번째 스테이지에서 증폭기는 최대 ±100V의 전송 펄스를 견딜 수 있어야 하며 증폭기 주변의 전송 전류를 효율적으로 변환기 소자로 전달할 수 있어야 한다. 수신하는 동안, 증폭기는 전체 시스템 잡음 및 대역폭을 향상시키면서 케이블 캐패시턴스를 구동해야 한다.
- [0035] 예시적인 실시 예에 따른 단일 채널 블록도가 도 7에 도시되어 있다. 예시적인 실시 예에 따른 변환기는 128 내지 256 개의 소자를 가질 수 있지만, 소자의 수는 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 프로브 버퍼와 T/R 스위치가 변환기 핸들에 장착될 수 있기 때문에, 그들의 발자취가 심하게 구속될 수 있으며 이를 단일 칩에 통합하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 사양을 충족시키기 위해 고전압 BCD 프로세스를 사용할 수 있다. BCD 프로세스가 올바른 전압 등급을 가지고 있다고 하더라도, 이전의 T/R 스위치 설계는 공핍 모드 트랜지스터를 필요로 하기 때문에 제조가 더욱 복잡해진다. 다행스럽게도, T/R 스위치는 전체 채널의 전력 예산이 10mW 이내인 경우, 공핍-모드 트랜지스터를 없애기 위해 프로브 버퍼 또는 액세스리 회로와 함께 전원 공급 장치를 공유할 수 있다. 예시적인 실시 예에 따른 설계에서, 프로브 버퍼는 출력 DC 바이어싱 피드백 회로 및 일정한 gm 전류 기준의 1/16 몫을 포함하여 8mW의 전력을 소비할 수 있다. 단일 초음파 변환기 채널의 엄격한 전력 요구 사항을 충족시키기 위해, T/R 스위치에 상당한 진보가 있어 공핍 모드 디바이스 없이 견고한 초저전력 작동을 달성한다. 본 발명의 예시적인 실시 예 이전에, 각 T/R 스위치 회로는 1mW 전력 레벨을 목표로 했다. 본 명세서에 개시된 이러한 회로 기술을 이용하여, 채널 당 10mW 전력 소비의 프로브 버퍼와 T/R 스위치의 통합이 가능할 수 있다. 프로브 버퍼 입력이 높은 임피던스이기 때문에 프로브 버퍼의 입력 측 T/R 스위치는 더 높은 온 저항을 가질 수 있다. 이렇게 하면 채널 크기가 줄어들 수 있다.
- [0037] 본 발명의 기술적 사상은 예시적인 실시예와 관련하여 설명되고 예시되었지만, 본 명세서에 개시된 예시적인 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 개념의 범위를 벗어나지 않는 범위에서 수정이 이루어질 수 있다.

도면

도면1

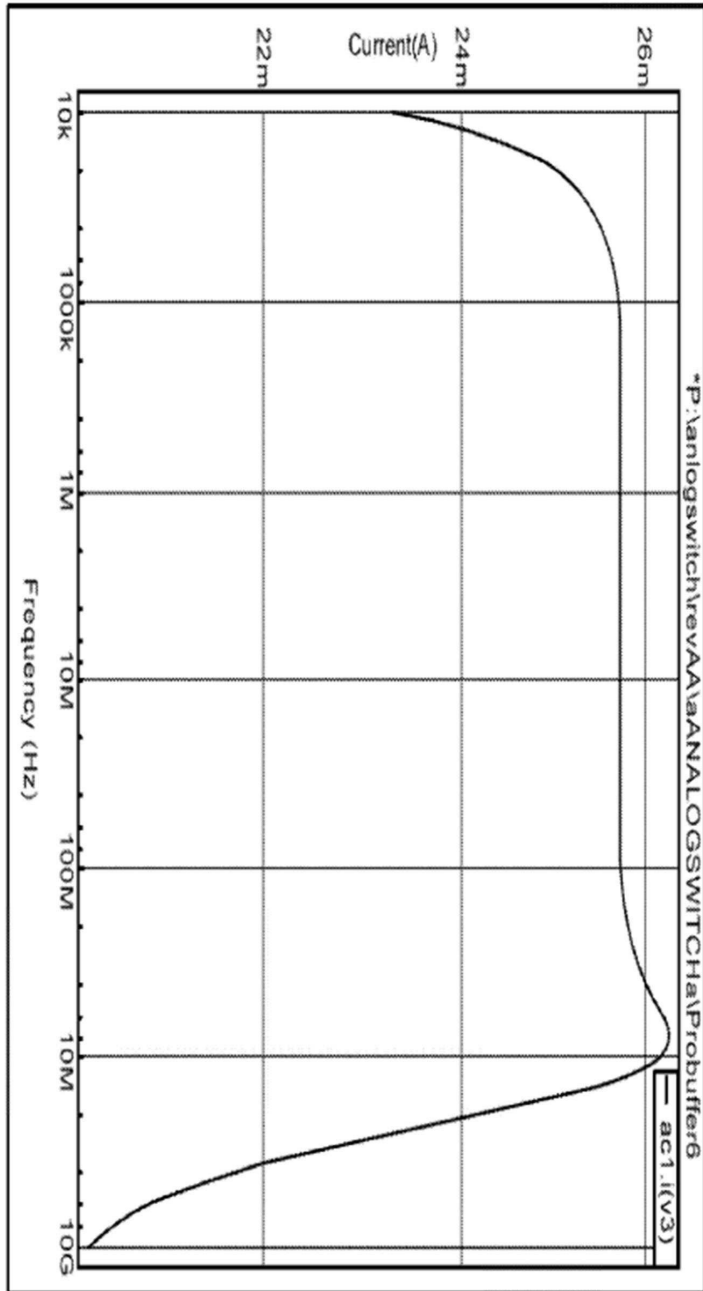


도면1a

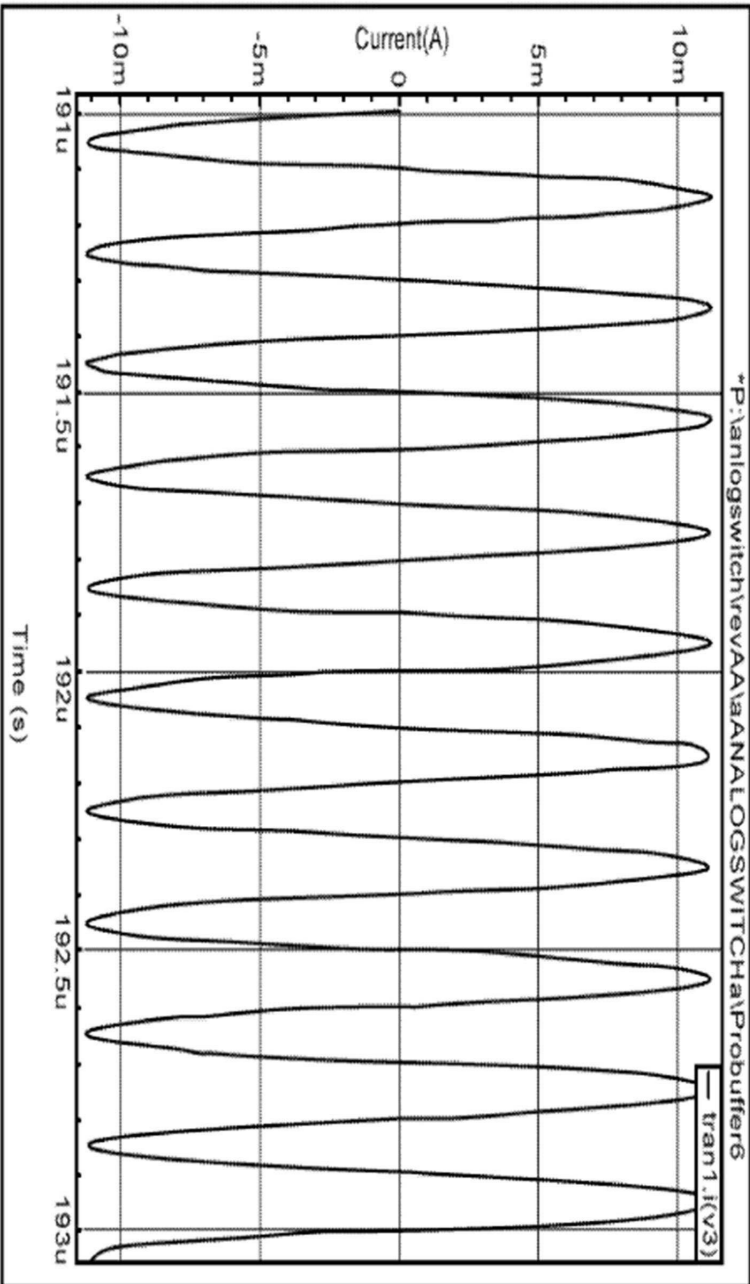




도면3



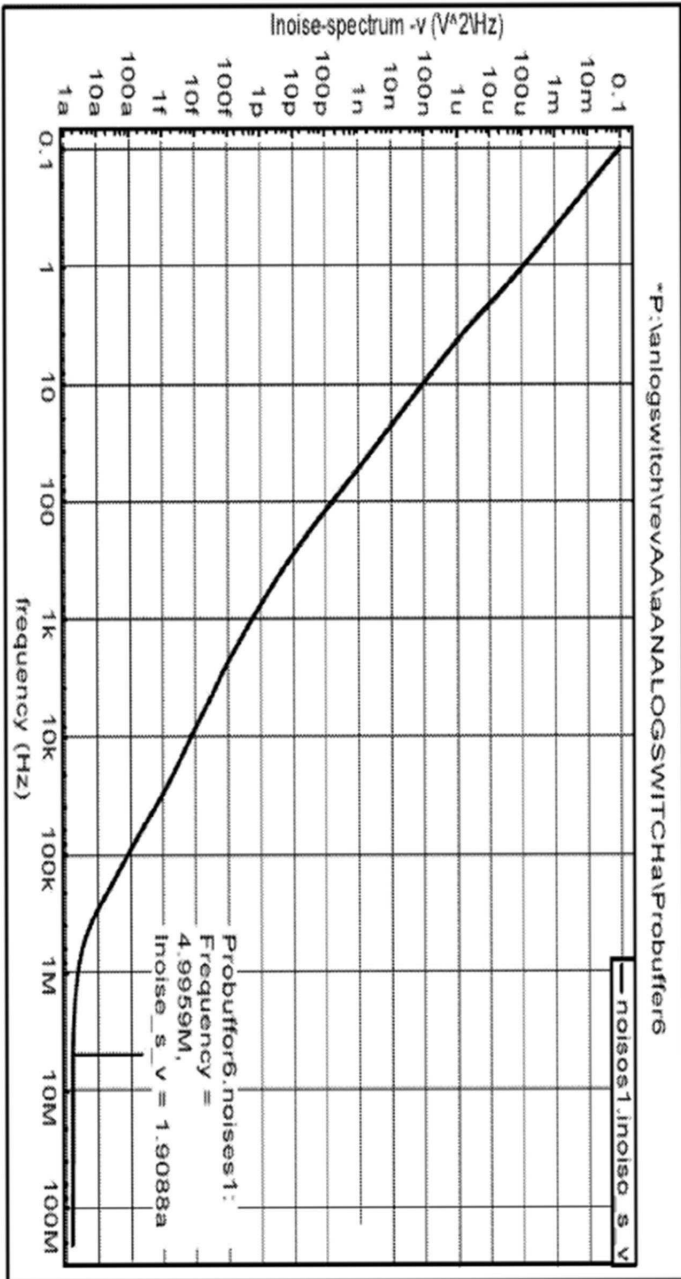
1MHz~100MHz의 평탄한 트랜스컨덕턴스를 갖는  
제안된 AB급 프로브 버퍼의 주파수 응답



도면4

5MHz±500mV 입력 신호를 갖는 전류 출력, HD2 = -60.2dBc

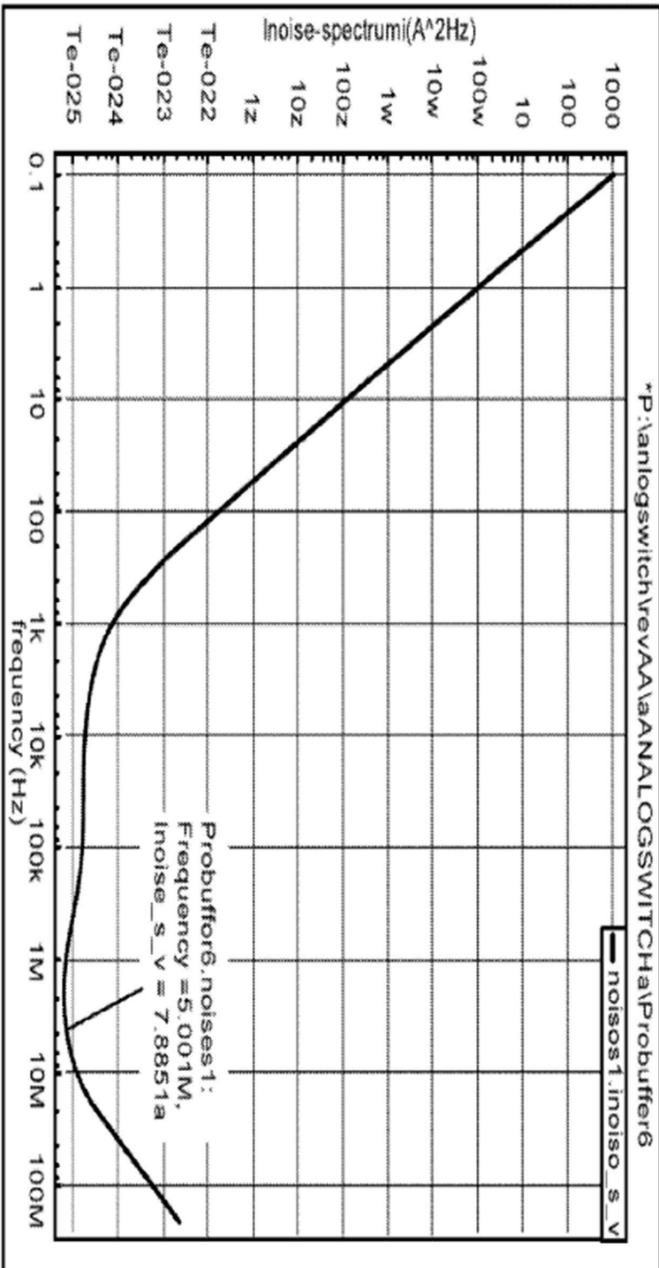
도면5



입력 참조 전압 노이즈 전력 스펙트럼 밀도,  $VN = 1.38V/Hz@5MHz$

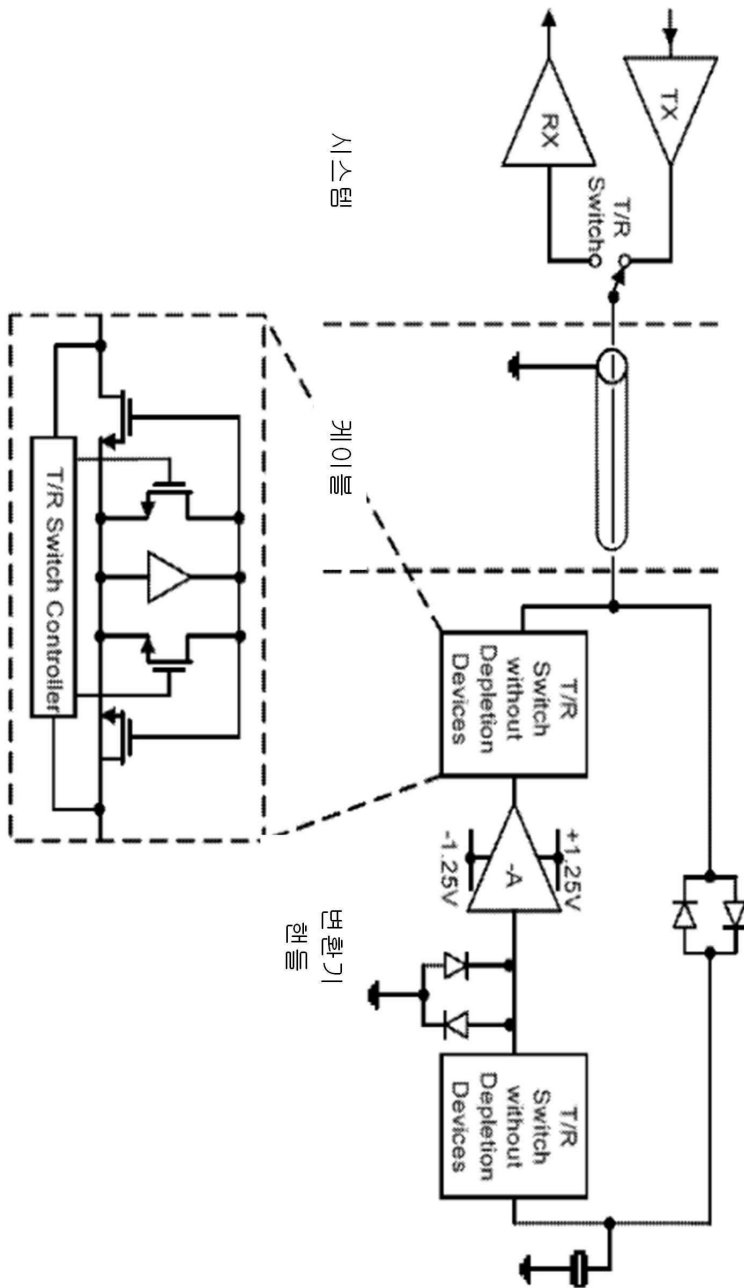
도면6

입력 참조 전류 노이즈 전력 스펙트럼 밀도,  $IN = 0.28\text{pA/Hz}@5\text{MHz}$



도면7

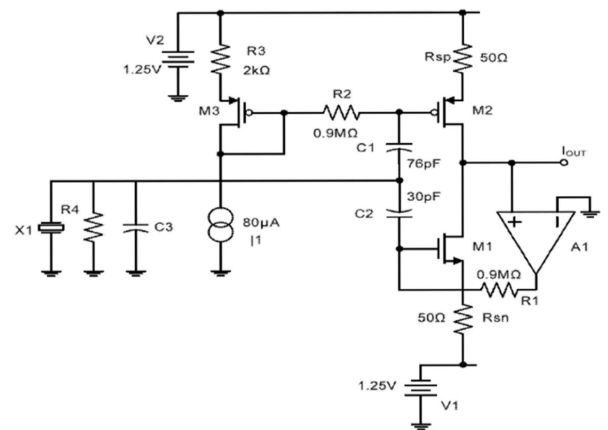
단일 채널 블록도



专利名称(译)	具有恒定跨导的AB级共源放大器		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020180123071A</a>	公开(公告)日	2018-11-14
申请号	KR1020187028519	申请日	2017-03-21
[标]申请(专利权)人(译)	微晶片科技公司		
申请(专利权)人(译)	微芯片科技公司 ,		
[标]发明人	KO ISAAC 코이삭 HO KA WAI 호카와이 CHAN WAN TIM 찬완팀		
发明人	코이삭 호카와이 찬완팀		
IPC分类号	H03F3/30 A61B8/00 H03B5/32 H03F1/32 H03F3/26		
CPC分类号	H03F3/3023 H03F1/3205 H03F3/265 H03B5/32 A61B8/4272 A61B8/4483 H03F2200/261 H03F2200/372 H03F2200/498 H03F2200/75		
代理人(译)	金hamgon		
优先权	62/311468 2016-03-22 US 15/461667 2017-03-17 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供超声探针缓冲器。超声探针缓冲器可以包括高阻抗放大器，其具有带有串行到串行局部反馈的公共源核心级。高阻抗放大器可以包括第一MOSFET和第二MOSFET，并且第一MOSFET的源极端子连接到第二MOSFET的源极端子。



일정 트랜스컨덕턴스를 갖는 제안된 푸시-풀 AB급 CS 증폭기