



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월18일

(11) 등록번호 10-1592521

(24) 등록일자 2016년02월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H03G 3/30 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)

H03G 3/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0195947

(22) 출원일자 2014년12월31일

심사청구일자 2014년12월31일

(56) 선행기술조사문헌

JP2012508054 A*

JP2013197929 A*

JP2006167327 A

US20050171431 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서울과학기술대학교 산학협력단

서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)

(72) 발명자

차혁규

서울특별시 노원구 공릉로 232 서울과학기술대학교 전기정보공학과

(74) 대리인

이은철, 이수찬

전체 청구항 수 : 총 8 항

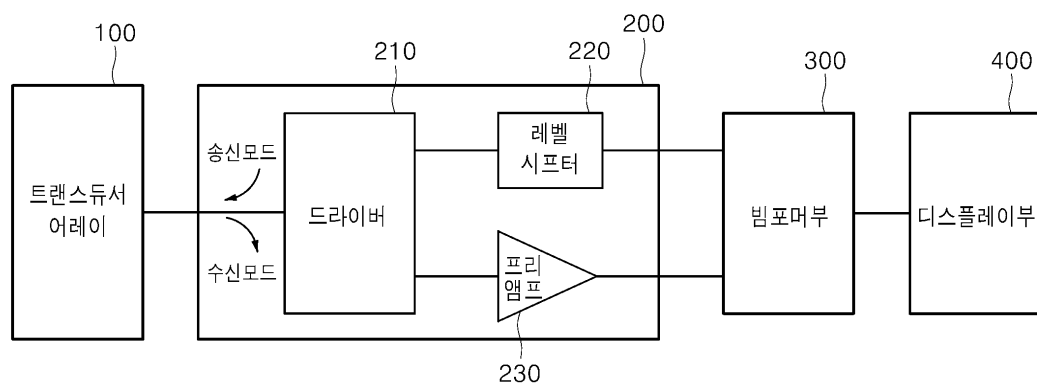
심사관 : 손희수

(54) 발명의 명칭 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템

(57) 요약

본 발명은 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것으로, 입력되는 트리거 신호를 10V 이상의 고전압 펄스로 변환하는 레벨 시프터, 송신 모드에서 상기 고전압 펄스를 트랜스듀서 어레이로 송신할 수 있도록 구동하는 드라이버, 및 수신 모드에서 초음파 트랜스듀서로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하되, 상기 드라이버는 수신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서로부터 수신한 신호를 상기 프리앰프로 전달하고 송신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단하며, 초음파 영상시스템 응용에 사용될 수 있는, 고전압 스위치와 고전압 펄스를 포함하는 프론트엔드 회로를 표준 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 하나의 칩에 구현하고, 펄서의 드라이버를 스위치로 재구성할 수 있도록 함으로써, 프론트엔드 회로가 칩 상에서 차지하는 면적을 절감할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A1A1040958

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업-신진

연구과제명 초음파 의료 영상 시스템 응용분야를 위한 고집적 고전압 CMOS 아날로그 Front-End 집적회
로 연구 개발

기 여 율 1/1

주관기관 서울과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2014.09.01 ~ 2015.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

입력되는 트리거 신호를 10V 이상의 고전압 펄스로 변환하는 레벨 시프터;

송신 모드에서 상기 고전압 펄스를 트랜스듀서 어레이로 송신할 수 있도록 출력하는 드라이버; 및

수신 모드에서 초음파 트랜스듀서로부터 수신한 전기 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하되,

상기 드라이버는 수신 모드에서 상기 전기 신호를 상기 프리앰프로 전달하고 송신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단하는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로에 있어서,

상기 드라이버는,

전원단 및 제1 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 P모스;

상기 제1 노드와 접지단 사이에 스택킹되는 복수개의 N모스;

상기 각 P모스 및 N 모스의 단자간 전압을 기 설정된 전압으로 유지하도록 동작 바이어싱을 수행하는 바이어스부를 포함하되,

상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자가 상기 프리앰프의 입력으로 연결되고,

수신 모드에서, 상기 N모스는 온되어 상기 제1 노드를 통하여 상기 초음파 트랜스듀서로부터 입력받은 신호를 상기 프리앰프로 전달하며, 상기 P 모스는 오프되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 레벨 시프터, 드라이버 및 프리앰프는 저전압 CMOS 공정으로 제조되어 하나의 칩 위에 형성되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자 및 상기 프리앰프의 입력 사이에 연결되는 제어 트랜지스터를 포함하고,

상기 제어 트랜지스터는 수신 모드에서 온되고 송신 모드에서 오프되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 6

제 1항에 있어서,

송신 모드에서,

상기 P모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 온되고 로우일 때 오프되며,

상기 N모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 오프되고 로우일 때 온되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 7

고전압 펄스에 응답하여 피험체에 초음파를 송신하고, 피험체로부터 반사되어 상기 초음파를 수신하여 전기 신호로 변환하여 출력하는 트랜스듀서 어레이;

송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이에 상기 고전압 펄스를 출력하는 드라이버와, 수신 모드에서 상기 전기 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하는 프론트엔드부;

상기 프론트엔드부로부터 증폭되어 전달된 상기 전기 신호를 디지털 신호로 변환하는 빔포머부; 및

상기 빔포머부가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시하는 영상표시부를 포함하되,

상기 드라이버는 수신 모드에서 상기 전기 신호를 상기 트랜스듀서 어레이로부터 입력받아 상기 프리앰프로 전달하고 송신 모드에서 상기 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단하는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템에 있어서,

상기 드라이버는,

전원단 및 제1 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 P모스;

상기 제1 노드와 접지단 사이에 스택킹되는 복수개의 N모스;

상기 각 P모스 및 N 모스의 단자간 전압을 기 설정된 전압으로 유지하도록 동적 바이어싱을 수행하는 바이어스부를 포함하되,

상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자가 상기 프리앰프의 입력으로 연결되고,

수신 모드에서, 상기 N모스는 온되어 상기 제1 노드를 통하여 상기 초음파 트랜스듀서로부터 입력받은 신호를 상기 프리앰프로 전달하며, 상기 P 모스는 오프되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 프론트엔드부는 저전압 CMOS 공정으로 제조되어 하나의 칩 위에 형성되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 7항에 있어서,

상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자 및 상기 프리앰프의 입력 사이에 연결되는 제어 트랜지스터를 포함하고,

상기 제어 트랜지스터는 수신 모드에서 온되고 송신 모드에서 오프되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템.

청구항 12

제 7항에 있어서,

송신 모드에서,

상기 P모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 온되고 로우일 때 오프되며,

상기 N모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 오프되고 로우일 때 온되는 것을 특징으로 하는 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 고전압 펄서 및 스위치를 구성하되 펄서의 드라이버를 스위치로 재구성할 수 있도록 한 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 의료계에서 사용되고 있는 초음파 영상 시스템은 다른 방식에 비하여 인체에 무해하고, 제작 및 사용 비용이 상대적으로 저렴하며 작은 부피로 제작이 용이하다는 장점이 있다.

[0003] 초음파 영상 시스템에서 인체 표면에 직접적으로 닿는 프로브(Probe)의 경우 과거 압전 물질을 이용한 방식이 널리 사용되었으나 저가의 CMOS 반도체 공정 기술과 호환 가능하고 주파수 특성이 우수한 정전용량형 초음파 변환기(Capacitive Micromachined Ultrasound Transducer, CMUT) 방식이 제안되었다. 특히 최근에는 차원 초음파 영상을 생성하기 위한 다중 어레이 CMUT 방식의 초음파 시스템이 개발되어 해상도 성능이 크게 개선되고 있다.

[0004] 초음파 영상시스템은 피험체에 초음파를 송신하고 피험체로부터 반사되어 나오는 초음파의 에코 성분을 분석하여 피험체의 영상을 구성한다. 이러한 초음파 영상 시스템에 있어서, 인체와 접하게 되는 프로브 부분에 음압을 전기 신호로 변환하고 전기 신호를 음압 신호로 변환하는 트랜스듀서와 이에 접하여 트랜스듀서가 생성한 미세한 전기 신호를 증폭하여 신호 처리가 가능한 신호를 생성하는 프론트엔드(Frontend) 회로가 포함될 수 있다.

[0005] 이 때 CMUT 방식의 트랜스듀서는 고전압 펄스를 입력받아 초음파로 변환할수 있으며, 고전압 펄스 신호가 트랜스듀서에 포함된 커패시터 플레이트에 가해질 때 정전력의 작용으로 유발되는 떨림에 의하여 전기 신호를 초음파 음압 신호로 변환할 수 있다. 이러한 초음파 음압 신호는 피험체 내부를 통과하면서 피험체 내부의 여러 조직 층 간의 음향 임피던스 차이에 의하여 다양한 강도의 에코 신호로 시간차를 두어 반사된다. 반사되어 돌아온 음압이 트랜스듀서에 가해지면, 트랜스듀서의 정전용량이 변화하고 이는 전기 신호로 변환되어 트랜스듀서에 의하여 출력될 수 있다.

[0006] 프론트엔드 회로는 일반적으로 트랜스듀서에 입력되는 송신 모드에서 고전압 펄스를 생성하는 한편 수신 모드에서 트랜스듀서가 출력하는 미세한 전기 신호를 증폭하여야 하므로 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서와 전기 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하며, 송신 모드에서 생성되는 고전압 펄스가 프리 앰프를 영향을 주지 않도록 차단하는 고전압 스위치를 포함한다.

[0007] 그런데 기존의 고전압 펄서 및 고전압 스위치는 디바이스의 손상 없이 고압의 동작을 확보하기 위해 이중 확산 모스(Double-Diffused MOS, DMOS)라고 불리는 특수한 트랜지스터를 사용하여 구현되었으며, 이러한 DMOS 는 표준 CMOS 공정을 통하여 제조할 수 없어서, 프론트엔드 회로를 하나의 반도체 칩으로 생산하는데에 소요되는

비용이 상승하거나, 또는 여러개의 반도체 칩으로 프론트엔드 회로를 구성하여야 하는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-1998-0081072호(공개일: 1998.11.25., 발명의 명칭 : 휴대형 초음파진단기용 초음파어레이트랜스듀서 리시버, 청구범위 제1항)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은, 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 고전압 펄스 및 스위치를 구성하되 펄스의 드라이버를 스위치로 재구성할 수 있도록 하는 초음파 영상시스템을 위한 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로는 입력되는 트리거 신호를 10V 이상의 고전압 펄스로 변환하는 레벨 시프터, 송신 모드에서 상기 고전압 펄스를 트랜스듀서 어레이로 송신할 수 있도록 출력하는 드라이버 및 수신 모드에서 초음파 트랜스듀서로부터 수신한 전기 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하되, 상기 드라이버는 수신 모드에서 상기 전기 신호를 상기 프리앰프로 전달하고 송신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단한다.
- [0011] 바람직하게는, 상기 레벨 시프터, 드라이버 및 프리앰프는 저전압 CMOS 공정으로 제조되어 하나의 칩 위에 형성된다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 드라이버는, 전원단 및 제1 노드 사이에 스테킹되는 복수개의 P모스, 상기 제1 노드와 접지단 사이에 스테킹되는 복수개의 N모스, 상기 각 P모스 및 N 모스의 단자간 전압을 기 설정된 전압으로 유지하도록 동적 바이어싱을 수행하는 바이어스부를 포함한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자가 상기 프리앰프의 입력으로 연결되고, 수신 모드에서, 상기 N모스는 온되어 상기 제1 노드를 통하여 상기 초음파 트랜스듀서로부터 입력받은 신호를 상기 프리앰프로 전달하며, 상기 P 모스는 오프된다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 N모스 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자 및 상기 프리앰프의 입력 사이에 연결되는 제어 트랜지스터를 포함하고, 상기 제어 트랜지스터는 수신 모드에서 온되고 송신 모드에서 오프된다.
- [0015] 바람직하게는, 송신 모드에서, 상기 P모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 온되고 로우일 때 오프되며, 상기 N 모스는 상기 고전압 펄스가 하이일 때 오프되고 로우일 때 온된다.
- [0016] 본 발명의 다른 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템은 고전압 펄스에 응답하여 피험체에 초음파를 송신하고, 피험체로부터 반사되어 상기 초음파를 수신하여 전기 신호로 변환하여 출력하는 트랜스듀서 어레이, 송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이에 상기 고전압 펄스를 출력하는 드라이버와, 수신 모드에서 상기 전기 신호를 증폭하는 프리앰프를 포함하는 프론트엔드부, 상기 프론트엔드부로부터 증폭되어 전달된 상기 전기 신호를 디지털 신호로 변환하는 빔포머부 및 상기 빔포머부가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시하는 영상표시부를 포함하되, 상기 드라이버는 수신 모드에서 상기 전기 신호를 상기 트랜스듀서 어레이로부터 입력받아 상기 프리앰프로 전달하고 송신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따르면, 초음파 영상시스템 응용에 사용될 수 있는, 고전압 스위치와 고전압 펄스를 포함하는 프론트

엔드 회로를 표준 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 하나의 칩에 구현하고, 펄스의 드라이버를 스위치로 재구성할 수 있도록 함으로써, 프런트엔드 회로가 칩 상에서 차지하는 면적을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로에 구비되는 드라이버의 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로에 구비되는 프리앰프의 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로의 성능을 기존 회로와 비교한 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 본 발명에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 이러한 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프런트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템의 블록도이다.
- [0021] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프런트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템은, 트랜스듀서 어레이(100), 프런트엔드부(200), 빔포머부(300) 및 영상표시부(400)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0022] 트랜스듀서 어레이(100)는 고전압 펄스에 응답하여 피험체에 초음파를 송신하고, 피험체로부터 반사되어 상기 초음파를 수신하여 전기 신호로 변환하여 출력한다.
- [0023] 상술한 바와 같이 초음파 영상시스템은 피험체에 초음파를 송신하고 피험체로부터 반사되어 나오는 초음파의 에코 성분을 분석하여 피험체의 영상을 구성한다. 이 때 피험체에 초음파를 송신하고 피험체로부터 반사되는 초음파를 수신하는 트랜스듀서로는 CMUT 방식이 사용되고 있다. 즉, 트랜스듀서는 수신하는 음압을 전기 신호로 변환하고, 또한 입력되는 전기 신호를 초음파 음압으로 변환할 수 있다.
- [0024] 특히 피험체의 영상을 입체적으로 구성하기 위하여 하나의 채널이 아닌 복수개의 채널의 초음파를 송신하고 수신할 수 있도록 다수의 트랜스듀서로 구성된 트랜스듀서 어레이(100)가 사용될 수 있다.
- [0025] CMUT 방식의 트랜스듀서는 고전압 펄스를 입력받아 초음파로 변환할 수 있으며, 고전압 펄스 신호가 트랜스듀서에 포함된 커패시터 플레이트에 가해질 때 정전력의 작용으로 유발되는 떨림에 의하여 전기 신호를 초음파 음압 신호로 변환할 수 있다. 이러한 초음파 음압 신호는 피험체 내부를 통과하면서 피험체 내부의 여러 조직 층 간의 음향 임피던스 차이에 의하여 다양한 강도의 에코 신호로 시간차를 두어 반사된다. 반사되어 돌아온 음압이 트랜스듀서에 가해지면, 트랜스듀서의 정전용량이 변화하고 이는 전기 신호로 변환되어 트랜스듀서에 의하여 출력될 수 있다.
- [0026] 빔포머부(300)는 복수개의 프런트엔드부(200)가 사용될 경우, 복수개의 프런트엔드부(200)가 각각 시간차를 두고 고전압 펄스를 출력하도록 제어하고, 프런트엔드부(200)로부터 증폭되어 전달된 전기 신호를 디지털 신호로 변환한다.
- [0027] 영상표시부(400)는 빔포머부(300)가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시한다.
- [0028] 프런트엔드부(200)는 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)에 고전압 펄스를 출력하고, 수신 모드에서 트랜스듀서가 출력한 전기 신호를 증폭하여 전달한다.
- [0029] 이 때, 프런트엔드부(200)는 드라이버(210), 레벨 시프터(220) 및 프리앰프(230)를 포함할 수 있다.

- [0030] 여기에서, 드라이버(210), 레벨 시프터(220) 및 프리앰프(230)가 하나의 칩에 형성될 수 있다. 또한 드라이버(210), 레벨 시프터(220) 및 프리앰프(230) 형성되는 칩은 저전압 CMOS 공정으로 제조될 수 있다. 즉, 하나의 채널에 대하여 트랜스듀서 어레이(100)에 고전압 펄스를 출력하고, 트랜스듀서 어레이(100)로부터 전기 신호를 수신하여 증폭하는 역할을 하는 프론트엔드 회로를 저전압 CMOS 공정으로 제조한 하나의 집적회로 칩으로 구현할 수 있다.
- [0031] 레벨 시프터(220)는 입력되는 트리거 신호를 10V 이상의 고전압 펄스로 변환한다. 일반적으로 송신 모드에서 트랜스듀서가 초음파 음압 신호를 생성하기 위하여 필요한 고전압 펄스의 전압은 10V-100V의 고전압일 수 있으며 본 발명의 일 실시예에서는 12V 내지 15V일 수 있다. 즉, 레벨 시프터(220)는 입력받은 트리거 신호를 12V 내지 15V 전압의 단극 펄스 신호로 변환할 수 있다. 이 때 레벨 시프터(220)가 입력받는 트리거 신호의 전압은 3.3V 일 수 있다.
- [0032] 드라이버(210)는 송신 모드에서 고전압 펄스를 트랜스듀서 어레이(100)로 송신할 수 있도록 출력하고 수신 모드에서 전기 신호를 프리앰프(230)로 전달하고 송신 모드에서 초음파 트랜스듀서(210)와 프리앰프(230)를 차단한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 드라이버의 회로도이다. 도 2에 도시된 바와 같이 드라이버(210)는 수개의 P모스(211), 복수개의 N모스(212), 바이어스부(213)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0034] 복수개의 P모스(211)는 전원단 및 제1 노드 사이에 스테킹되고, 복수개의 N모스(212)는 제1 노드와 접지단 사이에 스테킹된다. 드라이버(200)는 제1 노드를 통하여 고전압 펄스를 트랜스듀서 어레이(100)로 송신할 수 있으며, 수신 모드에서 제1 노드를 통하여 전기 신호를 입력받아 프리앰프(230)로 전달할 수 있다. 이 때 N모스(212) 및 P모스(213)는 고전압을 견딜 수 있도록 스테킹 구조가 적용되며, 예컨대 각각 3.3V N모스(212) 트랜지스터와 3.3V P모스(213) 트랜지스터를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0035] 바이어스부(213)는 각 P모스(211) 및 N모스(212)의 단자간 전압을 기 설정된 전압으로 유지하도록 동적 바이어싱을 수행한다. 드라이버(210)가 고전압 출력 드라이버로 동작하는 경우, 각 P모스(211) 및 N모스(212)의 단자간 전압이 각 트랜지스터의 허용 전압을 고려하여 기 설정된 전압으로 유지되도록 할 필요가 있다. 예컨대, 상술한 3.3V N모스(212) 및 P모스(213)를 사용하는 예에서는 상기 기 설정된 전압은 3.0V 내지 3.4V 정도가 적합할 수 있다. 이 때 도 2에 도시된 바와 같이, 바이어스부(213)는 저항 소자가 아닌 트랜지스터 소자를 사용하여 저항을 구현하여 반도체 칩에서의 면적을 절감할 수 있다.
- [0036] 이 때, N모스(212) 중 가장 접지단에 가까운 N모스(M_{N1})의 드레인 단자가 상기 프리앰프(230)의 입력으로 연결될 수 있다. 도 2의 예에서, N모스(212) 중 가장 접지단에 가까운 N모스(M_{N1})의 드레인 단자가 제어 트랜지스터(M_{N13})를 통하여 프리앰프(230)의 입력으로 연결될 수 있다. 이 경우, 수신 모드에서, N모스(212)는 온되어 제1 노드를 통하여 초음파 트랜스듀서(100)로부터 입력받은 신호를 프리앰프(230)로 전달할 수 있으며, P 모스(211)는 오프될 수 있다.
- [0037] 또한 드라이버(210)는 N모스(212) 중 가장 접지단에 가까운 N모스의 드레인 단자(M_{N1}) 및 프리앰프(230)의 입력 사이에 연결되는 제어 트랜지스터(214)를 포함할 수 있으며, 이 때, 제어 트랜지스터(214)는 수신 모드에서 온되고 송신 모드에서 오프될 수 있다. 즉, P모스(211)가 오프됨과 동시에 N모스(212) 및 제어 트랜지스터(214)가 온됨으로써 제1 노드에서 입력받은 초음파 트랜스듀서(100)의 전기 신호를 프리앰프(230)로 전달하는 경로가 수신 모드에서 형성될 수 있으며, 송신 모드에서는 제어 트랜지스터(214)가 오프됨으로써 이러한 전기 신호가 프리앰프(230)로 전달되는 경로가 차단될 수 있다.
- [0038] 이 때, 송신 모드에서, P모스(211)는 고전압 펄스가 하이일 때 온되고 로우일 때 오프되며, N모스(212)는 고전압 펄스가 하이일 때 오프되고 로우일 때 온될 수 있다. 즉, 송신 모드에서는 고전압 펄스가 하이일 경우, N모스(212) 및 제어 트랜지스터(214)가 오프되어, 제1 노드와 프리앰프(230)의 입력이 차단됨으로써 제1 노드로 출력되는 고전압 펄스가 프리앰프(230)로 전달되는 것을 방지하게 된다. 드라이버(210)의 N모스(212) 및 제어 트랜지스터(214)가 송신 모드에서는 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230) 사이의 신호 전달을 차단하는 고압 스위치의 역할을 할 수 있다. 즉, 드라이버(210)는 프론트엔드부(200)의 동작 양상에 따라 기존 프론트엔드 회로의 출력 드라이버 역할 및 고압 스위치의 역할을 수행할 수 있도록 재구성될 수 있다. 이 때 고전압은 P모스(211)에 포함된 복수의 트랜지스터의 드레인-소스 단자간 전압으로 나뉘어져 걸리게 된다. 또한 송신 모드에서

고전압 펄스가 로우일 경우, P모스(211)가 오프되어 N모스(212)가 온되어 제1 노드의 전위가 그라운드로 풀다운되므로 트랜스듀서 어레이(100)로 송신되는 고전압 펄스의 전압이 로우로 하강하게 된다. 이 때 프론트엔드부(200)의 회로에 포함되는 트랜지스터 크기는 특히 N모스(212)에 대하여 송신 모드에서 단자간 적정 전압이 유지되면서 수신 모드에서 저잡음 증폭기의 잡음 특성의 영향을 최소화할 수 있는 크기로 결정될 수 있다.

[0039] 프리앰프(230)는 수신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)로부터 수신한 신호를 증폭한다.

[0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 프리앰프(230)의 회로도이다. 프론트엔드 회로에서 사용될 수 있는 프리앰프 토폴로지로는 연속 또는 이산 시간 커패시턴스 피드백, 공통 게이트(Common-Gate), 규제 캐스코드(Regulated Cascode), 또는 저항 피드백(Registive-Feedback) 트랜스임피던스 앰프(Transimpedance Amplifier, TIA)가 있다. 직류 바이어싱의 간편함과 낮은 입력 임피던스를 고려하면 TIA가 바람직할 수 있다. 특히 본 발명에서 다중 트랜스듀서 어레이에 대한 응용을 고려하면 면적 및 전력 소모가 중요하므로 프리앰프(230)는 도 3에 도시된 바와 같이 인버터 타입(Interver-Type)의 TIA 구조를 사용하는 것이 바람직하며, 예컨대 1.5V 전원에서 동작하고 바이어스 회로를 포함하여 200uA 전류를 소모하도록 구현될 수 있다. 상기 도 3에서 R_f 의 저항 값을 설정함으로써 2.6MHz에서 100db Ω 이상의 이득을 얻을 수 있으며, 2uA의 입력 전류 신호가 전달되었다고 가정할 때 출력에서 300mV의 전압 진폭을 얻을 수 있도록 구현할 수 있다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로의 성능을 기존 회로와 비교한 표이다.

[0042] 도 4에서 "[2]"는 K. Chen 등의 "Ultrasonic imaging front-end design for CMUT: A 3-level 30 vpp pulse-shaping pulse with improved efficiency and a noise-optimized receiver, Proc. IEEE Asian Solid-State Circ. Conf, 2012, pp.173-176" 에서 제안된 회로의 성능을 나타내고 "[3]"은 아디타 바누아지 등의 "초음파 영상시스템용 고집적 아날로그 fron-end 집적회로, 대한전자공학회, 전자공학회논문지-SD, 제50권 제12호 pp.2987-2993, 2013"에서 제안된 회로의 성능을 나타내며, "This work"는 본 발명의 일 실시예에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로의 성능을 나타낸다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 재구성 가능한 아날로그 프론트엔드 집적회로는 기존 회로와 비교하여 동등한 성능을 보이면서도 칩 상에서 차지하는 면적을 크게 절감할 수 있음을 알 수 있다.

[0043] 이상 살펴본 바와 같이 본 발명에 따르면, 초음파 영상시스템 응용에 사용될 수 있는, 고전압 스위치와 고전압 펄서를 포함하는 프론트엔드 회로를 표준 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 하나의 칩에 구현함으로써, 초음파 영상시스템의 고성능을 유지하면서 제조비용을 절감하고 구조를 단순화할 수 있다.

[0044] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

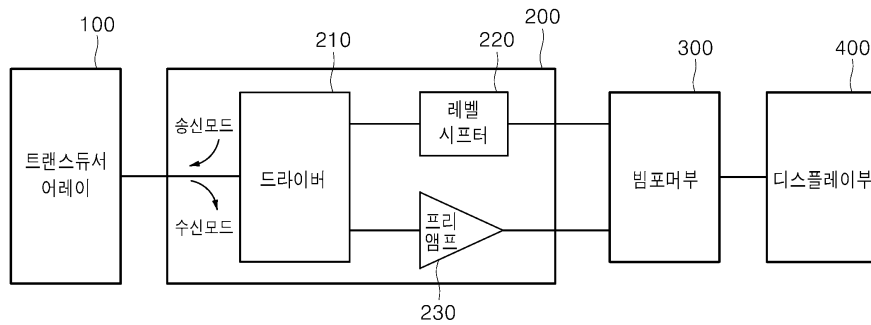
부호의 설명

[0045]

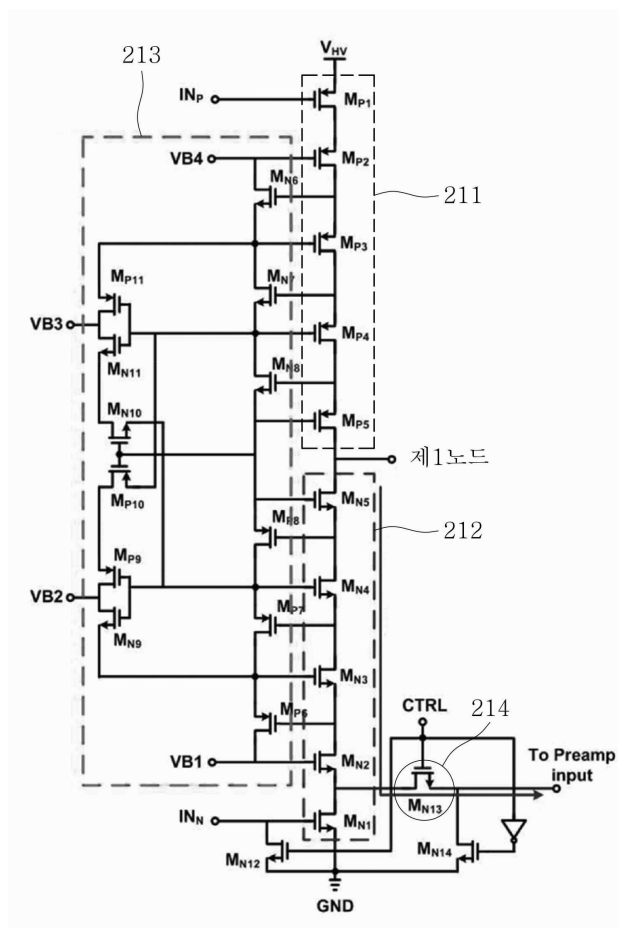
100 : 트랜스듀서 어레이	200 : 프론트엔드부
210 : 드라이버	211 : N모스
212 : P모스	213 : 바이어스부
214 : 제어 트랜지스터	220 : 레벨 시프터
230 : 프리앰프	300 : 빔포머
400 : 영상표시부	

도면

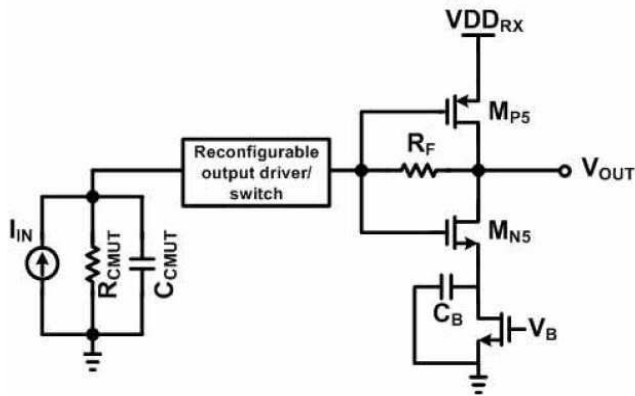
도면1



도면2



도면3



도면4

Parameter	[2]	[3]	This work
Blocks	Pulser/Switch/Preamp	Pulser/Switch/Preamp	Reconfigurable Pulser/Preamp
HV pulser output voltage	30 V	15 V	15 V
HV pulser trigger width	150-170 ns	192 ns	192 ns
Preamp gain	96.6 dBΩ	94 dBΩ	103 dBΩ
Preamp input referred noise	0.56 mPa/√Hz @ 3 MHz	662 fA/√Hz @ 2.6 MHz	380 fA/√Hz @ 2.6 MHz
Preamp bandwidth	5.2 MHz	8.3 MHz	11 MHz
Preamp power consumption	14.3 mW	382 μW	110 μW
Area (1-channel AFE)	0.33 mm ²	0.15 mm ²	0.045 mm ²
Technology	0.18μm HVCMOS	0.18μm CMOS	0.18μm CMOS

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제7항

【변경전】

초음파 트랜스듀서

【변경후】

트랜스듀서

专利名称(译)	标题：可重构模拟前端集成电路和使用其的超声成像系统		
公开(公告)号	KR101592521B1	公开(公告)日	2016-02-18
申请号	KR1020140195947	申请日	2014-12-31
[标]申请(专利权)人(译)	首尔科学技术大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	科学的首尔国立大学和科技产业，学术交流基金会		
当前申请(专利权)人(译)	科学的首尔国立大学和科技产业，学术交流基金会		
[标]发明人	CHA HYOUK KYU 차혁규		
发明人	CHA, HYOUK KYU 차혁규		
IPC分类号	H03G3/30 A61B8/00 H03G3/20		
CPC分类号	H03G3/3084 A61B8/00 H03G3/20		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是发送在可重构模拟前端高压脉冲的集成电路，并使用相同的，输入触发信号时，电平移位器，一个传输模式来至少10V的高电压脉冲转换为换能器阵列涉及一种超声成像系统，包括：一个前置放大器，用于放大从由驱动该驱动超声换能器接收的信号，以及在接收模式中，驱动器通过在接收模式下的前置放大器和在传输板的超声波从超声波换能器接收到的信号换能器和截取该前置放大器，也可以在应用程序中使用的超声成像系统，所述前端电路包括仅使用标准的低电压CMOS技术的高压开关和所述高压脉冲发生器，并在单个芯片中实现，开关脉冲发生器的驱动要重新配置通过这样，前端电路，以减少占用的芯片的区域。支持本发明的国家研发项目 作业号码 2012R1A1A1040958 Bucheomyeong 未来创造科学系 韩国研究基金会 研究项目名称 一般研究员支持项目 - 萌芽 研究项目名称 用于超声医学成像系统的高度集成高压CMOS模拟前端集成电路的研究与开发 支出率 1.1 主要组织 首尔国立科技大学 研究期 2014.09.01~2015.08.31

