



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0021354
(43) 공개일자 2016년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H03K 17/04 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0105974

(22) 출원일자 2014년08월14일

심사청구일자 2014년08월14일

(71) 출원인

서울과학기술대학교 산학협력단

서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)

(72) 발명자

차혁규

서울 송파구 오금로32길 31, 103동 2004호 (송파동, 래미안송파파인탑)

아디타 바누아지

서울시 노원구 공릉로 232, 서울과학기술대학교 전기정보공학과

(74) 대리인

이은철, 이수찬

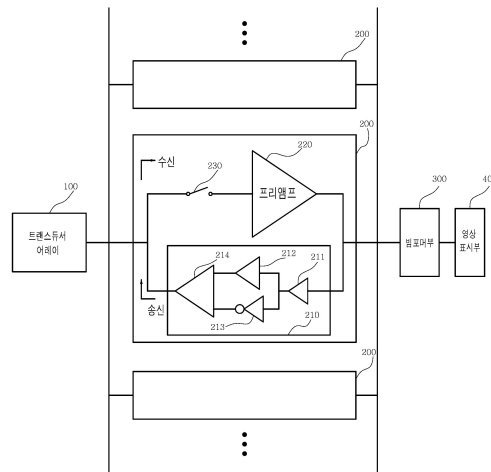
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템

(57) 요약

본 발명은 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것으로, 입력되는 트리거 신호에 응답하여 초음파 트랜스듀서로 송신되는 10V 이상의 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서, 수신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프, 송신 모드에서 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 프리앰프를 차단하는 고전압 스위치를 포함하며, 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.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A1A1040958

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원사업-신진연구지원사업

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

기 여 율 1/1

주관기관 서울과학기술대학교

연구기간 2012.09.01 ~ 2015.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

입력되는 제1 전압의 트리거 신호에 응답하여 트랜스듀서 어레이로 송신되는 10V 이상인 제2 전압의 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서;

수신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프; 및

송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이와 상기 프리앰프를 차단하는 고전압 스위치를 포함하고, 상기 고전압 펄서, 프리앰프 및 고전압 스위치가 하나의 칩에 형성되는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 고전압 펄서, 프리앰프 및 고전압 스위치가 형성되는 칩은 저전압 CMOS 공정으로 제조되는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 고전압 펄서는,

상기 트리거 신호를 입력받아 제3 전압의 펄스 신호를 출력하는 제1 레벨 시프터;

상기 제2 전압으로부터, 상기 제2 전압에서 제3 전압만큼 강하한 전압인 제4 전압으로 강하되는 제1 반전 펄스 신호를 출력하는 제2 레벨 시프터;

상기 제3 전압의 펄스 신호를 반전시켜 출력하는 인버터; 및

상기 제2 레벨 시프터 및 상기 인버터가 출력하는 신호를 입력받아 상기 제2 전압의 고전압 펄스를 출력하는 출력 드라이버를 포함하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 출력 드라이버는 상기 제2 전압을 공급받는 제1 노드와 상기 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 P모스 및 상기 제2 노드와 그라운드 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 N모스를 구비하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 출력 드라이버는 동적 게이트 바이어싱을 통해 온오프 상태 사이의 전환시에 상기 P모스 및 상기 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 6

제 3항에 있어서,

상기 제2 레벨 시프터는 상기 제4 전압으로부터, 상기 제4 전압에서 상기 제1 전압만큼 강하한 전압인 제5 전압으로 강하되는 제2 반전 펄스 신호를 출력하고,

상기 고전압 스위치는 상기 트랜스듀서 어레이 및 상기 고전압 펄스와 연결되는 제3 노드 및 상기 프리앰프의 입력과 연결되는 제4 노드 사이에 스택킹되는 복수의 N모스를 구비하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 고전압 스위치는 동적 게이트 바이어싱을 통해 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스택킹되는 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 고전압 스위치는 송신 모드에서 디스에이블되는 수신제어신호에 응답하여 상기 수신제어신호가 디스에이블되는 경우 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스택킹되는 N모스 중 적어도 하나를 오프하는 것을 특징으로 하는 아날로그 프론트엔드 집적회로.

청구항 9

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 출력하고, 수신 모드에서 상기 전기 신호를 증폭하여 전달하는 복수개의 프론트엔드부;

상기 복수개의 프론트엔드부가 각각 시간차를 두고 상기 고전압 펄스를 출력하도록 제어하고, 상기 복수개의 프론트엔드부로부터 증폭되어 전달된 상기 전기 신호를 디지털 신호로 변환하는 빔포머부; 및

상기 빔포머부가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시하는 영상표시부를 포함하되, 상기 프론트엔드부는 저전압 CMOS 공정으로 제조된 하나의 칩으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 프론트엔드부는, 입력되는 제1 전압의 트리거 신호에 응답하여 상기 트랜스듀서 어레이로 송신되는 10V 이상인 제2 전압의 상기 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서;

상기 수신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프; 및

상기 송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이와 상기 프리앰프를 차단하는 고전압 스위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 고전압 펄서는,

상기 트리거 신호를 입력받아 제3 전압의 펄스 신호를 출력하는 제1 레벨 시프터;

상기 제2 전압에서 상기 제3 전압만큼 강해지는 펄스 신호를 출력하는 제2 레벨 시프터;

상기 제3 전압의 펄스 신호를 반전시켜 출력하는 인버터; 및

상기 제2 레벨 시프터 및 상기 인버터가 출력하는 신호를 입력받아 상기 제2 전압의 고전압 펄스를 출력하는 출력 드라이버를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 출력 드라이버는 상기 제2 전압을 공급받는 제1 노드와 상기 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 P모스 및 상기 제2 노드와 그라운드 노드 사이에 스택킹되는 복수개의 N모스를 구비하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 출력 드라이버는 동적 게이트 바이어싱을 통해 온오프 상태 사이의 전환시에 상기 P모스 및 상기 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 제2 레벨 시프터는 상기 제2 전압에서 상기 제3 전압만큼 강하한 전압으로부터 상기 제1 전압만큼 더 강해지는 펄스 신호를 출력하고,

상기 고전압 스위치는 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 고전압 펄스와 연결되는 제3 노드 및 상기 프리앰프의 입력과 연결되는 제4 노드 사이에 스택킹되는 복수의 N모스를 구비하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 고전압 스위치는 동적 게이트 바이어싱을 통해 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스택킹되는 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상시스템.

청구항 16

제 14항에 있어서,

상기 고전압 스위치는 송신 모드에서 디스에이블되는 수신제어신호에 응답하여 상기 수신제어신호가 디스에이블되는 경우 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스택킹되는 N모스 중 적어도 하나를 오프하는 것을 특징으로 하는

초음파 영상시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 고전압 펄서 및 스위치를 구성함으로써 초음파 영상처리장치 응용에 사용될 수 있는 아날로그 프론트엔드 회로를 하나의 칩에 구현하는 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로 및 이를 이용하는 초음파 영상시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[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 접촉하게 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 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.

[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 구성함으로써 초음파 영상처리장치 응용에 사용될 수 있는 아날로그 프론트엔드 회로를 하나의 칩에 구현하는 초음파 영상시스템을 위한 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로는 입력되는 제1 전압의 트리거 신호에 응답하여 트랜스듀서 어레이로 송신되는 10V 이상인 제2 전압의 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서, 수신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프 및 송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이와 상기 프리앰프를 차단하는 고전압 스위치를 포함한다.
- [0011] 바람직하게는, 상기 고전압 펄서, 프리앰프 및 고전압 스위치가 형성되는 칩은 저전압 CMOS 공정으로 제조된다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 고전압 펄서는, 상기 트리거 신호를 입력받아 제3 전압의 펄스 신호를 출력하는 제1 레벨 시프터, 상기 제2 전압으로부터, 상기 제2 전압에서 제3 전압만큼 강하한 전압인 제4 전압으로 강하되는 제1 반전 펄스 신호를 출력하는 제2 레벨 시프터, 상기 제3 전압의 펄스 신호를 반전시켜 출력하는 인버터 및 상기 제2 레벨 시프터 및 상기 인버터가 출력하는 신호를 입력받아 상기 제2 전압의 고전압 펄스를 출력하는 출력 드라이버를 포함한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 출력 드라이버는 상기 제2 전압을 공급받는 제1 노드와 상기 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드 사이에 스테킹되는 복수개의 P모스 및 상기 제2 노드와 그라운드 노드 사이에 스테킹되는 복수개의 N모스를 구비한다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 출력 드라이버는 동적 게이트 바이어싱을 통해 온오프 상태 사이의 전환시에 상기 P모스 및 상기 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어한다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 제2 레벨 시프터는 상기 제4 전압으로부터, 상기 제4 전압에서 상기 제1 전압만큼 강하한 전압인 제5 전압으로 강하되는 제2 반전 펄스 신호를 출력하고, 상기 고전압 스위치는 상기 트랜스듀서 어레이 및 상기 고전압 펄서와 연결되는 제3 노드 및 상기 프리앰프의 입력과 연결되는 제4 노드 사이에 스테킹되는 복수의 N모스를 구비한다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 고전압 스위치는 동적 게이트 바이어싱을 통해 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스테킹되는 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어한다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 고전압 스위치는 송신 모드에서 디스에이블되는 수신제어신호에 응답하여 상기 수신제어신호가 디스에이블되는 경우 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스테킹되는 N모스 중 적어도 하나를 오픈한다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시예에 따른 고집적 고전압 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 출력하고, 수신 모드에서 상기 전기 신호를 증폭하여 전달하는 복수개의 프론트엔드부, 상기 복수개의 프론트엔드부가 각각 시간차를 두고 상기 고전압 펄스를 출력하도록 제어하고, 상기 복수개의 프론트엔드부로부터 증폭되어 전달된 상기 전기 신호를 디지털 신호로 변환하는 빔포머 및 상기 빔포머가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시하는 영상표시부를 포함하되, 상기 프론트엔드부는 저전압 CMOS 공정으로 제조된 하나의 칩으로 구성된다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 프론트엔드부는, 입력되는 제1 전압의 트리거 신호에 응답하여 상기 트랜스듀서 어레이로 송신되는 10V 이상인 제2 전압의 상기 고전압 펄스를 생성하는 고전압 펄서, 상기 수신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이로부터 수신한 신호를 증폭하는 프리앰프 및 상기 송신 모드에서 상기 트랜스듀서 어레이와 상기 프리앰프를 차단하는 고전압 스위치를 포함한다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 고전압 펄서는, 상기 트리거 신호를 입력받아 제3 전압의 펄스 신호를 출력하는 제1 레벨 시프터, 상기 제2 전압에서 상기 제3 전압만큼 강하되는 펄스 신호를 출력하는 제2 레벨 시프터, 상기 제3 전압의 펄스 신호를 반전시켜 출력하는 인버터 및 상기 제2 레벨 시프터 및 상기 인버터가 출력하는 신호를 입력받

아 상기 제2 전압의 고전압 펄스를 출력하는 출력 드라이버를 포함한다.

- [0021] 바람직하게는, 상기 출력 드라이버는 상기 제2 전압을 공급받는 제1 노드와 상기 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드 사이에 스테킹되는 복수개의 P모스 및 상기 제2 노드와 그라운드 노드 사이에 스테킹되는 복수개의 N모스를 구비한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 출력 드라이버는 동적 게이트 바이어싱을 통해 온오프 상태 사이의 전환시에 상기 P모스 및 상기 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 제2 레벨 시프터는 상기 제2 전압에서 상기 제3 전압만큼 강하한 전압으로부터 상기 제1 전압만큼 더 강하되는 펄스 신호를 출력하고, 상기 고전압 스위치는 상기 초음파 트랜스듀서 및 상기 고전압 펄서와 연결되는 제3 노드 및 상기 프리앰프의 입력과 연결되는 제4 노드 사이에 스테킹되는 복수의 N모스를 구비한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 고전압 스위치는 동적 게이트 바이어싱을 통해 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스테킹되는 N모스 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 상기 제3 전압 이하로 제어한다.
- [0025] 바람직하게는, 상기 고전압 스위치는 송신 모드에서 디스에이블되는 수신제어신호에 응답하여 상기 수신제어신호가 디스에이블되는 경우 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스테킹되는 N모스 중 적어도 하나를 오프한다.

발명의 효과

- [0026] 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.
- [0027]

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 고전압 펄서의 출력 드라이버의 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 제2 레벨 시프터의 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 고전압 스위치의 회로도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 프리앰프의 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서는 본 발명에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 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.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템의 블록도이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로를 이용하는 초음파 영상시스템은, 트랜스듀서 어레이(100), 복수 개의 프론트엔드부(200), 빔포머부(300) 및 영상표시부

(400)를 포함하여 이루어질 수 있다.

- [0032] 트랜스듀서 어레이(100)는 고전압 펄스에 응답하여 피험체에 초음파를 송신하고, 피험체로부터 반사되어 상기 초음파를 수신하여 전기 신호로 변환하여 출력한다.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] 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.
- [0036] 프론트엔드부(200)는 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)에 고전압 펄스를 출력하고, 수신 모드에서 트랜스듀서가 출력한 전기 신호를 증폭하여 전달한다.
- [0037] 이 때, 프론트엔드부(200)는 고전압 펄서(210), 프리앰프(220) 및 고전압 스위치(230)를 포함할 수 있다.
- [0038] 여기에서, 고전압 펄서(210), 프리앰프(220) 및 고전압 스위치(230)가 하나의 칩에 형성될 수 있다. 또한 고전압 펄서(210), 프리앰프(220) 및 고전압 스위치(230)가 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 저저전압 CMOS 공정으로 제조한 하나의 집적회로 칩으로 구현할 수 있다.
- [0039] 고전압 펄서(210)는 입력되는 제1 전압의 트리거 신호에 응답하여 트랜스듀서 어레이(100)로 송신되는 10V 이상인 제2 전압의 고전압 펄스를 생성한다.
- [0040] 일반적으로 송신 모드에서 트랜스듀서가 초음파 음압 신호를 생성하기 위하여 필요한 고전압 펄스의 전압, 즉 제2 전압은 10V-100V의 고전압일 수 있으며 본 발명의 일 실시예에서는 15V일 수 있다. 즉, 고전압 펄서(210)는 15V 전압의 단극 펄스 신호를 생성할 수 있다. 이 때 고전압 펄서(210)가 입력받는 트리거 신호의 전압, 즉 제1 전압은 1.8V일 수 있다.
- [0041] 고전압 펄서(210)는 제1 레벨 시프터(211), 제2 레벨 시프터(212), 인버터(213) 및 출력 드라이버(214)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0042] 제1 레벨 시프터(211)는 트리거 신호를 입력받아 제3 전압의 펄스 신호를 출력한다.
- [0043] 여기에서 제3 전압은 예컨대 3.3V일 수 있다. 즉, 제1 레벨 시프터(211)는 1.8V의 제1 전압으로 상승하는 펄스 신호인 트리거 신호를 입력받아 3.3V인 제2 전압까지 상승하는 펄스 신호를 출력할 수 있다.
- [0044] 제2 레벨 시프터(212)는 제2 전압으로부터, 제2 전압에서 제3 전압만큼 강하한 전압인 제4 전압으로 강하되는 제1 반전 펄스 신호를 출력한다. 예컨대 상술한 예에서 제4 전압은 11.7V 일 수 있으며, 제2 레벨 시프터(212)가 출력하는 제1 반전 펄스 신호는 15V에서 11.7V로 강하하였다 다시 15V로 상승하는 반전 펄스 신호일 수 있다. 또한 제2 레벨 시프터(212)는 제4 전압으로부터, 제4 전압에서 제1 전압만큼 강하한 전압인 제5 전압으로 강하되는 제2 반전 펄스 신호를 출력할 수 있다. 즉, 상술한 예에서 제5 전압은 9.9V일 수 있으며, 제2 반전 펄스 신호는 11.7V 에서 9.9V로 강하하였다 다시 11.7V로 상승하는 반전 펄스신호일 수 있다.
- [0045] 인버터(213)는 제1 레벨 시프터(211)가 생성한 제3 전압의 펄스 신호를 반전시켜 출력한다. 상술하는 예에서 인버터(213)는 0V에서 3.3V까지 상승하는 펄스 신호를 출력할 수 있다.
- [0046] 출력 드라이버(214)는 제2 레벨 시프터(212) 및 인버터(213)가 출력하는 신호를 입력받아 제2 전압의 고전압 펄스를 출력한다. 즉, 상술하는 예에서 출력 드라이버(214)는 0V에서 15V까지 상승하는 펄스 신호를 출력할 수 있

다.

- [0047] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 고전압 펄서(210)의 출력 드라이버(214)의 회로도이다.
- [0048] 일반적으로 고전압 펄서(210)를 구현하기 위해서는 디바이스의 손상 없이 고압의 동작을 확보하기 위해 이중 확산 모스(Double-Diffused MOS, DMOS)라고 불리는 특수한 트랜지스터가 레벨 시프터와 출력 드라이버에 사용된다.
- [0049] 본 발명에서는 표준 저전압 CMOS 공정만을 이용하여 제조한 하나의 칩으로 프론트엔드 회로를 구현하기 위하여 저전압 CMOS 트랜지스터를 스테킹한 회로로 DMOS를 대체하여 고전압 펄서(210)를 구현 할 수 있다.
- [0050] 도 2에 도시된 바와 같이, 출력 드라이버(214)는 제2 전압을 공급받는 제1 노드(VHD)와 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드(OUT) 사이에 스테킹되는 복수개의 P모스(P201~P205) 및 제2 노드(OUT)와 그라운드 노드(GND) 사이에 스테킹되는 복수개의 N모스(N201~N205)를 구비할 수 있다. 즉, P모스(P201)의 소스 단자는 제1 노드(VHD)에 접속되어 제2 전압, 예컨대 15V의 고전압에 연결되며, P모스(P201)의 드레인 단자는 P모스(P202)의 소스 단자와 연결되는 방법으로 복수개의 P모스(P201~P205)가 스테킹되고, 마지막으로 스테킹된 P모스(P205)의 드레인 단자는 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드(OUT)에 접속될 수 있다. 같은 방법으로 N모스(N201)의 소스 단자는 그라운드 노드(GND)에 접속되며, N모스(N201)의 드레인 단자는 N모스(N202)의 소스 단자와 연결되는 방법으로 복수개의 N모스(N201~N205)가 스테킹되고, 마지막으로 스테킹된 N모스(N205)의 드레인 단자가 고전압 펄스를 출력하는 제2 노드(OUT)에 접속될 수 있다.
- [0051] 이 때, 각 P모스(P201~P205) 및 N모스(N201~N205) 트랜지스터들은 일반적으로 5V이상의 내전압을 가지는 바이폴라, 고전압 CMOS 또는 DMOS 디바이스가 아니라 제3 전압, 즉 예컨대, 3.3V의 내전압을 가지는 저전압 CMOS 트랜지스터로 구현될 수 있다.
- [0052] 또한 이 경우, 출력 드라이버(214)는 동적 게이트 바이어싱을 통해 온오프 상태 사이의 전환시에 P모스(P201~P205) 및 N모스(N201~N205) 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 제3 전압 이하로 제어할 수 있다. 이 때 P모스(P208~P213) 및 N모스(N207~N212)로 구성된 회로가 동적 게이트 바이어싱을 담당할 수 있다.
- [0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 제2 레벨 시프터(212)의 회로도이다.
- [0054] 제2 레벨 시프터(212)는 입력 노드(INP)를 통하여 제3 전압으로 상승하는 펄스 신호를 입력받고, 입력 노드(INN)를 통하여 제3 전압에서 0V로 하강하는 반전 펄스 신호를 입력받아 출력 노드(OUT1)를 통하여 제2 전압에서 제3 전압만큼 강하한 전압인 제4 전압으로 강하되는 제1 반전 펄스 신호를 출력하고, 출력 노드(OUT2)를 통하여 상기 제4 전압으로부터, 상기 제4 전압에서 상기 제1 전압만큼 강하한 전압인 제5 전압으로 강하되는 제2 반전 펄스 신호를 출력할 수 있다.
- [0055] 즉, 상술한 제2 전압이 15V이고 제3 전압이 3.3V이며 제1 전압이 1.8V인 예에서, 제4 전압은 11.7V이고 제5 전압은 9.9V일 수 있다. 이 경우, 제1 반전 펄스 신호는 15V에서 11.7V로 하강하였다 다시 15V로 상승하는 펄스 신호일 수 있고, 제2 반전 신호는 11.7V에서 9.9V로 하강하였다 다시 11.7V로 상승하는 펄스 신호일 수 있다. 제2 레벨 시프터(212)는 테이퍼드 버퍼(Tapered Buffer)를 이용하여 상술한 제1 및 제2 반전 신호를 출력할 수 있다.
- [0056] 상기 출력 드라이버(214) 및 제2 레벨 시프터(212)는 스테킹된 트랜지스터의 n-우물(N-Well)과 몸체 기저(Body Substrate)의 터미널 접속 등에 대하여 레이아웃 단계에서 세심한 주의를 기울이면 모든 접점에 대해서 상태 전환시 과도한 스트레스를 방지할 수 있다.
- [0057] 프리앰프(220)는 수신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)로부터 수신한 신호를 증폭한다.
- [0058] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 프리앰프(220)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.
- [0059] 도 5의 예에서 TIA는 소스 팔로워(Source Follower)와 피드백 저항이 뒤따르는 공통-소스(Common-Source) 앰프

이다. 공통-소스 앰프는 피드백을 통해 문턱 전압 가까이 바이어스됨으로써 저전력을 소모하면서 큰 트랜스컨덕턴스(Transconductance)를 얻을 수 있다. 큰 폐쇄-루프 게인(Closed-Loop Gain), 낮은 입력 임피던스 및 입력 기준 잡음(Input Referred Noise)의 최소화를 얻기 위해서는 피드백 저항이 큰 것이 바람직하다. 고집적도를 위하여, 피드백 저항은 슈도-저항을 이용하여 구현될 수 있다. 트라이오드 영역(Triode Region)에서 바이어스되고 소스에서 소스로 연결된 NMOS 트랜지스터가 슈도-저항으로 사용될 수 있다. 도 5의 예에서 피드백 저항은 65kΩ으로 설정되었으며, 낮은 입력 임피던스와 94dBΩ의 높은 트랜스임피던스를 대상 대역폭에서 얻을 수 있다. 폐쇄-루프 3-dB 인 대역폭이 여유를 확보하고 후단의 입력 조건을 나타내는 커패시턴스 부하 5pF의 전형적인 코너 조건에서 약 15MHz를 달성할 수 있다.

[0060] 다채널 응용에서 프리앰프(220)의 저전력을 달성하기 위하여 포워드-바디-바이어스(Foward-Body-Biased) 기법을 초단에 적용하여 문턱 전압을 낮추고 궁극적으로는 공급 전압을 낮출 수 있다. 프리앰프(220) 전체적으로 1.1V 공급시 347 μA를 바이어스 회로가 소모하며, 최대 입력 전류 신호 조건에서 400mV 이상의 출력 스윙을 생성할 수 있다. 송신 모드에서 NMOS(N501)과 NMOS(N502)를 끄기 위하여 전원 해제 제어가 포함될 수 있다.

[0061] 고전압 스위치(230)는 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(220)를 차단한다. 이 때, 고전압 스위치(230)는 초음파 트랜스듀서(100) 및 상기 고전압 펄서(210)와 연결되는 제3 노드(SW_IN) 및 프리앰프(220)의 입력과 연결되는 제4 노드(SW_OUT) 사이에 스택킹되는 복수의 N모스(N401 ~ N405)를 구비할 수 있다.

[0062] 하나의 트랜스듀서가 전기 신호를 초음파 음압 신호로 변환하는 역할과 반사된 음압 신호를 전기 신호로 변환하는 역할을 모두 수행하기 때문에, 트랜스듀서 어레이(100)는 송신 모드와 수신 모드에 따라, 초음파 신호를 생성하기 위한 고전압 펄스를 입력받을 수도 있고, 반사된 음압 신호로부터 생성된 미세한 전기 신호를 출력할 수도 있다.

[0063] 따라서, 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)에 고전압 펄스를 입력받는 경우 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230)가 연결되어 있으면, 고전압 펄스가 프리앰프(230)로 전달되어 프리앰프(230)가 오작동할 우려가 있다. 따라서, 프론트엔드부(200)는 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)로 고전압 펄스를 출력하는 경우, 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230)를 차단하고, 수신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)로부터 전기 신호를 입력받는 경우 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230)를 연결할 필요가 있다. 고전압 스위치(230)는 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230)사이에 위치하여 송신 모드에서 트랜스듀서 어레이(100)와 프리앰프(230)를 차단하고, 수신 모드에서 양자를 연결할 수 있다. 고전압 스위치(230)는 수신 모드에서 신호의 감쇄와 노이즈 성능 저하를 최소화하도록 설계되어야 한다.

[0064] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고집적 고전압 아날로그 프론트엔드 집적회로에 구비되는 고전압 스위치(230)의 회로도이다. 고전압 펄서(210)의 경우와 유사하게 트랜지스터 스택킹과 동적 터미널 바이어싱이 고전압 스위치(230)에도 사용될 수 있다.

[0065] 고전압 스위치(230)는 동적 게이트 바이어싱을 통해 제3 노드(SW_IN) 및 제4 노드(SW_OUT) 사이에 스택킹되는 N모스(N401 ~ N405) 각각의 소스 단자와 드레인 단자 사이의 전압을 제3 전압 이하로 제어할 수 있다. 동적 게이트 바이어싱은 스택킹되는 트랜지스터(N401 ~ N405) 각각의 노드 전압을 정확하게 설정하기 위하여 저항 사다리 네트워크에 포함되는 스위치로서 동작하는 N모스(N406 ~ N411) 및 P모스(P402 ~ P407)로 구성되는 회로에 의하여 수행될 수 있다. N모스(N406 ~ N408)의 바이어스 전압을 정확하게 설정하는 문제는 우회하기 위하여 N모스(N412 ~ N415) 및 저항(R41 ~ R44)로 구성되는 추가 바이어스 생성 회로가 전환시에 N모스(N406 ~ N408)의 게이트 단자에서 과도한 스트레스를 방지하기 위하여 적절한 노드 전압을 생성하는 데에 이용될 수 있다. 제2 레벨 시프터(212)로부터 입력되는 제5 전압과 제4 전압 사이에서 스윙하는 펄스 신호가 노드 전압을 생성하기 위하여 사용될 수 있다.

[0066] 고전압 스위치(230)는 송신 모드에서 디스에이블되는 수신제어신호에 응답하여 수신제어신호가 디스에이블되는 경우 상기 제3 노드 및 제4 노드 사이에 스택킹되는 N모스(N401 ~ N405) 중 적어도 하나를 오프할 수 있다. 예컨대, 송신 모드에서, 수신제어신호(CTRL_RX)는 디스에이블되고, 이 때 수신제어신호(CTRL_RX)는 온 상태이고 반전수신제어신호(CTRL_RXb)는 오프 상태일 수 있으며, 상태 전환시 펄서(210)의 출력으로부터 인가되는 입력 신호 전압에 기반하여 스택킹되는 N모스(N401 ~ N405) 각각의 단자 전압차는 제3 전압인 3.3V 이하로 설정될 수 있다. 이에 따라 서로 다른 동작 절차, 전압, 온도 코너에서 디바이스의 신뢰성이 저하되지 않을 수 있다. 또한 예컨대, 수신 모드에서, 반전수신제어신호(CTRL_RXb)가 온 상태일 수 있으며, 이 때 주 신호 경로에 있는 모든 N모스(N401 ~ N405)는 온 될 수 있다. 고전압 스위치(230)는 후단의 프리앰프(220)의 신호 강도 및 노이즈 성능의 저하를 무시할 수 있을 정도로 유지할 수 있다.

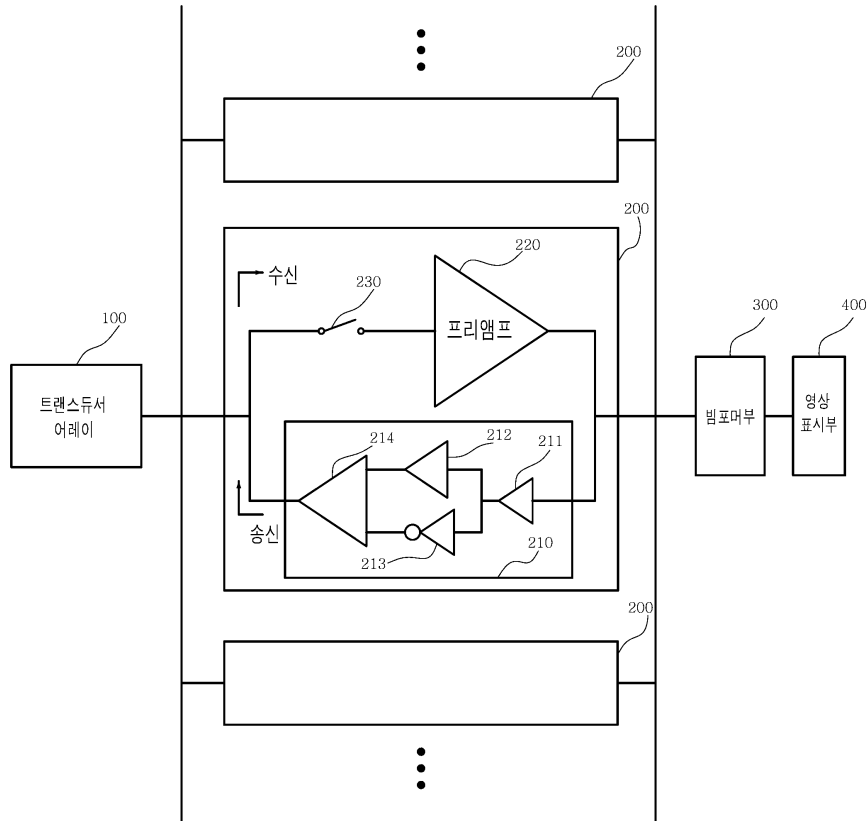
- [0067] 빔포머부(300)는 복수개의 프론트엔드부(200)가 각각 시간차를 두고 고전압 펄스를 출력하도록 제어하고, 복수개의 프론트엔드부(200)로부터 증폭되어 전달된 전기 신호를 디지털 신호로 변환한다.
- [0068] 영상표시부(400)는 빔포머부가 변환한 디지털 신호에 근거하여 초음파 영상을 구성하여 표시한다.
- [0069] 이상 살펴본 바와 같이 본 발명에 따르면, 초음파 영상시스템 응용에 사용될 수 있는, 고전압 스위치와 고전압 펄서를 포함하는 프론트엔드 회로를 표준 저전압 CMOS 공정만을 사용하여 하나의 칩에 구현함으로써, 초음파 영상시스템의 고성능을 유지하면서 제조비용을 절감하고 구조를 단순화할 수 있다.
- [0070] 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

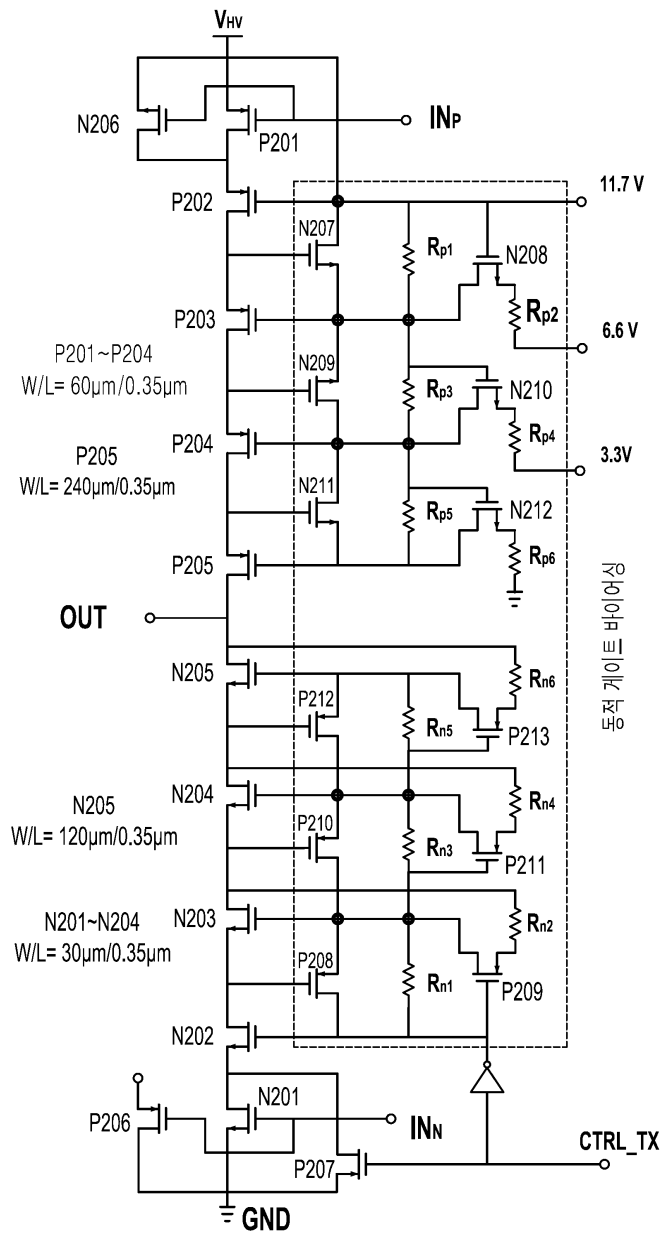
- [0071] 100 : 트랜스듀서 어레이 200 : 프론트엔드부
 210 : 고전압 펄서 211 : 제1 레벨 시프터
 212 : 제2 레벨 시프터 213 : 인버터
 214 : 출력 드라이버 220 : 프리앰프
 230 : 고전압 스위치 300 : 빔포머
 400 : 영상표시부 VHD : 제1 노드
 OUT : 제2 노드 SW_IN : 제3 노드
 SW_OUT : 제4 노드 GND : 그라운드 노드
 INN, INP : 입력 노드 OUT1, OUT2 : 출력 노드
 P201 ~ P502 : P모스 N201 ~ N506 : N모스

도면

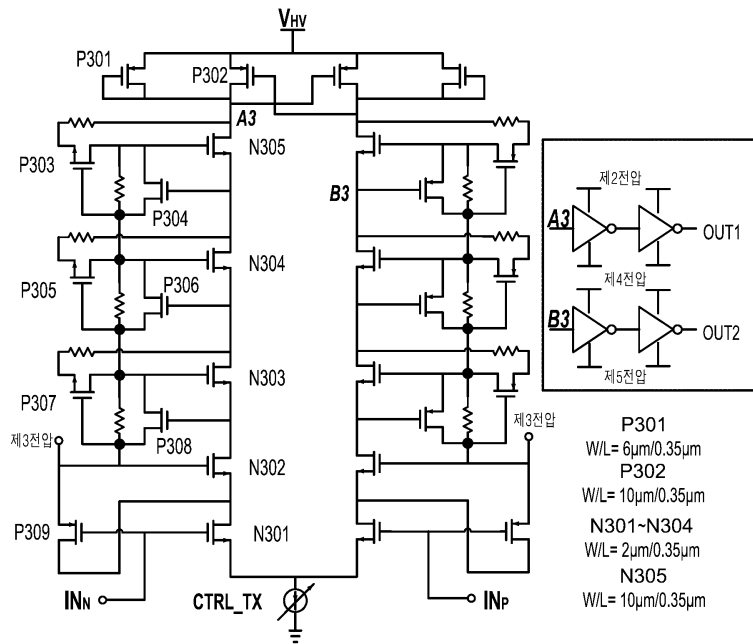
도면1



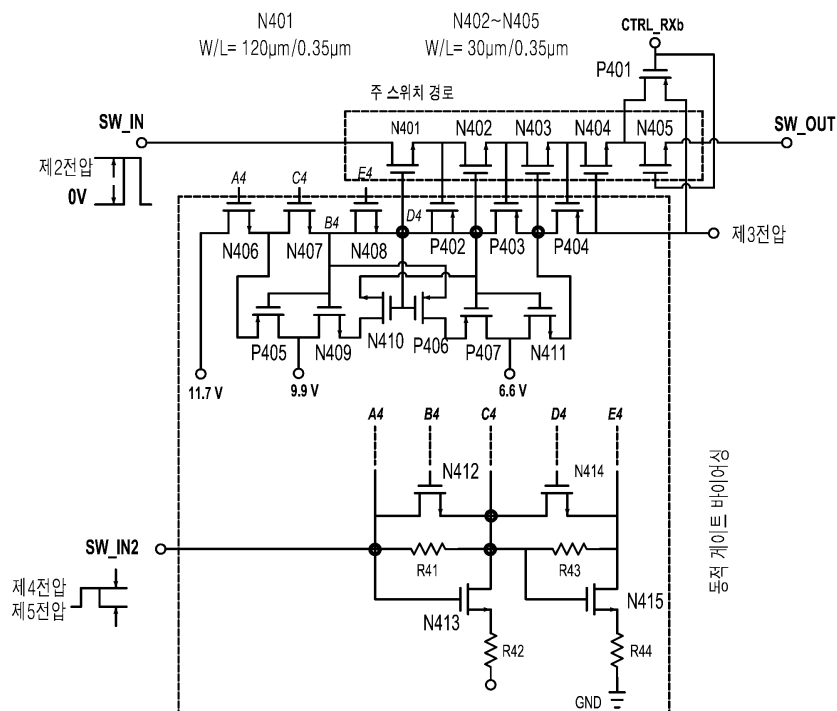
도면2



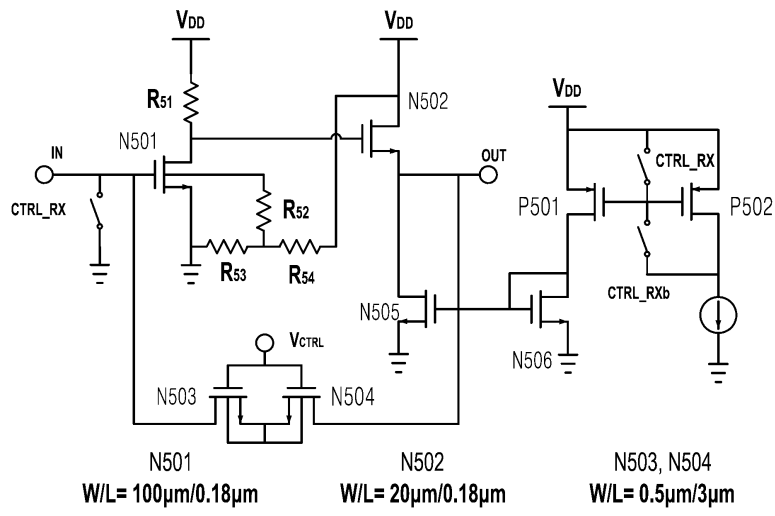
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	高度集成的高压模拟前端集成电路和使用该系统的超声成像系统		
公开(公告)号	KR1020160021354A	公开(公告)日	2016-02-25
申请号	KR1020140105974	申请日	2014-08-14
[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 HYOUNG KYU 차혁규 ADITYA BANUJAI 아디타바누아지		
发明人	차혁규 아디타바누아지		
IPC分类号	H03K17/04 A61B8/00		
CPC分类号	H03K17/04 A61B8/00 H03K17/51 H03K17/56 H03K17/66 H03K17/687 A61B8/56		
代理人(译)	Yieuncheol 이수찬		
其他公开文献	KR101626507B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

高集成度高压模拟前端集成电路和使用该集成电路的超声成像系统技术领域本发明涉及一种高集成度高压模拟前端集成电路和使用该集成电路的超声成像系统，响应于输入触发信号而生成发送至超声换能器的10V或更高的高压脉冲的高压脉冲发生器以及处于接收模式的超声换能器 一种用于放大从前端电路接收的信号的前置放大器，该前置放大器包括高压开关和包括高压脉冲的高压脉冲发生器，该高压脉冲发生器用于在发送模式下阻挡超声换能器和前置放大器。 仅使用标准的低压CMOS工艺在单个芯片上实现，从而降低了制造成本并简化了结构，同时保持了超声成像系统的高性能。 支持本发明的国家研发项目 任务编号 2012R1A1A1040958部门名称科学，信息与通信技术与未来计划研究所 韩国研究基金会研究项目名称研究人员支持项目-新兴研究支持项目研究项目名称超声医学成像系统应用的高密度高压CMOS模拟前端集成电路研究与开发 贡献率1/1主办单位首尔科技大学研究期2012.09.01~ 2015.08.31

