



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월26일

(11) 등록번호 10-2207193

(24) 등록일자 2021년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/044 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0168601

(22) 출원일자 2013년12월31일

심사청구일자 2018년12월19일

(65) 공개번호 10-2015-0080248

(43) 공개일자 2015년07월09일

(56) 선행기술조사문헌

W02012169454 A1

CN103135840 A

CN102693055 A

(73) 특허권자

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

한성수

경기 파주시 금정로 7-5, B동 302호 (금촌동, 센추럴)

강성규

경기도 파주시 월릉면 엘씨대로 201 E동 909호 (덕은리, 정다운마을)

(74) 대리인

이승찬

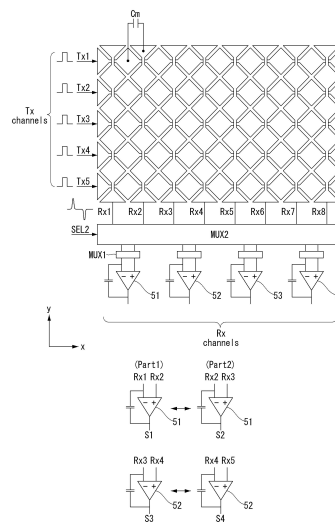
전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 반성원

(54) 발명의 명칭 터치 센싱 시스템

**(57) 요약**

본 발명은 터치 센싱 시스템에 관한 것으로, 터치 스크린; 다수의 수신 채널들을 통해 수신된 신호를 이용하여 터치 입력을 센싱하는 터치 센싱 IC; 상기 터치 스크린의 터치 센서들에 연결된 센싱 배선들과 상기 터치 센싱 IC의 수신 채널들 사이에 형성되어 이웃한 센싱 배선들을 통해 수신되는 터치 센서 신호들의 차를 증폭하는 차동 증폭기들; 및 포워드 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의 입력 단자들에 상기 이웃한 센싱 배선들을 연결하고, 리버스 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의 입력 단자들에 연결된 센싱 배선들을 서로 스위칭하는 멀티플렉서를 포함한다.

**대표도** - 도8

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다수의 터치 센서들과, 상기 터치 센서들에 연결된 센싱 배선들을 포함하는 터치 스크린;

다수의 수신 채널들을 통해 수신된 신호를 이용하여 터치 입력을 센싱하는 터치 센싱 IC;

상기 센싱 배선들과 상기 터치 센싱 IC의 수신 채널들 사이에 형성되어 이웃한 센싱 배선들을 통해 수신되는 터치 센서 신호들의 차를 증폭하는 차동 증폭기들; 및

포워드 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의 입력 단자들에 상기 이웃한 센싱 배선들을 연결하고, 리버스 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의 입력 단자들에 연결된 센싱 배선들을 서로 스위칭하는 멀티플렉서를 포함하고,

상기 터치 센싱 IC는 상기 포워드 센싱 모드에서 수신된 상기 차동 증폭기들의 출력 신호들과 상기 리버스 센싱 모드에서 수신된 상기 차동 증폭기들의 출력 신호들 중에서 신호 대 잡음비가 낮은 신호를 무시하고 다른 신호를 바탕으로 상기 터치 입력을 센싱하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 터치 센싱 IC는 상기 차동 증폭기들의 출력을 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 이용하여 디지털 값으로 변환하고, 제1 수신 채널과 마지막 수신 채널인 제N(N은 2 이상의 양의 정수) 수신 채널에 연결된 제N 차동 증폭기의 출력 신호 중 어느 하나를 무시하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 차동 증폭기들 각각은 반전 입력 단자, 비반전 입력 단자, 출력 단자, 및 상기 반전 입력 단자와 상기 출력 단자 사이에 연결된 커패시터를 포함하고,

상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기들의 반전 입력 단자와 비반전 입력단자는 이웃한 센싱 배선들에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 한 쪽 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않은 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 포워드 센싱 모드에서 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제i(i=N) 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제i+1 센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드에서 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제i+1 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제i 센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드에서 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 제N 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것에도 연결되지 않고,

상기 리버스 센싱 모드에서 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것에도 연결되지 않고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제N 센싱 배선에 연결되는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 터치 센싱 IC는,

상기 제N 차동 증폭기의 출력을 무시하고 다른 차동 증폭기들의 출력으로부터 얻어진 디지털 값들을 상기 수신 채널 개수 만큼 조합한 센싱 결과를 바탕으로 터치 입력 위치의 좌표를 계산하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 차동 증폭기들 각각은 반전 입력 단자, 비반전 입력 단자, 출력 단자, 및 상기 반전 입력 단자와 상기 출력 단자 사이에 연결된 커패시터를 포함하고,

상기 차동 증폭기들 중에서 상기 터치 센싱 IC의 제1 수신 채널에 연결된 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기들의 반전 입력 단자와 비반전 입력단자는 이웃한 센싱 배선들에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 한 쪽 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않은 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 포워드 센싱 모드에서 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제 $i$ ( $i=N$ ) 센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제 $i+1$  센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드에서 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제 $i+1$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제 $i$  센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드에서 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것에도 연결되지 않고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제1 센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드에서 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 제1 센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것에도 연결되지 않는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 터치 센싱 IC는,

상기 제1 차동 증폭기의 출력을 무시하고 다른 차동 증폭기들의 출력으로부터 얻어진 디지털 값들을 상기 수신 채널 개수 만큼 조합한 센싱 결과를 바탕으로 터치 입력 위치의 좌표를 계산하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 차동 증폭기들의 입력 단자에 연결되는 센싱 배선들을 시프트시키기 위한 제2 멀티플렉서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 포워드 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제 $i$ ( $i=N$ ) 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제 $i+1$  센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i+2$  센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i$  센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+2$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되며,

상기 포워드 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N-1 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제N 센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않으며,

상기 리버스 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N 센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제N-1 센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않으며, 상기 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제N 센싱 배선에 연결되는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 터치 센싱 IC는,

상기 제N 차동 증폭기의 출력을 무시하고 다른 차동 증폭기들의 출력으로부터 얻어진 디지털 값들을 상기 수신 채널 개수 만큼 조합한 센싱 결과를 바탕으로 터치 입력 위치의 좌표를 계산하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 차동 증폭기들 각각은 반전 입력 단자, 비반전 입력 단자, 출력 단자, 및 상기 반전 입력 단자와 상기 출력 단자 사이에 연결된 커패시터를 포함하고,

상기 차동 증폭기들 중에서 상기 터치 센싱 IC의 제1 수신 채널에 연결된 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기들의 반전 입력 단자와 비반전 입력단자는 이웃한 센싱 배선들에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 한 쪽 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않은 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 포워드 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i(i=N)$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제N 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i+2$  센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i$  센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제  $i+2$  센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제  $i+1$  센싱 배선에 연결되며,

상기 포워드 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제1 센싱 배선에 연결되고,

상기 포워드 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 제1 센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제2 센싱 배선에 연결되고,

상기 리버스 센싱 모드의 제1 시간에 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제1 센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 센싱 배선들 중 어느 것과도 연결되지 않고,

상기 리버스 센싱 모드의 제2 시간에 상기 제1 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 상기 제2 센싱 배선에 연결되고, 상기 제1 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제1 센싱 배선에 연결되는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 터치 센싱 IC는,

상기 제1 차동 증폭기의 출력을 무시하고 다른 차동 증폭기들의 출력으로부터 얻어진 디지털 값들을 상기 수신 채널 개수 만큼 조합한 센싱 결과를 바탕으로 터치 입력 위치의 좌표를 계산하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

1 프레임 기간은 다수의 픽셀 구동 기간과 다수의 터치 센싱 기간으로 시분할되고,

상기 터치 센싱 IC는 상기 터치 센싱 기간에 구동되어 상기 터치 센싱 기간 내에서 상기 차동 증폭기들의 출력을 수신하여 디지털 값으로 변환하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

#### 청구항 16

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

1 프레임 기간은 다수의 픽셀 구동 기간과 다수의 터치 센싱 기간으로 시분할되고,

상기 터치 센싱 IC는 상기 터치 센싱 기간에 구동되어 상기 차동 증폭기들의 출력을 수신하고 상기 픽셀 구동 기간 동안 상기 차동 증폭기들의 출력을 디지털 값으로 변환하는 것을 특징으로 하는 터치 센싱 시스템.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 터치 센싱 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 유저 인터페이스(User Interface, UI)는 사람(사용자)이 쉽게 자신이 원하는 대로 각종 전자 기기를 제어할 수 있게 한다. 이러한 유저 인터페이스의 대표적인 예로는 키패드, 키보드, 마우스, 온스크린 디스플레이(On Screen Display, OSD), 적외선 통신 혹은 고주파(RF) 통신 기능을 갖는 원격 제어기(Remote controller) 등이 있다. 유저 인터페이스 기술은 사용자 감성과 조작 편의성을 높이는 방향으로 발전을 거듭하고 있다. 최근, 유저 인터페이스는 터치 UI, 음성 인식 UI, 3D UI 등으로 진화되고 있다.

[0003] 터치 UI는 휴대용 정보기기에 필수적으로 채택되고 있다. 터치 UI는 표시장치의 화면 상에 터치 스크린을 형성

하는 방법으로 구현되고 있다.

- [0004] 상호 용량 방식(Mutual Capacitance)의 터치 스크린은 도 1과 같이 Tx 라인들(Tx1~Tx4), Tx 라인들(Tx1~Tx4)과 직교되는 Rx 라인들(Rx1~Rx4), 및 Tx 라인들(Tx1~Tx4)과 Rx 라인들(Rx1~Rx4) 간에 형성된 터치 센서들을 포함한다. 터치 센서들 각각은 상호 용량(Cm)을 포함한다. 센싱 회로는 Tx 라인(Tx1~Tx4)에 구동 신호를 공급하고 그와 동기되어 Rx 라인(Rx1~Rx4)을 통해 터치 센서 신호를 수신하여 터치 센서의 전하 변화량을 센싱하고, 그 전하 변화량을 분석하여 터치 입력 여부와 그 위치를 판단한다. 이러한 센싱 회로는 터치 센싱 IC(Integrated Circuit)으로 집적되어 Tx 및 Rx 라인들(Tx1~Tx4, Rx1~Rx4)에 연결될 수 있다.
- [0005] Rx 라인들(Rx1~Rx4)에는 차동 증폭기(Differential Amplifier)(11~14)가 연결될 수 있다. 센싱 회로는 이웃한 2 개의 Rx 라인들에 연결된 차동 증폭기(11~14)에 의해 증폭된 신호를 수신할 수 있다. 차동 증폭기(11~14)의 출력 단자는 커패시터(C)를 경유하여 반전 입력 단자(-)에 연결된다. 차동 증폭기들(11~14) 각각은 반전 입력 단자(-)에 입력되는 제i(i는 양의 정수) 센서 신호와 비반전 입력 단자(+)에 입력되는 제i+1 센서 신호의 차를 증폭하여 제i 센서 신호(S1~S4)를 출력한다. 차동 증폭기들(11~14)은 도 2와 같이 이웃한 Rx 라인들을 통해 수신된 신호들의 차를 증폭하여 노이즈에 비하여 신호 성분을 더 크게 함으로써 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio : SNR)를 개선할 수 있다.
- [0006] 차동 증폭기들(11~14)를 통해 센서 신호를 얻는 방법은 N(N은 2 이상의 양의 정수) 개의 Rx 라인들에 대하여 N-1 개의 센서 신호를 얻을 수 있다. N 개의 센서 신호를 얻기 위하여, 센싱 회로의 제1 수신 채널(이하, "Rx 채널"이라 함) 또는 마지막 Rx 채널에 연결된 차동 증폭기의 비반전 입력 단자에 가상의 더미 신호를 인가하는 방법이 있다. 그런데 이 방법은 일부 센서 신호의 신호 대 잡음비(SNR)가 낮아지는 문제가 있다. 특히, 센싱 회로의 Rx 채널들 중에서 양 끝단에 위치하는 에지 채널들 즉, 제1 Rx 채널과 마지막 Rx 채널 중 어느 한 신호의 신호 대 잡음비(SNR)가 낮아진다.
- [0007] 도 1의 예에서, 제4 차동 증폭기(14)의 비반전 입력 단자(+)에는 더미 신호(D0)가 입력된다. 제4 차동 증폭기(14)는 제4 센서 신호와 더미 신호(D0)의 차를 증폭한 신호를 제4 센서 신호로서 출력한다. 더미 신호에는 센서 신호와 같은 노이즈가 없다. 따라서, 제4 차동 증폭기(14)에 입력되는 제4 센서 신호와 더미 신호(D0)의 차를 증폭하면 노이즈도 증폭된다. 그 결과, 제4 차동 증폭기(14)로부터 출력되는 신호는 신호 대 잡음비(SNR)의 개선 효과가 다른 차동 증폭기(11~13)에 비하여 작다.
- [0008] 터치 스크린의 크기와 해상도가 증가하면, 터치 스크린의 송신 채널(이하 "Tx 채널"이라 함) 수와 Rx 채널 수도 함께 증가한다. 따라서, 터치 스크린의 크기와 해상도가 증가하면 둘 이상의 IC들을 터치 스크린에 연결할 필요가 있다.
- [0009] 미국 특허 US 8,350,824 B2는 대화면 터치 스크린(TSP)에 2 개의 IC들을 연결하고, IC들 간의 경계에서 센서 데이터(이하, "경계 데이터"라 함)를 획득하는 방법을 개시하고 있다. 경계 데이터를 얻기 위하여, 미국 특허 US 8,350,824 B2는 IC들 간의 경계 데이터와 그와 이웃한 데이터들을 로우 패스 필터링(Low pass filtering)하고 그 결과를 평균한 값으로 경계 데이터를 생성하는 방법을 제안하였다. 그런데, 이러한 센싱 방법은 경계 데이터를 얻기 위하여 경계 데이터의 주변 데이터들을 비교하고 평균을 계산하여야 하기 때문에 데이터 연산량이 많아 데이터 처리 시간이 길어지고, IC들 간에 출력 편차가 큰 경우에 데이터의 정확도가 저하될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 신호 대 잡음비를 개선할 수 있는 터치 센싱 시스템을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 터치 센싱 시스템은 다수의 터치 센서들과, 상기 터치 센서들에 연결된 센싱 배선들을 포함하는 터치 스크린; 다수의 수신 채널들을 통해 수신된 신호를 이용하여 터치 입력을 센싱하는 터치 센싱 IC; 상기 터치 센서들에 연결된 센싱 배선들과 상기 터치 센싱 IC의 수신 채널들 사이에 형성되어 이웃한 센싱 배선들을 통해 수신되는 터치 센서 신호들의 차를 증폭하는 차동 증폭기들; 및 포워드 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의

입력 단자들에 상기 이웃한 센싱 배선들을 연결하고, 리버스 센싱 모드에서 상기 차동 증폭기들 각각의 입력 단자들에 연결된 센싱 배선들을 서로 스위칭하는 멀티플렉서를 포함한다.

[0012] 상기 터치 센싱 IC는 상기 포워드 센싱 모드에서 수신된 상기 차동 증폭기들의 출력 신호들과 상기 리버스 센싱 모드에서 수신된 상기 차동 증폭기들의 출력 신호들 중에서 신호 대 잡음비가 낮은 신호를 무시하고 다른 신호를 바탕으로 상기 터치 입력을 센싱한다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명은 차동 증폭기들의 입력 신호들을 스위칭하여 차동 증폭기들 각각에서 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과를 얻고 신호 대 잡음비가 낮은 신호를 제거하고 나머지 센싱 결과들을 바탕으로 터치 입력을 센싱한다. 그 결과 본 발명의 터치 센싱 IC의 모든 수신 채널들에서 신호 대 잡음비를 개선할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 이웃한 Rx 라인들에 연결된 차동 증폭기를 보여 주는 회로도이다.  
 도 2는 차동 증폭기를 이용한 신호 대 잡음비(SNR) 개선 효과를 보여 주는 도면이다.  
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 터치 센싱 시스템을 보여 주는 블록도이다.  
 도 4는 대화면 터치 스크린에 다수의 터치 센싱 IC가 연결된 예를 보여 주는 도면이다.  
 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다.  
 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다.  
 도 7은 포워드 센싱 모드(Forward sensing mode)와 리버스 센싱 모드(Reverse sensing mode)에서 차동 증폭기들 각각의 입력 신호를 스위칭하기 위한 제1 멀티플렉서를 상세히 보여 주는 회로도이다.  
 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다.  
 도 9는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드에서 도 8에 도시된 차동 증폭기들의 입출력 변화를 보여 주는 도면이다.  
 도 10은 본 발명의 제4 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다.  
 도 11은 터치 센싱 IC를 상세히 보여 주는 도면이다.  
 도 12 내지 도 13b는 도 8 및 도 10과 같은 차동 증폭기들을 구동하기 위한 방법을 보여 주는 파형도들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 표시장치는 액정표시장치(Liquid Crystal Display, LCD), 전계방출 표시소자(Field Emission Display : FED), 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panel, PDP), 유기발광 다이오드 표시장치(Organic Light Emitting Display, OLED), 전기영동 표시소자(Electrophoresis, EPD) 등의 평판 표시소자 기반으로 구현될 수 있다. 이하의 실시예에서, 평판 표시소자의 일 예로서 표시장치를 액정표시소자 중심으로 설명하지만, 본 발명의 표시장치는 액정표시소자에 한정되지 않는다.

[0016] 본 발명의 터치 센싱 시스템은 다수의 정전 용량 센서들을 통해 터치 입력을 감지하는 정전 용량 방식의 터치 스크린으로 구현될 수 있다. 정전 용량 방식의 터치 스크린은 다수의 터치 센서들을 포함한다. 터치 센서들 각각은 정전 용량(capacitance)을 포함한다. 정전 용량은 자기 정전 용량(Self Capacitance)과 상호 정전 용량(Mutual Capacitance)으로 나뉘어질 수 있다. 자기 정전 용량은 한 방향으로 형성된 단층의 도체 배선을 따라 형성된다. 상호 정전 용량은 직교하는 두 도체 배선들 사이에 형성된다. 이하의 실시예에서, 상호 정전 용량 방식의 터치 스크린이 예시되었으나, 본 발명의 터치 센싱 시스템은 상호 정전 용량 방식의 터치 스크린에 한정되지 않는다는 것에 주의하여야 한다.

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동



일한 참조번호들은 실질적으로 동일한 구성요소들을 의미한다. 이하의 설명에서, 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0018] 도 3 내지 도 7을 참조하면, 본 발명의 터치 센싱 시스템은 터치 스크린(TSP)과, 터치 센싱 IC(20)를 포함한다.

[0019] 터치 스크린(TSP)은 Tx 라인들(Tx1~Tx5), Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 교차하는 Rx 라인들(Rx1~Rx8), 및 Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 Rx 라인들(Rx1~Rx8)의 교차점들마다 형성된 터치 센서들(Cm)을 포함한다. Tx 라인들(Tx1~Tx5)은 터치 센서들 각각에 구동 신호를 인가하여 터치 센서들에 전하를 공급하는 구동 신호 배선들이다. Rx 라인들(Rx1~Rx8)은 터치 센서들에 연결되어 터치 센서들의 전하를 터치 센싱 IC(20)로 공급하는 센싱 배선들이다. Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 Rx 라인들(Rx1~Rx8)은 절연층(또는 유전층)을 사이에 두고 교차한다. Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 Rx 라인들(Rx1~Rx8)의 교차부에서 Tx 라인과 Rx 라인이 단락(short circuit)되지 않도록 Rx 라인은 Tx 라인과 교차되는 위치에서 분리될 수 있다. 분리된 Rx 라인의 부분들은 절연층을 관통하여 브릿지 패턴(Bridge pattern)을 통해 연결될 수 있다. 브릿지 패턴은 절연층을 사이에 두고 Tx 라인과 교차되어 Rx 라인이 Tx 라인과 단락되지 않도록 한다. Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 Rx 라인들(Rx1~Rx8)의 교차부에서 Tx 라인의 일부분이 제거되고 브릿지 패턴을 통해 Tx 라인에서 분리된 부분들이 서로 연결될 수도 있다.

[0020] 터치 스크린(TSP)은 표시패널(DIS)의 상부 편광판 상에 접합되거나, 표시패널(DIS)의 상부 편광판과 상부 기판 사이에 형성될 수 있다. 터치 스크린(TSP)의 터치 센서들(Cm)은 픽셀 어레이와 함께 표시패널(DIS)의 하부 기판 상에 형성되어 표시패널(DIS) 내에 인셀(In-cell) 타입으로 내장될 수 있다.

[0021] 터치 센싱 IC(20)는 터치 전후 터치 센서의 전하 변화량을 센싱하여 손가락과 같은 전도성 물질의 터치 여부와 그 위치를 판단한다. 터치 센싱 IC(20)는 Tx 라인들(Tx1~Tx5)과 Rx 라인들(Rx1~Rx8)에 연결된다. 터치 센싱 IC(20)는 Tx 라인들(Tx1~Tx5)에 구동신호를 공급하고, 그 구동신호와 동기하여 Rx 라인들(Rx1~Rx8)을 통해 터치 센서 신호를 수신한다.

[0022] 터치 센싱 IC(20)는 도 11과 같이 차동 증폭기들에 연결된 적분기(21), 아날로그-디지털 변환기(Analog to Digital Convertor, 이하 "ADC"라 함)(22), 메모리(23), 데이터 선택부(24), 버퍼 메모리(25), 및 알고리즘 실행부(26)를 포함한다. 차동 증폭기들과 적분기(21) 사이에는 차동 증폭기들로부터 출력된 터치 센서 신호를 샘플링하여 적분기에 공급하는 샘플 & 홀드 회로(sample & hold circuit)가 배치된다. 터치 센싱 IC(20)는 Tx 라인들에 구동 신호를 공급하는 구동 신호 발생부를 더 포함한다. 구동 신호 발생부는 도 11에서 생략되어 있다.

[0023] 터치 센싱 IC(20)는 Tx 라인들(Tx1~Tx5)에 구동신호를 공급하고 그 구동신호에 동기하여 Rx 라인들(Rx1~Rx8)을 통해 터치 센서 신호를 수신하고 그 터치 센서 신호를 샘플링하여 터치 센서들 각각의 전하 변화량을 센싱한다. 터치 센서들(Cm)에 인가되는 구동신호는 구형과 형태의 펄스, 정현파, 삼각파 등 다양한 형태로 발생될 수 있다. 구동신호는 도 10 및 도 11과 같이 Tx 라인 각각에 2 회 이상 공급될 수 있다. 이 경우, 터치 센서 신호들 각각은 적분기(21)에 2회 이상 누적될 수 있다. 터치 센서의 전하가 적분기(21)에 여러 차례 누적되면 누적 횟수가 높아질수록 터치 센서의 전하 변화량이 커지므로 신호 대 잡음비(SNR)가 높아진다.

[0024] 터치 센싱 IC(20)는 터치 전후 터치 센서의 전하 변화량을 소정의 문턱값과 비교하기 위하여 ADC(22)를 이용하여 터치 센서의 전하 변화량을 디지털 값(Touch Raw Data)으로 변환하여 메모리(23)에 일시 저장한다. 터치 센싱 IC(20)의 알고리즘 실행부(26)는 디지털 값을 문턱값과 비교하여 문턱값 보다 큰 디지털 값을 터치 입력 위치의 터치 센서 신호로 판정한다. 터치 센싱 IC(20)로부터 출력된 터치 레포트(Touch Report)는 터치 입력들 각각의 좌표 정보(XY)를 포함하여 호스트 시스템(18)으로 전송된다. 도 11에서 데이터 선택부(24)와 버퍼 메모리(25)는 후술하는 포워드 센싱(Forward sensing) 결과와 리버스 센싱(Reverse sensing mode) 결과 중에서 신호 대 잡음비(SNR) 낮은 터치 센서 신호의 디지털 값을 버리고 나머지 터치 센서들의 센싱 결과를 Rx 채널 개수 만큼 적절히 조합하여 알고리즘 실행부(26)에 공급한다.

[0025] 대화면 터치 스크린(TSP)의 경우, 터치 센싱 IC(20)의 Tx 채널 수와 Rx 채널 수가 많아지기 때문에 도 4와 같이 둘 이상의 터치 센싱 IC들(IC#1, IC#2)이 터치 스크린에 연결될 수 있다. 도 4의 예에서 제1 IC(IC#1)는 제1 Tx 그룹의 Tx 라인들과 제1 Rx 그룹의 Rx 라인들(Rx1~Rx48)에 연결된다. 제2 IC(IC#2)는 제2 Tx 그룹의 Tx 라인들과 제2 Rx 그룹의 Rx 라인들(Rx49~Rx96)에 연결된다. 제1 Tx 그룹과 제2 Tx 그룹은 터치 스크린의 Tx 라인들이 2 그룹으로 분리된 것을 의미한다. 제1 터치 센싱 IC(IC#1)는 제1 Tx 그룹의 Tx 라인들에 구동신호를



공급하고, 그 구동신호와 동기하여 Rx 라인들(Rx1~Rx48)을 통해 터치 센서 신호를 수신한다. 제1 터치 센싱 IC(IC#1)는 수신된 터치 센서의 터치 전후 전하 변화량을 검출하여 그 전하 변화량을 ADC를 이용하여 디지털 값으로 변환한다. 제1 터치 센싱 IC(IC#1)는 문턱값 보다 큰 디지털 값을 터치 입력 위치의 터치 센서 신호로 판정한다. 제2 터치 센싱 IC(IC#2)는 제2 Tx 그룹의 Tx 라인들에 구동신호를 공급하고, 그 구동신호와 동기하여 Rx 라인들(Rx49~Rx96)을 통해 터치 센서 신호를 수신한다. 제2 터치 센싱 IC(IC#2)는 수신된 터치 센서의 터치 전후 전하 변화량을 검출하여 그 전하 변화량을 ADC를 이용하여 디지털 값으로 변환한다. 제2 터치 센싱 IC(IC#2)는 문턱값 보다 큰 디지털 값을 터치 입력 위치의 터치 센서 신호로 판정한다. 제1 및 제2 터치 센싱 IC(IC#1, IC#2) 각각은 터치 입력들 각각의 좌표 정보(XY)를 포함한 터치 레포트(Touch Report)를 호스트 시스템(18)으로 전송할 수 있다. 제1 및 제2 터치 센싱 IC(IC#1, IC#2) 중 어느 하나가 다른 IC로부터 수신된 터치 레포트와 함께 자신이 출력한 터치 레포트를 동기하여 호스트 시스템(18)으로 전송할 수도 있다.

[0026] Rx 라인들(Rx1~Rx8)에는 도 5와 같은 방법으로 차동 증폭기들(41~48)이 연결될 수 있다. 차동 증폭기들(41~48) 각각은 양 입력 단자들을 통해 수신되는 터치센서 신호들의 차를 증폭한다. 차동 증폭기들(41~48)의 반전 입력 단자와 출력 단자 사이에 커패시터(C)가 연결된다. 따라서, 차동 증폭기들(41~48)의 출력 신호는 반전 입력 단자를 통해 입력된 터치 센서의 증폭 신호이다. 터치 센싱 감도에 악영향을 주는 노이즈(noise)는 터치 스크린(TSP)의 기생용량을 통해 터치 센서들(Cm)에 인가된다. 터치 스크린(TSP)의 기생용량은 터치 센서들(Cm)이 표시패널의 픽셀 어레이에 인셀 타입으로 내장될 때 커진다. 이웃한 터치 센서들에 인가된 노이즈는 거의 동일한 크기를 갖는다. 차동 증폭기들(41~48)은 이웃한 Rx 라인들을 통해 수신된 신호들의 차를 증폭하여 노이즈에 비하여 신호 성분을 더 크게 함으로써 신호 대 잡음비(SNR)를 개선한다.

[0027] 차동 증폭기들(41~48) 각각의 양 입력단자들은 제1 멀티플렉서(Multiplexer : MUX)(MUX1)가 설치된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)는 포워드 센싱 모드(Forward sensing mode)와 리버스 센싱 모드(Reverse sensing mode) 사이에서 센싱 모드가 전환될 때 차동 증폭기들의 입력 신호들을 스위칭(switching)한다.

[0028] 차동 증폭기(41~48)는 풀리 디퍼런셜 앰플리파이어(Fully differential amplifier)로 구현될 수 있다. 풀리 디퍼런셜 앰플리파이어는 차 신호를 증폭하여 정극성 출력 단자와 부극성 출력 단자를 통해 상보적인(Complementary) 정극성 신호와 부극성 신호 전압을 출력한다.

[0029] 본 발명의 터치 센싱 시스템은 차동 증폭기들의 개수를 줄이기 위하여, 도 8과 같이 Rx 라인들(Rx1~Rx8)과 차동 증폭기들(51~54) 사이에 제2 멀티플렉서(MUX2)를 연결할 수 있다. 차동 증폭기들(51~54) 각각의 양 입력단자들은 입력 신호들을 스위칭하기 위한 제1 멀티플렉서(MUX1)가 설치된다.

[0030] 표시패널(DIS)은 두 장의 기관들 사이에 형성된 액정층을 포함한다. 표시패널(DIS)의 픽셀 어레이는 데이터라인들(D1~Dm, m은 양의 정수)과 게이트라인들(G1~Gn, n은 양의 정수)에 의해 정의된 픽셀 영역에 형성된 픽셀들을 포함한다. 픽셀들 각각은 데이터라인들(D1~Dm)과 게이트라인들(G1~Gn)의 교차부들에 형성된 TFT들(Thin Film Transistor), 데이터전압을 충전하는 화소전극, 화소전극에 접속되어 액정셀의 전압을 유지시키기 위한 스토리지 커패시터(Storage Capacitor, Cst) 등을 포함한다.

[0031] 표시패널(DIS)의 상부 기관에는 블랙매트릭스, 컬러필터 등이 형성된다. 표시패널(DIS)의 하부 기관은 COT(Color filter On TFT) 구조로 구현될 수 있다. 이 경우에, 블랙매트릭스와 컬러필터는 표시패널(DIS)의 하부 기관에 형성될 수 있다. 공통전압(Vcom)이 공급되는 공통전극은 표시패널(DIS)의 상부 기관이나 하부 기관에 형성될 수 있다. 표시패널(DIS)의 상부 기관과 하부 기관 각각에는 편광판이 부착되고 액정과 접하는 내면에 액정의 프리틸트각을 설정하기 위한 배향막이 형성된다. 표시패널(DIS)의 상부 기관과 하부 기관 사이에는 액정셀의 셀갭(Cell gap)을 유지하기 위한 컬럼 스페이서가 형성된다.

[0032] 표시패널(DIS)의 배면 아래에는 백라이트 유닛이 배치될 수 있다. 백라이트 유닛은 에지형(edge type) 또는 직하형(Direct type) 백라이트 유닛으로 구현되어 표시패널(DIS)에 빛을 조사한다. 표시패널(DIS)은 TN(Twisted Nematic) 모드, VA(Vertical Alignment) 모드, IPS(In Plane Switching) 모드, FFS(Fringe Field Switching) 모드 등 공지된 어떠한 액정 모드로도 구현될 수 있다.

[0033] 디스플레이 구동회로는 데이터 구동회로(12), 스캔 구동회로(14) 및 타이밍 컨트롤러(16)를 포함하여 입력 영상의 비디오 데이터를 표시패널(DIS)의 픽셀들에 기입한다. 데이터 구동회로(12)는 타이밍 컨트롤러(16)로부터 입력되는 디지털 비디오 데이터(RGB)를 아날로그 정극성/부극성 감마보상전압으로 변환하여 데이터전압을 출력한다. 데이터 구동회로(12)로부터 출력된 데이터전압은 데이터라인들(D1~Dm)에 공급된다. 스캔 구동회로(14)는 데이터전압에 동기되는 게이트펄스(또는 스캔펄스)를 게이트라인들(G1~Gn)에 순차적으로 공급하여 데이터 전

압이 기입되는 표시패널(DIS)의 라인을 선택한다.

- [0034] 타이밍 콘트롤러(16)는 호스트 시스템(18)으로부터 입력되는 수직 동기신호(Vsync), 수평 동기신호(Hsync), 데이터 인에이블 신호(Data Enable, DE), 메인 클럭(MCLK) 등의 타이밍신호를 입력받아 데이터 구동회로(12)와 스캔 구동회로(14)의 동작 타이밍을 동기시킨다. 스캔 타이밍 제어신호는 게이트 스타트 펄스(Gate Start Pulse, GSP), 게이트 쉬프트 클럭(Gate Shift Clock), 게이트 출력 인에이블신호(Gate Output Enable, GOE) 등을 포함한다. 데이터 타이밍 제어신호는 소스 샘플링 클럭(Source Sampling Clock, SSC), 극성제어신호(Polarity, POL), 소스 출력 인에이블신호(Source Output Enable, SOE) 등을 포함한다.
- [0035] 호스트 시스템(18)은 텔레비전 시스템, 셋톱박스, 네비게이션 시스템, DVD 플레이어, 블루레이 플레이어, 개인용 컴퓨터(PC), 홈 시어터 시스템, 폰 시스템(Phone system) 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 호스트 시스템(18)은 스케일러(scaler)를 내장한 SoC(System on chip)을 포함하여 입력 영상의 디지털 비디오 데이터(RGB)를 표시패널(DIS)에 표시하기에 적합한 포맷으로 변환한다. 호스트 시스템(18)은 디지털 비디오 데이터와 함께 타이밍 신호들(Vsync, Hsync, DE, MCLK)을 타이밍 콘트롤러(16)로 전송한다. 또한, 호스트 시스템(18)은 터치 스크린 구동회로부터 입력되는 터치 레포트의 좌표 정보(XY)와 연계된 응용 프로그램을 실행한다.
- [0036] 터치 센싱 IC(20)의 에지 Rx 채널들 즉, 제1 Rx 채널과 마지막 Rx 채널 중 하나에 연결된 차동 증폭기의 양 입력 단자들 중에서 하나는 Rx 라인에 연결되지 않는다. 따라서, 터치 센싱 IC(20)의 제1 Rx 채널과 마지막 Rx 채널 중 하나의 신호의 신호 대 잡음비(SNR)는 다른 Rx 채널들의 그것 보다 낮아진다. 이하에서, 마지막 Rx 채널을 제N(N은 2 이상의 양의 정수) Rx 채널이라 하고, 제N Rx 채널과 연결되는 마지막 차동 증폭기를 제N 차동 증폭기라 한다.
- [0037] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 터치 센싱 IC(20)는 차동 증폭기들의 양 입력 단자에 입력되는 신호들을 스위칭하여 차동 증폭기들 각각으로부터 이웃한 두 개의 터치 센서 신호들을 얻고 그 터치 센서들을 ADC를 통해 디지털 값으로 변환하여 메모리에 저장한다. 터치 센싱 IC(20)는 차동 증폭기들로부터 연속으로 출력되는 터치 센서들 중에서 신호 대 잡음비가 낮은 제1 Rx 채널 또는 제N Rx 채널의 디지털 값을 버리고 나머지 디지털 값들을 Rx 채널 개수 만큼 적절히 조합한다.
- [0038] 차동 증폭기들의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들을 절환하는 방법은 포워드 센싱 모드(Forward sensing mode)와 리버스 센싱 모드(Reverse sensing mode)로 나뉘어질 수 있다.
- [0039] 도 5 내지 도 10은 터치 스크린에 형성된 Rx 라인들이 8 개인 예를 가정하여 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 도면들이다.
- [0040] 도 5 및 도 7을 참조하면, 제1 차동 증폭기(41)는 제1 Rx 라인(Rx1)과 제2 Rx 라인(Rx2)을 통해 수신된 터치 센서 신호들의 차를 증폭한다. 제2 차동 증폭기(42)는 제2 Rx 라인(Rx2)과 제3 Rx 라인(Rx3)을 통해 수신된 신호들의 차를 증폭한다. 제3 차동 증폭기(43)는 제3 Rx 라인(Rx3)과 제4 Rx 라인(Rx4)을 통해 수신된 신호들의 차를 증폭한다. 제i 차동 증폭기는 제i Rx 라인(Rxi)과 제i+1 Rx 라인(Rxi+1)을 통해 수신된 신호들의 차를 증폭한다. 터치 센싱 IC의 제8 Rx 채널에 연결되는 제8 차동 증폭기(48)의 양 입력 단자 중에서 하나만 Rx 라인(Rx8)과 연결되고 다른 하나는 Rx 라인에 연결되지 않는다.
- [0041] 제1 멀티플렉서(MUX1)는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 사이에서 센싱 모드가 전환될 때 차동 증폭기들(41~48)의 양 입력 단자들에 입력되는 터치 센서 신호들을 서로 역으로 스위칭한다. 터치 센싱 IC(20)는 도 7과 같이 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드를 제어하기 위한 제1 선택신호(SEL1)를 출력하여 제1 멀티플렉서(MUX1)를 제어한다.
- [0042] 제1 멀티플렉서(MUX1)는 제1 및 제2 입력 단자들과, 제1 및 제2 출력 단자들을 포함한다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제1 입력 단자는 제i 터치 센서 신호가 수신된 제i Rx 라인(Rxi)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제2 입력 단자는 제i+1 터치 센서 신호가 수신된 제i+1 Rx 라인(Rxi+1)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제1 출력 단자는 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제2 출력 단자는 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결된다.
- [0043] 제1 멀티플렉서(MUX1)는 제1 내지 제4 TFT들(T1~T4)을 포함한다. 제1 및 제2 TFT들(T1, T2)이 n type TFT로 구현되면, 제3 및 제4 TFT들(T1, T2)은 p type TFT들로 구현된다. 따라서, 제1 및 제2 TFT들(T1, T2)과, 제3 및 제4 TFT들(T1, T2)의 온/오프 상태는 서로 반대이다. 예를 들어, 제1 및 제2 TFT(T1, T2)가 온(On) 상태이면, 제3 및 제4 TFT(T3, T4)는 오프(Off) 상태이다.

- [0044] 제1 내지 제4 TFT(T1~T4) 각각의 게이트에는 제1 선택신호(SEL1)가 입력된다. 제1 TFT(T1)의 드레인은 제i+1 Rx 라인에 연결되고, 그 소스는 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결된다. 제2 TFT(T2)의 드레인은 제i Rx 라인에 연결되고, 그 소스는 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결된다. 제3 TFT(T3)의 소스는 제i Rx 라인에 연결되고, 그 드레인은 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결된다. 제4 TFT(T4)의 소스는 제i+1 Rx 라인에 연결되고, 그 드레인은 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결된다.
- [0045] 제1 TFT(T1)는 리버스 센싱 모드에서 발생하는 제1 선택신호(SEL1)의 하이 로직 전압(high logic voltage)에 응답하여 턴-온되어 제i+1 Rx 라인을 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결한다. 제2 TFT(T2)는 리버스 센싱 모드에서 발생하는 제1 선택신호(SEL1)의 하이 로직 전압에 응답하여 턴-온되어 제i Rx 라인을 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결한다. 제3 및 제4 TFT(T3, T4)는 리버스 센싱 모드에서 오프 상태를 유지한다. 제3 TFT(T3)는 포워드 센싱 모드에서 발생하는 제1 선택신호(SEL1)의 로우 로직 전압(low logic voltage)에 응답하여 턴-온되어 제i Rx 라인을 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결한다. 제4 TFT(T4)는 포워드 센싱 모드에서 발생하는 제1 선택신호(SEL1)의 로우 로직 전압에 응답하여 턴-온되어 제i+1 Rx 라인을 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결한다. 제1 및 제2 TFT(T1, T2)는 포워드 센싱 모드에서 오프 상태를 유지한다.
- [0046] 제i 터치 센서 신호는 제i Rx 라인(Rxi)을 통해 수신되는 터치 센서 신호이고, 제i+1 터치 센서 신호는 제i+1 Rx 라인(Rxi+1)을 통해 수신되는 터치 센서 신호이다. 제i 터치 센서 신호는 포워드 센싱 모드에서 제1 멀티플렉서(MUX1)를 통해 제i 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 입력되고, 리버스 센싱 모드에서 제1 멀티플렉서(MUX1)를 통해 제i 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 입력된다. 반면에, 제i+1 터치 센서 신호는 포워드 센싱 모드에서 제1 멀티플렉서(MUX1)를 통해 제i 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 입력되고, 리버스 센싱 모드에서 제1 멀티플렉서(MUX1)를 통해 제i 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 입력된다. 따라서, 제i 차동 증폭기는 포워드 센싱 모드에서 제i 터치 센서 신호와 제i+1 터치 센서 신호의 차를 증폭한 신호를 제i 터치 센서 신호로서 출력한다. 제i 차동 증폭기는 리버스 센싱 모드에서 제i 터치 센서 신호와 제i+1 터치 센서 신호의 차를 증폭한 신호를 제i+1 터치 센서 신호로서 출력한다. 예를 들어, 제2 차동 증폭기(52)는 포워드 센싱 모드에서 제2 터치 센서 신호와 제3 터치 센서 신호의 차를 증폭한 신호를 제2 터치 센서 신호(S2(F))로서 출력한다. 제2 차동 증폭기(52)는 리버스 센싱 모드에서 제2 터치 센서 신호와 제3 터치 센서 신호의 차를 증폭한 신호를 제3 터치 센서 신호(S3(R))로서 출력한다.
- [0047] 포워드 센싱 모드에서, 제1 차동 증폭기(41)는 제1 터치 센서 신호(S1(F))를 출력한다. 제2 차동 증폭기(42)는 제2 터치 센서 신호(S2(F))를, 제3 차동 증폭기(43)는 제3 터치 센서 신호(S3(F))를, 제4 차동 증폭기(44)는 제4 터치 센서 신호(S4(F))를, 제5 차동 증폭기(45)는 제5 터치 센서 신호(S5(F))를, 제6 차동 증폭기(46)는 제6 터치 센서 신호(S6(F))를, 그리고 제7 차동 증폭기(47)는 제7 터치 센서 신호(S7(F))를 각각 출력한다. 제8 차동 증폭기(48)는 한 쪽 입력 단자의 신호가 없기 때문에 신호 대 잡음비가 나쁜 의미 없는 신호(S8(F))를 출력한다. 포워드 센싱 모드에서 차동 증폭기들(41~48)을 통해 수신된 터치 센서 신호들 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다. 메모리(23)에 저장된 제8 차동 증폭기(48)의 출력신호(S8(F))의 디지털 값은 터치 판단에 이용되지 않고 무시된다.
- [0048] 리버스 센싱 모드로 전환되면, 차동 증폭기들(41~48) 각각의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제1 멀티플렉서(MUX1)의 스위칭 동작으로 인하여 서로 스위칭된다. 리버스 센싱 모드에서, 차동 증폭기들(41~48) 각각의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들이 제1 멀티플렉서(MUX1)에 의해 스위칭된다. 그 결과, 제1 차동 증폭기(41)는 제2 터치 센서 신호(S2(R))를 출력한다. 제2 차동 증폭기(42)는 제3 터치 센서 신호(S3(R))를, 제3 차동 증폭기(43)는 제4 터치 센서 신호(S4(R))를, 제4 차동 증폭기(44)는 제5 터치 센서 신호(S5(R))를, 제5 차동 증폭기(45)는 제6 터치 센서 신호(S6(R))를, 제6 차동 증폭기(46)는 제7 터치 센서 신호(S7(R))를, 그리고 제7 차동 증폭기(47)는 제8 터치 센서 신호(S8(R))를 각각 출력한다. 제8 차동 증폭기(48)는 한 쪽 입력 단자의 신호가 없기 때문에 신호 대 잡음비가 나쁜 의미 없는 신호(None(R))를 출력한다. 리버스 센싱 모드에서 차동 증폭기들을 통해 수신된 터치 센서 신호들 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다.
- [0049] 터치 센싱 IC(20)는 메모리(23)에 미리 저장된 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과에서 Rx 채널 당 중복되는 결과들 중 어느 하나를 취하여 터치 판단에 이용하고 S8(F)와 None(R)를 무시한다. 예를 들어, 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 결과들 중에서 S1(F), S2(F), S3(F), S4(F), S5(F), S6(F), 및 S7(F)를 취하고 S8(F) 대신에 리버스 센서 결과들 중에서 S8(R)을 취하여 S1(F)~S7(F), 및 S8(R)을 문턱값과 비교하여 터치 입력 여부와 터치 입력들 각각의 좌표 정보를 계산한다.

- [0050] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다. 도 6은 제1 Rx 채널에 연결된 제0 차동 증폭기(40)의 양 입력 단자들 중에서 어느 한 쪽에 센싱 배선이 연결되지 않는 예이다.
- [0051] 도 6 및 도 7을 참조하면, 차동 증폭기들(40~47) 각각은 반전 입력 단자(-), 비반전 입력 단자(+), 출력 단자, 및 반전 입력 단자(-)와 출력 단자 사이에 연결된 커패시터(C)를 포함한다.
- [0052] 터치 센싱 IC(20)의 제1 Rx 채널에 연결된 제0 차동 증폭기(40)를 제외한 다른 차동 증폭기들(41~47)의 반전 입력 단자(-)와 비반전 입력단자(+)는 이웃한 Rx 라인들에 연결되고, 제0 차동 증폭기(40)의 한 쪽 입력 단자는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않는다.
- [0053] 포워드 센싱 모드에서 제0 차동 증폭기를 제외한 다른 차동 증폭기들(41~47) 각각의 반전 입력 단자는 제i Rx 라인에 연결되고, 제0 차동 증폭기(40)를 제외한 다른 차동 증폭기들(41~47) 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제 i+1 Rx 라인에 연결된다. 리버스 센싱 모드에서 제0 차동 증폭기(40)를 제외한 다른 차동 증폭기들(41~47) 각각의 반전 입력 단자(-)는 제i+1 Rx 라인에 연결되고, 제0 차동 증폭기(40)를 제외한 다른 차동 증폭기들 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제i Rx 라인에 연결된다.
- [0054] 포워드 센싱 모드에서 제0 차동 증폭기(40)의 반전 입력 단자(-)는 Rx 라인들 중 어느 것에도 연결되지 않고, 제0 차동 증폭기(40)의 비반전 입력 단자(+)는 제1 Rx 라인에 연결된다. 리버스 센싱 모드에서 제0 차동 증폭기(40)의 반전 입력 단자(-)는 제1 Rx 라인(Rx1)에 연결되고, 제0 차동 증폭기(40)의 비반전 입력 단자는 Rx 라인들 중 어느 것에도 연결되지 않는다.
- [0055] 포워드 센싱 모드에서, 제0 차동 증폭기(40)는 의미 없는 신호(None(F))를 출력한다. 제1 차동 증폭기(41)는 제1 터치 센서 신호(S1(F))를, 제2 차동 증폭기(42)는 제2 터치 센서 신호(S2(F))를, 제3 차동 증폭기(43)는 제3 터치 센서 신호(S3(F))를, 제4 차동 증폭기(44)는 제4 터치 센서 신호(S4(F))를, 제5 차동 증폭기(45)는 제5 터치 센서 신호(S5(F))를, 제6 차동 증폭기(46)는 제6 터치 센서 신호(S6(F))를, 그리고 제7 차동 증폭기(47)는 제7 터치 센서 신호(S7(F))를 각각 출력한다. 포워드 센싱 모드에서 차동 증폭기들(40~47)을 통해 수신된 터치 센서 신호들 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다. 메모리(23)에 저장된 제0 차동 증폭기(40)의 출력신호(S8(F))의 디지털 값은 터치 판단에 이용되지 않고 무시된다.
- [0056] 리버스 센싱 모드로 전환되면, 차동 증폭기들(40~47) 각각의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제1 멀티플렉서(MUX1)의 스위칭 동작으로 인하여 서로 스위칭된다. 리버스 센싱 모드에서, 차동 증폭기들(40~47) 각각의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들이 제1 멀티플렉서(MUX1)에 의해 스위칭된다. 그 결과, 제0 차동 증폭기(40)는 신호 대 잡음비(SNR)가 낮은 제1 터치 센서 신호(S1(R))를 출력한다. 제1 차동 증폭기(41)는 제2 터치 센서 신호(S2(R))를, 제2 차동 증폭기(42)는 제3 터치 센서 신호(S3(R))를, 제3 차동 증폭기(43)는 제4 터치 센서 신호(S4(R))를, 제4 차동 증폭기(44)는 제5 터치 센서 신호(S5(R))를, 제5 차동 증폭기(45)는 제6 터치 센서 신호(S6(R))를, 그리고 제7 차동 증폭기(47)는 제8 터치 센서 신호(S8(R))를 각각 출력한다. 리버스 센싱 모드에서 차동 증폭기들을 통해 수신된 터치 센서 신호들 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다.
- [0057] 터치 센싱 IC(20)는 메모리(23)에 미리 저장된 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과에서 Rx 채널 당 중복되는 결과들 중 어느 하나를 취하여 터치 판단에 이용하고 None(F)와 S1(R)을 무시한다. 예를 들어, 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 결과들 중에서 S1(F), S2(F), S3(F), S4(F), S5(F), S6(F), 및 S7(F)를 취하고 리버스 센서 결과들 중에서 S8(R)을 취하여 S1(F)~S7(F), 및 S8(R)을 문턱값과 비교하여 터치 입력 여부와 터치 입력들 각각의 좌표 정보를 계산한다.
- [0058] 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다. 도 9는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드에서 도 8에 도시된 차동 증폭기들의 입출력 변화를 보여 주는 도면이다.
- [0059] 도 8 및 도 9를 참조하면, 제1 멀티플렉서(MUX1)는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 사이에서 센싱 모드가 전환될 때 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 터치 센서 신호들을 스위칭한다. 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드를 제어하기 위한 제1 선택신호(SEL1)를 출력하여 제1 멀티플렉서(MUX1)를 제어한다.



- [0060] 제1 멀티플렉서(MUX1)는 제1 및 제2 입력 단자들과, 제1 및 제2 출력 단자들을 포함한다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제1 입력 단자는 제i 터치 센서 신호가 수신된 제i Rx 라인(Rxi)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제2 입력 단자는 제i+1 터치 센서 신호가 수신된 제i+1 Rx 라인(Rxi+1)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제1 출력 단자는 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 제2 출력 단자는 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 연결된다. 제1 멀티플렉서(MUX1)의 회로 구성은 도 7과 같다.
- [0061] 본 발명의 터치 센싱 시스템은 차동 증폭기들(51~54)의 개수를 줄이기 위하여, Rx 라인들(Rx1~Rx8)과 차동 증폭기들(51~54) 사이에 형성된 제2 멀티플렉서(MUX2)를 더 포함한다. 제2 멀티플렉서(MUX2)는 차동 증폭기의 양 입력 단자들에 제i 및 제i+1 Rx 라인들을 연결한 후에(part1), 그 차동 증폭기의 양 입력 단자들에 제i+1 및 제i+2 Rx 라인들을 연결한다(part2). 따라서, 차동 증폭기는 제i 및 제i+1 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i 터치 센서 신호를 출력한 후에(part1), 제i+1 및 제i+2 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i+1 터치 센서 신호를 출력한다. 터치 센싱 IC(20)는 part1과 part2를 제어하기 위한 제2 선택신호(SEL2)를 출력하여 제2 멀티플렉서(MUX2)를 제어한다.
- [0062] 제1 및 제2 멀티플렉서(MUX1, MUX2)의 입력 신호 스위칭 동작으로 인하여, 차동 증폭기들(51~54)은 도 9와 같이 동작한다. 터치 센싱 IC의 제8 Rx 채널에 연결되는 제4 차동 증폭기(54)를 제외하고 다른 차동 증폭기들(51~53)의 입력 단자들은 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드에서 Rx 라인들에 연결된다. 제4 차동 증폭기(54)는 어느 한 입력 단자만 Rx 라인(Rx8)에 연결된다. 제4 차동 증폭기(54)를 제N 차동 증폭기라 할 때, 포워드 센싱 모드의 part1 시간에 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N-1 Rx 라인에 연결되고, 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 상기 제N Rx 라인에 연결된다. 포워드 센싱 모드의 part2 시간에 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N Rx 라인에 연결되고, 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않는다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 제N Rx 라인에 연결되고, 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제N-1 Rx 라인에 연결된다. 리버스 센싱 모드의 part2 시간에 제N 차동 증폭기의 반전 입력 단자는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않으며, 제N 차동 증폭기의 비반전 입력 단자는 제N Rx 라인에 연결된다.
- [0063] 제i 터치 센서 신호는 제i Rx 라인(Rxi)을 통해 수신되는 터치 센서 신호이고, 제i+1 터치 센서 신호는 제i+1 Rx 라인(Rxi+1)을 통해 수신되는 터치 센서 신호이다. 제i+2 터치 센서 신호는 제i+2 Rx 라인(Rxi+2)을 통해 수신되는 터치 센서 신호이다. 포워드 센싱 모드의 part1 시간에 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에는 제i 터치 센서 신호가 입력되고 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 제i+1 터치 센서 신호가 입력된다. 포워드 센싱 모드의 part2 시간에 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 제i+1 터치 센서 신호가 입력되고 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 제i+2 터치 센서 신호가 입력된다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에는 제i+1 터치 센서 신호가 입력되고 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 제i 터치 센서 신호가 입력된다. 리버스 센싱 모드의 part2 시간에 차동 증폭기의 반전 입력 단자(-)에 제i+2 터치 센서 신호가 입력되고 차동 증폭기의 비반전 입력 단자(+)에 제i+1 터치 센서 신호가 입력된다. 따라서, 차동 증폭기는 포워드 센싱 모드의 part 1 시간에 제i 및 제i+1 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i 터치 센서 신호(Si(F))를 출력한 후에, 포워드 센싱 모드의 part 2 시간에 제i+1 및 제i+2 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i+1 터치 센서 신호(Si+1(F))를 출력한다. 차동 증폭기는 리버스 센싱 모드의 part 1 시간에 제i+1 및 제i 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i+1 터치 센서 신호(Si+1(R))를 출력한 후에, 리버스 센싱 모드의 part 2 시간에 제i+2 및 제i+1 터치 센서 신호들의 차를 증폭하여 증폭된 제i+2 터치 센서 신호(Si+2(R))를 출력한다.
- [0064] 포워드 센싱 모드의 part1 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제1 터치 센서 신호(S1(F))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제3 터치 센서 신호(S3(F))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제5 터치 센서 신호(S5(F))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제7 터치 센서 신호(S7(F))를 출력한다. 포워드 센싱 모드의 part2로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제2 멀티플렉서(MUX2)의 스위칭 동작으로 인하여 하나씩 시프트(shift)된 신호로 바뀐다. 그 결과, 포워드 센싱 모드의 part2 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제2 터치 센서 신호(S2(F))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제4 터치 센서 신호(S4(F))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제6 터치 센서 신호(S6(F))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 한 쪽 입력 단자의 신호가 없어 신호 대 잡음비가 나쁜 제8 터치 센서 신호(S8(F))를 출력한다. 포워드 센싱 모드에서 차동 증폭기들(51~54)을 통해 수신된 터치 센서 신호들(S1(F)~S8(F)) 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다. 메모리에 저장된 제8 터치 센서 신호(S8(F))의 디지털 값은 터치 판단에 이용되지 않고 무시된다.
- [0065] 리버스 센싱 모드로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제1 멀티플렉서

(MUX1)의 스위칭 동작으로 인하여 서로 스위칭된다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제2 터치 센서 신호(S2(R))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제4 터치 센서 신호(S4(R))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제6 터치 센서 신호(S6(R))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제8 터치 센서 신호(S8(R))를 출력한다. 리버스 센싱 모드의 part2로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제2 멀티플렉서(MUX2)의 스위칭 동작으로 인하여 하나씩 시프트된 신호로 바뀐다. 그 결과, 리버스 센싱 모드의 part2 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제3 터치 센서 신호(S3(R))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제5 터치 센서 신호(S5(R))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제6 터치 센서 신호(S6(R))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 의미 없는 신호(None(R))를 출력한다. 리버스 센싱 모드에서 차동 증폭기들(51~54)을 통해 수신된 터치 센서 신호들(S2(R)~S8(R), None(R)) 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다.

[0066] 터치 센싱 IC(20)는 메모리(23)에 미리 저장된 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과에서 Rx 채널 당 중복되는 결과들 중 어느 하나를 취하여 터치 판정에 이용하고 S8(F)와 None(R)를 무시한다. 예를 들어, 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 결과들 중에서 S1(F), S2(F), S3(F), S4(F), S5(F), S6(F), 및 S7(F)를 취하고 S8(F) 대신에 리버스 센서 결과들 중에서 S8(R)을 취하여 S1(F)~S7(F), 및 S8(R)을 문턱값과 비교하여 터치 입력 여부와 터치 입력들 각각의 좌표 정보를 계산한다.

[0067] 도 10은 본 발명의 제4 실시예에 따른 터치 스크린과 차동 증폭기들의 연결 구조를 보여 주는 평면도이다.

[0068] 도 10을 참조하면, 터치 센싱 IC(20)의 제1 Rx 채널에 연결된 제1 차동 증폭기(51)를 제외한 다른 차동 증폭기들(52~54)의 반전 입력 단자(-)와 비반전 입력단자(+)는 이웃한 Rx 라인들에 연결되고, 제1 차동 증폭기(51)의 한 쪽 입력 단자는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않는다.

[0069] 포워드 센싱 모드의 part1 시간에 제1 차동 증폭기(51)를 제외한 다른 차동 증폭기들(52~54) 각각의 반전 입력 단자(-)는 제i Rx 라인에 연결되고, 제1 차동 증폭기(51)를 제외한 다른 차동 증폭기(52~54)들 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제i+1 Rx 라인에 연결된다. 포워드 센싱 모드의 part2 시간에 차동 증폭기들(52~54) 각각의 반전 입력 단자(-)는 제i+1 Rx 라인에 연결되고, 차동 증폭기들(52~54) 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제i+2 Rx 라인에 연결된다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에 차동 증폭기들(52~54) 각각의 반전 입력 단자(-)는 제i+1 Rx 라인에 연결되고, 차동 증폭기들(52~54) 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제i Rx 라인에 연결된다. 리버스 센싱 모드의 part2 시간에 차동 증폭기들(52~54) 각각의 반전 입력 단자(-)는 제i+2 Rx 라인에 연결되고, 차동 증폭기들(52~54) 각각의 비반전 입력 단자(+)는 제i+1 Rx 라인에 연결된다.

[0070] 포워드 센싱 모드의 part1 시간에 제1 차동 증폭기(51)의 반전 입력 단자(-)는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않고, 상기 제1 차동 증폭기(51)의 비반전 입력 단자(+)는 제1 Rx 라인(Rx1)에 연결된다. 포워드 센싱 모드의 part2 시간에 제1 차동 증폭기(51)의 반전 입력 단자(-)는 제1 Rx 라인(Rx1)에 연결되고, 제1 차동 증폭기(51)의 비반전 입력 단자(+)는 제2 Rx 라인(Rx2)에 연결된다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에 제1 차동 증폭기(51)의 반전 입력 단자(-)는 제1 Rx 라인(Rx1)에 연결되고, 제1 차동 증폭기(51)의 비반전 입력 단자(+)는 Rx 라인들 중 어느 것과도 연결되지 않는다. 리버스 센싱 모드의 part2 시간에 제1 차동 증폭기(51)의 반전 입력 단자(-)는 제2 Rx 라인(Rx2)에 연결되고, 제1 차동 증폭기(51)의 비반전 입력 단자(+)는 제1 Rx 라인(Rx1)에 연결된다.

[0071] 포워드 센싱 모드의 part1 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 의미 없는 신호(None(F))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제2 터치 센서 신호(S2(F))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제4 터치 센서 신호(S4(F))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제6 터치 센서 신호(S6(F))를 출력한다. 포워드 센싱 모드의 part2로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제2 멀티플렉서(MUX2)의 스위칭 동작으로 인하여 하나씩 시프트된다. 그 결과, 포워드 센싱 모드의 part2 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제1 터치 센서 신호(S1(F))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제3 터치 센서 신호(S3(F))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제5 터치 센서 신호(S5(F))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제7 터치 센서 신호(S7(F))를 출력한다. 포워드 센싱 모드에서 차동 증폭기들(51~54)을 통해 수신된 터치 센서 신호들(None(F)~S7(F)) 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다. 메모리에 저장된 의미 없는 신호(None(F))의 디지털 값은 터치 판단에 이용되지 않고 무시된다.

[0072] 리버스 센싱 모드로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제1 멀티플렉서(MUX1)의 스위칭 동작으로 인하여 서로 스위칭된다. 리버스 센싱 모드의 part1 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 신호 대 잡음비(SNR)가 낮은 제1 터치 센서 신호(S1(R))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제3 터치 센서 신호(S3(R))

를, 제3 차동 증폭기(53)는 제5 터치 센서 신호(S5(R))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제7 터치 센서 신호(S7(R))를 각각 출력한다. 리버스 센싱 모드의 part2로 전환되면, 차동 증폭기들(51~54)의 양 입력 단자들에 입력되는 신호들은 제2 멀티플렉서(MUX2)의 스위칭 동작으로 인하여 하나씩 시프트된 신호로 바뀐다. 그 결과, 리버스 센싱 모드의 part2 시간에, 제1 차동 증폭기(51)는 제2 터치 센서 신호(S2(R))를, 제2 차동 증폭기(52)는 제4 터치 센서 신호(S4(R))를, 제3 차동 증폭기(53)는 제6 터치 센서 신호(S6(R))를, 그리고 제4 차동 증폭기(54)는 제8 터치 센서 신호(S8(R))를 각각 출력한다. 리버스 센싱 모드에서 차동 증폭기들(51~54)을 통해 수신된 터치 센서 신호들(S1(R)~S8(R)) 각각은 적분기(21)에 누적된 후에 ADC(22)를 통해 디지털 값으로 변환되어 메모리(23)에 저장된다.

- [0073] 터치 센싱 IC(20)는 메모리(23)에 미리 저장된 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과에서 Rx 채널 당 중복되는 결과들 중 어느 하나를 취하여 터치 판정에 이용하고 None(F)와 S1(R)을 무시한다. 예를 들어, 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 결과들 중에서 S1(F), S2(F), S3(F), S4(F), S5(F), S6(F), 및 S7(F)를 취하고 리버스 센서 결과들 중에서 S8(R)을 취하여 S1(F)~S7(F), 및 S8(R)을 문턱값과 비교하여 터치 입력 여부와 터치 입력들 각각의 좌표 정보를 계산한다.
- [0074] 터치 센서들이 표시패널에 인셀 타입으로 내장되면, 터치 센서가 픽셀의 구동 신호에 영향을 많이 받는다. 이 경우에, 터치 센싱 기간과 픽셀 구동 기간을 시분할하여 터치 센서와 픽셀의 상호 영향을 최소화하는 것이 바람직하다.
- [0075] 도 12 내지 도 13b는 도 8 내지 도 10과 같은 차동 증폭기들을 구동하기 위한 방법을 보여 주는 파형도들이다.
- [0076] 도 12 내지 도 13b를 참조하면, 1 프레임 기간은 다수의 픽셀 구동 기간(DP1, DP2)과 다수의 터치 센싱 기간(TP1, TP2)으로 시분할된다. 픽셀들에는 픽셀 구동 기간(DP1, DP2) 동안, 입력 영상의 데이터가 기입된다. 픽셀들에 기입된 데이터는 터치 센싱 기간(TP1, TP2) 동안 유지된다. 터치 센싱 IC(20)는 터치 센싱 기간(TP1, TP2) 동안 구동되어 터치 입력을 센싱하는 반면, 픽셀 구동 기간(DP1, DP2) 동안 대기한다. 픽셀 구동 기간(DP1, DP2)과 터치 센싱 기간(TP1, TP2)은 하나씩 교대로 배치될 수 있다.
- [0077] 타이밍 컨트롤러(16)는 수직 동기신호(Vsync)를 바탕으로 픽셀 구동 기간(DP1, DP2)과 터치 센싱 기간(TP1, TP2)을 정의한 동기신호(Sync)를 발생할 수 있다. 터치 센싱 IC(20)는 동기신호(Sync)에 응답하여 표시패널 구동회로(12, 14)와 동기될 수 있다. 동기신호(Sync)의 하이 로직 구간은 픽셀 구동 기간(DP1, DP2)을 정의하고, 로우 로직 구간은 터치 센싱 기간(TP1, TP2)을 정의할 수 있다. 물론, 그 반대의 경우도 가능하다.
- [0078] 터치 센싱 IC(20)는 터치 센싱 기간(DP1, DP2) 마다 하나 이상의 Tx 라인에 구동 신호를 공급하고 선택신호(SEL1)를 스위칭하여 터치 센싱 기간(DP1, DP2) 각각에서 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과를 얻고 그 중에서 신호 대 잡음비가 나쁜 센싱 결과를 버리고 나머지 센싱 결과들을 Rx 채널 개수 만큼 적절히 조합하여 터치 입력 여부와 터치 입력 위치의 좌표를 계산한다.
- [0079] 터치 센싱 IC(20)는 도 12와 같이 1 프레임 기간 내에서 터치 센서들 각각의 포워드 센싱 결과와 리버스 센싱 결과를 얻을 수 있다. 터치 센싱 IC(20)는 터치 센싱 기간(TP1, TP2)에 구동되어 터치 센싱 기간(TP1, TP2) 내에서 ADC(22)를 구동하여 차동 증폭기들의 출력을 수신하여 디지털 값(touch raw data)으로 변환할 수 있다. 터치 센싱 IC(20)는 ADC(22)를 도 12와 같이 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 사이에서 구동시킬 수 있다. 도 8 내지 도 10과 차동 증폭기들이 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 각각에서 part1과 part 2로 시분할 동작하면, 터치 센싱 IC(20)는 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 사이에서 ADC(22)를 구동시키고 또한, 센싱 모드 각각의 part1과 part2 사이에서 ADC(22)를 구동시킬 수 있다.
- [0080] 터치 센싱 IC(20)는 도 13과 같이 N 번째 프레임 기간 동안 포워드 센싱 모드로 동작하여 포워드 센싱 결과를 얻고 N+1 번째 프레임 기간 동안 리버스 센싱 모드로 동작하여 포워드 센싱 결과를 얻을 수 있다. 터치 센싱 IC(20)는 터치 센싱 기간(TP1, TP2)에 구동되어 차동 증폭기들의 출력을 수신하고 픽셀 구동 기간 동안 차동 증폭기들의 출력을 디지털 값으로 변환할 수 있다. 다시 말하여, 터치 센싱 IC(20)는 ADC(22)를 도 13과 같이 디스플레이 기간(DP1, DP2)에 구동시킬 수 있다. 예를 들어, 제1 터치 센싱 기간(TP1)의 포워드 센싱 모드와 리버스 센싱 모드 각각에서 차동 증폭기들의 출력으로부터 얻어진 터치 센서들의 전하 변화량을 제2 픽셀 구동 기간(DP2)에 ADC를 통해 디지털 값으로 변환할 수 있다. 이 실시예는 픽셀 구동 기간(DP2)에 픽셀에 비디오 데이터를 기입하는 동작과 터치 센싱 IC의 ADC 구동을 병렬 처리하여 터치 센싱 기간을 더 길게 확보할 수 있고 ADC 구동 시간을 충분히 확보할 수 있다.
- [0081] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이



가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

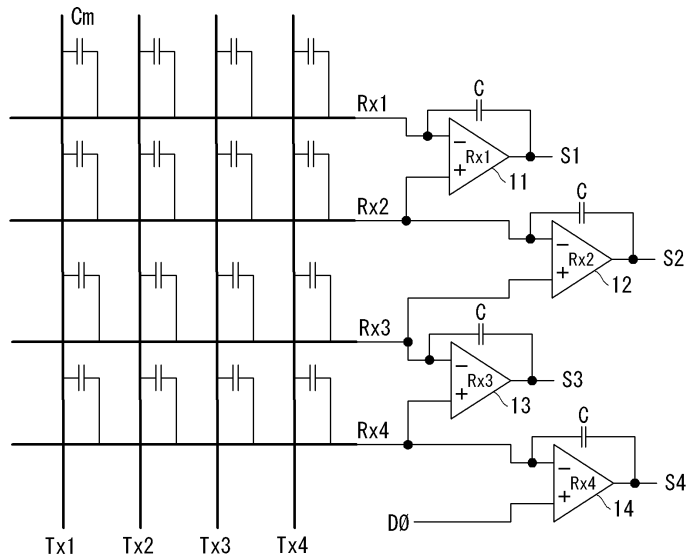
## 부호의 설명

[0082]

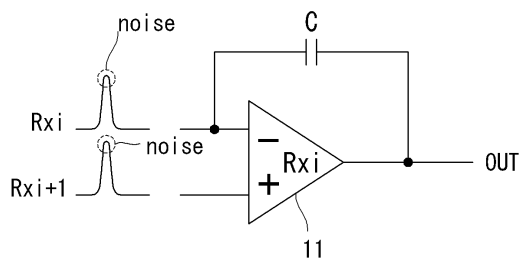
DIS : 표시패널	TSP : 터치 스크린
12 : 데이터 구동 회로	14 : 스캔 구동 회로
16 : 타이밍 콘트롤러	18 : 호스트 시스템
20 : 터치 센싱 IC	21 : 적분기
22 : 아날로그-디지털 변환기(ADC)	23, 25 : 메모리
24 : 데이터 선택부	

## 도면

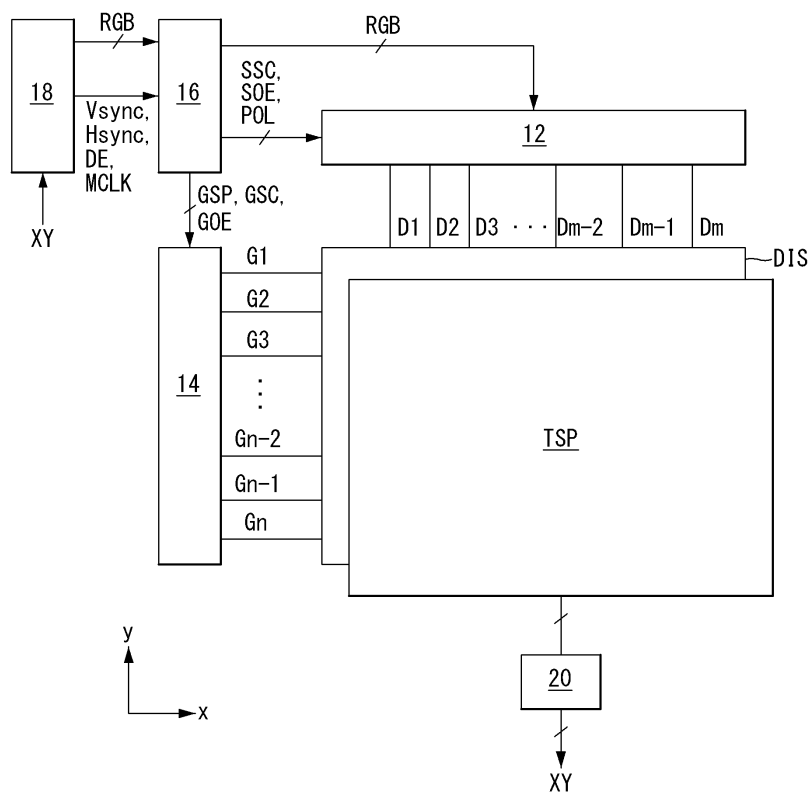
### 도면1



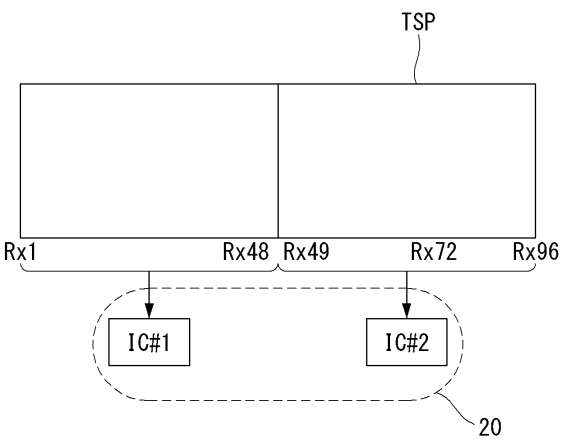
### 도면2



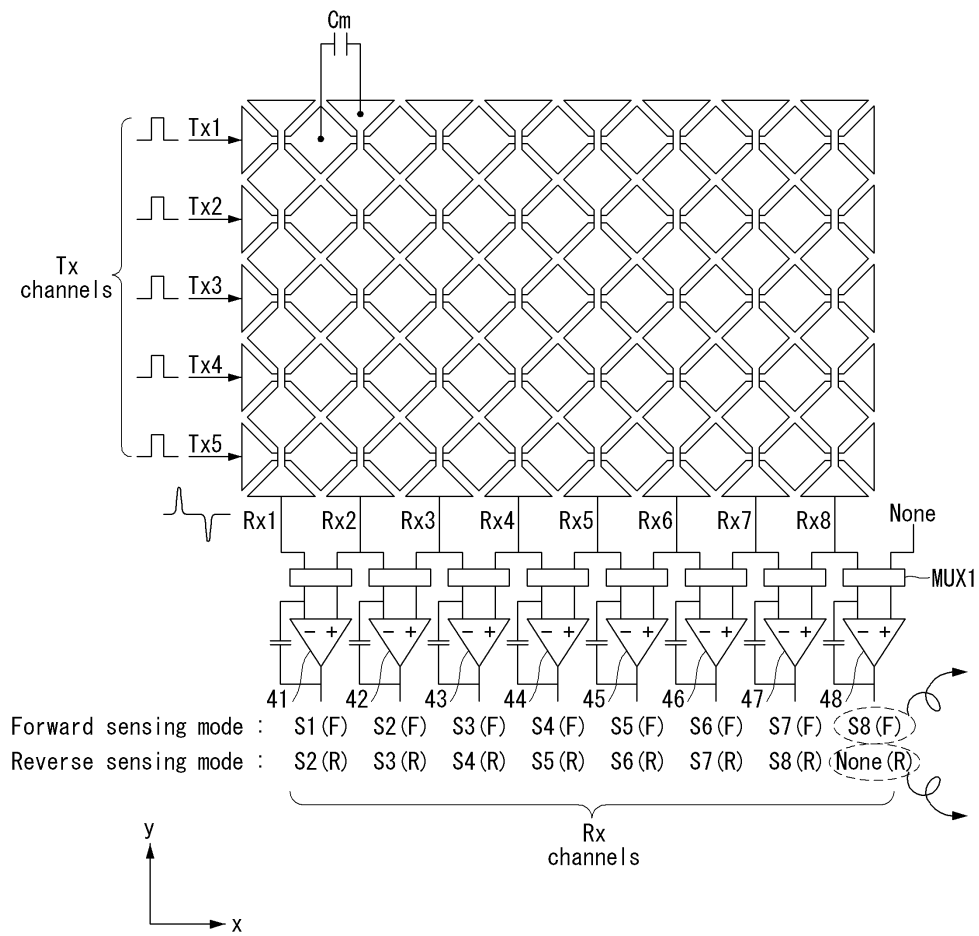
도면3



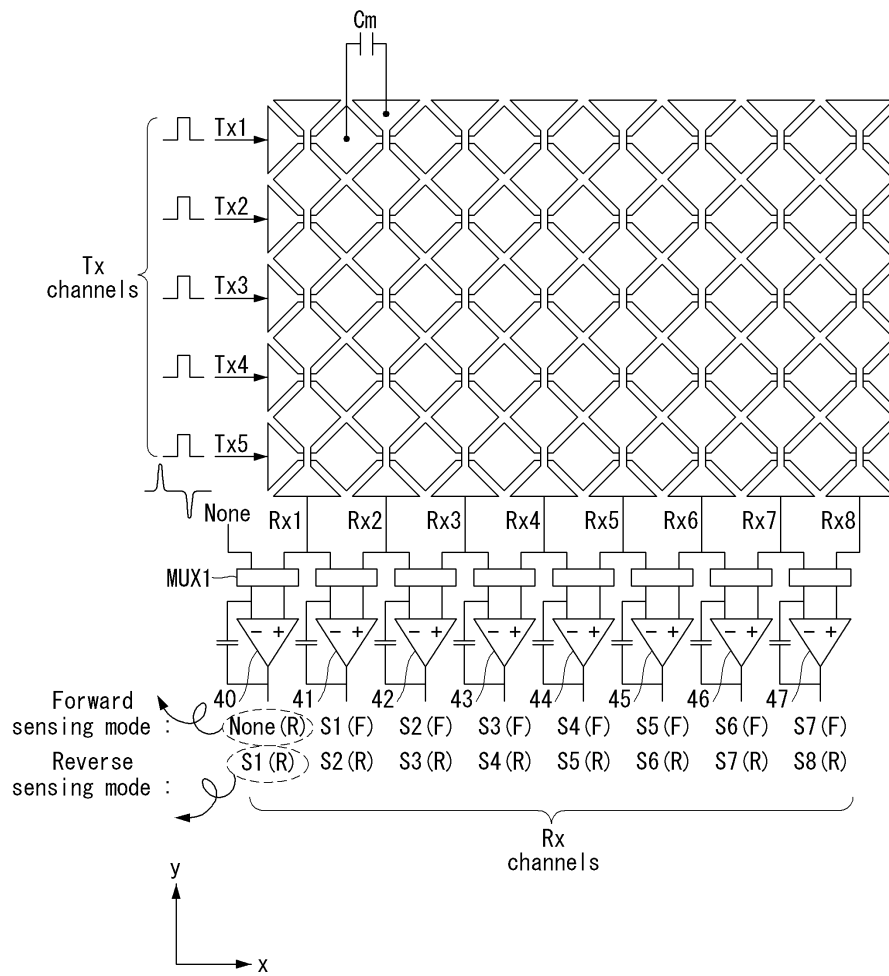
도면4



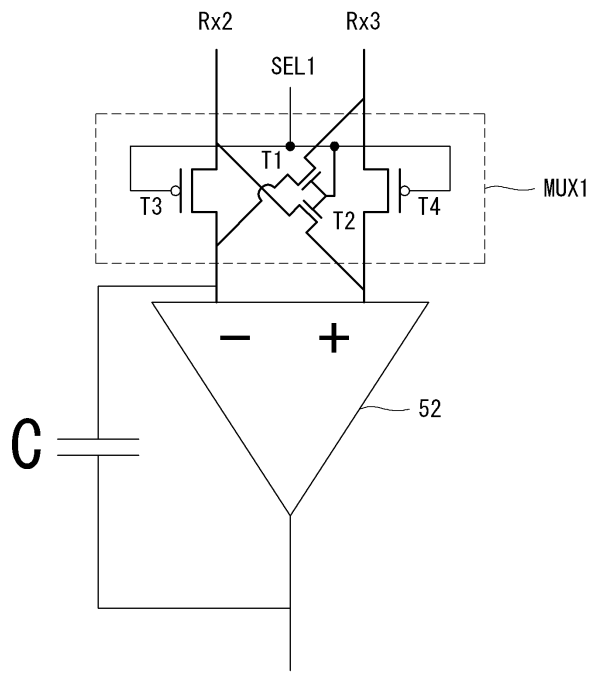
도면5



도면6



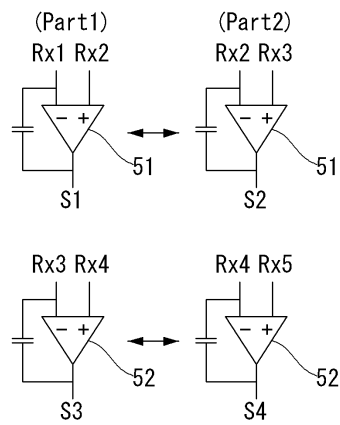
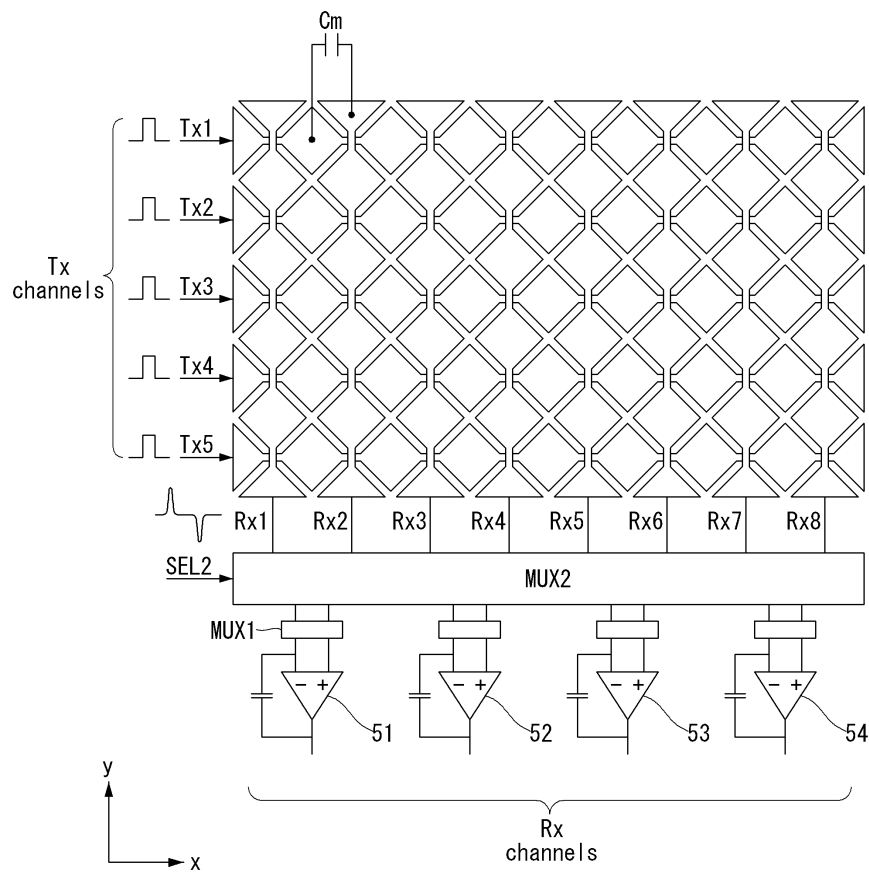
도면7



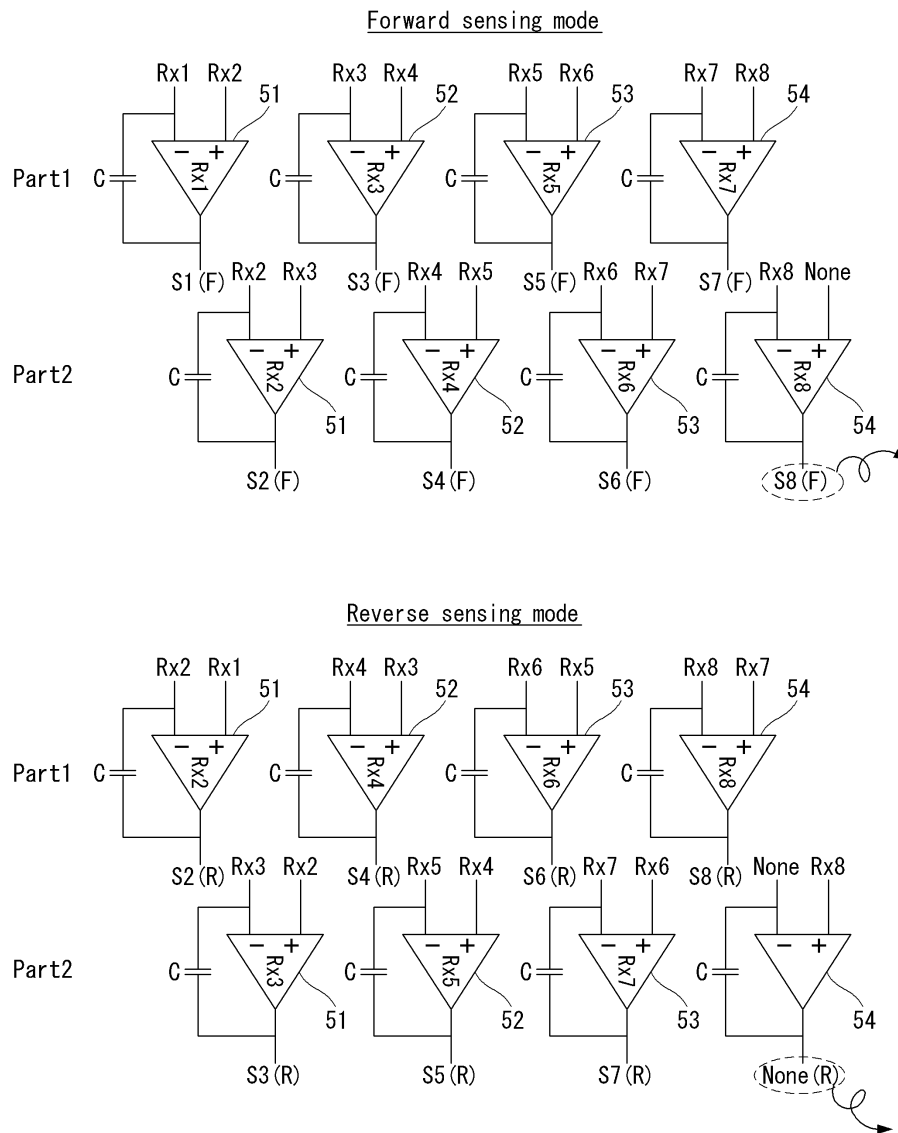
Forward sensing mode : S2 (F)

Reverse sensing mode : S3 (R)

도면8

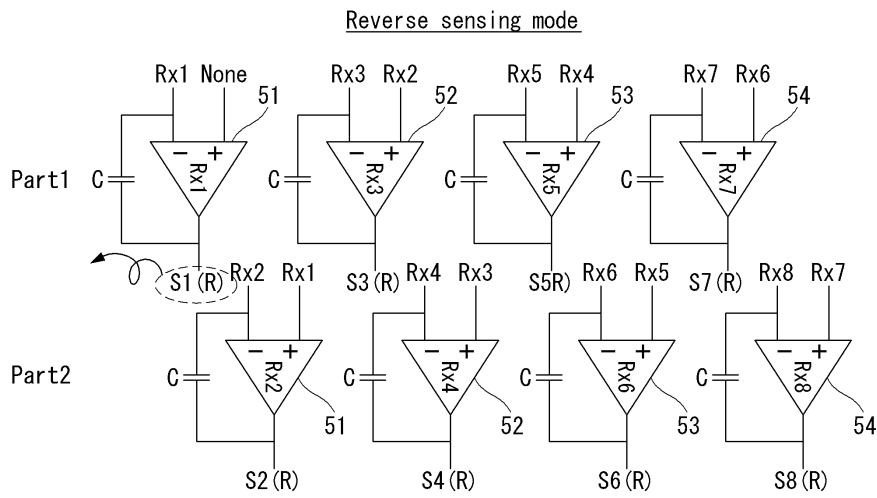
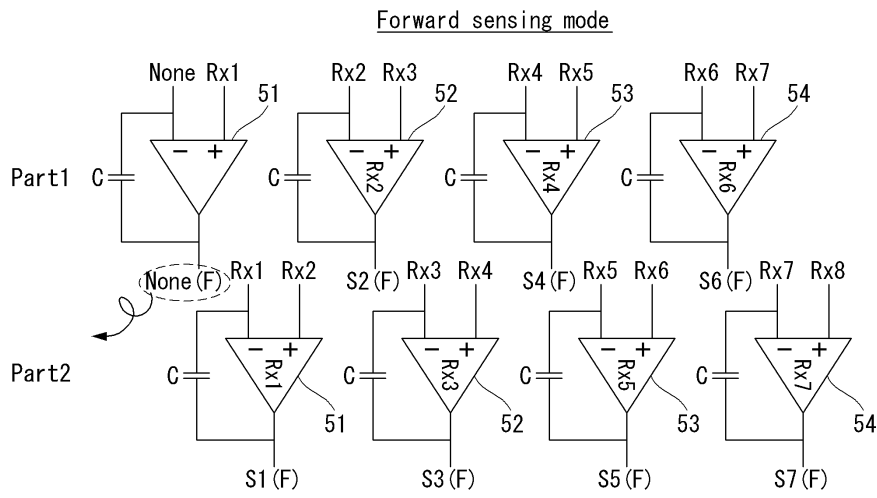


도면9

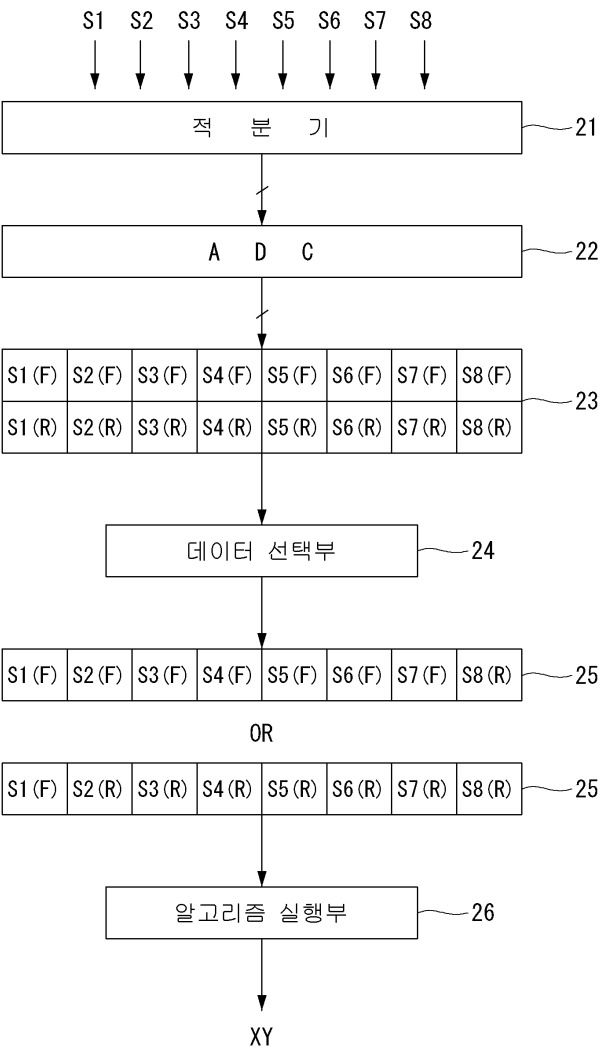




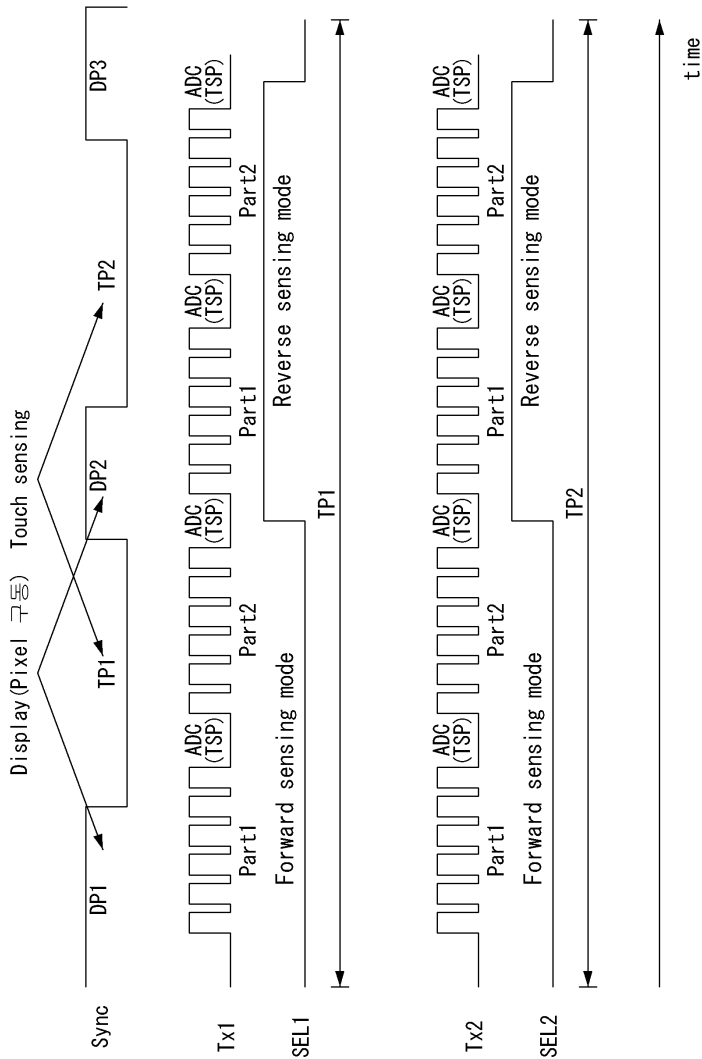
도면10



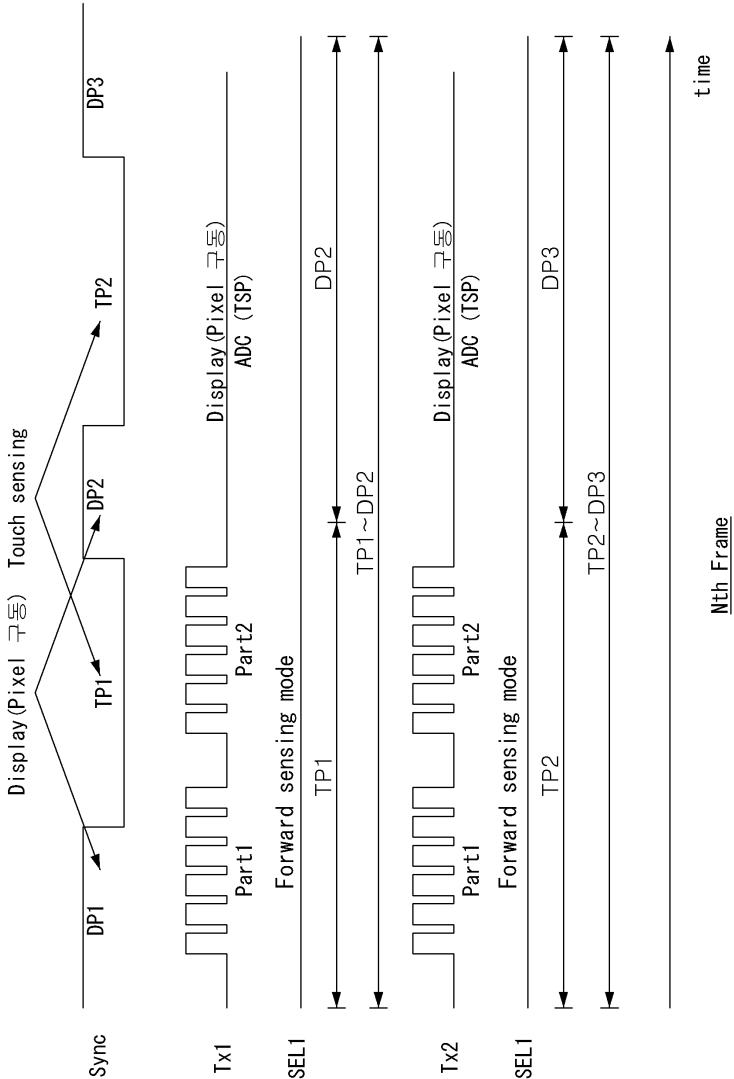
도면11



도면12



도면13a



도면13b

