



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월30일
(11) 등록번호 10-1944151
(24) 등록일자 2019년01월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 27/26 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 27/2605 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001108
(22) 출원일자(국제) 2013년07월12일
심사청구일자 2018년05월18일
(85) 번역문제출일자 2015년01월15일
(65) 공개번호 10-2015-0036089
(43) 공개일자 2015년04월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/050386
(87) 국제공개번호 WO 2014/014785
국제공개일자 2014년01월23일
(30) 우선권주장
61/673,241 2012년07월18일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020110126026 A
KR1020120034654 A*
US20100292945 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
시넵틱스 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 95131, 산 호세, 맥케이 드라이브 1251
- (72) 발명자
샤로키 파자네
미국 95131 캘리포니아주 샌호세 맥케이 드라이브 1251
슈왈츠 애덤
미국 95131 캘리포니아주 샌호세 맥케이 드라이브 1251
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리어나

전체 청구항 수 : 총 24 항

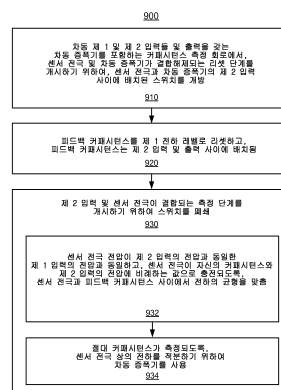
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 커패시턴스 측정

(57) 요약

차동 증폭기는 출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력들을 가진다. 센서 전극 및 차동 증폭기가 결합해제되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 센서 전극과 제 2 입력 사이에 배치된 스위치는 개방된다. 제 2 입력과 출력 사이에 배치된 피드백 커패시턴스는 제 1 전하 레벨로 리셋된다. 제 2 입력 및 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 스위치는 폐쇄된다. 측정 단계에서는: 센서 전극 전압이 제 2 입력의 전압과 동일한 제 1 입력의 전압과 동일하고, 센서 전극이 충전되도록, 센서 전극과 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형이 맞추어지고; 절대 커패시턴스가 측정되도록, 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 차동 증폭기가 사용된다.

대표도 - 도9a



(72) 발명자

샤파니아 샤루즈

미국 95008 캘리포니아주 캠벨 센추리 드라이브
387

레이놀즈 조셉 커스

미국 95131 캘리포니아주 샌호세 맥케이 드라이브
1251

다탈로 트레이스 스코트

미국 95131 캘리포니아주 샌호세 맥케이 드라이브
1251

(30) 우선권주장

61/693,541 2012년08월27일 미국(US)

13/843,129 2013년03월15일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력들을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법으로서,

센서 전극 및 상기 차동 증폭기가 결합해제되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 상기 센서 전극과 상기 차동 증폭기의 상기 제 2 입력 사이에 배치된 스위치를 개방하는 단계;

피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 피드백 커패시턴스는 상기 제 2 입력과 상기 출력 사이에 배치되는, 상기 제 1 전하 레벨로 리셋하는 단계; 및

상기 제 2 입력 및 상기 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 상기 스위치를 폐쇄하는 단계로서, 상기 측정 단계는,

센서 전극 전압이 상기 제 2 입력의 전압과 동일한 상기 제 1 입력의 전압과 동일하고, 상기 센서 전극이 자신의 커패시턴스와 상기 제 2 입력의 상기 전압에 비례하는 값으로 충전되도록, 상기 센서 전극과 상기 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형을 맞추는 단계; 및

절대 커패시턴스가 측정되도록, 상기 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계를

포함하는, 상기 스위치를 폐쇄하는 단계;

상기 리셋 단계의 제 2 발생을 개시하기 위하여 상기 측정 단계 후에 상기 스위치를 개방하는 단계; 및

상기 리셋 단계의 상기 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이한, 상기 제 2 전하 레벨로 리셋하는 단계

를 포함하는, 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

트랜스커패시티브(transcapacitive) 센싱 사이클 동안, 상기 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계로서, 상기 결과적인 전하는 상기 센서 전극과 제 2 센서 전극 사이의 커패시티브 커플링에 대응하고, 상기 제 2 센서 전극은 송신기 신호로 구동된, 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계를 더 포함하는, 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법.

청구항 3

커패시턴스 측정 회로로서,

차동 증폭기로서,

차동 제 1 및 제 2 입력들; 및

출력을

포함하는, 상기 차동 증폭기;

상기 제 2 입력과 결합된 스위치로서, 상기 스위치는 폐쇄 상태 및 개방 상태를 가지고, 상기 스위치가 상기 폐쇄 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 측정 단계에서 센서 전극과 결합되고, 상기 스위치가 상기 개방 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 리셋 단계에서 상기 센서 전극과 결합해제되는, 상기 스위치;

상기 출력과 상기 제 2 입력 사이에 결합된 피드백 커패시턴스; 및

상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분과 병렬로 결합되며 상기 리셋 단계의 제 1 발생 동안에 상기 피드백

커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하도록 구성된 리셋 메커니즘을 포함하고,

상기 리셋 메커니즘은, 상기 리셋 단계의 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하도록 더 구성되고, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이하고; 그리고

상기 측정 단계 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1 및 제 2 입력들 상의 전압들의 균형을 맞추면서 상기 센서 전극을, 상기 제 1 입력과 결합된 변조된 기준 전압과 연관된 전압 레벨로 충전시키고, 상기 센서 전극과 입력 오브젝트 사이의 커플링에 대응하는 커패시턴스를 측정하기 위하여 상기 센서 전극 상의 전하를 적분하도록 동작하는, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스는 상기 리셋 단계 동안에 사전-충전되도록 구성되는, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분은 상기 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키는 전하 감산기로서 작동하는, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 더 짧은, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 적어도 10 배 더 짧은, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 변조된 기준 전압의 상기 전압 레벨은 상기 회로의 상이한 동작 모드들에서 변동되는, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 측정 단계는 절대 커패시턴스 측정 단계인, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 10

제 3 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스는 복수의 선택가능한 커패시터들에 의해 형성되는, 커패시턴스 측정 회로.

청구항 11

입력 디바이스로서,

제 1 센서 전극;

제 2 센서 전극;

상기 제 2 센서 전극과 결합되며 상기 제 2 센서 전극 상에서 송신기 신호를 구동하도록 구성된 송신기;

차동 증폭기로서,

차동 제 1 및 제 2 입력들; 및

출력을

포함하는, 상기 차동 증폭기;

상기 제 2 입력과 결합된 스위치로서, 상기 스위치는 폐쇄 상태 및 개방 상태를 가지고, 상기 스위치가 상기 폐쇄 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 측정 단계에서 상기 제 1 센서 전극과 결합되고, 상기 스위치가 상기 개방 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 리셋 단계에서 상기 제 1 센서 전극과 결합해제되는, 상기 스위치;

상기 출력과 상기 제 2 입력 사이에 결합된 피드백 커패시턴스; 및

상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분과 병렬로 결합되며 상기 리셋 단계의 제 1 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하도록 구성된 리셋 메커니즘을 포함하고;

상기 측정 단계 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1 및 제 2 입력들 상의 전압들의 균형을 맞추면서 상기 제 1 센서 전극을, 상기 제 1 입력과 결합된 변조된 기준 전압과 연관된 전압 레벨로 충전시키고, 상기 센서 전극과 입력 오브젝트 사이의 커플링에 대응하는 커패시턴스를 측정하기 위하여 상기 제 1 센서 전극 상의 전하를 적분하도록 동작하고;

상기 입력 디바이스의 트랜스커패시티브 센싱 사이클 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1 및 제 2 센서 전극들 사이의 커패시티브 커플링에 대응하는 상기 제 1 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하도록 더 구성되는, 입력 디바이스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 리셋 단계 및 상기 트랜스커패시티브 센싱 사이클의 트랜스커패시티브 리셋 단계의 시간 길이들은 실질적으로 동일한, 입력 디바이스.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 더 짧은, 입력 디바이스.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 변조된 기준 전압은 기준 전압에 대해 대칭적인 파형을 포함하는, 입력 디바이스.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 리셋 메커니즘은, 상기 리셋 단계의 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하도록 더 구성되고, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이한, 입력 디바이스.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스는 상기 리셋 단계 동안에 사전-충전되도록 구성되는, 입력 디바이스.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분은 상기 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키는 전하 감산기로서 작동하는, 입력 디바이스.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 변조된 기준 전압의 상기 전압 레벨은 상기 입력 디바이스의 상이한 동작 모드들에서 변동되는, 입력 디바이스.

청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 측정 단계는 절대 커패시턴스 측정 단계인, 입력 디바이스.

청구항 20

제 11 항에 있어서,

상기 피드백 커패시턴스는 복수의 선택가능한 커패시터들에 의해 형성되는, 입력 디바이스.

청구항 21

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 센서 전극은 상기 리셋 단계 동안에 전기적으로 플로팅하는, 입력 디바이스.

청구항 22

제 11 항에 있어서,

상기 변조된 기준 전압은 상기 리셋 단계의 초기에 천이하는, 입력 디바이스.

청구항 23

출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력들을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법으로서,

절대 커패시티브 센싱 사이클 동안:

센서 전극 및 상기 차동 증폭기가 결합해제되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 상기 센서 전극과 상기 차동 증폭기의 상기 제 2 입력 사이에 배치된 스위치를 개방하는 단계;

피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 피드백 커패시턴스는 상기 제 2 입력과 상기 출력 사이에 배치되는, 상기 제 1 전하 레벨로 리셋하는 단계; 및

상기 제 2 입력 및 상기 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 상기 스위치를 폐쇄하는 단계로서, 상기 측정 단계는,

센서 전극 전압이 상기 제 2 입력의 전압과 동일한 상기 제 1 입력의 전압과 동일하고, 상기 센서 전극이 자신의 커패시턴스와 상기 제 2 입력의 상기 전압에 비례하는 값으로 충전되도록, 상기 센서 전극과 상기 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형을 맞추는 단계; 및

절대 커패시턴스가 측정되도록, 상기 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계

를 포함하는, 상기 스위치를 폐쇄하는 단계;

트랜스커패시티브 센싱 사이클 동안:

상기 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계로서, 상기 결과적인 전하는 상기 센서 전극과 제 2 센서 전극 사이의 커패시티브 커플링에 대응하고, 상기 제 2 센서 전극은 송신기 신호로 구동된, 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계

를 포함하는, 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

절대 커패시티브 센싱 사이클 동안:

상기 리셋 단계의 제 2 발생을 개시하기 위하여 상기 측정 단계 후에 상기 스위치를 개방하는 단계; 및

상기 리셋 단계의 상기 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이한, 상기 제 2 전하 레벨로 리셋하는 단계를 더 포함하는, 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법.

청구항 25

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련된 미국 가출원들에 대한 교차-참조
- [0002] 이 출원은, 대리인 일람 번호 SYNA-20120308-01.PRO 를 가지며 본 출원의 양수인에게 양도된, Farzaneh Shahrokhi 등에 의해 "SYSTEM AND METHOD FOR SENSING ABSOLUTE CAPACITANCE (절대 커패시턴스를 센싱하기 위한 시스템 및 방법)" 라는 명칭으로 2012 년 7 월 18 일자로 출원된 공동-계류 중인 미국 가출원 제 61/673,241 호의 우선권 및 이익을 주장한다.
- [0003] 이 출원은, 대리인 일람 번호 SYNA-20120308-02.PRO 를 가지며 본 출원의 양수인에게 양도된, Farzaneh Shahrokhi 등에 의해 "SYSTEM AND METHOD FOR SENSING ABSOLUTE CAPACITANCE (절대 커패시턴스를 센싱하기 위한 시스템 및 방법)" 라는 명칭으로 2012 년 8 월 27 일자로 출원된 공동-계류 중인 미국 가출원 제 61/693,541 호의 우선권 및 이익을 주장한다.
- [0004] 이 출원은, 대리인 일람 번호 SYNA-20120308-01 를 가지며 본 출원의 양수인에게 양도된, Farzaneh Shahrokhi 등에 의해 "CAPACITANCE MEASUREMENT (커패시턴스 측정)" 라는 명칭으로 2013 년 3 월 15 일자로 출원된 공동-계류 중인 미국 출원 제 13/843,129 호의 우선권 및 이익을 주장한다.

배경 기술

- [0005] 근접 센서 디바이스들 (또한 터치패드들 또는 터치 센서 디바이스들이라고 통상적으로 칭해짐) 을 포함하는 입력 디바이스들은 다양한 전자 시스템들에서 폭넓게 이용된다. 근접 센서 디바이스는 전형적으로, 종종 표면에 의해 경계가 정해지며, 근접 센서 디바이스가 하나 이상의 입력 오브젝트들의 존재, 로케이션 (location) 및 /또는 모션 (motion) 을 결정하는 센싱 영역을 포함한다. 근접 센서 디바이스들은 전자 시스템을 위한 인터페이스들을 제공하기 위하여 이용될 수도 있다. 예를 들어, 근접 센서 디바이스들은 (노트북 또는 데스크톱 컴퓨터들에 통합되거나 이 컴퓨터들에 부수적인 불투명한 터치패드들과 같은) 더 큰 컴퓨팅 시스템들을 위한 입력 디바이스들로서 종종 이용된다. 근접 센서 디바이스들은 또한, (셀룰러 전화들 및 태블릿 컴퓨터들에 통합된 터치 스크린들과 같은) 더 작은 전자 디바이스들/시스템들에서 종종 이용된다. 이러한 터치 스크린 입력 디바이스들은 전형적으로 전자 디바이스/시스템의 디스플레이 상에 겹쳐 놓이거나, 이와 다르게 전자 디바이스/시스템의 디스플레이와 나란히 놓인다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0006] 출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력들을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법에서는, 센서 전극 및 차동 증폭기가 결합해제 (decouple) 되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 센서 전극과 차동 증폭기의 제 2 입력과의

사이에 배치된 스위치가 개방된다. 제 2 입력과 출력 사이에 배치된 피드백 커패시턴스는 제 1 전하 레벨로 리셋된다. 제 2 입력 및 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 스위치는 폐쇄된다. 측정 단계에서는: 센서 전극 전압이 제 2 입력의 전압과 동일한 제 1 입력의 전압과 동일하고, 센서 전극이 자신의 커패시턴스와 제 2 입력의 전압에 비례하는 값으로 충전되도록, 센서 전극과 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형이 맞추어지고; 절대 커패시턴스가 측정되도록, 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 차동 증폭기가 사용된다.

도면의 간단한 설명

[0007] 이 도면들의 간단한 설명에서 참조된 도면들은 구체적으로 언급되지 않을 경우에는 일정한 비율로 그려진 것으로 이해되지 않아야 한다. 실시형태들의 설명에 편입되어 그 일부를 형성하는 첨부한 도면들은 다양한 실시형태들을 예시하고, 실시형태들의 설명과 함께, 이하에서 논의된 원리들을 설명하도록 작용하고, 여기서, 유사한 명칭들은 유사한 엘리먼트들을 나타낸다.

도 1 은 실시형태들에 따른, 일 예의 입력 디바이스의 블록도이다.

도 2 는 일부의 실시형태들에 따라, 터치 스크린과 같은 입력 디바이스의 센싱 영역의 전부 또는 일부를 생성하기 위하여 센서에서 사용될 수도 있는 일 예의 센서 전극 패턴의 일부분을 도시한다.

도 3 은 트랜스커패시티브 (transcapacitive) 및 기존의 절대 커패시턴스 (absolute capacitance) 센싱 신호들 및 모드들의 다이어그램들의 비교를 도시한다.

도 4a 및 도 4b 는 일 실시형태에 따라, 절대 커패시티브 센싱의 제 1 절반의 사이클을 통한 커패시턴스 측정 회로의 동작을 예시한다.

도 5 는 다양한 실시형태들에 따라, 트랜스커패시티브 및 (본원에서 설명된 바와 같은) 새로운 절대 커패시턴스 센싱 신호들 및 모드의 다이어그램들의 비교를 도시한다.

도 6a 내지 도 6d 는 일 실시형태에 따라, 절대 커패시티브 센싱의 전체 사이클을 통한 커패시티브 측정 회로의 동작을 예시한다.

도 7 은 일 실시형태에 따라, 커패시턴스 측정 회로를 예시한다.

도 8 은 일부의 실시형태들에 따라, 커패시턴스 측정 회로를 예시한다.

도 9a 내지 도 9c 는 다양한 실시형태들에 따라, 출력 및 차동 (differential) 제 1 및 제 2 입력을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 실시형태들의 다음의 설명은 제한이 아니라 예로서 제공되는 것에 불과하다. 또한, 선행하는 배경 기술, 발명의 내용, 또는 도면들의 간단한 설명 또는 실시형태들의 다음의 설명에서 제시된 임의의 표현되거나 암시된 이론에 의해 구속되도록 하기 위한 의도는 없다.

[0009] 논의의 개요

[0010] 본원에서는, 개선된 이용가능성을 용이하게 하는 입력 디바이스들, 프로세싱 시스템들, 및 방법들을 제공하는 다양한 실시형태들이 설명된다. 본원에서 설명된 다양한 실시형태들에서, 입력 디바이스는 커패시티브 입력 디바이스일 수도 있다.

[0011] 논의는 트랜스커패시티브 센싱 신호들 및 모드들과, 기존의 절대 커패시턴스 센싱 신호들 및 모드들과의 비교와 함께 시작한다. 본원에서 설명된 새로운 실시형태들에 따르면, 다음으로, 일 예의 커패시턴스 측정 회로가 제시되고 그 동작이 설명된다. 다음으로, 트랜스커패시티브 센싱 신호들 및 모드들과, 절대 커패시티브 센싱의 새로운 실시형태들의 신호들 및 모드들과의 비교가 제시 및 설명된다. 다음으로, 새로운 절대 커패시턴스 측정 회로의 구성 및 동작에 대한 몇몇 변동들이 제시 및 설명된다. 다음으로, 하이브리드 트랜스커패시티브/절대 커패시턴스 측정 회로가 제시 및 설명된다. 다음으로, 다양한 새로운 커패시티브 측정 회로들의 동작은 출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법의 설명과 함께 추가로 설명된다.

[0012] 일 예의 입력 디바이스

- [0013] 지금부터 도면들로 돌아가면, 도 1 은 다양한 실시형태들에 따른, 예시적인 입력 디바이스 (100) 의 블록도이다. 입력 디바이스 (100) 는 입력을 전자 시스템/디바이스 (도시되지 않음) 에 제공하도록 구성될 수도 있다. 이 문서에서 이용된 바와 같이, 용어 "전자 시스템" (또는 "전자 디바이스") 은 정보를 전자적으로 프로세싱할 수 있는 임의의 시스템을 대략 지칭한다. 전자 시스템들의 일부의 비-제한적인 예들은 데스크톱 컴퓨터들, 랩톱 컴퓨터들, 넷북 컴퓨터들, 태블릿들, 웹 브라우저들, 전자책 리더 (e-book reader) 들, 및 개인 정보 단말 (personal digital assistant; PDA) 들과 같은 모든 사이즈들 및 형상들의 개인용 컴퓨터들을 포함한다. 추가적인 예의 전자 시스템들은, 입력 디바이스 (100) 및 별도의 조이스틱 (joystick) 들 또는 키 스위치 (key switch) 들을 포함하는 물리적 키보드들과 같은 복합 입력 디바이스들을 포함한다. 추가의 예의 전자 시스템들은 데이터 입력 디바이스들 (원격 제어부들 및 마우스들을 포함함) 및 데이터 출력 디바이스들 (디스플레이 스크린들 및 프린터들을 포함함) 과 같은 주변기기를 포함한다. 다른 예들은 원격 단말 (remote terminal) 들, 키오스크 (kiosk) 들, 및 비디오 게임 머신들 (예를 들어, 비디오 게임 콘솔들, 휴대용 게이밍 디바이스들, 등) 을 포함한다. 다른 예들은 통신 디바이스들 (스마트 폰들과 같은 셀룰러 전화들을 포함함), 및 미디어 디바이스들 (레코더들, 편집기들, 및 플레이어들 예컨대, 텔레비전들, 셋톱 박스들, 음악 플레이어들, 디지털 포토 프레임들, 및 디지털 카메라들을 포함함) 을 포함한다. 추가적으로, 전자 시스템들은 입력 디바이스에 대한 호스트 (host) 또는 슬레이브 (slave) 일 수 있다.
- [0014] 입력 디바이스 (100) 는 전자 시스템의 물리적 일부로서 구현될 수 있거나, 전자 시스템으로부터 물리적으로 별도일 수 있다. 적절하게는, 입력 디바이스 (100) 는 하기의 것 중의 임의의 하나 이상을 이용하여 전자 시스템의 일부들과 통신할 수도 있다: 버스들, 네트워크들, 및 다른 유선 또는 무선 상호접속들. 예들은 하기의 것들을 포함하지만 이것으로 제한되지 않는다: 인터-집적 회로 (Inter-Integrated Circuit; I2C), 직렬 주변기기 인터페이스 (Serial Peripheral Interface; SPI), 퍼스널 시스템 2 (Personal System 2; PS/2), 범용 직렬 버스 (Universal Serial Bus; USB), Bluetooth®, 라디오 주파수 (Radio Frequency; RF), 및 국제 적외선 데이터 통신 협회 (Infrared Data Association; IrDA).
- [0015] 도 1 에서, 입력 디바이스 (100) 는 센싱 영역 (120) 에서 하나 이상의 입력 오브젝트들 (140) 에 의해 제공된 입력을 센싱하도록 구성된 근접 센서 디바이스 (또한 "터치패드" 또는 "터치 센서 디바이스" 라고 종종 지칭됨) 로서 도시되어 있다. 일 예의 입력 오브젝트들은 도 1 에 도시된 바와 같이, 손가락들 및 스타일러스 (stylus) 들을 포함한다.
- [0016] 센싱 영역 (120) 은, 입력 디바이스 (100) 가 사용자 입력 (예를 들어, 하나 이상의 입력 오브젝트들 (140) 에 의해 제공된 사용자 입력) 을 검출할 수 있는, 입력 디바이스 (100) 위, 주위, 내부 및/또는 근처의 임의의 공간을 망라한다. 특별한 센싱 영역들의 사이즈들, 형상들, 및 로케이션들은 실시형태마다 폭넓게 변동될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서는, 신호-대-잡음 비율들이 충분히 정확한 오브젝트 검출을 방지할 때까지, 센싱 영역 (120) 이 하나 이상의 방향들에서의 입력 디바이스 (100) 의 표면으로부터 공간으로 연장된다. 다양한 실시형태들에서, 센싱 영역 (120) 이 특별한 방향으로 연장되는 거리는 대략 밀리미터 미만, 밀리미터들, 센티미터들 이상일 수도 있고, 이용된 센싱 기술의 타입 및 희망된 정확도와 함께 상당히 변동될 수도 있다. 따라서, 일부의 실시형태들은, 입력 디바이스 (100) 의 임의의 표면들과의 비 접촉 (non contact), 입력 디바이스 (100) 의 입력 표면 (예를 들어, 터치 표면) 과의 접촉, 인가된 힘 또는 압력의 일부의 양으로 결합된 입력 디바이스 (100) 의 입력 표면과의 접촉, 및/또는 그 조합을 포함하는 입력을 센싱한다. 다양한 실시형태들에서, 입력 표면들은, 센서 전극들이 그 내부에 존재하는 케이싱 (casing) 들의 표면들에 의해, 센서 전극들 또는 케이싱들 상에 도포된 페이스 시트 (face sheet) 들, 등등에 의해 제공될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 센싱 영역 (120) 은 입력 디바이스 (100) 의 입력 표면 상으로 투영될 때에 직사각형 형상을 가진다.
- [0017] 입력 디바이스 (100) 는 센싱 영역 (120) 에서 사용자 입력을 검출하기 위하여, 센서 컴포넌트들 및 센싱 기술들의 임의의 조합을 사용할 수도 있다. 입력 디바이스 (100) 는 사용자 입력을 검출하기 위한 하나 이상의 센싱 엘리먼트들을 포함한다. 비-제한적인 예로서, 입력 디바이스 (100) 는 커패시티브 기법 (capacitive technique) 들을 이용할 수도 있다.
- [0018] 일부의 구현예들은 1, 2, 3, 또는 더 높은 차원의 공간들에 걸쳐 있는 이미지들을 제공하도록 구성된다. 일부의 구현예들은 특별한 축들 또는 평면들을 따라 입력의 투영들을 제공하도록 구성된다.
- [0019] 입력 디바이스 (100) 의 일부의 커패시티브 구현예들에서는, 전기장을 생성하기 위하여 전압 또는 전류가 인가된다. 인접한 입력 오브젝트들은 전기장에서 변화들을 야기시키고, 전압, 전류, 등에 있어서의 변화들로서

검출될 수도 있는 커패시티브 커플링 (capacitive coupling) 에서의 검출가능한 변화들을 생성한다.

[0020] 일부의 커패시티브 구현예들은 전기장들을 생성하기 위하여 커패시티브 센싱 엘리먼트들의 어레이 (array) 들 또는 다른 규칙적인 또는 불규칙적인 패턴들을 사용한다. 일부의 커패시티브 구현예들에서는, 더 큰 센서 전극들을 형성하기 위하여 별도의 센싱 엘리먼트들이 저항 방식으로 (ohmically) 함께 단락될 수도 있다. 일부의 커패시티브 구현예들은 균일하게 저항성일 수도 있는 저항성 시트 (resistive sheet) 들을 사용한다.

[0021] 일부의 커패시티브 구현예들은 센서 전극들과 입력 오브젝트 사이의 커패시티브 커플링에서의 변화들에 기초한 "자체 커패시턴스 (self capacitance)" (또는 "절대 커패시턴스 (absolute capacitance)") 센싱 방법들을 사용한다. 다양한 실시형태들에서, 센서 전극들 근처의 입력 오브젝트는 센서 전극들 근처의 전기장을 변경시키고, 이에 따라, 측정된 커패시티브 커플링을 변화시킨다. 하나의 구현예에서, 절대 커패시턴스 센싱 방법은 기준 전압 (예를 들어, 시스템 접지) 에 대하여 센서 전극들을 변조시킴으로써, 그리고 센서 전극들과 입력 오브젝트들 사이의 커패시티브 커플링을 검출함으로써 동작한다.

[0022] 일부의 커패시티브 구현예들은 센서 전극들 사이의 커패시티브 커플링에서의 변화들에 기초한 "상호 커패시턴스 (mutual capacitance)" (또는 "트랜스커패시턴스 (transcapacitance)") 센싱 방법들을 사용한다. 다양한 실시형태들에서, 센서 전극들 근처의 입력 오브젝트는 센서 전극들 사이의 전기장을 변경시키고, 이에 따라, 측정된 커패시티브 커플링을 변화시킨다. 하나의 구현예에서, 트랜스커패시티브 센싱 방법은 하나 이상의 송신기 센서 전극들 (또한 "송신기 전극들" 또는 "송신기들") 과 하나 이상의 수신기 센서 전극들 (또한 "수신기 전극들" 또는 "수신기들") 사이의 커패시티브 커플링을 검출함으로써 동작한다. 집합적으로, 송신기들 및 수신기들은 센서 전극들 또는 센서 엘리먼트 (sensor element) 들이라고 지칭될 수도 있다. 송신기 센서 전극들은 송신기 신호들을 송신하기 위하여 기준 전압 (예를 들어, 시스템 접지) 에 관하여 변조될 수도 있다. 수신기 센서 전극들은 결과적인 신호들의 수신을 용이하게 하기 위하여 기준 전압에 관하여 실질적으로 일정하게 유지될 수도 있다. 결과적인 신호는, 하나 이상의 송신기 신호들 및/또는 환경적 간섭 (예를 들어, 다른 전자기 신호들) 의 하나 이상의 소스들에 대응하는 효과(들) 를 포함할 수도 있다. 센서 전극들은 전용 송신기들 또는 수신기들일 수도 있거나, 송신 및 수신 둘 모두를 행하도록 구성될 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 하나 이상의 수신기 전극들은 송신기 전극들이 송신하지 않을 (예를 들어, 송신기들이 디스에이블됨) 때에 결과적인 신호를 수신하도록 동작될 수도 있다. 이러한 방식으로, 결과적인 신호는 센싱 영역 (120) 의 동작 환경에서 검출된 잡음을 나타낸다.

[0023] 도 1 에서, 프로세싱 시스템 (110) 은 입력 디바이스 (100) 의 일부로서 도시되어 있다. 프로세싱 시스템 (110) 은 센싱 영역 (120) 에서 입력을 검출하기 위하여 입력 디바이스 (100) 의 하드웨어를 동작시키도록 구성된다. 프로세싱 시스템 (110) 은 하나 이상의 집적 회로 (IC) 들 및/또는 다른 회로부 컴포넌트들의 일부들 또는 전부를 포함한다. (예를 들어, 상호 커패시턴스 센서 디바이스를 위한 프로세싱 시스템은 송신기 센서 전극들로 신호들을 송신하도록 구성된 송신기 회로부, 및/또는 수신기 센서 전극들로 신호들을 수신하도록 구성된 수신기 회로부를 포함할 수도 있다). 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110) 은 또한, 펌웨어 코드 (firmware code), 소프트웨어 코드, 및/또는 등과 같은 전자적으로-판독가능한 명령 (electronically-readable instruction) 들을 포함한다. 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110) 을 구성하는 컴포넌트들은 예컨대, 입력 디바이스 (100) 의 센싱 엘리먼트(들) 근처에 함께 위치된다. 다른 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110) 의 컴포넌트들은 입력 디바이스 (100) 의 센싱 엘리먼트(들) 에 근접한 하나 이상의 컴포넌트들, 및 다른 곳의 하나 이상의 컴포넌트들과 물리적으로 분리되어 있다. 예를 들어, 입력 디바이스 (100) 는 데스크톱 컴퓨터에 결합된 주변기기일 수도 있고, 프로세싱 시스템 (110) 은 데스크톱 컴퓨터의 중앙 프로세싱 유닛 상에서 실행하도록 구성된 소프트웨어와, 중앙 프로세싱 유닛으로부터 분리되어 있는 (아마도 연관된 펌웨어를 갖는) 하나 이상의 IC 들을 포함할 수도 있다. 또 다른 예로서, 입력 디바이스 (100) 는 전화에 물리적으로 통합될 수도 있고, 프로세싱 시스템 (110) 은 전화의 주요 프로세서의 일부인 회로들 및 펌웨어를 포함할 수도 있다. 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110) 은 입력 디바이스 (100) 를 구현하는 것에 제공된다. 다른 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110) 은 또한, 디스플레이 스크린들의 동작, 햅틱 액추에이터 (haptic actuator) 들의 구동, 등과 같은 다른 기능들을 수행한다.

[0024] 프로세싱 시스템 (110) 은 프로세싱 시스템 (110) 의 상이한 기능들을 처리하는 모듈들의 세트로서 구현될 수도 있다. 각각의 모듈은, 프로세싱 시스템 (110), 펌웨어, 소프트웨어, 또는 그 조합의 일부인 회로부를 포함할 수도 있다. 다양한 실시형태들에서는, 모듈들의 상이한 조합들이 이용될 수도 있다. 일 예의 모듈들은 센서 전극들 및 디스플레이 스크린들과 같은 하드웨어를 동작시키기 위한 하드웨어 동작 모듈들, 센서 신호들 및 위치 정보와 같은 데이터를 프로세싱하기 위한 데이터 프로세싱 모듈들, 및 정보를 보고하기 위한 보고

모듈들을 포함한다. 추가의 예의 모듈들은 입력을 검출하기 위하여 센싱 엘리먼트(들)를 동작시키도록 구성된 센서 동작 모듈들, 모드 변화 제스처 (gesture) 들과 같은 제스처어들을 식별하도록 구성된 식별 모듈들, 및 동작 모드들을 변화시키기 위한 모드 변화 모듈들을 포함한다.

[0025] 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110)은 하나 이상의 작동 (action) 들을 야기시킴으로써 센싱 영역 (120)에서 사용자 입력 (또는 사용자 입력의 결여)에 직접적으로 응답한다. 일 예의 작동들은 커서 이동, 선택, 메뉴 내비게이션, 및 다른 기능들과 같은 GUI 작동들뿐만 아니라, 동작 모드들을 변화시키는 것을 포함한다. 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110)은 입력 (또는 입력의 결여)에 대한 정보를 전자 시스템의 일부의 부분에 (예를 들어, 이러한 별도의 중앙 프로세싱 시스템이 존재할 경우, 프로세싱 시스템 (110)으로부터 분리되어 있는 전자 시스템의 중앙 프로세싱 시스템에) 제공한다. 일부의 실시형태들에서, 전자 시스템의 일부의 부분은 사용자 입력에 따라 작동하기 위하여 예컨대, 모드 변화 작동들 및 GUI 작동들을 포함하는 전체 범위의 작동들을 용이하게 하기 위하여, 프로세싱 시스템 (110)으로부터 수신된 정보를 프로세싱한다.

[0026] 예를 들어, 일부의 실시형태들에서, 프로세싱 시스템 (110)은 센싱 영역 (120)에서 입력 (또는 입력의 결여)을 표시하는 전기 신호들을 생성하기 위하여 입력 디바이스 (100)의 센싱 엘리먼트(들)를 동작시킨다. 프로세싱 시스템 (110)은 전자 시스템에 제공된 정보를 생성함에 있어서, 전기 신호들에 대한 임의의 적절한 양의 프로세싱을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 프로세싱 시스템 (110)은 센서 전극들로부터 얻어진 아날로그 전기 신호들을 디지털화할 수도 있다. 또 다른 예로서, 프로세싱 시스템 (110)은 필터링 또는 다른 신호 조절을 수행할 수도 있다. 또 다른 예로서, 프로세싱 시스템 (110)은 정보가 전기 신호들과 기선 (baseline) 사이의 차이를 반영하도록, 기선을 감산하거나 이와 달리 기선을 설명할 수도 있다. 더 추가의 예들에서, 프로세싱 시스템 (110)은 위치 정보를 결정할 수도 있고, 입력들을 커맨드 (command) 들로서 인식할 수도 있고, 필적 (handwriting) 을 인식할 수도 있는 등등과 같다.

[0027] 본원에서 이용된 바와 같은 "위치 정보"는 절대 위치, 상대 위치, 속도, 가속도, 및 다른 타입들의 공간 정보를 대략 망라한다. 예시적인 "제로 차원 (zero-dimensional)" 위치 정보는 근거리/원거리 또는 컨택/비 컨택 정보를 포함한다. 예시적인 "1 차원 (one-dimensional)" 위치 정보는 축을 따른 위치들을 포함한다. 예시적인 "2 차원 (two-dimensional)" 위치 정보는 평면에서의 모션 (motion) 들을 포함한다. 예시적인 "3 차원 (three-dimensional)" 위치 정보는 공간에서의 순시적인 또는 평균적인 속도들을 포함한다. 추가의 예들은 공간 정보의 다른 표현들을 포함한다. 예를 들어, 시간에 걸친 위치, 모션, 또는 순시적인 속도를 추적하는 이력 데이터 (historical data)를 포함하는, 하나 이상의 타입들의 위치 정보에 관한 이력 데이터가 결정 및/또는 저장될 수도 있다.

[0028] 일부의 실시형태들에서, 입력 디바이스 (100)는, 프로세싱 시스템 (110)에 의해 또는 일부의 다른 프로세싱 시스템에 의해 동작되는 추가적인 입력 컴포넌트들로 구현된다. 이 추가적인 입력 컴포넌트들은 센싱 영역 (120)에서의 입력을 위한 여분의 기능성 또는 일부의 다른 기능성을 제공할 수도 있다. 도 1은 입력 디바이스 (100)를 이용하여 항목들의 선택을 용이하게 하기 위하여 이용될 수 있는 센싱 영역 (120) 근처의 버튼들 (130)을 도시한다. 다른 타입들의 추가적인 입력 컴포넌트들은 슬라이더 (slider) 들, 볼 (ball) 들, 휠 (wheel) 들, 스위치들, 등을 포함한다. 반대로, 일부의 실시형태들에서, 입력 디바이스 (100)는 어떤 다른 입력 컴포넌트들로 구현될 수도 없다.

[0029] 일부의 실시형태들에서, 입력 디바이스 (100)는 터치 스크린일 수도 있고, 센싱 영역 (120)은 디스플레이 스크린의 활성 영역 (active area)의 적어도 일부와 중첩한다. 예를 들어, 입력 디바이스 (100)는 디스플레이 스크린 위를 덮는 실질적으로 투명한 센서 전극들을 포함할 수도 있고, 연관된 전자 시스템을 위한 터치 스크린 인터페이스를 제공할 수도 있다. 디스플레이 스크린은 시각적 인터페이스를 사용자에게 디스플레이할 수 있는 임의의 타입의 동적 디스플레이일 수도 있고, 임의의 타입의 발광 다이오드 (light emitting diode; LED), 유기 LED (organic LED; OLED), 음극선관 (cathode ray tube; CRT), 액정 디스플레이 (liquid crystal display; LCD), 플라즈마, 전계발광 (electroluminescence; EL), 또는 다른 디스플레이 기술을 포함할 수도 있다. 입력 디바이스 (100) 및 디스플레이 스크린은 물리적 엘리먼트들을 공유할 수도 있다. 예를 들어, 일부의 실시형태들은 디스플레이 및 센싱을 위한 동일한 전기적 컴포넌트들의 일부를 사용할 수도 있다. 또 다른 예로서, 디스플레이 스크린은 프로세싱 시스템 (110)에 의해 부분적으로 또는 전체적으로 동작될 수도 있다.

[0030] 다수의 실시형태들이 완전히 기능하는 장치의 상황에서 설명되어 있지만, 메커니즘들은 다양한 형태들로 프로그

램 제품 (예를 들어, 소프트웨어) 으로서 배포될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 설명되어 있는 메커니즘들은 전자 프로세서들에 의해 판독가능한 정보 유지 매체들 (예를 들어, 프로세싱 시스템 (110) 에 의해 판독가능한 비-일시적인 컴퓨터-판독가능한 및/또는 레코딩가능/기록가능한 정보 유지 매체들) 상의 소프트웨어 프로그램으로서 구현 및 배포될 수도 있다. 추가적으로, 실시형태들은 배포를 수행하기 위하여 이용된 특별한 타입의 매체에 관계없이 동일하게 적용된다. 비-일시적인 전자적으로 판독가능한 매체들의 예들은 다양한 디스크들, 메모리 스틱들, 메모리 카드들, 메모리 모듈들, 등을 포함한다. 전자적으로 판독가능한 매체들은 플래시 (flash), 광학, 자기, 홀로그래픽, 또는 임의의 다른 유형의 (tangible) 저장 기술에 기초할 수도 있다.

[0031] 일 예의 센서 전극 패턴

[0032] 도 2 는 다양한 실시형태들에 따라, 입력 디바이스 (100) 의 센싱 영역의 전부 또는 일부를 생성하기 위하여 센서에서 사용될 수도 있는 일 예의 센서 전극 패턴 (200) 의 일부분을 도시한다. 입력 디바이스 (100) 는 커패시티브 센서 전극 패턴과 함께 사용될 때에 커패시티브 입력 디바이스로서 구성된다. 예시 및 설명의 명료성의 목적들을 위하여, 비-제한적인 간단한 직사각형 센서 전극 패턴 (200) 이 예시되어 있다. 센서 전극들의 단일 세트를 갖는 패턴들, (중첩 없이) 단일 계층에 배치된 센서 전극들의 2 개의 세트들을 갖는 패턴들, 및 개별적인 버튼 전극들을 제공하는 패턴들을 포함하는 많은 다른 센서 전극 패턴들이 채용될 수도 있다는 점이 인식된다. 예시된 센서 전극 패턴은, 이 예에서 서로의 위를 덮는 복수의 수신기 전극들 (270 (270-0, 270-1, 270-2 ... 270-n)) 및 복수의 송신기 전극들 (260 (260-0, 260-1, 260-2 ... 260-n)) 로 구성된다. 예시된 예에서, 터치 센싱 픽셀들은 송신기 및 수신기 전극들이 교차하는 로케이션들에 중심이 놓여진다. 커패시티브 픽셀 (290) 은 트랜스커패시티브 센싱 중에 센서 전극 패턴 (200) 에 의해 생성된 커패시티브 픽셀들 중의 하나를 예시한다. 예시된 예와 같은 교차하는 센서 전극 패턴에서는, 절연 재료 또는 기관의 일부의 형태가 송신기 전극들 (260) 과 수신기 전극들 (270) 사이에 전형적으로 배치된다는 점이 인식된다. 그러나, 일부의 실시형태들에서는, 송신기 전극들 (260) 및 수신기 전극들 (270) 이 라우팅 기법들 및/또는 점퍼 (jumper) 들의 이용을 통해 서로와 동일한 계층 상에 배치될 수도 있다. 다양한 실시형태들에서, 터치 센싱은 센싱 영역 (120) 에서의 어딘 가에서 입력 오브젝트들을 센싱하는 것을 포함하고, 입력 디바이스 (100) 의 임의의 표면들과의 비 콘택, 입력 디바이스 (100) 의 입력 표면 (예를 들어, 터치 표면) 과의 콘택, 인가된 힘 또는 압력의 일부의 양으로 결합된 입력 디바이스 (100) 의 입력 표면과의 콘택, 및/또는 그 조합을 포함할 수도 있다.

[0033] 트랜스커패시티브 측정들을 달성할 때, 커패시티브 픽셀 (290) 과 같은 커패시티브 픽셀들은 송신기 전극들 (260) 과 수신기 전극들 (270) 사이의 국소화된 커패시티브 커플링의 영역들이다. 송신기 전극들 (260) 과 수신기 전극들 (270) 사이의 커패시티브 커플링은 송신기 전극들 (260) 및 수신기 전극들 (270) 과 연관된 센싱 영역에서 입력 오브젝트들의 근접성 (proximity) 및 모션과 함께 변화한다.

[0034] 일부의 실시형태들에서, 센서 전극 패턴 (200) 은 이 커패시티브 커플링들을 결정하기 위하여 "스캔 (scanned)" 된다. 즉, 송신기 전극들 (260) 은 송신기 신호들을 송신하기 위하여 구동된다. 송신기들은, 하나의 송신기 전극이 한 번에 송신하거나 다수의 송신기 전극들이 동시에 송신하도록 동작될 수도 있다. 다수의 송신기 전극들이 일제히 송신할 경우, 이 다수의 송신기 전극들은 동일한 송신기 신호를 송신할 수도 있으며 사실상 더 큰 송신기 전극을 생성할 수도 있거나, 이 다수의 송신기 전극들은 상이한 송신기 신호들을 송신할 수도 있다. 예를 들어, 다수의 송신기 전극들은 수신기 전극들 (270) 의 결과적인 신호들에 대한 그 합성된 효과들이 독립적으로 결정되는 것을 가능하게 하는 하나 이상의 코딩 방식들에 따라 상이한 송신기 신호들을 송신할 수도 있다.

[0035] 수신기 전극들 (270) 은 결과적인 신호들을 획득하기 위하여 개별적으로 또는 다양하게 동작될 수도 있다. 결과적인 신호들은 커패시티브 픽셀들에서 커패시티브 커플링들의 측정들을 결정하기 위하여 이용될 수도 있다.

[0036] 커패시티브 픽셀들로부터의 측정들의 세트는 픽셀들에서 커패시티브 커플링들을 나타내는 "커패시티브 이미지" (또한 "커패시티브 프레임") 를 형성한다. 다수의 커패시티브 이미지들은 다수의 시간 주기들에 걸쳐 획득될 수도 있고, 이들 사이의 차이들은 센싱 영역에서 입력에 대한 정보를 유도하기 위하여 이용될 수도 있다. 예를 들어, 시간의 연속적인 주기들에 걸쳐 획득된 연속적인 커패시티브 이미지들은 센싱 영역에 진입하고, 센싱 영역을 진출하고, 센싱 영역 내에 있는 하나 이상의 입력 오브젝트들의 모션(들) 을 추적하기 위하여 이용될 수 있다.

[0037] 일부의 실시형태들에서, 하나 이상의 센서 전극들 (260 또는 270) 은 시간의 특별한 인스턴스에서 절대 커패시

티브 센싱을 수행하도록 동작될 수도 있다. 예를 들어, 수신기 전극 (270-0) 이 충전될 수도 있고, 다음으로, 수신기 전극 (270-0) 의 커패시턴스가 측정될 수도 있다. 이러한 실시형태에서, 수신기 전극 (270-0) 과 상호작용하는 입력 오브젝트 (140) 는 수신기 전극 (270-0) 근처의 전기장을 변경시키고, 이에 따라, 측정된 커패시티브 커플링을 변화시킨다. 이 동일한 방식으로, 절대 커패시턴스를 측정하기 위하여 복수의 센서 전극들 (270) 이 이용될 수도 있고, 및/또는 절대 커패시턴스를 측정하기 위하여 복수의 센서 전극들 (260) 이 이용될 수도 있다. 절대 커패시턴스 측정들을 수행할 때, "수신기 전극" 및 "송신기 전극" 의 라벨들은 이들이 트랜스커패시티브 측정 기법들에서 가지는 중요성을 상실하고, 그 대신에, 센서 전극 (260 또는 270) 은 간단히 "센서 전극" 이라고 지칭될 수도 있다는 것을 인식해야 한다.

[0038] 트랜스커패시티브 센싱 및 기존의 절대 커패시티브 센싱의 비교

[0039] 도 3 은 트랜스커패시티브 및 기존의 절대 커패시턴스 센싱 신호들 및 모드들 (각각 310 및 320) 의 다이어그램들의 비교를 도시한다. 도 3에서, 부분 (310) 은 트랜스커패시티브 센싱 모드에 대한 통합된 송신기 및 결과적인 신호들 (각각 $V_{TransInput}$ 및 $V_{TransOut}$) 을 예시하고, 여기서, 311 은 트랜스커패시티브 센싱 사이클의 제 1 절반이고, 312 는 트랜스커패시티브 센싱 사이클의 제 2 절반이다. 각각의 절반의 트랜스커패시티브 센싱 사이클 (311, 312) 은 적분 시간 주기 $T_{TransIntegrate}$ 및 리셋 시간 주기 $T_{TransReset}$ 를 포함한다. 도 3에서, 부분 (320) 은 절대 커패시티브 센싱 모드에 대한 송신기 및 통합된 결과적인 신호들 (각각 $V_{ConvAbsInput}$ 및 $V_{ConvAbsOut}$) 을 예시하고, 여기서, 321 은 기존의 절대 센싱 사이클의 제 1 절반이고, 322 는 기존의 절대 커패시티브 센싱 사이클의 제 2 절반이다. 각각의 절반 (321, 322) 은 하나의 사전-충전 (pre-charge) 시간 주기 $T_{AbsPrecharge}$ 및 하나의 적분 시간 주기 $T_{AbsIntegrate}$ 를 포함한다. 예시된 실시형태들에서, 송신기 및 결과적인 신호들은 2 개의 센싱 모드들에 대해 상이하다. 예를 들어, 예시된 기존의 절대 커패시티브 센싱 모드에는, 센서 전극이 송신기 신호에 의해 "전압 하이 (voltage high)" 까지 충전되는 사전-충전 단계 $T_{AbsPrecharge}$ 와, 그 다음으로, 센서 전극이 방전되고 결과적인 신호로부터의 결과적인 전하 흐름이 적분 및 측정되는 적분 단계 $T_{AbsIntegrate}$ 를 포함한다. 이러한 실시형태에 대하여, 센서 전극에 결합된 커패시티브 측정 회로에 의해 측정될 수도 있는 최대 전하량은 $C_B(V_{dd}/2)$ 이고, 여기서, C_B 는 측정되고 있는 절대 커패시턴스 (배경 커패시턴스 + 임의의 입력 오브젝트 커패시턴스) 이고, V_{dd} 는 수신기 공급 전압 (기준 전압 또는 동작 전압) 이다. 예를 들어, 이 기존의 절대 커패시티브 센싱 동작에서, 사전-충전 단계 $T_{AbsPrecharge}$ 및 적분 단계 $T_{AbsIntegrate}$ 기간들은 센서 전극의 안정 시간 (settling time) T_{abs} 에 기초할 수도 있다. 이 안정 시간은 센싱하기 위한 능력에 영향을 주지 않으면서 이 시간들을 단축하는 것을 배제한다. 많은 실시형태들에서는, 도 3 에서 알 수 있는 바와 같이, 트랜스커패시티브 센싱 리셋 단계 $T_{TransReset}$ 가 트랜스커패시티브 센싱 적분 시간보다 더 작은 기존의 절대 센싱 사전-충전 ($T_{AbsPrecharge}$) 또는 절대 센싱 적분 단계 ($T_{AbsIntegrate}$) 보다 훨씬 더 짧으며, $T_{TransReset} \ll T_{aAbsPrecharge} < T_{TransIntegrate}$ 이다. 그러므로, 기존의 절대 커패시티브 센싱 방법에 대한 절반의 센싱 사이클의 기간 $T_{AbsPrecharge} + T_{AbsIntegrate}$ 은 전형적으로, 트랜스커패시티브 센싱 방법에 대한 절반의 센싱 사이클의 기간 $T_{TransReset} + T_{TransIntegrate}$ 보다 더 크다. 또한, 기존의 절대 커패시티브 센싱 방법에 대한 절반의 센싱 사이클이 트랜스커패시티브 센싱 방법에 대한 절반의 센싱 사이클보다 더 크므로, 절대 커패시티브 센싱을 위한 송신기 신호 주파수는 트랜스커패시티브 센싱을 위한 송신기 신호 주파수보다 더 낮다.

[0040] 일 예의 커패시티브 전하 측정 회로들

[0041] 본원에서 추가로 설명되는 바와 같이, 다양한 실시형태들에서는, 절대 커패시티브 센싱을 수행하기 위해 이용된 회로들 및 기법들의 파라미터들을 변경함으로써, 절대 커패시티브 센싱 디바이스의 센싱 주파수가 기존의 기법들에 비해 개선 (단축) 될 수도 있다. 본원에서 설명된 절대 커패시티브 센싱 디바이스에 대하여, 송신기 신호의 진폭 및/또는 주파수를 증가시키는 것은 절대 커패시티브 센싱의 기존의 기법들과 비교하여 센싱 디바이스의 성능을 개선시킬 수도 있다. 예를 들어, 송신기 신호의 진폭 및/또는 주파수를 증가시키는 것 중의 하나 이상에 의해, 신호-대-잡음 비율이 증가될 수도 있고, 간섭 내성 (interference susceptibility) 이 개선될 수도 있으며 근접성 센싱 (거리 및 정확도) 이 개선될 수도 있다. 다양한 실시형태들에서, 절대 센싱 송신 신호의 진폭을 증가시키는 것은 근접성 센싱 거리 및 정확도를 증가시킨다. 또한, 더 높은 주파수를 갖는, 도 5 의 $V_{AbsInput}$ 와 같은 커패시티브 센싱 송신기 신호는 더 낮은 주파수 간섭 컴포넌트들의 회피를 증가시킬 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, (절대 커패시티브 센싱을 위한 기존의 기법들과 비교하여) 증가된 진폭

및/또는 주파수를 갖는, 도 5의 $V_{AbsInput}$ 와 같은 절대 커패시턴스 측정 송신기 신호로 동작하도록 구성되는 입력 디바이스는 트랜스커패시티브 센싱 디바이스의 그것과 유사한 송신기 신호로 동작하도록 구성될 수도 있다.

이러한 실시형태들은 간섭 내성이 커패시티브 센싱의 둘 모두의 모드들에 대해 실질적으로 동일하도록 허용하고, 이에 따라, 2개의 상이한 센싱 모드들에 대한 간섭 회피를 허용한다. 또한, 트랜스커패시티브 센싱 모드 및 절대 커패시티브 센싱 모드의 둘 모두에서 동작하도록 구성된 입력 디바이스는 하이브리드 커패시티브 센서 디바이스라고 지칭될 수도 있다. 이러한 실시형태들에서, 절대 커패시티브 센싱 송신기 신호 주파수는 트랜스커패시티브 송신기 신호의 주파수보다 더 빠르지 않을 경우에는, 그것과 적어도 동일할 수도 있다. 하나의 실시형태에서는, 도 5에 도시된 바와 같이, 절대 커패시티브 센싱 방법에 대한 절반의 센싱 사이클이 트랜스커패시티브 센싱 방법의 그것보다 더 빠르지 않을 경우에는, 그것과 적어도 동일할 수도 있다. 이것은 이하에서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

[0042] 하이브리드 커패시티브 센싱 디바이스는 트랜스커패시티브 센싱 모드 및 절대 커패시티브 센싱 모드의 둘 모두에서 동작하도록 구성될 수도 있다. 하나의 실시형태에서, 하이브리드 커패시티브 센싱 디바이스는 다음으로 제한되지는 않는, 입력 디바이스의 동작 상태, 입력 오브젝트 이벤트 및 시간 지연에 기초하여 트랜스커패시티브 센싱 모드와 절대 커패시티브 센싱 모드 사이에서 스위칭하도록 구성된다. 제한이 아니라 예로서, 하나의 실시형태에서는, 상기 입력 오브젝트의 존재를 검출하지만, 입력 디바이스의 입력 표면을 터치하지 않기 위하여 절대 커패시티브 센싱 모드가 이용될 수도 있고, 이러한 입력 오브젝트의 검출에 응답하여, 입력 디바이스는 절대 커패시티브 센싱 모드로부터 트랜스커패시티브 센싱 모드로 스위칭할 수도 있다.

[0043] 다양한 실시형태들에서, 절대 커패시티브 센싱 송신기 신호 $V_{AbsInput}$ 의 진폭 및 주파수는 기존의 절대 커패시티브 센싱을 이용하여 가능한 센싱 주파수와 비교하여 증가될 수도 있다. 이러한 실시형태들에서는, 센서 전극에 결합된 커패시턴스 측정 회로의 전하 적분기(charge integrator)의 기준 전압(동작 전압)이 변조될 수도 있다. 기준 전압은 기준 값을 초과하여 그리고 기준 값 미만으로 대칭적으로 변조될 수도 있다. 예컨대, 간섭을 회피하거나, 포화를 방지하거나, 증폭기의 다이내믹 레인지를 조절하기 위하여, 변조의 주파수 및/또는 진폭은 동작 중에 조절될 수도 있다. 예를 들어, 기준 전압은 파형 및/또는 주파수에 있어서 트랜스커패시티브 센싱 신호(예를 들어, $V_{TransInput}$)와 유사한 신호(예를 들어, 유사한 주파수를 갖는 구형파(square wave))로 변조될 수도 있다. 이러한 실시형태에서, 기준 전압 V_{ref} 은 트랜스커패시티브 센싱 신호의 감쇠된 버전일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 기준 전압은 수신기 모듈 공급 전압에 기초하여 변조될 수도 있다. 이러한 실시형태에서, 기준 전압 V_{ref} 은 $1/2 V_{dd}$ 와 같은 수신기 모듈 공급 전압의 감쇠된 버전일 수도 있다. 또한, 다양한 실시형태들에서, 기준 전압은 가변적일 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 기준 전압은 전하 적분기로서 이용되고 있는 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키도록 선택 및 구성될 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, 기준 전압 및 피드백 커패시턴스는 전하 적분기로서 이용되고 있는 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키도록 선택될 수도 있다. 또한, 다른 실시형태들에서, 전하 적분기로서 이용되고 있는 차동 증폭기는, 전하 적분기의 리셋 단계 동안에 절대 커패시티브 센싱을 위해 이용되고 있는 센서 전극 또는 전극들로부터 결합해제될 수도 있다. 하나의 실시형태에서, 리셋 단계 동안에 센서 전극으로부터 전하 적분기를 결합해제하는 것은, 리셋 단계 동안에 센서 전극에 결합된 상태로 유지되었을 경우에 경험될 것보다 전하 적분기에 대한 더 짧은 리셋 단계를 제공한다. 일부의 실시형태들에서, 동일한 전하 적분기는 입력 디바이스가 트랜스커패시티브 센싱 모드 및 절대 커패시티브 센싱 모드에서 동작하는 동안에 결과적인 신호들을 수신하도록 구성될 수도 있다. 또한, 일부의 실시형태들에서, 트랜스커패시티브 센싱 모드 및 절대 센싱 모드는 유사한 송신기 신호들(주파수 및 진폭의 적어도 하나에 있어서 유사함)을 이용하도록 구성될 수도 있다. 일부의 이러한 실시형태들에서, 트랜스커패시티브 센싱 모드 및 절대 센싱 모드에 대한 송신기 주파수와 센싱 사이클들은 실질적으로 동일하도록 구성된다. 예를 들어, 절대 커패시티브 센싱 "사전-충전/리셋" 및 "적분" 기간들은 합성될 때, 트랜스커패시티브 센싱을 위한 리셋 및 적분 시간들과 실질적으로 동일하다. 다음의 예의 실시형태들은 감소된 센싱 사이클 및 증가된 송신기 신호 주파수를 갖는 절대 커패시티브 센싱을 제공하기 위한 다양한 방법들을 설명한다.

[0044] 도 4a 및 도 4b는 일 실시형태에 따라, 절대 커패시티브 센싱의 제 1 절반의 사이클을 통한 커패시턴스 측정 회로(400)의 동작을 예시한다. 커패시턴스 측정 회로(400)는 입력 디바이스(100) 및/또는 프로세싱 시스템(110)의 일부로서 포함될 수도 있다. 예를 들어, 프로세싱 시스템(110)은, 회로(400)내의 스위치들을 동작시키고 및/또는 선택가능한 커패시터들의 뱅크(bank)로부터 커패시터들을 선택하는 제어 신호들뿐만 아니라, 회로(400)에 대한 입력 전압들을 공급할 수도 있다. 도 4a 및 도 4b에서, 커패시턴스 측정 회로

(400)는 반전 (inverting) 및 비-반전 (non-inverting) 입력들 및 출력을 갖는 차동 증폭기 (401)를 포함한다. 제 1 스위치 (SW1)는 차동 증폭기 (401)의 비-반전 입력과, 회로 (400)가 결합되는, 센서 전극 (270-0)과 같은 센서 전극 사이에 결합된다. 차동 증폭기 (401)는 전하 적분기로서 구성되고, 그 출력 및 그 반전 입력 사이에 배치된 피드백 커패시턴스를 포함한다. 피드백 커패시턴스는, 일 측에서 차동 증폭기 (401)의 출력에, 그리고 타 측에서 차동 증폭기 (401)의 반전 입력과 스위치 (SW1) 사이의 로케이션에 결합되는 커패시터 (C_{FB})에 의해 표현된다. 커패시터 (C_{FB})는 선택가능한 커패시터들의 뱅크(들)로부터 선택되는 하나 이상의 선택가능한 커패시턴스들로 구성될 수 있다는 것을 인식해야 한다. 제 2 스위치 (SW2)는 피드백 커패시터 (C_{FB})와 병렬로 배치된다. 스위치 (SW2)는 커패시터 (C_{FB})를 방전 및 리셋하기 위하여 리셋 메커니즘으로서 동작한다. 도 4a 및 도 4b에서, 커패시턴스 CB는 센서 전극 (270-0)과 접지 사이의 배경 커패시턴스 (입력 오브젝트에 의해 기여된 커패시턴스를 포함할 수도 있음)를 나타낸다.

[0045] 커패시턴스 측정 회로 (400)는 (기존의 절대 커패시티브 센싱 사이클들과 비교하여) 감소된 절반의 센싱 사이클을 갖는 절대 센싱 방법을 수행하고, 여기서, 차동 증폭기 (401)는 전하 적분기로서 설정되고, 차동 증폭기 (401)의 비-반전 입력에 인가된 기준 전압은 기준 전압 V_{ref} 을 초과하여 그리고 기준 전압 V_{ref} 미만으로 실질적으로 동일한 양들에 의해 변조된다. 일부의 실시형태들에서, 적분 증폭기 (integrating amplifier)의 기준 전압은 트랜스커패시티브 송신기 신호와 유사한 신호로 변조된다. 일부의 실시형태들에서, V_{ref} 는 공급 전압, VDD의 대략 절반이다. 이러한 실시형태들에서는, 차동 증폭기 (401)의 입력들 상의 전압들의 균형을 맞추어서, 비-반전 입력 상에 인가된 변조된 전압과 동일한 송신기 신호를 센서 전극 (270-0) 상으로 구동하기 위하여, 차동 증폭기 (401)의 성질을 이용함으로써 절대 커패시티브 센싱 주파수가 증가될 수도 있다. 이 구동 방법은 전하 적분기와 분리되어 있는 송신기를 이용하는 기존의 절대 커패시티브 센싱과는 상이하다.

[0046] 도 4a는 제 1 절반의 센싱 사이클의 리셋 단계를 예시한다. 이 리셋 단계 동안, 피드백 커패시터 (C_{FB})는 방전되고 V_{out} 은 차동 증폭기 (401)의 비-반전 입력 상으로 변조되는 V_{inP} 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 을 따른다. 리셋 단계에서: 스위치 (SW2)는 폐쇄되고 스위치 (SW1)는 개방되며; $V_{AbsInput}$ 의 변조의 극성은 스위칭한다. 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 에서의 시프트는 리셋 단계의 매우 초기에 또는 리셋 단계가 시작된 후의 약간의 시간에 발생할 수 있다. 일부의 실시형태들에서, 스위치 (SW1)가 개방될 때, 센서 전극 (270-1)은 전기적으로 플로팅 하도록 되어 있고, 이에 따라, 그 위에 남겨진 어떤 전하를 실질적으로 유지한다. 스위치 (SW2)를 폐쇄하는 것은 커패시터 (C_{FB})로 하여금 방전하게 한다. 다음으로, 출력 및 반전 입력은 $V_{AbsInput}$ 의 새로운 값으로 안정하기 위하여 약간의 시간이 걸린다. 리셋 단계의 길이는 안정 및 방전이 발생하기 위하여 얼마나 오래 걸리는지에 따라 예측된다. C_{FB} 의 방전은 그것을 늦추기 위한 경로에서의 저항이 전혀 없으므로 상당히 신속하고, 차동 증폭기 (401)의 리셋 시간은 그것을 센서 전극 (270-0)으로부터 접속해제하기 위하여 SW1을 개방함으로써 빨라져서, 그것은 그 반전 입력에 결합된 센서 전극 (270-0)의 커패시턴스 없이 더욱 신속하게 안정될 수 있다.

[0047] 도 4b는 제 1 절반의 센싱 사이클의 리셋 단계를 예시한다. 적분 단계들은, 측정이 일어나고 또한, 측정 단계들이라고 지칭될 수도 있는 시간 주기들이다. 이 적분 단계에서는, 차동 증폭기 (401)의 비-반전 노드가 도 4a에 도시된 리셋 단계 동안과 동일한 $V_{AbsInput}$ 의 값으로 계속 구동된다. 적분 단계의 초기에는, C_{FB} 가 방전되고, 차동 증폭기 (401)의 두 입력들 및 출력이 비-반전 입력에 인가되고 있는 전압 $V_{AbsInput}$ 에서 실질적으로 안정되었다. 적분 단계를 개시하기 위하여, 스위치 (SW1)는 폐쇄되고 스위치 (SW2)는 개방된다. 이것은 센서 전극 (예를 들어, 270-0)으로 하여금 적분하는 차동 증폭기 (401)의 반전 입력에 접속되게 하고, 이것은 궁극적으로 배경 커패시턴스 C_B 상의 전압이 회로 (400)로부터 결합해제된 후에 유지한 이전의 전압 레벨로부터, 차동 증폭기 (401)의 반전 입력 상에 존재하는 새로운 전압으로 구동되게 한다. 예를 들어, 하나의 적분 사이클에서는, C_B 가 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 의 과거의 전압으로부터 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 의 새로운 전압으로 구동되는 반면, 다음의 절반의 센싱 사이클 상의 뒤따르는 적분 사이클에서는, C_B 가 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 의 과거의 전압으로부터 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 의 새로운 값으로 구동될 것이다. 따라서, $2\Delta V_{ref} C_B$ 의 전하는 C_{FB} 로부터 C_B 로 흐르고, V_{out} 으로 하여금 $V_{ref} \pm \Delta V_{ref}$ 로부터 $2\Delta V_{ref} C_B / C_{FB}$ 만큼 변화하게 한다.

[0048] 도 5는 다양한 실시형태들에 따라, 트랜스커패시티브 및 (본원에서 설명된 바와 같은) 새로운 절대 커패시턴스 센싱 신호들 및 모드들 (각각 310 및 520)의 다이어그램들의 비교를 도시한다. 부분 (310)은 도 3의 부

분 (310) 과 동일하다. 부분 (520) 은 도 4a, 도 4b, 도 6a 내지 도 6d, 및 도 7 에서 본원에 설명된 실시 형태들에 따라, 전체 절대 커패시티브 센싱 사이클을 예시한다. 도 5에서, 부분 (520) 은 절대 커패시티브 센싱 모드에 대한 송신기 및 통합된 결과적인 신호들 (각각 $V_{AbsInput}$ 및 V_{out}) 을 예시하고, 여기서, 521 은 센싱 사이클의 제 1 절반이고, 522 는 커패시티브 센싱 사이클의 제 2 절반이다. 각각의 절반의 센싱 사이클 (521 또는 522) 은 사전-충전/리셋 단계 $T_{AbsPrechargeReset}$ 및 적분 단계 $T_{AbsIntegrate}$ 의 둘 모두를 포함한다. 적분 단계들은, 측정이 일어나고 또한, 측정 단계들이라고 지칭될 수도 있는 시간 주기들이다. 사전-충전/리셋 단계는 (도 4a 및 도 4b 에 예시된 바와 같은) 리셋만, (도 6a 내지 도 6d 에 예시된 바와 같은) 리셋 및 사전-충전의 일부의 조합, 또는 도 7 에 예시된 바와 같은 사전-충전만을 포함할 수도 있다. 알 수 있는 바와 같이, 절대 커패시티브 측정은 (도 3 에 예시된 절대 커패시티브 센싱의 기존의 기법들과 비교하여) 감소된 절반의 센싱 사이클 주기로 달성된다. 사전-충전/리셋 단계는 측정이 일어나는 적분 단계와 실질적으로 동일한 시간의 길이인 것으로 도시되어 있지만, 본원에서 설명된 일부의 실시형태들에서는, 사전-충전/리셋 단계가 521 또는 522 와 같은 절반의 센싱 사이클에서의 적분 단계보다 더 짧다는 것을 인식해야 한다. 일부의 실시형태들에서는, 예를 들어, 사전-충전/리셋 단계가 521 또는 522 과 같은 절반의 센싱 사이클에서의 적분 단계보다 10 배 이상 더 짧을 수도 있다. 또한, 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, 리셋 단계는 도 3 의 사전-충전 단계보다 더 짧아서, 더 높은 센싱 주파수를 제공한다. 또한, 일부의 실시형태들에서는, 도 5 에 예시된 사전-충전/리셋 단계가 동일한 센서 전극을 이용한 트랜스커패시티브 센싱의 리셋 단계와 실질적으로 동일하거나 이보다 더 짧다는 것에 주목해야 한다. 트랜스커패시티브 센싱 동안의 리셋 단계가 트랜스커패시티브 적분 단계의 1/5, 1/10, 또는 그보다 작을 수도 있으므로, 이것은 도 5 에 예시된 사전-충전/리셋 단계가 도 3 의 320 에서 예시된 기존의 절대 센싱 사전-충전 단계보다 실질적으로 더 짧다는 것을 의미한다. 또한, 일부의 실시형태들에서는, 절반의 센싱 사이클 (예를 들어, 절반의 센싱 사이클 (521 또는 522)) 에서의 사전-충전/리셋 단계 및 적분 단계의 조합은 동일한 센서 전극을 이용하여 달성된 트랜스커패시티브 센싱 (예를 들어, 311 또는 312) 의 절반의 센싱 사이클과 실질적으로 동일하거나 이보다 더 짧다. 추가적으로, $2\Delta V_{ref} > V_{dd}/2$ 일 때, 센서 전극을 구동하는 절대 커패시티브 센싱 송신기 신호는 도 3 과 관련하여 설명된 절대 커패시티브 센싱에 대한 기존의 기법에서보다 더 높은 변조 진폭을 가질 수 있다.

[0049] 하나의 실시형태에서는, 도 4b 에 예시된 바와 같이, 출력이 수식 1 에 의해 주어진다.

$$V_{out} = V_{ref} \mp \left(2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} - \Delta V_{ref} \right) \quad \text{수식 1}$$

[0050]

[0051] 수식 1 에서 알 수 있는 바와 같이, 출력 전압의 다이내믹 레인지는 ΔV_{ref} 항에 의해 제한된다. 다양한 실시형태들에서는, 수식 1 에서 알 수 있는 바와 같이, 최종 항이 측정되어야 할 C_B 에 종속되지 않는 신호이므로, $C_B = 0$ 일 때, $V_{out} \neq V_{ref}$ 이다. 그러나, 수식 1 에서는, $C_B = 0$ 일 때, $V_{out} = V_{ref} \pm \Delta V_{ref}$ 이다. 따라서, 이러한 실시형태에서는, 시스템이 V_{ref} 주위의 C_B 에서 선형 (linear) 이 아니라 아핀 (affine) 일 수도 있다.

[0052]

도 6a 내지 도 6d 는 일 실시형태에 따라, 절대 커패시티브 센싱의 전체 사이클을 통한 커패시티브 측정 회로의 동작을 예시한다. 커패시턴스 측정 회로 (600) 는 입력 디바이스 (100) 및/또는 프로세싱 시스템 (110) 의 일부로서 포함될 수도 있다. 예를 들어, 프로세싱 시스템 (110) 은, 회로 (600) 내의 스위치들을 동작시키고 및/또는 선택가능한 커패시터들의 하나 이상의 뱅크들로부터 커패시터들을 선택하는 제어 신호들뿐만 아니라, 회로 (600) 에 대한 입력 전압들을 공급할 수도 있다. 도 6a 내지 도 6d 에서, 도 4a 및 도 4b 의 피드백 커패시턴스 C_{FB0} 는 다수의 부분들 C_{FB0} 및 C_{FB1} 로 분할되어서, 하나의 부분 C_{FB0} 은 리셋될 수 있는 반면, 다른 부분 C_{FB1} 은 절반의 센싱 사이클의 사전-충전/리셋 단계 동안에 $2V_{ref}$ 또는 접지의 어느 하나로 사전-충전된다. C_{FB1} 이 $2V_{ref}$ 또는 접지로 사전-충전되는지 여부의 선택은 절반의 센싱 사이클의 사전-충전/리셋 단계 동안의 스위치 (SW3) 의 위치결정에 의해 달성된다. 도 6a 내지 도 6d 에서, 피드백 커패시터들 (C_{FB0} 및 C_{FB1}) 의 비율들은, 도 4a 및 도 4b 에 도시된 방법 및 회로 (400) 와 동일한 센싱 주파수 증가들을 유지하면서, 배경 커패시턴스 C_B 의 선형 함수인 전하 적분기 출력 (V_{out}) 을 제공하도록 선택될 수도 있다. C_{FB} 의 사전-충전된 부분을 전하 감산기 (charge subtractor) 로서 이용함으로써, 도 6a 내지 도 6d 의 실시형태는 또한, 수

신기를 포화시키지 않으면서 C_B 의 더 큰 값들을 처리할 수 있어서, 수신기의 다이내믹 레인지를 증가시킬 수 있다. 도 4a 및 도 4b 로부터의 피드백 커패시터 (C_{FB}) 의 주어진 값에 대하여, 커패시터는 2 개의 병렬 커패시터들 (C_{FB0} 및 C_{FB1}) 로 분리된다. 커패시터들 (C_{FB0} 및 C_{FB1}) 은 선택가능한 커패시턴스들의 뱅크들로부터 선택된 하나 이상의 선택가능한 커패시터들로 구성될 수도 있다는 것을 인식해야 한다. 총 피드백 커패시턴스는 C_{FB0} 및 C_{FB1} 의 커패시턴스들의 합이므로, 피드백 커패시터 (C_{FB}) 는 수식 2 에서 도시된 바와 같이 설명될 수도 있다.

[0053] $C_{FB} = C_{FB0} + C_{FB1}$ 수식 2

[0054] 이 2 개의 커패시터들의 비율은 수식 1 의 오프셋 항 (offset term) 을 실질적으로 감소시키기 위하여 변조 진폭 ΔV_{ref} 의 함수로서 선택될 수도 있다. 하나의 실시형태에서는, 각각의 센싱 사이클에 대하여, 2 개의 절반의 사이클들이 있고, 각각의 절반의 사이클은 리셋 단계와, 그 다음으로, 적분 단계를 가진다. 적분 단계들은, 측정이 일어나고 또한, 측정 단계들이라고 지칭될 수도 있는 시간 주기들이다.

[0055] 도 6a 에서 리셋 단계 1 로서 예시되어 있는 제 1 절반의 사이클의 리셋 단계 동안에는: 센서 전극 (270-0) 으로부터 회로 (600) 를 결합해제하기 위하여 스위치 (SW1) 가 개방되고; 스위치 (SW2) 를 폐쇄함으로써 C_{FB0} 가 방전되고; 차동 증폭기 (401) 의 비-반전 입력 상의 $V_{AbsInput}$ 의 변조는 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 로 시프트되고; 스위치 (SW3) 를 $2V_{ref}$ 의 전압 (일부의 실시형태들에서는 V_{dd} 또는 V_{dd} 근처일 수도 있음) 과 결합함으로써, C_{FB1} 이 $-(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB1}$ 쿨롱 (coulomb) 으로 사전-충전된다. 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 에서의 시프트는 리셋 단계의 매우 초기에 또는 리셋 단계가 시작된 후의 약간의 시간에 발생할 수 있다. 스위치 (SW2) 는 커패시터 (C_{FB0}) 를 추가적으로 방전 및 리셋하기 위하여 리셋 메커니즘으로서 동작하고, 스위치 (SW3) 는 또한, 커패시터 (C_{FB1}) 가 선택된 값으로 사전-충전 및 리셋되도록 함으로써 리셋 메커니즘으로서 동작한다. 일부의 실시형태들에서, 스위치 (SW1) 가 개방될 때, 센서 전극 (270-1) 은 전기적으로 플로팅하도록 되어 있고, 이에 따라, 그 위에 남겨진 어떤 전하를 실질적으로 유지한다.

[0056] 도 6b 에서 적분 단계 1 로서 예시되어 있는 제 1 절반의 사이클의 적분 단계 동안에는: 스위치 (SW3) 를 차동 증폭기 (401) 의 출력과 결합하고 스위치 (SW2) 를 개방함으로써, C_{FB0} 및 C_{FB1} 가 병렬로 놓여져 있고; 스위치 (SW1) 를 폐쇄시킴으로써, 차동 증폭기 (401) 의 반전 입력은 C_B 에 접속된다. 이것은 C_{FB1} 상에 저장된 사전-충전 및 임의의 남아 있는 전하가 $C_{FB0} + C_{FB1}$ 을 통해 흘러서 C_B 를 $C_B(V_{ref} + \Delta V_{ref})$ 쿨롱으로 충전시키게 한다.

[0057] 도 6a 및 도 6b 에 예시된 것들과 유사한 동작들은, 증폭기의 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 이 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 로 시프트되고 C_{FB1} 이 $(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB1}$ 쿨롱으로 사전-충전되는 것을 제외하고는, 도 6c 및 도 6d 에 예시된 제 2 절반의 사이클 동안에 발생한다.

[0058] 도 6c 에서 리셋 단계 2 로서 예시되어 있는 제 2 절반의 사이클의 리셋 단계 동안에는: 센서 전극 (270-0) 으로부터 회로 (600) 를 결합해제하기 위하여 스위치 (SW1) 가 개방되고; 스위치 (SW2) 를 폐쇄함으로써 C_{FB0} 가 방전되고; 차동 증폭기 (401) 의 비-반전 입력 상의 $V_{AbsInput}$ 의 변조는 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 로 시프트되고; 스위치 (SW3) 를 접지와 결합함으로써, C_{FB1} 이 $(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB1}$ 쿨롱 (coulomb) 으로 사전-충전된다.

[0059] 도 6d 에서 적분 단계 2 로서 예시되어 있는 제 2 절반의 사이클의 적분 단계 동안에는: 스위치 (SW3) 를 차동 증폭기 (401) 의 출력과 결합하고 스위치 (SW2) 를 개방함으로써, C_{FB0} 및 C_{FB1} 이 병렬로 놓여져 있고; 스위치 (SW1) 를 폐쇄함으로써, 차동 증폭기 (401) 의 반전 입력은 C_B 에 접속된다. 이것은 C_{FB1} 상에 저장된 사전-충전 및 임의의 남아 있는 전하가 $C_{FB0} + C_{FB1}$ 을 통해 흘러서 C_B 를 $C_B(V_{ref} - \Delta V_{ref})$ 쿨롱으로 충전시키게 한다.

[0060] 하나의 실시형태에서, C_{FB1} 은, C_B 로부터 전하를 감산하고 이에 따라, 차동 증폭기 (401) 에 의한 응용을 위해 센서 전극 (270-0) 으로부터의 더 작은 신호를 제시하는 전하 감산기로서 작동함으로써, 수신기 채널의 다이내믹 레인지를 증가시키도록 구성될 수도 있다. 유사하게 기재된 바와 같이, 다양한 실시형태들에서, C_{FB1} 은, 절대 커패시턴스 센싱 모드에서 동작하고 있는 프로세싱 시스템 (110) 의 수신기 채널에 의해 측정될 수도 있는

C_B 의 범위를 증가시키도록 구성될 수도 있다. 또한, C_{FB1} 은 수신기 채널에 대한 기준 전압의 변조의 범위를 증가시키도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, C_{FB1} 은 ΔV_{ref} 를 증가시키도록 구성될 수도 있다. 또한, 다양한 실시형태들에서, C_{FB0} 의 값은 간섭 거부 (interference rejection)의 상이한 레벨들을 달성하도록 선택될 수도 있다. 또한, 다양한 실시형태들에서, C_{FB0} 의 값은 이득의 상이한 레벨들 (신호 대 잡음 비율 (SNR) 및 감도에 영향을 줌)을 달성하도록 선택될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, C_{FB1} 의 값은 전하 감산 (charge subtraction)의 상이한 레벨들을 달성하도록 선택될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, C_{FB0} 및 C_{FB1} 의 값들은 전하 감산의 상이한 레벨들을 달성하기 위하여 서로 협력하여 선택될 수도 있다.

[0061] 도 6a 내지 도 6d에 도시된 예에 대하여, 차동 증폭기 (401)로부터의 V_{out} 은 수식 3에 의해 주어질 수도 있다.

$$V_{out} = V_{ref} \mp \left(2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} + \frac{C_{FB} - C_{FB1}}{C_{FB}} \Delta V_{ref} - \frac{C_{FB1}}{C_{FB}} V_{ref} \right) \quad \text{수식 3}$$

[0063] 다음으로, 변조 진폭 α 은 수식 4에서 도시된 바와 같이 정의될 수도 있다.

$$\Delta V_{ref} = \alpha V_{ref} \quad \text{여기서, 일부에 대하여, } 0 < \alpha \leq 1 \quad \text{수식 4}$$

[0065] 수식 5에 도시된 바와 같은 α 의 선택은 수식 3의 최종 2개의 항들로 하여금 상쇄하게 하고, 그러므로, 출력은 수식 6에 도시된 바와 같이 더욱 간단하게 표현된다.

$$\alpha = \frac{C_{FB1}}{C_{FB} - C_{FB1}} = \frac{C_{FB1}}{C_{FB0}} \quad \text{수식 5}$$

$$V_{out} = V_{ref} \mp 2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \quad \text{수식 6}$$

[0068] 출력 V_{out} 은 V_{ref} 주위에 중심이 놓여질 수도 있고 C_B 에서 선형일 수도 있다. 다양한 실시형태들에서, 알려진 C_{FB} 및 α 에 대하여, 수식 5는 C_{FB0} 및 C_{FB1} 에 대한 값들을 결정하기 위하여 이용될 수 있다. 수식 5에 예시된 간략화는 제한이 아니라 예로서 도시되어 있다는 것을 인식해야 한다. 즉, 다른 실시형태들에서, 수식 5의 간략화된 경우는 유지할 필요가 없고, 수식 3은 수식 5에 의해 입증된 방식으로 간략화되지 않는다.

[0069] 도 7은 일 실시형태에 따라, 커패시턴스 측정 회로 (700)를 예시한다. 도 7은 도 6a 내지 도 6d와, 도 4a 및 도 4b에 예시된 실시형태들에 대한 절대 커패시턴스 센싱을 위한 대안적인 구현예를 예시한다. 그러한 실시형태들에서의 C_{FB0} 이 제로 커패시턴스 값으로 설정되거나 포함되지 않고 C_{FB1} 이 일부의 비-제로 (non-zero) 값으로 설정될 경우, 도 7의 구현예는 도 6a 내지 도 6d와 관련하여 설명되고 도 6a 내지 도 6d에 도시된 방법들과 유사하다. 스위치 (SW2) 및 커패시터 (C_{FB0})와, 이에 따라, 전체 C_{FB} (C_{FB1} 만으로 구성됨)는 리셋 단계 1 및 리셋 단계 2의 두 단계 동안에 사전-충전된다는 것을 제외하고는, 회로 (700)의 동작은 회로 (600)의 동작과 동일하다. SW3은 커패시터 (C_{FB})가 사전-충전되고 선택된 값으로 리셋되도록 함으로써 리셋 메커니즘으로서 동작한다.

[0070] 회로 (700)에 있어서는, 회로들 (400 및 600)에 대해 위에서 유사하게 설명된 바와 같이, 각각의 센싱 사이클에 대하여, 2개의 절반의 사이클들이 있고, 여기서, 각각의 절반의 사이클은 리셋 단계와, 그 다음으로, 적분 단계를 가진다. 적분 단계들은, 측정이 일어나고 또한, 측정 단계들이라고 지칭될 수도 있는 시간 주기들이다. 제 1 절반의 사이클의 리셋 단계에서는: 센서 전극 (270-1)으로부터 회로 (400)를 결합해제하기 위하여 스위치 (SW1)가 개방되고; 스위치 (SW3)를 전압 $2V_{ref}$ 로 결합함으로써 C_{FB} 가 사전-충전되고; 차동 증폭기 (401)의 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 은 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 로 시프트된다. 기준 전압 $V_{AbsInput}$ 에서의 시프트는 리셋 단계의 매우 초기에 또는 리셋 단계가 시작된 후의 약간의 시간에 발생할 수 있다. 일부의 실시형태들에서, 스위치 (SW1)가 개방될 때, 센서 전극 (270-1)은 전기적으로 플로팅하도록 되어 있고, 이에 따라, 그 위에 남겨진 어떤 전하를 실질적으로 유지한다. 다음으로, 제 1 절반의 사이클의 적분 단계 동안에는: 회로 (400)

를 센서 전극 (270-0) 과 결합하기 위하여 스위치 (SW1) 가 폐쇄되고; 스위치 (SW3) 는 차동 증폭기 (401) 의 출력과 결합된다. 이 작동들은 C_{FB} 및 C_B 의 둘 모두가 이 적분 단계 동안에 차동 증폭기 (401) 에 접속되는 것으로 귀착된다. C_{FB} 상에 저장된 사전-충전은 C_B 를 $C_B(V_{ref} + \Delta V_{ref})$ 쿨롱으로 충전시킨다. 증폭기의 동작점이 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 로 시프트되고, C_{FB} 가 접지와 결합되도록 스위치 (SW3) 를 위치결정함으로써 C_{FB} 는 $(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB}$ 쿨롱으로 사전-충전된다는 것을 제외하고는, 제 2 절반의 사이클에서 유사한 동작이 일어난다.

[0071] 회로 (700) 에 대한 적분기 출력 V_{out} 은 각각 제 1 사이클 적분 및 제 2 사이클 적분 단계들의 종료 시에 수식 7 에 의해 주어진다.

$$V_{out} = \left\{ \begin{array}{l} 2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \\ 2V_{ref} - 2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \end{array} \right\} \quad \text{수식 7}$$

[0072] 도 7 에 예시된 실시형태에서, 적분기 출력은 도 4a 내지 도 6d 와 관련하여 위에서 설명된 것과 동일한 장점들을 유지하면서 C_B 의 선형 함수이다. 회로 (700) 의 일부의 실시형태들에서는, 피크 과도신호 (peak transient) 들에 의해 차동 증폭기의 의도하지 않은 포화를 방지하기 위하여 하나 이상의 기법들이 또한 채용될 수 있다. 예를 들어, 일부의 실시형태들에서는, 증폭기 (401) 로의 반전 입력 상에서의 피크 과도신호들을 감쇠시켜서 개방된 스위치들을 통한 전하 손실 및 증폭기 (401) 의 의도하지 않은 포화를 방지하기 위하여, 하나 이상의 저항들이 추가될 수 있고; 일부의 실시형태들에서는, 예를 들어, 스위치 (SW3) 가 $2V_{ref}$ 또는 접지 중의 어느 하나로부터 V_{out} 과 결합되는 것으로 이동한 이후까지, 스위치 (SW1) 가 리셋 단계로부터 적분 단계로의 천이 (transition) 동안에 개방된 상태로 유지되고, 그렇지 않으면, 스위치 (SW1) 가 폐쇄되고, 다음으로, 스위치 (SW3) 는 $2V_{ref}$ 또는 접지 중의 어느 하나로부터 V_{out} 과 결합되는 것으로 다시 위치결정되도록, 스위치들 (SW1 및 SW3) 의 동작의 타이밍이 조절될 수 있다. 일부의 실시형태들에서는, 하나 이상의 추가된 저항들의 조합 및 스위치들 (SW1 및 SW3) 의 동작의 타이밍에서의 변경들이 사용될 수도 있다.

[0074] 도 8 은 일부의 실시형태들 따라, 커패시턴스 측정 회로 (400) 를 예시한다. 예를 들어, 도 4a 및 도 4b 의 회로 (400) 는 트랜스커패시티브 센싱을 위한 전하 적분기로서 이용되는 것으로 예시되어 있다. 이것은 본원에서 이전에 언급되었던 하이브리드 커패시티브 센싱 디바이스의 실시형태이다. 도 8 에서, 프로세싱 시스템 (110) 의 송신기 출력 TX0 은 송신기 신호 TX_{SIG} 로 제 1 센서 전극 (예를 들어, 송신기 전극 (260-0)) 을 구동한다. 송신기 전극 (260-0) 및 또 다른 센서 전극 (예를 들어, 수신기 전극 (270-0)) 사이의 트랜스커패시턴스 C_{TRANS} 는 이 송신기 신호로부터의 결과적인 신호를 이 다른 센서 전극 (예를 들어, 수신기 전극 (270-0)) 으로 결합한다. 차동 증폭기 (401) 의 비-반전 입력 상에 고정된 V_{ref} 전압을 공급하고 스위치 (SW1) 를 폐쇄함으로써, 이 결과적인 신호는 입력 RX0 (차동 증폭기 (401) 의 반전 입력) 에서 수신될 수 있고 차동 증폭기 (401) 에 의해 적분될 수 있어서, 트랜스커패시티브 커플링이 측정된다. 하이브리드 커패시티브 센싱 회로의 일부로서 트랜스커패시티브 센싱을 수행하기 위하여, 회로들 (600 및 700) 이 유사한 방식으로 동작될 수도 있다는 것을 인식해야 한다.

[0075] 상기 실시형태들 중의 다수가 적분 증폭기로서 구성된 차동 증폭기 (401) 와 관련되어 설명되어 있지만, 유사한 접근법들이 전류 컨베이어 (current conveyor) 들을 포함하는 것들과 같은 다른 타입들의 전하 적분 기법들을 포함하는 실시형태들에 적용될 수도 있다. 또한, 다수의 실시형태들에서는, 커패시티브 센싱 회로에서 피드백 커패시턴스의 전부 또는 일부분을 리셋하기 위하여 리셋 스위치가 채용되지만, 다른 실시형태들에서는, 저항이 이용될 수도 있다. 또한, 예시된 예들이 단일의 커패시티브 센싱 회로만을 예시하지만, 프로세싱 시스템 (110) 은 수신기 채널 당 하나와 같이, 여러 커패시티브 센싱 회로들을 포함할 수도 있다는 것을 인식해야 한다.

[0076] 커패시턴스를 측정하는 일 예의 방법들

- [0077] 도 9a 내지 도 9c 는 다양한 실시형태들에 따라, 출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법의 흐름도 (900) 를 예시한다. 흐름도 (900) 의 논의에서는, 도 6a 내지 도 6d, 도 4a 내지 도 4b, 및 도 7 중의 하나 이상에 예시된 컴포넌트들 및 동작들에 대해 참조가 행해질 것이다.
- [0078] 흐름도 (900) 의 절차 (910) 에서는, 하나의 실시형태에서, 센서 전극 및 차동 증폭기가 결합해제되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 센서 전극과 차동 증폭기의 제 2 입력과의 사이에 배치된 스위치가 개방된다. 이것은 회로들 (400, 600, 및 700) 과 함께 예시 및 설명되고, 여기서, 차동 증폭기 (401) 의 반전 입력을 센서 전극 (270-0) 으로부터 결합해제하기 위하여 스위치 (SW1) 가 개방된다.
- [0079] 흐름도 (900) 의 절차 (920) 에서는, 하나의 실시형태에서, 피드백 커패시턴스가 제 1 전하 레벨로 리셋되고, 피드백 커패시턴스는 차동 증폭기의 출력과 제 2 입력 사이에 배치된다. 리셋팅 (resetting) 은 피드백 커패시턴스의 전부 또는 일부분의 리셋을 포함할 수 있다. 이 리셋팅은 회로들 (400 및 600) 과 함께 예시 및 설명되고, 여기서, 커패시티브 방전을 야기시키고 커패시터 (회로 (400) 내의 C_{FB} 또는 회로 (600) 내의 C_{FB0}) 를 완전히 방전된 상태로 리셋하기 위하여, 회로들 (400 및 600) 내의 스위치 (SW2) 가 폐쇄된다. 이 리셋팅은 또한, 회로들 (600 및 700) 및 리셋 단계 1 과 함께 예시 및 설명되고, 여기서, 회로들 (600 및 700) 내의 스위치 (SW3) 는 선택된 값으로의 커패시터 (회로 (700) 내의 C_{FB} 또는 회로 (600) 내의 C_{FB1}) 의 사전-충전을 야기시키도록 위치된다.
- [0080] 흐름도 (900) 의 절차 (930) 에서는, 하나의 실시형태에서, 제 2 입력 및 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 스위치가 폐쇄된다. 이것은 회로들 (400, 600, 및 700) 과 함께 예시 및 설명되고, 여기서, 차동 증폭기 (401) 의 반전 입력을 센서 전극 (270-0) 과 결합하고 적분 단계를 용이하게 하기 위하여 스위치 (SW1) 가 폐쇄되고, 여기서, 센서 전극 (270-0) 과 연관된 배경 커패시턴스가 적분되고, 이에 따라, 측정된다.
- [0081] 절차 (930) 는 절차들 (932 및 934) 을 포함한다. 흐름도 (900) 의 절차 (932) 에서는, 하나의 실시형태에서, 측정 단계는, 센서 전극 전압이 제 2 입력의 전압과 동일한 제 1 입력의 전압과 동일하고, 센서 전극이 자신의 커패시턴스와 제 2 입력의 전압에 비례하는 값으로 충전되도록, 센서 전극과 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형을 맞추는 것을 포함한다.
- [0082] 예를 들어, 회로들 (400, 600, 및 700) 을 참조하면, 리셋 단계 1 동안에는, 차동 증폭기 (401) 의 비-반전 입력, 반전 입력, 및 출력 상의 전압들이 균형을 맞추고 비-반전 입력에 공급된 $V_{AbsInput}$ 의 값으로 안정된다. 적분 단계 1 (즉, 측정 단계) 을 개시하기 위하여 스위치 (SW1) 를 폐쇄하는 것은 제 2 전극 (270-0) 을 충전시키기 위하여 이 균형 맞춤으로 하여금 추가로 작동하게 한다. 측정 단계에서는, 센서 전극 (270-0) 이 스위치 (SW1) 를 통해 제 2 입력 (반전 입력) 에 접속되고, 이에 따라, 전하는 (회로들 (400, 600, 또는 700) 의) 피드백 커패시턴스로부터 센서 전극 (270-0) 으로, 센서 전극 (270-0) 으로부터 피드백 커패시턴스로 전달된다. 또한, 제 2 입력 (반전 입력) 은 차동 증폭기 (401) 의 제 1 입력 (비-반전 입력) 상에서 구동된 전압과 동일한 값으로 안정된다. 제 1 입력 (차동 증폭기 (401) 의 비-반전 입력) 은 변조된 기준 전압으로 구동된다. 이러한 방식으로, 센서 전극 전압은 증폭기 (401) 의 제 1 입력에 인가된 전압과 동일한 증폭기 (401) 의 제 2 입력의 전압과 동일하고; 이에 따라, 센서 전극 (270-0) 은 자신의 커패시턴스와 제 1 및 제 2 입력들의 전압에 비례하는 값으로 충전된다.
- [0083] 흐름도 (900) 의 절차 (934) 에서는, 하나의 실시형태에서, 측정 단계는 또한, 절대 커패시턴스가 측정되도록, 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 차동 증폭기를 사용하는 것을 포함한다. 이 절대 커패시턴스 커플링은 센서 (예를 들어, 센서 전극 (270-0)) 과 (존재할 경우에) 입력 오브젝트 (140) 사이의 커플링과, 센서 (예를 들어, 센서 전극 (270-0)) 와 GND 평면 사이의 커플링과의 합이다. 이러한 방식으로 다수의 측정들을 행하고, 이 측정들의 비교에 의해 시간에 걸쳐 델타 (δ) 들을 결정함으로써, 센서 (예를 들어, 센서 전극 (270-0) 및 입력 오브젝트 (140) 사이의 커플링에 대응하는 절대 커패시턴스가 측정된다. 예를 들어, 회로들 (400, 600, 및 700) 을 참조하면, 스위치 (SW1) 를 폐쇄함으로써, 차동 증폭기 (401) 는 센서 전극 (270-0) 상에 존재하는 전하 C_b 를 적분한다. C_b 는 센서 전극과 접지 사이의 배경 커패시턴스를 포함하고, 입력 오브젝트 (140) 가 센서 전극 (270-0) 과 연관된 센싱 영역에 존재할 경우, 그 커패시턴스는 적분 및 측정되는 이 배경 커패시턴스의 일부일 것이다.
- [0084] 일부의 실시형태들에서, 절차들 (910 내지 930) 에 의해 예시된 바와 같은 방법은 절차들 (940 및 950) 을 더 포함한다.

- [0085] 흐름도 (900) 의 절차 (940) 에서는, 하나의 실시형태에서, 리셋 단계의 제 2 발생을 개시하기 위하여 측정 단계 후에 스위치를 개방한다. 예를 들어, 회로들 (400, 600, 및 700) 과 함께 설명된 바와 같이, 센싱은 2 개의 절반의 사이클들로 분할되고, 각각의 절반의 사이클은 리셋 단계를 포함한다. 따라서, 910 이 제 1 절반의 센싱 사이클 (예를 들어, 도 5 의 521) 의 리셋 단계를 설명할 경우, 940 은 제 2 절반의 센싱 사이클 (예를 들어, 도 5 의 522) 의 리셋 단계를 개시하기 위하여 스위치 (SW1) 를 다시 개방하는 것을 설명한다. 이 리셋 단계 동안, $V_{AbsInput}$ 의 변조의 레벨은 예컨대, $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 로부터 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 로 스위칭될 수도 있다.
- [0086] 절차 (950) 에서는, 하나의 실시형태에서, 제 2 리셋 단계가 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하는 것을 포함하고, 여기서, 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이하다. 도 6b 및 도 7 을 참조하면, 하나의 실시형태에서, 이것은 제 1 리셋 단계 동안과는 상이한 전하 레벨로 피드백 커패시턴스의 전부 또는 일부분을 사전-충전시키는 것을 포함한다. 이것은 스위치 (SW3) 의 위치결정에 의해 달성된다. 예를 들어, 스위치 (SW3) 가 제 1 리셋 단계 동안에 $2V_{ref}$ 와 결합되었을 경우, 그것은 제 2 리셋 단계 동안에는 접지와 결합될 것이다.
- [0087] 일부의 실시형태들에서, 절차들 (910 내지 930) 에 의해 예시된 바와 같은 방법은 절차 (960) 를 더 포함한다. 절차 (960) 에서는, 하나의 실시형태에서, 트랜스커패시티브 센싱 사이클 동안에, 차동 증폭기는 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하기 위하여 사용된다. 결과적인 전하는 센서 전극과 제 2 센서 전극 사이의 커패시티브 커플링에 대응하고, 여기서, 제 2 센서 전극은 송신기 신호로 구동되었다. 이것은 수신기 전극 (270-0) 상에서 결과적인 전하/신호를 적분하기 위하여 이용되고 있는 차동 증폭기 (401) 를 도시하는 도 8 에 예시되어 있고, 여기서, 결과적인 전하는 프로세싱 시스템 (110) 에 의해 송신기 신호로 구동되고 있는 송신기 전극 (260-0) 으로부터 기인한다.
- [0088] 짧은 개요들로서, 이 기재내용은 적어도 다음의 넓은 개념들을 개시하였다.
- [0089] 개념 1. 출력 및 차동 제 1 및 제 2 입력들을 갖는 차동 증폭기에 의한 커패시턴스 측정 방법으로서, 상기 방법은,
- [0090] 센서 전극 및 상기 차동 증폭기가 결합해제되는 리셋 단계를 개시하기 위하여, 상기 센서 전극과 상기 차동 증폭기의 상기 제 2 입력 사이에 배치된 스위치를 개방하는 단계;
- [0091] 피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 피드백 커패시턴스는 상기 제 2 입력과 상기 출력 사이에 배치되는, 상기 리셋하는 단계;
- [0092] 상기 제 2 입력 및 상기 센서 전극이 결합되는 측정 단계를 개시하기 위하여 상기 스위치를 폐쇄하는 단계를 포함하고,
- [0093] 상기 측정 단계는,
- [0094] 센서 전극 전압이 상기 제 2 입력의 전압과 동일한 상기 제 1 입력의 전압과 동일하고, 상기 센서 전극이 자신의 커패시턴스와 상기 제 2 입력의 상기 전압에 비례하는 값으로 충전되도록, 상기 센서 전극과 상기 피드백 커패시턴스 사이에서 전하의 균형을 맞추는 단계; 및
- [0095] 절대 커패시턴스가 측정되도록, 상기 센서 전극 상의 전하를 적분하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계를 포함한다.
- [0096] 개념 2. 개념 1 에 기재된 바와 같은 방법은,
- [0097] 상기 리셋 단계의 제 2 발생을 개시하기 위하여 상기 측정 단계 후에 상기 스위치를 개방하는 단계; 및
- [0098] 상기 리셋 단계의 상기 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하는 단계로서, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이한, 상기 리셋하는 단계를 더 포함한다.
- [0099] 개념 3. 개념 1 에 기재된 바와 같은 방법은,
- [0100] 트랜스커패시티브 센싱 사이클 동안, 상기 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하기 위하여 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계로서, 상기 결과적인 전하는 상기 센서 전극과 제 2 센서 전극 사이의 커패시티브 커플링에 대응하고, 상기 제 2 센서 전극은 송신기 신호로 구동된, 상기 차동 증폭기를 사용하는 단계를 더 포함한다.
- [0101] 개념 4. 커패시턴스 측정 회로로서,
- [0102] 차동 증폭기로서,

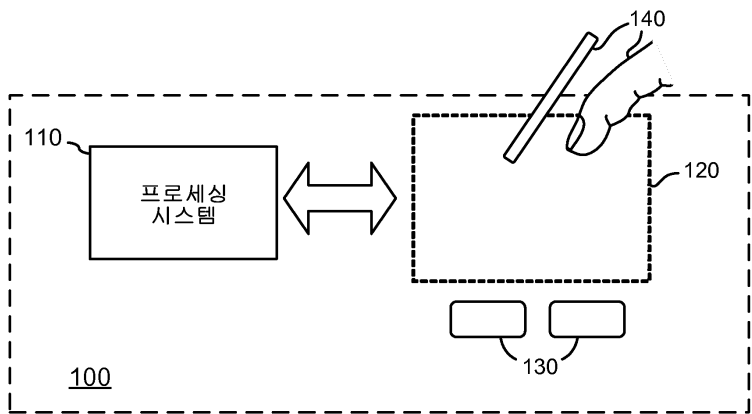
- [0103] 차동 제 1 및 제 2 입력들; 및
- [0104] 출력을
- [0105] 포함하는, 상기 차동 증폭기;
- [0106] 상기 제 2 입력과 결합된 스위치로서, 상기 스위치는 폐쇄 상태 및 개방 상태를 가지고, 상기 스위치가 상기 폐쇄 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 측정 단계에서 센서 전극과 결합되고, 상기 스위치가 상기 개방 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 리셋 단계에서 상기 센서 전극과 결합해제되는, 상기 스위치;
- [0107] 상기 출력과 상기 제 2 입력 사이에 결합된 피드백 커패시턴스; 및
- [0108] 상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분과 병렬로 결합되며 상기 리셋 단계의 제 1 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하도록 구성된 리셋 메커니즘을 포함하고; 그리고
- [0109] 상기 측정 단계 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1 및 제 2 입력들 상의 전압들의 균형을 맞추면서 상기 센서 전극을, 상기 제 1 입력과 결합된 변조된 기준 전압과 연관된 전압 레벨로 충전시키고, 상기 센서 전극과 입력 오브젝트 사이의 커플링에 대응하는 커패시턴스를 측정하기 위하여 상기 센서 전극 상의 전하를 적분하도록 동작한다.
- [0110] 개념 5. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 리셋 메커니즘은, 상기 리셋 단계의 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하도록 더 구성되고, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이하다.
- [0111] 개념 6. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스는 상기 리셋 단계 동안에 사전-충전되도록 구성된다.
- [0112] 개념 7. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분은 상기 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키는 전하 감산기로서 작동한다.
- [0113] 개념 8. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 더 짧다.
- [0114] 개념 9. 개념 8 의 회로에 있어서, 상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 적어도 10 배 더 짧다.
- [0115] 개념 10. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 변조된 기준 전압의 상기 전압 레벨은 상기 회로의 상이한 동작 모드들에서 변동된다.
- [0116] 개념 11. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 측정 단계는 절대 커패시턴스 측정 단계이다.
- [0117] 개념 12. 개념 4 의 회로에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스는 복수의 선택가능한 커패시터들에 의해 형성된다.
- [0118] 개념 13. 입력 디바이스로서,
- [0119] 제 1 센서 전극;
- [0120] 차동 증폭기로서,
- [0121] 차동 제 1 및 제 2 입력들; 및
- [0122] 출력을
- [0123] 포함하는, 상기 차동 증폭기;
- [0124] 상기 제 2 입력과 결합된 스위치로서, 상기 스위치는 폐쇄 상태 및 개방 상태를 가지고, 상기 스위치가 상기 폐쇄 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 측정 단계에서 상기 제 1 센서 전극과 결합되고, 상기 스위치가 상기 개방 상태에 있을 때, 상기 제 2 입력은 리셋 단계에서 상기 제 1 센서 전극과 결합해제되는, 상기 스위치;
- [0125] 상기 출력과 상기 제 2 입력 사이에 결합된 피드백 커패시턴스; 및
- [0126] 상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분과 병렬로 결합되며 상기 리셋 단계의 제 1 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 1 전하 레벨로 리셋하도록 구성된 리셋 메커니즘을 포함하고; 그리고
- [0127] 상기 측정 단계 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1 및 제 2 입력들 상의 전압들의 균형을 맞추면서 상기 제 1 센서 전극을, 상기 제 1 입력과 결합된 변조된 기준 전압과 연관된 전압 레벨로 충전시키고, 상기 센서 전극과 입력 오브젝트 사이의 커플링에 대응하는 커패시턴스를 측정하기 위하여 상기 제 1 센서 전극 상의 전하를

적분하도록 동작한다.

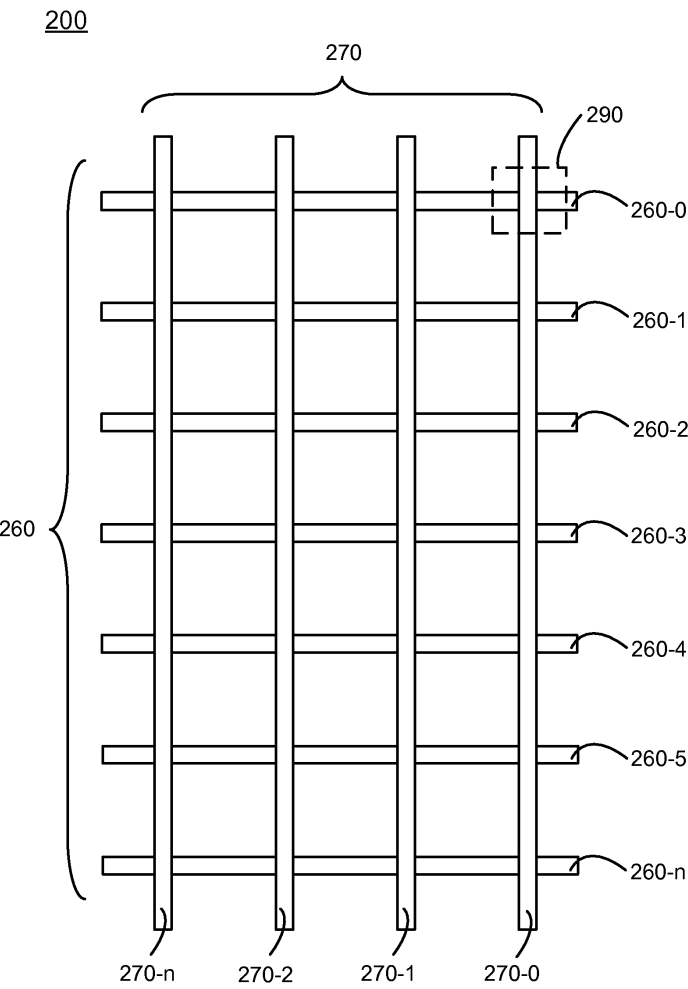
- [0128] 개념 14. 개념 13의 입력 디바이스는,
- [0129] 제 2 센서 전극; 및
- [0130] 상기 제 2 센서 전극과 결합되며 상기 제 2 센서 전극 상에서 송신기 신호를 구동하도록 구성된 송신기를 더 포함하고; 그리고
- [0131] 상기 입력 디바이스의 트랜스커패시티브 센싱 사이클 동안, 상기 차동 증폭기는, 상기 제 1과 제 2 센서 전극들 사이의 커패시티브 커플링에 대응하는 상기 제 1 센서 전극 상의 결과적인 전하를 측정하도록 더 구성된다.
- [0132] 개념 15. 개념 14의 입력 디바이스에 있어서, 상기 리셋 단계 및 상기 트랜스커패시티브 센싱 사이클의 트랜스커패시티브 리셋 단계의 시간 길이들은 실질적으로 동일하다.
- [0133] 개념 16. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 리셋 단계는 상기 측정 단계보다 더 짧다.
- [0134] 개념 17. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 변조된 기준 전압은 기준 전압에 대해 대칭적인 과형을 포함한다.
- [0135] 개념 18. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 리셋 메커니즘은, 상기 리셋 단계의 제 2 발생 동안에 상기 피드백 커패시턴스를 제 2 전하 레벨로 리셋하도록 더 구성되고, 상기 제 1 및 제 2 전하 레벨들은 상이하다.
- [0136] 개념 19. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스는 상기 리셋 단계 동안에 사전-충전되도록 구성된다.
- [0137] 개념 20. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스의 적어도 일부분은 상기 차동 증폭기의 다이내믹 레인지를 증가시키는 전하 감산기로서 작동한다.
- [0138] 개념 21. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 변조된 기준 전압의 상기 전압 레벨은 상기 입력 디바이스의 상이한 동작 모드들에서 변동된다.
- [0139] 개념 22. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 측정 단계는 절대 커패시턴스 측정 단계이다.
- [0140] 개념 23. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 피드백 커패시턴스는 복수의 선택가능한 커패시터들에 의해 형성된다.
- [0141] 개념 24. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 제 1 센서 전극은 상기 리셋 단계 동안에 전기적으로 플로팅한다.
- [0142] 개념 25. 개념 13의 입력 디바이스에 있어서, 상기 변조된 기준 전압은 상기 리셋 단계의 초기에 천이한다.
- [0143] 본원에 기재된 예들은 최상으로 설명하기 위하여, 특별한 응용들을 설명하기 위하여, 이것에 의하여, 당해 분야의 당업자들이 설명된 예들의 실시형태들을 제조 및 이용하는 것을 가능하게 하기 위하여 제시되었다. 그러나, 당해 분야의 당업자들은 상기한 설명 및 예들이 오직 예시 및 예의 목적들을 위하여 제시되었다는 것을 인식할 것이다. 기재된 바와 같은 설명은 철저하거나, 실시형태들을 개시된 정확한 형태로 제한하도록 의도된 것이 아니다.

도면

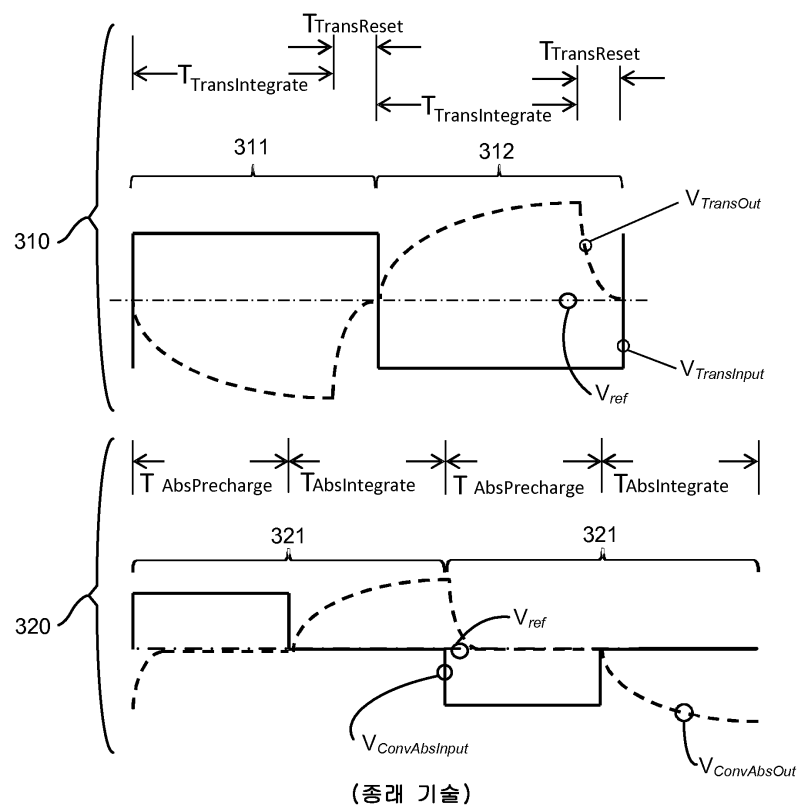
도면1



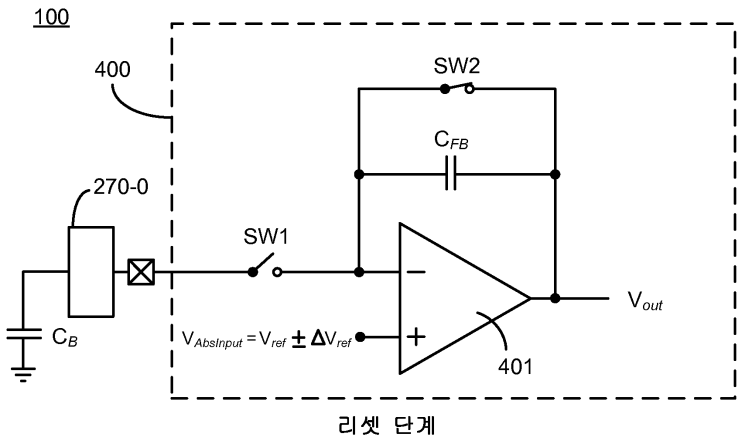
도면2



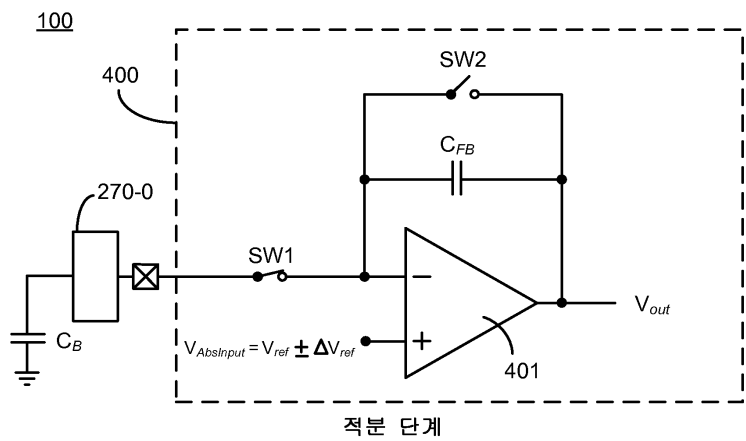
도면3



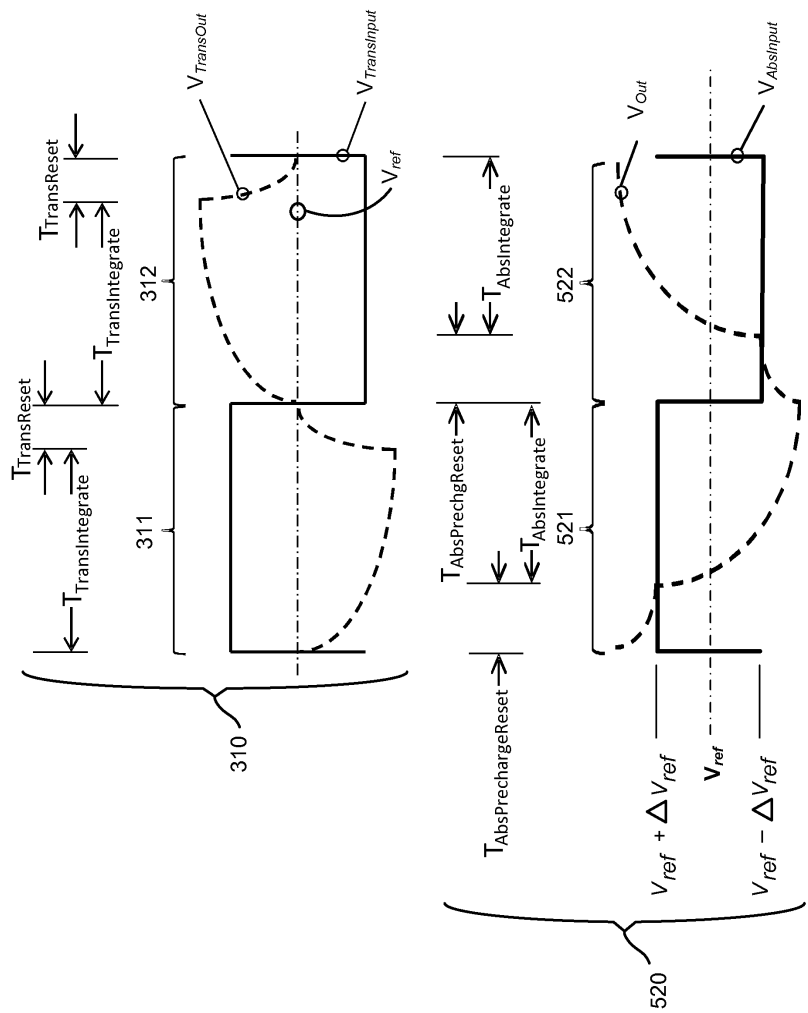
도면4a



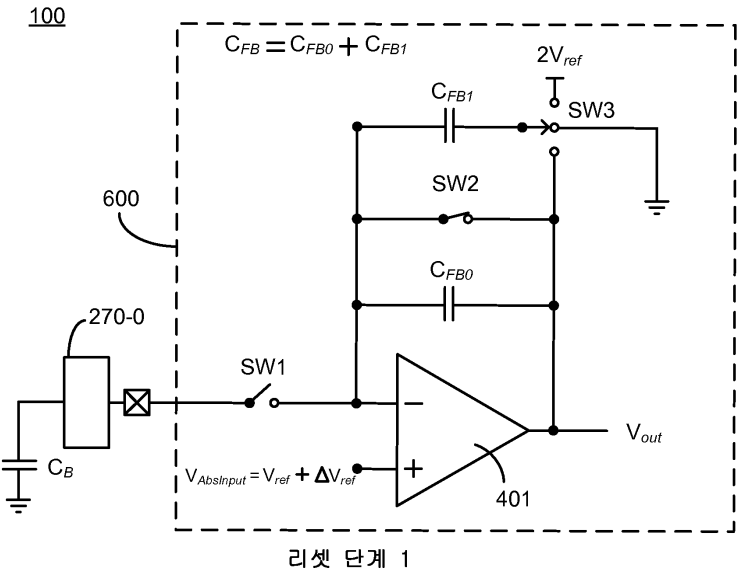
도면4b



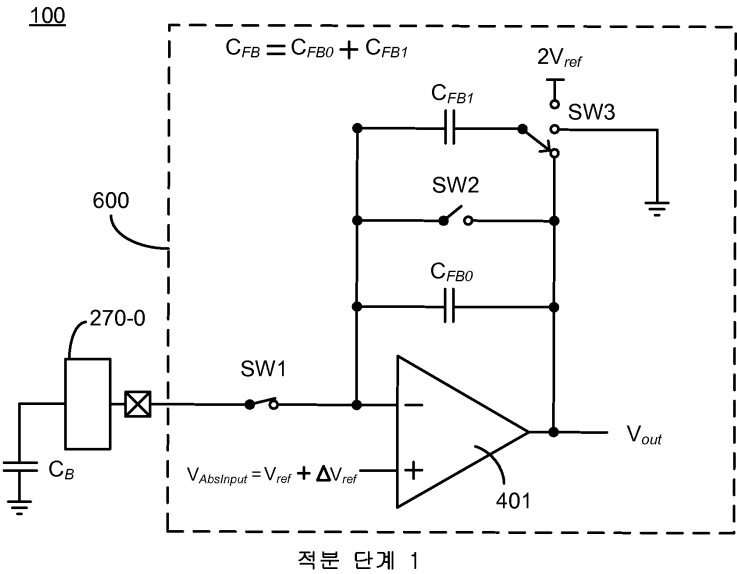
도면5



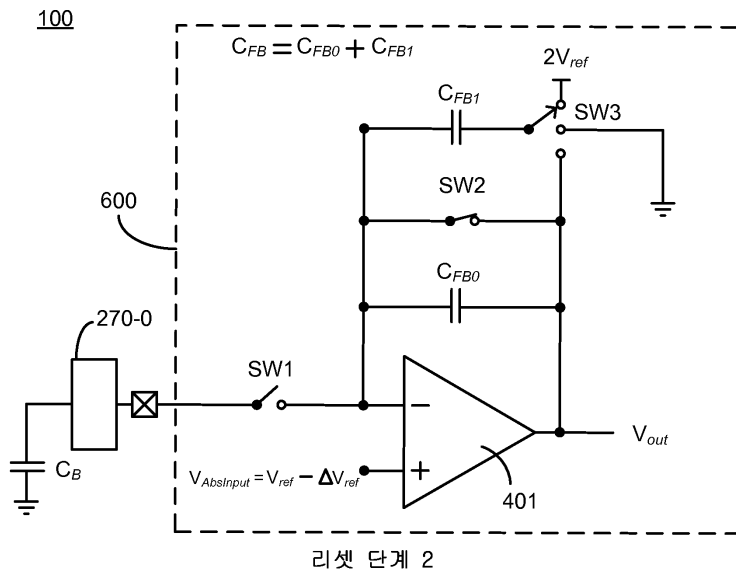
도면6a



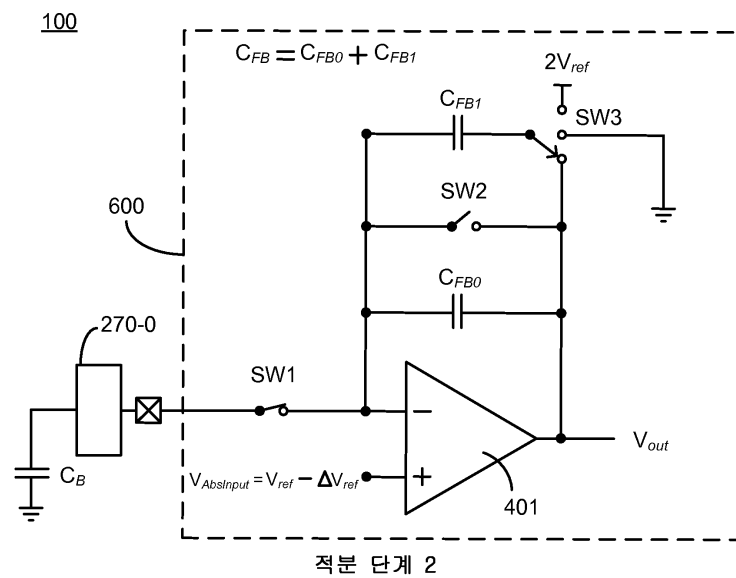
도면6b



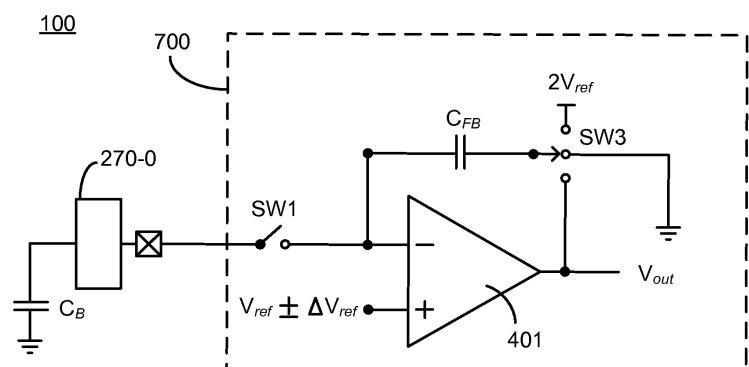
도면6c



도면6d

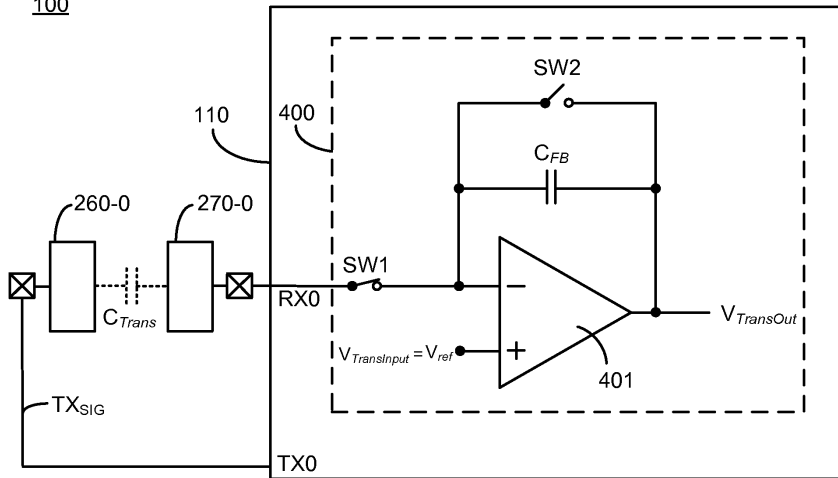


도면7



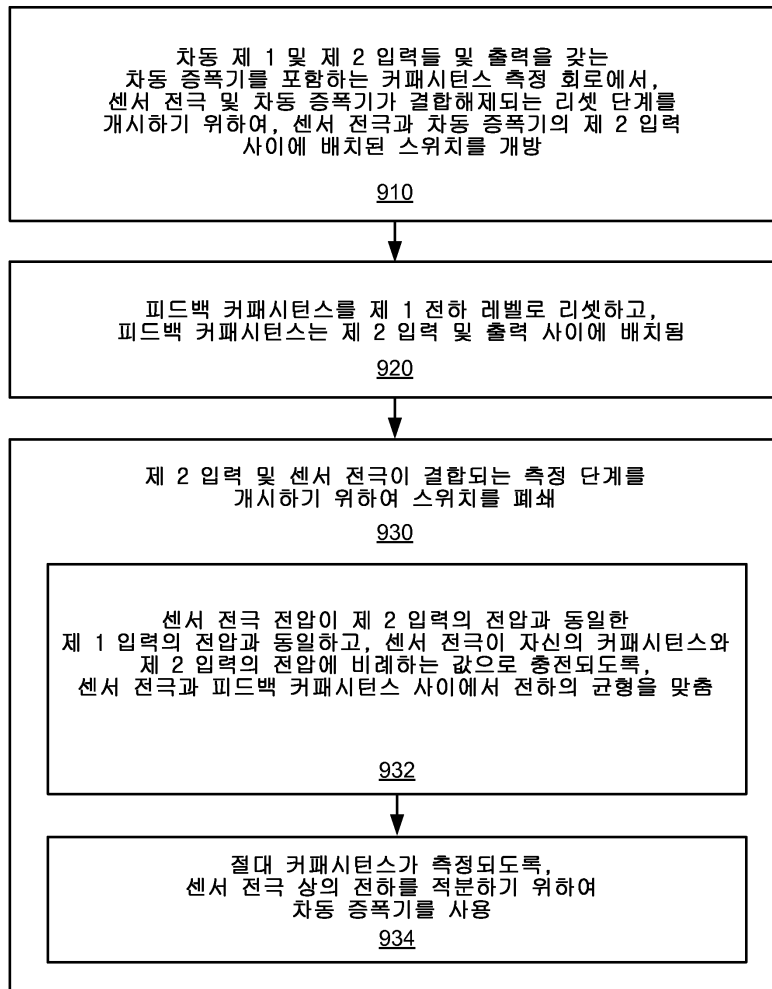
도면8

100

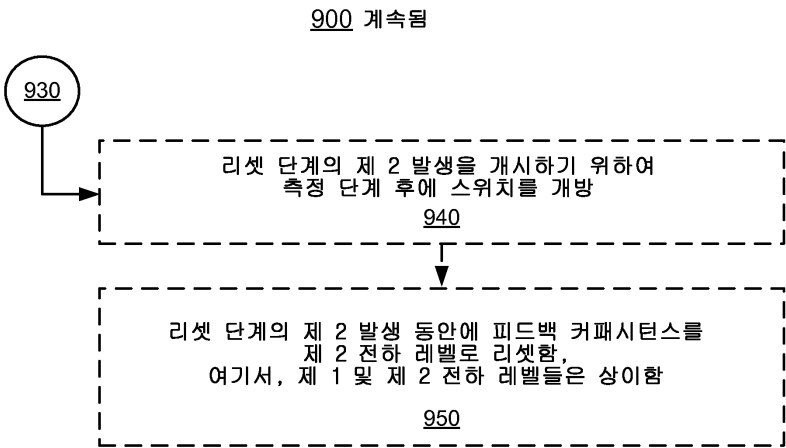


도면9a

900



도면9b



도면9c

