



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월21일
(11) 등록번호 10-1387238
(24) 등록일자 2014년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/041 (2006.01) G06F 1/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7008792
(22) 출원일자(국제) 2011년08월05일
심사청구일자 2013년04월05일
(85) 번역문제출일자 2013년04월05일
(65) 공개번호 10-2013-0055008
(43) 공개일자 2013년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/046844
(87) 국제공개번호 WO 2012/033581
국제공개일자 2012년03월15일
(30) 우선권주장
12/877,056 2010년09월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009252231 A
US20080158177 A1
JP평성07110741 A
JP2008047125 A

(73) 특허권자
애플 인크.
미합중국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 인피니트 루프 1
(72) 발명자
윌슨, 토마스, 제임스
미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠에스 83-티
인피니트 루프 1 애플 인크. 내
리브, 리차드, 제임스
미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠에스 83-티
인피니트 루프 1 애플 인크. 내
(74) 대리인
백만기, 양영준

전체 청구항 수 : 총 20 항

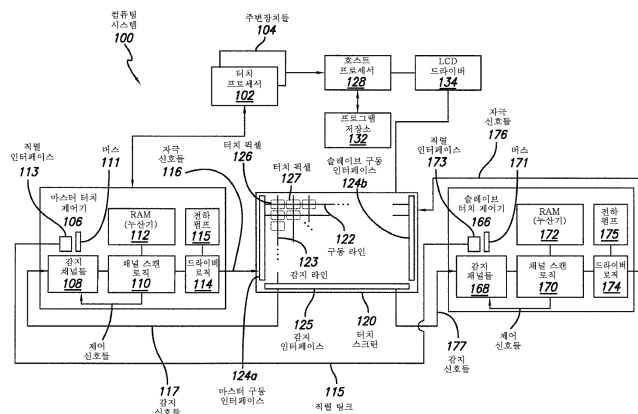
심사관 : 안병철

(54) 발명의 명칭 터치 감지의 마스터/슬레이브 제어

(57) 요약

터치 감지는 터치 표면에 구동 신호들을 전송하고, 마스터/슬레이브 구동 신호들로부터 초래되는 중첩들을 포함하는 감지 신호들을 프로세싱하는 마스터/슬레이브 터치 제어기들을 사용하여 달성될 수 있다. 마스터/슬레이브는 각각 터치 표면의 상이한 라인들의 세트들을 구동 및 감지할 수 있다. 마스터/슬레이브 사이의 통신 링크는 마스터/슬레이브 사이에 클럭 신호를 전송하고, 슬레이브에 시퀀스 정보를 포함하는 커맨드를 전송하고, 클럭 신호 및 시퀀스 정보로부터의 통신 시퀀스를 개시함으로써 설정될 수 있다. 슬레이브는 각각 통신 시퀀스의 제1/제2 부분들 동안 마스터로부터/로 통신들을 수신/전송할 수 있다. 터치 감지 동작들은 마스터로부터 슬레이브로 위상 정렬 정보를 포함한 커맨드를 전송하고, 클럭 신호 및 위상 정렬 정보에 기초하여 슬레이브 클럭 신호들을 생성함으로써 마스터/슬레이브 사이에서 동기화될 수 있고, 따라서, 마스터 클럭 신호들에 의한 감지 신호 프로세싱은 슬레이브 클럭 신호들에 의한 감지 신호 프로세싱과 동위상이다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

터치 감지 시스템으로서,

제1 구동 라인들, 제2 구동 라인들, 제1 감지 라인들 및 제2 감지 라인들을 포함하는 터치 감지 표면;

상기 제1 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고, 상기 제1 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 마스터 제어기;

상기 제2 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고, 상기 제2 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 슬레이브 제어기 - 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기에 의해 수신되는 감지 신호들은, 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 구동 신호들로부터 초래되는 신호들의 중첩을 포함하는 하나 이상의 감지 신호들을 포함함 -;

상기 마스터 제어기와 상기 슬레이브 제어기 사이의 통신 링크; 및

상기 터치 감지 표면 상의 또는 상기 터치 감지 표면 근처의 터치를 감지하기 위해 상기 감지 신호들의 터치 정보를 프로세싱하는 하나 이상의 프로세서들

을 포함하는 터치 감지 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마스터 제어기는 상기 통신 링크를 통해 상기 슬레이브 제어기에 제1 클록 신호 및 제1 커맨드를 전송하고, 상기 제1 커맨드는 위상 정렬 정보를 포함하고, 상기 슬레이브 제어기는, 슬레이브 클록 신호가 상기 마스터 제어기의 마스터 클록 신호와 공진된 위상 관계에 있도록 상기 제1 클록 신호 및 상기 제1 커맨드에 기초하여 상기 슬레이브 클록 신호를 생성하는 터치 감지 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 마스터 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 상기 마스터 클록 신호에 기초하고, 상기 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 상기 슬레이브 클록 신호에 기초하는 터치 감지 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 위상 정렬 정보는 상기 제1 클록 신호의 클록 사이클의 식별을 포함하여, 상기 슬레이브 제어기가 상기 식별된 클록 사이클에 기초하여 상기 슬레이브 클록 신호의 위상을 설정하도록 하는 터치 감지 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 구동 신호들은 상기 마스터 클록 신호와 상기 슬레이브 클록 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 상기 터치 감지 표면에 인가되는 경우에 동위상인 터치 감지 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기는 상기 마스터 클록 신호와 상기 슬레이브 클록 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 동위상 복조 신호들로 상기 터치 감지 표면으로부터 수신되는 감지 신호들을 복조하는 터치 감지 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기 각각은 상기 감지 신호들에 대해 동작하는 데시메이션 필터를 포함하고, 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 데시메이션 필터들은 상기 마스터 클럭 신호와 상기 슬레이브 클럭 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 서로 동위상으로 동작하는 터치 감지 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 마스터 제어기는 상기 마스터 클럭 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 상기 제1 감지 라인들로부터 수신되는 하나 이상의 감지 신호들을 복조하고, 상기 슬레이브 제어기는 상기 슬레이브 클럭 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 상기 제2 감지 라인들로부터 수신되는 하나 이상의 감지 신호들을 복조하는 터치 감지 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 구동 신호들은, 상기 구동 신호들이 제1 시간 기간 동안 상기 하나 이상의 제1 구동 라인들 및 상기 하나 이상의 제2 구동 라인들 상에서 동시에 발생하도록 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 터치 감지 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 통신 링크는 직렬 링크인 터치 감지 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 마스터 제어기와 상기 슬레이브 제어기 사이의 통신은 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 전송 기간들을 교번시키는 것을 포함하는 터치 감지 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 마스터 제어기와 상기 슬레이브 제어기 사이의 통신은 상기 마스터 제어기와 상기 슬레이브 제어기 중 하나에 대한 2개의 연속적인 전송 기간들을 야기하는 제2 커맨드의 전송을 포함하는 터치 감지 시스템.

청구항 13

모바일 컴퓨팅 디바이스로서,

터치 감지 시스템

을 포함하고,

상기 터치 감지 시스템은,

제1 구동 라인들, 제2 구동 라인들, 제1 감지 라인들 및 제2 감지 라인들을 포함하는 터치 감지 표면,

상기 제1 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고, 상기 제1 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 마스터 제어기,

상기 제2 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고, 상기 제2 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 슬레이브 제어기 - 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기에 의해 수신되는 감지 신호들은, 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 구동 신호들로부터 초래되는 신호들의 중

칩을 포함하는 하나 이상의 감지 신호들을 포함함 -,

상기 마스터 제어기와 상기 슬레이브 제어기 사이의 통신 링크, 및

상기 터치 감지 표면 상의 또는 상기 터치 감지 표면 근처의 터치를 감지하기 위해 상기 감지 신호들의 터치 정보를 프로세싱하는 하나 이상의 프로세서들

을 포함하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 마스터 제어기는 상기 통신 링크를 통해 상기 슬레이브 제어기에 제1 클록 신호 및 제1 커맨드를 전송하고, 상기 제1 커맨드는 위상 정렬 정보를 포함하고, 상기 슬레이브 제어기는, 슬레이브 클록 신호가 상기 마스터 제어기의 마스터 클록 신호와 공지된 위상 관계에 있도록 상기 제1 클록 신호 및 상기 제1 커맨드에 기초하여 상기 슬레이브 클록 신호를 생성하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 마스터 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 상기 마스터 클록 신호에 기초하고, 상기 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 상기 슬레이브 클록 신호에 기초하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 위상 정렬 정보는 상기 제1 클록 신호의 클록 사이클의 식별을 포함하여, 상기 슬레이브 제어기가 상기 식별된 클록 사이클에 기초하여 상기 슬레이브 클록 신호의 위상을 설정하도록 하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 구동 신호들은 상기 마스터 클록 신호와 상기 슬레이브 클록 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 상기 터치 감지 표면에 인가되는 경우에 동위상인 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기는 상기 마스터 클록 신호와 상기 슬레이브 클록 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 동위상 복조 신호들로 상기 터치 감지 표면으로부터 수신되는 감지 신호들을 복조하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기 각각은 상기 감지 신호들에 대해 동작하는 데시메이션 필터를 포함하고, 상기 마스터 제어기 및 상기 슬레이브 제어기의 데시메이션 필터들은 상기 마스터 클록 신호와 상기 슬레이브 클록 신호의 상기 위상 관계에 기초하여 서로 동위상으로 동작하는 모바일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 마스터 제어기는 상기 마스터 클록 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 상기 제1 감지 라인들로부터 수신되는 하나 이상의 감지 신호들을 복조하고, 상기 슬레이브 제어기는 상기 슬레이브 클록 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 상기 제2 감지 라인들로부터 수신되는 하나 이상의 감지 신호들을 복조하는 모바일

일 컴퓨팅 디바이스.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

명세서

기술분야

[0001]

관련 출원에 대한 교차 참조

[0002]

이 출원은 2010년 9월 7일에 출원된 미국 특허 출원 제12/877,056호의 이익을 청구하며, 그 내용은 모든 목적으로 그 전체가 여기에 참조로 포함된다.

[0003]

이는 일반적으로 마스터/슬레이브 구성을 사용하는 터치 검출에 관한 것이며, 더 구체적으로는 마스터 및 하나 이상의 슬레이브 터치 제어기의 동기화 및 조정된 동작에 관한 것이다.

배경기술

[0004]

버튼들 또는 키들, 마우스들, 트랙볼들, 조이스틱들, 터치 센서 패널들, 터치 스크린들 등과 같은 많은 타입들의 입력 디바이스들이 현재 컴퓨팅 시스템에서의 동작들을 수행하기 위해 사용가능하다. 터치 스크린들은 특히, 이들의 동작의 용이성 및 다재다능성 뿐만 아니라, 감소하는 가격으로 인해 점점 더 인기있어지고 있다. 터치 스크린들은 액정 디스플레이(LCD), 또는 터치 감지 회로가 디스플레이에 부분적으로 또는 완전히 통합된 통합 터치 스크린 등과 같은 디스플레이 디바이스 앞에 위치한 투명 터치 센서 패널을 포함할 수 있다. 터치 스크린들은 사용자로 하여금 디스플레이 디바이스에 의해 디스플레이되는 사용자 인터페이스(UI)에 의해 지시될 수 있는 위치에서 손가락, 스타일러스 또는 다른 오브젝트를 사용하여 터치 스크린을 터치함으로써 다양한 기능들을 수행하게 할 수 있다. 일반적으로, 터치 스크린들은 터치 이벤트 및 터치 센서 패널 상의 터치 이벤트의 위치를 인지할 수 있고, 컴퓨팅 시스템은 이후 터치 이벤트의 시점에 나타나는 디스플레이에 따른 터치 이벤트를 분석할 수 있고, 그 후 터치 이벤트에 기초하여 하나 이상의 동작들을 수행할 수 있다.

[0005]

상호 커패시턴스 터치 센서 패널들은, 예를 들어, 실질적으로 투명한 기관 상에서 수평 및 수직 방향으로 행들 및 열들로 종종 배열되는, 인듐 주석 산화물(ITO)과 같은 실질적으로 투명한 도전 물질의 구동 및 감지 라인들의 행렬로부터 형성될 수 있다. 구동 신호들은 구동 라인들을 통해 전송될 수 있고, 이는 구동 라인들 및 감지 라인들의 인접 영역들(감지 픽셀들) 또는 교차점들에서의 정적 상호 커패시턴스를 측정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 정적 상호 커패시턴스, 및 터치 이벤트로 인한 정적 상호 커패시턴스에 대한 임의의 변경들은, 구동

신호들로 인해 감지 라인들에서 생성될 수 있는 감지 신호들로부터 결정될 수 있다.

[0006] 제어기들은 터치 센서 패널에 대한 구동 신호들을 생성하기 위해 사용될 수 있고, 또한 터치 센서 패널로부터 감지 신호들을 수신 및 프로세싱하기 위해 사용될 수 있다. 제어기들은 주문형 집적 회로(ASIC)에서 구현될 수 있다. 그러나, 특정 제어기 ASIC 설계가 제한된 개수의 구동 신호들만을 제공할 수 있고, 오직 제한된 개수의 감지 신호들만을 수신할 수 있으므로, 더 큰 또는 더 미세한 해상도 터치 센서 패널들 상의 구동 및 감지 라인들의 수가 증가함에 따라, 해당 단일 제어기 ASIC은 해당 터치 센서 패널들을 지원하기에 부적합할 수 있다.

발명의 내용

[0007] 터치 감지는 터치 감지 표면을 제어하도록 함께 동작하는, 마스터 터치 제어기 및 하나 이상의 슬레이브 터치 제어기들을 사용하여 달성될 수 있다. 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들은 터치 감지 표면의 상이한 구동 라인들을 통해 구동 신호들을 전송할 수 있고, 결과적인 감지 신호들은 상이한 감지 라인들로부터 마스터 및 슬레이브 제어기들에 의해 수신될 수 있다. 각각의 감지 신호는, 예를 들어, 각각의 감지 라인이 마스터 제어기로부터의 구동 신호들에 의해, 그리고 슬레이브 제어기로부터의 구동 신호들에 의해 구동될 수 있으므로, 마스터 및 슬레이브 제어기들로부터의 구동 신호들로부터 초래되는 중첩을 포함할 수 있다. 감지 신호들의 프로세싱은 마스터 및 슬레이브 제어기들에서의 다양한 클록 신호들에 기초할 수 있다. 슬레이브의 클록 신호들은 슬레이브 제어기 내의 감지 신호 프로세싱이 마스터 제어기에서의 감지 신호 프로세싱과 동위상일 수 있도록 마스터의 클록 신호들과 동위상으로 생성될 수 있다.

[0008] 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기 사이의 통신 링크는 마스터 및 슬레이브 제어기 사이에 클록 신호를 전송함으로써 설정될 수 있다. 클록 신호는, 예를 들어, 48 MHz 클록 신호와 같은 고주파수 클록 신호일 수 있다. 시퀀스 정보를 포함하는 커맨드는 슬레이브에 전송될 수 있고, 슬레이브는 클록 신호 및 시퀀스 정보에 기초하여 통신 시퀀스를 개시할 수 있다. 시퀀스 정보는, 예를 들어, 고주파수 클록 신호의 어느 클록 사이클이 통신 시퀀스의 시작 클록 사이클인지, 얼마나 많은 클록 사이클들이 각각의 통신 시퀀스에 포함되는지, 그리고, 통신 시퀀스의 어느 부분들에서 마스터 및 슬레이브가 제어하는지를 슬레이브에 알려줄 수 있다. 슬레이브가 통신 시퀀스에 대해 트레이닝되면, 예를 들어, 슬레이브는 통신 시퀀스의 제1 부분 동안 마스터로부터 통신들을 수신할 수 있고, 슬레이브는 통신 시퀀스의 제2 부분 동안 마스터에 통신들을 전송할 수 있다.

[0009] 터치 감지 동작들은 마스터로부터 슬레이브로 위상 정렬 정보를 포함하는 커맨드를 전송함으로써 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기 사이에서 동기화될 수 있다. 예를 들어, 구동 신호들의 생성, 및 감지 신호들의 필터링 및 복조와 같은, 터치 감지 동작들을 수행하기 위해 마스터 제어기에서 사용되는 다양한 마스터 클록 신호들은 슬레이브 제어기에서 동위상으로 생성될 수 있고, 따라서, 다양한 슬레이브 클록 신호들은 마스터와 동위상으로 터치 감지 동작들을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 터치 감지 시스템을 예시하는 도면이다.
 도 2는 다양한 실시예들에 따른 또다른 예시적인 터치 감지 시스템을 예시하는 도면이다.
 도 3은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 터치 감지 프로세스를 예시하는 도면이다.
 도 4는 다양한 실시예들에 따른 터치 감지에서 사용되는 예시적인 클록 신호들을 예시하는 도면이다.
 도 5는 다양한 실시예들에 따른 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 사이의 예시적인 직렬 링크를 예시하는 도면이다.
 도 6은 다양한 실시예들에 따른 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들을 동기화하는 예시적인 방법을 예시하는 도면이다.
 도 7은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 동기화 통신을 예시하는 도면이다.
 도 8은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 직렬 인터페이스를 예시하는 도면이다.
 도 9는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 백-투-백 전송을 예시하는 도면이다.
 도 10은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 누산기를 예시하는 도면이다.
 도 11은 다양한 실시예들에 따른 유효 채널들의 결과 데이터 전송의 예시적인 방법을 예시하는 도면이다.

도 12a-12c는 각각이 다양한 실시예들에 따른 예시적인 마스터/슬레이브 터치 제어기 구성을 포함하는, 예시적인 모바일 전화, 예시적인 디지털 미디어 플레이어 및 예시적인 개인용 컴퓨터를 예시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 실시예들의 후속하는 기재에서, 그 일부를 형성하는 첨부 도면들에 대한 참조가 이루어지며, 여기서, 실시될 수 있는 개시내용의 특정 실시예들이 예시에 의해 도시된다. 다른 실시예들이 사용될 수 있으며, 구조적 변경들이 개시된 실시예들의 범위로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 점이 이해되어야 한다.
- [0012] 이는 일반적으로 마스터/슬레이브 구성을 사용하는 터치 검출에 관한 것이며, 더 구체적으로 마스터 터치 제어기 및 하나 이상의 슬레이브 터치 제어기들의 동기화 및 조정된 동작에 관한 것이다. 조정된 동작은 마스터 및 하나 이상의 슬레이브 제어기들의 다양한 클록 신호들을 위상-정렬하는 것을 포함할 수 있고, 따라서, 조정된 동작이 달성될 수 있다. 다양한 동작들, 예를 들어, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들로부터의 동위상 구동 신호들을 이용하여 터치 감지 표면을 구동하는 것, 동위상 복조 신호들을 이용하여 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들에 의해 수신되는 감지 신호들을 복조하는 것, 및 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들에서 동위상으로 동작하는 데시메이션 필터들에 감지 신호들을 인가하는 것은, 위상 정렬된 클록 신호들에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0013] 여기서 개시된 실시예들이 상호 커패시턴스 터치 감지 표면들의 견지에서 여기에 기재되고 예시될 수 있지만, 실시예들이 그렇게 제한되는 것이 아니라, 예를 들어, 표면 상에서 또는 표면 근처에서 단일 및/또는 다수의 터치들을 검출할 수 있는 자기-커패시턴스, 광학, 저항, 및 다른 터치 감지 표면들 및 기술들에 추가로 적용가능할 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 또한, 실시예들이 단일 마스터/단일 슬레이브 시스템의 견지에서 여기서 기술되고 예시될 수 있지만, 일부 실시예들은 단일 마스터 및 다수의 슬레이브들, 다수의 마스터들 및 다수의 슬레이브들, 및 다른 구성들을 사용하는 시스템을 포함할 수 있다는 점이 이해되어야 한다.
- [0014] 일부 예시적인 실시예들에서, 터치 감지 표면은 터치 스크린, 예를 들어, 디스플레이 회로가 이미지를 생성하는 경우 디스플레이 위상 동안 비활성이며, 디스플레이 회로가 비활성인 경우, 터치 감지 위상 동안, 예컨대 디스플레이의 블랭킹 기간 동안, 터치를 감지하는 터치 감지 기능성을 가지는 LCD 디스플레이를 포함할 수 있다. 디스플레이 회로와 같은 디바이스의 다른 회로가 비활성인 경우 터치 감지는 터치 감지에 대해 다른 회로에 의해 야기되는 잡음 및/또는 간섭의 영향들을 완화시키는 것을 보조할 수 있지만, 또한 각각의 터치 감지 프로세스에 대해 허용되는 시간량을 감소시킬 수 있다.
- [0015] 예를 들어, 통합된 터치 감지 시스템의 일부 실시예들은 자기 커패시턴스에 기초할 수 있고, 일부 실시예들은 상호 커패시턴스에 기초할 수 있다. 자기 커패시턴스 기반 터치 시스템에서, 터치 픽셀들 각각은 접지에 대해 자기 커패시턴스를 형성하는 개별 전극에 의해 형성될 수 있다. 오브젝트가 터치 픽셀에 근접함에 따라, 접지에 대한 추가적인 커패시턴스가 오브젝트와 터치 픽셀 사이에 형성될 수 있다. 접지에 대한 추가적인 커패시턴스는 터치 픽셀에 의해 보여지는 자기 커패시턴스에서의 순 증가(net increase)를 초래할 수 있다. 자기 커패시턴스에서의 이러한 증가는 다수의 오브젝트들이 터치 스크린을 터치할 때 다수의 오브젝트들의 위치들을 결정하기 위해 터치 감지 시스템에 의해 검출 및 측정될 수 있다. 상호 커패시턴스 기반 터치 시스템에서, 터치 감지 시스템은, 예를 들어, 구동 라인들 및 감지 라인들과 같은, 구동 영역들 및 감지 영역들을 포함할 수 있다. 일 예시적인 경우, 구동 라인들은 행들로 형성될 수 있는 반면, 감지 라인들은 열들로 형성될 수 있다(예를 들어, 직교). 터치 픽셀들은 행들 및 열들의 교차점들에서 제공될 수 있다. 동작들 동안, 행들은 AC 파형을 이용하여 자극될 수 있고, 상호 커패시턴스가 터치 픽셀의 행 및 열 사이에 형성될 수 있다. 오브젝트가 터치 픽셀에 근접함에 따라, 터치 픽셀의 행 및 열 사이에 커플링되는 전하 중 일부는 대신 오브젝트에 커플링될 수 있다. 터치 픽셀에 대한 전하 커플링에서의 이러한 감소는 행 및 열 사이의 상호 커패시턴스에서의 순 감소, 및 터치 픽셀에 대해 커플링되는 AC 파형에서의 감소를 초래할 수 있다. 전하-커플링된 AC 파형에서의 이러한 감소는 다수의 오브젝트들이 터치 스크린에 터치할 때 다수의 오브젝트들의 위치들을 결정하기 위해 터치 감지 시스템에 의해 검출 및 측정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 통합된 터치 스크린은 멀티-터치, 단일 터치, 프로젝션 스캔, 전체 이미징 멀티 터치, 또는 임의의 용량성 터치일 수 있다.
- [0016] 마스터/슬레이브 시스템을 사용하는 터치 감지의 제어는 장점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 터치 제어기의 일부 집적 회로(IC) 구현예들에서, 마스터/슬레이브 구성은 DIE에 대해 요구되는 접속들의 횟수의 감소를 초래할 수 있는데, 이는 볼 그리드 어레이 패키징 대신 웨이퍼 칩 스케일 패키징의 사용을 허용하는 것과 같은, 덜 비싼 그리고/또는 더 작은 DIE 패키징 옵션들의 사용을 허용할 수 있다. 결과적으로, 디바이스의 비용, 사이즈

및/또는 두께가 감소될 수 있다.

[0017] 일부 경우들에서, 마스터/슬레이브 구성에서 둘 이상의 터치 제어기들을 사용하여 터치 감지 시스템을 설계하는 것은 단일 터치 제어기를 사용하는 것보다 덜 비쌀 수 있다. 예를 들어, 더 큰 그리고/또는 더 높은 해상도 터치 감지 표면들, 예를 들어, 터치 패드들 및 터치 스크린들은, 기존의 터치 제어기들이 단일 스캔에서 프로세싱할 수 있는 것보다 더 많은 구동 라인들 및/또는 감지 라인들을 포함하도록 설계될 수 있다. 일부 경우들에서, 제1 스캔 동안 구동/감지 라인들 중 일부를 스캔하고, 이후, 제2 스캔, 예를 들어, 듀얼 스캔 동안 나머지 구동/감지 라인들을 스캔함으로써 단일 기존의 터치 제어기를 사용하여 새로운 터치 감지 표면의 터치 감지를 제어하는 것이 가능할 수 있다. 그러나, 일부 애플리케이션들은 패널의 듀얼 스캔이 요구하는 것보다 더 적은 시간 내에 터치 데이터가 프로세싱될 것을 요구할 수 있다. 이러한 경우에서, 한가지 옵션은, 더 큰 터치 감지 표면을 핸들링하기 위해 더 많은 구동 채널들 및 감지 채널들을 포함하는 새로운 터치 제어기를 설계하는 것일 수 있다. 그러나, 새로운 터치 제어기의 설계는 고가일 수 있다. 일부 경우들에서, 새로운 터치 제어기를 설계하는 것 대신, 새로운 터치 감지 표면을 제어하기 위해 마스터/슬레이브 구성에서 둘 이상의 기존 터치 제어기들을 사용함으로써 상당한 비용 절감이 달성될 수 있다.

[0018] 그러나, 일부 터치 감지 시스템들에서 마스터/슬레이브 구성을 구현하는 것이 어려울 수 있다. 예를 들어, 일부 터치 감지 시스템들에서의 타이밍 제약들은 터치 제어기들의 마스터/슬레이브 구성을 구현하는 것에 대해 장벽들을 부과할 수 있다. 일부 터치 감지 시스템들에서, 다양한 신호들, 이벤트들 등의 동기화는 터치 감지의 정확한 동작을 위해 중요할 수 있다.

[0019] 예를 들어, 일부 터치 감지 시스템들은 하나 이상의 감지 신호들을 생성하기 위해 다수의 동시 구동 신호들을 이용하여 다수의 구동 채널들을 자극할 수 있다. 각각의 감지 신호는 다수의 구동 신호들로부터 초래되는 신호들의 중첩을 포함할 수 있다. 터치 정보는 다양한 방법들을 통해 감지 신호들 중 하나 이상으로부터 추출될 수 있다. 예를 들어, 일부 상호 커패시턴스 터치 감지 시스템들에서, 감지 신호들은 감지 라인 상의 다수의 위치들에서의 전하의 주입들로부터 생성된다. 전하의 주입들은 다수의 구동 라인들에 동시에 적용되는 구동 신호들에 대응한다. 감지 신호들은 복조될 수 있고, 추출된 데이터는 터치 데이터를 획득하기 위해 다수의 스캔 단계들에 걸쳐 통합될 수 있다. 정확한 복조는, 예를 들어, 자극 신호들의 위상들, 복조 신호들의 위상들, 다양한 프로세싱 동작들의 타이밍 등의 높은 동기화 정도를 요구할 수 있다.

[0020] 도 1은 본 개시내용의 실시예들에 따른 예시적인 터치 스크린(120)의 일 구현예를 예시하는 예시적인 컴퓨팅 시스템(100)의 블록도이다. 컴퓨팅 시스템(100)은, 예를 들어, 모바일 전화, 디지털 미디어 플레이어, 개인용 컴퓨터, 또는 터치 스크린을 포함하는 다른 디바이스들에 포함될 수 있다. 컴퓨팅 시스템(100)은 하나 이상의 터치 프로세서들(102), 주변장치들(104), 마스터 터치 제어기(106), 슬레이브 터치 제어기(166), 및 터치 감지 회로(하기에 더 상세하게 기술됨)를 포함하는 터치 감지 시스템을 포함할 수 있다. 주변 장치들(104)은 랜덤 액세스 메모리(RAM) 또는 다른 타입들의 메모리 또는 저장소, 와치독 타이머들 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 마스터 터치 제어기(106)는 하나 이상의 감지 채널들(108), 채널 스캔 로직(110), 버스(111)(예를 들어, 어드밴스드 고성능 버스(AHB)), 직렬 인터페이스(113), 및 드라이버 로직(114)을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 채널 스캔 로직(110)은, 하기에 더 상세히 기술되는 바와 같이, 마스터 터치 제어기(106)에 접속되는 터치 스크린(120)의 구동 라인들(122)에 선택적으로 인가될 수 있는 다양한 주파수들 및 위상들의 자극 신호들(116)을 생성하도록 드라이버 로직(114)을 제어할 수 있다. 감지 채널들(108)은 마스터 터치 제어기(106)에 접속되는 터치 스크린(120)의 감지 라인들(123)로부터 감지 신호들(117)을 수신할 수 있다. 채널 스캔 로직(110)은 데이터를 기록 및 판독하기 위해 RAM(112)에 액세스할 수 있다. 예를 들어, 감지 신호들이 프로세싱된 이후(하기에 더 상세히 기술됨), 채널 스캔 로직(110)은 자체적으로 감지 채널들(108)로부터 결과 데이터를 판독하고, RAM(112)에 데이터를 기록함으로써 결과 데이터를 누적할 수 있다. 따라서, RAM(112)은 결과 데이터의 누산기로서 기능할 수 있다. 채널 스캔 로직(110)은 감지 채널들(108)에 대한 제어를 제공할 수 있다.

[0021] 슬레이브 터치 제어기(166)는 마스터 터치 제어기와 동일한 엘리먼트들, 예를 들어, 하나 이상의 감지 채널들(168), 채널 스캔 로직(170), 버스(171)(예를 들어, AHB), 직렬 인터페이스(173) 및 드라이버 로직(174)을 포함할 수 있다. 채널 스캔 로직(170)은, 하기에 더 상세히 기술되는 바와 같이, 슬레이브 터치 제어기(166)에 접속되는 터치 스크린(120)의 구동 라인들(122)에 선택적으로 적용될 수 있는 다양한 주파수들 및 위상들의 자극 신호들(176)을 생성하도록 드라이버 로직(174)을 제어할 수 있다. 감지 채널들(168)은 슬레이브 터치 제어기(166)에 접속되는 터치 스크린(120)의 감지 라인들(123)로부터 감지 신호들(177)을 수신할 수 있다. 채널 스캔 로직(170)은 데이터를 기록 및 판독하기 위해 RAM(172)에 액세스할 수 있다. 감지 신호들이 프로세싱된 이후, 채널 스캔 로직(170)은 자체적으로 감지 채널들(168)로부터 결과 데이터를 판독하고, 데이터를 RAM(172)에

기록함으로써 결과 데이터를 누적할 수 있으며, 따라서, RAM(172)은 결과 데이터의 누산기로서 동작할 수 있다. 채널 스캔 로직(170)은 또한 감지 채널들(168)에 대한 제어를 제공할 수 있다.

[0022] 일부 실시예들에서, 터치 프로세서 및 주변장치들의 기능성은 마스터 터치 제어기에, 마스터 터치 제어기 및 하나 이상의 슬레이브 터치 제어기들 등에 포함될 수 있고, 따라서, 터치 프로세서(102) 및 주변장치들(104)은 별도의 컴포넌트들로서 요구되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 각각은 단일 주문형 집적 회로(ASIC)로서 구현될 수 있다. 일부 실시예들에서, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들은 동일한 설계들, 즉 동일한 터치 제어기의 2개의 인스턴스를 가질 수 있는데, 하나는 마스터로서 동작하도록 구성되고, 다른 것은 슬레이브로서 동작하도록 구성되며; 이 경우, 예를 들어, 클록 신호들의 생성 및 슬레이브가 독립적으로 수행할 수 있는 다른 동작은, 슬레이브가 더 많은 동기적 동작을 허용하도록 마스터의 클록 신호들 등에 의존할 수 있도록, 디스에이بل될 수 있다. 예를 들어, 슬레이브는 클록 신호 자체를 생성하는 것 대신 마스터로부터 클록 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 마찬가지로, 마스터는 그것이 생성하는 클록 신호를 슬레이브에 전송하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들은 하나 이상의 마스터 터치 제어기들 및/또는 하나 이상의 슬레이브 터치 제어기를 포함할 수 있다.

[0023] 컴퓨팅 시스템(100)은 각각 직렬 인터페이스(113) 및 직렬 인터페이스(173)를 통해 마스터 터치 제어기(106) 및 슬레이브 터치 제어기(166)를 접속시키는 직렬 링크(115)를 포함할 수 있다. 직렬 링크(115)는 2개의 와이어들을 포함할 수 있는데, 예를 들어, 하나의 와이어는 클록 신호에 대한 것이고, 하나의 와이어는 데이터에 대한 것이다. 마스터 터치 제어기(106)의 다양한 엘리먼트들은, 하기에 더 상세히 기술되는 바와 같이, 직렬 링크(115)를 통해 슬레이브 터치 제어기(166)의 엘리먼트들과 통신할 수 있다. 통신 시스템(100)은 또한 터치 프로세서(102)로부터 출력들을 수신하고, 출력들에 기초하여 동작들을 수행하기 위한 호스트 프로세서(128)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 호스트 프로세서(128)는 프로그램 저장소(132) 및 LCD 드라이버(134)와 같은 디스플레이 제어기에 접속될 수 있다. 호스트 프로세서(128)는 사용자 인터페이스(UI)의 이미지와 같은 이미지를 터치 스크린(120) 상에 생성하기 위해 LCD 드라이버(134)를 사용할 수 있고, 디스플레이된 UI 상의 터치 입력과 같은 터치 스크린(120) 상의 또는 터치 스크린(120) 근처의 터치를 검출하기 위해 터치 프로세서(102), 마스터 터치 제어기(106), 및 슬레이브 터치 제어기(166)를 사용할 수 있다. 터치 입력은, 커서 또는 포인터와 같은 오브젝트의 이동, 스크롤링 또는 확대(panning), 제어 설정 조정, 파일 또는 문서 열기, 메뉴 보기, 선택하기, 명령들의 실행, 호스트 디바이스에 접속된 주변 디바이스 동작시키기, 전화 받기, 전화 걸기, 전화 통화 종료하기, 볼륨 또는 오디오 설정 변경, 주소, 자주 거는 번호, 수신 통화, 부재중 통화와 같은 전화 통신과 관련된 정보 저장, 컴퓨터 또는 컴퓨터 네트워크의 로그인, 컴퓨터 또는 컴퓨터 네트워크의 제한된 영역들에 대한 허가된 개별 액세스의 허용, 컴퓨터 데스크톱의 사용자 선호 배열과 연관된 사용자 프로파일의 로딩, 웹 콘텐츠에 대한 액세스 허용, 특정 프로그램 시작, 메시지의 암호화 또는 디코딩 등을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는 동작들을 수행하기 위해 프로그램 저장소(132)에 저장된 컴퓨터 프로그램들에 의해 사용될 수 있다. 호스트 프로세서(128)는 또한 터치 프로세싱과 관련되지 않을 수 있는 추가적인 기능들을 수행할 수 있다.

[0024] 터치 스크린(120)은 복수의 구동 라인들(122) 및 복수의 감지 라인들(123)을 갖는 용량성 감지 매체를 포함할 수 있는 터치 감지 회로를 포함할 수 있다. 당업자가 용이하게 이해할 바와 같이, 용어 "라인들"은, 단순히 도전성 경로들을 의미하기 위해 여기서 종종 사용되며, 엄격하게 선형인 구조들로 제한되는 것이 아니라, 방향을 변경시키는 경로들을 포함하며, 상이한 사이즈, 형상, 물질들 등의 경로들을 포함할 수 있다는 점에 유의해야 한다. 구동 라인들(122)의 하나의 세트는 마스터 구동 인터페이스(124a)를 통해 드라이버 로직(114)으로부터 자극 신호들(116)을 이용하여 마스터 터치 제어기(106)에 의해 구동될 수 있고, 구동 라인들(122)의 또다른 세트는 슬레이브 구동 인터페이스(124b)를 통해 드라이버 로직(174)으로부터 자극 신호들(176)을 이용하여 슬레이브 터치 제어기(166)에 의해 구동될 수 있다. 감지 라인들(123)의 한 세트에서 생성된 결과적인 감지 신호들(117)은 마스터 터치 제어기(106) 내의 감지 채널들(108)(또한 이벤트 검출 및 복조 회로로서 참조됨)에 감지 인터페이스(125)를 통해 전송될 수 있고, 감지 라인들(123)의 또다른 세트에서 생성된 결과적인 감지 신호들(117)이 슬레이브 터치 제어기(166) 내의 감지 채널들(168)에 감지 인터페이스(125)를 통해 전송될 수 있다. 이러한 방식으로, 구동 라인들 및 감지 라인들은 터치 픽셀들(126 및 127)과 같은 터치 픽처 엘리먼트들(터치 픽셀들)로서 간주될 수 있는 용량성 감지 노드들을 형성하기 위해 상호작용할 수 있다. 이러한 이해 방식은 특히 터치 스크린(120)이 터치의 "이미지"를 캡처하는 것으로서 보여질 때 유용할 수 있다. 다시 말해, 감지 신호들(117 및 171)로부터 추출된 터치 데이터는, 터치가 터치 스크린 내의 각각의 터치 픽셀에서 검출되었는지의 여부, 및 터치가 발생한 터치 스크린의 터치 픽셀들의 패턴이 터치의 "이미지"(예를 들어, 터치 스크린을 터치하는 손가락들의 패턴)로서 간주될 수 있는지의 여부를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들에 의해 제어되는 구동 및 감지 라인들의 특정 조합은 마스터 및 슬레이브가 구동할 수 있는 구동

라인들의 개수, 마스터 및 슬레이브가 프로세싱할 수 있는 감지 라인들의 개수 등과 같은 인자들에 의존할 수 있다.

[0025] 도 2는 본 개시내용의 실시예들에 따라 터치 제어기들의 예시적인 마스터/슬레이브 시스템에 의해 제어되는 구동 라인들 및 감지 라인들의 일 예시적인 조합을 예시한다. 도 2는 구동 라인들(203) 및 감지 라인들(205)을 포함하는 터치 스크린(201)을 도시한다. 이러한 예시적인 실시예에서, 40개의 구동 라인들(203) 및 30개의 감지 라인들(205)이 존재한다. 마스터-제어 구동 라인들(203a)로서 도 2에 도시된 20개의 구동 라인들(203)의 세트는 핀아웃들(207)을 통해 마스터 터치 제어기(206)에 접속되고, 20개의 구동 라인들(203)의 세트(슬레이브-제어 구동 라인들(203b)로서 도시됨)는 핀아웃들(211)을 통해 슬레이브 터치 제어기(209)에 접속된다. 마스터-제어 감지 라인들(205a)로서 도 2에 도시된 15개의 감지 라인들(205)의 세트는 마스터 터치 제어기(206)에 접속되고, 슬레이브-제어 감지 라인들(205b)로서 도시된 15개의 감지 라인들의 세트(205)는 슬레이브 터치 제어기(209)에 접속된다. 이 예에서, 핀아웃들(207) 및 핀아웃들(211)은 도 1의 구동 인터페이스들(124a 및 124b)과 같은 마스터 및 슬레이브에 대한 구동 인터페이스로서 역할을 하고, 핀아웃들(213) 및 핀아웃들(215)은 도 1의 감지 인터페이스(125)와 같은 마스터 및 슬레이브에 대한 감지 인터페이스로서 역할을 한다. 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들은 마스터 및 슬레이브로 하여금 도 1의 직렬 인터페이스들(113 및 173) 및 직렬 링크(115)와 같은 직렬 링크(221)를 통해 통신하도록 하는 직렬 인터페이스들(217 및 219)을 각각 포함할 수 있다.

[0026] 도 3은 본 개시내용의 실시예들에 따른 예시적인 터치 감지 동작을 예시한다. 터치 스크린(301)은 구동 라인들(303) 및 감지 라인들(305)을 포함할 수 있다. 마스터 터치 제어기의 드라이버 로직(307)은 예를 들어, 8 MHz 클럭 신호(313)에 기초하여 구동 송신기들(311)에 의해 전송되는 자극 신호들(309)을 이용하여 구동 라인들(303) 중 일부를 구동시킬 수 있다. 각각의 자극 신호(309)는 감지 라인(305)과 상호작용할 수 있다. 상호작용은 대응하는 터치 픽셀(314)에서의 터치 양에 기초하여 달라질 수 있고, 터치 양의 정보를 포함할 수 있는 감지 라인 상의 신호를 초래할 수 있다. 슬레이브 터치 제어기의 드라이버 로직(315)은 예를 들어, 8 MHz 클럭 신호(321)에 기초하여 구동 송신기들(319)에 의해 송신되는 자극 신호들(317)을 이용하여 다른 구동 라인들(303)을 구동시킬 수 있다. 각각의 자극 신호(317)는 감지 라인(305)과 상호작용할 수 있고, 상호작용은 대응하는 터치 픽셀(322)에서의 터치 양에 기초하여 달라져서, 터치 양의 정보를 포함할 수 있는 감지 라인 상의 신호를 초래할 수 있다. 자극 신호들(309 및 317)은, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들로부터의 자극 신호들이 동시에 감지 라인(305)과 상호작용하여, 각각의 자극 신호의 감지 라인과의 상호작용을 초래하는 신호들의 중첩일 수 있는 감지 신호(323)를 초래하도록, 동시에 전송될 수 있다. 다시 말해, 감지 신호(323)는 다수의 터치 픽셀들(314 및 322)에서의 터치 양의 복합 정보를 포함할 수 있는 터치 정보를 포함할 수 있다. 감지 신호(323)는 마스터(또는 슬레이브) 터치 제어기의 감지 채널(325)에 의해 수신될 수 있다.

[0027] 감지 채널(323)의 증폭기(327)는 감지 신호(323)를 증폭시킬 수 있고, 대역 통과 필터(BPF)(329)는 증폭된 신호를 필터링할 수 있다. 필터링된 신호는 아날로그-대-디지털 컨버터(ADC)(331)에 의해 디지털 신호로 변환될 수 있다. 예를 들어, ADC(331)는 시그마-델타 ADC일 수 있는데, 이는 자극 신호 주파수보다 더 높은 레이트에서 샘플링에 의해 잡음 양을 감소(cut down)시키기 위해 고속으로 신호를 오버샘플링하도록 동작할 수 있다. 이러한 예에서, ADC(331)는 클럭 신호(333)에 기초하여 48 MHz의 레이트에서 신호를 샘플링한다. ADC(331)는 예를 들어, 48 MHz의 샘플 레이트에서 4비트인 디지털 신호를 출력할 수 있다. 디지털 신호는 12 MHz 클럭 신호(337)에 기초하여 데시메이션 필터(DCF)(335)를 이용하여 필터링되어, 예를 들어, 4 MHz 샘플 레이트에서 11비트인 디지털 신호를 초래할 수 있다. 신호는 이후 터치 정보를 추출하기 위해 4 MHz 클럭 신호(341)에 기초하여 복조기(339)에 의해 복조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 복조된 신호로부터의 터치 정보는, 예를 들어, 도 1에 도시된 RAM(112)(또는 감지 채널(325)이 슬레이브 터치 제어기 내에 있는 경우 RAM(172)) 내의 누산기와 같은 저장 디바이스들에서 소정 시간 기간 동안 터치 정보를 누적함으로써, 터치 스크린(301)의 다수의 스캔들에 걸쳐 통합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 터치 정보는 각각의 개별 터치 픽셀에서의 터치 양의 정보를 추출하기 위해 다른 터치 정보와 결합될 필요가 있다. 예를 들어, 터치 정보는 개별 터치 픽셀들에서의 터치 양의 정보에 대응하는 고유값들을 결정하기 위해 특이값 분해(SVD)를 포함하는 고유값 분석과 같은 프로세싱 방법들을 사용하여 다른 감지 라인들 및/또는 다른 스캔들의 터치 정보와 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 프로세싱 방법들은, 예를 들어 행렬 연산들을 포함할 수 있다.

[0028] 도 3에 예시된 바와 같이, 마스터 터치 제어기의 감지 채널(325)에서의 감지 신호(323)의 프로세싱은 마스터의 3개의 클럭 신호들, 즉, 예를 들어, 클럭 신호(333)(48 MHz), 클럭 신호(337)(12 MHz), 및 클럭 신호(341)(4 MHz)에 기초할 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 감지 채널(325)의 프로세싱에 의해 감지 신호(323)로부터 추출된 터치 정보의 정확성은, 감지 신호(323)를 생성하는 자극 신호들이 클럭 신호들(333, 337, 및/또는

341), 즉, 마스터의 48 MHz, 12 MHz 및/또는 4 MHz 클럭 신호들과 동위상일 것을 요구할 수 있다. 예를 들어, 자극 신호와 동위상이 아닌 복조 신호를 이용한 복조는 직류(DC) 오프셋으로서 나타나는(manifest) 에러를 초래할 수 있다. 일부 터치 감지 시스템들에서, 터치 정보는 복조된 신호의 DC 부분의 측정일 수 있고, 따라서, DC 오프셋 에러는 터치 측정에서의 에러를 초래할 수 있다. 일부 실시예들에서, 에러는, 예를 들어, 통합, 복조 등의 프로세스들을 통한 터치 정보의 결합으로 인해 합성될 수 있다. 따라서, 다양한 클럭 신호들의 위상 정렬은 일부 실시예들에서의 고려일 수 있다.

[0029] 도 4는 본 개시내용의 예시적인 실시예들에 따른 마스터 터치 제어기의 48 MHz 클럭 신호(333), 12 MHz 클럭 신호(337), 8 MHz 클럭 신호(313) 및 4 MHz 클럭 신호(341)에 대한 예시적인 사각파 클럭 신호들을 예시한다. 도 4는 시간 $t=X$ 에서, 클럭 신호들(333, 337, 313, 및 341) 각각이 로우(low) 상태에서 하이(high) 상태로 가는 것을 도시한다. 따라서, 이 예에서, 클럭 신호들은 시간 X 에서 동위상이다. 또한, 더 높은 주파수의 클럭 신호들, 즉 클럭 신호들(333, 337, 및 313) 각각이 가장 낮은 주파수 클럭 신호, 즉 클럭 신호(341)의 주파수의 정수배인 주파수를 가지므로, 당업자는 4개의 클럭 신호들이 클럭 신호(341)가 로우 상태에서부터 하이 상태로 갈 때마다 동위상일 것이라는 점을 이해할 것이다. 다시 말해, 클럭 신호(341)가 로우 상태에서부터 하이 상태로 갈 때마다, 다른 3개 클럭 신호들 각각은 또한 로우 상태에서부터 하이 상태로 갈 것이다. 마스터 터치 제어기는 클럭 신호들(333, 337, 313, 및 341)을 도 4에 도시된 바와 같이 시간 X 에서 동위상이도록 내부적으로 생성할 수 있다. 따라서, 마스터의 자극 신호들(309)로부터 초래되는 감지 신호(323)의 일부분은, 각각 마스터의 감지 채널(325)의 ADC(331), DCF(335) 및 복조(339)에 의한 프로세싱을 위해 사용되는 클럭 신호들(333, 337, 및 341)과 동위상일 수 있다.

[0030] 그러나, 전송된 바와 같이, 감지 신호(323)는 마스터의 자극 신호들(309) 및 슬레이브의 자극 신호들(317)에 기초한 신호들의 중첩일 수 있다. 다시 말해, 마스터의 감지 채널(325)에 의해 수신된 감지 신호(323)는 자극 신호들(317)이 기초하는 슬레이브 터치 제어기의 클럭 신호, 즉 클럭 신호(321)(8 MHz)에 부분적으로 기초할 수 있다. 따라서, 슬레이브 터치 제어기의 클럭 신호(321)가 마스터 터치 제어기의 클럭 신호들(333, 337, 및 341)과 동위상이고, 따라서, 예를 들어, 슬레이브의 자극 신호들(317)로부터 초래되는 감지 신호(323)의 일부분이 마스터의 감지 채널(325)에서의 프로세싱을 위해 적절한 위상에 있을 수 있는 것이 바람직할 수 있다.

[0031] 마찬가지로, 다른 감지 신호들은 슬레이브 터치 제어기의 감지 채널들에 의해 수신될 수 있고, 해당 감지 신호들의 프로세싱은 슬레이브의 3개의 대응하는 클럭 신호들(즉, 48 MHz 클럭 신호, 12 MHz 클럭 신호, 및 4 MHz 클럭 신호, 미도시됨)에 기초할 수 있다. 슬레이브 터치 제어기의 감지 채널들에 의한 터치 정보의 정확한 결정은 마스터의 8MHz 클럭 신호(313) 및 슬레이브의 클럭 신호들, 즉, 슬레이브의 48 MHz, 12 MHz 및 4 MHz 클럭 신호들의 위상 정렬에 의존할 수 있다. 요약하면, 서로의 구동 신호들에 기초한 신호들의 중첩을 포함할 수 있는 감지 신호들을 프로세싱하기 위한 마스터 및 슬레이브 제어기들의 이러한 예시적인 사용에서, 감지 채널들의 프로세싱으로부터 추출된 터치 정보의 정확성은 관련된 모든 클럭들, 예를 들어, 마스터 및 슬레이브의 48 MHz, 12 MHz, 8 MHz 클럭 및 4 MHz 클럭 신호들의 위상 정렬에 의존할 수 있다.

[0032] 본 개시내용의 실시예들에 따라, 직렬 링크와 같은 통신 링크를 통해 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 동위상 클럭 신호들을 생성함으로써 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들을 동기화하는 예시적인 방법이 이제 도 5-7을 참조하여 기술될 것이다. 이러한 예시적인 방법에서, 복수의 클럭 신호들 중 하나(예를 들어, 48 MHz 클럭 신호)는 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기 사이에 전송될 수 있고, 나머지 클럭 신호들(예를 들어, 12MHz, 8 MHz, 및 4 MHz 클럭 신호들)은 전송된 클럭 신호에 기초하여 동위상으로 생성될 수 있다. 자극 신호들의 전송, 감지 신호들의 수신, 및 터치 정보를 획득하기 위한 감지 신호들의 프로세싱을 포함한, 전송된 예시적인 터치 감지 동작들이, 다양한 클럭 신호들의 위상 정렬이 일부 마스터/슬레이브 터치 감지 구성들에서 유리할 수 있음을 조명할 목적으로 먼저 기술되었다는 점에 유의한다. 그러나, 대부분의 실시예들에서, 전송된 것과 같은 터치 감지 동작들은, 예를 들어, 도 5-7을 참조하여 하기에 기술되는 예시적인 프로세스들 중 하나 이상을 사용하여 마스터 및 슬레이브 클럭 신호들의 위상 정렬 이후 수행될 수 있다.

[0033] 도 5는 본 개시내용의 실시예들에 따른 예시적인 마스터/슬레이브 터치 제어기 시스템을 예시한다. 마스터 터치 제어기(501)는 직렬 링크(505)를 이용하여 슬레이브 터치 제어기(503)에 접속될 수 있다. 마스터 터치 제어기(501)의 마스터 직렬 인터페이스(507) 및 슬레이브 터치 제어기(503)의 슬레이브 직렬 인터페이스(509)는 공통 클럭 신호의 설정, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 사이의 직렬 통신의 설정, 하나 이상의 더 낮은 주파수 클럭 신호들의 동기화, 슬레이브 터치 제어기의 프로그래밍, 및 슬레이브 터치 제어기로부터 마스터 터치 제어기 내에 위치한 프로세서로의 결과 데이터의 전송과 같은 중앙화된 프로세싱을 위한 프로세서로의 결과 데이터의 전송과 같은 동작들을 수행할 수 있다. 이 예에서, 직렬 링크(505)는 클럭 라인(511) 및 데이터 라인

(513)을 포함한다. 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들은 데이터 라인(513)을 통해 커맨드들, 제어 특성들, 터치 프로세싱의 결과들 등의 데이터를 송신할 수 있다.

[0034] 도 5-6을 참조하면, 마스터 터치 제어기(501)는 48 MHz에서 마스터 클록 신호(515)를 생성하는(601) 클록(미도시)을 포함한다. 예를 들어, 12 MHz, 8 MHz, 및 4 MHz 클록 신호들(미도시)과 같은 다른 클록 신호들이 또한 마스터 터치 제어기(501)에서 생성될 수 있다. 마스터 터치 제어기에 의해 생성되는 클록 신호들은 예를 들어, 도 4에 도시된 클록 신호들(333, 337, 313, 및 341)에 대응할 수 있다. 시스템이 먼저 시작할 때, 예러가 이전 통신에서 검출된 이후 등에서 발생할 수 있는 초기화 프로세스에서, 마스터 터치 제어기(501)는 클록 라인(511)을 통해 슬레이브 터치 제어기(503)에 마스터 클록 신호(515)를 전송한다(602). 일부 실시예들에서, 마스터 터치 제어기는, 예를 들어, 슬레이브 터치 제어기로 하여금 슬레이브의 특정 동작들이 중지되고 슬레이브가 직렬 링크(505)를 모니터링하는 초기 상태로 돌아가게 할 수 있는 리셋 신호를 이용하여 마스터 클록 신호(515)의 전송을 선행시킬 수 있다. 마스터의 48 MHz 클록 신호의 슬레이브로의 전송의 결과로서, 마스터 터치 제어기에 의해 생성되는 48 MHz 클록 신호는 본질적으로 슬레이브 터치 제어기에 의해 사용되는 동일한 48 MHz 클록 신호일 수 있다. 따라서, 예를 들어, 만약 존재한다면, 하기에 기술되는 바와 같은 전송 지연들, 프로세싱 지연들 등으로 인한 클록 신호(515)의 위상에서의 시프트들을 고려한 이후, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 48 MHz 클록 신호들은 동위상일 수 있다.

[0035] 마스터 터치 제어기(501)는 직렬 링크(505)의 데이터 라인(513)에 걸쳐 통신 시퀀스를 설정하도록 슬레이브 터치 제어기(503)를 트레이닝할 수 있다(603). 예를 들어, 마스터 터치 제어기(501)는 슬레이브 터치 제어기(503)를 이용하여 통신 시퀀스를 개시하기 위해 데이터 라인(513)을 통해 커맨드, 예를 들어, 싱크 링크 특성을 전송할 수 있다. 일 예시적인 통신 시퀀스에서, 데이터 라인(513)을 통한 양방향 통신이 설정될 수 있으며, 여기서, 마스터는 소정 시간 기간의 제1 절반 동안 데이터 라인을 통해 전송할 수 있고, 슬레이브는 소정 시간 기간의 제2 절반 동안 데이터 라인을 통해 전송할 수 있다. 예를 들어, 24-클록 사이클 기간(예를 들어, 클록 사이클들 0-23으로 넘버링됨)은 마스터 및 슬레이브 사이에서 공유될 수 있고, 따라서, 마스터는 마스터 전송 기간으로서 통신 시퀀스의 제1 부분, 예를 들어, 제1의 12개 클록 사이클들(즉, 클록 사이클들 0-11)을 제어하고, 슬레이브는 슬레이브 전송 기간으로서, 제2 부분, 예를 들어, 제2의 12개 클록 사이클들(즉, 클록 사이클들 12-23)을 제어한다. 시퀀스 정보 중 일부, 예를 들어, 각각의 마스터/슬레이브 전송 기간 내의 클록 사이클들의 개수 및 마스터 및 슬레이브 전송 기간들에 대해 사용되는 각각의 통신 시퀀스의 일부분들이 미리 결정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 싱크 링크 캐릭터는 클록 사이클 0에서 48MHz 클록 사이클들을 카운팅하기 시작할 때 슬레이브에 표시할 수 있는 통신 시퀀스의 시작 클록 사이클을 단순히 표시하는 커맨드일 수 있고, 슬레이브의 메모리는 통신 시퀀스(예를 들어, 0-23 클록 사이클들)의 길이의, 슬레이브에 로컬로 미리 저장될 수 있는 데이터, 마스터 전송에 대한 클록 사이클들, 및 슬레이브 전송에 대한 클록 사이클들을 포함할 수 있다. 슬레이브 제어기는 마스터에 의해 전송된 시퀀스 정보와 함께 사용될 미리 저장된 데이터를 로컬 메모리로부터 판독할 수 있다.

[0036] 예를 들어, 싱크 링크 캐릭터는 어느 48 MHz 클록 사이클이 마스터/슬레이브 통신 시퀀스의 제1 클록 사이클(예를 들어, 클록 사이클 0)인지, 어느 48 MHz 클록 사이클이 마지막 클록 사이클(예를 들어, 클록 사이클 23)인지, 통신 시퀀스의 어느 부분들이 마스터 및 슬레이브에 의해 제어되는지를 알도록 슬레이브를 트레이닝할 수 있다. 데이터 라인(513)을 통한 통신의 제어는 마스터 및 슬레이브 사이에서 계속 교번할 수 있다. 마스터와 슬레이브 사이에 통신이 설정된 이후, 예를 들어, 12 MHz, 8 MHz, 및 4 MHz 클록들과 같은 슬레이브의 더 낮은 주파수 클록들은 마스터의 더 낮은 주파수 클록들을 가지고 동위상으로 설정될 수 있으며, 따라서, 터치 감지 동작들은 하기에 기술되는 바와 같이 마스터와 슬레이브에 의해 동위상으로 수행될 수 있다.

[0037] 도 7은 개시내용의 실시예들에 따른 예시적인 클록 신호 설정 프로세스를 예시한다. 도 7은 도 6의 트레이닝(603)이 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 사이에 직렬 통신을 설정한 이후의 데이터 라인(513)을 통한 마스터 전송들 및 슬레이브 전송들을 도시한다. 도 7은 마스터/슬레이브 48 MHz 클록 신호, 즉, 클록 신호(333), 마스터 4 MHz 클록 신호(341), 및 슬레이브 4 MHz 클록 신호(701)를 도시한다. 제1 시간 기간(703)의 제1의 12개의 48 MHz 클록 사이클들 동안, 마스터 터치 제어기는 데이터 라인(513) 상에서의 전송을 제어하고, 슬레이브 터치 제어기는 제1 시간 기간의 제2의 12개의 클록 사이클들 동안 전송을 제어한다. 제1 시간 기간(703)은, 예를 들어, 도 6의 트레이닝(603)에 의해 마스터와 슬레이브 사이의 통신의 설정 직후의 시간 기간일 수 있거나, 또는 제1 시간 기간(703)은 후속하는 시간 기간일 수 있다. 각각의 마스터/슬레이브 전송에 대해 12개의 클록 사이클들을 사용하는 것이 이 예에서 합리적일 수 있는데, 왜냐하면, 예를 들어, 높은 주파수 클록 신호 48 MHz 및 낮은 주파수 클록 신호 4MHz가 12의 인자에 의해 차별화되기 때문이며, 이는 내부 프로세스들이 4 MHz에서

편리하게 실행되도록 할 수 있다.

- [0038] 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들은 데이터 라인(513)을 통해 패킷들(705 및 707)과 같은 패킷화된 데이터를 전송할 수 있다. 각각의 패킷은, 예를 들어, 10-비트 캐릭터를 포함하는 12-비트 패킷일 수 있는데, 한 비트는 보조를 위한 것이고, 한 비트는 반환을 위한 것이다. 10-비트 캐릭터는 예를 들어, 8b/10b 인코딩된 데이터일 수 있다.
- [0039] 전술된 바와 같이, 마스터 터치 제어기가 슬레이브에 48 MHz 클록 신호를 전송하므로, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 48 MHz 클록 신호들(높은 주파수 클록 신호들)은 (도 7에서 하나의 클록 신호(333)로서 도시된) 동일한 클록 신호들이며, 따라서 동위상이다. 직렬 통신 프로토콜은 클록 신호(333)에 기초하여 설정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 슬레이브 터치 제어기는 마스터로부터 수신된 높은 주파수 클록 신호에 기초하여 다른 클록 신호들을 생성할 수 있다. 초기에, 슬레이브에서의 다른 클록 신호들은 마스터에서의 대응하는 클록 신호들과 동위상이 아닐 수 있다. 이러한 예시적인 실시예에서, 제1 시간 기간(703) 동안, 낮은 주파수 클록 신호들, 즉, 각각 마스터 및 슬레이브의 4 MHz 클록 신호들(341 및 701)은 동위상이 아니다. 이러한 예에서, 클록 신호들(341)은 제1 시간 기간(703)의 제1의 48 MHz 클록 사이클에서 로우에서 하이로 가며, 클록 신호(701)는 제4의 48 MHz에서 로우에서 하이로 간다.
- [0040] 도 6을 참조하면, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 사이의 직렬 통신이 트레이닝(603)에 의해 설정된 이후, 예를 들어, 마스터는 8b/10b 제어 캐릭터들을 송신할 수 있고, 슬레이브는 수신하고 마스터에 응답할 수 있다. 예를 들어, 마스터 터치 제어기는 슬레이브 터치 제어기에 설정된 클록 커맨드를 전송할 수 있다(604). 설정된 클록 커맨드는 슬레이브로 하여금 하나 이상의 다른 클록 신호들이 마스터에서의 대응하는 클록 신호들과 동위상이 되도록 설정하게 할 수 있다. 슬레이브 터치 제어기는 설정된 클록 커맨드를 수신하여, 설정된 클록 커맨드 내의 위상 정렬 정보에 기초하여 자신의 클록 신호들 중 하나 이상을 설정할 수 있다(605). 위상 정렬 정보는 예를 들어, 마스터 터치 제어기의 하나 이상의 클록 신호들이 로우 상태에서부터 하이 상태로 갈 시간을 표시할 수 있다. 도 7은 마스터 터치 제어기가 제1 시간 기간(703) 동안 패킷의 10비트 제어 캐릭터(705)로서 설정된 클록 커맨드(709)를 전송할 수 있는 예시적인 클록 설정 프로시저를 예시한다. 설정된 클록 커맨드(709)는 예를 들어, 후속하는 시간 기간, 예를 들어, 슬레이브가 설정된 클록 커맨드를 수신한 시간 기간 이후의 2개 시간 기간 중 제1의 48 MHz 클록 사이클에서 로우에서 하이로 가도록 더 낮은 주파수 클록 신호들을 설정하도록 슬레이브 터치 제어기에 명령할 수 있다. 도 7은 슬레이브 터치 제어기가 제1 시간 기간(703)에서 전송되는 설정된 클록 커맨드(709)를 수신할 수 있는데, 슬레이브가 제1 시간 기간 이후 2개의 시간 기간들인 제3 시간 기간(711)의 제1의 48 MHz 클록 사이클에서 로우에서 하이로 가도록 클록 신호(701)를 설정할 수 있는 것을 도시한다.
- [0041] 이러한 예시적인 실시예에서, 슬레이브 및 마스터 클록 신호들은 슬레이브의 더 낮은 주파수 클록 신호들이 시간 기간의 제1의 48 MHz 클록 사이클에서 로우에서 하이로 가도록 설정될 때 동위상이다. 일부 실시예들에서, 슬레이브 및 마스터 클록 신호들은, 예를 들어, 통신 지연들, 패널 지연들 등과 같은 시스템 내의 지연들로 인해, 48 MHz 클록 사이클들 중 상이한 것에서 동위상일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 터치 감지 표면의 구동 및 감지 라인들의 구성은 마스터에 의해 수신되는 감지 신호들이 슬레이브에 의해 수신되는 감지 신호보다 더 일찍 수신되게 할 수 있다. 이러한 경우, 슬레이브의 감지 신호들의 수신에서의 지연은 슬레이브의 더 낮은 주파수 클록 신호들에서 대응하는 지연을 요구할 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 설정된 클록 커맨드는 예를 들어, 슬레이브로 하여금 제3의 48 MHz 클록 사이클에서 로우에서 하이로 가도록 더 낮은 주파수 클록 신호들을 설정하게 할 수 있다. 다시 말해, 슬레이브의 더 낮은 주파수 클록 신호들은, 예를 들어, 3개의 48 MHz 클록 사이클들에 의해 터치 감지 시스템 내의 지연들에서의 공지된 차이점과 같은 48 MHz 클록 신호 및 위상 정렬 정보에 기초할 수 있다. 슬레이브 클록 신호들은, 마스터 및 슬레이브의 클록 신호들이 마스터 및 슬레이브에서 수행되는 터치 감지 동작들에 대해 동위상이도록 마스터 클록 신호들과 공지된 위상 관계에서 생성될 수 있다.
- [0042] 일부 실시예들에서, 슬레이브 터치 제어기는 마스터로부터 설정된 클록 커맨드를 수신할 때까지 다른 클록들을 생성하지 않을 수 있다. 이 경우, 슬레이브가 마스터로부터 커맨드를 수신한 이후, 슬레이브는 단순히 적절한 시간에 하나 이상의 다른 클록 신호들을, 이들이 마스터의 클록 신호들과 동위상이도록 생성하기 시작할 수 있다.
- [0043] 위에서 언급된 바와 같이, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 클록 신호들이 동위상이 되면, 도 1-4에 대해 전술된 바와 같은 터치 감지 동작들은 예를 들어, 슬레이브에 커맨드들을 전달하고, 슬레이브를

프로그래밍하고, 슬레이브로부터 데이터를 수신하는 등을 수행하기 위해, 직렬 링크를 사용하여 마스터 터치 제어기의 제어 하에 수행될 수 있다. 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 직렬 인터페이스들, 예를 들어, 직렬 인터페이스들(113 및 173)은 직렬 링크를 통한 통신을 위한 기능성을 제공할 수 있다.

[0044] 도 8은 본 개시내용의 실시예들에 따라, AHB와 같은 버스(805)를 통해 접속될 수 있는 터치 제어기의 컴포넌트들 및 직렬 링크(803) 사이에 인터페이스를 제공할 수 있는 예시적인 직렬 인터페이스(801)를 예시한다. 직렬 인터페이스(801)는, 예를 들어, 도 1의 직렬 인터페이스(113) 및/또는 직렬 인터페이스(173)로서 구현될 수 있다. 직렬 인터페이스(801)는 직렬 링크(803)에 로우-레벨 인터페이스를 제공할 수 있는 물리적 링크 섹션(807), 및 터치 제어기의 다양한 컴포넌트들 및 버스(805)에 접속된 다른 시스템 컴포넌트들, 예를 들어, 프로세서(811), 누산기(815)를 포함하는 메모리(813), 및 패널 스캔 제어(817)에 더 높은 레벨 인터페이스를 제공할 수 있는 패킷 디코딩 및 생성 섹션(809)을 포함할 수 있다.

[0045] 직렬 링크(803)를 통한 전송들은, 예를 들어, 8b/10b 프로토콜 하에서 인코딩된 데이터 패킷들일 수 있다. 물리적 링크 섹션(807)은 데이터 패킷들을 수신하여 데이터 패킷들의 바이트 정렬을 수행할 수 있는 정렬 모듈(819), 및 인코딩된 패킷들을 8비트 데이터로 변환하고, 에러 검사를 제공하고, 추가적인 프로세싱을 위해 패킷 디코딩 및 생성 섹션(809)에 데이터를 송신할 수 있는 8b/10b 디코딩(821)을 포함할 수 있다. 물리적 링크 섹션(807)은 또한 아웃고잉 8비트 패킷들을 10비트 패킷들로 변환하고, 이들을 직렬화기(825)에 송신할 수 있는 8b/10b 인코딩(823)을 포함할 수 있고, 직렬화기(825)는 패킷들을 직렬화시키고 이들을 직렬 링크(803)를 가로질러 전송할 수 있다. 물리적 링크 섹션(807)은 또한, 직렬 링크(803)의 데이터 라인을 가로지르는 다른 터치 제어기들과의 직렬 통신을 설정하기 위해, 도 6의 트레이닝(603)과 같은 트레이닝 동작을 수행할 수 있는 트레이닝 모듈(827)을 포함할 수 있다.

[0046] 패킷 디코딩 및 생성 섹션(809)은 8b/10b 디코딩(821)으로부터 8비트 패킷 데이터를 디코딩하고, 예를 들어, 패킷의 목적지를 결정하는 패킷 디코딩(831)을 포함할 수 있는 직렬 수신(RX) 섹션(829)을 포함할 수 있다. 직렬 RX 섹션(829)은 패킷 디코딩 및 생성 섹션(809) 내의 목적지에 패킷을 송신할 수 있거나, 또는 목적지가 패킷 디코딩 및 생성 섹션의 외부에 있는 경우, 버스(805) 상에서의 전송을 위해 버스 인터페이스(833)에 패킷을 포워딩할 수 있다. 직렬 전송(TX) 섹션(835)은 직렬 링크(803)를 통해 송신될 요청들을 우선순위화하는 요청 선택기(837)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 요청 선택기(837)는 라운드로빈 스케줄러와 같은 스케줄러일 수 있다. 직렬 TX 섹션(835)은 또한 직렬 링크(803)를 통해 송신될 데이터를 패킷화할 수 있는 패킷 생성기(839)를 포함할 수 있다.

[0047] 버스 인터페이스(833)는 직렬 인터페이스(801)로 하여금 버스(805)를 통해 터치 제어기의 다른 컴포넌트들과 통신하게 할 수 있는 버스 마스터 인터페이스(841) 및 버스 슬레이브 인터페이스(843)를 포함할 수 있다. 버스 마스터 인터페이스(841)는 예를 들어, 판독/기록 레지스터 요청들을 포워딩하는 것 등을 수행하기 위해 직렬 인터페이스(801)의 다른 컴포넌트들과 통신할 수 있다. 버스 슬레이브 인터페이스(843)는 버스(805) 상의 버스 마스터 인터페이스를 가진 다른 컴포넌트들로 하여금 직렬 인터페이스(801)와 통신하게 할 수 있다.

[0048] 버스 인터페이스(833)를 통해, 직렬 인터페이스(801)는 다른 터치 제어기의 직렬 인터페이스들을 통해 다른 터치 제어기들의 컴포넌트들과 통신하기 위해 버스(805)에 접속된 터치 제어기 컴포넌트들에 인터페이스를 제공할 수 있다. 다양한 예시적인 통신들은 마스터 터치 제어기의 컴포넌트들 및 슬레이브 터치 제어기의 컴포넌트들 사이의 통신들의 견지에서 하기에 기술된다. 예시적인 통신들이 오직 도 8의 단일의 예시된 예시적인 직렬 인터페이스(801)만을 사용하여 기술될 것이지만, 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들 각각이 직렬 인터페이스(801)와 같은 직렬 인터페이스를 포함하며, "버스 마스터 인터페이스" 및 "버스 슬레이브 인터페이스"를 예외로 하는, 컴포넌트의 특정 위치에 대한 "마스터" 또는 "슬레이브"에 대한 참조는 각각 마스터 터치 제어기 및 슬레이브 터치 제어기를 참조한다는 점이 이해되어야 한다.

[0049] 일 예시적인 통신에서, 마스터의 프로세서(811)는 슬레이브의 메모리 레지스터 내에 기록할 수 있다. 마스터의 프로세서는 마스터의 버스 슬레이브 인터페이스에 의해 픽업될 요청을 버스에 전송할 수 있으며, 이는 요청을 일련의 12비트 전송들로서 인코딩하고, 요청이 디코딩되는 경우, 직렬 링크(803)를 가로질러 슬레이브에 전송들을 송신할 것이다. 슬레이브 상에서의 디코딩 이후, 요청은 슬레이브의 버스 마스터 인터페이스에 포워딩될 것이며, 이는 요청을 취하여, 슬레이브의 메모리로의 요청된 기록을 달성하기 위해 슬레이브의 버스 상에서 이를 전송할 것이다.

[0050] 직렬 인터페이스(801)는 또한 특정 타입의 통신들에 대한 지원을 제공할 수 있는 특수화된 인터페이스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 패널 스캔 제어 인터페이스(844)는 패널 스캔 제어(817)에 대한 특수화된 인터페이스

를 제공할 수 있다. 패널 스캔 제어(817)는 자극, 복조, 및 터치 감지를 위한 다른 신호 프로세싱을 위한 프라 이머리 제어일 수 있다. 따라서, 마스터 및 슬레이브 패널 스캔 제어들의 동기적 동작이 바람직할 수 있다. 마스터의 패널 스캔 제어는 슬레이브의 패널 스캔 제어의 동작을 제어하고, 마스터의 동작들을 이용하여 슬레이 브의 동작들을 조정하기 위해, 직렬 링크(803)를 가로질러 마스터의 패널 스캔 제어 인터페이스(844)를 통해 제 어 특성들을 전송할 수 있다. 일부 경우들에서, 패널 스캔 제어 인터페이스(844)는 특수 제어 특성들을 전송할 수 있다. 예를 들어, 패널 스캔 제어가 긴급 데이터(urgent data)를 송신할 필요가 있는 경우, 패널 스캔 제어 인터페이스는 데이터를 가지는 백-투-백 전송 커맨드를 포함할 수 있다.

[0051] 도 9는 마스터의 백-투-백 전송을 포함하는 전송들(901-905)의 예시적인 시리즈를 예시한다. 마스터 전송 기간 (901) 및 슬레이브 전송 기간(902)은 각각 마스터가 패킷(907)을 전송하고 슬레이브가 패킷(909)을 전송하는 정 상 전송 기간들을 나타낸다. 마스터 전송 기간(903) 동안, 마스터는 백-투-백 전송 커맨드(917)를 포함하는 패 킷(911)을 전송한다. 백-투-백 전송 커맨드(917)는, 예를 들어, 마스터가 전송할 것이므로 다음 슬레이브 전송 기간 동안 전송하지 않도록 슬레이브에게 명령하기 위해 마스터 전송 기간 동안 슬레이브에 전송된 패킷의 보조 비트에서 전송될 수 있다. 다시 말해, 마스터는 슬레이브의 전송 기간들 중 하나를 "하이재킹"함으로써 2개의 연속적 전송 기간들에서 전송할 것이다. 백-투-백 전송은 터치 제어가 통신할 시간-중요 정보를 가지는 경우, 그리고 정보량이 과도하게 크지 않은 경우 특히 유용할 수 있다. 예를 들어, 패널 스캔 제어에 의해 전 달된 제어 패킷은 오직 2 바이트 길이일 수 있는데, 예를 들어, 패킷 내의 제1 바이트는 제어 패킷의 시작을 표 시하고, 패킷 내의 제2 바이트는 실제 제어 패킷이다. 이러한 경우, 단일의 백-투-백 전송은 전체 패킷을 전송 하기에 충분할 것이며, 백-투-백 전송에 의해 빼앗기는 직렬 링크의 대역폭은 수용가능할 수 있다. 슬레이브가 패킷을 디코딩하고 백-투-백 전송 커맨드를 인지하는 경우, 슬레이브는 다음 슬레이브 전송 기간 동안 전송하지 않으며, 오히려, 슬레이브는 마스터로부터의 전송을 청취한다. 따라서, 도 9는 마스터가 패킷(913)을 전송하는 마스터 전송 기간(904)으로서 다음 전송 기간을 도시한다. 다음 전송 기간인 슬레이브 전송 기간(905)에서, 슬 레이브는 패킷(915)을 전송할 수 있으며, 정상 통신 시퀀스는 교번하는 마스터/슬레이브 전송 기간들을 가지고 재개할 수 있다. 슬레이브가 일부 환경들에서 백-투-백 전송을 사용할 수 있다는 점에 유의해야 하는데, 즉, 백-투-백 전송은 마스터 전송들에 제한되지 않는다.

[0052] 도 8을 참조하면, 예시적인 패널 스캔 제어 전송의 더 상세한 항목들이 이제 기술될 것이다. 패널 스캔 제어 (817)는 패널 스캔 제어가 직렬 링크(803)를 가로질러 송신할 제어 패킷을 가진다는 점을 표시하기 위한 요청을 직렬 인터페이스(801)에 송신할 수 있다. 패널 스캔 제어가 언제 요청이 송신되는지를 직렬 인터페이스(801)에 의해 통지받을 수 있도록 직렬 인터페이스(801) 및 패널 스캔 제어(817) 사이의 핸드셰이크가 수행될 수 있다. 이러한 방식으로, 패널 스캔 제어(817)는, 예를 들어, 시스템이 슬레이브가 요청에 대해 동작하는데 걸리는 시 간에 대한 공지된 고정된 레이턴시를 가질 수 있으므로, 언제 슬레이브가 요청에 대해 동작하는 것이 예상되는 지를 알 수 있다. 마스터 및 슬레이브의 동작들은, 예를 들어, 커맨드들의 공지된 전송 시간들 및 공지된 레이 턴시들에 기초하여 조정될 수 있다. 따라서, 도 1-4에 대해 전송된 프로세스들과 같은 다양한 터치 감지 프로 세스들은 본 개시내용의 실시예들에 따른 터치 제어기들의 마스터/슬레이브 구성을 이용하여 수행될 수 있다.

[0053] 전송된 바와 같이, 터치 감지 표면의 터치 감지 스캔 동안, 터치 정보는 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 감지 채널들 각각에 의해 수집된다. 각각의 감지 채널의 터치 정보는 누산기, 예를 들어, 누산기(815)에 누적 될 수 있다. 도 10은 마스터 터치 제어기 내의 예시적인 누산기(1001)를 예시한다. 누산기(1001)는 예를 들어, 마스터 감지 채널들에 의해 수집되는 마스터 결과 데이터(1003)에 대한 15개 열들, 및 슬레이브의 감지 채널들에 의해 수집되는 슬레이브 결과 데이터(1005)의 15개 열들을 포함하는 터치 감지 표면, 예를 들어, 도 2 에 도시된 터치 스크린(201)의 30개 감지 라인들에 대응하는 30개 열들을 포함할 수 있다. 터치 감지 표면의 스캔의 종단에서, 즉, 모든 감지 라인들로부터의 터치 정보가 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들의 대응하는 감 지 채널들에 의해 수집된 경우, 마스터 결과 데이터(1003)는 누산기(1001)의 열들(0 내지 14)에 저장되지만, 열 들(15 내지 29)은, 슬레이브 결과 데이터가 슬레이브 내의 대응하는 누산기에 저장되므로, 비어둔다. 따라서, 터치 정보는 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들에 의해 생성되어 마스터 및 슬레이브 터치 제어기들에 저장될 수 있다. 일부 실시예들에서, 마스터 터치 제어기에 저장된 터치 정보와 같은 결과 데이터는 터치 위치, 속도, 근접도 등과 같은 출력 데이터를 획득하기 위해 마스터에서 프로세싱될 수 있고, 마찬가지로, 슬레이브 터치 제 어기에 저장된 결과 데이터는 슬레이브에서 프로세싱될 수 있다. 그러나, 일부 실시예들에서, 마스터 및 하나 이상의 슬레이브들에 저장된 결과 데이터는 단일 터치 제어기에서 프로세싱될 수 있다. 예를 들어, 슬레이브 터치 제어기에 저장된 결과 데이터는 마스터 터치 제어기에 전송되고, 프로세싱을 위해 마스터의 결과 데이터와 통합될 수 있다. 이러한 견지에서, 슬레이브의 누산기가 미리 결정된 데이터 양(열들)을 누적하면, 슬레이브의

누산기는 마스터에 슬레이브 결과 데이터를 전송하기 위한 요청을 송신할 수 있다.

[0054] 예를 들어, 슬레이브의 누산기는 데이터가 전송을 위해 사용가능함(예를 들어, 스캔이 완료됨)을 누산기 인터페이스에 표시하기 위해 슬레이브의 버스(805)를 통해 슬레이브의 누산기 인터페이스(845)와 통신할 수 있다. 누산기 인터페이스는, 결과 패킷을 생성할 수 있고 직렬 링크를 가로질러 결과 패킷을 송신할 수 있는 슬레이브의 직렬 TX 섹션(835)에 대한 요청을 생성할 수 있다. 결과 패킷은 마스터의 패킷 디코더(831)에 의해 디코딩될 수 있고, 마스터의 버스 슬레이브 인터페이스를 통해 마스터의 누산기 인터페이스(845)에 의해 마스터 터치 제어기의 누산기에 기록될 수 있다.

[0055] 전술된 바와 같이, 각각의 스캔의 터치 정보의 프로세싱을 위해 허용되는 시간은 제한될 수 있다. 도 11은 본 개시내용의 실시예들에 따라 감지 채널의 유효성을 결정하는 것 및 결과 데이터 전송으로부터 무효 채널들을 배제시키는 것을 포함하는 예시적인 결과 데이터 전송 프로세스를 예시한다. 슬레이브 터치 제어기가 마스터에 결과 데이터를 전송할 준비가 되는 경우, 슬레이브의 누산기 인터페이스는 채널로부터 정보를 획득하고(1101), 채널이 유효한지의 여부를 결정할 수 있다(1102). 예를 들어, 채널 정보는 슬레이브 터치 제어기의 패널 스캔 제어에 의해 수행되는 스펙트럼 분석기 기능에 의해 결정되는 잡음 정보일 수 있다. 채널이 너무 잡음성이라고 결정되는 경우, 슬레이브의 누산기 인터페이스는 채널이 유효하지 않으며 채널이 마스터에 대한 전송으로부터 배제될 수 있다는(1103) 점을 결정할 수 있다. 반면, 채널이 유효한 것으로 결정되는 경우, 누산기 인터페이스는 전송 패킷에 채널의 데이터를 기록할 수 있다(1104). 채널의 식별은 또한 패킷에 기록될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 유효 채널들의 식별은 패킷의 헤더에 기록될 수 있으며, 따라서, 헤더 정보는 패킷에 포함된 유효 채널 데이터를 식별한다. 프로세스는 이후 채널이 마지막 채널인지의 여부를 결정할 수 있다(1105). 채널이 마지막 채널인 경우, 결과 패킷은 마스터 터치 제어기에 전송될 수 있다(1106). 그렇지 않은 경우, 누산기 인터페이스는 다음 채널의 정보를 획득할 수 있고(1101) 프로세스는 반복될 수 있다.

[0056] 일부 실시예들에서, 채널이 유효한지 또는 무효한지의 여부에 대한 결정은 동적으로, 즉, 터치 감지의 동작 동안 실시간으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 각각의 채널의 잡음 레벨의 결정은 각각의 스캔에 대해 이루어질 수 있고, 따라서, 채널의 유효성의 결정은 각각의 스캔에 대해 달라질 수 있다. 다른 실시예들에서, 채널의 유효성이 미리 결정될 수 있다. 예를 들어, 슬레이브의(또는 마스터의) 감지 채널 모두가 사용되지 않을 수 있는데, 즉, 감지 채널들의 일부는 비활성일 수 있다. 예를 들어, 도 2는 터치 스크린(201)이 30개의 감지 라인들을 포함하고 2개의 터치 제어기들 각각이 15개의 감지 채널들을 포함하는 일 예시적인 구성을 예시하며; 따라서, 마스터 및 슬레이브의 감지 채널 모두가 사용되는데, 즉, 모든 채널들이 유효하다. 그러나, 또다른 예시적인 실시예에서, 터치 스크린은 예를 들어, 25개의 감지 라인들을 포함할 수 있는데, 15개의 감지 라인들은 마스터의 15개 감지 채널들에 접속될 수 있는 반면, 나머지 10개의 감지 라인들은 슬레이브의 감지 채널들 중 10개에 접속될 수 있다. 이러한 예에서, 슬레이브의 감지 채널들 중 5개는 무효한 것으로 미리 결정될 수 있다.

[0057] 채널 유효성이 동적으로 결정되는 일부 실시예들에서, 결정은 잡음에 기초할 수 있고, 따라서, 잡음 채널들의 결과 데이터는 무효한 것으로 결정될 수 있으며, 따라서, 마스터에 전송되지 않는다. 일부 실시예들에서, 감지 채널의 검출된 간섭, 예를 들어, 감지 채널 및 감지 채널 근처의 다른 회로, 예컨대 디스플레이 스크린 상에 이미지를 디스플레이하는 디스플레이 회로 사이의 간섭에 기초할 수 있다. 다른 실시예들에서, 슬레이브의 누산기 인터페이스는 채널의 결과 데이터가 터치 또는 노터치를 표시하는지의 여부를 결정할 수 있다. 결과 데이터가 노터치를 표시하는 경우, 누산기 인터페이스는 채널이 무효한 것으로 결정하고, 마스터로의 전송으로부터 채널의 결과 데이터를 배제시킬 수 있다. 다시 말해, 오직 터치를 표시하는 결과 데이터만이 전송될 수 있다. 다른 실시예들에서, 일부 채널들은 예를 들어, 터치 스크린 상의 특정 위치의 터치/노터치만을 표시하도록 특수화될 수 있다.

[0058] 전술된 기능들 중 하나 이상이 메모리 내에 저장된 소프트웨어 및/또는 펌웨어에 의해 수행되고 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행될 수 있다는 점에 유의한다. 펌웨어는 또한 명령 실행 시스템, 장치, 또는 디바이스, 예를 들어, 컴퓨터-기반 시스템, 프로세서-포함 시스템, 또는 명령 실행 시스템, 장치, 또는 디바이스로부터 명령들을 패치하고 명령들을 실행할 수 있는 다른 시스템에 의해 또는 이와 관련하여 사용하기 위한 임의의 컴퓨터-관독가능한 저장 매체 내에 저장 및/또는 전송될 수 있다. 이 문서의 상황에서, "컴퓨터-관독가능한 저장 매체"는 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스에 의해 또는 이와 관련하여 사용하기 위한 프로그램을 포함 또는 저장할 수 있는 임의의 매체일 수 있다. 컴퓨터 관독가능한 저장 매체는 전자, 자기, 광학, 전자기, 적외선 또는 반도체 시스템, 장치 또는 디바이스, 휴대용 컴퓨터 디스켓(자기), 랜덤 액세스 메모리(RAM)(자기), 관독 전용 메모리(ROM)(자기), 소거가능한 프로그램가능 관독 전용 메모리(EPROM)(자기), CD, CD-R, CD-RW, DVD,

DVD-R, 또는 DVD-RW와 같은 휴대용 광학 디스크, 또는 플래시 메모리, 예를 들어, 콤팩트 플래시 카드, 보안 디지털 카드, USB 메모리 디바이스, 메모리 스틱 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.

[0059] 펌웨어는 또한 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스, 예를 들어, 컴퓨터-기반 시스템, 프로세서 포함 시스템, 또는 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스로부터 명령들을 패치하고 명령들을 실행할 수 있는 다른 시스템에 의해 또는 이와 관련하여 사용하기 위한 임의의 전송 매체 내에서 전파될 수 있다. 이 문서의 상황에서, "전송 매체"는 명령 실행 시스템, 장치 또는 디바이스에 의해 또는 이와 관련하여 사용하기 위한 프로그램을 전달, 전파 또는 전송할 수 있는 임의의 매체일 수 있다. 전송 판독가능 매체는 전자, 자기, 광학, 전자기 또는 적외선 유선 또는 무선 전파 매체를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.

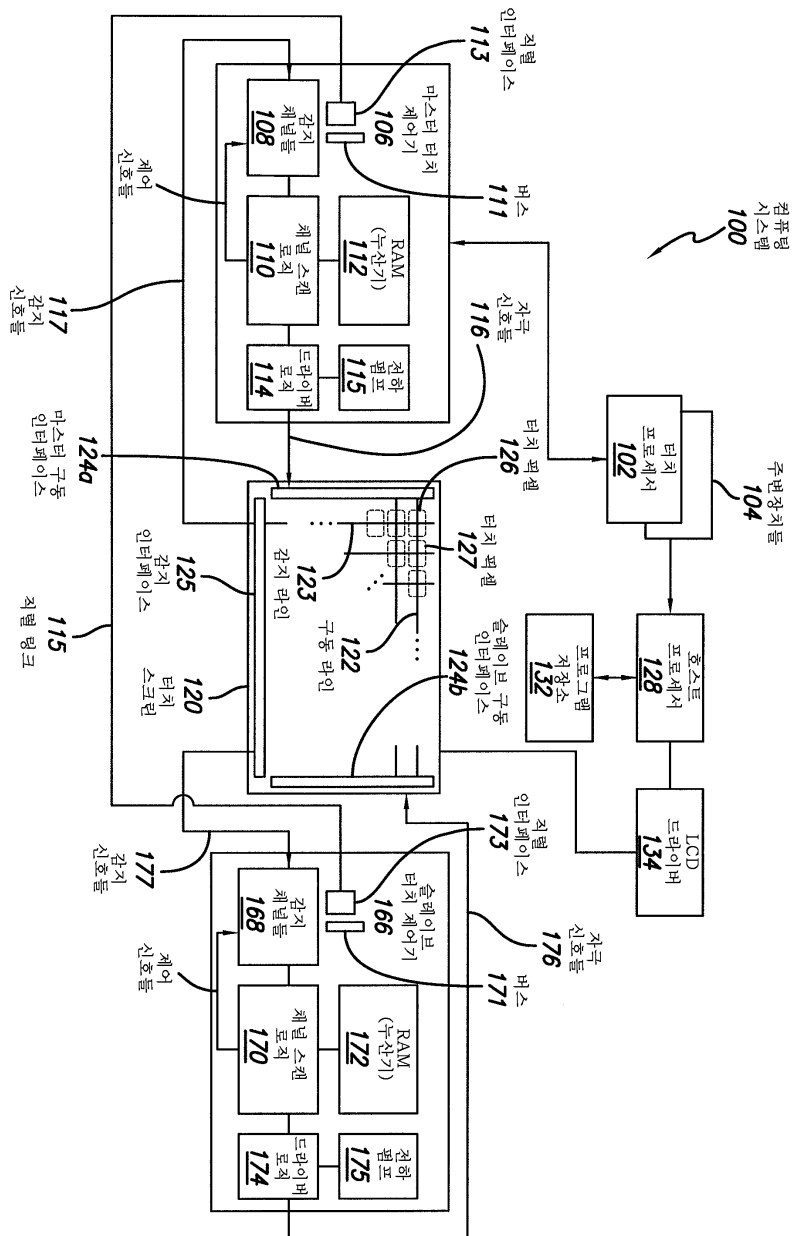
[0060] 본 개시내용의 다양한 실시예들의 잠재적 장점들 중 일부, 예컨대, 얇음 및/또는 감소한 사이즈가 특히 휴대용 디바이스들에 대해 유용할 수 있지만, 본 개시내용의 실시예들의 사용은 휴대용 디바이스들에 제한되지 않는다. 도 12a-12c는 마스터/슬레이브 프로세싱이 본 개시내용의 실시예들에 따른 터치 스크린에서 구현될 수 있는 예시적인 시스템을 도시한다. 도 12a는 다양한 실시예들에 따른 마스터/슬레이브 터치 감지 프로세싱을 포함할 수 있는 터치 스크린(1224)을 가지는 예시적인 모바일 전화(1236)를 예시한다. 도 12b는 다양한 실시예들에 따라 마스터/슬레이브 터치 감지 프로세싱을 포함할 수 있는 터치 스크린(1226)을 가지는 예시적인 디지털 미디어 플레이어(1240)를 예시한다. 도 12c는 각각 다양한 실시예들에 따른 마스터/슬레이브 터치 감지 프로세싱을 포함할 수 있는 터치 스크린(1228) 및 트랙패드(1230)를 가지는 예시적인 개인용 컴퓨터(1244)를 예시한다.

[0061] 개시된 실시예들이 첨부도면들을 참조하여 완전히 기술되지만, 다양한 변경들 및 수정들이 당업자에게 명백할 것이라는 점에 유의해야 한다. 예를 들어, 전술된 예시적인 실시예들에서의 구동 신호들의 생성/전송 및 감지 신호들의 프로세싱이 8 MHz 클럭 신호에 기초한 생성/전송, 48 MHz 클럭 신호에 기초한 아날로그 대 디지털 변환, 12 MHz 클럭 신호에 기초한 데시메이션, 및 4 MHz 클럭 신호에 기초한 복조와 같은 동작들을 포함할 수 있지만, 일부 실시예들은 구동 신호들을 생성/전송할 수 있고 다른 동작들을 사용하여 그리고/또는 다른 주파수들의 클럭 신호들에 기초하여 감지 신호들을 프로세싱할 수 있고, 이들 중 일부 또는 전부는 전술된 방법들에 따라 위상-정렬될 수 있다. 이러한 변경들 및 수정들은 첨부된 청구항들에 의해 정의되는 바와 같은 개시된 실시예들의 범위 내에 포함되는 것으로서 이해되어야 한다.

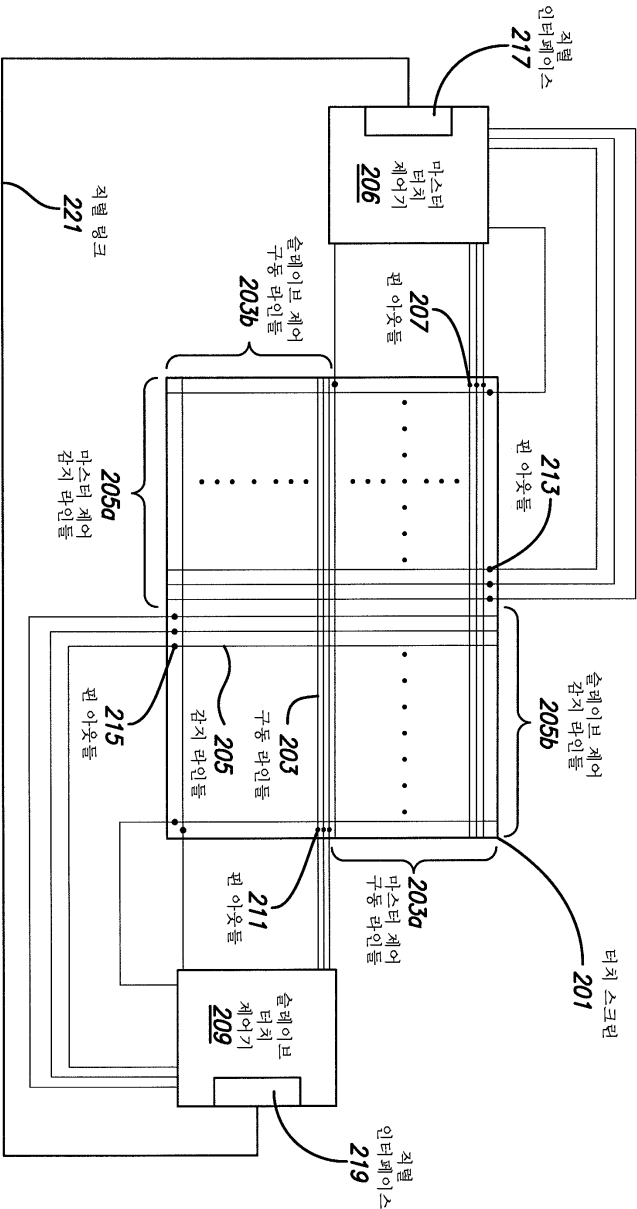
전술한 내용에 따르면, 본 명세서의 일부 예시들은, 터치 감지 표면의 공동 동작을 위해 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기의 터치 감지 동작들을 동기화하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은, 마스터 제어기로부터 슬레이브 제어기로 제1 클럭 신호를 전송하는 단계; 마스터 제어기로부터 슬레이브 제어기로 제1 커맨드를 전송하는 단계 - 제1 커맨드는 위상 정렬 정보를 포함함 -; 제1 클럭 신호 및 위상 정렬 정보에 기초하여 슬레이브 제어기에서 슬레이브 클럭 신호를 생성하는 단계 - 슬레이브 클럭 신호는 마스터 제어기의 마스터 클럭 신호와의 공지된 위상 관계로 생성됨 -; 및 마스터 클럭 신호 및 슬레이브 클럭 신호에 기초하여 터치 감지 표면 상의 또는 터치 감지 표면 근처의 터치를 검출하기 위해 터치 감지를 수행하는 단계를 포함하고, 마스터 제어기는 터치 감지 표면의 제1 부분을 동작시키고, 슬레이브 제어기는 터치 감지 표면의 제2 부분을 동작시킨다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 터치 감지 표면의 제1 부분은 제1 구동 라인들의 세트 및 제1 감지 라인들의 세트를 포함하고, 터치 감지 표면의 제2 부분은 제2 구동 라인들의 세트 및 제2 감지 라인들의 세트를 포함하고, 터치 감지를 수행하는 단계는, 마스터 제어기가 하나 이상의 제1 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고 제1 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 단계, 및 슬레이브 제어기가 하나 이상의 제2 구동 라인들에 하나 이상의 구동 신호들을 인가하고 제2 감지 라인들로부터 하나 이상의 감지 신호들을 수신하는 단계를 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 마스터 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 마스터 클럭 신호에 기초하고, 슬레이브 제어기에 의해 인가되는 하나 이상의 구동 신호들은 슬레이브 클럭 신호에 기초한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 터치 감지를 수행하는 단계는, 하나 이상의 제1 감지 라인들로부터 마스터 제어기에 의해 수신된 감지 신호들을, 마스터 클럭 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 복조하는 단계, 및 하나 이상의 제2 감지 라인들로부터 슬레이브 제어기에 의해 수신된 감지 신호들을, 슬레이브 클럭 신호에 기초하여 하나 이상의 복조 신호들로 복조하는 단계를 더 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 구동 신호들은, 구동 신호들이 제1 시간 기간 동안 하나 이상의 제1 구동 라인들 및 하나 이상의 제2 구동 라인들 상에서 동시에 발생하도록 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기에 의해 인가된다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 통신 링크는 직렬 링크이다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 마스터 제어기와 슬레이브 제어기 사이의 통신은

마스터 제어기 및 슬레이브 제어기의 전송의 기간들을 교번시키는 것을 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 마스터 제어기와 슬레이브 제어기 사이의 통신은 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기 중 하나에 대한 2개의 연속적인 전송 기간들을 야기하는 제2 커맨드의 전송을 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 위상 정렬 정보는 제1 클럭 신호의 클럭 사이클의 식별을 포함하여, 슬레이브 제어기가 식별된 클럭 사이클에 기초하여 슬레이브 클럭 신호의 위상을 설정하도록 한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 터치 감지를 수행하는 단계는, 마스터 클럭 신호와 슬레이브 클럭 신호의 위상 관계에 기초하여 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기의 동위상 구동 신호들로 터치 감지 표면을 자극하는 단계, 마스터 클럭 신호와 슬레이브 클럭 신호의 위상 관계에 기초하여 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기의 동위상 복조 신호들로 터치 감지 표면으로부터 수신된 감지 신호들을 복조하는 단계, 및 마스터 클럭 신호와 슬레이브 클럭 신호의 위상 관계에 기초하여 동위상으로 동작하는 마스터 제어기 및 슬레이브 제어기의 데시메이션 필터들에 터치 감지 표면으로부터 수신된 감지 신호들을 인가하는 단계 중 하나의 단계를 포함한다.

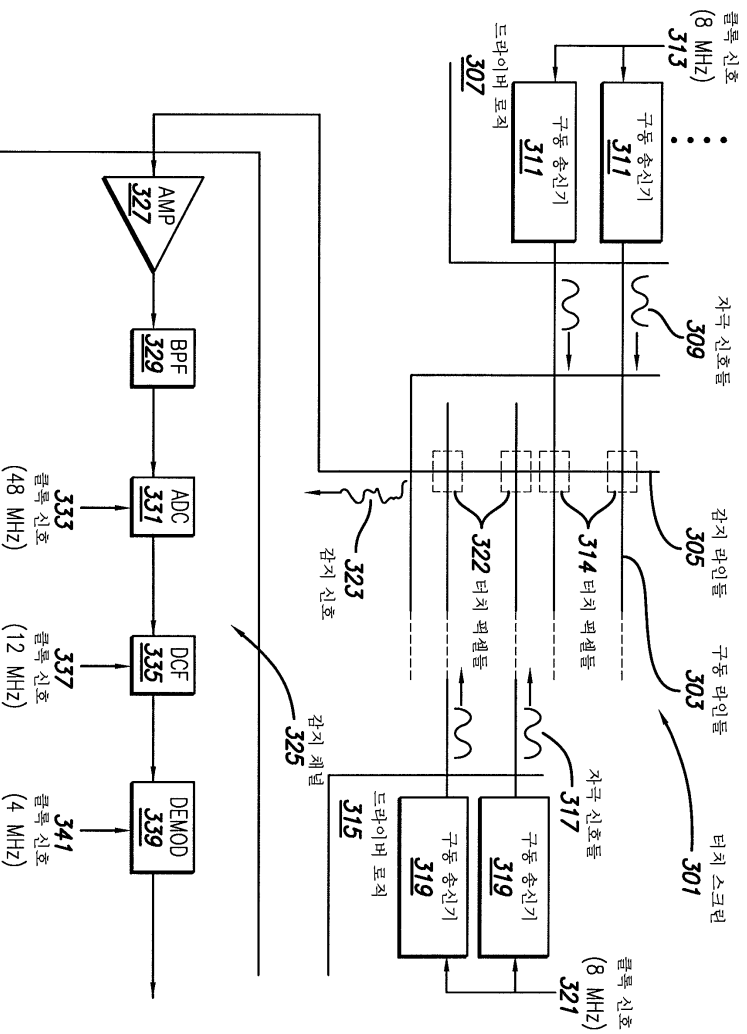
본 명세서의 다른 예시들은, 터치 감지 표면의 공동 동작을 위해 마스터 제어기와 슬레이브 제어기 사이의 통신을 트레이닝하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은, 마스터 제어기로부터 슬레이브 제어기로 제1 클럭 신호를 전송하는 단계; 마스터 제어기로부터 슬레이브 제어기로 제1 커맨드를 전송하는 단계 - 제1 커맨드는 시퀀스 정보를 포함함 -; 및 슬레이브 제어기에서 통신 시퀀스를 개시하는 단계 - 통신 시퀀스는 제1 클럭 신호 및 시퀀스 정보에 기초함 - 를 포함하고, 슬레이브 제어기는 통신 시퀀스의 제1 부분 동안 마스터로부터 통신들을 수신하고, 슬레이브 제어기는 통신 시퀀스의 제2 부분 동안 마스터에 통신들을 전송한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 시퀀스 정보는, 통신 시퀀스의 시작 클럭 사이클, 통신 시퀀스의 길이, 통신 시퀀스의 제1 부분 및 통신 시퀀스의 제2 부분 중 하나의 정보를 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 미리 결정된 시퀀스 정보는 슬레이브 제어기 내의 로컬 메모리에 미리 저장되고, 이 방법은, 로컬 메모리로부터 미리 결정된 시퀀스 정보를 판독하는 단계를 더 포함하고, 통신 시퀀스를 개시하는 단계는 미리 결정된 정보에 기초하여 시퀀스를 개시하는 단계를 포함한다. 앞서 개시된 예시들 중 하나 이상에 부가적으로 또는 대안적으로, 일부 예시들에서는, 미리 결정된 시퀀스 정보는 통신 시퀀스의 길이, 통신 시퀀스의 제1 부분 및 통신 시퀀스의 제2 부분 중 하나를 포함한다.



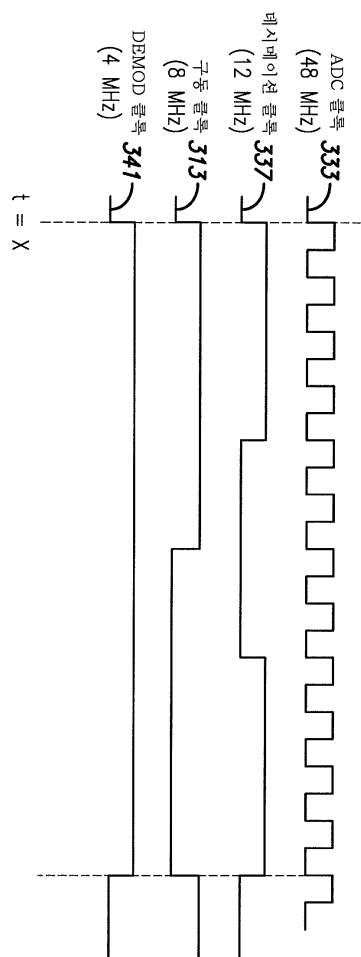
도면2



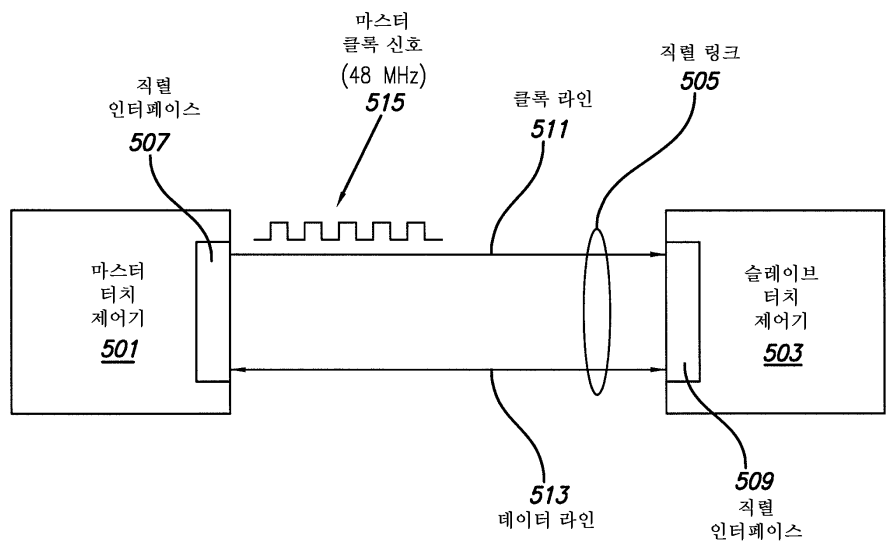
도면3



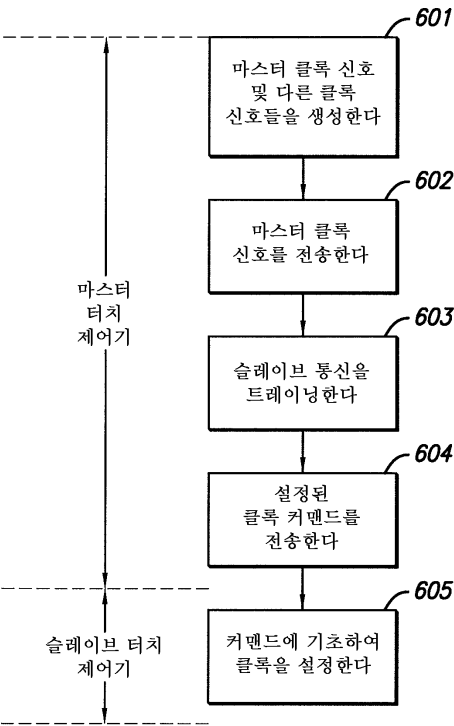
도면4



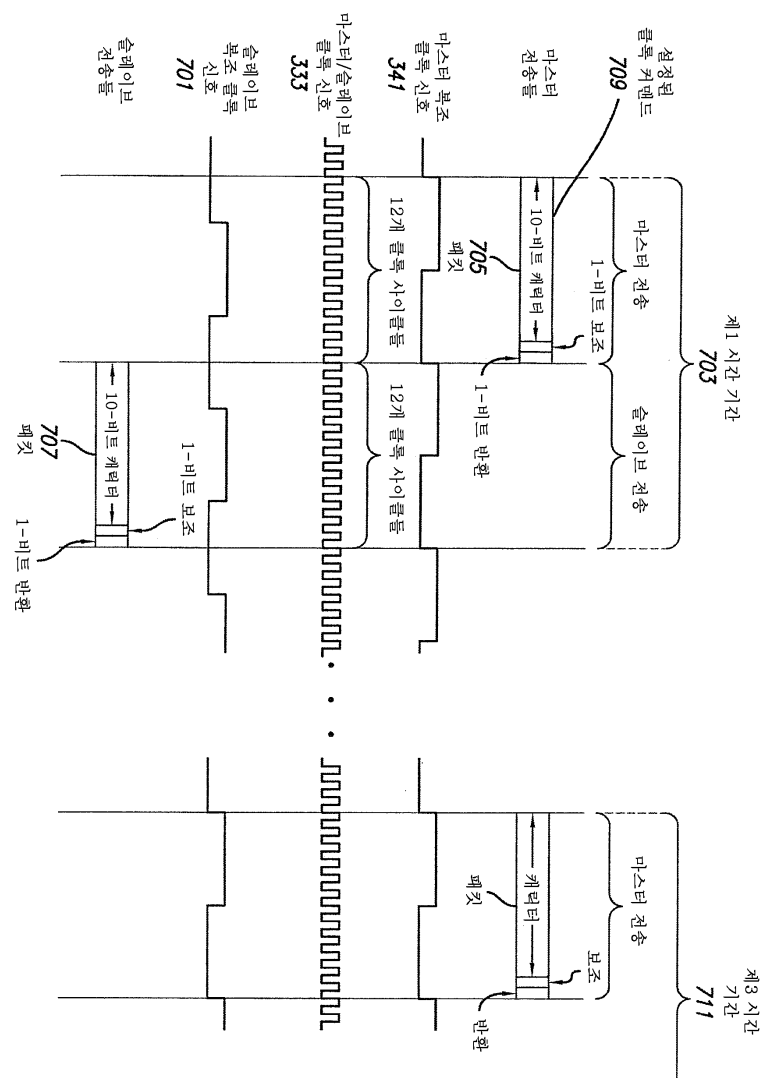
도면5



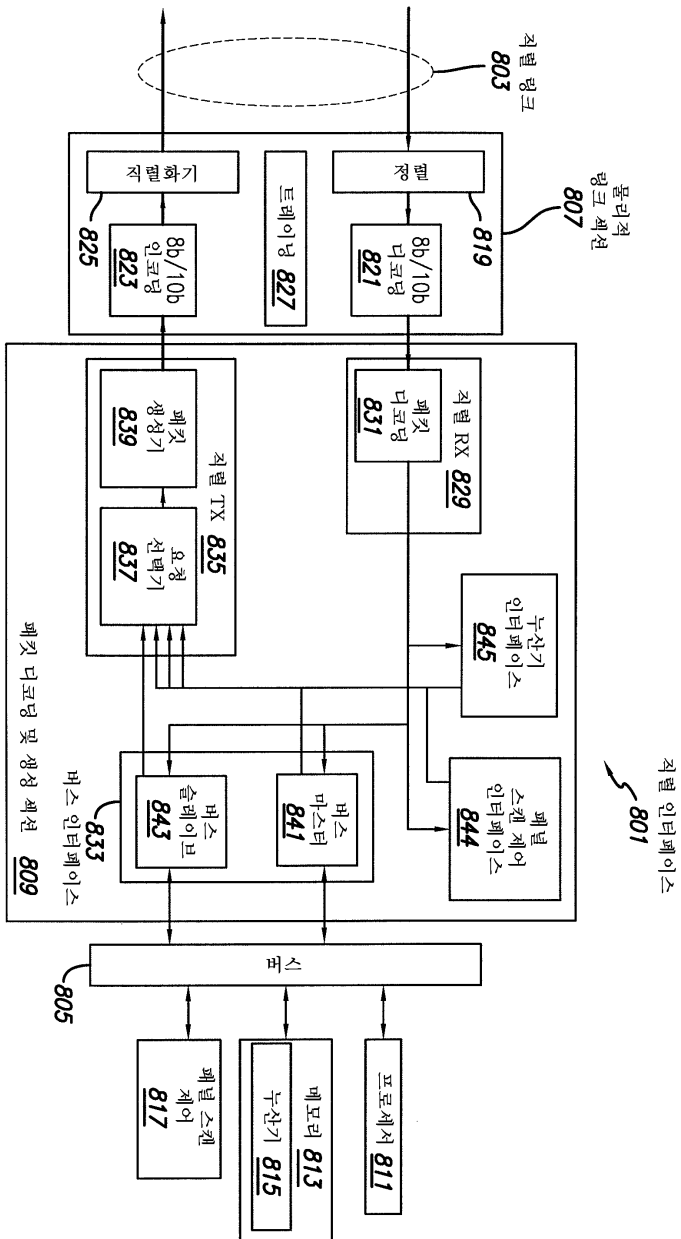
도면6



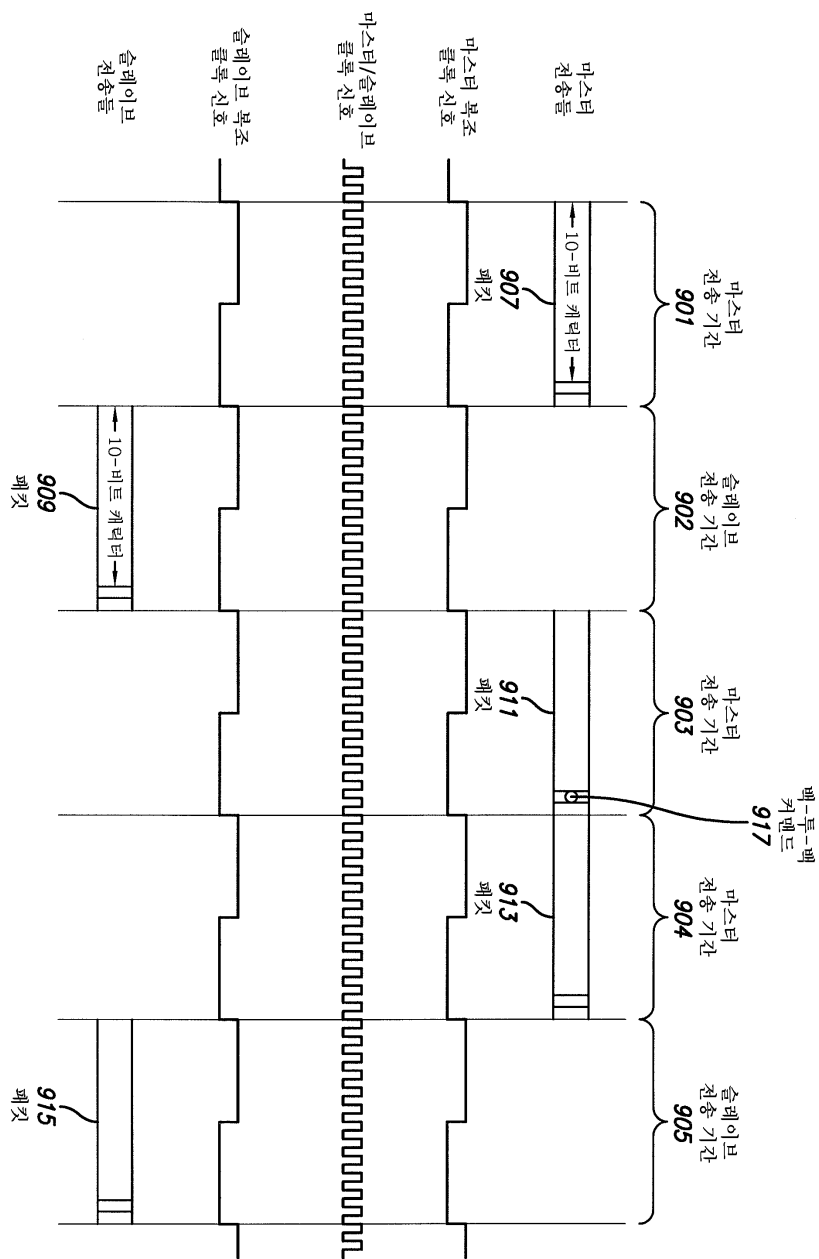
도면 7



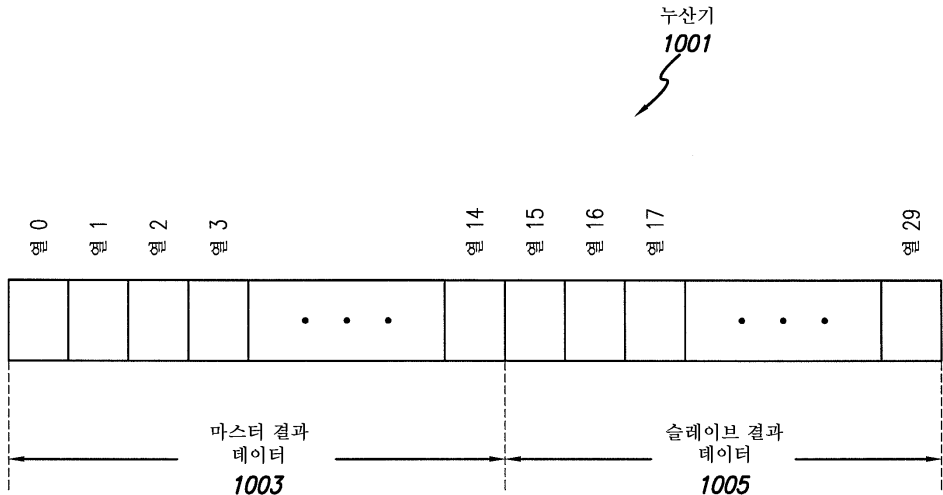
도면8



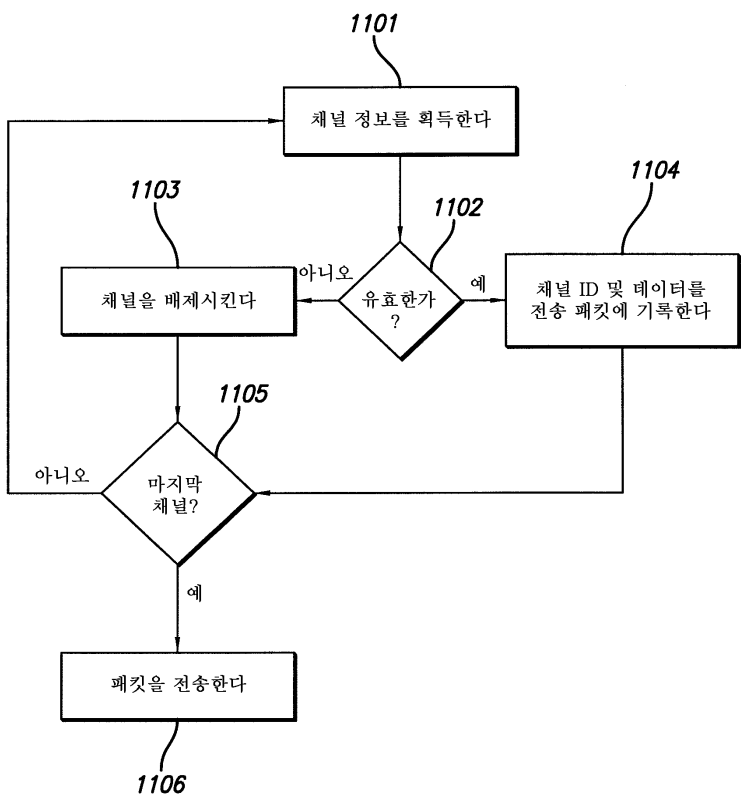
도면9



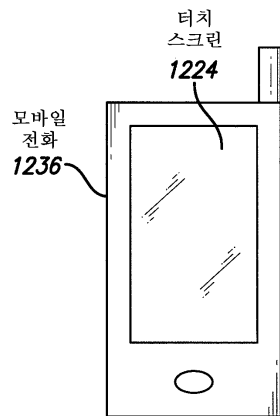
도면10



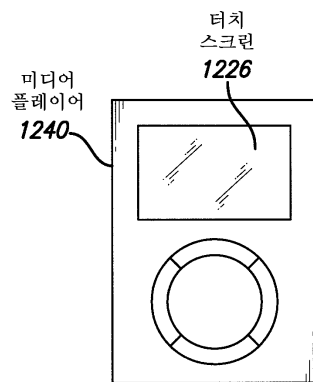
도면11



도면12a



도면12b



도면12c

