



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0005102
(43) 공개일자 2017년01월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 25/02 (2006.01) G06F 13/38 (2006.01)
H04L 5/20 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 25/0278 (2013.01)
G06F 13/385 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7034948
(22) 출원일자(국제) 2015년05월11일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년12월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/030227
(87) 국제공개번호 WO 2015/175439
국제공개일자 2015년11월19일
- (30) 우선권주장
14/278,682 2014년05월15일 미국(US)

- (71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자
셴고쿠 쇼이치로
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (74) 대리인
특허법인코리어나

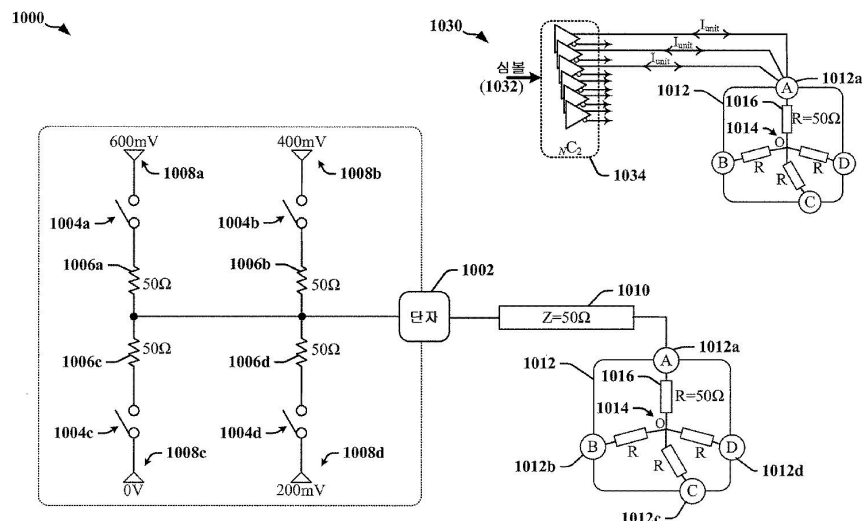
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 N-계승 전압 모드 드라이버

(57) 요약

N-계승 (N!) 전압-모드 드라이버를 제공하는 시스템, 방법들 및 장치가 설명된다. M 인터페이스 상에서 통신하는 방법이, 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하는 단계, N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대해, 그 와이어를 포함하는 2 이상의 2-와이어 조합들에 대해 정의된 전류 흐름들을 합산함으로써 그 와이어에 대한 결과적인 전류를 계산하는 단계, 및 각각의 와이어에 스위치가능 전압 소스를 커플링시키는 단계를 포함한다. 심볼에서의 각각의 비트는 N 개 와이어들 중 복수의 가능한 2-와이어 조합들 중 하나의 2-와이어 조합인 N 개 와이어들 중의 한 쌍 간의 전류 흐름을 정의한다. 스위치가능 전압 소스는 각각의 와이어에 결과적인 전류에 비례하는 전류를 제공하기 위하여 복수의 스위치가능 전압 소스들로부터 선택될 수도 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04L 25/0272 (2013.01)

H04L 25/028 (2013.01)

H04L 5/20 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

데이터 통신의 방법으로서,

통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하는 단계로서, 상기 심볼은 상기 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의하는, 상기 인코딩하는 단계;

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하는 단계로서, 상기 결과적인 전류 흐름은 상기 각각의 와이어를 포함하는 상기 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 상기 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산되는, 상기 계산하는 단계; 및

상기 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링하는 단계로서, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 상기 결과적인 전류 흐름의 영향을 에몰레이션하는, 상기 커플링하는 단계를 포함하는, 데이터 통신의 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링되고, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 상기 종단 네트워크에서의 상기 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택되는, 데이터 통신의 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 상기 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링되는, 데이터 통신의 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대해, 상기 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링하는 단계는, 상기 각각의 와이어에 대해 계산된 결과적인 전류를 생성하도록 동작 가능한 전압 레벨을 갖는 전압 소스에 상기 각각의 와이어를 접속시키는 스위치를 활성화시키는 단계를 포함하며,

복수의 전압 소스들이 상기 각각의 와이어에의 접속을 위해 이용 가능하고, 상기 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 상기 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 갖는, 데이터 통신의 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 심볼에서의 비트가 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름의 방향을 정의하고, 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐르는, 데이터 통신의 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이

버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등한, 데이터 통신의 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함되는, 데이터 통신의 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 심볼은 $N C_2$ 개의 전류 흐름들을 정의하는, 데이터 통신의 방법.

청구항 9

N -계승 ($N!$) 인터페이스 상에서 데이터를 송신하도록 구성된 장치로서,

복수의 전압 소스들;

각각의 스위치가 상기 $N!$ 인터페이스에서의 N 개 와이어들 중 하나의 와이어에 저항기를 통해 상기 복수의 전압 소스들 중 대응하는 전압 소스를 커플링시키도록 동작 가능한, 복수의 스위치들; 및

제어 로직을 포함하며,

상기 제어 로직은,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하는 것으로서, 상기 결과적인 전류 흐름은 상기 각각의 와이어를 포함하는 상기 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대해 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산되는, 상기 계산하고,

하나의 전압 소스가 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 커플링되게끔 N 개의 스위치들을 활성화시키는 것으로서, 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 상기 결과적인 전류 흐름의 영향이 에플레이션되도록 전압 소스들의 세트가 상기 N 개 와이어들에 커플링하기 위해 선택되는, 상기 활성화시키도록

구성되고,

상기 심볼은 상기 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 제공된 전류 흐름들의 조합으로 상기 $N!$ 인터페이스를 통해 송신될 데이터를 인코딩하는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링되고, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 상기 종단 네트워크에서의 상기 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택되는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 상기 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링되는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

복수의 전압 소스들이 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에의 접속을 위해 이용 가능하고, 상기 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 상기 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 갖는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 심볼에서의 비트가 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름의 방향을 정의하고, 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐르는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이브에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등한, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함되는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 심볼은 N^2 개의 전류 흐름들을 정의하는, 데이터를 송신하도록 구성된 장치.

청구항 17

통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하는 수단으로서, 상기 심볼은 상기 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의하는, 상기 인코딩하는 수단;

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하는 수단으로서, 상기 결과적인 전류 흐름은 상기 각각의 와이어를 포함하는 상기 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 상기 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산되는, 상기 계산하는 수단; 및

상기 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링하는 수단으로서, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 상기 결과적인 전류 흐름의 영향을 에멀레이션하는, 상기 커플링하는 수단을 포함하는, 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링되고, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 상기 종단 네트워크에서의 상기 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택되는, 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 상기 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링되는, 장치.

청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대해, 상기 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링하는 것은, 상기 각각의 와이어에 대해 계산된 결과적인 전류를 생성하도록 동작 가능한 전압 레벨을 갖는 전압 소스에 상

기 각각의 와이어를 접속시키는 스위치를 활성화시키는 것을 포함하며,

복수의 전압 소스들이 상기 각각의 와이어에의 접속을 위해 이용 가능하고, 상기 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 상기 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 갖는, 장치.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 심볼에서의 비트가 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름의 방향을 정의하고, 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐르는, 장치.

청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등한, 장치.

청구항 23

제 17 항에 있어서,

상기 심볼은 N^2 개의 전류 흐름들을 정의하고, 각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함되는, 장치.

청구항 24

하나 이상의 명령들을 갖는 프로세서 판독가능 저장 매체로서,

상기 하나 이상의 명령들은, 적어도 하나의 프로세싱 회로에 의해 실행되는 경우, 상기 적어도 하나의 프로세싱 회로로 하여금,

통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하게 하는 것으로서, 상기 심볼은 상기 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의하는, 상기 인코딩하게 하고;

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하게 하는 것으로서, 상기 결과적인 전류 흐름은 상기 각각의 와이어를 포함하는 상기 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 상기 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산되는, 상기 계산하게 하고; 그리고

상기 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링하게 하는 것으로서, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 상기 결과적인 전류 흐름의 영향을 에뮬레이션하는, 상기 커플링하게 하는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링되고, 상기 전압 소스들의 세트는 상기 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 상기 종단 네트워크에서의 상기 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택되는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 상기 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링되는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 27

제 24 항에 있어서,

상기 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대해, 상기 명령들은, 상기 적어도 하나의 프로세싱 회로로 하여금,

상기 각각의 와이어에 대해 계산된 결과적인 전류를 생성하도록 동작 가능한 전압 레벨을 갖는 전압 소스에 상기 각각의 와이어를 접속시키는 스위치를 활성화시키게 하며,

복수의 전압 소스들이 상기 각각의 와이어에의 접속을 위해 이용 가능하고, 상기 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 상기 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 갖는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 28

제 24 항에 있어서,

상기 심볼에서의 비트가 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름의 방향을 정의하고, 상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐르는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 29

제 24 항에 있어서,

상기 각각의 2-와이어 조합에 대한 상기 전류 흐름은 상기 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등한, 프로세서 판독가능 저장 매체.

청구항 30

제 24 항에 있어서,

상기 심볼은 N^2 개의 전류 흐름들을 정의하고, 각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함되는, 프로세서 판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은 2014년 5월 15일자로 미국 특허상표청에 출원된 미국 정규 특허 출원 제14/278,682호의 우선권 및 이 점을 주장하며, 그 전체 내용은 참조로 본원에 포함된다.

[0003] 분야

[0004] 본 개시물은 대체로 프로세서들과 주변 디바이스들 간의 인터페이스에 관한 것이고, 더 상세하게는 복수의 도체들을 통해 멀티-와이어, 멀티-레벨 차동 신호들을 송신하는 전압 모드 드라이버들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 멀티-신호 데이터 전송에서, 차동 시그널링이 정보를 송신하기 위해 때때로 사용된다. 예를 들어, N -계승 ($N!$) 통신 인터페이스가, 디바이스들 간의 통신을 위해 이용 가능한 N 개 와이어들 또는 커넥터들의 복수의 상이한 쌍들 중 각각의 쌍 상에서 차동 신호들이 송신될 수도 있도록 종단 네트워크를 사용하여 구성될 수도 있다. 종단 네트워크는 통상적으로 저항성인 N 개의 종단 임피던스들을 갖고, 각각의 종단 임피던스는 자신의 대응하는 와이어를 종단 네트워크의 중앙의, 널 포인트 (null point) 에 커플링시킨다. 각각의 $N!$ 차동 드라이버에 기여 가능한 전류 흐름들은 널 포인트에서 상쇄되고, 각각의 와이어의 시그널링 상태는 시그널링 전압으로서 표현될 수도 있고 와이어에 흐르는 전류들의 합과 수신기에서 관찰되는 바와 같은 와이어에 커플링된 종단 임피던스의 곱으로서 결정될 수도 있다.

[0006] $N!$ 인터페이스의 특정한 구현예들에서, 더 높은 주파수 시그널링을 채용하는 또는 제한된 전력 예산에 지배를 받는 디바이스들에 포함되는, $N!$ 차동 드라이버에서의 전류 소스들의 사용은 불리할 수도 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0007] 본 명세서에서 개시되는 실시형태들은 M 인터페이스의 특정한 양태들에 관련된 개선들을 제공하는 시스템들, 방법들 및 장치를 제공한다. 하나의 예에서, 조합 전압 모드 드라이버들이 하나의 조합 전압 모드 드라이버가 M 인터페이스의 각각의 와이어를 구동하도록 구성될 수도 있다.
- [0008] 본 개시물의 일 양태에서, 데이터 통신들의 방법이 통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하는 단계, N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하는 단계, 및 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링시키는 단계를 포함한다. 심볼은 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의하고, 결과적인 전류 흐름은 각각의 와이어를 포함하는 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산될 수도 있다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 결과적인 전류 흐름의 영향을 예물레이션한다.
- [0009] 다른 양태에서, N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링된다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택될 수도 있다. N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링될 수도 있다.
- [0010] 다른 양태에서, 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어를 그 와이어에 대해 계산된 결과적인 전류를 생성하도록 동작 가능한 전압 레벨을 갖는 대응하는 전압 소스에 접속시키는 스위치들을 활성화시킴으로써 N 개 와이어들에 커플링될 수도 있다. 복수의 전압 소스들이 각각의 와이어에의 접속에 이용 가능할 수도 있다. 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 가질 수도 있다.
- [0011] 다른 양태에서, 심볼에서의 비트가 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름의 방향을 정의한다. 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름은 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐른다.
- [0012] 다른 양태에서, 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름은 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등하다. 각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함된다. 심볼은 $N C_2$ 개의 전류 흐름들을 정의할 수도 있다.
- [0013] 본 개시물의 일 양태에서, M 인터페이스 상에서 데이터를 송신하도록 구성되는 장치가 제어 로직, 복수의 전압 소스들, 및 복수의 스위치들을 포함한다. 각각의 스위치는 M 인터페이스에서의 N 개 와이어들 중 하나의 와이어에 임피던스를 통해 복수의 전압 소스들 중 대응하는 전압 소스를 커플링시키도록 동작가능하거나 또는 동작될 수도 있다. 제어 로직은 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하도록 그리고 하나의 전압 소스가 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 커플링되게끔 N 개의 스위치들을 활성화시키도록 구성될 수도 있다. 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름은 그 각각의 와이어를 포함하는 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 심볼에 의해 정의되는 전류 흐름들의 합으로서 계산될 수도 있다. 심볼은 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 제공된 전류 흐름들의 조합으로 M 인터페이스를 통해 송신될 데이터를 인코딩한다. N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 결과적인 전류 흐름의 영향이 예물레이션되도록 N 개 와이어들에 커플링하기 위해 전압 소스들의 세트가 선택될 수도 있다.
- [0014] 다른 양태에서, N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링된다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택될 수도 있다. N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링될 수도 있다.
- [0015] 다른 양태에서, 복수의 전압 소스들이 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 접속하기 위해 이용 가능하다. 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 가질 수도 있다.
- [0016] 다른 양태에서, 심볼에서의 비트가 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름의 방향을 정의한다. 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름은 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐른다. 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름은 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등할 수도 있다. 각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함될 수도 있다.

심볼은 $N C_2$ 개의 전류 흐름들을 정의할 수도 있다.

[0017] 본 개시물의 일 양태에서, 장치가 통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하는 수단, N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하는 수단, 및 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링시키는 수단을 포함한다. 심볼은 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의할 수도 있다. 결과적인 전류 흐름은 와이어를 포함하는 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산될 수도 있다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 결과적인 전류 흐름의 영향을 에뮬레이션할 수도 있다.

[0018] 본 개시물의 일 양태에서, 프로세서 판독가능 저장 매체가 하나 이상의 명령들을 저장 또는 유지한다. 그 저장 매체는 비밀식적 저장 매체일 수도 있다. 그 명령들은 적어도 하나의 프로세싱 회로에 의해 실행될 수도 있고, 그 명령들은, 적어도 하나의 프로세싱 회로로 하여금, 통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩하게 하고, N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하게 하고, 그리고 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링시키게 할 수도 있다. 그 심볼은 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의할 수도 있다. 결과적인 전류 흐름은 각각의 와이어를 포함하는 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산될 수 있다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특성 임피던스들을 매칭시키면서 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 결과적인 전류 흐름의 영향을 에뮬레이션할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 기본 $M!$ 멀티-와이어 인터페이스의 일 예를 도시한다.

도 2는 3-와이어, 3! 통신 인터페이스에서 채용되는 중단 네트워크의 일 예를 도시한다.

도 3은 도 2에서 예시된 3-와이어, 3! 통신 인터페이스에 대한 중단 네트워크에서의 전류 흐름의 일 예를 도시한다.

도 4는 도 2 및 도 3에서 예시된 3-와이어, 3! 통신 인터페이스의 동작의 특정한 양태들을 예시한다.

도 5는 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따른 $M!$ 통신 인터페이스에서 사용 가능한 차동 드라이버들의 상이한 유형들의 예들을 도시한다.

도 6은 조합 전류-모드 드라이버를 사용하여 4! 중단 네트워크 (602) 를 구동하는 방법을 예시한다.

도 7은 다양한 수들의 커넥터들로 구현된 $M!$ 중단 네트워크들에 대한 전류 모드 조합 드라이버들의 예들을 도시한다.

도 8은 4! 인터페이스에서의 전압 모드 조합 드라이버들의 제 1 유형의 사용을 예시한다.

도 9는 도 8의 전압 모드 조합 드라이버에 연관된 특정한 동작 양태들을 예시한다.

도 10은 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따른 개선된 전압 모드 조합 드라이버의 특정한 양태들을 예시한다.

도 11은 4! 인터페이스에서 전개되는 도 10의 조합 드라이버를 예시한다.

도 12는 4! 인터페이스에서의 도 10의 조합 드라이버를 사용한 심볼의 송신을 예시한다.

도 13은 도 12의 4! 인터페이스에서의 심볼의 송신 동안 측정 가능한 전압 레벨들을 예시하는 그래프이다.

도 14는 다양한 수들의 커넥터들로 구현되는 $M!$ 인터페이스들에 대한 전압 모드 조합 드라이버들의 예들을 도시한다.

도 15는 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따른 전압 모드 조합 드라이버들의 대안적 구성들을 예시한다.

도 16은 본 명세서에서 개시되는 하나 이상의 양태들에 따른 I2C 버스 상에서 추가적인 데이터를 송신하기 위한 제 1 방법의 흐름도이다.

도 17은 본 명세서에서 개시되는 하나 이상의 양태들에 따르는 하나 이상의 $M!$ 전압 모드 드라이버들을 제공하

는 그리고/또는 동작시키는 장치에 대한 하드웨어 구현의 일 예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 다음의 설명에서, 특정 세부사항들은 실시형태들의 철저한 이해를 제공하기 위해 주어진다. 그러나, 실시형태들이 이들 특정 세부사항 없이 실시될 수도 있다는 것은 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 회로들은 불필요하게 상세하여 실시형태들을 불명료하게 하지 않기 위해 블록도로 보여질 수도 있다. 다른 사례들에서, 널리 알려진 회로들, 구조들 및 기법들이 실시형태들을 불명료하게 하지 않기 위해 상세히 도시되지 않을 수도 있다.
- [0021] 다양한 양태들이 도면들을 참조하여 이제 설명된다. 다음의 설명에서, 설명을 목적으로, 다수의 특정 세부사항들이 하나 이상의 양태들의 완전한 이해를 제공하기 위해 설명된다. 그러나, 그런 양태(들)는 이러한 구체적인 세부사항들 없이도 실시될 수도 있다는 것은 명백할 수도 있다. 본 출원에서 사용되는 바와 같이, "컴포넌트", "모듈", "시스템" 등의 용어들은 컴퓨터 관련된 엔티티, 이를테면 하드웨어, 펌웨어, 하드웨어 및 소프트웨어의 조합, 소프트웨어, 또는 실행 중인 소프트웨어 (software in execution) 를 포함하지만 그것들로 제한되지 않는 것으로 의도된다. 예를 들어, 컴포넌트는 프로세서 상에서 구동하는 프로세스, 프로세서, 오브젝트, 실행가능물 (executable), 실행 스레드 (thread of execution), 프로그램 및/또는 컴퓨터일 수도 있지만 그것들로 제한되지 않는다. 예시로서, 컴퓨팅 디바이스 상에서 구동하는 애플리케이션 및 컴퓨팅 디바이스 양자 모두가 하나의 컴포넌트일 수 있다. 하나 이상의 컴포넌트들이 프로세스 및/또는 실행 스레드 내에 존재할 수 있고 컴포넌트가 하나의 컴퓨터 상에 국부화될 수도 있거나 그리고/또는 2 이상의 컴퓨터들 상에 분산될 수도 있다. 덧붙여서, 이들 컴포넌트들은 다양한 데이터 구조들을 저장하고 있는 다양한 컴퓨터 판독가능 매체들로부터 실행될 수 있다. 컴포넌트들은 국부 및/또는 원격 프로세스들에 의해 예컨대 하나 이상의 데이터 패킷들을 갖는 신호, 이를테면 로컬 시스템, 분산형 시스템에서의 다른 컴포넌트들과 상호작용하며 그리고/또는 다른 시스템들과는 인터넷과 같은 네트워크를 가로질러 이 신호에 의해 상호작용하는 하나의 컴포넌트로부터의 데이터에 따라 통신할 수도 있다.
- [0022] 더군다나, 용어 "또는"은 배타적인 "또는" 보다는 포함하는 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 다시 말하면, 달리 특정되지 않거나, 또는 문맥으로부터 명확하지 않으면, 어구 "X는 A 또는 B를 채용한다"는 본래 포함치환물들 (natural inclusive permutations) 중 임의의 것을 의미하는 것으로 의도된다. 다시 말하면, 어구 "X는 A 또는 B를 채용한다"는 다음의 사례들 중 임의의 것에 의해 만족된다: 즉, X는 A를 채용한다; X는 B를 채용한다; 또는 X는 A 및 B 양쪽 모두를 채용한다. 또한, 본 출원 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 관사들 ("a" 및 "an") 은, 달리 규정되지 않거나 또는 문맥으로부터 단수형을 위한 것이 명확하지 않다면, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0023] 본 발명의 특정한 양태들은 전화기, 모바일 컴퓨팅 디바이스, 가전제품, 자동차 전자장치, 항공전자공학 시스템들 등과 같은 모바일 장치의 서브컴포넌트들인 전자 디바이스들 사이에서 전개된 통신 링크들에 적용 가능할 수도 있다. 모바일 장치의 예들은 셀룰러 폰, 스마트 폰, 세션 개시 프로토콜 (SIP) 폰, 랩톱, 노트북, 넷북, 스마트북, 개인 정보 단말기 (PDA), 위성 라디오, 글로벌 포지셔닝 시스템 (GPS) 디바이스, 멀티미디어 디바이스, 비디오 디바이스, 디지털 오디오 플레이어 (예컨대, MP3 플레이어), 카메라, 게임 콘솔, 착용가능 컴퓨팅 디바이스 (예컨대, 스마트워치, 헬스 또는 휘트니스 추적기 등), 가전기기, 센서, 자동 판매기, 또는 임의의 다른 유사한 기능형 디바이스를 포함한다.
- [0024] 도 1은 2개의 디바이스들 (102 및 120) 간에 제공되는 N -와이어 인터페이스 (100) 상에서 사용되는 M 인코딩의 일 예를 도시하는 도면이다. 송신기 (102) 에서, 트랜스코더 (106) 가 N 개의 와이어들 (114) 의 세트를 통해 송신될 심볼들에서 데이터 (104) 와 클럭 정보를 인코딩하는데 사용될 수도 있다. 클럭 정보는 송신 클럭 (112) 으로부터 도출될 수도 있고, 시그널링 상태 전이 (transition) 가 연속적인 심볼들 사이의 $N C_2$ 개 신호들 중 적어도 하나 상에서 발생하는 것을 보장함으로써 N 개 와이어들 (114) 을 통해 $N C_2$ 개 차동 신호들에서 송신되는 심볼들의 시퀀스에서 인코딩될 수도 있다. M 인코딩이 N 개 와이어들 (114) 을 구동하는데 사용되는 경우, 심볼의 각각의 비트가 차동 라인 드라이버들 (110) 의 세트 중 하나의 차동 라인 드라이버에 의해 차동 신호로서 송신되며, 여기서 차동 라인 드라이버들 (110) 의 세트에서의 차동 드라이버들은 N 개 와이어들 (114) 의 상이한 쌍들에 커플링된다. N 개 와이어들 (114) 중 각각의 와이어는 N 개 와이어들 (114) 에서의 다른 $N-1$ 개 와이어들 중 각각의 와이어와 쌍이 될 수도 있고, 와이어 쌍들의 이용가능 조합들의 수 ($N C_2$) 는 N 개 와이어들 (114) 을 통해 송신될 수 있는 신호들의 수를 결정한다. 심볼에서 인코딩될 수 있는 데이터 비

트들 (104) 의 수는 각각의 심볼 송신 간격에 대해 이용 가능한 가용 시그널링 상태들의 수에 기초하여 계산될 수도 있다.

[0025] 종단 임피던스 (통상 저항성임) 가 N 개 와이어들 (114) 의 각각을 종단 네트워크 (116) 에서의 공통 중앙 포인트 (118) 에 커플링시킨다. N 개 와이어들 (114) 의 시그널링 상태는 각각의 와이어에 커플링된 차동 드라이버들 (110) 에 기인하는 종단 네트워크 (116) 에서의 전류들의 조합을 반영한다는 것이 이해될 것이다. 중앙 포인트 (118) 는 널 포인트라서, 종단 네트워크 (116) 에서의 전류들이 중앙 포인트 (118) 에서 서로 상쇄한다는 것이 추가로 이해될 것이다.

[0026] M 인코딩 스킴 (scheme) 은 별도의 클록 채널 및/또는 비 제로 복귀 (non-return-to-zero) 디코딩을 사용할 필요가 없는데, 그 링크에서의 $N C_2$ 개 신호들 중 적어도 하나의 신호가 연속적인 심볼들 사이에서 전이하기 때문이다. 효과적으로, 트랜스코더 (106) 는 각각의 심볼이 자신의 가장 가까운 선행자 (immediate predecessor) 심볼과는 상이한 심볼들의 시퀀스를 생성함으로써 N 개 와이어들 (114) 상에서 송신되는 각각의 쌍의 심볼들 사이에서 전이가 발생하는 것을 보장한다. 도 1에 도시된 예에서, 4 개의 와이어들이 제공되고 ($N=4$), 4 개의 와이어들은 $4 C_2 = 6$ 개의 차동 신호들을 운반할 수 있다. 트랜스코더 (106) 는 N 개 와이어들 (114) 상의 송신을 위해 원시 심볼들을 생성하는 매핑 스킴을 채용할 수도 있다. 트랜스코더 (106) 는 데이터 비트들 (104) 을 전이 수들의 세트에 매핑할 수도 있다. 전이 수들은 선택된 원시 심볼들이 선행하는 원시 심볼과는 상이하도록 직접적으로 선행하는 심볼의 값에 기초하여 송신을 위한 원시 심볼들을 선택하는데 사용될 수도 있다. 원시 심볼들은 N -와이어들 (114) 을 통한 송신을 위한 심볼들의 시퀀스를 획득하기 위해 직렬화기들 (108) 에 의해 직렬화될 수도 있다. 하나의 예에서, 전이 수가 연속적인 원시 심볼들 중 첫 번째 원시 심볼을 참조하여 연속적인 원시 심볼들 중 두 번째 원시 심볼에 대응하는 데이터 값을 룩업 (lookup) 하는데 사용될 수도 있다. 수신기 (120) 에서, 트랜스코더 (128) 가, 예를 들어 룩업 테이블을 사용하여, 한 쌍의 연속적인 원시 심볼들 간의 차이를 특징화하는 전이 수를 결정하는데 매핑을 채용할 수도 있다. 트랜스코더들 (106, 128) 은 원시 심볼들의 모든 연속적인 쌍이 2개의 상이한 심볼들을 포함한다는 것을 기초로 하여 동작한다.

[0027] 송신기 (102) 에서의 트랜스코더 (106) 는 모든 심볼 전이에서 $M-1$ 개의 이용가능 시그널링 상태들을 선택할 수도 있다. 하나의 예에서, 4! 시스템이 각각의 심볼 전이에서 송신될 다음 심볼에 대해 $4!-1=23$ 개 시그널링 상태들을 제공한다. 비트 레이트는 송신 클록 사이클당 \log_2 (available_states) 로서 계산될 수도 있다.

[0028] 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따르면, 듀얼 데이터 레이트 (DDR) 시그널링이 송신 클록 (112) 의 각각의 기간에 2개의 심볼들을 송신함으로써 인터페이스 대역폭을 증가시키도록 채용될 수도 있다. 심볼 전이들은 더블 데이터 레이트 (DDR) 클로킹을 사용하는 시스템에서 송신 클록의 상승 에지 및 하강 에지 둘 다에서 발생한다. 송신 클록 사이클에서의 총 가용 상태 수는 $(N C_2 - 1)^2 = (23)^2 = 529$ 이고 심볼당 송신될 수 있는 데이터 비트들 (104) 의 수는 $\log_2 (529) = 9.047$ 개 비트로서 계산될 수도 있다.

[0029] 수신기 (120) 는, 라인 수신기들 (122) 의 세트에서의 각각의 수신기가 N 개 와이어들 (114) 의 하나의 쌍 상의 시그널링 상태들에서의 차이들을 결정하는 라인 수신기들 (122) 의 세트를 사용하여 심볼들의 시퀀스를 수신한다. 따라서, $N C_2$ 개 수신기들 (122) 이 사용되며, 여기서 N 은 와이어들의 수를 나타낸다. $N C_2$ 개 수신기들 (122) 은 출력들로서 대응하는 수의 원시 심볼들을 생성한다. 도시된 4-와이어 예에서, 4 개의 와이어들 (114) 상에서 수신된 신호들은 클록 및 데이터 복귀 (CDR) 회로 (124) 및 역직렬화기 (deserializer) 들 (126) 에 제공되는 원시 심볼 신호 (132) 를 생성하기 위해 6 개의 수신기들 ($4 C_2 = 6$) 에 의해 프로세싱된다. 원시 심볼 신호 (132) 는 N 개 와이어들 (114) 의 시그널링 상태를 나타내고, CDR 회로 (124) 는 원시 심볼 신호 (132) 를 프로세싱하여 역직렬화기 (126) 에 의해 사용될 수 있는 수신 클록 신호 (134) 를 생성할 수도 있다.

[0030] 수신 클록 신호 (134) 는 트랜스코더 (128) 에 의해 제공되는 수신된 데이터 (130) 를 프로세싱하기 위해 외부 회로에 의해 사용될 수 있는 DDR 클록 신호일 수도 있다. 트랜스코더 (128) 는 각각의 심볼과 그것의 가장 가까운 선행자를 비교함으로써 역직렬화기 (126) 로부터의 수신된 심볼들의 블록을 디코딩한다. 트랜스코더 (128) 는 송신기 (102) 에 제공된 데이터 (104) 에 대응하는 출력 데이터 (130) 를 생성한다.

[0031] 도 2는 종단 네트워크의 하나의 뷰가 송신기 (200) 의 관점에서 제공되고 종단 네트워크의 다른 뷰가 수신기 (220) 의 관점에서 제공되는 3-와이어, 3! 통신 인터페이스에서 채용되는 종단 네트워크의 일 예를 도시한다.

중단 네트워크는 R Ω 의 값을 갖는 3개의 저항기들 (212a, 212b 및 212c)를 포함하고, 네트워크 단자들 (210a, 210b 및 212c)를 각각 중앙 포인트 (214)에 커플링시킨다. 송신기 측 (200)에서, 차동 라인 드라이버들 (202, 204 및 206)이 3개의 단자들 (210a, 210b 및 210c)의 상이한 쌍들을 구동한다. 각각의 차동 라인 드라이버 (202, 204 및 206)는 중단 네트워크의 3개의 저항기들 (212a, 212b 및 212c)의 쌍을 통해 흐르는 전류를 제공함으로써 자신의 개별 입력 신호 (208a, 208b 또는 208c)에 응답한다. 따라서, 각각의 차동 라인 드라이버 (202, 204, 206)는 $2R$ Ω 의 임피던스를 보일 수 있는데, 여기서 R 은 중단 네트워크에 커플링된 송신 라인의 특성 임피던스에 매칭되도록 통상적으로 선택된다. 송신 라인은 차동 라인 드라이버 (202, 204 또는 206)에 의해 구동되는 3-와이어 인터페이스의 2개의 와이어들을 포함할 수도 있다. 라인 수신기들 (222, 224, 226)에 의해 관찰되는 전압은 단자들 (210a, 210b 및/또는 210c) 중 대응하는 라인 수신기 (222, 224 또는 226)에 커플링된 쌍에 걸치는 (span) 2개의 저항기들 (212a, 212b 및/또는 212c)을 통해 흐르는 전류들의 합에 기초하여 계산될 수도 있다.

[0032] 도 3은 도 2에서 예시된 3-와이어, 3! 통신 인터페이스에 대한 중단 네트워크에서의 전류 흐름의 일 예를 도시한다. 도 3은 차동 라인 드라이버들 (202, 204, 206), 수신기들 (222, 224, 226) 및 중단 네트워크의 저항기들을 통해 흐르는 전류들 간의 관계를 보여주는 개략적인 도면 (300)을 포함한다. 그 예에서, 100의 원시 심볼 값이 송신되고 있어서, X 라인 드라이버 (202)는 원시 심볼의 최상위 비트를 송신한다. 로직 '1' 입력에 응답하여 X 라인 드라이버 (202)에 의해 제공된 전류 (322)는 단자 A (210a)로부터 단자 B (210b)로 중단 네트워크를 통해 제 1 방향으로 흐른다. 로직 '0' 입력에 응답하여 Y 라인 드라이버 (206)에 의해 제공된 전류 (326)는 단자 C (210c)로부터 단자 B (210b)로 중단 네트워크를 통해 제 2 방향으로 흐른다. 로직 '0' 입력에 응답하여 Z 라인 드라이버 (204)에 의해 제공된 전류 (324)는 단자 A (210a)로부터 단자 C (210c)로 중단 네트워크를 통해 제 2 방향으로 흐른다. 각각의 저항기를 통해 흐르는 결과적인 전류는 2개의 전류들 (322, 324 및/또는 326)의 합으로서 계산된다. 각각의 저항기에서, 단일 차동 라인 드라이버 (202, 204 또는 206)에 의해 생성된 전류 (ITX)의 2배가 저항기에서 흐르거나 실질적으로 어떠한 전류도 흐르지 않는다.

[0033] 개략도들 (304, 308 및 312)에서 분리하여 도시된 바와 같이, 각각의 수신기 (222, 224, 226)는 2개의 단자들 (210a, 210b 및/또는 210c)로부터 전압 입력을 수신하는데, 각각의 전압 입력은 중단 네트워크의 중앙 포인트 (214)에 관해 측정될 수도 있는 전압 레벨을 반영한다. 각각의 전압 레벨은, 예를 들어, $\pm 2I_{TX}R$ 볼트 또는 0 볼트일 수 있다. 수신기들 (222, 224, 226)은 단자들 (210a, 210b 및/또는 210c)의 대응하는 쌍을 가로지르는 전압 차이들의 극성에 기초하여 로직 '1' 출력 상태 또는 로직 '0' 출력 상태를 생성할 수도 있다.

[0034] 도 4는 도 2 및 도 3에서 예시된 3-와이어, 3! 통신 인터페이스의 동작의 특정한 양태들을 예시한다. 상태 도면 (400)에서 예시된 바와 같이, 3개의 와이어들의 6개의 시그널링 상태들 (402)이 정보를 인코딩하는데 사용될 수도 있다. 시그널링 상태들 (402)은 각각 차동 라인 드라이버들 (202, 204, 206)에 의해 제공되는 원시 입력 심볼의 3개의 비트들에 의해 정의된다. 차동 라인 드라이버들 (202, 204, 206)에 의해 입력들의 각각의 조합은, 모든 입력들이 000 또는 111인 경우의 상태들 (412, 414)을 제외하고는, 고유한 차동 신호들의 세트를 생성한다. 입력 조합들 000 또는 111은 무효한 것으로 간주되는데 그것들이 영의 전압차를 생성하고 수신기에서 서로 구별될 수 없기 때문이다. 입력들의 나머지 조합들은 표 400에서 예시된 바와 같은 상태들 (+x, +y, +z, -x, -y, 및 -z)이라고 간주될 수도 있다.

[0035] 3개의 단자들 (210a, 210b 및 210c)에서 측정 가능한 시그널링 상태들은 그래프 410에서 예시된다. 수신기 (222, 224, 또는 226)의 출력은 수신기 (222, 224, 또는 226)에 커플링된 2개의 단자들 (210a, 210b 및/또는 210c) 간의 극성 차이를 나타낸다.

[0036] 동작 시, 3! 인터페이스는 다음의 총 여섯 (6)개의 상태들을 사용할 수 있으며: 001 (+z), 010 (+y), 100 (+x), 110 (-z), 101 (-y), 011 (-x), 이것들은 3개의 와이어들을 통해 전송된다. 따라서, $\log_2(6) = 2.58$ 비트들의 정보가 사이클마다 인코딩될 수 있다.

[0037] 도 5는 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따라서 차동 드라이버 (502)를 구현하는데 사용될 수도 있는 회로들 (510 및 520)의 상이한 유형들의 예들을 도시한다. 차동 드라이버 (502)는 양극 출력 단자 (504)와 음극 출력 단자 (506)를 통상적으로 제공한다. 차동 드라이버 (502)는 양극 단자 (504)와 음극 단자 (506)가 따로따로 구동되고 있는 전류 모드 차동 드라이버 (510) 또는 전압 모드 차동 드라이버 (520)로서 구현될 수도 있다.

- [0038] 하나의 예에서, 전류 모드 드라이버 (510) 가 양극 단자 (504) 를 통하는 원하는 방향으로의 전류 흐름을 생성하기 위해 전류 소스 (512a) 와 전류 싱크 (512b) 사이에서 선택하는 스위치들 (514a, 514b) 의 쌍을 제공하는 반면, 스위치들 (516a, 516b) 의 쌍이 음극 단자 (506) 를 통하는 원하는 방향으로의 전류 흐름을 생성하기 위해 전류 소스 (512c) 와 전류 싱크 (512d) 사이에서 선택한다. 통상적으로, 스위치들 (514a 및 514b) 은 하나의 스위치 (514a 또는 514b) 가 개방되는 동안에 나머지 스위치 (514b 또는 514a) 가 폐쇄되도록 로직에 의해 제어된다. 별개의 구동 회로들이 원하는 전류 흐름에 의존하여 하이 또는 로우 (즉, 푸시 또는 풀) 로 스위칭된다.
- [0039] 다른 예에서, 전압 모드 드라이버 (520) 가 하이 전압 레벨 또는 로우 전압 레벨 중 하나에 개별 저항기들 (522a 또는 522b) 을 통해 양극 단자 (504) 를 커플링시킴으로써, 양극 단자 (504) 를 통해 원하는 방향으로의 전류 흐름을 제공하도록 동작되는 스위치들 (524a 및 524b) 을 제공하는 한편, 하이 전압 레벨 또는 로우 전압 레벨 중 하나에 개별 저항기들 (522c 또는 522d) 을 통해 음극 단자 (506) 를 커플링시킴으로써, 음극 단자 (506) 를 통해 원하는 방향으로의 전류 흐름을 제공하도록 동작되는 스위치들 (526a 및 526b) 을 제공한다. 통상적으로, 스위치들 (524a, 524b, 526a, 526b) 은 양극 단자 (504) 와 음극 단자 (506) 가 각각의 시그널링 상태에 대해 반대 전압 레벨들에 커플링되도록 로직에 의해 제어된다.
- [0040] 도 6은 중단 네트워크의 각각의 단자 (606, 608, 610 및 612) 에 커플링된 조합 전류-모드 드라이버 (604) 를 사용하여 4! 중단 네트워크 (602) 를 구동하는 방법을 예시한다. 하나의 조합 드라이버 (604) 만이 도면을 단순화하고 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들의 설명을 용이하게 하기 위해 도시된다. 본원에서 설명되는 바와 같이, $N!$ 인코딩을 사용하는 기존의 인터페이스가 N 와이어 인터페이스에서 와이어들의 각각의 가능한 쌍을 통해 차동 신호를 송신하는데, 각각의 차동 신호는 심볼들의 시퀀스 중 각각의 심볼에서의 하나의 비트에 의해 제어된다. 차동 신호들 및 차동 라인 드라이버들의 총 수는 $N C_2$ 로서 계산된다. 4-와이어 인터페이스의 경우, $N C_2 = 4 C_2 = 6$ 이다. 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따르면, 4 개의 조합 드라이버들 (604) 의 세트가, 그렇지 않으면 4! 인터페이스에서 이용 가능한 와이어들의 6 개 쌍들을 구동하기 위해 요구될 것인 6 개의 차동 라인 드라이버들을 대체할 수도 있다. 각각의 조합 드라이버 (604) 는 원하는 방향에서 원하는 전류 흐름을 성취하기 위해 개별적으로 턴 온 및 오프될 수 있는 복수의 별개로 스위치 가능한 회로들을 포함할 수도 있다. 도시된 예에서, 조합 드라이버 (604) 는 각각이 유니터리 전류 (I_{unit}) 를 제공하는 3개의 스위치가능 회로들 (616a, 616b, 및 616c) 을 포함할 수도 있다.
- [0041] 스위치가능 회로들 (616a, 616b, 및 616c) 의 각각은, 없거나, 1개나, 2개나, 또는 3개의 스위치가능 회로들 (616a, 616b, 및 616c) 이 임의의 하나의 사이클에서 작동될 수 있도록 독립적으로 제어될 수도 있다. 스위치가능 회로들 (616a, 616b 및 616c) 은, 조합 드라이버 (604) 의 단자 (624) 에 대응하는 전류 소스 (622a) 의 출력을 커플링시키도록 독립적으로 폐쇄됨으로써, 폐쇄된 스위치들 (620a) 의 수에 기초한 I_{unit} , $2I_{unit}$, 또는 $3I_{unit}$ 의 크기를 단자 (624) 를 통과하는 양의 전류 흐름에 제공할 수 있는 스위치들 (620a) 을 포함한다. 스위치가능 회로들 (616a, 616b 및 616c) 은, 조합 드라이버 (604) 의 단자 (624) 에 대응하는 전류 싱크 (622b) 의 출력을 커플링시키도록 독립적으로 폐쇄됨으로써, 폐쇄된 스위치들 (620b) 의 수에 기초한 I_{unit} , $2I_{unit}$, 또는 $3I_{unit}$ 의 크기를 단자 (624) 를 통과하는 음의 전류 흐름에 제공할 수 있는 스위치들 (620b) 을 또한 포함한다.
- [0042] "양극" 스위치들 (620a) 은 "음극" 스위치들 (620b) 중 하나 이상이 턴 온되는 경우 통상적으로 턴오프 또는 디스에이블되고, "음극" 스위치들 (620b) 은 "양극" 스위치들 (620a) 중 하나 이상이 턴 온되는 경우 통상적으로 턴 오프 또는 디스에이블된다. 모든 스위치들 (620a 및 620b) 이 개방되는 경우, 전류가 단자 (624) 속으로 또는 그 단자 밖으로 흐르지 않는다. 4 개의 조합 드라이버들 (604) 의 세트가, 그렇지 않으면 4! 인터페이스의 4 개의 와이어들에서의 2개의 와이어들의 6 개의 조합들을 구동하는데 사용될 것인 6 개의 차동 드라이버들에 의해 생성된 전류의 레벨과는 동등한, 중단 네트워크 (602) 의 각각의 저항기 (606a~606d) 에서의 전류의 레벨을 생성하도록 제어될 수도 있다. 조합 드라이버 (604) 의 사용은, 특히 N 의 높은 값들에 대해 $N!$ 인터페이스의 복잡도를 감소시킬 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0043] 도 7은 다양한 $N!$ 중단 네트워크들에 대한 조합 드라이버들 (702, 704, 706, 708, 710, 712, 714) 의 다양한 예들을 예시하는 개략적 도면 (700) 이다. 이들 예들에서, 각각의 조합 드라이버들 (702, 704, 706, 708, 710, 712, 714) 은 다양한 증가하는 전류 값들을 제공하는 다수의 스위치가능 회로들을 포함한다. 제 1 드라이버 회로 (702) 가, 예를 들어, 3! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 2 드라이버 회

로 (704) 가, 예를 들어, 4! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 3 드라이버 회로 (706) 가, 예를 들어, 5! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 4 드라이버 회로 (708) 가, 예를 들어, 6! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 5 드라이버 회로 (710) 가, 예를 들어, 7! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 6 드라이버 회로 (712) 가, 예를 들어, 8! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 제 7 드라이버 회로 (714) 가, 예를 들어, 9! 차동 시그널링 시스템들과 함께 사용될 수도 있다. 이들 예시적인 드라이버 회로들에서, 짝수 $M!$ 개 드라이버들은 단일 I_{unit} 전류 흐름 회로와 홀수-값 증분 전류 흐름 크기들의 하나 이상의 전류 흐름 회로들을 사용하는 한편 홀수 $M!$ 개 드라이버들은 하나 이상의 $2 \times I_{unit}$ 전류 흐름 회로들과 짝수-값 증분 전류 흐름 크기들의 하나 이상의 전류 흐름 회로들을 사용한다.

[0044] 도 8은 4! 인터페이스에서 전압 모드 조합 드라이버들 (802, 804, 806 및 808) 의 사용의 일 예를 도시하는 개략도이다. 여기서, 조합 드라이버 (802) 는, 예를 들어, 단자 (812) 를 통해 원하는 방향에서 원하는 전류 흐름을 성취하기 위해 개별적으로 턴 온 및 오프될 수 있는 복수의 별개로 스위치 가능한 회로들 (810a, 810b 및 810c) 을 포함할 수도 있다. 도시된 예에서, 조합 드라이버 (802) 는 각각의 스위치가 가능 회로가 유니터리 전류 (I_{unit}) 를 $I_{unit} = V_H / R_{dr}$ 로서 계산되게 할 수 있고 R_{dr} 은 드라이버 저항들 (814a, 814b) 의 값인 3개의 스위치가 가능 회로들 (810a, 810b 및 810c) 을 포함할 수도 있다. 그 전류의 크기 및 방향은 스위치들 (812a 및 812b) 을 제어함으로써 선택될 수도 있다. 그러나, 조합 드라이버 (802) 는 특정한 시그널링 문제들의 원천일 수 있고 반사들을 일으키고 다양한 방식으로 송신된 신호들을 저하시킬 수도 있다.

[0045] 도 9는 전압 모드 조합 드라이버 (902) 의 특정한 양태들을 예시한다. 도시된 예들 (900 및 920) 에서, 조합 드라이버 (902) 는 스위치들 (904) 의 제 1 세트와 저항기들 (906) 의 제 1 세트를 포함하는데, 각각의 스위치 (904) 는 조합 드라이버 (902) 의 단자 (908) 를 대응하는 저항기 (906) 를 통해 하이 전압 레벨 (V_H) 에 커플링시키도록 선택적으로 동작될 수도 있다. 조합 드라이버 (902) 는 스위치들 (914) 의 제 2 세트와 저항기들 (916) 의 제 2 세트를 또한 제공하는데, 각각의 스위치 (914) 는 단자 (908) 를 대응하는 저항기 (916) 를 통해 로우 전압 레벨 (V_L) 에 커플링시키도록 선택적으로 동작될 수도 있다. 조합 드라이버 (902) 의 단자 (908) 는 송신 라인 (910) 을 통해 종단 네트워크의 저항기 (912a) 에 커플링될 수도 있다.

[0046] 송신 라인 (910) 은 특성 임피던스 (Z) 를 가질 수도 있는데, 그 특성 임피던스는 도시된 예들 (900 및 920) 에서 50Ω 의 저항이다. 송신 라인 (910) 에 커플링된 송신기들 및 수신기들에는 송신 라인 (910) 의 50Ω 특성 임피던스에 매칭되는 출력 또는 입력 임피던스들이 통상적으로 제공된다. 저항기들 (906, 916) 의 세트의 각각의 저항기는 50Ω 의 매칭 저항 값을 가질 수도 있고 전압 레벨들 (V_H 및 V_L) 은 각각의 저항기 (906 또는 916) 를 통해 원하는 단위 전류 (unit of current) (I_{unit}) 를 대응하는 스위치 (904 또는 914) 가 폐쇄되는 경우 제공하도록 선택될 수도 있다. 하나의 예에서, 단위 전류의 크기는 다음과 같이 계산될 수도 있다:

[0047]
$$I_{UNIT} = \frac{(V_H - V_L)}{50 \times 4} \text{ amps}$$

[0048] 스위치들 (904 및 914) 의 세트의 각각의 스위치는, 개개의 스위치 (904 또는 914) 가 폐쇄되는 경우, 단위 전류가 단자 (908), 송신 라인 (910) 및 종단 네트워크의 저항기 (912a) 를 통해 흐르도록 개별적으로 제어될 수도 있다. 제 1 도시된 예 (900) 에서, 하나의 스위치 (904a) 는 폐쇄되고 단위 전류 (I_H) 가 송신 라인 (910) 을 통해 제 1 방향으로 흐른다. V_H 에 커플링된 스위치 (904a) 가 아니라 V_L 에 커플링된 스위치 (914a) 가 폐쇄된다면, 단위 전류는 제 2 의, 반대 방향으로 흐를 것이라는 것이 이해될 것이다. 단자 (908) 에서 조합 드라이버 (902) 에 의해 나타난 임피던스는 50 옴이며, 이는 송신 라인 (910) 의 특성 임피던스에 매칭된다. 제 2 예 (920) 에서, 3개의 스위치들 (904) 이 폐쇄되고 3개의 단위 전류들 (I_H) 이 송신 라인 (910) 을 통해 제 1 방향으로 흐른다. 의미심장하게, 조합 드라이버 (902) 에 의해 단자 (908) 에 제시된 임피던스는 $50/3 = 16.7\Omega$ 이다. 이 예 (920) 에서 송신기 임피던스는 송신 라인 (910) 의 특성 임피던스와 매칭하지 않고 반사들 및 다른 원하지 않는 시그널링 효과들이 송신된 신호들을 왜곡시킬 수도 있다.

[0049] 도 10은 본 명세서에서 개시되는 특정한 양태들에 따른 전압 모드 조합 드라이버 (1000) 를 예시하는 개략도이다. 조합 드라이버 (1000) 는 $M!$ 인터페이스의 커넥터 (1010) 에 커플링된 단자 (1002) 를 구동시키도록 적용될 수도 있다. 조합 드라이버 (1000) 는 일정한 출력 임피던스를 유지하면서 단자 (1002) 와 와이어 또는

커넥터 (1010) 를 통해 가변 전류 흐름을 제공한다. 도시된 예에서, 조합 드라이버 (1000) 는 대응하는 저항기들 (1006a~1006d) 에 커플링된 복수의 스위치들 (1004a~1004d) 을 포함한다. 각각의 스위치 (1004a, 1004b, 1004c 또는 1004d) 는 복수의 상이한 전압 레벨들 (1008a, 1008b, 1008c 및 1008d) 중 하나의 레벨에 대응하는 저항기 (1006a, 1006b, 1006c 또는 1006d) 를 통해 조합 드라이버 (1000) 의 단자 (1002) 를 커플링시키도록 선택적으로 동작될 수도 있다. 각각의 가능한 시그널링 상태에 대해, 스위치들 중 하나의 스위치만이 폐쇄됨으로써, 일정한 출력 임피던스가 조합 드라이버 (1000) 에 대해 유지될 수 있음이 보장된다. 하나의 예에서, 전압 레벨들 (1008a~1008d) 은 200 밀리볼트 스텝들로, 0 볼트와 600 밀리볼트 사이의 범위이다.

[0050] 스위칭된 전압 레벨들 (1008a, 1008b, 1008c 및 1008d) 의 수와 그것들의 크기들은 N 개의 전압 모드 조합 드라이버들 (1000) 이 그렇지 않으면 $N!$ 인터페이스의 N 개 와이어들을 구동시키는 $N C_2$ 개의 차동 라인 드라이버들 (1034) 의 동작을 에뮬레이션하게 하도록 선택된다. 전류 모드 차동 드라이버들을 사용하는 $N!$ 인터페이스의 예 (1030) 에서, 와이어들의 각각의 이용가능 쌍은 차동 라인 드라이버 (1034) 에 의해 구동되는데, 와이어들의 이용가능 쌍들의 수는 $N C_2 = 4 C_2 = 6$ 으로서 계산된다. 각각의 차동 드라이버 (1034) 는 2개의 와이어들 상에 전류를 제공하는데, 그 전류는 각각의 와이어 상에서 동일한 크기를 갖지만 반대 방향으로 흐른다. 각각의 와이어는 종단 네트워크 (1012) 의 상이한 단자에 커플링되고, 각각의 차동 드라이버 (1034) 의 2개의 와이어들은 종단 네트워크 (1012) 에 의해 제공된 4개 중 2개의 저항기들을 통해 종단 네트워크 (1012) 의 중앙 포인트 (1014) 에 커플링된다.

[0051] 종단 네트워크 (1012) 의 하나의 단자 (1012a) 를 일 예로서 취하면, 3개의 전류들이 3개의 상이한 차동 수신기들 (1034) 에 의해 단자 (1012a) 에 제공된다. 3개의 전류들의 각각은 동일한 크기 (I_{unit}) 를 갖지만 상이한 흐름 방향을 가질 수도 있어서, 각각의 전류는 3개의 차동 드라이버들 (1034) 의 각각으로부터 $\pm I_{unit}$ 을 수신한다. 3개의 전류들의 흐름의 방향은 4! 인터페이스에서 사용되는 6 개의 차동 수신기들 (1034) 의 출력들을 제어하는 6-비트 심볼 (1032) 의 비트들 중 하나의 비트에 의해 결정된다. 단자 (1012a) 에 커플링된 저항기 (1016) 를 통과하는 결과적인 전류는 3개의 전류들의 합이다. 4! 예에서, 모든 3개의 전류들이 동일한 방향으로 흐르거나, 또는 2개의 전류들이 제 1 방향으로 흐르고 1개의 전류가 반대 방향으로 흐른다. 따라서, 저항기 (1016) 를 통하는 가능한 전류 흐름들은: $\pm 1xI_{unit} \pm 3xI_{unit}$ 이다. 종단 네트워크에서의 모든 전류 흐름들이 균형을 이루므로, 중앙 포인트 (1014) 에는 영의 합 전류가 있고 중앙 포인트 (1014) 에서의 전압은 종단 네트워크 (1012) 의 단자들에서 관측 가능한 전압들의 전압 범위의 중간지점에 있다.

[0052] 전압 모드 조합 드라이버 (1000) 로 되돌아가면, 스위치가능 전압들 (1008a~1008d) 의 선택은 종단 네트워크 (1012) 의 단자 (1012a, 1012b, 1012c 또는 1012d) 를 통한 전류 흐름을 에뮬레이션하는 능력을 제공함을 알 수 있다. 구체적으로는, 스위치가능 전압들 (1008a~1008d) 은 0V와 600mV 사이의 범위에 있어, 종단 네트워크 (1012) 의 중앙 포인트 (1014) 에서 300mV 전압을 제공한다. 스위치가능 전압 (1008a) 은 중앙 포인트 (1014) 에서의 전압에 대해 +300mV이며, 스위치가능 전압 (1008b) 은 중앙 포인트 (1014) 에서의 전압에 대해 +100mV이며, 스위치가능 전압 (1008c) 은 중앙 포인트 (1014) 에서의 전압에 대해 -300mV이고 스위치가능 전압 (1008d) 은 중앙 포인트 (1014) 에서의 전압에 대해 -100mV이다. 전압 모드 조합 드라이버 (1000) 의 이 구성은 종단 네트워크 (1012) 의 단자 (1012a) 로의 $\pm 1xI_{unit} \pm 3xI_{unit}$ 의 제공을 가능하게 하며, 여기서 $I_{unit} = 1mA$ 이다.

[0053] 도 11은 4! 인터페이스에서 사용되는 경우 전압 모드 조합 드라이버 (1000) 의 특정한 양태들을 예시하는 개략도 (1100) 이다. 전압 모드 조합 드라이버가 N 개 와이어들의 쌍들을 구동시키기 위해 $N C_2$ 차동 드라이버들을 사용하는 것의 영향을 에뮬레이션하는 방식으로 $N!$ 인터페이스의 N 개 와이어들 중 각각의 와이어를 구동시키는데 사용될 수도 있다. 직렬화기 (108) 또는 트랜스코더 (106) (도 1 참조) 가 전류가 $N!$ 인터페이스의 각각의 와이어에 대해 흐르는 값들을 계산하도록 구성될 또는 적용될 수도 있고 이들 값들은 전류 심볼을 송신하기 위하여 폐쇄될 스위치들 (1104, 1114) 을 선택하는데 사용될 수도 있다. 일부 사례들에서, 추가적인 로직 회로들이 원시 심볼들을 복수의 조합 드라이버들 (1000) 중 각각의 조합 드라이버에 대한 스위칭 값들로 변환하기 위해 제공될 수도 있다.

[0054] 도 11에서, 2개의 조합 드라이버들 (1000a 및 1000b) 은 4! 인터페이스로서 구성된 4-와이어 통신 링크에서 와이어들 (1122, 1128) 중 2개를 구동한다. 2개의 와이어들 (1122, 1128) 은 개별 조합 드라이버들 (1000a, 1000b) 의 단자들 (1102, 1112) 을 4! 종단 네트워크 (1120) 에 커플링시킨다. 조합 드라이버들 (1000a 및 1000b) 은 $4 C_2 = 6$ 개의 차동 드라이버들을 사용하여 4 개의 와이어들을 통해 심볼을 송신하는 것에서부터 초래

될 전류 흐름과는 동등한 전류 흐름을 각각의 와이어에서 제공하는 방식으로 동작된다.

[0055]

도시된 예에서, 제 1 조합 드라이버 (드라이버 A) (1000a) 의 스위치 (1104) 가, 종단 네트워크 (1120) 에서의 제 1 종단 저항기 (1124) 에 전기적으로 커플링되는 단자 (1102) 에 저항기 (1106) 를 통해 400mV 전압 레벨 (V_A) (1108) 을 전기적으로 커플링시키기 위하여 활성화된다. 제 2 조합 드라이버 (드라이버 B) (1000b) 의 스위치 (1114) 가, 종단 네트워크 (1120) 에서의 제 2 종단 저항기 (1126) 에 전기적으로 커플링되는 단자 (1112) 에 저항기 (1116) 를 통해 600mV 전압 레벨 (V_B) (1118) 을 전기적으로 커플링시키기 위하여 활성화된다. 종단 네트워크 (1120) 에서, 제 1 종단 저항기 (1124) 와 제 2 종단 저항기 (1126) 는 중앙의 널 포인트 (1132) 에 전기적으로 접속된다. 결과적으로, 2개의 전압 레벨들 (1108 및 1118) 간에 흐르는 전류는 각각의 저항기가 50Ω 저항 값 (R) 을 갖는 4 개의 저항기들 (1106, 1124, 1126 및 1116) 을 통해 전도된다. 드라이버 A (1000a) 와 드라이버 B (1000b) 사이를 흐르는 전류 (I_{AB}) (1130) 는 다음으로서 계산될 수도 있다:

[0056]

$$I_{AB} = \frac{V_A - V_B}{4 \times R} = \frac{(400 - 600)mV}{4 \times 50\Omega} = \frac{-200mV}{200\Omega} = -1mA$$

[0057]

전류의 음의 값은 드라이버 A (1000b) 로부터 드라이버 A (1000a) 로의 전류 흐름을 나타낸다. 종단 네트워크 (1120) 의 임의의 2 개의 단자들에 커플링된 조합 드라이버들 (1000a, 100b) 간의 전류 흐름은 이 방식으로 계산될 수도 있다는 것과 조합 드라이버 (1000a 또는 1000b) 로의 또는 그 조합 드라이버로부터의 총 전류 흐름은 임의의 하나의 조합 드라이버 (1000a 또는 1000b) 와 종단 네트워크 (1120) 에 커플링된 다른 조합 드라이버들 (1000b 또는 1000a) 간에 계산된 전류들의 합이라는 것이 이해될 것이다. 따라서 종단 네트워크 (1120) 에 접속된 조합 드라이버들 (1000a, 1000b) 은 종단 네트워크 (1120) 에 접속된 6 개의 차동 드라이버들의 동작을 흉내내도록 동작될 수 있다.

[0058]

도 12는 4! 인터페이스로서 구성되는 4-와이어 통신 링크의 와이어들 (도시되지 않음) 을 구동하기 위해 조합 드라이버들 (1000a~1000d) 을 사용한 심볼의 송신을 예시하는 개략도 (1200) 이다. 도 13은 도 12에서 예시된 4! 인터페이스에서 측정 가능한 전압 레벨들을 도시하는 그래프 (1300) 이다. 그 예에서, 하나의 스위치 (1202, 1204, 1206, 1208) 는 각각의 조합 드라이버 (1000a, 1000b, 1000c 및 1000d) 에서 폐쇄된다. 제 1 조합 드라이버 (1000a) 에서의 폐쇄된 스위치 (1202) 는 600mV 전압 소스에 커플링되는 반면, 제 2 조합 드라이버 (1000b) 에서의 폐쇄된 스위치 (1204) 는 0V에 커플링된다. 제 3 및 제 4 조합 드라이버들 (1000c 및 1000d) 에서의 폐쇄된 스위치들 (1206 및 1208) 은 각각 400mV 및 200mV에 커플링된다. 중앙 포인트 (1232) 에서 전압은 최대 스위치가 가능 전압 레벨 (600mV) (1302) 과 최소 스위치가 가능 전압 레벨 (0V) (1304) 사이의 중간-포인트 전압 레벨 (300mV) (1306) 에 있다. 3개의 단위 전류 ($3 \times I_{unit}$) (1212) 가 제 1 조합 드라이버 (1000a) 와 제 2 조합 드라이버 (1000b) 사이에서 흐르는 반면, 단일 단위 전류 ($1 \times I_{unit}$) (1214) 가 제 3 조합 드라이버 (1000c) 와 제 4 조합 드라이버 (1000d) 사이에서 흐른다. 제 1 조합 드라이버 (1000a) 에

$$\frac{3R \times 600mV}{4R}$$

의해 구동되는 단자 (1216a) 에서 측정 가능한 전압 (1310) 은 450mV (즉, ($\frac{3R \times 600mV}{4R}$) 또는 최대 스위치가 가능 전압 레벨 (1302) 의 75%) 인 반면, 제 2 조합 드라이버 (1000b) 에 의해 구동되는 단자 (1216b) 에서 측정

$$\frac{R \times 600mV}{4R}$$

가능한 전압 (1316) 은 150mV (즉, ($\frac{R \times 600mV}{4R}$) 또는 최대 스위치가 가능 전압 레벨 (1302) 의 25%) 이다. 제 3 및 제 4 조합 드라이버들 (1000c 및 1000d) 에 의해 구동되는 단자들 (1216c 및 1216d) 에서 측정 가능한 전압들 (1312 및 1314) 은 중간-포인트 전압 레벨 (1306) 의 50mV 위 또는 아래인데, 50mV 증분이 I_{unit} 과 R의 곱으로서 계산된다. 그러므로, 수신 회로에서 6 개의 비교기들의 각각은 적어도 100mV의 차이 전압들을 비교한다.

[0059]

도 14는 가변하는 수들의 와이어들을 갖는 M! 인터페이스에서 사용될 수도 있는 조합 드라이버들 (1402, 1404, 1406 및 1408) 의 예들을 도시한다. 3! 조합 드라이버 (1402) 가 예에서 0V 및 400mV인 2개의 전압 레벨들 사이를 스위칭할 수 있다. 4! 조합 드라이버 (1404) 가 도 11, 도 12 및 도 13에 관련하여 설명된 바와 같이, 4개의 전압 레벨들 간에 스위칭될 수 있다. 5! 조합 드라이버 (1406) 가 4개의 전압 레벨들 사이를 또한 스위칭할 수 있지만, 4! 조합 드라이버 (1404) 와는 상이한 전압들의 세트를 사용한다. 도시된 예에서, 5! 조합 드라이버 (1406) 는 각각 0V, 200mV, 600mV 및 800mV 사이를 스위칭한다. 6! 조합 드라이버

(1408)가 15 (${}_6C_2$) 개의 차동 라인 드라이버들에 연관된 전류 흐름들을 에뮬레이션하기 위하여 0V, 200mV, 400mV, 600mV, 800mV 및 1V를 포함할 수도 있는 6개의 전압 레벨들 사이를 스위칭할 수 있다.

[0060] 도 15는 전압 모드 조합 드라이버들 (1500 및 1520)의 대안적 구성들을 예시하는 개략적 도면이다. 전압 모드 조합 드라이버들 (1500, 1520)은 M 인터페이스의 와이어에 커플링된 단자 (1502 또는 1522)를 구동하도록 적응될 수도 있다. 이와 관련하여, 전압 모드 조합 드라이버들 (1500, 1520)은, 예를 들어, 도 10에서의 조합 드라이버 (1000)를 대체할, 또한 치환할 수도 있다. 드라이버들 (1500, 1520)은 더 적은 저항성 엘리먼트들로 구현되고 집적회로, 칩-캐리어, 회로 보드 등 상의 더 적은 부지를 요구하는 것 외에도 회로 설계에서의 유연성을 제공할 수 있다. 전압 모드 조합 드라이버들 (1500, 1520)은 일정한 출력 임피던스를 유지하면서 단자 (1502 또는 1522)를 통해 가변 전류 흐름을 제공한다.

[0061] 전압 모드 조합 드라이버 (1500)는 단자 (1502)를 2개의 전압 소스들 (1508a 및 1508b) 중 하나의 전압 소스에 제 1 공통 저항기 (1506a)를 통해 커플링시키도록 적응되는 제 1 스위치들 (1504a, 1504b)과, 단자 (1502)를 2개의 다른 전압 소스들 (1508c 및 1508d) 중 하나의 전압 소스에 제 2 공통 저항기 (1506b)를 통해 커플링시키도록 적응되는 제 2 스위치들 (1504c, 1504d)을 포함한다. 전압 소스 (1508a~1508d)의 저항기들 (1506a, 1506b)로의 배정과, 사용되는 저항기들의 수는 회로 구성, 전압 레벨들 또는 허용오차들 및/또는 타이밍 허용오차들에 기초하여 선택될 수도 있다. 각각의 가능한 시그널링 상태에 대해, 스위치들 중 하나의 스위치만이 폐쇄됨으로써, 일정한 출력 임피던스가 전압 모드 조합 드라이버 (1500)에 대해 유지될 수 있다. 하나의 예에서, 전압 소스들 (1508a~1508d)은, 200 밀리볼트 스텝들로, 0 볼트와 600 밀리볼트 사이를 범위로 하는 전압 레벨들을 갖는다.

[0062] 전압 모드 조합 드라이버 (1520)는 단자 (1522)를 전압 소스들 (1528a, 1528b, 1528c, 및 1528d) 중 하나의 전압 소스에 공통 저항기 (1526)를 통해 커플링시키도록 적응되는 4개의 스위치들 (1524a, 1524b, 1524c, 및 1524d)을 포함한다. 각각의 가능한 시그널링 상태에 대해, 스위치들 중 하나의 스위치만이 폐쇄되고, 일정한 출력 임피던스가 전압 모드 조합 드라이버 (1520)에 제공된다. 하나의 예에서, 전압 소스들 (1528a~1528d)은, 200 밀리볼트 스텝들로, 0 볼트와 600 밀리볼트 사이를 범위로 하는 전압들을 갖는다.

[0063] 동작 시, 전압 모드 조합 드라이버들 (1500, 1520)의 타이밍은 스위치들 (1504a~1504d 또는 1524a~1524d)의 동작으로 인한 전이들 동안 또는 다른 시간들에 전압 소스들 (1508a 및 1508b) 간에, 전압 소스들 (1508c 및 1508d) 간에, 또는 전압 소스들 (1528a, 1528b, 1528c 및 1528d)의 임의의 2개의 전압 소스들 간에 직접 접속이 제공되지 않는 것을 보장하도록 제어될 수도 있다.

[0064] 도 16은 M 인터페이스 상의 데이터 통신들을 위한 방법을 예시하는 흐름도 (1600)를 포함한다. 단계 1602에서, 송신 디바이스가 통신 인터페이스의 N 개 와이어들을 통해 송신될 심볼에서 데이터를 인코딩할 수도 있다. 심볼은 N 개 와이어들 중 각각의 2-와이어 조합에 대한 전류 흐름을 정의할 수도 있다.

[0065] 단계 1604에서, 디바이스는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대해 결과적인 전류 흐름을 계산할 수도 있다. 결과적인 전류 흐름은 각각의 와이어를 포함하는 N 개 와이어들 중 2-와이어 조합들에 대해 심볼에 의해 정의된 전류 흐름들의 합으로서 계산될 수도 있다.

[0066] 단계 1606에서, 디바이스는 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링시킬 수도 있다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들 중 각각의 와이어의 특정 임피던스들을 매칭시키면서 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에서의 결과적인 전류 흐름의 영향을 에뮬레이션할 수도 있다.

[0067] 하나의 예에서, N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에 종단 임피던스에 의해 커플링된다. 전압 소스들의 세트는 N 개 와이어들에서의 결과적인 전류들이 종단 네트워크에서의 중앙-포인트에서 상쇄되도록 선택될 수도 있다. N 개 와이어들 중 각각의 와이어는 종단 임피던스에 매칭되는 임피던스를 통해 단일 전압 소스에 커플링될 수도 있다.

[0068] 다른 예에서, 전압 소스들의 세트는 각각의 와이어를 그 와이어에 대해 계산된 결과적인 전류를 생성하도록 동작 가능한 전압 레벨을 갖는 전압 소스에 접속시키는 스위치를 활성화시킴으로써 N 개 와이어들에 커플링될 수도 있다. 복수의 전압 소스들이 각각의 와이어에의 접속에 이용 가능할 수도 있다. 복수의 전압 소스들 중 각각의 전압 소스는 복수의 전압 소스들에서의 다른 전압 소스들과는 상이한 전압 레벨을 가질 수도 있다.

[0069] 심볼에서의 비트가 각각의 2-와이어 조합에서의 전류 흐름의 방향을 정의할 수도 있다. 각각의 2-와이어 조합에서의 전류 흐름은 각각의 2-와이어 조합의 제 1 및 제 2 와이어들에서 반대 방향으로 흐른다. 각각의

2-와이어 조합에서의 전류 흐름은 각각의 2-와이어 조합에 커플링된 차동 라인 드라이버에 의해 생성된 차동 전류 흐름과 동등할 수도 있다. 각각의 와이어는 $N-1$ 개의 2-와이어 조합들에 포함될 수도 있다. 심볼은 $N C_2$ 개의 전류 흐름들을 정의할 수도 있다.

[0070] 도 17은 프로세싱 회로 (1702) 를 채용하는 장치 (1700) 에 대한 하드웨어 구현의 단순화된 예를 도시하는 도면이다. 프로세싱 회로는 마이크로프로세서, 마이크로제어기, 디지털 신호 프로세서, 시퀀서 (sequencer) 및 상태 머신 등 중 하나 이상을 포함할 수도 있는 프로세서 (1716) 를 통상 가진다. 프로세싱 회로 (1702) 는 버스 (1720) 에 의해 일반적으로 표현되는 버스 아키텍처로 구현될 수도 있다. 버스 (1720) 는 프로세싱 회로 (1702) 의 특정 애플리케이션 및 전체 설계 제약조건들에 의존하여 임의의 수의 상호접속 버스들 및 브리지들을 포함할 수도 있다. 버스 (1720) 는 프로세서 (1716), 모듈들 또는 회로들 (1704, 1706 및 1708), 다수 (N) 의 커넥터들 또는 와이어들을 포함하는 통신 인터페이스 (1714) 를 통해 통신하도록 구성 가능한 라인 인터페이스 회로들 (1712), 및 컴퓨터 판독가능 저장 매체 (1718) 에 의해 표현되는, 하나 이상의 프로세서들 및/또는 하드웨어 모듈들을 포함하는, 다양한 회로들을 함께 링크시킨다. 버스 (1720) 는 본 기술분야에서 널리 알려지고 따라서 더 이상 설명되지 않을 타이밍 소스들, 주변기기를, 전압 조정기들, 및 전력 관리 회로들과 같은 다양한 다른 회로들을 또한 링크시킬 수도 있다.

[0071] 프로세서 (1716) 는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 (1718) 상에 저장된 소프트웨어의 실행을 포함하는 일반 프로세싱을 담당한다. 소프트웨어는, 프로세서 (1716) 에 의해 실행되는 경우, 프로세싱 회로 (1702) 가 임의의 특정 장치에 대해 상기 설명된 다양한 기능들을 수행하게 한다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체 (1718) 는 통신 인터페이스 (1714) 를 통해 송신된 심볼들로부터 디코딩되는 데이터를 포함하는, 소프트웨어를 실행하는 경우 프로세서 (1716) 에 의해 조작되는 데이터를 저장하기 위해 또한 사용될 수도 있다. 프로세싱 회로 (1702) 는 모듈들 (1704, 1706, 및 1708) 중 적어도 하나의 모듈을 더 포함한다. 모듈들 (1704, 1706 및 1708) 은, 컴퓨터 판독가능 저장 매체 (1718) 에 상주하는/저장된, 프로세서 (1716) 에서 실행되고 있는 소프트웨어 모듈들, 프로세서 (1716) 에 커플링된 하나 이상의 하드웨어 모듈들, 또는 그것들의 일부 조합일 수도 있다. 모듈들 (1704, 1706 및 1708) 은 마이크로제어기 명령들, 상태 머신 구성 파라미터들, 또는 그것들의 일부 조합을 포함할 수도 있다.

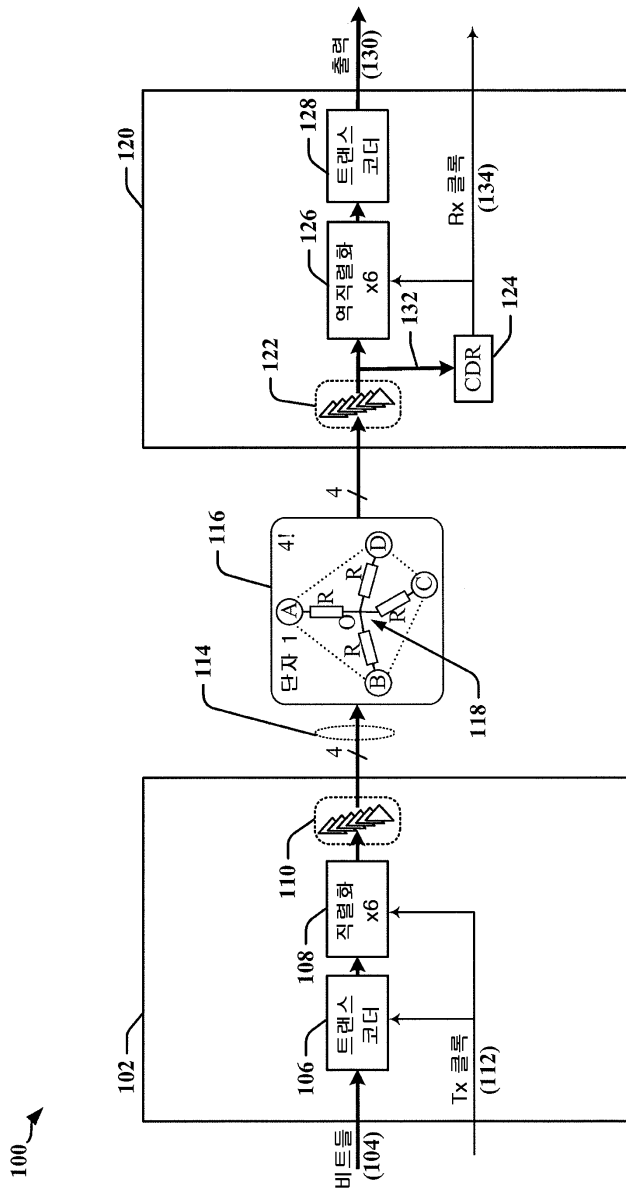
[0072] 하나의 구성에서, 무선 통신을 위한 장치 (1700) 는 통신 인터페이스 (1714) 의 N 개 와이어들을 통해 송신된 심볼에서 데이터를 인코딩하도록 구성되는 모듈 및/또는 회로 (1704), 통신 인터페이스 (1714) 의 N 개 와이어들 중 각각의 와이어에 대한 결과적인 전류 흐름을 계산하도록 구성되는 모듈 및/또는 회로 (1706), 및 통신 인터페이스 (1714) 의 N 개 와이어들에 전압 소스들의 세트를 커플링시키도록 구성되는 모듈 및/또는 회로 (1708) 을 포함한다.

[0073] 개시된 프로세스들에서의 단계들의 특정한 순서 또는 계층구조는 예시적인 접근법들 중의 일 예시임이 이해된다. 설계 선호도들에 기초하여, 프로세스들에서의 단계들의 특정 순서 또는 계층구조는 재정렬될 수도 있다는 것이 이해된다. 첨부된 방법 청구항들은 샘플 순서에서 여러 단계들의 엘리먼트들을 제시하지만, 제시된 특정 순서 또는 계층구조로 제한되는 것을 의미하지는 않는다.

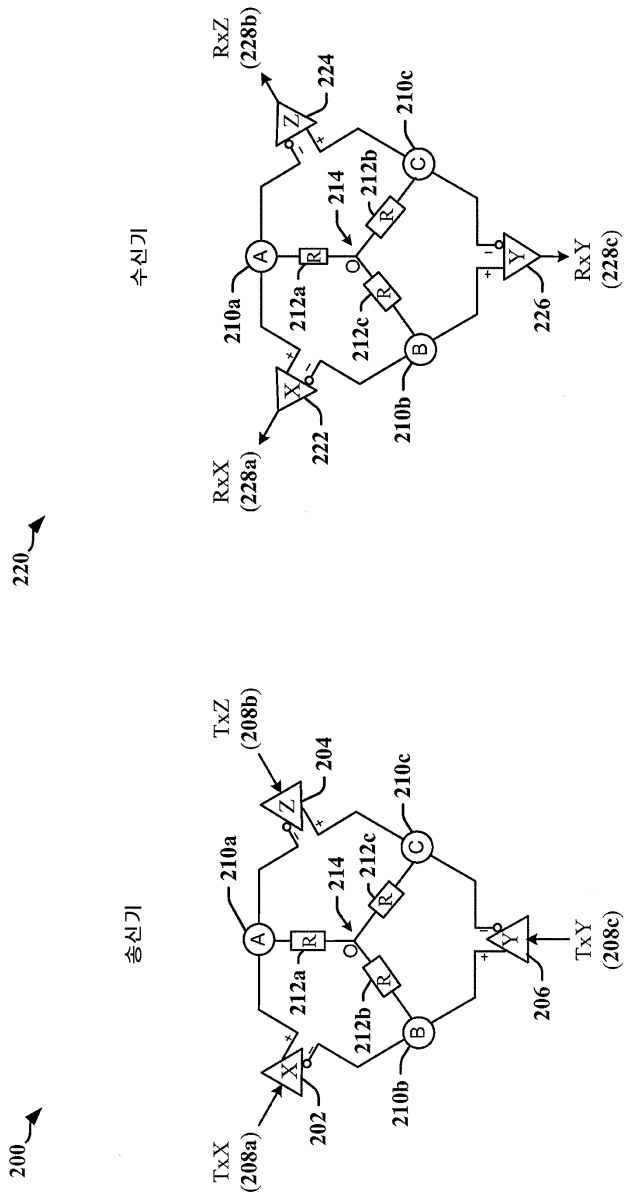
[0074] 이전의 설명은 본 기술분야의 통상의 기술자가 본 명세서에서 설명되는 다양한 양태들을 실시하는 것을 가능하게 하기 위해 제공된다. 이들 양태들에 대한 다양한 변형예들은 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 쉽사리 명확하게 될 것이고, 본원에서 정의된 일반 원리들은 다른 양태들에 적용될 수도 있다. 청구항들은 본원에서 보인 양태들로 제한되도록 의도되지는 않고, 청구항들의 언어와 일치하는 전체 범위에 주어질 것인데, 엘리먼트에 대한 단수형의 참조는 구체적으로 그렇게 언급되지 않는 한 "하나와 하나만"을 의미하도록 의도되지는 않았고 그보다는 "하나 이상의" 의미이다. 특별히 다르게 언급되지 않는 한, 용어 "일부"는 하나 이상을 말한다. 본 기술분야의 통상의 기술자들에게 알려져 있거나 나중에 알려지게 될 본 개시물 전체에 걸쳐 설명된 다양한 양태들의 엘리먼트들에 대한 모든 구조상 및 기능상 동등물들은 본원에서 참조로 명확히 통합되고 청구범위에 의해 포함되도록 의도된다. 더욱이, 본원에 개시되지 않은 것은 이러한 개시물이 청구항들에서 명시적으로 설명되었는지에 무관하게 공중에게는 헌정되는 것으로 의도되고 있다. 청구항 엘리먼트는 그 엘리먼트가 "하는 수단"이란 어구를 사용하여 명시적으로 언급되지 않는 한 수단 더하기 기능으로서 해석되는 것이다.

도면

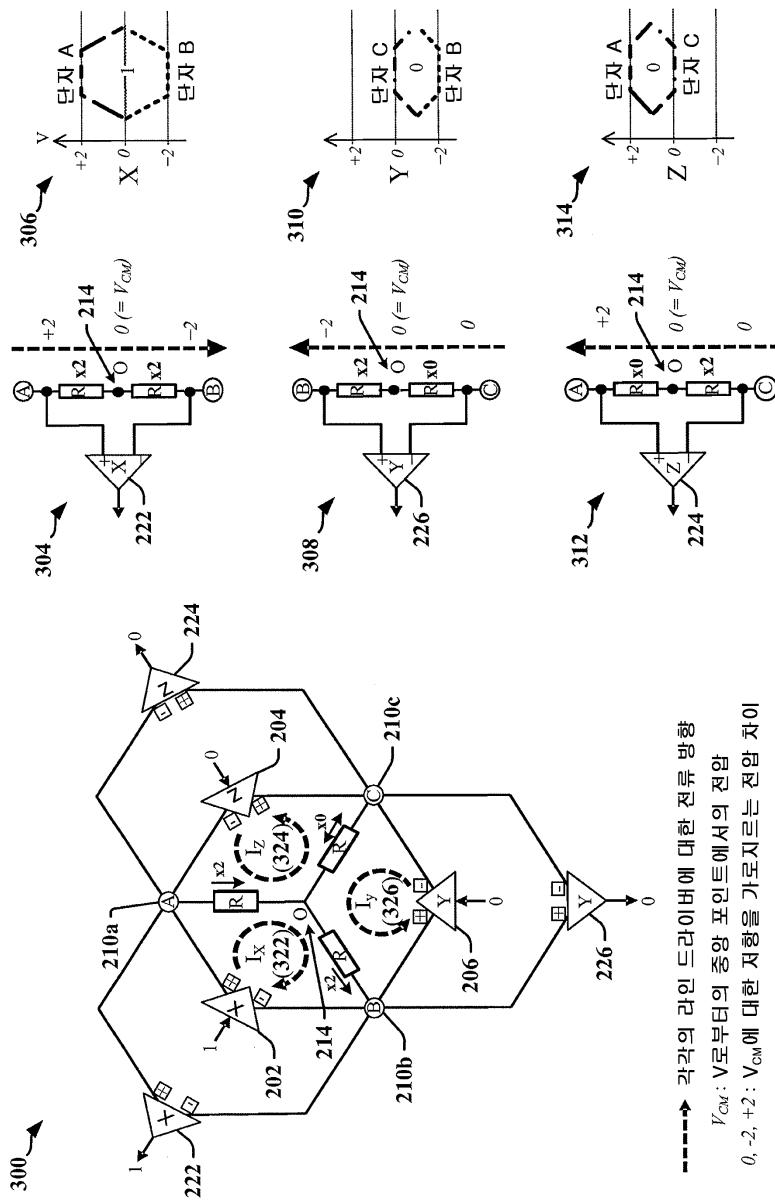
도면1



도면2

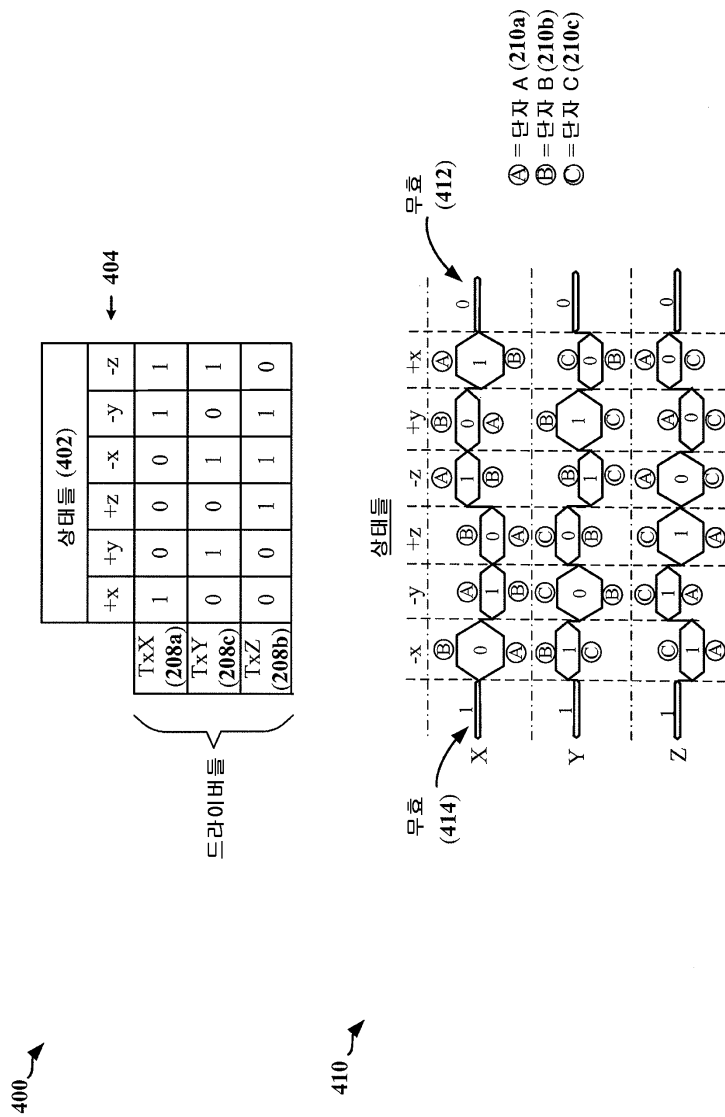


도면3

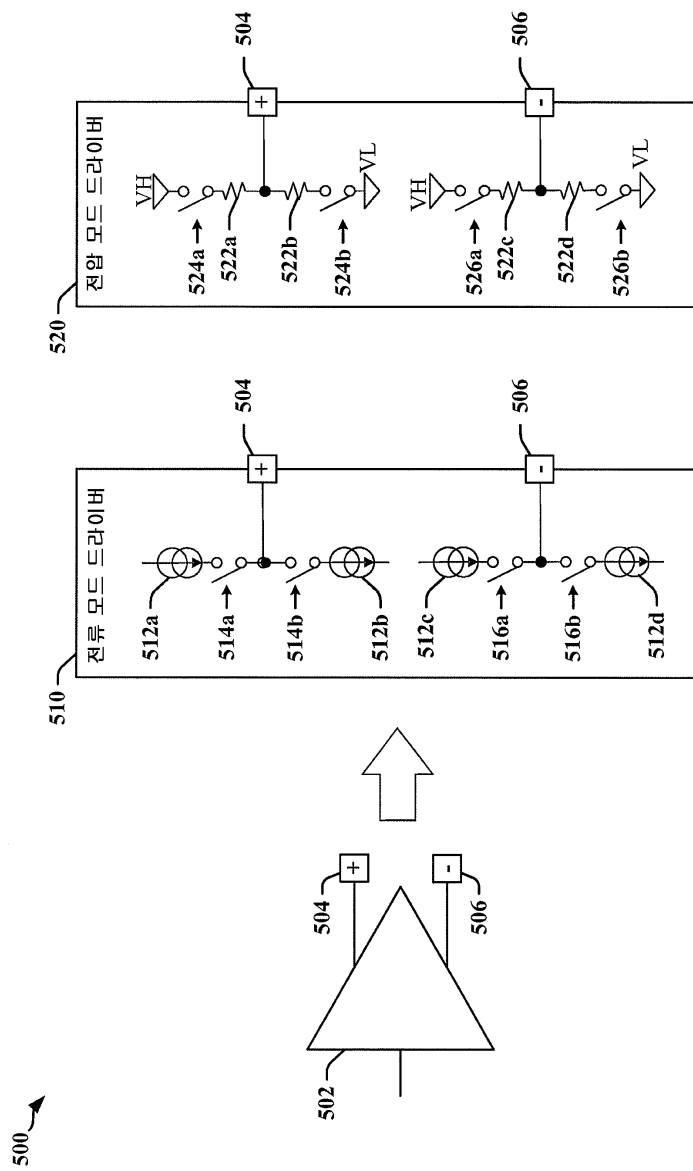


-----> 각각의 라인 드라이버에 대한 전류 방향
 V_{CM} : V로부터의 중앙 포인트에서의 전압
 0, -2, +2: V_{CM} 에 대한 저항을 가로지르는 전압 차이

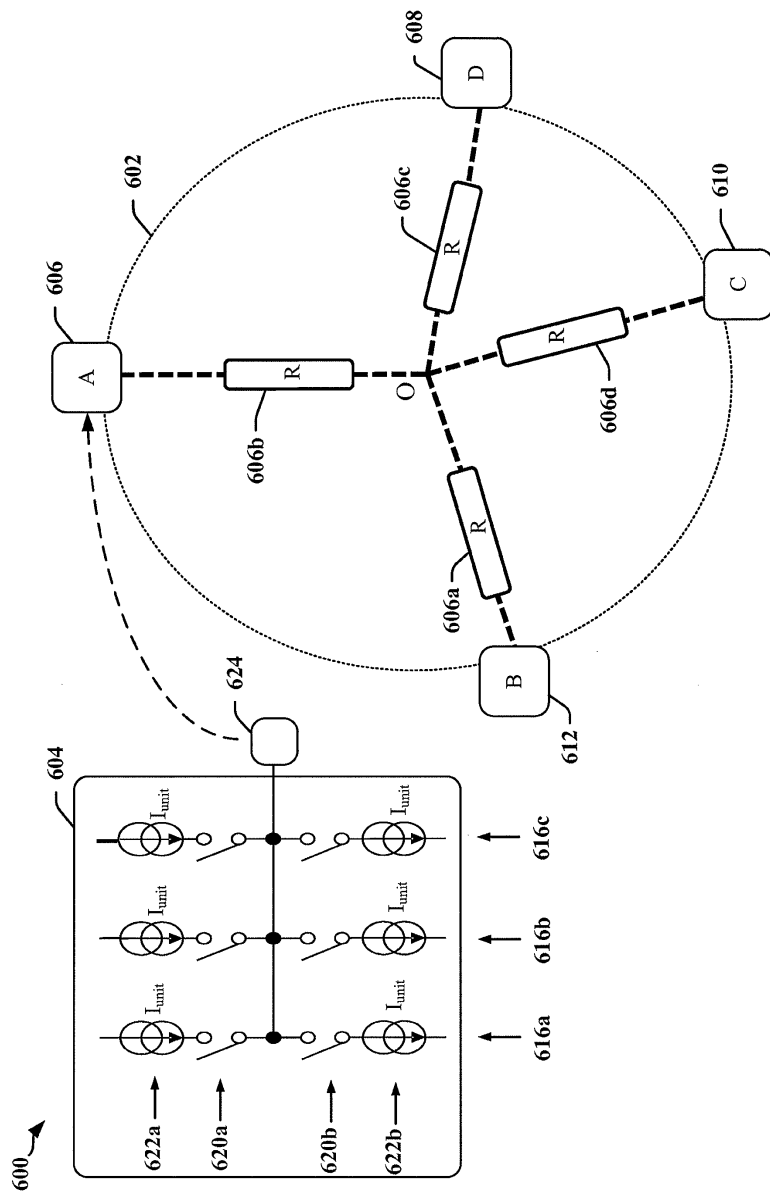
도면4



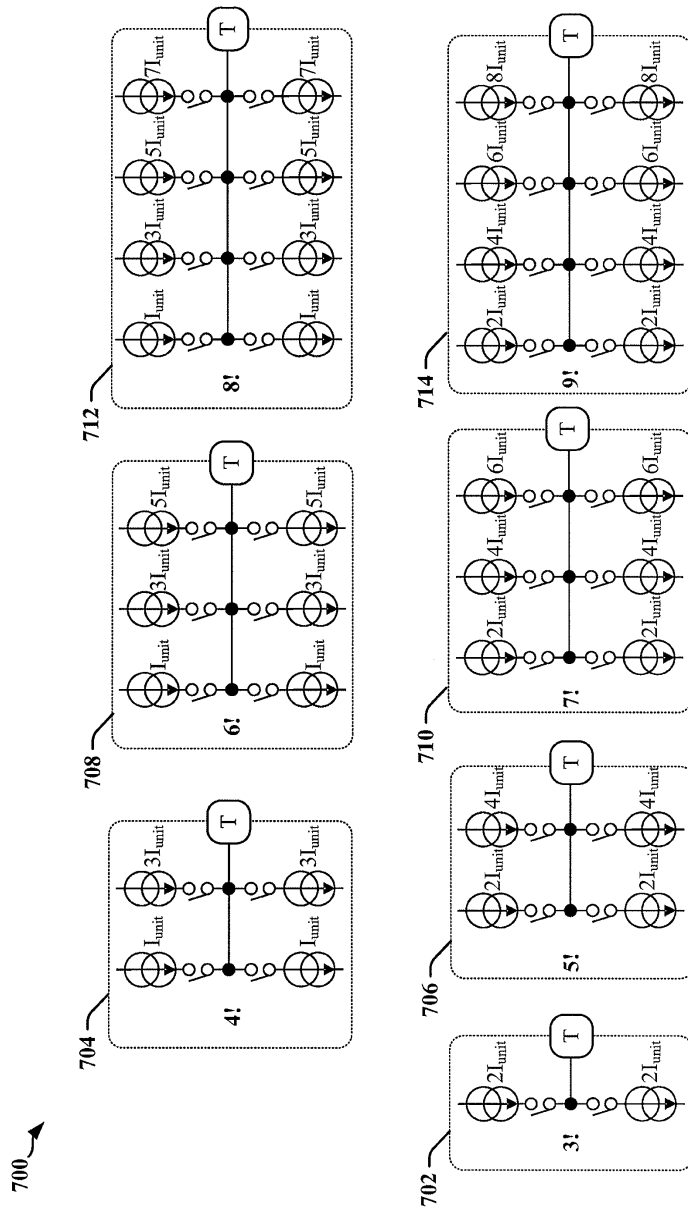
도면5



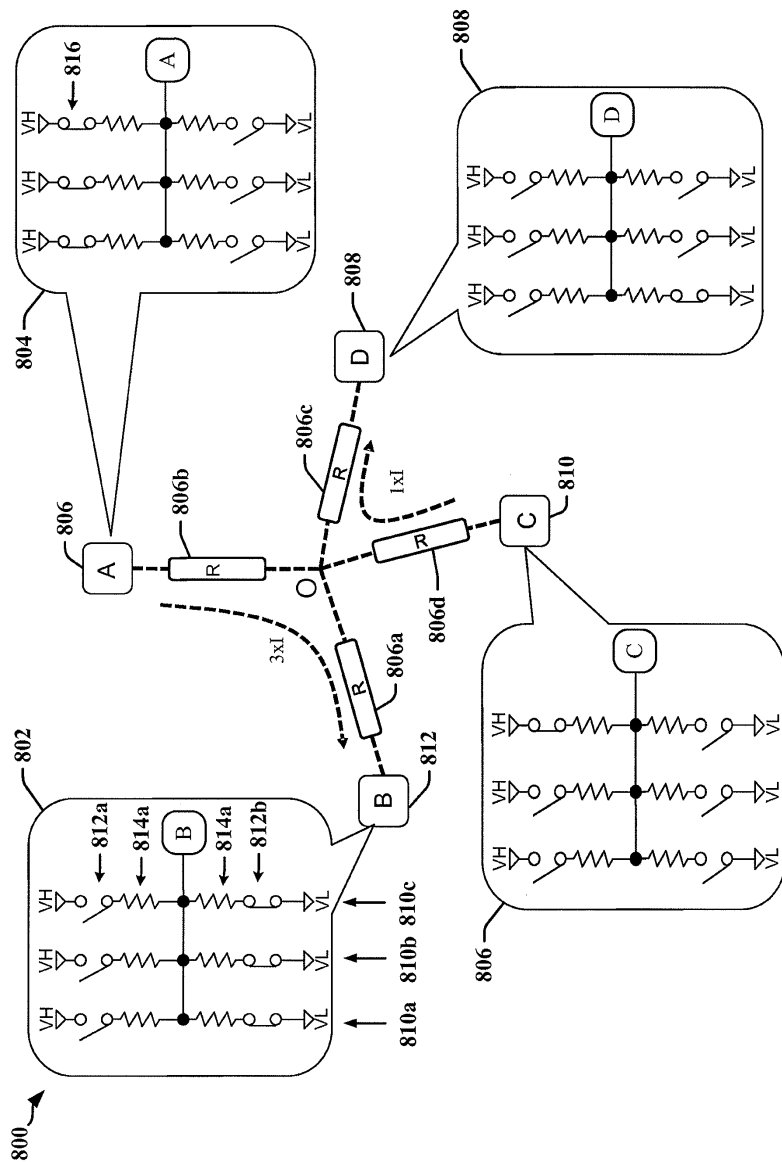
도면6



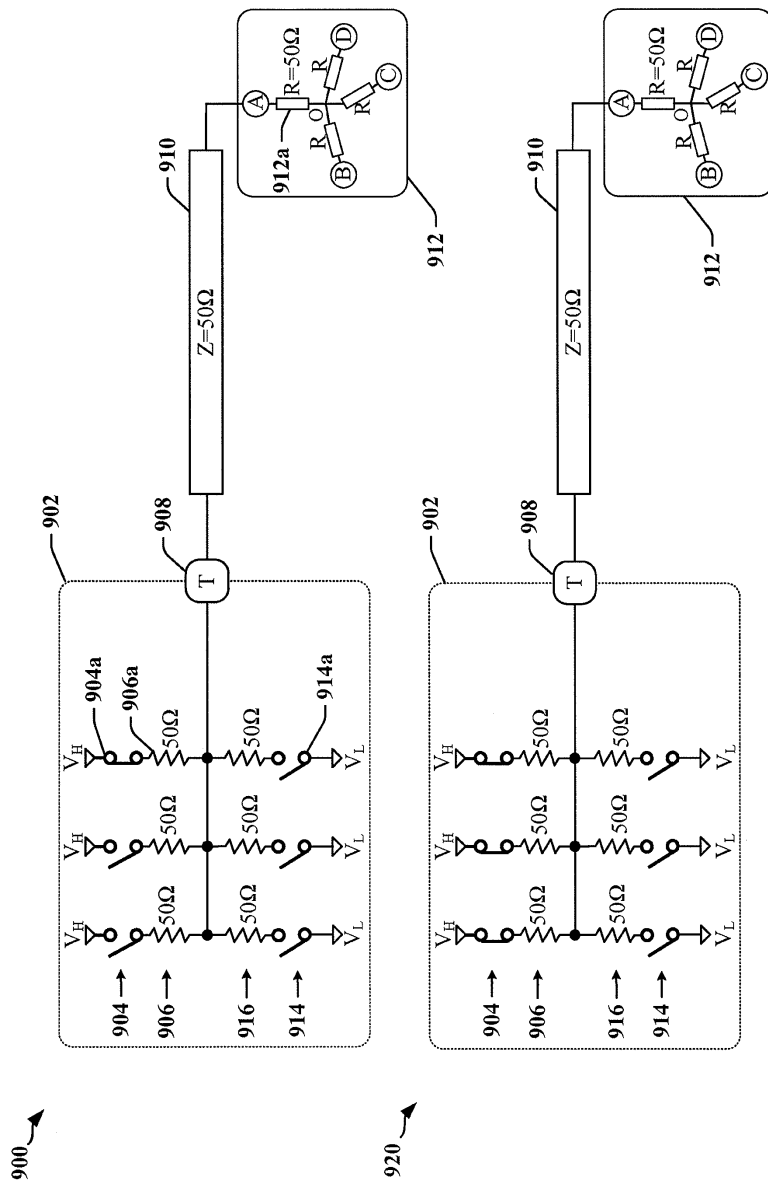
도면7



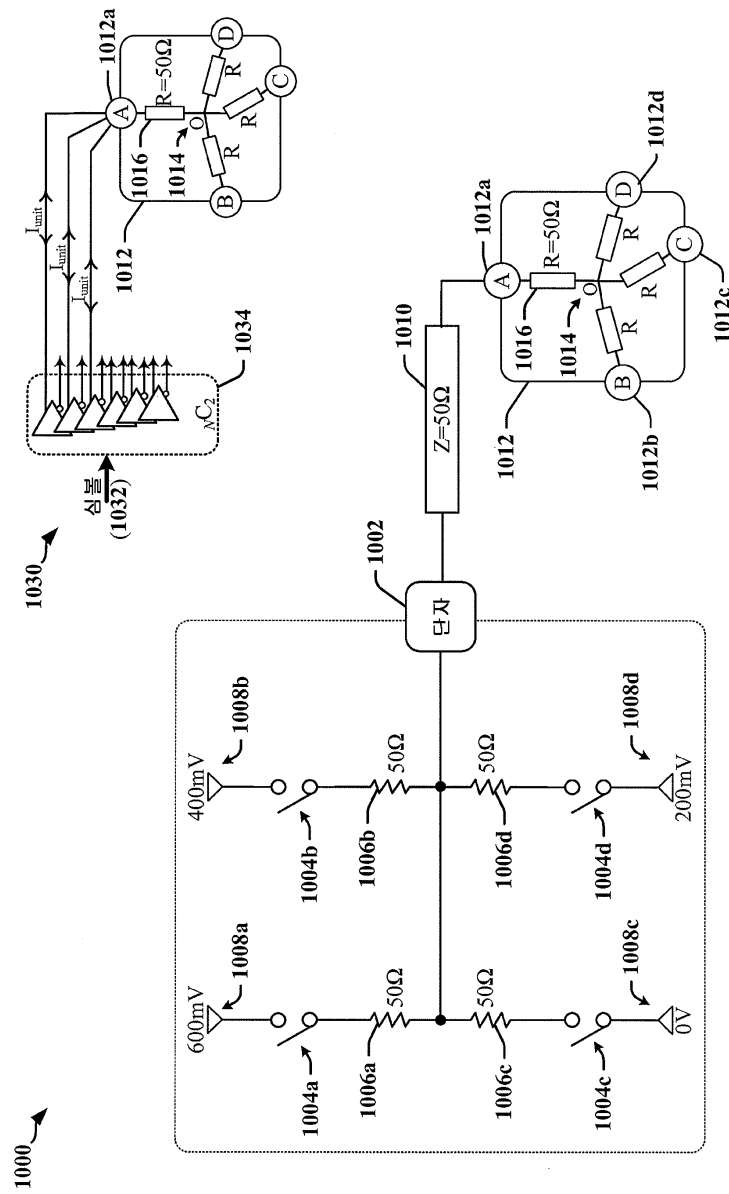
도면8



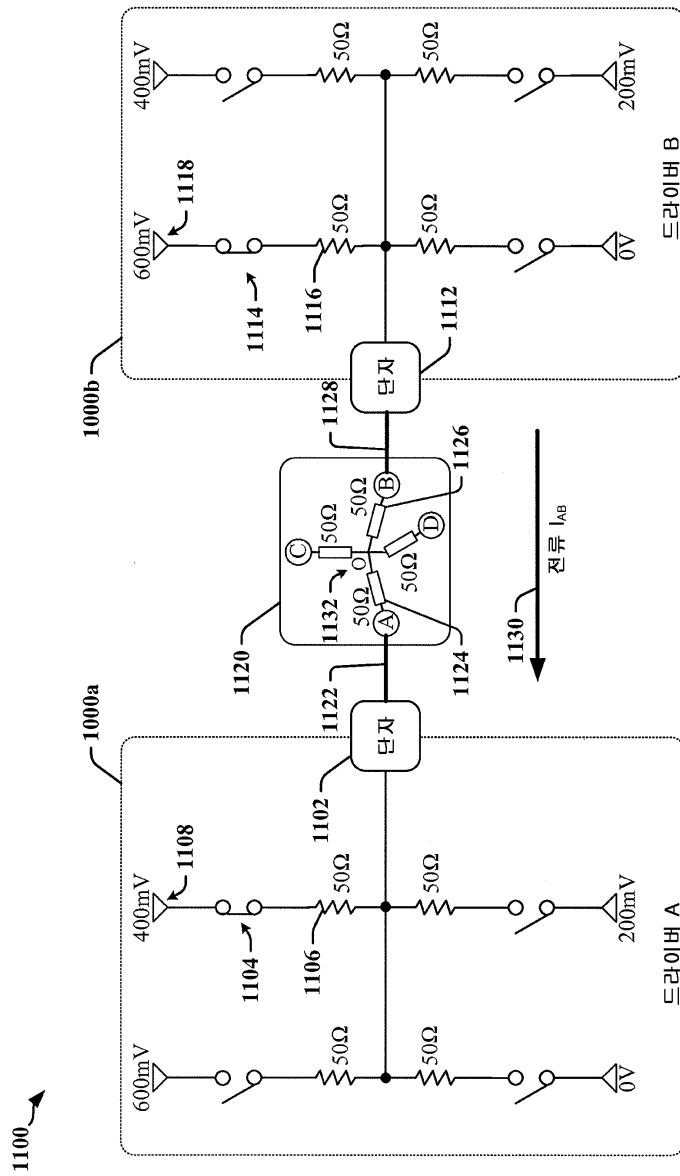
도면9



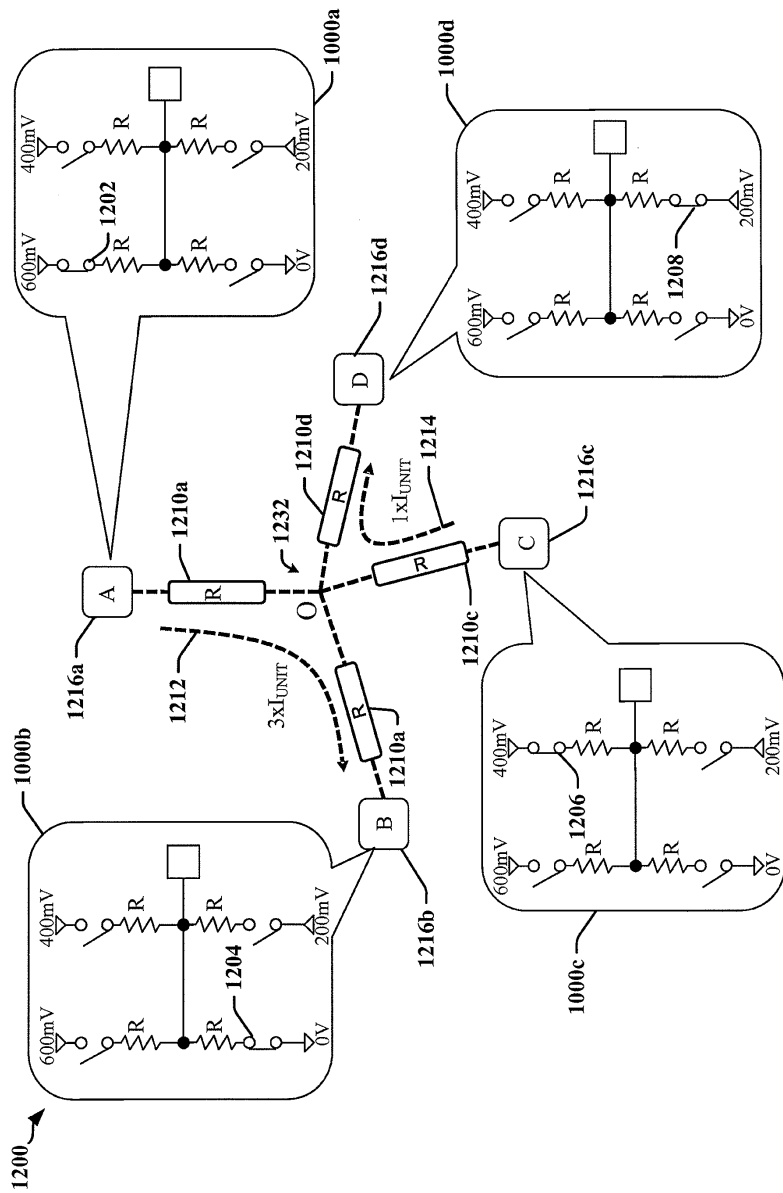
도면10



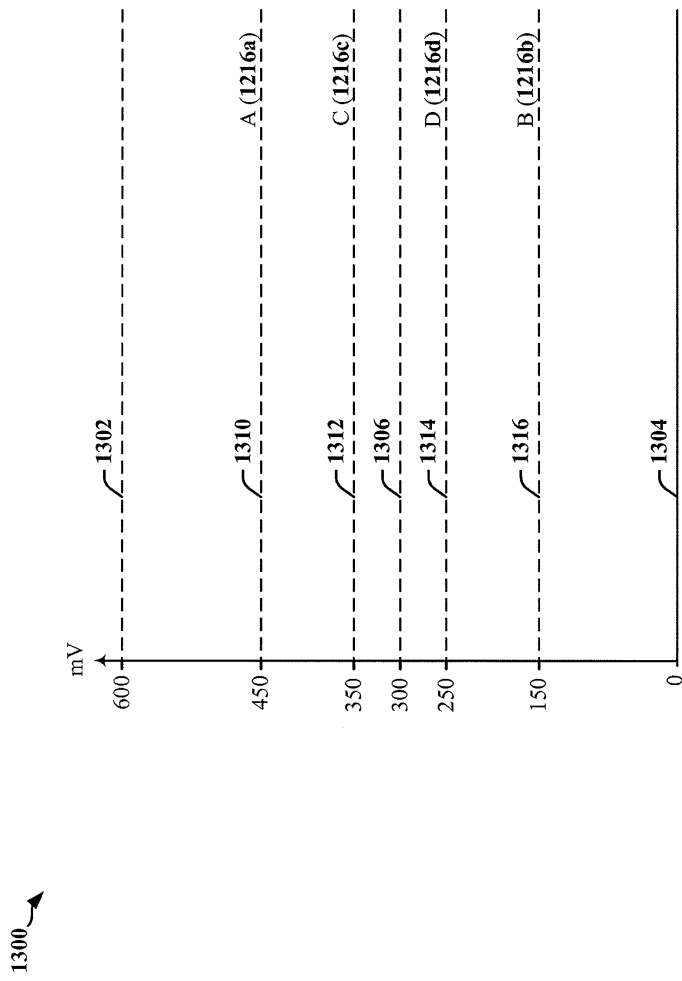
도면11



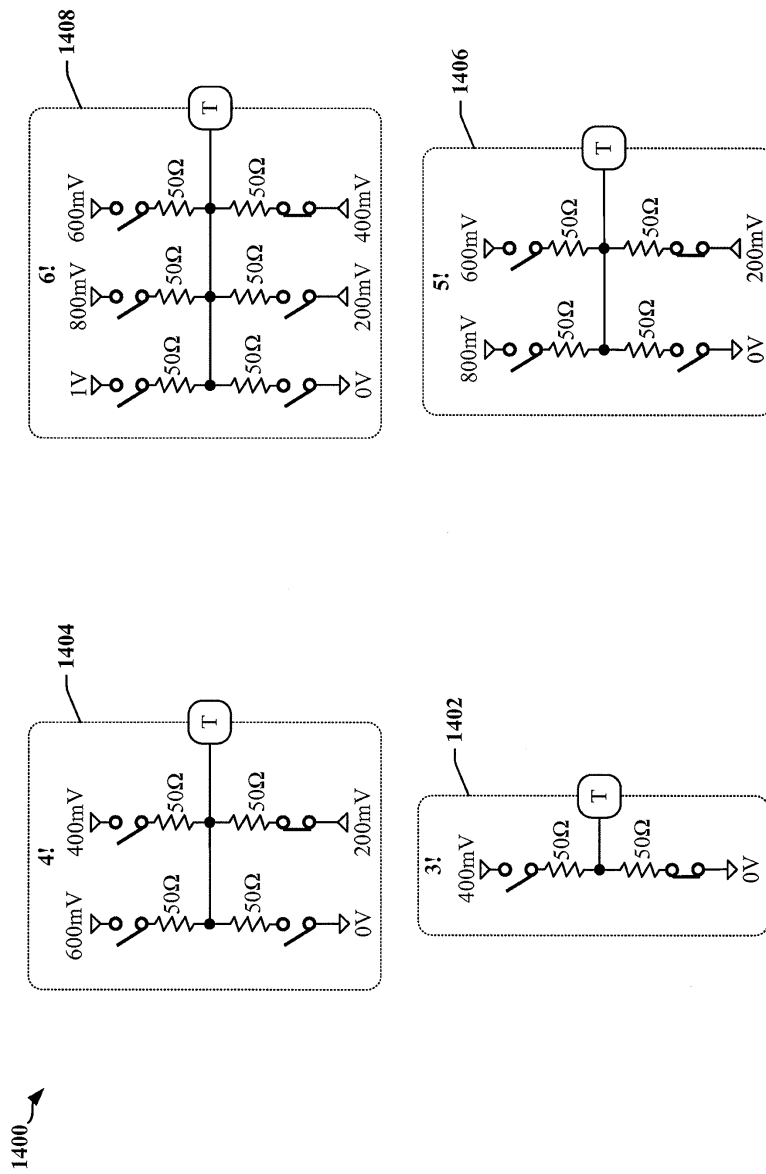
도면12



도면13

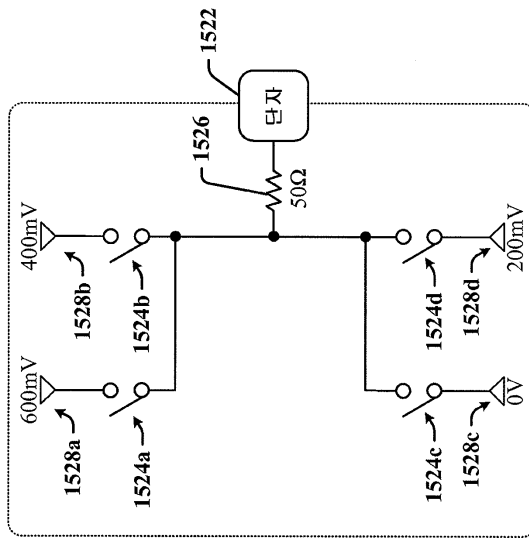


도면14

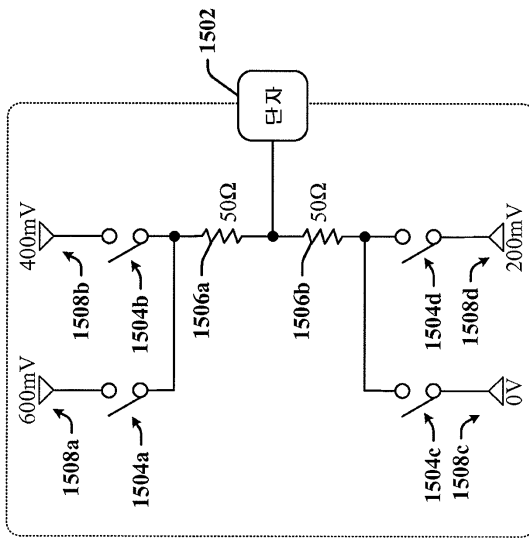


도면15

1520 ↗

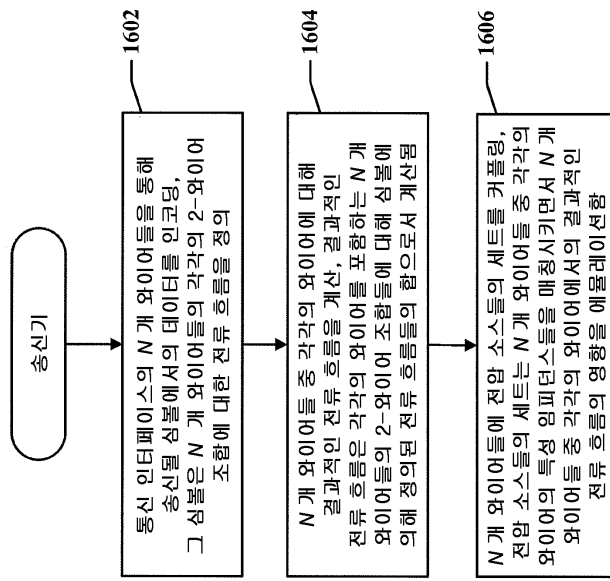


1500 ↗



도면16

1600 ↗



도면17

1700

