



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0062083
(43) 공개일자 2016년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 5/00 (2006.01) G09G 3/20 (2006.01)
H01L 27/22 (2006.01) H01L 43/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 5/0087 (2013.01)
G09G 3/2096 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7010738
(22) 출원일자(국제) 2014년09월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년04월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/057176
(87) 국제공개번호 WO 2015/048104
국제공개일자 2015년04월02일
(30) 우선권주장
14/036,526 2013년09월25일 미국(US)

(71) 출원인
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
우, 웬링
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
고빈다스와미, 센틸, 쿠마르
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인 남앤드남

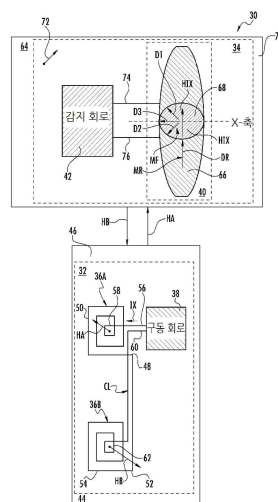
전체 청구항 수 : 총 70 항

(54) 발명의 명칭 수평방향 자기장들을 사용한 무접촉 데이터 통신 및 관련 시스템들 및 방법들

(57) 요약

본원에서 설명된 실시예들은 무접촉 데이터 통신에 관한 것이다. 무접촉 데이터 통신을 위한 관련 시스템들 및 방법들이 본원에서 개시된다. 예컨대, 기판, 기판상에 배치된 다이폴 코일들의 쌍, 및 다이폴 코일들의 쌍에 전기적으로 커플링된 구동 회로를 포함하는 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 제 2 기판상에 배치된 자기 터널 접합(MTJ) 수신기에 데이터를 송신하기 위하여, 구동 회로는 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하기 위하여 다이폴 코일들의 쌍을 구동시키도록 구성된다. 데이터는 자기장을 사용하여 자기장-기반 무접촉 송신기로부터 MTJ 수신기로 송신될 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 27/22 (2013.01)

H01L 43/08 (2013.01)

H04B 5/0031 (2013.01)

G09G 2370/16 (2013.01)

(72) 발명자

마다라, 래그후, 사가르

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

왕, 페이유안

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

유엔, 켈드릭, 호이 레웅

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

한스큐인, 데이비드, 조셉 윈스턴

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

수평방향(in-plane) 자기장-기반 무접촉 송신기로서,

기관;

상기 기관상에 배치되고 제 2 다이폴 코일과 페어링되는 제 1 다이폴 코일을 포함하는 다이폴 코일들의 쌍; 및
상기 다이폴 코일들의 쌍에 전기적으로 커플링되며, 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시켜서 제 2 기관상에 배치된 자기 터널 접합(MTJ: magnetic tunnel junction) 수신기에 대해 수평방향에서 자기장을 생성하도록 구성되는 구동 회로를 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 구동 회로는 논리 입력을 수신하도록 구성되며, 상기 구동 회로는 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 자기장이 상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 구동 회로는 논리 입력을 수신하도록 구성되며, 제 1 논리값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관 쪽으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 구동 회로는 제 2 논리값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관 쪽으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 구동 회로는 제 3 논리값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키지 않고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키지 않도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 기관상에 배치되며, 제 4 다이폴 코일과 페어링되는 제 3 다이폴 코일을 포함하는 다이폴 코일들의 제 2 쌍; 및

상기 다이폴 코일들의 제 2 쌍에 전기적으로 커플링되며, 상기 제 2 기관상에 배치된 제 2 자기 터널 접합(MTJ) 수신기에 대해 수평방향으로 제 2 자기장을 생성하기 위하여 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 3 자기장과 실질적으로 반대인 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는 제 2 구동 회로를 더 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 다이폴 코일들의 쌍 및 상기 다이폴 코일들의 제 2 쌍은 상기 제 2 기관상에 배치된 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 자기장이 상기 제 2 기관상에 배치된 상기 제 2 MTJ 수신기에 대해 수평방향

인 상기 제 2 자기장에 대해 실질적으로 직교하도록 배치되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 다이폴 코일들의 쌍 및 상기 다이폴 코일들의 제 2 쌍은 상기 기관상의 평면을 정의하기 위하여 배치되며, 상기 다이폴 코일들의 제 2 쌍은 상기 다이폴 코일들의 쌍에 대하여 실질적으로 직교하는 평면상에 배치되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 9

제 6항에 있어서, 상기 구동 회로는 제 1 논리 입력을 수신하도록 추가로 구성되며, 상기 구동 회로는 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 자기장이 상기 제 1 논리 입력의 논리 상태에 따라 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되며; 그리고

상기 제 2 구동 회로는 제 2 논리 입력을 수신하도록 추가로 구성되며, 상기 제 2 구동 회로는 상기 제 2 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 논리 입력의 논리 상태에 따라 지향되도록 상기 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 10

제 6항에 있어서, 상기 구동 회로는 제 1 논리 입력을 수신하도록 추가로 구성되며, 상기 구동 회로는 논리값을 가진 상기 제 1 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관 쪽으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되며; 그리고

상기 제 2 구동 회로는 제 2 논리 입력을 수신하도록 추가로 구성되며, 상기 제 2 구동 회로는 상기 논리값을 가진 상기 제 2 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 3 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로 지향되고 상기 제 4 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되도록 상기 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 구동 회로는 다른 논리값을 가진 상기 제 1 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관 쪽으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되며; 그리고

상기 제 2 구동 회로는 다른 논리값을 가진 상기 제 2 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 3 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로부터 멀어지는 방향으로 지향되고 상기 제 4 자기장이 상기 제 2 기관 쪽으로 지향되도록 상기 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 구동 회로는 또 다른 논리값을 가진 상기 제 1 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키지 않고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키지 않도록 추가로 구성되며; 그리고

상기 제 2 구동 회로는 또 다른 논리값을 가진 상기 제 2 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 상기 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키지 않고 상기 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키지 않도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 구동 회로는 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되고

상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 구동 회로는 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로부터 멀어지는 방향으로 지향되도록 상기 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 다이폴 코일들의 쌍은 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되는 결과로서 상기 자기장이 수평방향으로 그리고 제 1 방향으로 생성되도록 그리고 상기 제 1 자기장이 상기 제 2 기관으로부터 멀어지는 방향으로 지향되고 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 기관쪽으로 지향되는 결과로서 상기 자기장이 수평방향으로 그리고 제 2 방향으로 생성되도록 상기 기관상에 배치되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 16

제 15항에 있어서, 상기 제 1 방향은 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 축을 따르며, 상기 제 2 방향은 또한 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 축을 따르며, 상기 제 2 방향은 상기 축을 따라 상기 제 1 방향과 실질적으로 반대인, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 17

제 1항에 있어서, 상기 제 1 다이폴 코일은 상기 제 1 자기장이 제 1 중심축을 따라 지향되도록 상기 제 1 중심축에 대하여 감기며; 그리고 제 2 다이폴 코일은 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 중심축을 따라 지향되도록 상기 제 2 중심축에 대하여 감기는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 18

제 17항에 있어서, 상기 자기장은 다른 축을 따라 상기 제 2 기관상의 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 생성되며; 그리고

상기 다이폴 코일들의 쌍은 상기 제 1 중심축 및 상기 제 2 중심축이 상기 다른 축을 교차하도록 포지셔닝되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 19

제 17항에 있어서, 상기 자기장은 다른 축을 따라 상기 제 2 기관상의 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 생성되며; 그리고

상기 다이폴 코일들의 쌍은 상기 제 1 중심축 및 상기 제 2 중심축이 상기 다른 축에 대해 실질적으로 직교하도록 포지셔닝되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 20

제 1항에 있어서, 상기 다이폴 코일의 쌍은 상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장이 최대치들을 가진 자기장 선(magnetic field line)을 생성하도록 배치되며, 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 상기 자기장은 상기 제 2 기관상에 배치되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 21

제 1항에 있어서, 상기 자기장-기반 무접촉 송신기는 집적회로(IC) 패키지에 제공되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 22

제 1항에 있어서, 상기 자기장-기반 무접촉 송신기는 셋톱 박스, 엔터테인먼트 유닛, 내비게이션 디바이스, 통신 디바이스, 고정 로케이션 데이터 유닛, 모바일 로케이션 데이터 유닛, 모바일 폰, 셀룰라 폰, 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 개인휴대단말(PDA), 모니터, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 튜너, 라디오, 위성 라디오, 뮤직 플레이어, 디지털 뮤직 플레이어, 휴대용 뮤직 플레이어, 디지털 비디오 플레이어, 비디오 플레이어, 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어, 및 휴대용 디지털 비디오 플레이어로 구성된 그룹으로부터 선택된 디바이스에 통합되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 23

제 1항에 있어서, 상기 자기장-기반 무접촉 송신기는 집적회로(IC)로 집적되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 24

수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기로서,

제 1 자기장 및 제 2 자기장을 생성하기 위한 수단;

기관상에 배치된 자기 터널 접합(MTJ) 수신기에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하기 위하여 상기 제 1 자기장이 상기 제 1 자기장과 실질적으로 반대이도록 상기 제 1 자기장 및 상기 제 2 자기장을 구동시키기 위한 수단을 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 25

데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법으로서,

기관상에 배치되며 제 2 다이폴 코일과 페어링되는 제 1 다이폴 코일을 포함하는 다이폴 코일들의 쌍을 제공하는 단계; 및

제 2 기관상에 배치된 자기 터널 접합(MTJ) 수신기에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하기 위하여 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키는 단계를 포함하는, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 26

제 25항에 있어서, 논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하는 단계를 더 포함하며, 제 1 자기장으로 상기 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키는 상기 단계는 상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 상기 자기장을 지향시키는 단계를 더 포함하는, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 27

제 25항에 있어서, 상기 기관상에 배치되고, 제 4 다이폴 코일과 페어링되는 제 3 다이폴 코일을 포함하는 다이폴 코일들의 제 2 쌍을 제공하는 단계; 및

다른 기관상에 배치된 다른 자기 터널 접합(MTJ) 수신기에 대해 수평방향으로 제 2 자기장을 생성하기 위하여 제 3 자기장으로 상기 제 3 다이폴 코일을 구동시키고 상기 제 3 자기장과 실질적으로 반대인 제 4 자기장으로 상기 제 4 다이폴 코일을 구동시키는 단계를 더 포함하는, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 28

제 27항에 있어서, 상기 다이폴 코일들의 쌍 및 상기 다이폴 코일들의 제 2 쌍은 상기 제 2 기관상에 배치된 상기 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 상기 자기장이 상기 제 2 기관상에 배치된 상기 제 2 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 상기 제 2 자기장에 대해 실질적으로 직교이도록 배치되는, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 29

수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기로서,

기관;

제 1 다이폴 코일;

제 2 다이폴 코일 — 상기 제 1 다이폴 코일 및 상기 제 2 다이폴 코일은 대척(antipodal) 자기 다이폴들의 쌍을 발생시키기 위하여 서로에 대해 배치됨 —; 및

상기 제 1 다이폴 코일 및 상기 제 2 다이폴 코일과 동작가능하게 연관된 구동 회로를 포함하며;

상기 구동 회로는,

논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하며;

대척 자기 다이폴들의 쌍을 발생시키기 위하여 상기 제 1 다이폴 코일 및 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키며; 그리고

상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성을 세팅하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 30

제 29항에 있어서, 상기 구동 회로는,

제 1 논리 값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로, 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴이 상기 제 1 다이폴 코일을 가진 상기 기관 밖을 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하고 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴이 상기 제 2 다이폴 코일을 가진 상기 기관 내로 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하며, 그리고

제 2 논리 값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로, 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴이 상기 제 2 다이폴 코일을 가진 상기 기관 밖을 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하고 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴이 상기 제 1 다이폴 코일을 가진 상기 기관(44) 내로 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하게 구성됨으로써,

상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 31

제 30항에 있어서, 상기 구동 회로는 제 3 논리값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 상기 제 1 다이폴 코일 및 상기 제 2 다이폴 코일을 구동시키지 않도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 32

수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기로서,

기관;

상기 기관에 대해 수평방향으로 배치되고 저항을 가진 자기 터널 접합(MTJ) — 상기 MTJ는 상기 기준층의 제 1 자화가 상기 제 1 용이 축(easy axis)을 따라 지향되도록 상기 기관에 대해 수평방향으로 제 1 용이축을 정의하는 기준층, 및 상기 제 1 용이 축에 대하여 실질적으로 직교한 그리고 상기 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이축을 정의하는 자유층을 포함하며, 상기 자유층은 상기 자유층의 제 2 자화가 제 1 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 구성됨 —; 및

상기 MTJ의 저항을 감지하도록 구성된 감지 회로를 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 33

제 32항에 있어서, 상기 감지 회로는 상기 저항에 따라 세팅된 논리 상태를 가진 논리 출력을 생성함으로써 상기 MTJ의 저항을 감지하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 34

제 33항에 있어서, 상기 감지 회로는 상기 저항이 상기 제 1 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 논리 상태가 제 1 논리 값을 갖도록 그리고 상기 저항이 상기 제 2 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 논리 상태가 제 2 논리값을 갖도록 상기 논리 출력을 생성하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 35

제 34항에 있어서, 상기 자유층은 상기 제 2 자화가 제 3 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 실질적으로 상기 제 2 용이 축을 따라 제 3 방향으로 지향되게 스위칭가능하도록 추가로 구성되며; 그리고

상기 감지 회로는 상기 저항이 상기 제 3 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 논리 상태가 제 3 논리값을 갖도록 상기 논리 출력을 생성함으로써 상기 MTJ의 저항을 감지하도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 36

제 32항에 있어서,

상기 기판에 대해 수평방향으로 배치되고 제 2 저항을 갖는 제 2 자기 터널 접합(MTJ) — 상기 제 2 MTJ는 상기 제 2 기준층의 제 3 자화가 상기 제 3 용이 축을 따라 지향되도록 상기 기판에 대해 수평방향으로 제 3 용이축을 정의하는 제 2 기준층, 및 상기 제 3 용이 축에 대하여 실질적으로 직교한 그리고 상기 기판에 대해 수평방향인 제 4 용이 축을 정의하는 제 2 자유층을 포함하며, 상기 제 2 자유층은 상기 제 2 자유층의 제 4 자화가 제 1 저항 상태로 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 제공하기 위하여 상기 제 4 용이 축 주위에서 제 3 방향으로 지향되는 것과 상기 제 2 저항 상태로 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 제공하기 위하여 상기 제 4 용이축 주위에서 제 4 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 구성됨 —; 및

상기 제 2 MTJ의 저항을 감지하도록 구성된 제 2 감지 회로를 더 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 37

제 36항에 있어서, 상기 제 4 용이 축은 상기 제 2 용이 축에 대하여 실질적으로 직교하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 38

제 36항에 있어서, 상기 감지 회로는 상기 저항에 따라 세팅되는 논리 상태를 가진 제 1 논리 출력을 생성함으로써 상기 MTJ의 저항을 감지하도록 구성되며; 그리고

상기 제 2 감지 회로는 상기 제 2 저항에 따라 세팅되는 논리 상태를 가진 제 2 논리 출력을 생성함으로써 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 감지하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 39

제 38항에 있어서, 상기 감지 회로는 상기 저항이 상기 제 1 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 1 논리 출력의 논리 상태가 논리 값을 갖도록 그리고 상기 저항이 상기 제 2 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 1 논리 출력의 논리 상태가 다른 논리 값을 갖도록 상기 제 1 논리 출력을 생성하도록 구성되며; 그리고

상기 제 2 감지 회로는 상기 제 2 저항이 상기 제 1 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 2 논리 출력의 논리 상태가 논리 값을 갖도록 그리고 상기 제 2 저항이 상기 제 2 논리 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 2 논리 출력의 논리 상태가 다른 논리 값을 갖도록 상기 제 2 논리 출력을 생성하도록 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 40

제 39항에 있어서, 상기 자유 층은 상기 제 2 자화가 제 3 저항상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 실질적으로 상기 제 2 용이 축을 따라 제 5 방향으로 지향되게 스위칭가능하도록 추가로 구성되며;

상기 제 2 자유 층은 상기 제 4 자화가 상기 제 3 저항상태로 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 제공하기 위하여 실질적으로 상기 제 4 용이 축을 따라 제 6 방향으로 지향되게 스위칭가능하도록 추가로 구성되며;

상기 감지 회로는 상기 저항이 상기 제 3 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 1 논리 출력의 논리 상태가 또 다른 논리 값을 갖도록 상기 제 1 논리 출력을 생성함으로써 상기 MTJ의 저항을 감지하도록 추가로 구성되며; 그리고

상기 제 2 감지 회로는 상기 제 2 저항이 상기 제 3 저항 상태에 있는 것에 대한 응답으로 상기 제 2 논리 출력의 논리 상태가 또 다른 논리 값을 갖도록 상기 제 2 논리 출력을 생성함으로써 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 감지하도록 추가로 구성되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 41

제 32항에 있어서, 상기 자기장-기반 무접촉 수신기는 집적회로(IC) 패키지로 제공되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 42

제 32항에 있어서, 상기 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 셋톱 박스, 엔터테인먼트 유닛, 내비게이션 디바이스, 통신 디바이스, 고정 로케이션 데이터 유닛, 모바일 로케이션 데이터 유닛, 모바일 폰, 셀룰라 폰, 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 개인휴대단말(PDA), 모니터, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 튜너, 라디오, 위성 라디오, 뮤직 플레이어, 디지털 뮤직 플레이어, 휴대용 뮤직 플레이어, 디지털 비디오 플레이어, 비디오 플레이어, 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어, 및 휴대용 디지털 비디오 플레이어로 구성된 그룹으로부터 선택된 디바이스에 통합되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 43

제 32항에 있어서, 상기 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 집적회로(IC)로 집적되는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기.

청구항 44

수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기로서,

제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기판에 대하여 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의하기 위한 수단;

제 2 자화가 제 1 저항 상태로 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축을 따라 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 저항 상태로 상기 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축을 따라 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 상기 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 상기 기판에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의하기 위한 수단; 및

상기 저항을 감지하기 위한 수단을 포함하는, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기.

청구항 45

데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법으로서,

기판에 대해 수평방향으로 배치되고 저항을 가진 자기 터널 접합(MTJ)들을 제공하는 단계 - 상기 MTJ는 기준층의 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 상기 기판에 대해 수평방향으로 상기 제 1 용이 축을 정의하는 기준층, 및 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 상기 기판에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의하는 자유층을 포함함 -;

상기 제 2 자화가 제 1 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되도록 상기 자유층의 제 2 자화를 지향시키는 단계;

상기 제 2 자화가 제 2 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되도록 상기 제 2 자화를 지향시키는 단계; 및

상기 MTJ의 저항을 감지하는 단계를 포함하는, 데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 46

제 45항에 있어서, 상기 MTJ의 저항을 감지하는 상기 단계는 상기 저항에 따라 세팅된 논리 상태를 가진 논리 출력을 생성하는 단계를 포함하는, 데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 47

제 45항에 있어서, 상기 기관에 대해 수평방향으로 배치되고 제 2 저항을 가진 제 2 자기 터널 접합(MTJ)을 제공하는 단계 - 상기 제 2 MTJ는 상기 제 2 기준층의 제 3 자화가 제 3 용이 축을 따라 지향되도록 상기 기관에 대해 수평방향으로 상기 제 3 용이 축을 정의하는 제 2 기준층 및 상기 제 3 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 상기 기관에 대해 수평방향인 제 4 용이축을 정의하는 제 2 자유층을 포함하며, 상기 제 2 자유층은 상기 제 2 자유층의 제 4 자화가 상기 제 1 저항 상태로 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 제공하기 위하여 제 4 용이 축 주위에서 제 3 방향으로 지향되는 것과 상기 제 2 저항 상태로 상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 제공하기 위하여 상기 제 4 용이 축 주위에서 제 4 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 구성됨 -; 및

상기 제 2 MTJ의 제 2 저항을 감지하는 단계를 더 포함하는, 데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법.

청구항 48

무접촉 통신 디바이스로서,

자기 터널 접합(MTJ);

대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 구성된 코일들의 쌍 - 상기 코일들의 쌍은 대척 자기 다이폴들의 쌍이 상기 MTJ에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 상기 MTJ에 대해 배치됨 -; 및

구동 회로를 포함하며;

상기 구동 회로는,

상기 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 상기 코일들의 쌍을 구동시키며; 그리고

상기 MTJ 내에서 수평방향으로 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 49

제 48항에 있어서, 상기 구동 회로는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭함으로써 상기 MTJ에 대해 수평방향으로 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 50

제 49항에 있어서, 상기 구동 회로는,

논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하고; 그리고

상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 추가로 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 51

제 50항에 있어서, 상기 구동 회로는,

제 1 논리 값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로, 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴이 제 1 다이폴 코일을 가진 상기 기관 밖을 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하고 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴이 제 2 다이폴 코일을 가진 상기 기관(44) 내로 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하며, 그리고

제 2 논리 값을 가진 논리 입력의 논리 상태에 대한 응답으로, 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴이 상기 제 2 다이폴 코일을 가진 상기 기관 밖을 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하고 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴이 상기 제 1 다이폴 코일을

가진 상기 기관 내로 향하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공함으로써, 상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 52

제 48항에 있어서, 제 2 기관을 더 포함하며, 상기 MTJ는 상기 제 2 기관과 수평방향으로 배치되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 53

제 48항에 있어서, 상기 MTJ는,

기준 층; 및

자유 층을 포함하며;

상기 MTJ는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍이 상기 자유층에 대해 수평방향으로 상기 자기장을 생성하도록 배치되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 54

제 53항에 있어서, 상기 구동 회로는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭함으로써 상기 자유층에 대해 수평방향으로 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 55

제 54항에 있어서, 상기 구동 회로는,

논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하며;

상기 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 상기 다이폴 코일들의 쌍을 구동시키며; 그리고

상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 56

제 53항에 있어서, 상기 자유층은 상기 구동회로가 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하는 것에 대한 응답으로 상기 자유층의 제 2 자화가 스위칭가능하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 57

제 53항에 있어서, 제 2 기관을 더 포함하며;

상기 MTJ는 상기 기관에 대해 수평방향으로 배치되며;

상기 기준층은 상기 제 2 기관에 대해 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의하며; 그리고

상기 자유층은 상기 제 1 용이 축에 실질적으로 직교한 그리고 상기 제 2 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의하며, 상기 자기장은 상기 제 2 용이 축을 따라 생성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 58

제 53항에 있어서, 제 2 기관을 더 포함하며;

상기 MTJ는 상기 제 2 기관에 대해 수평방향으로 배치되며;

상기 기준층은 상기 제 2 기관에 대해 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의하며 제 2 자화가 상기 제 1 용이 축을 따라 고정되게 하며; 그리고

상기 자유 층은 상기 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 상기 제 2 기관에 대해 수평방향인 제 2

용이 축을 정의하며, 상기 자유층은 제 3 자화를 가지며, 상기 자유층은, 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하는 것에 대한 응답으로, 상기 자유층이 제 1 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 저항 상태로 상기 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 상기 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 59

제 48항에 있어서, 상기 구동 회로는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭함으로써 상기 자유층에 대해 수평방향으로 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 60

제 48항에 있어서, 상기 MTJ의 저항을 감지하도록 구성된 감지 회로를 더 포함하는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 61

제 48항에 있어서, 제 2 자기 터널 접합(MTJ);

대척 자기 다이폴들의 제 2 쌍을 생성하도록 구성된 코일들의 제 2 쌍 - 상기 코일들의 제 2 쌍은 상기 대척 자기 다이폴들의 제 2 쌍이 상기 제 2 MTJ에 대해 수평방향으로 제 2 자기장을 생성하도록 상기 제 2 MTJ에 대해 배치됨 -; 및

제 2 구동 회로를 더 포함하며;

상기 제 2 구동 회로는,

상기 대척 자기 다이폴들의 제 2 쌍을 생성하도록 상기 코일들의 제 2 쌍을 구동시키며; 그리고

상기 제 2 MTJ에 대해 수평방향으로 상기 제 2 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 구성되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 62

제 61항에 있어서, 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍에 의해 생성된 자기장은 상기 대척 자기 다이폴들의 제 2 쌍에 의해 생성된 상기 제 2 자기장에 대해 실질적으로 직교하는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 63

제 61항에 있어서, 제 2 기판을 더 포함하며;

상기 MTJ 및 상기 제 2 MTJ는 상기 제 2 기판에 대해 수평방향으로 배치되며;

상기 MTJ는,

기준 층; 및

상기 제 2 기판에 대해 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의하는 자유층을 포함하며, 상기 MTJ는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍에 의해 생성되는 상기 자기장이 상기 제 1 자유층에 대해 수평방향으로 생성되도록 배치되며; 그리고

상기 제 2 MTJ는,

제 2 기준층; 및

상기 제 1 자유층의 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하는 제 2 용이축을 상기 제 2 기판에 대해 수평방향으로 정의하는 제 2 자유층을 포함하며, 상기 제 2 MTJ는 상기 대척 자기 다이폴들의 제 2 쌍에 의해 생성된 상기 제 2 자기장이 상기 제 2 자유층에 대해 수평방향으로 생성되도록 배치되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 64

제 48항에 있어서, 상기 무접촉 통신 디바이스는 집적 회로(IC) 패키지로 제공되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 65

제 48항에 있어서, 상기 무접촉 통신 디바이스는 셋톱 박스, 엔터테인먼트 유닛, 내비게이션 디바이스, 통신 디바이스, 고정 로케이션 데이터 유닛, 모바일 로케이션 데이터 유닛, 모바일 폰, 셀룰라 폰, 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 개인휴대단말(PDA), 모니터, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 튜너, 라디오, 위성 라디오, 뮤직 플레이어, 디지털 뮤직 플레이어, 휴대용 뮤직 플레이어, 디지털 비디오 플레이어, 비디오 플레이어, 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어, 및 휴대용 디지털 비디오 플레이어로 구성된 그룹으로부터 선택된 디바이스에 통합되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 66

제 48항에 있어서, 상기 무접촉 통신 디바이스는 집적회로(IC)로 집적되는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 67

무접촉 통신 디바이스로서,

대척 자기 다이폴들의 쌍이 자기 터널 접합(MTJ)에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위한 수단; 및

상기 자기장의 자기장 방향을 조절하는 단계를 포함하는, 무접촉 통신 디바이스.

청구항 68

무접촉 데이터 통신의 방법으로서,

기관에 대해 수평방향으로 배치된 자기 터널 접합(MTJ)을 제공하는 단계;

대척 자기 다이폴들의 쌍이 상기 MTJ에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하는 단계; 및

상기 자기장의 자기장 방향을 조절하는 단계를 포함하는, 무접촉 데이터 통신의 방법.

청구항 69

제 68항에 있어서, 상기 자기장의 자기장 방향을 조절하는 상기 단계는 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭하는 단계를 포함하는, 무접촉 데이터 통신의 방법.

청구항 70

제 69항에 있어서, 논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하는 단계; 및

상기 논리 입력의 논리 상태에 따라 상기 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하는 단계를 더 포함하는, 무접촉 데이터 통신의 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 "CONTACTLESS DATA COMMUNICATION USING IN-PLANE MAGNETIC FIELDS, AND RELATED SYSTEMS AND METHODS"란 명칭으로 2013년 9월 25일에 출원된 미국 특허 출원 일련번호 제14/036,526호에 대한 우선권을 주장하며, 이 출원은 그 전체가 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0002] 개시내용의 기술은 일반적으로 무접촉 데이터 통신을 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 특히 모바일 폰들 및 태블릿들과 같은 휴대용 전자 디바이스들은 내부 회로들 간의 데이터 통신들을 필요로 한다. 예컨대, 휴대용 전자 디바이스는 휴대용 전자 디바이스내의 애플리케이션 프로세서와 디스플레이 사이에서 데이터를 전송하기 위한 데이터 통신 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 이들 데이터 통신 컴포넌트들이 애플리케이션 프로세서와 디스플레이사이에서 원하는 전력 소비 레벨들에서 높은 데이터 전송율을 제공하는 것

이 바람직할 수 있다. 게다가, 이들 데이터 통신 컴포넌트들이 휴대용 전자 디바이스의 공간을 소비하기 때문에, 데이터 통신 컴포넌트들이 콤팩트 폼 팩터(compact form factor)를 가지는 것이 또한 바람직할 수 있다. 부가적으로, 휴대용 전자 디바이스들을 제조하고 그리고/또는 조립하는데 필요한 비용 및 리드타임(lead time)을 낮추는 것이 바람직할 수 있다.

[0004] 무선 커넥터들은 애플리케이션 프로세서들과 디스플레이들 간의 데이터 교환을 지원하기 위하여 휴대용 전자 디바이스들에서 사용되는 일 타입의 데이터 통신 컴포넌트이다. 도 1은 휴대용 전자 디바이스(16)의 디스플레이(14)와 애플리케이션 프로세서(12) 사이에서 데이터를 전송하도록 구성된 와이어라인 커넥터(10)의 예를 예시한다. 도 1에 예시된 바와같이, 애플리케이션 프로세서(12)는 애플리케이션 프로세서 보드(18)상에 제공된다. 와이어라인 커넥터(10)는 애플리케이션 프로세서(12)에 커플링되고 애플리케이션 프로세서 보드(18)상에 장착되는 통신 소켓(20)을 포함한다. 부가적으로, 디스플레이(14) 및 디스플레이 제어기(22)는 디스플레이 보드(24)상에 제공된다. 디스플레이 제어기(22)는 데이터를 전송하고 그리고/또는 디스플레이(14)를 동작시키기 위하여 데이터에 의해 표시되는 명령들을 구현하기 위하여 디스플레이(14)와 동작가능하게 연관된다. 따라서, 디스플레이 보드(24)는 디스플레이 제어기(22)가 데이터를 수신할 수 있도록 디스플레이 제어기(22)에 커플링된 통신 소켓(26)을 포함한다. 와이어라인 커넥터(10)는 통신 소켓들(20, 26) 사이에서, 이에 따라 궁극적으로 애플리케이션 프로세서(12), 디스플레이 제어기(22) 및 디스플레이(14) 사이에서 데이터가 통신되도록 한다. 도 1에서, 와이어라인 커넥터(10)는 통신 소켓들(20, 26)에 커플링되는 수 단부(male end)들을 가진 F-PCB 커넥터이다. 와이어라인 커넥터(10)는 휴대용 전자 디바이스(16)에서 데이터를 효율적으로 디스플레이하기 위한 높은 데이터 전송율을 가능하게 해야 한다. 그러나, 와이어라인 커넥터(10)는 비교적 커서, 휴대용 전자 디바이스(16) 내의 상당량의 공간을 소모할 수 있다. 특히, 와이어라인 커넥터(10)는 휴대용 전자 디바이스(16)의 크기에 비하여 상대적으로 큰 컴포넌트이다. 와이어라인 커넥터(10)는 또한 수동 조립을 필요로 하여 제조 비용 및 조립 리드 타임을 증가시킬 수 있다.

[0005] 최근에, 디바이스 공간을 절약하고, 제조 비용을 감소시키며 조립 리드 타임을 개선하기 위하여 다양한 무접촉 연결 기술들이 개발되어 왔다. 이들 무접촉 연결 기술들은 라디오 주파수(RF) 무선 연결 기술들 및 베이스밴드 무선 연결 기술들을 포함한다.

[0006] 이와 관련하여, 도 2는 휴대용 전자 디바이스(16)의 애플리케이션 프로세서(12)와 디스플레이(14) 사이에서 데이터를 무선으로 전송하기 위하여 도 1의 휴대용 전자 디바이스(16)에서 활용될 수 있는 무선 커넥터(28)(와이어라인 커넥터(10)와 대조적임)의 일례를 예시한다. 도 2에서, 무선 커넥터(28)는 RF 무선 연결 기술들 또는 베이스밴드 무선 연결 기술들과 같은 무선 연결 기술들을 사용한다. RF 무선 연결 기술들은 전형적으로 많은 RF 무선 연결 기술들이 니어-필드(near-field) 전자기 전파 보다 오히려 파-필드(far-field) 전자기 전파를 사용하여 동작하기 때문에 베이스밴드 무선 연결 기술들보다 더 긴 통신 범위들을 필요로 한다. RF 무선 연결 기술들은 또한 베이스밴드 무선 연결 기술들 보다 더 많은 전력을 소비하고 더 낮은 데이터 전송율 능력들을 가질 수 있다. RF 무선 연결 기술들에서 사용되는 높은 주파수 캐리어 신호들은 전력 증폭 디바이스들에서 높은 전력 소비율들을 유발할 수 있다. 게다가, RF 무선 연결 기술들은 잡음 및 왜곡에 더 민감할 수 있어서, 낮은 데이터 전송율들을 초래할 수 있다. 대안적으로, 예컨대, 도 2의 무선 커넥터(28)는 Gbps(Gigabits per second) 전송율을 가능하게 할 수 있는 베이스밴드 무선 연결 기술들을 구현할 수 있다. 그러나, 종래의 베이스밴드 무선 칩간 통신은 유도성 커플링 및/또는 송신 라인 커플링과 같은 기술들을 사용하여, 상대적으로 높은 전력 소비, 낮은 데이터율, 및 매우 제한된 통신 범위의 단점들을 초래한다.

발명의 내용

[0007] 본원에서 설명된 실시예들은 수평방향 자기장(in-plane magnetic field)들을 사용한 무접촉 데이터 통신에 관한 것이다. 예컨대, (유도성 커플링 기술들에서 처럼 세기 변화율 보다 오히려) 수평방향 자기장 세기가 데이터를 나타내기 위하여 사용되며, (유도성 커플링 무접촉 통신 기술들에서 자기장 세기의 변화율을 감지하기 위하여 유도 코일들을 사용하는 것보다 오히려) 자기 터널 접합(MTJ)들이 자기장 세기 감지를 위하여 사용될 수 있다. 수평방향 자기장들을 사용하여 무접촉 데이터 통신을 하기 위한 관련 시스템들 및 방법들이 본원에 개시된다. 본원에서 개시된 특정 실시예들에서, 기판, 기판상에 배치된 다이폴 코일들의 쌍 및 다이폴 코일들의 쌍에 전기적으로 커플링된 구동 회로를 포함하는 수평방향 자기장-기판 무접촉 송신기가 개시된다. 제 2 기판상에 배치된 MTJ 수신기에 데이터를 송신하기 위하여, 자기장-기판 무접촉 송신기의 구동 회로는 제 1 자기장으로 다이폴 코일들의 쌍 중 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성된다. 따라서, 제 1 자기장 및 제 2 자기장은 MTJ 수신기에 대해 수평방향으

로 자기장을 생성한다. 제 1 자기장으로 제 1 다이폴 코일을 구동시키고 제 2 자기장으로 제 2 다이폴 코일을 구동시킴으로써, 데이터는 다운스트림 회로에 의한 프로세싱을 위하여 자기장-기반 무접촉 송신기로부터 MTJ 수신기로 송신될 수 있다. 자기장-기반 무접촉 송신기에 의해 송신된 자기장이 MTJ 수신기에 대해 수평방향이기 때문에, 송신기는 방향 및 진폭 데이터 멀티플렉싱으로 보다 높은 데이터 전송율을 제공할 수 있고 또한 전력을 절약하기 위하여 베이스밴드에서 통신할 수 있다. 게다가, MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 자기장을 생성함으로써, 자기장-기반 무접촉 송신기는 향상된 통신 범위를 가질 뿐만아니라 MTJ 수신기와 비교적 컴팩트한 배열로 배치될 수 있다.

[0008] 다른 실시예에서, 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 제 1 자기장 및 제 2 자기장을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 게다가, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 제 2 자기장이 제 1 자기장과 실질적으로 반대이도록 제 1 자기장 및 제 2 자기장을 구동시키기 위한 수단을 포함한다. 따라서, 자기장은 기관상에 배치된 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 생성된다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위하여, 다이폴 코일들의 쌍이 제공된다. 다이폴 코일들의 쌍은 기관상에 배치되며, 제 2 다이폴 코일과 페어링되는 제 1 다이폴 코일을 포함한다. 부가적으로, 제 1 다이폴 코일은 제 1 자기장으로 구동되며, 제 2 다이폴 코일은 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 구동되어, 제 2 기관상에 배치된 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 자기장이 생성된다.

[0010] 또 다른 실시예에서, 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 제 1 다이폴 코일, 제 2 다이폴 코일 및 구동 회로를 포함한다. 제 1 다이폴 코일 및 제 2 다이폴 코일은 대척(antipodal) 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 서로에 대해 배치된다. 구동 회로는 제 1 다이폴 코일 및 제 2 다이폴 코일과 동작가능하게 연관된다. 특히, 구동 회로는 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 제 1 다이폴 코일 및 제 2 다이폴 코일을 구동시키도록 구성된다. 게다가, 구동 회로는 논리 상태를 가진 논리 입력을 수신하며, 논리 입력의 논리 상태에 따라 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅한다.

[0011] 무접촉 데이터 통신을 통해 데이터를 수신하기 위하여, 자기장-기반 무접촉 수신기들(예컨대, MTJ 수신기들)의 실시예들이 또한 본원에서 개시된다. 일 실시예에서, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 기관, 기관에 대해 수평방향으로 배치된 MTJ 및 감지 회로를 포함한다. MTJ는 기준층 및 자유층을 가진다. MTJ의 기준층은 기준층의 제 1 자화가 제 1 용이 축(easy axis)을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의한다. MTJ의 자유층은 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의한다. 자유층의 제 2 용이 축이 기준층의 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하기 때문에, 자유층을 스위칭하기 위하여 사용되는 전력은 감소될 수 있다. 따라서, MTJ의 어레인지먼트는 MTJ에 높은 자기장 민감도를 제공하여, 송신동안 더 적은 전력이 사용되도록 한다. 특히, 자유층은 제 2 용이 축에 대해 제 1 방향과 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능한 제 2 자화를 가진다. MTJ의 저항은 자유층의 자화(적용된 수평방향 자기장에 따라 변화함)와 기준층의 자화(고정됨) 사이의 자기 방향 정렬과 관련된다. 특히, 자유층의 제 2 자화가 제 1 방향으로 지향될 때, MTJ의 저항은 제 1 저항 상태로 제공된다. MTJ의 저항은 자유층의 제 2 자화가 제 2 방향으로 지향될 때 제 2 저항 상태로 제공된다. 자기장-기반 무접촉 수신기의 감지 회로는 MTJ의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, 데이터는 MTJ의 저항이 제 1 저항 상태에 있는지 또는 제 2 저항 상태에 있는지의 여부에 기초하여 표현될 수 있다.

[0012] 또 다른 실시예에서, 또 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기가 개시된다. 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향으로 제 1 용이 축을 정의하기 위한 수단을 포함한다. 더욱이, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의하기 위한 수단을 포함한다. 따라서, 제 2 자화는 제 2 용이 축을 정의하기 위한 수단에 의해 제공된다. 제 2 자화는 제 1 저항 상태로 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 저항 상태로 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하다. 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 저항을 감지하기 위한 수단을 더 포함한다.

[0013] 또 다른 실시예에서, 데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위하여, 기관에 대해 수평방향으로 배치되고 저항을 가진 MTJ가 제공된다. MTJ는 기준층 및 자유층을 포함한다. MTJ의 기준층은 기준층의 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향으로 제 1

용이 축을 정의한다. 자유층은 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의한다. 데이터를 수신하기 위하여, 자유층의 제 2 자화는 제 2 자화가 제 1 저항 상태로 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되거나 또는 제 2 저항 상태로 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되도록 지향된다. MTJ의 저항은 수신되고 있는 데이터를 제공하도록 감지된다.

[0014] [0014] 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위하여 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기들 및 예시적인 자기장-기반 무접촉 수신기들을 포함하는 무접촉 통신 디바이스들의 실시예들이 또한 본원에서 개시된다. 일 실시예에서, 무접촉 통신 디바이스는 MTJ, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 구성된 코일들의 쌍, 및 구동 회로를 가진다. 코일들의 쌍은 자기 다이폴들의 대척 쌍이 MTJ에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 MTJ에 대해 배치된다. 구동 회로는 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 코일들의 쌍을 구동시키도록 구성된다. 무접촉 방식으로 데이터를 통신하기 위하여, 구동 회로는 MTJ내에서 수평방향으로 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 추가로 구성된다. 유도기 커플링 및 다른 무접촉 통신 기술들에 대한 비교에서, 무접촉 통신 디바이스들은 에지 변조를 제공할 필요가 없고, 저전력을 소비하며, 그리고 또한 잡음에 대해 더 영향을 받지 않을 수 있다.

[0015] [0015] 또 다른 실시예에서, 또 다른 무접촉 통신 디바이스가 개시된다. 무접촉 통신 디바이스는 대척 자기 다이폴들의 쌍이 MTJ에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 데이터를 통신하기 위하여, 무접촉 통신 디바이스는 또한 자기장의 자기장 방향을 조절하기 위한 수단을 포함한다.

[0016] [0016] 또 다른 실시예에서, 무접촉 데이터 통신을 위한 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위하여, MTJ는 기관에 대해 수평방향으로 배치된다. 대척 자기 다이폴들의 쌍은 대척 자기 다이폴들의 쌍이 MTJ에 대해 수평방향으로 자기장을 생성하도록 생성된다. 데이터를 통신하기 위하여, 생성된 수평방향 자기장의 자기장 방향은 조절된다.

도면의 간단한 설명

- [0017] [0017] 도 1은 휴대용 전자 디바이스에서 사용되는 관련 기술의 예시적인 와이어라인 커넥터를 예시한다.
- [0018] [0018] 도 2는 도 1에 도시된 휴대용 전자 디바이스에서 사용되는 관련 기술의 무접촉 데이터 커넥터를 예시한다.
- [0019] [0019] 도 3은 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위하여, 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기 및 예시적인 자기장-기반 무접촉 수신기를 포함하는 예시적인 무접촉 통신 디바이스의 시스템 다이어그램이다.
- [0020] [0020] 도 4는 도 3에 도시된 무접촉 통신 디바이스를 사용하여 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위한 예시적인 프로세스를 예시하는 흐름도이다.
- [0021] [0021] 도 5는 자기장-기반 무접촉 수신기에서 수평방향 자기장을 생성하기 위하여 자기장-기반 무접촉 송신기가 제공되는 예시적인 어레이먼트에서 도 3에 도시된 무접촉 통신 디바이스의 예시적인 단면도이다.
- [0022] [0022] 도 6은 기관상에 형성된, 도 3에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기의 탑-다운 뷰이다.
- [0023] [0023] 도 7은 도 6에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기에서 제공될 수 있는 예시적인 구동 회로의 일 실시예를 예시한다.
- [0024] [0024] 도 8은 기관상에 형성된, 도 3에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기의 탑-다운 뷰이다.
- [0025] [0025] 도 9는 자유층, 기준층 및 다른 관련 층들을 포함하는 예시적인 자기 터널 접합(MTJ) 엘리먼트의 단면도를 예시하며, 여기서 MTJ는 도 8에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기에서 사용될 수 있다.
- [0026] [0026] 도 10은 도 8에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기에서 사용될 수 있는 감지 회로의 일 실시예를 예시한다.
- [0027] [0027] 도 11은 자기장-기반 무접촉 수신기(도시안됨)에서 수평방향 자기장들을 생성하도록 배열된 다이폴 코일들의 2개의 쌍들을 가진 다른 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기의 탑-다운 뷰이며, 여기서 수평방향 자기장들은 정보를 송신하기 위하여 실질적으로 직교인 방향들로 생성된다.
- [0028] [0028] 도 12는 무접촉 통신 디바이스를 제공하기 위하여 도 11에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기와 함께 활용될 수 있는 또 다른 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기의 탑-다운 뷰이며, 여기서 자기장-기반 무접촉 수신

기는 하나의 수평방향 자기장이 실질적으로 직교인 방향들 중 하나의 방향으로 생성되고 다른 수평방향 자기장이 실질적으로 직교인 다른 방향으로 생성되어 정보를 수신하도록 배열된 2개의 MTJ를 가진다.

[0029] 도 13은 다수의 송신기 셀들을 가진 또 다른 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기를 예시하며, 여기서 각각의 송신기 셀은 멀티-비트 정보 심벌들을 병렬로 송신하기 위하여 도 11의 다이폴 코일들의 쌍과 같이 배열된 다이폴 코일들의 2개의 쌍들을 가진다.

[0030] 도 14는 무접촉 통신 디바이스를 제공하기 위하여 도 13에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기와 함께 활용될 수 있으며 다수의 수신기 셀들을 가지는 또 다른 예시적인 자기장-기반 무접촉 수신기를 예시하며, 여기서 각각의 수신기 셀은 멀티-비트 정보 심벌들을 병렬로 수신하기 위하여 도 13의 MTJ들과 같이 배열된 2개의 MTJ들을 가진다.

[0031] 도 15는 본 개시내용에 따라 배열되고, 휴대용 전자 디바이스의 디스플레이와 애플리케이션 프로세서 사이에서 무접촉 방식으로 데이터를 전송하기 위하여 휴대용 전자 디바이스에서 사용되는 예시적인 무접촉 통신 디바이스를 예시한다.

[0032] 도 16은 프로세서-기반 시스템의 컴포넌트에 무접촉 통신을 위하여 사용될 수 있는, 본원에 개시된 실시예들 중 임의의 실시예에 따라 예시적인 프로세서-기반 시스템 및 무접촉 통신 디바이스를 포함하는, 도 15에 도시된 휴대용 전자 디바이스의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] [0033] 도안 도면들을 이제 참조하면, 본 개시내용의 여러 예시적인 실시예들이 설명된다. "예시적인"이란 용어는 "예, 보기, 또는 예시의 역할을 하는 것"을 의미하도록 본원에서 이용된다. "예시적인" 것으로서 본원에서 설명되는 임의의 실시예들은 반드시 다른 실시예들보다 선호되거나 유리한 것으로서 해석될 필요는 없다.

[0019] [0034] 본원에서 설명되는 실시예들은 수평방향 자기장들을 이용한 무접촉 데이터 통신에 관련된다. 예컨대, (유도성 커플링 기술들에서와 같이 세기 변화율보다 오히려) 수평방향 자기장 세기가 데이터를 표현하는데 이용될 수 있고, (유도성 커플링 무접촉 통신 기술들에서 자기장 세기의 변화율을 감지하기 위해 유도성 코일들을 이용하기보다 오히려) 자기 터널 접합(MTJ: magnetic tunnel junction)들이 자기장 세기 감지를 위해 이용될 수 있다. 수평방향 자기장들을 이용한 무접촉 데이터 통신을 위한 관련 시스템들 및 방법들이 본원에서 개시된다. 본원에서 개시된 특정한 실시예들에서, 기관, 기관 상에 배치되는 다이폴 코일들의 쌍 및 다이폴 코일들의 쌍에 전기적으로 커플링되는 구동 회로를 포함하는 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 제 2 기관 상에 배치된 MTJ 수신기에 데이터를 송신하기 위해, 자기장 기반 무접촉 송신기의 구동 회로는, 제 1 자기장으로 다이폴 코일들의 쌍의 제 1 다이폴 코일 및 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 제 2 다이폴 코일을 구동하도록 구성된다. 따라서, 제 1 자기장 및 제 2 자기장은 MTJ 수신기에 수평방향인 자기장을 생성한다. 제 1 자기장으로 제 1 다이폴 코일 및 제 2 자기장으로 제 2 다이폴 코일을 구동함으로써, 데이터는 다운스트림 회로에 의한 프로세싱을 위해 자기장-기반 무접촉 송신기로부터 MTJ 수신기로 송신될 수 있다. 자기장 기반 무접촉 송신기에 의해 송신된 자기장이 MTJ 수신기에 대해 수평방향이기 때문에, 송신기는 방향 및 진폭 데이터 멀티플렉싱을 사용하여 더 높은 데이터 송신율을 제공할 수 있고, 또한 전력을 절약하기 위해 베이스밴드에서 통신할 수 있다. 또한, MT 수신기에 대해 수평방향인 자기장을 생성함으로써, 자기장-기반 무접촉 송신기는, 향상된 통신 범위를 가질 뿐만 아니라, MTJ 수신기와 비교적 컴팩트한 배열로 배치될 수도 있다.

[0020] [0035] 다른 실시예에서, 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 제 1 자기장 및 제 2 자기장을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 또한, 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는, 제 2 자기장이 실질적으로 제 1 자기장과 반대가 되도록 제 1 자기장 및 제 2 자기장을 구동하기 위한 수단을 포함한다. 따라서, 자기장은 기관 상에 배치된 MTJ 수신기에 대해 수평방향으로 생성된다.

[0021] [0036] 다른 실시예에서, 데이터를 송신하는 수평방향 무접촉 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위해, 다이폴 코일들의 쌍이 제공된다. 다이폴 코일들의 쌍은 기관 상에 배치되고 제 2 다이폴 코일과 페어링되는 제 1 다이폴 코일을 포함한다. 부가적으로, 제 1 다이폴 코일은 제 1 자기장으로 구동되고 제 2 다이폴 코일은 제 1 자기장과 실질적으로 반대인 제 2 자기장으로 구동되어서, 제 2 기관 상에 배치된 MTJ 수신기에 대해 수평방향인 자기장이 생성된다.

[0022] [0037] 다른 실시예에서, 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기가 개시된다. 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기는 제 1 다이폴 코일, 제 2 다이폴 코일, 및 구동 회로를 포함한다. 제 1 다이폴 코일 및 제

2 다이폴 코일은 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 서로에 대해 배치된다. 구동 회로는 제 1 다이폴 코일 및 제 2 다이폴 코일과 동작 가능하게 연관된다. 보다 구체적으로, 구동 회로는 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 제 1 다이폴 코일 및 제 2 다이폴 코일을 구동하게 구성된다. 또한, 구동 회로는 논리 상태를 갖는 논리 입력을 수신하고 논리 입력의 논리 상태에 따라 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅한다.

[0023] [0038] 무접촉 데이터 통신을 통해 데이터를 수신하기 위해, 자기장-기반 무접촉 수신기들(예컨대, MTJ 수신기들)의 실시예들이 또한 본원에서 개시된다. 일 실시예에서, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 기관, 기관에 대해 수평방향으로 배치된 MTJ, 및 감지 회로를 포함한다. MTJ는 기준층 및 자유층을 갖는다. MTJ의 기준층은 기준층의 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향인 제 1 용이 축을 정의한다. MTJ의 자유층은 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의한다. 자유층의 제 2 용이 축이 기준층의 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하기 때문에, 자유층을 스위칭하는데 이용된 전력을 감소될 수 있다. 따라서, MTJ의 어레인지먼트는 높은 자기장 감도를 MTJ에 제공할 수 있어서, 더 적은 전력이 송신 동안 이용되도록 허용한다. 보다 구체적으로, 자유층은 제 2 용이 축에 대해 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭 가능한 제 2 자화를 갖는다. MTJ의 저항은 기준층의 자화(고정됨)와 자유층의 자화(적용된 수평방향 자기장에 따라 변화함) 간의 자기 방향 정렬에 관련된다. 보다 구체적으로, 자유층의 제 2 자화가 제 1 방향으로 지향될 때, MTJ의 저항은 제 1 저항 상태로 제공된다. MTJ의 저항은, 자유층의 제 2 자화가 제 2 방향으로 지향될 때 제 2 저항 상태로 제공된다. 자기장-기반 무접촉 수신기의 감지 회로는 MTJ의 저항을 감지하도록 구성된다. 이에 따라, 데이터는, MTJ의 저항이 제 1 저항 상태인지 또는 제 2 저항 상태인지의 여부에 기초하여 표현될 수 있다.

[0024] [0039] 다른 실시예에서, 다른 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기가 개시된다. 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향인 제 1 용이 축을 정의하기 위한 수단을 포함한다. 또한, 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의하기 위한 수단을 포함한다. 따라서 제 2 자화는 제 2 용이 축을 정의하기 위한 수단에 의해 제공된다. 제 2 자화는 제 1 저항 상태로 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되는 것과 제 2 저항 상태의 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되는 것 사이에서 스위칭 가능하다. 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기는 저항을 감지하기 위한 수단을 더 포함한다.

[0025] [0040] 다른 실시예에서, 데이터를 수신하는 수평방향 무접촉 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위해, 기관에 대해 수평방향으로 배치되고 저항을 갖는 MTJ가 제공된다. MTJ는 기준층 및 자유층을 포함한다. MTJ의 기준층은 기준층의 제 1 자화가 제 1 용이 축을 따라 지향되도록 기관에 대해 수평방향인 제 1 용이 축을 정의한다. 자유층은 제 1 용이 축에 대해 실질적으로 직교하고 기관에 대해 수평방향인 제 2 용이 축을 정의한다. 데이터를 수신하기 위해, 자유층의 제 2 자화는, 제 2 자화가 제 1 저항 상태로 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 1 방향으로 지향되거나, 또는 제 2 저항 상태로 MTJ의 저항을 제공하기 위하여 제 2 용이 축 주위에서 제 2 방향으로 지향되도록 지향된다. MTJ의 저항은 수신되고 있는 데이터를 제공하도록 감지된다.

[0026] [0041] 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위하여 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기들 및 예시적인 자기장-기반 무접촉 수신기들을 포함하는 무접촉 통신 디바이스의 실시예들이 또한 본원에서 개시된다. 일 실시예에서, 무접촉 통신 디바이스는 MTJ, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 구성된 코일들의 쌍 및 구동 회로를 갖는다. 코일들의 쌍은, 자기 다이폴들의 대척 쌍이 MTJ에 대해 수평방향인 자기장을 생성하도록 MTJ에 대해 배치된다. 구동 회로는 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 코일들의 쌍을 구동하도록 구성된다. 무접촉 방식으로 데이터를 통신하기 위해, 구동 회로는 MTJ 내에서 수평방향으로 자기장의 자기장 방향을 조절하도록 또한 구성된다. 유도가 커플링 및 다른 무접촉 통신 기술들에 대한 비교에서, 무접촉 통신 디바이스들은 에지 변조를 제공할 필요가 없고, 저전력을 소비하며, 그리고 또한 잡음에 대해 더 영향을 받지 않을 수 있다.

[0027] [0042] 다른 실시예에서, 다른 무접촉 통신 디바이스가 개시된다. 무접촉 통신 디바이스는, 대척 자기 다이폴들의 쌍이 MTJ에 대해 수평방향인 자기장을 생성하도록 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위한 수단을 포함한다. 데이터를 통신하기 위해, 무접촉 통신 디바이스는 또한 자기장의 자기장 방향을 조절하기 위한 수단을 포함한다.

[0028] [0043] 또 다른 실시예에서, 무접촉 데이터 통신의 방법이 개시된다. 예시적인 실시예를 구현하기 위해, MTJ는

기관에 대해 수평방향으로 배치된다. 대척 자기 다이폴들의 쌍은, 대척 자기 다이폴들의 쌍이 MTJ에 대해 수평 방향인 자기장을 생성하도록 생성된다. 데이터를 통신하기 위해, 생성된 수평방향 자기장의 자기장 방향이 조절된다.

[0029] [0044] 이와 관련하여, 도 3은 예시적인 수평방향 무접촉 통신 디바이스(30)의 시스템 다이어그램이다. 본 실시예의 무접촉 통신 디바이스(30)는, 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위해 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기(32) 및 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기(34)를 포함한다. 도 3의 자기장-기반 무접촉 송신기(32)는 다이폴 코일들(일반적으로는 엘리먼트들 "36"으로 지칭되고 구체적으로 엘리먼트들(36A, 36B)로 지칭됨)의 쌍 및 구동 회로(38)를 포함한다. 자기장-기반 무접촉 수신기(34)는 MTJ(40) 및 감지 회로(42)를 포함한다. 자기장-기반 무접촉 수신기(34)가 수신을 제공하기 위해 MTJ(40)를 사용하고 있기 때문에, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)는 MTJ 수신기이다. 도 3의 자기장-기반 무접촉 송신기(32)를 먼저 아래에 설명할 것이다. 도 3의 자기장-기반 무접촉 수신기(34)는 이후에 설명될 것이다. 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 자기장(HIX)이 다이폴 코일들(36A, 36B)의 쌍을 구비한 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에 의해서 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 수평방향으로 생성된다. 논리 입력(예컨대, 비트 신호)의 상이한 논리 상태들을 송신하기 위해서, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 수평방향인 자기장(HIX)의 방향이 스위칭될 수 있다. 이는, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 의해 제공되는 MTJ(40)의 저항의 변화를 발생시킨다. MTJ(40)의 저항이 감지될 수 있고, 따라서 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 의해 논리 입력의 논리 상태가 결정되고 회로의 다운스트림으로 송신될 수 있다.

[0030] [0045] 이와 관련하여, 도 3에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(32)가 기관(44) 상에 제공된다. 보다 구체적으로, 다이폴 코일들(36)의 쌍이 기관(44) 상에 배치되고, 다이폴 코일(36A)은 다이폴 코일(36B)과 페어링된다. 다이폴 코일(36A)을 다이폴 코일(36B)과 페어링하기 위하여, 다이폴 코일(36A)과 다이폴 코일(36B)이 서로에 대하여 기관(44) 상에 배치되어 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성한다. 보다 구체적으로, 다이폴 코일(36A)은 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하고 다이폴 코일(36B)은 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하며, 대척 자기 다이폴들이 쌍이 반대 방향들로 지향된다. 이 실시예에서, 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)은 각각, 동일 평면(즉, 표면(46)에 의해 정의된 평면)을 따라 형성되도록 기관(44)의 표면(46) 상에 배치되지만, 평면(즉, 표면(46))에 수직으로 배치된 축들을 따라 감겨진다. 다이폴 코일(36)의 쌍은 또한, 동일한 전류 루프(CL)의 부분이 되도록 서로 연결된다. 예컨대, 다이폴 안테나 코일(36A)로 형성된 최외측 권선(50)의 외부 단부(48)는 다이폴 코일(36B)에 의해 형성된 최외측 권선(54)의 외측 단부(52)에 연결된다.

[0031] [0046] 구동 회로(38)는 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)과 동작가능하게 연관되고, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위해 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)을 구동하도록 구성된다. 이 실시예에서, 구동 회로(38)는 다이폴 코일들(36)의 쌍에 전기적으로 결합되고, 자기장(HA)에서 다이폴 코일(36A)을 그리고 자기장(HA)과 실질적으로 반대인 자기장(HB)에서 다이폴 코일(36B)을 구동하도록 구성된다. 보다 구체적으로, 구동 회로(38)는, 다이폴 코일(36A)에 의해 형성된 최내측 권선(58)에 연결되는 연결 단부(56)에 그리고 다이폴 코일(36B)에 의해 형성된 최내측 권선(62)에 연결되는 연결 단부(60)에 커플링된다. 구동 회로(38)는 연결 단부들(56, 60) 양단에 전압을 발생시키고 다이폴 코일들(36)의 쌍에 걸쳐 전류 IX를 생성하도록 구성된다. 외부 단부(48)가 최외측 권선(50)에 연결되고, 연결 단부(56)는 최내측 권선(58)에 연결되고 연결 단부(60)는 최내측 권선(62)에 연결되기 때문에, 전류(IX)는 다이폴 코일들(36)의 쌍을 중심으로 회전하는 방향들에 대해 실질적으로 반대로 전파된다. 따라서, 다이폴 안테나 코일(36B)에 의해 생성된 자기장(HB)과 실질적으로 반대되도록 다이폴 코일(36A)에 의한 자기장(HA)이 생성된다. 이러한 방식으로, 다이폴 코일(36)의 쌍은 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 구성되며, 다이폴 코일들(36) 중 하나는 그것이 기관(44) 바깥쪽을 향하도록 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하고 다른 다이폴 코일(36)은 그것이 기관(44) 안쪽을 향하도록 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성한다. 이와 같이, 대척 자기 다이폴들의 쌍은, 대척 자기 다이폴들의 쌍 사이에서 수직으로 그리고 수평방향으로 중간 영역에서 자기장(HIX)을 생성한다.

[0032] [0047] 자기장(HB)은 자기장(HA)에 완전히 반대될 수 있다는 것(그러나 자기장(HA)에 완전히 반대되어야 하는 것은 아님)을 주목해야 한다. 자기장(HB)이 자기장(HA)에 실질적으로 반대되는지 여부는 특정 통신 애플리케이션에 대한 성능 파라미터들에 따라 결정되어야 한다.

[0033] [0048] 전류(IX)가 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로 전파되도록 전류(IX)를 생성하는 구동 회로(38)가 도 3에 도시된다. 보다 구체적으로, 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로 생성된 전압의 전압 극성은 양이다. 따라서, 도 3에서, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하므로, 이것이

기관(44) 바깥쪽을 향하게 되고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하므로, 이것이 기관(44) 안쪽을 향하게 되도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍이 구성된다. 이러한 방식으로, 자기장(HA)이 도 3을 예시하는 페이지 밖으로 지향되는 반면 자기장(HB)이 도 3을 도시하는 페이지 안쪽으로 지향된다. 그러나, 구동 회로(38)는, 전류(IX)가 연결 단부들(56, 60) 중 어느 하나로 그리고 어느 하나로부터 전파될 수 있도록 전류(IX)의 전류 방향을 스위칭하도록 구성되고, 따라서, 구동 회로(38)는 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴이 자기 극성을 스위칭하도록 구성된다.

[0034] [0049] 보다 구체적으로, 구동 회로(38)는, 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로 생성된 전압의 전압 극성을 스위칭하도록 구성되며(이것에 의해, 전류(IX)의 전류 방향을 스위칭시킴), 이로써, 궁극적으로 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭한다. 예컨대, 구동 회로(38)는 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로 생성된 전압의 전압 극성을 음이 되게 스위칭할 수 있다. 따라서, 이 경우, 전류(IX)가 연결 단부(60)로부터 연결 단부(56)로 전파될 것이다. 결과적으로, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성은, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하므로 이것이 기관(44) 안쪽을 향하게 되고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하므로 이것이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 될 것이다. 따라서, 자기장(HA)이 도 3을 도시하는 페이지 안쪽으로 지향될 것인 반면, 자기장(HB)은 도 3을 도시하는 페이지 밖으로 지향될 것이다. 따라서, 자기장들(HA, HB)은 서로 실질적으로 반대인 상태로 있게 될 것이지만, 전류(IX)의 전류 방향이 구동 회로(38)에 의해 스위칭될 경우 대척 배열들에서 생성될 것이다.

[0035] [0050] 따라서, 계속해서 도 3을 참조하면, 자기장들(HA, HB)로부터 생성된 대척 자기 다이폴들의 쌍은 자기장-기반 무접촉 송신기(32)를 이용하여 무접촉 방식으로 데이터를 통신하기 위해 사용될 수 있다. 다이폴 코일들(36)의 쌍이 기관(44)의 적층된 층들에 의해 정의된 평면과 실질적으로 평행하기 때문에, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 다이폴 코일들(36)의 쌍이 기관(44)에 대해 수평방향으로 배치된다. 이 실시예에서, 다이폴 코일들(36)의 쌍이 기관(44)의 표면(46) 상에 상부 금속층에 의해 형성되고, 따라서 표면(46)과 실질적으로 평행하게 배치된다. 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, 자기장들(HA, HB)은 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 수평방향으로 자기장(HIX)을 생성한다.

[0036] [0051] 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성(그리고 그에 따른 자기장(HIX)의 방향)을 스위칭함으로써, 데이터가 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에 의해 자기장-기반 무접촉 수신기(34)로 통신될 수 있다. 예컨대, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하므로, 이것이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 되고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하므로, 이것이 기관(44) 안쪽을 향하게 될 경우 비트의 논리 상태가 나타내어질 수 있는 반면, 대척 비트 값을 갖는 논리 상태(예컨대, 논리 "1"의 비트 값을 갖는 비트 상태)는, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하므로, 이것이 기관(44) 안쪽을 향하고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하므로, 이것이 기관(44) 바깥쪽을 향하는 경우 나타내어질 수 있다. 대척 자기 다이폴들의 쌍은 또한, 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, 정보 심벌들의 논리 상태들을 나타내기 위해 사용될 수 있다.

[0037] [0052] 구동 회로(38)는 자기장(HA)의 생성을 위한 다이폴 코일(36A)과 자기장(HA)과 실질적으로 반대인 자기장(HB)의 생성을 위한 다이폴 코일(36B)을 구동시키도록 구성된다. 총괄적으로, 자기장(HA) 및 자기장(HB)은 다른 기관(64) 상에 배치된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 수평방향인 자기장(HIX)을 생성한다. 상술한 바와 같이, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)는 MTJ(40)를 포함하며, 따라서 MTJ 수신기이다. 도 3은 시스템 다이어그램이며 자기장-기반 무접촉 송신기(32) 및 자기장-기반 무접촉 수신기(34) 사이의 지형적 어레인지먼트를 구체적으로 예시하려고 의도되는 것은 아니라는 것을 주목해야 한다. 그러나, 임의의 적절한 지형적 어레인지먼트가 자기장-기반 무접촉 송신기(32)와 자기장-기반 무접촉 수신기(34) 및/또는 기관(44)과 기관(64) 사이에서 사용될 수 있으므로 자기장(HA) 및 자기장(HA)과 실질적으로 반대인 자기장(HB)은 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 수평방향으로 자기장(HIX)을 생성한다.

[0038] [0053] 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 관한 더 상세한 사항이 이제 제공될 것이다. 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 생성된 자기장(HIX)은 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 MTJ(40)에 대해 수평방향인데, 왜냐하면 자기장(HIX)이 MTJ(40)의 층들에 의해 정의된 평면에 실질적으로 평행하기 때문이다. 따라서, 자기장(HIX)은 자기장-기반 무접촉 수신기(34) 내의 층들과 실질적으로 평행하게 지향된다.

[0039] [0054] MTJ(40)는 강자성 물질들을 갖고 하나 또는 그 초과와 터널링 배리어들을 정의하는 임의의 타입의 엘리

먼트일 수 있다. 강자성 재료들 중 적어도 하나의 자화는 조절될 수 있다. 도 3에 도시된 MTJ(40)는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치되는데, 왜냐하면 MTJ(40)의 (강자성 물질들의 층들을 포함하는) 층들이 기판(64)의 층들에 의해 정의된 평면과 평행하기 때문이다. 더 구체적으로, MTJ(40)는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치되고, 기준층(66) 및 자유층(68)을 포함한다. 이러한 실시예에서, MTJ(40)는 기판(64)의 층들로부터 형성됨으로써 기판(64)에 대해 수평방향으로 제공된다. 이로써, 기준층(66) 및 자유층(68)(및 가능하게는 MTJ(40)의 임의의 다른 층)이 기판(64)의 층들로서 포함된다.

[0040] [0055] 자기장-기판 무접촉 송신기(32)로부터 자기장-기판 무접촉 수신기(34)로 데이터를 통신하기 위해, 자기장-기판 무접촉 송신기(32)의 구동 회로(38)는, 대척 자기 다이폴들의 쌍이 자기장-기판 무접촉 수신기(34)의 MTJ(40)의 자유층(68)에 대해 수평방향으로 자기장(HIX)을 생성하도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위해 다이폴 코일들(36)의 쌍을 구동시키도록 구성된다. 더 구체적으로, 기판(64)은 표면(70)을 갖고, 여기서 기판(64)의 자유층(68) 및 기준층(66)과 같은 층들이 표면(70)과 평행하거나 실질적으로 평행하도록 적층된다. 표면(70)에 수직하는 방향(72)이 도 3에 도시되고, 여기서 "위" 및 "아래"와 같이, 기판(64) 내의 지형적 관계들을 설명하는 용어들은 방향(72)에 관련하여 참조될 수 있다. 기판(64)은 평면들(예컨대, 기준층(66))을 정의하고, 여기서 방향(72)이 또한 이러한 평면들에 수직할 것이다. 자기장(HIX)과 같은 자기장은, 자기장이 방향(72)에 수직하는 기판(64)에 의해 정의된 평면들 중 하나 상의 방향(72)에 실질적으로 직교할 때, 기판(64)에 대해 수평방향이다. 특히, 자기장(HIX)은, 자기장(HIX)이 자유층(68)에 의해 정의된 평면에서 방향(72)에 실질적으로 직교할 때, 자유층(68)에 대해 수평방향이고, 여기서 방향(72)은 자유층(68)에 의해 정의된 평면과 수직한다. 이러한 실시예에서, 자기장(HIX)은 자유층(68)에 대해 수평방향이고 그리고 기판(64)의 X-축으로 지칭되어야 하는 것과 평행하게 생성된다. 자기장(HIX)과 같은 자기장들은 수평방향의 방향(72)과 완벽하게 직교해야 할 필요는 없다. 오히려, 자기장(예컨대, HIX)이 방향(72)에 실질적으로 직교하는지는 자기장-기판 무접촉 수신기(34)를 사용하는 애플리케이션에 대한 성능 파라미터들 등에 기초하여야 한다.

[0041] [0056] 다시 도 3을 참조하면, MTJ(40)는 기판(64) 상에 배치된 층들에 의해 형성된다. 이러한 실시예에서, 기준층(66)은 방향(72)에 관련하여 자유층(68) 아래에 형성된다. 도 3에 도시된 MTJ(40)는 STT(spin-transfer torque) MTJ(40)이다. 이로써, MTJ(40)는 제 1 저항 상태 및 제 2 저항 상태로 그리고 그로부터 스위칭 가능한 저항을 갖는다. 기준층(66)은 자기층으로서 제공되고, 자유층(68)은 또한 자기층으로서 제공된다. 이러한 자기층들 각각은 하나 또는 그 초과와 강자성 물질들로 이루어진다. 전기 접촉(74)은 기준층(66)에 연결되어 기준층(66)을 감지 회로(42)에 커플링한다. 마찬가지로, 전기 접촉(76)은 자유층(68)에 연결되어 자유층(68)을 감지 회로(42)에 커플링한다. 터널링 배리어는 기준층(66)과 자유층(68) 사이에 정의된다. 이러한 실시예에서, 유전층(미도시)은 기준층(66)과 자유층(68) 사이에 제공되어 터널링 배리어를 정의한다.

[0042] [0057] 기준층(66)은 자기 방향을 가진 자화(MR)를 갖는다. 마찬가지로, 자유층(68)은, 자기장(HIX) 및 논리 "1" 또는 논리 "0"을 송신하기 위해 자기장(HIX)이 생성되는지에 의존하여 자기 방향을 가진 자화(MF)를 갖는다. 이러한 실시예에서 MTJ(40)가 STT MTJ이기 때문에, 자유층(68)은 자화(MF)의 자기 방향이 조절 가능한 자유 자기층이다. 예컨대, 자유층(68)은, 자화(MF)의 자기 방향이 제 1 방향(D1)으로부터 제 2 방향(D2)으로 그리고 제 2 방향(D2)으로부터 제 1 방향(D1)으로 조절 가능하도록 구성된다. 기준층(66)에 관련하여, 기준층(66)은, 자화(MR)의 자기 방향이 기준 방향(DR)으로 고정되도록 구성된다. 결과적으로, MTJ(40)는 제 1 자기 방향 정렬 상태 및 제 2 자기 방향 정렬 상태로 그리고 이로부터 스위칭 가능하다.

[0043] [0058] 제 1 자기 방향 정렬 상태에서, 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향은 제 1 방향(D1)으로 제공된다. 이로써, 자유층(68)의 자화(MF) 및 기준층(66)의 자화(MR)는 서로에 대해 하나의 자기 방향 정렬을 갖는데, 왜냐하면 자화(MR)가 기준 방향(DR)으로 고정되고 자화(MR)가 제 1 방향(D1)으로 제공되기 때문이다. 따라서, MTJ(40)의 저항은, MTJ(40)가 제 1 자기 방향 정렬 상태에 있을 때, 제 1 저항 상태에서 제공된다. 예컨대, MTJ(40)의 저항은, MTJ(40)가 제 1 자기 방향 정렬 상태에 있을 때 저항(R1)과 대략 동일할 수 있다.

[0044] [0059] 제 2 자기 방향 정렬 상태에서, 자화(MF)의 자기 방향은 자기장(HIX)에 의해 회전된다. 더 구체적으로, 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향은, 제 1 방향(D1)으로부터 떨어져 회전되는 제 2 방향(D2)으로 제공된다. 이로써, 자유층(68)의 자화(MF) 및 기준층(66)의 자화(MR)는 서로에 대해 다른 자기 방향 정렬을 갖는데, 왜냐하면 자화(MR)가 기준 방향(DR)으로 고정되고 자화(MF)가 제 2 방향(D2)으로 제공되기 때문이다. 제 2 자기 방향 정렬 상태의 자기 방향 정렬은 제 1 자기 방향 정렬 상태의 자기 방향 정렬에 대척한다. 이로써, MTJ(40)의 저항은, MTJ(40)가 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있을 때, 제 2 저항 상태로 제공된다. 예컨대, MTJ(40)의 저항은, MTJ(40)가 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있을 때, 저항(R2)과 대략 동일할 수 있다.

- [0045] [0060] 도 3의 자기장-기반 무접촉 송신기(32)와 자기장-기반 무접촉 수신기(34) 사이의 수평방향의 자기장 무접촉 통신이 이제 논의될 것이다. 도 3을 참조하면, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 MTJ(40)는, 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향 상태가 자기장(HIX)의 자기장 방향에 의해 세팅되도록 구성된다. 따라서, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 구동 회로(38)는 MTJ(40) 내에 수평방향의 자기장(HIX)의 자기장 방향을 조절하도록 구성된다. 더 구체적으로, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 구동 회로(38)는 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성에 따라 자유층(68) 내에 수평방향의 자기장(HIX)의 자기장 방향을 세팅하도록 구성된다. 따라서, 자유층(68)은 자기장(HIX)에 응답하여, 구동 회로(38)가 다이폴 코일들(36)의 쌍을 구동시킬 때 제 1 자기 방향 정렬 상태의 MTJ(40)를 제공하여, 다이폴 코일(36A)의 자기장(HA) 및 다이폴 코일(36B)의 자기장(HB)이 생성되어, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하여, 다이폴 코일(36A)이 기판(44)을 밖으로 가리키고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하여 다이폴 코일(36B)이 기판(44)을 향해 가리킨다. 이러한 경우에, 자기장(HIX)의 자기장 방향은 상향을 가리키고, 이것은 자유층(68)의 자기 이방성과 함께 자유층(68)의 자화(MF)를 회전시켜, 자화(MF)가 제 1 방향(D1)이고 MTJ(40)의 저항이 제 1 저항 상태(즉, 저항(R1)과 대략 동일함)로 제공된다.
- [0046] [0061] 마찬가지로, 자유층(68)은 자기장(HIX)에 응답하여, 구동 회로(38)가 다이폴 코일들(36)의 쌍을 구동시킬 때 제 2 자기 방향 정렬 상태의 MTJ(40)를 제공하여, 다이폴 코일(36A)의 자기장(HA) 및 다이폴 코일(36B)의 자기장(HB)이 생성되어, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하여, 다이폴 코일(36A)이 기판(44)을 향해 가리키고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하여 다이폴 코일(36B)이 기판(44)을 밖으로 가리킨다. 이러한 경우에, 자기장(HIX)의 자기장 방향은 하향을 가리키고, 이것은 자유층(68)의 자기 이방성과 함께 자유층(68)의 자화(MF)를 회전시켜, 자화(MF)가 제 2 방향(D2)이고 MTJ(40)의 저항이 제 2 저항 상태(즉, 저항(R2)과 대략 동일함)로 제공된다. 이러한 방식으로, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 구동 회로(38)는 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 스위칭함으로써 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 자유층(68) 내에 수평방향의 자기장(HIX)의 자기장 방향을 조절하도록 구성된다.
- [0047] [0062] 계속해서 도 3을 참조하면, 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, 감지 회로(42)는, MTJ(40)가 제 1 저항 상태로 있는지 또는 제 2 저항 상태로 있는지를 검출하도록 동작 가능하다. MTJ(40)가 제 1 저항 상태로 있는지 또는 제 2 저항 상태로 있는지를 검출함으로써, 감지 회로(42)는 추가로, MTJ(40)의 자기 방향 정렬이 제 1 자기 방향 정렬 상태(제 1 저항 상태에 대응함)로 있는지 또는 제 2 자기 방향 정렬 상태(제 2 저항 상태에 대응함)로 있는지를 감지하도록 구성된다. 제 1 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 1 저항 상태)와 제 2 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 2 저항 상태)가 상이한 논리 상태들을 표현하는데 사용될 수 있기 때문에, 감지 회로(42)는, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)로부터 자기장-기반 무접촉 수신기(34)로 무접촉으로 통신되는 데이터를 검출하도록 구성된다.
- [0048] [0063] 이제, 도 3 및 도 4를 참조하면, 도 4는 수평방향 자기장 무접촉 통신을 사용하는, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)와 자기장-기반 무접촉 수신기(34) 사이의 무접촉 데이터 통신에 대한 예시적 프로세스를 예시한다. 이와 관련하여, 데이터를 무접촉 방식으로 통신하기 위해, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)가 정반대의 자기 다이폴들의 쌍을 초래하여, 정반대의 자기 다이폴들의 쌍이 MTJ(40)에 대해 수평방향인 자기장(HIX)을 생성한다(도 4의 블록 1). 위에서 설명된 바와 같이, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 구동 회로(38)는, 다이폴 코일들(36)의 쌍을 구동시켜, 다이폴 코일들(36) 쌍에서 전류(IX)를 생성함으로써 정반대의 자기 다이폴들의 쌍을 초래하도록 구성된다. 따라서, 구동 회로(38)는 자기장(HA)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36A)을 구동시키고, 그리고 자기장(HA)에 실질적으로 맞은 편의 자기장(HB)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36B)을 구동시킨다.
- [0049] [0064] 이후, 데이터를 통신시키기 위해, 도 3의 자기장-기반 무접촉 송신기(32)는 MTJ(40) 내에서 자기장(HIX)의 자기장 방향을 수평방향으로 조절한다(도 4의 블록 2). 위에서 설명된 바와 같이, 자기장(HIX)의 자기장 방향은 MTJ(40) 내에서 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향을 세팅한다. 이러한 방식으로, MTJ(40)는 제 1 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 1 저항 상태), 또는 제 2 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 2 저항 상태)로 제공된다. 이후, 감지 회로(42)는, MTJ(40)가 제 1 저항 상태(및 이에 따른 제 1 자기 방향 정렬 상태)로 있는지 또는 제 2 저항 상태(및 이에 따른 제 2 자기 방향 정렬 상태)로 있는지를 검출하도록 동작 가능하다. 제 1 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 1 저항 상태)와 제 2 자기 방향 정렬 상태(및 이에 따른 제 2 저항 상태)가 상이한 논리 상태들을 표현하는데 사용될 수 있기 때문에, 감지 회로(42)는 자기장-기반 무접촉 송신기(32)로부터 자기장-기반 무접촉 수신기(34)로 무접촉으로 통신되는 데이터를 검출하도록 구성된다.
- [0050] [0065] 도 5는, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에서 수평방향 자기장(HIX)을 생성하기 위하여 자기장-기반 무접

축 송신기(32)가 제공되는 어레인지먼트의, 도 3에 도시된 무접촉 통신 디바이스(30)의 예시적 단면도이다. 도 5의 단면도는 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 X-축(도 3에 도시됨)에 대하여 직교하여 절취된다. 수평방향 자기장(HIX)이 MTJ(40)의 자유층(68)에 대해 수평방향으로 생성되도록 자기장-기반 무접촉 송신기(32)를 배열하기 위해, 기관(64)의 표면(70)이 기관(44)의 표면(46)에 대향하게, 기관(64)이 기관(44)에 대해 배치된다. 따라서, 표면(70)에 직각인 방향(72)은 기관(44)의 표면(46)을 향해 있다. 이 실시예에서, 기관(44)의 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 정의되는 평면은 기관(64)의 자유층(68)에 의해 정의되는 평면에 실질적으로 평행하고, 이 기관(64)의 자유층(68)에 의해 정의되는 평면은 방향(72)에 직각이다. 다이폴 코일(36A)은 중심 축(CA)을 중심으로 감기고, 그리고 다이폴 코일(36B)은 중심 축(CB)을 중심으로 감긴다. 중심 축(CA) 및 중심 축(CB)은 기관(44)으로부터 수직방향으로 연장되고, 그리고 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 정의되는 평면에 실질적으로 직교한다. 도 5에 도시된 중심 축(CA) 및 중심 축(CB)은 또한, 기관(64)의 표면(70)에 실질적으로 직교한다.

[0051] [0066] 위에서 설명된 바와 같이, 구동 회로(38)는 자기장(HA)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36A)을 구동시키고, 그리고 자기장(HA)에 실질적으로 반대의 자기장(HB)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36B)을 구동시키도록 구성되며, 이는 집합적으로, 기관(64) 상에 배치된 MTJ(40)의 자유층(68)에 대해 수평방향인 자기장(HIX)을 생성한다. 그 결과, 이는 정반대의 자기 다이폴들의 쌍을 초래하고, 그리고 다이폴 코일들(36)의 쌍의 자기장들(HA, HB)을 포함하는 자기장 선(MFLX)을 생성한다. 자유층(68)이 다이폴 코일들(36)의 쌍의 중심 축들(CA, CB) 사이에 수평으로 포지셔닝되도록, 기관(64)이 기관(44)에 대하여 포지셔닝된다. 또한, 자기장 선(MFLX)의 최대치가 자유층(68)에 제공되도록, 기관(64)은 수직으로 포지셔닝된다. 이러한 방식으로, 자기장 선(MFLX)은 자유층(68)에 대해 수평방향인 자기장(HIX)을 생성한다. 이 예에서, 중심 축들(CA, CB)이 교차하고 그리고 기관(64)의 X-축(도 3에 도시됨)에 실질적으로 직교하도록, 다이폴 코일들(36)의 쌍이 포지셔닝된다.

[0052] [0067] 자기장 선(MFLX)의 회전 방향이 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 초래되는 정반대의 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성에 의해 결정됨을 주목하라. 구동 회로(38)가, 자기장(HA)이 중심 축(CA)을 따라서 MTJ(40)를 갖는 기관(64)을 향해 지향되게 자기장(HA)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36A)을 구동시키고, 그리고 자기장(HB)이 중심 축(CB)을 따라서 MTJ(40)를 갖는 기관(64)으로부터 멀리 지향되게 자기장(HB)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36B)을 구동시킬 때, 자기장(HIX)은 X-축을 따라서 양의 방향으로 자유층(68)에 대해 수평방향으로 생성된다. 자화(MF)의 자기 방향이 자기장(HIX)을 향해 정렬되게, 자유층(68)은 자기장(HIX)에 반응한다. 이에 따라, 구동 회로(38)가 정반대의 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅할 때, 그것이 기관(44)의 바깥쪽을 향하도록 다이폴 코일(36A)이 정반대의 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하게 하고 그리고 그것이 기관(44)의 안쪽을 향하도록 다이폴 코일(36B)이 정반대의 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하게 하도록 하기 위해, 구동 회로(38)는 X-축을 따라서 양의 방향으로 자기장(HIX)의 자기장 방향을 세팅하도록 구성된다. 그 결과, 자화(MF)의 자기 방향은 제 1 방향(D1)으로 세팅되고, 이 경우, 이 제 1 방향(D1)은 X-축의 양의 방향을 향해 정렬된다. 따라서, MTJ(40)의 저항은 제 1 저항 상태로 제공되는데, 그 이유는 MTJ(40)가 제 1 자기 방향 정렬 상태로 있기 때문이다. 도 5에서, 기준층(66)의 자화(MR)가 수직으로 연장되는 방향(DR)으로 자기 방향을 가짐을 주목하라.

[0053] [0068] 계속해서 도 5를 참조하면, 구동 회로(38)가, 자기장(HA)이 중심 축(CA)을 따라서 MTJ(40)를 갖는 기관(64)으로부터 멀리 지향되게 자기장(HA)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36A)을 구동시키고, 그리고 자기장(HB)이 중심 축(CB)을 따라서 MTJ(40)를 갖는 기관(64)을 향해 지향되게 자기장(HB)을 생성하기 위해 다이폴 코일(36B)을 구동시킬 때, 자기장(HIX)은 X-축을 따라서 음의 방향으로 자유층(68)에 대해 수평방향으로 생성된다. 위에서 설명된 바와 같이, 자화(MF)의 자기 방향이 자기장(HIX)을 향해 정렬되게, 자유층(68)은 자기장(HIX)에 반응한다. 이에 따라, 구동 회로(38)가 정반대의 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅할 때, 그것이 기관(44)의 안쪽을 향하도록 다이폴 코일(36A)이 정반대의 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 제공하게 하고 그리고 그것이 기관(44)의 바깥쪽을 향하도록 다이폴 코일(36B)이 정반대의 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 제공하게 하도록 하기 위해, 구동 회로(38)는 X-축을 따라서 음의 방향으로 자기장(HIX)의 자기장 방향을 세팅하도록 구성된다. 그 결과, 자화(MF)의 자기 방향은 제 2 방향(D2)으로 세팅되고, 이 경우, 이 제 2 방향(D2)은 X-축을 따라서 음의 방향을 향한다. 따라서, MTJ(40)의 저항은 제 2 저항 상태로 제공되는데, 그 이유는 MTJ(40)가 제 2 자기 방향 정렬 상태로 있기 때문이다. 도 5에 의해 제공되는 도면에서, 자기장 선(MFLX)의 회전 방향은, 자기장(HIX)이 X-축을 따라서 양의 방향으로 있을 때 시계방향이고, 그리고 자기장(HIX)이 X-축을 따라서 음의 방향으로 있을 때 반시계방향임을 주목하라.

[0054] [0069] MTJ(40)에 대하여, 자유층(68)은 기관(64)의 표면(70)에 있도록 형성된다. 방향(72)에 대하여, 기준층

(66)은 기판(64)의 인테리어에 제공된다. MTJ(40)의 터널 배리어를 제공하기 위해, 유전체층(78)이 자유층(68)과 기준층(66) 사이의 기판(64)의 인테리어에 형성된다. 전기 콘택(74)이 기준층(66)에 커플링되고, 그리고 감지 회로(42)에 연결된다. 감지 회로(42)는, 전기 콘택들(74, 76) 양단에 전압을 인가함으로써 MTJ(40) 양단에 감지 전류(IS)를 생성하도록 구성된다. 전자들이 유전체층(78)을 통과하지 못하게 방지되기 때문에, 감지 전류(IS)(도 8에 도시됨)는 유전체층(78) 양단에서 전자들의 양자 기계적 터널링에 의해 생성되는 터널링 전류이다. 기준층(66)의 자화(MR)와 일치되는 스핀(스핀 업 또는 스핀 다운)을 갖는 전자들만이 더 높은 확률로 자유층(68)으로부터 기준층(66)으로 양자 기계적으로 터널링할 수 있다. 다른 한편으로, 실질적으로 반대 스핀(스핀 다운 또는 스핀 업)을 갖는 전자들은 더 높은 확률로 기준층(66)으로부터 다시 자유층(68)으로 양자 기계적으로 반사할 수 있다. 따라서, 감지 전류(IS)는 실제로, 두 개의 전류들, 즉, 전자들을 스핀 업하기 위한 전류와 전자들을 스핀 다운하기 위한 전류로 구성된다. MTJ(40)는 배리어 에너지를 갖고, 이 배리어 에너지는, 전자들이 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향을 회전시키도록 하기 위해 요구된다.

[0055] [0070] 이 실시예에서, 감지 회로(42)는 일정한 전류 크기를 갖기 위하여 감지 전류(IS)를 생성한다. 전형적으로, 감지 전류(IS)의 전류 레벨이 임계 스위칭 전류 크기에 도달하는 경우, MTJ(40)는 제 1 저항 상태에서부터 제 2 저항 상태로 스위칭한다. 그러나, 이 실시예에서, 자기장(HIX)은 자유층(68)의 자화(MF)의 자기 방향에 실질적으로 직교하는 자기장 방향과 수평방향으로 생성된다. 자기장(HIX)의 자기장 방향이 X-축을 따라 양의 방향으로 지향되는지 아니면 음의 방향으로 지향되는지에 관계없이, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 실질적으로 직교한다는 점이 주목된다. 이 방식으로, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 X-축을 따라 양의 방향 또는 음의 방향으로 그리고 그로부터 스위칭될 때, MTJ(40)의 TMR은 100%만큼 달라질 수 있다.

[0056] [0071] 이로써, MTJ(40)는, X-축을 따라 양의 방향 또는 음의 방향으로 그리고 그로부터 스위칭되는 자기장(HIX)의 자기장 방향에 대한 응답으로, (제 1 저항 상태에 대응하는) 제 1 자기 방향 정렬 상태 및 (제 2 저항 상태에 대응하는) 제 2 자기 방향 정렬 상태로 그리고 그로부터 스위칭된다. 게다가, 이 어레인지먼트는 배리어 에너지를 크게 낮추고, 그에 의해, 자기장(HIX)의 세기 요건을 낮추며, 따라서, 송신을 위하여 요구되는 에너지의 양을 낮출 수 있다. 이것은 전류(IS)의 전류 레벨이 비교적 낮아지게 하며, MTJ(40)가 (제 1 저항 상태에 대응하는) 제 1 자기 방향 정렬 상태 및 (제 2 저항 상태에 대응하는) 제 2 자기 방향 정렬 상태로 그리고 그로부터 스위칭되게 한다. 이로써, 무접촉 통신 디바이스(30)는 관련 기술과 다른 무접촉 통신 시스템들에 비해 비교적 낮은 전력 레벨들로 동작할 수 있다.

[0057] [0072] 도 6은 도 3 및 도 5에 도시되고 기판(44) 상에 형성되는 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 탑-다운 뷰이다. 데이터를 표현하는 논리 상태를 갖는 논리 입력(80)에 대한 자기장-기반 무접촉 송신기(32)의 동작. 위에서 설명된 바와 같이, 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)은 기판(44)의 표면(46) 상에 각각 배치될 수 있다. 이로써, 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 정의되는 평면은 이 예에서 표면(46)이다. 따라서, 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)은, 위에서 설명된 바와 같이, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 발생시키기 위하여 서로에 대해 배치된다. 게다가, 다이폴 코일(36A)의 중심 축(CA) 및 다이폴 코일(36B)의 중심 축(CB)이 교차하고, 실질적으로 MTJ(40)(도 3에 도시됨)의 X-축에 직교하도록, 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)이 기판(44)의 표면(46) 상에 포지셔닝된다. MTJ(40)는 다이폴 코일(36A)과 다이폴 코일(36B) 사이에 있도록 X-축을 따라 포지셔닝된다. 이 방식으로, 다이폴 코일들(36)의 쌍은 대척 자기 다이폴들의 쌍이 자유층(68)(도 5에 도시됨) 내에서 MTJ(40)에 대해 수평방향으로 자기장(HIX)(도 5에 도시됨)을 생성하도록 MTJ(40)에 대해 배치된다.

[0058] [0073] 위에서 설명된 바와 같이, 구동 회로(38)는 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)과 동작가능하게 연관되며, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 다이폴 코일(36A) 및 다이폴 코일(36B)을 구동시키도록 구성된다. 도 6에서, 구동 회로(38)는 논리 입력(80)을 수신하도록 추가로 구성된다. 논리 입력(80)은 하나 또는 그 초과인 논리 신호들을 포함할 수 있다. 논리 입력(80)에 의해 표현되는 논리 상태는 데이터를 인코딩하는데 사용되는 임의의 타입의 논리 상태일 수 있다. 예컨대, 논리 상태는 하나 또는 그 초과인 비트 상태들, 심벌들 등일 수 있다. 구동 회로(38)는 논리 입력(80)에 의해 제공되는 논리 상태의 송신을 조절하기 위하여 클럭 신호(CLK)를 수신할 수 있다. 구동 회로(38)는, 구동 회로(38)가 논리 입력(80)에 대해 불투명할(opaque) 때 그리고 구동 회로(38)가 논리 입력(80)에 대해 투명할(transparent) 때 클럭 신호(CLK)가 타이밍하도록 구성된다.

[0059] [0074] 구동 회로(38)는 논리 입력(80)의 논리 상태에 따라 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 생성되는 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 예컨대, 논리 입력(80)은 단일 비트 신호일 수 있고, 논리 상태는 비트 신호의 비트 상태일 수 있다(즉, 논리 "1" 또는 "0"의 비트 값들을 가질 수 있음). 위에서 언급된 바와 같이, 구동 회로(38)는 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로 전압을 생성함으로써 다이폴 코일들(36)의 쌍을 따라 전류(IX)를 생성하도록 구성된다. 구동 회로(38)는 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의

전압의 전압 극성을 세팅함으로써 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅한다. 이것은 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전압의 전압 극성이 전류(IX)의 전류 방향을 결정하기 때문이다. 따라서, 논리 입력(80)의 논리 상태(이 예에서는, 비트 상태)는 전압의 전압 극성, 및 이에 따른, 전류 방향의 전류(IX)에 대응한다. 구동 회로(38)가 투명한 경우, 구동 회로(38)는 전압 극성(및 이에 따른, 전류 방향의 전류(IX))이 비트 상태에 따라 세팅되도록 논리 입력(80)의 비트 상태에 응답한다.

[0060] [0075] 예컨대, 논리 "1"의 비트 값을 갖는 비트 상태는 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전압의 양의 전압 극성 및 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전류 방향인 전류(IX)에 대응할 수 있다. 한편, 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태는 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전압의 음의 전압 극성 및 연결 단부(60)로부터 연결 단부(56)로의 전류 방향인 전류(IX)에 대응할 수 있다. 구동 회로(38)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "1"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 구동 회로(38)는 양의 전압 극성을 갖는 전압, 및 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전류 방향인 전류(IX)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이로써, 구동 회로(38)는, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하여서 그것이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 되고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하여서 그것이 기관(44) 안쪽을 향하게 되도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성들을 세팅하도록 구성된다. 게다가, 구동 회로(38)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "0"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 구동 회로(38)는, 음의 전압 극성을 갖는 전압, 및 연결 단부(60)로부터 연결 단부(56)로의 전류 방향인 전류(IX)를 생성하도록 구성될 수 있다. 이로써, 구동 회로(38)는, 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하여서 그것이 기관(44) 안쪽을 향하게 되고, 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하여서 그것이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 되도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성들을 세팅하도록 구성된다.

[0061] [0076] 도 6에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(32)는 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38) 둘 모두가 기관(44) 상에 배치되도록 제공된다. 예컨대, 기관(44)은 IC(integrated circuit) 패키지 내의 반도체 기관일 수 있다. 따라서, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)는 IC 패키지의 FEOL(front end of line)에 각각 형성될 수 있다. 기관(44)이 반도체 기관인 경우, 기관(44)은 웨이퍼 및/또는 적합한 반도체 재료의 도핑된 층들로 형성되는 기관 바디를 갖는다. 예컨대, 반도체 재료는 실리콘(Si), 실리콘 게르마늄(SiGe), 갈륨 아르세나이드(GaAs), 인듐 포스포러스(InP) 등일 수 있다. 반도체 층들을 도핑하는데 활용될 수 있는 전형적 도펀트들은 갈륨(Ga), 비소(As), 실리콘(Si), 텔루륨(Te), 아연(Zn), 황(S), 붕소(B), 인(P), 알루미늄 갈륨 아르세나이드(AlGaAs), 인듐 갈륨 아르세나이드(InGaAs) 등이다. 게다가, 금속 층들은 단자들, 트레이스들, 콘택 패드들, 코일들, 연결들, 패시브 임피던스 엘리먼트들, 액티브 반도체 컴포넌트들 등을 제공하기 위하여 기관 바디의 상부, 내부, 및/또는 하부에 형성될 수 있다. 또한, 임의의 타입의 적합한 반도체 기술은 기관(44)의 토폴로지를 제공하기 위하여 사용될 수 있다. 예컨대, 반도체 기술은 CMOS(Complementary Metal-On-Oxide Semiconductor) 기술, BiCMOS(BiComplementary Metal-On-Oxide Semiconductor) 기술, SOI(Silicon-On-Insulator) 기술 등일 수 있다.

[0062] [0077] 대안적으로, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)는 개별 기관들 상에 형성될 수 있다. 예컨대, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)는 여전히, 동일한 IC 패키지에서 제공될 수 있다. 그러나, 구동 회로(38)는 IC 패키지의 FEOL에 형성될 수 있는 반면, 다이폴 코일들의 쌍은 IC 패키지의 BEOL(back end of line)에 형성될 수 있다. 따라서, 구동 회로(38)는 IC 패키지의 FEOL의 반도체 기관 상에 형성될 수 있는 반면, 다이폴 코일들(36)의 쌍은 IC 패키지의 BEOL의 절연 기관에 형성된다. 또 다른 실시예에서, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)는 상이한 IC 패키지들에 각각 형성될 수 있다. 여전히 또 다른 실시예에서, 구동 회로(38)는 IC 패키지에서 제공될 수 있는 반면, 다이폴 코일들(36)의 쌍은 인쇄 회로 기관상에 형성된다. 또 다른 실시예에서, 구동 회로(38)는 전자 패키지의 라미네이트 상에 장착된 IC 패키지에서 제공될 수 있다. 이러한 경우, 다이폴 코일들(36)의 쌍은 전자 패키지의 라미네이트 상에 형성될 수 있고, 전자 패키지는 인쇄 회로 기관 상에 장착될 수 있다.

[0063] [0078] 도 7은, 도 6에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에서 제공될 수 있는 구동 회로(38)의 일 실시예를 예시한다. 이 실시예에서, 구동 회로(38)는 제어 회로(82) 및 스위칭 회로(84)를 포함한다. 스위칭 회로(84)는 연결 단부(56) 및 연결 단부(60)에 커플링되고, 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)까지 전압 VI를 생성하여, 전류 IX를 생성하도록 구성된다. 스위칭 회로(84)는, 전압 VI의 전압 극성이 스위칭가능하도록 그리고 그에 따라 전류 IX의 전류 방향이 스위칭가능하도록 추가로 구성된다.

- [0064] [0079] 도 7에 도시된 바와 같이, 제어 회로(82)는, 이 예에서는 앞서 설명된 단일 비트 신호인 논리 입력(80)을 수신하고 클럭 신호 CLK를 수신하도록 구성된다. 제어 회로(82)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "1"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 제어 회로(82)는, 스위칭 회로(84)가 양의 전압 극성을 갖는 전압 VI, 및 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전류 방향인 전류 IX를 생성하도록 스위칭 회로(84)를 제어하도록 구성된다. 제어 회로(82)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "0"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 제어 회로(82)는, 스위칭 회로(84)가 음의 전압 극성을 갖는 전압 VI, 및 연결 단부(60)로부터 연결 단부(56)로의 전류 방향인 전류 IX를 생성하도록 스위칭 회로(84)를 제어하도록 구성된다.
- [0065] [0080] 이 실시예에서, 스위칭 회로(84)는, 전계 효과 트랜지스터들(FET들) P1, N1, P2, N2를 포함한다. FET P1은, 제어 회로(82)에 커플링된 게이트 GP1, 서플라이 전압 VS를 수신하도록 커플링된 소스 SP1 및 연결 단부(56)에 커플링된 드레인 DP1을 포함하는 P-채널 FET이다. FET N1은, 제어 회로(82)에 커플링된 게이트 GN1, 그라운드에 커플링된 소스 SN1 및 연결 단부(60)에 커플링된 드레인 DN1을 포함하는 N-채널 FET이다. FET P2는, 제어 회로(82)에 커플링된 게이트 GP2, 서플라이 전압 VS를 수신하도록 커플링된 소스 SP2 및 연결 단부(60)에 커플링된 드레인 DP2를 포함하는 P-채널 FET이다. FET N2는, 제어 회로(82)에 커플링된 게이트 GN2, 그라운드에 커플링된 소스 SN2 및 연결 단부(56)에 커플링된 드레인 DN2를 포함하는 N-채널 FET이다.
- [0066] [0081] 제어 회로(82)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "1"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 제어 회로(82)는, FET들 P1, N1이 턴온되고 FET들 P2, N2가 턴오프되도록 스위칭 회로(84)를 제어하도록 구성된다. 더 구체적으로, 제어 회로는 게이트 GP1 및 게이트 GN2를 낮은 전압으로 세팅하고, 게이트 GP2 및 게이트 GN1을 높은 전압으로 세팅한다. 그 결과, 스위칭 회로(84)는, 양의 전압 극성을 갖는 전압 VI, 및 연결 단부(56)로부터 연결 단부(60)로의 전류 방향인 전류 IX를 생성한다. 제어 회로(82)가 투명하고, 논리 입력(80)의 비트 상태가 논리 "0"의 비트 값을 갖는 것에 응답하는 동안, 제어 회로(82)는, FET들 P2, N2가 턴온되고 FET들 P1, N1이 턴오프되도록 스위칭 회로(84)를 제어하도록 구성된다. 더 구체적으로, 제어 회로는 게이트 GP1 및 게이트 GN2를 높은 전압으로 세팅하고, 게이트 GP2 및 게이트 GN1을 낮은 전압으로 세팅한다. 그 결과, 스위칭 회로(84)는, 음의 전압 극성을 갖는 전압 VI, 및 연결 단부(60)로부터 연결 단부(56)로의 전류 방향인 전류 IX를 생성한다.
- [0067] [0082] 이와 관련하여, 도 8은, 기관(64) 상에 형성된, 도 3 및 도 5에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 탑-다운 뷰이다. 이와 관련하여, 도 8은, 감지 회로(42)에 의해 생성된 논리 출력(86)에 대한 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 동작 및 MTJ(40)의 추가적인 세부사항들을 설명한다. MTJ(40)는 에너지 효율적 어레인지먼트를 갖는다. 더 구체적으로, MTJ(40)의 기준층(66)은, 기관에 수평방향으로 용이 축 EAF를 정의하여, 기준층(66)의 자화 MR이 용이 축 EAF를 따라 지향된다. MTJ(40)의 자유층(68)은 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하고 기관(64)에 수평방향인 용이 축 EAF(즉, X-축)를 정의한다. 자유층(68)의 용이 축 EAF가 기준층(66)의 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하기 때문에, 자유층(68)의 자화 MF를 회전시키기 위해 요구되는 전력은 감소될 수 있다. 더 구체적으로, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)로부터의 수평방향 자기장 HIX 하에서, 자유층(68)은, 용이 축 EAF를 중심으로 제 1 방향 D1로 지향되는 것과 제 2 방향 D2로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능한 자화 MF를 갖는다. 자화 MF가 제 1 방향 D1로 지향되는 경우, MTJ(40)의 저항은 제 1 저항 상태로 제공된다. MTJ(40)의 저항은, 자화 EAF가 제 2 방향 D2로 지향되는 경우 제 2 저항 상태로 제공된다. 따라서, 데이터는 MTJ(40)의 저항에 의해 표현될 수 있다. 추가적으로, MTJ(40)의 배리어 에너지는, 용이 축 EAF를 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하게 제공함으로써 감소되어, 자화 MF를 제 1 방향 D1 및 제 2 방향 D2로 및 그로부터 스위칭하는데 요구되는 전력량을 감소시킬 수 있다. 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, 데이터는, MTJ(40)의 저항이 제 1 저항 상태인지 또는 제 2 저항 상태인지 여부에 기초하여 표현될 수 있다.
- [0068] [0083] 앞서 설명된 바와 같이, MTJ(40)는 기관(64)에 수평방향으로 배치되고, 제 1 저항 상태에서부터 제 2 저항 상태로 스위칭가능한 저항을 갖는다. 자기장 HIX는 수평방향으로 생성되고, 자기장 방향은 자유층(68)의 자화 MF의 방향에 실질적으로 직교한다. 기준층(66) 및 자유층(68)은 각각, 자기적으로 이방성인 강자성 재료들로 형성된다. 자기적으로 이방성인 강자성 재료는 용이 축 및 곤란 축을 갖는다. 강자성 재료의 용이 축은, 강자성 재료에서 자화에 대해 에너지 측면에서 가장 우호적인 방향들을 정의한다. 강자성 재료의 곤란 축은, 강자성 재료에서 자화에 대해 에너지 최대값을 갖는 방향들을 정의한다.
- [0069] [0084] 이 실시예에서, 기준층(66)은, 기관(64) 상에 배치된 자기결정 이방성 결정으로 형성된다. 따라서, 기준층(66)은, 기관(64)에 수평방향으로 용이 축 EAF를 정의하여, 기준층(66)의 자화 MR은 용이 축 EAF를 따라 지향된다. 기준층(66)은, 기준층(66)의 자화 MR이 대략 용이 축 EAF를 따른 기준 방향 DR에서 고정되도록 구성된

다. 이 실시예에서, 기준층(66)은 타원형이고, 용이 축 EAF는 기준층(66)의 장축을 따라 제공된다. 따라서, 기준층(66)은, 용이 축 EAF가 기준층(66) 및 기관(64)에 수평방향으로 제공되도록 구성된다. 기준층(66)은 또한, 기준층(66)의 단축을 따라 곤란 축을 정의한다. 따라서, 기준층(66)은, 곤란 축이 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하고 기준층(66) 및 기관(64)에 수평방향이 되도록 추가로 구성된다.

[0070] [0085] 이 실시예에서, 자유층(68)은 또한, 기관(64) 상에 배치된 자기결정 이방성 결정으로 형성된다. 자기장 HIX에 의해 저항을 제 1 저항 상태 및 제 2 저항 상태로 및 그로부터 스위칭하기 위해, 자유층(68)은 용이 축 EAF를, 기준층(66)의 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하도록 그리고 자유층(68) 및 기관(64)에 수평방향이 되도록 정의한다. 이 예에서, 용이 축 EAF는 도 3, 도 5 및 도 6에 관해 앞서 설명된 X-축을 정의한다. 자유층(68)은, 자유층(68)의 자화 MF가, MTJ(40)의 저항을 제 1 저항 상태로 제공하기 위해 용이 축 EAF를 중심으로 제 1 방향 D1로 지향되는 것과 MTJ(40)의 저항을 제 2 저항 상태로 제공하기 위해 용이 축 EAF를 중심으로 제 2 방향 D2로 지향되는 것 사이에서 스위칭가능하도록 구성된다.

[0071] [0086] 이 실시예에서, 자유층(68)은 또한 타원형이고, 용이 축 EAF는 자유층(68)의 장축으로서 제공된다. 따라서, 기준층(66)의 용이 축 EAF 및 자유층(68)의 용이 축 EAF는 서로 실질적으로 직교한다. 자유층(68)은, 자유층(68)의 단축을 따라 곤란 축을 정의한다. 따라서, 자유층(68)은, 자유층(68)의 곤란 축이 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하도록, 그리고 자유층(68)의 곤란 축이 자유층(68) 및 기관(64)에 수평방향이 되도록 구성된다. 또한, 기준층(66)의 곤란 축은, 자유층(68)의 용이 축 EAF에 평행하도록 제공된다. 또한, 자유층(68)의 곤란 축은, 기준층(66)의 용이 축 EAF에 평행하도록 제공된다. 이 실시예에서, 기준층(66)의 부 반지름은 자유층(68)의 주 반지름과 대략 동일하다. MTJ(40)는, 자유층(68) 및 기준층(66) 둘 모두가 기관(64)의 동일한 수직방향 축을 따라 실질적으로 중심이 맞춰지도록 형성된다.

[0072] [0087] 도 8에서 도시된 MTJ(40)의 어레인지먼트가 주어지면, MTJ(40)의 자기 터널링 전도율은, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 용이 축(EAF)(즉, X-축)을 따라 양 또는 음 방향으로 그리고 그로부터 스위칭됨에 따라, 100 %만큼 변화될 수 있다. 자유 층(68)에 자기장(HIX)을 적용할 시에, STT 효과는, 자기장(HIX)의 자기장 방향이, 기준 방향(DR)에 대해 실질적으로 평행한 것 및 기준 방향(DR)에 대해 대척적인 것(즉, -DR)으로 그리고 그로부터 스위칭되는 경우에, 자유 층(68)의 스핀 베일런스 밴드들을 조절하기 위해, 기관(64)으로부터 자유 층(68) 내로의 스핀 전류 및/또는 홀 밴드들의 주입을 야기한다. 따라서, 자기장(HIX)의 자기장 방향은, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 기준 방향(DR)에 대해 실질적으로 평행한 경우에, 그리고 자기장(HIX)의 자기장 방향이 기준 방향(DR)에 대해 대척적인 경우에(즉, -DR), 용이 축(EAF)(즉, X-축)에 대해 실질적으로 직교한다.

[0073] [0088] 이러한 실시예에서, 자유 층(68)의 자화(MF)는, 제 3 방향(D3)으로 자유 층(68)에 의해 제공되는 자화(MF)의 자기 방향이, 자기장(HIX)이 없는 경우에, 자유 층(68)의 곤란 축에 대해 실질적으로 직교하고, 용이 축(EAF)(즉, X-축)에 대해 실질적으로 평행하도록, 바이어싱된다는 것이 유의되어야 한다. 따라서, 제 3 방향(D3)은 기준 층(66)의 용이 축(EAF)에 대해 실질적으로 직교한다. 결과로서, 구동 회로(38)(도 3에서 도시됨)가, 자기장(HIX)이 생성되지 않도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위하여 다이폴 코일들(36)(도 3에서 도시됨)의 쌍을 구동시키지 않는 경우에, MTJ(40)의 저항은 제 3 저항 상태에 있고, MTJ(40)는 제 3 자기 방향 정렬 상태로 제공된다. 따라서, 자기장(HIX) 및 대척 자기 다이폴들의 쌍이 제공되지 않는 경우에, MTJ(40)는, 기준 층(66)의 용이 축(EAF)을 따르는 기준 방향(DR)의 기준 층(66)의 자기 방향(MR), 및 자유 층(68)의 용이 축(EAF)을 따르는 방향(D3)의 자화(MF)의 자기 방향을 갖는 제 3 자기 방향 정렬 상태에 있다.

[0074] [0089] 제 3 방향(D3)은 자유 층(68)의 용이 축(EAF)을 따르고, 따라서, 자유 층(68)의 자화에 대한 최소 에너지 방향들 중 하나이다. 따라서, MTJ(40)의 자유 층(68)의 자화(MF)를 회전시키기 위해 요구되는 자기장(HIX)으로부터의 토크는, MTJ(40)가 제 3 자기 방향 정렬 상태로 제공되는 경우에, 가장 높다. MTJ(40)의 저항은 제 3 저항 상태에서 저항(R3)과 대략 동등하고, 이는, 제 1 저항 상태에서의 MTJ(40)의 저항보다 더 높고, 제 2 저항 상태에서의 MTJ(40)의 저항보다 더 낮다. 자유 층(68)의 용이 축(EAF) 주위에서 자유 층(68)에 의해 제공되는 자화(MF)의 자기 방향을 스위칭하기 위해, 구동 회로(38)는 그에 따라 자기장(HIX)을 생성한다.

[0075] [0090] 자유 층(68)의 용이 축(EAF)에 대해 실질적으로 직교인 자기장(HIX)의 자기장 방향, 및 서로에 대해 실질적으로 직교인, 용이 축(EAF) 및 용이 축(EAF)을 제공함으로써, 자기장(HIX)은, 자유 층(68)의 스핀 베일런스 밴드들을 조절하기 위해, 기관(64)으로부터 자유 층(68) 내로 스핀 전류 및/또는 홀 밴드들을 주입하는 STT 효과를 야기한다. 용이 축(EAF)에 대해 실질적으로 직교인 수평방향 자기장(HIX)의 존재 시에, 자유 층(68)의 에너지 표면들은 왜곡된다. 따라서, MTJ(40)는 동작을 위해 더 적은 전력이 요구되도록 구현될 수 있고, 이는 또한, (도 6에서 도시된) 자기장-기반 무접촉 송신기(32) 및 감지 회로(42)의 전력 소비를 낮출 수 있다.

게다가, 제 3 저항 상태에서의 MTJ(40)의 저항을 제공하기 위해, 구동 회로(38)는 단순히 자기장(HIX)을 생성하지 않는다.

[0076] [0091] 도 8에서 도시된 바와 같이, 감지 회로(42)는, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)(도 6에서 도시됨)로부터 자기장-기반 무접촉 수신기(34)(도 3에서 도시됨)로 무접촉으로 통신되는 데이터를 검출하도록 구성된다. 더 구체적으로, 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항을 감지하도록 구성된다. MTJ(40)가 제 1 저항 상태에 있는지 또는 제 2 저항 상태에 있는지를 검출함으로써, 감지 회로(42)는 추가로, MTJ(40)의 자기 방향 정렬이 (제 1 저항 상태에 대응하는) 제 1 자기 방향 정렬 상태에 있는지 또는 (제 1 저항 상태에 대응하는) 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있는지를 감지하도록 구성된다.

[0077] [0092] 도 8에서, 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항에 기초하는 논리 상태를 나타내는 논리 출력(86)을 송신하도록 추가적으로 구성된다. 논리 출력(86)은 하나 또는 그 초과인 논리 신호들을 포함할 수 있다. 논리 출력(86)이 나타내는 논리 상태는 데이터를 인코딩하는 데에 이용되는 임의의 타입의 논리 상태일 수 있다. 예컨대, 논리 상태는 하나 또는 그 초과인 비트 상태들, 심벌들, 및/또는 기타 등등일 수 있다. 이러한 실시예에서, 감지 회로(42)는 논리 출력(86)에서의 논리 상태의 송신을 코디네이팅하기 위해 클럭 신호(CLK)를 수신한다. 감지 회로(42)는, 감지 회로(42)가 MTJ(40)의 저항에 대해 불투명한 때 및 감지 회로(42)가 MTJ(40)의 저항에 대해 투명한 때를 클럭 신호(CLK)가 타이밍하도록 구성된다.

[0078] [0093] 감지 회로(42)가 투명한 경우, 감지 회로(42)는, MTJ(40)의 저항에 따라서, 그리고 그에 따라, MTJ(40)의 자기 방향 정렬에 따라서 논리 출력(86)의 논리 상태를 세팅하도록 구성된다. 따라서, 논리 출력(86)의 논리 상태는, (도 6에 도시된) 구동 회로(38)에 의해 수신되는 (도 6에 도시된) 논리 입력(80)의 논리 상태에 해당한다. 하지만, 논리 출력(86)의 논리 상태는 논리 입력(80)의 논리 상태에 대해 지연될 수 있는데, 이는 논리 출력(86)의 논리 상태가 클럭 신호(CLK)의 클럭 사이클의 상이한 부분에서 또는 클럭 신호(CLK)의 상이한 클럭 사이클에서 제공될 수 있기 때문이다. 대안적으로, 상이한 독립적인 클럭 신호, 또는 클럭 신호(CLK)에 기초하는 상이한 클럭 신호가, 감지 회로(42)와 이용될 수 있다.

[0079] [0094] 이러한 실시예에서, 논리 출력(86)은 단일 비트 신호이며, 그리고 논리 상태는 비트 신호의 비트 상태(즉, 논리 "0" 또는 "1"의 비트 값을 가짐)일 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, (도 6에 도시된) 구동 회로(38)는, (도 6에 도시된) 논리 입력(80)의 비트 상태에 따라 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성들을 생성하도록 구성된다. 따라서, 자기장(HIX)의 자기장 방향은 논리 입력(80)의 비트 상태에 따라 발생된다. MTJ(40)는, MTJ(40)의 저항 (및 그에 따라 자기 방향 정렬)이 자기장(HIX)의 자기장 방향에 따라, MTJ(40)의 제 1 저항 상태 (및 그에 따라 제 1 자기 방향 정렬 상태) 및 제 2 저항 상태 (및 그에 따라 제 2 자기 방향 정렬 상태)로 그리고 이로부터 스위치되도록 구성된다. 감지 회로(42)가 투명한 경우, 감지 회로(42)는 논리 입력(80)의 비트 상태에 응답하며, 그에 따라, 전압 극성 (및 그에 따라 전류(IS)의 전류 방향)이 그러한 비트 상태에 따라 세팅된다. 따라서, MTJ(40)의 저항 및 MTJ(40)의 자기 방향 정렬은 도 6에 도시된 논리 입력(80)의 비트 상태를 나타낸다.

[0080] [0095] 도 6과 관련하여 상기 설명된 예를 계속하면, (도 6에 도시된) 구동 회로(38)가 투명한 동안, 그리고 논리 "1"의 비트값을 갖는 논리 입력(80)의 비트 상태에 응답하여, (도 6에 도시된) 구동 회로(38)는, (도 6에 도시된) 다이폴 코일(36A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하여 이것이 기판(44) 밖으로 향하도록 그리고 (도 6에 도시된) 다이폴 코일(36B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하여 이것이 기판(44) 안으로 향하도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성들을 세팅하도록 구성된다. 결과적으로, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 자유 층(68)의 용이 축(EAF)에 대해 실질적으로 직교하고 방향(DR)에 대해 실질적으로 평행하도록, 도 8에 도시된 자기장(HIX)이 자유 층(68)에 생성된다. (도 6에 도시된) 자기장-기반 무접촉 송신기(32)로부터 인가되는 자기장(HIX) 및 자기 이방성의 결과로서, 자유 층(68)의 자화(MF)의 자기 방향은 자유 층(68)의 용이 축(EAF) 근방에서 위쪽으로 회전되는 제 1 방향(D1)으로 제공된다. 결과적으로, MTJ(40)의 저항은 제 1 저항 상태로 세팅되고, MTJ(40)의 자기 방향 정렬은 제 1 자기 방향 정렬 상태로 제공된다. 자기장(HIX)의 자기장 방향이 제 1 방향(D1)으로 자유 층(68)의 자화(MF)를 세팅하기 때문에, MTJ(40)의 저항의 제 1 저항 상태 및 제 1 자기 방향 정렬 상태는 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태에 해당한다. 감지 회로(42)가 투명한 동안, 그리고 저항이 제 1 저항 상태이고 MTJ(40)가 제 1 자기 방향 정렬 상태인 것에 응답하여, 감지 회로(42)는 논리 출력(86)의 비트 상태가 논리 "0"의 비트값을 갖도록 논리 출력(86)을 생성하도록 구성된다.

[0081] [0096] 구동 회로(38)(도 6에 도시됨)가 투명한 동안, 그리고 논리 "1"의 비트 값을 가진 논리 입력(80)(도 6에

도시됨)의 비트 상태에 응답하여, 구동 회로(38)는, 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴이 기관(44)내로 향하게 다이폴 코일(36A)(도 6에 도시됨)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 생성하고 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴이 기관(44) 밖으로 향하게 다이폴 코일(36B)(도 6에 도시됨)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 생성하도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 결과로서, 도 8에 도시된 자기장(HIX)은, 자기장(HIX)의 자기장 방향이 용이 축 EAF에 실질적으로 직교하고 방향(DR)에 대척하게 세팅되도록, 자유 층(68)에 생성된다. 자기 이방성 및 인가된 자기장(HIX)의 결과로서, 자유 층(68)의 자화(MF)의 자기 방향은 자유 층(68)의 용이 축(EAF) 둘레에서 하향으로 회전됨으로써 제 1 방향(D1)으로 제공된다. 결과적으로, MTJ(40)의 저항은 제 2 저항 상태로 세팅되고 MTJ(40)의 자기 방향 정렬은 제 2 자기 방향 정렬 상태로 제공된다. 자기장(HIX)의 자기장 방향이 방향(DR)에 대척이기 때문에, 저항의 제 2 저항 상태 및 MTJ(40)의 제 2 자기 방향 정렬 상태는 논리 "1"의 비트 상태에 대응한다. 감지 회로(42)가 투명한 동안, 그리고 저항이 제 2 저항 상태에 있고 MTJ(40)가 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있는 것에 응답하여, 감지 회로(42)는, 논리 출력(86)의 비트 상태가 논리 "1"의 비트 값을 가지도록 논리 출력(86)을 생성하도록 구성된다. 이런 방식으로, 자기장-기반 무접촉 송신기(32)(도 6에 도시됨)로부터의 데이터는 자기장 기반 무접촉 수신기(34)에 전송되고 감지 회로(42)의 다운스트림 회로에 의해 사용될 수 있다. 하기 더 상세히 설명된 바와 같이, 감지 회로(42)의 일부 실시예들은, 저항이 제 3 저항 상태에 있고 MTJ(40)의 자기 방향 정렬이 제 3 자기 방향 정렬 상태에 있을 때를 감지하도록 추가로 동작할 수 있다.

[0082] [0097] 도 8에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)는, 감지 회로(42) 및 MTJ(40) 둘 다가 기관(64) 상에 배치되도록 제공된다. 예컨대, 기관(64)은 자기장-기반 무접촉 송신기(32)(도 6에 도시됨)의 IC 패키지 또는 상이한 IC 패키지와 동일할 수 있는 IC 패키지 내의 반도체 기관일 수 있다. 감지 회로(42) 및 MTJ(40)는 IC 패키지의 FEOL에 각각 형성될 수 있다. 기관(64)이 반도체 기관일 때, 기관(64)은 웨이퍼 및/또는 적당한 반도체 재료의 도핑된 층들로 형성된 기관 바디를 가진다. 반도체 재료는 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에 관하여 상기 설명된 임의의 반도체 재료들일 수 있다. 게다가, 금속 층들은 단자들, 트레이스(trace)들, 콘택 패드들, 코일들, 연결들, 패시브 임피던스 엘리먼트들, 액티브 반도체 컴포넌트들, 등을 제공하기 위하여 기관 바디의 상부, 내부, 및/또는 하부에 형성될 수 있다. 또한, 임의의 타입의 적절한 반도체 기술은 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에 관하여 상기 설명된 임의의 반도체 기술들을 포함하는 기관(64)의 토폴로지를 제공하기 위하여 사용될 수 있다. 대안적으로, 감지 회로(42) 및 MTJ(40)는 별개의 기관들 상에 형성될 수 있다. 이 경우, 감지 회로(42) 및 MTJ(40)는 인쇄 회로 기관 상에 커플링된 상이한 IC 패키지들에 각각 형성될 수 있다.

[0083] [0098] 도 9는 도 3 및 도 5에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에서 MTJ(40)의 일 실시예의 단면도를 예시한다. 단면도는 MTJ(40)를 제공하기 위하여 활용될 수 있는 다양한 층들의 스택을 예시한다. 도 9에 도시된 MTJ(40)는 기준 층(66), 자유 층(68), 및 자유 층(68)과 기준 층(66) 사이에 터널 배리어를 제공하는 유전체 층(78)을 포함한다. 다시, 관련 토폴로지의 용어들은 도 5에 관하여 상기 설명된 방향(72)에 관하여 참조되어야 한다. 도 9의 MTJ(40)의 단면은 자유 층(68)의 용이 축(EAF)(즉, X-축)을 따라 취해진다. 전기 콘택(76)은 감지 회로(42)(도 8에 도시됨)에 커플링되고 자유 층(68) 상의 그리고 위의 금속 층으로 형성된다. 기준 층(66)의 용이 축(EAR)(도시되지 않음)은 수평 방향에 있고 용이 축(EAF)에 실질적으로 직교하고, 자화(MR)의 기준 방향(DR)은 페이지 밖으로 나오는 기준 층(66)에 의해 제공된다.

[0084] [0099] 이 실시예에서, MTJ(40)는 배리어 층(88), 피닝(pinning) 층(90), 및 반강자성 층(92)을 더 포함한다. 전기 콘택(74)은 감지 회로(42)에 커플링되고 반강자성 층(92) 상에 및 아래에 형성된다. 배리어 층(88), 피닝 층(90), 및 반강자성 층(92)은, 기준 층(66)에 의해 제공된 자화(MR)의 기준 방향(DR)이 고정되고 용이 축(EAR)(도시되지 않음)을 따라 제공되도록 자기적으로 견고한 컴포넌트를 제공하게 제공된다. 배리어 층(88)은 기준 층(66) 상에 및 아래에 형성되는 반면, 피닝 층(90)은 배리어 층(88) 상에 및 아래에 형성된다. 이런 방식으로, 배리어 층(88)은 피닝 층(90)과 기준 층(66) 사이에 제공된다. MTJ(40)는, 기준 층(66)의 자화(MR)가 기준 방향(DR)으로 고정되도록, 피닝 층(90)을 가로질러 피닝 전류(IP)를 생성하도록 구성된다. 보다 구체적으로, 피닝 전류(IP)는 방향(DP)으로 고정된 자화(MP)를 피닝 층(90)에 제공하는 자기장 방향을 자기장에 제공한다. 배리어 층이 피닝 층(90)과 기준 층(66) 사이에 있기 때문에, 피닝 전류(IP)는 피닝 층(90)에 수평 방향으로 그리고 기준 층(66)의 용이 축(EAR)(도시되지 않음)에 평행하게 생성된다. 그러나, 방향(DP)은 기준 방향(DR)에 실질적으로 반대이다. 따라서, 피닝 전류(IP)에 의해 생성된 자기장은 추가로 기준 방향(DR)으로 자화(MR)를 제공한다. FET M1은 피닝 전류(IP)를 생성하기 위하여 MTJ(40)에 제공될 수 있다. 반강자성 층(92)은 피닝 층(90)의 자화(MP)를 고정하는 것을 돕는다. 일 실시예에서, 영구 강자성 자석(도시되지 않음)은 제 3 방

향(D3)으로 자유 층(68)의 자화(MF)를 바이어스하기 위해 사용될 수 있다.

- [0085] [00100] 도 10은 도 8에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 사용될 수 있는 감지 회로(42)의 일 실시예를 예시한다. 이 실시예에서, 감지 회로(42)는 FET PS, 전류 소스(94), 및 감지 증폭기(SA)를 포함한다. FET PS는 클럭 신호(CLK)를 수신하도록 커플링된 게이트(GS), 공급 전압(VS)을 수신하도록 커플링된 소스(SS), 및 전류 소스(94)에 커플링된 드레인(DS)을 포함하는 P-채널 FET이다. 전류 소스(94)는 감지 전류(IS)를 생성하도록 구성된다. 그러나, 전류 소스(94)가 FET PS의 드레인(DS)에 커플링되기 때문에, FET PS는 전류 소스(94)를 활성화 및 비활성화하도록 구성된다. 보다 구체적으로, 전류 소스(94)는, FET PS가 턴 온되고 감지 회로(42)가 불투명할 때 감지 전류(IS)를 생성하도록 활성화된다. 전류 소스(94)는, FET PS가 턴 오프되고 감지 회로(42)가 불투명일 때 감지 전류(IS)를 생성하지 않도록 비활성화된다. FET PS의 게이트(GS)가 클럭 신호(CLK)를 수신하도록 커플링되기 때문에, 감지 회로(42)는 클럭 신호(CLK)에 따라 불투명과 투명 사이에서 스위칭된다.
- [0086] [00101] 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다. MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하기 위하여, 감지 증폭기(SA)는 전기 콘택(76)으로부터 전기 콘택(74)으로의 감지 전압(VS0)을 감지하도록 구성된다. 감지 전압(VS0)은 감지 전류(IS)에 의해 생성된다. 이 실시예에서, 감지 증폭기(SA)는 제 1 입력 단자(96), 제 2 입력 단자(98), 및 출력 단자(100)를 가진다. 예컨대, 감지 증폭기(SA)는 op-앰프로서 제공될 수 있고, 여기서 제 1 입력 단자(96)는 비-인버팅 입력 단자인 반면 제 2 입력 단자(98)는 인버팅 단자이다. 논리 출력(86)은 감지 증폭기(SA)에 의해 출력 단자(100)로부터 생성된다. 전기 콘택(76)으로부터 전기 콘택(74)으로의 감지 전압(VS0)을 감지하기 위하여, 전류 소스(94) 및 제 1 입력 단자(96) 둘 다는 상기 설명된 바와 같이 자유 층(68)(도 8에 도시됨)에 커플링된 전기 콘택(76)에 커플링된다. 전기 콘택(74)은 접지로의 경로를 감지 전류(IS)에 제공하기 위하여 기준 층(66)(도 8에 도시됨)에 커플링된다. 감지 증폭기(SA)의 제 2 입력 단자(98)는 기준 전압(VREF)을 수신하도록 커플링된다.
- [0087] [00102] 이 실시예에서, MTJ(40)의 저항이 제 2 저항 상태(및 따라서 제 2 자기 방향 정렬 상태)에서보다 제 1 저항 상태(및 따라서 제 1 자기 방향 정렬 상태)에서 더 낮은 것이 추정된다. 따라서, 저항이 저항(R1)에 대략 동일할 때, 저항은, 저항이 저항(R2)에 대략 동일할 때보다 낮다. 감지 회로(42)가 투명한 동안, 그리고 MTJ(40)의 저항이 제 1 저항 상태(및 자기 방향 정렬이 제 1 자기 방향 정렬 상태에 있음)에 있는 것에 응답하여, 감지 전류(IS)는 제 1 입력 단자(96)의 제 1 전압 레벨을 가진 감지 전압(VS0)을 초래한다. 감지 전압(VS0)의 제 1 전압 레벨은 기준 전압(VREF)의 기준 전압 레벨보다 크도록 제공된다. 결과로서, 이 예에서 비트 신호인 논리 출력(86)은 논리 "0"의 비트 값을 가진 비트 상태를 가지도록 생성된다. 이 예에서, 논리 출력(86)은 기준 전압(VREF)의 기준 전압 레벨보다 낮은 전압 레벨을 가짐으로써 논리 "0"의 비트 값을 가진 비트 상태를 가진다. 따라서 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다.
- [0088] [00103] 감지 회로(42)가 투명한 동안, 그리고 MTJ(40)의 저항이 제 2 저항 상태(및 자기 방향 정렬이 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있음)에 있는 것에 응답하여, 감지 전류(IS)는 제 1 입력 단자(96)에 제 2 전압 레벨을 가진 감지 전압(VS0)을 초래한다. 감지 전압(VS0)의 제 2 전압 레벨은 기준 전압(VREF)의 기준 전압 레벨보다 높도록 제공된다. 결과로서, 이 예에서 비트 신호인 논리 출력(86)은 논리 "1"의 비트 값을 가진 비트 상태를 가지도록 생성된다. 이 예에서, 논리 출력(86)은 기준 전압(VREF)의 기준 전압 레벨보다 높은 전압 레벨을 가짐으로써 논리 "1"의 비트 값을 가진 비트 상태를 가진다. 따라서, 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬에 따라 세팅된 논리 상태(이 예에서, 비트 상태)를 가진 논리 출력(86)을 생성함으로써 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다.
- [0089] [00104] 다시 도 6 및 도 8을 참조하면, 위에 설명된 자기장-기반 무접촉 송신기(32) 및 자기장-기반 무접촉 수신기(34)의 예시적인 동작은 그에 따라, 통신 사이클 동안 하나의 비트 상태가 자기장-기반 무접촉 송신기(32)로부터 자기장-기반 무접촉 수신기(34)로 통신되는 것을 허용한다. 그러나, 동시에 다수의 비트들에 대한 논리 상태를 통신하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 동시에 다수의 비트 상태들을 표현하는 비트 심벌들을 송신하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0090] [00105] 도 11은 기관(44) 상에 형성된 다른 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기(102)의 탑-다운 뷰이다. 자기장-기반 무접축 송신기(102)는 다수의 비트 상태들을 표현하는 비트 심벌들을 송신하도록 동작될 수 있다. 이러한 실시예에서, 자기장-기반 무접축 송신기(102)는, 위에 설명된 자기장-기반 무접축 송신기(32)에 관하여 위에 설명된 것과 동일한 방식으로 동작하는 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)를 포함한다. 그러나, 이러한 실시예에서, 자기장-기반 무접축 송신기(102)는 추가로, 다른 다이폴 코일들(일반적으로는 엘리먼트들(104)로, 구체적으로는 엘리먼트들(104A, 104B)로 지칭됨)의 쌍 및 다른 구동 회로(106)를 포함한다. 다이

폴 코일들(104)의 쌍은 또한, 기관(44) 상에 수평방향으로 배치되고, 또한, 다이폴 코일들(36)의 쌍과 동일한 평면에 있을 수 있다. 따라서, 이러한 실시예에서, 다이폴 코일(104)들의 쌍은 또한 기관(44)의 표면(46) 상에 배치된다.

[0091] [00106] 그러나, 다이폴 코일들(104)의 쌍이 또한 기관(44)과 수평방향으로 배치되지만, 다이폴 코일들(104)의 정렬은 실질적으로 다이폴 코일들(36)의 쌍의 정렬에 직교한다. 위에 설명된 바와 같이, 다이폴 코일(36A)은 중심 축 CA를 중심으로 감기고, 다이폴 코일(36B)은 중심 축 CB를 중심으로 감긴다. 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 정의되는 평면(즉, 이러한 예에서는 표면(46))에 있는, 다이폴 코일(36A)과 다이폴 코일(36B) 사이의 중심 선 LX가 도 11에 도시된다. 다이폴 코일(104A)은 중심 축 CC를 중심으로 감기고, 다이폴 코일(104B)은 중심 축 CD를 중심으로 감기며, 이들은 평면(즉, 표면(46))에 대해 변위되고 그에 수직으로 배치된다. 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 정의되는 평면(즉, 이러한 예에서는 표면(46))에 있는, 다이폴 코일(104A)과 다이폴 코일(104B) 사이의 중심 선 LY가 또한 도 11에 도시된다. 도 11에 도시된 바와 같이, 중심 라인 LY 및 중심 라인 LX는 실질적으로 직교한다. 그 결과, 다이폴 코일들(104)의 정렬은, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 정의되는 평면에서 다이폴 코일들(36)의 쌍의 정렬에 실질적으로 직교한다.

[0092] [00107] 다이폴 코일(104A)은 다이폴 코일(104B)과 페어링된다. 다이폴 코일(104A)을 다이폴 코일(104B)과 페어링하기 위해, 다이폴 코일(104A) 및 다이폴 코일(104B)은 서로에 관해 다른 쌍의 대척 자기 다이폴들을 발생시키도록 기관(44) 상에 배치된다. 이러한 실시예에서, 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 다이폴 코일들(104)의 쌍은, 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍이 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍에 실질적으로 직교하도록 기관(44) 상에 배치된다. 결과적으로, 다이폴 코일들(104)에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍은, 수평방향이지만 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 생성되는 자기장 HIX의 자기장 방향에 실질적으로 직교하는 자기장 방향을 갖는 자기장 HIY를 생성한다. 따라서, 자기장 HIY의 자기장 방향은, 아래에 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, Y-축을 따라 세팅된다.

[0093] [00108] 다이폴 코일(104A) 및 다이폴 코일(104B)은 동일한 전류 루프의 일부가 되도록 서로 연결된다. 예컨대, 다이폴 코일(104A)에 의해 형성되는 최외측 권선(110)의 외부 단부(108)가 다이폴 코일(104B)에 의해 형성되는 최외측 권선(114)의 외부 단부(112)에 연결된다. 구동 회로(106)는 다이폴 코일(104A) 및 다이폴 코일(104B)과 동작가능하게 연관되고, 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하기 위해 다이폴 코일(104A) 및 다이폴 코일(104B)을 구동시키도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 구동 회로(106)는 다이폴 코일들(104)의 쌍에 전기적으로 커플링되고, 자기장 HC에서 다이폴 코일(104A)을 구동시키고 자기장 HC와 실질적으로 반대인 자기장 HD에서 다이폴 코일(104B)을 구동시키도록 구성된다. 더 구체적으로, 구동 회로(106)는, 다이폴 코일(104A)에 의해 형성되는 최내측 권선(118)에 연결되는 연결 단부(116), 및 다이폴 코일(104B)에 의해 형성되는 최내측 권선(122)에 연결되는 연결 단부(120)에 커플링된다. 구동 회로(106)는, 연결 단부들(116, 120)에 걸쳐 전압을 생성하고, 다이폴 코일들(36)의 쌍에 걸쳐 전류 IY를 생성하도록 구성된다. 외부 단부(108)가 외부 단부(112)에 연결되고, 연결 단부(116)가 최내측 권선(118)에 연결되고, 그리고 연결 단부(120)가 최내측 권선(122)에 연결되기 때문에, 전류 IY는 다이폴 코일들(104)의 쌍을 중심으로 회전하는 방향에 대해 실질적으로 반대로 전파된다. 따라서, 자기장 HC는, 다이폴 코일(36B)에 의해 생성되는 자기장 HD와 실질적으로 반대가 되도록 다이폴 코일(36A)에 의해 생성된다. 이러한 방식에서, 다이폴 코일들(104)의 쌍은 한 쌍의 대척 자기 다이폴들을 생성하도록 구성되며, 여기서, 다이폴 코일들(104) 중 하나가 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나를 그것이 기관(44) 밖을 향하도록 생성하고, 다른 다이폴 코일(104)은 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나를 그것이 기관(44) 내로 향하도록 생성한다.

[0094] [00109] 전류 IY가 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로 전파되도록 전류 IY를 생성하는 구동 회로(106)가 도 11에 도시된다. 더 구체적으로, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로 생성되는 전압의 전압 극성은 양이다. 따라서, 도 11에서, 다이폴 코일들(104)에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍의 자기 극성은, 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나를 그것이 기관(44) 밖을 향하도록 생성하고 그리고 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나를 그것이 기관(44) 내로 향하도록 생성하게 이루어진다. 이러한 경우에서, 자기장 HC가 도 11에 예시된 중심 축 CC를 따라 페이지 밖으로 지향되는 반면, 자기장 HD는 도 11에 예시된 중심 축 CD를 따라 페이지 내로 지향된다. 자기장 HIY는 Y-축에 수평방향으로 직교하고 기준 방향 DR'에 실질적으로 평행하게 생성된다.

[0095] [00110] 그러나, 구동 회로(106)는, 전류 IY가 연결 단부들(116, 120) 중 어느 하나로 그리고 그들 중 어느 하나로부터 전파될 수 있도록 전류 IY의 전류 방향을 스위칭하도록 구성되고, 따라서, 구동 회로(106)는 다이폴

코일들(104)에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 극성을 스위칭하도록 구성된다. 더 구체적으로는, 구동 회로(106)는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로 생성되는 전압의 전압 극성을 스위칭하도록 구성되며(이에 의해, 전류 IY의 전류 방향을 스위칭함), 이에 의해 궁극적으로, 다이폴 코일들(104)에 의해 발생하는 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 극성을 스위칭한다. 예컨대, 구동 회로(106)는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로 생성되는 전압의 전압 극성을 음이 되게 스위칭할 수 있다. 따라서, 이러한 경우에서, 전류 IY는 연결 단부(120)로부터 연결 단부(116)로 전파될 것이다. 결과적으로, 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 극성은, 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 내로 향하도록 생성하고, 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 밖으로 향하도록 생성하게 이루어질 것이다. 따라서, 자기장 HC는 도 11을 예시하는 페이지 내로 중심 축 CC를 따라 지향될 것이지만, 자기장 HD는 도 11을 예시하는 페이지 밖으로 중심 축 CD를 따라 지향될 것이다. 자기장 HIY는, Y-축에 실질적으로 직교하고 기준 방향 DR'에 대척하는 방향에서 수평방향으로 생성된다. 따라서, 자기장들 HC, HD는 실질적으로 서로 반대인 채로 유지될 것이지만, 전류 IY의 전류 방향이 구동 회로(106)에 의해 스위칭되는 경우 대척 어레이먼트들로 발생될 것이다.

[0096] [00111] 따라서, 다이폴 코일들(36)의 쌍에 의해 발생되고 자기장들 HA, HB로부터 생성되는 대척 자기 다이폴들의 쌍과 유사하게, 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 발생되고 자기장들 HC, HD로부터 생성되는 대척 자기 다이폴들의 쌍은 또한, 자기장-기반 무접촉 송신기(102)를 사용하는 무접촉 방식으로 데이터를 통신하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 비트의 논리 상태(예컨대, 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태)는, 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 밖으로 향하도록 제공하고 그리고 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 내로 향하도록 제공하는 경우에 표현될 수 있지만, 비트의 대척 논리 상태(예컨대, 논리 "1"의 비트 값을 갖는 비트 상태)는 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 내로 향하도록 제공하고 그리고 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍 중 다른 하나의 자기 다이폴을 그것이 기관(44) 밖으로 향하도록 제공하는 경우에 표현될 수 있다. 대척 자기 다이폴들의 쌍은 또한, 아래에 추가로 상세히 설명되는 바와 같은 비트 심벌들의 논리 상태들을 표현하는데 사용될 수 있다.

[0097] [00112] 구동 회로(38)는 논리 입력(80) 및 클록 신호(CLK)를 수신하도록 구성되고, 위에서 설명된 자기장-기반 무접촉 송신기(32)에 대해 위에서 설명된 바와 같이 동작하도록 구성된다. 구동 회로(106)는 유사한 방식으로 동작하지만, 상이한 논리 입력(124)을 수신하도록 구성된다. 논리 입력(124)은 논리 상태를 표현한다. 논리 입력(124)은 하나 또는 그 초과와 논리 신호들을 포함할 수 있고, 논리 입력(124)에 의해 표현되는 논리 상태는 데이터를 인코딩하기 위해 사용되는 논리 상태의 임의의 유형일 수 있다. 예컨대, 논리 상태는 하나 또는 그 초과와 비트 상태들, 심벌들 동일 수 있다. 구동 회로(106)는 논리 입력(124)에 의해 제공되는 논리 상태의 송신을 조절하기 위해 클록 신호(CLK)를 수신할 수 있다. 구동 회로(106)는, 구동 회로(106)가 논리 입력(124)에 대해 불투명할 때 및 구동 회로(106)가 논리 입력(124)에 대해 투명할 때를 클록 신호(CLK)가 타이밍하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 구동 회로(106) 및 구동 회로(38)는 동기적 방식으로 동작하도록 구성된다. 대안적으로 및/또는 추가적으로, 구동 회로(106) 및 구동 회로(38)는 비동기적으로 및/또는 독립적으로 동작될 수 있다.

[0098] [00113] 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 무접촉 통신 디바이스는 도 11에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(102) 및 MTJ 수신기일 수 있는 다른 자기장-기반 무접촉 수신기를 사용하여 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 자기장-기반 무접촉 수신기는 위에서 설명된 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 위에서 설명된 감지 회로(42) 및 MTJ(40)를 포함할 수 있다. 따라서, 다이폴 코일들(36)의 쌍은 또한, 위에서 설명된 바와 같이, 다른 자기장-기반 무접촉 수신기에서 자기장(HIY)(도 3, 5, 및 8에 도시됨)을 생성하도록 구성될 것이다. 그러나, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 이러한 다른 자기장-기반 무접촉 수신기는 다이폴 코일들(104)의 쌍을 사용하여 무접촉 데이터 통신을 제공하기 위해 다른 MTJ 및 다른 감지 회로를 포함할 수 있다.

[0099] [00114] 예컨대, 구동 회로(106)는, (도 3에 도시된 기관(64)과 같은) 다른 기관 상에 배치된 다른 자기장-기반 무접촉 수신기와 수평방향으로 자기장(HIY)을 생성하기 위해, 자기장(HC)을 생성하기 위한 다이폴 코일(104A) 및 자기장(HC)에 실질적으로 대향하는 자기장(HD)을 생성하기 위한 다이폴 코일(104B)을 구동하도록 구성된다. 자기장(HIX)처럼, 자기장(HIY)은 다른 자기장-기반 무접촉 수신기와 수평방향이다. 그러나, 자기장(HIY)은 실질적으로 자기장(HIX)에 직교한다. 위에서 설명된 바와 같이 다이폴 코일들(104)의 쌍과 다이폴 코일들(36)의 쌍의 정렬들이 서로에 대해 실질적으로 직교하기 때문에, 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 생성된 수평방향 자기장(HIY)이 수평방향으로 그리고 수평방향 자기장(HIX)에 실질적으로 직교하게 생성되도록, 자기장-기반 무접

축 송신기(102)가 배열된다.

[0100] [00115] 일 실시예에서, 구동 회로(106)는, 다른 MTJ(즉, MTJ(40)와 상이한 MTJ)의 자유층에 대해 수평방향으로 자기장(HIY)을 생성하기 위해, 자기장(HC)을 생성하기 위한 다이폴 코일(104A) 및 자기장(HC)에 실질적으로 대향하는 자기장(HD)을 생성하기 위한 다이폴 코일(104B)을 구동시키도록 구성된다. 특히, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 다른 자기장-기반 무접촉 수신기의 Y-축에 실질적으로 직교하는 자기장(HIY)이 생성된다. 결과적으로, 다이폴 코일들(104)의 쌍은 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하고, 다이폴 코일들(104)의 쌍의 자기장들(HC, HD)을 포함하는 자기장 선(MFLY)을 생성한다. 자기장 선(MFLY)의 회전 방향은 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 생성된 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 극성에 의해 결정됨을 유의한다. 따라서, 구동 회로(106)는, 기준 방향(DR') 또는 기준 방향(DR')에 대한 대척(즉, -DR')인 2개의 대척 방향들 중 하나의 대척 방향으로 자기장(HIY)의 자기장 방향을 세팅하도록 구성된다.

[0101] [00116] 구동 회로(106)는, 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 생성된 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 극성을 스위칭하도록 그리고 논리 입력(124)의 논리 상태에 따라 자기장(HIY)의 자기장 방향을 세팅하도록 구성된다. 예컨대, 논리 입력(124)은 단일 비트 신호일 수 있고, 논리 상태는 비트 신호의 비트 상태(즉, 논리 "0" 또는 "1"의 비트 값을 가짐)일 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 구동 회로(106)는 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)까지 전압을 생성함으로써 다이폴 코일들(104)의 쌍을 따라 전류(IY)를 생성하도록 구성된다. 구동 회로(106)는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)까지 전압의 전압 극성을 세팅함으로써 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 생성된 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 자기 극성을 세팅한다. 이는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)까지의 전압의 전압 극성이 전류(IY)의 전류 방향을 결정하기 때문이다. 따라서, 논리 입력의 논리 상태(본 예에서는, 비트 상태)는 전압의 전압 극성, 및 그에 따라 전류(IY)의 전류 방향에 대응한다. 구동 회로(106)가 투명할 때, 구동 회로(106)가 논리 입력(124)의 비트 상태에 응답하여서, 전압 극성(및 그에 따른 전류(IY)의 전류 방향)이 비트 상태에 따라 세팅된다.

[0102] [00117] 예컨대, 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나의 대척 자기 다이폴을 제공하여 그 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 바깥쪽을 향하고 그리고 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나의 대척 자기 다이폴을 제공하여 그 다른 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 안쪽을 향할 때, 하나의 논리 값을 갖는 비트의 논리 상태(예컨대, 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태)가 표현될 수 있다. 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나의 대척 자기 다이폴을 제공하여 그 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 안쪽을 향하고 그리고 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나의 대척 자기 다이폴을 제공하여 그 다른 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 바깥쪽을 향할 때, 대척 논리 값을 갖는 비트의 논리 상태(예컨대, 논리 "1"의 비트 값을 갖는 비트 상태)가 표현될 수 있다. 따라서, 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)까지의 전압의 전압 극성이 양인 것 및 전류(IY)의 전류 방향이 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로의 방향인 것에 대응할 수 있다. 다른 한편, 논리 "1"의 대척 비트 값을 갖는 비트 상태는, 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)까지의 전압의 전압 극성이 음인 것 및 전류(IY)의 전류 방향이 연결 단부(120)로부터 연결 단부(116)로의 방향인 것에 대응할 수 있다.

[0103] [00118] 구동 회로(106)가 투명한 동안 그리고 논리 "0"의 비트 값을 갖는 논리 입력(124)의 비트 상태에 대한 응답으로, 구동 회로(106)는, 양인 전압 극성을 갖는 전압 및 연결 단부(116)로부터 연결 단부(120)로의 방향인 전류(IY)의 전류 방향을 생성하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 구동 회로(106)는, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 다이폴 코일(104A)이 그 하나의 대척 자기 다이폴을 생성하고 그리고 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 안쪽을 향하게 다이폴 코일(104B)이 그 다른 하나의 대척 자기 다이폴을 생성하도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 대척 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 결과적으로, 자기장(HC)은 중심 축(CC)을 따라 기관(44) 바깥쪽에 생성되고, 자기장(HD)은 중심 축(CD)을 따라 기관(44) 안쪽에 생성된다. 따라서, Y-축에 실질적으로 직교하는 방향(DR')으로 자기장 방향을 갖도록 자기장(HIY)이 생성된다. 게다가, 구동 회로(106)가 투명한 동안 그리고 논리 "1"의 비트 값을 갖는 논리 입력(124)의 비트 상태에 대한 응답으로, 구동 회로(106)는, 음인 전압 극성을 갖는 전압 및 연결 단부(120)로부터 연결 단부(116)로의 방향인 전류(IY)의 전류 방향을 생성하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 구동 회로(106)는, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 안쪽을 향하게 다이폴 코일(104A)이 그 하나의 대척 자기 다이폴을 생성하고 그리고 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나의 대척 자기 다이폴이 기관(44) 바깥쪽을 향하게 다이폴 코일(104B)이 그 다른 하나의 대척 자기 다이폴을 생성하도록, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 대척 자기 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 결과적으로, 자기장(HC)은 중심 축(CC)을 따라 기관(44) 안쪽에 생성되고, 자기장(HD)은 중심 축(CD)을 따라 기관(44)

바깥쪽에 생성된다. 따라서, 방향(DR')에 대척하고 그리고 Y-축에 실질적으로 직교하는 자기장 방향을 갖도록 자기장(HIY)이 생성된다. 자기장들(HC, HD)을 생성하는 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 생성된 대척 자기 다이폴들의 쌍을 사용하여, 자기장-기반 무접촉 송신기(102)는 그에 따라, 무접촉 방식으로 데이터를 통신하기 위해 사용될 수 있다. 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 대척 자기 다이폴들의 쌍은 또한, 비트 심벌들의 논리 상태들을 표현하기 위해 사용될 수 있다.

[0104] [00119] 이제 도 11 및 도 12를 참조하면, 도 12는, 무접촉 통신 디바이스를 제공하기 위해 도 11에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(102)와 함께 활용될 수 있는 예시적 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 탑-다운 뷰이다. 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는 기관(64) 상에 형성된다. 도 12에 도시된 바와 같이, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는, 비트 심벌을 수신하기 위해 수평방향 자기장(HIX)이 실질적으로 직교하는 방향들 중 하나의 방향으로 생성되고 그리고 다른 수평방향 자기장(HIY)이 다른 실질적으로 직교하는 방향으로 생성되도록 배열된 2개의 MTJ들을 갖는다. 이러한 실시예에서, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는, 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 대해 위에서 설명된 MTJ(40) 및 감지 회로(42)를 갖는다. MTJ(40) 및 감지 회로(42)는 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 구동 회로(38)로부터 데이터를 수신하기 위해, 위에서 설명된 것과 동일한 방식으로 동작한다. 따라서, 감지 회로(42)는 논리 출력(86)을 생성한다. 그러나, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는 MTJ(128) 및 감지 회로(130)를 더 포함한다.

[0105] [00120] MTJ(128)는 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치되며, 그리고 기관(64) 상에서의 MTJ(128)의 정렬이 MTJ(40)의 정렬에 대해 실질적으로 직교하는 것을 제외하고, MTJ(40)와 동일하다. 또한, (도 11에 도시된) 다이폴 코일들(104)의 쌍은 자기장(HIY)을 발생시키기 위한 대척 자기 다이폴들의 쌍을 생성하도록 구성되며, 그러한 자기장(HIY)은 MTJ(128)에 대해 수평방향이고, (도 11에 도시된) 다이폴 코일들(36)의 쌍의 대척 자기 다이폴들의 쌍에 의해 생성되는 자기장(HIX)에 대해 실질적으로 직교한다.

[0106] [00121] 따라서, MTJ(128)는, 터널링 배리어에 의해 분리되는, 기준 층(66') 및 자유 층(68')을 포함한다. MTJ(128)의 기준 층(66')은, 기준 층(66')이, 기준 층(66)의 용이 축(EAR)에 실질적으로 직교하며 그리고 자유 층(68)의 용이 축(EAF')(즉, X-축)에 평행한 용이 축(EAR')을 갖는 것을 제외하고, MTJ(40)의 기준 층(66)과 동일하다. 따라서, 기준 층(66')의 자화(MR')는 용이 축(EAR')을 따른 방향(DR')으로 고정되는 자기 방향을 가지며, 이러한 자기 방향은, 용이 축(EAR)을 따른 방향(DR)으로 고정되는, 기준 층(66)의 자기 방향에 실질적으로 직교한다. 따라서, 기준 층(66')의 곤란 축은 기준 층(66)의 용이 축(EAR)과 평행하며, 기준 층(66)의 곤란 축에 실질적으로 직교한다.

[0107] [00122] MTJ(128)의 자유 층(68')은, 자유 층(68')이, 자유 층(68)의 용이 축(EAF)과 실질적으로 직교하며 그리고 기준 층(66)의 용이 축(EAR)과 평행한 용이 축(EAF')을 갖는 것을 제외하고, MTJ(40)의 자유 층(68)과 동일하다. 따라서, 자유 층(68)의 용이 축(EAF)이 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 X-축을 정의하는 한편, 자유 층(68')의 용이 축(EAF')은 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 Y-축을 정의한다. 자유 층(68)의 자화(MF)와 마찬가지로, 자유 층(68')의 자화(MF')는 자기장(HIY)에 응답하여 용이 축(EAF')(즉, Y-축)을 따라 제공되며, 여기서, 자기장(HIY)은 자유 층(68')에 대해 수평방향으로 발생되며, 용이 축(EAF')을 따른 자기장 방향을 갖는다. 따라서, 자화(MF')는, 자기장(HIY)이 발생될 때 방향(DR')으로 고정되는 기준 층(66')의 자기 방향에 실질적으로 직교한다. 자기장(HIY)이 발생될 때, 자유 층(68')의 곤란 축은 MTJ(40)의 용이 축(EAR)에 대해 실질적으로 직교하며, 용이 축(EAF)에 대해 평행하다.

[0108] [00123] 상기 언급된 바와 같이, MTJ(128) 및 MTJ(40)가 서로에 대해 실질적으로 직교하는 정렬들을 갖는 것을 제외하고, MTJ(128)는 MTJ(40)와 동일하다. 보다 구체적으로, 자유 층(68')은, 용이 축(EAF') 근방에서 제 4 방향(D4)과 제 5 방향(D5)으로 지향되는 것 사이에서 스위치가능한 자화(MF')를 갖는다. 따라서, MTJ(40)와 마찬가지로, MTJ(128)는, 제 1 저항 상태 및 제 2 저항 상태로 그리고 이로부터 스위치가능한 저항을 가지며, 제 1 자기 방향 정렬 상태 및 제 2 자기 방향 정렬 상태로 그리고 이로부터 스위치가능한 자기 방향 정렬을 갖는다. 자화(MF')가 용이 축(EAF')을 따른 방향(D4)으로 지향되는 경우, MTJ(128)의 저항은 제 1 저항 상태 (및 그에 따라, 제 1 자기 방향 정렬 상태)로 제공되며, 저항(R1)과 거의 같다. 따라서, 자유 층(68')은, 용이 축(EAF')에 직교하는 기준 방향(DR')에 실질적으로 평행한 자기장 방향을 갖는 자기장(HIY)에 응답하여, 용이 축(EAF') 근방에서 제 4 방향(D4)으로 자화(MF')의 자기 방향을 세팅하도록 구성된다. 이러한 예에서, 제 1 저항 상태 (및 제 1 자기 방향 정렬 상태)는 논리 "0"의 비트 값을 갖는 비트 상태에 해당한다. 자화(MF')가 용이 축(EAF')을 따른 제 5 방향(D5)으로 지향되는 경우, MTJ(128)의 저항은 제 2 저항 상태 (및 그에 따라 제 2 자기 방향 정렬 상태)로 제공되며, 저항(R2)과 거의 같다. 따라서, 자유 층(68')은, 용이 축(EAF')(즉, Y-축)에 또한 직교하는 기준 방향(DR')에 대해 대척인 자기장 방향을 갖는 자기장(HIY)에 응답하여, 용이 축(EAF')

근방에서 제 5 방향(D5)으로 자화(MF')의 자기 방향을 세팅하도록 구성된다. 이러한 예에서, 제 2 저항 상태 (및 제 2 자기 방향 정렬 상태)는 논리 "1"의 비트 값을 갖는 비트 상태에 해당한다.

- [0109] [00124] MTJ(40)의 자유 층(68)과 마찬가지로, MTJ(128)는, 어떠한 자기장(HIY)도 발생되지 않을 때, 자화(MF')가 자유 층(68')의 용이 축(EAF')을 따른 제 6 방향(D6)으로 지향되게 자화(MF')를 제공하도록 구성된다는 것을 주목해야 한다. 이러한 실시예에서, 제 6 방향(D6)은, 용이 축(EAR') 및 자화(MR')의 기준 방향(DR')에 실질적으로 직교한다. 따라서, MTJ(128)의 저항은 제 3 저항 상태로 세팅되며, 이러한 제 3 저항 상태는, 어떠한 자기장(HIY)도 발생되지 않을 때 저항(R3)과 거의 같다. 또한, MTJ(128)의 자기 방향 정렬은, 어떠한 자기장(HIY)도 발생되지 않을 때 제 3 자기 방향 정렬 상태로 제공된다.
- [0110] [00125] 도 12에 도시된 바와 같이, 감지 회로(130)는, (도 11에 도시된) 자기장-기반 무접촉 송신기(102)로부터 자기장-기반 무접촉 수신기(126)로 무접촉식으로 전달되는 데이터를 검출하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 감지 회로(42) 및 MTJ(40)는 자기장-기반 무접촉 수신기(34)와 관련하여 상기 설명된 방식과 동일한 방식으로 동작하도록 구성된다. 또한, MTJ(128) 및 감지 회로(130)는, MTJ(128) 및 감지 회로(130)가, 구동 회로(38) 및 다이폴 코일들(36)의 쌍이 아닌, 구동 회로(106) 및 다이폴 코일들(104)의 쌍에 의해 동작하는 것을 제외하고, 감지 회로(42) 및 MTJ(40)와 유사하게 동작한다.
- [0111] [00126] 따라서, 감지 회로(130)는 MTJ(128)의 저항을 감지하도록 구성된다. MTJ(128)이 제 1 저항 상태에 있는지 또는 제 2 저항 상태에 있는지를 검출함으로써, 감지 회로(130)는 MTJ(128)의 자기 방향 정렬이 (제 1 저항 상태에 해당하는) 제 1 자기 방향 정렬 상태에 있는지 또는 (제 2 저항 상태에 해당하는) 제 2 자기 방향 정렬 상태에 있는지를 감지하도록 추가적으로 구성된다.
- [0112] [00127] 도 12에서, 감지 회로(130)는 MTJ(128)의 저항에 기초하는 논리 상태를 나타내는 논리 출력(132)을 송신하도록 추가적으로 구성된다. 논리 출력(132)은 하나 또는 그 초과 of 논리 신호들을 포함할 수 있다. 논리 출력(132)이 나타내는 논리 상태는 데이터를 인코딩하는 데에 이용되는 임의의 타입의 논리 상태일 수 있다. 예컨대, 논리 상태는 하나 또는 그 초과의 비트 상태들, 심벌들, 및/또는 기타 등등일 수 있다. 이러한 실시예에서, 감지 회로(130)는 논리 출력(132)에서의 논리 상태의 송신을 코디네이팅하기 위해 클럭 신호(CLK)를 수신한다. 감지 회로(130)는, 감지 회로(130)가 MTJ(128)의 저항에 대해 불투명한 때 및 감지 회로(130)가 MTJ(128)의 저항에 대해 투명한 때를 클럭 신호(CLK)가 타이밍하도록 구성된다.
- [0113] [00128] 감지 회로(130)가 투명한 경우, 감지 회로(130)는, MTJ(128)의 저항에 따라서, 그리고 그에 따라, MTJ(128)의 자기 방향 정렬에 따라서 논리 출력(132)의 논리 상태를 세팅하도록 구성된다. 따라서, 논리 출력(132)의 논리 상태는, (도 11에 도시된) 구동 회로(106)에 의해 수신되는 (도 11에 도시된) 논리 입력(124)의 논리 상태에 해당한다. 하지만, 논리 출력(132)의 논리 상태는 논리 입력(124)의 논리 상태에 대해 지연될 수 있는데, 이는 논리 출력(132)의 논리 상태가 클럭 신호(CLK)의 클럭 사이클의 상이한 부분에서 또는 상이한 클럭 사이클에서 제공될 수 있기 때문이다. 대안적으로, 상이한 독립적인 클럭 신호, 또는 클럭 신호(CLK)에 기초하는 상이한 클럭 신호가, 감지 회로(130)와 이용될 수 있다.
- [0114] [00129] 이러한 실시예에서, 논리 출력(132)은 단일 비트 신호이며, 그리고 논리 상태는 비트 신호의 비트 상태일 수 있다(즉, 논리 "0" 또는 "1"의 비트 값을 갖는다). 상기 언급된 바와 같이, (도 11에 도시된) 구동 회로(106)는, (도 11에 도시된) 논리 입력(124)의 비트 상태에 따라 대척 자기 다이폴들의 쌍 각각의 자기 다이폴의 자기 극성을 발생시키도록 구성된다. 따라서, 자기장(HIY)의 자기장 방향은 논리 입력(124)의 비트 상태에 따라 생성된다. MTJ(128)는, MTJ(128)의 저항 (및 그에 따라 자기 방향 정렬)이 자기장(HIY)의 자기장 방향에 따라, MTJ(128)의 제 1 저항 상태 (및 그에 따라 제 1 자기 방향 정렬 상태) 및 제 2 저항 상태 (및 그에 따라 제 2 자기 방향 정렬 상태)로 그리고 이로부터 스위치되도록 구성된다. 감지 회로(130)가 투명한 경우, 감지 회로(130)는 논리 입력(124)의 비트 상태에 반응하며, 그에 따라, 전압 극성 (및 그에 따라 전류(IY)의 전류 방향)이 그러한 비트 상태에 따라 세팅된다. 따라서, MTJ(128)의 저항 및 MTJ(128)의 자기 방향 정렬은 도 11에 도시된 논리 입력(124)의 비트 상태를 나타낸다.
- [0115] [00130] 도 11에 관해 위에서 설명된 예에서 계속하면, (도 11에 도시된) 구동 회로(106)가 투명한 동안, 그리고 논리 "0"의 비트값을 갖는 논리 입력(124)의 비트 상태에 응답하여, (도 11에 도시된) 구동 회로(106)는 (도 11에 도시된) 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나를 발생시켜 이것이 기판(44) 밖으로 향하게 그리고 (도 11에 도시된) 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나를 발생시켜 이것이 기판(44) 안으로 향하게 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 그 결과, 자기장(HIY)의 자기장 방향이 기준 방향(DR')에 실질적으로 평행하게 세팅되도록 자유층(68')에서 도 12에 도시

된 자기장(HIY)이 생성된다. 응답하여, 자유층(68')의 자화(MF')의 자기 방향이 자유층(68')의 용이축(EAF') 둘레에(즉, Y-축에 대한 음의 회전) 제 4 방향(D4)으로 제공된다. 그 결과, MTJ(128)의 저항이 제 1 저항 상태로 세팅되고, MTJ(128)의 자기 방향 정렬이 제 1 자기 방향 정렬 상태로 제공된다. 따라서 기준 방향(DR')에 실질적으로 평행한 자기장(HIY)의 자기장 방향, 저항의 제 1 저항 상태, 및 MTJ(128)의 제 1 자기 방향 정렬 상태가 논리 "0"의 비트값을 갖는 비트 상태에 대응한다. 감지 회로(130)가 투명한 동안, 그리고 제 1 저항 상태인 저항 및 제 1 자기 방향 정렬 상태인 MTJ(128)에 응답하여, 감지 회로(130)는 논리 출력(132)의 비트 상태가 논리 "0"의 비트값을 갖게 논리 출력(132)을 발생시키도록 구성된다.

[0116] [00131] (도 11에 도시된) 구동 회로(106)가 투명한 동안, 그리고 논리 "1"의 비트값을 갖는 (도 11에 도시된) 논리 입력(124)의 비트 상태에 응답하여, 구동 회로(106)는 (도 11에 도시된) 다이폴 코일(104A)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 하나를 발생시켜 이것이 기관(44) 안으로 포인팅하게 그리고 (도 11에 도시된) 다이폴 코일(104B)이 대척 자기 다이폴들의 쌍의 다른 하나를 발생시켜 이것이 기관(44) 밖으로 포인팅하게 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성된다. 그 결과, 자기장(HIY)의 자기장 방향이 자유층(68')의 용이축(EAF')을 따라(즉, Y-축에 대한 양의 회전) 기준 방향(DR')에 대척하게(즉, -DR) 세팅되도록 자유층(68')에서 도 11에 도시된 자기장(HIY)이 생성된다. 응답하여, 자유층(68')의 자화(MF')의 자기 방향이 자유층(68')의 제 5 방향(D5)으로 제공된다. 그 결과, MTJ(128)의 저항이 제 2 저항 상태로 세팅되고, MTJ(128)의 자기 방향 정렬이 제 2 자기 방향 정렬 상태로 제공된다. 자기장(HIY)의 자기장 방향은 방향(DR')에 대척하게 제공된다. 응답하여, 자유층(68')의 자화(MF')의 자기 방향이 제 5 방향(D5)으로 제공된다. 더욱이, MTJ(128)가 제 2 저항 상태 및 제 2 자기 방향 정렬 상태로 세팅된다. 따라서 제 5 방향 D5, 제 2 저항 상태 및 제 2 자기 방향 정렬 상태가 논리 "1"의 비트값을 갖는 비트 상태에 대응한다.

[0117] [00132] 감지 회로(130)가 투명한 동안, 그리고 제 2 저항 상태인 저항 및 제 2 자기 방향 정렬 상태인 MTJ(128)에 응답하여, 감지 회로(130)는 논리 출력(132)의 비트 상태가 논리 "1"의 비트값을 갖게 논리 출력(132)을 발생시키도록 구성된다. 이런 식으로, (도 11에 도시된) 자기장-기반 무접촉 송신기(102)로부터의 데이터가 자기장-기반 무접촉 수신기(34)에 전송되며 감지 회로(130)로부터 다운스트림의 회로에 의해 사용될 수도 있다. 아래 더 상세히 설명되는 바와 같이, 감지 회로(130)의 일부 실시예들이 저항이 제 3 저항 상태일 때를 그리고 MTJ(128)의 자기 방향 정렬이 제 3 자기 방향 정렬 상태일 때를 감지하도록 추가로 동작 가능할 수도 있다.

[0118] [00133] 이제 도 11 및 도 12를 참조하면, 자기장-기반 무접촉 송신기(102) 및 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 설명은 데이터를 전송하기 위한 무접촉 통신 디바이스로서 제공될 수 있다. 위에서 설명된 예시적인 동작이 주어지면, 2 비트의 데이터가 동시에 전달될 수도 있다. 일 실시예에서, 자기장-기반 무접촉 송신기(102)는 이 예에서는 논리 입력(80) 및 논리 입력(124)을 포함하는 2-비트 논리 입력인 논리 입력(134)을 수신하도록 동작 가능하다. 추가로, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는 이 예에서는 논리 출력(86) 및 논리 출력(132)을 포함하는 2-비트 논리 출력인 논리 출력(136)을 송신하도록 구성될 수도 있다. 이에 따라, 논리 입력(134)의 논리 상태는 비트 심벌(즉, 2-비트 심벌)이다. 따라서 자기장-기반 무접촉 송신기(102)는 다이폴 코일들(36)의 쌍 및 다이폴 코일들(104)의 쌍을 사용하여 비트 심벌을 송신하도록 구성되고, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는 MTJ(40) 및 MTJ(128)를 사용하여 비트 심벌을 수신하도록 구성된다. 그 결과, 논리 출력(136)의 논리 상태는 또한 비트 심벌(즉, 2-비트 심벌)이다.

[0119] [00134] 아래 표 I 은 논리 입력(134)의 비트 심벌에 기초하여 그리고 위에서 설명된 다이폴 코일들(36)의 쌍, 구동 회로(38), 다이폴 코일들(104)의 쌍 및 구동 회로(106)의 예시적인 구성에 따라 자기장-기반 무접촉 송신기(102)의 동작의 일 실시예를 설명한다.

표 1

표 I				
논리 입력(134)의 비트 심벌	논리 입력(80)의 비트 상태	논리 입력(124)의 비트 상태	자기장(HIX)의 방향	자기장(HIY)의 방향
00	0	0	DR	DR'
01	0	1	DR	-DR'
10	1	0	-DR	DR'
11	1	1	-DR	-DR'

[0120]

[0121]

[00135] 아래 표 II는 위에서 설명된 MTJ(40), 감지 회로(42), MTJ(128) 및 감지 회로(130)의 예시적인 구성에 따라 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 동작 및 논리 출력(136)의 결과적인 논리 상태의 일 실시예를 설명한다.

표 2

표 II						
자기장(HIX)의 방향	자기장(HIY)의 방향	MTJ(40)의 저항	MTJ(128)의 저항	논리 출력(86)의 비트 상태	논리 출력(132)의 비트 상태	논리 출력(136)의 비트 심벌
DR	DR'	R1	R1	0	0	00
DR	-DR'	R1	R2	0	1	01
-DR	DR'	R2	R1	1	0	10
-DR	-DR'	R2	R2	1	1	11

[0122]

[0123]

[00136] 자기장-기반 무접촉 송신기(102)의 대안적인 실시예에서, 자기장-기반 무접촉 송신기(102)는 논리 입력(134)을 수신하고 논리 입력(134)에 기초하여 논리 입력(80) 및 논리 입력(124)을 발생시키도록 구성된 (도시되지 않은) 디코더를 포함할 수도 있다. 예컨대, 논리 입력(134)은 2 비트를 초과하는 비트들을 가질 수도 있고, 따라서 논리 입력(134)의 논리 상태는 다수-비트 심벌일 수도 있다. 일례로, 논리 입력(134)은 3 비트 신호들을 포함하고, 따라서 논리 입력(134)의 논리 상태는 3-비트 심벌이다. 디코더는 "+1," "0" 또는 "-1"의 논리값을 갖는 논리 상태를 갖는 논리 입력(80)을 발생시키도록 구성될 수도 있다. 이에 따라, 구동 회로(38)는, 논리값들 중 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 자기장(HIX)의 자기장 방향이 기준 방향(DR)에 실질적으로 평행하게, 논리값들 중 다른 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 자기장(HIX)의 자기장 방향이 기준 방향(DR)에 대척하게(즉, -DR), 그리고 논리값들 중 마지막 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 자기장(HIX)이 생성되지 않게, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 다이폴의 자기 극성을 세팅하도록 구성될 수도 있다. 추가로, 구동 회로(106)는, 논리값들 중 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 응답

하여 자기장(HIY)의 자기장 방향이 기준 방향(DR')에 실질적으로 평행하게, 논리값들 중 다른 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 응답하여 자기장(HIY)의 자기장 방향이 기준 방향(DR')에 대척하게(즉, -DR), 그리고 논리값들 중 마지막 하나(즉, "+1," "0" 또는 "-1")를 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 응답하여 자기장(HIY)이 생성되지 않게, 대척 자기 다이폴들의 쌍의 각각의 다이폴의 자기 극성을 세팅 하도록 구성될 수도 있다.

[0124] [00137] 아래 표 III은 논리 입력(134)의 비트 심벌에 기초하여 그리고 예시적인 대안 구성에 따라 자기장-기반 무접촉 송신기(102)의 동작의 일 실시예를 설명한다. 표 III은 논리 입력(134)의 비트 심벌을 고려하여 논리 입력(80)의 논리 상태 및 논리 입력(124)의 논리 상태를 설명하기 때문에, 표 III은 또한 디코더의 예시적인 동작을 설명한다.

표 3

표 III				
논리 입력(134)의 비트 심벌	논리 입력(80)의 비트 상태	논리 입력(124)의 비트 상태	자기장(HIX)의 방향	자기장(HIY)의 방향
000	-1	-1	DR	DR
001	0	-1	무	DR
010	+1	-1	-DR	DR
011	-1	0	DR	무
100	+1	0	-DR	무
101	-1	+1	DR	-DR
110	0	+1	무	-DR
111	+1	+1	-DR	-DR
누락	0	0	무	무

[0125]

[0126] [00138] 위에서 설명된 자기장-기반 무접촉 송신기(102)의 대안적인 실시예로 동작하기 위해, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 대안적인 실시예가 제공될 수 있다. 감지 회로(42)는 여전히 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다. 감지 회로(130)는 또한 여전히 MTJ(40)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다. 그러나 위에서 설명된 바와 같이, 논리 입력(80)의 논리 상태들 중 마지막 상태에 대해서는 자기장(HIX)이 생성되지 않는다. 이에 따라, 감지 회로(42)는 논리값들 중 하나를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 제 1 저항 상태의 저항(그리고 이에 따라 제 1 자기 방향 정렬 상태의 자기 방향 정렬)을, 논리값들 중 다른 하나를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 제 2 저항 상태의 저항(그리고 이에 따라 제 2 자기 방향 정렬 상태의 자기 방향 정렬)을, 그리고 논리값들 중 마지막 하나를 갖는 논리 입력(80)의 논리 상태에 응답하여 제 3 저항 상태의 저항(그리고 이에 따라 제 3 자기 방향 정렬 상태의 자기 방향 정렬)을 갖는 MTJ(40)를 감지한다. 감지 회로(42)는 저항(그리고 자기 방향 정렬)에 따라 논리 상태가 세팅되게 논리 출력(86)을 발생시키도록 구성된다. 이에 따라, 감지 회로(42)는 MTJ(40)의 저항(그리고 이에 따라 자기 방향 정렬)에 따라 논리 상태가 "+1," "0" 또는 "-1"의 논리값을 갖게 논리 출력(86)을 발생시키도록 구성될 수도 있다.

[0127] [00139] 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 대안적인 실시예에서, 감지 회로(130)는 여전히, MTJ(128)의 저항 및 자기 방향 정렬을 감지하도록 구성된다. 그러나, 위에서 설명된 바와 같이, 자기장 HIY는, 논리값들 중 마지막 값을 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 대한 응답으로 생성되지 않는다. 따라서, 감지 회로(130)는, 논

리값들 중 하나를 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 대한 응답으로 제 1 저항 상태의 저항(및 그에 따른 제 1 자기 방향 정렬 상태에서의 자기 방향 정렬), 논리값들 중 다른 하나를 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 대한 응답으로 제 2 저항 상태의 저항(및 그에 따른 제 2 자기 방향 정렬 상태에서의 자기 방향 정렬), 및 논리값들 중 마지막 값을 갖는 논리 입력(124)의 논리 상태에 대한 응답으로 제 3 저항 상태의 저항(및 그에 따른 제 3 자기 방향 정렬 상태에서의 자기 방향 정렬)을 갖는 MTJ(128)를 감지한다. 감지 회로(130)는, 논리 상태가 저항(및 자기 방향 정렬)에 따라 세팅되기 위해 논리 출력(132)을 생성하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 감지 회로(130)는, 논리 상태가 저항(및 자기 방향 정렬)에 따라 "+1", "0", 또는 "-1"의 논리값을 갖기 위해 논리 출력(132)을 생성하도록 구성된다.

[0128] [00140] 일 실시예에서, 자기장-기반 무접촉 수신기(126)는, 논리 출력(86) 및 논리 출력(132)을 수신하고, 논리 출력(86)의 논리 상태 및 논리 출력(132)의 논리 상태에 기초한 논리 상태를 갖는 논리 출력(136)을 생성하도록 구성된 인코더(미도시)를 포함할 수 있다. 예컨대, 인코더는, 논리 출력(86) 및 논리 출력(132)으로부터 논리 출력(136)을 3비트 신호들로서 생성하도록 구성될 수 있다. 따라서, 논리 출력(136)의 논리 상태는 3비트 심벌이다.

[0129] [00141] 아래의 표 4는, MTJ(40), 감지 회로(42), MTJ(128), 및 감지 회로(130)의 대안적인 구성에 따른 자기장-기반 무접촉 수신기(126)의 동작 및 논리 출력(136)의 결과적인 논리 상태의 일 실시예를 설명한다. 논리 출력(86)의 논리 상태 및 논리 출력(132)의 논리 상태가 주어진 논리 출력(136)의 비트 심벌을 표 4가 설명하지만, 표 4는 인코더의 예시적인 동작을 또한 설명한다.

[0130] [표 4]

표 IV						
자기장 HIX의 방향	자기장 HIY의 방향	MTJ(40)의 저항	MTJ(128)의 저항	논리 출력 (86)의 비트 상태	논리 출력 (132)의 비트 상태	논리 출력 (136)의 비트 심벌
DR	DR	R1	R1	-1	-1	000
없음	DR	R3	R1	0	-1	001
-DR	DR	R2	R1	+1	-1	010
DR	없음	R1	R3	-1	0	011
-DR	없음	R2	R3	+1	0	100
DR	-DR	R1	R3	-1	+1	101
없음	-DR	R3	R2	0	+1	110
-DR	-DR	R2	R2	+1	+1	111
없음	없음	R3	R3	0	0	누락

[0131] [00142] 도 13은, 기관(44)에 대해 수평방향으로 배치된 다수의 송신기 셀들(102(1), 102(2), 102(3), 102(4))을 갖는 또 다른 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 송신기(138)를 예시한다. 송신기 셀들(102(1), 102(2), 102(3), 102(4)) 각각은 위에서 설명된 자기장-기반 무접촉 송신기(102)와 동일하다. 따라서, 송신기 셀(102(1))은, 구동 회로(38(1))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(36(1))로 및 상세하게는 엘리먼트들(36A(1), 36B(1))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖고, 송신기 셀(102(2))은, 구동 회로(38(2))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(36(2))로 및 상세하게는 엘리먼트들(36A(2), 36B(2))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖고, 송신기 셀(102(3))은, 구동 회로(38(3))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(36(3))로 및 상세하게는 엘리먼트들(36A(3), 36B(3))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 가지며, 송신기 셀(102(4))은, 구동 회로(38(4))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(36(4))로 및 상세하게

는 엘리먼트들(36A(4), 36B(4))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖는다. 다이폴 코일들(36(1), 36(2), 36(3), 36(4))의 쌍들 각각은 위에서 설명된 다이폴 코일들(36)의 쌍과 동일하다. 유사하게, 구동 회로들(38(1), 38(2), 38(3), 38(4)) 각각은 위에서 설명된 구동 회로(38)와 동일하다.

[0133] [00143] 부가적으로, 송신기 셀(102(1))은, 구동 회로(106(1))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(104(1))로 및 상세하게는 엘리먼트들(104A(1), 104B(1))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖고, 송신기 셀(102(2))은, 구동 회로(106(2))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(104(2))로 및 상세하게는 엘리먼트들(104A(2), 104B(2))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖고, 송신기 셀(102(3))은, 구동 회로(106(3))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(104(3))로 및 상세하게는 엘리먼트들(104A(3), 104B(3))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 가지며, 송신기 셀(102(4))은, 구동 회로(106(4))와 동작가능하게 연관된 (일반적으로는 엘리먼트들(104(4))로 및 상세하게는 엘리먼트들(104A(4), 104B(4))로 지칭되는) 다이폴 코일들의 쌍을 갖는다. 다이폴 코일들(104(1), 104(2), 104(3), 104(4))의 쌍들 각각은 위에서 설명된 다이폴 코일들(104)의 쌍과 동일하다. 유사하게, 구동 회로들(106(1), 106(2), 106(3), 106(4)) 각각은 위에서 설명된 구동 회로(106)와 동일하다. 이러한 실시예에서, 예시적인 자기장-기반 무접촉 송신기(138)는, 다수의 송신기 셀들(102(1), 102(2), 102(3), 102(4)) 각각으로부터 상이한 비트 심벌을 동시에 송신하도록 구성된다.

[0134] [00144] 도 14는, 무접촉 통신 디바이스를 제공하기 위해 도 13에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(138)와 함께 이용될 수 있는 기관(64) 상에 배치된 다른 예시적인 수평방향 자기장-기반 무접촉 수신기(140)를 예시한다. 자기장-기반 무접촉 수신기(140)는, 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치된 다수의 수신기 셀들(126(1), 126(2), 126(3), 126(4))을 갖는다. 수신기 셀들(126(1), 126(2), 126(3), 126(4)) 각각은 위에서 설명된 자기장-기반 무접촉 수신기(126)와 동일하다.

[0135] [00145] 수신기 셀(126(1))은, 도 12에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(126) 및 도 11에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(102)에 대해 위에서 설명된 방식과 동일하게 송신기 셀(102(1))로부터 데이터를 수신하도록 구성된다. 따라서, 수신기 셀(126(1))은, MTJ(40(1)), 감지 회로(42(1)), MTJ(128(1)), 및 감지 회로(130(1))를 갖는다. MTJ(40(1))는 기준층(66(1)) 및 자유층(68(1))을 가지며, 여기서, 터널링 배리어는 기준층(66(1))과 자유층(68(1)) 사이에서 정의된다. MTJ(40(1))는 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 또한, 기준층(66(1))은, 기준층((66)(1))의 자기화 MR((1))가 자화 용이축 EAR((1))을 따라 지향되도록 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((1))을 정의한다. 자유층(68(1))은, 자화 용이축 EAR((1))에 실질적으로 직교하고 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((1))을 정의한다. 감지 회로(42(1))는 MTJ(40(1))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(40(1))는 MTJ((40))와 동일하고, 감지 회로(42(1))는 도 11에 도시된 감지 회로(42)와 동일하다. 부가적으로, MTJ(128(1))는 기준층(66(1)') 및 자유층(68(1)')을 가지며, 여기서, 터널링 배리어는 기준층(66(1)')과 자유층(68(1)') 사이에서 정의된다. MTJ(128(1))는 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 또한, 기준층(66(1)')은, 기준층((66)(1)')의 자기화 MR((1)')가 자화 용이축 EAR((1)')을 따라 지향되도록 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((1)')을 정의한다. 자유층(68(1)')은, 자화 용이축 EAR((1)')에 실질적으로 직교하고 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((1)')을 정의한다. MTJ(128(1)) 내의 자유층(68(1)')의 자화 용이축 EAR((1)')은 또한, MTJ(40(1)) 내의 자유층(68(1))의 자화 용이축 EAR((1))에 실질적으로 직교한다. 감지 회로(130(1))는 MTJ(128(1))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(128(1))는 MTJ(128)와 동일하고, 감지 회로(130(1))는 도 12에 도시된 감지 회로(130)와 동일하다.

[0136] [00146] 수신기 셀(126(2))은, 도 12에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(126) 및 도 11에 도시된 자기장-기반 무접촉 송신기(102)에 대해 위에서 설명된 방식과 동일하게 송신기 셀(102(2))로부터 데이터를 수신하도록 구성된다. 따라서, 수신기 셀(126(2))은, MTJ(40(2)), 감지 회로(42(2)), MTJ(128(2)), 및 감지 회로(130(2))를 갖는다. MTJ(40(2))는 기준층(66(2)) 및 자유층(68(2))을 가지며, 여기서, 터널링 배리어는 기준층(66(2))과 자유층(68(2)) 사이에서 정의된다. MTJ(40(2))는 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 또한, 기준층(66(2))은, 기준층((66)(2))의 자기화 MR((2))가 자화 용이축 EAR((2))을 따라 지향되도록 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((2))을 정의한다. 자유층(68(2))은, 자화 용이축 EAR((2))에 실질적으로 직교하고 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((2))을 정의한다. 감지 회로(42(2))는 MTJ(40(2))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(40(2))는 MTJ(40)와 동일하고, 감지 회로(42(2))는 도 11에 도시된 감지 회로(42)와 동일하다. 부가적으로, MTJ(128(2))는 기준층(66(2)') 및 자유층(68(2)')을 가지며, 여기서, 터널링 배리어는 기준층(66(2)')과 자유층(68(2)') 사이에서 정의된다. MTJ(128(2))는 기관(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 또한, 기준층(66(2)')은, 기준층((66)(2)')의 자기화 MR((2)')가 자화 용이축 EAR((2)')을 따라 지향되도록 기관(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((2)')을 정의한다. 자유층(68(2)')은, 자화 용이축

EAR((2'))에 실질적으로 직교하고 기판(64)에 대해 수평방향으로 자화 용이축 EAR((2'))을 정의한다. MTJ(128(2)) 내의 자유층(68(2'))의 자화 용이축 EAF((2'))은 또한, MTJ(40(2)) 내의 자유층(68(2))의 자화 용이축 EAF((2))에 실질적으로 직교한다. 감지 회로(130(2))는 MTJ(128(2))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(128(2))는 MTJ(128)와 동일하고, 감지 회로(130(2))는 도 12에 도시된 감지 회로(130)와 동일하다.

[0137] [00147] 수신기 셀(126(3))은 도 12에 도시된 자기장-기판 무접촉 수신기(126) 및 도 11에 도시된 자기장-기판 무접촉 송신기(102)에 대하여 앞서 설명된 것과 동일한 방식으로 송신기 셀(102(3))로부터 데이터를 수신하도록 구성된다. 따라서, 수신기 셀(126(3))은 MTJ(40(3)), 감지 회로(42(3)), MTJ(128(3)), 및 감지 회로(130(3))를 가진다. MTJ(40(3))는 기준층(66(3)) 및 자유층(68(3))을 가지며, 터널링 배리어는 기준층(66(3))과 자유층(68(3)) 사이에서 정의된다. MTJ(40(3))는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 게다가, 기준층(66(3))은 기준층(66(3))의 자화 MR((3))가 용이 축 EAR((3))를 따라 지향되도록 기판(64)에 대해 수평방향으로 용이 축 EAR((3))을 정의한다. 자유층(68(3))은 용이 축 EAR((3))에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기판(64)에 대해 수평방향인 용이 축 EAF((3))를 정의한다. 감지 회로(42(3))는 MTJ(40(3))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(40(3))는 MTJ((40))과 동일하며, 감지 회로(42(3))는 도 11에 도시된 감지 회로(42)와 동일하다. 부가적으로, MTJ(128(3))는 기준 층(66(3')) 및 자유층(68(3'))을 가지며, 터널링 배리어는 기준층(66(3'))과 자유층(68(3')) 사이에서 정의된다. MTJ(128(3))는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 게다가, 기준층(66(3'))은 기준층(66(3'))의 자화 MR((3'))가 용이 축 EAR((3'))을 따라 지향되도록 기판(64)에 대해 수평방향으로 용이 축 EAR((3'))을 정의한다. 자유층(68(3'))은 용이 축 EAR((3'))에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기판(64)에 대해 수평방향인 용이 축 EAF((3'))을 정의한다. MTJ(128(3))내의 자유층(68(3'))의 용이 축 EAF((3'))은 또한 MTJ(40(3))내의 자유층(68(3))의 용이 축 EAF((3))에 실질적으로 직교한다. 감지 회로(130(3))는 MTJ(128(3))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(128(3))는 MTJ(128)과 동일하며, 감지 회로(130(3))는 도 12에 도시된 감지 회로(130)와 동일하다.

[0138] [00148] 수신기 셀(126(4))은 도 12에 도시된 자기장-기판 무접촉 수신기(126) 및 도 11에 도시된 자기장-기판 무접촉 송신기(102)에 대하여 앞서 설명된 것과 동일한 방식으로 송신기 셀(102(4))로부터 데이터를 수신하도록 구성된다. 따라서, 수신기 셀(126(4))은 MTJ(40(4)), 감지 회로(42(4)), MTJ(128(4)), 및 감지 회로(130(4))를 가진다. MTJ(40(4))는 기준층(66(4)) 및 자유층(68(4))을 가지며, 터널링 배리어는 기준층(66(4))과 자유층(68(4)) 사이에서 정의된다. MTJ(40(4))는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 게다가, 기준층(66(4))은 기준층(66(4))의 자화 MR((4))가 용이 축 EAR((4))를 따라 지향되도록 기판(64)에 대해 수평방향으로 용이 축 EAR((4))을 정의한다. 자유층(68(4))은 용이 축 EAR((4))에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기판(64)에 대해 수평방향인 용이 축 EAF((4))를 정의한다. 감지 회로(42(4))는 MTJ(40(4))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(40(4))는 MTJ(40)과 동일하며, 감지 회로(42(4))는 도 11에 도시된 감지 회로(42)와 동일하다. 부가적으로, MTJ(128(4))는 기준 층(66(4')) 및 자유층(68(4'))을 가지며, 터널링 배리어는 기준층(66(4'))과 자유층(68(4')) 사이에서 정의된다. MTJ(128(4))는 기판(64)에 대해 수평방향으로 배치된다. 게다가, 기준층(66(4'))은 기준층(66(4'))의 자화 MR((4'))가 용이 축 EAR((4'))을 따라 지향되도록 기판(64)에 대해 수평방향으로 용이 축 EAR((4'))을 정의한다. 자유층(68(4'))은 용이 축 EAR((4'))에 대해 실질적으로 직교한 그리고 기판(64)에 대해 수평방향인 용이 축 EAF((4'))을 정의한다. MTJ(128(4))내의 자유층(68(4'))의 용이 축 EAF((4'))은 또한 MTJ(40(4))내의 자유층(68(4))의 용이 축 EAF((4))에 실질적으로 직교한다. 감지 회로(130(4))는 MTJ(128(4))의 저항을 감지하도록 구성된다. 따라서, MTJ(128(4))는 MTJ(128)과 동일하며, 감지 회로(130(4))는 도 12에 도시된 감지 회로(130)와 동일하다.

[0139] [00149] 도 15는 개시내용에 따라 배열된 무접촉 통신 디바이스(142)의 일 실시예를 예시한다. 무접촉 통신 디바이스(142)는 휴대용 전자 디바이스(144)의 애플리케이션 프로세서(146)와 디스플레이(들)(148) 사이에서 무접촉 방식으로 데이터를 전송하기 위하여 휴대용 전자 디바이스(144)에서 사용된다. 휴대용 전자 디바이스(144)는 애플리케이션 보드(150)와 디스플레이 보드(152)를 포함하며, 이들 각각은 인쇄회로기판일 수 있다. 애플리케이션 프로세서(146)는 애플리케이션 보드(150)상에 제공된다. 무접촉 통신 디바이스(142)는 또한 애플리케이션 보드(150)상에 제공되는 IC 패키지(154)를 포함한다. IC 패키지(154)는 애플리케이션 보드(150)에 의해 애플리케이션 프로세서(146)에 커플링된다. 이러한 실시예에서, IC 패키지(154)는 기판(44)을 포함하며, 자기장-기판 무접촉 송신기(138)를 가진다. 자기장-기판 무접촉 송신기(138)는 앞서 설명된 바와같이 무접촉 방식으로 애플리케이션 프로세서(146)에 의해 제공된 데이터를 통신하도록 구성된다.

[0140] [00150] 디스플레이(들)(148)는 디스플레이 제어기(들)(156)와 함께 디스플레이 보드(152)상에 제공된다. 무접촉 통신 디바이스(142)는 또한 디스플레이 보드(152)상에 제공된 IC 패키지(158)를 포함한다. IC 패키지(158)

는 디스플레이 보드(152)에 의해 디스플레이 제어기(들)(156)에 커플링된다. 이러한 실시예에서, IC 패키지(158)는 기관(64)을 포함하며, 도 14에 도시된 자기장-기반 무접촉 수신기(140)를 가진다. 자기장-기반 무접촉 수신기(140)는 앞서 설명한 바와같이 자기장-기반 무접촉 송신기(138)로부터 무접촉 방식으로 데이터를 수신하도록 구성된다. 이후, 데이터는 자기장-기반 무접촉 수신기(140)에 의해 디스플레이 보드(152)를 통해 디스플레이 제어기(들)(156)에 송신된다. 이러한 방식으로, 애플리케이션 프로세서(146)는 무접촉 통신 디바이스(142)를 통해 데이터를 디스플레이(들)(148)에 통신하도록 구성된다.

[0141] [00151] 도 16은 프로세서-기반 시스템의 컴포넌트에 대해 무접촉 통신하기 위해 사용될 수 있는, 본원에 개시된 실시예들 중 임의의 실시예에 따른 예시적인 프로세서-기반 시스템 및 무접촉 통신 디바이스를 포함하는, 도 15에 도시된 휴대용 전자 디바이스(144)의 블록도이다. 이러한 실시예에서, 도 15에 도시된 휴대용 전자 디바이스(144)는 대응하는 무접촉 통신 디바이스(142)를 포함한다. 무접촉 데이터 통신은 본원에 개시된 실시예들에 따라 제공될 수 있으며, 무접촉 통신 디바이스들(예컨대, 무접촉 통신 디바이스(142)), 자기장-기반 무접촉 수신기들(예컨대, 자기장-기반 무접촉 수신기(140)), 및/또는 자기장-기반 무접촉 송신기들(예컨대, 자기장-기반 무접촉 송신기(138))의 임의의 실시예는 임의의 프로세서-기반 디바이스에 제공되거나 또는 이 프로세서-기반 디바이스에 통합될 수 있다. 예들은, 제한없이, 셋톱 박스, 엔터테인먼트 유닛, 내비게이션 디바이스, 통신 디바이스, 고정 로케이션 데이터 유닛, 모바일 로케이션 데이터 유닛, 모바일 폰, 셀룰라 폰, 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 개인휴대단말(PDA), 모니터, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 튜너, 라디오, 위성 라디오, 뮤직 플레이어, 디지털 뮤직 플레이어, 휴대용 뮤직 플레이어, 디지털 비디오 플레이어, 비디오 플레이어, 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어, 및 휴대용 디지털 비디오 플레이어를 포함한다.

[0142] [00152] 이와 관련하여, 도 16은 도 15에 예시된 무접촉 통신 디바이스(142)를 사용하는 휴대용 전자 디바이스(144)인 프로세서-기반 시스템의 예를 예시한다. 이러한 예에서, 휴대용 전자 디바이스(144)는 하나 또는 그 초과와 중앙 프로세싱 유닛(CPU)들(160)을 포함하며, 하나 또는 그 초과와 중앙 프로세싱 유닛(CPU)들 각각은 애플리케이션 프로세서(146)와 같은 하나 또는 그 초과와 프로세서들(162)을 포함한다. CPU(들)(160)는 마스터 디바이스(164)일 수 있다. CPU(들)(160)는 임시 저장 데이터에 대한 고속 액세스를 위해 프로세서(들)(162)에 커플링된 캐시 메모리(166)를 가질 수 있다. CPU들(160)은 시스템 버스(168)에 커플링되며, 휴대용 전자 디바이스(144)에 포함된 마스터 및 슬레이브 디바이스들을 통합할 수 있다. 시스템 버스(168)는 버스 인터커넥트일 수 있다. 알 알려진 바와같이, CPU들(160)은 시스템 버스(168)를 통해 어드레스, 제어 및 데이터 정보를 교환함으로써 이들 다른 디바이스들과 통신한다. 예컨대, CPU(들)(160)은 슬레이브 디바이스의 예로서 메모리 제어기(172)에 버스 트랜잭션 요청들을 통신할 수 있다. 비록 도 16에 예시되지 않았을지라도, 다수의 시스템 버스들(168)이 제공될 수 있으며, 각각의 시스템 버스(168)는 상이한 패브릭을 구성한다. 다른 마스터 및 슬레이브 디바이스들은 시스템 버스(168)에 연결될 수 있다. 도 16에 예시된 바와같이, 이들 디바이스들은 예들로서 메모리 시스템(174), 하나 또는 그 초과와 입력 디바이스들(176), 하나 또는 그 초과와 출력 디바이스들(178), 하나 또는 그 초과와 네트워크 인터페이스 디바이스들(180) 및 디스플레이 제어기(들)(156)를 포함할 수 있다. 입력 디바이스(들)(176)는 입력 키들, 스위치들, 음성 프로세서들 등을 포함하는 (그러나, 이에 제한되지 않음) 임의의 타입의 입력 디바이스를 포함할 수 있다. 출력 디바이스(들)(178)는 오디오, 비디오, 다른 시각적 표시자들 등을 포함하는 (그러나, 이에 제한되지 않음) 임의의 타입의 출력 디바이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스 디바이스(들)(180)는 네트워크(182)로 그리고 네트워크(182)로부터의 데이터의 교환을 허용하도록 구성된 임의의 디바이스들일 수 있다. 네트워크(182)는 유선 또는 무선 네트워크, 개인 또는 공중 네트워크, 근거리 통신망(LAN), 광역 통신망(WLAN) 및 인터넷을 포함하는 (그러나, 이에 제한되지 않음) 임의의 타입의 네트워크일 수 있다. 네트워크 인터페이스 디바이스(들)(180)는 원하는 임의의 타입의 통신 프로토콜을 지원하도록 구성될 수 있다. 메모리 시스템(174)은 하나 또는 그 초과와 메모리 유닛들(184)(0-N)을 포함할 수 있다. 어댑터(186)는 예컨대 메모리 시스템(174)에 제공된 메모리 유닛들(184)(0-N)과 같은, 시스템 버스(168)에 커플링된 마스터 및 슬레이브 디바이스들과 시스템 버스(168) 사이에 제공될 수 있다.

[0143] [00153] 이러한 실시예에서, CPU(들)(160)는 하나 또는 그 초과와 디스플레이들(148)에 전송된 정보를 제어하기 위하여 무접촉 통신 디바이스(142)를 사용하여 디스플레이 제어기(들)(156)에 액세스하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, CPU(들)(160)는 무접촉 통신 디바이스(142)의 자기장-기반 무접촉 송신기(138)에 커플링될 수 있다. 따라서, 자기장-기반 무접촉 송신기(138)는 CPU(들)(160)로부터의 정보를 자기장-기반 무접촉 수신기(140)에 무접촉 방식으로 송신한다. 디스플레이 제어기(들)(156)는 자기장-기반 무접촉 수신기(140)로부터의 정보를 수신하도록 구성된다. 디스플레이 제어기(들)(156)는 하나 또는 그 초과와 비디오 프로세서들(188)을 통해 디스플레이될 정보를 디스플레이(들)(148)에 전송하며, 하나 또는 그 초과와 비디오 프로세서들(188)은 디스플레이(들)(148)에 적합한 포맷으로 디스플레이되도록 정보를 프로세싱한다. 디스플레이(들)(148)는 음극선

관(CRT), 액정 디스플레이(LCD), 플라즈마 디스플레이 등을 포함하는 (그러나, 이에 제한되지 않음) 임의의 타입의 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0144] [00154] CPU들(160) 및 디스플레이 제어기(들)(156)는 무접촉 통신 디바이스(142)를 통해 아비터(186)에 메모리 액세스 요청들을 수행하기 위한 마스터 디바이스들로서 작용할 수 있다. CPU들(160) 및 디스플레이 제어기(들)(156) 내의 상이한 스레드들은 아비터(186)에 요청들을 수행할 수 있다. CPU들(160) 및 디스플레이 제어기(들)(156)는 트랜잭션 요청의 부분으로서 아비터(186)에 MID를 제공할 수 있다.

[0145] [00155] 당업자들은, 본원에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘들이 전자 하드웨어, 메모리 또는 다른 컴퓨터-판독가능 매체에 저장되고 프로세서 또는 다른 프로세싱 디바이스에 의해 실행되는 명령들, 또는 둘 모두의 조합들로 구현될 수 있음을 추가로 인식할 것이다. 예로서, 본원에서 설명되는 아비터들, 마스터 디바이스들 및 슬레이브 디바이스들은 임의의 회로, 하드웨어 컴포넌트, 집적 회로(IC) 또는 IC 칩에서 구현될 수 있다. 본원에 개시된 메모리는 임의의 타입 및 크기의 메모리일 수 있고, 원하는 임의의 타입의 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 이러한 상호운용성을 명확하게 예시하기 위해, 다양한 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들은 일반적으로 이들의 기능의 관점에서 앞서 설명되었다. 이러한 기능이 어떻게 구현되는지는, 특정 애플리케이션, 설계 선택들, 및/또는 전체 시스템에 부과되는 설계 제약들에 좌우된다. 당업자들은, 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방법들로 구현할 수 있지만, 이러한 구현 결정들은 본 개시의 범위를 벗어나는 것을 초래하는 것으로 해석되어서는 안된다.

[0146] [00156] 본원에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들 및 회로들은, 프로세서, DSP(Digital Signal Processor), ASIC(Application Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 다른 프로그래머블 논리 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 논리, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본원에 설명된 기능들을 수행하도록 설계되는 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 프로세서는, 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예컨대, DAP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로 구현될 수 있다.

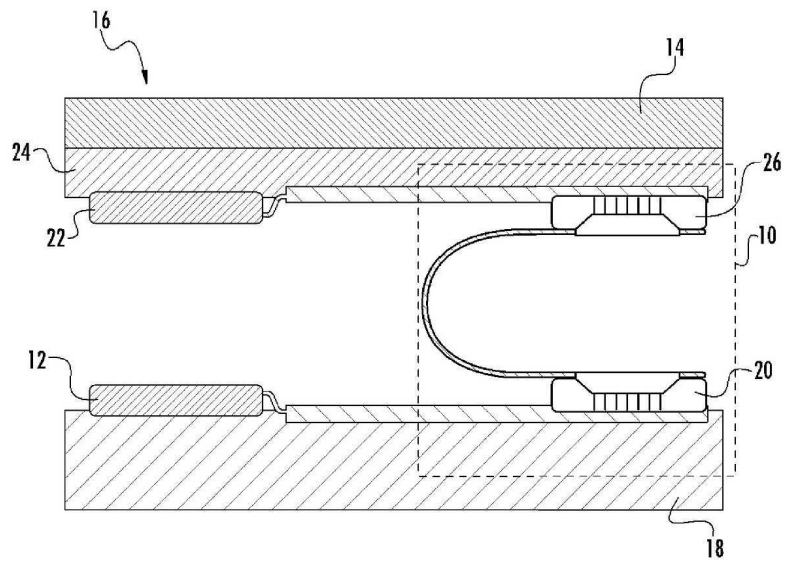
[0147] [00157] 본원에 개시된 실시예들은, 하드웨어로 구현될 수 있고, 하드웨어에 저장되고, 예컨대, RAM(Random Access Memory), 플래쉬 메모리, ROM(Read Only Memory), EPROM(Electrically Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈식 디스크, CD-ROM 또는 당업계에 공지된 임의의 다른 형태의 컴퓨터 판독가능 매체에 상주할 수 있는 명령들로 구현될 수 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수 있다. ASIC는 원격 스테이션에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 원격 스테이션, 기지국 또는 서버에 이산 컴포넌트들로서 상주할 수 있다.

[0148] [00158] 본원의 예시적인 실시예들 중 임의의 실시예에서 설명된 동작 단계들은 예시들 및 논의를 제공하기 위해 설명된 것을 또한 주목한다. 설명된 동작들은, 예시된 순서들과는 다른 다수의 상이한 순서들로 수행될 수 있다. 게다가, 단일 동작 단계에서 설명된 동작들은, 실제로 다수의 상이한 단계들에서 수행될 수 있다. 추가적으로, 예시적인 실시예들에서 논의된 하나 또는 그 초과 동작 단계들은 결합될 수 있다. 흐름도 도면들에서 예시된 동작 단계들은, 당업자에게 쉽게 자명할 바와 같이 다수의 상이한 변형들을 겪을 수 있음을 이해해야 한다. 당업자들은 또한, 정보 및 신호들이 임의의 다양한 상이한 기술들 및 기법들을 이용하여 표현될 수 있음을 이해할 것이다. 예컨대, 상기 설명 전반에 걸쳐 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심벌들 및 칩들은, 전압들, 전류들, 전자파들, 자기 필드 또는 자기 입자들, 광 필드들 또는 광 입자들 또는 이들의 임의의 조합으로 표현될 수 있다.

[0149] [00159] 본 개시내용의 이전의 설명은, 당업자가 본 개시내용을 실시 또는 이용할 수 있도록 제공된다. 본 개시내용에 대한 다양한 변형들은 당업자에게 쉽게 자명할 것이고, 본원에 정의된 일반적 원리들은, 본 개시내용의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 다른 변화들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 개시내용은, 본원에 설명된 예들 및 설계들에 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본원에 개시된 원리들 및 신규한 특징들에 일치하는 최광의 범위에 따른다.

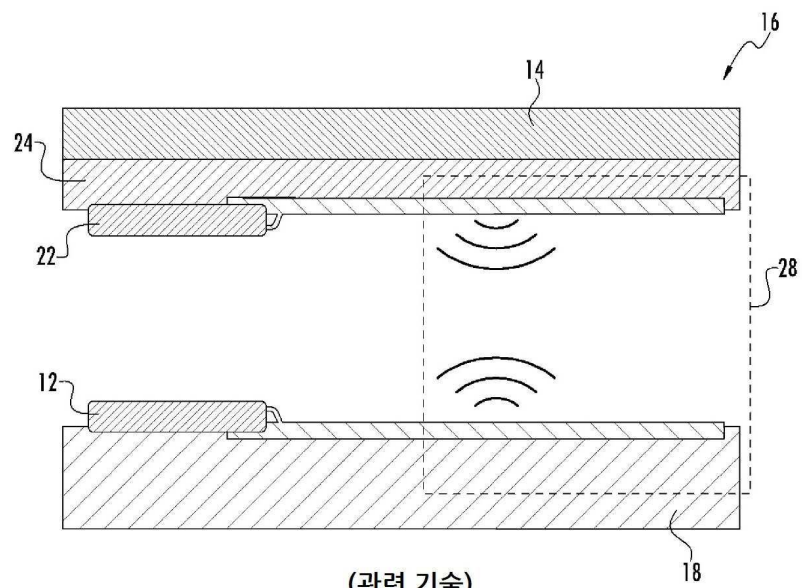
도면

도면1



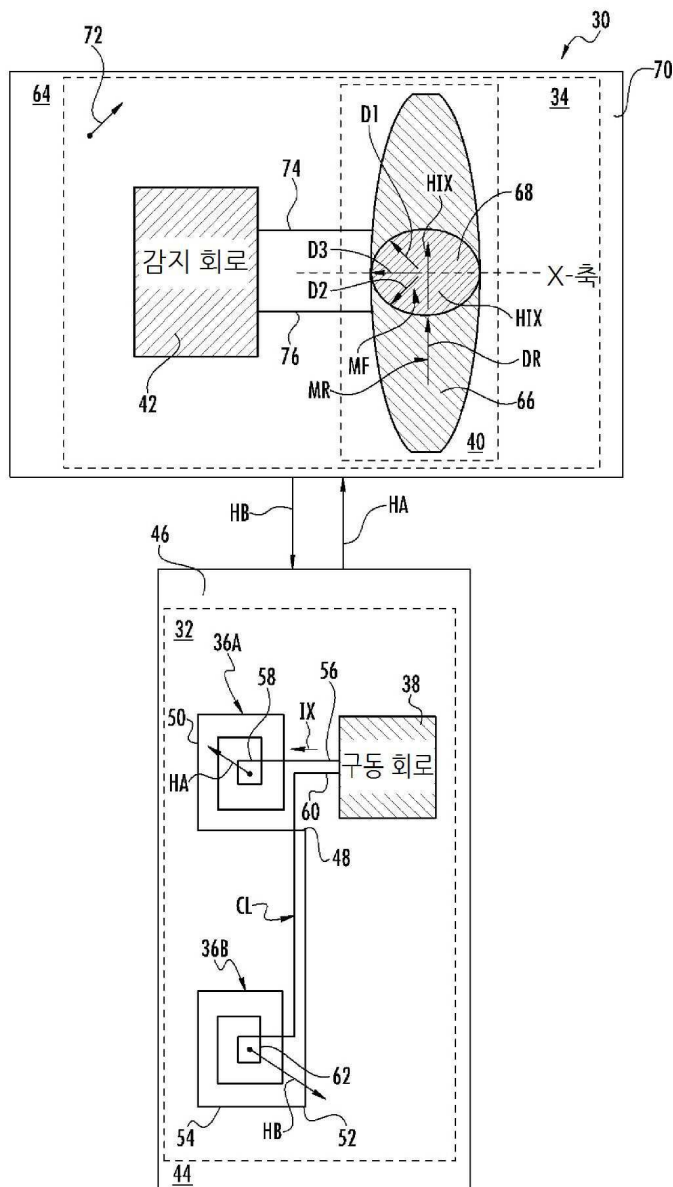
(관련 기술)

도면2

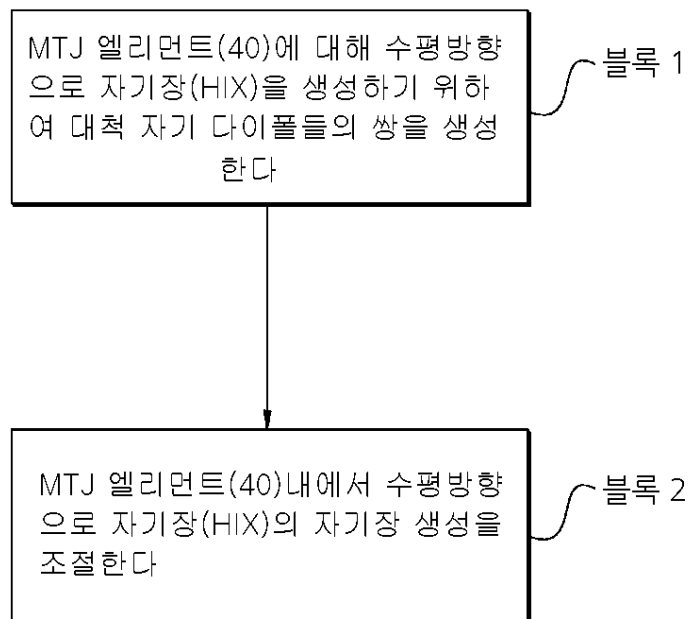


(관련 기술)

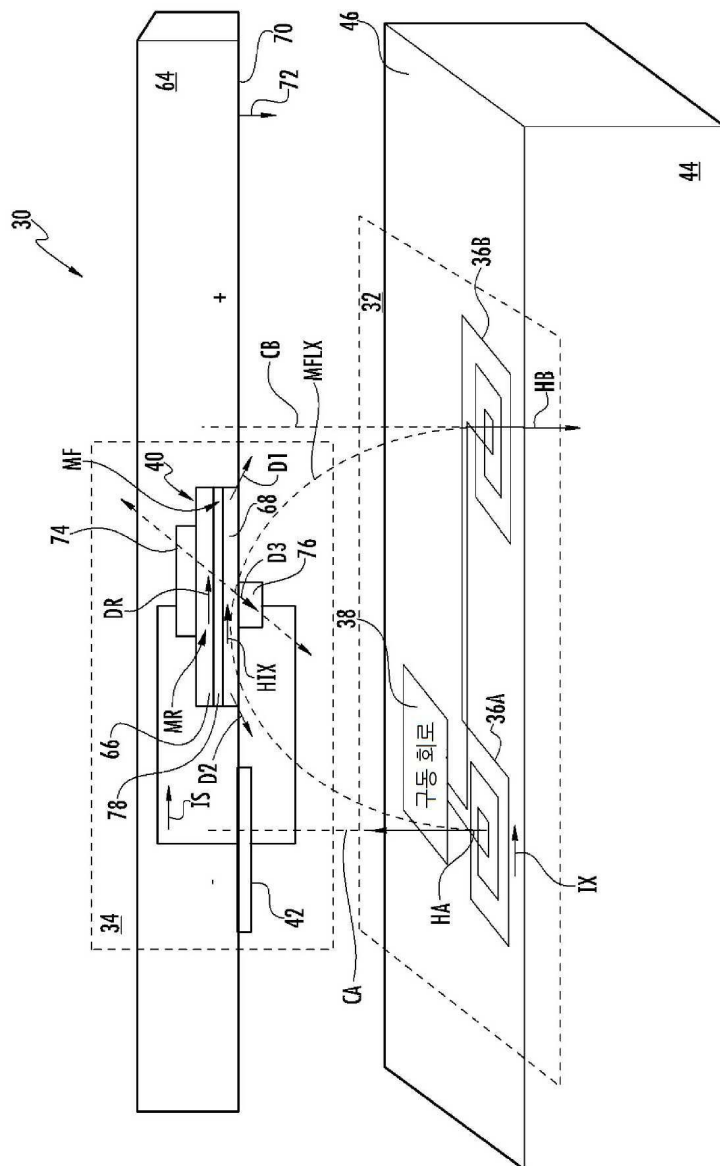
도면3



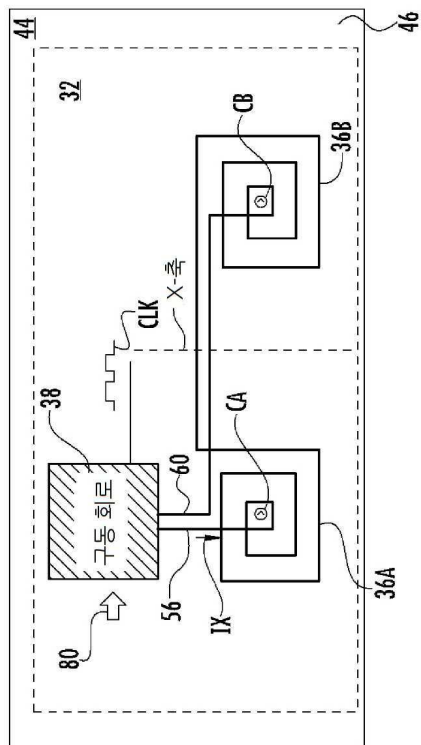
도면4



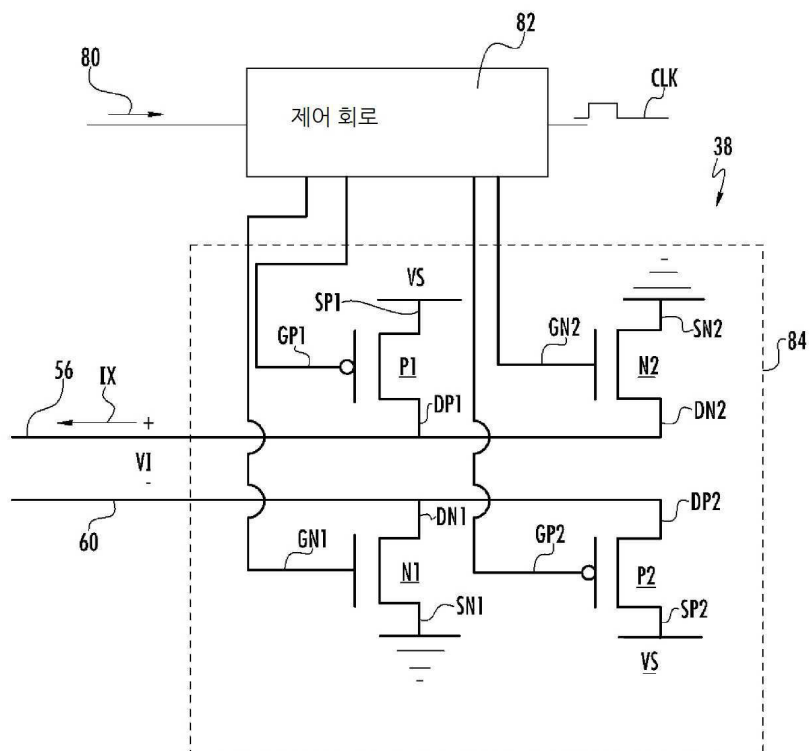
도면5



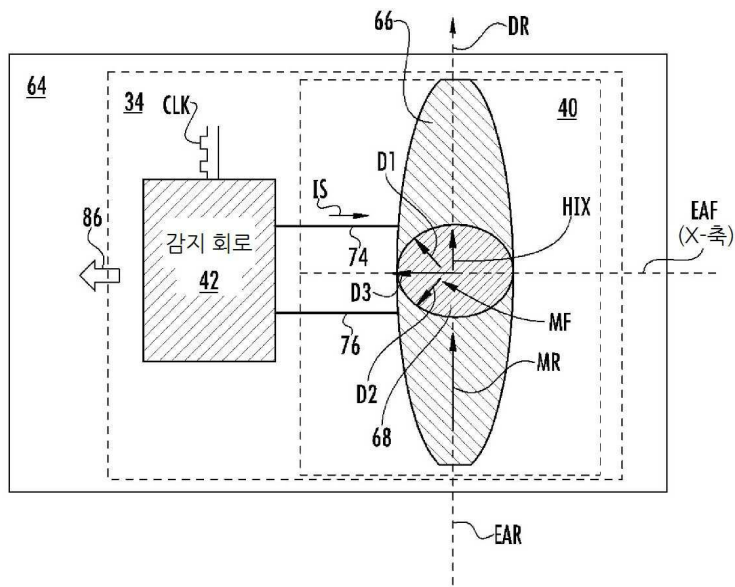
도면6



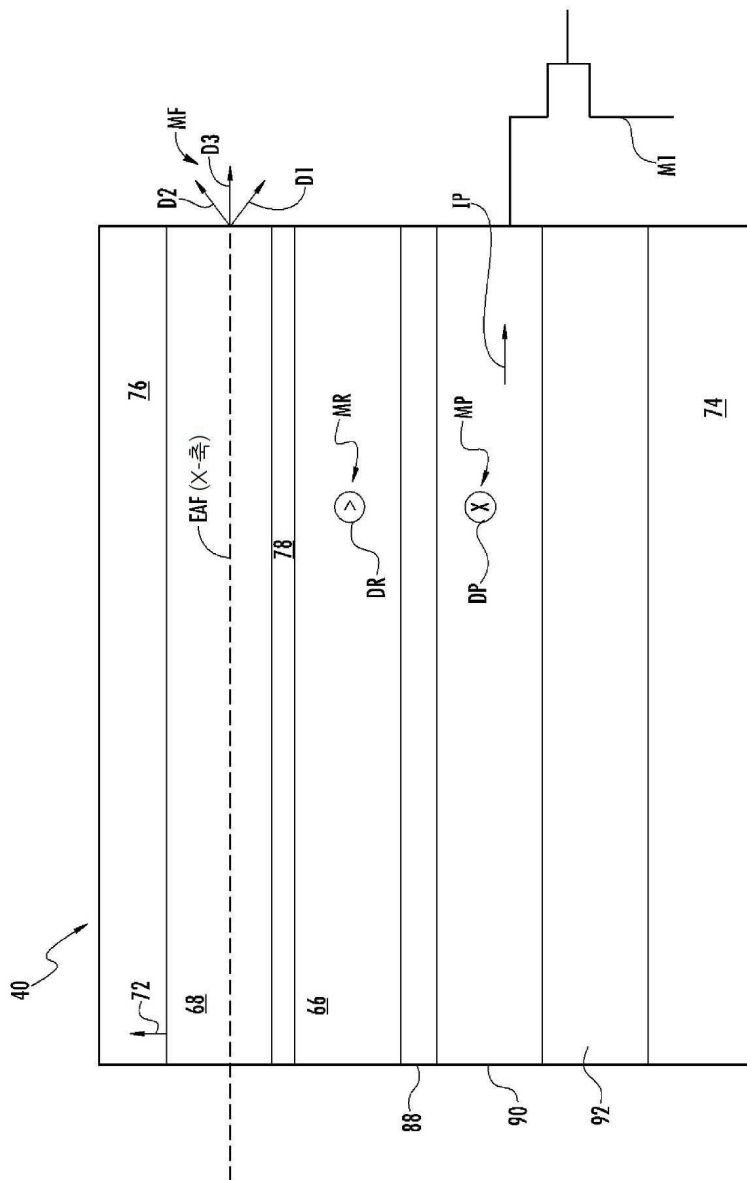
도면7



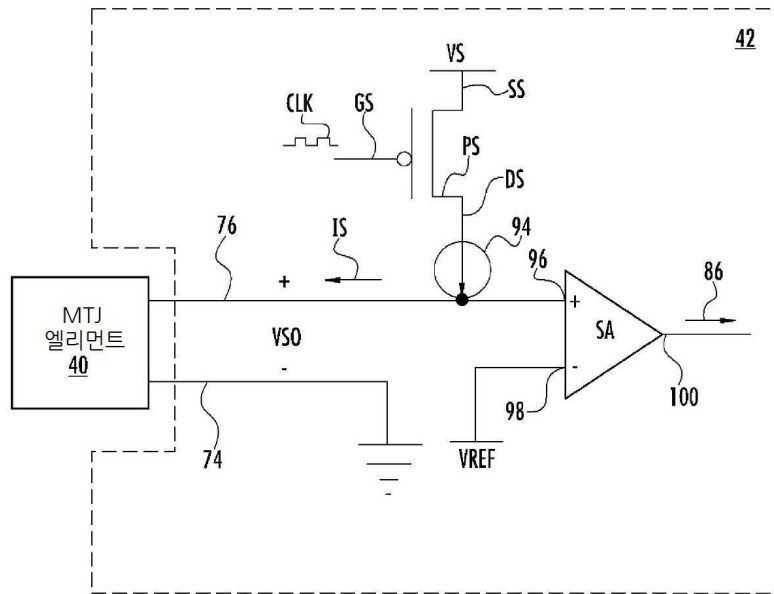
도면8



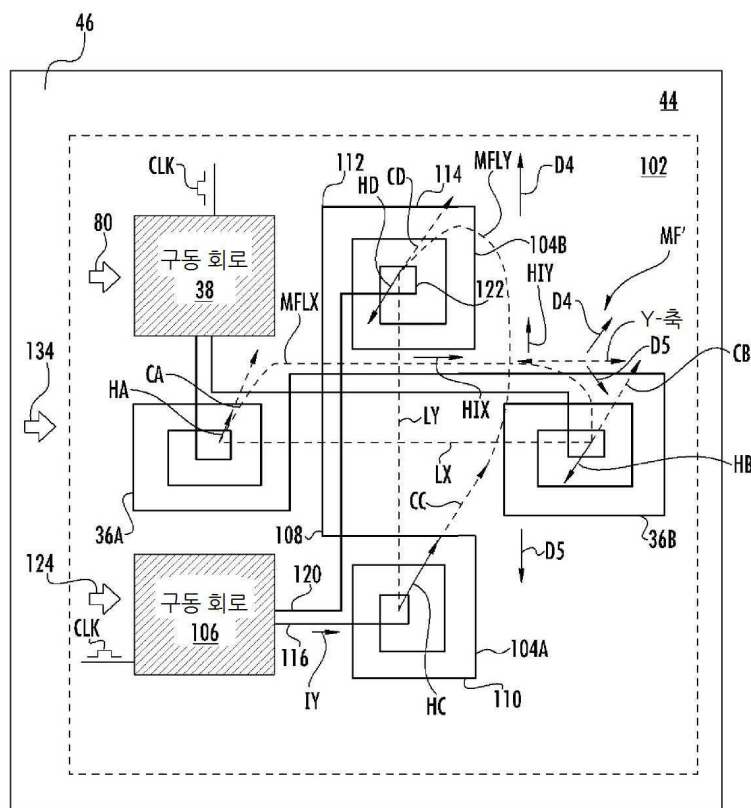
도면9



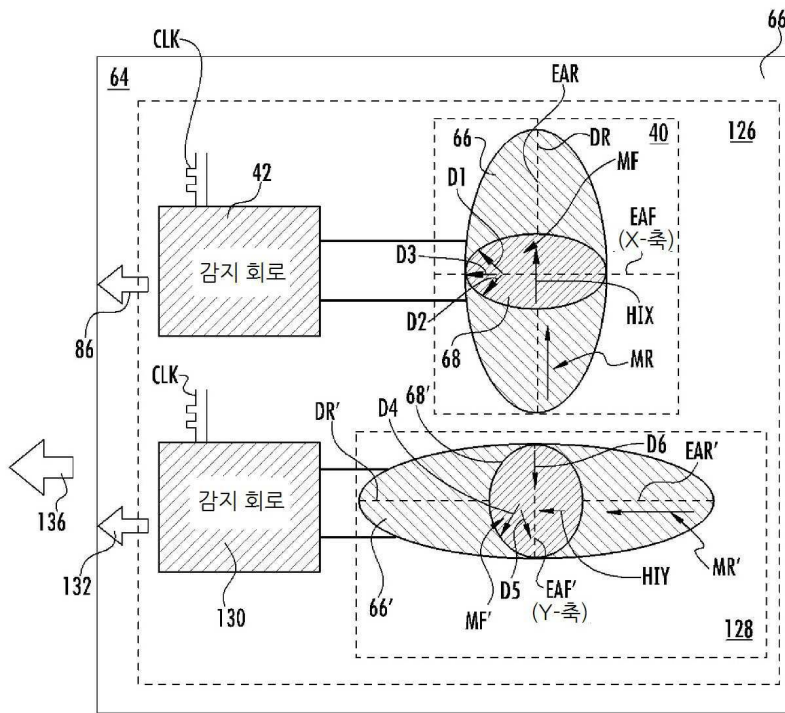
도면10



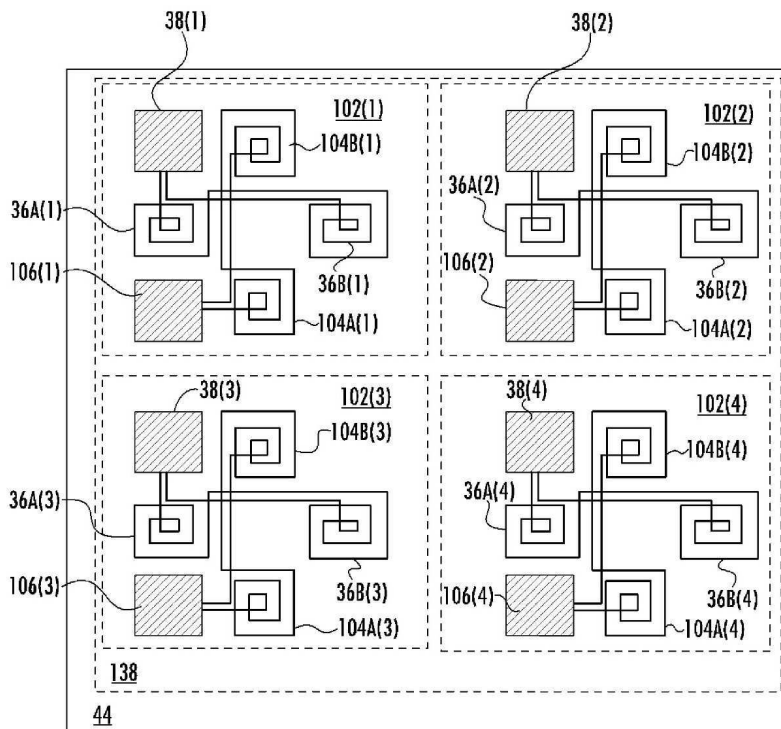
도면11



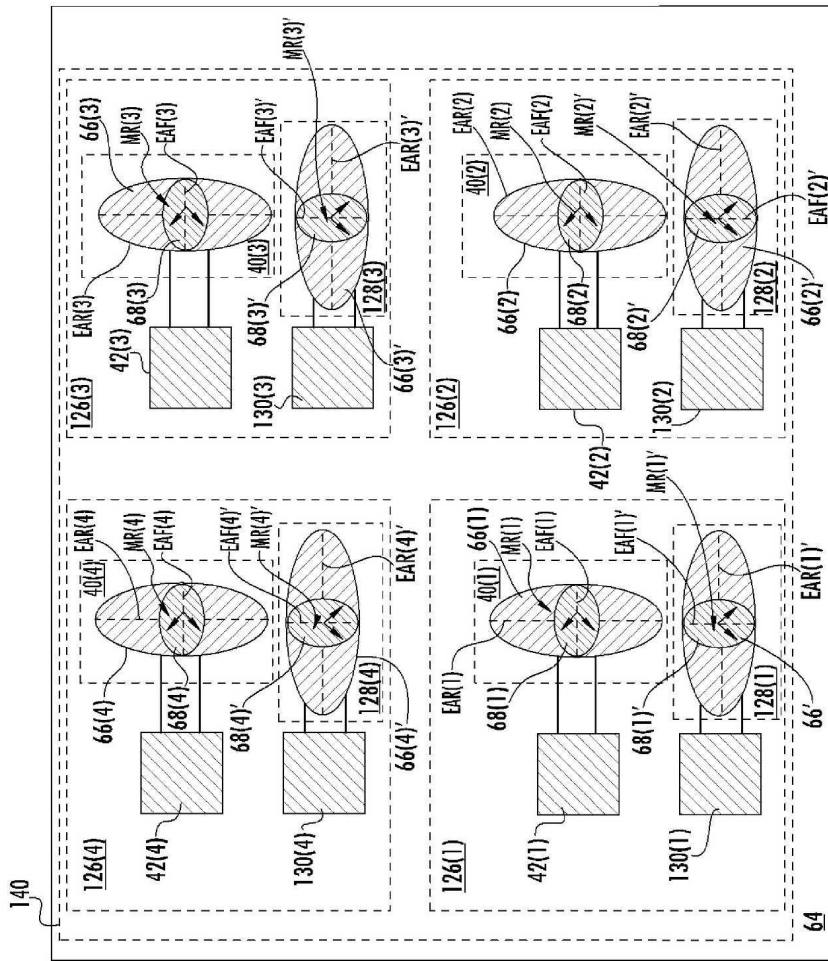
도면12



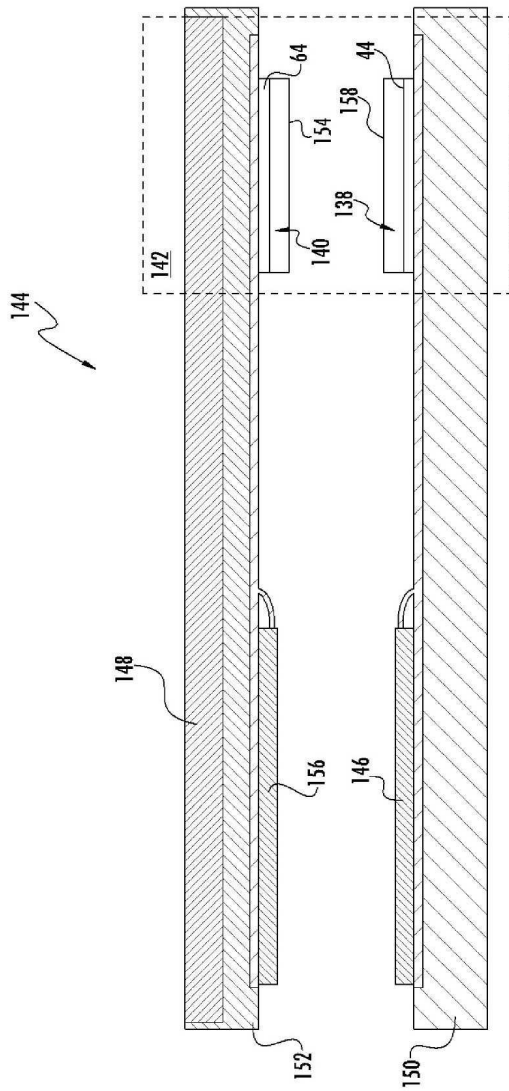
도면13



도면14



도면15



도면16

