



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월19일
(11) 등록번호 10-2490705
(24) 등록일자 2023년01월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/22 (2018.01) H01P 1/18 (2006.01)
H01P 5/12 (2006.01) H01P 9/00 (2006.01)
H01Q 1/28 (2006.01) H01Q 1/38 (2015.01)
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 3/38 (2006.01)
H01Q 3/44 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01Q 21/22 (2018.05)
H01P 1/181 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7005274
- (22) 출원일자(국제) 2019년08월02일
심사청구일자 2022년07월28일
- (85) 번역문제출일자 2021년02월22일
- (65) 공개번호 10-2021-0060439
- (43) 공개일자 2021년05월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/044993
- (87) 국제공개번호 WO 2020/028866
국제공개일자 2020년02월06일
- (30) 우선권주장
62/713,986 2018년08월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20060152410 A1*
US20170170572 A1*
US20180159213 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
웨이퍼 엘엘씨
미국, 뉴햄프셔 03755, 하노버 피.오. 박스 86
스테로테크 인코포레이티드
미국, 델라웨어 19801, 윌밍턴, 윈 커머스 센터,
스위트 600, 오렌지 스트리트 1201
- (72) 발명자
하지자, 데디 데이비드
이스라엘, 2623174 키르얏 모츠킨, 메나헴 베긴
스트리트 25/27
클라만, 벤자민 리거
미국, 매사추세츠 02144, 서머빌, 93 키더 애비뉴
2호
- (74) 대리인
특허법인 티앤아이

전체 청구항 수 : 총 22 항

심사관 : 변종길

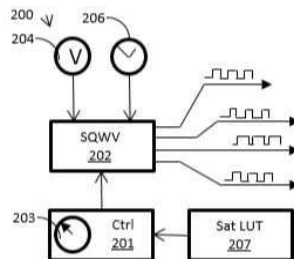
(54) 발명의 명칭 구형파 신호 조정 기능을 갖는 안테나 어레이

(57) 요약

안테나 어레이는 상기 어레이의 각 방사체의 급전 라인에서 RF 신호의 전송 속도를 제어하여 전자적으로 조정된다. 상기 전송 속도는 전송 속도의 변화를 일으키는 가변 유전 상수(VDC) 물질을 포함하는 위상 시프터들을 사용하여 제어된다. 상기 VDC 물질에 인가된 제어 신호는 필요한 위상 시프트를 생성한다. 상기 제어 신호는 각 제어

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



주기에 대하여 실시간으로 각 위상 시프터에 대해 계산되므로, 메인 빔이 위성과 같은 타겟을 추적할 수 있다. 상기 제어 신호는 구형파 신호이며, 각 제어 신호는 필요한 위상 시프터를 생성하기 위해 특별히 계산된 듀티 사이클 또는 주파수를 갖는다.

(52) CPC특허분류

- H01P 5/12* (2013.01)
 - H01P 9/003* (2013.01)
 - H01Q 1/288* (2013.01)
 - H01Q 1/38* (2018.05)
 - H01Q 21/065* (2013.01)
 - H01Q 3/38* (2013.01)
 - H01Q 3/44* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

구형과 조향 제어 기능을 갖는 안테나 어레이 시스템으로서,

복수의 방사 패치를 포함하는 방사체들의 어레이;

복수의 지연 라인- 각각의 지연 라인은 상기 방사 패치들 중 대응하는 하나에 RF 커플링을 제공함 -;

복수의 가변 유전 상수(VDC) 구역- 각각의 VDC 구역은 상기 지연 라인들 중 대응하는 하나의 전송 속도를 변경하도록 구성됨 -;

각각이 제어 신호를 상기 VDC 구역들 중 하나에 전달하도록 구성된 복수의 제어 라인;

정전압 전원 공급기; 및

상기 전압 공급기로부터 정전압 신호를 수신하고 복수의 구형과 신호를 생성하는 구형과 변조기- 각각의 구형과 신호는 제어 라인들 중 하나에 커플링되고, 정전압, 및 독립적인 펄스 폭 또는 주파수를 가지고, 상기 구형과 신호 각각은 상이한 듀티 사이클(duty cycle) 또는 상이한 주파수를 가짐 -을 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 VDC 구역들은 액정 구역들을 포함하고, 상기 구형과 변조기는 각 구형과 신호에 대해 독립적인 듀티 사이클(duty cycle)을 실시간으로 출력하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 VDC 구역들은 이중 주파수 액정 구역들을 포함하고, 상기 구형과 변조기는 각 구형과 신호에 대해 독립적인 주파수를 실시간으로 출력하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

각각이 상기 제어 라인들 중 하나에 커플링된 복수의 트랜지스터를 더 포함하고, 각각의 구형과 신호는 상기 복수의 트랜지스터 중 하나의 게이트에 인가되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 정전압 전원 공급기는 제1 정전압 및 제2 정전압을 제공하는 이중 전압 전원 공급기이며;

각각의 VDC 구역은 2개의 제어 라인을 가지며, 하나는 상기 제1 정전압에 커플링되고 다른 하나는 상기 복수의 트랜지스터 중 대응하는 트랜지스터의 출력에 커플링되며;

상기 복수의 트랜지스터 각각의 소스는 상기 제2 정전압에 커플링되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

각각의 VDC 구역은 2개의 제어 라인을 가지며, 하나는 공통 전위에 커플링되고 다른 하나는 상기 복수의 트랜지스터 중 대응하는 트랜지스터의 출력에 커플링되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서,

각각의 VDC 구역은 상기 복수의 트랜지스터 중 대응하는 트랜지스터의 출력에 각각 커플링된 2개의 제어 라인을 가지며,

상기 복수의 트랜지스터의 각각의 소스는 상기 정전압 전원 공급기에 커플링되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

가속도계 및 컨트롤러를 더 포함하며, 상기 가속도계는 안테나 어레이의 상대적 움직임을 나타내는 출력 신호를 상기 컨트롤러에 제공하며, 상기 컨트롤러는 상기 출력 신호를 사용하여 상기 구형과 변조기에 대한 제어 신호를 계산하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

하늘에 있는 다양한 위성들의 위치들을 나열하는 위성 룩업 테이블을 더 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

원하는 안테나 포인팅 방향에 따라 상기 방사 패치 각각에 대해 위상 편이를 계산하고 상기 구형과 변조기에 대한 제어 신호를 생성하는 컨트롤러를 더 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 컨트롤러는 내부 클록을 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 방사체들의 어레이의 물리적 배향에 따라 원하는 안테나 포인팅 방향을 추가로 결정하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 컨트롤러는 타겟 좌표에 따라 원하는 안테나 포인팅 방향을 결정하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 컨트롤러는 타겟 좌표 및 방사체들의 어레이의 물리적 배향에 따라 방사체들의 어레이의 메인 빔에 대한 조향 방향을 계산하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 조향 방향에 따라 상기 복수의 구형파 신호 각각의 듀티 사이클 또는 주파수를 실시간으로 변경하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 컨트롤러는 위성들의 좌표를 수신하는 입력부를 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 17

구형파 조향 제어 기능을 갖는 안테나 어레이 시스템으로서,

어레이 안테나; 및

DFLC 물질의 디렉터 제어기를 포함하며,

상기 어레이 안테나는,

방사체들의 어레이;

복수의 지연 라인- 각각의 지연 라인은 상기 방사체들 중 대응하는 하나에 RF 커플링을 제공함 -;

복수의 가변 유전 상수(VDC) 구역- 각각의 VDC 구역은 상기 지연 라인들 중 대응하는 하나의 전송 속도를 변경하도록 구성되고, 각각의 VDC 구역은 주파수에 의해 전환 가능한 유전 상수를 갖는 이중 주파수 액정(DFLC) 물질을 포함함 -;

각각이 제어 신호를 상기 VDC 구역 중 하나에 전달하도록 구성된 복수의 제어 라인을 포함하며,

상기 DFLLC 물질의 디렉터 제어기는,

정전압 전원 공급기; 및

상기 전원 공급기로부터 정전압 신호를 수신하고 복수의 구형파 신호를 생성하는 구형파 변조기- 각각의 구형파 신호는 제어 라인들 중 하나에 커플링되고, 정전압, 및 다른 구형파 신호와 상이한 주파수 및 동일한 진폭을 가짐 -를 포함하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

구형과 변조기에 제어 신호를 제공하는 컨트롤러를 더 포함하고,

상기 컨트롤러는, 안테나 어레이의 메인 빔의 조향 방향에 따라 상기 복수의 구형과 신호 각각의 주파수를 실시간으로 변경하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 컨트롤러는, 상기 어레이 안테나의 타겟 좌표 및 물리적 배향에 따라 상기 메인 빔에 대한 조향 방향을 계산하는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 20

제17항에 있어서,

각각이 제어 라인들 중 하나에 커플링된 복수의 트랜지스터를 더 포함하며,

각각의 구형과 신호는 상기 복수의 트랜지스터 중 하나의 게이트에 인가되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서,

각각의 VDC 구역은 2개의 제어 라인을 가지며, 하나는 공통 전위에 커플링되고 다른 하나는 복수의 트랜지스터 중 대응하는 트랜지스터의 출력에 연결되는, 안테나 어레이 시스템.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 정전압 전압 공급기는 제1 정전압 및 제2 정전압을 제공하는 이중 전압 전원 공급기이며;

각각의 VDC 구역은 2개의 제어 라인을 가지며, 하나는 상기 제1 정전압에 커플링되고 다른 하나는 상기 복수의 트랜지스터 중 대응하는 트랜지스터의 출력에 커플링되며;

상기 복수의 트랜지스터 각각의 소스는 상기 제2 정전압에 커플링되는, 안테나 어레이 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 액정 기관 안테나 분야에 관한 것이고, 구체적으로는 RF 안테나에 대한 액정 및/또는 임의의 가변 유전체/상물질 도메인 배향의 제어에 관한 것이다.

[0002] 본 개시는 2018년 8월 2일에 출원된 미국 가출원 제62/713,986호에 대한 우선권을 주장하며, 그 개시 내용은 전체가 본원에 참조로 포함된다.

배경 기술

[0003] 액정은 다양한 응용 분야에 사용될 수 있다. 액정의 특징은 외부 섭동이 액정 시스템의 거시적 특성에 상당한 변화를 일으킬 수 있다는 것이다. 상기 거시적 특성의 이러한 변화는 두 가지를 예로 들면 광학 및 전기 시스템

에서 사용될 수 있다. 전기장과 자기장 모두 이러한 변화를 유도하는 데 사용될 수 있다. 필드의 크기와 분자가 정렬되는 속도는 특정 응용 분야에서 중요한 특성이며, 액정 및/또는 다른 가변 유전 물질에 적용된 필드의 크기는 파동이 이를 통과하거나 또는 TEM, TE, 또는 TM 모드에서 전파될 때 그의 물리적 배향과 거시적 수준을 변경할 것이며, 그 물질의 존재는 유도된 전기장 또는 자기장 하에서 분자의 기계적 회전 기술기와 직접 관련된 액정의 경우 상기 물질의 유효 유전 상수와 직접적으로 관련된 빛의 속도의 차이를 보거나 느낄 것이다.

[0004] 액정 장치에서 특수 표면 처리를 사용하여 쌍극자 분자의 특정 배향을 강제할 수 있으며, 따라서 기계적 또는 화학적 영향에 의해 디렉터를 몇 가지 이름, 기계적 마찰, 정렬 물질 등에 의해 배향시킬 수 있다. 디렉터가 외부 필드를 따라 정렬하는 능력은 분자들의 전기적 특성에 기인한다. 이와 관련하여, 디렉터는 임의의 지점 근처에서 분자들의 선호 배향의 방향을 나타내는 무차원 단위 벡터 n 을 의미한다. 영구 전기 쌍극자는 분자의 한쪽 끝이 양전하를 띠고 다른 쪽 끝이 음전하를 띠면 발생한다. 외부 필드가 액정에 가해지면, 쌍극자 분자들은 쌍극자로서 형성되기 때문에, 필드의 방향을 따라 배향하는 경향이 있다.

[0005] 일반적인 시스템에서, 분자들은 이완 상태에서 한 방향으로 정렬되며, 즉, 외부 필드가 적용되지 않는다. 변화가 필요한 때, 적절한 전기 또는 이에 상응하는 자기장이 적용되어, 분자들이 상기 적용된 필드의 강도/모멘트와 관련된 양을 회전시킨다. 상기 효과가 더 이상 필요하지 않으면, 상기 필드가 제거되고 분자들이 이완된 상태로 되돌아간다. 상기 두 가지 동작은 전기 및 화학 반응으로 생각할 수 있다. 필드가 가해지면, 전기 반응이 일어나 상기 분자들을 회전시키고, 필드가 제거되면, 화학 반응이 상기 분자들을 이완된 상태로 되돌린다. 그러나, 전기 반응은 화학 반응보다 훨씬 빠르게 발생한다. 따라서, 상기 시간적 동작들은 대칭적이지 않다- “턴 온(turning on)은 조정 가능한 안테나에 대해 다루어져야 할 “턴 오프(turning off)보다 훨씬 빠름 -.

[0006] 이중 주파수 액정(DFLC: Dual-frequency liquid crystal)은 유전 상수가 단지 전압에 의해서가 아닌 주파수에 의해 전환 가능한 액정(LC) 혼합물이다. 이러한 혼합물에서 유전 상수 $\epsilon_{//}$ 는 주파수에 크게 의존하며 일반적으로 주파수 범위는 kHz ~ MHz까지이고, 유전 상수 ϵ_{\perp} 는 MHz 범위까지 주파수에 의존하며, $\epsilon_{//}$ 는 분자들의 장축에 따른 유전 상수이고, ϵ_{\perp} 는 분자들의 장축에 수직인 유전 상수이다. $\epsilon_{//}$ 와 ϵ_{\perp} 사이의 산술적 차이는 유전율 이방성 $\Delta\epsilon$ 이다. DFLC의 경우, $\Delta\epsilon$ 는 저주파에서 양수이고 고주파에서 음수이므로 DFLC의 경우 동일한 진폭의 전기장을 적용하지만 분자를 수평에서 수직으로 그런 다음 각각 수직에서 수평으로 회전시키기 위해 서로 다른 주파수를 적용하며, 따라서 응답 시간은 더 이상 이완 상태 및/또는 화학적 프로세스에 의존하지 않고 오히려 적용된 필드에 의존하며, 그에 따라 응답 시간을 줄일 수 있는 잠재력을 갖는다.

[0007] 고속 응답 DFLC는 대기 수차를 보정하기 위한 적응 광학 및 레이저 빔 조정을 위한 광학 위상 배열에 사용되었다. 액정 기반 위상 어레이는 큰 구경의 경우에도 매우 적은 프라임 파워를 필요로 한다. 기계 시스템과 달리, 액정 장치는 일반적으로 가속에 민감하지 않으며, 대량 생산으로 인해 그 비용이 급격히 떨어질 수 있다.

[0008] DFLC에 대한 추가 정보를 위해 독자는 예를 들어, “Liquid Crystal Materials and Liquid Crystal Displays, Martin Schadt, Annual Review of Materials Science 1997” ; 및 “High Performance Dual Frequency Liquid Crystal Compounds and Mixture for Operation at Elevated Temperatures, Haiqing Xianyu 등, Liquid Crystals, 2010” 을 참조할 수 있다.

[0009] 최근, 출원인은 비 광학 장치의 특성들 및 작동을 제어하기 위해 액정을 사용하는 것을 제안하고 있다. 예시들은 미국 특허 제7,466,269호 및 제7,884,766호, 및 공개공보 제2018-0062238호에서 볼 수 있다. 이러한 장치들에서는, 액정 층의 유전 상수를 변경하기 위해 디렉터의 배향을 제어하여 전기 장치의 작동 특성들을 변경한다. 그러나, 본 발명자들에 의해 발견된 바와 같이, 종래 기술과는 반대로, 액정의 비대칭 작동은 그러한 응용에 바람직하지 않다. 본 발명자들은 전기 장치의 작동을 제어할 때 “턴 온(turn on)” 프로세스만큼 빠른 “턴 오프(turn off)” 프로세스를 갖는 것이 바람직하다고 판단했다.

[0010] 추가적으로, 비 DFLC 안테나 어레이를 사용할 때, 어레이의 모든 방사체는 해당 방사체에 대한 유전 상수를 변경하기 위해 다른 인가 전압을 필요로 할 것이다. 이러한 시스템에는 각각 서로 다른 전압 레벨을 제공하는 많은 전압 공급기들과, 서로 다른 방사체에 서로 다른 전압을 인가하는 컨트롤러가 필요하므로, 시스템의 복잡성과 비용이 크게 증가한다.

[0011] 더욱이, DFLC와 관련된 종래 기술의 개시는 두 개의 상이한 주파수를 사용하는데, 하나는 LC를 “턴 온” 하기 위한 것이고, 다른 하나는 LC를 “턴 오프” 하기 위한 것이다. 본 발명자들은 그러한 표준 이중 주파수 배열을 이용하는 것이 스캐닝 어레이를 형성하고 제어하는 데 부적절하다고 판단했다.

[0012] 따라서, 안테나에서 작동하는 액정에서 디렉터의 개선된 제어에 대한 요구가 당 업계에 존재한다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일부 측면 및 특징들에 대한 기본적인 이해를 제공하기 위해 다음의 개시 내용 요약이 포함된다. 이 요약은 본 발명의 광범위한 개요가 아니므로 본 발명의 핵심 또는 중요한 요소들을 특별히 식별하거나 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것은 아니다. 그것의 유일한 목적은 아래에 제시된 상세한 설명에 대한 서곡으로서 본 발명의 일부 개념들을 단순화된 형태로 제시하는 것이다.
- [0014] 개시된 실시예들은 액정 도메인의 배향의 개선된 제어를 제공한다. 개시된 실시예들은 가변 유전 상수(VDC) 물질의 다중 주파수 제어를 이용하여 전자적으로 스캔된 안테나 어레이를 제공하기 위해 어레이에서 각 방사체의 기여도를 제어한다. 개시된 실시예들의 배열들을 사용하여 어레이의 각 방사체는 다른 방사체들의 상기 신호와 다른 특성을 갖는 다른 활성화 신호를 수신한다. 더욱이, 각 방사체의 각 신호는 안테나의 플랫폼이 움직이거나 또는 타겟의 플랫폼이 움직일 때 시간이 지남에 따라 변경될 수 있다.
- [0015] 개시된 실시예들에서 단일 전압 소스가 제공되며, 이는 어레이의 각 방사체에 대해 하나씩 다중 신호들을 생성하는 데 사용된다. 펄스 폭 변조기(PWM)는 각 신호가 서로 다른 듀티 사이클(duty cycle)을 갖도록 여러 신호를 생성하므로, 본질적으로 방사체의 지연 라인에 서로 다른 전력 레벨을 적용한다. 다른 실시예들에서, 듀티 사이클은 일정하게 유지되지만, 각 신호는 서로 다른 주파수를 갖는다. 이러한 실시예들에서, 펄스 폭 변조기는 다중 주파수를 생성하는데, 이는 본 개시에서 모든 사이클에서 생성된 주파수의 수가 안테나의 방사체의 수와 동일할 수 있음을 의미할 수 있다. 확실히, “다중 주파수”는 일반적으로 온/오프 신호들을 생성하기 위해 광학 장치에서 사용되는 두 개 이상의 주파수를 의미한다.
- [0016] 개시된 실시예에서, 안테나 어레이는 2차원 방사체들의 어레이를 포함하고, 각각은 펄스 폭 변조 신호에 의해 제어되는 유전 상수를 갖는 VDC 위로 구불구불한 지연 라인을 갖는다. 도메인을 원하는 상태로 빠르게 배치할 수 있도록 독립적인 제어 PWM 신호를 각 VDC에 전달하기 위해 복수의 전극이 제공되어 안테나의 메인 빔의 방향을 제어한다.
- [0017] 일반적인 측면에서, 개시된 실시예들은 조정 가능한 위상 어레이 안테나 응용에서 유전체 이방성에서 전압 의존적 차이를 사용한다. 이러한 실시예들에서, 다중 듀티 사이클의 구형파는 상이한 위상 시프터의 LC 디렉터를 배향시키기 위해 적용되며, 이는 주어진 유전 상수를 생성한다. 유전 상수의 변화는 위상 시프터에서 이동하는 신호의 위상 변화를 유발한다. 다중 듀티 사이클은 어레이의 위상 시프터의 수와 동일한 듀티 사이클의 수를 나타낼 수 있다.
- [0018] 일반적인 측면에서, 개시된 실시예들은 조정 가능한 위상 어레이 안테나 응용에 있어서 유전체 이방성에서 주파수 의존적 차이를 사용한다. 이들 실시예들은 층상 또는 샌드위치 구조를 갖는 위상 시프터 소자의 일부로서 이중 주파수 액정(DFLC) 물질을 구현한다. 이러한 조정 가능한 위상 시프터에서 여러 주파수의 구형파가 서로 다른 위상 시프터의 LC 디렉터를 배향시키기 위해 적용되며, 이는 주어진 유전 상수를 생성하고 더 중요하게는 서로 다른 주파수를 가진 두 개의 펄스에 응답하여 두 개의 반대 방향으로 이중 주파수 분자의 회전을 허용하며, 이 메커니즘은 분자에 대하여 동일한 t_{rise} 와 t_{fall} 을 가질 수 있도록 하며, 또한 허용한다. 유전 상수의 변화는 위상 시프터에서 이동하는 신호의 위상 변화를 유발한다. 그 결과 반응 시간이 더 빨라지며, 특히 LC 분자들이 느리게 이완될 때 일반적으로 더 느린 붕괴면에서 더욱 그렇다. 따라서, 결합된 스위칭 시간($T_{rise} + T_{decay/fall}$)은 일반 LC로 구축된 위상 시프터보다 훨씬 빠르다. 결과적으로, 펄스 폭 변조 기능을 갖는 새로 발명된 DFLC 위상 시프터 안테나는 위성 통신 아래에 필요한 빔 조향 속도를 충족한다.
- [0019] 개시된 실시예들에서, DFLC 효과에 기초하여 고속 스위칭 네마틱 액정(LC) 위상 시프터가 제공된다. 안테나 어레이의 각 지연 라인에 대응하는 DFLC 위상 시프터의 스위칭은 주파수 제어 고정 전압 구형파 전압 신호를 DFLC 위상 시프터의 전극에 적용함으로써 독립적으로 제어된다. 일부 실시예에서, DFLC 위상 시프터의 두 전극은 주파수 제어 고정 전압 구형파 전압에 의해 구동되므로, 액정 분자의 자연적인 자기 이완 시간은 더 이상 상기 스위칭 시간에 영향을 미치지 않는다.
- [0020] 일 실시예에 따르면, 상기 이중 주파수 LC 제어는 병렬 스핀을 위한 하나의 배열 및 수직 회전을 위한 다른 배열과 함께 사용된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 본 명세서에 포함되고 그 일부를 구성하는 첨부 도면들은, 본 발명의 실시예를 예시하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하고 예시하는 역할을 한다. 도면들은 예시적인 실시예들의 주요 특징을 도식적으로 설명하기 위한 것이다. 도면들은 실제 실시예의 모든 특징이나 묘사된 요소들의 상대적인 치수를 나타내기 위한 것이 아니며, 이는 척도대로 그려진 것은 아니다.

본 발명의 하나 이상의 실시예는 첨부 도면의 도면들에서 제한이 아니라 예로서 예시되며, 유사한 참조 번호는 유사한 요소를 나타낸다.

도 1은 일 실시예에 따른 안테나 어레이를 도시하며, 각각의 방사체를 개별적으로 제어하여 메인 빔을 스캔하는 컨트롤러를 갖는데, 이는 많은 상이한 변형에 의해 수행될 수 있고 다층 및 또는 단일 후기 구조들로 설계될 수 있다.

도 2는 일 실시예에 따른 펄스 폭 변조 제어의 단순화된 개략도이다.

도 3은 서로 다른 듀티 사이클을 갖는 구형파 신호들을 나타내는 플롯이다.

도 4는 서로 다른 주파수를 갖는 구형파 신호들을 나타내는 플롯이다.

도 5는 일 실시예에 따른, 어레이의 위상 시프터들을 제어하기 위한 시스템을 개략적으로 도시한 것이다.

도 6은 서로 다른 실시예에 따른, 어레이의 위상 시프터들을 제어하기 위한 시스템을 개략적으로 도시한 것이다.

도 7은 또 다른 실시예에 따른, 어레이의 위상 시프터를 제어하기 위한 시스템을 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이제 본 발명의 안테나 및 제어의 실시예들이 도면을 참조하여 설명될 것이다. 상이한 응용들을 위해 또는 상이한 이점들을 달성하기 위해 서로 다른 실시예들 또는 이들의 조합들이 사용될 수 있다. 달성하고자 하는 결과에 따라, 본 명세서에 개시된 서로 다른 특징들은 부분적으로 또는 최대한, 단독으로, 또는 다른 특징들과 조합하여 활용될 수 있으며, 이점들과 요구 사항들 및 제약들의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 서로 다른 실시예들을 참조하여 특정 이점들이 강조될 것이지만, 이는 개시된 실시예들에 제한되지 않는다. 즉, 본 명세서에 개시된 특징들은 그들이 설명된 실시예로 제한되지 않고, 다른 특징들과 “혼합 및 매칭” 되고 다른 실시예들에 통합될 수 있다.
- [0023] 모든 RF 안테나와 마찬가지로, 수신 및 전송은 본 명세서에 제시된 안테나 및 장치들의 등급이 속하는 수동 안테나에서 대칭 상호적이며, 비선형 장치들을 포함한 능동 안테나들은 상호적이지 아니므로, 하나에 대한 설명이 다른 하나에 동일하게 적용된다. 이 설명에서는 전송을 설명하는 것이 더 쉬울 수 있지만, 수신은 반대 방향으로 동일하다. 또한, 개시된 실시예에서, 개시된 안테나가 플랫폼에 장착되고 그것의 메인 빔이 본 명세서에서 타겟으로 지칭되는 다른 안테나를 향하는 것으로 가정된다. 타겟의 안테나도 플랫폼에 장착되어 있으며, 플랫폼 중 하나 또는 모두가 움직일 수 있다. 예를 들어, 안테나는 비행기, 선박, 자동차 등과 같은 차량에 장착될 수 있으며, 상기 타겟은 예를 들어 위성에 장착될 수 있다. 안테나는 위성에 장착되는 한편, 타겟은 차량에 장착할 수 있기 때문에 대칭 개념은 여기에도 적용된다.
- [0024] 안테나의 평면도는 도 1의 개략도에 설명되어 있으며, 콜아웃(callout)의 개략도는 하나의 방사 소자에서 어레이의 단순화된 단면을 나타낸다. 일반적으로, 안테나는 방사 패치 레이어, 실제 지연 시간 레이어, 접지 레이어, 및 피드 레이어를 포함하는 다층 안테나로, 아래에서 더 자세히 설명되는 바와 같이 협력 피드, 진행과 피드, 또는 정상파 필드로 설계되었다. 일부 예에서, 추가적인 레이어가 추가되어 다중 편광, 더 넓은 대역폭 등을 제공한다. 상기 안테나의 상기 다양한 소자들은 절연 기판들 상에 인쇄되거나 증착될 수 있다.
- [0025] 상기 안테나는 $n \times m$ 방사 소자들의 2차원 어레이를 포함하며, n 과 m 은 정수이다. 도 1의 예에서, 이 특정 예의 안테나는 4×4 어레이의 방사체들(110)을 포함하지만, 다양한 기하학적 구조 및 배열의 임의의 수의 방사체들이 사용될 수 있으며, 4×4 소자들의 정사각형 배열이 하나의 예로서만 선택된다. 이 예에서 각각의 방사체(110)는 절연층(105)의 상부에 제공된(예를 들어, 증착, 부착, 또는 인쇄된) 전도성 패치이고, 이것에 물리적으로 또는 용량적으로 커플링된 지연 급전 라인(delay feed line)(115)을 갖는다. 각각의 지연 급전 라인(115)은 대응하는 패치(110)에 RF 신호를 제공하는 전도체이다. 상기 RF 신호는 상기 지연 라인 아래에 위치한 가변 유

전체 층을 제어함으로써 예를 들어 위상을 변경하도록 지연되는 등으로 조작될 수 있다. 각 지연 라인에서 상기 RF 신호의 위상을 변경하기 위해 모든 지연 라인들을 독립적으로 제어함으로써, 상기 어레이의 메인 빔이 필요에 따라 서로 다른 방향을 가리키도록 만들어, 전자 스캐닝 어레이를 제공한다.

[0026] 도 1에서 각 소자는 단 하나의 지연 라인으로부터 공급된다. 그러나, 각각의 방사 소자(110)는 예를 들어 각각 상이한 편광을 갖는 2개의 직교 급전 라인에 의해 공급될 수 있다. 본 명세서에 제공된 설명은 유사한 아키텍처 모두에 적용할 수 있다.

[0027] 콜아웃에 도시된 바와 같이, 상부 유전체 스페이서(305)는 일반적으로 유전체(절연) 플레이트 또는 유전체 시트의 형태이며, 예를 들어 유리, PET 등으로 제조될 수 있다. 방사 패치(310)는 예를 들어, 전도성 필름의 접착, 스퍼터링, 프린팅 등에 의해 스페이서 위에 형성된다. 각각의 패치 위치에서, 유전체 스페이서(305)에 비아가 형성되며, 예를 들어 구리와 같은 전도성 물질로 채워져, 방사 패치(310)에 물리적 및 전기적으로 연결되는 접촉부(325)를 형성한다. 지연 라인(315)은 유전체 스페이서(305)의 바닥 표면 상에(또는 상부 바인더(342)의 상부 표면 상에) 형성되며, 물리적 및 전기적으로 접촉부(325)에 연결되며 가장 큰 충격/RF 위상 변화를 제공하는 가변 유전체 물질(340)을 입히는 경우, 상기 가변 유전체 물질로부터 상기 지연 라인을 분리하는 임의의 추가 레이어는 상기 장치의 조정 가능성을 감소시킬 것이다. 즉, 이 예에서는 접촉부(325)을 통해 지연 라인(315)으로부터 방사 패치(310)로의 연속적인 DC 전기 연결이 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 지연 라인(115)은 구불구불한 전도성 라인이고 원하는 지연을 생성하기에 충분한 길이를 갖는 임의의 형태를 취할 수 있으며, 따라서 상기 RF 신호에서 원하는 위상 시프트를 일으키고, VDC(340)을 활성화하기 위한 전극은 상기 지연 라인 및 접지의 일부가 될 수 있으며, 및/또는 개별적인 레이어들 상에 설계될 수 있다.

[0028] 지연 라인(315)에서의 상기 지연은 VDC 물질을 갖는 VDC 층(340)에 의해 제어된다. VDC 층(340)을 구성하는 임의의 방식이 안테나의 상기 실시예들과 함께 사용하기에 적합할 수 있지만, 특정 실시예들에서 약어로 VDC 플레이트(340)는 스페이서(305)와 백플레인(backplane) 유전체(350) 사이에 경계가 있는 것으로 도시되어 있다(이 예에서 VDC 물질은 표준 액정, 또는 정렬 및 완화 상태에 대해 서로 다른 주파수에 반응하는 액정일 수 있음). 에폭시 또는 유리 비드와 같은 접착제는 층(340) 내부에 LC 물질을 유지하기 위해 사용될 수 있다.

[0029] VDC 플레이트(340)의 유효 유전 상수는 VDC 플레이트(340)를 가로질러 DC 전위를 인가함으로써 제어될 수 있다. 이를 위해, 전극이 형성되고 제어 가능한 전압 전위에 연결될 수 있거나, 또는 제어 라인들(370)이 지연 라인들(315)에 연결되어 지연 라인들(315)이 활성화 전극으로서 기능할 수 있다. 전극을 형성하기 위한 다양한 배열이 있으며, VDC 물질의 상태를 제어하기 위해 여러 주파수를 적용할 수 있는 한 임의의 기존 배열이 허용된다. 콜아웃에 도시된 배열에서 구형파 컨트롤러(120)는 상기 지연 라인 및 접지면(355)을 가로질러 상기 신호를 인가한다. 각각의 지연 라인(115) 및 그와 관련된 VDC는 위상 시프터의 일부를 형성한다.

[0030] 제어 라인들(370)은, 이하에서 상세히 설명되는 바와 같이, 펄스 폭 변조(PWM) 및/또는 주파수 제어 및/또는 표준 전압을 제공할 수 있는 구형파 컨트롤러 제어기(120)에 연결된 것으로 도시된다. 제어 라인들의 각각의 쌍에 적용되는 제어기(120)로부터의 신호를 변경함으로써, 대응하는 지연 라인(315) 근처에서 VDC 물질의 유전 상수를 변경할 수 있고, 이에 따라 지연 라인(315)을 통해 이동하는 RF 신호를 변경할 수 있다. 상기 컨트롤러의 출력을 변경하는 것은, 상기 컨트롤러가 적절한 제어 신호를 출력하여 실시간으로 각 급전 라인에 적절한 위상 시프트를 설정하도록 하는 소프트웨어를 실행함으로써 수행된다. 따라서, 소프트웨어를 사용하여 상기 안테나의 성능과 특성들을 제어할 수 있으므로 소프트웨어 제어 안테나를 제공한다.

[0031] 전송 모드에서 RF 신호는 커넥터(365)(예를 들어 동축 케이블 커넥터)를 통해 급전 패치(360)에 인가된다. 콜아웃에 도시된 바와 같이, 다양한 위상 시프터를 다른 위상 시프터로부터 분리하기 위해 급전 패치(360)와 지연 라인(315) 사이에 전기 DC 연결이 없으므로, 개별 위상 시프터의 하나의 제어 라인이 다른 위상 시프터들로 단락되지 않으며, 따라서 각 위상 시프터의 개별 제어를 허용하지 않는다. 위상 시프터 그룹을 제어하고 싶거나 급전 네트워크에 별도의 비 갈바닉 커플러를 통합하려는 일부 실시예에서, 그 슬롯은 접점 라인 또는 비아로 대체될 수 있다. 그러나, 개시된 실시예들에서 상기 레이어들은 변경될 수 있는 급전 패치(360)와 지연 라인(315) 사이에 RF 단락이 제공되도록 설계된다. 이 기능은 본 발명과 밀접한 관련은 없지만 예시적으로 나타나 있다.

[0032] 백플레인 전도성 접지(또는 공통)(355)는 백플레인 절연체(또는 유전체)(350)의 상부 표면 상에 형성된다. 백플레인 전도성 접지(355)는 일반적으로 안테나 어레이의 전체 영역을 덮는 전도체 층이고 모든 지연 라인들(115)에서 이동하는 RF 신호에 대한 접지를 형성한다. 각각의 RF 피드 위치에서 윈도우(DC 브레이크)(353)가 백플레인 전도성 접지(355)에 제공된다. 상기 RF 신호는 윈도우(353)를 통해 급전 패치(360)로부터 이동하고, 지연 라인(315)에 용량적으로 커플링된다. 그 반대는 수신 중에 발생한다. 따라서, DC 개방 및 RF 단락이 지연 라인

(315)과 급전 패치(360) 사이에 형성된다.

- [0033] 일 예에서, 백플레인 절연체(150)는 Rogers®(FR-4 인쇄 회로 기판)로 제조되고 급전 패치(360)는 상기 Rogers 상에 형성된 전도성 라인일 수 있다. Rogers를 사용하는 대신, PTFE(폴리테트라플루오로에틸렌 또는 Teflon®) 또는 기타 저손실 물질을 사용할 수 있다.
- [0034] 개시된 실시예들에서, 각각의 지연 라인의 VDC의 제어는 개별적으로 그리고 실시간으로 수행되고, 즉, 각 전극 쌍에 인가되는 신호는 각 전극 쌍에 개별적으로 결정되고, 플랫폼 및/또는 타겟의 움직임에 따라 각 제어주기에서 변경될 수 있다. 따라서, 상기 제어 시스템은 메인 빔에 대한 방향을 결정하고 다수의 제어 신호들을 생성하며, 여기서 각각의 VDC는 메인 빔을 조정하기 위해 시간에 따라 변경될 수 있는 서로 다른 듀티 사이클(duty cycle) 또는 서로 다른 주파수에서 신호를 수신할 수 있다.
- [0035] 다음은 상기 지연 라인들의 개별 실시간 제어에 대한 몇 가지 예이다. 한 예에서, 동일한 진폭의 두 개의 전자 기파가 각 전극에 하나씩 인가된다. LC 분자들을 원하는 위치로 이동시키기 위해 다른 파동에 대한 한 파동의 위상 오프셋이 변경된다. 다른 예에서, 가변 모양(듀티 사이클)을 갖지만 진폭은 일정한 전자기파 하나가 전극에 인가된다(한 전극은 리턴 또는 접지임). 상기 전자기파의 모양은 상기 LC 분자를 상기 원하는 위치로 이동시키기 위해 다양하다. 또 다른 예에서, 두 개의 전자기파가 전극에 적용되며, 각각은 모양이 변하지만 진폭은 일정하다. 각 웨이브의 모양은 상기 LC 분자를 상기 원하는 위치로 이동시키기 위해 동시에 변경된다. 추가적인 예에서, 상기 두 개의 전자기파는 일정한 모양과 일정한 진폭을 갖지만, 주파수는 가변적이다.
- [0036] 개시된 예시들에서, 컨트롤러는 다수의 이중 LC 셀에 걸쳐 패턴들을 생성하기 위해 정전압 전자 스위치들의 어레이를 사용한다. 상기 컨트롤러는 서로 다른 듀티 사이클 또는 주파수들의 다중 신호들을 생성하여 각 지연 라인에서 서로 다른 지연을 생성할 수 있다. 물질 및 신호에 반응하는 방법에 따라 다르다.
- [0037] 도 1의 예를 살펴보면, 이중 전극 LC 셀은 두 개의 전극(343, 347)에 인가된 근 평균 제곱(root-mean-squared) 전압에 응답한다. 상기 인가된 전압의 진폭은 상기 셀 내부의 LC 위치를 변경하여, 상기 유전체의 특성들을 제어한다. 전압을 변경하면 상기 LC 셀의 위치에 대한 높은 수준의 제어를 제공할 수 있으며, 따라서 각 방사체(110)에 대한 지연 라인(115) 상의 결과적인 지연을 변경한다. 그러나, 대형 어레이의 각 전극 쌍에서 전압을 독립적으로 변경하려면 각 셀에 대해 원하는 전압 레벨들을 생성하기 위한 많은 수의 전자 부품들이 필요하다. 일반적으로, 상기 셀에 인가된 근 평균 제곱 전압을 변경하는 모든 방법은 상기 셀 내부의 액정을 제어할 것이다.
- [0038] 개시된 예시들은 펄스 폭 변조를 구현함으로써 단일 소스를 사용하여 상이한 결과 전압들의 다중 신호를 생성한다. 예를 들어, 신호들 사이의 위상을 제어하면서 각 전극에 하나씩, 두 개의 정편향된(positive biased) 구형파를 인가할 수 있다. 예를 들어, 각 신호의 듀티 사이클이 50%인 경우 신호들이 동기화되어 있으면(서로에 대해 0도 시프트) 두 개의 신호의 합이 최대 전달 전력을 생성한다. 50% 듀티 사이클 신호가 동기화되지 않은 상태로 적용되는 경우(서로에 대해 180도 시프트) 결과는 제로섬(zero sum) 전력이다. 상기 시프트는 액정 셀의 상태를 변화시키기 위해 0°에서 180° 사이의 어느 곳에서나 설정될 수 있으므로, 상기 액정 셀의 상태를 변경할 수 있다. 더 정밀한 제어를 위해, 상기 신호들의 듀티 사이클을 50%가 아닌 다른 값으로 설정할 수 있다.
- [0039] LC 셀(및 안테나)에 입력되는 구형파의 듀티 사이클을 변경함으로써, 인가된 파동의 진폭을 변경하지 않고 액정 상태를 변경할 수 있다. 이는, 전압 단계 레벨이 필요하지 않기 때문에, 아날로그 신호들 및 장치들 대신 사용하는 디지털 제어 회로와 같은 보다 경제적인 시스템 설계를 가능하게 한다. 즉, 전압 레벨은 변하지 않지만, 듀티 사이클 및/또는 위상을 제어하여 셀에 대해 매우 미세한 제어를 수행할 수 있다. 특히, 광학 액정 장치의 경우 온/오프 상태의 제어만으로도 충분하지만, 조정 가능한 메인 빔을 생성하기 위해 안테나 어레이의 방사체들을 정확하게 제어하기 위해서는, 단순한 온-오프 제어가 아닌 상태 액정을 미세하게 제어할 필요가 있다.
- [0040] 인가된 펄드에 대한 액정들의 응답은 PWM 듀티 사이클을 변경함으로써 LC 셀의 유사하게 미세한 제어를 허용하지만, 전압은 일정하게 유지한다. 전달된 에너지에 대한 이러한 의존성은 LC가 임의의 PWM 듀티 사이클에 응답하도록 하여, 실시간으로 훨씬 더 미세한 빔 형성 및 조정을 허용한다. 따라서, 상기 개시된 실시예들은 플랫폼과 타겟이 모두 움직일 때에도 통신을 가능하게 한다.
- [0041] 도 2는 펄스 폭 변조(PWM)를 사용하여 상기 어레이의 지연 라인을 실시간으로 제어하는 개념을 보여주는 단순화된 개략도이며, 특히 상기 VDC 물질로서 표준 액정 또는 이중 주파수 액정을 사용하는 안테나에 유용하다. 제어기(200)는 안테나 포인팅 방향(203)을 계산하거나 수신하는 컨트롤러(201)를 포함한다. 상기 안테나 포인팅 방향은 타겟 추적을 가능하게 하기 위해 실시간으로 생성된다. 상기 타겟이 위성인 경우, 예를 들어 하늘에서 위

성의 알려진 위치, 안테나 플랫폼의 GPS 좌표, 플랫폼에 대한 상기 안테나의 물리적 배향을 나타내는 가속도계, 및 자기용 나침반을 사용하여 상기 포인팅 방향을 계산할 수 있다. 하늘에서 위성의 알려진 위치는 다양한 위성과 하늘에서의 그들의 위치를 나열하는 위성 록업 테이블(207)로부터 위성의 좌표를 가져오으로써 얻을 수 있다. 안테나 포인팅 방향을 사용하여, 각 방사체에 대한 적절한 위상 시프트를 계산함으로써, 상기 메인 빔이 타겟 방향을 향하도록 할 수 있다. 그런 다음, 각 방사체의 위상 시프트 량에 대한 정보는 상기 각 위상 시프트의 PWM으로 변환된다.

[0042] 구형과 컨트롤러(202)는 각 방사체에 대한 PWM을 나타내는 제어 신호를 수신한다. 상기 제어 신호에 기초하여, 구형과 컨트롤러(202)는 클럭(206)을 참조하여 정전압 전원 공급기(204)의 출력을 변조한다. 일 실시예에서, 상기 각 전극에 대한 출력의 상기 듀티 사이클은 실시간으로 독립적으로 계산되어, 상기 각 출력은 각 방사체에서 위상 지연을 도입하기 위해 계산된 서로 다른 듀티 사이클을 가지므로, 결과 메인 빔의 방향을 제어한다. 각 방사체에 지연을 적절히 도입함으로써, 방사체들의 어레이는 타겟을 겨냥한 메인 빔을 생성한다. 플랫폼 및/또는 타겟이 이동함에 따라, 각 출력의 상기 듀티 사이클이 변경되어 상기 메인 빔이 타겟을 추적할 수 있도록 한다.

[0043] 도 3은 상이한 지연들을 유발하기 위해 생성된 신호들에 대한 서로 다른 듀티 사이클의 예를 보여주는 플롯이다. 가장 높은 플롯은 50% 듀티 사이클에 대한 것이며, 여기서 상기 신호는 최대 진폭에서 시간의 50%, 및 오프 즉, 제로 진폭에서 시간의 50%에서 구형파이다. 중간 플롯은 75% 듀티 사이클을 갖는 신호에 대한 것이며, 최대 진폭에서 시간의 75%, 오프에서 시간의 25%를 갖는다. 하부 플롯은 상기 중간 플롯의 반대를 보여주며, 여기서 구형파 신호는 최대 진폭에서 시간의 25%이고, 오프에서 시간의 75%이다. 물론, 상기 신호들은 임의의 듀티 사이클을 가정할 수 있으며, 이들은 세 가지 예일 뿐이다.

[0044] VDC 물질이 이중 주파수 액정인 경우, 듀티 사이클이 아닌 아날로그보다는 디지털 컨트롤러와 같은 고정 전압으로 상기 제어 신호의 상기 주파수를 제어하는 것이 바람직하다. 이러한 방식으로, 각 지연 라인에 대해 특정 활성화 주파수가 계산되어 필요한 위상 시프트에 필요한 정확한 도메인 회전을 생성한다. 주파수는 각 주기에서 각 지연 라인에 대해 계산되므로, 지연이 실시간으로 결정된다.

[0045] 도 4는 모두 50% 듀티 사이클을 갖지만 주파수가 서로 다른 세 개의 구형파 신호들의 예를 보여준다. 따라서, 그러한 시스템의 경우, 컨트롤러(201)는 적절한 제어 신호를 구형파 컨트롤러(202)에 전송하여 상이한 주파수들의 상이한 신호들을 생성하지만, 모든 신호들에 걸쳐 동일한 듀티 사이클을 유지한다. 특히, VDC 물질은 이중 주파수 물질이지만, 구형파 컨트롤러(202)는 각 지연 라인에 대해 개별적으로 결정 도메인 정렬의 양을 변화시키기 위해 다중 주파수들을 생성한다. 또한, 모든 신호에 대해 일정한 전압의 단일 전원 공급기(204)를 사용함으로써 단순화가 향상된다.

[0046] 본 개시로부터 이해될 수 있는 바와 같이, 타겟을 추적하기 위해 안테나 어레이를 제어하는 방법에서, 타겟의 공간 좌표가 획득된다. 이는 예를 들어 위성과 같은 다양한 타겟들의 좌표를 나열하는 록업 테이블을 참조함으로써 수행될 수 있다. 또한, 안테나 어레이의 물리적 배향을 얻는다. 즉, 안테나 어레이는 예를 들어 복수의 방사 소자가 형성된 평판일 수 있다. 플레이트의 중앙에서 나오는 직교 라인의 포인팅 방향은 조준과 동일하며, 그 포인팅 방향은 상기 안테나 어레이의 물리적 배향으로 정의할 수 있다. 본 명세서에 개시된 실시예들에서, 메인 빔은 기계식이 아닌 전자식 조향에 의해 타겟을 추적하도록 만들어진다. 즉, 다양한 방사 소자들의 피드에서 이동하는 신호의 위상을 시프트함으로써, 메인 빔이 조준에서 벗어나므로 안테나의 물리적 배향을 변경하지 않으면서 상기 빔을 전자적으로 스캔할 수 있다. 물론, 상기 플랫폼이 움직일 때, 상기 안테나의 물리적 배향이 변경되므로, 해당 동작을 수정하기 위해 해당 전자 조향을 수행해야 한다.

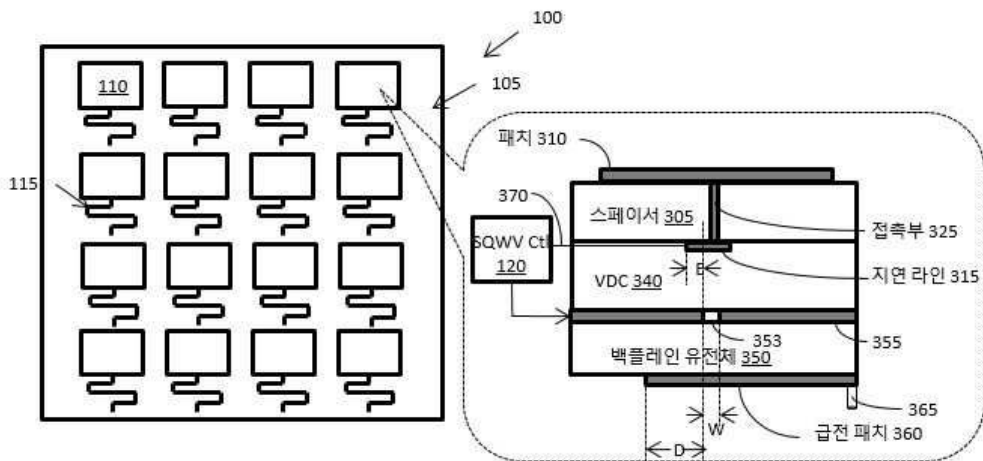
[0047] 목표 좌표, 예를 들어 나침반, 상기 플랫폼의 GPS 좌표, 가속도계등으로부터 안테나의 물리적 배향을 사용하여 메인 빔의 전자 조향이 결정된다. 상기 메인 빔의 전자 조향은 상기 방사체들의 어레이로부터의 모든 RF 신호들을 합한 결과이며, 이는 RF 신호가 각 지연 라인 상에서 이동하는 속도에 의해 제어되므로 지연이 발생하여 위상 시프트로 이어진다. 본 명세서에서 언급된 바와 같이, 각 급전 라인은 조향 제어 신호의 각 사이클에 대해 실시간으로 계산된 개별 위상 시프트를 가져야 한다. 본 명세서에 나타난 바와 같이, 위상 시프트는 각 방사체에 대해 개별적으로 생성된 구형파의 듀티 사이클 또는 주파수를 변경하여 제어된다.

[0048] 도 5는 PWM 또는 주파수 제어 신호를 지연 라인 중 하나에 제공하기 위한 예를 도시한다. 전력 공급기(504)는 모든 지연 라인을 활성화하는 데 사용되는 일정한 전압 전위를 출력한다. 단순화하기 위해 도 5에는 하나의 출력 라인에 대한 세부 정보만 표시되어 있지만, 실제로 상기 라인은 많은 병렬 라인들로 분할되며, 모두 줄임표로 표시된 것과 동일한 전압 전위를 전달한다. 상기 전압 전위는 각 지연 라인(540)의 액정을 그 라인에서 RF 신호의 요구된 지연을 야기하도록 결정된 양으로 회전시키도록 조정된다.

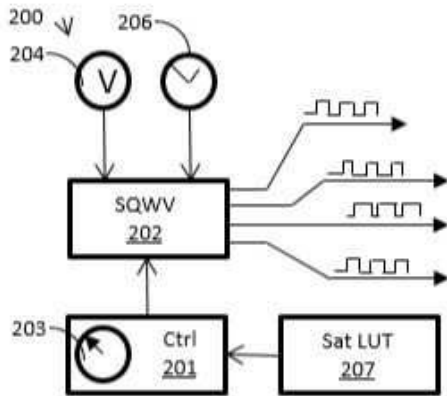
- [0049] 이 예에서, 본 명세서에 개시된 임의의 실시예에 따른 주파수 제어 및/또는 펄스 폭 변조 제어 중 하나를 고정된 진폭이 가능하도록 하기 위해, LC 회전을 위해 양극 및 음극 라인의 두 가지 라인이 제공된다. 이 예에서, 양극 및 음극 라인 각각은 대응하는 양극성 접합 트랜지스터(bipolar junction transistor)(522, 524)에 연결된다. 트랜지스터들(522, 524)의 소스들은 전원 공급기(504)에 연결되고 트랜지스터(522, 524)의 게이트들은 컨트롤러(501)에 연결된다. 트랜지스터들(522, 524)의 게이트들에 작동 신호들을 전송함으로써, 상기 컨트롤러는 가변 듀티 사이클 또는 가변 주파수를 갖는 구형파를 생성한다.
- [0050] 도 6은 각 위상 시프터가 하나의 제어 라인에 의해서만 제어되고, 다른 하나는 접지 또는 공통 전위에 연결되는 안테나 어레이 시스템을 도시한다. 도 6에는 3x3 위상 시프터들만 표시되어 있지만, 상기 어레이의 크기는 $n \times m$ 일 수 있다. 전력 공급기(604)는 각 위상 시프터에 대해 하나씩, 모든 트랜지스터(622)의 소스에 인가되는 일정한 전압 전위를 제공한다. 각각의 트랜지스터(602)의 드레인은 각각의 위상 시프터(640)에 연결된다. 컨트롤러(601)는 활성화 신호를 트랜지스터들(622) 각각의 게이트로 전송하여 주파수의 듀티 사이클이 변하는 구형파를 생성한다.
- [0051] 도 7은 PWM 제어를 위한 시스템을 도시하며, 위상 시프터의 음극 측은 일정한 공통 전압(여기서는 +15V로 설정됨)을 수신하며, 양극 측은 0 내지 +30V의 PWM 신호를 수신한다. 결과적으로, 위상 시프터는 -15V 내지 +15V의 구형파를 사용하여 활성화된다. 이 설정은 PWM 신호들을 제어하기 위한 내부 클록 시스템을 통합하는 TIVA 마이크로 컨트롤러(702)를 사용하여 제어된다. 상기 TIVA 마이크로 컨트롤러는 프로그래밍 및 모니터링을 위해 USB(Universal Serial Bus)를 통해 개인용 컴퓨터 PC에 연결된다. 다른 쪽에서 마이크로 컨트롤러(702)는 SPI(Serial Peripheral Interface)를 통해 CPLD(Complex Programmable Logic Device)(701)에 커플링된다. CPLD(701)의 출력은 위상 시프터(740) 각각에 대해 개별화되고, 각 리프레시 사이클에 대해 계산된 0 내지 3.3V의 여러 구형파이다. CPLD(701)의 각각의 개별 출력 신호는 대응하는 트랜지스터(722)에 적용되며, 이는 신호를 0 내지 30볼트의 구형파로 변환한다. 이 신호는 해당 위상 시프터의 양극 측에 인가된다.
- [0052] 본 명세서에 설명된 프로세스 및 기술들은 본질적으로 임의의 특정 장치와 관련되지 않으며, 임의의 적절한 구성요소 조합에 의해 구현될 수 있음을 이해해야 한다. 또한, 다양한 유형의 범용 장치가 여기에 설명된 교시에 따라 사용될 수 있다. 본 발명은 모든 측면에서 제한적이라기보다는 예시적인 것으로 의도된 특정 실시예와 관련하여 설명되었다. 당업자는 많은 상이한 조합이 본 발명을 실시하기에 적합할 것임을 인식할 것이다.
- [0053] 더욱이, 본 발명의 다른 구현들은 본 명세서에 개시된 본 발명의 설명 및 실시를 고려함으로써 당업자에게 명백할 것이다. 설명된 실시예들의 다양한 양태 및/또는 구성요소는 단독으로 또는 임의의 조합으로 사용될 수 있다. 상세한 설명 및 예시들은 단지 예시적인 것으로 간주되며, 본 발명의 진정한 범위 및 의미는 다음의 청구 범위에 의해 표시된다.

도면

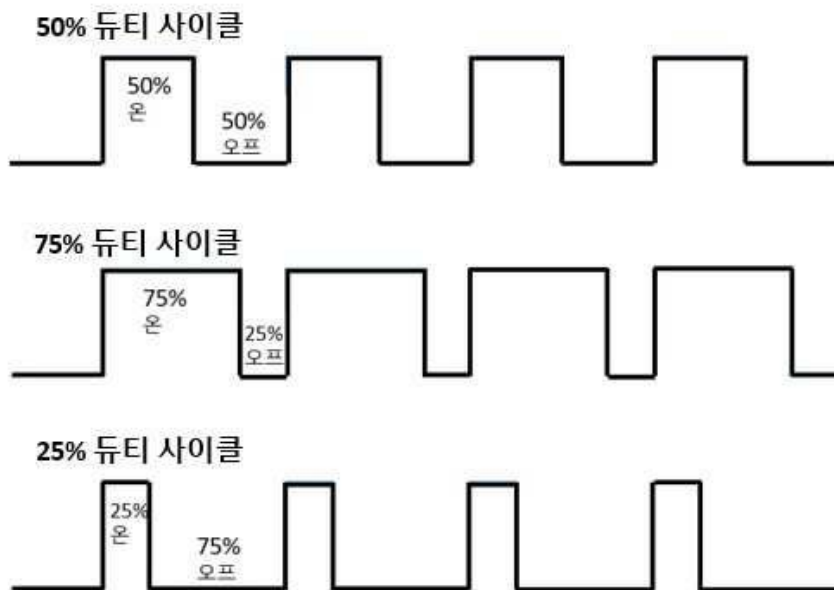
도면1



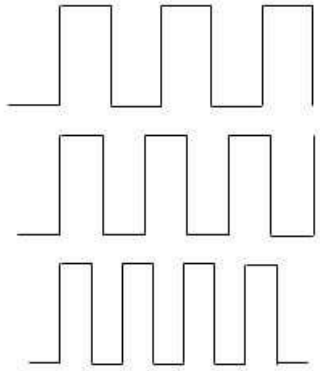
도면2



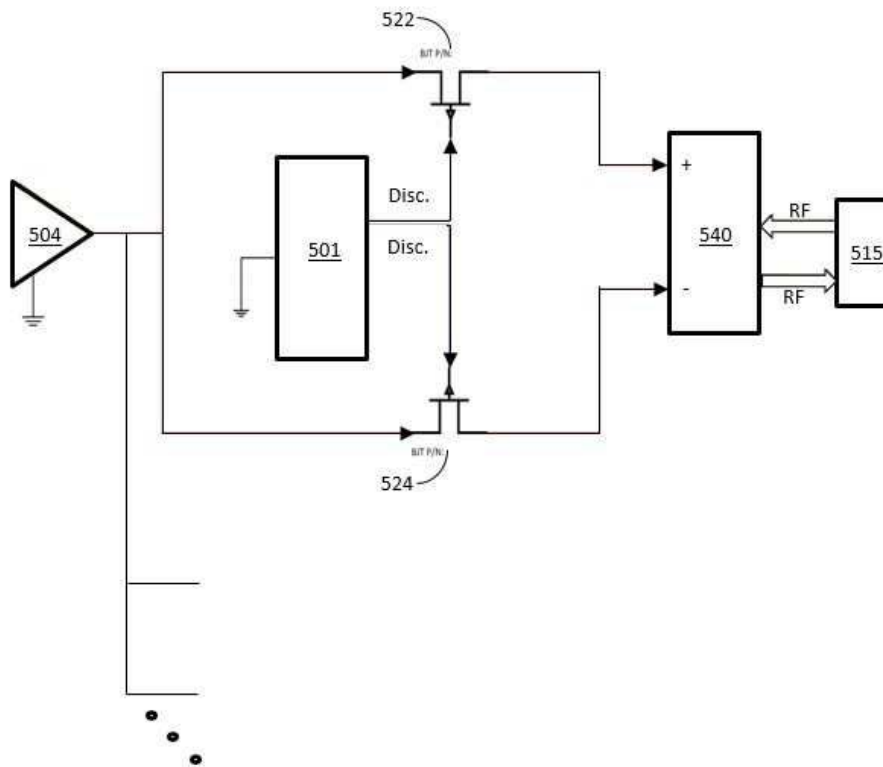
도면3



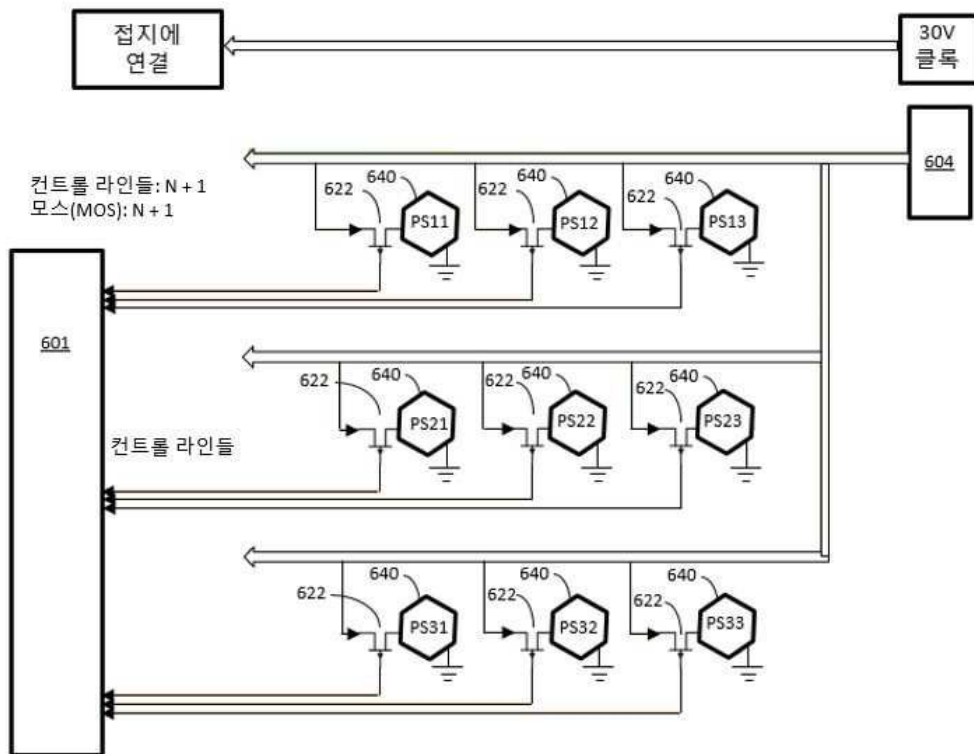
도면4



도면5



도면6



도면7

