



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월17일  
(11) 등록번호 10-1717617  
(24) 등록일자 2017년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/005 (2006.01) H04B 7/02 (2017.01)  
H04B 7/185 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7012988  
(22) 출원일자(국제) 2012년10월12일  
심사청구일자 2014년05월14일  
(85) 번역문제출일자 2014년05월14일  
(65) 공개번호 10-2014-0090206  
(43) 공개일자 2014년07월16일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/060077  
(87) 국제공개번호 WO 2013/056136  
국제공개일자 2013년04월18일  
(30) 우선권주장  
13/550,071 2012년07월16일 미국(US)  
61/547,646 2011년10월14일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US07310380 B1\*  
US20110034190 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
퀄컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(72) 발명자  
자라리, 아흐메드  
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
티안, 빈  
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(74) 대리인  
(뒷면에 계속)  
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 12 항

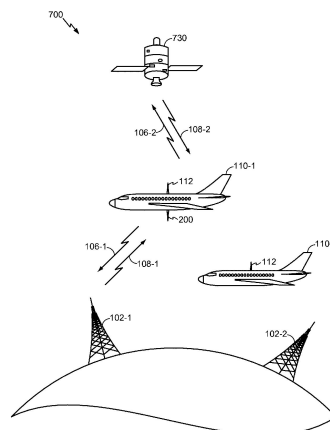
심사관 : 김상인

(54) 발명의 명칭 공대지 시스템들에 대한 간섭 완화 기법들

(57) 요약

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법은 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙(modulation symbol interleaving) 및/또는 순방향 에러 보정(forward error correction)을 조정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 검출된 간섭을 완화하지 않는 경우 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트(data rate)를 감소시키는 단계를 포함한다. 간섭을 완화하기 위한 다른 방법은 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 순방향 링크의 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때, 항공기 전송기 전송 전력을 감소시키는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

쉬프, 레오나드 엔.

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

아메스, 윌리엄 지.

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법으로서,

간섭자(interferer)로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙(modulation symbol interleaving) 및/또는 순방향 에러 보정(forward error correction)을 조정하는 단계;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트(data rate)를 감소시키는 단계; 및

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 간섭자에 의해 미사용된 통신 스펙트럼의 부분을 상기 항공기 수신기 인터페이스에 할당하는 단계를 포함하는,

공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 간섭자는 AMSS(aeronautical mobile satellite service) 전송기를 포함하는 항공기인,

공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법으로서,

간섭자(interferer)로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙(modulation symbol interleaving) 및/또는 순방향 에러 보정(forward error correction)을 조정하는 단계;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트(data rate)를 감소시키는 단계; 및

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상이한 지상국으로 상기 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하는 단계

를 포함하는,

공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 간섭자가 위성 지구국 전송기일 때, 상기 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍(antenna beam-forming)을 수행하는 단계

를 더 포함하는,

공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

항공기 턴(aircraft turn) 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하는 단계; 및  
상기 항공기 턴의 롤-각도가 미리 결정된 롤-각도 임계치보다 크거나 같을 때 항공기 전송기를 디스에이블하는 단계

를 더 포함하는,

공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서

를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하도록;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키도록; 그리고

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 간섭자에 의해 미사용된 통신 스펙트럼의 부분을 상기 항공기 수신기 인터페이스에 할당하도록

구성되는,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 간섭자는 AMSS(aeronautical mobile satellite service) 전송기를 포함하는 항공기인,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치.

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서

를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하도록;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키도록; 그리고

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상이한 지상국으로 상기 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하도록

구성되는,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치.

#### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 추가로,

상기 간섭자가 위성 지구국 전송기일 때, 상기 간섭자를 향해 NULL을 전송하기 위해 안테나 빔-포밍을 수행하도록

구성되는,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치.

#### 청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 추가로,

항공기 턴(turn) 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하도록; 그리고

상기 항공기 턴의 롤-각도가 미리 결정된 롤-각도 임계치보다 크거나 같을 때 항공기 전송기를 디스에이블하도록

구성되는,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 장치.

#### 청구항 21

프로그램 코드를 저장한, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위해 구성된 컴퓨터-판독 가능한 저장 매체로서,

상기 프로그램 코드는,

간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하기 위한 프로그램 코드;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키기 위한 프로그램 코드; 및

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 간섭자에 의해 미사용된 통신 스펙트럼의 부분을 상기 항공기 수신기 인터페이스에 할당하기 위한 프로그램 코드

를 포함하는,

컴퓨터-판독 가능한 저장 매체.

#### 청구항 22

다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위해 동작 가능한 장치로서,

간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하기 위한 수단;

상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키기 위한 수단; 및

상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키는 것이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 간섭자에 의해 미사용된 통신 스펙트럼의 부분을 상기 항공기 수신기 인터페이스에 할당하기 위한 수단

을 포함하는,

공대지 통신 간섭 완화를 위해 동작 가능한 장치.

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

삭제

#### 청구항 26

삭제

#### 청구항 27

삭제

#### 청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호참조

[0002] 본 특허 출원은 A.Jalali 등의 이름으로, 2011년 10월 14일 출원된 미국 가출원 번호 제61/547,646호의 이익을 주장하며, 그 가출원의 개시물은 그 전체가 인용에 의해 본원에 명시적으로 포함된다.

[0003] 본 출원은, 대리인 문서번호 111025U1이며, A.Jalali 등의 이름으로 출원되고, 발명의 명칭이 "high data rate aircraft to ground communication antenna system"인 공동으로 양도된 미국 특허 출원, 대리인 문서번호 111025U2이며 A.Jalali 등의 이름으로 출원되고, 발명의 명칭이 "real-time calibration of an air to ground communication system"인 미국특허출원, 및 대리인 문서번호 111025U3이며, A.Jalali 등의 이름으로 출원되고, 발명의 명칭이 "ground station antenna array for air to ground communication system"인 공동으로 양도된 미국 특허 출원에 관련되며, 이들의 개시물들은 그 전체가 인용에 의해 본원에 명시적으로 포함된다.

[0004] 분야

[0005] 본 개시의 양상들은 일반적으로 무선 통신 시스템들에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 인터넷 서비스를 항공기에 제공하는 공대지 시스템(air to ground system) 내에서 간섭 완화를 제공하는 것에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0006] 2개의 주요 접근법들은 인터넷 액세스를 비행기들에 제공한다. 하나의 접근법에서, 공대지(air to ground; ATG) 시스템들은 육지 위를 나는 항공기에 인터넷 액세스를 제공하기 위해 셀룰러 통신 기법들을 이용한 지상 GBS(Ground Base Stations)들을 이용한다. 미국 본토 상에서 동작하는 현재 이용되는 ATG 시스템은 단지 3MHz의 스펙트럼을 이용한다. 이 시스템이 상업적으로 성공할 수 있을지라도, 제한된 스펙트럼은 항공기로의 멀티미디어 콘텐츠의 스트리밍과 같은 인터넷 서비스들에 대한 증가하는 수요를 수용하는데 불충분할 수 있다. 다른 접근법에서, 위성 링크는 인터넷 서비스를 항공기에 제공한다. AMSS(aeronautical mobile satellite service)에서, 위성 기반 시스템들은 이용 가능한 보다 많은 스펙트럼을 갖지만, 그 비용이 과도하다.

[0007] 항공기 인터넷 통신용 위성 링크들의 과도한 비용으로 인해, 지상 기반 ATG 시스템들을 이용하는 것이 선호되어 왔다. ATG에 대한 이용 가능한 스펙트럼을 증가시키고, 이러한 시스템들이 실질적으로 증가하는 비용 없이 항공기 인터넷 서비스에 대한 증가하는 수요를 수용하도록 허용할 기법들을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

## 발명의 내용

[0008] 본 개시의 일 양상에 따라, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법이 설명된다. 이 방법은 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙(modulation symbol interleaving) 및/또는 순방향 에러 보정(forward error correction)을 조정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트(data rate)를 감소시키는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 프로세서에 커플링된 메모리를 포함한다. 프로세서(들)는 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하도록 구성된다. 프로세서(들)는 또한 상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키도록 구성된다.

[0010] 추가의 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 컴퓨터 프로그램 물건이 설명된다. 컴퓨터 프로그램 물건은 프로그램 코드가 레코딩된 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 매체를 포함한다. 컴퓨터 프로그램 물건은 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하기 위한 프로그램 코드를 갖는다. 컴퓨터 프로그램 물건은 또한 상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키기 위한 프로그램 코드를 포함한다.

[0011] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하기 위한 수단을 포함한다. 이 장치는 또한 상기 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 상기 간섭자로부터 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 상기 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소시키기 위한 수단을 포함한다.

[0012] 본 개시의 다른 양상에 따라, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법이 설명된다. 이 방법은 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 순방향 링크의 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때 항공기 전송기 전송 전력을 감소시키는 단계를 포함한다.

[0013] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 프로세서에 커플링된 메모리를 포함한다. 프로세서(들)는 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하도록 구성된다. 프로세서(들)는 또한 순방향 링크의 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때 항공기 전송기 전송 전력을 감소시키도록 구성된다.

[0014] 추가의 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 컴퓨터 프로그램 물건이 설명된다. 이 컴퓨터 프로그램 물건은 프로그램 코드가 레코딩된 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한



매체를 포함한다. 컴퓨터 프로그램 물건은 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하기 위한 프로그램 코드를 갖는다. 컴퓨터 프로그램 물건은 또한 순방향 링크의 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때 항공기 전송기 전송 전력을 감소시키기 위한 프로그램 코드를 포함한다.

[0015] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 항공기 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크(arc)로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하기 위한 수단을 포함한다. 이 장치는 또한 순방향 링크의 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때 항공기 전송기 전송 전력을 감소시키기 위한 수단을 포함한다.

[0016] 본 개시의 다른 양상에 따라, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 지상국 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 방법이 설명된다. 이 방법은 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자에 의해 미사용되는 통신 스펙트럼의 부분을 항공기 수신기 인터페이스에 할당하는 단계를 포함한다. 대안적으로 이 방법은 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 상이한 지상국으로 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 지상국 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 프로세서에 커플링된 메모리를 포함한다. 프로세서(들)는 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자에 의해 미사용되는 통신 스펙트럼의 부분을 항공기 수신기 인터페이스에 할당하도록 구성된다. 대안적으로 프로세서(들)는 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 상이한 지상국으로 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하도록 구성된다. 프로세서(들)는 또한 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍을 수행하도록 구성된다.

[0018] 추가 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 지상국 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 컴퓨터 프로그램 물건이 설명된다. 컴퓨터 프로그램 물건은 프로그램 코드가 레코딩된 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능한 매체를 포함한다. 컴퓨터 프로그램 물건은 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자에 의해 미사용되는 통신 스펙트럼의 부분을 항공기 수신기 인터페이스에 할당하기 위한 프로그램 코드를 갖는다. 대안적으로 컴퓨터 프로그램 물건은 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 상이한 지상국으로 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하기 위한 프로그램 코드를 포함할 수 있다. 컴퓨터 프로그램 물건은 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍을 수행하기 위한 프로그램 코드를 포함할 수 있다.

[0019] 다른 양상에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 지상국 내에서 공대지 통신 간섭 완화를 위한 장치가 설명된다. 이 장치는 간섭자의 존재 시에 지상국을 동작시키기 위한 수단을 포함한다. 이 장치는 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자에 의해 미사용되는 통신 스펙트럼의 부분을 항공기 수신기 인터페이스에 할당하기 위한 수단을 포함한다. 대안적으로 이 장치는 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 상이한 지상국으로 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 이 장치는 또한 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍을 수행하기 위한 수단을 포함할 수 있다.

[0020] 이것은 이어지는 상세한 설명이 더 잘 이해될 수 있도록 하기 위해, 본 개시의 특징 및 기술적 이점들을 보다 광범위하게 요약하였다. 본 개시의 부가적인 특징들 및 이점들이 아래에서 설명될 것이다. 본 개시가 본 개시의 동일한 목적들을 수행하기 위한 다른 구조들을 설계하거나 수정하기 위한 토대로서 쉽게 활용될 수 있다는 것이 당업자들에 의해 인지되어야 한다. 또한 이러한 등가의 구조들이 첨부된 청구항들에서 기술된 바와 같은 본 개시의 교시들로부터 벗어나지 않는다는 것이 당업자들에 의해 이해되어야 한다. 추가의 목적들 및 이점들과 함께, 그 구조 및 동작의 방법 둘 다에 관해 본 개시의 특징이라 여겨지는 신규한 특징들은 첨부 도면들과 관련하여 고려될 때 다음의 설명으로부터 더 잘 이해될 것이다. 그러나 도면들 각각은 단지 예시 및 설명의 목적을 위해 제공되며, 본 개시의 제한들의 정의로서 의도되지 않는다는 것이 명시적으로 이해될 것이다.

[0021] 본 개시의 특징들, 성질 및 이점들은 유사한 참조 문자들이 도면 전체에 걸쳐서 상응하게 식별하는 그 도면들과 함께 취해질 때 이하에 기술되는 상세한 설명으로부터 자명하게 될 것이다.

## 도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 개시의 양상에 따라 공대지 통신 시스템의 예를 개념적으로 예시하는 블록도이다.
- 도 2는 본 개시의 양상에 따라 항공기 안테나 시스템의 예를 개념적으로 예시하는 도면이다.
- 도 3a는 본 개시의 양상에 따라 무한 접지면 상에서 도 2의 각각의 안테나 엘리먼트의 시뮬레이팅된 양각 대 이득 패턴의 예를 개념적으로 예시하는 도면이다.
- 도 3b는 본 개시의 양상에 따라 결합된 빔 및 도 2의 가까운 안테나 엘리먼트들의 방위각 대 시뮬레이팅된 이득 패턴의 예를 개념적으로 예시하는 도면이다.
- 도 4는 무선 네트워크에서 기지국과 항공기 트랜시버의 예를 예시하는 도면이다.
- 도 5는 본 개시의 일 양상에 따라 지상국 안테나 어레이 시스템을 개념적으로 예시하는 블록도이다.
- 도 6은 본 개시의 추가 양상에 따라 지상국 안테나 어레이 시스템을 개념적으로 예시하는 블록도이다.
- 도 7은 본 개시의 일 양상에 따라 공대지 통신 시스템 내의 간섭의 예를 개념적으로 예시하는 블록도이다.
- 도 8은 본 개시의 양상에 따라 도 7의 공대지 양방향 통신 시스템 내의 간섭 완화에 대한 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
- 도 9는 본 개시의 일 양상에 따라 공대지 통신 시스템 내의 간섭의 다른 예를 개념적으로 예시하는 블록도이다.
- 도 10은 본 개시의 양상에 따라 도 9의 공대지 통신 시스템 내에서 간섭 완화에 대한 프로세스를 도시하는 흐름도이다.
- 도 11은 본 개시의 일 양상에 따라 항공기 간섭을 완화하기 위한 프로세스를 예시하는 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 첨부 도면들과 관련하여 아래에서 기술되는 상세한 설명은 다양한 구성들의 설명으로서 의도되며 본 명세서에서 설명되는 개념들이 실시될 수 있는 구성들만을 표현하도록 의도되는 것은 아니다. 상세한 설명은 다양한 개념들의 완전한 이해를 제공하기 위해 특정한 상세들을 포함한다. 그러나 이들 개념들이 이들 특정한 상세들 없이 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 자명하게 될 것이다. 몇몇 예들에서, 잘 알려진 구조들 및 컴포넌트들은 이러한 개념들을 모호하게 하는 것을 방지하기 위해 블록도 형태로 도시된다.
- [0024] 지상 공대지(ATG) 시스템들에 의해 항공기로의 인터넷 통신을 위해 이용 가능한 스펙트럼은 실용적 그리고 경제적 이유들로 제한되었다. 큰 영역(이를 테면, 미국 본토) 상에서 높은 고도로 나는 항공기와의 끊임없는(seamless) 통신을 제공하는 것은 큰 영역 상에서 이용 가능한 스펙트럼을 수반한다. 즉, ATG 시스템에 할당된 스펙트럼은 전국적으로 이용 가능하게 되어야 한다. 그러나 전국적으로 이용 가능한 스펙트럼의 부분을 식별하는 것은 문제가 되며, 더구나 다른 이용을 위해 할당된 이러한 스펙트럼의 부분을 해제(free up)하도록 배열하는 것도 문제가 된다.
- [0025] 많은 양의 스펙트럼은 브로드캐스트 TV 및 양방향 FSS(Fixed Satellite Service)에서 이용하기 위해 정지궤도 위성(geostationary satellite)들에 할당된다. 본 개시의 양상들은 ATG 애플리케이션과 정지궤도 위성 통신 시스템들 간에 스펙트럼의 부분을 공유하기 위해 높은 데이터 레이트 항공기-지상(ground) 통신 안테나 시스템을 제공한다. C 대역(4 GHz 다운링크, 6 GHz 업링크), Ku 대역(12 GHz 다운링크, 14 GHz 업링크) 및 Ka 대역(20 GHz 다운링크, 30 GHz 업링크)와 같은 주파수 대역들이 정지궤도 위성 시스템들에 의해 현재 이용된다(또는 이를 위해 계획됨). 일 양상에서, 높은 데이터 레이트 항공기-지상 통신 안테나 시스템은 항공기에 인터넷 서비스를 제공하기 위해 Ku 업링크 대역을 공유할 수 있다.
- [0026] 본 개시의 양상들은 비행기들의 항공기 트랜시버들(AT들)과 통신하는 GBS들(Ground Base Stations)이 차세대 공대지(Next-Gen AG) 시스템으로서 본 명세서에서 지칭되는 위성 시스템들 상의 통신들과의 용인 가능하지 않은 간섭(intolerable interference) 없이, 위성 시스템들에 대해 할당된 스펙트럼의 업링크 부분을 이용할 수 있는 ATG 시스템을 위한 방법들 및 장치를 제공한다. 본 개시에서 설명되는 시스템들 및 기법들은 Next-Gen AG 시스템과 현재 위성 시스템 간의 경미한(negligible) 크로스 간섭을 갖는 동일한 스펙트럼 상에서 그 두 시스템들의 공존을 허용할 수 있다. 본 개시의 일 양상은 AMSS(Aeronautical Mobile Satellite Service) 및/또는 Next-Gen AG 시스템의 위성 지구국 전송기-항공기 수신기들 및 지상 기지국들에 의해 야기되는 간섭을 완화하기 위한 기법들을 설명한다. 위성 지구국 전송기들은 ESV들(earth station vehicles), VMES(vehicular mounted earth

stations), VSAT(very small aperture terminal) 지상국들 등을 포함(그러나 이들로 제한되지 않음)할 수 있다.

[0027] 본 개시의 예시적인 양상에 따른 무선 통신을 위한 시스템(100)이 도 1에서 설명된다. 일 양상에서, 시스템(100)은 순방향 링크(FL)(108-1) 및 역방향 링크(RL)(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 신호들을 전송 및 수신하는 지상 기지국(102-1)을 포함한다. 항공기(110)는 지상 기지국(102-1)과 통신하는 항공기 안테나(200) 및 항공기 트랜시버(AT)(120)(도 4)를 포함한다. 항공기 트랜시버(AT)(120)는 또한 순방향 링크(108-1) 및 역방향 링크(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 신호들을 전송 및 수신할 수 있다. 일 양상에서, 항공기 안테나(200)는 도 2에서 도시된 바와 같이 다중-빔 스위치 가능한 어레이 안테나를 포함할 수 있다. 다른 지상 기지국(102-2)이 또한 도시된다.

[0028] 일 구성에서, 항공기 안테나(200)는 임의의 방위각으로 지상 기지국(102-1)과 통신할 수 있는 다중-빔 스위치 가능한 어레이로 구성된다. 도 1에서 도시된 바와 같이, 항공기 안테나(200)는 공기 저항(wind drag)을 감소 또는 최소화하기 위해 소형 돌출부 및 공기역학 프로파일을 갖고 기체 아래에 장착된다. 일 구성에서, 안테나 고도 커버리지는 예를 들어, 안테나 이득에 대한 포인팅 방향들을 제공하기 위해 지평선 아래로 대략  $3^{\circ}$  내지  $20^{\circ}$  이다. 항공기 안테나(200)는 각각의 엘리먼트가 상이한 방위각들로 별개의 빔을 지향시키도록 위치한 어레이 N 엘리먼트들을 포함할 수 있으며, 엘리먼트들 각각은 예를 들어, 도 2에서 도시된 바와 같이  $360/N$  도를 커버한다.

[0029] 도 2는 예를 들어, 14 기가헤르츠(GHz)에서 동작하는 다중 12-빔 어레이들(202)(202-1, ..., 202-N)을 갖는 항공기 안테나 어레이 시스템(200)의 일 예를 도시한다. 대표적으로, 항공기 안테나 어레이(202-1)는 각각이 10dBi(dB 등방성)보다 큰 이득을 갖고 대략 2.0인치 x 0.45 인치의 어퍼처 크기로, 방위면에서  $30^{\circ}$  섹터들을 커버하는, 12개의 혼(horn) 안테나들(210)(210-1, ..., 210-12)을 갖는다. 일 구성에서, 안테나 어레이의 전체 직경은 대략 8인치이다.

[0030] 도 2가 12-빔 어레이 구성으로 항공기 안테나 어레이들(202)을 예시하지만, 본 개시 및 첨부된 청구항들의 범위 내에 있으면서 다른 구성들이 가능하다는 것이 인지되어야 한다. 특히, 일 예시적인 구성은 4-빔 어레이 구성으로 4-안테나 어레이들(202)을 포함한다. 다중 항공기 안테나 어레이들(202)은 상이한 고도들에서 지상 기지국 탐색을 가능하게 할 수 있다. 일 구성에서, 다중 안테나 어레이들(202)은 고도면에서 지상 기지국 탐색의 섹터화(sectorization)를 가능하게 한다. 이러한 양상에서, 각각의 엘리먼트는 그 자신의 트랜시버에 커플링된다. 아래에서 추가로 상세히 설명되는 바와 같이, 지상 기지국 탐색은 항공기 트랜시버(120)(도 4)와 도 1에서 도시된 바와 같은 지상 기지국(102-2)과 같은 다음 지상 기지국 간의 핸드오프를 가능하게 한다.

[0031] 일 구성에서, 항공기 안테나 어레이 시스템(200)은 기체 아래에 장착되고, 보조 안테나는 항공기 인터넷 서비스를 개선하기 위해 항공기의 별개의 부분에 장착된다. 특히, 비행 중에 항공기의 비스듬히 날기(banking) 또는 롤링(rolling)은 지상 기지국(102-1)과 기체 아래에 장착된 항공기 안테나 어레이 시스템(200) 간의 통신을 방해할 수 있다. 일 구성에서, 보조 안테나는 항공기(110)가 비스듬히 날거나 롤링하는 동안 지상 기지국(102-1)과의 통신을 처리함으로써 그 때 지상 기지국(102-1)과 항공기 트랜시버(120) 간의 통신의 중단을 감소시킨다. 항공기 안테나(200)의 특성들은 도 3a 및 도 3b에서 추가로 예시된다.

[0032] 도 3a는 본 개시의 일 양상에 따라 0, 5, 10, 15 및 20도의 방위각에서 단일의 안테나 엘리먼트(210)의 시뮬레이션된 고도 이득 패턴의 도면(300)을 예시한다. 대표적으로, 도 3a의 x-축은 지평선이 90도인 경우 구 좌표들(spherical coordinates)에서 세타(theta) 각도를 표현한다. 시뮬레이션이 무한 접지면 상에서 수행되기 때문에, 지평선 위의 이득 패턴(-90와 90 사이)은 이미지 이론으로 인해 복제되고, 무시되어야 한다. 도 3b는 본 개시의 일 양상에 따라 디지털로 결합된 빔(360) 및 2개의 가까운 엘리먼트들의 시뮬레이션된 방위 이득 패턴의 도면(350)을 도시한다.

[0033] 항공기 인터넷 서비스를 제공하기 위한 항공기 안테나(200)의 동작은 도 1에서 도시된 바와 같이 검출 및 현재 지상 기지국(102-1)과 다음 지상 기지국(102-2) 간의 항공기 모델 핸드오프를 포함한다. 통신 및 탐색의 다양한 방식들이 안테나 시스템에 의해 이용될 수 있다. 일 구성에서, 단일 수신 체인이 통신을 위해 이용되며, 탐색은 순차적인 시분할 방식으로 수행된다. 다른 구성에서, 2개의 수신 체인들이 이용되며, 하나의 체인은 지상국 통신을 위한 것이고 다른 체인은 지상 기지국 탐색을 위한 것이다. 2 수신 체인 구성에서, 탐색 체인은 또한 탐색중이 않은 동안 이득 및 쓰루풋을 증가시키도록 다이버시티 결합을 위해 이용될 수 있다. 지상 기지국 탐색은 다음과 같이 수행될 수 있다.

- [0034] 지상 기지국 탐색은 주어진 항공기 안테나 엘리먼트 상에서 지상 기지국들로부터 수신된 모든 파일럿 신호들의 탐색을 포함할 수 있다. 수신된 파일럿 신호들은 항공기 모델이 더 강한 파일럿 신호를 수신하는 다른 지상 기지국으로 핸드오프해야 하는지를 결정하도록 랭크(rank)된다. 하나의 안테나 엘리먼트 상의 탐색이 완료되면, 탐색은 다른 엘리먼트로 스위칭하고 그 엘리먼트 상에서 파일럿 탐색을 반복할 수 있다. 일 양상에서, 안테나 엘리먼트들(210-2 내지 210-12) 각각은 도 2에서 도시된 바와 같이, 데이터는 안테나 엘리먼트(210-1)에 의해서 수신하는 동안에 지상국들을 지속적으로 탐색할 수 있다.
- [0035] 위에서 설명된 구성들에서, 스위칭식 안테나 방식은 낮은 복잡도를 유지하면서 높은 이득을 달성하기 위해 상이한 안테나 엘리먼트들 사이에서 스위칭하는 트랜시버를 포함한다. 대안적으로 지향성 빔들은 페이즈드 어레이(phased array) 기법들을 이용하여 다수의 안테나 엘리먼트들을 결합함으로써 형성될 수 있다. 일 양상에서, 위에서 설명된 스위칭식 안테나 방식은 다이버시티를 제공하기 위해 하드웨어 복잡도를 약간만 증가시키면서 안테나 이득을 추가로 증가시키기 위해 디지털로 결합된 빔(360)을 형성하도록 2개의 가까운 빔들(352 및 354)을 결합할 수 있다. 일 양상에서, 스위칭식 안테나 방식은 가까운 안테나 엘리먼트들의 부분적이 페이즈드 어레이 빔 결합을 이용할 수 있다. 예를 들어, 가까운 빔들은 통신하는 지상 기지국이 가까운 빔들의 경계에 또는 경계 근처에 있을 때 시스템 성능을 개선하기 위해 결합될 수 있다.
- [0036] 도 4는 지상 기지국(102)과 항공기 트랜시버(120)의 설계의 블록도를 도시한다. 지상 기지국(102)에는 안테나들(434a 내지 434t)이 장착될 수 있고, 항공기 트랜시버(120)에는 안테나들(452a 내지 452r)이 장착될 수 있다.
- [0037] 지상 기지국(102)에서, 전송 프로세서(420)는 데이터 소스(412)로부터 데이터 및 제어기/프로세서(440)로부터 제어 정보를 수신할 수 있다. 프로세서(420)는 데이터 심볼들 및 제어 심볼들을 획득하기 위해 데이터 및 제어 정보를 각각 프로세싱(예를 들어, 인코딩 및 심볼 맵핑)할 수 있다. 프로세서(420)는 또한 기준 심볼들을 생성할 수 있다. 전송(TX) MIMO(multiple-input multiple-output) 프로세서(430)는 데이터 심볼들, 제어 심볼들 및/또는 응용 가능한 경우 기준 심볼들 상에서 공간 프로세싱(예를 들어, 프리코딩)을 수행할 수 있고 출력 심볼 스트림들을 변조기들(MOD들)(432a 내지 432t)에 제공할 수 있다. 각각의 변조기(432)는 출력 샘플 스트림을 획득하기 위해 각각의 출력 심볼 스트림(예를 들어, OFDM 등을 위해)을 프로세싱할 수 있다. 각각의 변조기(432)는 다운링크/순방향 링크 신호를 획득하기 위해 출력 샘플 스트림을 추가로 프로세싱(예를 들어, 아날로그로 변환, 증폭, 필터링 및 상향변환)할 수 있다. 변조기들(432a 내지 432t)로부터의 다운링크 신호들은 안테나들(434a 내지 434t)을 통해 각각 전송될 수 있다.
- [0038] 항공기 트랜시버(120)에서, 안테나들(452a 내지 452r)은 지상 기지국(102)으로부터 다운링크/순방향 링크 신호들을 수신할 수 있고, 수신된 신호들을 복조기들(DEMOD들)(454a 내지 454r)에 각각 제공할 수 있다. 각각의 복조기(454)는 입력 샘플들을 획득하기 위해 각각의 수신된 신호를 컨디셔닝(예를 들어, 필터링, 증폭, 하향변환 및 디지털화)할 수 있다. 각각의 복조기(454)는 수신된 심볼들을 획득하기 위해 입력 샘플들(예를 들어, OFDM 등을 위해) 추가로 프로세싱할 수 있다. MIMO 검출기(456)는 모든 복조기들(454a 내지 454r)로부터 수신된 심볼들을 획득하고 응용 가능한 경우 수신된 심볼들 상에서 MIMO 검출을 수행하고 검출된 심볼들을 제공할 수 있다. 수신 프로세서(458)는 검출된 심볼들을 프로세싱(예를 들어, 복조, 디인터리빙 및 디코딩)하고, 항공기 트랜시버(120)에 대한 디코딩된 데이터를 데이터 싱크(460)에 제공하고 디코딩된 제어 정보를 제어기/프로세서(480)에 제공할 수 있다.
- [0039] 역방향 링크/업링크 상에서, 항공기 트랜시버(120)에서, 전송기 프로세서(464)는 데이터 소스(462)로부터 데이터 및 제어기/프로세서(480)로부터 제어 정보를 수신 및 프로세싱할 수 있다. 프로세서(464)는 또한 기준 신호에 대한 기준 심볼들을 생성할 수 있다. 전송 프로세서(464)로부터의 심볼들은 응용 가능한 경우 TX MIMO 프로세서(466)에 의해 프리코딩되고, 변조기들(454a 내지 454r)에 의해 추가로 프로세싱되고, 지상 기지국(102)에 전송될 수 있다. 지상 기지국(102)에서, 항공기 트랜시버(120)로부터의 업링크/역방향 링크 신호들은 안테나들(434)에 의해 수신되고 복조기들(432)에 의해 프로세싱되고 응용 가능한 경우 MIMO 검출기(436)에 의해 검출되고 수신 프로세서(438)에 의해 추가로 프로세싱되어, 항공기 트랜시버(120)에 의해 송신된 디코딩된 데이터 및 제어 정보를 획득할 수 있다. 프로세서(438)는 디코딩된 데이터를 데이터 싱크(439)에 그리고 디코딩된 제어 정보를 제어기/프로세서(440)에 제공할 수 있다.
- [0040] 제어기들/프로세서들(440 및 480)은 지상 기지국(102) 및 항공기 트랜시버(120)에서의 동작을 각각 지시(direct)할 수 있다. 지상 기지국(102)에서의 프로세서(440) 및/또는 다른 프로세서들 및 모듈들은 본 명세서에서 설명되는 기법들에 대한 다양한 프로세스들의 실행을 수행 또는 지시할 수 있다. 항공기 트랜시버(120)에



서의 프로세서(480) 및/또는 다른 프로세서들 및 모듈들은 또한 도 8, 10 및 11의 이용 방법 흐름도에서 예시되는 기능적 블록들의 실행 및/또는 본 명세서에서 설명되는 기법들에 대한 다른 프로세스들을 수행 또는 지시할 수 있다. 메모리들(442 및 482)은 각각 지상 기지국(102) 및 항공기 트랜시버(120)에 대한 데이터 및 프로그램 코드들을 저장할 수 있다.

[0041] 항공기 안테나(200)와 통신하기 위한 안테나 어레이들을 포함하는 지상국 안테나 어레이 시스템들은 본 개시의 양상들에 따라 도 5 및 도 6에서 도시된다. 일 양상에서, 지상국 안테나 어레이 시스템은 예를 들어, 도 5 및 도 6에서 도시된 바와 같이 다수의 항공기들과 동시에 통신할 수 있는 고이득 다중-빔 안테나 어레이들을 포함할 수 있다. 도 5 및 도 6은 본 개시의 양상들에 따른 섹터화 및 안테나 어레이 구성들의 2개의 예들을 도시하며, 여기서 섹터화 및 안테나 어레이 구성들은 지리적(GEO) 아크를 따라 위성들에 대한 간섭을 감소시키기 위해 북쪽을 포인팅(north pointing)한다.

[0042] 일 구성에서, 섹터화는 예를 들어, 도 5 및 도 6에서 도시된 바와 같이 시스템 쓰루풋을 증가시키기 위해 고도면에서 섹터들을 분할하는 것을 포함한다. 대표적으로, 방위 및 고도면에서 커버리지 지역은 안테나 어레이가 커버리지 영역의 모든 각도들에 걸쳐서 그의 이득 요건을 유지할 수 있는 좁은 지역들로 분할될 수 있다. 일 구성에서, 안테나들은 방위면에서  $10^\circ$  및 고도면에서  $0.5^\circ$  내지  $20^\circ$ 의 커버리지 지역을 갖는 14GHz 범위에서 동작될 수 있다. 지상 기지국 안테나 이득은  $0.5^\circ$  고도에서 40dBi일 수 있고 항공기에 대한 더 낮은 경로 손실로 인해  $10^\circ$  고도에서 25.5dBi로 감소된다.

[0043] 도 5를 재차 참조하면, 도 5는 각각이 방위면에서  $60^\circ$ 를 커버하는 2개의 안테나 패널들(510 및 530)을 갖는 지상 기지국 안테나 어레이 시스템(500)의 구성을 도시한다. 일 양상에서, 각각의 안테나 패널(510/530)은 지상국 안테나 어레이들로서 본 명세서에서 지칭될 수 있는, 안테나 엘리먼트들 522(522-1, ..., 522-N), 524(524-1, ..., 524-N), 542(542-1, ..., 542-N), 및 544(544-1, ..., 544-N)의 NxM 어레이(520/540)로 각각 구성될 수 있다. 일 양상에서, 각각의 안테나 엘리먼트는 전송/수신(T/R) 모듈을 포함한다. 대표적으로, 지상국 안테나 어레이들(520 및 540)은 50x6 안테나 엘리먼트들을 포함하지만; 설명된 양상들 및 첨부된 청구항들의 범위 내에 있으면서 다른 구성들이 가능하다. 일 양상에서, 디지털 빔 포밍(digital beam forming)은 신호를 결합하고 원하는 전체 이득을 달성하기 위해 이용될 수 있다. 디지털 빔 포밍은 각각의 패널의 상이한 열들 및 행들에서의 안테나 엘리먼트들에 걸쳐서 컴퓨팅될 수 있다.

[0044] 도 6은 고도를 커버하는 안테나 패널들(610, 620, 630 및 640, 및 650, 660, 670 및 680)의 수는 4개까지 증가되고, 방위를 커버하는 패널들(602 및 604)의 수는 2개로 유지되는 지상국 안테나 어레이 시스템(600)의 구성을 도시한다. 일 양상에서, 더 높은 고도들을 커버하는 패널들(610/650)에 대한 어퍼처 크기는 더 높은 고도에서 요구되는 더 낮은 이득으로 인해 낮은 고도들을 커버하는 패널들(640/680)에 대한 어퍼처 크기보다 작다. 각각의 안테나 어레이(612)(612-1, ..., 612-N)/650(650-1, ..., 650-N)는 디지털 빔 포밍이 적용되는 50x1 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 일 양상에서, 디지털 빔의 생성은 예를 들어, 항공기의 고도에 의존하여 가까운 패널들(610/650) 내지 다음 가까운 패널들(620/660) 사이에서 스위칭된다.

[0045] 디지털 빔 포밍을 위해 더 적은 수의 엘리먼트들을 활용하는 다른 구성들은 어레이 크기를 유지하면서 추가로 방위면에서 각각의 패널의 커버리지 지역을 더욱 감소시키고 엘리먼트들의 안테나 어퍼처를 증가시킴으로써 달성될 수 있다. 이는 전체적인 지상국 안테나 어레이 크기를 더 크게 하지만 디지털 신호 프로세싱이 덜 복잡하게 할 수 있다. 일 양상에서, 단일의 엘리먼트는 어떠한 디지털 빔 포밍도 없이 각각의 섹터에 대해 이용될 수 있으며, 이는 위의 예에서 100x4 안테나들에 대응한다.

[0046] 일 양상에서, 디지털 빔 포밍은 다수의 조종 가능한 펜슬 빔(steerable pencil-beam)을 제공하기 위해 각각의 어레이에서 이용될 수 있다. 어레이의 각각의 엘리먼트에 대한 신호는 T/R(transmit/receive) 모듈을 통과할 수 있고 기저대역으로 변환된다. 일 양상에서, 지향성 빔에 대한 위상 시프트들은 빔 조종 컴퓨터에 의해 계산되고 각각의 신호에 인가된다. 유사한 위상 팩터들이 전송 신호에 적용되고 전송/수신 모듈을 통해 안테나 엘리먼트에 전달될 수 있다. 일 양상에서 교정 프로시저는 각각의 엘리먼트의 진폭 및 위상을 균등화하고 회로의 시간 변동을 참작한다.

[0047] 위에서 언급된 바와 같이, 교정은 안테나 및 전송/수신 유닛들의 상이한 위상/진폭 응답들을 보상한다. 일 타입의 교정은 빌트인 회로(built in circuitry)를 이용하여 공장에서 수행될 수 있다. 이 교정은 임의의 잘 알려진 기법들을 이용할 수 있다. 빌트인 교정 방식은 또한 온도 및 에이징(aging)으로 인한 변화들을 추적하기 위해 현장에서 주기적인 교정을 위해 이용될 수 있다. 교정을 위한 다른 접근법은 지상 기지국과 항공기 모델 간의 양방향 통신을 수행하면서 실시간 교정을 제공하도록 에어 인터페이스에 통합(built into)될 수 있다. 일

양상에서, 교정은 에어 인터페이스의 통신 시그널링을 이용하여 주기적으로 수행된다. 특히 오버 더 에어(OTA) 실시간 교정은 공대지 양방향 통신 시스템이 동작하는 동안 수행될 수 있다.

[0048] 일 구성에서, 지상 기지국(GBS) 유닛 상의 순방향 링크(FL)는 전체 섹터를 커버하는 와이드 빔(wide beam) 상에서 파일럿 신호를 주기적으로 전송한다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 지상 기지국의 순방향 링크 상에서 주기적으로 전송된 파일럿 신호는 섹터 와이드 파일럿(Sector Wide Pilot; SWP)으로서 지칭될 수 있다. 일 양상에서, 섹터 와이드 파일럿은 항공기가, 새로운 지상 기지국들을 검출하도록, 지상 기지국들에 대해 동기화하도록, 그리고 아래에서 설명되는 주기적 교정 프로시저에 관한 정보와 같은 시스템 파라미터들을 수신하도록 허용할 수 있다. 예를 들어, 도 1에서 도시된 바와 같이, 지상 기지국(102)은 순방향 링크(108)를 통해 섹터 와이드 파일럿을 전송할 수 있다.

[0049] 와이드 빔은 예를 들어, 도 5 및 도 6에서 도시된 바와 같이 개별 지상국 안테나 어레이 엘리먼트들(522, 524, 542, 544, 612, 또는 650) 중 임의의 것 상에서 전송함으로써 형성될 수 있는 섹터 와이드 파일럿을 전송하는데 이용될 수 있다. 항공기 모델은 그의 탐색 프로시저의 부분으로서 이 섹터 와이드 파일럿을 검출할 수 있다. 지상국 안테나 어레이 엘리먼트들의 전송 엘리먼트를 교정하기 위한 하나의 가능한 실시간 프로시저는 다음과 같이 수행된다.

[0050] 지상 기지국은 주기적으로 교정 모드에 진입할 수 있다. 교정 모드의 시간은 섹터 와이드 파일럿을 전달(carry)하는 동일한 와이드 빔을 통해 순방향 링크 상에서 송신될 수 있다. 지상국 안테나 어레이의 전송측을 교정하는 것은 초기에 수행될 수 있다. 특히, 지상 기지국 전송기는 교정에 할당된 시간 기간 동안 모든 지상국 안테나 어레이 엘리먼트들 상에서 섹터 와이드 파일럿을 순차적으로 송신할 수 있다. 복조에 이어, k-번째 지상국 안테나 어레이 엘리먼트로부터 항공기에서 수신된 신호는 다음에 의해 주어진다:

### 수학식 1

$$\left(\alpha_k e^{-j\theta_k}\right)\left(\beta_k e^{-j\phi_k}\right)\left(\delta_k e^{-j\nu_k}\right)\left(\sigma_k e^{-j\hat{\phi}_k}\right)$$

[0051]

[0052] 수학식 1에서, 제 1 항은 RF 체인에서 이득( $\alpha_k$ ) 및 지연( $\theta_k$ )에 대응할 수 있다. 제 2 항은 안테나 엘리먼트들 간의 커플링의 진폭( $\beta_k$ ) 및 위상( $\phi_k$ )에 대응할 수 있다. 제 3 항은 안테나 어레이 간격으로부터의 진폭( $\delta_k$ ) 및 위상( $\nu_k$ )에 대응할 수 있다. 마지막 항은 다중경로 페이딩 진폭( $\sigma_k$ ) 및 위상( $\hat{\phi}_k$ )에 대응할 수 있다. 또한, 수학식 1에서 j는 복소수의 허수부를 표현한다.

[0053] 일 구성에서, 처음 3개의 항들은 하드웨어로 인한 것이며 다수의 일시적인 측정들을 통해 마지막 항을 평균화함으로써 추정될 수 있다. 예를 들어, 항공기가 이동하는 빠른 속도가 주어지면, 채널 변경들은 매우 빠르게(예를 들어, 밀리초 정도로) 발생한다. 일 양상에서, 수학식(1)의 다수의 측정들은 2 밀리초 인터벌에 걸쳐 이루어질 수 있다. 이들 별개의 측정들은 이어서 다중-경로로 인한 것인, 수학식(1)의 마지막 항을 평균화하기 위해 필터링될 수 있다. 수학식(1)에서, 마지막 항은 채널이 주파수 비-선택적이거나 측정들이 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 물리층의 개별 톤들 상에서와 같은 좁은 대역폭에 걸쳐서 이루어진다고 가정할 수 있다.

[0054] 광대역폭 시스템에서, 신호들은 모든 주파수들에 걸친 하드웨어의 교정을 보장하기 위해 충분한 수의 톤들 상에서 송신될 수 있다. 항공기 모델은 위에서 설명된 바와 같이 교정 계수들을 컴퓨팅하고 이 계수들을 지상 기지국에 전송할 수 있어서, 지상 기지국은 예를 들어, 도 1에서 도시된 바와 같이 항공기로의 순방향 링크 빔 포밍을 위해 이들 계수들을 이용할 수 있다.

[0055] 공대지 시스템들에 대한 간섭 완화 기법들

[0056] 본 개시의 일 양상은 차세대 공대지(Next-Gen AG) 시스템의 지상 기지국 및 항공기 수신기들에 대해 AMSS(Aeronautical Mobile Satellite Service) 및/또는 위성 지구국 전송기들에 의해 야기된 간섭을 완화하기 위한 기법들을 설명한다. 위성 지구국 전송기들은 ESV들(earth station vehicles), VMES(vehicular mounted

earth stations), VSAT(very small aperture terminal) 지상국들 등을 포함(그러나 이들로 제한되지 않음)할 수 있다. 본 개시의 다른 양상은 항공기 롤링 동안 항공기 전송기로부터의 간섭을 완화하기 위한 기법들을 논의한다.

[0057] 본 개시의 예시적인 양상에 따라 무선 통신을 위한 시스템(700)은 도 7에서 설명된다. 대표적으로, 시스템(700)은 순방향 링크(FL)(108-1) 및 리턴 링크(RL)(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 신호들을 전송 및 수신하는 지상 기지국들(102)(102-1 및 102-2)을 포함한다. 제 1 항공기(110-1)는 도 4에서 도시된 바와 같이, 항공기 트랜시버(AT)(120)에 커플링되는 항공기 안테나(200)를 갖는 차세대 공대지(Next-Gen AG) 시스템을 포함한다. 항공기 안테나(200)는 순방향 링크(108-1) 및 리턴 링크(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 지상 기지국(102-1)과 통신하고 신호들을 또한 전송 및 수신한다. 일 구성에서, 항공기 안테나(200)는 예를 들어, 도 2에서 도시된 바와 같이, 다중-빔 스위치 가능한 어레이 안테나를 포함할 수 있다. 다른 지상 기지국(102-2)이 또한 도시된다.

[0058] 일 구성에서, 항공기 안테나(200)는 임의의 방위각으로 지상 기지국들(102)과 통신할 수 있는 다중-빔 스위치 가능한 어레이로 구성된다. 항공기 안테나(200)는 공기 저항을 감소 또는 최소화하기 위해 작은 돌출부 및 공기역학 프로파일을 갖고 기체 아래에 장착될 수 있다. 일 구성에서, 안테나 고도 커버리지는 지평선 아래로 대략  $3^{\circ}$  내지  $20^{\circ}$  이다. 항공기 안테나(200)는 각각의 엘리먼트가 상이한 방위각으로 별개의 빔을 지향시키도록 위치된 N개의 엘리먼트들을 포함할 수 있으며, 각각의 엘리먼트는 예를 들어, 도 2에서 도시된 바와 같이  $360/N$  도를 커버한다.

[0059] 도 7은 AMSS(aeronautical mobile satellite service) 안테나(112)를 포함하는 AMSS 시스템을 포함하는 제 2 항공기(110-2)를 추가로 예시한다. 도 7에서 도시된 바와 같이, 제 1 항공기(110-1)도 또한 AMSS 전송기 안테나(112)를 포함한다. Next-Gen AG 시스템 및 AMSS 시스템 둘 다가 동일한 비행기 상에 설치된 경우, 시스템들 중 하나가 주어진 시간에 동작할 것이라고 구상된다. 예를 들어, AMSS 시스템은 바다 커버리지를 위해 설치될 수 있고, Next-Gen AG 시스템은 CONUS(continent United States)에 걸친 커버리지를 위해 설치될 수 있다. 이 구성에서, 동작은 하나의 시스템으로부터 다른 시스템으로 스위칭한다.

[0060] 그러나 도 7에서 도시된 바와 같이, AMSS 전송기 안테나(112)는 제 2 항공기(110-2)의 기체의 상부 상에 장착된다. AMSS 전송기 안테나(112)는 업링크(또는 순방향 링크)(106-2) 및 다운링크(또는 역방향 링크(108-2))를 통해 위성(730)과 통신한다. 이 예에서, AMSS-인에이블 (제 2) 항공기(110-2)는 기체 아래에 장착된 항공기 안테나(200)를 통해 Next-Gen AG 트랜시버(120)(도 4)를 동작시키는 Next-Gen AG-인에이블 (제 1) 항공기(110-1)에 근접한 부근에서 비행중이다. 아래에서 상세히 논의되는 바와 같이, 제 2 항공기(110-2) 및 제 1 항공기(110-1)가 정렬(in alignment)되면(이를 태면, Next-Gen AG 수신기에 과도한 저하를 야기하도록), Next-Gen AG 시스템에 의해 이용되는 스펙트럼이 영향을 받을 수 있다.

[0061] 본 개시의 일 양상에서, Next-Gen AG 에어 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정은 손실된 심볼들의 효과를 완화하기 위해 조정될 수 있다. 대안적으로 영향을 받은 제 1 항공기(110-1)에는 근처의 제 2 항공기(110-2)가 이용중이지 않은 스펙트럼의 부분이 쉽게 할당될 수 있다.

[0062] 도 7에서 도시된 바와 같이, Next-Gen AG 안테나(200)는 (예를 들어, 설계에 의해) 기체의 하부 상에 위치되며, 음의 고도각들을 향해 아래를 포인팅한다. 이 구성에서, AMSS 전송기 안테나(112)는 제 2 항공기(110-2)의 기체의 상부 상에 장착되고 좁은 빔-폭을 갖고 적어도  $20^{\circ}$  또는 그 초과 높은 고도각들로 포인팅한다. 일 구성에서, 미국 본토에 걸쳐서 AMSS 전송기 안테나(112)의 AMSS 전송기의 평균 고도각은 대략  $40^{\circ}$  이다. 그러므로, 제 2 항공기(110-2)는 2개의 항공기가 근처하여 비행중일 때 제 1 항공기(110-1)의 수신기를 간섭한다.

[0063] 특히, 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)의 북쪽으로 대략 평행하게 비행중이고 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)보다 낮은 높이로 비행중이어서 AMSS 전송기 안테나(112)의 조준(bore sight)은 제 1 항공기의 안테나(200)의 백-로브(back-lobe)를 향해 포인팅할 때, 제 1 항공기(110-1)의 수신기에 간섭이 초래된다. AMSS 전송기 안테나(112)의 전송기, Next-Gen AG 안테나(200) 및 AMSS 전송기 안테나(112)를 서빙하는 위성이 일렬이 되도록 2개의 항공기가 고도면에서 정렬되고 근접하게 될 때, AMSS 전송기에 의해 야기된 간섭의 효과는 위에서 설명된 바와 같이 완화될 수 있다. 그러나 Next-Gen AG 에어 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정의 조정은 AMSS 전송기에 의해 야기된 간섭을 완화하기에 불충분할 수 있다. 특히 AMSS 전송기는 2개의 항공기가 서로의 미리 결정된 거리 내에 있을 때 Next-Gen AG 수신기에 과도한 간섭을 야기할 수 있다.

- [0064] AMSS 전송기가 Next-Gen AG 수신기를 간섭할 수 있는 다른 경우가 이어진다. Next-Gen AG 수신기에 대한 간섭은 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)와 제 1 항공기(110-1)를 서빙하는 지상국(GS)(102-1) 사이에 위치될 때 발생한다. 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)보다 낮은 높이로 비행중일 때, AMSS 전송기의 백-로브는 제 1 항공기의 안테나(200)의 피크 안테나 이득과 정렬될 수 있다. 본 개시의 양상에서, 제 1 항공기의 안테나(200)가 AMSS 전송기와 멀어지게 포인팅하도록 제 1 항공기(110-1)를 다른 지상 기지국(102-2)으로 핸드오프하는 것이 가능하다.
- [0065] 다른 비행 경우들에서, Next-Gen AG 안테나(200)는 AMSS 전송기에 대해 그의 피크 이득으로부터 롤 오프(roll off)하고, 제 2 항공기(110-2)의 빔 폭의 외부에 충분히 있게 될 수 있다. 그 결과, 제 2 항공기(110-2)로부터의 제 1 항공기(110-1)의 수신기에 대한 간섭은 롤 오프에 의해 완화될 수 있어서, Next-Gen AG 안테나는 제 2 항공기(110-2)의 빔-폭의 충분히 외부에 있게 된다.
- [0066] 추가의 구성에서, Next-Gen AG 시스템 설계는 매우 레이트 적응적일 수 있고, 수신기에서  $C/(I+N)$ (신호(채널) + 간섭 대 잡음 비)로 그의 데이터 레이트를 조정할 수 있다. 그러므로 이 구성에서, 다른 소스들로부터의 간섭은 시스템 설계에 포함된 마진(margin)을 감소시킬 수 있지만 어떠한 데이터 레이트 감소도 발생시키지 않는다. 간섭이 최고 데이터 레이트에 의해 특정된 것 미만으로 수신기에 의해 지각되는  $C/(I+N)$ 를 낮추는 지점까지 일시적으로 증가하는 경우, 데이터 레이트는 간섭 소스 또한 항공기(110-2)가 멀리 이동할 때까지 일시적으로 감소된다.
- [0067] AMSS 전송기가 AMSS 전송기에 의해 이용되는 스펙트럼의 부분에 과도한 간섭을 야기하는 경우, 일 구성에서, 제 1 항공기(110-1)에는 AMSS 전송기에 의해 이용되지 않은 스펙트럼의 상이한 부분이 할당된다. 대안적으로 제 1 항공기(110-1)는 AMSS 전송기의 경로 내에 있지 않은 다른 지상 기지국(102-2)으로 스위칭될 수 있다. AMSS 전송기의 대역폭에 의존하여, 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정을 이용함으로써 완화되지 않을 수 있는, Next-Gen AG 수신기 대역폭의 적어도 부분이 영향을 받고 그에 의해 데이터 레이트의 감소를 초래할 수 있다는 것에 주의한다. 다른 구성에서, 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정은 스펙트럼의 상이한 부분에 Next-Gen AG 트랜시버(120)를 할당해야 할 필요 없이 대역폭 영향을 완화할 수 있다.
- [0068] 공대지 양방향 통신 시스템(예를 들어, 도 7의 Next-Gen AG 시스템(700)) 내의 간섭 완화를 위한 프로세스는 다음과 같이 수행될 수 있다. 도 8은 본 개시의 일 양상에 따라 Next-Gen AG 시스템 내의 간섭 완화를 위한 방법(800)을 예시하는 흐름도이다. 블록(802)에서, Next-Gen AG 시스템은 예를 들어, 도 7에서 도시된 바와 같이 항공기에 대한 인터넷 서비스를 제공하도록 동작한다. 블록(804)에서, 간섭이 Next-Gen AG 시스템의 동작 동안 검출되는지가 결정된다.
- [0069] 예를 들어, 도 7에서 도시된 바와 같이, 기체의 상부 상에 장착된 AMSS 전송기 안테나(112)를 포함하는 제 2 항공기(110-2)는 기체 아래에 장착된 안테나(200)를 통해 Next-Gen AG 트랜시버(120)(도 4)를 동작시키는 제 1 항공기(110-1)에 근접한 부근에서 비행중이다. 제 2 항공기(110-2) 및 제 1 항공기(110-1)가 정렬될 때, 과도한 저하가 제 1 항공기(110-1)의 Next-Gen AG 수신기에 의해 초래될 수 있다. 간섭이 검출되는 경우, 블록(806)에서, Next-Gen AG 에어 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정은 제 2 항공기(110-2)로부터의 간섭의 효과를 완화하도록 조정될 수 있다. 블록(808)에서, 간섭이 변조 심볼 인터리빙 및 순방향 에러 보정의 조정에 의해 완화되는지가 결정된다. 간섭이 완화되지 않은 경우, 블록(810)에서, 추가의 간섭 완화 기법은 예를 들어, 제 2 항공기(110-2)로부터의 검출된 간섭 레벨에 따라 선택된다.
- [0070] 하나의 추가의 간섭 완화 기법은 데이터 레이트 조정이다. 표시된 바와 같이, Next-Gen AG 시스템(700)의 설계는 매우 레이트 적응적이며, 수신기에서 신호 품질(예를 들어,  $C/(I+N)$ (신호 + 간섭 대 잡음 비))에 따라 그 시스템의 데이터 레이트를 조정할 수 있다. 간섭이 최고 데이터 레이트에 의해 특정된 것 미만으로 수신기에 의해 지각되는 신호 품질을 낮추는 지점으로 일시적으로 증가하는 경우, 데이터 레이트는 간섭 소스 또는 항공기(110-2)가 블록(812)에서 도시된 바와 같이 멀리 이동할 때까지 일시적으로 감소된다.
- [0071] 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)의 북쪽으로 그리고 대략 평행하게 비행중이고 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)보다 낮은 높이로 비행중일 때 AMSS 전송기가 제 1 항공기(110-1)의 수신기에 과도한 간섭을 야기하는 경우, AMSS 전송기 안테나(112)의 조준은 제 1 항공기의 안테나(200)의 백-로브를 향해 포인팅한다. 이 간섭의 결과로서, 다른 간섭 완화 기법이 블록(814)에서 시도될 수 있다. 이 시나리오에서, 제 1 항공기(110-1)에는 AMSS 전송기에 의해 이용되지 않는 스펙트럼의 상이한 부분이 할당된다.
- [0072] 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기(110-1)보다 낮은 높이로 비행중일 때 제 2 항공기(110-2)가 제 1 항공기



(110-1)와 제 1 항공기(110-1)를 서빙하는 지상 기지국(102-1) 사이에 위치될 수 있어서, AMSS 전송기의 백-로브가 제 1 항공기의 안테나(200)의 피크 안테나 이득과 정렬된다. 간섭을 완화하기 위해, 블록(818)에서, 다른 지상 기지국(102-2)으로의 제 1 항공기(110-1)의 핸드오프는 Next-Gen AG 안테나(200)가 AMSS 전송기와 멀어지게 포인팅하도록 수행된다. 블록들(812, 814, 816, 804: 아니오 및 808: 예) 이후에, 프로세스는 블록(802)으로 리턴한다.

[0073] 본 개시의 추가의 예시적인 양상에 따른 무선 통신을 위한 시스템(900)은 도 9에서 설명된다. 대표적으로, 시스템(900)은 순방향 링크(FL)(108-1) 및 리턴 링크(RL)(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 신호들을 전송 및 수신하는 지상 기지국들(102)(102-1 및 102-2)을 포함한다. 항공기(110)는 도 4에서 도시된 바와 같이 항공기 트랜시버(AT)(120)에 커플링된 항공기 안테나(200)를 갖는 차세대 공대지(Next-Gen AG) 시스템을 포함한다. 항공기 안테나(200)는 순방향 링크(108-1) 및 리턴 링크(106-1)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 지상 기지국(102-1)과 통신하고, 신호들을 또한 전송 및 수신한다. 일 구성에서, 항공기 안테나(200)는 예를 들어, 도 2에서 도시된 바와 같이, 다중-빔 스위치 가능한 어레이 안테나를 포함할 수 있다. 다른 지상 기지국(102-2)이 또한 도시된다.

[0074] 도 9는 서빙 위성(930)과 통신하기 위해 순방향 링크(FL)(108-2) 및 리턴 링크(RL)(106-2)를 이용하여 위성 업링크 대역 상에서 신호들을 전송 및 수신하는 위성 지국국 전송기(940)를 더 포함한다. 도 9에서 도시된 바와 같이, 위성 지국국 전송기(940)는 Next-Gen AG 시스템(900)의 지상 기지국(102-1)에 근접한 부근에 있다. 이 시나리오에서, 지상 기지국(102-1)이 위성 지국국 전송기(940)와 그의 서빙 위성(930) 사이에 있을 때, 위성 지국국 전송기(940)는 위성 지국국 전송기(940)에 의해 이용되는 스펙트럼의 부분 상에서 지상 기지국(102-2)에 과도한 간섭을 야기할 수 있다.

[0075] 해로운 간섭이 발생하는 실제 거리는 전파 환경 및 클러터(clutter)와 같은 팩터에 의존한다. 지상 기지국(102-1)이 도 9에서 도시된 바와 같이 개방 환경에 있는 시나리오에서, 위성 지국국 전송기(940)는 스펙트럼의 부분 상에서 지상 기지국(102-1)에 과도한 간섭을 야기할 수 있다. 이러한 경우들에서, 예를 들어, 도 10에서 도시된 바와 같이 간섭을 완화하기 위해 차세대 시스템에 대해 설계된 다수의 완화 기법들이 있다.

[0076] 도 10은 본 개시의 일 양상에 따라 위성 지국국 전송기로부터 서빙 지상 기지국으로의 간섭을 완화하기 위한 방법(1000)을 예시하는 흐름도이다. 블록(1002)에서, Next-Gen AG 시스템은 예를 들어, 도 9에서 도시된 바와 같이 항공기에 대한 인터넷 서비스를 제공하도록 동작한다. 블록(1004)에서, 간섭이 Next-Gen AG 시스템의 동작 동안 검출되는지가 결정된다. 간섭이 위성 지국국 전송기로부터 검출되면, 블록(1006)에서, 지상 기지국(102-1)의 수신기의 데이터 레이트는 예를 들어, 도 9에서 도시된 바와 같은 위성 지국국 전송기(940)로부터 간섭의 효과를 완화하도록 조정된다.

[0077] 블록(1008)에서, 간섭이 지상 기지국 수신기의 데이터 레이트를 조정함으로써 완화되는지가 결정된다. 간섭이 완화되지 않은 경우, 블록(1010)에서, 추가의 간섭 완화 기법이 예를 들어, 위성 지국국 전송기(940)로부터 검출된 간섭 레벨에 따라 선택된다.

[0078] 하나의 추가의 간섭 기법은 간섭자(예를 들어, 위성 지국국 전송기(940))를 향해 안테나 빔-포밍을 하는 것이다. 특히, 지상 기지국(102-1)은 블록(1012)에서 활성 빔-조종 또는 다른 유사한 안테나 기법들을 이용하여 근처의 운송수단을 향해 널들(nulls)을 생성할 수 있다. 일 구성에서, 지상 기지국(102-1)의 안테나 시스템은 높은 용량을 제공하면서 GSO(Geostationary Satellite Orbit) 및 NGSO(Non-Geostationary Satellite Orbit) 위성 시스템들로의 간섭을 방지하도록 조종되는 좁은 빔들을 생성한다. 일 구성에서, 운송수단이 지상 기지국(102-1)의 안테나에 대해 거의 지평선에 또는 심지어 지평선 아래에 있는 반면에, 항공기(110)는 지평선 위에 형성된 지상 기지국 빔에 의해 서빙되므로, 위성 지국국 전송기(940)를 향한 널이 형성될 수 있다.

[0079] 도 9를 재차 참조하면, 위성 지국국 전송기(940)를 향한 널이 생성되지만, 리턴 링크(106-1) 상에서 항공기(110)에 대한 주 안테나 이득은 감소되어, 항공기(110)로부터 지상 기지국(102-1)으로의 리턴 링크(106-1) 상의 데이터 레이트의 감소를 초래한다. 그러므로, 이 간섭 소스의 효과는 항공기(110)에 대한 리턴 링크(106-1) 상의 더 낮은 데이터 레이트이며, 이는 항공기(110)의 이동으로 인해 제한된 시간의 기간 동안 지속되어야 한다.

[0080] 도 10을 재차 참조하면, 핸드오프가 위성 지국국 전송기(940)로부터의 간섭을 완화하도록 수행될 수 있다. 블록(1014)에서, 핸드오프는 상이한 지상 기지국(102-2)으로 항공기(110)를 핸드오프하도록 수행되며, 이는 셀 사이트 다이버시티(cell site diversity)로서 지칭된다. 본 개시의 이러한 양상에서, Next-Gen AG 시스템이 장착

된 각각의 항공기는 적어도 2개의 지상 기지국들에 연결될 수 있다.

- [0081] 또 다른 완화 기법은 블록(1016)에서 도시된 바와 같이 위성 지구국 전송기(940)에 의해 이용되고 있지 않는 스펙트럼의 상이한 부분에 특정한 항공기(110)를 할당하는 것이다. 본 개시의 일 양상에서, 주파수 재할당은 Next-Gen AG 시스템의 시스템 스케줄러의 특징이다. 이 구성에서 주파수 재할당은 항공기(110)의 데이터 레이트에 영향이 거의 없이 간섭 소스를 완화해야 한다. 블록들(1012, 1014, 1016, 1008:에 및 1004:아니오) 이후에, 프로세스는 블록(1002)으로 리턴한다.
- [0082] 도 9를 재차 참조하면, 위성 지구국 전송기(940)가 지상 기지국(102-1)에 대해 충분한 근접도 내에 있고, 지상 기지국(102-1) 및 그의 서빙 위성(930)과 정렬되면, 위성 지구국 전송기(940)에 의해 이용되는 스펙트럼의 부분이 지상 기지국(102-1)에 의해 이용되지 않고 및/또는 지상 기지국(102-1)은 더 낮은 레이트로 동작한다. 그 결과, 사이트의 리턴 링크(106-1)의 평균 쓰루풋이 약간 감소된다. 본 개시의 이 경우에, 리턴 링크(106-1)의 감소된 쓰루풋은 핸드오프로 인해 가까운 셀 사이트들과 공유되어 평균 리턴 링크(106-1) 쓰루풋에 대해 감소된 순수 효과를 초래한다.
- [0083] 도 11은 본 개시의 일 양상에 따라 항공기 턴(aircraft turn) 동안 Next-Gen AG 인에이블 항공기에 대한 간섭을 완화하기 위한 다른 방법(1100)을 예시하는 흐름도이다. 동작 동안, 상업용 비행기들 및 자가 항공기에 대한 롤 각도(roll angle)는 턴 동안 대략 15도이다. 항공기가 턴 동안 걸리는 시간의 양은 평균 비행 시간의 부분이다. 본 개시의 이러한 양상에서, 항공기 턴 동안 지오-아크(geo-arc) 내로의 증가된 간섭은 블록(1102)에서 도시된 바와 같이 지오-아크로부터 아래로 그리고 멀어지게 항공기 안테나 빔-조종을 수행함으로써 감소된다.
- [0084] 블록(1104)에서, 신호 대 간섭 + 잡음 비(SINR)가 신호 품질(예를 들어, SINR) 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있는지가 결정된다. 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때, 블록(1106)에서, 신호 품질이 신호 품질 임계치보다 크거나 같은지가 결정된다. 신호 품질이 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있지만 신호 품질 임계치보다 크면, 블록(1108)에서, 항공기 전송기의 전송 전력은 감소된다. 그렇지 않으면, 블록(1110)에서, 항공기 전송기는 디스에이블된다.
- [0085] 본 개시의 일 양상에서, 항공기 롤 각도는 더 적은 민감도를 갖도록 항공전자공학(avionics)에 대해 설계된 3-축 가속도계/자이로스코프 결합 디바이스와 같은 디바이스를 통해 추정된다. 추정된 항공기 롤에 기초하여, 항공기의 전력(예를 들어, EIRP(effective isotropically radiated power))는 지오-아크 내의 RoT(rise over thermal) 제한이 초과되지 않음을 보장하도록 비행 동안 제어될 수 있다. 일 구성에서, 항공기 전송기는 항공기 트랜시버가 복조를 위해 충분히 강한(즉, 신호 품질이 임계치를 초과함) 순방향 링크 신호를 수신하지 않을 때 턴 오프된다. 이러한 구성에서, 안테나 빔이 지상 기지국을 향해 조종되지 않는 큰 턴(large turn)들 동안, 순방향 링크는 손실되고 전송기는 가속도계/자이로스코프 디바이스로부터 정보를 수신할 없이 턴 오프된다. 항공기 트랜시버는 순방향 링크 상에서 수신된 SINR을 측정할 수 있고, SINR이 특정한 임계치 미만으로 떨어지는 경우, 전송기는 턴 오프되어, 항공기 안테나 빔은 지상 기지국을 향해 조종되지 않는다고 가정한다.
- [0086] 일 구성에서, 간섭자로부터 검출된 간섭에 응답하여 항공기 수신기 인터페이스의 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정을 조정하기 위한 수단을 포함하는 무선 통신을 위한 항공기가 구성된다. 일 양상에서 조정하는 수단은 도 4의 안테나(452a-r), 변조기(454a-r), 전송 프로세서(464), 제어기/프로세서(480) 및/또는 메모리(482)일 수 있다. 항공기는 또한 변조 심볼 인터리빙 및/또는 순방향 에러 보정의 조정이 간섭자로부터의 검출된 간섭을 완화하지 않을 때 항공기 수신기 인터페이스의 데이터 레이트를 감소하기 위한 수단을 포함하도록 구성된다. 일 양상에서, 데이터 레이트 감소 수단은 도 4의 제어기/프로세서(480) 및/또는 메모리(482)일 수 있다. 다른 양상에서, 상술한 수단은 상술된 수단에 의해 인용되는 기능들을 수행하도록 구성된 임의의 모듈 또는 임의의 장치일 수 있다.
- [0087] 항공기는 또한 항공기 턴 동안 지리적(GEO) 아크로부터 멀어지게 안테나 빔-조종을 수행하기 위한 수단을 포함하도록 구성된다. 일 양상에서, 빔 조종 수단은 도 1, 2 및 4에서 도시된 바와 같은, 항공기 안테나 어레이(200)의 항공기 트랜시버(120), 도 4의 제어기/프로세서(440), 메모리(442), 전송 프로세서(420), 변조기들(432a-t), 및/또는 안테나(434a-t)일 수 있다. 항공기는 또한 순방향 링크의 신호 품질, 예를 들어, 신호 대 간섭 + 잡음 비(SINR)가 신호 품질 임계치의 미리 결정된 범위 내에 있을 때 항공기 전송기 전송 전력을 감소하기 위한 수단을 포함하도록 구성된다. 일 양상에서, 전송 전력 감소 수단은 도 4의 안테나(452a-r), 변조기(454a-r), 전송 프로세서(464), 제어기/프로세서(480) 및/또는 메모리(482)일 수 있다. 다른 양상에서, 상술한 수단은 상술한 수단에 의해 인용된 기능들을 수행하도록 구성된 모듈 또는 임의의 장치일 수 있다.

- [0088] 일 구성에서, 다중-빔 어레이 안테나가 장착된 지상 기지국은 간섭자의 존재 시에 지상 기지국을 동작하기 위한 수단을 포함하면서 무선 통신을 위해 구성된다. 일 양상에서, 동작 수단은 도 4의 제어기/프로세서(440), 및/또는 메모리(442)일 수 있다. 이러한 구성에서, 지상 기지국은 또한 간섭이 위성 지구국 전송기(예를 들어, VMES(vehicular mounted earth station), ESV(earth station vehicle) 및/또는 VSAT(very small aperture terminal) 지상국)로부터 검출될 때 간섭자에 의해 미사용되는 통신 스펙트럼의 부분을 항공기 수신기 인터페이스에 할당하기 위한 수단을 포함한다. 일 양상에서, 할당 수단은 도 4의 제어기/프로세서(440) 및/또는 메모리(442)일 수 있다.
- [0089] 본 개시의 다른 양상에서, 지상 기지국은 본 개시의 일 양상에 따라 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 상이한 지상국으로 항공기 수신기 인터페이스를 핸드오프하기 위한 수단을 포함하도록 또한 구성된다. 일 양상에서, 핸드-오프하기 위한 수단은 도 4의 제어기/프로세서(440), 메모리(442), 전송 프로세서(420), 변조기들(432a-t), 및/또는 안테나(434a-t)이다. 지상 기지국은 또한 간섭이 위성 지구국 전송기로부터 검출될 때 간섭자를 향해 NULL을 전송하도록 안테나 빔-포밍을 수행하기 위한 수단을 포함하도록 구성된다. 일 양상에서, 빔-포밍 수단은 도 4의 제어기/프로세서(440), 메모리(442), 전송 프로세서(420), 변조기들(432a-t) 및/또는 안테나(434a-t)이다. 다른 양상에서, 상술한 수단은 상술한 수단에 의해 인용되는 기능들을 수행하도록 구성된 모듈 또는 임의의 장치일 수 있다.
- [0090] 당업자들은 본 명세서에서의 개시와 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록, 모듈, 회로, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 결합으로서 구현될 수 있음을 또한 인지할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 교환성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록, 모듈, 회로, 및 단계들이 그들의 기능적 관점에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어로 구현되는지, 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션 및 전체 시스템에 대해 부과된 설계 제한들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능들을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식으로 구현할 수 있지만, 이러한 구현 판단이 본 개시의 범위를 벗어나는 것을 야기하는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0091] 본 명세서에서의 개시와 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 및 회로들이 범용 프로세서; DSP(digital signal processor); ASIC(application specific integrated circuit); FPGA(field programmable gate array) 또는 다른 프로그래밍 가능한 논리 디바이스; 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직; 이산 하드웨어 컴포넌트들; 또는 본 명세서에서 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 결합을 통해 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로 프로세서 일 수 있지만; 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로 제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스들의 결합, 예를 들어, DSP 및 마이크로프로세서의 결합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수 있다.
- [0092] 본 명세서에서의 개시와 관련하여 설명된 알고리즘 또는 방법의 단계들은 하드웨어로 직접, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로, 또는 이들의 결합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드디스크, 제거가능 디스크, CD-ROM, 또는 당 분야에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서와 결합되어, 프로세서는 저장 매체로부터 정보를 판독하고 저장 매체에 정보를 기록할 수 있다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장매체는 ASIC에 상주할 수 있다. ASIC은 사용자 단말에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말에서 이산 컴포넌트로서 상주할 수 있다.
- [0093] 하나 이상의 예시적인 설계에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 상기 기능들은 컴퓨터 판독가능한 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나, 또는 이들을 통해 전송될 수 있다. 컴퓨터 판독가능한 매체는 컴퓨터 저장 매체, 및 일 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 이전을 용이하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 둘 다를 포함한다. 저장 매체는 범용 또는 특수 목적 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용한 매체일 수 있다. 예를 들어, 이러한 컴퓨터 판독가능한 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장소, 자기 디스크 저장 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령 또는 데이터 구조의 형태로 원하는 프로그램 코드 수단을 저장하거나 전달하는데 사용될 수 있고, 범용 또는 특수 목적 컴퓨터, 또는 범용 또는 특수 목적 프로세서에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 또한, 임의의 연결 수단이 컴퓨터 판독가능한 매체로 적절히 칭해질 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어가 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들을 이용하여 전송되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선,

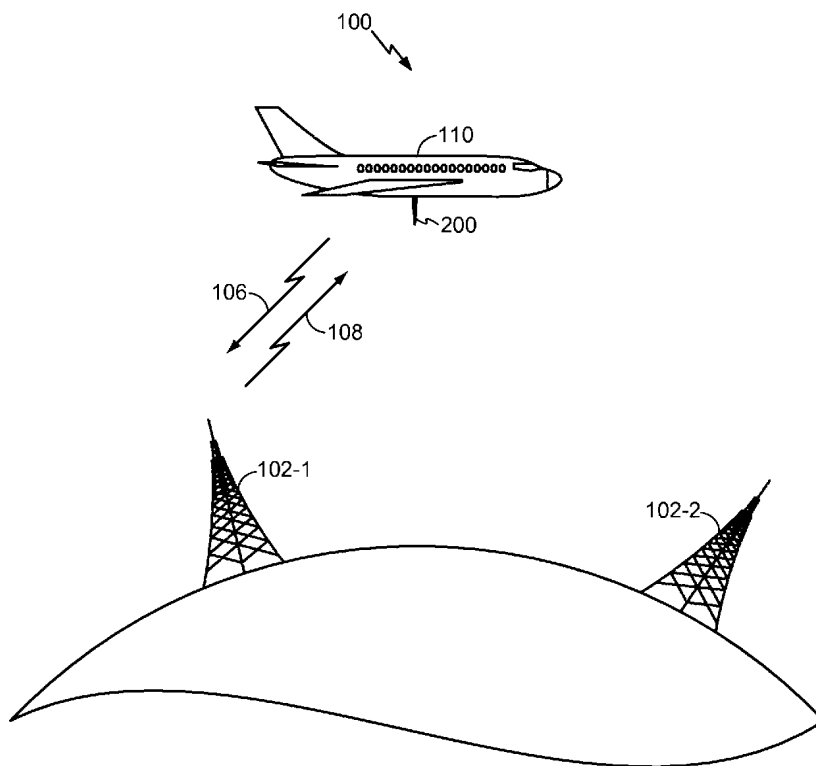
DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로웨이브와 같은 무선 기술들이 매체의 정의 내에 포함된다. 여기서 사용되는 disk 및 disc은 콤팩트 disc(CD), 레이저 disc, 광 disc, 디지털 다용도 disc(DVD), 플로피 disk, 및 블루-레이 disc를 포함하며, 여기서 disk는 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, disc은 레이저를 통해 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기 것들의 조합들 역시 컴퓨터 판독가능한 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0094]

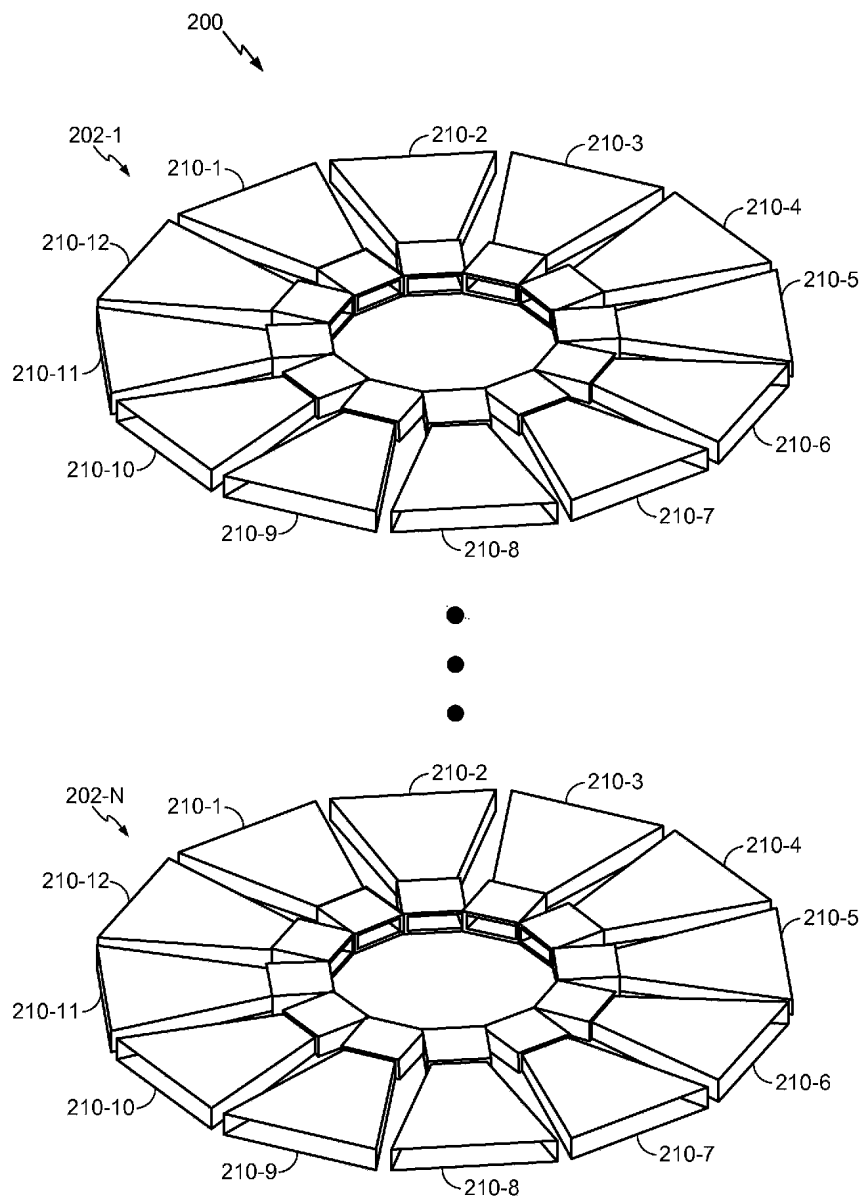
본 개시의 이전의 설명은 임의의 당업자가 본 개시를 실시 또는 이용하는 것을 가능케 하기 위해 제공된다. 본 개시에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 쉽게 자명하게 될 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 개시의 사상 또는 범위로로부터 벗어남 없이 다른 변형들에 적용될 수 있다. 따라서 본 개시는 본 명세서에서 설명된 예들 및 설계들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라 본 명세서에서 기재된 원리들 및 신규한 특징들과 부합하는 최광의의 범위로 하여될 것이다.

## 도면

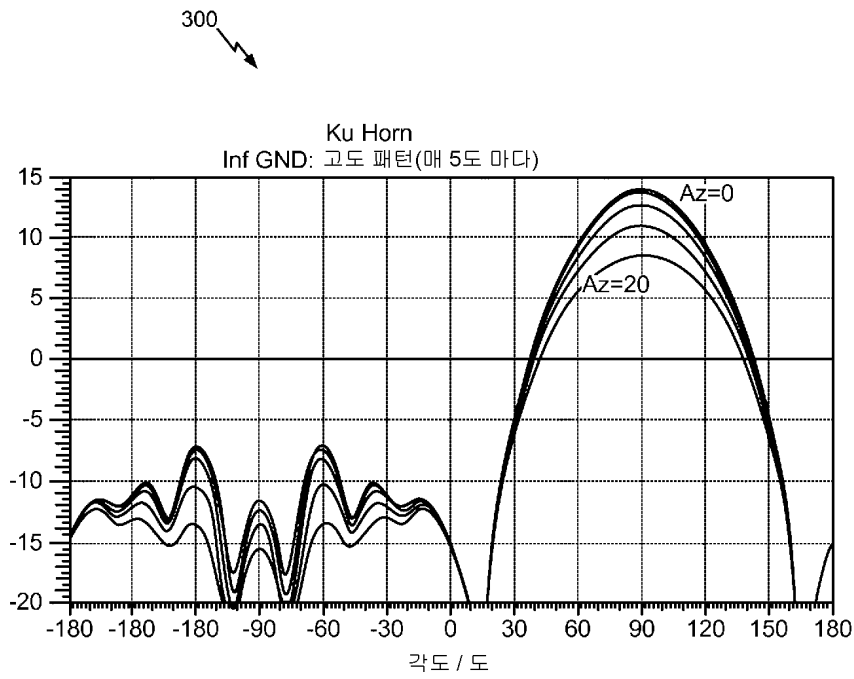
### 도면1



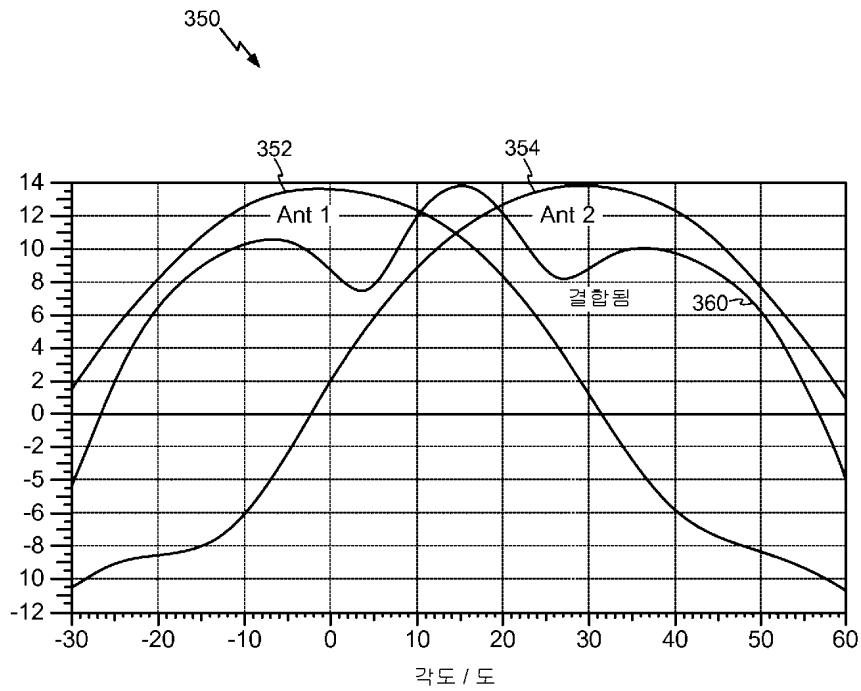
도면2



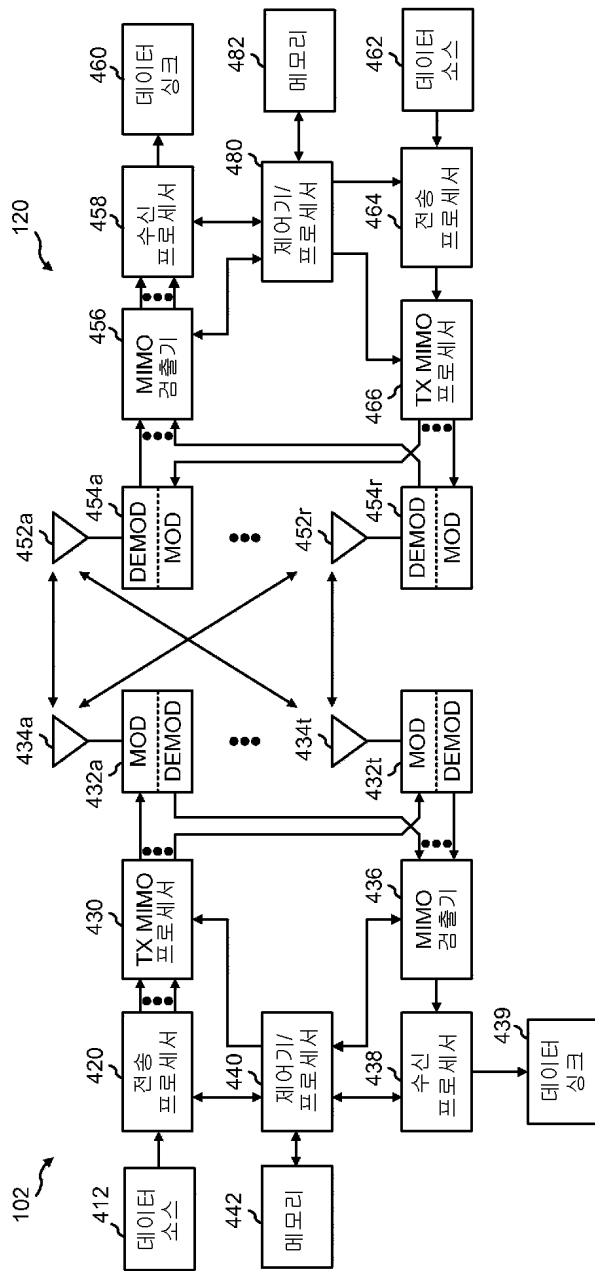
도면3a



도면3b

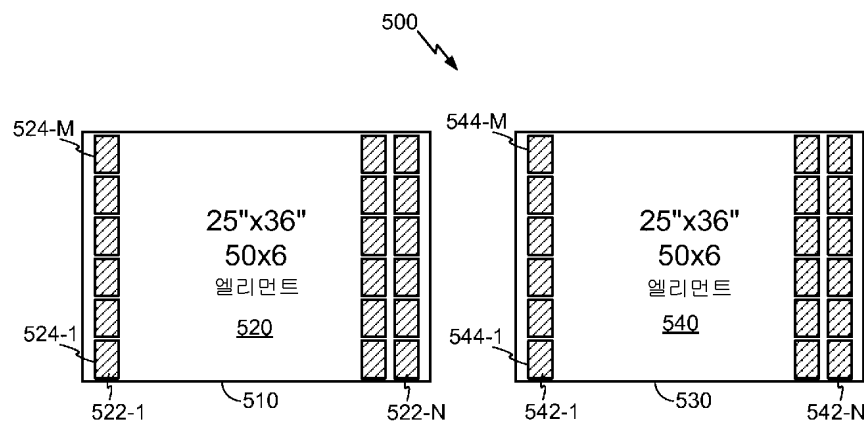


도면4

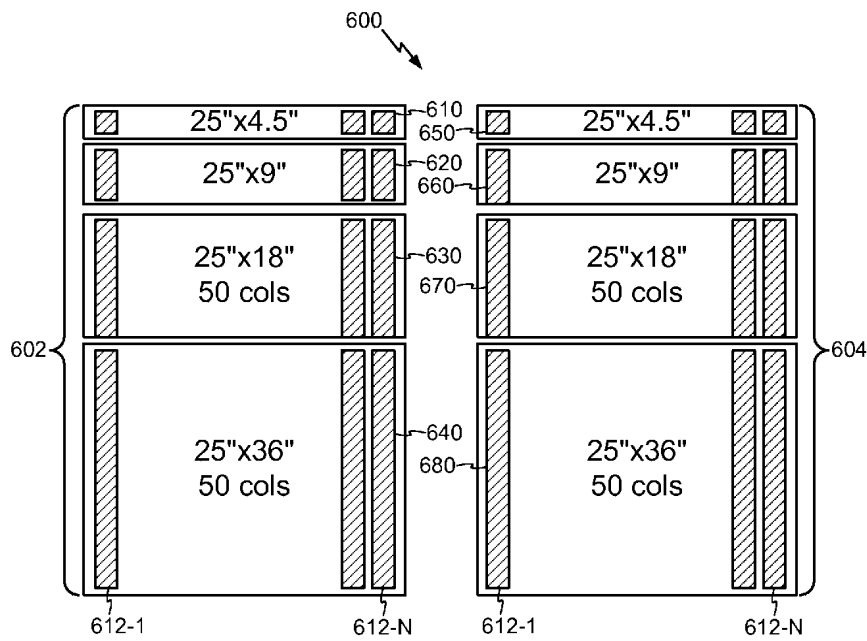




도면5

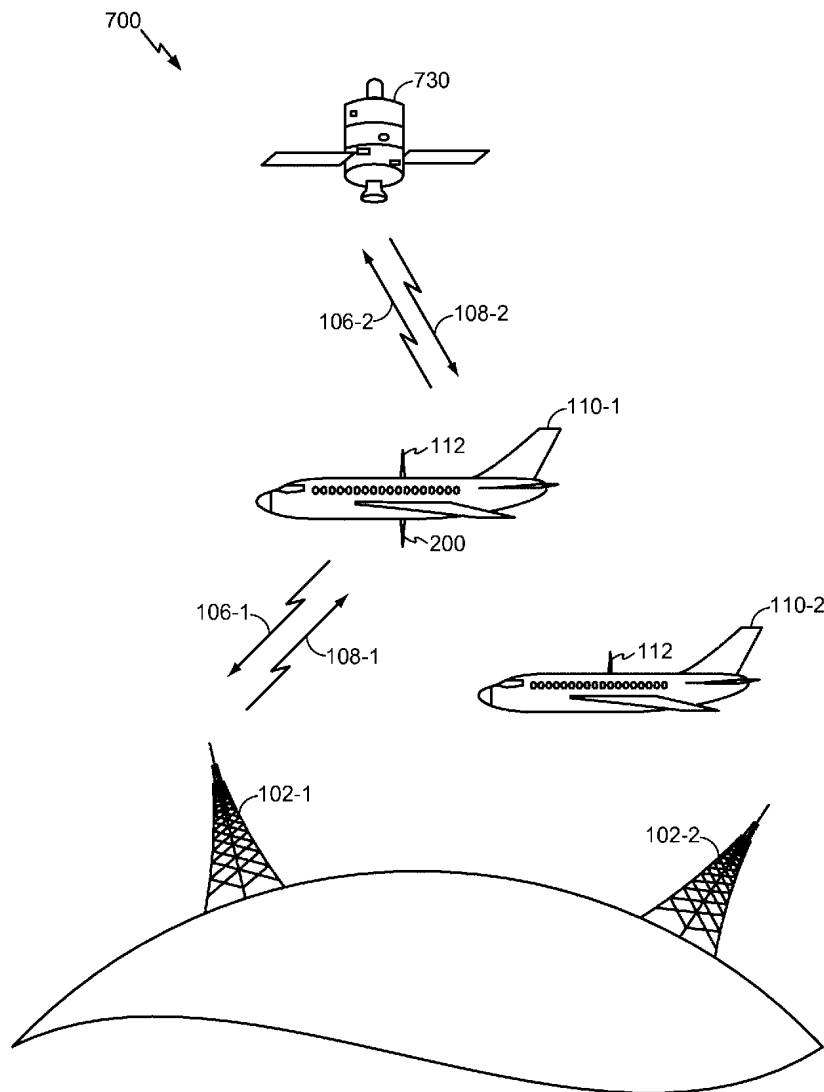


도면6

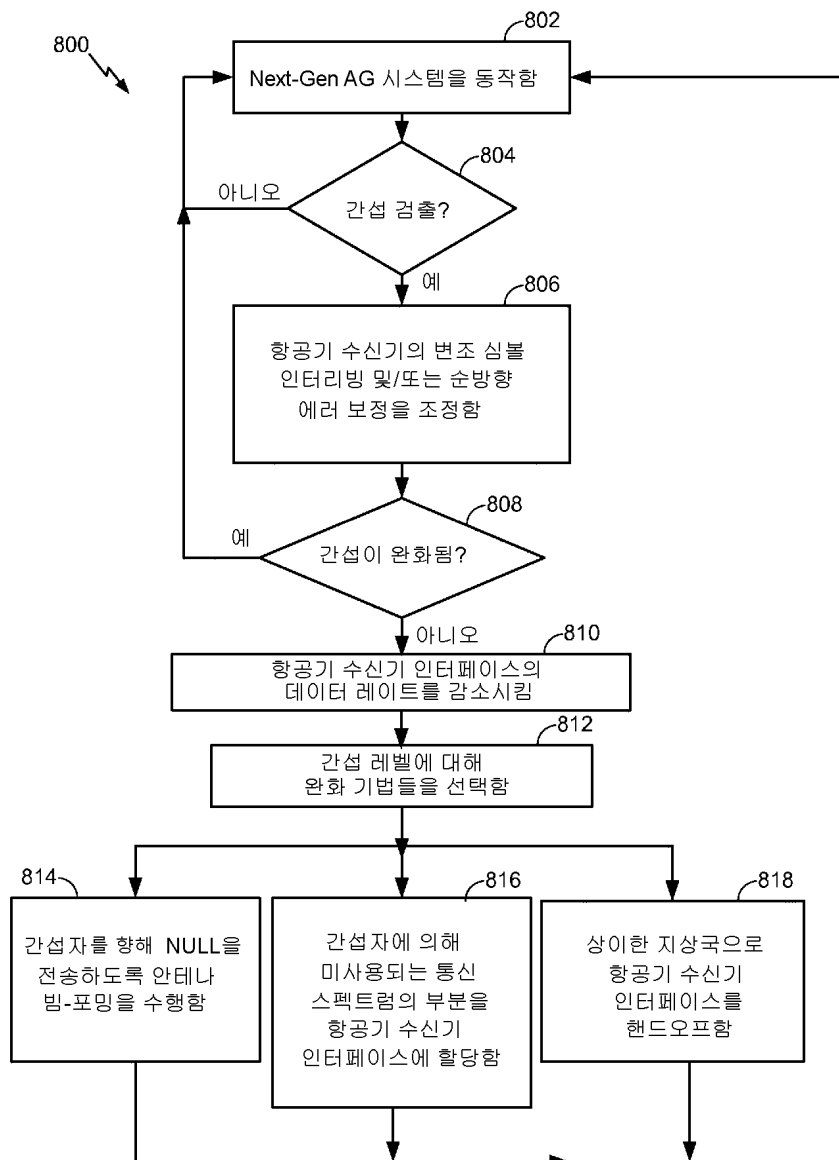




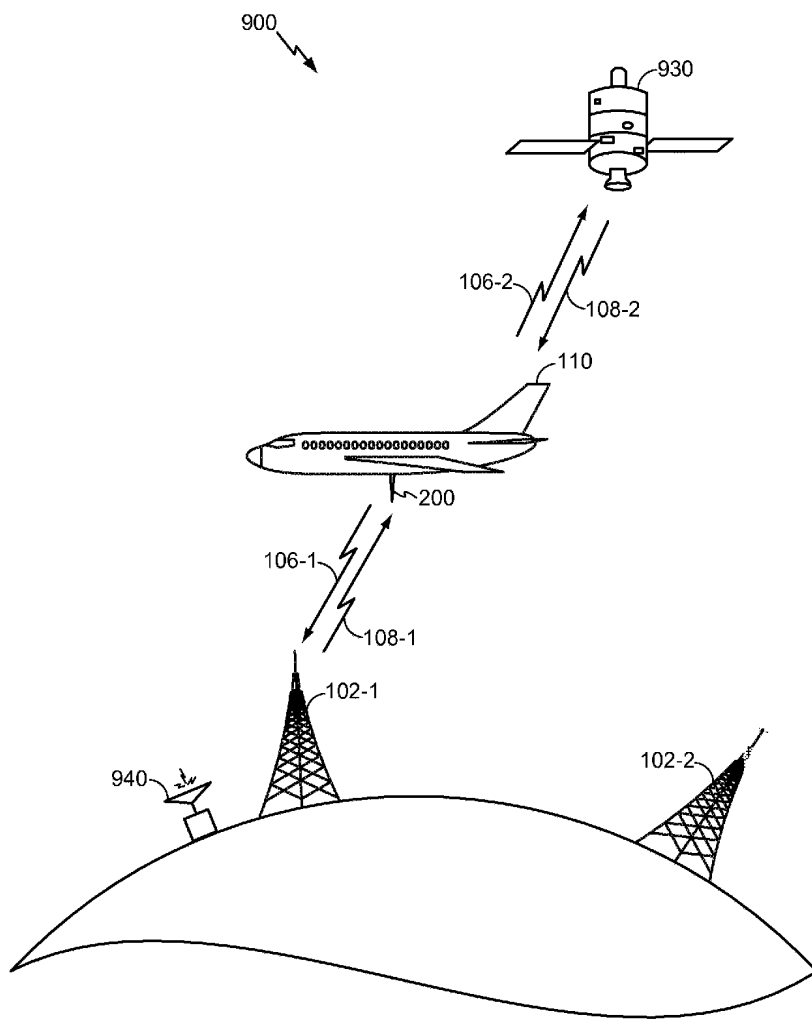
도면7



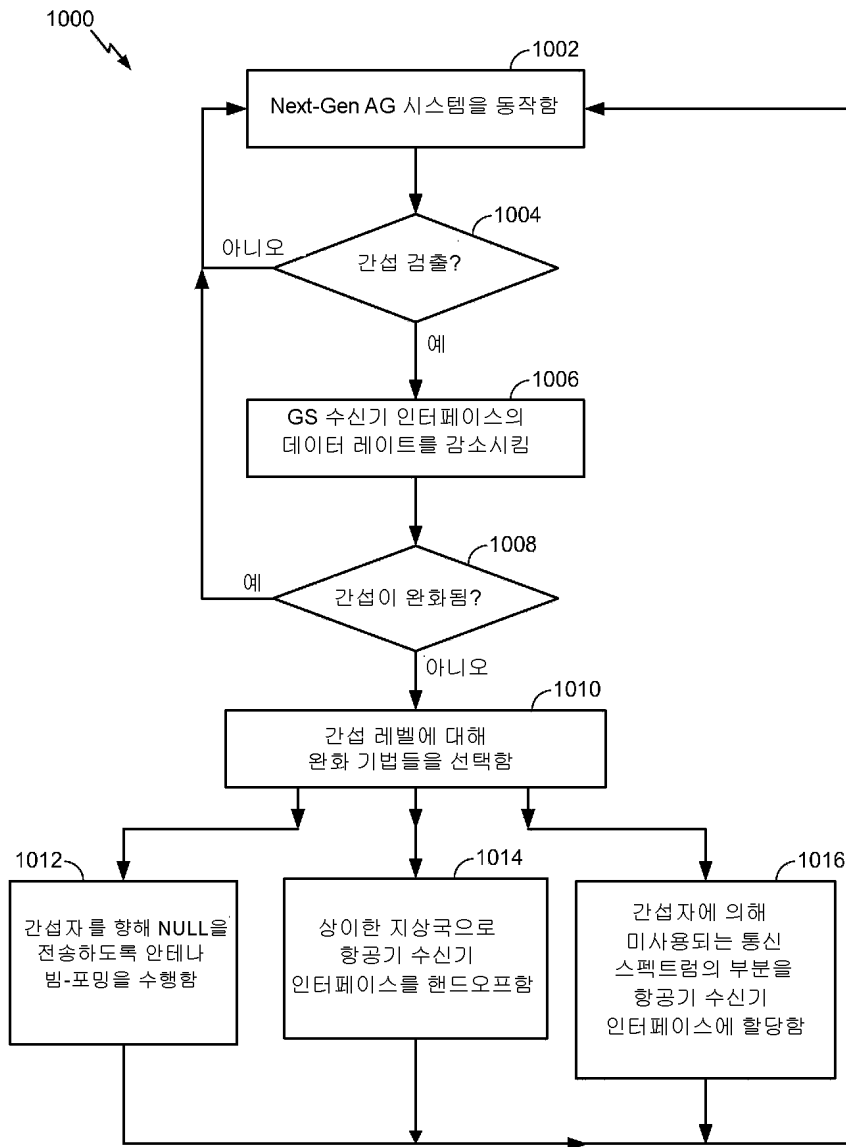
도면8



도면9



도면10



도면11

