

명세서

청구범위

청구항 1

반구의 표면에 복수로 배치되되, 각각이 상기 반구의 중심점으로부터 상기 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향으로 배치되는 복수의 안테나로 이루어진 안테나 어레이;

각각의 상기 안테나의 지향각도를 저장하는 지향각도 저장부;

각각의 상기 안테나에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교하는 신호세기 비교부;

복수의 상기 안테나 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색하는 안테나 검색부;

상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택하는 안테나 선택부;

상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 지향각도 제어부; 및

상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택부에 의해 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산하는 차이값 계산부;

를 포함하며,

상기 안테나 선택부는 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내인 안테나를 선택하고,

상기 지향각도 제어부는 상기 차이값 계산부에 의해 계산되는 차이값에 기초하여, 상기 안테나 선택부에 의해 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 특징으로 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지향각도 제어부에 의해 지향각도가 제어되면, 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나 및 상기 지향각도 제어부에 의해 지향각도가 제어되는 안테나에 대한 위상변이를 제어하는 위상변이 제어부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 지향각도 제어부는 상기 안테나 검색부에 의해 검색된 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도의 차이만큼 상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 제어하는 것을 특징으로 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어장치.

청구항 4

복수의 안테나가 반구의 표면에 배치되되, 각각이 상기 반구의 중심점으로부터 상기 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향으로 배치되는 안테나 어레이를 마련하는 단계;

각각의 상기 안테나의 지향각도를 저장하는 단계;

각각의 상기 안테나에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교하는 단계;

복수의 상기 안테나 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색하는 단계;

상기 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택하는 단계;

상기 검색되는 안테나의 지향각도와 상기 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산하는 단계;

상기 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 단계; 및

상기 검색되는 안테나 및 상기 제어되는 안테나에 대한 위상변이를 제어하는 단계;

를 포함하며,

상기 안테나 선택단계는 상기 안테나 검색단계에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내인 안테나를 선택하고,

상기 지향각도 제어단계는 상기 계산되는 지향각도의 차이값에 기초하여, 상기 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 특징으로 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 지향각도 제어단계는 상기 안테나 검색단계에 의해 검색된 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택단계에 의해 선택된 안테나의 지향각도의 차이만큼 상기 안테나 선택단계에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 제어하는 것을 특징으로 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저궤도 위성 추적 제어장치 및 그 추적 제어방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반구형의 안테나 어레이를 이용하여 저궤도 위성을 추적하며, 추적되는 결과에 따라 안테나의 지향방향을 저궤도 위성의 현재위치에 일치시킴으로써 고품질의 위성통신이 가능하도록 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어장치 및 그 추적 제어방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 저궤도 위성은 대체로 고도가 지상 200 ~ 1,500km 사이에 위치하는 위성을 말하며, 이들 위성의 경우 지구에 대한 위성의 공전주기는 수십분에서 수시간 사이로 정지궤도의 24시간보다 매우 짧다.

[0003] 저궤도 위성의 장점은 지구에서의 거리가 가까운 관계로 전파의 감쇄가 적기 때문에 단말기의 안테나의 크기가 작아질 수 있으며, 위성과 지구국 사이에서 생기는 시간지연(delay)이 정지궤도 위성보다 훨씬 짧은 점이다.

[0004] 그런데, 저궤도 위성은 매우 빠른 속도로 이동하기 때문에 고품질의 위성통신을 위해서는 저궤도 위성을 추적하며 안테나 빔의 지향방향을 조절할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-2184290호 (등록일자: 2020.11.24)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 필요성에 부응하기 위하여 창안된 것으로서, 반구형의 안테나 어레이를 이용하여 저궤도 위성을 추적하며, 추적되는 결과에 따라 안테나의 지향방향을 저궤도 위성의 현재위치에 일치시킴으로써 고품질의 위성통신이 가능하도록 하는, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어장치 및 그 추적 제어방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 저궤도 위성 추적 제어장치는, 반구의 표면에 복수로 배치되며, 각각이 상기 반구의 중심점으로부터 상기 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향으로 배치되는 복수의

안테나로 이루어진 안테나 어레이; 각각의 상기 안테나의 지향각도를 저장하는 지향각도 저장부; 각각의 상기 안테나에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교하는 신호세기 비교부; 복수의 상기 안테나 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색하는 안테나 검색부; 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택하는 안테나 선택부; 상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 지향각도 제어부; 및 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택부에 의해 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산하는 차이값 계산부;를 포함하며, 상기 안테나 선택부는 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내인 안테나를 선택하고, 상기 지향각도 제어부는 상기 차이값 계산부에 의해 계산되는 차이값에 기초하여, 상기 안테나 선택부에 의해 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 전술한 저궤도 위성 추적 제어장치는, 상기 지향각도 제어부에 의해 지향각도가 제어되면, 상기 안테나 검색부에 의해 검색되는 안테나 및 상기 지향각도 제어부에 의해 지향각도가 제어되는 안테나에 대한 위상변이를 제어하는 위상변이 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0009] 여기서, 상기 지향각도 제어부는 상기 안테나 검색부에 의해 검색된 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도의 차이만큼 상기 안테나 선택부에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 제어할 수 있다.

[0010] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 저궤도 위성 추적 제어방법은, 복수의 안테나가 반구의 표면에 배치되되, 각각이 상기 반구의 중심점으로부터 상기 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향으로 배치되는 안테나 어레이를 마련하는 단계; 각각의 상기 안테나의 지향각도를 저장하는 단계; 각각의 상기 안테나에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교하는 단계; 복수의 상기 안테나 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색하는 단계; 상기 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택하는 단계; 상기 검색되는 안테나의 지향각도와 상기 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산하는 단계; 상기 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 단계; 및 상기 검색되는 안테나 및 상기 제어되는 안테나에 대한 위상변이를 제어하는 단계;를 포함한다. 이때, 상기 안테나 선택단계는 상기 안테나 검색단계에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내인 안테나를 선택하고, 상기 지향각도 제어단계는 상기 계산되는 지향각도의 차이값에 기초하여, 상기 선택되는 안테나의 지향각도를 제어하는 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 지향각도 제어단계는 상기 안테나 검색단계에 의해 검색된 안테나의 지향각도와 상기 안테나 선택단계에 의해 선택된 안테나의 지향각도의 차이만큼 상기 안테나 선택단계에 의해 선택된 안테나의 지향각도를 제어하는 것을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 반구형의 안테나 어레이를 이용하여 저궤도 위성을 추적하며, 추적되는 결과에 따라 안테나의 지향방향을 저궤도 위성의 현재위치에 일치시킴으로써 고품질의 위성통신이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, 저궤도 위성 추적 제어장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 도 1에 적용되는 안테나 어레이의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 3은 도 2에 도시한 각각의 안테나가 저궤도 위성으로부터 위성신호를 수신하는 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 1에 나타낸 안테나 어레이의 각각의 안테나의 지향각도를 제어하는 예를 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도 5는 주파수 스캐닝 효과를 이용한 저궤도 위성추적의 개념을 설명하기 위하여 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 본 발명의 일부 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 기재함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호로

표시한다. 또한, 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시 예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

- [0015] 또한, 본 발명의 실시 예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 결합 또는 접속될 수 있지만, 그 구성 요소와 그 다른 구성요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, 저궤도 위성 추적 제어장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 안테나 어레이(102), 지향각도 저장부(104), 신호세기 비교부(106), 안테나 검색부(108), 안테나 선택부(110), 지향각도 제어부(112), 차이값 계산부(114), 및 위상변이 제어부(116)를 포함한다.
- [0018] 안테나 어레이(102)는 도 2에 도시한 바와 같이, 반구의 표면에 복수의 안테나(10)가 배치되어 형성된다. 이때, 각각의 안테나(10)는 반구의 중심점으로부터 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향을 지향하도록 배치된다. 즉, 반구의 중심점으로부터 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향은 모두 상이하므로, 안테나 어레이(102)를 구성하는 각각의 안테나(10)가 지향하는 지향방향은 모두 상이하다.
- [0019] 지향각도 저장부(104)는 각각의 안테나(10)의 지향각도를 저장한다. 즉, 지향각도 저장부(104)는 각각의 안테나(10)가 지향하는 방향의 지향각도를 저장한다. 이때, 지향각도 저장부(104)는 3차원 XYZ 좌표계를 기준으로 특정 안테나의 XY 평면에 대한 각도, YZ 평면에 대한 각도, 및 ZX 평면에 대한 각도 중의 둘 이상의 값을 해당 안테나의 지향각도로 저장할 수 있다. 그러나, 지향각도 저장부(104)는 XYZ 좌표계 이외의 다양한 3차원 좌표계에 대한 각각의 안테나(10)의 각도를 지향각도로 저장할 수도 있다.
- [0020] 신호세기 비교부(106)는 각각의 안테나(10)에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교한다. 이때, 각각의 안테나(10) 사이의 간격은 안테나 어레이(102)와 저궤도 위성 사이의 거리에 비하여 극히 작은 값이므로, 각각의 안테나(10)에 대한 위성신호는 서로 평행한 것으로 가정할 수 있다. 또한, 안테나(10)는 그 지향방향이 저궤도 위성의 방향과 일치할 때 수신되는 위성신호의 세기가 가장 크며, 그 지향방향이 위성신호의 방향으로부터 멀어질수록 수신되는 위성신호의 세기가 작아진다. 이 경우, 신호세기 비교부(106)는 각각의 안테나(10)가 수신하는 위성신호의 세기를 서로 비교한다.
- [0021] 안테나 검색부(108)는 복수의 안테나(10) 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색한다. 즉, 안테나 검색부(108)는 안테나 어레이(102)를 구성하는 안테나(10)에서 신호세기 비교부(106)에 의해 비교되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색한다.
- [0022] 안테나 선택부(110)는 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택한다. 이때, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이상 차이가 나는 안테나는 위성신호를 수신하지 못하므로, 안테나 선택부(110)는 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내인 안테나를 선택할 수 있다. 이 경우, 안테나 선택부(110)는 지향각도 저장부(104)에 저장된 각각의 안테나(10)의 지향각도에 기초하여, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도를 추출하고, 추출되는 지향각도로부터 그 지향각도가 90° 이내의 범위에 있는 안테나를 선택할 수 있다.
- [0023] 지향각도 제어부(112)는 안테나 선택부(110)에 의해 선택된 안테나(10)의 지향각도를 제어한다. 이때, 지향각도 제어부(112)는 각각의 안테나(10)에 대하여 90°의 범위 내에서 상하좌우 방향으로 회전각도를 제어할 수 있을 뿐만 아니라 좌우방향에서 각각 45° 위쪽의 좌상 또는 우상 방향, 또는 좌우방향에서 각각 45° 아래쪽의 좌하 또는 우하 방향으로 회전각도를 제어할 수 있다.
- [0024] 차이값 계산부(114)는 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나의 지향각도와 안테나 선택부(110)에 의해 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산한다. 즉, 차이값 계산부(114)는 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도와, 안테나 선택부(110)에 의해 선택되는 안테나 사이의 지향각도의 차이값을 계산한다. 이 경우, 지향각도 제어부(112)는 차이값 계산부(114)에 의해 계산되는 차이값에 기초하여 각각의 안테나의 지향각도를 제어할 수 있다. 즉, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도는 위성신호의 방향에 대향하며, 임의의 안테나의 지향각도와 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나 사이의 지향각도의 차이는 계산될 수 있으므로, 지향각도 제어부(112)는 도 4에 도시한 바와 같이, 각각의 안테나의 지향각도의 차이만큼 제어각도를

제어함으로써, 선택된 안테나가 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나와 동일한 방향을 지향하도록 할 수 있다.

[0025] 위상변이 제어부(116)는 지향각도 제어부(112)에 의해 각각의 안테나의 지향각도가 제어되면, 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나 및 지향각도 제어부(110)에 의해 지향각도가 제어된 안테나에 대한 위상변이를 제어한다. 이때, 위상변이 제어부(116)는 안테나 선택부(110)에 의해 선택된 안테나에 대한 지향각도의 제어가 모두 완료된 후, 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나와 안테나 선택부(110)에 의해 선택되는 안테나를 그 방향이 기계적으로 고정된 안테나인 것으로 가정하며, 해당 안테나들에 대해서 위상 변위기를 이용하여 전기적으로 전파의 위상을 변화시켜 안테나 빔을 주사할 수 있다. 이와 같은 위상변이 방식은 위상 배열 안테나의 위상변이 방식을 이용할 수 있으며, 여기서는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0026] 한편, 저궤도 위상은 지속적으로 이동하기 때문에 안테나 어레이(102) 내에서 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나(10)도 그에 따라 변경된다. 이 경우, 위상변이 제어부(116)는 이전의 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도로부터 현재의 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도의 차이가 설정된 각도 이하일 때까지 주기적으로 위상변이를 제어할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 안테나 선택부(110)에 의해 선택된 안테나에 대한 지향각도의 제어가 1차적으로 완료된 후, 안테나 검색부(108)에 의해 검색되는 안테나와 지향각도 제어부(112)에 의해 지향각도의 제어가 완료된 안테나에 대하여, 주파수 스캐닝효과를 이용하여 2차적으로 지향각도의 방향을 좌우 또는 상하로 제어함으로써 저궤도 위성을 지속적으로 추적할 수 있다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나의 지향각도의 방향을 동일하게 조절하는 것이 바람직하다.

[0028] 도 5는 주파수 스캐닝 효과를 이용한 저궤도 위성추적의 개념을 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 여기서, 주파수 스캐닝(frequency scanning) 효과는 원래 위상배열 안테나에서 주파수가 변할 때 안테나의 지향방향이 변하는 성질을 말하며, 출력이 하나이지만 주파수가 다른 필터를 통과한 두 개의 출력의 신호세기를 비교하면 위성방향이 어느 쪽에 있는지가 구분 가능하여 결과적으로 위성추적으로 활용할 수 있는 새로운 형태의 위성추적 방법이다. 여기서, 저궤도 위성 안테나 어레이(102) 사이의 거리에 대한 안테나 어레이(102)를 구성하는 각각의 안테나(10)의 높낮이의 차이는 무시할 수 있으며, 따라서 각각의 안테나(10)는 평면상에 놓은 것으로 가정할 수 있다.

[0029] 주파수 스캐닝 효과를 이용한 위성추적 방법을 이론적으로 설명하기 위하여 도 5과 같이 2개의 안테나 즉, 안테나1과 안테나2로 구분하여 설명할 수 있다. 이때, 각각의 안테나를 합하여 하나의 안테나로 만들 때 각 안테나와 안테나 출력부의 전력 결합기와의 거리가 각각 a, b의 길이가 되도록 전송선을 구성한다.

[0030] 주파수가 변하면 파장도 변하며, 위성의 중계기 주파수가 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$ 이라고 하면 a와 b의 거리차가 $n\lambda_0$ (λ_0 : 주파수 f_0 의 파장, n: 정수)가 되도록 설계한다. 여기서, λ_0 는 주파수 f_0 의 파장이며, n은 정수이다. 즉,

[0031] [수학식 1]

[0032] $b - a = n\lambda_0$ (λ_0 : 주파수 f_0 의 파장, n: 정수)

[0033] 이와 같이 설계된 안테나의 두 급전라인 a와 b를 경유하는 주파수의 위상은 주파수가 f_0 일 때 동위상이 되므로 안테나 빔이 수직방향으로 형성된다.

[0034] 그러나 주파수가 f_n 일 때는 파장이 λ_n 이 되므로 두 급전라인 a와 b는 동위상을 갖지 않는다. 만약, $f_0 < f_n$ 이라면, $\lambda_0 > \lambda_n$ 이므로 위성신호의 주파수가 f_n 일 때 제2안테나의 위상이 Δl 만큼 지연되며, 따라서 안테나의 빔이 $\Delta \Phi$ 만큼 제2안테나 쪽으로 기울어지게 된다.

[0035] 이때의 제1안테나와 제2안테나 간의 위상차를 계산하면 다음과 같다.

[0036] [수학식 2]

$$\Delta l = n(\lambda_0 - \lambda_n)$$

[0037]

[0038] 여기서, $\Delta \Phi$ 는 삼각함수 공식에 의해,

[0039] [수학식 3]

$$\sin \Delta \Phi = \frac{\Delta \ell}{d} = \frac{n(\lambda_0 - \lambda_n)}{d}$$

[0040]

[0041] 이고, 따라서

[0042] [수학식 4]

$$\Delta \Phi = \arcsin \frac{n(\lambda_0 - \lambda_n)}{d}$$

[0043]

[0044] 이다. 여기서, 정수 n과 d를 변화시키면, 주파수의 변화에 따른 안테나 빔의 기울어지는 각도 $\Delta \Phi$ 를 조정할 수 있다.

[0045] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 저궤도 위성추적 제어장치는 저궤도 위성에 대하여 위성의 이동을 정확하게 추적함으로써 고품질의 위성통신이 가능하도록 할 수도 있다.

[0046] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른, 반구형의 안테나 어레이를 이용한 저궤도 위성 추적 제어방법을 나타낸 흐름도이다. 본 발명의 실시예에 따른 안테나 제어방법은 도 1에 나타난 저궤도 위성추적 제어장치(100)에 의해 수행될 수 있다.

[0047] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 반구 형태의 안테나 어레이(102)를 마련한다(S102). 이때, 안테나 어레이(102)는 반구의 표면에 복수의 안테나(10)가 배치되어 형성된다. 여기서, 각각의 안테나(10)는 반구의 중심점으로부터 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향을 지향하도록 배치된다. 즉, 반구의 중심점으로부터 반구의 표면을 관통하는 법선의 방향은 모두 상이하므로, 안테나 어레이(102)를 구성하는 각각의 안테나(10)가 지향하는 지향방향은 모두 상이하다.

[0048] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나(10)의 지향각도를 저장한다(S104). 즉, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나(10)가 지향하는 방향의 지향각도를 저장한다. 이때, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 3차원 XYZ 좌표계를 기준으로 특정 안테나의 XY 평면에 대한 각도, YZ 평면에 대한 각도, 및 ZX 평면에 대한 각도 중의 둘 이상의 값을 해당 안테나의 지향각도로 저장할 수 있다. 그러나, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 XYZ 좌표계 이외의 다양한 3차원 좌표계에 대한 각각의 안테나(10)의 각도를 지향각도로 저장할 수도 있다.

[0049] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나(10)에 의해 수신되는 위성신호의 세기를 비교한다(S106). 이때, 각각의 안테나(10) 사이의 간격은 안테나 어레이(102)와 저궤도 위성 사이의 거리에 비하여 극히 작은 값이므로, 각각의 안테나(10)에 대한 위성신호는 서로 평행한 것으로 가정할 수 있다. 또한, 안테나(10)는 그 지향방향이 저궤도 위성의 방향과 일치할 때 수신되는 위성신호의 세기가 가장 크며, 그 지향방향이 위성신호의 방향으로부터 멀어질수록 수신되는 위성신호의 세기가 작아진다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나(10)가 수신하는 위성신호의 세기를 서로 비교한다.

[0050] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 복수의 안테나(10) 중 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색한다(S108). 즉, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 안테나 어레이(102)를 구성하는 안테나(10)에 대하여, 비교되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 검색한다.

[0051] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 검색되는 안테나를 기준으로 설정된 범위 이내의 안테나를 선택한다(S110). 이때, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이상 차이가 나는 안테나는 위성신호를 수신하지 못하므로, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나를 기준으로 그 지향각도가 90° 이내에 있는 안테나를 선택할 수 있다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 저장된 각각의 안테나(10)의 지향각도에 기초하여, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도를 추출하고, 추출되는 지향각도로부터 그 지향각도가 90° 이내의 범위에 있는 안테나를 선택할 수 있다.

[0052] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 검색되는 안테나의 지향각도와 안테나 선택부(110)에 의해 선택되는 안테나의 지향각도의 차이값을 계산한다(S112). 즉, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 수신되는 위성신호의 세기가 가장

큰 안테나의 지향각도와, 선택되는 안테나 사이의 지향각도의 차이값을 계산한다.

- [0053] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 선택된 안테나(10)의 지향각도를 제어한다(S114). 이때, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나(10)에 대하여 90°의 범위 내에서 상하좌우 방향으로 회전각도를 제어할 수 있을 뿐만 아니라 좌우방향에서 각각 45° 위쪽의 좌상 또는 우상 방향, 또는 좌우방향에서 각각 45° 아래쪽의 좌하 또는 우하 방향으로 회전각도를 제어할 수 있다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 계산되는 차이값에 기초하여 각각의 안테나의 지향각도를 제어할 수 있다. 즉, 수신되는 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도는 위성신호의 방향에 대항하며, 임의의 안테나의 지향각도와 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나 사이의 지향각도의 차이는 계산될 수 있으므로, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나의 지향각도의 차이만큼 제어각도를 제어하여 선택된 안테나가 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나와 동일한 방향을 지향하도록 할 수 있다.
- [0054] 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나의 지향각도가 제어되면, 검색되는 안테나 및 지향각도가 제어된 안테나에 대한 위상변이를 제어한다(S116). 이때, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 선택된 안테나에 대한 지향각도의 제어가 모두 완료된 후, 검색되는 안테나와 선택되는 안테나를 그 방향이 기계적으로 고정된 안테나인 것으로 가정하며, 해당 안테나들에 대해서 위상 변위기를 이용하여 전기적으로 전파의 위상을 변화시켜 안테나 빔을 주사할 수 있다. 이와 같은 위상변이 방식은 위상 배열 안테나의 위상변이 방식을 이용할 수 있으며, 여기서는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0055] 한편, 저궤도 위상은 지속적으로 이동하기 때문에 안테나 어레이(102) 내에서 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나(10)도 그에 따라 변경된다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 이전의 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도로부터 현재의 위성신호의 세기가 가장 큰 안테나의 지향각도의 차이가 설정된 각도 이하일 때까지 주기적으로 위상변이를 제어할 수 있다.
- [0056] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 선택된 안테나에 대한 지향각도의 제어가 1차적으로 완료된 후, 검색되는 안테나와 지향각도의 제어가 완료된 안테나에 대하여, 주파수 스캐닝효과를 이용하여 2차적으로 지향각도의 방향을 좌우 또는 상하로 제어함으로써 저궤도 위성을 지속적으로 추적할 수 있다. 이 경우, 저궤도 위성추적 제어장치(100)는 각각의 안테나의 지향각도의 방향을 동일하게 조절하는 것이 바람직하다.
- [0057] 여기서, 주파수 스캐닝(frequency scanning) 효과는 원래 위상배열 안테나에서 주파수가 변할 때 안테나의 지향 방향이 변하는 성질을 말하며, 출력이 하나이지만 주파수가 다른 필터를 통과한 두 개의 출력의 신호세기를 비교하면 위성방향이 어느 쪽에 있는지가 구분 가능하여 결과적으로 위성추적으로 활용할 수 있는 새로운 형태의 위성추적 방법이다. 여기서, 저궤도 위성과 안테나 어레이(102) 사이의 거리에 대한 안테나 어레이(102)를 구성하는 각각의 안테나(10)의 높낮이의 차이는 무시할 수 있으며, 따라서 각각의 안테나(10)는 평면상에 놓은 것으로 가정할 수 있다.
- [0058] 주파수 스캐닝 효과를 이용한 위성추적 방법을 이론적으로 설명하기 위하여 전술한 바와 같이(도 5 참조), 2개의 안테나 즉, 안테나1과 안테나2로 구분하여 설명할 수 있다. 이때, 각각의 안테나를 합하여 하나의 안테나로 만들 때 각 안테나와 안테나 출력부의 전력 결합기와의 거리가 각각 a, b의 길이가 되도록 전송선을 구성한다.
- [0059] 주파수가 변하면 파장도 변하며, 위성의 중계기 주파수가 $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$ 이라고 하면 a와 b의 거리차가 $n\lambda_0$ (λ_0 : 주파수 f_0 의 파장, n: 정수)가 되도록 설계한다. 여기서, λ_0 는 주파수 f_0 의 파장이며, n은 정수이다. 즉,
- [0060] [수학식 1]
- [0061] $b - a = n\lambda_0$ (λ_0 : 주파수 f_0 의 파장, n: 정수)
- [0062] 이와 같이 설계된 안테나의 두 급전라인 a와 b를 공유하는 주파수의 위상은 주파수가 f_0 일 때 동위상이 되므로 안테나 빔이 수직방향으로 형성된다.
- [0063] 그러나 주파수가 f_n 일 때는 파장이 λ_n 이 되므로 두 급전라인 a와 b는 동위상을 갖지 않는다. 만약, $f_0 < f_n$ 이라면, $\lambda_0 > \lambda_n$ 이므로 위성신호의 주파수가 f_n 일 때 제2안테나의 위상이 Δl 만큼 지연되며, 따라서 안테나의 빔이 $\Delta \Phi$ 만큼 제2안테나 쪽으로 기울어지게 된다.
- [0064] 이때의 제1안테나와 제2안테나 간의 위상차를 계산하면 다음과 같다.

[0065] [수학식 2]

$$\Delta \ell = n(\lambda_0 - \lambda_n)$$

[0066]

[0067] 여기서, $\Delta \Phi$ 는 삼각함수 공식에 의해,

[0068] [수학식 3]

$$\sin \Delta \Phi = \frac{\Delta \ell}{d} = \frac{n(\lambda_0 - \lambda_n)}{d}$$

[0069]

[0070] 이고, 따라서

[0071] [수학식 4]

$$\Delta \Phi = \arcsin \frac{n(\lambda_0 - \lambda_n)}{d}$$

[0072]

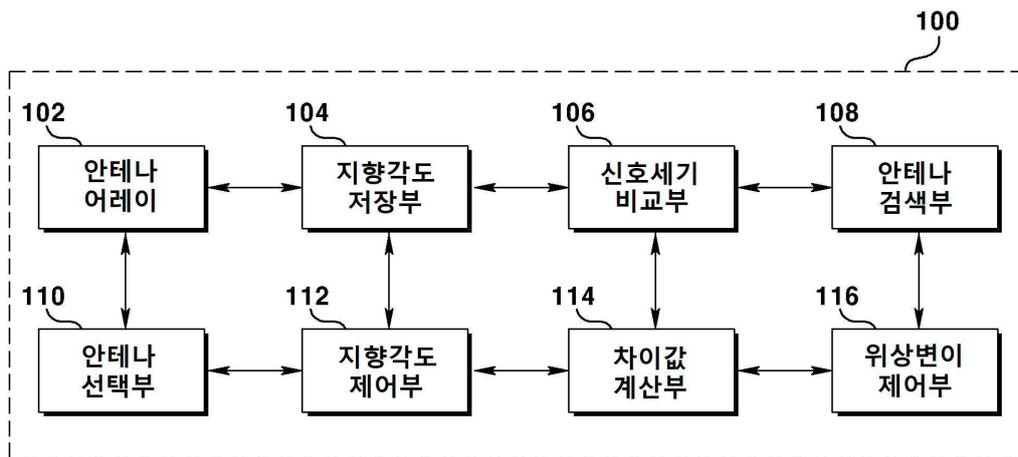
[0073] 이다. 여기서, 정수 n 과 d 를 변화시키면, 주파수의 변화에 따른 안테나 빔의 기울어지는 각도 $\Delta \Phi$ 를 조정할 수 있다.

[0074] 본 발명의 실시예에 따른 저궤도 위성추적 제어장치는 저궤도 위성에 대하여 기계적인 방식과 위상변이 방식을 동시에 이용하여 고품질의 위성통신이 가능하도록 할 수도 있다.

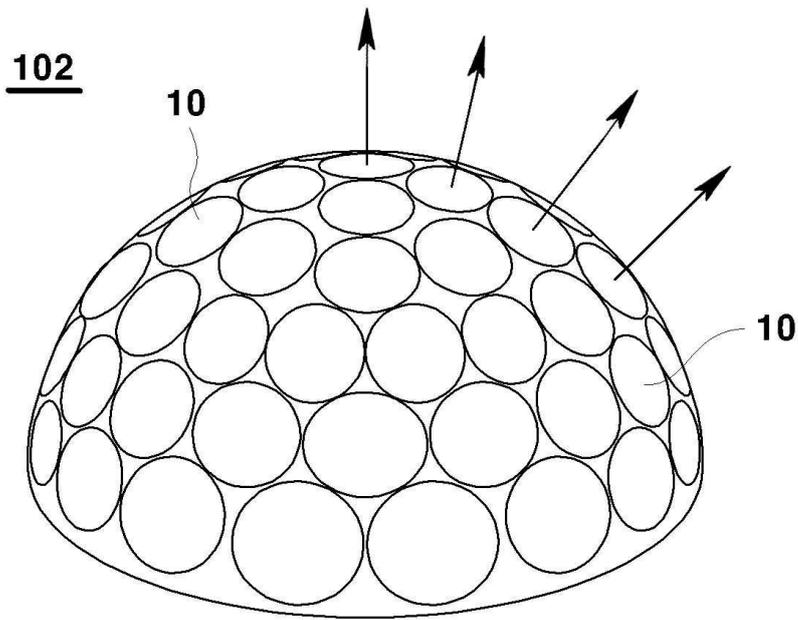
[0075] 이상에서 본 발명에 따른 실시예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 보호 범위는 다음의 특허청구범위뿐만 아니라 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

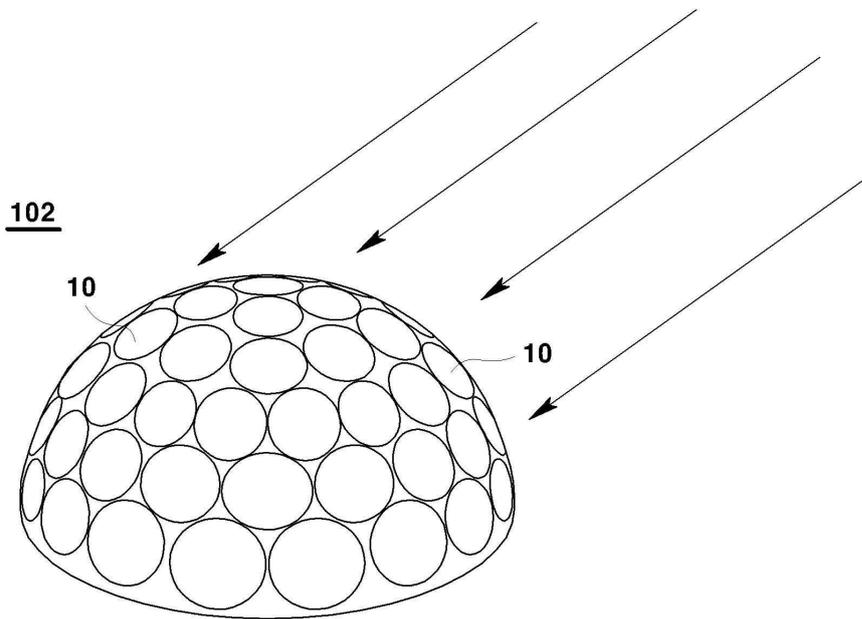
도면1



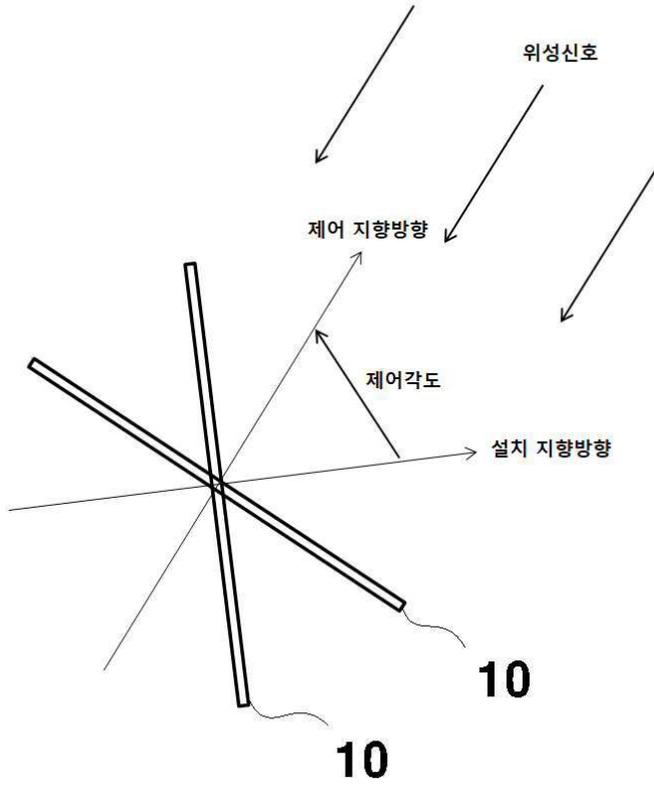
도면2



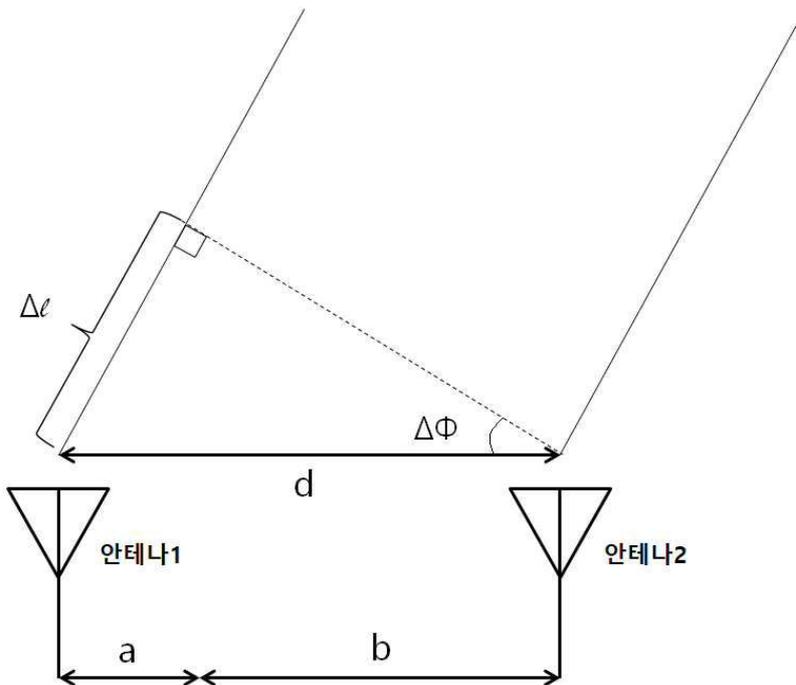
도면3



도면4



도면5



도면6

