



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년07월20일  
(11) 등록번호 10-2134894  
(24) 등록일자 2020년07월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/185 (2006.01) H04B 17/391 (2014.01)  
H04B 17/40 (2014.01)
- (52) CPC특허분류  
H04B 7/18519 (2013.01)  
H04B 17/3912 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0003874
- (22) 출원일자 2020년01월10일  
심사청구일자 2020년01월10일
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007240175 A\*  
KR1020190002672 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
국방과학연구소
- (72) 발명자  
변강일
- 류성준
- 추호성
- (74) 대리인  
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

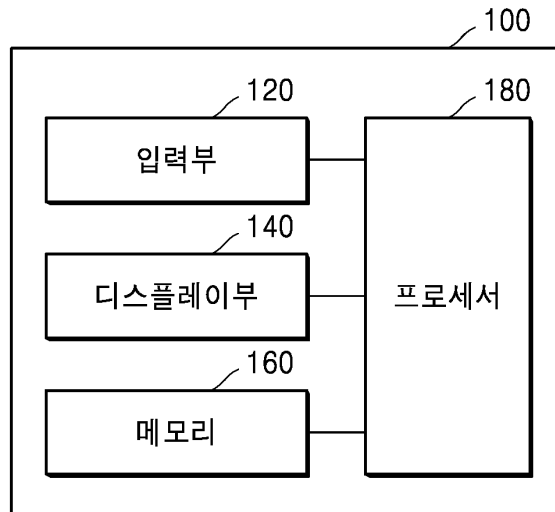
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 축소 모델링 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 축소 모델링 장치는, 주파수(f)를 이용하여 안테나 탑재 인공 위성이 천체 상의 일 영역과 전파를 송수신하는 것을 공간 좌표 상에서 구현하는 축소 모델을 운용하는 프로세서 및 축소 모델을 구동하는 프로그램을 저장하는 메모리를 포함하고, 프로세서는 축소 모델에서, 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소한 천체 오브젝트를 생성하고, 안테나를 소정의 비율(n)에 따라 축소한 안테나 오브젝트를 생성하고, 안테나 오브젝트 및 천체 오브젝트 간에 송수신되는 전파의 주파수는 주파수(f)를 소정의 비율(n)에 따라 증가시킨 조정 주파수를 이용할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류  
*H04B 17/40* (2015.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

주파수(f)를 이용하여 안테나 탑재 인공 위성이 천체 상의 일 영역과 전파를 송수신하는 것을 공간 좌표 상에서 구현하는 축소 모델을 운용하는 프로세서; 및

상기 축소 모델을 구동하는 프로그램을 저장하는 메모리를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 축소 모델에서, 상기 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소한 천체 오브젝트 및 상기 안테나를 상기 소정의 비율(n)에 따라 축소한 안테나 오브젝트를 생성하고,

상기 주파수(f)를 소정의 비율(n)에 따라 증가시킨 조정 주파수를 이용하여, 상기 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 상기 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 연산을 통해 획득하고,

상기 천체 오브젝트 상 소정의 목표 영역과, 상기 탐색 영역이 중첩되도록 상기 비율(n) 및 상기 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 변경하는

축소 모델링 장치.

**청구항 2**

제1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 축소 모델에서,

상기 안테나 오브젝트의 반사판과 급전 안테나 말단 간의 이격 거리(F) 및 상기 반사판의 직경(D)의 F/D 비율을 상기 안테나의 실물 F/D 비율과 동일하게 유지하는

축소 모델링 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1 항에 있어서,

상기 축소 모델에서,

상기 안테나 오브젝트는 중심점을 포함하는 파라볼릭 형상의 반사판과, 상기 반사판의 일 지점으로부터 연장되는 급전안테나를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 축소 모델에서,

상기 반사판의 상기 일 지점이, 상기 반사판의 상기 중심점으로부터 이격된 거리(1)에 기초하여, 상기 탐색 영역을 연산을 통해 획득하는,

축소 모델링 장치.

**청구항 5**

제1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 축소 모델에서,

상기 천체 오브젝트에 대한 상기 안테나 오브젝트의 조향 각도(e)에 기초하여, 상기 탐색 영역을 연산을 통해 획득하는,

축소 모델링 장치.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

제1 항에 있어서,  
 상기 축소 모델링 장치는 상기 축소 모델을 표시하는 디스플레이부를 더 포함하는,  
 축소 모델링 장치.

**청구항 8**

제1 항에 있어서,  
 상기 축소 모델링 장치는  
 상기 안테나의 실물 크기, 상기 소정의 주파수 및 상기 소정의 비율 중 적어도 하나를 포함하는 사용자 입력을 수신하는 입력부를 더 포함하는,  
 축소 모델링 장치.

**청구항 9**

축소 모델의 공간 좌표 상에서, 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소한 천체 오브젝트 및 안테나를 상기 소정의 비율(n)에 따라 축소한 안테나 오브젝트를 생성하는 단계;  
 상기 안테나 및 상기 천체 간에 송수신되는 전파의 주파수(f)를 상기 소정의 비율(n)에 따라 증가시킨 조정 주파수를 획득하는 단계;  
 상기 조정 주파수에 기초하여, 상기 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 상기 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 획득하는 단계;  
 상기 천체 오브젝트 상 소정의 목표 영역과, 상기 탐색 영역이 중첩되도록 상기 비율(n) 및 상기 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 변경하는 단계를 더 포함하는  
 축소 모델링 장치의 동작 방법.

**청구항 10**

축소 모델링 장치의 동작 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 있어서,  
 상기 기록매체는,  
 공간 좌표 상에서 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소한 천체 오브젝트 및 안테나를 상기 소정의 비율(n)에 따라 축소한 안테나 오브젝트를 생성하는 프로그램;  
 상기 안테나 및 상기 천체 간에 송수신되는 전파의 주파수(f)를 상기 소정의 비율에 따라 증가시킨 조정 주파수를 획득하는 프로그램;  
 상기 조정 주파수에 기초하여, 상기 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 상기 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 획득하는 프로그램; 및  
 상기 천체 오브젝트 상 소정의 목표 영역과, 상기 탐색 영역이 중첩되도록 상기 비율(n) 및 상기 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 변경하는 프로그램을 포함하는,  
 기록 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원에 의해 개시되는 발명은 축소 모델링 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 위성은 임무에 따라 저궤도 위성과 정지궤도 위성으로 구분되며, 저궤도 위성의 경우 지상으로부터 약 2,000 km 이내의 궤도를 돌면서 하루에도 수차례 한반도 상공을 지나간다. 또한 대부분 기울어진 타원 공전 궤도를 가지므로 위치에 따라 지표면으로부터의 고도가 달라지며, 통과하는 대기의 두께와 입사각이 시시각각 변한다. 반면, 정지궤도 위성의 경우 적도 상공 25,786 km에 위치하고 지구의 자전 속도와 동일한 속도와 방향으로 회전하므로 하루 종일 한반도 상공에 위치할 수 있게 된다.

[0003] 앞서 언급한 두 가지 위성들 모두 데이터 링크 등 다양한 무선통신 임무를 수행하므로 반드시 다수의 안테나를 탑재된다. 따라서 이러한 탑재 안테나의 요구 성능을 사전에 예측하고 정확한 성능규격을 마련하기 위해서는, 궤도에 따라 시변하는 전파의 특성 및 입사각에 따른 커버리지, 전송거리, 반전력 빔폭에 따른 노이즈 특성 변화, 조향 오차(Pointing Error)에 따른 성능변화를 사전에 분석하는 프로세스가 필수적이다.

[0004] 물론, 지구의 크기, 대기의 변화, 안테나 탑재체를 모두 고려하여 성능 시뮬레이션을 한다면 아주 정확한 특성을 도출할 수 있으나, 크기 등을 고려할 때 많은 시간과 메모리가 요구되므로 사실상 불가능하다. 이러한 한계로 인해 현재까지의 위성 탑재 안테나 개발 프로세스에서는 많은 가정을 바탕으로 모듈 식의 개발이 주를 이루고 있다. 하지만 막대한 예산이 투입되는 위성의 개발 프로세스에 모호성을 바탕으로 한 안테나 특성을 도출하는 데에는 리스크가 크다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 일 실시예에 따른 과제는, 천체 및 안테나 탑재 위성의 축소 모델을 이용하여, 탑재 안테나의 요구 성능을 사전에 예측하고 정확한 성능규격을 제공하는 축소 모델링 장치를 제공하는 것이다.

[0006] 따라서, 본 발명에서 제안하는 축소 모델을 이용한 위성 성능규격 마련 접근법을 제시함으로써 지구 및 대기의 정보를 반영한 위성탑재 안테나의 시뮬레이션에 요구되는 메모리 및 분석 소요시간 등의 문제를 해결하였다.

[0007] 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 일 양상에 따르면, 주파수( $f$ )를 이용하여 안테나 탑재 인공 위성이 천체 상의 일 영역과 전파를 송수신하는 것을 공간 좌표 상에서 구현하는 축소 모델을 운용하는 프로세서 및 축소 모델을 구동하는 프로그램을 저장하는 메모리를 포함하고, 프로세서는 축소 모델에서, 천체를 소정의 비율( $n$ )에 따라 축소한 천체 오브젝트를 생성하고, 안테나를 소정의 비율( $n$ )에 따라 축소한 안테나 오브젝트를 생성하고, 안테나 오브젝트 및 천체 오브젝트 간에 송수신되는 전파의 주파수는 주파수( $f$ )를 소정의 비율( $n$ )에 따라 증가시킨 조정 주파수를 이용하는 축소 모델링 장치가 제공될 수 있다.

[0009] 또, 프로세서는 축소 모델에서, 안테나 오브젝트의 반사판과 급전 안테나 말단 간의 이격 거리( $F$ ) 및 반사판의 직경( $D$ )의  $F/D$  비율을 안테나의 실물  $F/D$  비율과 동일하게 유지할 수 있다.

[0010] 또, 프로세서는 축소 모델에서, 조정 주파수에 기초하여, 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 연산을 통해 획득할 수 있다.

[0011] 또, 프로세서는 축소 모델에서, 안테나 오브젝트의 급전 안테나와 반사판이 연결되는 접점이, 반사판 중심부로부터 이격된 거리( $l$ )에 기초하여, 탐색 영역을 연산을 통해 획득할 수 있다.

[0012] 또, 프로세서는 축소 모델에서, 천체 오브젝트에 대한 안테나 오브젝트의 조향 각도( $e$ )에 기초하여, 탐색 영역을 연산을 통해 획득할 수 있다.

[0013] 또, 프로세서는 천체 오브젝트 상 소정의 목표 영역과, 탐색 영역이 중첩되도록 비율( $n$ ) 및 주파수( $f$ ) 중 적어도 어느 하나를 변경할 수 있다.

[0014] 또, 안테나 시뮬레이션 장치는 축소 모델을 표시하는 디스플레이부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 또, 위성 통신 시뮬레이션 장치는 안테나의 실물 크기, 소정의 주파수 및 소정의 비율 중 적어도 하나를 포함하는 사용자 입력을 수신하는 입력부를 더 포함할 수 있다.

[0016] 다른 일 양상에 따르면, 축소 모델의 공간 좌표 상에서, 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소된 천체 오브젝트 및 안테나를 소정의 비율(n)에 따라 축소된 안테나 오브젝트를 생성하는 단계, 안테나 및 천체 간에 송수신되는 전파의 주파수(f)를 소정의 비율(n)에 따라 증가시킨 조정 주파수를 획득하는 단계 및 조정 주파수에 기초하여, 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 획득하는 단계를 더 포함하는 축소 모델링 장치의 동작 방법이 제공될 수 있다.

[0017] 또 다른 일 양상에 따르면, 축소 모델링 장치의 동작 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 있어서, 기록매체는, 공간 좌표 상에서 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소된 천체 오브젝트 및 안테나를 소정의 비율(n)에 따라 축소된 안테나 오브젝트를 생성하는 프로그램, 안테나 및 천체 간에 송수신되는 전파의 주파수(f)를 소정의 비율에 따라 증가시킨 조정 주파수를 획득하는 프로그램 및 조정 주파수에 기초하여, 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 천체 오브젝트 상의 탐색 영역을 획득하는 프로그램을 포함하는 기록 매체가 제공될 수 있다.

**발명의 효과**

[0018] 일 실시예에 따르면, 천체 및 안테나 탑재 위성의 축소 모델을 통해, 궤도에 따라 시변하는 전파의 특성 및 입사각에 따른 커버리지, 전송거리, 반전력 빙폭에 따른 노이즈 특성 변화, 조향 오차(Pointing Error)에 따른 성능변화를 사전에 분석할 수 있다.

[0019] 또, 축소 모델을 통해 실제 크기 및 실제 동작 주파수에서의 안테나 성능을 최소한의 메모리와 짧은 소요시간으로 분석하고 예측을 할 수 있다.

[0020] 또, 이론상에서는 원형으로 나타내어진 탐지 영역을 기하학적 요소를 고려한 축소 모델에 적용할 경우, 실제와 유사한 타원 형태의 탐지 영역을 도출할 수 있다.

[0021] 또, 위성 안테나의 빔조향 각도와 조향오차(Pointing Error)에 따른 탐지 영역의 변화와 이의 동작 주파수에 따른 변화 또한 모델링하고 분석할 수 있다.

[0022] 또, 기하학적 요소들을 고려한 탐지 영역의 커버리지를 역으로 위성 탑재 안테나 설계에 적용함으로써, 임무에 따른 요구 안테나 이득, 반전력 빙폭 및 반사판 크기 등을 추정할 수 있다.

[0023] 또, 안테나의 성능을 축소 모델링에 적용하여 분석, 예측한 결과를 가시적인 3D로 나타낼 수 있기 때문에, 결과에 대한 직관적 해석을 할 수 있다.

[0024] 또, 축소 모델링 방법은 정지궤도뿐만 아니라 지구 저궤도(LEO), 극궤도(PO), 타원궤도(EO) 등 모든 위성 궤도에 탑재되는 위성안테나 시스템에 범용적으로 확장될 수 있다.

[0025] 효과가 상술한 효과들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 도 1은 일 실시예에 따른 축소 모델링 장치의 구성에 관한 블록도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따라 천체를 축소된 표준대기 기반 지구 축소 모델에 관한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따라 인공 위성에 탑재된 안테나를 축소된 안테나 축소 모델에 관한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 통합 축소 모델 및 통합 축소 모델에서 인공 위성의 탐색 영역에 관한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 축소 모델링 장치의 모델링 방법에 관한 순서도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 전파의 주파수에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역에 관한 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 안테나의 조향 각도에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역에 관한 도면이다.

도 8은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 급전 안테나의 오프셋에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역에 관한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서 다른 구성요소를 추가, 변경, 삭제 등을 통하여, 퇴보적인 다른 발명이나 본 발명 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본원 발명 사상 범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [0028] 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.
- [0029] 실시예들에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0030] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "절부", "절모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0031] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0032] 도 1은 일 실시예에 따른 축소 모델링 장치(100)의 구성에 관한 블록도이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 축소 모델링 장치(100)는, 인공 위성에 탑재되는 안테나의 성능 분석을 위해 안테나 탑재 인공 위성 및 관련 천체들을 축소한 축소 모델을 구현하고, 축소 모델을 통한 시뮬레이션을 실행함으로써, 인공 위성 안테나의 설계 규격에 대한 근거 및 지표면에 입사되는 전파신호에 대한 특성을 분석하고 예측할 수 있는 자료를 제공할 수 있다.
- [0034] 즉, 축소 모델링 장치(100)는 천문학적인 단위의 크기를 갖는 천체 및 안테나의 크기를 축소하여 모델 구현 및 시뮬레이션을 수행함으로써, 연산에 필요한 메모리(160) 및 분석 소요 시간 등의 문제를 해결할 수 있다.
- [0035] 축소 모델링 장치(100)가 운용하는 축소 모델은, 표준대기 기반 지구 축소 모델(300), 안테나 축소 모델(200) 및 지구 축소 모델(300)과 안테나 축소 모델(200)이 통합되어 실행되는 통합 축소 모델을 포함할 수 있다. 이에 대해 도 2 내지 도 4를 통해 더 자세히 후술한다.
- [0036] 축소 모델링 장치(100)가 운용하는 축소 모델은, 기하학적, 전자기적 특성을 모두 고려한 모델로, 이론상의 가정에 의한 안테나 탑재 성능 예측 왜곡을 최소화하였다. 이를 활용할 경우, 위성안테나의 설계규격에 대한 근거를 사전에 마련할 수 있으며, 지표면에 입사되는 전파신호에 대한 특성을 분석하고 예측할 수 있다.
- [0037] 축소 모델링 장치(100)는 안테나 탑재 인공 위성이 천체 상의 일 영역과 전파를 송수신하는 것을 공간 좌표 상에서 구현하는 축소 모델을 운용하는 프로세서, 축소 모델을 구동하는 프로그램을 저장하는 메모리(160), 축소 모델을 표시하는 디스플레이부(140) 및 축소 모델에 관한 사용자 입력을 수신하는 입력부(120)를 포함할 수 있다.
- [0038] 디스플레이부(140)는 축소 모델을 시각적으로 표시하는 장비로서, 천체 및 인공 위성의 축소 형태인 오브젝트들을 공간 좌표 상에서 표시할 수 있다. 실시예들에 따르면 디스플레이부(140)는, 사용자의 조작에 따라 다양한 시각적 관점에서 오브젝트들을 표시하고, 오브젝트의 확대 및 축소, 오브젝트의 특정 방향에서의 단면, 오브젝트의 사시도 및 오브젝트의 투명도 등을 표시할 수 있다.
- [0039] 디스플레이부(140)는 다양한 종류의 디스플레이, 스크린 및 홀로그램 장비, 등을 제한없이 포함할 수 있다.
- [0040] 입력부(120)는 축소 모델과 관련하여, 인공 위성 및 천체의 수치에 관한 입력, 인공 위성 및 천체를 축소하는



비율에 관한 입력, 안테나의 통신 주파수에 관한 입력, 인공 위성의 조향 각도, 인공 위성의 급전 안테나의 오프셋에 관한 입력 및 천체 상 탐색하고자 하는 목표 영역(B) 등 다양한 사용자 입력을 수신할 수 있다.

- [0041] 입력부(120)는 터치 입력 장치, 키보드, 마우스 및 카메라 등 다양한 하드웨어 장비들을 포함할 수 있으며, 사용자 입력을 수신할 수 있는 구성들을 제한 없이 포함할 수 있다.
- [0042] 프로세서는, 축소된 수치를 갖는 안테나 탑재 인공 위성의 오브젝트 및 천체의 오브젝트가 공간 좌표 상에서 위치하는 좌표값들을 기하학적으로 계산할 수 있다.
- [0043] 프로세서는, 전파의 세기 및 주파수 등 전파의 특성에 기초하여, 안테나가 천체의 일 영역과 전파를 송신 및 수신할 수 있는 천체 상의 탐색 영역(A)을 연산을 통해 획득할 수 있다.
- [0044] 프로세서는 안테나 탑재 인공 위성 및 천체의 사이즈를 축소함에 따라, 인공위성과 천체 간의 통신이 실제 환경에서 수행되는 것과 동일한 작용 및 효과를 나타내도록, 시뮬레이션에 이용되는 전파의 주파수와 같은 특성들을 적절하게 변경할 수 있다.
- [0045] 메모리(160)는 축소 모델을 실행하는 각종 코드 및 프로그램을 기록할 수 있고, 축소 모델과 관련된 사용자 입력의 값, 축소 모델 실행 중 획득되는 중간 및 최종 출력값들을 기록하고, 프로세서의 명령에 따라 기록한 정보 및 값들을 반환할 수 있다.
- [0046] 도 2는 일 실시예에 따라 천체를 축소한 표준대기 기반 지구 축소 모델(300)에 관한 도면이다.
- [0047] 도 2를 참조하면, 천체는 소정의 비율에 따라 축소되어, 표준대기 기반 지구 축소 모델(300)로 구현될 수 있다.
- [0048] 축소 모델링장치(100)는 PC 사양에서 분석 가능한 해석 모델을 구축하기 위해 지구와 관련된 모든 변수들을 소정의 비율에 따라 축소할 수 있다. 예를 들어, 축소 모델링 장치(100)는 지구와 관련된 모든 변수들을  $10^9$  배 축소할 수 있다.
- [0049] 대기의 고도에 따른 굴절률 변화에 따른 전파 굴절 (Refraction) 현상을 고려하고 전파 감쇄에 반영되는 전파전송 경로를 기하학적으로 모델링하기 위한 축소 모델 및 설계변수를 보여준다.
- [0050] 또, 축소 모델링 장치(100)는 위성에서 전파되는 전파의 전송 경로를 모델링하기 위해 구체적인 기하학적 변수들을 제시할 수 있다. 예를 들어, 축소 모델링 장치(100)는, 자전축( $\theta_t$ ), 지구 반경( $R_e$ ), 위도( $\theta_s$ ), 지면탐색 직경( $D_g$ ), 반전력범폭( $\theta_b$ ) 및 GEO 고도( $R_0$ ) 등을 활용하여 축소 모델에서 전파의 전송 경로를 모델링할 수 있다.
- [0051] 또, 축소 모델링 장치(100)는 대기 상층부로 갈수록 휘어지는 전파의 굴절 현상을 반영함으로써 기하학적 모델의 정확도를 극대화하기 위해 지구의 반경을 4/3배 스케일링 함으로써, 곡선으로 휘어지는 전파의 전송경로를 직선으로 등가화할 수 있다.
- [0052] 이로써, 축소 모델링 장치(100)는 대기의 고도에 따른 굴절률 변화에 따른 전파 굴절(Refraction) 현상 및 전파 감쇄를 반영하여 인공 위성이 전파 송수신하고, 통신하는 것을 구현할 수 있다.
- [0053] 도 3은 일 실시예에 따라 인공 위성에 탑재된 안테나를 축소한 안테나 축소 모델(200)에 관한 도면이다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 인공 위성에 탑재되는 안테나는 소정의 비율에 따라 안테나 축소 모델(200)로 구현될 수 있다. 안테나 축소 모델(200)은 전기적으로 큰 반사판 안테나의 성능을 예측할 경우 발생하는 해석 시간 및 메모리(160) 증가 문제를 해결할 수 있다.
- [0055] 안테나 축소 모델(200)은 실제 반사판 안테나의 성능과 동일한 성능을 구현할 수 있도록, 반사판(220) 안테나의 크기를 n배 축소함에 따라, 실제 사용되는 전파의 주파수보다 n배 높은 주파수에서 안테나 특성을 예측할 수 있다. 예를 들어, 안테나 축소 모델(200)은 실제 안테나의 크기보다 10배 축소될 수 있고, 이에 따라 프로세서는 통합 축소 모델에서 실제 400 MHz 주파수 대역에서 안테나 특성을 확인하기 위해 10배 높은 주파수인 4 GHz에서 주파수 특성을 분석할 수 있다.
- [0056] 또, 안테나 축소 모델(200)은, 반사판(220)의 직경(D) 및 급전 안테나(feeding antenna)의 초점 거리(Focal distance, F)를 조절하여 F/D에 따른 성능 변화를 연산 및 표시할 수 있다.
- [0057] 또, 안테나 축소 모델(200)은 급전 안테나(240)와 반사판(220)이 연결되는 접점(260)이, 반사판(220) 중심부로



부터 이격된 거리인 오프셋(Offset, 1)을 조절하여 전파의 특성을 연산 및 표시할 수 있다.

- [0058] 또, 안테나 축소 모델(200)은 천체 오브젝트에 대한 안테나 오브젝트의 조향 각도(e)에 기초하여, 전파의 특성을 연산 및 표시할 수 있다.
- [0059] 도 4는 일 실시예에 따른 통합 축소 모델 및 통합 축소 모델에서 인공 위성의 탐색 영역(A)에 관한 도면이다.
- [0060] 도 4를 참조하면, 통합 축소 모델은 표준대기 기반 지구 축소 모델(300) 및 안테나 축소 모델(200)은 통합하여 구현될 수 있다. 통합 축소 모델은 안테나 축소 모델(200)에서 도출되는 안테나의 특성을 반영하여 지구 축소 모델(300)에서 안테나의 지표면 탐지 영역을 표시할 수 있다. 예를 들면, 지구 축소 모델(300) 상 한반도의 위도에서는 원형이 아닌 타원형 영역이 스캔되는 것을 확인할 수 있다.
- [0061] 통합 축소 모델은 안테나 축소 모델(200)에서 설정된 탑재 안테나의 주파수, 반전력 빙폭, 조향 오차(Pointing Error, e), 빙조향 각도, 오프셋(1) 등에 따라 및 지구 축소 모델(300) 상 지면 탐색 영역(A)의 형상 및 변화를 직관적으로 표현할 수 있다.
- [0062] 도 5는 일 실시예에 따른 축소 모델링 장치(100)의 모델링 방법에 관한 순서도이다.
- [0063] 도 5를 참조하면, 축소 모델링 장치(100)는 공간 좌표 상에서, 천체를 소정의 비율(n)에 따라 축소하여 천체 오브젝트를 생성하고, 또 안테나를 소정의 비율(n)에 따라 축소하여 안테나 오브젝트를 생성할 수 있다(S1100).
- [0064] 이 때, 축소 모델링 장치(100)는 안테나 오브젝트의 반사판과 급전 안테나 말단 간의 이격 거리(F) 및 반사판의 직경(D)의 F/D 비율을 안테나의 실물 F/D 비율과 동일하게 유지할 수 있다.
- [0065] 축소 모델링장치(100)는 안테나 및 천체 간에 송수신되는 전파의 주파수(f)를 소정의 비율(n)에 따라 증가시킨 조정 주파수를 획득할 수 있다(S1200).
- [0066] 통합 축소 모델에서 실제 반사판 안테나의 성능과 동일한 성능을 구현하기 위해서, 축소 모델링 장치(100)는 안테나의 크기를 n배 축소함에 따라, 실제 사용되는 전파의 주파수보다 n배 높은 조정 주파수에서 안테나 특성을 예측할 수 있다.
- [0067] 예를 들어 파라볼릭 안테나의 경우, 반사판의 직경(D<sub>ant</sub>)과 탐색 영역(A)을 결정하는 안테나 특성인 반전력빙폭(HPBW)은 이론적으로 수학식 1의 관계를 가진다.

**수학식 1**

[0068] 
$$HPBW ; \frac{70\lambda}{D_{ant}} = \frac{70}{D_{ant}} \frac{c}{f}$$

[0069] 반사판의 직경(D<sub>ant</sub>)이 n배 축소될 경우, 조정 주파수가 실제 송수신되는 주파수(f)의 n배로 증가할 때 수학식 1의 분모는 (D<sub>ant</sub>/n) · (n · f)로 표현되며, 이때 n은 서로 상쇄되므로 분모는 D<sub>ant</sub> · f가 된다. 따라서 통합 축소 모델 상에서 안테나 축소 모델의 반전력빙폭(HPBW)은 실물 안테나의 반전력빙폭(HPBW)과 동일하게 구현될 수 있다.

[0070] 상술한 원리는 수학식 2에 표현된 안테나의 이득(G<sub>ant</sub>)과 반사판의 직경(D<sub>ant</sub>)의 관계에도 나타난다.

**수학식 2**

[0071] 
$$G_{ant} = 4\pi \left( \frac{D_{ant}}{\lambda} \right)^2 = 4\pi \left( D_{ant} \cdot \frac{f}{c} \right)^2$$

[0072] 반사판의 직경(D<sub>ant</sub>)이 n배 축소될 경우, 조정 주파수가 실제 주파수(f)의 n배로 증가할 때 수학식 3의 관계에 의해, 통합 축소 모델의 이득(G<sub>scale</sub>)은 실물 안테나의 이득(G<sub>ant</sub>)과 동일하게 구현될 수 있다.

수학식 3

$$G_{scale} = 4\pi \left( \frac{D_{ant} \cdot n \cdot f}{n \cdot c} \right)^2 = 4\pi \left( D_{ant} \cdot \frac{f}{c} \right)^2 = 4\pi \left( \frac{D_{ant}}{\lambda} \right)^2 = G_{ant}$$

[0073]

[0074]

[0075]

[0076]

[0077]

[0078]

[0079]

[0080]

[0081]

[0082]

[0083]

[0084]

[0085]

[0086]

축소 모델링 장치(100)는 조정 주파수에 기초하여, 안테나 오브젝트가 전파를 송수신하는 천체 오브젝트 상의 탐색 영역(A)을 획득할 수 있다(S1300).

조정 주파수가 증가할수록 반전력 빙폭(HPBW; Half Power Beam Width)은 감소하고, 이에 따라 탐색 영역(A)의 크기는 감소한다. 조정 주파수가 감소할수록 반전력 빙폭 및 탐색 영역(A)의 크기는 증가한다.

축소 모델링 장치(100)는 오프셋(1), 안테나 오브젝트의 조향 각도(e), 축소 비율(n) 및 주파수(f) 등 다양한 사용자 입력을 수신하고, 이에 따라 탐색 영역(A)을 계산하여, 변경된 탐색 영역(A)을 표시할 수 있다.

축소 모델링 장치(100)는 디스플레이부(140)를 통해 탐색 영역(A)을 표시할 수 있다. 또, 축소 모델링 장치(100)는 사용자가 탐색하고자 하는 천체 상의 일 영역인 목표 영역(B)을 입력받고, 디스플레이부(140)를 통해 목표 영역(B)을 표시할 수 있다.

축소 모델링 장치(100)는 탐색 영역(A)이 목표 영역(B)과 일치하도록 안테나 오브젝트의 조향 각도(e), 오프셋(1), 축소 비율(n) 및 주파수(f) 등 다양한 요인을 변경할 수 있다.

예를 들어, 먼저 축소 모델링 장치(100)는 미리 정해진 안테나 오브젝트의 조향 각도(e) 및 오프셋(1)에 대해 지구 축소 모델(300) 상의 탐색 영역(A)을 획득할 수 있다. 이후, 축소 모델링 장치(100)는 미리 정해진 목표 영역(B)과 탐색 영역(A)을 비교할 수 있다. 축소 모델링 장치(100)는 목표 영역(B)과 탐색 영역(A)이 일치하지 않는 경우, 목표 영역(B)과 탐색 영역(A)이 일치하도록 비율(n) 및 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 변경할 수 있다.

보다 구체적인 예를 들어 설명하면, 축소 모델링 장치(100)는 미리 정해진 조향 각도(e) 또는 오프셋(1)에 대해 탐색 영역(A)을 획득하고, 탐색 영역(A)과 목표 영역(B)의 중첩 면적을 계산할 수 있다. 축소 모델링 장치(100)는 중첩 면적이 소정의 역치 값 이하인 경우, 비율(n) 및 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 소정의 변화량만큼 증가 또는 감소시키고, 이에 따른 탐색 영역(A)을 다시 획득할 수 있다. 축소 모델링 장치(100)는 목표 영역(B)과 재 획득된 탐색 영역(A)의 중첩 면적이 소정의 역치 값 이하인지 다시 판단하고, 중첩 면적이 소정의 역치 값을 초과할 될 때까지 반복적으로(iteratively) 비율(n) 및 주파수(f) 중 적어도 어느 하나를 소정의 변화량만큼 변화시킬 수 있다. 이로써, 축소 모델링 장치(100)는 조향 각도(e) 또는 오프셋(1)이 주어진 상황에서, 탐색 영역(A)을 목표 영역(B)에 일치시키기 위한 최적의 축소 비율 또는 주파수 값을 획득할 수 있다.

도 6은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 전파의 주파수에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역(A)에 관한 도면이다.

도 6을 참조하면, 통합 축소 모델은 주파수 변화에 따른 반전력 빙폭 및 탐색 영역(A)의 변화를 표시할 수 있다. 통합 축소 모델에 따르면, 주파수가 증가할수록 반전력 빙폭 및 탐색 영역(A)은 감소하고, 주파수가 감소할수록 반전력 빙폭 및 탐색 영역(A)은 증가한다.

예를 들면, 도 6(a)에서 주파수는 20MHz이며, 반전력 빙폭은 14.85° 이다. 도 6(b)에서 주파수는 100MHz이며, 반전력 빙폭은 2.97° 이고, 탐색 영역(A)의 직경은 2,708km이다. 도 6(c)에서 주파수는 400MHz이며, 반전력 빙폭은 0.74° 이고, 탐색 영역(A)의 직경은 769.7km이다. 도 6(d)에서 주파수는 1GHz이며, 반전력 빙폭은 0.30° 이고, 탐색 영역(A)의 직경은 306.2km이다.

도 7은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 안테나의 조향 각도(e)에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역(A)에 관한 도면이다.

도 7을 참조하면, 통합 축소 모델은 인공 위성에 의도하지 않은 조향 오차(Pointing Error)가 발생함에 따라, 변화하는 탐색 영역(A)을 표시할 수 있다. 안테나의 조향 오차(e) 설계 시 요구되는 성능규격을 획득하기 위해 축소 모델링 장치(100)를 통한 분석이 활용될 수 있다.

예를 들면, 도 7(a)에서 주파수는 100MHz이고, 조향 오차(e)는 0이고, 도 7(b)에서 주파수는 100MHz이고, 조향

오차(e)는 1° 이다. 이에 따라 도 7(a)에 비해, 도 7(b)에서 탐색 영역(A)은 547.5km 만큼 이동한다.

- [0087] 도 7(c)에서 주파수는 400MHz이고, 조향 오차(e)는 0이고, 도 7(d)에서 주파수는 400MHz이고, 조향 오차(e)는 1° 이다. 이에 따라 도 7(c)에 비해, 도 7(d)에서 탐색 영역(A)은 554.8km 만큼 이동한다.
- [0088] 도 8은 일 실시예에 따른 축소 모델에서 급전 안테나의 오프셋(1)에 따라 변화하는 인공 위성의 탐색 영역(A)에 관한 도면이다.
- [0089] 도 8을 참조하면, 통합 축소 모델은 급전 안테나의 오프셋(1)에 따른 빔조향 각도를 반영함으로써 탐색 영역(A)의 변화를 표시할 수 있다. 통합 축소 모델은 안테나의 오프셋(1)에 따른 지면탐색 영역(A)의 변화를 분석할 수 있는 툴을 제공할 수 있고, 이를 활용한 분석을 통해 한반도 주변국과 같은 목표 영역(B)을 조향하기 위한 안테나 빔 조향 설계 성능규격이 마련될 수 있다.
- [0090] 예를 들면, 도 8(a)에서 주파수는 4GHz이고, 오프셋(1)은 1m 및 0.67° 이고, 이에 따라 탐색 영역(A)은 오프셋(1)이 0인 경우에 비해 379km의 이격 거리(s)만큼 이동한다.
- [0091] 도 8(b)에서 주파수는 4GHz이고, 오프셋(1)은 2m 및 1.35° 이고, 이에 따라 탐색 영역(A)은 오프셋(1)이 0인 경우에 비해 704km의 이격 거리(s)만큼 이동한다.
- [0092] 도 8(c)에서 주파수는 4GHz이고, 오프셋(1)은 3m 및 2.02° 이고, 이에 따라 탐색 영역(A)은 오프셋(1)이 0인 경우에 비해 1,105km의 이격 거리(s)만큼 이동한다.
- [0093] 도 8(d)에서 주파수는 4GHz이고, 오프셋(1)은 4m 및 2.7° 이고, 이에 따라 탐색 영역(A)은 오프셋(1)이 0인 경우에 비해 1,483km의 이격 거리(s)만큼 이동한다.
- [0094] 본 발명의 당업자라면 본 발명이 기타 프로그램 모듈들과 결합되어 및/또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로서 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 예를 들어, 본 발명은 컴퓨터-관독가능 매체에 의해 구현될 수 있다.
- [0095] 컴퓨터에 의해 액세스 가능한 매체는 그 어떤 것이든지 컴퓨터 관독 가능 매체가 될 수 있고, 이러한 컴퓨터 관독가능 매체는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적(transitory) 및 비일시적(non-transitory) 매체, 이동식 및 비-이동식 매체를 포함한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 관독가능 매체는 컴퓨터 관독 가능 저장 매체 및 컴퓨터 관독가능 전송 매체를 포함할 수 있다.
- [0096] 컴퓨터 관독 가능 저장 매체는 컴퓨터 관독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보를 저장하는 임의의 방법 또는 기술로 구현되는 휘발성 및 비휘발성 매체, 일시적 및 비-일시적 매체, 이동식 및 비이동식 매체를 포함한다. 컴퓨터 관독가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 기타 메모리 기술, CD-ROM, DVD(digital video disk) 또는 기타 광 디스크 저장 장치, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장 장치 또는 기타 자기 저장 장치, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고 원하는 정보를 저장하는 데 사용될 수 있는 임의의 기타 매체를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0097] 컴퓨터 관독가능 전송 매체는 통상적으로 반송파(carrier wave) 또는 기타 전송 메커니즘(transport mechanism)과 같은 피변조 데이터 신호(modulated data signal)에 컴퓨터 관독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터들을 구현하고 모든 정보 전달 매체를 포함한다. 피변조 데이터 신호라는 용어는 신호 내에 정보를 인코딩하도록 그 신호의 특성들 중 하나 이상을 설정 또는 변경시킨 신호를 의미한다. 제한이 아닌 예로서, 컴퓨터 관독가능 전송 매체는 유선 네트워크 또는 직접 배선 접속(direct-wired connection)과 같은 유선 매체, 그리고 음향, RF, 적외선, 기타 무선 매체와 같은 무선 매체를 포함한다. 상술된 매체들 중 임의의 것의 조합도 역시 컴퓨터 관독가능 전송 매체의 범위 안에 포함되는 것으로 한다.
- [0098] 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 여기에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 프로세서들, 수단들, 회로들 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, (편의를 위해, 여기에서 "소프트웨어"로 지칭되는) 다양한 형태들의 프로그램 또는 설계 코드 또는 이들 모두의 결합에 의해 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호 호환성을 명확하게 설명하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 이들의 기능과 관련하여 위에서 일반적으로 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 대하여 부과되는 설계 제약들에 따라 좌우된다. 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 각각의 특정한 애플리케이션에 대하여 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수 있으나, 이러한 구현 결정들은 본 발명의 범위를 벗어나는 것으로 해석되어서는 안 될 것이다.

[0099] 여기서 제시된 다양한 실시예들은 방법, 장치, 또는 표준 프로그래밍 및/또는 엔지니어링 기술을 사용한 제조 물품(article)으로 구현될 수 있다. 용어 "제조 물품"은 임의의 컴퓨터-관독가능 장치로부터 액세스 가능한 컴퓨터 프로그램, 캐리어, 또는 매체(media)를 포함한다. 예를 들어, 컴퓨터-관독가능 저장 매체는 자기 저장 장치(예를 들면, 하드 디스크, 플로피 디스크, 자기 스트립, 등), 광학 디스크(예를 들면, CD, DVD, 등), 스마트 카드, 및 플래쉬 메모리 장치(예를 들면, EEPROM, 카드, 스틱, 키 드라이브, 등)를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 용어 "기계-관독가능 매체"는 명령(들) 및/또는 데이터를 저장, 보유, 및/또는 전달할 수 있는 무선 채널 및 다양한 다른 매체를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다.

[0100] 제시된 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근들의 일례임을 이해하도록 한다. 설계 우선순위들에 기반하여, 본 발명의 범위 내에서 프로세스들에 있는 단계들의 특정한 순서 또는 계층 구조가 재배열될 수 있다는 것을 이해하도록 한다. 첨부된 방법 청구항들은 샘플 순서로 다양한 단계들의 엘리먼트들을 제공하지만 제시된 특정한 순서 또는 계층 구조에 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

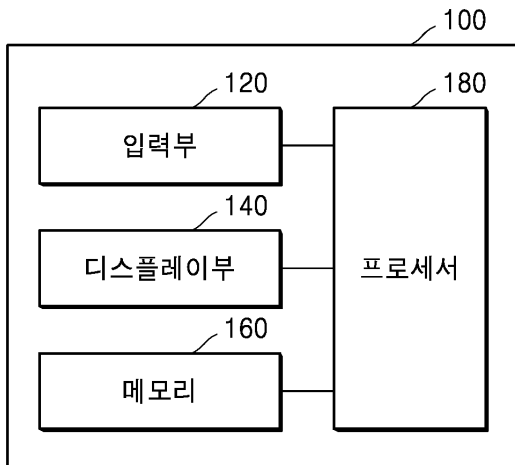
[0101] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

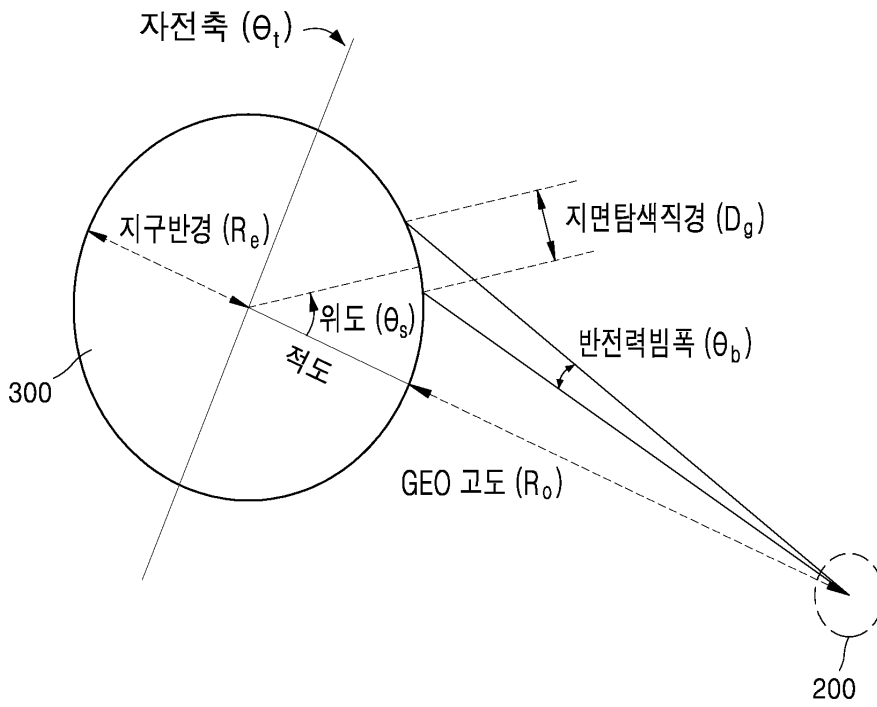
- [0102] 100 축소 모델링 장치
- 200 안테나 축소 모델
- 300 지구 축소 모델

**도면**

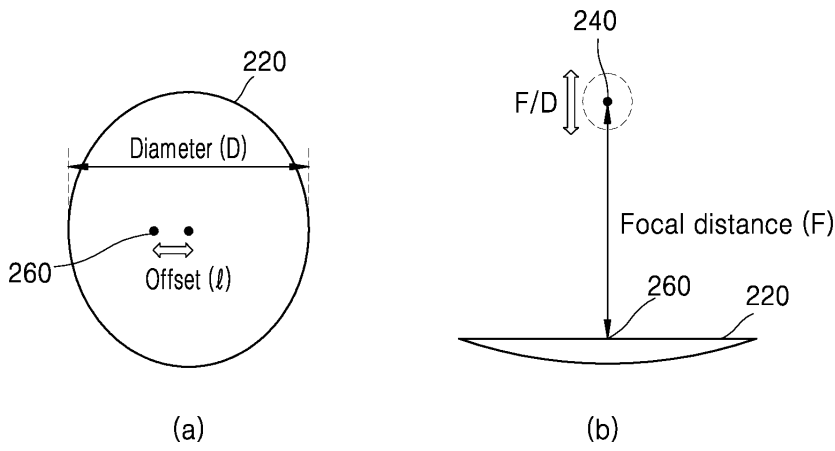
**도면1**



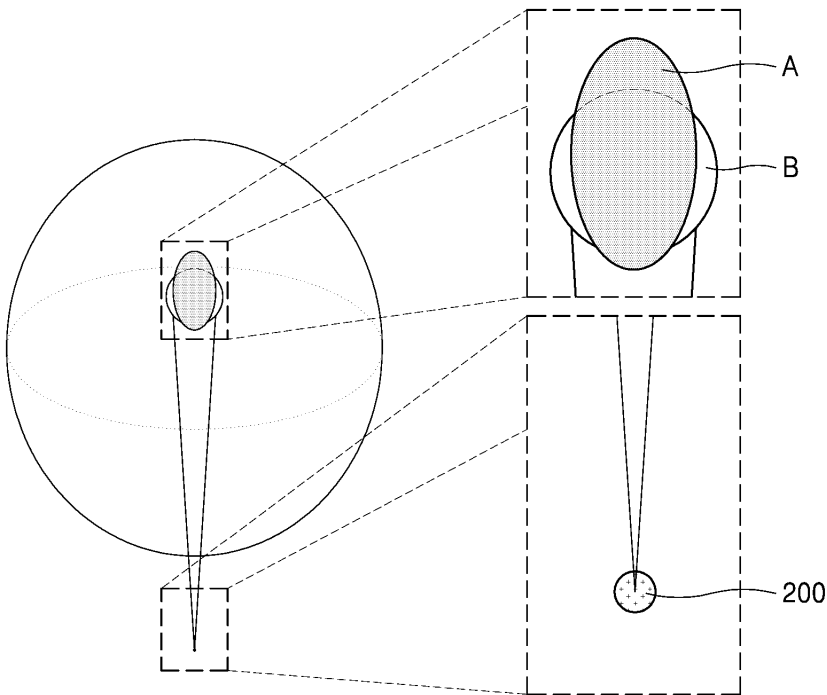
도면2



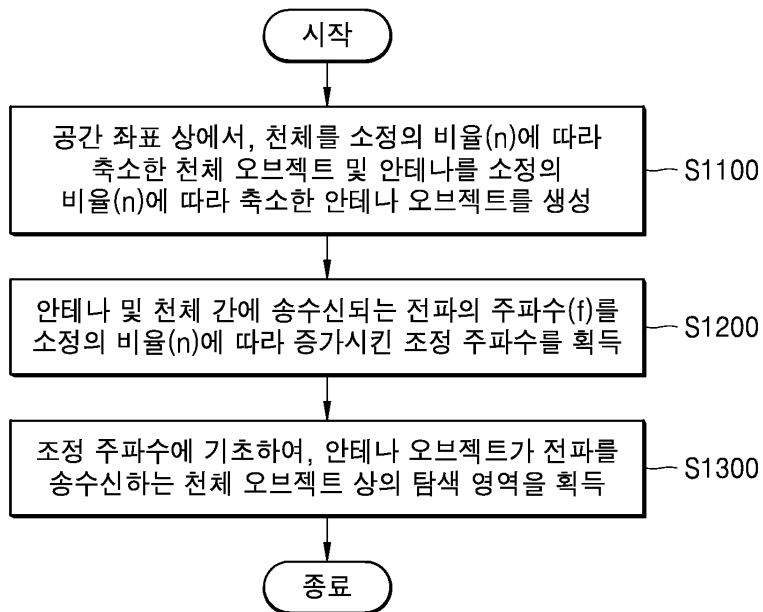
도면3



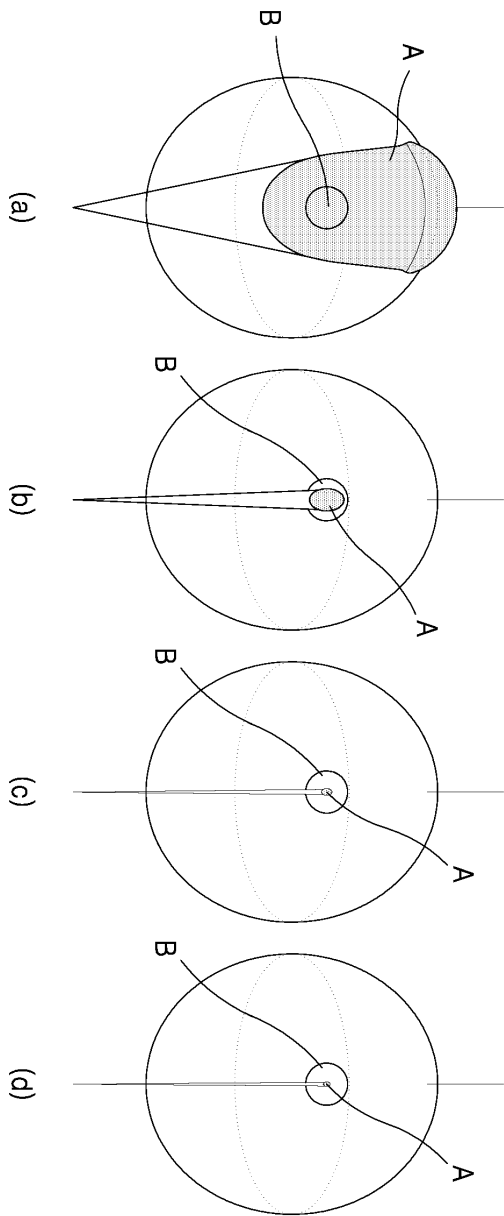
도면4



도면5

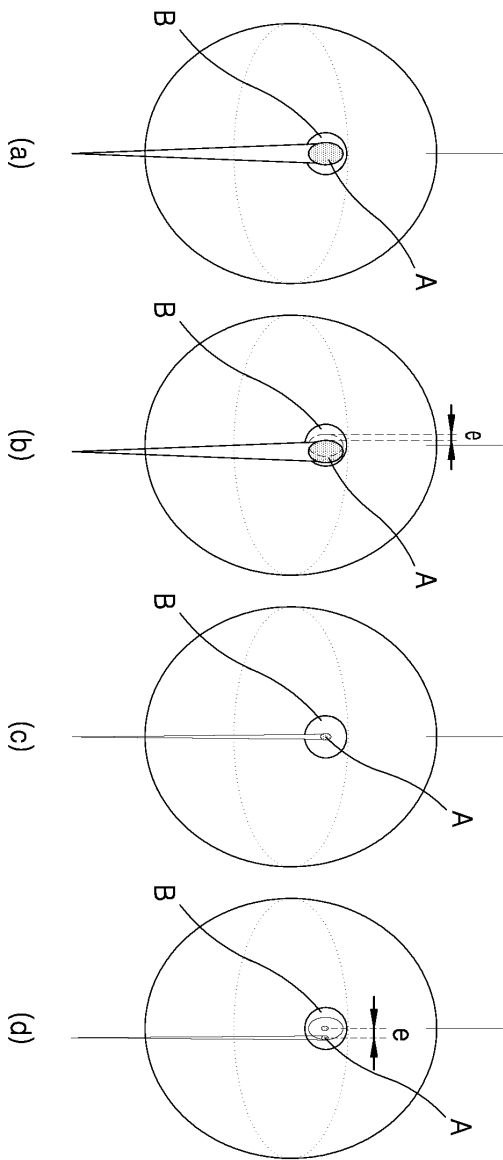


도면6





도면7



도면8

