(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024 년 5 월 30 일 (30.05.2024)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2024/111849 A1

(51) 국제특허분류:
H04W 16/28 (2009.01) ***H04B 7/185*** (2006.01)
H04W 48/10 (2009.01) ***H04L 27/26*** (2006.01)
H04W 72/04 (2009.01) ***H04W 84/06*** (2009.01)
H04W 74/08 (2009.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2023/014557

(22) 국제출원일: 2023 년 11 월 14 일 (14.11.2023)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2022-0160442 2022 년 11 월 25 일 (25.11.2022) KR
10-2023-0068270 2023 년 5 월 26 일 (26.05.2023) KR

(71) 출원인: 아주대학교산학협력단 (**AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 16499 경기도 수원시 영통구 월드컵로 206, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김재현 (**KIM, Jae Hyun**); 06602 서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10 108동 1703호, Seoul (KR). 신원재 (**SHIN, Won Jae**); 06217 서울특별시 강남구 선릉로 69길 20 112동 303호, Seoul (KR). 한상민 (**HAN, Sang Min**); 16697 경기도 수원시 영통구 매영로 310번길 12 553동 905호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 성병기 (**SUNG, Byung Kee**); 06651 서울특별시 서초구 사임당로 32 12층 마루특허법률사무소, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

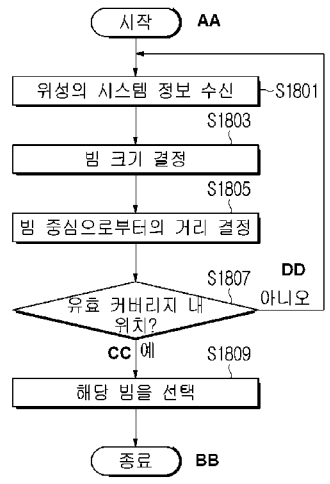
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

WO 2024/111849 A1

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR PERFORMING BEAM SELECTION IN COMMUNICATION SYSTEM SUPPORTING SATELLITE COMMUNICATION

(54) **발명의 명칭:** 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택을 수행하는 장치 및 방법

[도18]



S1801 ... Receive system information of satellite
S1803 ... Determine beam size
S1805 ... Determine distance from beam center
S1807 ... Located within effective coverage?
S1809 ... Select corresponding beam
AA ... Start
BB ... End
CC ... Yes
DD ... No

(57) **Abstract:** The present disclosure relates to beam selection in a system supporting satellite communication. A method for performing beam selection of a terminal in a communication system supporting satellite communication may comprise the steps of: receiving first information on an elevation angle and second information on the center of a beam for supporting the satellite communication; determining coverage of a beam on the basis of the first information and the second information; determining a distance between the terminal and the center of the beam on the basis of the second information; and selecting a serving beam for the terminal on the basis of the coverage of the beam and the distance.

(57) **요약서:** 본 개시는 위성 통신을 지원하는 시스템에서 빔 선택에 관한 것으로, 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 단말의 빔 선택을 수행하는 방법은, 상기 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하는 단계, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하는 단계, 상기 제2 정보에 기반하여 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 결정하는 단계, 상기 빔의 커버리지 및 상기 거리에 기반하여, 상기 단말을 위한 서빙 빔을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택을 수행하는 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 개시는 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 설계 및 빔 선택을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 이동 통신 시스템은 세대를 거듭하며 점차 발전하고 있다. 성공적으로 상용화를 달성한 LTE(long term evolution) 시스템에 이어, 5G(5^{th} generation) 시스템의 표준화 및 상용화가 진행 중에 있으며, 현재 6G(6^{th} generation) 시스템에 대한 논의도 활발히 이루어지고 있다. 저궤도(low earth orbit, LEO) 위성 네트워크는 고궤도 위성에 비해 지연 시간이 짧기 때문에 5G NR(New Radio) 및 차세대 통신 시스템에 적합하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[3] 본 개시는 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔을 선택하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[4] 본 개시는 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성에 의해 제공되는 빔들 중 서빙(serving) 빔을 선택하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[5] 본 개시는 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 유효 커버리지 크기를 고려하여 빔을 선택하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[6] 본 개시는 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔의 유효 커버리지 크기를 결정하기 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[7] 본 개시는 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔의 유효 커버리지 크기를 결정하기 위해 필요한 정보를 획득하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[8] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 단말의 빔 선택을 수행하는 방법은, 상기 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하는 단계, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하는 단계, 상기 제2 정보에 기반하여 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 결정하는 단계, 상기 빔의 커버리지 및 상기 거리에 기반하여, 상기 단말을 위한 서빙 빔을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[9] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보는, 시스템 정보를 통해 수신되고, 상기 시스템 정보는, 상기 단말을 위한 위성 통신을 지원하기 위한 반송파 주파수, 부반송파 간격, 최소 고도각(elevation angle), 최대 고도각,

프리앰블 정보, 상기 위성의 고도, 및 상기 빔의 중심 위치 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[10] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 정보는, 상기 위성이 송신하는 빔의 중심 위치에 대한 정보를 포함하며, 상기 제1 정보는, 상기 위성의 이동에 따라 상이한 값을 가지며, 상기 서빙 빔은, 상기 고도각에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정될 수 있다.

[11] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 반송파 주파수 및 상기 부반송파 간격 각각은, 상기 단말에 설정된 주파수 대역(frequency range, FR)에 따라 달라지며, FR1에서 지원되는 부반송파 간격은, 15, 30, 60 kHz이고, FR2에서 지원되는 부반송파 간격은 60 kHz, 120 kHz이고, 상기 서빙 빔은, 상기 단말에 설정된 주파수 대역에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정될 수 있다.

[12] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 빔의 커버리지는, 상기 단말을 위해 설정된 부반송파 간격, 주파수 대역, 상기 위성의 이동에 따른 고도각에 따라 달라지며, 상기 빔의 커버리지는, 상기 부반송파 간격이 N에서 2N으로 증가함에 따라 1/2로 변화하고, 상기 빔의 커버리지는, 상기 주파수 대역이 M에서 2M으로 증가함에 따라 1/5 크기로 변화하고, 상기 서빙 빔은, 상기 위성의 이동에 따른 고도각을 고려하여 선택될 수 있다.

[13] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 빔의 커버리지는, 빔의 중심으로부터의 거리에 따른, 빔 중심에 기준한 보상 이후에 잔류하는 잔여 도플러 값의 변화 특성에 기반하여 결정될 수 있다.

[14] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 빔의 커버리지의 크기를 결정하는 단계는, 상기 위성의 궤도 또는 고도, 상기 빔을 통해 송신되는 신호의 반송파 주파수에 기반하여 최대 잔여 도플러 값을 결정하는 단계, 상기 최대 잔여 도플러 값 및 상기 신호의 부반송파 간격에 기반하여 상기 커버리지의 크기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[15] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 위성에서 송신되는 MIB(master information block)에 포함되는 상기 부반송파 간격을 지시하는 파라미터를 확인하는 단계, 및 상기 파라미터에 기반하여 상기 부반송파 간격을 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[16] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 부반송파 간격을 확인하는 단계는, 상기 부반송파 간격을 지시하는 파라미터를 수신한 주파수가 속한 FR(frequency range)에 기반하여 상기 파라미터를 해석하는 단계를 포함할 수 있다.

[17] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 위성에 관련된 시스템 정보에 포함되는 상기 반송파 주파수를 지시하는 파라미터를 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[18] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 시스템 정보를 통해 획득되는 정보에 기반하여 상기 빔의 중심의 위치 또는 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 추정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[19] 본 개시의 일 실시예에 따르면, NTN 접속을 위한 보조 정보를 포함하는 SIB(system information block)에 포함되는 상기 빔의 중심의 위치에 대한 정보를 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 서빙 빔을 선택하는 단계는, 상기 거리가 상기 커버리지의 크기 이하이면, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 전달한 빔을 상기 서빙 빔으로서 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[21] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 빔의 커버리지를 결정하는 단계는, 시스템 정보에 기반하여 획득되는 제1 정보 셋에 기초하여 차등 지연을 고려한 제1 빔 크기를 결정하는 단계, 상기 시스템 정보에 기반하여 획득되는 제2 정보 셋에 기초하여 도플러 천이에 대한 보상을 고려한 제2 빔 크기를 결정하는 단계, 및 상기 제1 빔 크기와 상기 제1 빔 크기 중 더 작은 빔 크기를 기반으로 상기 위성에서 사용하는 빔의 커버리지의 크기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[22] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 정보 셋은, 최소 고도각, 프리앰블 정보, 부반송파 간격, 및 상기 위성의 고도 중 적어도 하나를 포함하며, 상기 제2 정보 셋은, 상기 빔을 통해 송신되는 신호의 반송파 주파수, 상기 부반송파 간격, 최대 고도각, 및 상기 위성의 고도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[23] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 차등 지연은, 최대 랜덤 억세스 거리, 및 최대 타이밍 어드밴스 거리 중 적어도 하나에 기반하여 제한될 수 있다.

[24] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 빔 크기는, 랜덤 억세스 프리앰블 정보를 이용하여 계산되는 최대 랜덤 억세스 거리를 기반으로 결정될 수 있다.

[25] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 정보 셋은, 최소 고도각을 포함하며, 상기 최소 고도각은, 미리 정의되는 값을 포함할 수 있다.

[26] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 상기 제2 정보 셋은, 최대 고도각을 포함하며, 상기 최대 고도각은, NTN 접속을 위한 보조 정보를 포함하는 SIB에 포함될 수 있다.

[27] 본 개시의 일 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말은, 송수신기, 및 상기 송수신기에 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하고, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하고, 상기 제2 정보에 기반하여 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 결정하고, 상기 빔의 커버리지 및 상기 거리에 기반하여, 상기 단말을 위한 서빙 빔을 선택하도록 제어할 수 있다.

발명의 효과

[28] 위성을 이용한 비지상 통신 (Non-Terrestrial Network, NTN) 시스템에서 빔이 효과적으로 선택할 수 있다.

[29] 보다 구체적으로, 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 셀의 기준 위치에 관한 정보를 기반으로 유효한 빔 및 빔의 크기를 고려하여 서빙 셀 및 서빙 빔으로

서 선택함으로써, 종래의 비지상 무선 액세스 환경의 특성인 긴 지연시간, 가변 지연시간, 위성 움직임에 따른 큰 도플러 효과를 고려한 최적의 서빙 셀 및 서빙 빔을 선택하게 되는 장점을 가진다.

[30] 이는 무선 통신 시스템의 프로토콜 및 통신 절차를 별도의 추가 절차 없이 준용하며, 또한 위성 종류별 액세스 환경 차이, 광범위한 빔 커버리지, 단말 위치 별 큰 지연 차이, 움직이는 셀 위치 상황, 단말 위치 정보 사용 여부에 대한 고려하여 최적의 셀 및 빔을 선택함에 따라, 연속적인 서비스 지원을 제공하는 장점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[31] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 시스템의 예를 도시한다.

[32] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 시스템의 다른 예를 도시한다.

[33] 도 3는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 시스템에서 장치의 구성을 도시한다.

[34] 도 4a 및 도 4b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 시스템에서 위성에 의해 제공되는 고정 빔 셀 및 이동 빔 셀을 도시한다.

[35] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 반송파 주파수 별로 발생할 수 있는 도플러 천이에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[36] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 도플러 천이에 대한 사전-보상(pre-compensation)의 개념을 도시한다.

[37] 도 7a 내지 도 7d는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 따른 잔여 도플러 천이의 변화를 도시한다

[38] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 따른 BER(bit error rate)의 변화를 도시한다.

[39] 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 커버리지 내 위치에 따른 잔여 도플러 천이의 차이를 도시한다.

[40] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심 및 빔 경계에서의 도플러 천이의 패턴들의 비교를 도시한다.

[41] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 이동방향에 대해 수직 방향에 위치한 빔 가장자리에서 발생하는 위성의 반송파 주파수 별 잔여 도플러 천이를 도시한다.

[42] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 따른 최대 잔여 도플러 천이를 도시한다.

[43] 도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 반송파 주파수 및 SCS에 따른 유효 빔 커버리지의 장반경을 도시한다.

[44] 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 이동에 따른 고도각의 변화를 도시한다.

[45] 도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서의 위성의 이동에 따른 빔 중심으로부터 빔 가장자리까지의 거리 별 도플러 천이의 변화를 도시한다.

[46] 도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 이동에 따른 빔 중심으로부터 빔 가장자리까지의 거리 별 따른 잔여 도플러 천이의 변화를 도시한다.

[47] 도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 초기 접속(initial access) 절차를 도시한다.

[48] 도 18은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔을 선택하는 절차의 예를 도시한다.

[49] 도 19는 본 개시의 일 실시예에 따라 빔 선택을 위한 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다.

[50] 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따라 부반송파 간격 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다.

[51] 도 21은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔 중심 위치 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다.

[52] 도 22a 내지 22c는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[53] 도 23a는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 차등 지연(differential delay)의 개념을 도시한다.

[54] 도 23b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 랜덤 억세스 프리앰블의 포맷을 도시한다.

[55] 도 24a 및 도 24b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 프리앰블 포맷 별 최대 랜덤 억세스 거리를 도시한다.

[56] 도 25는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 상향링크 및 하향링크 타이밍 관계를 도시한다.

[57] 도 26은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 빔 반경을 도시한다.

[58] 도 27a 및 도 27b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 크기에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[59] 도 28a 및 도 28b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 크기에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[60] 도 29는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 최종 빔 크기 상한을 결정하는 개념도이다.

[61] 도 30a 내지 도 30d는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[62] 도 31은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔을 선택하는 절차의 예를 도시한다.

[63] 도 32는 본 개시의 일 실시예에 따라 최소 고도각을 획득하는 절차의 예를 도시한다.

[64] 도 33은 본 개시의 일 실시예에 따라 최대 고도각을 획득하는 절차의 예를 도시한다.

발명의 실시를 위한 형태

[65] 본 실시예들에서 사용되는 용어는 본 실시예들에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서, 본 실시예들에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 실시예들 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[66] 본 실시예들은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 일부 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 실시예들을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 실시예들의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어들은 단지 실시예들의 설명을 위해 사용된 것으로, 본 실시예들을 한정하려는 의도가 아니다.

[67] 본 실시예들에 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 실시예들에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[68]

[69] 저궤도(low earth orbit, LEO) 위성 네트워크의 주요 문제 중 하나는 저궤도 위성의 높은 이동성(mobility)이다. 저궤도 위성 네트워크 설계에서는 높은 이동성으로 인한 도플러 천이(Doppler shift)가 고려되어야 한다. 저궤도 위성 네트워크에서 도플러 천이를 극복하기 위한 몇몇 연구가 제안되었으나, NR 기반 NTN(Non-Terrestrial Network)에 대한 연구는 아직 미흡하다. 이에 본 개시는 보상(compensation) 시나리오를 적용할 때 저궤도 위성 네트워크에서 도플러 천이의 특성을 분석하고, 분석된 도플러 천이 및 NR의 특성을 고려하여 도플러 천이를 극복하기 위한 저궤도 위성 네트워크의 셀 관리 기술을 제안한다. 구체적으로,

본 개시는 저궤도 위성 네트워크의 셀을 제공하기 위한 빔(beam)의 크기를 결정 및 제어하고, 관련된 정보를 시그널링하기 위한 다양한 실시예들을 설명한다.

[70] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 네트워크의 예를 도시한다.

[71] 도 1을 참고하면, 위성 네트워크는 단말(110), 위성들(120-1, 120-2), 게이트웨이(130)를 포함한다. 단말(110)은 사용자 장치이며, 이동성을 가지거나, 고정된 장치일 수 있다. 상기 단말(110)은 단말(110)의 능력(capability) 및 어플리케이션 운용에 따라 가변적인 서비스 대역 및 운용 정보를 지원할 수 있다. 또한, 단말(110)은 단말(110)의 특징에s 따라 고정된 형태, 이동성에 특화된 형태, 다양한 형태로 운용될 수 있다. 단말(110)은 'UE(user equipment)'로 지칭될 수 있다. 위성들(120-1, 120-2)은 정해진 궤도를 비행/운용하며, 지상을 향해 빔을 형성함으로써 일정 크기의 커버리지를 가지는 셀을 제공한다. 게이트웨이(130)는 위성들(120-1, 120-2)에게 네트워크에 접속할 수 있는 링크를 제공한다.

[72] 본 개시의 일 예에 따라 단말(110) 및 위성(120-1) 간 링크는 서비스 링크라 불리우며, 위성들(120-1, 120-2) 및 게이트웨이(130) 간 링크는 피더(feeder) 링크라 불리운다. 여기서, 링크는, NR 규격에 기반하는 링크일 수 있다. 또는, 진화된 차세대 무선 통신 시스템에서 새롭게 정의되는 링크가 적응적으로 적용되거나 또는 NR 규격이 아닌 산업계의 필요에 의해 도입된 통신 시스템의 다양한 인터페이스에 기반한 링크가 적용될 수 있다. 또한, 위성 간 링크(inter-satellite link, ISL)는 주로 재생(regenerative) 위성의 경우 사용될 수 있다.

[73] 일 예에 따라, NR-RAN 아키텍처에 기반한 트렌스페어런트(transparent) 위성의 경우, 피더 링크 및 서비스 링크의 위성 라디오 인터페이스는 NR-Uu일 수 있다. 트렌스페어런트 위성의 경우, 위성은 무선 주파수 필터링과 주파수 변환 및 증폭 기능을 수행한다. 재생 위성의 경우, 위성에 온보드(on board) 기능이 구축되고, 이에 따라 위성은 무선 주파수 필터링, 주파수 변환 및 증폭 뿐만 아니라 스위치와 라우팅, 코딩과 변조 및 디코딩과 복조와 같은 일부 또는 전체 기지국 기능을 수행할 수 있다.

[74] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 네트워크 시스템의 다른 예를 도시한다. 도 2는 NTN 페이로드(payload)(220) 및 NTN 게이트웨이(230)를 이용하여 단말(210)에게 비-지상 접속을 제공하는 NTN의 일 예를 도시한다. 여기서, NTN 페이로드(220) 및 단말(210) 간 링크는 서비스 링크이고, Uu 인터페이스에 기반할 수 있다. NTN 페이로드(220) 및 NTN 게이트웨이(230) 간 링크는 피더 링크이다. NTN 게이트웨이(230) 및 AMF/UPF(240) 간 링크는 NG 인터페이스에 기반할 수 있다. NTN 페이로드(220)는 서비스 링크를 통해 단말(210)로부터 수신되는 무선 프로토콜을 트렌스페어런트하게(transparently) NTN 게이트웨이(230)에게 전달(forward)할 수 있다. 유사하게, NTN 페이로드(220)는 피더 링크를 통해 NTN 게이트웨이(230)로부터 수신되는 무선 프로토콜을 트렌스페어런트하게(transparently) 단말(210)에게 전달(forward)할 수 있다.

[75] 이를 위해, NTN 페이로드(220)에 의해 다음과 같은 연결성(connectivity)이 지원될 수 있다. 기지국이 복수의 NTN 페이로드들을 서비스할 수 있다. NTN 페이로드가 복수의 기지국들에 의해 서비스될 수 있다.

[76] NTN 페이로드(220)는 서비스 링크에서 데이터를 재송신하기 전에 반송파 주파수를 변경할 수 있다. 즉, NTN 페이로드(220)는 서비스 링크 및 피드 링크에서 서로 다른 반송파 주파수들을 사용할 수 있다. NTN을 위하여, 네트워크 식별자(network identifier)로서, AMF 네임(name), NCGI(NR cell global identifier), CgNB ID(identifier), 글로벌(global) gNB ID, TAI(tracking area identity), S-NSSAI(Single Network Slice Selection Assistance information), NSAG(Network Slice AS Group), NID(Network Identifier), CAG(Closed Access Group) ID, 로컬(Local) NG-RAN 노드 ID(Identifier) 중 적어도 하나가 사용될 수 있고, 추가적으로, 맵핑된 셀 ID(Mapped Cell ID)가 더 사용될 수 있다. 여기서, 트랙킹 지역(tracking area)은 고정된 지리적역 영역에 대응할 수 있다.

[77] 비-지구동기 궤도(Non-Geosynchronous orbit, NGSO)는 약 300km 내지 1500km 고도의 낮은 지구 궤도(low earth orbit) 및 약 7000km 내지 25000km 고도의 중간 지구 궤도(medium earth orbit)를 포함한다.

[78] 서비스 링크는 다음과 같은 3가지 타입들로서, 지구-고정(earth-fixed) 타입, 준-지구-고정(quasi-earth-fixed) 타입, 지구-이동(earth-moving) 타입으로 분류될 수 있다. 지구-고정 타입은 모든 시간에서 동일한 지리적 영역을 지속적으로 커버하는(covering) 빔(들)을 제공한다. 예를 들어, 지구 동기 궤도(geosynchronous orbit, GSO)를 가지는 위성이 지구-고정 타입의 서비스 링크를 제공할 수 있다. 준-지구-고정 타입은 제한된 시간구간(period) 동안 동일한 지리적 영역을 지속적으로 커버하는(covering) 빔(들)을 제공하고, 다른 시간구간(period)들 동안 다른 지리적 영역을 커버하는 빔들을 제공한다. 예를 들어, 비-지구 동기 궤도를 가진 위성이 조향가능한(steerable) 빔들을 이용하여 준-지구-고정 타입의 서비스 링크를 제공할 수 있다. 지구-이동 타입은 커버리지 영역이 지구 표면을 움직이는(slide) 빔들을 제공한다. 예를 들어, 비-지구 동기 궤도를 가진 위성이 고정 또는 조향가능한 빔들을 이용하여 지구-이동 타입의 서비스 링크를 제공할 수 있다.

[79] 비-지구 동기 궤도를 가진 위성을 이용하여, 기지국은 준-지구-고정 셀 커버리지 또는 지구-이동 셀 커버리지를 제공할 수 있다. 지구 동기 궤도를 가진 위성을 이용하여, 기지국은 지구 고정 셀 커버리지를 제공할 수 있다. 비-지구 동기 궤도의 경우, 서비스 링크의 변경(switch)은 서빙 위성의 변경에 관련될(refer) 수 있다.

[80] 단말에 의한 사전-보상은 다음과 같이 수행될 수 있다. 서빙 셀에 대하여, 네트워크는 공통(common) TA 파라미터들 및 궤도 정보(ephemeris information)를 브로드캐스트할 수 있다. 여기서, 공통 TA는 NTN 페이로드 및 RP(reference point) 간 RTT에 대응하는 오프셋(offset)을 의미한다. 이에 따라, NTN 셀에 연결하기 전, 단말은 위성 궤도 및 공통 TA에 대한 정보를 보유하며, 나아가, 유효한(valid) GNSS 위치를 가질 것이다. 동기화를 달성하기 위해, NTN 셀에 연결하기

전 및 연결 중인 동안, 단말은 GNSS 위치 및 위성 궤도에 기반하여 서비스 링크의 RTT(round trip time)을 계산하고, 하향링크 및 상향링크 간 프레임 시간 차(예: T_{TA})를 사전-보상할 수 있다.

[81] 단말은 단말의 위치 및 위성 궤도를 고려하여 주파수 도플러 천이를 계산할 수 있다. 단말이 유효한 GNSS 위치 및/또는 유효한 위성 궤도를 보유하지 아니하면, 단말은 유효한 GNSS 위치 및 유효한 위성 궤도를 획득할 때까지 네트워크와 통신할 수 없을 것이다. 연결 모드에서, 단말은 TA 및 주파수 사전-보상을 지속적으로 갱신할 수 있다. 단말은 랜덤 억세스 절차 동안 또는 연결 모드에서 TA를 보고하도록 설정될 수 있다. 연결 모드에서, 이벤트-트리거 기반의 TA 보고가 지원될 수 있다.

[82] 서비스 링크에서 경험되는 순시적인(instantaneous) 도플러 천이의 사전-보상이 단말에 의해 수행되는 동안, 피더 링크에서 경험되는 도플러 천이 및 응답 주파수 오차(transponder frequency error)의 관리는 위성 네트워크의 구현에 의할 수 있다.

[83] O&M(operations and maintenance) 요구사항은 다음과 같다. 다음과 같은 NTN 관련 파라미터들이 O&M에 의해 비-지상 접속을 제공하는 기지국에게 제공될 수 있다. 예를 들어, NTN 위성의 좌표 또는 궤적(orbital trajectory) 정보를 묘사하는 궤도 정보가 제공될 수 있다. 궤도 정보는 기지국의 요청에 따라 제공되거나 또는 정기적 방식(regular basis)으로 제공될 수 있다. 궤도 정보의 포맷으로서, 2가지 서로 다른 세트가 지원될 수 있다. 제1 세트는 위성 위치 및 속도 상태 벡터들을 포함, 즉, 위치 및 속도를 포함한다. 제2 세트는 장반경(semi-major axis), 이심율(eccentricity), 근접 편각(argument of periapsis), 승교점 경도(longitude of ascending node), 궤도 경사각(inclination), 평균 근점 이각(mean anomaly at epoch time to) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, NTN 게이트웨이들의 위치 정보, 피더/서비스 링크 스위치를 위한 기지국 동작을 가능케 하기 위한 추가 정도가 더 제공될 수 있다.

[84] 위성의 궤도 및 NTN 게이트웨이의 위치에 관련된 정보는 상향링크 타이밍 및 주파수 동기화 중 적어도 하나를 위해 사용될 수 있다. 또한, 위성의 궤도 및 NTN 게이트웨이의 위치에 관련된 정보는 이동성(mobility) 관리 목적 및 랜덤 억세스를 위해서도 사용될 수 있다. O&M에 의해 기지국에게 제공되는 NTN 관련 파라미터들은 지원되는 서비스 링크의 타입(예: 지구-고정 빔, 준-지구-고정 빔, 이동 빔 등)에 의존할 수 있다.

[85] 도 3는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 시스템에서 장치의 구성을 도시한다. 도 3의 장치는 도 1을 참고하여 설명된 장치들, 예를 들어, 단말(110), 위성들(120-1, 120-2), 게이트웨이(130) 중 어느 하나의 일부 구조로 이해될 수 있다.

[86] 도 3를 참고하면, 장치는 프로세서(310), 통신부(320) 및 메모리(330)를 포함할 수 있다.

[87] 프로세서(310)는 장치의 전반적인 기능 및 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(310)는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다.

[88] 통신부(320)는 프로세서(310)와 연결되어 무선 신호를 송신 및 수신한다. 통신부(320)는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신부(320)는 근거리 통신부, 이동 통신부, 방송 수신부를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 통신부(320)는 다른 장치들, 예를 들어, 기지국, 위성 등과 데이터를 송수신할 수 있다.

[89] 메모리(330)는 프로세서(310)에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 예를 들어, 메모리(330)에는 송신 단말의 전송 대상 단말에 대한 SIR 값, 송신 단말 별 전송 대상 단말 그룹에 관한 정보 등이 저장될 수 있다. 또한, 메모리(330)는 프로세서(310)에 의해 구동될 애플리케이션들, 드라이버들 등을 저장할 수 있다. 메모리(330)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 RAM(random access memory), ROM(read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다.

[90] 도 3의 구조는 단말, 기지국, 위성, 게이트웨이의 적어도 일부로 이해될 수 있다. 도 3의 구조가 위성의 일부인 경우, 위성은 도 3에 예시된 구성요소들 외 궤도를 비행하기 위해 필요한 다른 하드웨어 장치들을 더 포함할 수 있다. 도 3의 구조가 게이트웨이 또는 기지국의 일부인 경우, 게이트웨이 또는 기지국은 유선 통신 등을 지원하는 구성요소를 더 포함할 수 있다.

[91] 도 3을 참고하여 설명된 프로세서(310)는 통신부(320) 및 메모리(330)를 제어함으로써, 장치가 후술되는 다양한 실시예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[92] 일 실시예에 따라, 프로세서(310)는 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하고, 제1 정보 및 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하고, 제2 정보에 기반하여 단말 및 빔의 중심 간 거리를 결정하고, 빔의 커버리지 및 거리에 기반하여, 단말을 위한 서빙 빔을 선택할 수 있다.

[93] 일 실시예에 따라, 제1 정보 및 제2 정보는 시스템 정보를 통해 수신되고, 시스템 정보는 단말을 위한 위성 통신을 지원하기 위한 반송파 주파수, 부반송파 간격, 최소 고도각(elevation angle), 최대 고도각, 프리앰블 정보, 위성의 고도, 및 빔의 중심 위치 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 또한, 제2 정보는 위성이 송신하는 빔의 중심 위치에 대한 정보를 포함하며, 제1 정보는 위성의 이동에 따라 상이한 값을 가지며, 서빙 빔은 고도각에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정될 수 있다.

[94] 일 실시예에 따라, 반송파 주파수 및 부반송파 간격 각각은, 단말에 설정된 주파수 대역(frequency range, FR)에 따라 달라지며, FR1에서 지원되는 부반송파 간격은 15, 30, 60 kHz이고, FR2에서 지원되는 부반송파 간격은 60 kHz, 120 kHz이고, 서빙 빔은 단말에 설정된 주파수 대역에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정될 수 있다.

[95] 일 실시예에 따라, 빔의 커버리지는 단말을 위해 설정된 부반송파 간격, 주파수 대역, 위성의 이동에 따른 고도각에 따라 달라지며, 빔의 커버리지는 부반송파 간격이 N에서 2N으로 증가함에 따라 1/2로 변화하고, 빔의 커버리지는 주파수 대역이 M에서 2M으로 증가함에 따라 1/5 크기로 변화할 수 있다. 또한, 서빙 빔은 위성의 이동에 따른 고도각을 고려하여 선택될 수 있다.

[96] 도 4a 및 도 4b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성에 의해 제공되는 고정 빔 셀 및 이동 빔 셀을 도시한다. 도 4a는 고정 빔 셀을, 도 4b는 이동 빔 셀을 예시한다. 도 4a를 참고하면, 고정 빔 셀을 제공하는 경우, 위성(420)이 이동하더라도, 지상에 형성된 빔 커버리지의 위치 및 크기는 실질적으로 변경되지 아니할 수 있다. 도 4b를 참고하면, 이동 빔 셀을 제공하는 경우, 위성(420)이 이동함에 따라, 지상에 형성된 빔 커버리지의 위치가 함께 이동할 수 있다.

[97] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 반송파 주파수 별로 발생할 수 있는 도플러 천이에 대한 모의실험 결과를 도시한다. 도 5는 지상에 위치하는 단말 및 지상에 커버리지를 제공하는 위성 간의 도플러 천이를 반송파 주파수 별로 보여준다. 도 5의 결과를 얻기 위한 모의실험에서, 위성은 600Km 고도에서 비행하는 것으로 설정되었고, 주파수는 FR1(frequency range 1)의 범위 내에서 선택되는 것을 예로 한다. 도 5에서, 약 780초 정도의 시점에 위성이 빔의 중심에 가장 가까이 위치한다. 빔의 중심에 가장 가까이 위치함은, 지면에 대한 빔 방향의 고도각(elevation angle)이 직각에 가장 가까운 상태로 이해될 수 있다. 도 5에서 확인되는 것과 같이, 위성이 빔의 중심에서 멀어질수록 도플러 천이가 크게 발생하며, 같은 시점이라도 주파수에 따라 도플러 천이의 크기가 다르다는 것을 확인할 수 있다. 도 5와 같이 발생할 수 있는 도플러 천이는 통신 품질에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 도플러 천이에 대한 보상이 필요하다. 다운링크에서의 보상을 위해, 사전-보상(pre-compensation) 방식이 사용될 수 있다. 사전-보상 방식은 이하 도 6과 같이 수행될 수 있다.

[98] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 도플러 천이에 대한 사전-보상(pre-compensation)의 개념을 도시한다.

[99] 도 6을 참고하면, 위성(620)이 지상에 빔 커버리지를 형성하고, 빔 커버리지 내에 단말(610)이 위치한다. 일 실시예에 따라, 저궤도 위성(620)은 다수의 GNSS 위성들로부터 기준 시각 정보를 받아 저궤도 위성 스스로와 빔 중심에 대한 위치를 계산한다. 이후 저궤도 위성이 빔 중심(beam center)(602)에 대한 도플러 천이를 계산한 및 보상한 후, 보상된 신호를 송신할 수 있다. 만일, 단말(610)이 빔 중심에

위치하지 아니면, 실제 도플러 천이 및 보상된 도플러 천이 간 차이가 발생할 수 있다.

[100] 본 개시에서, 실제 도플러 천이 및 보상된 도플러 천이 간 차이, 즉, 빔의 중심에 위치하지 아니함으로 인해 발생하는 보상의 불완전성에 의한 잔여 도플러 값은 잔여 도플러 천이(residual Doppler shift, RDS), 잔여 도플러 값, 차분 도플러(differential Doppler) 등으로 지칭될 수 있다. RDS가 발생하는 경우, 단말(610)은 RDS를 계산 및 보상할 수 있다. 이 경우, 위성(620)은 빔 커버리지 내에서 서로 다른 지점들에 위치한 모든 단말들에 대한 도플러 천이를 보상하지 아니하여도 되는 이점이 발생한다. 또한, RDS는 도플러 천이에 비해 매우 작기 때문에, 단말(610)에게 이를 측정 및 보상하는 것은 큰 부담이 아니다.

[101] 도 6에서, 빔 중심(602)는 지면을 향해 방사되는 빔의 중심 축이 지면과 맞닿는 지점을 의미한다. 그러므로, 빔 중심(602)은 커버리지의 중심으로 이해될 수 있다. 이하, 본 개시에서, 빔 중심은 '커버리지 중심', '셀 중심' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 빔 중심은 셀 센터를 정의하는 기준 위치(reference location)로 지칭될 수 있다. 나아가, 빔 중심 정보에 관련된 다양한 실시 예는 아래에서 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

[102] 전술한 바와 같이, 도플러 천이 및 잔여 도플러 천이의 특성이 주파수 및 커버리지 내의 위치에 따라 달라질 수 있다. 도플러 천이 및 잔여 도플러 천이의 존재는 통신 성능에 영향을 준다. 일 예로, 통신 성능은 BER(bit error rate)로 측정될 수 있는데, BER 및 도플러 주파수 간 관련성은 다음과 같이 설명될 수 있다.

[103] 도 7a 내지 도 7d는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 대한 잔여 도플러 천이(RDS)의 변화를 도시한다.

[104] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 위성이 고도 550km에서 이동하는 경우, 도 7c 및 도 7d는 위성이 고도 450km에서 이동하는 경우의 RDS 변화를 보여준다. 도 7a, 도 7b, 도 7c, 도 7d 모두 중심 주파수가 2, 20GHz인 경우의 실험 결과이다. 도 7a 내지 도 7d를 참고하면, 빔의 중심으로부터의 거리가 멀어질수록 RDS의 절대값이 점차 증가하는 것이 확인된다.

[105] 도 8은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 따른 BER의 변화를 도시한다. 도 8은 다양한 부반송파 간격(subcarrier spacing, SCS)들에 대한 빔 중심으로부터의 거리에 따른 BER의 변화를 보여준다. 먼저, BER의 변화를 살펴보면, 빔 중심으로부터의 거리가 특정 수준 이상으로 멀어지면, BER이 급격하게 증가하는 것이 확인된다. 그리고, 위성의 고도가 높을수록, 그리고 SCS가 클수록, BER이 급격하게 증가하는 임계 거리가 더 크다. 이는, 위성의 고도를 변경하거나 또는 SCS를 변경하는 것을 통해, 일정 수준 이하의 BER이 유지되는 커버리지의 경계를 조절할 수 있는 가능성을 보여준다.

[106] 이러한 관계에 근거하여, 위성 네트워크 환경에 따라 빔 크기가 가변적으로 제어될 수 있다. 즉, 다양한 실시예들에 따라, 빔 크기가 반송파 주파수 및 SCS에 따라 조절될 수 있다. 또는, 반송파 주파수 및 SCS가 결정된 상황이라면, 주어진 반송파 주파수 및 SCS에 기반하여 빔 크기가 결정될 수 있다.

[107] 도 9는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 커버리지 내 위치에 따른 잔여 도플러 천이(RDS)의 차이를 도시한다. 도 9에서, 위성(920)은 우측으로 이동하며, 지상에 빔 커버리지를 형성한다. 빔 커버리지에서, 3개의 지점들, 즉, 빔 중심(902), 수직 빔 경계(vertical beam edge)(904), 수평 빔 경계(horizontal beam edge)(906)을 비교하면, 빔 중심(902)에서의 RDS가 가장 작고, 수평 빔 경계(906)에서의 RDS가 가장 크다. 수직 빔 경계(904)에서의 RDS는 빔 중심(902) 보다 크고, 수평 빔 경계(906) 보다 작다. 따라서, 단말이 겪는 RDS의 특성은 커버리지 내에서의 단말의 위치에 따라 달라질 수 있다.

[108] 도 10은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심 및 빔 경계에서의 도플러 천이의 패턴들의 비교를 도시한다. 도 10은 빔 중심, 수평 빔 경계, 수직 빔 경계 각각에서의 위성 이동에 따른 도플러 천이 패턴들을 보여준다. 3개의 도플러 천이 패턴들의 차이는 RDS의 차이로 이해될 수 있다. 빔 중심에서의 도플러 천이 패턴을 기준으로, 수직 빔 경계에서보다 수평 빔 경계에서의 도플러 천이 패턴이 더 큰 차이를 가진다. 이는 각 지점에서의 위성에 대한 고도각이 최대화되는 시점들이 서로 다름으로 인해 발생한다.

[109] 도 11은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 위성의 이동 방향에 대해 수직 방향에 위치한 빔 가장자리에서 발생하는 위성의 반송파 주파수 별 잔여 도플러 천이를 도시한다. 도 11는 수평 빔 경계 및 수직 빔 경계에서의 위성 이동에 따른 RDS 패턴들을 보여준다. 도 11을 참고하면, 수평 빔 경계에서의 RDS의 크기가 수직 빔 경계에서의 RDS의 크기에 비하여 큰 것이 확인된다.

[110] 도 12는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 빔 중심으로부터의 거리에 따른 최대 잔여 도플러 천이(RDS)를 도시한다. 도 12는 선형 회귀(linear regression)에 의해 도식화된 빔 중심으로부터의 거리에 따른 최대 잔여 도플러 천이를 보여준다. 도 12를 참고하면, 최대 RDS는 반송파 주파수에 무관하게 거리에 대하여 선형 분포를 가진다. 이는, 선형 관계에 근거하여, 빔 중심으로부터의 거리에 기반하여 RDS를 추정할 수 있는 가능성을 보여준다.

[111] ML(maximum likelihood) 추정의 제한(limitation) 및 RDS의 특징을 고려하면, 도플러 효과에 대한 빔 강건성(beam robust)을 가지는 빔 커버리지의 장반경(major semi-axis)이 도출될 수 있다.

[112] 도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 반송파 주파수 및 SCS에 따른 유효 빔 커버리지의 장반경을 도시한다.

[113] 최대 RDS가 빔 중심으로부터의 거리에 대하여 선형 관계를 가지므로, 빔 커버리지의 장반경이 결정될 수 있다. 반송파 주파수가 작을수록, SCS가 클수록, 빔 커버리지의 장반경은 커진다. 이러한 관계에 근거하여, 위성 네트워크 환경에 따

라 빔 크기가 가변적으로 제어될 수 있다. 즉, 다양한 실시예들에 따라, 빔 크기가 반송파 주파수 및 SCS에 따라 조절될 수 있다. 또는, 반송파 주파수 및 SCS가 결정된 상황이라면, 주어진 반송파 주파수 및 SCS에 기반하여 빔 크기가 결정될 수 있다.

[114] 전술한 바와 같이, 반송파 주파수 및 SCS는 BER이 일정 수준 이하로 유지되는 빔 크기 또는 커버리지의 크기에 영향을 준다. 따라서, 위성은 위성에 접속하려는 단말 또는 접속 중인 단말에게 반송파 주파수 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보를 시그널링할 수 있다. 여기서, 반송파 주파수 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보의 구체적인 형식 및 값들은 다양하게 정의될 수 있다. 또한, 반송파 주파수 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보가 송신되는 시점 또한 다양하게 정의될 수 있다.

[115] 위성 네트워크에서, 위성에서 송신되는 빔에 의해 제공되는 빔 커버리지의 크기는 커버리지 내의 빔 중심에서 위성에 대한 고도각에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로, 고도각이 최대일 때 빔 커버리지의 크기가 가장 작고, 고도각이 커질수록 빔 커버리지의 크기도 커진다.

[116] 도 14는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 이동에 따른 고도각의 변화를 도시한다. 도 14를 참고하면, 시간의 흐름에 따라 위성이 이동할 때, 커버리지 내의 빔 중심에서 위성에 대한 고도각이 변화한다. 이때, 도플러 천이 및 RDS를 살펴보면 이하 도 15 및 도 16과 같다.

[117] 도 15는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서의 위성의 이동에 따른 빔 중심으로부터 빔 가장자리까지의 거리 별 도플러 천이의 변화를 도시한다. 도 15는 위성의 이동에 따른 고도각의 변화가 도 14와 같은 경우, 동일한 상황에서 관찰되는 도플러 천이의 변화를 보여준다. 도 15를 참고하면, 빔 중심으로부터의 거리에 따라 기울기 변화가 달라짐이 확인된다. 그리고, 각 지점에서의 고도각이 가장 큰 시점에서의 도플러 천이의 절대값이 최소가 되고, 위성이 이동하여 고도각이 감소함에 따라 도플러 천이의 절대값이 증가함이 확인된다.

[118] 도 16은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성의 이동에 따른 빔 중심으로부터 빔 가장자리까지의 거리 별 따른 잔여 도플러 천이의 변화를 도시한다. 도 16은 위성의 이동에 따른 고도각의 변화가 도 14와 같은 경우, 동일한 상황에서 관찰되는 RDS의 변화를 보여준다. 도 16을 참고하면, 빔 중심으로부터의 거리에 따라 최대값이 달라짐이 확인된다. 그리고, 각 지점에서의 고도각이 가장 큰 시점에서의 RDS가 최대가 되고, 위성이 이동하여 고도각이 감소함에 따라 RDS가 감소함이 확인된다.

[119] 전술한 고도각 및 도플러 천이/RDS 간 관련성에 따라, 위성의 이동에 따라 SCS를 변경함으로써 유효 셀 커버리지의 크기를 최적화하는 것이 가능하다. 예를 들어, SCS를 변경하는 시점의 예는 이하 [표 1]과 같다.

[120] [표1]

Carrier frequency	SCS: 60→120Hz로 변경되는 elevation angle	Reliable beam size
20 GHz	43	100 → 60km
25 GHz	39	100 → 50km
30 GHz	36	100 → 40km
35 GHz	34	100 → 30km
40 GHz	31	100 → 30km
45 GHz	29.9	100 → 30km
50 GHz	28.5	100 → 20km
55 GHz	27.2	100 → 20km

[121] 전술한 바와 같이, 빔 중심에 대한 위성의 고도각 및 SCS는 BER이 일정 수준 이하로 유지되는 커버리지의 크기에 영향을 준다. 따라서, 위성은 위성에 접속하려는 단말 또는 접속 중인 단말에게 고도각 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보를 시그널링할 수 있다. 여기서, 고도각 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보의 구체적인 형식 및 값들은 다양하게 정의될 수 있다. 또한, 고도각 및/또는 SCS와 빔 크기 또는 커버리지 크기에 관련된 정보가 송신되는 시점 또한 다양하게 정의될 수 있다.즉, 일 실시예에 따라, 커버리지는 고도각에 기반하여 결정되거나 또는 계산될 수 있다. 여기서, 고도각은 셀의 기준 위치(reference location)(예: 셀의 중심)에 기반하여 결정될 수 있다. 다시 말해, 위성에 의해 제공되는 커버리지는 고도각에 의존하는 커버리지(elevation-dependent coverage)이며, 고도각에 의존하는 커버리지가 고도각, 중심 위치 중 적어도 하나에 기반하여 계산될 수 있다(can be formulated).

[122] 앞서 살펴본 바와 같이, 위성의 상태(예: 위성의 고도각), 위성에서 송신되는 신호의 특성(예: 반송파 주파수, SCS 등)에 따라 BER이 일정 수준 이하로 유지되는 커버리지의 크기(이하 '유효 커버리지 크기' 또는 '빔 크기')가 달라질 수 있다. 유효 커버리지 크기에 대한 정보는 다양하게 활용될 수 있다. 예를 들어, 유효 커버리지 크기는 단말의 셀 선택을 위해 사용될 수 있다. 이하, 유효 커버리지 크기에 기반하여 셀을 선택하는 다양한 실시예들이 설명된다.

[123] 도 17은 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 초기 접속(initial access) 절차를 도시한다. 도 17은 단말(1710) 및 기지국(1720) 간 시그널링 절차를 예시한다.

[124] 도 17을 참고하면, S1701 단계에서, 단말(1710)의 초기 접속을 위해, 기지국(1720)은 SSB들을 빔 스위핑을 통해 송신한다. SSB들 각각은 PSS/SSS 및 PBCH를 포함할 수 있다. PSS/SSS는 동기화를 위해 미리 약속된 시퀀스들 중 하나를 가지는 신호이고, PBCH는 MIB(master information block)를 포함한다.

[125] S1703 단계에서, 기지국(1720)은 RMI(remaining minimum system information) 및 OSI(other system information)을 송신한다. RMI 및 OSI는 MIB 외의 다른 시스템 정보이고, RMI는 단말(1710)의 요청 없이 송신되는 시스템 정보를, OSI는 단말(1710)의 온-디맨드(on-demand) 방식에 따라 요청에 의해 송신되는 시스템 정보를 포함한다. 즉, 도 17에 도시되지 아니하였으나, OSI의 송신에 앞서, 단말(1710)의 요청이 기지국(1720)에게 송신될 수 있다. S1701 단계 및 S1703 단계는 빔 스위핑을 통해 반복적으로 수행될 수 있으며, 이때, 단말(1710)은 빔 선택을 수행할 수 있다.

[126] 이후, S1705 단계에서, 단말(1710)는 S1703 단계에서 수신된 시스템 정보에 기반하여 랜덤 억세스 프리앰블(random access preamble)을 송신한다. S1707 단계에서, 기지국(1720)은 랜덤 억세스 프리앰블에 대한 응답으로서 RAR(random access response) 메시지를 송신한다. S1709 단계에서, 단말(1710)은 RAR에 의해 지시되는 자원을 통해 스케줄링된 전송을 수행한다. S1711 단계에서, 기지국(1720)은 경쟁 해소(contention resolution) 메시지를 송신한다. 이후, S1713 단계에서, 단말(1710)는 RRC(radio resource control) 설정(set up)을 위한 메시지를 송신한다. 이에 따라, 연결 수립(connection establishment) 절차가 수행될 수 있다.

[127] 도 17을 참고하여 설명한 바와 같이, 단말은 초기 접속 절차 중, 빔 관리(beam management) 동작을 통해 적절한 빔(beam)을 선택할 수 있다. 이때, 사전-보상(Pre-compensation) 및 RDS 기반 빔 설정을 위해, 초기 접속을 수행하는 단말은 이하 [표 2]와 같은 정보 중 적어도 일부를 이용할 수 있다.

[128] [표2]

항목	설명
트랙킹 영역(tracking area)	지구 상에 고정됨
단말의 위치 정보	GNSS 기술을 이용하여 획득 가능. 단, 이에 제한되지 아니하며, 다른 방식으로 획득 또는 결정되는 위치 정보도 사용 가능.
위성 식별 정보	ID 또는 인덱스(index). 시스템 정보 또는 전용 RRC 시그널링을 통해 단말에게 제공될 수 있음.
저궤도 위성의 고도	위성 식별 정보에 기반하여 확인 가능

[129] 추가적으로, 이하 [표 3]에 예시된 빔 관련 정보 중 적어도 일부가 단말에게 시그널링될 수 있다.

[130] [표3]

항목	설명
반송파 주파수	해당 위성이 사용하는 반송파 주파수
부반송파 간격	해당 위성이 송신하는 신호에 적용된 부반송파 간격

[131] [표 3]에 예시된, 반송파 주파수 정보 또는 부반송파 간격 정보는 도 17을 참고하여 설명한 다양한 시그널링들 중 어느 하나를 통해 단말에게 전달될 수 있다. 예를 들어, 반송파 주파수 정보는 SIB(system information block)을 통해 전달될 수 있다. 구제적으로, 반송파 주파수 정보는 SIB1에 포함되는 downlinkConfigCommon IE(information element), SIB3에 포함되는 IE들 중 어느 하나에 포함될 수 있다. 또한, 부반송파 간격 정보는 MIB 또는 SIB를 통해 전달될 수 있다. 구체적으로, 부반송파 간격 정보는 MIB에 포함되는 subCarrierSpacingCommon IE, SIB1에 포함되는 ServingCellConfigCommon IE에 포함될 수 있다. 반송파 주파수 정보 및 부반송파 간격 정보는 나열된 IE들 외 다른 IE를 통해서 획득될 수 있다.현존하는 시스템에서, MIB에 포함되는 부반송파 간격 정보는 초기 접속을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 또한, SIB에 포함되는 반송파 주파수 정보는 통신을 위한 신호 처리 동작을 설정하기 위해 또는 셀 재선택을 위해 사용될 수 있다. 반면, 본 개시의 다양한 실시예들에 따라, 부반송파 간격 정보 및 반송파 주파수 정보는 빔을 선택하기 위해 사용될 수 있다. 즉, [표 2] 및 [표 3]와 같은 정보 중 적어도 일부에 기반하여, 단말은 신뢰성 있는 빔 크기, 단말 및 빔 중심(beam center) 간 거리를 결정할 수 있다. 그리고, 단말은 단말이 유효 커버리지 영역 내에 위치하는지 판단하고, 해당 빔을 서빙 빔으로서 사용할지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 단말은 빔 선택(beam selection)을 수행할 수 있다. 빔 선택을 위한 구체적인 실시예는 다음과 같다.

[132] 보다 구체적으로, 단말은 SCS, 위성의 고도각, 및 셀의 기준 위치(reference location)를 기반하여 셀, 또는 빔의 커버리지로서, 고도각-의존적 커버지리(elevation-dependent coverage)를 확인한다. 특히, 단말은 빔 중심에 대한 정보를 RRC, MIB, SIB 중 적어도 하나를 통해 수신할 수 있다. 빔 중심에 대한 정보는, 위성에 관련된 정보로서, 일 예로, 에포크(epoch) 타임 정보 및 위성에 접속하기 위한 파라미터, 서빙 셀의 기준 위치에 대한 정보 또는 서빙 셀의 기준 위치를 예측하기 위한 정보를 포함할 수 있다. 일 예로, 기준 위치에 대한 정보는 단말과 위성 간의 거리 정보, 반송파 주파수를 기준으로 정의될 수 있는 정보, 셀 식별자를 고려하여 결정되는 정보, 빔 중심, 커버리지 중심, 셀 센터를 정의하는 정보 등을 고려하여 결정될 수 있다. 일 예로, 위성의 고도각, 궤도 정보 및 위성에서 송신되는 신호의 특성을 고려하여 셀 커버리지 또는 셀 크기 또는 빔 크기가 달라질 수 있다.

[133] 도 18은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔을 선택하는 절차의 예를 도시한다. 도 18은 단말의 동작 방법을 예시한다.

[134] 도 18을 참고하면, S1801 단계에서, 단말은 위성의 시스템 정보를 수신한다. 여기서, 위성은 기지국으로서 동작하며, 시스템 정보는 SSB에 포함되는 MIB, PDSCH(physical downlink share channel)를 통해 수신되는 적어도 하나의 SIB를 포함한다. 구체적으로, 단말은 셀 검색 동작을 통해 동기 신호를 검출하고, 동기 신호를 포함하는 SSB에 포함된 MIB를 수신 및 디코딩하고, MIB를 통해 획득된

정보를 이용하여 적어도 하나의 SIB를 수신 및 디코딩할 수 있다. 이때, 동기 신호, MIB, SIB는 위성이 사용하는 복수의 빔들 중 어느 하나를 통해 송신될 수 있으며, 단말이 수신한 동기 신호, MIB, SIB를 전달하는 빔이 이후 동작들을 위한 후보 빔으로 취급된다. 시스템 정보를 수신함으로써, 단말은 이후의 동작들에 필요한 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 단말은 부반송파 간격 정보, 반송파 주파수 정보를 획득할 수 있다.

[135] S1803 단계에서, 단말은 빔 크기를 결정한다. 다시 말해, 단말은 현재 수신 가능한 적어도 하나의 빔 중 시스템 정보를 전달한 빔에 대한 크기를 결정한다. 즉, 단말은 현재 모니터링 중인 빔의 유효 커버리지의 크기를 결정할 수 있다. 이를 위해, 단말은 반송파 주파수, 부반송파 간격, RDS, 위성의 고도 중 적어도 하나의 유효 빔 커버리지의 반경의 관계를 활용할 수 있다. 구체적으로, 단말은 위성의 궤도 또는 고도 및 반송파 주파수에 기반하여 최대 RDS를 결정하고, 최대 RDS 및 부반송파 간격에 기반하여 신뢰성 있는 최대 빔 크기, 즉, 유효 커버리지의 크기를 결정할 수 있다. 추가적으로, 단말은 위성의 고도각을 더 고려할 수 있다. 즉, 위성의 고도각(elevation angle)에 따라 빔이 지면에 입사하는 각도가 달라지며, 이에 따라 커버리지의 크기 또는 모양(예: 원, 타원) 달라질 수 있다. 따라, 단말은 반송파 주파수, 부반송파 간격, RDS, 위성의 고도, 고도각 중 적어도 하나에 기반하여 유효 커버리지의 크기를 결정할 수 있다.

[136] S1805 단계에서, 단말은 빔 중심으로부터의 거리를 결정한다. 다시 말해, 단말은 단말이 빔 중심으로부터 얼마나 떨어져 있는지 확인하다. 이를 위해, 단말은 단말의 위치 정보를 이용할 수 있다. 즉, 단말은 단말의 위치 정보를 획득하고, 후보 빔의 중심 위치를 확인한 후, 단말의 위치 및 빔의 중심 위치 간 거리를 결정할 수 있다. 여기서, 빔의 중심 위치는 다양한 방식으로 확인될 수 있다. 일 실시예에 따라, 빔의 중심 위치는 미리 알려진 위성의 궤도와 위성의 식별 정보에 기반하여 확인될 수 있다. 다른 실시예에 따라, 빔의 중심 위치는 시스템 정보를 통해 명시적 또는 묵시적으로 시그널링될 수 있다.

[137] S1807 단계에서, 단말은 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하는지 판단한다. 이를 위해, 단말은 S1803 단계에서 결정된 빔의 크기 및 S1805 단계에서 결정된 빔 중심으로부터의 거리를 비교한다. 즉, 빔 중심으로부터의 거리가 빔의 크기에 따른 커버리지의 반경보다 작거나 같으면, 단말은 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치한다고 판단할 수 있다.

[138] 만일, 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하면, S1809 단계에서, 단말은 해당 빔을 선택한다. 다시 말해, 단말은 시스템 정보를 전달한 빔을 서빙 빔으로 사용할 것을 선택한다. 즉, 단말은 해당 빔을 이용하여 이후 랜덤 억세스 동작을 수행할 것을 결정할 수 있다.

[139] 반면, 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하지 아니하면, 단말은 S1801 단계로 되돌아간다. 이에 따라, 단말은 해당 위성의 다른 빔 또는 다른 위성을 탐색하고, 탐색된 다른 빔에 대하여 전술한 동작들을 반복할 수 있다.

[140] 도 18을 참고하여 설명한 실시예에 따라, 단말은 서빙 빔을 선택할 수 있다. 이를 위해, 단말은 현재 관측되는 후보 빔의 중심 위치를 이용한다. 전술한 바와 같이, 빔의 중심 위치는 다양한 방식으로 확인될 수 있다. 일 예로, 빔의 중심 위치는 현재 단말이 어느 지역에 위치하는지에 기반하여 확인될 수 있다. 위성 기지국들의 배치가 결정되면, 해당 위성 기지국들에 의해 송신되는 빔들의 중심 위치들은 고정적으로 결정될 수 있다. 다시 말해, 위성 기지국들이 지상에 배치되어 있으면, 위성에서부터 송신되는 빔들의 중심 위치들은 위성 기지국을 활용하여 고정적으로 결정될 수 있다. 위성 기지국의 빔 커버리지는 지상 기지국에 비하여 크기 때문에, 지역 및 빔의 중심 위치의 대응 관계가 도출될 수 있다. 이 경우, 지역 별 빔의 중심 위치에 대한 대응 관계가 미리 정의될 수 있고, 단말은 해당 대응 관계에 대한 정보를 이용하여, 현재 위치한 지역으로부터 빔의 중심 위치를 확인할 수 있다.

[141] 도 19는 본 개시의 일 실시예에 따라 빔 선택을 위한 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다. 도 19는 단말의 동작 방법을 예시한다.

[142] 도 19를 참고하면, S1901 단계에서, 단말은 MIB를 수신한다. MIB를 통해 단말은 시스템 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 단말은 시스템 프레임 번호, 부반송파 간격, 부반송파 오프셋, DMRS(demodulation reference signal) 타입, SIB1을 위한 PDCCH(physical downlink control channel) 설정, 셀의 차단(bared) 여부 중 적어도 하나에 대한 정보를 획득할 수 있다.

[143] S1903 단계에서, 단말은 SIB에 대한 요청을 송신한다. 단말은 온-디맨드(on-demand) 방식으로 송신되는 SIB를 수신하기 위해, SIB의 송신을 위성에게 요청할 수 있다. 이를 위해, 단말은 MIB에 포함된 정보(예: SIB1을 위한 PDCCH 설정)에 기반하여 SIB1을 수신하고, SIB1에서 랜덤 억세스 채널에 대한 정보를 획득할 수 있다. 그리고, 단말은 랜덤 억세스 채널을 통해 SIB 요청을 위한 신호를 송신할 수 있다.

[144] S1905 단계에서, 단말은 적어도 하나의 SIB를 수신할 수 있다. 즉, 단말은 S1903 단계에서 송신된 요청에 응하여 위성에 의해 송신되는 적어도 하나의 SIB를 수신할 수 있다. 적어도 하나의 SIB를 통해, 단말은 통신을 수행하기 위해 필요한 다양한 정보를 획득할 수 있다. 특히, 본 개시의 일 실시예에 따라, 단말은 빔 선택을 위한 정보, 예를 들어, 반송파 주파수에 대한 정보를 획득할 수 있다. 나아가, 단말은 빔의 중심 위치로부터의 거리를 결정하기 위해 필요한 다른 정보를 더 획득할 수 있다.

[145] 도 20은 본 개시의 일 실시예에 따라 부반송파 간격 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다. 도 20은 단말의 동작 방법을 예시한다.

[146] 도 20을 참고하면, S2001 단계에서, 단말은 동기 신호를 검출한다. 동기 신호가 송신될 수 있는 주파수 축의 위치는 미리 정의되어 있다. 이에 따라, 단말은 미리 정의된 주파수 축의 위치들에서 미리 정의된 시퀀스들 중 하나로 구성되는

PSS(primary synchronization signal) 및 SSS(secondary synchronization signal)을 검출할 수 있다. 동기 신호를 검출함으로써, 단말은 SSB의 구조를 판단할 수 있다.

[147] S2003 단계에서, 단말은 MIB를 수신하고, MIB를 디코딩한다. 단말은 SSB에 포함되는 PBCH(physical broadcast channel)을 통해 DMRS와 함께 수신되는 MIB를 수신할 수 있다. 단말은 DMRS 기반하여 추정된 채널 정보를 이용하여 MIB를 디코딩할 수 있다. MIB를 디코딩함으로써, 단말은 셀에 대한 정보를 지시하는 파라미터들을 획득할 수 있다. 이때, 파라미터들은 부반송파 간격을 지시하는 파라미터를 포함할 수 있다.

[148] S2005 단계에서, 단말은 FR(frequency range)에 기반하여 부반송파 간격 정보를 확인한다. FR은 단말 및 위성이 속한 시스템에서 사용되는 주파수를 구분하는 단위로서, 예를 들어, FR1(예: 417 내지 7,125Mhz)및 FR2(예: 24,250 내지 52,600MHz)로 구분될 수 있다. 지원 가능한 부반송파 간격들이 FR에 따라 달라질 수 있으며, 이로 인해, 부반송파 간격을 지시하는 파라미터의 값의 해석이 MIB를 수신한 주파수가 속한 FR에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 동기 신호를 검출하고 MIB를 수신한 주파수가 FR1에 속하면, 단말은 파라미터의 값에 따라 부반송파 간격을 15kHz 또는 30kHZ로 해석할 수 있다. 예를 들어, 동기 신호를 검출하고 MIB를 수신한 주파수가 FR2에 속하면, 단말은 파라미터의 값에 따라 부반송파 간격을 60kHz 또는 120kHZ로 해석할 수 있다.

[149] 전술한 실시예들에 따라, 단말은 필요한 정보를 획득하고, 획득된 정보, 미리 정의된 정보에 기반하여 적절한 빔을 선택할 수 있다. 이때, 빔을 선택하기 위해 해당 빔의 커버리지를 결정하는 것이 요구될 수 있다. 예를 들어, 커버리지는 고도각에 기반하여 결정되거나 또는 계산될 수 있다. 여기서, 고도각은 셀의 기준 위치(reference location)(예: 셀의 중심)에 기반하여 결정될 수 있다. 다시 말해, 위성에 의해 제공되는 커버리지는 고도각에 의존하는 커버리지(elevation-dependent coverage)이며, 고도각에 의존하는 커버리지가 고도각, 중심 위치 중 적어도 하나에 기반하여 계산될 수 있다(can be formulated).

[150] 본 개시의 다른 실시예에 따라, 반송파 주파수 정보 및 부반송파 간격 정보 및 빔의 중심 위치 정보 역시 시스템 정보를 통해 시그널링될 수 있다. 이 경우, 시스템 정보를 통해 시그널링되는 정보는 이하 [표 4]와 같다.

[151] [표4]

항목	설명
빔의 중심(center) 위치	해당 위성이 송신하는 빔의 중심 위치
반송파 주파수	해당 위성이 사용하는 반송파 주파수
부반송파 간격	해당 위성이 송신하는 신호에 적용된 부반송파 간격

[152] 도 21은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔 중심 위치 정보를 획득하는 절차의 예를 도시한다. 도 21은 단말의 동작 방법을 예시한다.도 21을 참고하면, S2101 단계

에서, 단말은 위성에 관련된 SIB에 대한 요청을 송신한다. 즉, 위성에 관련된 SIB는 온-디맨드 방식으로 송신되며, 이에 따라 단말은 해당 SIB의 송신을 위성에게 요청할 수 있다. 이를 위해, 단말은 랜덤 억세스 프리앰블을 송신함으로써 위성에 관련된 SIB를 요청할 수 있다. 예를 들어, 위성에 관련된 SIB는 NTN 접속을 위한 위성 보조 정보를 포함하는 SIB일 수 있다.S2103 단계에서, 단말은 위성에 관련된 SIB를 수신한다. 예를 들어, 단말은 시스템 정보 요청을 위한 랜덤 억세스 프리앰블에 응하여 송신되는 RAR에 의해 지시되는 자원을 통해 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다. 다른 예로, 단말은 랜덤 억세스 프리앰블에 응하여 송신되는 RAR에 의해 지시되는 자원을 통해 SIB를 요청하는 메시지를 송신하고, 이후 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다. 위성에 관련된 SIB는 위성에 대한 측정에 대한 정보, NTN 접속에 대한 정보, 궤도에 대한 정보, TA에 대한 정보, 동기에 대한 정보, NTN 이웃 셀에 대한 정보, 기준 위치에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 특히, 일 실시예에 따라, 위성에 관련된 SIB는 빔의 중심 위치에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[153] S2105 단계에서, 단말은 빔의 중심 위치를 확인한다. 즉, 단말은 수신된 SIB에 포함된 빔의 중심 위치에 대한 정보를 해석함으로써 빔의 중심 위치를 확인할 수 있다. 빔의 중심 위치에 대한 정보는 절대적인 위치 좌표를 지시하거나, 또는 SIB에 포함된 다른 위치 정보에 대한 상대적인 위치를 지시할 수 있다. 이에 따라, 단말은 빔의 중심 위치를 이용하여 빔을 선택할 수 있다.

[154] 설명한 실시예와 같이, 단말은 SIB를 통해 빔의 중심 위치를 확인할 수 있다. 즉, SIB는 빔의 중심 위치에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 위성에 관련된 SIB는 NTN 접속을 통해 NR에 접속하기 위해 단말에게 필요한 파라미터들(예: ntn-Config)로서, 천문력 데이터(ephemeris data), 공통 TA 파라미터, HARQ 관련 오프셋(예: k_offset), 상향링크 동기 정보에 대한 유효 기간(validity duration), 에포크 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 준-지구 고정 시스템을 통해 제공되는 셀이 위성이 현재 커버하고 있는 지역에 대한 서비스를 중단하는 시점에 대한 시간 정보(예: t-Service)를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 준-지구 고정 시스템을 통해 제공되는 서빙 셀의 기준 위치에 대한 정보(예: referenceLocation)로서, 위치-기반 측정의 개시(initiation)를 위해 사용될 수 있는 정보를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 서빙 셀 기준 위치로부터의 거리 정보(예: distanceThresh)로서, 위치-기반 측정의 개시를 위해 사용되는 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 거리 정보는 후보 셀을 결정하고, 후보 셀들을 순서화하기(rank)위해 사용될 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 인접 셀들의 목록을 제공하는 정보(예: ntn-NeighCellConfigList, lateNonCriticalExtension)를 포함할 수 있고, 목록에 포함되는 각 위성에 대한 정보는 ntn-Config, 반송파 주파수, 셀 식별자(예: PhysCellId)를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 위성에 의해 제공되는 셀의 중심 위치 정보(예: centerOfCoverage)를 포함할 수 있다.

[155] 이에, 단말은 표 1 내지 표 3 및, 전술한 NTN 접속을 위한 파라미터와 고도각 및 기준 정보 중 적어도 하나를 고려하여 빔 사이즈 및 서빙 빔을 결정한다.

[156] 이에, 빔 크기에 기반하여 위성과의 통신을 위한 서빙 빔이 선택될 수 있다. 전술한 빔 크기를 판단하기 위해 필요한 정보, 빔의 중심 위치를 판단하기 위해 필요한 정보는 위성 기지국 또는 적어도 하나의 지상 기지국에 의해 제공될 수 있다. 여기서, 단말을 위한 파라미터는, 단말과 연결 설정되는 위성 또는 지상 기지국 중 서빙 기지국에 의해 설정 가능하며, 이는 단말을 위한 서비스에 따라 상이한 서빙 기지국이 연결 설정 가능하다. 일 예로, 단말은 하나의 지상 기지국에 연결 설정되어 제어를 위한 기본적인 파라미터를 수신하고, 단말의 필요에 따라 위성 기지국을 통해 필요한 정보를 선택적으로 수신할 수도 있다. 본 발명의 실시예에서, 어느 파라미터가 지상 기지국에 의해 제공되는지 또는 위성 기지국에 의해 제공되는지에 대한 구체적인 실시예들은 다양한 실시 형태 또는 시나리오에 따라 달라질 수 있다.

[157] 또한, 단말은 부반송파 간격, 반송파 주파수가 주어진 상황에서 빔 크기를 결정하고, 빔 크기에 기반하여 빔을 선택한다. 나아가, 다른 실시예에 따라, 상황에 따라 부반송파 간격, 반송파 주파수 중 적어도 하나를 변경함으로써 빔 크기를 변경하는 것이 가능하다. 예를 들어, 현재 셀의 부하(load), 커버리지 홀의 발생 등에 따라, 빔 크기를 동적으로 제어하는 것이 가능하다. 빔 크기의 변경에 따라, 사용 가능한 자원(resource)의 양도 조절될 수 있다. 이에 따라, 제공가능한 서비스(예: URLL(ultra-reliable low latency), eMBB(enhanced mobile broadband) 등)도 변경될 수 있다.

[158] 전술한 다양한 실시예들은 단말이 접속 가능한 기지국이 위성 기지국인 경우를 고려하였다. 그러나, 다른 실시예들에 따라, 단말이 위성 기지국은 물론 지상 기지국에도 접속 가능한 상황, 다시 말해, 위성-지상 통합 환경에서도 전술한 실시예들이 적용될 수 있다. 이 경우, 보다 다양한 운영 시나리오들이 적용될 수 있다.

[159] 도 22a 내지 22c는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경(major semi-axis)에 대한 모의 실험 결과를 도시한다. 빔 커버리지의 장반경은 빔 크기 상한을 의미할 수 있다. 모의 실험을 위해 고도(altitude)는 [300:50:1500]km로 설정하고, SCS는 15kHz, 30kHz, 60kHz, 및 120kHz로 설정되었다.

[160] 도 22a는 SCS가 15kHz, 또는 30kHz인 상황에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 22a는 SCS가 15kHz, 또는 30kHz이고, 반송파 주파수가 7GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 도 22a를 참고하면, SCS가 30kHz인 경우의 빔 커버리지의 장반경이 SCS가 15kHz인 경우의 빔 커버리지의 장반경보다 큰 것을 알 수 있다. 또한, 동일한 SCS의 경우 최대 고도각이 작아질수록 빔 커버리지의 장반경이 큰 것을 알 수 있다.

[161] 도 22b는 SCS가 60kHz인 상황에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 22b는 SCS가 60kHz이고, 반송파 주파수가 24GHz, 또는 52GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 도 22b를 참고하면, 반송파 주파수가 24GHz인 경우의 빔 커버리지 장반경이 반송파 주파수가 52GHz인 경우의 빔 커버리지 장반경보다 큰 것을 알 수 있다. 또한, 동일한 반송파 주파수의 경우 최대 고도각이 작아질수록 빔 커버리지의 장반경이 큰 것을 알 수 있다.

[162] 도 22c는 SCS가 120kHz인 상황에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 22c는 SCS가 120kHz이고, 반송파 주파수가 24GHz, 또는 52GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 도 22c를 참고하면, 반송파 주파수가 24GHz인 경우의 빔 커버리지 장반경이 반송파 주파수가 52GHz인 경우의 빔 커버리지 장반경보다 큰 것을 알 수 있다. 또한, 동일한 반송파 주파수의 경우 최대 고도각이 작아질수록 빔 커버리지의 장반경이 큰 것을 알 수 있다.

[163] 상술한 도 22a 내지 도 22c를 참조하면, 본 개시의 실시예에 따른 도플러 천이를 고려한 빔 크기가 SCS, 및 고도와 비례하고, 반송파 주파수 및 최대 고도각과 반비례하는 관계를 가짐을 알 수 있다.

[164] 전술한 다양한 실시예들에 따르면, 단말은 SCS, 반송파 주파수, 고도, 및 최대 고도각이 주어진 상황에서 빔 크기를 결정하고, 빔 크기에 기반하여 빔을 선택할 수 있다.

[165] 본 개시의 다양한 실시예들에 따르면, 저궤도 위성의 높은 이동성(mobility)을 고려하여, 차등 지연(Differential delay)을 추가적으로 더 고려하고자 한다. 차등 지연은 최대 랜덤 억세스 거리(maximum random access distance, D_{RA}) 및 최대 타이밍 어드밴스 거리(maximum timing advance distance, D_{TA}) 중 적어도 하나에 의해 제한될 수 있다.

[166] 이에, 본 개시의 실시예에 따르면, 차등 지연을 고려하여 저궤도 위성 네트워크의 셀을 제공하기 위한 빔의 크기를 결정하는 방안을 제안하고자 한다. 구체적으로, 이하에서는 차등 지연을 고려하여 저궤도 위성 네트워크의 셀을 제공하기 위한 빔(beam)의 크기를 결정 및 제어하고, 관련된 정보를 시그널링하기 위한 다양한 실시예들을 설명한다.

[167] 도 23a는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 차등 지연(differential delay)의 개념을 도시한다.

[168] 도 23a를 참고하면, 위성(2220)이 지상에 빔 커버리지를 형성하고, 빔 커버리지 내에 단말들(2210-1, 2210-2, 2210-3)이 위치한다. 일실시예에 따라, 위성(2220)은 저궤도 위성일 수 있으며, 위성(2220)의 위치에 따라 빔 커버리지 내 단말들(2210-1, 2210-2, 2210-3)과 위성 사이의 거리 및/또는 고도각이 변경될 수 있다. 이때, 단말이 위치한 지점에서 위성에 대한 고도각이 최대 고도각(θ_{max})인 경우, 위

성과 단말 사이의 거리는 최소 거리(d_{min})가 되고, 단말이 위치한 지점에서 위성에 대한 고도각이 최소 고도각(θ_{min})인 경우, 위성과 단말 사이의 거리는 최대 거리(d_{max})가 된다. 최대 고도각(θ_{max}), 최소 고도각(θ_{min}), 최대 거리(d_{max}), 최소 거리(d_{min})는 위성의 위치에 따라 가변될 수 있다.

[169] 도 23a에 도시된 바와 같이, 빔 커버리지 내 단말들 각각은 위성의 위치에 따른 차등 지연을 겪을 수 있다. 예를 들어, 위성이 제1 위치에 위치한 제1 시점(t_{0min})에 빔 커버리지 경계의 제1 단말(2210-1)로 수신되는 신호는 제1 차등 지연(Differential $delay_1$, 2231)을 겪고, 위성이 제2 위치에 위치한 제2 시점(t_{Nadir})에 빔 커버리지 경계의 제1 단말(2210-1)로 수신되는 신호는 제2 차등 지연(Differential $delay_2$, 2232)을 겪을 수 있다. 차등 지연(ΔD)은, 위성의 위치에 따른 최대 거리와 최소 거리의 차이로 표현될 수 있다.

[170] 본 개시의 실시예에 따르면, 차등 지연(ΔD)은 최대 랜덤 억세스 거리(maximum random access distance, D_{RA}) 및 최대 타이밍 어드밴스 거리(maximum timing advance distance, D_{TA})보다 작거나 같은 값을 갖도록 제한된다. 예를 들어, 차등 지연은, D_{RA} 및 D_{TA} 중 더 작은 값보다 작거나 같은 값으로 설정되어야 한다.

[171] 전술한 바와 같이, 차등 지연의 설정을 위해 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})가 계산될 필요가 있다. 랜덤 억세스는 단말이 네트워크에 초기 접속하는 경우, 다른 단말과의 충돌을 방지하기 위해 수행되는 절차이다. 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})는, CP(cyclic prefix), 랜덤 시퀀스(random sequence), 및 보호 시간(guard time)을 기반으로 계산될 수 있다. 이는, 랜덤 억세스를 위한 프리앰블 포맷이 도 23b에 도시된 바와 같이 구성되기 때문이다.

[172] 도 23a는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 차등 지연(differential delay)의 개념을 도시한다. 도 23b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 랜덤 억세스 프리앰블의 포맷을 도시한다.

[173] 도 23a 및 23b를 참고하면, 랜덤 억세스 프리앰블은, CP(Cyclic Prefix)(2301), 랜덤 시퀀스(random sequence)(2303), 및 보호 시간(guard time)(2305)을 포함할 수 있다. 보호 시간(2305)은 단말과 기지국(위성) 사이의 거리로 인한 타이밍 불확실성을 허용하기 위해 설정된다.

[174] 본 개시에서, 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})는 하기 수학식 1과 같이 계산될 수 있다.

[175] [수식1]

$$D_{RA}(\mu) = C\frac{T_{GT}}{2} = C\frac{N_{slot}(\mu)T_{slot}(\mu) - T_{CP} - T_{SEQ}}{2}$$

[176] [수학식 1]에서, $D_{RA}(\mu)$는 최대 랜덤 억세스 거리를 의미하고, c는 빛의 속도, T_{GT}는 보호 시간을 의미하고, N_{slot}은 프리앰블의 타임 슬롯 개수를 의미하고, T_{slot}은 타임 슬롯의 길이를 의미한다. 또한, T_{CP}는 CP의 길이를 의미하고, T_{SEQ}는 랜덤 시

퀀스의 길이를 의미한다. 구체적으로, T_{CP}는 $N_{CP}.k.2^{-\mu}$(k=64.0.509.10^{-6}[ms])일 수 있고, T_{SEQ}는 $N_{rep}.2048.k.2^{-\mu}$일 수 있다. N_{rep}는 시퀀스 반복 횟수를 의미한다. 또한, T_{slot}은 $2^{-\mu}$[ms](μ=0, 1, 2, 3)이다. 즉, T_{slot}은 1ms, 0.5ms, 0.25ms, 또는 0.125ms 가 되며, 이때 SCS는 15kHz, 30kHz, 60kHz, 또는 120kHz일 수 있다. 또한, N_{slot}은

$$N_{slot}(\mu) = [(T_{CP} + T_{SEQ})/T_{slot}(\mu)]$$

으로 계산될 수 있다. 또한, T_{GT}는

$$T_{GT} = N_{slot}(\mu)T_{slot}(\mu) - T_{CP} - T_{SEQ}$$

로 표현될 수 있다. [수학식 1]에서 분모가 2인 것은 왕복 지연을 고려하기 위함이다.

[177] 프리앰블 포맷은, 롱 프리앰블(long preamble)과 쇼트 프리앰블(short preamble)로 구분된다. [표 5] 및 [표 6]은 FR1 및 FR2에 대한 PRACH 쇼트 프리앰블 포맷을 나타낸다.

[178] [표5]

Format	Number of Repetitions	CP Length(μs)	Preamble Length(μs) Excluding CP
A1	2	9.4	133
A2	4	18.7	267
A3	6	28.1	400
B1	2	7.0	133
B2	4	11.7	267
B3	6	16.4	400
B4	12	30.5	800
C0	1	40.4	66.7
C2	4	66.7	267

[179] [표 5]는 PRACH 쇼트 프리앰블 포맷 별 시퀀스 반복 횟수(N_{rep}), CP 길이, 및 프리앰블 길이를 나타낸다.

[180] [표6]

포맷	L_{RA}	Δf^{RA}	N_{μ}	N_{CP}^{RA}	Support for restricted sets
A1	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$2\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$288k\cdot2^{-\mu}$	-
A2	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$4\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$576k\cdot2^{-\mu}$	-
A3	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$6\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$864k\cdot2^{-\mu}$	-

B1	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$2\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$216k\cdot2^{-\mu}$	-
B2	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$4\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$360k\cdot2^{-\mu}$	-
B3	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$6\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$504k\cdot2^{-\mu}$	-
B4	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$12\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$936k\cdot2^{-\mu}$	-
C0	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$2048k\cdot2^{-\mu}$	$1024k\cdot2^{-\mu}$	-
C2	139	$15\cdot2^{\mu}$ kHz	$4\cdot2048k\cdot2^{-\mu}$	$2048k\cdot2^{-\mu}$	-

[181] [표 6]은 프리앰블 포맷별 시퀀스 길이(L_{RA}), 부반송파 간격(Δf^{RA}), 랜덤 시퀀스 길이(N_{μ})(또는 T_{SEQ}), 및 CP의 길이(N_{CP}^{RA})를 나타낸다. 여기서, N_{CP}^{RA}는 [수학식 1]에서 T_{CP}와 동일할 수 있다. 여기서, 시퀀스 길이(L_{RA})가 139인 것은 쇼트 시퀀스임을 의미한다.도 24a 및 도 24b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 프리앰블 포맷 별 최대 랜덤 억세스 거리를 도시한다. 도 24a 및 도 24b를 참고하면, 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})는 OFDM numerology와 무관하게 프리앰블 포맷이 B4일 때 항상 최소값을 가지며, 프리앰블 포맷이 C0일 때 최대 값을 가진다. 이는, 표 6에서 프리앰블 포맷이 B4일 때, 시퀀스 반복 횟수가 12이고, 프리앰블 포맷이 C0일 때, 시퀀스 반복 횟수가 1임을 통해서도 알 수 있다.

[182]

[183] 본 개시의 실시예에 따르면, 차등 지연의 설정을 위해 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA})가 계산될 필요가 있다. 타이밍 어드밴스는 상향링크 및 하향링크 간 간섭 발생을 방지하기 위해 수행되는 절차이다. 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA})는 상향링크 및 하향링크 타이밍 관계를 기반으로 계산될 수 있다. 도 25는 무선통신 시스템에서 상향링크 및 하향링크 타이밍 관계를 도시한다. 도 25를 참고하면, 상향링크 프레임(2510)과 하향링크 프레임(2520) 사이의 시간 간격(T_{TA})은, 타이밍 어드밴스 커맨드를 통해 단말로 전송되는 측정 값(N_{TA}), FR 및 SCS에 따라 달라지는 고정 값($N_{TA,offset}$), 및 5G NR 시스템의 기본 시간 단위(Tc)에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA})는 하기 [수학식 2]와 같이 계산될 수 있다.

[184] [수식2]

$$T_{TA}(\mu) = (N_{TA}(\mu) + N_{TA,offset})T_C$$

[185] [수학식 2]에서, c는 빛의 속도를 의미한다. 또한, $N_{TA,offset}$는 전술한 바와 같이, FR 및 SCS에 따라 달라지는 고정 값으로, NR 규격문서 TS 38.133 v15.6에 정의된 값을 이용할 수 있다. 또한, N_{TA}는 타이밍 어드밴스 커맨드를 통해 단말로 전송되는 측정 값으로,

$$N_{TA}(\mu) = T_A \cdot (16 \cdot 64)2^{-\mu}$$

로 나타낼 수 있다. 여기서, T_A=0,1,2,..., 3846일 수 있다.

[186] 전술한 바와 같이, 차등 지연(ΔD)은 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA}) 및 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA}) 중 더 작은 값에 의해 제한될 수 있다. 이하 [표 7]은 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})를 나타내고, [표 8]은 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA})를 나타낸다.

[187] [표7]

	μ=0 (15kHz)	μ=1 (30kHz)	μ=2 (60kHz)	μ=3(120kHz)
D_{RA}(km)	133.84	66.92	33.46	16.73

[188] [표 7]은 프리앰블 포맷이 C0인 경우에 대한 최대 랜덤 억세스 거리를 나타낸다.

[189] [표8]

	μ=0 (15kHz)	μ=1 (30kHz)	μ=2 (60kHz)	μ=3(120kHz)
D_{TA}(km)	603.48	302.79	152.45	77.27

[190] [표 8]은 T_A가 3846이고, $N_{TA,offset}$이 25,600(FR1) 또는 13,795(FR2)인 경우에 대한 최대 타이밍 어드밴스 거리를 나타낸다.[표 7] 및 [표 8]을 참고하면, 최대 랜덤 억세스 거리가 최대 타이밍 어드밴스 거리보다 더 작은 것을 알 수 있다. 이는 최대 타이밍 어드밴스 거리(D_{TA})보다 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})가 차등 지연에 더 많은 영향을 미치는 지배적인 파라미터(dominant parameter)임을 나타낸다. 다만, 이는 T_A가 146보다 큰 경우로 한정될 수 있다.

[191] 따라서, 본 개시의 실시예에 따른 차등 지연은 아래의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

[192] [수식3]

$$\Delta D = d_{\max}(\theta_{\min}) - d_{\min}(\theta_{\max}) \le D_{RA}$$

[193] [수학식 3]은 아래의 [수학식 4]와 같이 정리될 수 있다.

[194] [수식4]

$$d_{\min}(\theta_{\max}) \ge d_{\max}(\theta_{\min}) - D_{RA} = d_{\min,t}$$

[195] [수학식 4]에서, $d_{min,t}$는 $d_{min}(\theta_{max})$의 최소 값을 의미한다.

[196] 본 개시의 일 실시예에 따른 위성의 빔 크기에 따른 빔 반경(beam radius)을 도 26에 도시된 바와 같이 a(2610)라고 가정하는 경우, 빔 반경은 아래의 수학식 5 내지 7을 이용하여 계산될 수 있다. 도 26은 본 개시의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 위성의 빔 반경을 도시한다.

[197] 먼저, 위성과 단말 사이의 고도각이 최소인 경우에 대응되는 단말과 기지국 사이의 최대 거리 $d_{min}(\theta_{max})$은, 아래 수학식 5와 같이 계산될 수 있다.

[198] [수식5]

$$d_{\max}(\theta_{\min}) = R_E\left[\sqrt{\left(\frac{R_E+h_{sat}}{R_E}\right)^2-\cos^2\theta_{\min}} - \sin\theta_{\min}\right]$$

[199] [수학식 5]에서, R_E는 지구의 반경을 의미하며, h_{sat}는 위성의 고도를 의미한다.

[200] 이때, 위성의 빔 크기를 나타내는 지름(2a)은, 아래 수학식 6과 같이 계산될 수 있다.

[201] [수식6]

$$2a = d_{\max}(\theta_{\min})\cos\theta_{\min}-d_{ssp}$$

[202] [수학식 6]에서, d_{ssp}는 서브 위성 지점(sub-satellite point)와 위성에 가장 가까운 단말 사이의 거리를 의미한다. 서브 위성 지점은, 지면에서 위성과의 고도각이 직각인 위치를 의미한다.

[203] 전술한 바와 같은 [수학식 5] 및 [수학식 6]에 따라 빔의 반경은 아래 [수학식 7]과 같이 계산될 수 있다.

[204] [수식7]

$$\alpha = \frac{d_{\max}(\theta_{\min})\cos\theta_{\min}-\sqrt{d^2_{\min,t}-h^2_{sat}}}{2}$$

[205] [수학식 7]을 참고하면, 빔 크기는 위성과 단말 사이의 고도각이 최소인 경우에 대응되는 단말과 기지국 사이의 최대 거리($d_{\max}(\theta_{\min})$), $d_{\min}(\theta_{\max})$의 최소 값($d_{\min,t}$), 및 위성의 고도(hs_{at})를 기반으로 결정될 수 있다.

[206] 도 27a 및 도 27b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 크기에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[207] 도 27a 및 도 27b는 FR1에서 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})를 이용하여 위성의 고도별 빔 크기를 결정한 모의실험 결과이다. 특히, 도 27a는 최소 고도각(minimum elevation angle, θ_{min})이 10°인 경우에 대한 모의실험 결과이고, 도 27b는 최소 고도각이 25°인 경우에 대한 모의실험 결과이다. 여기서, 프리앰블 포맷이 C0인 경우의 빔 크기는 빔 크기에 대한 최대 상한을 의미하고, 프리앰블 포맷이 B4인 경우의 빔 크기는 빔 크기에 대한 최소 상한을 의미할 수 있다.

[208] 도 27a 및 도 27b를 참고하면, 최소 고도각이 25°인 경우의 빔 크기의 상한이 최소 고도각이 10°인 경우의 빔 크기의 상한보다 낮은 것을 알 수 있다. 즉, 도 27a 및 도 27b의 모의실험 결과는 최소 고도각이 높을수록, 상한이 낮아지는 것을 나타낸다.

[209] 도 28a 및 도 28b는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 크기에 대한 모의실험 결과를 도시한다.

[210] 도 28a 및 도 28b는 FR2에서 최대 랜덤 억세스 거리(D_{RA})를 이용하여 위성의 고도별 빔 크기를 결정한 모의실험 결과이다. 특히, 도 28a는 최소 고도각(θ_{min})이 10°인 경우에 대한 모의실험 결과이고, 도 28b는 최소 고도각이 25°인 경우에 대

한 모의실험 결과이다. 여기서, 프리앰블 포맷이 C0인 경우, 빔 크기는 빔 크기에 대한 최대 상한을 의미하고, 프리앰블 포맷이 B4인 경우, 빔 크기는 빔 크기에 대한 최소 상한을 의미할 수 있다.

[211] 도 28a 및 도 28b를 참고하면, 최소 고도각이 25°인 경우의 빔 크기의 최대 상한이 최소 고도각이 10°인 경우보다 낮은 것을 알 수 있다. 최소 고도각이 25°인 경우의 빔 크기의 최소 상한이 최소 고도각이 10°인 경우보다 낮은 것을 알 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 실시 예에 따라, 위성의 최소 고도각에 따라 빔 크기의 상한이 달라질 수 있다. 다시 말해, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 빔 크기는 위성의 최소 고도각에 기반하여 결정될 수 있다. 즉, 위성의 빔 커버리지는 고도각(예: 최소 고도각)에 기반하여 결정될 수 있다.

[212] 전술한 바와 같이, 프리앰블, SCS, 최소 고도각, 및 위성의 고도는 차등 지연을 일정 수준 이하로 유지하기 위한 빔 크기에 영향을 주는 것을 알 수 있다. 따라서, 위성은 위성에 접속하려는 단말 또는 접속 중인 단말에게 빔 크기에 영향을 주는 정보들(예: 프리앰블, SCS, 최소 고도각, 및 위성의 고도)을 시그널링할 수 있다. 이는 위성에 접속하려는 단말이 위성의 빔 크기를 알 수 있도록 하기 위함이다. 빔 크기에 영향을 주는 정보의 구체적인 형식 및 값들은 다양하게 정의될 수 있고, 이들의 송신 시점 또한 다양하게 정의될 수 있다.

[213] 상술한 바와 같은 관계에 근거하여, 위성 네트워크 환경에서의 빔 크기는 적응적으로 제어될 수 있다. 즉, 이하에서는 상술한 두 가지 접근 방안을 결합하여, 빔 크기 상한(upper bound), 즉, 최대 빔 크기를 제어하는 방식을 제시한다. 구체적으로, 도플러 천이에 대한 보상을 고려한 측면에서의 빔 크기, 및 차등 지연을 고려한 측면에서의 빔 크기를 기반으로, 빔 크기 상한을 제어하는 방식을 제시한다. 예를 들어, 반송파 주파수, SCS, 최대 고도각, 및 위성 고도에 기반하여 제1 빔 크기를 결정하고, 프리앰블, SCS, 최소 고도각, 및 위성 고도에 기반하여 제2 빔 크기를 결정한 후, 제1 빔 크기와 제2 빔 크기 중 더 작은 빔 크기를 최종 빔 크기 상한으로 결정할 수 있다.

[214] 도 29는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 최종 빔 크기 상한을 결정하는 개념도이다.

[215] 도 29를 참고하면, 단말은 위성 또는 기지국을 포함하는 적어도 하나의 서빙 셀과의 시그널링을 통해 빔 크기에 영향을 주는 정보들(2910)을 획득할 수 있다. 빔 크기에 영향을 주는 정보는, 최소 고도각(θ_{min}, 2911), 프리앰블(preamble, 2912), SCS(2913), 위성의 고도(altitude, 2914), 반송파 주파수(f_c, 2915), 및 최대 고도각(θ_{max}, 2916)을 포함할 수 있다.

[216] 단말은 빔 크기에 영향을 주는 정보들(2910) 중 제1 정보 셋을 기반으로 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 크기의 상한(

$R_{\max}^{\Delta D}$

)(2920)을 결정한다. 제1 정보 셋은 최소 고도각(2911), 프리앰블(2912), SCS(2913), 및 위성의 고도(2914) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[217] 또한, 단말은 빔 크기에 영향을 주는 정보들(2910) 중 제2 정보 셋을 기반으로 도플러 천이(f_D)에 대한 보상을 고려한 빔 크기의 상한($R_{\max}^{f_D}$)(2930)을 결정한다. 제2 정보 셋은, SCS(2913), 위성의 고도(2914), 반송파 주파수(2915), 및 최대 고도각(2916) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[218] 단말은 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 크기의 상한($R_{\max}^{\Delta D}$)(2920) 및 도플러 천이(f_D)에 대한 보상을 고려한 빔 크기의 상한($R_{\max}^{f_D}$)(2930) 중 최소 값(2940)을 최종 빔 크기 상한으로 결정한다.

[219] 일 실시예에 따르면, 최소 고도각(θmin, 2911)은 미리 결정될 수 있다. 예를 들어, 최소 고도각(θmin, 2911)은 10°로 미리 결정되거나, 25°로 미리 결정될 수 있다. 이는 이해를 돕기 위한 예시일 뿐, 본 개시의 실시예들은 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 최소 고도각은 다른 값으로 미리 결정될 수 있다. 또한, 최대 고도각(θmax)은 SIB로부터 획득될 수 있다. 예를 들어, 최대 고도각(θmax)은 도 32에 나타낸 바와 같이 SIB를 통해 획득될 수 있다.

[220] 도 30a 내지 도 30d는 본 개시의 일 실시예에 따른 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경(major semi-axis)에 대한 모의실험 결과를 도시한다. 빔 커버리지의 장반경은 빔 크기 상한을 의미할 수 있다. 모의 실험을 위해 최소 고도각은 10°, 또는 25°(SpaceX(STARLINK))로 설정하였고, SCS는 FR1에 대해 15kHz(μ=0) 및 30kHz(μ=1), FR2에 대해 60kHz(μ=2) 및 120kHz(μ=3)를 사용하였다.

[221] 도 30a는 SCS가 15kHz인 상황에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 30a는 프리앰블 포맷이 B4인 경우에 최소 고도각에 따른 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경, 및 반송파 주파수(f_c)가 7GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다.

[222] 도 30a를 참고하면, 최소 고도각이 10°인 경우에는 최대 고도각에 관계없이 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다. 또한, 최소 고도각이 25°인 경우에는 최대 고도각이 50°, 70°, 또는 90°일 때, 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다. 최소 고도각이 25°이나, 최대 고도각이 30°이면, 고도가 약 300km ~ 약 875km인 구간에서 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크

기로 설계되고, 고도가 약 876km ~ 약 1500km인 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[223] 도 30b는 SCS가 30kHz인 상황에서, 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 30b는 프리앰블 포맷이 B4인 경우에 최소 고도각에 따른 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경, 및 반송파 주파수(f_c)가 7GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다.

[224] 도 30b를 참고하면, 최소 고도각이 10°인 경우, 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 일부 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다. 즉, 최대 고도각이 50°인 경우에는 고도가 약 1400~1500km인 구간, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 1050~1500km인 구간, 최대 고도각이 90°인 경우에는 고도가 약 900~1500km인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[225] 또한, 최소 고도각이 25°인 경우, 고도가 약 1400~1500km인 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 고도가 더 낮은 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[226] 도 30c는 SCS가 60kHz인상황에서, 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 30c는 프리앰블 포맷이 B4인 경우에 최소 고도각에 따른 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경, 및 반송파 주파수(f_c)가 24GHz 또는 52GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다.

[227] 도 30c를 참고하면, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 24GHz인 경우, 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 일부 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[228] 즉, 최대 고도각이 30°인 경우에는 고도가 약 1000km 이상인 구간, 최대 고도각이 50°인 경우에는 고도가 약 650km 이상인 구간, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 400km인 구간, 최대 고도각이 90°인 경우에는 고도가 약 350km인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[229] 반면, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 52GHz인 경우, 최대 고도각 및 고도에 관계없이 항상 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[230] 또한, 최소 고도각이 25°이고, 반송파 주파수(f_c)가 24GHz인 경우, 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 일부 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[231] 즉, 최대 고도각이 30°인 경우에는 고도가 약 1400km 이상인 구간, 최대 고도각이 50°인 경우에는 고도가 약 950km 이상인 구간, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 750km인 구간, 최대 고도각이 90°인 경우에는 고도가 약 700km인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[232] 반면, 최소 고도각이 25°이고, 반송파 주파수(f_c)가 52GHz인 경우, 최대 고도각이 50°, 70°, 90°인 상황에서는 고도에 관계없이 항상 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 최대 고도각이 30°인 상황에서는 고도가 약 500km 이상인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[233] 도 30d는 SCS가 120kHz인 상황에서 위성 고도에 따른 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다. 구체적으로, 도 30d는 프리앰블 포맷이 B4인 경우에 최소 고도각에 따른 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경, 및 반송파 주파수(f_c)가 24GHz 또는 52GHz인 경우에 최대 고도각 별 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경을 나타낸다.

[234] 도 30d를 참고하면, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 52GHz인 상황에서 최대 고도각이 90°이면, 고도에 관련 없이 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다. 반면, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 52GHz인 상황에서, 최대 고도각이 30°, 50°, 또는 70°이면, 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 일부 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[235] 구체적으로, 최대 고도각이 30°인 경우에는 고도가 약 950km 이상인 구간, 최대 고도각이 50°인 경우에는 고도가 약 550km 이상인 구간, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 400km인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[236] 또한, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 24GHz인 상황에서, 최대 고도각이 70° 또는 90°이면, 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다. 구체적으로, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 1500km 이상인 구간, 최대 고도각이 90°인 경우에는 고도가 약 1500km 이상인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[237] 또한, 최소 고도각이 10°이고, 반송파 주파수(f_c)가 24GHz인 상황에서, 최대 고도각이 30° 또는 50°이면, 고도에 관계없이, 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[238] 또한, 최소 고도각이 25°이고, 반송파 주파수(f_c)가 52GHz이면, 최대 고도각에 따라 일부 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되나, 다른 고도 구간에서는 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계됨을 알 수 있다.

[239] 구체적으로, 최대 고도각이 30°인 경우에는 고도가 약 1300km 이상인 구간, 최대 고도각이 50°인 경우에는 고도가 약 900km 이상인 구간, 최대 고도각이 70°인 경우에는 고도가 약 700km 이상인 구간, 최대 고도각이 90°인 경우에는 고도가 약 650km 이상인 구간에서 도플러 천이(Δf_D)를 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계되고, 해당 구간들보다 더 낮은 고도 구간에서는 차등 지연(ΔD)을 고려한 빔 커버리지의 장반경이 최종 빔 크기로 설계될 수 있다.

[240] 상술한 바와 같이, 본 개시의 실시예에 따르면 위성의 최종 빔 크기(또는 커버리지 크기)는 최소 고도각, 프리앰블 포맷, SCS, 고도, 반송파 주파수, 및 최대 고도각 중 적어도 하나를 기반으로 결정되되, 차등 지연을 고려한 빔 크기 또는 도플러 천이에 대한 보성을 고려한 빔 크기 상한에 의해 제한될 수 있다. 따라서, 단말은 빔 크기 상한에 기초하여, 단말이 유효 커버리지 영역 내에 위치하는지 판단하고, 해당 빔을 서빙 빔으로서 사용할지 여부를 판단할 수 있다. 즉, 단말은 빔 선택(beam selection)을 수행할 수 있다. 빔 선택을 위한 구체적인 실시예는 다음과 같다.

[241] 도 31은 본 개시의 일 실시예에 따라 빔을 선택하는 절차의 예를 도시한다. 도 31은 단말의 동작 방법을 예시한다.

[242] 도 31을 참고하면, S3101 단계에서, 단말은 위성의 시스템 정보를 수신한다. 여기서, 위성은 기지국으로서 동작하며, 시스템 정보는 SSB에 포함되는 MIB, PDSCH(physical downlink share channel)를 통해 수신되는 적어도 하나의 SIB를 포함한다. 구체적으로, 단말은 셀 검색 동작을 통해 동기 신호를 검출하고, 동기 신호를 포함하는 SSB에 포함된 MIB를 수신 및 디코딩하고, MIB를 통해 획득된

정보를 이용하여 적어도 하나의 SIB를 수신 및 디코딩할 수 있다. 이때, 동기 신호, MIB, SIB는 위성이 사용하는 복수의 빔들 중 어느 하나를 통해 송신될 수 있으며, 단말이 수신한 동기 신호, MIB, SIB를 전달하는 빔이 이후 동작들을 위한 후보 빔으로 취급된다.

[243] 일 실시예에 따르면, 단말이 수신한 SIB는 위성에 관련된 SIB일 수 있다. 위성에 관련된 SIB는 위성에 대한 측정에 대한 정보, NTN 접속에 대한 정보, 위성의 궤도에 대한 정보, TA에 대한 정보, 동기에 대한 정보, NTN 이웃 셀에 대한 정보, 기준 위치에 대한 정보, 빔의 중심 위치에 대한 정보, 최대 고도각에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 단말은 시스템 정보를 수신함으로써, 이후의 동작들에 필요한 정보를 획득할 수 있다.

[244] 예를 들어, 단말은 시스템 정보를 통해 위성의 빔 크기에 영향을 미치는 정보, 즉, 최소 고도각, 프리앰블 정보, SCS, 위성의 고도, 반송파 주파수, 및 최대 고도각 중 적어도 하나를 획득할 수 있다. 여기서, 프리앰블 정보는, 수학식 1과 같이 최대 랜덤 억세스 거리 계산을 위해 필요한 랜덤 억세스 프리앰블 관련 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프리앰블 정보는, 랜덤 억세스 프리앰블의 타임 슬롯 개수, 타임 슬롯 길이, CP 길이, 시퀀스 반복 횟수, 및 랜덤 시퀀스 길이 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[245] S3103 단계에서, 단말은 제1 정보 셋을 기반으로 제1 빔 크기를 결정한다. 제1 정보 셋은 도 29에 도시된 빔 크기에 영향을 주는 정보들 중 일부 정보를 포함할 수 있다. 구체적으로, 제1 정보 셋은 최소 고도각(θ_{min}), 프리앰블 정보, SCS, 및 위성의 고도 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 단말은 시스템 정보를 통해 제1 정보 셋을 획득하고, 제1 정보 셋을 기반으로 차등 지연을 고려한 제1 빔 크기를 결정할 수 있다. 차등 지연을 고려한 제1 빔 크기는 수학식 1 내지 7에서 설명한 바와 같이 결정될 수 있다.

[246] S3105 단계에서, 단말은 제2 정보 셋을 기반으로 제2 빔 크기를 결정한다. 제2 정보 셋은 도 29에 도시된 빔 크기에 영향을 주는 정보들 중 일부 정보를 포함할 수 있다. 구체적으로, 제2 정보 셋은 SCS, 위성의 고도, 반송파 주파수(f_c), 및 최대 고도각(θ_{max}) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 단말은 시스템 정보를 통해 제2 정보 셋을 획득하고, 제2 정보 셋을 기반으로 도플러 천이에 대한 보상을 고려한 제2 빔 크기를 결정할 수 있다. 예를 들어, 단말은 도 18의 S1803에서 설명한 바와 같은 방식으로 도플러 천이에 대한 보상을 고려한 제2 빔 크기를 결정할 수 있다.

[247] S3107 단계에서, 단말은 제1 빔 크기 및 제2 빔 크기를 기반으로, 최종 빔 크기를 결정한다. 구체적으로, 단말은 제1 빔 크기와 제2 빔 크기 중 더 작은 빔 크기를 최종 빔 크기로 결정할 수 있다. 최종 빔 크기는 단말로 시스템 정보를 전달한 빔의 유효 커버리지 크기를 의미할 수 있다.

[248] S3109 단계에서, 단말은 빔 중심으로부터의 거리를 결정한다. 다시 말해, 단말은 단말이 빔 중심으로부터 얼마나 떨어져 있는지 확인하다. 이를 위해, 단말은

단말의 위치 정보를 이용할 수 있다. 즉, 단말은 단말의 위치 정보를 획득하고, 후보 빔의 중심 위치를 확인한 후, 단말의 위치 및 빔의 중심 위치 간 거리를 결정할 수 있다. 여기서, 빔의 중심 위치는 다양한 방식으로 확인될 수 있다. 일 실시예에 따라, 빔의 중심 위치는 미리 알려진 위성의 궤도와 위성의 식별 정보에 기반하여 확인될 수 있다. 다른 실시예에 따라, 빔의 중심 위치는 시스템 정보를 통해 명시적 또는 묵시적으로 시그널링될 수 있다. 예를 들어, 빔의 중심 위치는 표 5 또는 표 10에 나타낸 바와 같은 SIB로부터 확인될 수 있다.

[249] S3111 단계에서, 단말은 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하는지 판단한다. 이를 위해, 단말은 S3107 단계에서 결정된 최종 빔의 크기 및 S3109 단계에서 결정된 빔 중심으로부터의 거리를 비교한다. 즉, 빔 중심으로부터의 거리가 최종 빔 크기에 따른 커버리지의 반경보다 작거나 같으면, 단말은 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치한다고 판단할 수 있다.

[250] 만일, 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하면, S3113 단계에서, 단말은 해당 빔을 선택한다. 다시 말해, 단말은 시스템 정보를 전달한 빔을 서빙 빔으로 사용할 것을 선택한다. 즉, 단말은 해당 빔을 이용하여 이후 랜덤 억세스 동작을 수행할 것을 결정할 수 있다. 반면, 단말이 빔의 유효 커버리지 내에 위치하지 아니하면, 단말은 S3101 단계로 되돌아간다. 이에 따라, 단말은 해당 위성의 다른 빔 또는 다른 위성을 탐색하고, 탐색된 다른 빔에 대하여 전술한 동작들을 반복할 수 있다.

[251] 도 31을 참고하여 설명한 실시예에 따라, 단말은 서빙 빔을 선택할 수 있다. 이를 위해, 단말은 현재 관측되는 후보 빔의 중심 위치를 이용한다. 전술한 바와 같이, 빔의 중심 위치는 다양한 방식으로 확인될 수 있다. 일 예로, 빔의 중심 위치는 현재 단말이 어느 지역에 위치하는지에 기반하여 확인될 수 있다. 위성 기지국들의 배치가 결정되면, 해당 위성 기지국들에 의해 송신되는 빔들의 중심 위치들은 고정적으로 결정될 수 있다. 다시 말해, 위성 기지국들이 지상에 배치되어 있으면, 위성에서부터 송신되는 빔들의 중심 위치들은 위성 기지국을 활용하여 고정적으로 결정될 수 있다. 위성 기지국의 빔 커버리지는 지상 기지국에 비하여 크기 때문에, 지역 및 빔의 중심 위치의 대응 관계가 도출될 수 있다. 이 경우, 지역 별 빔의 중심 위치에 대한 대응 관계가 미리 정의될 수 있고, 단말은 해당 대응 관계에 대한 정보를 이용하여, 현재 위치한 지역으로부터 빔의 중심 위치를 확인할 수 있다. 일실시예에 따르면, 단말은 시스템 정보를 통해 빔의 중심 위치 정보를 획득할 수 있다.

[252] 도 31에서는 단말이 시스템 정보를 통해 빔 크기에 영향을 미치는 정보, 예를 들어, 최소 고도각, 프리앰블 정보, SCS, 위성의 고도, 반송파 주파수, 및 최대 고도각 중 적어도 하나를 획득하는 것에 대해 설명하였다. 일 실시예에 따르면, 빔 크기에 영향을 미치는 정보 중 적어도 하나는 도 19 내지 도 21에 설명한 바와 같은 방식으로 획득될 수 있다. 예를 들어, 단말은 도 19에서 설명한 바와 같이, MIB를 통해 시스템 정보를 획득하고, SIB에 대한 요청을 송신한 후, SIB를 수신할 수 있

다. 또한, 단말은 도 20에서 설명한 바와 같이, SCS를 획득하고, 도 21에서 설명한 바와 같이, 빔 중심 위치 정보를 획득할 수 있다.

[253] 일 실시예에 따르면, 빔 크기에 영향을 미치는 정보 중 적어도 하나는 미리 결정될 수 있다. 예를 들어, 최소 고도각(θ_{min})은 미리 결정될 수 있다. 예를 들어, 최소 고도각(θ_{min})은 위성 타입별로 미리 결정될 수 있다. 일 예로, 최소 고도각은 약 10° 또는 약 25 °로 미리 결정될 수 있다. 이는 이해를 돕기 위한 예시일 뿐, 최소 고도각은 다른 값으로 설정될 수도 있다. 또한, 단말은 SIB를 통해 최대 고도각(θ_{max})을 획득할 수 있다.

[254] 도 32는 본 개시의 일 실시예에 따라 최소 고도각을 획득하는 절차의 예를 도시한다. 도 32는 단말의 동작 방법을 예시한다.

[255] 도 32를 참고하면, S3201 단계에서, 단말은 위성의 타입을 확인할 수 있다. 위성의 타입은 예를 들어, 위성의 시스템 정보로부터 획득될 수 있다. 예를 들어, 단말은 기지국으로 동작하는 위성으로부터 SIB를 포함하는 시스템 정보를 수신할 수 있으며, 시스템 정보는 위성 타입 정보를 포함할 수 있다. 이는 예시일 뿐, 위성 타입 정보를 확인하는 방법은 이에 한정되지 않는다.

[256] S3203 단계에서, 단말은 최소 고도각을 확인할 수 있다. 즉, 단말은 위성의 타입을 기반으로 최소 고도각을 결정할 수 있다. 예를 들어, 단말은 미리 저장된 위성의 타입별 최소 고도각에 대한 정보를 기반으로, 확인된 위성 타입에 대응되는 최소 고도각을 확인할 수 있다. 예를 들어, 위성 타입이 제1 타입인 경우, 단말은 최소 고도각이 10°임을 확인할 수 있다. 또한, 위성 타입이 제2 타입인 경우, 단말은 최소 고도각이 25°임을 확인할 수 있다.

[257] 상술한 최소 고도각을 획득하는 절차는 예시일 뿐, 본 개시의 실시예들은 반드시 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 개시의 실시예들은 최소 고도각이 다른 방식을 통해 결정되는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다. 또는, 다른 실시예에 따라, 최소 고도각은 위성의 타입과 무관하게 정의될 수 있다.

[258] 도 33은 본 개시의 일 실시예에 따라 최대 고도각을 획득하는 절차의 예를 도시한다. 도 33은 단말의 동작 방법을 예시한다.

[259] 도 33을 참고하면, S3301 단계에서, 단말은 위성에 관련된 SIB에 대한 요청을 송신한다. 단말은 랜덤 억세스 프리앰블을 송신함으로써 위성에 관련된 SIB를 요청할 수 있다. 예를 들어, 위성에 관련된 SIB는 NTN 접속을 위한 위성 보조 정보를 포함하는 SIB일 수 있다. 여기서, 위성에 관련된 SIB는 온-디맨드 방식으로 송신되며, 온-디맨드 방식은 해당 SIB의 송신을 위성에게 요청하고, 수신하는 방식을 의미할 수 있다.

[260] S3303 단계에서, 단말은 위성에 관련된 SIB를 수신한다. 예를 들어, 단말은 시스템 정보 요청을 위한 랜덤 억세스 프리앰블에 응하여 송신되는 RAR에 의해 지시되는 자원을 통해 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다. 다른 예로, 단말은 랜덤 억세스 프리앰블에 응하여 송신되는 RAR에 의해 지시되는 자원을 통해 SIB를 요청하는 메시지를 송신하고, 이후 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다. 위성

에 관련된 SIB는 위성에 대한 측정에 대한 정보, NTN 접속에 대한 정보, 위성의 궤도에 대한 정보, TA에 대한 정보, 동기에 대한 정보, NTN 이웃 셀에 대한 정보, 기준 위치에 대한 정보, 빔의 중심 위치에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 특히, 일 실시예에 따라, 위성에 관련된 SIB는 최대 고도각에 대한 정보를 포함할 수 있다. 여기서, 최대 고도각은, SIB에 포함된 기준 위치에 대한 지구 고정 빔(earth-fixed beam)의 최대 고도각을 의미할 수 있다.

[261] S3305 단계에서, 단말은 최대 고도각에 대한 정보를 확인한다. 즉, 단말은 수신된 SIB에 포함된 최대 고도각에 대한 정보를 해석함으로써, 기준 위치에 대한 최대 고도각을 확인할 수 있다.

[262] 도 33을 참고하여 설명한 실시예와 같이, 단말은 SIB를 통해 최대 고도각을 확인할 수 있다. 즉, SIB는 최대 고도각에 대한 정보를 포함한다. 예를 들어, 위성에 관련된 SIB는 NTN 접속을 통해 NR에 접속하기 위해 단말에게 필요한 파라미터들(예: ntn-Config)로서, 천문력 데이터(ephemeris data), 공통 TA 파라미터, HARQ 관련 오프셋(예: k_offset), 상향링크 동기 정보에 대한 유효 기간(validity duration), 에포크 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 준-지구 고정 시스템을 통해 제공되는 셀이 위성이 현재 커버하고 있는 지역에 대한 서비스를 중단하는 시점에 대한 시간 정보(예: t-Service)를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 준-지구 고정 시스템을 통해 제공되는 서빙 셀의 기준 위치에 대한 정보(예: referenceLocation)로서, 위치-기반 측정의 개시(initiation)를 위해 사용될 수 있는 정보를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 서빙 셀 기준 위치로부터의 거리 정보(예: distanceThresh)로서, 위치-기반 측정의 개시를 위해 사용되는 정보를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 NTN 인접 셀들의 목록을 제공하는 정보(예: ntn-NeighCellConfigList, lateNonCriticalExtension)를 포함할 수 있고, 목록에 포함되는 각 위성에 대한 정보는 ntn-Config, 반송파 주파수, 셀 식별자(예: PhysCellId)를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 위성에 의해 제공되는 셀의 중심 위치 정보(예: centerOfCoverage)를 포함할 수 있다. 또한, 위성에 관련된 SIB는 위성의 최대 고도각에 대한 정보(예: maximumElevationAngle)를 포함할 수 있다.3333. 또한, 위성에 관련된 SIB는 전술한 실시예에서, 위성에 관련된 SIB는 온-디맨드 방식으로 송신되는 것으로 설명되나, 본 개시의 다른 실시예에 따라, 위성에 관련된 SIB는 요청 없이도 송신되도록 정의될 수 있다. 이 경우, 도 33에 예시된 절차에서, S3301 단계는 생략되고, 단말은 별도의 요청 없이 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다. 이때, 단말은 위성에 관련된 SIB를 위한 스케줄링 정보를 확인한 후, 확인된 스케줄링 정보에 기반하여 위성에 관련된 SIB를 수신할 수 있다.

[263] 전술한 다양한 실시예들에 따라, 빔 크기에 기반하여 위성과의 통신을 위한 서빙 빔이 선택될 수 있다. 전술한 실시예들에서, 빔 크기를 판단하기 위해 필요한 정보, 빔의 중심 위치를 판단하기 위해 필요한 정보는 모두 위성 기지국으로부터 수신되는 것으로 설명되었다. 그러나, 다른 실시예들에 따라, 정보의 적어도 일

부는 지상 기지국에 의해 제공될 수 있다. 이 경우, 어느 파라미터가 지상 기지국에 의해 제공되는지에 대한 구체적인 실시예들은 다양한 실시 형태 또는 시나리오에 따라 달라질 수 있다.

[264] 한편, 본 실시예와 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기된 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 방법들은 한정적인 관 점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 개시의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 개시에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 위성 통신을 지원하는 통신 시스템에서 단말의 빔 선택을 수행하는 방법에 있어서,
상기 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하는 단계;
상기 제1 정보 및 상기 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하는 단계;
상기 제2 정보에 기반하여 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 결정하는 단계; 및
상기 빔의 커버리지 및 상기 거리에 기반하여, 상기 단말을 위한 서빙 빔을 선택하는 단계를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 정보 및 상기 제2 정보는, 시스템 정보를 통해 수신되고,
상기 시스템 정보는, 상기 단말을 위한 위성 통신을 지원하기 위한 반송파 주파수, 부반송파 간격, 최소 고도각(elevation angle), 최대 고도각, 프리앰블 정보, 상기 위성의 고도, 및 상기 빔의 중심 위치 중 적어도 하나를 더 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 제2 정보는, 상기 위성이 송신하는 빔의 중심 위치에 대한 정보를 포함하며,
상기 제1 정보는, 상기 위성의 이동에 따라 상이한 값을 가지며,
상기 서빙 빔은, 상기 고도각에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정되는 빔 선택 방법.

[청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 반송파 주파수 및 상기 부반송파 간격 각각은, 상기 단말에 설정된 주파수 대역(frequency range, FR)에 따라 달라지며,
FR1에서 지원되는 부반송파 간격은, 15, 30, 60 kHz이고,
FR2에서 지원되는 부반송파 간격은 60 kHz, 120 kHz이고,
상기 서빙 빔은, 상기 단말에 설정된 주파수 대역에 따라 상이한 크기를 가지는 빔의 커버리지를 고려하여 결정되는 빔 선택 방법.

[청구항 5] 청구항 2에 있어서,
상기 빔의 커버리지는, 상기 단말을 위해 설정된 부반송파 간격, 주파수 대역, 상기 위성의 이동에 따른 고도각에 따라 달라지며,
상기 빔의 커버리지는, 상기 부반송파 간격이 N에서 2N으로 증가함에 따라 1/2로 변화하고,
상기 빔의 커버리지는, 상기 주파수 대역이 M에서 2M으로 증가함에 따라 1/5 크기로 변화하고,

상기 서빙 빔은, 상기 위성의 이동에 따른 고도각을 고려하여 선택되는 빔 선택 방법.

[청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 빔의 커버리지는, 빔의 중심으로부터의 거리에 따른, 빔 중심에 기준한 보상 이후에 잔류하는 잔여 도플러 값의 변화 특성에 기반하여 결정되는 빔 선택 방법.

[청구항 7] 청구항 1에 있어서,
상기 빔의 커버리지의 크기를 결정하는 단계는,
상기 위성의 궤도 또는 고도, 상기 빔을 통해 송신되는 신호의 반송파 주파수에 기반하여 최대 잔여 도플러 값을 결정하는 단계;
상기 최대 잔여 도플러 값 및 상기 신호의 부반송파 간격에 기반하여 상기 커버리지의 크기를 결정하는 단계를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 위성에서 송신되는 MIB(master information block)에 포함되는 상기 부반송파 간격을 지시하는 파라미터를 확인하는 단계; 및
상기 파라미터에 기반하여 상기 부반송파 간격을 확인하는 단계를 더 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 부반송파 간격을 확인하는 단계는,
상기 부반송파 간격을 지시하는 파라미터를 수신한 주파수가 속한 FR(frequency range)에 기반하여 상기 파라미터를 해석하는 단계를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 10] 청구항 7에 있어서,
상기 위성에 관련된 시스템 정보에 포함되는 상기 반송파 주파수를 지시하는 파라미터를 확인하는 단계를 더 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 11] 청구항 1에 있어서,
시스템 정보를 통해 획득되는 정보에 기반하여 상기 빔의 중심의 위치 또는 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 추정하는 단계를 더 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 12] 청구항 1에 있어서,
NTN 접속을 위한 보조 정보를 포함하는 SIB(system information block)에 포함되는 상기 빔의 중심의 위치에 대한 정보를 확인하는 단계를 더 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 13] 청구항 1에 있어서,
상기 서빙 빔을 선택하는 단계는,
상기 거리가 상기 커버리지의 크기 이하이면, 상기 제1 정보 및 상기 제2 정보를 전달한 빔을 상기 서빙 빔으로서 선택하는 단계를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 14] 청구항 1에 있어서,
상기 빔의 커버리지를 결정하는 단계는,
시스템 정보에 기반하여 획득되는 제1 정보 셋에 기초하여 차등 지연을 고려한 제1 빔 크기를 결정하는 단계;
상기 시스템 정보에 기반하여 획득되는 제2 정보 셋에 기초하여 도플러 천이에 대한 보상을 고려한 제2 빔 크기를 결정하는 단계; 및
상기 제1 빔 크기와 상기 제1 빔 크기 중 더 작은 빔 크기를 기반으로 상기 위성에서 사용하는 빔의 커버리지의 크기를 결정하는 단계를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 제1 정보 셋은, 최소 고도각, 프리앰블 정보, 부반송파 간격, 및 상기 위성의 고도 중 적어도 하나를 포함하며,
상기 제2 정보 셋은, 상기 빔을 통해 송신되는 신호의 반송파 주파수, 상기 부반송파 간격, 최대 고도각, 및 상기 위성의 고도 중 적어도 하나를 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 16] 청구항 14에 있어서,
상기 차등 지연은, 최대 랜덤 억세스 거리, 및 최대 타이밍 어드밴스 거리 중 적어도 하나에 기반하여 제한되는 빔 선택 방법.

[청구항 17] 청구항 14에 있어서,
상기 제1 빔 크기는, 랜덤 억세스 프리앰블 정보를 이용하여 계산되는 최대 랜덤 억세스 거리를 기반으로 결정되는 빔 선택 방법.

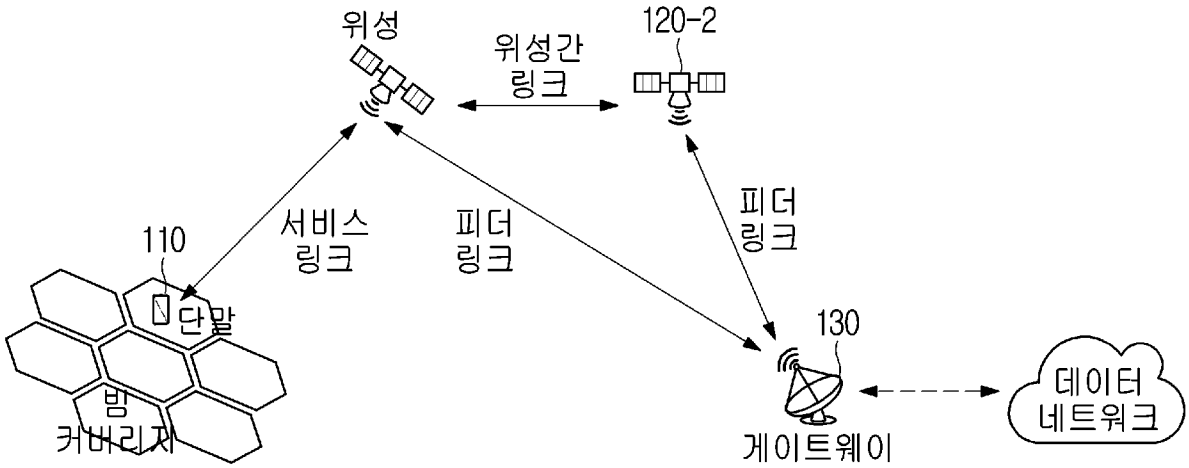
[청구항 18] 청구항 14에 있어서,
상기 제1 정보 셋은, 최소 고도각을 포함하며,
상기 최소 고도각은, 미리 정의되는 값을 포함하는 빔 선택 방법.

[청구항 19] 청구항 14에 있어서,
상기 제2 정보 셋은, 최대 고도각을 포함하며,
상기 최대 고도각은, NTN 접속을 위한 보조 정보를 포함하는 SIB에 포함되는 빔 선택 방법.

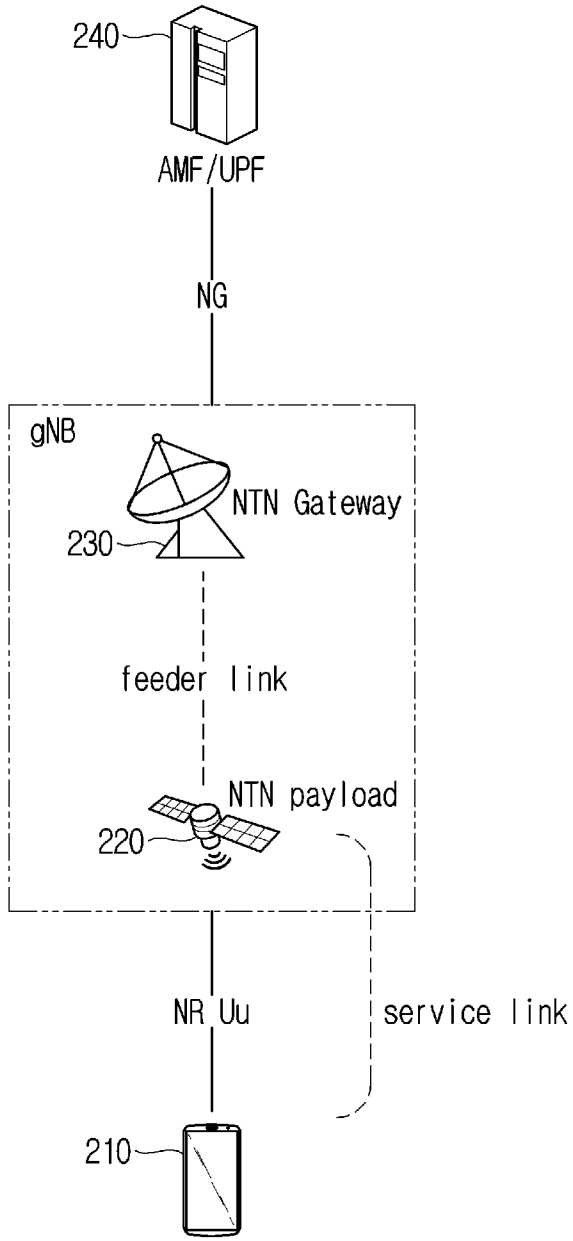
[청구항 20] 무선 통신 시스템에서 단말에 있어서,
송수신기; 및
상기 송수신기에 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하며,
상기 적어도 하나의 프로세서는,
상기 위성 통신을 지원하기 위한 고도각에 대한 제1 정보 및 빔의 중심에 대한 제2 정보를 수신하고,
상기 제1 정보 및 상기 제2 정보에 기반하여 빔의 커버리지를 결정하고,
상기 제2 정보에 기반하여 상기 단말 및 상기 빔의 중심 간 거리를 결정하고,

상기 빔의 커버리지 및 상기 거리에 기반하여, 상기 단말을 위한 서빙 빔을 선택하도록 제어하는 단말.

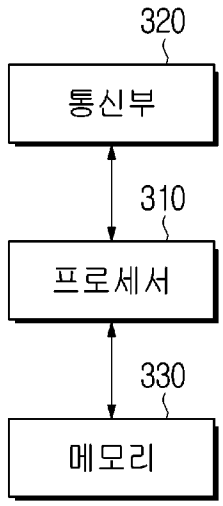
[도1]


위성
위성간
링크
120-2
피더
링크
서비스
링크
피더
링크
110
단말
빔
커버리지
130
게이트웨이
데이터
네트워크

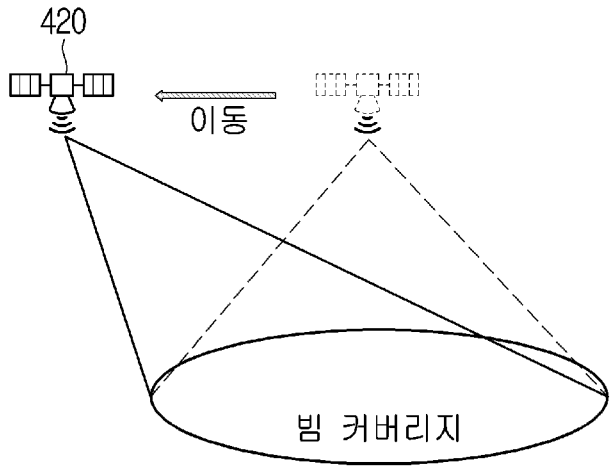
[도2]


240
AMF/UPF
NG
gNB
NTN Gateway
230
feeder link
NTN payload
220
NR Uu
service link
210

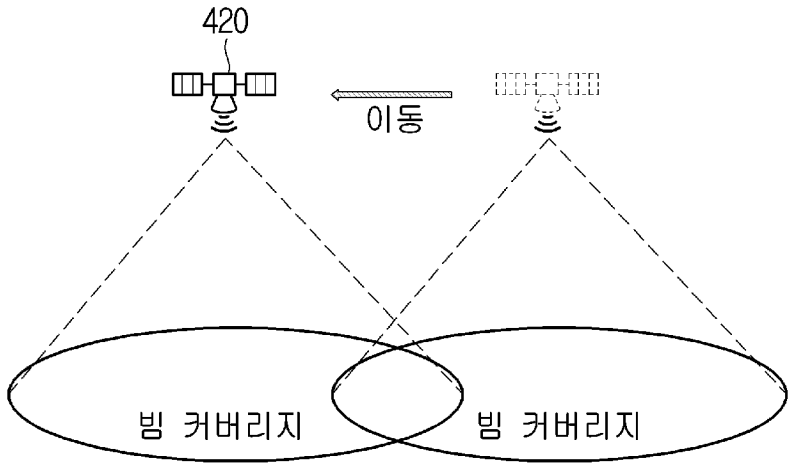
[도3]



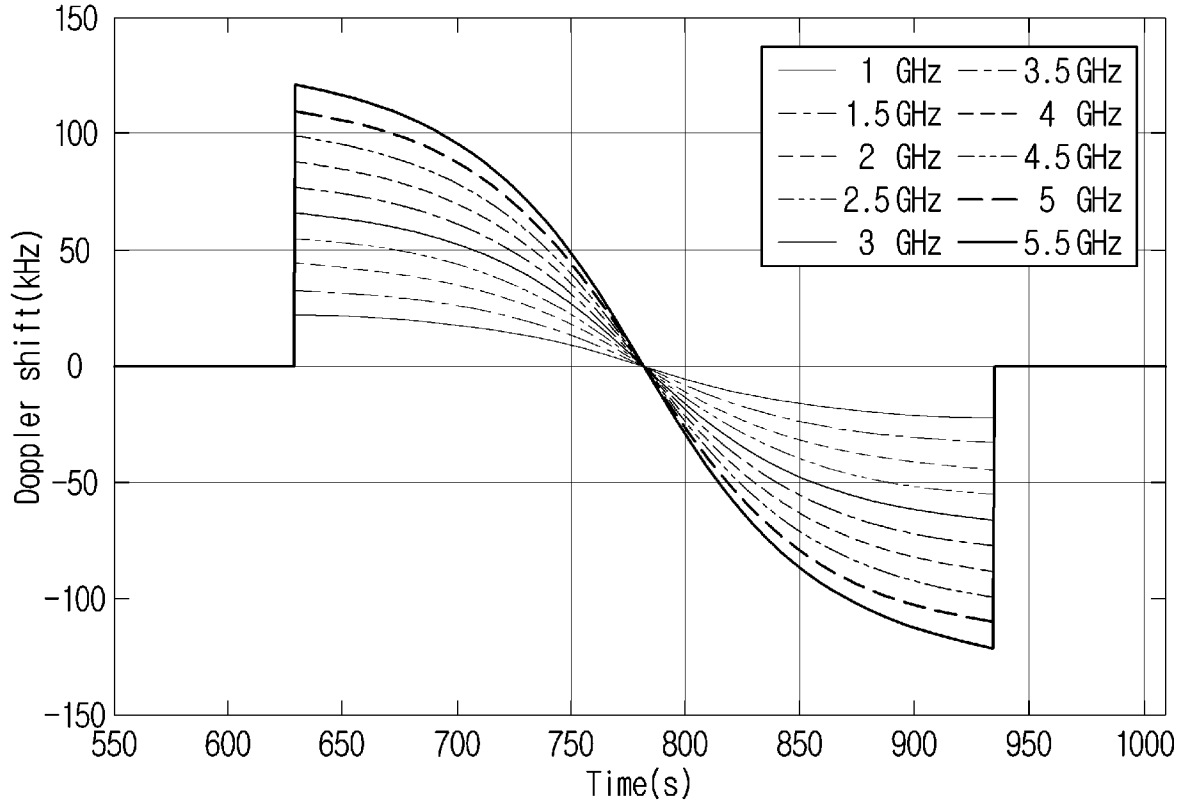
[도4a]



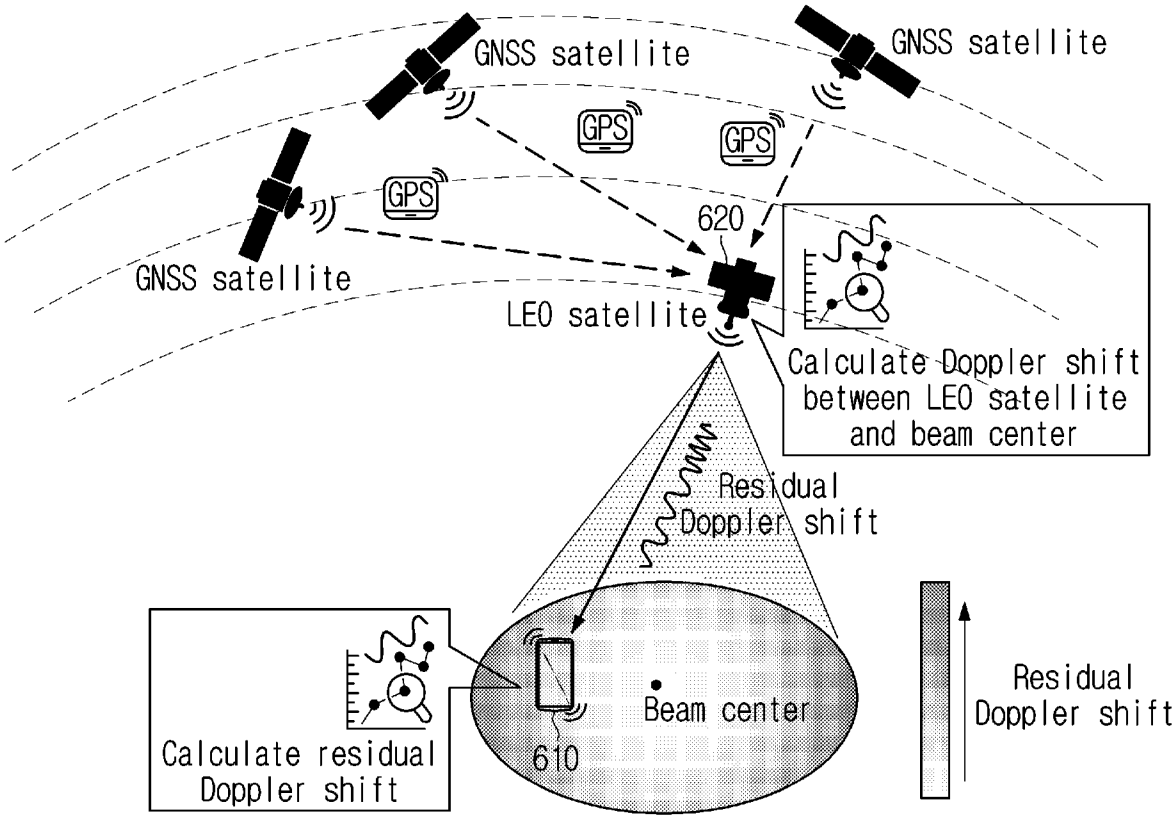
[도4b]



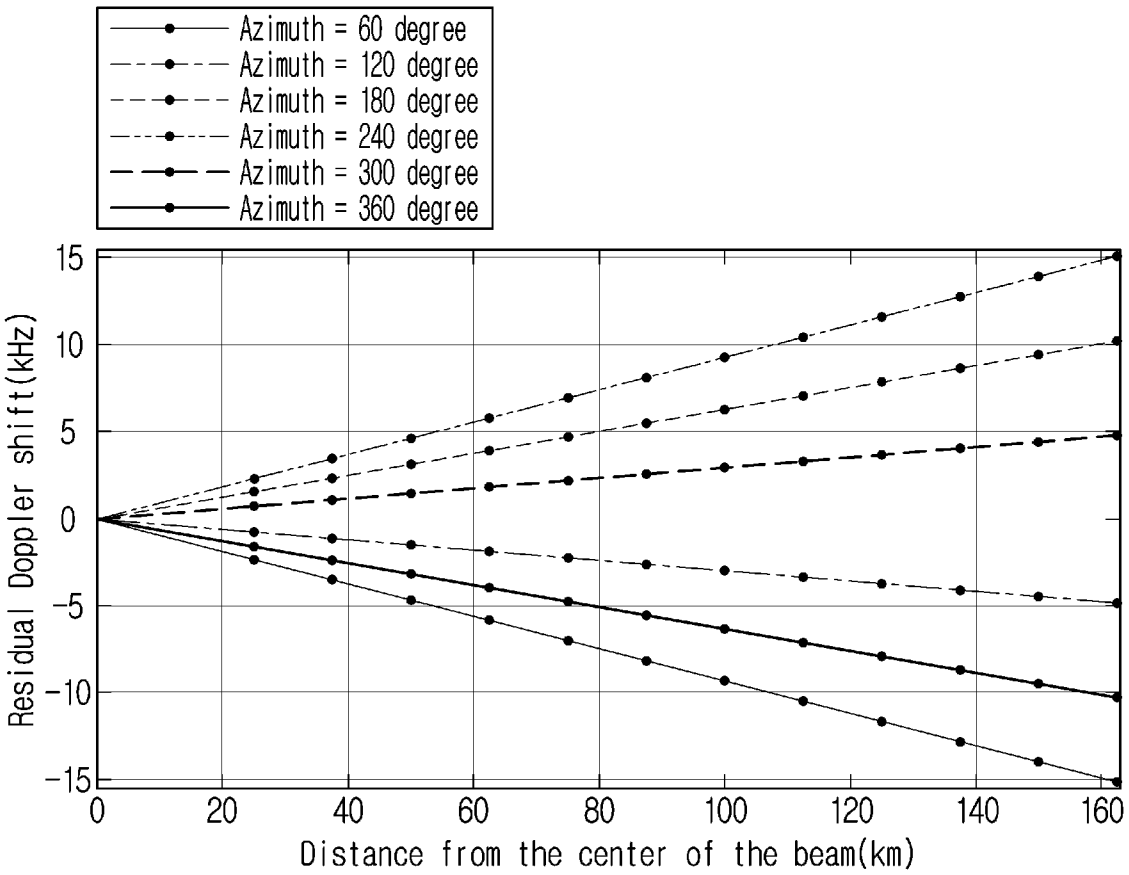
[도5]


1 GHz
1.5 GHz
2 GHz
2.5 GHz
3 GHz
3.5 GHz
4 GHz
4.5 GHz
5 GHz
5.5 GHz
Doppler shift(kHz)
Time(s)
150
100
50
0
-50
-100
-150
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000

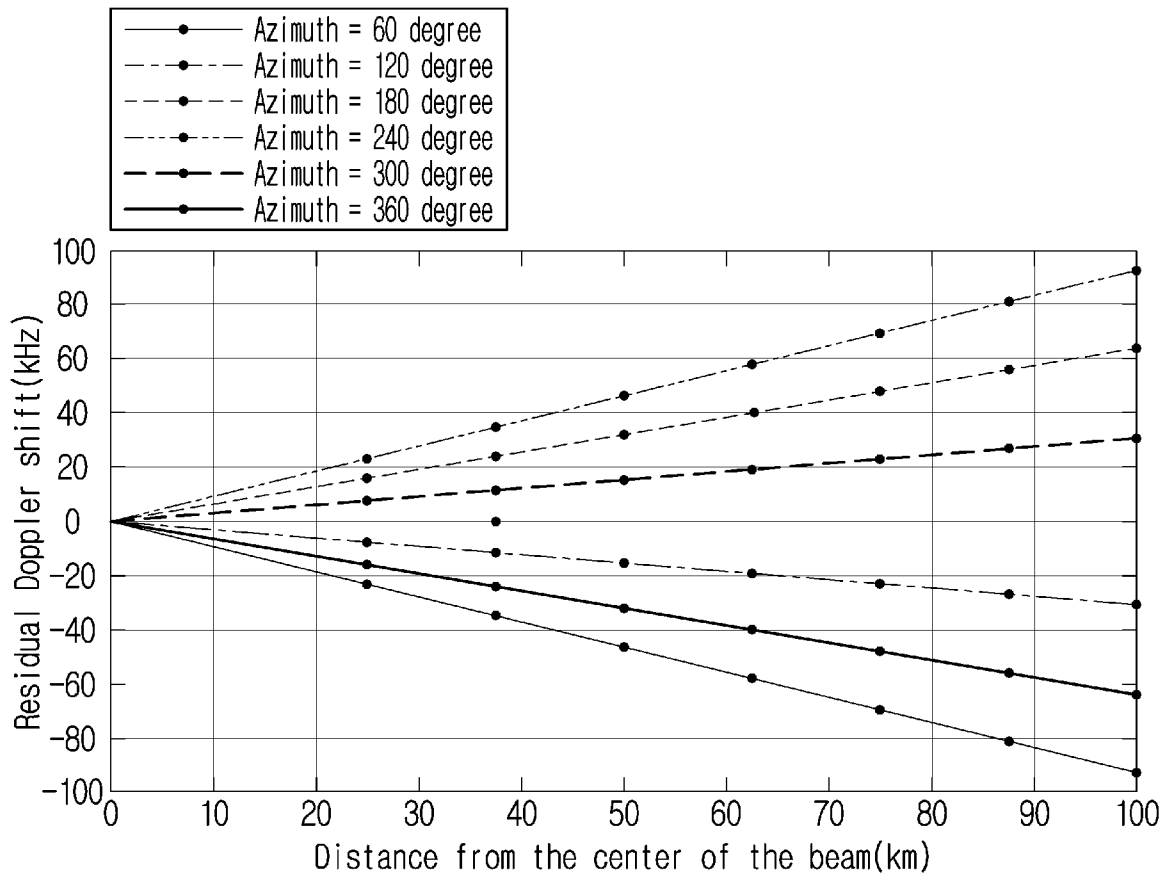
[도6]


GNSS satellite
GNSS satellite
GNSS satellite
GPS
GPS
GPS
620
LEO satellite
Calculate Doppler shift between LEO satellite and beam center
Residual Doppler shift
Beam center
610
Calculate residual Doppler shift
Residual Doppler shift

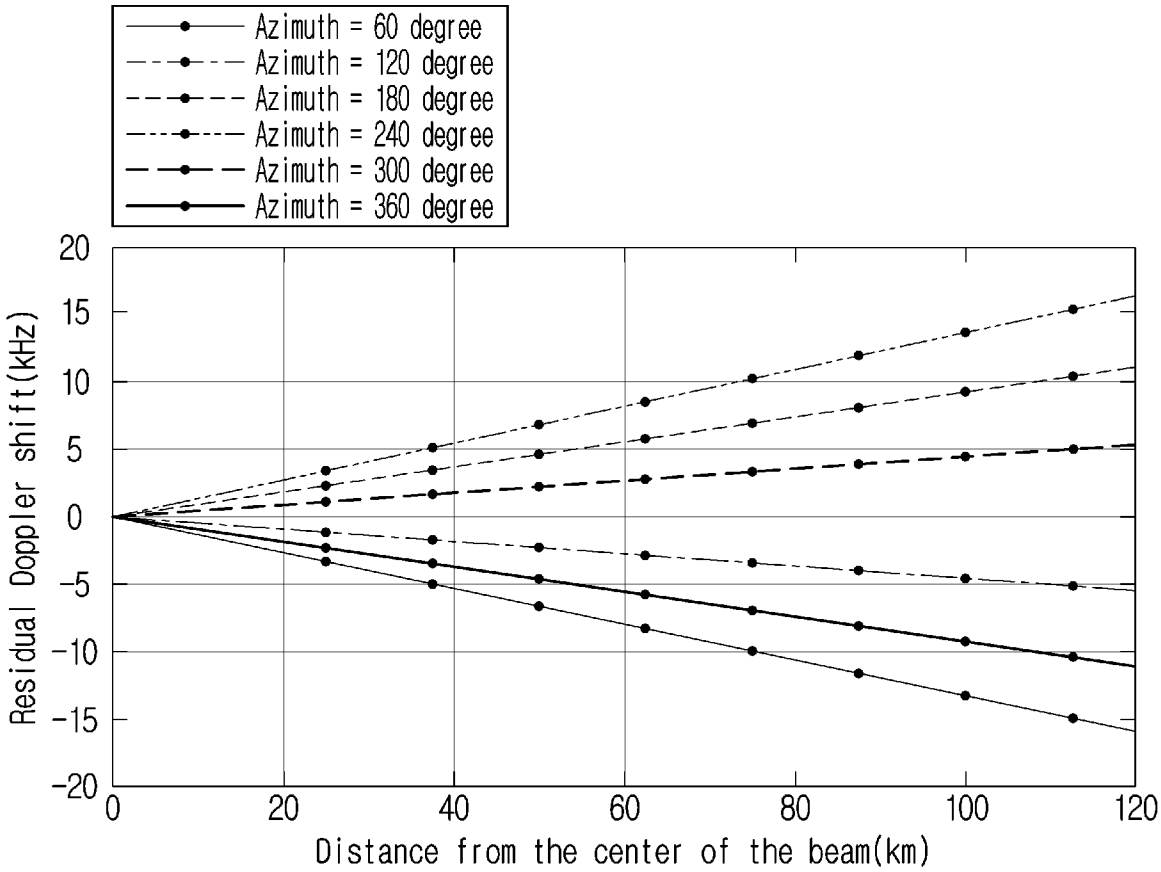
[도7a]


Azimuth = 60 degree
Azimuth = 120 degree
Azimuth = 180 degree
Azimuth = 240 degree
Azimuth = 300 degree
Azimuth = 360 degree
Residual Doppler shift(kHz)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
20
40
60
80
100
120
140
160
Distance from the center of the beam(km)

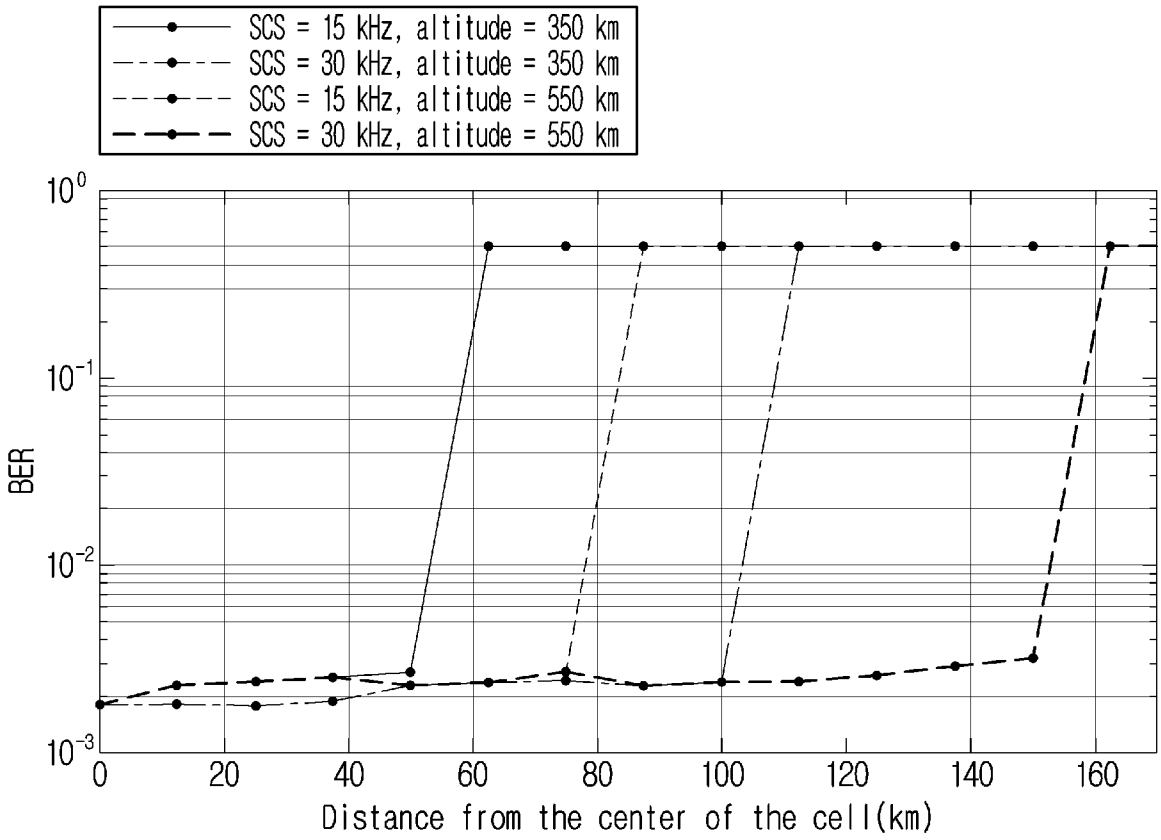
[도7b]


Azimuth = 60 degree
Azimuth = 120 degree
Azimuth = 180 degree
Azimuth = 240 degree
Azimuth = 300 degree
Azimuth = 360 degree
Residual Doppler shift(kHz)
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Distance from the center of the beam(km)

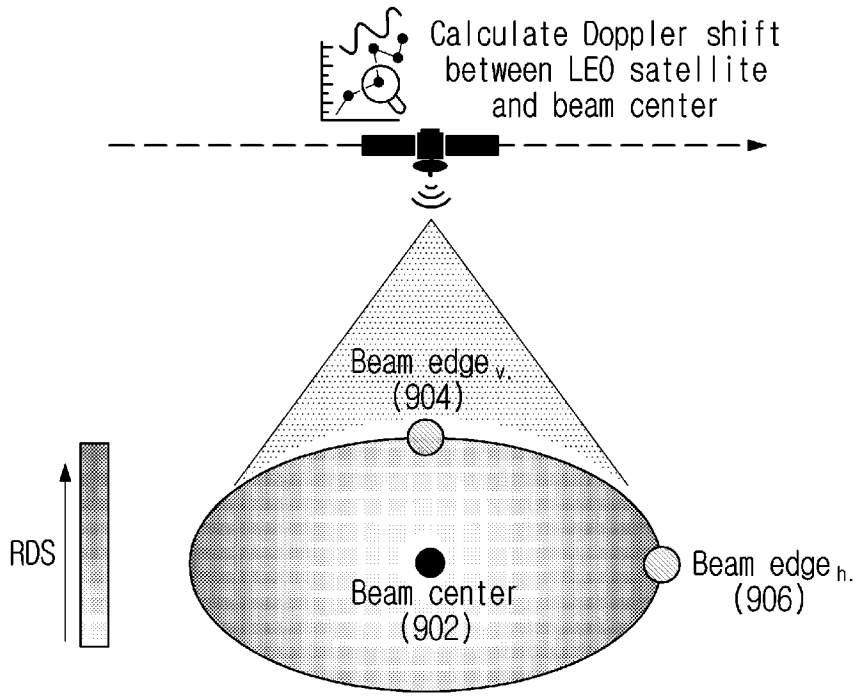
[도7c]


Azimuth = 60 degree
Azimuth = 120 degree
Azimuth = 180 degree
Azimuth = 240 degree
Azimuth = 300 degree
Azimuth = 360 degree
Residual Doppler shift(kHz)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
20
40
60
80
100
120
Distance from the center of the beam(km)

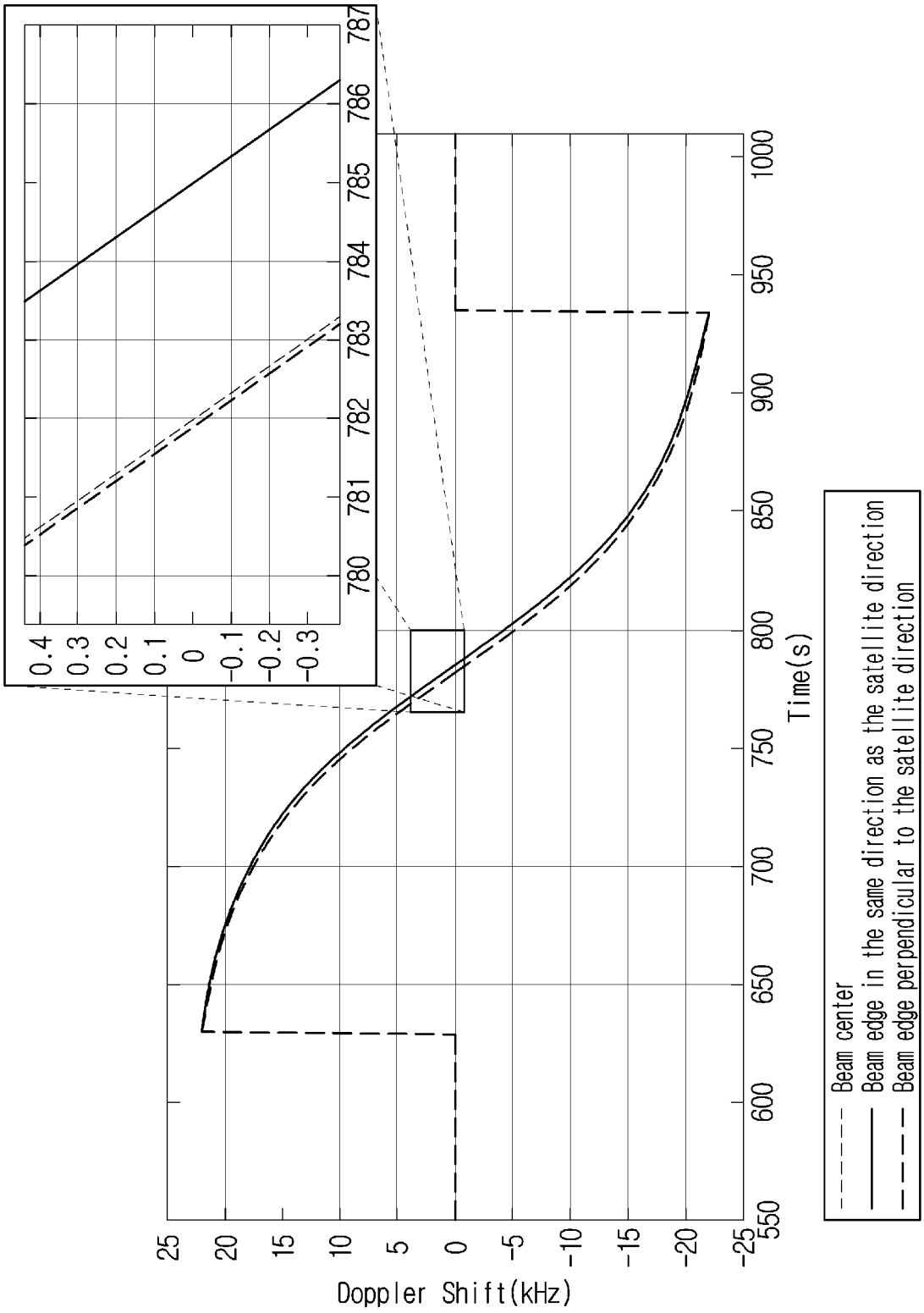
[도8]


SCS = 15 kHz, altitude = 350 km
SCS = 30 kHz, altitude = 350 km
SCS = 15 kHz, altitude = 550 km
SCS = 30 kHz, altitude = 550 km
BER
10^0
10^-1
10^-2
10^-3
0
20
40
60
80
100
120
140
160
Distance from the center of the cell(km)

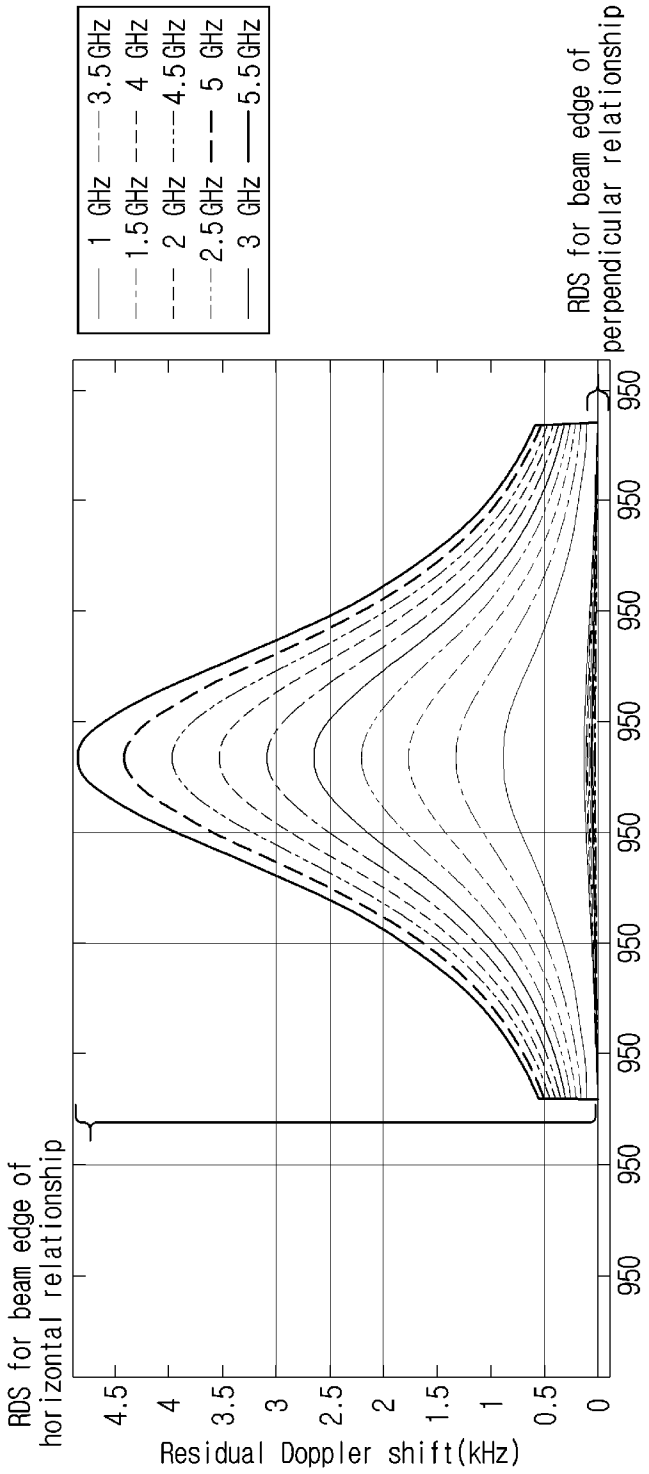
[도9]


Calculate Doppler shift
between LEO satellite
and beam center
Beam edge v.
(904)
RDS
Beam center
(902)
Beam edge h.
(906)

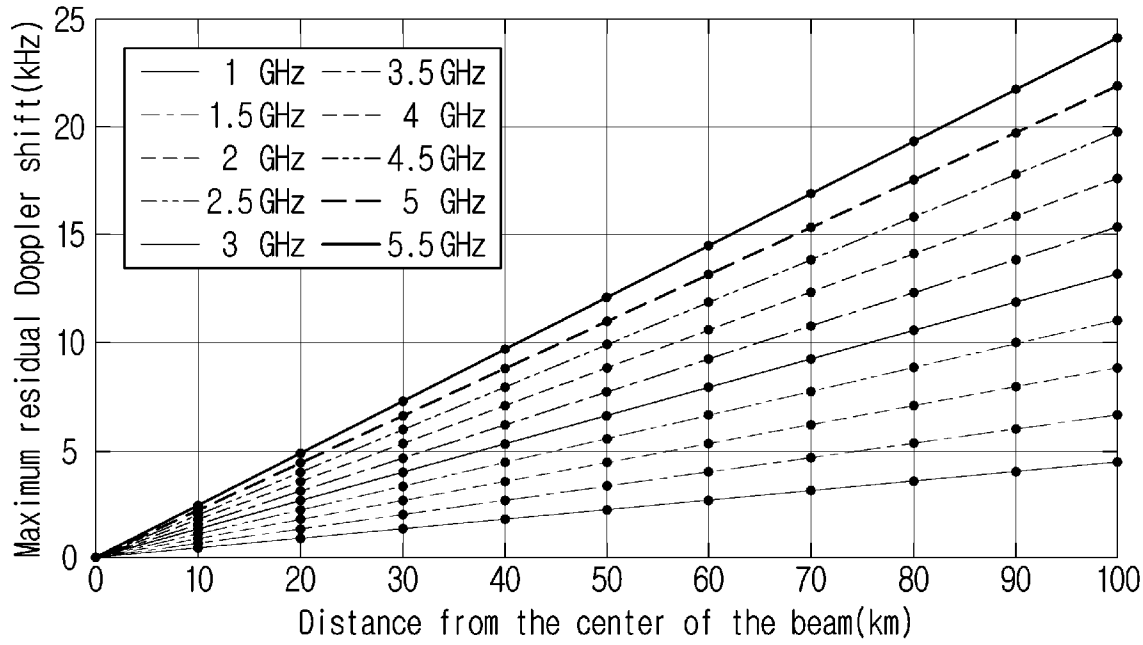
[도10]


Doppler Shift(kHz)
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000
Time(s)
780
781
782
783
784
785
786
787
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
Beam center
Beam edge in the same direction as the satellite direction
Beam edge perpendicular to the satellite direction

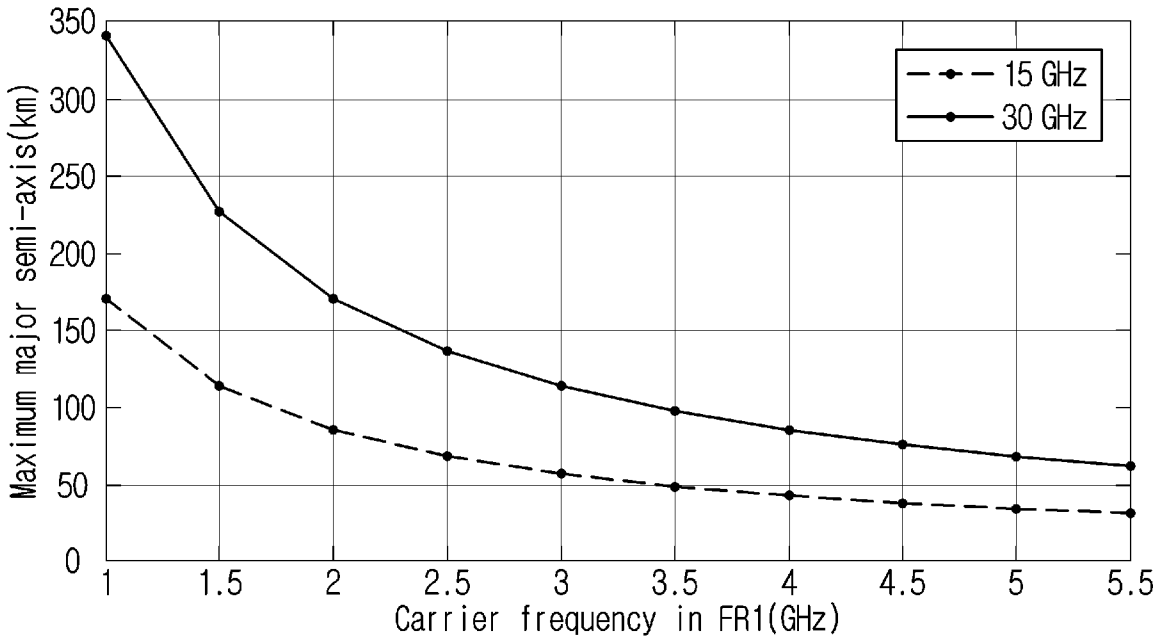
[도11]


1 GHz
1.5 GHz
2 GHz
2.5 GHz
3 GHz
3.5 GHz
4 GHz
4.5 GHz
5 GHz
5.5 GHz
RDS for beam edge of perpendicular relationship
RDS for beam edge of horizontal relationship
Residual Doppler shift(kHz)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
950

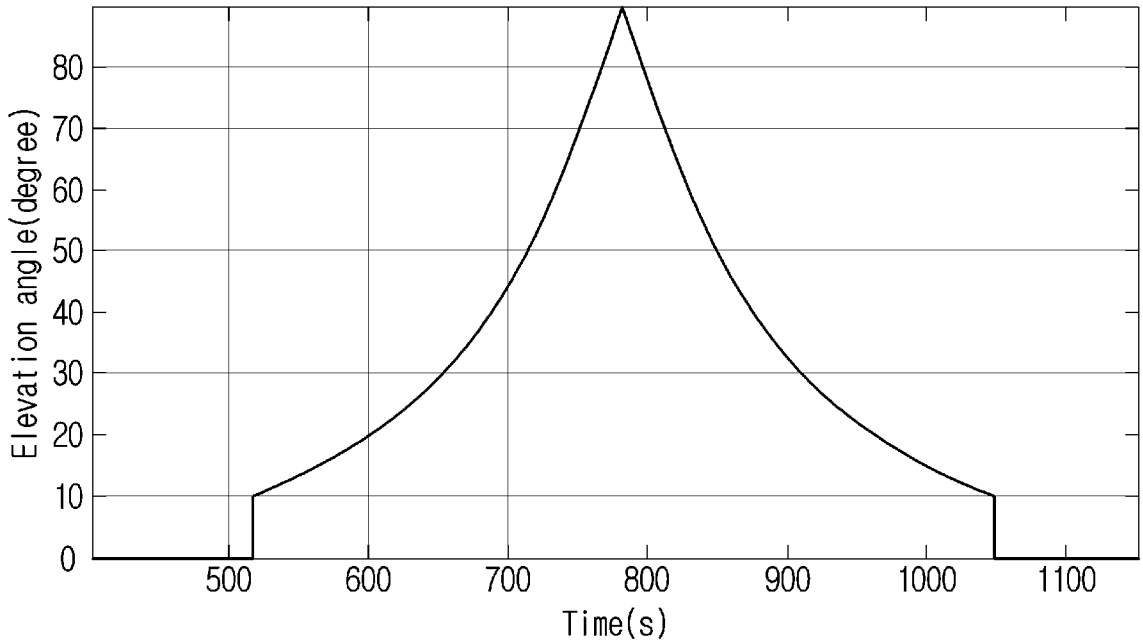
[도12]


Maximum residual Doppler shift(kHz)
Distance from the center of the beam(km)
1 GHz
1.5 GHz
2 GHz
2.5 GHz
3 GHz
3.5 GHz
4 GHz
4.5 GHz
5 GHz
5.5 GHz

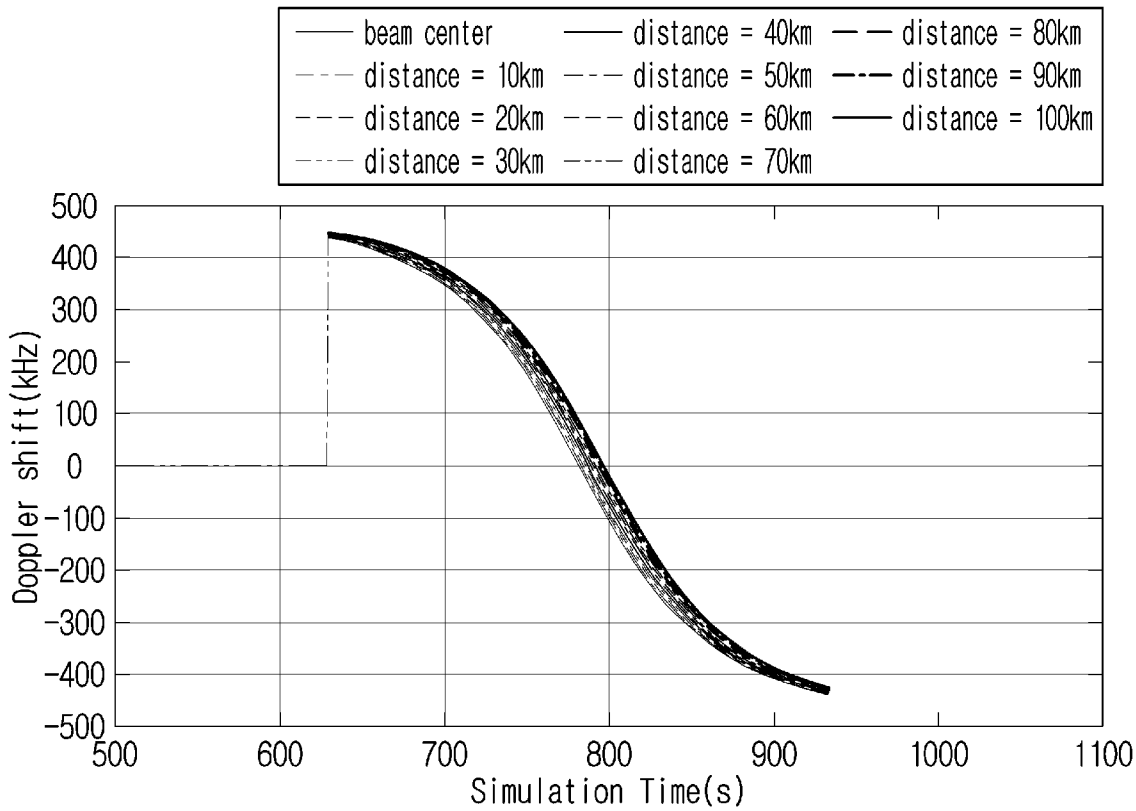
[도13]


Maximum major semi-axis(km)
Carrier frequency in FR1(GHz)
15 GHz
30 GHz

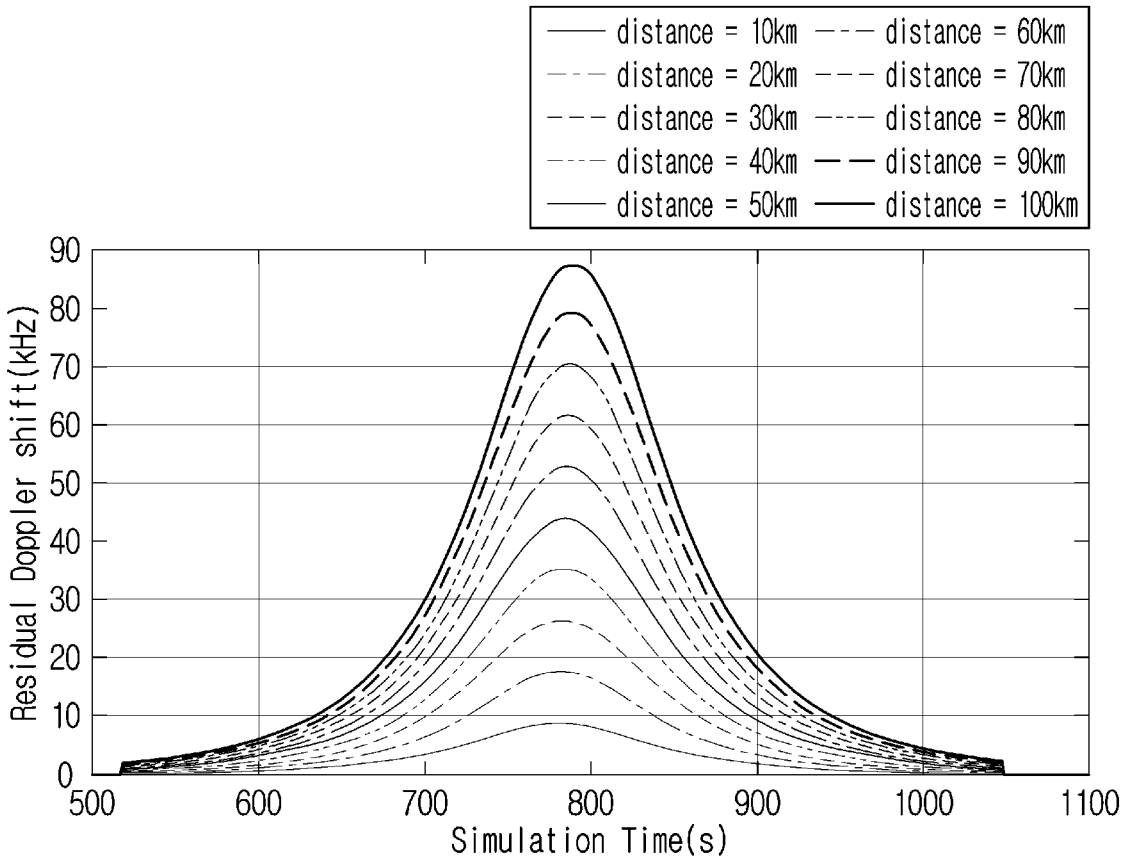
[도14]


Elevation angle(degree)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
500
600
700
800
900
1000
1100
Time(s)

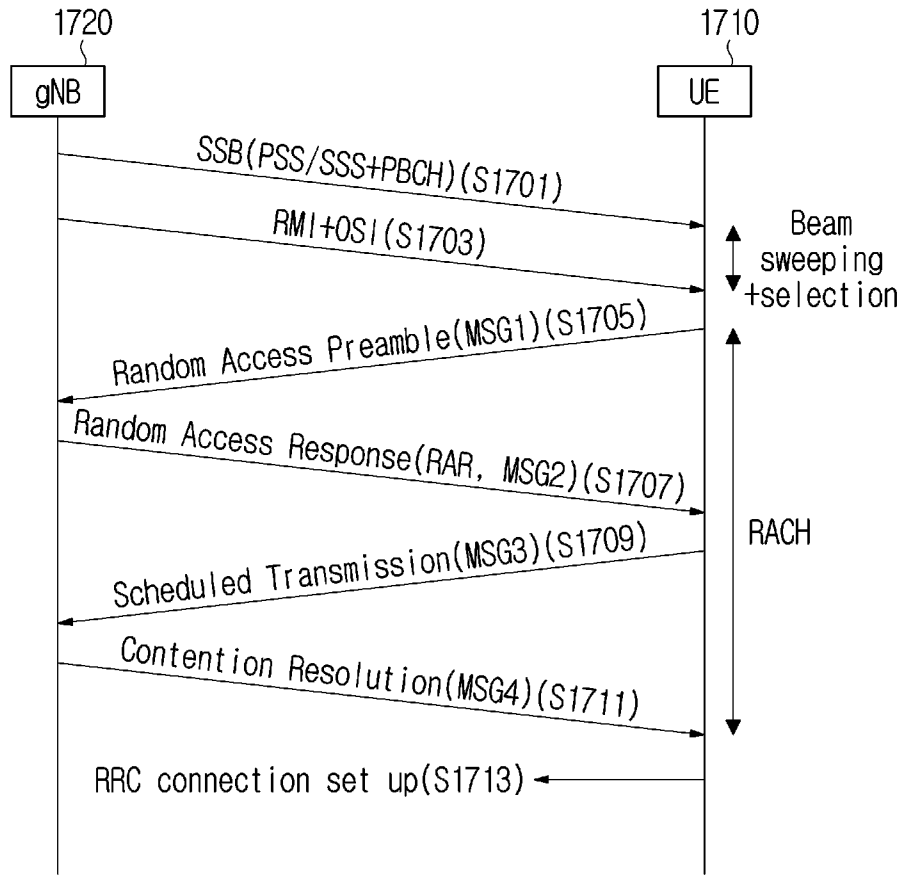
[도15]


beam center
distance = 10km
distance = 20km
distance = 30km
distance = 40km
distance = 50km
distance = 60km
distance = 70km
distance = 80km
distance = 90km
distance = 100km
Doppler shift(kHz)
500
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
-500
500
600
700
800
900
1000
1100
Simulation Time(s)

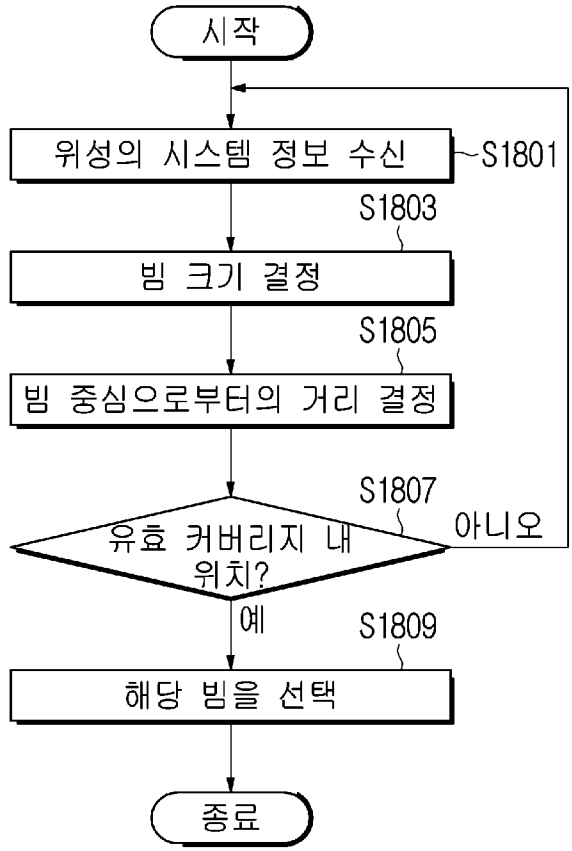
[도16]


distance = 10km
distance = 20km
distance = 30km
distance = 40km
distance = 50km
distance = 60km
distance = 70km
distance = 80km
distance = 90km
distance = 100km
Residual Doppler shift(kHz)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
500
600
700
800
900
1000
1100
Simulation Time(s)

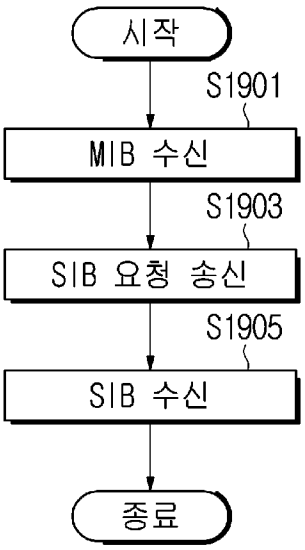
[도17]


1720
gNB
1710
UE
SSB(PSS/SSS+PBCH)(S1701)
RMI+OSI(S1703)
Beam sweeping +selection
Random Access Preamble(MSG1)(S1705)
Random Access Response(RAR, MSG2)(S1707)
RACH
Scheduled Transmission(MSG3)(S1709)
Contention Resolution(MSG4)(S1711)
RRC connection set up(S1713)

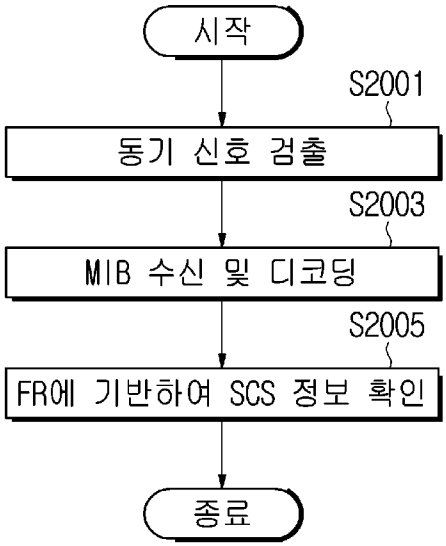
[도18]


시작
위성의 시스템 정보 수신
S1801
S1803
빔 크기 결정
S1805
빔 중심으로부터의 거리 결정
S1807
유효 커버리지 내 위치?
아니오
예
S1809
해당 빔을 선택
종료

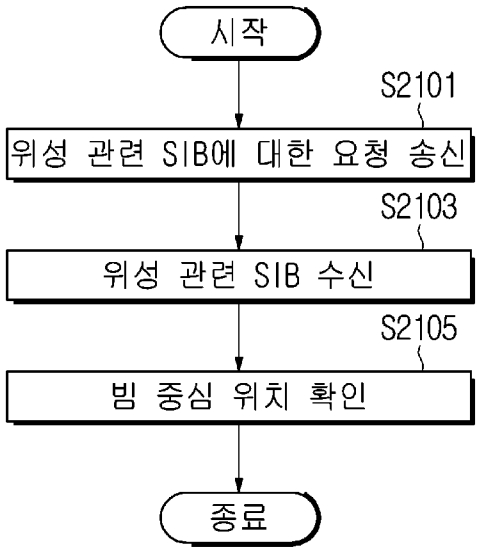
[도19]


시작
S1901
MIB 수신
S1903
SIB 요청 송신
S1905
SIB 수신
종료

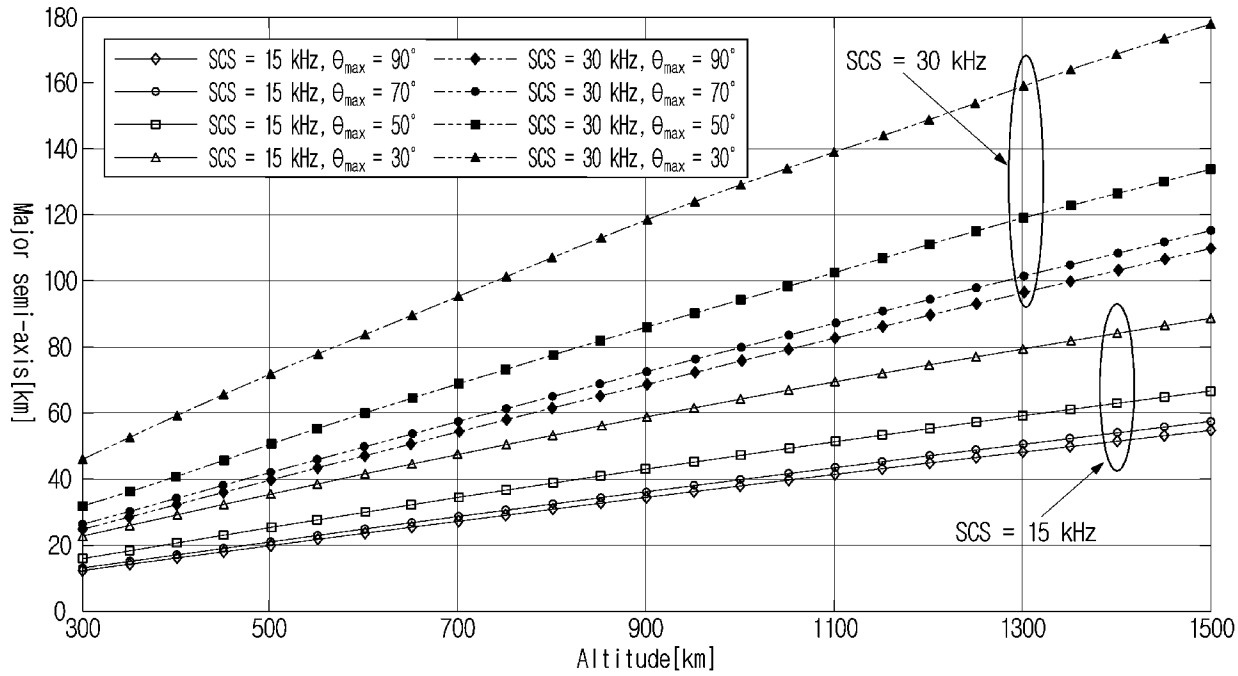
[도20]


시작
S2001
동기 신호 검출
S2003
MIB 수신 및 디코딩
S2005
FR에 기반하여 SCS 정보 확인
종료

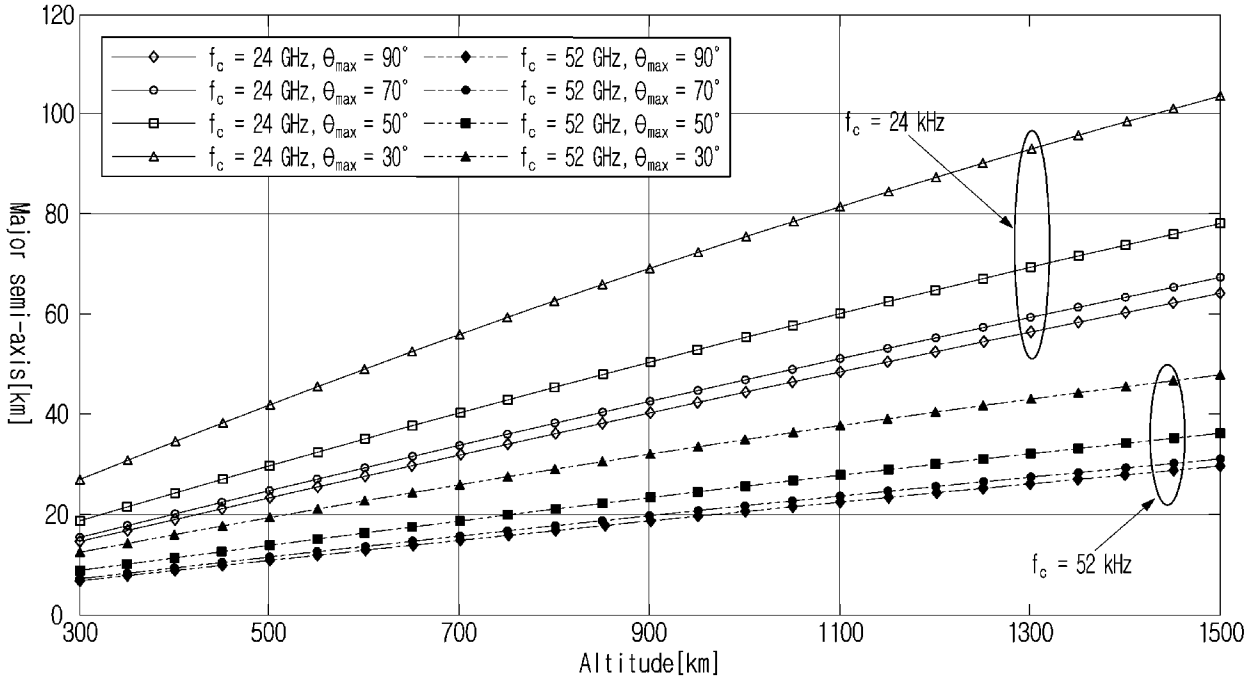
[도21]


시작
S2101
위성 관련 SIB에 대한 요청 송신
S2103
위성 관련 SIB 수신
S2105
빔 중심 위치 확인
종료

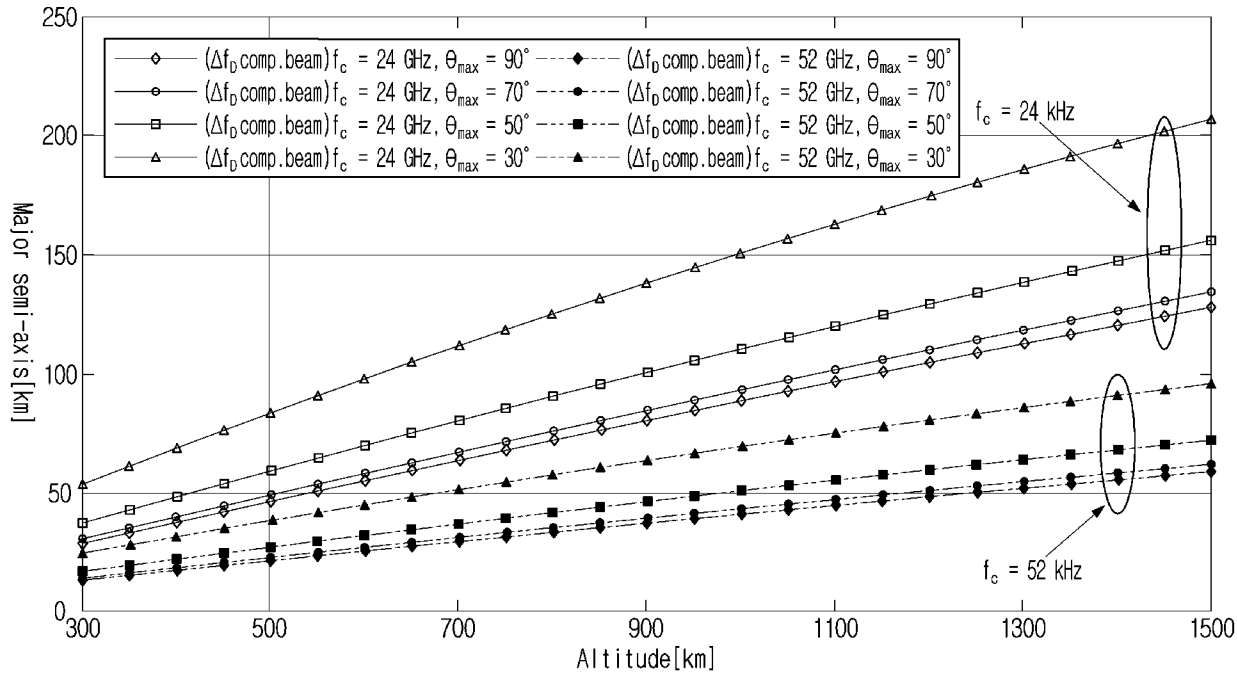
[도22a]


SCS = 15 kHz, θmax = 90°
SCS = 15 kHz, θmax = 70°
SCS = 15 kHz, θmax = 50°
SCS = 15 kHz, θmax = 30°
SCS = 30 kHz, θmax = 90°
SCS = 30 kHz, θmax = 70°
SCS = 30 kHz, θmax = 50°
SCS = 30 kHz, θmax = 30°
SCS = 30 kHz
SCS = 15 kHz
Major semi-axis[km]
Altitude[km]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
300
500
700
900
1100
1300
1500

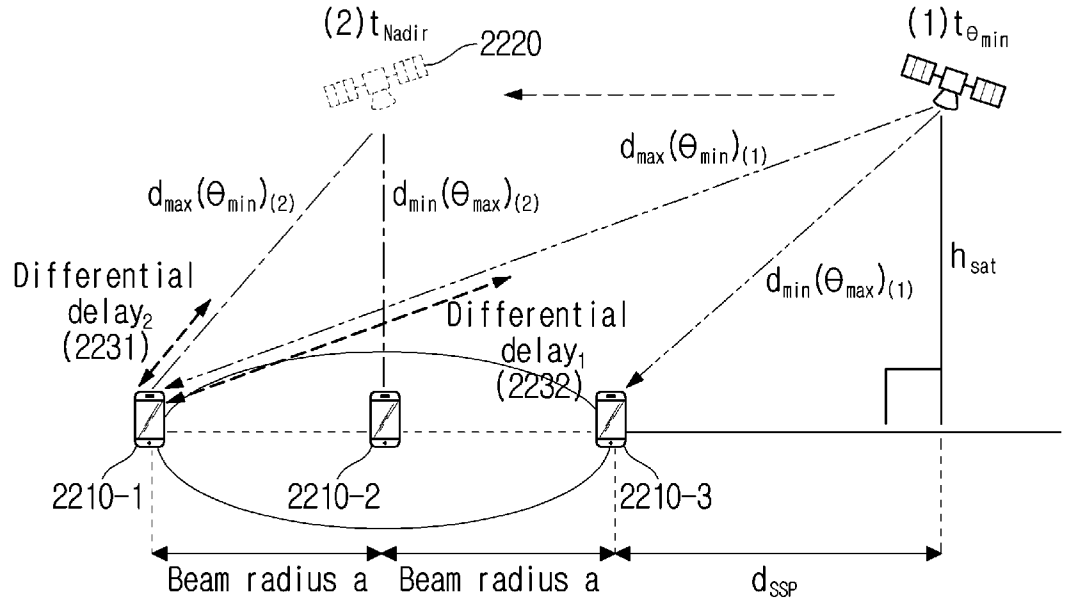
[도22b]


fc = 24 GHz, θmax = 90°
fc = 24 GHz, θmax = 70°
fc = 24 GHz, θmax = 50°
fc = 24 GHz, θmax = 30°
fc = 52 GHz, θmax = 90°
fc = 52 GHz, θmax = 70°
fc = 52 GHz, θmax = 50°
fc = 52 GHz, θmax = 30°
fc = 24 kHz
fc = 52 kHz
Major semi-axis[km]
Altitude[km]
0
20
40
60
80
100
120
300
500
700
900
1100
1300
1500

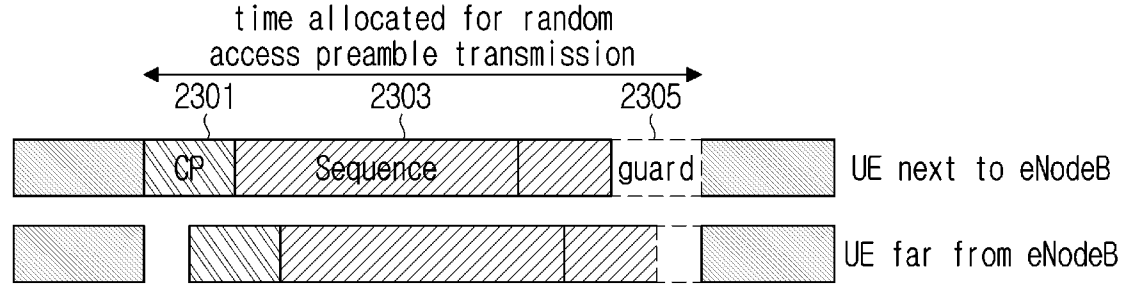
[도22c]



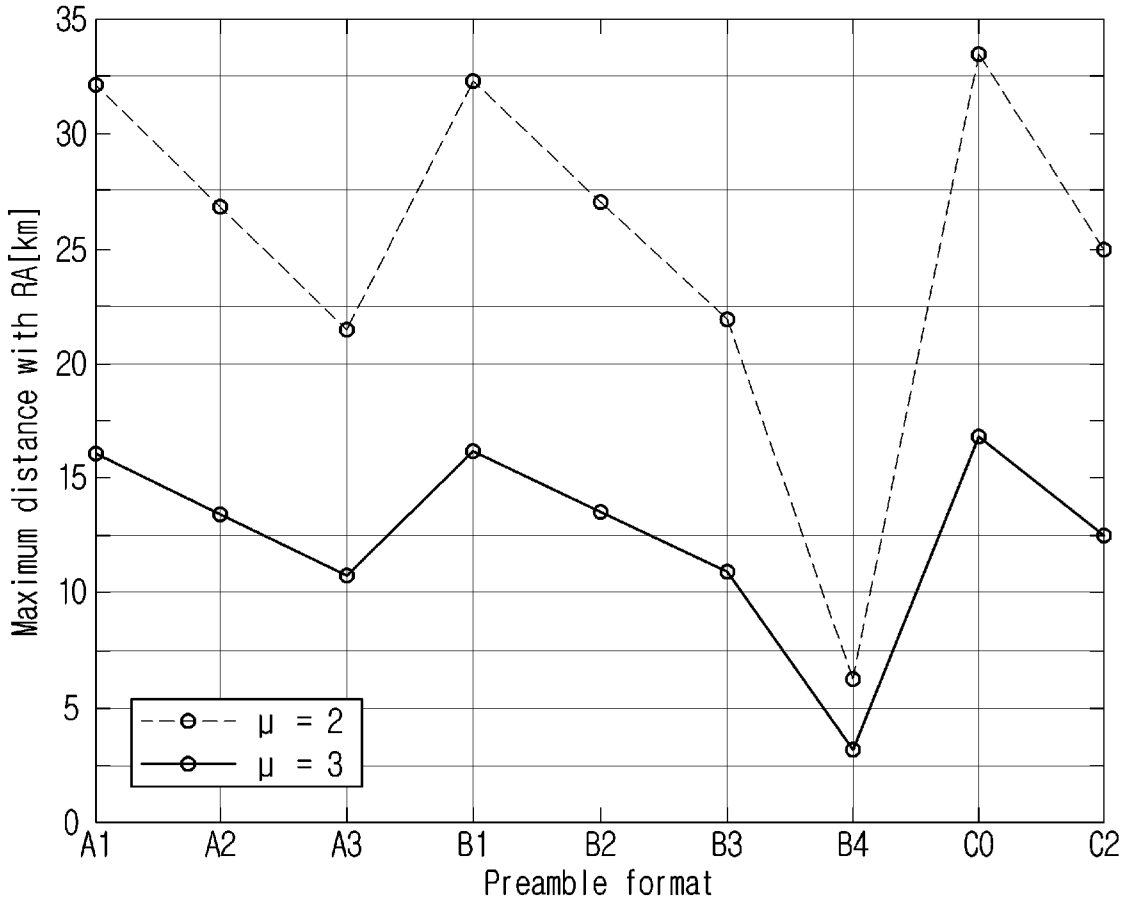
[도23a]



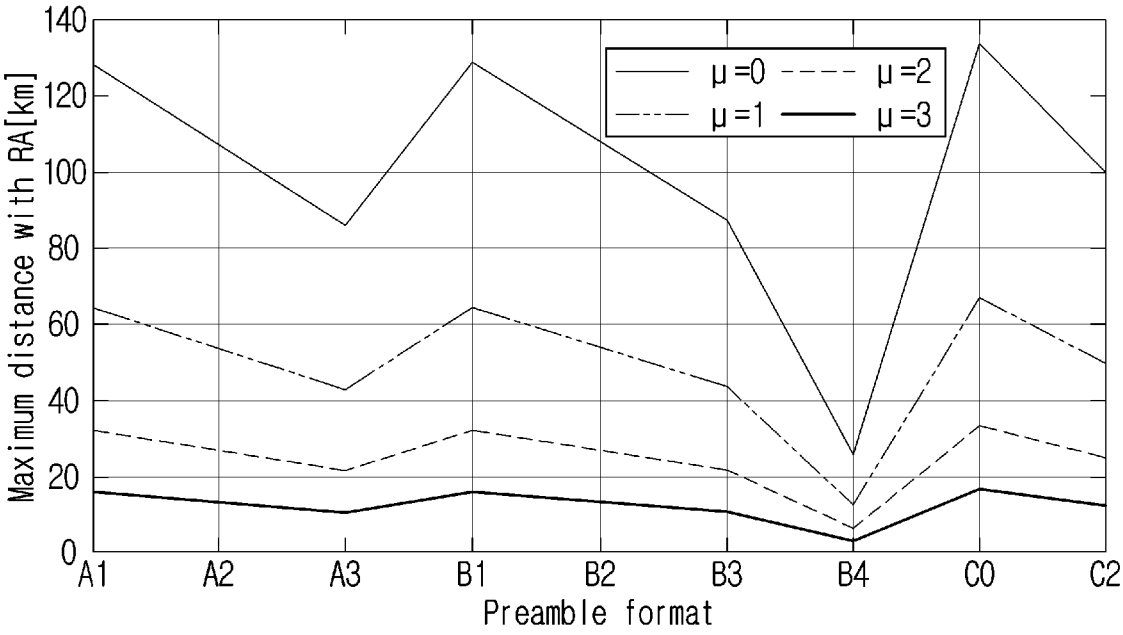
[도23b]



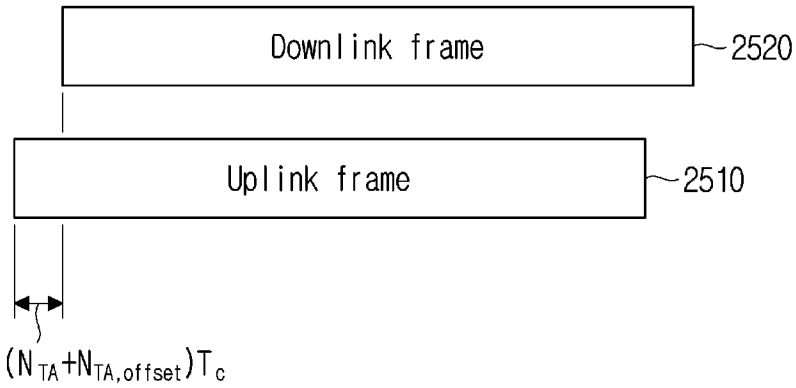
[도24a]


Maximum distance with RA[km]
35
30
25
20
15
10
5
0
μ = 2
μ = 3
A1
A2
A3
B1
B2
B3
B4
C0
C2
Preamble format

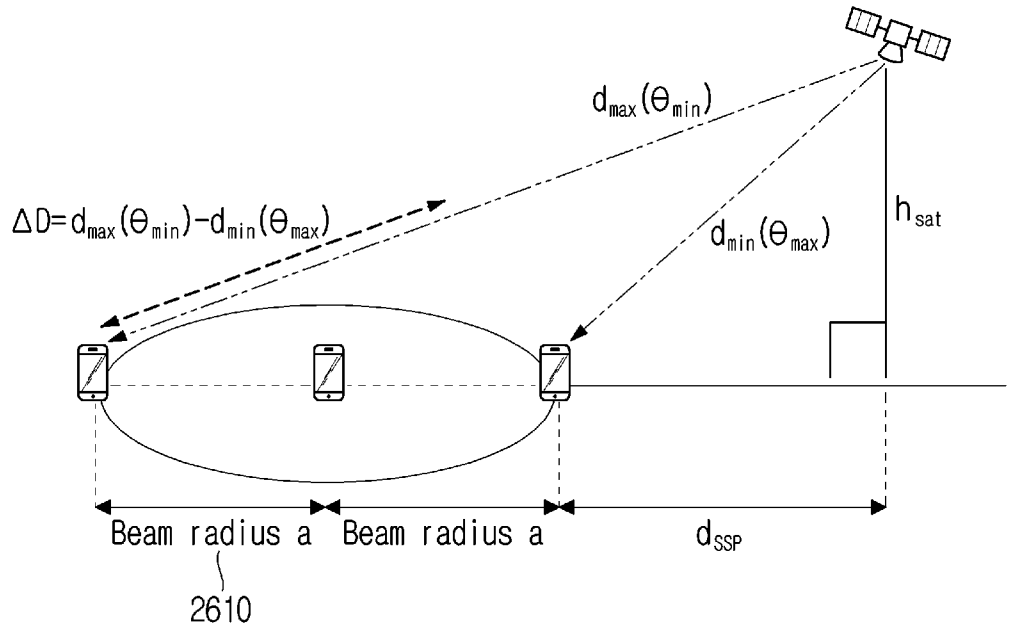
[도24b]


Maximum distance with RA[km]
140
120
100
80
60
40
20
0
μ=0
μ=2
μ=1
μ=3
A1
A2
A3
B1
B2
B3
B4
C0
C2
Preamble format

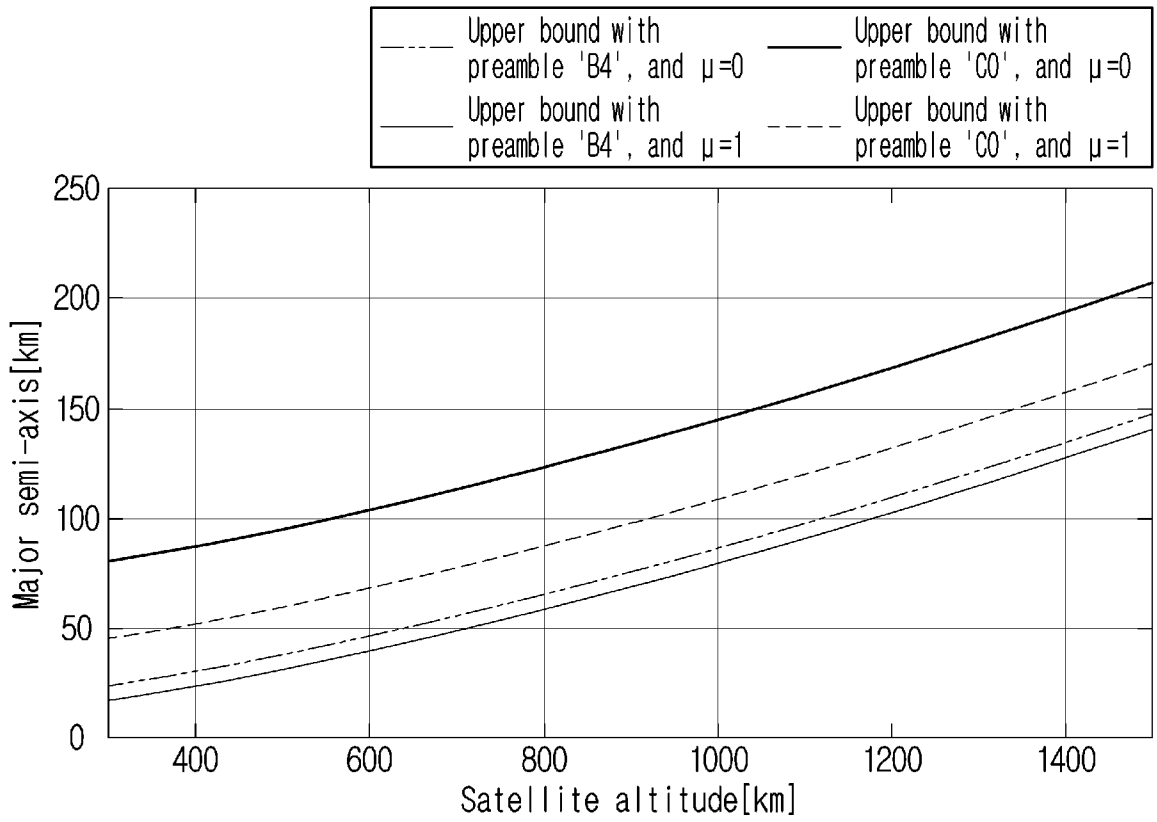
[도25]


Downlink frame
2520
Uplink frame
2510
$(N_{TA}+N_{TA,offset})T_c$

[도26]

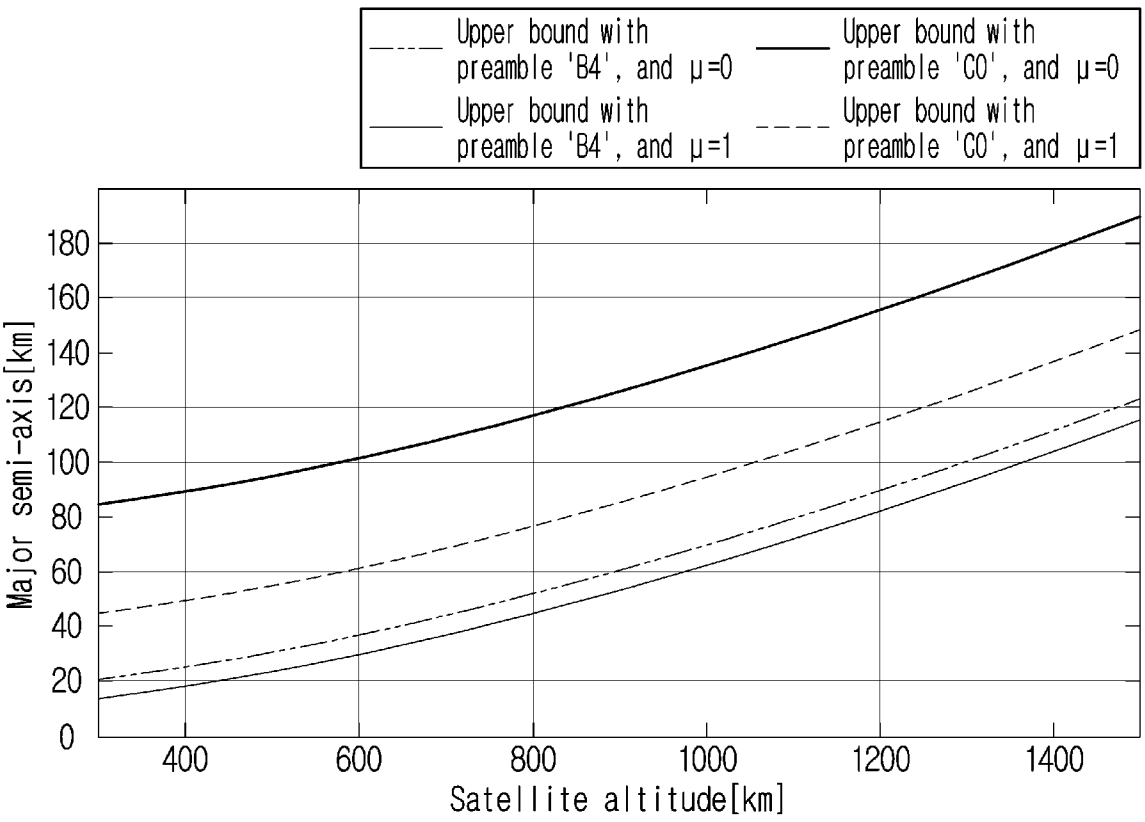

$d_{max}(\Theta_{min})$
$\Delta D=d_{max}(\Theta_{min})-d_{min}(\Theta_{max})$
$d_{min}(\Theta_{max})$
h_{sat}
Beam radius a
Beam radius a
d_{SSP}
2610

[도27a]



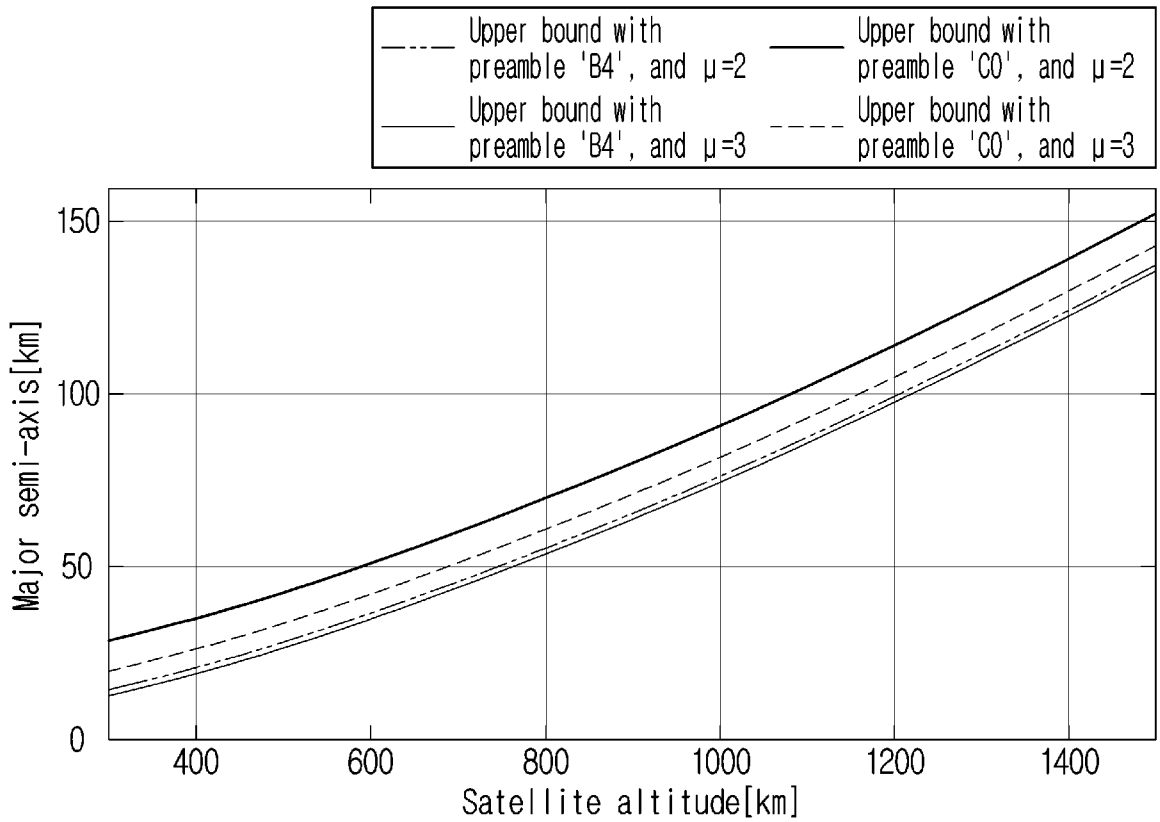
< Beam upper bound in FR1 & Θ_{min}= 10°>

[도27b]



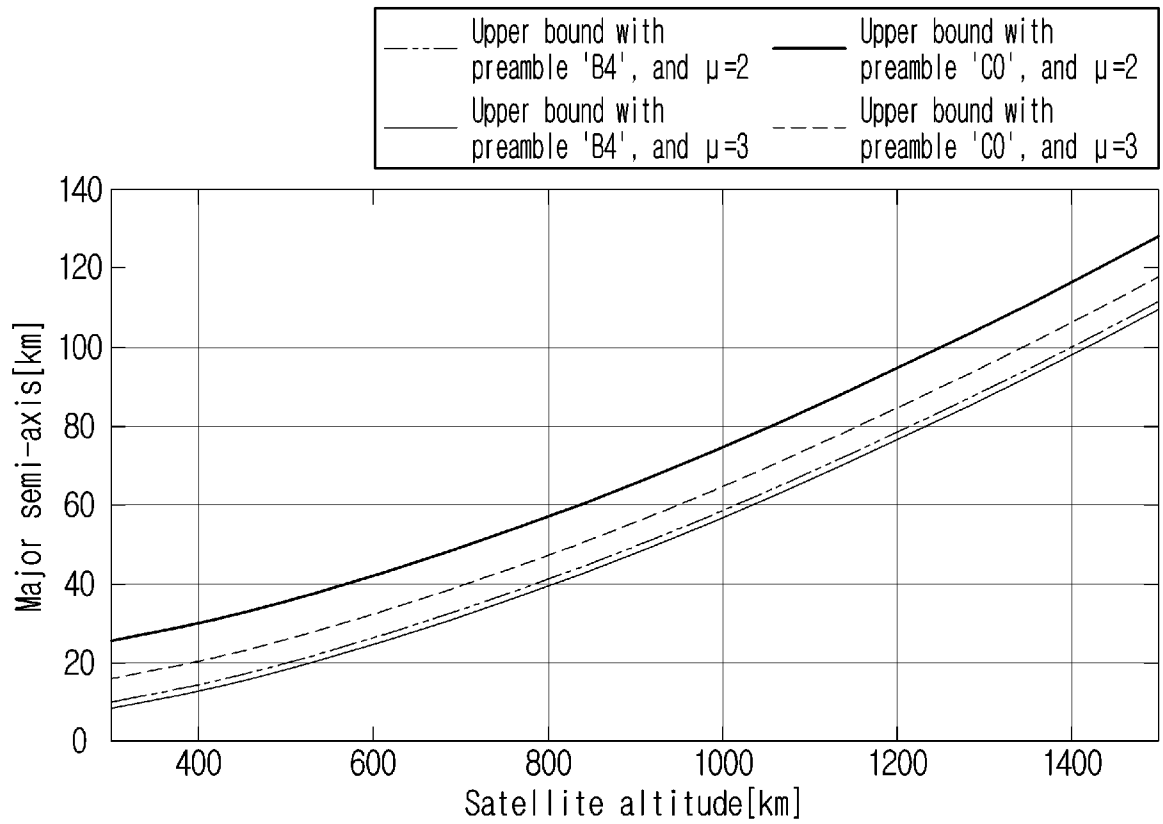
< Beam upper bound in FR1 & Θ_{min}= 25°>

[도28a]



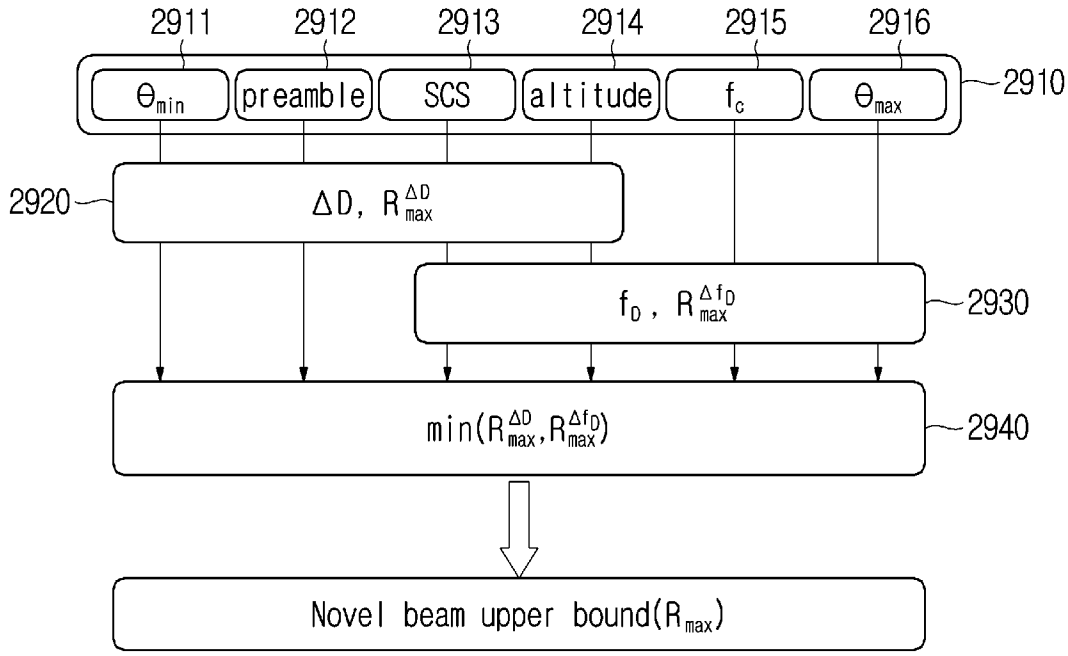
< Beam upper bound in FR2 & Θ_{min}= 10°>

[도28b]

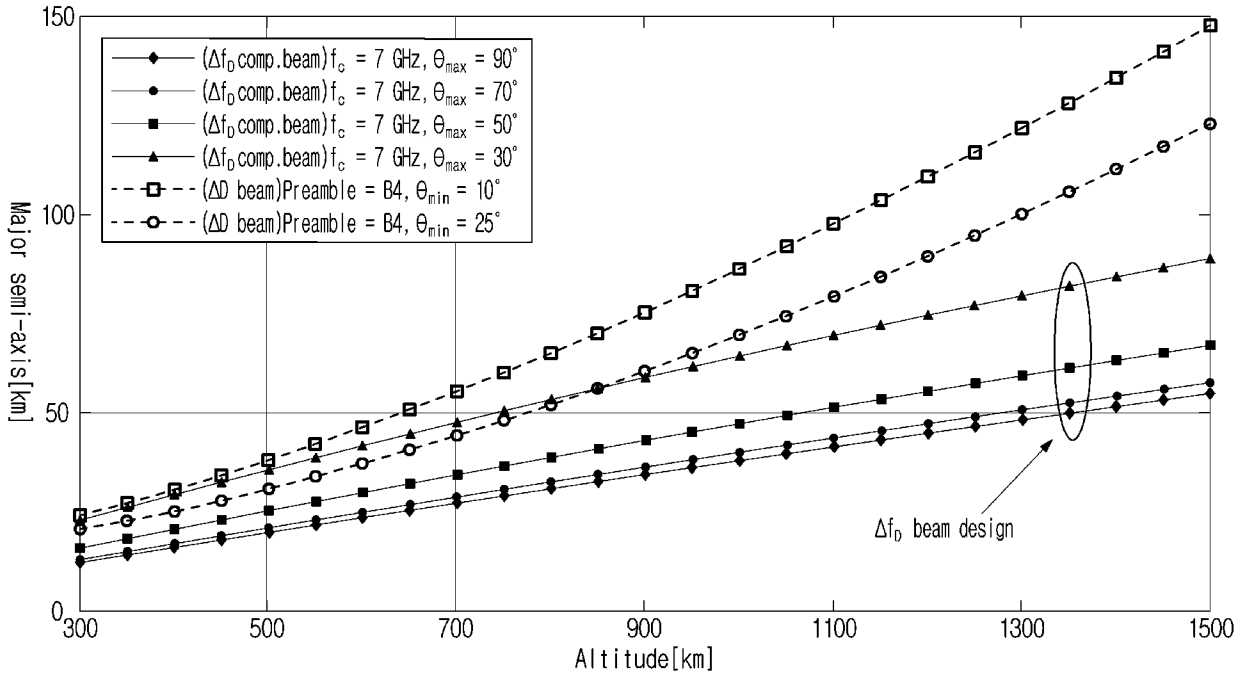


< Beam upper bound in FR2 & Θ_{min}= 25°>

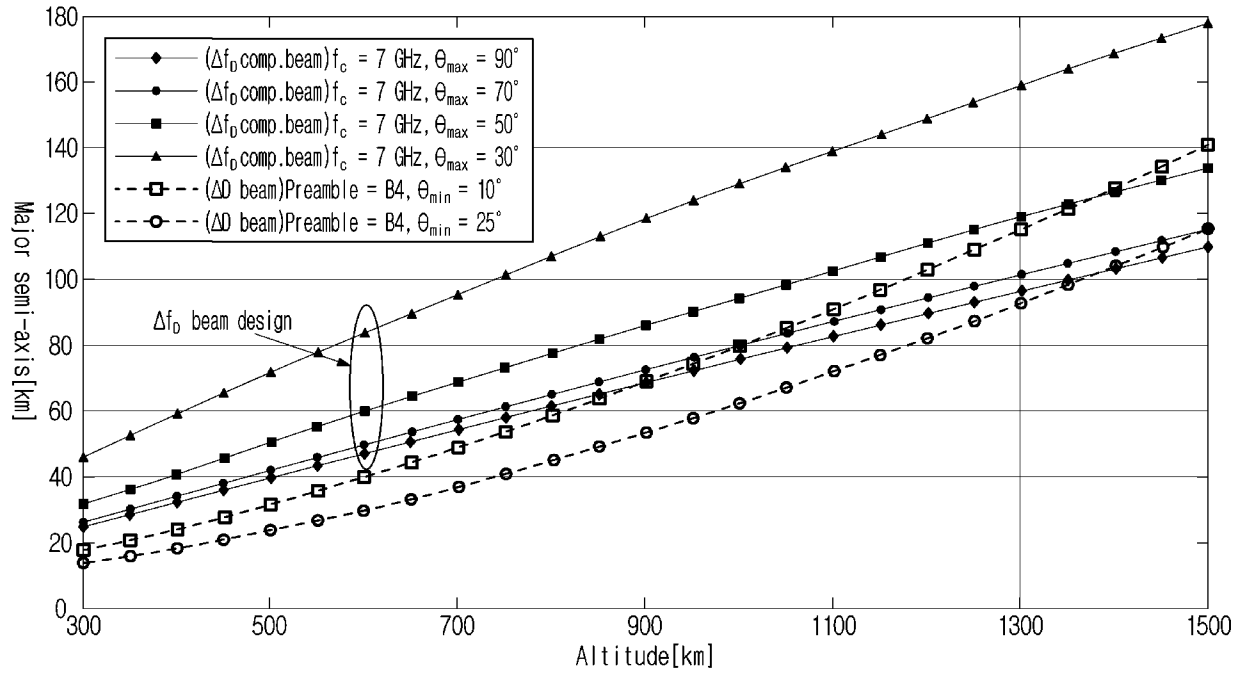
[도29]


2911
2912
2913
2914
2915
2916
Θ_{min}
preamble
SCS
altitude
f_c
Θ_{max}
2910
2920
ΔD, $R_{max}^{\Delta D}$
f_D , $R_{max}^{\Delta f_D}$
2930
$\min(R_{max}^{\Delta D}, R_{max}^{\Delta f_D})$
2940
Novel beam upper bound(R_{max})

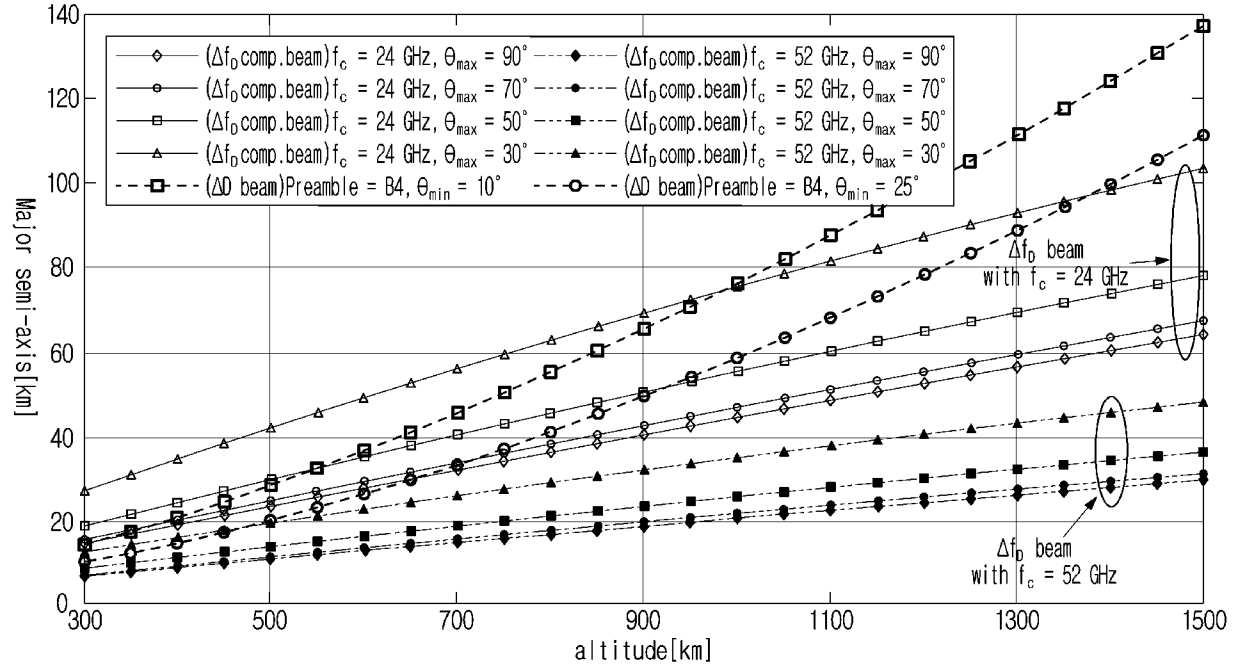
[도30a]


(Δf_Dcomp.beam)f_c = 7 GHz, Θ_{max} = 90°
(Δf_Dcomp.beam)f_c = 7 GHz, Θ_{max} = 70°
(Δf_Dcomp.beam)f_c = 7 GHz, Θ_{max} = 50°
(Δf_Dcomp.beam)f_c = 7 GHz, Θ_{max} = 30°
(ΔD beam)Preamble = B4, Θ_{min} = 10°
(ΔD beam)Preamble = B4, Θ_{min} = 25°
Δf_D beam design
Major semi-axis[km]
Altitude[km]
150
100
50
0
300
500
700
900
1100
1300
1500

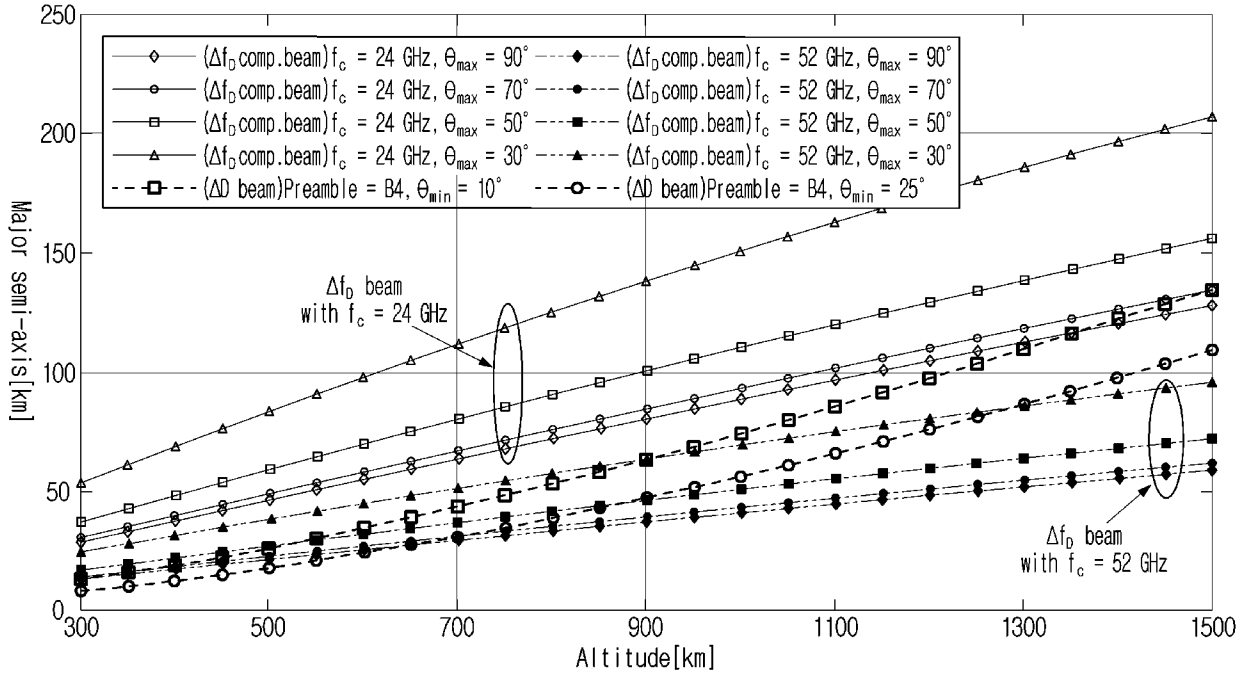
[도30b]


(ΔfD comp.beam)fc = 7 GHz, θmax = 90°
(ΔfD comp.beam)fc = 7 GHz, θmax = 70°
(ΔfD comp.beam)fc = 7 GHz, θmax = 50°
(ΔfD comp.beam)fc = 7 GHz, θmax = 30°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 10°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 25°
ΔfD beam design
Major semi-axis[km]
Altitude[km]
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
300
500
700
900
1100
1300
1500

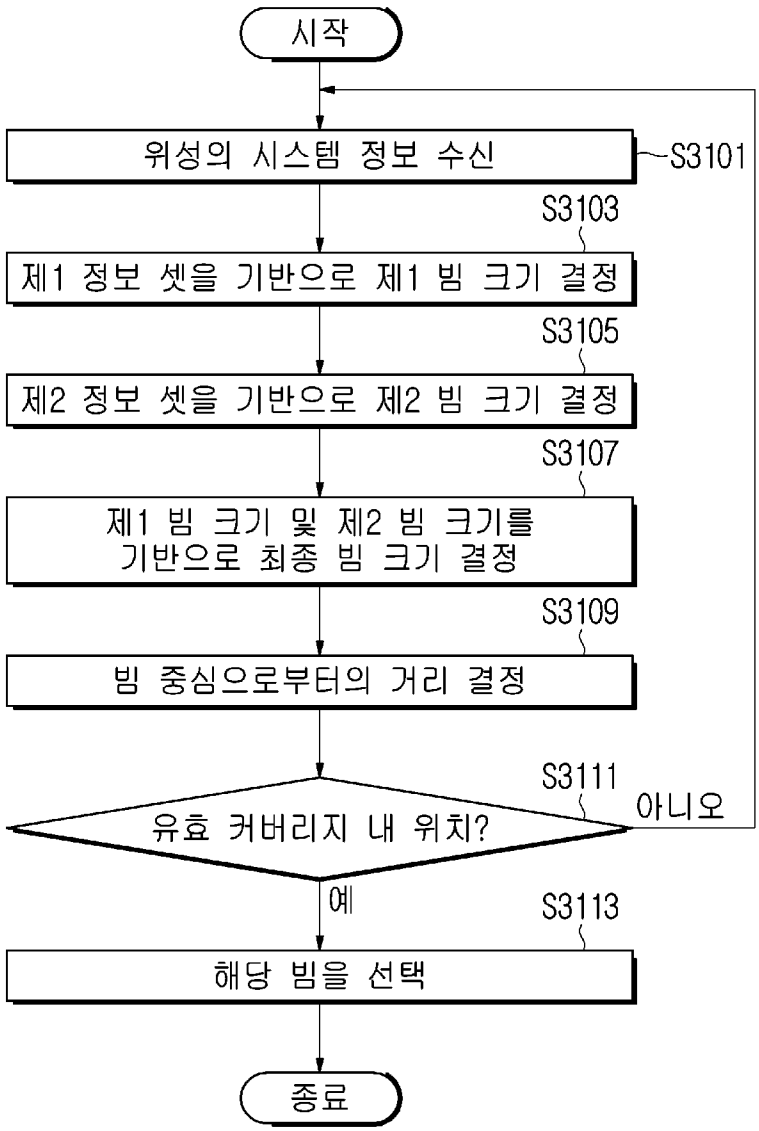
[도30c]


(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 90°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 70°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 50°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 30°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 90°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 70°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 50°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 30°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 10°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 25°
ΔfD beam with fc = 24 GHz
ΔfD beam with fc = 52 GHz
Major semi-axis[km]
altitude[km]
0
20
40
60
80
100
120
140
300
500
700
900
1100
1300
1500

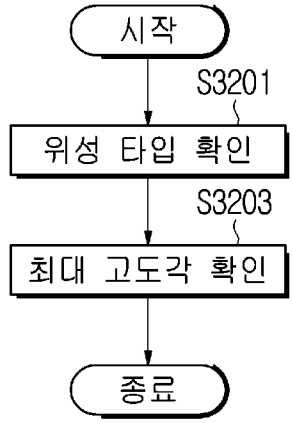
[도30d]


(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 90°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 70°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 50°
(ΔfD comp.beam)fc = 24 GHz, θmax = 30°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 10°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 90°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 70°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 50°
(ΔfD comp.beam)fc = 52 GHz, θmax = 30°
(ΔD beam)Preamble = B4, θmin = 25°
ΔfD beam with fc = 24 GHz
ΔfD beam with fc = 52 GHz
Major semi-axis[km]
Altitude[km]
0
50
100
150
200
250
300
500
700
900
1100
1300
1500

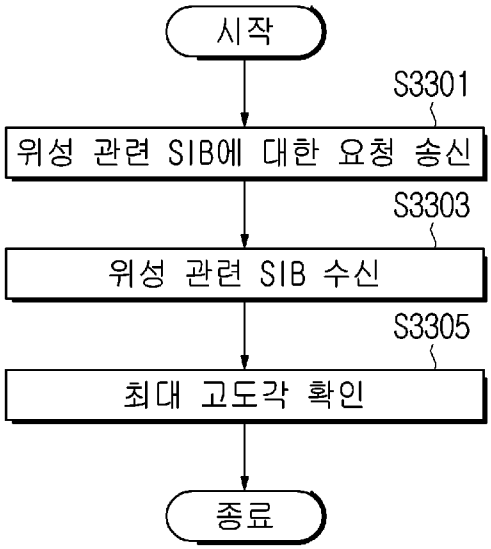
[도31]


시작
위성의 시스템 정보 수신
S3101
S3103
제1 정보 셋을 기반으로 제1 빔 크기 결정
S3105
제2 정보 셋을 기반으로 제2 빔 크기 결정
S3107
제1 빔 크기 및 제2 빔 크기를 기반으로 최종 빔 크기 결정
S3109
빔 중심으로부터의 거리 결정
S3111
유효 커버리지 내 위치?
아니오
예
S3113
해당 빔을 선택
종료

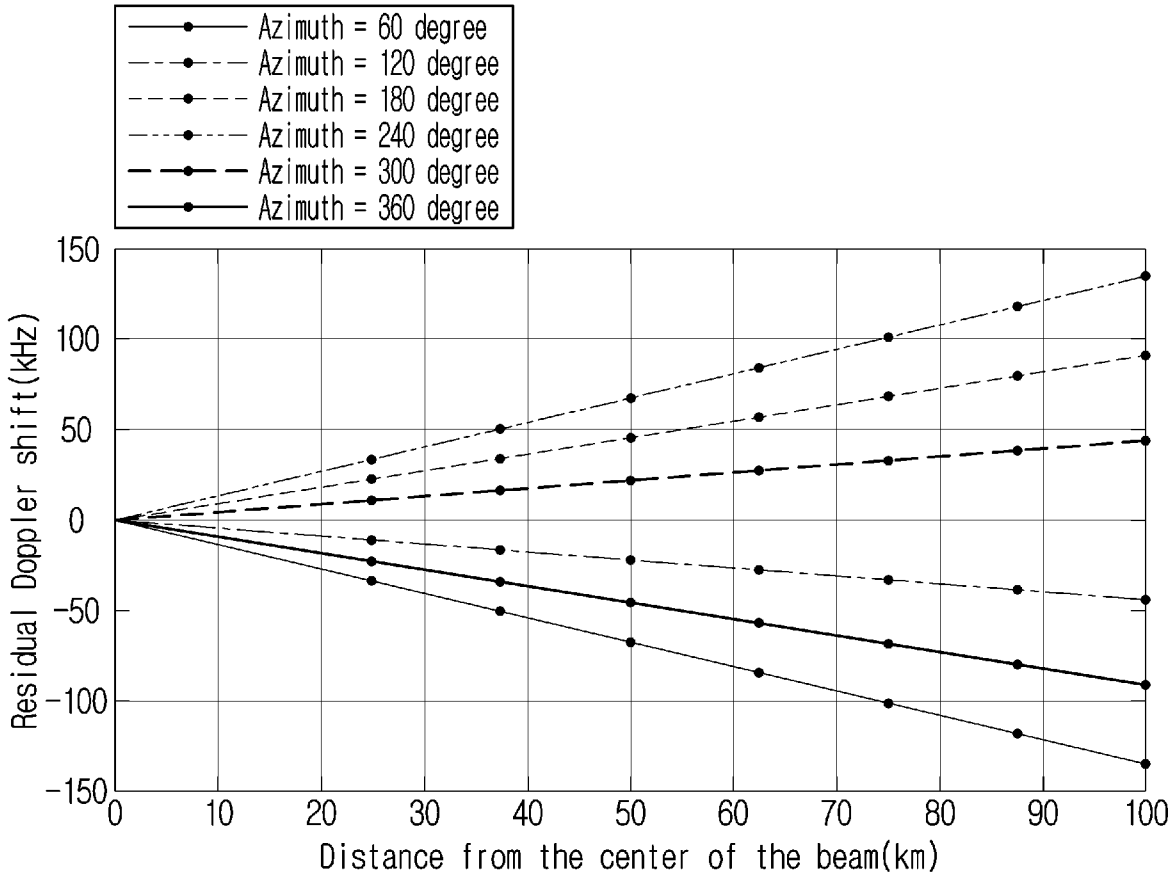
[도32]


시작
S3201
위성 타입 확인
S3203
최대 고도각 확인
종료

[도33]


시작
S3301
위성 관련 SIB에 대한 요청 송신
S3303
위성 관련 SIB 수신
S3305
최대 고도각 확인
종료

[도7d]


Azimuth = 60 degree
Azimuth = 120 degree
Azimuth = 180 degree
Azimuth = 240 degree
Azimuth = 300 degree
Azimuth = 360 degree
Residual Doppler shift(kHz)
150
100
50
0
-50
-100
-150
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Distance from the center of the beam(km)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2023/014557

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 16/28(2009.01)i; **H04W 48/10**(2009.01)i; **H04W 72/04**(2009.01)i; **H04W 74/08**(2009.01)i; **H04B 7/185**(2006.01)i; **H04L 27/26**(2006.01)i; **H04W 84/06**(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 16/28(2009.01); H04B 7/0408(2017.01); H04B 7/06(2006.01); H04B 7/15(2006.01); H04B 7/26(2006.01); H04W 24/08(2009.01); H04W 4/021(2018.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: LEO satellite networks, NR-based NTN, Beam size, Doppler shift, OFDM numerology

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	HAN, Sangmin et al. Beam Size Design for LEO Satellite Networks with Doppler Shift Characteristics. GW5. IWSICA, ICTC 2022. 20 October 2022. [Retrieved on 02 January 2024]. Retrieved from <URL: https://sites.google.com/view/theshinlab/. Department of Electrical and Computer Engineering, Ajou University, Korea>.	
X	See pages 4-18. This document is a document 'declaring exceptions to lack of novelty' in an earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.	1-20
X	HAN, Sangmin et al. Adaptive Beam Size Design for LEO Satellite Networks with Doppler Shift Compensation. 2022 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS). 26 August 2022. [Retrieved on 02 January 2024]. Retrieved from <URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9906490>. This document is a document 'declaring exceptions to lack of novelty' in an earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application. See entire document.	1-20

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 January 2024	**11 January 2024**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 114885287 A (CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED) 09 August 2022 (2022-08-09) See paragraphs [0016] and [0157]-[0160]; and claim 1.	1-20
A	JP 09-116479 A (MOTOROLA INC.) 02 May 1997 (1997-05-02) See paragraph [0014].	1-20
A	KR 10-2018-0096242 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29 August 2018 (2018-08-29) See claim 1.	1-20
PX	한상민 등. 저궤도 위성 통신망 설계를 위한 도플러 효과에 강인한 빔 크기 분석 및 설정. 한국통신학회 논문지. VOL. 47, NO. 12, PP. 2033 ~ 2046 (December 2022), 22 December 2022 (HAN, Sangmin et al. A Novel Beam Design and Performance Analysis of LEO Satellite Networks Robust to Doppler Effects. The Journal of Korean Institute of Communication and Information Sciences). [Retrieved on 02 January 2024]. Retrieved from <URL: https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE11175879>. See entire document. This document is a document 'declaring exceptions to lack of novelty' in an earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2023/014557

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114885287 A	09 August 2022	None	
JP 09-116479 A	02 May 1997	CN 100152824 A	25 June 1997
		US 5644572 A	01 July 1997
KR 10-2018-0096242 A	29 August 2018	CN 110291730 A	27 September 2019
		CN 110291730 B	17 February 2023
		EP 3570464 A1	20 November 2019
		EP 3570464 A4	08 January 2020
		EP 3570464 B1	24 August 2022
		KR 10-2509019 B1	13 March 2023
		US 11031984 B2	08 June 2021
		US 2020-0007209 A1	02 January 2020
		WO 2018-155844 A1	30 August 2018

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2023/014557

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 16/28(2009.01)i; **H04W 48/10**(2009.01)i; **H04W 72/04**(2009.01)i; **H04W 74/08**(2009.01)i; **H04B 7/185**(2006.01)i; **H04L 27/26**(2006.01)i; **H04W 84/06**(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 16/28(2009.01); H04B 7/0408(2017.01); H04B 7/06(2006.01); H04B 7/15(2006.01); H04B 7/26(2006.01); H04W 24/08(2009.01); H04W 4/021(2018.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: LEO satellite networks, NR-based NTN, Beam size, Doppler shift, OFDM numerology

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	SANGMIN HAN 등, 'Beam Size Design for LEO Satellite Networks with Doppler Shift Characteristics', ICTC 2022, GW5. IWSICA, 2022.10.20, [검색일: 2024.01.02]. 출처: <URL: https://sites.google.com/view/theshinlap/Deprtment of Electrical and Computer Engineering Ajou University, Korea> 페이지 4-18 위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원에서 `공지예외주장`된 문헌임	1-20
X	SANGMIN HAN 등, 'Adaptive Beam Size Design for LEO Satellite Networks with Doppler Shift Compensation', 2022 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS), 2022.08.26, [검색일: 2024.01.02], 출처: <URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9906490> 위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원에서 `공지예외주장`된 문헌임 전문	1-20
A	CN 114885287 A (CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED) 2022.08.09 단락 [0016], [0157]-[0160]; 및 청구항 1	1-20

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년01월11일(11.01.2024)	**2024년01월11일(11.01.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

양정록

전화번호 **+82-42-481-5709**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2023/014557

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 09-116479 A (MOTOROLA INC.) 1997.05.02 단락 [0014]	1-20
A	KR 10-2018-0096242 A (삼성전자주식회사) 2018.08.29 청구항 1	1-20
PX	한상민 등, '저궤도 위성 통신망 설계를 위한 도플러 효과에 강인한 빔 크기 분석 및 설정', 한국통신학회 논문지 VOL 47 NO. 12 PP. 2033 ~ 2046 (2022. 12), 2022.12.22, [검색일: 2024.01.02]. 출처: <URL: https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE11175879> 전문 위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원에서 `공지예외주장`된 문헌임	1-20

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2023/014557

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
CN 114885287 A	2022/08/09	없음	
JP 09-116479 A	1997/05/02	CN 100152824 A	1997/06/25
		US 5644572 A	1997/07/01
KR 10-2018-0096242 A	2018/08/29	CN 110291730 A	2019/09/27
		CN 110291730 B	2023/02/17
		EP 3570464 A1	2019/11/20
		EP 3570464 A4	2020/01/08
		EP 3570464 B1	2022/08/24
		KR 10-2509019 B1	2023/03/13
		US 11031984 B2	2021/06/08
		US 2020-0007209 A1	2020/01/02
		WO 2018-155844 A1	2018/08/30