



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0019851
(43) 공개일자 2024년02월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 74/08 (2024.01) H04W 48/10 (2009.01)
H04W 72/12 (2023.01) H04W 74/00 (2024.01)
H04W 84/06 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
H04W 74/0833 (2024.01)
H04W 48/10 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7001880
- (22) 출원일자(국제) 2022년01월06일
심사청구일자 2024년01월17일
- (85) 번역문제출일자 2024년01월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/000258
- (87) 국제공개번호 WO 2023/074007
국제공개일자 2023년05월04일
- (30) 우선권주장
JP-P-2021-177197 2021년10월29일 일본(JP)
- (71) 출원인
라쿠텐 모바일 가부시키키가이사
일본 도쿄 세타가야쿠 다마가와 1-14-1
- (72) 발명자
세트 판카즈
일본 1580094 도쿄 세타가야쿠 다마가와 1-14-1
라쿠텐 모바일 가부시키키가이사 내
- (74) 대리인
장수길, 이준, 박충범

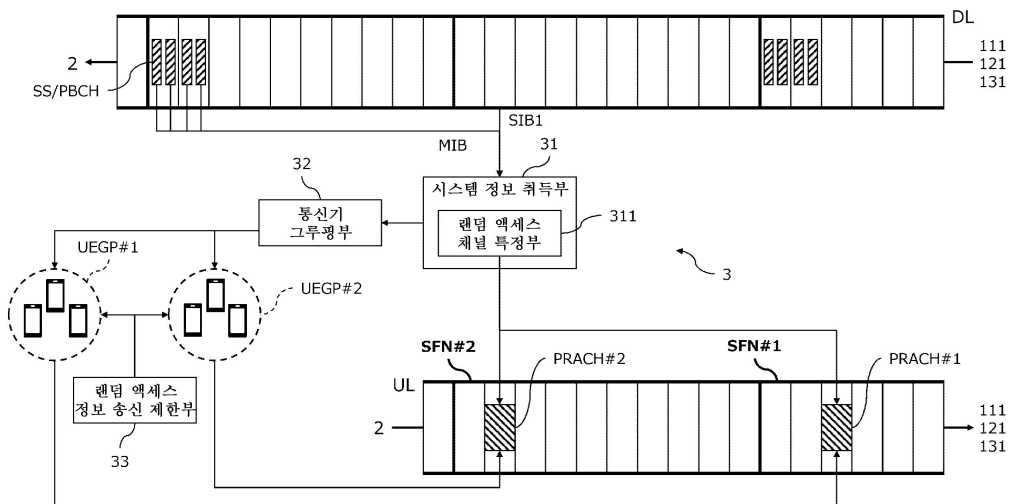
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 통신 시스템에 있어서의 랜덤 액세스 제어

(57) 요약

통신 제어 장치(3)는 통신기(2)가 기지국(111, 121, 131)에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」를 특정하는 랜덤 액세스 채널 특정부(311)와, 복수의 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」으로 각 통신기(2)를 그룹핑하는 통신기 그룹핑부(32)와, 각 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」로 그룹핑된 통신기(2)에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)를 구비한다(도 2).

대표도



(52) CPC특허분류

H04W 72/12 (2023.05)

H04W 74/008 (2013.01)

H04W 84/06 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 랜덤 액세스 채널 특정부와,

상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 통신기 그룹핑부와,

상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 랜덤 액세스 정보 송신 제한부

를 구비하는, 통신 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

통신기가 기지국에 대하여 정보를 송신 가능한 복수의 프레임은, n 개(n 은 2 이상의 자연수)의 프레임 그룹으로 그룹핑되고,

상기 통신기 그룹핑부는, 상기 n 개의 프레임 그룹에 대응하는 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하고,

상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 프레임 그룹에 속하는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는, 통신 제어 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 통신기 그룹핑부는, 각 통신기의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따라 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 당해 각 통신기를 그룹핑하고,

상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 프레임 번호를 n 으로 나눈 나머지가 상기 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는, 통신 제어 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 통신기 식별 정보는, 통신기의 유저에게 부여되어 있는 유저 식별 번호인, 통신 제어 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 통신기 그룹핑부는 각 통신기에 마련되고, 자신의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따른 랜덤 액세스 그룹으로 자신을 그룹핑하고,

상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는 각 통신기에 마련되고, 기지국으로부터 수신한 프레임 번호 및 그룹수 n 에 기초하여 연산한 프레임 번호를 n 으로 나눈 나머지가 자신의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는, 통신 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 랜덤 액세스 채널 특정부, 상기 통신기 그룹핑부, 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 각 통신기에 마련되는, 통신 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기지국은 비행하는 비지상 기지국인, 통신 제어 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 비지상 기지국은 우주 공간을 비행하는 통신 위성인, 통신 제어 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복수의 랜덤 액세스 채널은, n 개(n 은 2 이상의 자연수)의 랜덤 액세스 채널 그룹으로 그룹핑되고,

상기 통신기 그룹핑부는, 상기 n 개의 랜덤 액세스 채널 그룹에 대응하는 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하고,

상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 그룹에 속하는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는, 통신 제어 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 통신기 그룹핑부는, 각 통신기의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따라 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 당해 각 통신기를 그룹핑하고,

상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 랜덤 액세스 채널 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지가 상기 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는, 통신 제어 장치.

청구항 11

통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과,

상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과,

상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것

을 구비하는, 통신 제어 방법.

청구항 12

통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과,

상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과,

상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것

을 컴퓨터에 실행시키는 통신 제어 프로그램을 기억하고 있는 기억 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 통신 시스템에 있어서의 랜덤 액세스 제어에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스마트폰이나 IoT(Internet of Things) 디바이스로 대표되는 무선 통신 디바이스의 수, 종류, 용도는 증가의 일로를 걷고 있고, 무선 통신 규격의 확장이나 개선이 계속되고 있다. 예를 들어 「5G」로서 알려진 제5세대 이동 통신 시스템의 상용 서비스는 2018년에 개시되었지만, 현재도 3GPP(Third Generation Partnership Project)로 규격 책정이 진행되고 있다. 또한, 5G에 이은 차세대 무선 통신 규격으로서의 「6G」 또는 제6세대 이동 통신 시스템의 규격 책정을 향한 대처도 시작되고 있다.

[0003] 전원 투입 후 등의 스마트폰이나 휴대 전화 등의 이동체 또는 휴대용 통신기기(이하에서는 통신기라 총칭한다)가, 이동 통신(이하에서는 모바일 통신이라고도 한다) 네트워크와의 통신을 개시하기 위해서, 랜덤 액세스(RA: Random Access) 수순이 정해져 있다. 특허문헌 1에 개시되어 있는 RA 수순에서는, 통신기로부터 기지국으로의 업링크 통신 또는 상향 링크 통신에 사용되는 10ms의 업링크 프레임에 있어서의 소정의 시간-주파수 리소스(이하에서는 간결하게 리소스라고도 한다)가 물리 랜덤 액세스 채널(PRACH: Physical Random Access Channel)로서 확보되어 있다. 기지국에 랜덤 액세스를 시도하는 통신기는, 당해 기지국이 접속 가능한 최대 64개의 소정의 랜덤 액세스 프리앰블(이하에서는 간결하게 프리앰블이라고도 한다)로부터 임의의 1개의 프리앰블을 선택해서 PRACH 상에서 당해 기지국에 대하여 송신한다. PRACH를 통해서 통신기로부터 프리앰블을 수신한 기지국은, 동일 PRACH 상에서 동일한 프리앰블을 당해 기지국으로 송신한 다른 통신기가 없는 경우, 당해 통신기에 랜덤 액세스 리스폰스(이하에서는 간결하게 리스폰스라고도 한다)를 송신하고, 후속의 접속 확립 스텝 등으로 진행한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허 공표 제2012-533211호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 한편, 복수의 통신기가 동일 PRACH 상에서 동일한 프리앰블을 기지국으로 송신한 경우, 어느 통신기도 접속 확립 스텝 등으로 진행시키지 않거나, 1개의 통신기만이 접속 확립 스텝 등으로 진행시킨다. 기지국으로부터 정상적인 리스폰스가 송신되지 않고 접속 확립 스텝 등으로 진행시키지 않은 통신기는, 네트워크에서 설정되어 있는 PRACH 구성 인덱스에 따른 다음 PRACH까지 대기할 필요가 있다.

[0006] 다수 동시 접속(mMTC: Massive Machine-Type Communications)을 표방하는 5G에서는, 하나의 기지국에 동시에 접속되는 IoT 디바이스도 포함하는 통신기의 수가 증대하고 있고, 이상과 같은 RA 수순 또는 PRACH 대기의 통신기에 의해 「정체」(이하에서는 PRACH 정체라고도 한다)가 발생할 가능성이 있다. 또한, 지상에 설치되는 일반적인 기지국(이하에서는 지상 기지국 이라고도 한다)에 더하거나 또는 대신해서, 우주 공간이나 성층권 등의 대기권을 비행하는 통신 위성이나 무인 항공기 등의 비지상 기지국의 검토나 도입이 진행되고 있지만, 후술하는 바와 같이, 비지상 기지국에서는 지상 기지국보다 PRACH 정체가 심각화할 우려가 있다.

[0007] 본 개시는 이러한 상황을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은, 랜덤 액세스 제어를 효율화할 수 있는 통신 제어 장치 등을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 개시의 어떤 양태의 통신 제어 장치는, 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 랜덤 액세스 채널 특정부와, 복수의 랜덤 액세스

채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 통신기 그룹핑부와, 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 랜덤 액세스 정보 송신 제한부를 구비한다.

[0009] 이 양태에서는, 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응하는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 기지국에 대한 송신이 제한된다. 즉, 각 랜덤 액세스 채널 상에서 랜덤 액세스 정보를 송신하는 통신기의 수가 제한되기 때문에, 동일 랜덤 액세스 채널 상에서 복수의 통신기의 랜덤 액세스 정보가 충돌할 가능성이 저하된다. 따라서, 각 통신기의 랜덤 액세스 수속을 효율화할 수 있다.

[0010] 본 개시의 다른 양태는, 통신 제어 방법이다. 이 방법은, 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과, 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과, 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것을 구비한다.

[0011] 본 개시의 또 다른 양태는, 기억 매체이다. 이 기억 매체는 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과, 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과, 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것을 컴퓨터에 실행시키는 통신 제어 프로그램을 기억하고 있다.

[0012] 또한, 이상의 구성 요소가 임의인 조합, 본 개시의 표현을 방법, 장치, 시스템, 기록 매체, 컴퓨터 프로그램 등의 사이에서 변환한 것도 또한, 본 개시의 양태로서 유효하다.

발명의 효과

[0013] 본 개시에 따르면, 통신기의 랜덤 액세스 제어를 효율화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 통신 제어 장치가 적용되는 무선 통신 시스템의 개요를 모식적으로 도시한다.

도 2는 통신 제어 장치의 기능 블록도이다.

도 3은 구체적인 실시예를 나타낸다.

도 4는 구체적인 실시예를 나타낸다.

도 5는 구체적인 실시예를 나타낸다.

도 6은 통신 제어 장치에 의한 랜덤 액세스 제어의 흐름도이다.

도 7은 통신기와 지상 기지국의 사이에 있어서의 CBRA 수순을 모식적으로 도시한다.

도 8은 통신기와 비지상 기지국의 사이에 있어서의 CBRA 수순을 모식적으로 도시한다.

도 9는 본 실시 형태가 적용 되어 있지 않은 경우의 NTN에 있어서의 PRACH 정체에 관한 시산 결과를 나타낸다.

도 10은 본 실시 형태가 적용 되어 있지 않은 경우의 NTN에 있어서의 PRACH 정체에 관한 시산 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 개시에 관한 통신 제어 장치는, 지상에 설치되는 지상 기지국이 지상에 제공하는 통신 셀(이하에서는 지상 통신 셀이라고도 한다)에 의해 구축되는 지상계 네트워크(TN: Terrestrial Network), 비행하는 비지상 기지국이 지상에 제공하는 통신 셀(이하에서는 비지상 통신 셀이라고도 한다)에 의해 구축되는 비지상계 네트워크(NTN: Non-Terrestrial Network), TN과 NTN이 병존하는 네트워크 그 밖의 모바일 통신 네트워크에 적용할 수 있다. 본 실시 형태에서는, TN 및 NTN을 포괄적으로 설명하기 위해서, TN과 NTN이 병존하는 네트워크를 예시한다.

[0016] 도 1은 본 실시 형태에 따른 통신 제어 장치가 적용되는 무선 통신 시스템(1)의 개요를 모식적으로 도시한다. 무선 통신 시스템(1)은 무선 액세스 기술(RAT: Radio Access Technology)로서 NR(New Radio) 또는 5G NR(Fifth

Generation New Radio)을 사용하고, 코어 네트워크(CN: Core Network)로서 5GC(Fifth Generation Core)를 사용하는 제5 세대 이동 통신 시스템(5G)에 준거하는 5G 무선 통신 시스템(11)과, 무선 액세스 기술로서 LTE(Long Term Evolution)나 LTE-Advanced를 사용하고, 코어 네트워크로서 EPC(Evolved Packet Core)를 사용하는 제4 세대 이동 통신 시스템(4G)에 준거하는 4G 무선 통신 시스템(12)과, 통신 위성(131)을 통한 위성 통신을 담당하는 위성 통신 시스템(13)을 포함한다. 도시는 생략하지만, 무선 통신 시스템(1)은 4G보다 전의 세대의 무선 통신 시스템을 포함해도 되고, 5G보다 후의 세대(6G 등)의 무선 통신 시스템을 포함해도 되고, Wi-Fi(등록상표) 등의 세대와 관계를 맺을 수 없는 임의의 무선 통신 시스템을 포함해도 된다.

[0017] 5G 무선 통신 시스템(11)은 지상에 설치되어 UE(User Equipment)라고도 불리는 스마트폰 등의 통신기(2A, 2B, 2C, 2D)(이하에서는 통신기(2)라 총칭하는 경우가 있다)와 5G NR에 의해 통신 가능한 복수의 5G 기지국(111A, 111B, 111C)(이하에서는 5G 기지국(111)이라 총칭하는 경우가 있다)을 포함한다. 5G에 있어서의 기지국(111)은 gNodeB(gNB)라고도 불린다. 각 5G 기지국(111A, 111B, 111C)의 통신 가능 범위 또는 서포트 범위는 셀이라 불리고, 각각 112A, 112B, 112C(이하에서는 5G 셀(112)이라 총칭하는 경우가 있다)로서 도시된다.

[0018] 각 5G 기지국(111)의 5G 셀(112)의 크기는 임의이지만, 전형적으로는 반경 수미터에서 수십킬로미터이다. 확립된 정의는 없지만, 반경 수미터에서 10미터의 셀은 펄스셀이라 불리고, 반경 10미터에서 수십미터의 셀은 피코 셀이라 불리고, 반경 수십미터에서 수백미터의 셀은 마이크로셀이라 불리고, 반경수 100미터를 초과하는 셀은 매크로셀이라 불리는 경우가 있다. 5G에서는 밀리미터파 등이 높은 주파수의 전파가 사용되는 경우도 많고, 직진성이 높기 때문에 전파가 장애물에 차단되어 통신 가능 거리가 짧아진다. 이 때문에, 5G에서는 4G 이전에 비해 작은 셀이 다용되는 경향이 있다.

[0019] 통신기(2)는 복수의 5G 셀(112A, 112B, 112C)의 적어도 하나의 내부에 있으면, 5G 통신을 행할 수 있다. 도시의 예에서는, 5G 셀(112A 및 112B) 내에 있는 통신기(2B)는, 5G 기지국(111A 및 111B)의 어느 것과도 5G NR에 의해 통신 가능하다. 또한, 5G 셀(112C) 내에 있는 통신기(2C)는 5G 기지국(111C)과 5G NR에 의해 통신 가능하다. 통신기(2A 및 2D)는, 모든 5G 셀(112A, 112B, 112C) 밖에 있기 때문에, 5G NR에 의한 통신을 할 수 없는 상태에 있다. 각 통신기(2)와 각 5G 기지국(111) 사이의 5G NR에 의한 5G 통신은, 코어 네트워크인 5GC에 의해 관리된다. 예를 들어, 5GC는 각 5G 기지국(111)과의 사이의 데이터 수수, EPC, 위성 통신 시스템(13), 인터넷 등의 외부 네트워크와의 사이의 데이터 수수, 통신기(2)의 이동 관리 등을 행한다.

[0020] 4G 무선 통신 시스템(12)은 지상에 설치되어 통신기(2)와 LTE나 LTE-Advanced에 의해 통신 가능한 복수의 4G 기지국(121)(도 1에서는 하나만을 나타낸다)을 포함한다. 4G에 있어서의 기지국(121)은 eNodeB(eNB)라고도 불린다. 각 5G 기지국(111)과 마찬가지로, 각 4G 기지국(121)의 통신 가능 범위 또는 서포트 범위도 셀이라 불리며 122로서 도시된다.

[0021] 통신기(2)는 4G 셀(122)의 내부에 있으면 4G 통신을 행할 수 있다. 도시의 예에서는, 4G 셀(122) 내에 있는 통신기(2A 및 2B)는 4G 기지국(121)과 LTE나 LTE-Advanced에 의해 통신 가능하다. 통신기(2C 및 2D)는 4G 셀(122) 밖에 있기 때문에, LTE나 LTE-Advanced에 의한 통신을 할 수 없는 상태에 있다. 각 통신기(2)와 각 4G 기지국(121) 사이의 LTE나 LTE-Advanced에 의한 4G 통신은, 코어 네트워크인 EPC에 의해 관리된다. 예를 들어, EPC는 각 4G 기지국(121)과의 사이의 데이터의 수수, 5GC, 위성 통신 시스템(13), 인터넷 등의 외부 네트워크와의 사이의 데이터의 수수, 통신기(2)의 이동 관리 등을 행한다.

[0022] 각 통신기(2A, 2B, 2C, 2D)에 착안하면, 도시의 예에서는, 통신기(2A)는 4G 기지국(121)과의 4G 통신이 가능한 상태에 있고, 통신기(2B)는 5G 기지국(111A, 111B)과의 5G 통신 및 4G 기지국(121)과의 4G 통신이 가능한 상태에 있고, 통신기(2C)는 5G 기지국(111C)과의 5G 통신이 가능한 상태에 있다. 통신기(2B)와 같이 통신 가능한 기지국(111A, 111B, 121)이 복수 있는 경우에는, 코어 네트워크인 5GC 및/또는 EPC에 의한 관리 하에, 통신 품질 등의 관점에서 최적이라고 판단된 하나의 기지국이 선택되어 통신기(2B)와의 통신을 행한다. 또한, 통신기(2D)는 어느 5G 기지국(111) 및 4G 기지국(121)과도 통신이 가능한 상태에 있지 않기 때문에, 다음에 설명하는 위성 통신 시스템(13)에 의한 통신을 행한다.

[0023] 위성 통신 시스템(13)은 지표로부터 500km 내지 700km 정도의 높이의 저궤도의 우주 공간을 비행하는 저궤도 위성으로서의 통신 위성(131)을 비지상 기지국으로서 사용하는 무선 통신 시스템이다. 5G 기지국(111) 및 4G 기지국(121)과 마찬가지로, 통신 위성(131)의 통신 가능 범위 또는 서포트 범위도 셀이라 불리며 132로서 도시된다. 이와 같이, 비지상 기지국으로서의 통신 위성(131)은 비지상 통신 셀로서의 위성 통신 셀(132)을 지상에 제공한다. 지상의 통신기(2)는 위성 통신 셀(132)의 내부에 있으면 위성 통신을 행할 수 있다. 5G 무선 통신 시스템(11)에 있어서의 5G 기지국(111) 및 4G 무선 통신 시스템(12)에 있어서의 4G 기지국(121)과 마찬가지로,

위성 통신 시스템(13)에 있어서의 기지국으로서의 통신 위성(131)은 위성 통신 셀(132) 내의 통신기(2)와 직접적으로 또는 항공기 등을 통해 간접적으로 무선 통신 가능하다. 통신 위성(131)이 위성 통신 셀(132) 내의 통신기(2)와의 무선 통신에 사용하는 무선 액세스 기술은, 5G 기지국(111)과 동일한 5G NR이어도 되고, 4G 기지국(121)과 동일한 LTE나 LTE-Advanced여도 되고, 통신기(2)가 사용 가능한 임의의 다른 무선 액세스 기술이어도 된다. 이 때문에, 통신기(2)에는 위성 통신을 위한 특별한 기능이나 부품을 마련하지 않아도 된다.

[0024] 위성 통신 시스템(13)은 지상에 설치되어 통신 위성(131)과 통신 가능한 지상국으로서의 게이트웨이(133)를 구비한다. 게이트웨이(133)는 통신 위성(131)과 통신하기 위한 위성 안테나를 구비하고, 지상계 네트워크를 구성하는 지상 기지국으로서의 5G 기지국(111)이나 4G 기지국(121)과, 각각의 무선 액세스 기술인 5G NR이나 LTE 혹은 다른 유선 또는 무선의 액세스 기술 또는 인터페이스를 통해 접속되어 있다. 이와 같이, 게이트웨이(133)는 통신 위성(131)에 의해 구성되는 NTN과 지상 기지국(111, 121)에 의해 구성되는 TN을 상호 통신 가능하게 접속한다. 통신 위성(131)이 5G NR에 의해 위성 통신 셀(132) 내의 통신기(2)와 5G 통신하는 경우에는, 게이트웨이(133) 및 TN에 있어서의 5G 기지국(111)(또는 5G 무선 액세스 네트워크)을 통해 접속되는 5GC를 코어 네트워크로서 이용하고, 통신 위성(131)이 LTE나 LTE-Advanced에 의해 위성 통신 셀(132) 내의 통신기(2)와 4G 통신하는 경우에는, 게이트웨이(133) 및 TN에 있어서의 4G 기지국(121)(또는 4G 무선 액세스 네트워크)을 통해 접속되는 EPC를 코어 네트워크로서 이용한다. 이와 같이, 게이트웨이(133)를 통해 5G 통신, 4G 통신, 위성 통신 등의 다른 무선 통신 시스템의 사이에 적절한 연계가 취해진다.

[0025] 통신 위성(131)에 의한 위성 통신은, 주로 5G 기지국(111)이나 4G 기지국(121) 등의 지상 기지국이 마련되지 않는 또는 적은 지역을 커버하기 위해서 이용된다. 도시의 예에서는, 모든 지상 기지국의 통신 셀 외에 있는 통신기(2D)가 통신 위성(131)과 통신한다. 한편, 어느 것의 지상 기지국과 양호하게 통신할 수 있는 상태에 있는 통신기(2A, 2B, 2C)도, 위성 통신 셀(132) 내에 있기 때문에 통신 위성(131)과 통신 가능하지만, 원칙적으로 위성 기지국으로서의 통신 위성(131)이 아니고 지상 기지국과 통신을 행함으로써, 통신 위성(131)이 한정된 통신 리소스(전력을 포함한다)가 통신기(2D) 등을 위해서 절약된다. 통신 위성(131)은 빔 포밍에 의해 통신 전파를 위성 통신 셀(132) 내의 통신기(2D)를 향하는 것으로, 통신기(2D)와의 통신 품질을 향상시킨다.

[0026] 위성 기지국으로서의 통신 위성(131)의 위성 통신 셀(132)의 크기는, 통신 위성(131)이 발하는 빔의 개수에 따라서 임의로 설정할 수 있고, 예를 들어 최대 2,800개의 빔을 조합함으로써 직경 약 24km의 위성 통신 셀(132)을 형성할 수 있다. 도시된 바와 같이, 위성 통신 셀(132)은 전형적으로는 5G 셀(112)이나 4G 셀(122) 등의 지상 통신 셀보다 크고, 그 내부에 하나 또는 복수의 5G 셀(112) 및/또는 4G 셀(122)을 포함할 수 있다. 또한, 이상에서는 비행하는 비지상 기지국으로서, 지표로부터 500km 내지 700km 정도의 높이의 저궤도의 우주 공간을 비행하는 통신 위성(131)을 예시했지만, 더 높은 정지 궤도 등의 고궤도의 우주 공간을 비행하는 통신 위성이나, 더 낮은(예를 들어 지표로부터 20km 정도) 성층권 등의 대기권을 비행하는 무인 또는 유인의 항공기를 비지상 기지국으로서, 통신 위성(131)에 첨가하거나 또는 대신해서 사용해도 된다.

[0027] 이상과 같이, 본 실시 형태에 따른 무선 통신 시스템(1)은, 지상에 설치되는 지상 기지국(111, 121)이 지상에 제공하는 지상 통신 셀(112, 122) 내의 통신기(2)와 통신 가능한 지상계 네트워크(TN)(11, 12), 및 비행하는 비지상 기지국(131)이 지상에 제공하는 비지상 통신 셀(132) 내의 통신기(2)와 통신 가능한 비지상계 네트워크(NTN)(13)를 포함한다. 그리고, 본 실시 형태에 따른 통신 제어 장치는 TN 및 NTN을 제어한다.

[0028] 도 2는 본 실시 형태에 따른 통신 제어 장치(3)의 기능 블록도이다. 통신 제어 장치(3)는 시스템 정보 취득부(31)와, 통신기 그룹핑부(32)와, 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)를 구비한다. 이들 기능 블록은, 컴퓨터의 중앙 연산 처리 장치, 메모리, 입력 장치, 출력 장치, 컴퓨터에 접속되는 주변기기 등의 하드웨어 자원과, 그들을 사용해서 실행되는 소프트웨어의 협동에 의해 실현된다. 컴퓨터의 종류나 설치 장소는 막론하고, 상기의 각 기능 블록은, 단일의 컴퓨터의 하드웨어 자원에서 실현해도 되고, 복수의 컴퓨터에 분산한 하드웨어 자원을 조합해서 실현해도 된다. 예를 들어, 통신 제어 장치(3)의 기능 블록의 일부 또는 전부를, 통신기(2), 지상 기지국(111, 121), 비지상 기지국(131), 코어 네트워크 CN에 마련되는 컴퓨터나 프로세서에서 분산적 또는 집중적으로 실현해도 된다. 특히 본 실시 형태에서는, 통신 제어 장치(3)의 기능 블록의 대부분이 통신기(2)에서 실현되어, 나머지의 기능 블록이 주로 지상 기지국(111, 121), 비지상 기지국(131)에서 실현된다.

[0029] 시스템 정보 취득부(31)를 구비하는 통신기(2)는, 기지국(111, 121, 131)으로부터 송신되는 다운링크 프레임 DL로부터 시스템 정보를 취득한다. 도 2에서는, 5G 등에서 채용되고 있는 다운링크 프레임 DL의 개념을 모식적으로 예시한다. 이하에서는 5G에 있어서의 일 운용예에 입각해서 다운링크 프레임 DL 및 업링크 프레임 UL의 구체적인 구성이나 수치 등을 예시하지만, 본 개시는 다른 구성이나 수치 등을 채용하는 다운링크 프레임 DL 및

업링크 프레임 UL에도 적용 가능하다. 또한, 도 2에 있어서, 다운링크 프레임 DL 및 업링크 프레임 UL의 가로 방향은 시간 방향을 모식적으로 나타내고, 다운링크 프레임 DL 및 업링크 프레임 UL의 세로 방향은 주파수 방향을 모식적으로 나타낸다. 다운링크 프레임 DL은, 도 2의 우측에 있어서의 기지국(111, 121, 131)이, 도 2의 좌측에 있어서의 통신기(2)에 대하여 순차 송신 가능하다. 업링크 프레임 UL은, 도 2의 좌측에 있어서의 통신기(2)가 도 2의 우측에 있어서의 기지국(111, 121, 131)에 대하여 순차 송신 가능하다.

[0030] 10ms의 길이의 각 다운링크 프레임 DL은, 각각 1ms의 길이의 10개의 서브 프레임에 의해 구성된다. 5G에서는, 네트워크에서 설정되어 있는 서브캐리어 간격에 따라, 1개(서브캐리어 간격이 15kHz의 경우)의 슬롯, 2개(서브캐리어 간격이 30kHz의 경우)의 슬롯, 4개(서브캐리어 간격이 60kHz의 경우)의 슬롯, 8개(서브캐리어 간격이 120kHz의 경우)의 슬롯, 16개(서브캐리어 간격이 240kHz의 경우)의 슬롯이 1개의 서브 프레임에 포함된다. 각 슬롯은, 서브캐리어 간격에 구애되지 않고, 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이하에서는, 일례로서 서브캐리어 간격이 15kHz인 경우, 즉 1개의 서브 프레임에 1개의 슬롯이 포함되는 경우에 대해서 설명한다. 따라서, 이하의 설명에 있어서, 서브 프레임과 슬롯은 동일한 의미이다.

[0031] 5개의 서브 프레임에 의해 구성되는 각 다운링크 프레임 DL의 절반의 하프 프레임(5ms)에서는, 소정의 하프 프레임 주기(도 2의 예에서는, 4서브 프레임 주기=20ms주기)로, 복수의 SS/PBCH(Synchronization Signal/Physical Broadcast Channel) 블록이, 소정의 서브 프레임에 있어서의 소정의 시간-주파수 리소스를 사용하고, 기지국(111, 121, 131)으로부터 통신 셀(112, 122, 132) 내의 통신기(2)에 대하여 송신된다. 각 하프 프레임으로 송신되는 복수의 SS/PBCH 블록은, 기지국(111, 121, 131)이 발신 가능한 다른 복수의 빔에 대응한다. 예를 들어, 도 2의 예에 있어서 각 하프 프레임에 포함되는 4개의 제1 내지 4의 SS/PBCH 블록은, 각각 기지국(111, 121, 131)이 발하는 제1 내지 4의 빔에 의해 송신된다.

[0032] SS/PBCH 블록은, 그것을 수신한 통신기(2)가 프레임 동기를 확립함과 함께, 후술하는 랜덤 액세스에 의한 기지국(111, 121, 131)과의 접속 확립 등에 필요한 시스템 정보를 취득하기 위한 블록이다. 구체적으로는, SS/PBCH 블록에는, 프레임 동기를 위한 동기 신호(SS: Synchronization Signal)로서, 프라이머리 동기 신호(PSS: Primary SS)와 세컨더리 동기 신호(SSS: Secondary SS)가 포함되어 있다. 또한, SS/PBCH 블록에 있어서의 물리 알람 채널(PBCH: Physical Broadcast Channel)에서는, 시스템 프레임 번호(SFN: System Frame Number) 등의 기본적인 시스템 정보를 포함하는 마스터 정보 블록(MIB: Master Information Block)이 송신된다.

[0033] SS에 의해 프레임 동기를 확립하고, MIB로부터 기본적인 시스템 정보를 취득한 통신기(2)(시스템 정보 취득부(31))는, MIB가 지정하는 물리 다운링크 공유 채널(PDSCH: Physical Downlink Shared Channel)로부터 타입 1의 시스템 정보 블록(SIB1: System Information Block Type 1)을 취득한다. MIB와 SIB1은 5G에 있어서의 최소 시스템 정보(MSI: Minimum System Information)를 구성하고, 후술하는 랜덤 액세스에 의한 통신기(2)와 기지국(111, 121, 131) 사이의 접속 확립에 필요한 모든 정보를 포함한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 접속 확립에 이용되는 후술하는 그룹수 n(n은 2 이상의 자연수)은 현재의 5G에 있어서의 MSI에 포함되어 있지 않지만, 예를 들어 SIB1에 추가적으로 저장함으로써, MSI의 일부로서 운용하는 것이 가능하다.

[0034] 시스템 정보 취득부(31)는 랜덤 액세스 채널 특정부(311)를 구비한다. 랜덤 액세스 채널 특정부(311)는 통신기(2)가 기지국(111, 121, 131)에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정한다. 구체적으로는, 랜덤 액세스 채널 특정부(311)로서 기능하는 통신기(2)가 수신한 MSI(특히 SIB1)를 참조하고, 기지국(111, 121, 131)에 대하여 송신 가능한 각 업링크 프레임 UL에 있어서, 랜덤 액세스 정보로서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신을 위해 확보되어 있는 물리 랜덤 액세스 채널(PRACH: Physical Random Access Channel)의 시간-주파수 영역을 특정한다.

[0035] 전송한 각 다운링크 프레임 DL과 마찬가지로, 10ms의 길이의 각 업링크 프레임 UL은, 각각 1ms의 길이의 10개의 서브 프레임에 의해 구성된다. 각 업링크 프레임 UL에는, 시스템 정보 취득부(31)가 수신한 MIB를 통해서 통신기(2)를 인식할 수 있는 「0」부터 「1023」까지의 연속(순회)하는 시스템 프레임 번호가 부여된다. 도 2에서는, 시스템 프레임 번호 「1」의 업링크 프레임 「SFN#1」과, 시스템 프레임 번호 「2」의 업링크 프레임 「SFN#2」가 모식적으로 예시되어 있다.

[0036] 5G에서는, 1개의 업링크 프레임 UL 중의 하나 또는 복수의 슬롯(각 슬롯은 14개의 OFDM 심볼에 의해 구성된다)의 주파수 리소스의 일부 또는 전부를 PRACH로서 리저브할 수 있다. 도 2의 예에서는, 슬롯 길이가 서브 프레임 길이와 같은 1ms인 경우(서브캐리어 간격이 15kHz인 경우)에 있어서, 제1 업링크 프레임 「SFN#1」의 3번째의 슬롯의 주파수 리소스의 일부가 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」로서 리저브되고, 제2 업링크 프레임 「SFN#2」의 2번째의 슬롯의 주파수 리소스의 일부가 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」로서 리저브되어 있

다.

- [0037] 랜덤 액세스 채널 특정부(311)로서 기능하는 통신기(2)는 수신한 SIB1 등을 참조하고, 일련의 업링크 프레임 「SFN#1」 「SFN#2」에 있어서의 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」의 시간-주파수 영역을 특정한다. 또한, 1개의 업링크 프레임 UL에 있어서 복수의 PRACH가 리저브되어 있어도 된다. 이하에서는, 통신 제어 장치(3)가 시스템 프레임 번호의 다른 M개(예를 들어 1024개)의 업링크 프레임 「SFN#1」 「SFN#2」… 「SFN#M」을 대상으로 하고, 이들에 포함되는 N개의 물리 랜덤 액세스 채널(RO: RACH Occasion) 「PRACH#1」 「PRACH#2」… 「PRACH#N」(전형적으로는, $M \leq N$)에 관한 랜덤 액세스 제어를 행하는 경우에 대해서 설명한다. 도 2에 나타나 있는 범위에서는, $M=N=2$ 이다.
- [0038] 통신기 그룹부(32)는 랜덤 액세스 채널 특정부(311)가 특정한 복수의 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」으로 각 통신기(2)를 그룹핑한다. 도 2의 예에서는, 통신기(2)의 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」이 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」에 대응지어지고, 통신기(2)의 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」가 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」에 대응지어진다. 이하에서는 통신기(2)의 랜덤 액세스 그룹의 수를 n 으로 한다.
- [0039] 도 2에 도시되어 있는 범위에서는, 그룹수 n , 물리 랜덤 액세스 채널수의 N , 업링크 프레임의 수 M 이 모두 2이다($M=N=n=2$). 또한, 통신기(2)의 n 개의 랜덤 액세스 그룹과 N 개의 물리 랜덤 액세스 채널의 대응짓기는, 도 2와 같이 일대일이 아니어도 된다. 예를 들어, $n < N$ 인 경우에는, 적어도 1개의 랜덤 액세스 그룹에, 복수의 물리 랜덤 액세스 채널이 대응지어진다. 또한, $n > N$ 인 경우에는, 적어도 1개의 물리 랜덤 액세스 채널에, 복수의 랜덤 액세스 그룹이 대응지어진다.
- [0040] 통신기 그룹부(32)는 시스템 정보 취득부(31)가 기지국(111, 121, 131)으로부터 수신한 SIB1 등에 포함되는 그룹수 n 으로 각 통신기(2)의 통신기 식별 정보를 나누는 나머지에 따라, 당해 각 통신기(2)를 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑한다. 통신기(2)의 통신기 식별 정보로서는, 당해 통신기(2)의 유저에게 부여되어 있는 IMSI(International Mobile Subscriber Identity) 등의 유저 식별 번호가 예시된다. IMSI 등을 그룹수 n 으로 나누는 나머지(이하에서는, 합동식을 사용해서 「 $IMSI \bmod n$ 」 등으로도 표기한다)는, 0부터 $n-1$ 의 n 가지이기 때문에, 다수의 통신기(2)를 효율적으로 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑할 수 있다. 통신기 그룹부(32)가 각 통신기(2)에 마련되는 경우, 자신의 통신기 식별 정보를 그룹수 n 으로 나누는 나머지에 따른 랜덤 액세스 그룹으로 자신을 그룹핑한다.
- [0041] 또한, 통신기(2)의 통신기 식별 정보로서는, 통신기(2)의 전화 번호, IP 어드레스, IMEI(International Mobile Equipment Identity) 등의 통신기(2)에 특유한 식별 정보를 이용해도 된다. 또한, 다수의 통신기(2)를 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑할 수 있으면 충분하기 때문에, 복수의 통신기(2)에서 동일해질 수 있는 통신기 식별 정보 그 밖의 정보를 이용해도 된다. 예를 들어, 각 통신기(2)에 미리 할당된 난수 또는 임의의 상수나, 각 통신기(2)가 통신기 그룹부(32)의 처리를 행할 때에 스스로 생성한 난수 또는 임의의 상수를 그룹수 n 으로 나누어 나머지를 연산해도 된다.
- [0042] 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)는 n 개의 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기(2)에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 물리 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신을 제한한다. 도 2의 예에서는, 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」로 그룹핑된 통신기(2)는, 당해 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」에 대응지어진 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신이 제한된다. 즉, 당해 통신기(2)는, 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」만으로 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있고, 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」에서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다.
- [0043] 마찬가지로, 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」로 그룹핑된 통신기(2)는, 당해 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」에 대응지어진 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신이 제한된다. 즉, 당해 통신기(2)는 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」만으로 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있고, 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」에서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다. 이와 같이, 각 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있는 통신기(2)의 수가 제한되기 때문에, 동일 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 복수의 통신기(2)의 랜덤 액세스 프리앰블이 경합 또는 충돌할 가능성이 저하된다. 따라서, 각 통신기(2)의 랜덤 액세스 수속을 효율화할 수 있다.
- [0044] 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)는 n 개의 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기(2)에 대해서, 시스템 정

보 취득부(31)가 기지국(111, 121, 131)으로부터 수신한 MIB 등에 포함되는 시스템 프레임 번호를 그룹수 n 으로 나눈 나머지(이하에서는, 합동식을 사용해서 「 $SFN \bmod n$ 」이라고도 표기한다)가, 당해 통신기(2)의 통신기 식별 정보로서의 IMSI를 그룹수 n 으로 나눈 나머지($IMSI \bmod n$)와 동등해지는 업링크 프레임 UL에 포함되는 물리 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신을 제한한다.

[0045] 도 2의 예에서는, $IMSI \bmod n=1$ 이 되는 IMSI를 갖기 위해서 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」로 그룹핑된 통신기(2)는 $SFN \bmod n=1$ 이 되는 시스템 프레임 번호 「1」의 제1 업링크 프레임 「SFN#1」에 포함되는 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신이 제한된다. 이와 같이, $IMSI \bmod n=SFN \bmod n=1$ 을 충족하는 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」과 제1 업링크 프레임 「SFN#1」이 대응지어지고, 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」에 속하는 통신기(2)는, 대응하는 제1 업링크 프레임 「SFN#1」에 있어서의 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」만으로 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있고, $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 을 충족하지 않는 제2 업링크 프레임 「SFN#2」에 있어서의 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」에서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다.

[0046] 마찬가지로, $IMSI \bmod n=2$ 가 되는 IMSI를 갖기 위해서 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」로 그룹핑된 통신기(2)는 $SFN \bmod n=2$ 가 되는 시스템 프레임 번호 「2」의 제2 업링크 프레임 「SFN#2」에 포함되는 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신이 제한된다. 이와 같이, $IMSI \bmod n=SFN \bmod n=2$ 를 충족하는 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」와 제2 업링크 프레임 「SFN#2」가 대응지어지고, 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」에 속하는 통신기(2)는, 대응하는 제2 업링크 프레임 「SFN#2」에 있어서의 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#2」만으로 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있고, $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 을 충족하지 않는 제1 업링크 프레임 「SFN#1」에 있어서의 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」에서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다.

[0047] 이상과 같이, 통신기(2)에서 대부분의 기능이 실현되는 통신 제어 장치(3)에 있어서의 통신기 그룹핑부(32) 및 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)는, 시스템 정보 취득부(31)가 기지국(111, 121, 131)으로부터 다운링크 프레임 DL을 통해서 수신한 MIB나 SIB1 등의 MSI에 포함되는 시스템 프레임 번호(SFN) 및 그룹수(n)와 당해 통신기(2) 자신의 통신기 식별 정보(IMSI)에 기초하여 단일의 방정식 「 $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 」을 푸는 것으로, 자신(통신기(2))의 그룹핑과 사용 가능한 물리 랜덤 액세스 채널을 포함하는 업링크 프레임 UL에의 대응짓기를 일거에 행한다. 이와 같이, 도 2에서는 다른 기능 블록으로서 나타낸 통신기 그룹핑부(32) 및 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)는 단일의 방정식 「 $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 」을 푸는 단일의 기능 블록으로서 실현할 수 있다.

[0048] 또한, 방정식 「 $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 」은 좌변의 「 $IMSI \bmod n$ 」의 값(0, 1, ..., $n-1$)에 따라서 조성되는 통신기(2)의 n 개의 랜덤 액세스 그룹과, 우변의 「 $SFN \bmod n$ 」의 값(0, 1, ..., $n-1$)에 따라서 시스템 프레임 번호의 다른 M 개(예를 들어 1024개)의 업링크 프레임 UL이 그룹핑되는 n 개의 프레임 그룹을, 일대일에 대응짓는 연산이다. 즉, 통신기 그룹핑부(32)는 n 개의 프레임 그룹에 대응하는 n 개의 랜덤 액세스 그룹에 각 통신기(2)를 그룹핑한다. 그리고, 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)는 n 개의 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기(2)에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 프레임 그룹에 속하는 업링크 프레임 UL에 포함되는 물리 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 프리앰블의 송신을 제한한다.

[0049] 이상의 예에서는, 방정식 「 $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 」에 의해, 통신기(2)의 n 개의 랜덤 액세스 그룹과 업링크 프레임 UL의 n 개의 프레임 그룹이 대응지어졌지만, 도 2에 예시되는 「PRACH#1」 「PRACH#2」와 같은 N 개의 물리 랜덤 액세스 채널의 식별 정보(이하에서는, 랜덤 액세스 채널 식별 정보, PRACH 식별 정보 등 이라고도 한다)가 설정되어 있고, 그것을 시스템 정보 취득부(31)가 MIB나 SIB1 등의 MSI를 통해서 취득 가능한 경우에는, 방정식 「 $IMSI \bmod n=PRACH \bmod n$ 」(여기에서의 「PRACH」는 PRACH 식별 정보를 나타낸다)에 의해, 통신기(2)의 n 개의 랜덤 액세스 그룹과 물리 랜덤 액세스 채널의 n 개의 랜덤 액세스 채널 그룹이 대응지어져도 된다. 이 경우, 이상의 예와 같이 프레임 그룹을 통해 간접적으로 랜덤 액세스 그룹이 랜덤 액세스 채널 그룹에 대응지어지는 것이 아니고, 랜덤 액세스 그룹이 랜덤 액세스 채널 그룹에 직접적으로 대응지어진다.

[0050] 도 3 내지 도 5는 구체적인 실시예를 나타낸다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예는 연속하는 5개의 IMSI 「1013016041741」 내지 「1013016041745」를 갖는 5개의 통신기 「UE1」 내지 「UE5」를, 시스템 프레임 번호 「768」 내지 「770」을 갖는 3개의 업링크 프레임에 있어서의 물리 랜덤 액세스 채널에 할당하는 또는 매핑하는 것이다. 본 실시예에 있어서의 그룹수 n 은 도 4에도 나타나는 바와 같이 「3」이다. 도 4는 전술한 방정식 「 $IMSI \bmod n=SFN \bmod n$ 」을 푸는 과정을 도해한 것이다. 각 통신기(2)의 통신기 식별 정보(IMSI), 시스템 프레임 번호(SFN), 그룹수 (n)에 기초하여, 「 $IMSI \bmod n$ 」 및 「 $SFN \bmod n$ 」이 연산되어, 양자가 일치하는지

(TRUE) 아닌지(FALSE)가 판정된다. 판정 결과가 「TRUE」가 되는 통신기 식별 정보(IMSI) 및 시스템 프레임 번호(SFN)의 조합만이, 통신기(2)의 랜덤 액세스에 있어서 허용된다.

[0051] 도 5에 모식적으로 도시된 바와 같이, 「 $IMSI \bmod n$ 」이 「0」이 되어 제0 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#0」으로 그룹핑된 통신기 「UE2」 「UE5」는 「 $SFN \bmod n$ 」이 「0」이 되는 시스템 프레임 번호 「768」의 업링크 프레임에 대응지어지고, 당해 업링크 프레임에 포함되는 제0 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#0」에 대하여 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있다(다른 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#1」 「PRACH Window#2」에 대해서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다). 마찬가지로, 「 $IMSI \bmod n$ 」이 「1」이 되어 제1 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」로 그룹핑된 통신기 「UE3」은 「 $SFN \bmod n$ 」이 「1」이 되는 시스템 프레임 번호 「769」의 업링크 프레임에 대응지어지고, 당해 업링크 프레임에 포함되는 제1 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#1」에 대하여 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있다(다른 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#0」 「PRACH Window#2」에 대해서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다). 또한, 「 $IMSI \bmod n$ 」이 「2」가 되어 제2 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#2」로 그룹핑된 통신기 「UE1」 「UE4」는 「 $SFN \bmod n$ 」이 「2」가 되는 시스템 프레임 번호 「770」의 업링크 프레임에 대응지어지고, 당해 업링크 프레임에 포함되는 제2 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#2」에 대하여 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 있다(다른 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH Window#0」 「PRACH Window#1」에 대해서는 랜덤 액세스 프리앰블을 송신할 수 없다).

[0052] 도 6은 통신 제어 장치(3)에 의한 랜덤 액세스 제어의 흐름도이다. 흐름도의 설명에 있어서의 「S」는 스텝 또는 처리를 의미한다. S1에서는, 시스템 정보 취득부(31)가, 기지국(111, 121, 131)으로부터 송신되는 다운링크 프레임 DL로부터 시스템 정보를 취득한다. S2에서는 통신기 그룹핑부(32) 및 랜덤 액세스 정보 송신 제한부(33)가, S1에서 취득된 MIB나 SIB1 등의 시스템 정보에 포함되는 시스템 프레임 번호(SFN) 및 그룹수(n)와 통신기(2)의 통신기 식별 정보(IMSI)에 기초하여 방정식 「 $IMSI \bmod n = SFN \bmod n$ 」을 푸는 것으로, 당해 통신기(2)를 업링크 프레임에 대응짓는다. 현재의 업링크 프레임에 대해서 「 $IMSI \bmod n = SFN \bmod n$ 」이 성립되지 않는 통신기(2)(S2에 있어서의 "아니오")는 S3으로 진행하여, 「 $IMSI \bmod n = SFN \bmod n$ 」이 성립되는 시스템 프레임 번호의 업링크 프레임이 올 때까지 대기하고 S1로 되돌아간다. 현재의 업링크 프레임에 대해서 「 $IMSI \bmod n = SFN \bmod n$ 」이 성립되는 통신기(2)(S2에 있어서의 "예")는 S4로 진행하여, 랜덤 액세스 채널 특정부(311)가 당해 업링크 프레임 내의 랜덤 액세스 채널(RO: RACH Occasion)을 특정한다. S5에서는, S4에서 특정된 랜덤 액세스 채널 상에서 통신기(2)가 기지국(111, 121, 131)에 대하여 랜덤 액세스 프리앰블을 송신한다.

[0053] 도 7은 통신기(2)와 지상 기지국(111, 121) 사이에 있어서의, contention(경합)베이스의 랜덤 액세스(CBRA: Contention Based Random Access) 수순을 모식적으로 도시한다. CBRA 수순은 통신기(2)(UE)과 지상 기지국(111, 121)(gNB/eNB) 사이에서 교환되는 4개의 메시지에 의해 구성된다. 제1 메시지(Msg1)는 통신기(2)가 지상 기지국(111, 121)에 대하여 송신하는 랜덤 액세스 리퀘스트(RA Request)이다. 지상 기지국(111, 121)에 접속 확립을 위한 랜덤 액세스를 시도하는 통신기(2)는, 당해 지상 기지국(111, 121)이 접속 가능한 서로 교차하는 최대 64개의 소정의 랜덤 액세스 프리앰블(이하에서는 간결하게 프리앰블이라고도 한다)로부터 임의의 1개의 프리앰블을 선택하고, 물리 랜덤 액세스 채널 상에서 당해 지상 기지국(111, 121)에 대한 제1 메시지에 포함해서 송신한다.

[0054] 제2 메시지(Msg2)는 지상 기지국(111, 121)이 통신기(2)에 대하여 송신하는 랜덤 액세스 리스폰스(RA Response)이다. 물리 랜덤 액세스 채널을 통해서 통신기(2)로부터 프리앰블을 수신한 지상 기지국(111, 121)은, 동일 물리 랜덤 액세스 채널 상에서 동일한 프리앰블을 당해 지상 기지국(111, 121)에 송신한 다른 통신기(2)가 없는 경우(프리앰블의 충돌이 없는 경우), 당해 통신기(2)에 랜덤 액세스 리스폰스(이하에서는 간결하게 리스폰스라고도 한다)를 송신하고, 후속의 제3 메시지 및 제4 메시지에 의한 접속 확립 스텝으로 진행한다.

[0055] 한편, 복수의 통신기(2)가 동일 물리 랜덤 액세스 채널 상에서 동일한 프리앰블을 지상 기지국(111, 121)에 송신한 경우, 당해 지상 기지국(111, 121)은, 1개의 통신기(2)만에 리스폰스를 송신하는, 1개의 통신기(2)만에 접속 확립 스텝에의 이행을 허가하는 리스폰스를 송신함과 함께 기타의 통신기(2)에는 다음 랜덤 액세스까지의 대기 시간을 지시하는 리스폰스를 송신하는, 어느 통신기(2)에도 리스폰스를 송신하지 않는, 등의 대응을 취한다. 지상 기지국(111, 121)으로부터 정상적인 리스폰스를 수신할 수 없었던 통신기(2)는, 다음 이후의 다른 물리 랜덤 액세스 채널까지 대기할 필요가 있다. 도 2의 예에서는, 시간적으로 인접하는 물리 랜덤 액세스 채널의 간격은, 업링크 프레임 UL의 프레임 길이(10ms) 정도이고, 이것이 적어도 1회의 PRACH 대기에 수반하는 각 통신기(2)의 지연 시간이 된다.

[0056] 다수 동시 접속(mMTC: Massive Machine-Type Communications)을 표방하는 5G에서는, 하나의 지상 기지국(111,

121)에 동시에 접속되는 IoT 디바이스도 포함하는 통신기(2)의 수가 증대하고 있고, 이상과 같은 PRACH 대기의 통신기(2)에 의해 「정체」(이하에서는 PRACH 정체라고도 한다)가 발생할 가능성이 있다. 즉, 1개의 물리 랜덤 액세스 채널에서는, 최대로 64개의 서로 다른(직교하는) 프리앰블밖에 접수되지 않는 데다가, 각 통신기(2)는 랜덤으로 1개의 프리앰블을 선택하기 때문에, 다른 통신기(2)가 송신하는 프리앰블을 사전에 알 수 없다. 이 때문에, 랜덤 액세스를 동시에 시도하는 통신기(2)의 수가 증대하면, 복수의 통신기(2)가 동일한 프리앰블을 선택해버리는 프리앰블의 충돌이 빈발하여 심각한 PRACH 정체가 야기된다.

[0057] 도 2에 관해서 설명한 본 실시 형태에 따르면, 각 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」로 그룹핑된 통신기(2)에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹 「UEGP#1」 「UEGP#2」에 대응하는 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 이외에서의 프리앰블의 기지국(111, 121, 131)에 대한 송신이 제한된다. 즉, 각 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 프리앰블(제1 메시지)을 송신할 수 있는 통신기(2)의 수가 효과적으로 제한되기 때문에(혹은 다수의 통신기(2)가 복수의 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」에 효과적으로 분산되기 때문에), 동일 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 복수의 통신기(2)의 프리앰블이 경합 또는 충돌할 가능성이 저하된다. 따라서, 각 통신기(2)의 랜덤 액세스 수속을 효율화할 수 있다.

[0058] 지상 기지국(111, 121)으로부터 정상적인 리스폰스(제2 메시지)를 수신한 통신기(2)는 제2 메시지에 포함되는 타이밍 정보나 스케줄링 허가(제3 메시지의 송신에 사용 가능한, 업링크 프레임 UL 중의 리소스 또는 물리 업링크 공유 채널(PUSCH: Physical Uplink Shared Channel)을 지정한다)에 따라, 제3 메시지(Msg3)를 지상 기지국(111, 121)에 대하여 송신한다. 제3 메시지에는, 통신기(2)의 통신기 식별 정보 등이 포함된다. 제3 메시지를 수신한 지상 기지국(111, 121)은, 적절히 코어 네트워크 CN과 연계하면서, 통신기 식별 정보 등에 기초하여 통신기(2)를 식별 또는 인증하고, 그 완료 통지를 제4 메시지(Msg4)로서 통신기(2)에 대하여 송신한다. 이상의 일련의 4개의 메시지 정상적인 교환을 거쳐서, 통신기(2)와 지상 기지국(111, 121) 사이의 접속이 확립된다.

[0059] 도 8은 통신기(2)와 비지상 기지국으로서의 통신 위성(131) 사이에 있어서의 CBRA 수순을 모식적으로 도시한다. 지상 기지국(111, 121)에 관한 도 7과 마찬가지로, CBRA 수순은 통신기(2)(UE)와 통신 위성(131)(Satellite) 사이에서 교환되는 4개의 메시지에 의해 구성된다. 통신기(2)와 통신 위성(131) 사이의 거리가 크기 때문에, 각 메시지의 통신은 무시할 수 없는(전형적으로는 20ms보다 큰) 전파 지연(Delay)을 수반한다. 그래서, 제1 메시지나 제3 메시지를 통신 위성(131)에 대하여 송신하는 통신기(2)는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 등에 의한 자신의 측위 정보와 통신 위성(131)의 궤도 정보에 기초하여, 자신과 통신 위성(131) 사이의 거리 또는 전파 지연을 연산한다. 그리고, 통신 위성(131) 측에서 준비되어 있는 제1 메시지(프리앰블을 포함하는 랜덤 액세스 리퀘스트) 수신용 물리 랜덤 액세스 채널 윈도우(도 2에 있어서의 각 물리 랜덤 액세스 채널의 길이(1ms)의 시간 프레임)나, 제3 메시지 수신용 메시지 윈도우에 각 메시지가 적시에 도달하도록, 통신기(2)는 전파 지연을 고려한 좀 이른 타이밍에서 각 메시지를 발신한다.

[0060] 또한, 통신 위성(131) 측에 있어서도, 통신기(2)로부터의 제3 메시지를 확실히 받을 수 있도록, 제3 메시지 수신용 메시지 윈도우의 길이(제3 메시지 통신용에 설정되는 PUSCH의 길이)를, 지상 기지국(111, 121)의 경우보다 크게 한다. 이와 같이, 통신 위성(131)에 관한 CBRA 수순은, 지상 기지국(111, 121)에 관한 CBRA 수순보다, 전파 지연을 위해 오랜 시간을 요하고, 확실한 메시지 통신을 위해 많은 리소스를 소비한다. 이 때문에, 통신 위성(131)에 의해 구성되는 NTN에서는, 도 7에 있어서의 TN보다 PRACH 정체가 발생하기 쉽고 나아가 심각화하기 쉽다. 이 때문에, 도 2에 관해서 설명한 본 실시 형태와 같이, 각 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 프리앰블(제1 메시지)을 송신할 수 있는 통신기(2)의 수를 효과적으로 제한함으로써, 동일 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 복수의 통신기(2)의 프리앰블이 경합 또는 충돌할 가능성을 저하시키는 것이 매우 중요하다.

[0061] NTN에 있어서의 PRACH 정체는, 예를 들어 DRX(Discontinuous Reception) 사이클에 따라서 간헐적으로 신호 수신을 행하는 다수의 NB-IoT 디바이스(통신기(2))가, 일체히 대기 상태에서부터 신호 수신 상태로 이행 또는 기동할 때에 발생할 수 있다. 즉, 일체히 기동한 다수의 NB-IoT 디바이스가, 동일한 물리 랜덤 액세스 채널에 대하여 중복된 프리앰블을 일체히 송신할 가능성이 있다. 또한, NTN에 있어서의 PRACH 정체는, 통신 위성(131) 등의 비지상 기지국이 지상에 제공하는 비지상 통신 셀의 비연속성에 의해서도 야기될 수 있다. 예를 들어, 제1 통신 위성을 쫓아가듯이 제2 통신 위성이 비행하는 경우이고, 제1 통신 위성의 제1 위성 통신 셀과 제2 통신 위성의 제2 위성 통신 셀 사이에 갭이 있는 경우, 제1 통신 위성이 날아가 버림으로써 제1 위성 통신 셀로부터 절단된 다수의 통신기가, 나중에 날아오는 제2 통신 위성에 대하여 일체히 랜덤 액세스를 시도할 가능성이 있다.

[0062] 도 7 및 도 8에서는 4개의 메시지에 의해 구성되는 4스텝의 CBRA 수순을 나타냈지만, 본 실시 형태는 2개의 메

시지에 의해 구성되는 2스텝의 CBRA 수순에도 적용할 수 있다. 2스텝의 CBRA 수순에서는, 4스텝의 CBRA 수순에 있어서의 제3 메시지에 상당하는 정보가 제1 메시지에 포함되고, 4스텝의 CBRA 수순에 있어서의 제4 메시지에 상당하는 정보가 제2 메시지에 포함된다. 각 메시지의 통신이 큰 전파 지연을 수반하는 NTN에서는, 메시지수가 최소화된 2스텝의 CBRA 수순에 의해 전파 지연을 최소화할 수 있다. 한편, 2스텝의 CBRA 수순에서는, 복수의 통신기(2)의 프리앰블이 충돌한 경우에 제3 메시지 상당의 정보 송신에 사용된 리소스가 소용없게 될 가능성이 있다. 그러나, 본 실시 형태에 따르면, 프리앰블의 충돌 가능성을 저감할 수 있기 때문에, 리소스를 효율적으로 사용하면서 전파 지연을 최소화할 수 있다.

[0063] 도 9 및 도 10은 도 2 등에 관해서 설명한 본 실시 형태가 적용되어 있지 않은 경우의 NTN에 있어서의 PRACH 정체에 관한 시산 결과를 나타낸다. 구체적으로는, 지표로부터 36,000km 정도의 높이의 정지 궤도(GEO: Geosynchronous Equatorial Orbit)를 비행하는 통신 위성(131)과, 지표로부터 2,000km 이하의 높이의 지구 저궤도(LEO: Low Earth Orbit)를 비행하는 통신 위성(131)에 대해서, 각 통신 위성(131)의 통신 가능 범위(Coverage), 각 통신기(2)가 1초당 시도하는 랜덤 액세스의 횟수(RACH per second per UE), 각 통신 위성(131)이 서포트 가능한 통신기(2)의 밀도(Supported UE density)의 시산 결과가 나타나 있다. 이 시산은 하나의 전형적인 파라미터의 조, 구체적으로는 충돌 레이트 「0.01」, 프리앰블 수 「56」, 프리앰블 포맷 「0」, PRACH 구성 인덱스 「27」, 주파수 다중화 수 「8」 등을 사용해서 행하였다.

[0064] 도 9에 나타나는 바와 같이, GEO 위성과 같이 통신 가능 범위가 넓을수록 및, 각 통신기(2)의 랜덤 액세스 빈도가 높아질수록, 각 통신 위성(131)이 서포트 가능한 통신기(2)의 밀도는 낮아진다. 실용상은 바람직하지 않다고 생각되는 「500 UE/km²」 미만의 서포트 가능 통신기 밀도를 굵은 글씨 및 굵은 프레임으로 하이라이트했다. 도 10은 도 9에 대하여 더욱 「3GPP TR 38.821 Section 7.2.1.1.1.2」로 규정되어 있는 조건(시간적으로 인접하는 RO(RACH Occasion)의 간격이, 위성 통신 셀 내의 최대 지연의 2배보다 크다)을 부가한 경우의 시산 결과를 나타낸다. 도 9와 비교하여, 특히 통신 가능 범위가 넓은 GEO 위성에 있어서, 서포트 가능 통신기 밀도가 매우 크게 저하되어버린다(실질적으로 1개의 통신기(2)도서포트할 수 없는 것을 의미하는 「0 UE/km²」의 경우까지 있다).

[0065] 이상과 같이, 통신 위성(131)에 의해 구성되는 NTN에서는, PRACH 정체가 발생하기 쉽고 나아가 심각화하기 쉽다. 이 때문에, 도 2에 관해서 설명한 본 실시 형태와 같이, 각 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 프리앰블(제1 메시지)을 송신할 수 있는 통신기(2)의 수를 효과적으로 제한(도 9 및 도 10에 있어서 「RACH per second per UE」를 낮추는 것에 상당)하는 것으로, 동일 물리 랜덤 액세스 채널 「PRACH#1」 「PRACH#2」 상에서 복수의 통신기(2)의 프리앰블이 경합 또는 충돌할 가능성을 저하시키는 것이 매우 중요하다.

[0066] 이상, 본 개시를 실시 형태에 기초하여 설명했다. 실시 형태는 예시이며, 그들의 각 구성 요소나 각 처리 프로세스의 조합에 다양한 변형예가 가능한 것, 또한 그러한 변형예도 본 개시의 범위에 있는 것은 당업자에게 이해되는 바이다.

[0067] 또한, 실시 형태에서 설명한 각 장치의 기능 구성은 하드웨어 자원 또는 소프트웨어 자원에 의해, 혹은 하드웨어 자원과 소프트웨어 자원의 협동에 의해 실현할 수 있다. 하드웨어 자원으로서 프로세서, ROM, RAM, 기타의 LSI를 이용할 수 있다. 소프트웨어 자원으로서 오퍼레이팅 시스템, 애플리케이션 등의 프로그램을 이용할 수 있다.

[0068] 본 개시는 이하의 항목과 같이 표현해도 된다.

[0069] 항목 1:

[0070] 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 랜덤 액세스 채널 특정부와,

[0071] 상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 통신기 그룹핑부와,

[0072] 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 랜덤 액세스 정보 송신 제한부

[0073] 를 구비하는, 통신 제어 장치.

- [0074] 항목 2:
- [0075] 통신기가 기지국에 대하여 정보를 송신 가능한 복수의 프레임은, n 개(n 은 2 이상의 자연수)의 프레임 그룹으로 그룹핑되고,
- [0076] 상기 통신기 그룹핑부는, 상기 n 개의 프레임 그룹에 대응하는 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하고,
- [0077] 상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 프레임 그룹에 속하는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는,
- [0078] 항목 1에 기재된 통신 제어 장치.
- [0079] 항목 3:
- [0080] 상기 통신기 그룹핑부는, 각 통신기의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따라 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 당해 각 통신기를 그룹핑하고,
- [0081] 상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 프레임 번호를 n 으로 나눈 나머지가 상기 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는,
- [0082] 항목 2에 기재된 통신 제어 장치.
- [0083] 항목 4:
- [0084] 상기 통신기 식별 정보는, 통신기의 유저에게 부여되어 있는 유저 식별 번호인, 항목 3에 기재된 통신 제어 장치.
- [0085] 항목 5:
- [0086] 상기 통신기 그룹핑부는 각 통신기에 마련되고, 자신의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따른 랜덤 액세스 그룹으로 자신을 그룹핑하고,
- [0087] 상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는 각 통신기에 마련되고, 기지국으로부터 수신한 프레임 번호 및 그룹수 n 에 기초하여 연산한 프레임 번호를 n 으로 나눈 나머지가 자신의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 프레임에 포함되는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는,
- [0088] 항목 3 또는 4에 기재된 통신 제어 장치.
- [0089] 항목 6:
- [0090] 상기 랜덤 액세스 채널 특정부, 상기 통신기 그룹핑부, 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 각 통신기에 마련되는, 항목 1 내지 5의 어느 것에 기재된 통신 제어 장치.
- [0091] 항목 7:
- [0092] 상기 기지국은 비행하는 비지상 기지국인, 항목 1 내지 6의 어느 것에 기재된 통신 제어 장치.
- [0093] 항목 8:
- [0094] 상기 비지상 기지국은 우주 공간을 비행하는 통신 위성인, 항목 7에 기재된 통신 제어 장치.
- [0095] 항목 9:
- [0096] 상기 복수의 랜덤 액세스 채널은, n 개(n 은 2 이상의 자연수)의 랜덤 액세스 채널 그룹으로 그룹핑되고,
- [0097] 상기 통신기 그룹핑부는, 상기 n 개의 랜덤 액세스 채널 그룹에 대응하는 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하고,
- [0098] 상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 그룹에 속하는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는,

- [0099] 항목 1 내지 8의 어느 것에 기재된 통신 제어 장치.
- [0100] 항목 10:
- [0101] 상기 통신기 그룹핑부는, 각 통신기의 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지에 따라 n 개의 랜덤 액세스 그룹으로 당해 각 통신기를 그룹핑하고,
- [0102] 상기 랜덤 액세스 정보 송신 제한부는, 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 랜덤 액세스 채널 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지가 상기 통신기 식별 정보를 n 으로 나눈 나머지와 동등해지는 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는,
- [0103] 항목 9에 기재된 통신 제어 장치.
- [0104] 항목 11:
- [0105] 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과,
- [0106] 상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과,
- [0107] 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것
- [0108] 을 구비하는, 통신 제어 방법.
- [0109] 항목 12:
- [0110] 통신기가 기지국에 대하여 랜덤 액세스 정보를 송신 가능한 복수의 랜덤 액세스 채널을 특정하는 것과,
- [0111] 상기 복수의 랜덤 액세스 채널의 다른 복수의 부분에 대응지어지는 복수의 랜덤 액세스 그룹으로 각 통신기를 그룹핑하는 것과,
- [0112] 상기 각 랜덤 액세스 그룹으로 그룹핑된 통신기에 대해서, 당해 각 랜덤 액세스 그룹에 대응지어진 랜덤 액세스 채널 이외에서의 랜덤 액세스 정보의 송신을 제한하는 것
- [0113] 을 컴퓨터에 실행시키는 통신 제어 프로그램을 기억한 기억 매체.
- [0114] 본원은 2021년 10월 29일에 출원된 일본특허출원 2021-177197을 기초로 해서 우선권을 주장하는 것이며, 당해 출원의 전체 내용을 참조함으로써 원용한다.

산업상 이용가능성

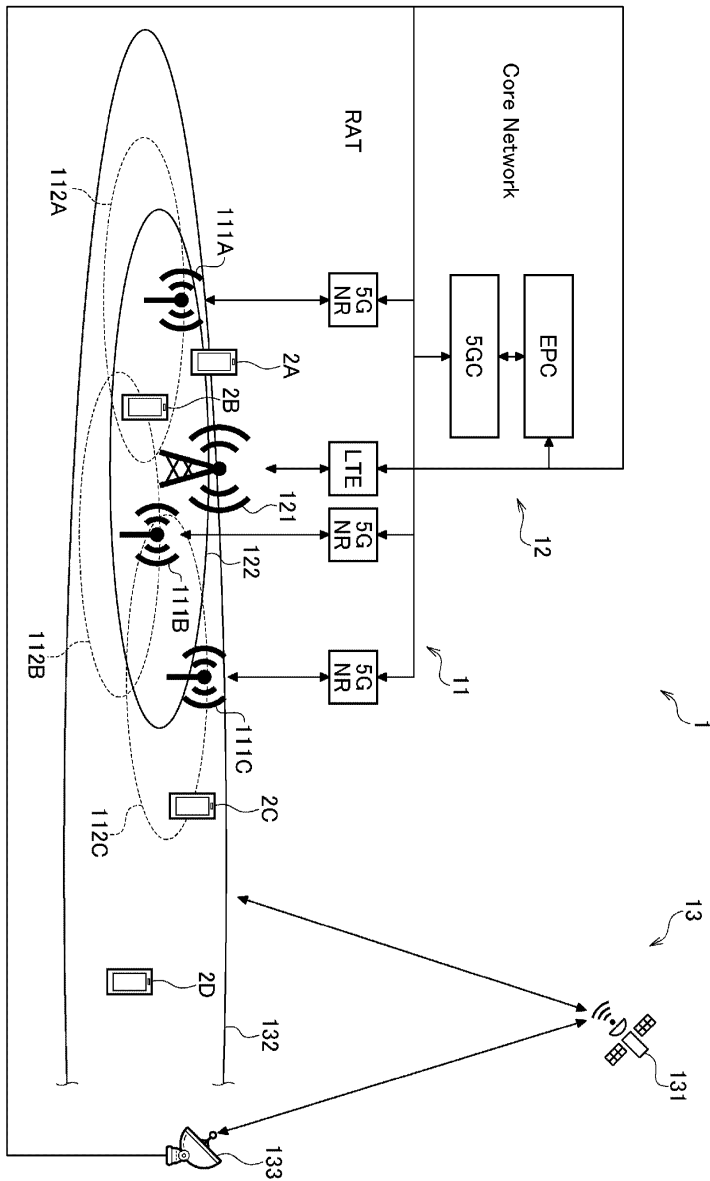
- [0115] 본 개시는 통신 시스템에 있어서의 랜덤 액세스 제어에 관한 것이다.

부호의 설명

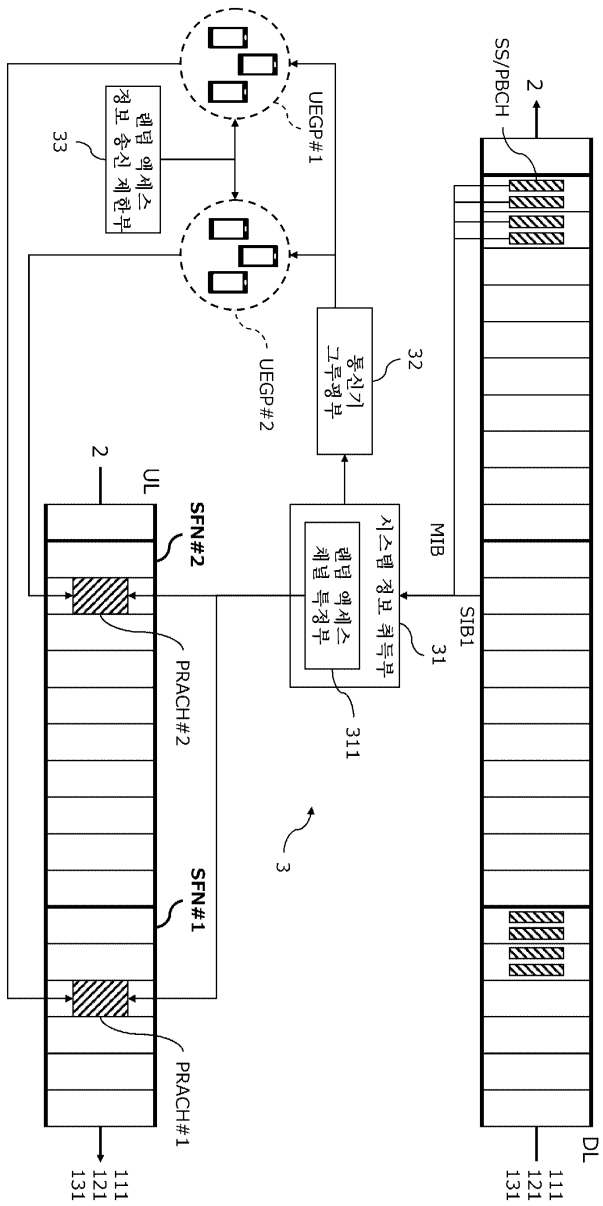
- [0116] 1: 무선 통신 시스템, 2: 통신기, 3: 통신 제어 장치, 11: 5G 무선 통신 시스템, 12: 4G 무선 통신 시스템, 13: 위성 통신 시스템, 31: 시스템 정보 취득부, 32: 통신기 그룹핑부, 33: 랜덤 액세스 정보 송신 제한부, 111: 5G 기지국, 112: 5G 셀, 121: 4G 기지국, 122: 4G 셀, 131: 통신 위성, 132: 위성 통신 셀, 133: 게이트웨이, 311: 랜덤 액세스 채널 특정부.

도면

도면1



도면2



도면3

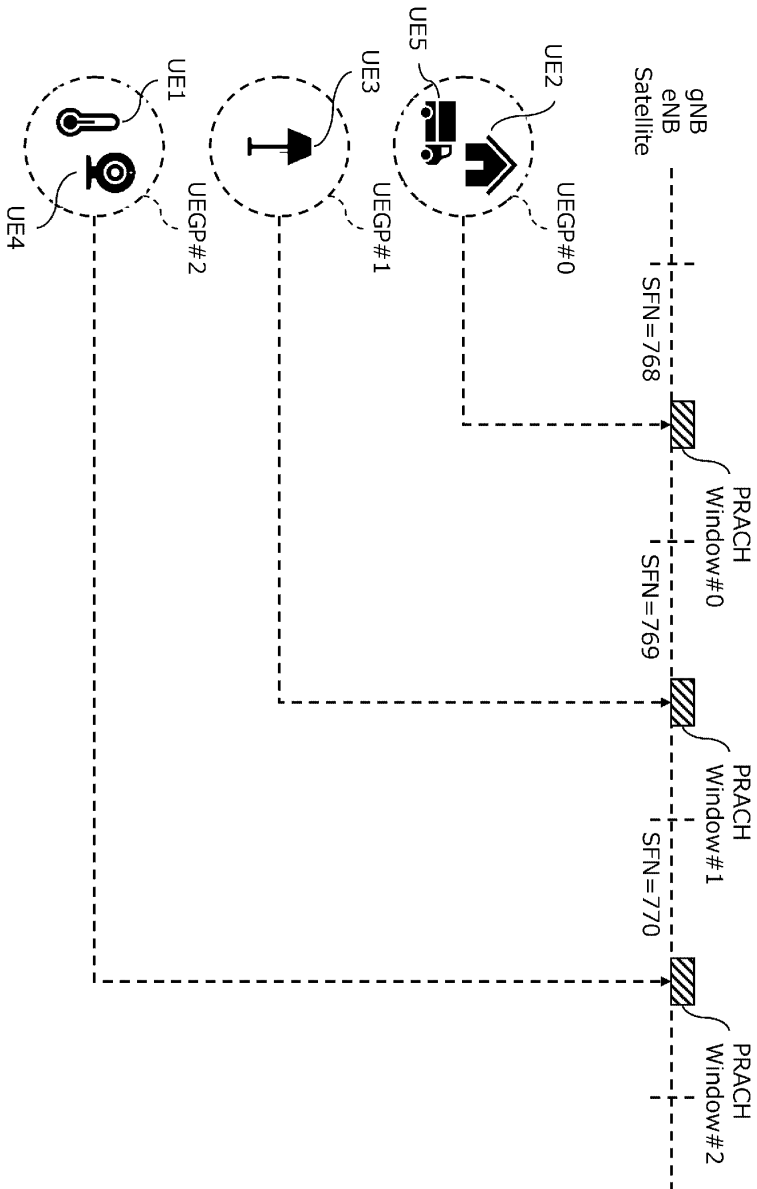
UE	IMSI
UE1	1013016041741
UE2	1013016041742
UE3	1013016041743
UE4	1013016041744
UE5	1013016041745

SFN
768
769
770

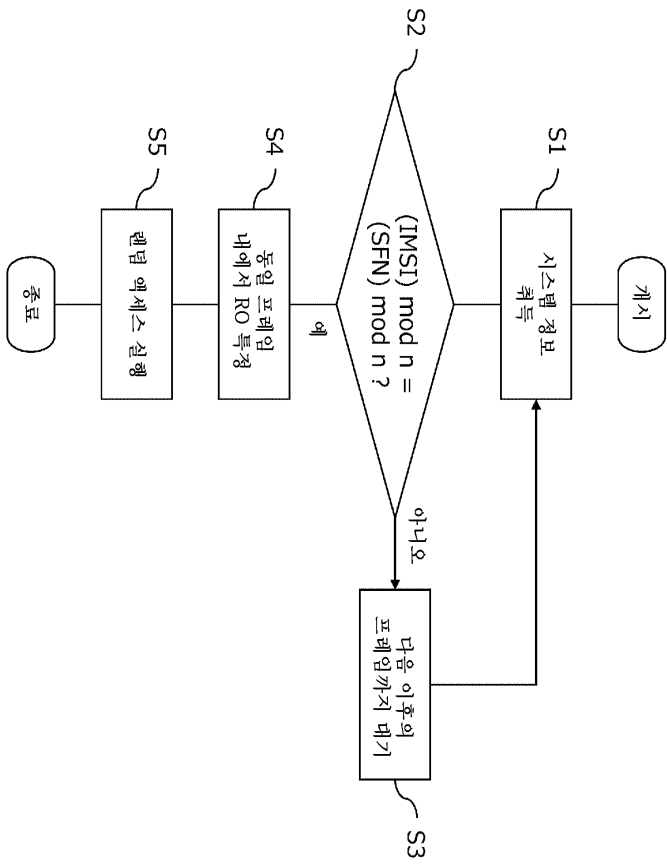
도면4

UE	IMSI	SFN	Divider "n"	(IMSI) mod n	(SFN) mod n	(IMSI) mod n = (SFN) mod n ?
UE1	1013016041741	768	3	2	0	FALSE
UE1	1013016041741	769	3	2	1	FALSE
UE1	1013016041741	770	3	2	2	TRUE
UE2	1013016041742	768	3	0	0	TRUE
UE2	1013016041742	769	3	0	1	FALSE
UE2	1013016041742	770	3	0	2	FALSE
UE3	1013016041743	768	3	1	0	FALSE
UE3	1013016041743	769	3	1	1	TRUE
UE3	1013016041743	770	3	1	2	FALSE
UE4	1013016041744	768	3	2	0	FALSE
UE4	1013016041744	769	3	2	1	FALSE
UE4	1013016041744	770	3	2	2	TRUE
UE5	1013016041745	768	3	0	0	TRUE
UE5	1013016041745	769	3	0	1	FALSE
UE5	1013016041745	770	3	0	2	FALSE

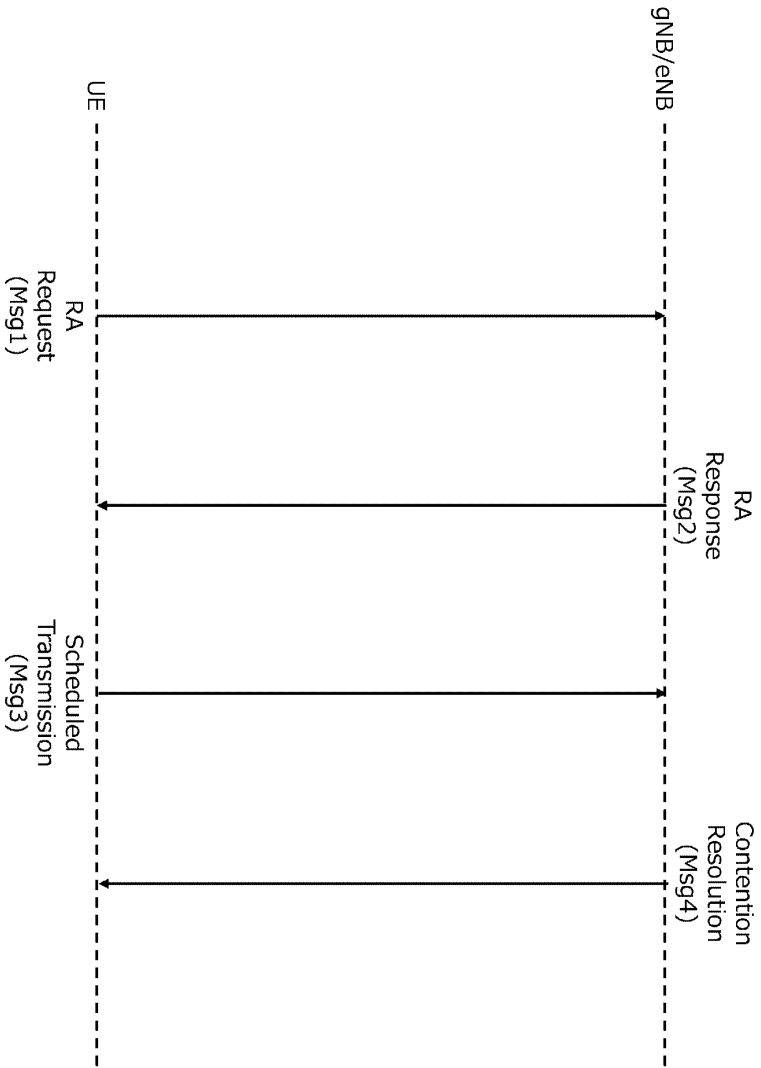
도면5



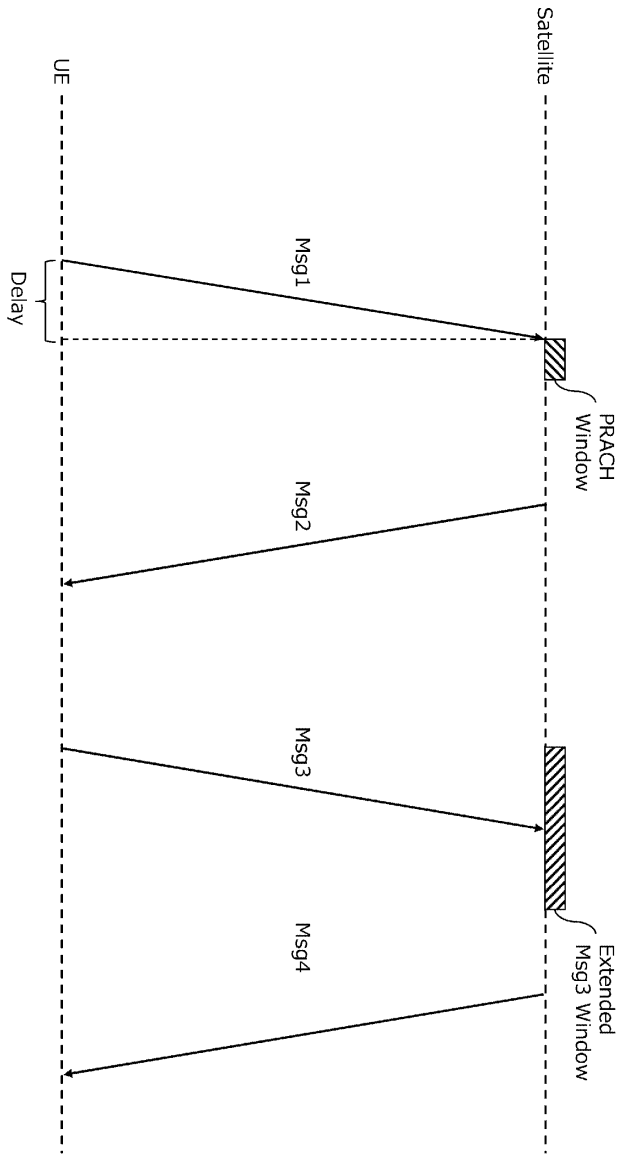
도면6



도면7



도면8



도면9

	Coverage (km ²)	RACH per second per UE	Supported UE density
GEO	650,000 (hex with r=500km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	596 UE/km ²
	650,000	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	25 UE/km²
	650,000	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	4 UE/km²
	162,500 (hex with r=250km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	2383 UE/km ²
	162,500	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	99 UE/km²
	162,500	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	16 UE/km²
	26,000 (hex with r=100km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	14893 UE/km ²
	26,000	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	620 UE/km ²
LEO	26,000	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	101 UE/km²
	6,500 (hex with r=50km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	59571 UE/km ²
	6,500	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	2479 UE/km ²
	6,500	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	405 UE/km²

도면10

	Coverage (km ²)	RACH per second per UE	Supported UE density
GEO	650,000 (hex with r=500km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	60 UE/km²
	650,000	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	2 UE/km²
	650,000	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	0 UE/km²
	162,500 (hex with r=250km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	477 UE/km²
	162,500	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	20 UE/km²
	162,500	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	3 UE/km²
LEO	26,000 (hex with r=100km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	7446 UE/km ²
	26,000	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	310 UE/km²
	26,000	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	51 UE/km²
	6,500 (hex with r=50km)	1.157*10 ⁻⁵ (1 time per day per UE)	59571 UE/km ²
	6,500	2.78*10 ⁻⁴ (1 time per hour per UE)	2479 UE/km ²
	6,500	0.0017 (1 time per 10 min per UE)	405 UE/km²