



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0081970
(43) 공개일자 2009년07월29일

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01) H04B 7/005 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0008164

(22) 출원일자 2008년01월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

고현수

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

임빈철

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양문옥

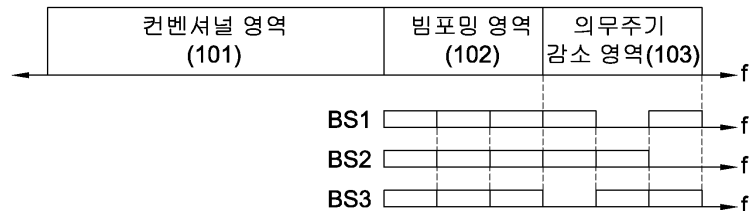
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 다중 안테나 시스템에서 주파수 재사용 방법

(57) 요약

다중 안테나를 채용하는 셀룰라 시스템에서 주파수 재사용 방법을 제공한다. 상기 방법은 단말의 판단정보를 수신하는 단계, 상기 단말의 판단정보에 기초하여 복수의 영역으로 구분되는 주파수 대역에서 어느 하나의 영역을 상기 단말에 할당하는 단계 및 상기 할당된 영역을 통해 데이터를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함한다. 적응적으로 주파수 영역을 할당함으로써 인접 셀에서 전송되는 간섭신호를 제거하여 단말이 겪는 간섭의 크기를 줄이고, 전송효율을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김수남

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

장재원

경기 고양시 일산동구 백석동 백송마을7단지아파트
임광아파트705동 1205호

진귀언

서울 동작구 사당5동 224-23번지

김성민

서울 마포구 성산동 200-195번지 102호

성원진

서울 서초구 잠원동 60-7 녹원한신아파트 101-505

이문일

경기 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

특허청구의 범위

청구항 1

다중 안테나를 채용하는 셀룰라 시스템에서 주파수 재사용 방법에 있어서,

단말의 판단정보를 수신하는 단계;

상기 단말의 판단정보에 기초하여 복수의 영역으로 구분되는 주파수 대역에서 어느 하나의 영역을 상기 단말에 할당하는 단계; 및

상기 할당된 영역을 통해 데이터를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함하는 주파수 재사용 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 영역은 각 영역마다 주파수 사용기법이 서로 다른, 주파수 재사용 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 영역은 재사용 계수가 1인 주파수 재사용 기법이 적용되는 컨벤셔널 영역(conventional region), 빔포밍 기법이 적용되는 빔포밍 영역(beamforming region) 및 부분적 주파수 재사용 기법이 적용되는 의무주기 감소영역(duty cycle reduction region)을 포함하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 판단정보는 상기 단말이 수신하는 신호의 SINR(Signal to Interference Noise Ratio)과 상기 단말의 이동 속도를 포함하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 단말의 SINR이 임계 SINR보다 크면, 상기 컨벤셔널 영역을 상기 단말에 할당하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 단말의 SINR이 임계 SINR과 같거나 임계 SINR보다 작으면, 상기 빔포밍 영역과 상기 의무주기 감소영역 중 어느 하나를 상기 단말에 할당하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 단말의 이동속도가 임계속도보다 작으면, 상기 빔포밍 영역을 상기 단말에 할당하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 단말의 이동속도가 임계속도보다 작으면, 상기 의무주기 감소영역을 상기 단말에 할당하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 데이터를 상기 단말로 전송하기 전에, 상기 할당된 영역에 관한 정보를 상기 단말로 전송하는 단계를 더

포함하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 10

다중 안테나를 채용하는 셀룰라 시스템에서 주파수 재사용 방법에 있어서,
 기지국으로부터 전송되는 신호를 이용하여 SINR을 계산하는 단계;
 단말의 이동속도를 계산하는 단계;
 상기 SINR과 상기 이동속도를 상기 기지국으로 전송하는 단계;
 상기 기지국으로부터 복수의 영역으로 구분되는 주파수 대역 중 어느 하나의 영역을 할당받는 단계; 및
 상기 기지국으로부터 데이터를 수신하는 단계를 포함하는, 주파수 재사용 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 데이터는 셀간 공간 역다중화(Intercell Spatial Demultiplexing) 기법에 의해 수신되는, 주파수 재사용 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
 상기 데이터는 최대비결합(Maximum Ratio Combining) 기법에 의해 수신되는, 주파수 재사용 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 무선통신에 관한 것으로서 보다 상세하게는 다중 안테나 시스템에서 셀간 간섭을 줄이는 주파수 재사용 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 무선 통신 시스템은 효율적인 시스템 구성을 위해 셀(cell) 구조를 갖는다. 셀이란 주파수를 효율적으로 이용하기 위하여 넓은 지역을 작은 구역으로 세분한 구역을 의미한다. 다중 접속 시스템(multiple access system)은 일반적으로 다중 셀을 포함한다. 일반적으로 셀 내에는 기지국을 설치하여 단말을 중계한다.
- <3> 무선 통신 시스템은 다수의 단말을 위해 하향링크(downlink)와 상향링크(uplink)를 지원한다. 여기서, 하향링크는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 기지국(예를 들어 노드-B)은 셀을 운용하고, 기지국에 위치하는 스케줄러(scheduler)는 셀내에 어떠한 단말을 위한 데이터가 전송될 것인지를 결정한다. 단말은 보행하는 또는 차량내의 사람에 의해 작동하는 이동하거나 고정된 장치일 수 있다.
- <4> 셀내에 다수의 단말이 존재하는 경우 다수의 단말이 하향링크 또는 상향링크로 동시에 데이터를 전송할 수 있다. 이때 발생할 수 있는 문제는 간섭(interference)이다. 간섭은 대부분 열잡음(thermal noise), 다른 셀로부터 전송되는 파워, 셀내에서 전송되는 전용채널파워, 셀내에서 전송되는 공용채널을 위한 파워등을 포함한다.
- <5> 동일한 셀에서 단말에 의한 데이터 전송은 직교성(Orthogonality)을 갖는 다중화를 통해 셀내 간섭(intra-cell interference)을 방지한다. 그러나 서로 다른 셀에서 단말에 의한 데이터 전송은 직교성이 보장되지 않을 수 있으며, 단말은 다른 셀로부터의 셀간 간섭(inter-cell interference)을 겪게 된다.
- <6> 예를 들어, 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 이하 OFDM)는 다수 반송파를 이용한 기법 중 하나이다. OFDM은 전체 시스템 대역폭을 직교성을 갖는 다수의 부반송파(subcarrier)로 분할하고(partition), 데이터를 부반송파들에 실어 전송한다. 다중 셀 환경하에서 OFDM과 같이 다수 반송파를 사용하는 시스템은 인접하는 셀이 동일한 부반송파를 사용할 경우 사용자들에게 간섭의 원인으로 작용할 수 있다.

- <7> 데이터 전송률을 최대화하기 위하여는 단말에 작용하는 간섭을 최소화하는 것이 바람직하다. 셀간 간섭을 줄이기 위한 기법 중 하나가 셀간에 서로 다른 주파수를 사용하는 것이다. 이를 주파수 재사용 기법이라 한다. 예를 들어, 인접하는 셀의 수가 3이라면 전체 주파수 대역을 3등분하여 주파수 대역이 셀간에 서로 겹치지 않도록 하여 셀간 간섭을 방지한다. 그러나 이는 전체 스펙트럼 효율을 저하시킨다.
- <8> 또는, 방향성 안테나(directional antenna)를 배치하여 특정한 셀로부터의 신호가 다른 셀로부터의 신호와 서로 겹치지 않게 할 수 있다. 그러나 셀경계에 존재하는 단말에 대하여 여전히 간섭은 배제할 수 없다.
- <9> 통신 품질의 향상을 위해 셀간 간섭을 효과적으로 줄일 수 있는 기법이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 본 발명의 기술적 과제는 다중 안테나를 채용하는 셀룰러 시스템에서 다중 안테나를 가지는 단말이 인접 기지국으로부터 전송되는 신호의 세기와 단말의 속도에 따라 적응적으로 주파수 영역을 단말에 할당함으로써, 셀간 간섭을 줄이는 주파수 재사용 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- <11> 본 발명의 일 양태에 따르면 다중 안테나를 채용하는 셀룰러 시스템에서 주파수 재사용 방법을 제공한다. 상기 방법은 단말의 판단정보를 수신하는 단계, 상기 단말의 판단정보에 기초하여 복수의 영역으로 구분되는 주파수 대역에서 어느 하나의 영역을 상기 단말에 할당하는 단계 및 상기 할당된 영역을 통해 데이터를 상기 단말로 전송하는 단계를 포함한다.
- <12> 본 발명의 다른 양태에 따르면 다중 안테나를 채용하는 셀룰러 시스템에서 주파수 재사용 방법을 제공한다. 상기 방법은 기지국으로부터 전송되는 신호를 이용하여 SINR을 계산하는 단계, 단말의 이동속도를 계산하는 단계, 상기 SINR과 상기 이동속도를 상기 기지국으로 전송하는 단계, 상기 기지국으로부터 복수의 영역으로 구분되는 주파수 대역 중 어느 하나의 영역을 할당받는 단계 및 상기 기지국으로부터 데이터를 수신하는 단계를 포함한다.

효 과

- <13> 적응적으로 주파수 영역을 할당함으로써 인접 셀에서 전송되는 간섭신호를 제거하여 단말이 겪는 간섭의 크기를 줄이고, 전송효율을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <14> 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- <15> 이하의 기술은 다양한 통신 시스템에 사용될 수 있다. 통신 시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다(deploy). 이 기술은 하향링크(downlink) 또는 상향링크(uplink)에 사용될 수 있다. 하향링크는 기지국(base station; BS)에서 단말(mobile station; MS)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 기지국은 일반적으로 단말과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 노드-B(node-B), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(access point) 등 다른 용어(terminology)로 불릴 수 있다. 단말은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(user equipment), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- <16> 본 발명은 다중 접속(multiple access)을 위해 주파수 분할이 필요한 어떠한 다중 접속 기법에도 적용할 수 있다. 다중 접속 기법은 FDMA(Frequency Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), MC-CDMA(Multi-Carrier Code Division Multiple Access) 및 이들의 조합을 포함한다.
- <17> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀의 주파수 스펙트럼을 나타낸다.
- <18> 도 1을 참조하면, 주파수 대역폭은 복수의 영역으로 나뉜다. 각 주파수 영역별로 데이터 전송에 사용되는 주파수 사용기법이 다를 수 있다. 첫번째 영역은 컨벤셔널 영역(conventional region, 101)으로서 일반적인 주파수 재사용 기법이 적용되는 주파수 영역이다. 두번째 영역은 빔포밍 영역(beamforming region, 102)으로서 빔포밍

기법이 적용되는 주파수 영역이다. 세번째 영역은 의무주기 감소영역(Duty Cycle Reduction Region, 103)으로서 부분적 주파수 재사용(Fractional Frequency Reuse; FFR) 기법이 적용되는 주파수 영역이다.

- <19> 다중안테나를 채용한 셀룰러 시스템은 주파수 대역폭을 3개의 주파수 영역으로 나누고, 어느 하나의 영역을 부분적으로 단말에 할당할 수 있다. 할당되는 주파수 영역은 셀내에 있는 단말의 위치 및 단말의 이동속도에 따라 다를 수 있다. 할당되는 주파수 영역이 다르다는 것은 데이터 전송에 사용되는 주파수 사용기법이 다를 것을 의미한다.
- <20> 컨벤셔널 영역(101)은 재사용 계수가 1인 주파수 재사용 기법을 사용하여 셀간 간섭을 줄이는 주파수 영역이다. 주파수 재사용 기법을 사용하는 셀룰러 시스템에서, 단말은 수신신호와 각 기지국에 해당되는 프리앰블 시퀀스(Preamble Sequence)와의 상관(correlation) 연산을 통하여 자신에게 데이터를 전송하는 기지국을 확인함으로써 통신이 이루어진다. 기지국은 주파수 대역을 재사용 계수 N으로 나누고, 나누어진 대역에 각 사용자의 데이터를 할당하여 전송한다. 컨벤셔널 영역(101)은 N=1이므로, 컨벤셔널 영역(101)에 있어서 모든 기지국은 같은 주파수 대역을 이용하여 데이터를 전송한다.
- <21> 빔포밍 영역(102)은 빔포밍 기법에 의해 셀간 간섭을 줄이는 주파수 영역으로서 셀 경계부근에 위치한 저속의 단말들에 할당된다. 단말은 셀간 공간 역다중화(Intercell Spatial Demultiplexing; ISD) 수신 기법 또는 최대비 결합(Maximum Ratio Combining; MRC) 기법을 이용하여 데이터를 수신한다. 단일 또는 복수의 기지국간의 협조적인 빔포밍을 통해 셀 경계부근에 위치한 단말이 겪는 간섭의 영향을 감소시킬 수 있다.
- <22> 의무주기 감소영역(103)은 부분적 주파수 재사용 기법이 사용하여 셀간 간섭을 줄이는 주파수 영역으로서 셀 경계부근에 위치한 고속의 단말들에 할당된다. 단말은 셀간 공간 역다중화(Intercell Spatial Demultiplexing; ISD) 수신 기법 또는 최대비 결합(Maximum Ratio Combining; MRC) 기법을 이용하여 데이터를 수신한다. 셀 경계부근에 위치한 단말이 겪는 간섭의 영향을 감소시킬 수 있다.
- <23> 주파수 대역이 3개의 주파수 영역으로 나뉘었으나, 이는 예시에 불과할 뿐 제한이 아니며, 3개 이하 또는 이상의 영역으로 나뉠 수 있음은 물론이며, 주파수 영역의 배치도 바뀔 수 있다. 주파수 대역이 2개의 영역으로 나뉜다고 할 때, 2개의 영역은 컨벤셔널 영역(101)과 빔포밍 영역(102)일 수 있고, 컨벤셔널 영역(101)과 의무주기 감소영역(103)일 수도 있으며, 빔포밍 영역(102)과 의무주기 감소영역(103)일 수도 있다. 또한 의무주기 감소영역(103)은 부분적 주파수 재사용 계수가 3인 경우를 예시하였으나, 이는 예시에 불과할 뿐 제한이 아니며, 3이하 또는 이상의 계수로 사용할 수 있고, 주파수 영역의 배치도 주파수 재사용 계수에 따라 바뀔 수 있다.
- <24> 전술된 바와 같이 본 발명은 셀간 간섭을 줄이는 다양한 주파수 사용기법을 주파수 대역상에서 구분하여 사용하고, 단말의 위치와 단말의 속도를 고려하여 셀간 간섭을 최소화할 수 있는 주파수 사용기법이 적용되는 어느 하나의 주파수 영역을 단말에 할당한다. 즉, 기지국은 셀의 경계부근에 위치하는 단말에 대하여는 빔포밍 기법이나 부분적 주파수 재사용 기법을 사용하여 데이터를 전송하며, 그 외의 단말에 대하여는 일반적인 주파수 재사용 기법을 사용하여 데이터를 전송함으로써 적응적으로 셀간 간섭의 영향을 최소화할 수 있다. 단말은 기지국으로부터 전송되는 신호에 대해 간섭신호를 제거하는 여러가지 기법, 예컨대 셀간 공간 역다중화(ISD) 기법이나 최대비결합(MRC)기법등을 적응적으로 사용하여 데이터를 복원할 수 있다.
- <25> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔포밍 영역(102)에서 빔포밍 기법에 의해 데이터를 전송하는 방법을 설명하는 블록도이다. 이하에서 편의상 기지국은 BS(Base Station)로, 단말은 MS(Mobile Station)으로 표기하도록 한다.
- <26> 도 2를 참조하면, MS1(301)은 제1 셀과 제3 셀의 경계부근에 위치하고, MS2(302)는 제1 셀과 제2 셀의 경계부근에 위치하며, MS3(303)은 제2 셀과 제3 셀의 경계부근에 위치한다. MS1 내지 MS3(201,202,203)은 모두 저속으로 이동하는 MS이다. BS1(201)은 MS1(301)로 빔을 형성하고, BS2(202)는 MS2(302)로 빔을 형성하며, BS3(203)은 MS3(303)으로 빔을 형성한다.
- <27> MS1(301)이 BS1(201)로부터 신호를 수신할 때, BS2(202)와 BS3(203)에서 전송되는 신호는 간섭으로 작용하며, 이들로부터 전송되는 신호의 빔 패턴에 따라 간섭의 크기가 결정될 수 있다. 마찬가지로, MS2(302)에 대하여는 BS1(201)과 BS3(203)에서 전송되는 신호가 간섭으로 작용하고, MS3(303)에 대하여는 BS1(201)과 BS2(202)에서 전송되는 신호가 간섭으로 작용한다.
- <28> 따라서, BS2(202)와 BS3(203)은 MS1(301)의 위치로부터 무효 조정 벡터(Null Steering Vector)를 결정하여 자신들이 MS1(301)에 미칠 간섭신호를 제거함으로써 간섭의 크기를 최소화할 수 있다. 일 예로서, MS1(301)은 셀간 공간 역다중화(Intercell Spatial Demultiplexing; ISD) 수신기법을 이용하여 BS2(202) 또는 BS3(203)으로

부터 전송되는 간섭신호를 제거함으로써 간섭의 크기를 최소화할 수 있다.

- <29> 다른 예로서, MS1(301)은 최대비 결합(Maximum Ratio Combining; MRC) 수신기법을 이용하여 BS2(202) 또는 BS3(203)으로부터 전송되는 간섭신호로 인한 성능 열화를 최소화하는 것이 가능하다.
- <30> MS1(301)과 동일한 방법으로 MS2(302)와 MS3(303)에 대하여서도, 각 기지국은 협조적으로 빔 패턴과 무효 조정 벡터를 결정함으로써 간섭의 영향을 최소화하고, 각 단말은 간섭신호를 제거하는 여러가지 수신기법을 적응적으로 이용함으로써 간섭신호의 영향을 최소화할 수 있다.
- <31> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의무주기 감소영역(103)에서 부분적 주파수 재사용 기법에 의해 데이터를 전송하는 방법을 설명하는 블록도이다.
- <32> 도 3을 참조하면, MS4(501)은 제1 셀과 제3 셀의 경계부근에 위치하고, MS5(502)는 제1 셀과 제2 셀의 경계부근에 위치하며, MS6(503)은 제2 셀과 제3 셀의 경계부근에 위치한다. MS4 내지 MS5(501,502,503)은 모두 고속으로 이동하는 MS이다. 기지국간 협조를 통하여 셀 경계부근에 위치한 고속의 단말에 의무주기 감소영역(103)을 할당한 후, BS4(401)는 주파수 영역 A,C를 통해 신호를 MS4(501)로 전송하고, BS5(402)는 주파수 영역 A,B를 통해 신호를 MS5(502)로 전송하며, BS6(403)은 주파수 영역 B,C를 통해 신호를 MS6(503)으로 전송한다.
- <33> MS4(501)가 BS4(401)로부터 주파수 영역 A,C를 통해 신호를 수신할 때, A영역은 BS5(402)로부터 전송되는 간섭신호의 영향을 받고, C영역은 BS6(403)에서 전송되는 간섭신호의 영향을 받는다.
- <34> 단말은 셀간 공간 역다중화 수신기법을 이용하여 간섭신호를 제거할 수 있다. 즉, MS4(501)는 A영역에 대해 MS4(501)와 BS4(401)간의 채널정보 및 MS4(501)와 BS5(402)간의 채널정보를 이용하여 셀간 공간 역다중화 기법 또는 최대비결합 기법을 적응적으로 이용함으로써 A영역에서의 간섭신호의 영향을 최소화할 수 있다. 한편, MS4(501)는 C영역에 대해 MS4(501)와 BS4(401)간의 채널정보 및 MS4(501)와 BS6(403)간의 채널정보를 이용하여 셀간 공간 역다중화를 수행함으로써 C영역에서의 간섭신호를 제거할 수 있다.
- <35> MS4(501)과 동일한 방법에 의해 MS5(502)와 MS6(503)의 경우에도 각 기지국은 협조적으로 부분적 주파수 재사용 기법을 이용함으로써 간섭을 최소화하고, 각 단말은 셀간 공간 역다중화를 수행함으로써 간섭의 영향을 최소화할 수 있다.
- <36> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 영역을 결정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- <37> 도 4를 참조하면, 단말은 기지국으로부터 전송되는 판단정보(determiner)를 획득한다(S600). 상기 판단정보는 단말에 어떠한 주파수 영역이 할당되는지 판단하는데 원인(자료)이 되는 정보로서, 신호대 간섭 잡음비(Signal to Interference Noise Ratio; SINR)를 포함할 수 있다. 상기 단말은 수신신호와 각 기지국(BS1, BS2, BS3)에 해당하는 프리앰블 시퀀스(preamble sequence)의 상관값(correlation)을 계산하고, 신호대 간섭 잡음비(Γ_{BSi} , $i=1,2,3$)를 계산할 수 있다. 신호대 간섭잡음비는 단말의 위치를 추정케하는 판단자료이다. 즉, 기지국은 단말로부터 수신한 신호대 간섭잡음비의 크기로부터 단말의 위치를 추정할 수 있다.
- <38> 상기 판단정보는 단말의 속도를 포함할 수 있다. 상기 단말의 속도는 단말이 기지국으로부터 수신하는 신호를 직접 측정하여 계산할 수 있다.
- <39> 상기 단말은 상기 판단정보를 상기 기지국으로 피드백(feedback)한다(S610). 상기 기지국은 상기 판단정보를 이용하여 다른 인접 기지국과 협조적으로 3개의 주파수 영역 중 어느 하나의 주파수 영역을 상기 단말에 할당한다(S620). 기지국이 신호대 간섭 잡음비(Γ)를 이용하여 주파수 영역을 할당하는 방법은 다음과 같다. 여기서 BS1, BS2, BS3의 관계 및 셀의 경계는 도 2와 같다고 가정한다.
- <40> 먼저 단말이 컨벤셔널 영역(101)에 할당되기 위한 조건(이하 제1 조건)은 $\Gamma_{BS1} > \lambda_{Th}$ 또는 $\Gamma_{BS2} > \lambda_{Th}$ 또는 $\Gamma_{BS3} > \lambda_{Th}$ 이다. λ_{Th} 는 임계(threshold) SINR로서(예를 들어 10dB) Γ_{BS1} , Γ_{BS2} , Γ_{BS3} 중 어느 하나라도 λ_{Th} 보다 크면 단말에 컨벤셔널 영역(101)이 할당된다. 임계 SINR은 시스템에서 미리 결정될 수도 있고, 단말과 기지국간에 임의로 결정되는 값일 수도 있다.
- <41> 다음으로 단말이 빔포밍 영역(102) 또는 의무주기 감소영역(103)에 할당되기 위한 조건은 상기 컨벤셔널 영역(101)에 할당되기 위한 조건을 제외한 나머지 경우이다.
- <42> 예를 들어, 단말이 BS1과 BS2의 경계부근에 위치한 경우 $\Gamma_{BS3} < (\Gamma_{BS1} \approx \Gamma_{BS2}) < \lambda_{Th}$ 이므로 어느 하나의 Γ 도 제1 조건을 만족시키지 못하므로, 단말은 빔포밍 영역(102) 또는 의무주기 감소영역(103)에 할당된다. 한편, 단말이

BS2와 BS3의 경계부근에 위치한 경우, 마찬가지로 $\Gamma_{BS2} < (\Gamma_{BS1} \approx \Gamma_{BS3}) < \lambda_{Th}$ 이므로 어느 하나의 Γ 도 제1 조건을 만족시키지 못하므로, 단말은 빔포밍 영역(102) 또는 의무주기 감소영역(103)에 할당된다.

<43> 반면, 단말이 BS1에 가까이 위치한 경우, $(\Gamma_{BS1} \approx \Gamma_{BS3}) < \lambda_{Th} < \Gamma_{BS1}$ 이므로 제1 조건을 만족한다. 따라서 단말은 컨벤셔널 영역(101)에 할당된다. 만약 단말이 BS1, BS2, BS3 사이에 위치한 경우, $(\Gamma_{BS1} \approx \Gamma_{BS2} \approx \Gamma_{BS3}) < \lambda_{Th}$ 이므로 단말은 빔포밍 영역(102) 또는 의무주기 감소영역(103)에 할당된다.

<44> 마지막으로 단말이 빔포밍 영역(102) 또는 의무주기 감소영역(103) 중 어느 주파수 영역에 위치할지 여부는 단말의 속도를 이용하여 결정한다. 단말이 빔포밍 영역(102)에 할당되는 조건(이하 제2 조건)은 $V_{MS} < V_{Th}$ 이다. 여기서 V_{Th} 는 임계속도로서(예를 들어 30Km/h), 단말의 속도가 임계속도보다 작은 경우 단말은 빔포밍 영역(102)에 할당된다.

<45> 한편, 단말이 의무주기 감소영역(103)에 할당되는 조건(이하 제3 조건)은 $V_{MS} \geq V_{Th}$ 이다. 단말의 속도가 임계속도와 같거나 임계속도보다 큰 경우 단말은 의무주기 감소영역(103)에 할당된다.

<46> 상기 기지국은 상기 단말에 할당된 주파수 영역에 관한 제어정보를 제어채널을 통해 전송하고(S630), 상기 단말에 할당된 주파수 영역에서 사용되는 주파수 사용기법을 이용하여 상기 단말로 데이터를 전송한다(S640).

<47> 단말로부터 전송된 판단정보를 기초로 기지국이 단말에 적합한 주파수 영역을 적응적으로 결정할 수 있어 간섭을 최소화할 수 있다.

<48> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주파수 영역을 결정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

<49> 도 5를 참조하면, 단말은 기지국으로부터 전송되는 판단정보(determiner)를 획득한다(S700). 상기 판단정보는 상기 단말에 어떠한 주파수 영역이 할당되는지 판단하는데 원인(자료)이 되는 정보로서, 신호대 간섭 잡음비(Signal to Interference Noise Ratio; SINR)를 포함할 수 있다. 또는 상기 판단정보는 단말의 속도를 포함할 수 있다. 상기 단말은 수신신호와 각 기지국(BS1, BS2, BS3)에 해당하는 프리앰블 시퀀스(preamble sequence)의 상관값(correlation)을 계산하고, 신호대 간섭 잡음비($\Gamma_{BSi, i=1,2,3}$)를 계산할 수 있다. 상기 단말의 속도는 단말이 기지국으로부터 수신하는 신호를 직접 측정하여 계산할 수 있다.

<50> 상기 단말은 상기 획득된 판단정보를 이용하여 직접 자신이 기지국으로부터 서비스받고자 하는 주파수 영역을 결정한다(S710). 단말이 직접 주파수 영역을 결정하는 점에서 도 4의 기지국이 결정하는 경우와는 다르다. 다만, 제1 내지 제3 조건에 의해 단말에 주파수 영역을 할당하는 방법은 도 4의 경우처럼 도 5의 방법에도 적용된다.

<51> 상기 단말은 상기 주파수 영역에 관한 결정정보를 상기 기지국으로 피드백한다(S720). 상기 기지국은 상기 결정정보로부터 상기 단말이 원하는 주파수 영역에 관한 정보를 참조하고, 스케줄링을 통해 상기 단말에 적절한 주파수 영역을 할당한다(S730).

<52> 상기 기지국은 스케줄링에 의해 최종적으로 결정된 주파수 영역에 관한 제어정보를 제어채널을 통해 상기 단말로 전송하고(S740), 데이터를 전송한다(S750).

<53> 상기 기지국이 스케줄링을 할 때, 다른 단말에 의해 상기 단말이 원하는 주파수 영역을 상기 단말에 할당하지 못하는 경우가 발생할 수 있으므로, 기지국은 스케줄링에 의해 최종적으로 결정된 상기 단말을 위한 주파수 영역에 관한 정보를 알려줄 수 있다.

<54> 주어진 주파수 대역에서 기지국간에 협조적으로 컨벤셔널 영역, 빔포밍 영역 및 의무주기 감소영역을 단말에 할당하고, 셀 경계에서의 단말은 셀간 공간 역다중화(ISD) 수신기법을 이용하여 간섭신호를 제거함으로써 수신성능을 향상시킬 수 있다.

<55> 셀룰러 시스템에서 일반적으로 운용되는 주파수 재사용 계수 $N=1$ 인 경우는 셀 전송 수율의 증대 효과가 있지만, 같은 자원을 사용함으로써 발생하는 외부 셀 간섭으로 인한 성능 열화가 발생한다. 따라서 본 발명에서 제시한 빔포밍 영역 및 의무주기 감소영역을 이용할 경우 간섭 신호의 영향을 감소시킴으로써 신호 복원의 성능이 향상될 수 있다.

<56> 도 6A는 모든 셀에서 같은 주파수 대역을 사용하는 종래의 $N=1$ 인 셀 구조를 나타내고, 도 6B 및 도 6C는 본 발명을 적용하였을 경우의 성능 분석을 위한 FFR(Flexible Frequency Region) 패턴의 예시이다.

- <57> 도 6A 내지 도 6C를 참조하면, 도 6A 내지 도 6C는 19개의 셀로 구성된 모델이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output) 전송 기술로 순환지연 다이버시티(Cyclic Delay Diversity; CDD)를 적용한다고 가정한다. 도 6B는 듀티비(duty rate) 2/3의 FFR 패턴을 셀에 적용한 경우이고, 도 6C는 듀티비(duty rate) 1/2의 FFR 패턴을 적용할 때, 단말이 다음과 같은 두 가지 경로에 따라 이동하는 경우의 성능효율이다.
- <58> 제1 경로: 셀의 좌표 $B_0(0, 0)$ 으로부터 좌표 $(0, 1)$ 까지의 경로
- <59> 제2 경로: 셀의 좌표 $B_0(0, 0)$ 으로부터 좌표 $(0.58, 1)$ 까지의 경로
- <60> 제1 경로에서 $B_0(0, 0)$ 부터 단말까지의 거리를 d_{1D} , 제2 경로에서 $B_0(0, 0)$ 부터 단말까지의 거리를 d_{2D} 로 정의하며, d_{1D} 와 d_{2D} 는 0에서 1사이의 정규화된 값이다. 좌표 $(0, 1)$ 은 B_0 과 B_1 의 경계부근이며, 좌표 $(0.58, 1)$ 은 B_0 , B_1 및 B_3 의 경계부근이다.
- <61> 도 7은 도 6A 내지 도 6C의 시스템 모델을 사용할 경우의 전송 효율을 이론적으로 비교, 분석한 결과를 나타내는 그래프이다.
- <62> 도 7을 참조하면, 상단 그래프는 d_{1D} 에 따라 변화하는 성능 효율을 나타내고, 하단 그래프는 d_{2D} 에 따라 변화하는 성능 효율을 나타낸다. 상단 및 하단 그래프에는 각각 듀티비 1, 1/2, 2/3 일 때 MRC 수신기의 성능과 셀간 공간 역다중화(ISD) 수신기의 성능을 표시되었다.
- <63> 일반적인 경우인 듀티비가 1일 때 MRC(Maximum Rate Combining) 수신기의 성능과 본 발명에 따른 방법인 듀티비 2/3 및 듀티비 1/2의 주파수 재사용 기법에 적용된 셀간 공간 역다중화(ISD) 수신기의 성능을 비교할 때, 주파수 재사용 기법과 함께 셀간 공간 역다중화 수신기를 적용한 성능이 $d_{1D}=[0.81, 1.0]$, $d_{2D}=[0.76, 1.0]$ 구간에서 우수함을 알 수 있다.
- <64> 따라서 $d_{1D}=[0.0, 0.81]$, $d_{2D}=[0.0, 0.76]$ 구간에 있는 단말에는 컨벤셔널 영역(101)이 할당되고, $d_{1D}=[0.81, 1.0]$, $d_{2D}=[0.76, 1.0]$ 구간에 있는 저속의 단말에는 빔포밍 영역(102)이, 고속의 단말에는 의무주기 감소영역(103)이 할당되는 것이 바람직하다. 도 7의 실험결과와 같이, 단말의 위치 및 이동 속도에 따라 기지국이 협조적으로 주파수 영역을 단말에 달리 할당하고, 각 단말은 셀간 공간 역다중화를 수행함으로써 간섭의 영향을 최소화함으로써 전송 효율이 개선될 수 있다.
- <65> 상술한 시뮬레이션 결과들의 수치는 예시에 불과하며 한정 사항이 아니다. 시뮬레이션 결과들은 주어지는 조건에 따라 그 결과값이 달라질 수 있다. 시뮬레이션의 결과값이 달라지더라도 본 발명의 취지에 부합한다면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 것이다.
- <66> 상술한 모든 기능은 상기 기능을 수행하도록 코딩된 소프트웨어나 프로그램 코드 등에 따른 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등과 같은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상기 코드의 설계, 개발 및 구현은 본 발명의 설명에 기초하여 당업자에게 자명하다고 할 것이다.
- <67> 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

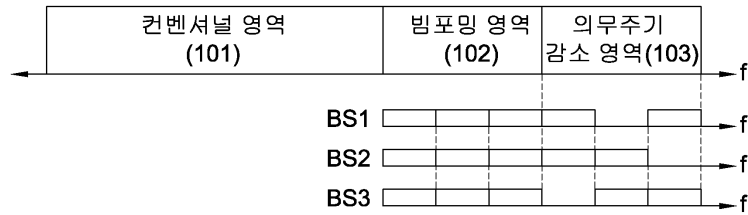
- <68> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀의 주파수 스펙트럼을 나타낸다.
- <69> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔포밍 영역에서 빔포밍 기법에 의해 데이터를 전송하는 방법을 설명하는 블록도이다.
- <70> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 의무주기 감소영역에서 부분적 주파수 재사용 기법에 의해 데이터를 전송하는 방법을 설명하는 블록도이다.
- <71> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 영역을 결정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.
- <72> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주파수 영역을 결정하는 방법을 설명하는 흐름도이다.

<73> 도 6A는 모든 셀에서 같은 주파수 대역을 사용하는 종래의 $N=1$ 인 셀 구조를 나타내고, 도 6B 및 도 6C는 본 발명을 적용하였을 경우의 성능 분석을 위한 FFR(Flexible Frequency Region) 패턴의 예시이다.

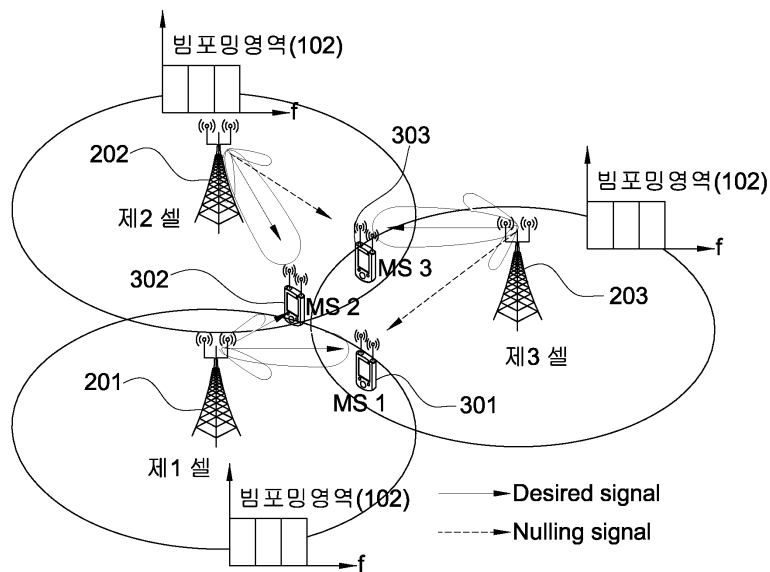
<74> 도 7은 도 6A 내지 도 6C의 시스템 모델을 사용할 경우의 전송 효율을 이론적으로 비교, 분석한 결과를 나타내는 그래프이다.

도면

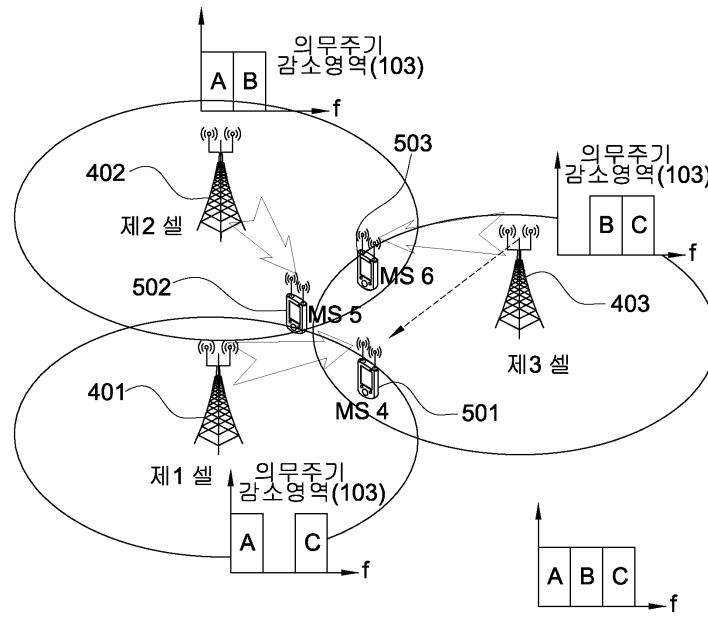
도면1



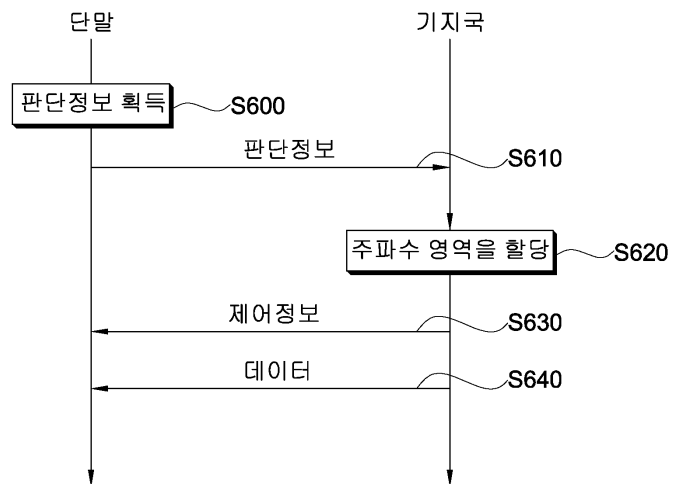
도면2



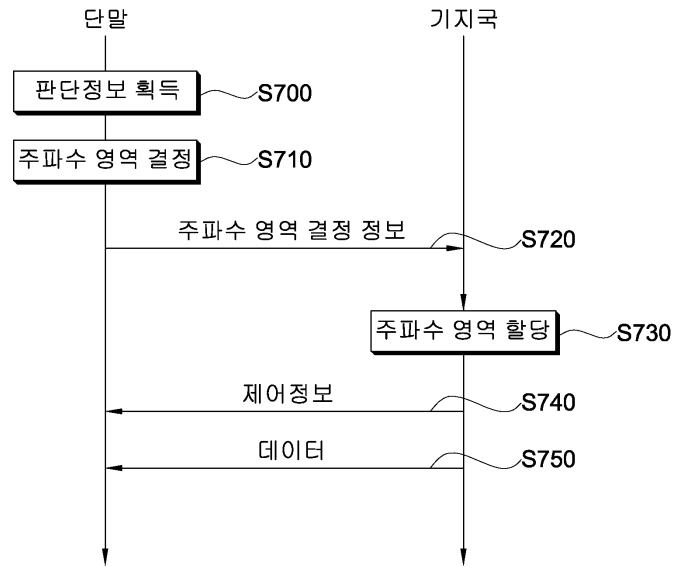
도면3



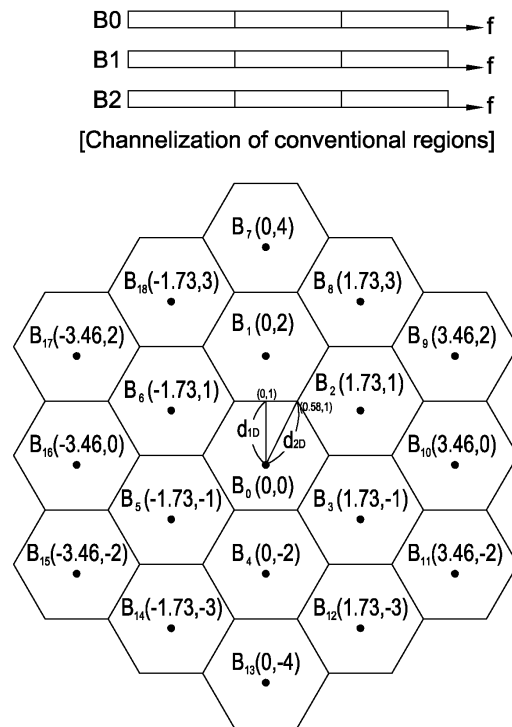
도면4



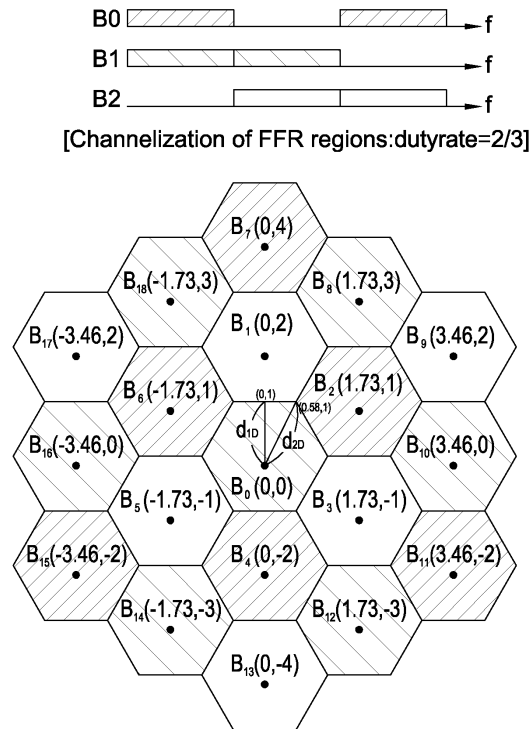
도면5



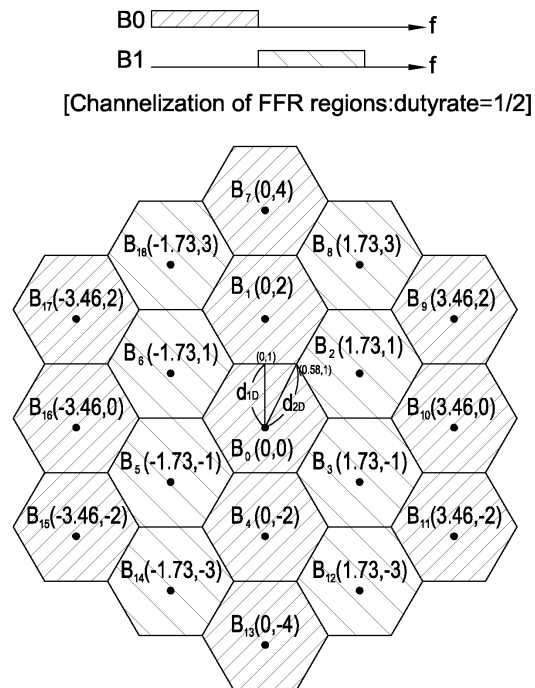
도면6a



도면6b



도면6c



도면7

