



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년10월10일
(11) 등록번호 10-0765892
(24) 등록일자 2007년10월04일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/005 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0082992

(22) 출원일자 2006년08월30일

심사청구일자 2006년08월30일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005142968 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

주식회사 팬택

서울특별시 마포구 상암동 디엠씨구역 아이2블록
팬택제일알앤디센터

(72) 발명자

성단근

대전시 유성구 신성동 한울아파트 103동 1503호

정방철

서울시 종로구 효자동 164-1번지

(74) 대리인

이창훈

전체 청구항 수 : 총 41 항

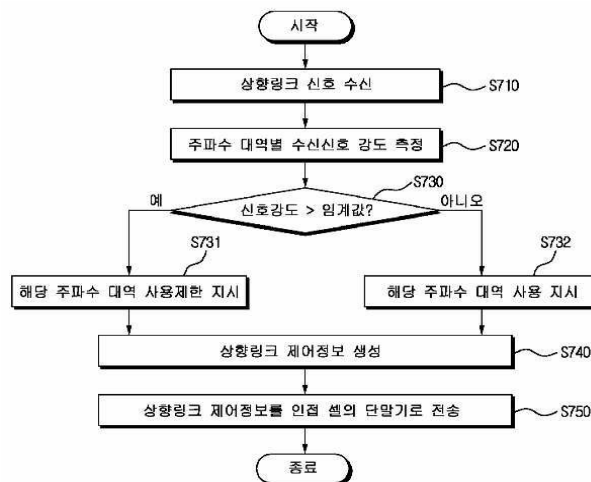
심사관 : 정현주

(54) 이동통신 시스템의 셀간 간섭을 제어하는 방법

(57) 요약

본 발명은 이동통신 시스템의 셀간 간섭에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 단말기로 상향링크 제어 정보를 전송함으로써 셀간 간섭을 제어하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 셀간 간섭 제어 방법은, 이동통신 기지국의 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신하고, 수신된 상향링크 신호로부터 셀간 간섭량 정보를 추출하는 단계, 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하는 단계, 및 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀에 위치한 이동통신 단말기로 전송하는 단계를 포함하고, 상기 단말기는 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 자원을 스케줄링하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 상향링크 자원을 유연하고 효과적으로 관리하는 동시에 별도의 제어국 또는 교환국의 도움 없이 셀간 간섭을 저감할 수 있다.

대표도 - 도7



(56) 선행기술조사문헌

KR1020010113744 A

KR1020030054344 A

KR1020060014544 A

KR1020060043414 A

특허청구의 범위

청구항 1

이동통신 시스템의 셀간 간섭을 제어하는 방법에 있어서,

이동통신 기지국의 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신하고, 상기 상향링크 신호로부터 상기 기지국과 연관된 셀간 간섭량 정보를 추출하는 단계;

상기 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하는 단계; 및

상기 상향링크 제어 정보를 인접 셀에 위치한 이동통신 단말기로 전송하는 단계

를 포함하고,

상기 단말기는 상기 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 자원을 스케줄링하는 것

을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 전체 상향링크 자원 중에서 상기 기지국의 홈 셀에서의 상향링크 데이터 전송에 관계하지 않는 자원을 통해 수신된 신호의 강도 측정값을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 상기 신호 강도 측정값과 연관된 주파수 대역 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보를 생성하는 단계는 상기 신호 강도 측정값을 소정의 임계값과 비교하여, 상기 비교 결과에 따라 상기 상향링크 신호의 주파수 대역별 송신 전력 정보를 상기 상향링크 제어 정보로서 생성하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 주파수 대역별 송신 전력 정보는 상기 신호 강도 측정값이 상기 임계값을 초과하는 주파수 대역을 상기 단말기에서 사용하지 않도록 지시하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 전체 상향링크 자원에 대한 신호 강도 측정값을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 시간에 따른 상기 신호 강도 측정값의 변화량 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 신호 강도 측정값이 소정의 임계값을 초과하는 경우에 상기 단말기의 상향링크 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 상기 상향링크 신호의 채널 디코딩 결과를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 채널 디코딩 결과는 상기 채널 디코딩의 실패 여부, 또는 실패한 경우의 데이터 에러율을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 채널 디코딩 실패 횟수가 소정의 임계값을 초과한 경우, 또는 상기 데이터 에러율이 소정의 임계 레벨을 초과한 경우에 상기 상향링크 신호의 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 상향링크 프레임 단위로 추출되는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 상향링크 자원은 복수의 주파수 대역을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 복수의 주파수 대역 각각에 대한 송신 전력 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 복수의 주파수 대역 각각의 사용 여부를 지시하는 비트맵을 포함하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 상향링크 신호는 복수의 인접 셀에 위치한 복수의 단말기로부터 수신되는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 이동통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중화 방식(OFDM)의 무선 시스템인 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 이동통신 시스템은 시분할 이중화 방식(TDD)에 따라 상기 기지국과 상기 단말기 간에 데이터를 송수신하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 단말기는 상기 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호를 통해 주파수 대역별 채널 특성을 측정하고, 상기 측정된 주파수 대역별 채널 특성을 추가로 참조하여 상향링크 자원을 스케줄링하는 것을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 주파수 대역별 채널 특성은 상기 파일럿 신호의 수신 전력으로 측정되고,

상기 상향링크 제어 정보는 상향링크 채널의 복수의 주파수 대역 각각의 사용 여부를 지시하는 정보를 포함하고,

상기 단말기는 상기 수신 전력의 임계값을 초과하는 주파수 대역 중에서 상기 상향링크 제어 정보가 사용을 제한하도록 지시하는 주파수 대역의 상향링크 송신 전력을 감소시키는 것

을 특징으로 하는 셀간 간섭 제어 방법.

청구항 21

이동통신 단말기에서 상향링크 자원을 스케줄링하는 방법에 있어서,

인접 셀의 이동통신 기지국에서 측정된 셀간 간섭량에 기초하여 생성된 상향링크 제어 정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계; 및

상기 상향링크 제어 정보를 참조하여 상기 상향링크 채널에 포함된 복수의 주파수 대역에 대해 상기 상향링크 채널의 송신 전력을 각각 결정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 기지국에서 측정된 셀간 간섭량이 소정의 임계값을 초과하는지 여부를 상기 주파수 대역별로 나타내는 비트맵을 포함하는 것을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 송신 전력을 결정하는 단계는 상기 간섭량이 상기 임계값을 초과하는 주파수 대역의 상향링크 송신 전력을 상기 간섭량을 상기 임계값을 초과하지 않는 주파수 대역의 상향링크 송신 전력보다 낮은 값으로 결정하는 것을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 송신 전력을 결정하는 단계는 상기 간섭량이 상기 임계값을 초과하는 주파수 대역을 상향링크 송신 주파수 대역에서 제외하는 것을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 송신 전력을 결정하는 단계는

상기 복수의 주파수 대역 중에서 일정 비율의 주파수 대역을 무작위로 선택하는 단계; 및

상기 선택된 주파수 대역의 송신 전력을 일정 레벨만큼 증감시키는 단계

를 포함하고,

상기 일정 비율 및 상기 일정 레벨은 상기 상향링크 제어 정보에 기초하여 결정되는 것

을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 기지국으로부터 파일럿 신호를 수신하는 단계; 및

상기 파일럿 신호를 통해 주파수 대역별 채널 특성을 측정하는 단계

를 더 포함하고,

상기 상향링크 채널의 송신 전력을 각각 결정하는 단계는 상기 측정된 채널 특성을 추가로 참조하여 상기 송신 전력을 결정하는 것

을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 상향링크 제어 정보는 상기 복수의 주파수 대역 각각의 사용 제한 여부를 포함하고,

상기 채널 특성은 상기 파일럿 신호의 주파수 대역별 수신 전력으로 측정되고,

상기 송신 전력을 결정하는 단계는 상기 수신 전력이 소정의 임계값을 초과하는 주파수 대역 중에서, 상기 셀간 간섭량 정보에 의해 그 사용을 제한하도록 지시된 주파수 대역의 송신 전력을 감소시키는 것

을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 28

제21항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 복수의 인접 셀의 기지국으로부터 수신되는 것을 특징으로 하는 상향링크 자원 스케줄링 방법.

청구항 29

제1항 내지 제28항 중 어느 하나의 항에 따른 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 30

복수의 셀에 각각 무선 통신 영역을 제공하는 복수의 이동통신 기지국, 및 상기 복수의 셀 중에서 어느 하나를 홈 셀로 하는 이동통신 단말기를 포함하는 이동통신 시스템에 있어서,

상기 각각의 기지국은

안테나를 통해 수신된 상향링크 신호로부터 상기 기지국과 연관된 셀간 간섭량 정보를 추출하는 간섭량 정보 추출부; 및

상기 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상기 단말기로 전송할 제1 상향링크 제어 정보를 생성하는 제어 정보 생성부를 포함하고,

상기 단말기는

인접 셀의 기지국으로부터 상기 제1 상향링크 제어 정보를 수신하는 제어 정보 수신부; 및

상기 수신된 제1 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 송신 전력을 결정하는 송신 전력 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 상향링크 자원 중에서 상기 기지국의 홈 셀에서 데이터 전송을 위해 사용되는 자원을 제외한 나머지 자원에 대한 신호 강도 측정값을 포함하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 32

제30항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 주파수 대역별 간섭량 측정값을 포함하고,

상기 제1 상향링크 제어 정보는 상기 간섭량 측정값이 소정 임계값을 초과하는 주파수 대역의 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 정보를 포함하는 것을

특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 33

제30항에 있어서,

상기 셀간 간섭량 정보는 주파수 대역별 간섭량 측정값을 포함하고,

상기 제1 상향링크 제어 정보는 상기 간섭량 측정값이 소정의 임계값을 초과하는 주파수 대역을 상향링크 데이터 전송에 사용하지 않도록 지시하는 정보를 포함하는 것을

특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 34

제30항에 있어서,

상기 제어 정보 수신부는 홈 셀의 기지국으로부터 제2 상향링크 제어 정보를 추가로 수신하고,

상기 송신 전력 제어부는 상기 제2 상향링크 제어 정보를 추가로 참조하여 상기 상향링크 송신 전력을 제어하는 것을

특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 제1 상향링크 제어 정보는 상기 인접 셀의 기지국에서 측정된 제1 상향링크 채널의 주파수 대역별 수신 전력을 포함하고, 상기 제2 상향링크 제어 정보는 상기 홈 셀의 기지국에서 측정된 제2 상향링크 채널의 주파수 대역별 수신 전력을 포함하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 송신 전력 제어부는 상기 제1 상향링크 채널의 수신 전력과 상기 제2 상향링크 채널의 수신 전력의 비를 상기 주파수 대역별로 소정 임계값과 비교하여 상기 송신 전력을 결정하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 37

제35항에 있어서,

상기 송신 전력 제어부는 상기 제1 상향링크 채널의 수신 전력과 상기 제2 상향링크 채널의 수신 전력의 비에 따라 상기 복수의 주파수 대역을 정렬하고, 상기 정렬된 순서에 따라 상기 복수의 주파수 대역 각각의 송신 전력을 결정하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 38

제35항에 있어서,

상기 송신 전력 제어부는 상기 제2 하향링크 채널의 수신 전력이 상기 복수의 주파수 대역 전체에서 소정의 임계값을 초과하지 않는 경우에 상기 복수의 주파수 대역 전체를 상기 제2 상향링크에서의 데이터 전송을 위해 할당하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 39

제30항에 있어서,

상기 단말기는

상기 인접 셀의 기지국으로부터 파일럿 신호를 수신하고, 상기 수신된 파일럿 신호에 기초하여 상기 기지국으로의 상향링크 채널의 특성을 추정하는 채널 추정부

를 더 포함하고,

상기 채널 특성을 추가로 참조하여 상기 상향링크 송신 전력을 제어하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 40

제30항에 있어서,

상기 이동통신 시스템은 직교 주파수 분할 다중화 방식(OFDM)의 무선 시스템인 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

청구항 41

제30항에 있어서,

상기 이동통신 시스템은 시분할 이중화 방식(TDD)에 따라 상기 기지국과 상기 단말기 간에 데이터를 송수신하는 것을 특징으로 하는 이동통신 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<20> 본 발명은 이동통신 시스템의 셀간 간섭에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 기지국에서 측정한 셀간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 단말기로 상향링크 제어 정보를 전송함으로써 셀간 간섭을 제어하는 방법 및 상기 방법이 적용된 이동통신 시스템에 관한 것이다.

- <21> 열차, 선박, 비행기와 같은 움직이는 물체를 대상으로 통신 수단을 제공하는 이동통신(mobile communication) 기술은 코드 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access, CDMA) 기술의 도입과 함께 특히 개인 휴대 이동 통신 분야에서 급속한 발전을 거듭해 왔다.
- <22> 이동통신 기술은 언제 어디서나 이동중에도 휴대용 단말기를 통해 정보의 전달을 가능케 함으로써 여러 다양한 서비스들을 속속 등장시키고 있다. 이처럼 이동통신 기술은 IT(Information Technology) 시장을 이끌어 나갈 뿐만 아니라, 새로운 방식의 정보 교류를 통해 21세기 문화 흐름의 원동력이 되고 있기도 하다.
- <23> 이러한 이동통신 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, "셀(cell)"이라고 불리는 무선 통신 영역을 제공하는 복수의 이동통신 기지국(base station, 이하 "기지국"이라 함)(111, 112, 113)과 각 기지국이 커버하는 셀 안에 위치하여, 해당 기지국을 통해 이동통신 서비스를 제공받는 이동국(mobile station) 또는 이동통신 단말기(terminal, 이하 "단말기"라 함)(121, 122, 123)로 구성된다.
- <24> 각 셀의 기지국은 해당 셀 내에 위치한 복수의 단말기 상호간의 신호 간섭, 즉 다중 접근 간섭(multiple access interference)과 인접한 복수의 셀에 각각 위치한 복수의 단말기 상호간의 신호 간섭인 셀간 간섭(inter-cell interference)에 의해 영향을 받는다.
- <25> 전자 기술의 발전에 힘입어 점점 더 많은 이동통신 시스템에서 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 기술을 채택함에 따라 다중 접근 간섭 문제는 대부분 극복이 가능하게 되었다. 그러나, 셀간 간섭, 그 중에서도 특히 상향링크 채널의 셀간 간섭 문제는 여전히 해결되어야 할 심각한 문제로 남아 있다.
- <26> 실제로 대부분의 이동통신 시스템에서 셀 경계 부근, 즉 셀 외곽에 위치한 단말기는 셀간 간섭에 의한 신호 왜곡이 매우 심하기 때문에 안전한 데이터 전송을 위해 매우 낮은 부호율로 채널 코딩을 하여 데이터를 전송하게 된다. 일례로서, 휴대 인터넷 와이브로(Wireless Broadband, WiBro) 표준에서는 1/12의 부호율을 요구한다.
- <27> 따라서, 이와 같은 셀간 간섭 문제를 해결하기 위해 여러 다양한 기법들이 연구되고 제안되었다. 도 2는 이러한 연구들 중에서 대표적인 일례로서 퀄컴(Qualcomm)사에서 IEEE 802.20 표준과 관련하여 제안한 FFR(Fractional Frequency Reuse) 기법의 동작 원리를 예시한다.
- <28> 도 2를 참조하면, 1번, 2번, 및 3번 셀의 각각의 중앙에 위치한 단말기는 모두 동일한 주파수 대역을 사용하고 있지만, 각각의 셀의 경계 부근에 위치한 사용자는 인접한 셀과 사용 주파수가 중복되지 않도록 세 개의 주파수 대역 중에서 두 개씩만 사용하도록 정해진다. 즉, 1번 셀의 경계 부근에 위치한 단말기는 제1 부분 대역(211)을, 2번 셀의 경계 부근에 위치한 단말기는 제2 부분 대역(212)을, 3번 셀의 경계 부근에 위치한 단말기는 제3 부분 대역(213)을 사용하지 않거나 낮은 전력으로만 사용하는 식이다. 그 결과, 각 셀의 외곽에 위치한 단말기는 주파수 재사용률(frequency reuse factor)이 2/3로 감소하지만 셀간 간섭을 피할 수 있어, 셀 외곽의 단말기에 대한 고려가 없는 경우에 비해 전체적으로 시스템의 스루풋(throughput)이 향상되는 효과가 나타난다.
- <29> 도 3은 셀간 간섭을 저감하기 위한 종래의 또 다른 기법을 예시하는 도면이다. 도 3에 도시된 바에 따르면, 각각의 셀을 중앙 지역과 외곽 지역으로 구분하여, 중앙 지역의 단말기는 인접한 셀간에 공통된 주파수 대역을 사용하고, 외곽 지역의 단말기는 사용하는 주파수 대역이 인접한 셀간에 중첩되지 않도록 각 셀에 주파수 대역을 할당함으로써 인접 셀간의 간섭 문제를 해결하고자 한다.
- <30> 즉, 1번 셀(301)을 중심으로 2 내지 7번 셀(302~307)이 인접하여 배치되어 있고, 1번 셀(301)의 외곽 지역에 할당된 제1 주파수 대역(검은색으로 표시됨)은 2 내지 7번 셀(302~307)의 외곽 지역에 할당된 제2 및 제3 주파수 대역과 중첩되지 않도록 설계된다. 또한, 외곽 지역에 점 무늬로 표시된 제2 주파수 대역이 할당된 2번 셀(302), 4번 셀(304), 및 6번 셀(306)을 서로 인접하지 않도록 배치하고, 외곽 지역에 빋금으로 표시된 제3 주파수 대역이 할당된 2번 셀(302), 4번 셀(304), 및 6번 셀(306)을 서로 인접하지 않도록 배치한다. 이처럼 도 3에 예시된 방법은 셀간 간섭이 심한 외곽 지역은 인접한 셀 간에 사용 주파수 대역이 서로 중첩되지 않도록 배치함으로써 셀 간섭에 의한 영향을 줄이고자 한다.
- <31> 도 2와 도 3에 예시된 기법들 외에도 셀간 간섭을 저감하기 위한 여러 다양한 기법들이 제안되었다. 이러한 기법들은 공통적으로, 인접한 각 셀의 경계 부근에 위치한 단말기가 사용하는 시간 또는 주파수 자원이 중복되지 않도록 제한함으로써 셀 외곽의 단말기의 데이터 전송률을 향상시키는, 소위 셀간 간섭 조정/기피(coordination/avoidance)라는 아이디어에 기반한다.
- <32> 그러나, 상술한 FFR 기법을 포함하여 셀간 간섭 조정/기피 방식에 기반한 여러 기법들은 공통적으로 다음과 같

은 문제점을 안고 있다.

- <33> 첫째, 정육각형 형태의 이론적인 셀 배치와 달리, 각각의 기지국이 실제로 커버하는 셀 영역은 지형지물 등의 영향으로 인해 상당히 왜곡된 형상을 가진다. 따라서, 셀의 중앙 지역과 외곽 지역을 명확히 구분하여 이들 구분된 지역의 사용 주파수 대역을 별개로 관리하는 것이 사실상 불가능하다.
- <34> 둘째, 각 셀 또는 각 셀의 외곽에 위치한 단말기가 사용 가능한 주파수 대역의 범위가 줄어들기 때문에 트렁킹 효율(trunking efficiency)이 감소한다는 문제가 있다. 즉, 셀 내 단말기 수의 증감에 따라 하나의 전체 주파수 대역을 사용할 때에 비해, 무선 자원이 더 쉽게 고갈될 수 있다는 뜻이다. 특히, 각 단말기에 할당되는 고정된 주파수가 단말기의 위치에 따라 결정되기 때문에 특정 지역에 단말기들이 집중되는 경우에 그 지역에 대응하는 특정 대역의 무선 자원이 급속도로 고갈될 수 있다.
- <35> 셋째, 모든 셀에서 동일한 전체 주파수 대역을 사용하는 경우에 비해, 호핑(hopping) 가능한 주파수 대역이 좁아지게 된다. 이에 따라, 주파수 다이버시티(diversity) 효과가 줄어들어 다중 경로 신호를 효과적으로 처리할 수 없게 된다.
- <36> 넷째, 각 셀의 외곽에 위치한 단말기에 할당되는 주파수 대역이 인접한 셀과의 관계에 의해 결정되기 때문에, 유연한 셀 계획(cell planning)이 불가능하다는 문제가 있다. 예를 들어, 특정 지역에 기지국이 증설되어 기존의 셀들 사이로 새로운 셀이 삽입되는 경우에, 새로운 셀로 인해 그 셀에 인접한 셀들이 새로운 주파수 대역을 할당받게 되고, 이러한 파급 효과는 전체 셀 계획의 수정을 야기하게 될 수 있다. 이와 같은 이유로 인해 채널 상황 또는 단말기의 분포 상황에 따라 각 셀에 동적으로 주파수 대역을 할당하는 스케줄링 기법이 사실상 구현 불가능한 것이다.
- <37> 또한, 이처럼 사용 주파수 대역을 고정적으로 할당함으로써, 외부로부터 별다른 간섭이 없는 경우에도 언제나 주파수 대역을 일정 수준만큼은 사용하지 못하게 되어 무선 자원을 효율적으로 운용할 수 없게 된다. 즉, 각 셀에서 경계 부근의 단말기를 위하여 할당하는 주파수 대역의 범위를 유동적으로 변경시킬 수 없기 때문에 그 운용이 비효율적으로 되는 것이다.
- <38> 마지막으로, 위와 같은 종래의 방식은 복수의 기지국을 위한 셀 계획 및 조정을 담당하는 상위의 제어국 내지는 교환국의 설치를 필요로 한다는 점에서, 차세대 통신망 분야에서 주목을 받고 있는 All-IP 의 흐름에 어긋나는 측면이 있다.
- <39> 이에 본 발명에서는 종래 기술이 안고 있는 상기 여러 문제점을 해결하기 위하여 이동통신 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 이동통신 단말기의 상향링크 자원을 제어하는 새로운 기술을 제안하고자 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <40> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 이동통신 단말기에서 상향링크 자원을 제어하는 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <41> 구체적으로, 본 발명은 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하고, 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀의 단말기로 전송함으로써, 별도의 교환국 내지는 제어국 없이도 단말기 단에서의 스케줄링을 통해 셀간 간섭 문제를 효과적으로 해결하는 것을 그 목적으로 한다.
- <42> 또한, 본 발명은 인접한 셀 간에 셀 외곽의 단말기를 위해 특정한 주파수 대역의 사용을 미리 제한하는 과정을 제거함으로써 보다 단순하고 유연한 셀 계획을 가능하게 하는 것을 그 목적으로 한다.
- <43> 또한, 본 발명은 사용이 제한되는 주파수 대역의 위치와 범위가 고정되지 않는, 채널 상황에 따라 보다 적응적으로 동작하는 효과적인 셀간 간섭 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <44> 또한, 본 발명은 고정된 임계값을 기준으로 데이터 전송에 사용하지 않거나 낮은 전력을 사용하여 전송할 주파수 대역을 선택하는, 보다 정교한 셀간 간섭 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <45> 또한, 본 발명은 지형적 특성에 의해 결정되는 장구간 페이딩(long-term fading) 뿐만 아니라 시간에 따라 변동하는 단구간 페이딩(short-term fading) 특성까지 반영된, 보다 진보된 셀간 간섭 제어 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- <46> 또한, 본 발명은 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 단말기의 상향링크 송신 전력을 제

어함으로써, 피드백 과정을 통해 셀간 간섭을 최소화하기 위해 각 단말기의 상향링크 송신 전력의 최적치를 획득하는 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

<47> 또한, 본 발명은 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보와 단말기에서 측정된 주파수 대역별 채널 특성에 기초하여 상향링크 송신 전력을 제어함으로써, 주파수 대역별로 상향링크 송신 전력을 보다 정교하게 제어하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<48> 상기의 목적을 달성하고, 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 셀간 간섭 제어 방법은 이동통신 기지국의 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신하고, 수신된 상향링크 신호로부터 셀간 간섭량 정보를 추출하는 단계, 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하는 단계, 및 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀에 위치한 이동통신 단말기로 전송하는 단계를 포함하고, 상기 단말기는 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 자원을 스케줄링하는 것을 특징으로 한다.

<49> 또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 상향링크 자원 스케줄링 방법은 인접 셀의 이동통신 기지국에서 측정된 셀간 간섭량에 기초하여 생성된 상향링크 제어 정보를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계, 및 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 채널의 송신 전력을 상향링크 채널에 포함된 복수의 주파수 대역에 대해 각각 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<50> 본 발명의 또 다른 측면에 따른 이동통신 시스템은 복수의 셀에 각각 무선 통신 영역을 제공하는 복수의 이동통신 기지국과 상기 복수의 셀 중에서 어느 하나를 홈 셀로 하는 이동통신 단말기를 포함하고, 상기 각각의 기지국은 안테나를 통해 수신된 상향링크 신호로부터 기지국과 연관된 셀간 간섭량 정보를 추출하는 간섭량 정보 추출부, 및 셀간 간섭량 정보에 기초하여 단말기로 전송할 상향링크 제어 정보를 생성하는 제어 정보 생성부를 포함하고, 상기 단말기는 인접 셀의 기지국으로부터 상향링크 제어 정보를 수신하는 제어 정보 수신부, 및 수신된 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 송신 전력을 결정하는 송신 전력 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<51> 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 이동통신 시스템의 구성 및 셀간 간섭을 제어하고 상향링크 자원을 스케줄링하는 방법에 대해 상세히 설명한다.

<52> 도 4는 본 발명에 따른 이동통신 시스템을 구성하는 이동통신 기지국과 이동통신 단말기를 예시하는 도면이다. 도 4를 참조하면, 단말기(421, 422)는 각각 자신이 속한 셀의 기지국(411, 412)과 데이터를 송수신한다. 본 도면에 도시된 것처럼 셀 외곽에 위치한 단말기(421)는 상향링크 채널을 통해 홈 셀의 기지국(411)으로 데이터를 전송하는 경우에 인접 셀에 위치한 단말기(422)로부터 인접 셀의 기지국(412)으로 동일한 채널을 사용하여 데이터를 전송하는 송신 신호에 상당한 양의 간섭을 초래할 수 있다.

<53> 따라서, 본 발명은 기지국(412)에서 셀간 간섭량 정보를 추출하여, 인접 셀의 단말기(421)로 전송하여 이를 수신한 단말기(421)가 상향링크 송신 전력을 제어하도록 하는 것을 특징으로 한다. 기지국(412)은 홈 셀의 단말기(422) 또는 인접 셀의 단말기(421)로부터 수신되는 상향링크 신호를 통해 셀간 간섭량 정보를 추출한다.

<54> 특허청구범위를 포함하여 본 명세서 전체에 걸쳐 사용되는 용어인 "셀간 간섭량 정보"는, 인접 셀의 단말기(421)로부터 전송되는 신호가 홈 셀에서의 상향링크 데이터 전송에 미치는 간섭의 정도를 지시하는 다양한 종류의 측정값을 포함하는 정보를 의미한다. 셀간 간섭량 정보는 기지국(412)에서 측정되는 다양한 측정값을 포함할 수 있는데, 실시예에 따라 특정 주파수 대역 또는 특정 시간 슬롯을 통해 수신된 신호의 강도, 또는 전체 주파수 대역 또는 전체 시간 슬롯을 통해 수신된 신호의 강도를 포함할 수 있다.

<55> 셀간 간섭량 정보는 상향링크 신호의 수신 강도를 통해 측정될 수 있는데, 수신 강도가 클수록 간섭량이 많음을 의미할 수 있다. 따라서, 기지국(412)은 측정된 수신 강도가 소정의 임계값을 초과하는 경우에 상향링크 송신 전력을 감소시키거나 해당 주파수 대역의 사용을 제한하도록 지시하는 상향링크 제어 정보를 인접 셀의 단말기(421)들로 전송할 수 있다. 한편, 단말기(421)는 수신된 상향링크 제어 정보를 참조하여 상향링크 송신 전력을 제어한다.

<56> 일실시예에 따르면, 단말기(421)는 기지국(412)으로부터 하향링크 채널을 통해 파일럿 신호를 수신하고, 수신된 파일럿 신호로부터 주파수 대역별 채널 특성을 측정하여, 앞서 설명한 상향링크 제어 정보에 더해 주파수 대역별 채널 특성을 참조하여 상향링크 송신 전력을 결정한다.

- <57> 따라서, 본 실시예는 하향링크 채널의 특성으로부터 상향링크 채널의 특성을 추정할 수 있는 이동통신 시스템에 적용된다. 이러한 이동통신 시스템의 대표적인 예로는 상향링크와 하향링크의 채널 특성이 동일한 시분할 이중화(Time Division Duplexing, TDD) 방식의 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) 시스템이 있다. 따라서 본 발명은 IEEE802.11 표준에 따른 무선 LAN(Wireless Local Area Network), 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution)에서 논의중인 차세대 이동통신 시스템, 휴대 인터넷 와이브로(Wireless Broadband, WiBro), 와이브로 이볼루션(WiBro Evolution) 등의 시스템에 적용될 수 있다.
- <58> 그러나, 본 실시예는 하향링크 채널의 특성을 측정함으로써 상향링크 채널의 특성을 추정할 수 있는 시스템, 즉 하향링크와 상향링크의 채널 특성이 일정한 상관관계를 가지고 있고, 그 상관관계가 알려져 있거나 측정 가능한 모든 종류의 이동통신 시스템에 널리 적용될 수 있다.
- <59> 이하에서는 이해를 돕기 위해 TDD OFDM 방식의 이동통신 시스템에 국한하여 설명하도록 한다. 이와 같은 시스템에 있어서는 단말기(421)와 인접 셀의 기지국(412) 간의 하향링크 채널 및 상향링크 채널이 정확히 일치하는 특성을 지닌다.
- <60> 도 5는 본 발명의 원리를 설명하기 위해 도 4의 기지국(412)으로부터 단말기(421)와 단말기(422)가 각각 수신한 파일럿 신호를 통해 측정된 하향링크 채널의 특성을 도시한 그래프이다. 도 5의 두 개의 그래프(510, 520)는 각각 주파수 대역에 따라 측정된 채널 특성을 도시하고 있다.
- <61> 먼저, 그래프(510)를 참조하면, 단말기(421)에서 측정된 하향링크 채널의 이득값(511)이 실선으로, 단말기(422)에서 측정된 하향링크 채널의 이득값(512)이 점선으로 표시되어 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 상향링크 채널과 하향링크 채널의 특성이 동일한 경우에는, 그래프에 도시된 하향링크 채널의 특성은 각각의 단말기(421, 422)로부터 기지국(412)으로 데이터를 전송하는 상향링크 채널의 특성을 의미하기도 한다.
- <62> 단말기(421)와 단말기(422)가 각각 이러한 특성을 지닌 상향링크 채널을 통해 기지국(412)으로 신호를 전송하면, 단말기(421)로부터 전송된 신호는 기지국(412)에서 잡음으로 인식된다. 따라서, 열 잡음(thermal noise)에 의한 영향을 무시하면, 기지국(412)의 입장에서는 상향링크 채널의 수신 신호대 잡음 간섭비(Signal to Noise and Interference Ratio, SINR)(521)가 이득값(512)에서 이득값(511)을 뺀 차인 그래프(520)의 실선과 같이 도시된다.
- <63> 그래프(520)을 참조하면, 인접 셀의 단말기(421)로부터의 간섭에 의해 상향링크 채널의 특성이 주파수 대역에 따라 더욱 큰 폭으로 변동하고 있다. 특히, 이득값(512)이 작고 이득값(511)이 큰 주파수 대역에서는 채널의 SINR이 매우 낮아지게 된다.
- <64> 즉, 단말기(421)가 인접 셀의 기지국(412)으로의 상향링크 채널 특성이 좋은 주파수 대역을 사용할 경우에, 이는 필연적으로 인접 셀에 간섭을 유발하게 된다는 것을 의미한다. 따라서, 본 발명에서는 단말기(421)에서 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신된 파일럿 신호를 이용하여 인접 셀의 기지국(412)과 연관된 하향링크 채널의 주파수 대역별 특성을 측정하고, 측정된 채널 특성이 양호한 주파수 대역을 사용하지 않음으로써 인접 셀의 기지국(412)으로의 주요한 간섭을 제거하는 방법을 제안한다.
- <65> 참고로, 본 실시예에서는 하향링크 채널 특성의 측정을 위해 단말기(421)에서 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신하는 신호로서 파일럿 신호를 예로 들고 있다. 보다 구체적으로, 인접한 셀간에 공통되는 파일럿 신호인 공통 파일럿 채널(Common Pilot Channel, CPICH) 신호를 수신할 수 있다. 그러나, 본 발명의 수신 신호는 단말기(421)에서 하향링크 채널의 특성을 측정하는 데 기초가 될 수 있다면 어떠한 종류의 신호라도 포함할 수 있다.
- <66> 또한, 주파수 대역별 채널 특성은 수신 신호의 채널 이득값(channel gain), 수신 신호의 강도(signal strength), 또는 수신 전력(receive signal power)으로 측정될 수 있다. 그러나, 본 발명에서의 주파수 대역별 채널 특성은 위의 구체적인 예들 외에도 수치로 정량화되어 비교 가능한 여러 다양한 종류의 지표를 포함할 수 있다.
- <67> 도 6은 도 5의 단말기(421)에서 채널 특성이 양호한 대역을 상향링크 채널에 사용하지 않는 경우에 기지국(412)의 신호 수신시 SINR의 변화를 도시하는 그래프이다.
- <68> 도 6의 그래프(610)는 전체 주파수 대역에 대하여 0 dB로 고정된 임계값(612)을 기준으로 하여, 하향링크 채널의 이득값(611)이 임계값(612)을 초과하는 경우에 해당 주파수 대역을 무효화(nulling)하는 과정을 예시한다.

이에 따라, 그래프(610)에 도시된 바와 같이, 20에서 60, 170에서 230, 620에서 670, 그리고 850에서 1000 사이의 부반송파 인덱스 값에 각각 해당하는 주파수 대역들이 상향링크 데이터 전송에 사용되지 않게 된다.

<69> 그래프(620)에서는 이처럼 인접 셀의 기지국으로부터의 하향링크 채널 특성이 좋은 주파수 대역을 무효화하는 경우에, 인접 셀의 기지국(412)에서의 상향링크 채널 특성이 어떻게 개선되는지를 예시한다. 그래프(620)에서 점선으로 표시된 부분은 도 5의 그래프(520)에 도시된 종래의 상향링크 수신 SINR이고, 실선으로 표시된 부분은 그래프(610)에서와 같이 특정 주파수 대역을 무효화했을 때의 개선된 상향링크 수신 SINR을 나타낸다. 그래프(620)에 도시된 바와 같이, 해당 대역에서 수신 SINR이 월등히 향상되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 실시예와 같이 인접 셀의 기지국(412)과 연관된 하향링크 채널 특성을 측정하여, 채널 특성이 양호한 주파수 대역을 상향링크 채널에서 제외하는 것만으로도 인접 셀에 미치는 주요한 셀간 간섭을 제거할 수 있는 것이다.

<70> 다중 경로 페이딩(multi-path fading) 환경에서 주파수 대역별 채널 특성의 차이는 시간에 따라 변동하는 것으로 모델링된다. 그러나 복수의 기지국(411, 412)에서 특정 단말기(421)로부터의 상향링크 채널의 특성에 대한 정보를 측정하여 공유하려면 복수의 기지국(411, 412)을 관리하는 상위의 제어국 또는 교환국이 필요하게 된다. 그러나 제어국 또는 교환국과 같은 상위 계층의 시스템은 차세대 통신망의 주요한 흐름인 All-IP 통신망 구조에 적합하지 않다.

<71> 또한, 기지국들 간의 물리적인 거리와 단말기(421)의 수를 고려할 때, 제어국 또는 교환국 없이 복수의 기지국(411, 412) 간에 개별 단말기(421)와 연관된 상향링크 채널의 특성 정보를 공유하면서 실시간으로 각각의 단말기(421)로부터의 상향링크 채널 자원을 스케줄링하기란 사실상 불가능하다.

<72> 그러나, 본 실시예에서는 하향링크 채널과 상향링크 채널이 일정한 상관관계를 가지고 있다는 가정하에, 각각의 단말기(421)가 인접한 셀의 기지국(412)과 연관된 하향링크 채널의 특성을 측정하고, 측정된 채널 특성에 기초하여 단말기(421)가 직접 상향링크 채널 자원을 스케줄링한다. 더 나아가, 본 발명에서는 셀간 간섭의 영향을 받는 기지국(412)에서 직접 셀간 간섭량을 측정하여, 이와 관련한 제어 정보를 각 인접 셀에 위치한 단말기(421)로 전송하여, 단말기(421)에서 보다 정교한 스케줄링이 가능하도록 한다.

<73> 또한, 앞서 설명한 종래의 셀간 간섭 저감 방법들은 셀 별로 외곽 지역에서 사용할 주파수 대역을 고정적으로 할당함으로써 장구간 페이딩(long-term fading)만을 반영하지만, 본 실시예에서는 시간에 따라 주파수 대역별로 변동하는 단구간 페이딩(short-term fading) 특성까지 고려하여 보다 효과적이고 정교한 셀간 간섭 제어가 가능하다.

<74> 지금까지 도 4 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법에 대해 설명하였다. 앞서 설명된 바에 의하면, 본 실시예는 기지국(412)에서 셀간 간섭량 정보를 추출하고, 이에 기초하여 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀의 단말기(421)로 전송한다. 한편, 단말기(421)에서는 기지국(412)으로부터 파일럿 신호를 수신하고, 수신된 파일럿 신호에 기초하여 주파수 대역별 채널 특성을 측정하여, 기지국(412)으로부터 수신된 상향링크 제어 정보와 단말기(421)에서 측정된 채널 특성을 참조하여 상향링크 송신 전력을 결정한다.

<75> 그러나 본 발명의 범위는 위의 실시예 외에도, 기지국(412)에서 추출된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하고, 인접 셀의 단말기(421)로 상향링크 제어 정보를 전송하여 단말기(421)로 인한 셀간 간섭을 제어하는 여러 다양한 방법에 널리 미친다.

<76> 요컨대, 본 발명에 따른 셀간 간섭 제어 방법은, 기지국(412)의 관점에서 보면, 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신하고, 상향링크 신호로부터 셀간 간섭량 정보를 추출하는 단계, 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성하는 단계, 및 상향링크 제어 정보를 인접 셀에 위치한 단말기(421)로 전송하는 단계를 포함한다.

<77> 또한, 단말기(421)의 관점에서 보면, 본 발명에 따라 상향링크 자원을 스케줄링하는 방법은 인접 셀의 기지국(412)에서 추출된 셀간 간섭량 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계, 및 셀간 간섭량 정보를 참조하여 상향링크 채널의 송신 전력을 상향링크 채널에 포함된 복수의 주파수 대역에 대해 각각 결정하는 단계를 포함한다.

<78> 상기 셀간 간섭량 정보는 전체 상향링크 자원 중에서 기지국(412)이 커버하는 홈 셀에서의 상향링크 데이터 전송에 관계하지 않는 자원을 통해 수신된 신호의 강도 측정값을 포함할 수 있다.

<79> 즉, 복수의 주파수 대역을 통해 데이터를 송수신하는 이동통신 시스템의 경우에, 전체 주파수 대역 중에서 홈 셀에서의 상향링크 데이터 전송에 사용되는 주파수 대역을 제외한 나머지 대역의 수신 신호는 간섭과 잡음이 없다면 이론적으로 0의 에너지를 갖는다.

- <80> 충분히 긴 시간을 기준으로 할 때, 열 잡음(thermal noise)은 평균값이 0 인 신호라고 가정할 때, 타 셀에 의한 간섭량은 전체 주파수 대역 중에서 홈 셀에서의 데이터 전송에 할당된 주파수 대역을 제외한 나머지 대역에서의 수신 신호의 강도로 측정될 수 있다.
- <81> 또한, 복수의 시간 슬롯(time slot)을 이용하여 데이터를 송수신하는 이동통신 시스템의 경우에는, 전체 시간 슬롯 중에서 홈 셀에서의 데이터 전송에 사용되는 시간 슬롯들을 제외한 나머지 시간 슬롯들에서 측정된 수신 신호의 강도를 통해 셀간 간섭량을 측정할 수 있다. 또한, 이 경우 셀간 간섭량은 복수의 시간 슬롯으로 구성된 데이터 전송 단위인 매 프레임 별로 측정될 수 있다.
- <82> 따라서, 본 실시예에서는 홈 셀과 연관되지 않은 자원을 통해 수신된 신호의 강도 측정값이 소정의 임계값을 초과하는 경우에, 각 단말기(421)에서 해당 주파수 대역에 할당되는 상향링크 송신 전력을 감소시키거나 해당 주파수 대역을 사용하지 않도록 지시하는 상향링크 제어 정보가 기지국(412)에서 생성되어 단말기(421)로 전달될 수 있다.
- <83> 한편, 다른 실시예에 따르면, 기지국(412)에서 측정되는 셀간 간섭량 정보는 홈 셀과 연관된 상향링크 자원 및 인접 셀과 연관된 상향링크 자원을 모두 포함하는 전체 상향링크 자원에 대하여 측정된 수신 신호 강도를 포함할 수 있다.
- <84> 기지국(412)은 수신 신호 강도 측정값이 소정의 임계값을 초과하는 경우에 인접 셀의 단말기(421)로 상향링크 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 상향링크 제어 정보를 전송할 수 있다. 위와 같이 상향링크 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 상향링크 제어 정보를 수신한 단말기(421)는 전체 주파수 대역에 대하여 일정 레벨만큼 송신 전력을 감소시키거나, 복수의 전체 주파수 대역 중에서 무작위로(randomly) 선택된 일정 비율의 주파수 대역에 대해 송신 전력을 감소시킬 수 있다. 이 때 감소되는 송신 전력의 일정 레벨과 선택되는 주파수 대역의 일정 비율은 상향링크 제어 정보를 참조하여 단말기(421)에서 결정될 수 있다. 따라서, 상향링크 제어 정보는 단순히 단말기(421)의 상향링크 송신 전력을 감소시킬 것인지 여부를 나타내는 1 비트 정보를 포함하는 것에 더해 측정된 셀간 간섭량과 관련된 구체적인 수치 정보를 더 포함할 수 있다.
- <85> 한편, 위의 셀간 간섭량 정보는 시간에 따른 수신 신호 강도 측정값의 변화량 정보를 더 포함할 수 있다. 여기서 "변화량"이란 변화 추세와 변화량의 절대값 정보를 모두 포함할 수 있다. 따라서, 기지국(412)은 수신 신호의 강도 측정값이 급격히 큰 폭으로 변화하거나, 누적 변화량이 임계값을 초과하는 경우에, 또는 동일한 방향의 변화 추세가 일정 시간 이상 계속하여 관찰되는 경우에 인접 셀의 단말기(421)로 상향링크 송신 전력을 감소시키도록 명령할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 이와 같은 명령은 상향링크 제어 정보의 형태로 단말기(421)로 전송된다.
- <86> 이하에서는 도 7 내지 도 12에 예시된 다양한 실시예들을 통해 본 발명에 대해 설명하도록 한다. 참고로, 도 7 내지 도 9는 기지국(412)에서, 도 10 내지 도 12는 단말기(421)에서 수행되는 단계들을 각각 도시하는 흐름도이다.
- <87> 먼저 도 7을 참조하면, 단계(S710)에서 기지국(412)은 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신한다. 수신되는 상향링크 신호는 홈 셀의 단말기(422)로부터 수신되는 신호와 인접 셀의 단말기(421)로부터 수신되는 신호를 모두 포함할 수 있다. 셀간 간섭량이 홈 셀을 제외한 타 셀의 자원에 대해서만 측정되는 경우와 자원 전체에 대해 측정되는 경우에 대해서는 앞서 설명한 바 있다.
- <88> 이어서, 단계(S720)에서는 수신된 상향링크 신호의 주파수 대역별 수신 강도를 측정한다. 즉, 본 실시예에서는 상향링크 송수신을 위해 복수의 주파수 대역이 사용되며, 각각의 주파수 대역에 대해 수신 신호의 강도가 셀간 간섭량 정보로서 측정된다.
- <89> 참고로, 본 실시예에서는 기지국(412)에서 추출되는 셀간 간섭량 정보가 상향링크 신호의 수신 강도를 포함하는 경우를 예시하고 있지만, 본 발명에서 셀간 간섭량 정보는 상향링크 신호의 수신 전력, 또는 수신 채널 이득값과 같이 상향링크 채널의 특성과 일정한 연관성을 가지고 있고, 계량화되어 비교 가능한 다양한 지표를 모두 포함하는 것으로 넓게 해석될 수 있다. 본 실시예 및 이어지는 실시예들에서는 셀간 간섭량이 상향링크 신호의 수신 강도를 통해 측정되는 경우를 예로 들어 설명하도록 한다.
- <90> 단계(S730)에서는 신호 강도 측정값을 임계값과 비교하여, 비교 결과에 따라 해당 주파수의 사용 여부를 결정한다. 구체적으로, 특정 주파수 대역에서의 상기 비교 결과, 신호 강도 측정값이 임계값을 초과하는 경우에는 단계(S731)에서 해당 주파수 대역의 사용을 제한할 것을 결정하고, 임계값을 초과하지 않는 경우에는 단계(S732)

에서 해당 주파수 대역의 사용을 결정한다. 일실시예에 따르면, 본 단계(S730)에서의 비교에 사용되는 임계값은 전체 주파수 대역에 대하여 동일한 값으로 고정되어 있다.

<91> 이처럼 소정 임계값과의 비교 결과에 기초하여 주파수 대역별로 상향링크 송신에 사용할 것인지 여부가 결정되면, 단계(S740)에서는 이를 기초로 상향링크 제어 정보를 생성하고, 단계(S750)에서는 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀에 위치한 단말기(421)로 전송하여 상향링크 자원을 스케줄링할 수 있도록 한다.

<92> 즉, 본 실시예에서는 복수의 주파수 대역 각각을 상향링크 송신에 사용할 것인지 여부에 대한 정보가 상향링크 제어 정보에 포함된다.

<93> 도 8에서는 또 다른 실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법을 단계별로 도시하고 있다. 도 7의 실시예와 마찬가지로 도 8에서도 기지국(412)은 단계(S810)에서 상향링크 신호를 수신한다.

<94> 그러나, 단계(S820)에서는 도 7의 단계(S720)에서와 달리 전체 주파수 대역에서 수신 신호의 강도를 측정함으로써 셀간 간섭량 정보를 획득한다. 단계(S820)의 "전체 주파수 대역"은 홈 셀과 연관된 주파수 대역을 제외한 나머지 주파수 대역 전체를 의미하거나, 또는 홈 셀에 할당된 주파수 대역과 타 셀에 할당된 주파수 대역을 포함하는 전체 상향링크 주파수 대역을 의미할 수 있다.

<95> 단계(S830)에서는 단계(S820)를 통한 신호 강도 측정값을 소정의 임계값과 비교한다. 비교 결과 신호 강도 측정값이 임계값을 초과하는 경우, 단계(S831)에서는 인접 셀에 위치한 단말기(421)의 상향링크 송신 전력을 감소시키도록 지시할 것을 결정한다. 참고로, 본 실시예는 단순히 신호 강도 측정값이 임계값을 초과하는 경우 외에도, 신호 강도 측정값의 누적 변화량이 임계값을 초과하거나, 신호 강도 측정값의 특정한 방향으로의 변화 추세가 일정 시간 이상 지속되는 경우에 단계(S831)를 수행하는 경우에도 적용된다.

<96> 단계(S840)에서는 단계(S831)와 같이 결정된 지시 정보를 포함하여 상향링크 제어 정보를 생성하고, 단계(S850)을 통해 인접 셀의 단말기(421)로 상향링크 제어 정보를 전송한다.

<97> 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법을 도시한다. 기지국(412)에서 상향링크 신호를 수신하는 단계(S910)는 단계(S710) 및 단계(S810)과 공통되므로 설명을 생략한다.

<98> 앞서 설명한 도 7 및 도 8의 실시예에서는 셀간 간섭량 정보를 수신된 신호의 강도를 측정함으로써 추출하는 데 반해, 도 9의 실시예에서는 채널 디코딩 결과를 통해 추출하게 된다. 즉, 본 실시예는 상향링크 신호가 채널 코딩되어 전송되는 경우에 적용될 수 있다.

<99> 보다 구체적으로, 본 실시예에서 셀간 간섭량 정보에 포함되는 채널 디코딩 결과는 채널 디코딩의 실패 여부, 또는 실패한 경우의 데이터 에러율 정보를 포함할 수 있다. 도 9를 통해 설명하면, 먼저 단계(S920)에서는 수신된 상향링크 신호에 대하여 채널 디코딩을 수행하여 원본 데이터 획득을 시도한다.

<100> 단계(S930)에서는 채널 디코딩의 실패 여부를 판단하는데, 만약 디코딩에 실패했다고 판단된 경우라면, 단계(S931)에서는 에러 없는 데이터 전송을 위해 단말기(421)의 상향링크 신호의 송신 전력을 감소시킬 것을 지시하도록 결정한다. 또 달리, 일정 시간 동안 디코딩 실패 횟수가 임계값을 초과한 경우, 디코딩 실패 누적 횟수가 임계값을 초과한 경우, 또는 디코딩 실패시 데이터 에러율이 일정 수준을 초과하는 경우에 상향링크 신호의 송신 전력을 감소시킬 것을 결정할 수 있다.

<101> 즉, 채널 디코딩 결과를 통해 기지국에서 측정된 셀간 간섭량이 일정 수준 이상인 경우에, 인접 셀의 단말기(421)로 상향링크 송신 전력을 감소시키라는 정보를 전송함으로써 셀간 간섭을 적정 수준으로 제어할 수 있다.

<102> 따라서 단계(S940)에서는 단계(S930) 및 단계(S931)에 의해 결정된 사항을 포함하는 상향링크 제어 정보를 생성하고, 단계(S950)에서는 생성된 상향링크 제어 정보를 인접 셀의 단말기(421)로 전송하여 단말기(421)에서 상향링크 자원을 스케줄링할 수 있도록 한다.

<103> 참고로, 위의 실시예들에서 기지국(412)에서 추출되는 셀간 간섭량 정보는 수신되는 상향링크 프레임마다, 또는 수 프레임마다 추출될 수 있다. 즉, 상향링크 프레임 단위로 셀간 간섭량 정보를 추출함으로써 인접 셀의 단말기(421)로의 빠른 피드백이 가능하다.

<104> 지금까지 도 7 내지 도 9를 통해 기지국(412) 단에서 수행되는 단계들을 검토하였다. 이어지는 내용은 단말기(421)에서 수행되는 단계들에 대한 설명으로서, 도 10 내지 도 12를 통해 설명된다.

<105> 도 10의 실시예는 상향링크 자원이 복수의 주파수 대역을 포함하는 경우에 적용된다. 단계(S1010)는 단말기

(421)의 입장에서 인접 셀의 기지국(412)에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 생성된 상향링크 제어 정보를 수신한다. 수신된 상향링크 제어 정보에는 복수의 주파수 대역 각각의 사용 여부를 지시하는 비트맵이 포함되어 있다.

- <106> 단계(S1020)에서는 비트맵을 구성하는 각각의 비트값을 확인하고, 확인 결과에 따라 상향링크 자원을 스케줄링하는 단계들을 수행한다. 도 10에서는 특정 주파수 대역의 사용을 제한하도록 지시하는 경우에 그 주파수 대역에 대응하는 비트값이 '1' 인 경우를 예시한다.
- <107> 단계(S1020)에서의 확인 결과 특정 주파수 대역에 대응하는 비트값이 '1' 인 경우에는 단계(S1021)에서 해당 주파수 대역을 송신 주파수 대역에서 제외하고, 비트값이 '1' 이 아닌 경우에는 단계(S1022)에서 해당 주파수 대역을 송신 주파수 대역으로 선택함으로써 상향링크 자원인 주파수 대역의 사용 여부를 스케줄링할 수 있다. 단계(S1030)에서는 이와 같은 방법으로 선택된 송신 주파수 대역을 통해 홈 셀의 기지국(411)으로 상향링크 신호를 전송하게 된다.
- <108> 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 단말기(421)에서의 상향링크 자원 스케줄링 방법을 단계별로 도시한다.
- <109> 단계(S1110)은 인접 셀의 기지국(412)으로부터 상향링크 제어 정보를 수신하는 단계로서, 수신되는 상향링크 제어 정보는 셀간 간섭량 정보를 포함하지만 연관된 주파수 대역 정보는 포함하지 않을 수 있다. 여기에서 "전체 주파수 대역"은 도 8의 실시예와 관련하여 앞서 설명한 바와 같이 여러 가지 의미를 가질 수 있다.
- <110> 즉, 상향링크 제어 정보는 전체 주파수 대역에 대해 측정된 셀간 간섭량이 소정의 임계값을 초과하는지 여부에 관한 정보를 포함한다. 따라서, 상향링크 제어 정보는 기지국(412)에서 측정된 셀간 간섭량이 임계값을 초과했다면 상향링크 송신 전력을 감소시킬 것을 지시하는 정보를 포함할 수 있다.
- <111> 이와 같은 정보는 가장 단순한 형태로서 단일 비트를 통해 표현될 수 있다. 그러나, 상향링크 제어 정보는 셀간 간섭량이 임계값을 초과하는 정도, 즉 초과량과 관련된 정보를 더 포함할 수 있으며, 이에 대해서는 후술하도록 한다. 또한, 참고로 기지국(412)에서 측정되는 셀간 간섭량은 상향링크 신호의 수신 강도, 수신 전력, 또는 채널 디코딩 실패 횟수 등을 통해 수치화되어 임계값과 비교된다.
- <112> 단계(S1120)에서는 상향링크 제어 정보를 통해 셀간 간섭량이 임계값을 초과하는지 여부를 확인한다. 만약 임계값을 초과하여 송신 전력을 감소시키도록 지시하는 정보가 포함되어 있다면, 단계(S1121)에서는 복수의 전체 주파수 대역 중에서 일정 비율의 주파수 대역을 무작위로 선택한다. 다음으로 단계(S1122)에서는 무작위로 선택된 주파수 대역의 송신 전력을 일정 레벨만큼 감소시킴으로써 인접 셀에 미치는 셀간 간섭량을 낮은 수준으로 제어할 수 있다.
- <113> 이 때, 일정 비율과 일정 레벨은 앞서 설명한 셀간 간섭량의 임계값 초과량에 의해 결정될 수 있다. 즉, 상향링크 제어 정보가 상기 초과량 정보를 포함하고 있어서, 단말기(421)에서 무작위로 선택되는 주파수 대역의 비율과 선택된 주파수 대역의 송신 전력 감소 레벨을 결정할 수도 있고, 또 달리 기지국(412)에서 위의 일정 비율 및 일정 레벨을 계산하여 상향링크 제어 정보에 포함시켜 단말기(421)로 전송할 수도 있다.
- <114> 또 달리, 상기 비율을 일정한 값으로 고정하고, 송신 전력의 감소 레벨만을 제어할 수 있으며, 반대로 송신 전력의 감소 레벨을 고정하고 주파수 대역의 선택 비율을 통해 셀간 간섭량을 제어할 수 있다. 어떠한 경우이든간에 상기 레벨 또는 상기 비율은 상기 초과량이 클수록 그 값이 크게 된다.
- <115> 본 실시예는 기지국에서 주파수 대역별로 상향링크 신호의 강도를 측정할 수 없거나, 또는 상향링크 제어 정보의 크기를 최소화할 필요성이 있는 경우에 임의의 주파수 대역의 송신 전력을 감소시킴으로써 셀간 간섭량을 효과적으로 제어할 수 있는 방법이다.
- <116> 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 단말기(421)는 기지국(412)으로부터 파일럿 신호를 수신하고, 수신된 파일럿 신호로부터 주파수 대역별 채널 특성을 측정하여, 이를 추가로 참조하여 상향링크 자원을 스케줄링할 수 있다.
- <117> 즉, 상향링크 채널과 하향링크 채널이 일정한 상관관계를 갖고 있어서, 하향링크 채널을 통해 수신된 파일럿 신호로부터 하향링크 채널의 주파수 대역별 특성을 측정하면 이로부터 상향링크 채널의 주파수 대역별 특징을 확인할 수 있는 경우에, 측정된 채널 특성에 기초하여 주파수 대역별 송신 전력 또는 사용 여부를 결정할 수 있다.

- <118> 예컨대, 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신된 파일럿 신호의 수신 강도를 측정하여 주파수 대역별 채널 특성을 측정하게 되면, 해당 단말기(421)에서 어느 주파수 대역을 이용하여 상향링크 송신을 할 때 인접 셀로 큰 간섭을 유발할 수 있는지 예측이 가능하다. 따라서, 단말기(421)에서는 일차적으로 파일럿 신호의 수신 강도가 소정의 임계값을 초과하는 경우에 해당 주파수 대역의 송신 전력을 감소시킬 것을 결정할 수 있다.
- <119> 그러나, 만약 해당 주파수 대역이 인접 셀의 기지국(412)에서 사용 제한을 지시하지 않은 주파수 대역이라면, 해당 주파수 대역을 사용해도 인접 셀로의 간섭량이 크지 않을 수 있음을 뜻한다. 따라서, 단말기(421)는 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신한 파일럿 신호를 통해 측정된 채널 특성과 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신한 상향링크 제어 정보를 모두 참조하여 특정 주파수 대역의 상향링크 송신 전력 또는 사용 여부를 결정할 수 있다.
- <120> 도 12는 이와 같은 실시예에 따른 단말기(421)의 동작을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <121> 먼저, 단계(S1210)에서 단말기(421)는 인접 셀의 기지국(412)으로부터 파일럿 신호를 수신한다. 이 때, 수신되는 파일럿 신호는 인접 셀간에 공통되는 신호인 공통 파일럿 채널 신호일 수 있다.
- <122> 다음으로, 단계(S1220)에서는 파일럿 신호의 주파수 대역별 수신 전력을 통해 하향링크 채널 특성을 측정한다. 앞서 설명한 바와 같이, 채널 특성은 수신 전력 외에도 수신 신호 강도 또는 수신 채널 이득값 등으로 측정될 수 있다.
- <123> 단계(S1230)에서는 각각의 주파수 대역에 대해 측정된 수신 전력을 소정의 임계값과 비교한다. 만약, 해당 주파수 대역의 수신 전력이 임계값을 초과하는 경우에는 단계(S1240) 내지 단계(S1260)를 수행한다.
- <124> 단계(S1240)에서는 인접 셀의 기지국(412)으로부터 상향링크 제어 정보를 수신한다. 상향링크 제어 정보는 상향링크 자원의 스케줄링과 관련된 다양한 정보를 포함할 수 있지만, 본 실시예에서는 상향링크 자원인 복수의 주파수 대역 각각의 사용 여부를 지시하는 비트맵을 포함하는 경우를 예시한다.
- <125> 단계(S1250)에서는 비트맵의 각각의 비트값으로부터 해당 주파수 대역의 사용 여부를 확인하고, 확인 결과에 따라 상향링크 자원의 스케줄링과 관련된 동작을 수행하도록 한다. 만약, 비트값이 '1' 인 경우, 즉 해당 주파수 대역의 사용 제한을 지시하는 정보를 확인한 경우, 단계(S1260)가 수행되는데, 본 단계는 해당 주파수 대역의 상향링크 송신 전력을 감소시키는 단계이다. 또 달리, 단계(S1260)는 해당 주파수 대역의 송신 전력을 0 Watt로 설정함으로써 해당 주파수 대역의 사용을 완전히 제한할 수도 있다.
- <126> 이와 같은 과정을 통해, 단말기(421)에서 인접 셀의 기지국(412)과 연관하여 측정된 하향링크 채널의 수신 전력이 임계값을 초과하고, 동시에 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신한 상향링크 제어 정보에 해당 주파수 대역의 사용 제한 정보가 포함되어 있는 경우에, 해당 주파수 대역의 상향링크 송신 전력을 감소시킴으로써, 단말기(421)에서 측정한 채널 특성과 인접 셀의 기지국(412)에서 측정한 셀간 간섭량 정보를 모두 참조하여 보다 정교한 셀간 간섭의 제어가 가능하다.
- <127> 상기 도 7 내지 도 12를 통해 설명한 내용은 발명에 대한 이해를 돕기 위해 인접한 셀이 하나인 경우를 상정하였다. 그러나, 본 발명은 인접한 셀이 복수 개인 경우에도 그대로 적용 가능하다. 즉, 셀 내에서 단말기(421)가 차지하는 위치에 따라 셀간 간섭을 일으킬 수 있는 인접 셀은 둘 또는 그 이상일 수 있다. 이 때, 단말기(421)는 복수의 인접 셀의 기지국으로부터 각각 상향링크 제어 정보를 수신하고, 수신된 제어 정보에 기초하여 주파수 대역별 상향링크 송신 전력을 결정할 수 있다.
- <128> 또한, 단말기(421)는 복수의 인접 셀의 기지국으로부터 공통 파일럿 채널 신호를 각각 수신하여, 각각의 인접 셀의 하향링크 채널 특성을 순차적으로 또는 일시에 고려하여 상향링크 송신 전력을 결정하기 위해 추가로 참조할 수 있다.
- <129> 즉, 단말기(421)에서 측정된 주파수 대역별 채널 특성에 따라 사용을 제한하거나 송신 전력을 감소시킬 주파수 대역을 결정하는 경우에, 복수의 인접 셀 중 어느 셀의 기지국(412)으로부터도 해당 주파수 대역의 사용 제한을 지시하는 상향링크 제어 정보를 수신하지 않았다면, 해당 주파수 대역의 사용을 제한할 필요가 없게 된다.
- <130> 반대로, 복수의 인접 셀 중에서 적어도 하나의 기지국(412)으로부터 특정 주파수 대역의 사용 제한을 지시하는 상향링크 제어 정보를 수신한 경우에, 인접한 어느 셀의 기지국(412)으로부터 수신한 파일럿 신호를 통해서도 해당 주파수 대역의 채널 이득값이 소정 임계값을 초과하는 것으로 측정되지 않았다면, 그 단말기(421)의 해당 주파수 대역은 어떠한 인접 셀에도 큰 간섭을 초래하지 않으므로 전력 제어가 불필요할 수 있다.

- <131> 따라서, 단말기(421)는 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신된 파일럿 신호의 수신 강도가 임계값을 초과하고, 동시에 인접 셀의 기지국(412)으로부터 수신된 상향링크 제어 정보가 해당 주파수 대역의 사용 제한을 지시하는 경우에 비로소 해당 주파수 대역의 사용을 제한하거나 송신 전력을 감소시킴으로써 보다 효과적으로 송신 전력을 제어할 수 있다.
- <132> 또 달리, 단말기(421)는 복수의 인접 셀 중에서 주요한 영향을 미칠 수 있는 인접 셀의 하향링크 채널 특성만을 고려하여 송신 주파수 대역을 선택하거나 송신 주파수 대역의 전력을 결정할 수 있다. 예컨대, 복수의 인접 셀 각각의 기지국으로부터 수신된 공통 파일럿 채널 신호의 수신 전력 또는 신호 강도의 전 대역 평균값을 기준으로 상위 몇 개만을 선택하여 송신 주파수 대역의 전력 제어에 반영할 수 있다.
- <133> 또 달리, 이들 각각의 셀에 대한 상기 전 대역 평균값에 따라 서로 다른 가중치를 주어 상기 복수의 인접 셀의 하향링크 채널 특성을 주파수 대역별 송신 전력의 결정에 반영할 수도 있다.
- <134> 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 단말기(421)는 홈 셀의 기지국(411)으로부터 수신된 상향링크 제어 정보를 추가적으로 참조하여 주파수 대역별 상향링크 송신 전력을 결정할 수 있다. 참조되는 상향링크 제어 정보는 홈 셀 또는 인접 셀의 기지국에서 측정된 상향링크 수신 전력 값을 포함할 수 있다.
- <135> 일례로서, 홈 셀과 인접 셀의 상향링크 채널 특성이 각각 상기 홈 셀 및 인접 셀의 기지국(411, 412)에서 측정된 상향링크 수신 전력으로 나타내어진다고 할 때, 각각의 기지국(411, 412)에서 측정된 상향링크 수신 전력의 비(比)를 주파수 대역별로 소정의 임계값과 비교하여 송신 전력을 결정할 수 있다. 즉, 홈 셀의 기지국(411)에서 측정된 수신 전력을 P_1 , 인접 셀의 기지국(412)에서 측정된 전력을 P_2 라고 할 때, 두 수신 전력의 비 P_2/P_1 가 임계값보다 큰 주파수 대역의 송신 전력을 P_2/P_1 가 임계값보다 작은 주파수 대역의 송신 전력보다 낮은 값으로 설정할 수 있다.
- <136> 보다 구체적으로, 복수의 주파수 대역을 상기 수신 전력의 비에 따라 정렬하고, 정렬된 순서에 따라 복수의 주파수 대역 각각의 송신 전력을 결정할 수 있다. 이 때, 상기 수신 전력의 비는 각각의 수신 전력에 대한 가중치가 반영된 비(weighted ratio)일 수 있으며, 가중치는 주파수 대역별로 달리 설정될 수 있다. 예를 들어, 주파수 대역별 수신 전력의 비에 적용되는 가중치는 단말기(421)와 기지국(411)의 송수신 이력을 반영할 수 있다. 즉, 일정 시간 이상 안정적으로 데이터 송수신이 수행된 채널에 대해 더 높은 가중치를 부여할 수 있다. 단말기(421)는 그 외에 기지국(411)으로부터의 상대적인 위치, 즉 셀 경계 위치 여부, 홈 셀 내에 위치하는 타 단말기의 수와 같은 다양한 정보를 참조하여 가중치 값을 설정할 수 있다.
- <137> 이처럼 인접 셀 간섭뿐 아니라 자신의 데이터 전송 채널 상황까지 고려한 자원관리 기법을 이용할 경우 인접 셀 간섭을 줄일 수 있을 뿐 아니라 자신의 채널 상황이 좋은 밴드를 선택할 수 있고 최적의 가중치를 조절할 경우 전체 시스템의 용량이 극대화될 수 있다.
- <138> 또 다른 실시예에 따르면, 단말기(421)는 홈 셀의 상향링크 채널 특성을 우선적으로 참조하여 인접 셀의 상향링크 채널 특성을 고려할지 여부를 결정할 수 있다.
- <139> 만약 수신 전력이 임계값을 초과하는 대역이 전혀 또는 거의 없다면, 홈 셀의 채널 특성이 양호하지 않음을 뜻한다. 따라서, 이 경우에는 인접 셀로의 간섭을 막기 위해 특정 주파수 대역의 사용을 제한하기보다는 홈 셀의 기지국(411)으로의 성공적인 데이터 전송을 위해 가능한 많은 주파수 대역을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, 홈 셀의 상향링크 채널 특성이 양호하지 않은 이와 같은 경우에는, 전 대역을 이용하여 홈 셀의 기지국(411)으로 데이터를 전송한다.
- <140> 그러나, 수신 전력이 임계값을 초과하는 대역이 많은 경우에는 일부 주파수 대역의 사용을 제한하더라도 다이버시티 모드로 전송할 경우에 데이터가 성공적으로 전송될 수 있다. 따라서, 이 경우에는 앞서 설명한 바와 같이 인접 셀의 기지국에서 측정된 상향링크 수신 전력에 기초해 일부 주파수 대역의 사용을 제한할 수 있다.
- <141> 본 발명에 따른 셀간 간섭 제어 방법 및 상향링크 자원 스케줄링 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리

등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

- <142> 상기 매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- <143> 도 13은 본 발명에 따른 이동통신 시스템을 인접한 두 개의 셀(1301, 1302)의 관점에서 간략히 도시한 도면이다. 도 13에 도시된 이동통신 시스템은, 홈 셀(1301, 1302)에 무선 통신 영역을 제공하는 복수의 기지국(1311, 1312)과, 홈 셀(1301, 1302)에 포함되어, 홈 셀(1301, 1302)의 기지국(1311, 1312) 또는 인접 셀(1302, 1301)의 기지국(1312, 1311)과 무선 신호를 송수신하는 단말기(1321, 1322)를 포함하여 구성된다.
- <144> 일실시예에 따르면, 본 발명에 따른 이동통신 시스템은 OFDM에 기반한 무선 통신 시스템이며, 본 이동통신 시스템에 포함되는 단말기와 기지국은 서로 TDD 방식으로 신호를 송수신한다. 즉, TDD 방식의 OFDM 시스템에서는 하향링크 채널과 상향링크 채널의 특성이 동일하기 때문에 인접 셀의 기지국으로부터 수신된 파일럿 신호를 통해 하향링크 채널의 특성을 측정하고, 측정된 하향링크 채널의 특성을 참조하여 상향링크 채널과 관련된 전력 제어를 할 수 있는 것이다.
- <145> 그러나, 앞서도 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 시스템은 상향링크 채널의 특성과 하향링크 채널의 특성이 일정한 상관관계를 갖고 있어서, 하향링크 채널의 특성을 측정함으로써 상향링크 채널의 특성을 추정할 수 있는 모든 종류의 이동통신 시스템에 적용될 수 있다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 사용된 "이동통신 시스템"은 상향링크 채널의 특성과 하향링크 채널의 특성이 일정한 상관관계를 가지는 어떠한 이동통신 시스템도 의미할 수 있는 것으로 넓게 해석될 수 있다.
- <146> 도 14는 도 13의 이동통신 시스템을 구성하는 이동통신 기지국(1311)의 내부 구성을 간략히 도시한 블록도이다. 동일한 구성이 인접 셀(1302)의 기지국(1312)에도 적용된다.
- <147> 도 14의 기지국(1311)은 무선 안테나를 통해 상향링크 신호를 수신하는 RF(Radio Frequency) 모듈(1410)을 포함한다. RF 모듈(1410)을 통해 수신된 상향링크 신호는 셀간 간섭량 정보 추출부(1420)로 전달된다.
- <148> 셀간 간섭량 정보 추출부(1420)는 상향링크 신호의 수신 강도, 수신 전력, 또는 수신 채널 이득값을 측정함으로써, 상기 측정값들 중에서 적어도 하나를 포함하는 셀간 간섭량 정보를 추출한다. 추출된 셀간 간섭량 정보는 상향링크 제어 정보 생성부(1430)로 전달된다.
- <149> 상향링크 제어 정보 생성부(1430)는 추출된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 상향링크 제어 정보를 생성한다. 상향링크 제어 정보는 RF 모듈(1410)을 통해 인접 셀의 단말기(1322)로 전송된다. 일실시예에 따르면, 상향링크 제어 정보는 단말기(1322)에서의 상향링크 송신 전력의 증감과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 셀간 간섭량 정보가 상향링크 신호의 수신 강도를 포함하는 경우에, 수신 강도 측정값이 소정의 임계값보다 크다면, 상향링크 제어 정보는 단말기(1322)에게 상향링크 송신 전력을 감소시킬 것을 지시하는 정보를 포함할 수 있다.
- <150> 다른 실시예에 따르면, 상향링크 제어 정보는 주파수 대역별로 상향링크 송신 전력을 증감하거나 각각의 주파수 대역의 사용 여부를 지시하는 정보를 포함할 수 있다. 즉, 셀간 간섭량 정보가 상향링크 신호의 수신 강도를 포함하는 경우에, 상향링크 제어 정보는 각각의 주파수 대역별로 수신 신호 강도 측정값이 소정의 임계값을 초과한다면 해당 주파수 대역의 사용을 제한하거나 송신 전력을 감소하도록 지시하고, 만약 초과하지 않는다면 이와 같은 동작을 하지 않도록 지시하는 정보를 포함할 수 있다.
- <151> 도 15는 도 13의 이동통신 시스템을 구성하는 이동통신 단말기(1321)의 내부 구성을 간략히 도시한 블록도이다. 동일한 구성이 인접 셀의 단말기에도 적용된다.
- <152> 도 15의 단말기는 안테나에 연결되어 무선 주파수 대역으로 기지국과 신호를 송수신하는 RF 모듈(1510)을 포함한다. 제어 정보 수신부(1520)는 RF 모듈(1510)을 통해 인접 셀의 기지국으로부터 수신된 무선 신호에서 상향링크 제어 정보를 추출한다.
- <153> 추출되는 상향링크 제어 정보는 복수의 주파수 대역과 연관된 비트맵을 포함할 수 있다. 예컨대, 이동통신 시스템이 사용하는 주파수 대역이 N 개인 경우에, 비트맵의 길이는 N 비트일 수 있다. 비트맵에 포함된 각각의 비트값은 해당 주파수 대역을 상향링크 데이터 전송에 사용할 것인지 여부, 또는 해당 주파수 대역의 송신 전력

을 증가 또는 감소시킬 것인지 여부에 대한 정보를 포함할 수 있다.

- <154> 한편, 송신 전력 제어부(1530)는 제어 정보 수신부(1520)를 통해 수신된 상향링크 제어 정보에 기초하여 상향링크 송신 전력을 결정한다. 앞서 언급한 실시예에 따라, 예컨대 상향링크 제어 정보에 포함된 비트맵이 특정 주파수 대역에 대한 사용 제한을 지시하는 경우에는 해당 주파수 대역을 송신 주파수 대역으로부터 제외할 수 있다. 또 달리, 상기 비트맵이 특정 주파수 대역에 대한 송신 전력 감소를 지시하는 경우에는 해당 주파수 대역의 송신 전력을 일정 레벨만큼 감소시킬 수 있다.
- <155> 그러나, 만일 상향링크 제어 정보가 주파수 대역과 관련된 정보 없이 전체 상향링크 송신 전력의 증감만을 지시하는 경우라면, 송신 전력 제어부(1530)는 전체 주파수 대역에 대하여 일정 레벨만큼 상향링크 송신 전력을 감소시키거나, 전체 주파수 대역 중에서 일정 비율의 주파수 대역을 무작위로 선택하여 선택된 주파수 대역의 상향링크 송신 전력을 감소시킬 수 있다.
- <156> 데이터 전송부(1540)는 송신 전력 제어부(1530)에 의해 결정된 상향링크 송신 전력에 따라 RF 모듈(1510)을 통해 홈 셀의 기지국)으로 데이터를 전송한다.
- <157> 마지막으로 제어부(1550)는 홈 셀의 기지국으로 전송될 데이터를 데이터 전송부(1540)에 전달하고, 단말기(1321)에 포함된 상기 구성요소들을 제어하기 위한 제어신호를 생성하는 역할을 하는 블록으로서, 적어도 하나의 마이크로프로세서(microprocessor), DSP(Digital Signal Processor), 또는 상기 기능들을 수행하기 위한 ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 칩, 더 나아가 전송될 상기 데이터를 저장하기 위한 메모리 수단을 포함할 수 있다.
- <158> 참고로, 본 명세서에서 사용되는 "이동통신 단말기"라 함은 단일 또는 복수의 주파수 대역을 통해 이동통신 기지국과 신호를 송수신하는, 휴대성을 구비한 단말 장치로서, PDC(Personal Digital Cellular) 폰, PCS(Personal Communication Service) 폰, PHS(Personal Handyphone System) 폰, CDMA-2000(1X, 3X) 폰, WCDMA(Wideband CDMA) 폰, 듀얼 밴드/듀얼 모드(Dual Band/Dual Mode) 폰, GSM(Global Standard for Mobile) 폰, MBS(Mobile Broadband System) 폰, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 단말, 스마트(Smart) 폰, OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 또는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) 통신 단말 등과 같은 통신 기능이 포함될 수 있는 기기, PDA(Personal Digital Assistant), 핸드 헬드 PC(Hand-Held PC), 노트북 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 와이브로(WiBro) 단말기, MP3 플레이어, MD 플레이어 등과 같은 휴대 단말기, 그리고 국제 로밍(Roaming) 서비스와 확장된 이동 통신 서비스를 제공하는 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000) 단말기 등을 포함하는 모든 종류의 핸드 헬드 기반의 무선 통신 장치를 의미하는 휴대용 전기 전자 장치로서, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) 모듈, CDMA(Code Division Multiplexing Access) 모듈, 블루투스(Bluetooth) 모듈, 적외선 통신 모듈(Infrared Data Association), 유무선 랜카드 및 GPS(Global Positioning System)를 통한 위치 추적이 가능하도록 하기 위해 GPS 칩이 탑재된 무선 통신 장치와 같은 소정의 통신 모듈을 구비할 수 있으며, 멀티미디어 재생 기능을 수행할 수 있는 마이크로프로세서를 탑재함으로써 일정한 연산 동작을 수행할 수 있는 단말기를 통칭하는 개념으로 해석된다.
- <159> 지금까지 도 13 내지 도 15를 참조하여 본 발명에 따른 이동통신 시스템, 및 상기 이동통신 시스템에 포함되는 기지국(1311) 및 단말기(1321)의 구성을 설명하였다. 이상의 설명에는 앞서 도 4 내지 도 12를 통해 설명한 셀 간 간섭 제어 및 상향링크 자원 스케줄링 방법과 관련된 세부 내용이 그대로 적용될 수 있으므로, 더욱 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- <160> 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- <161> 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

발명의 효과

- <162> 본 발명에 따른 셀 간 간섭 제어 방법 및 상기 방법이 적용된 이동통신 시스템은, 이동통신 기지국에서 측정된 셀 간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 단말기의 상향링크 송신 전력을 제어함으로써, 별도의 제어국 또는 교

환국의 도움 없이도 셀간 간섭을 효과적으로 제어할 수 있다.

- <163> 이에 따라, 무선 자원의 비효율적인 운용을 야기하는, 각 셀에 대한 주파수 대역의 고정적 할당 과정을 제거함으로써 보다 단순하고 유연한 셀 계획이 가능해진다.
- <164> 또한, 위와 같은 구성에 의하여 본 발명은 채널 상황에 맞게 선택된 주파수 대역 내에서 다이버시티 기법을 이용하여 데이터를 전송함으로써, 주파수 다이버시티에 의한 효과를 보다 적절하게 활용할 수 있다.
- <165> 또한, 본 발명에 따르면, 노멀 맵(normal MAP)을 사용할 수 있어 프레임 내의 데이터의 위치와 분량을 알려주는 과정이 단순해지게 되고, 이에 따라 불필요한 오버헤드를 제거하여 시스템 전체의 스루풋을 향상시킬 수 있다.
- <166> 또한, 본 발명에 따르면, 사용이 제한되는 주파수 대역의 위치와 범위를 사전에 고정하지 않음으로써, 상향링크 자원을 채널 상황에 따라 보다 적응적으로 관리할 수 있다.
- <167> 또한, 본 발명에 따르면, 고정된 임계값을 기준으로 하여 사용에서 제외하거나 낮은 전력만을 사용할 주파수 대역을 선택하여, 채널 상황에 데이터 전송에 사용되는 주파수 대역의 개수와 범위가 변동하는, 보다 정교한 셀간 간섭 제어가 가능해진다.
- <168> 또한, 본 발명에 따르면, 지형적 특성에 의해 결정되는 장구간 페이딩(long-term fading) 뿐만 아니라 시간에 따라 변동하는 단구간 페이딩(short-term fading) 특성까지 반영함으로써 셀간 간섭량을 보다 정확하게 측정하고, 간섭을 보다 효과적으로 저감할 수 있다.
- <169> 또한, 본 발명에 따르면 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보에 기초하여 인접 셀의 단말기의 상향링크 송신 전력을 제어함으로써, 피드백 과정을 통해 셀간 간섭을 최소화하기 위해 각 단말기를 위한 최적의 상향링크 송신 전력을 획득할 수 있다.
- <170> 또한, 본 발명에 따르면 기지국에서 측정된 셀간 간섭량 정보와 단말기에서 측정된 주파수 대역별 채널 특성에 기초하여 상향링크 송신 전력을 제어함으로써, 주파수 대역별로 상향링크 송신 전력을 보다 정교하게 제어하는 것이 가능하다.

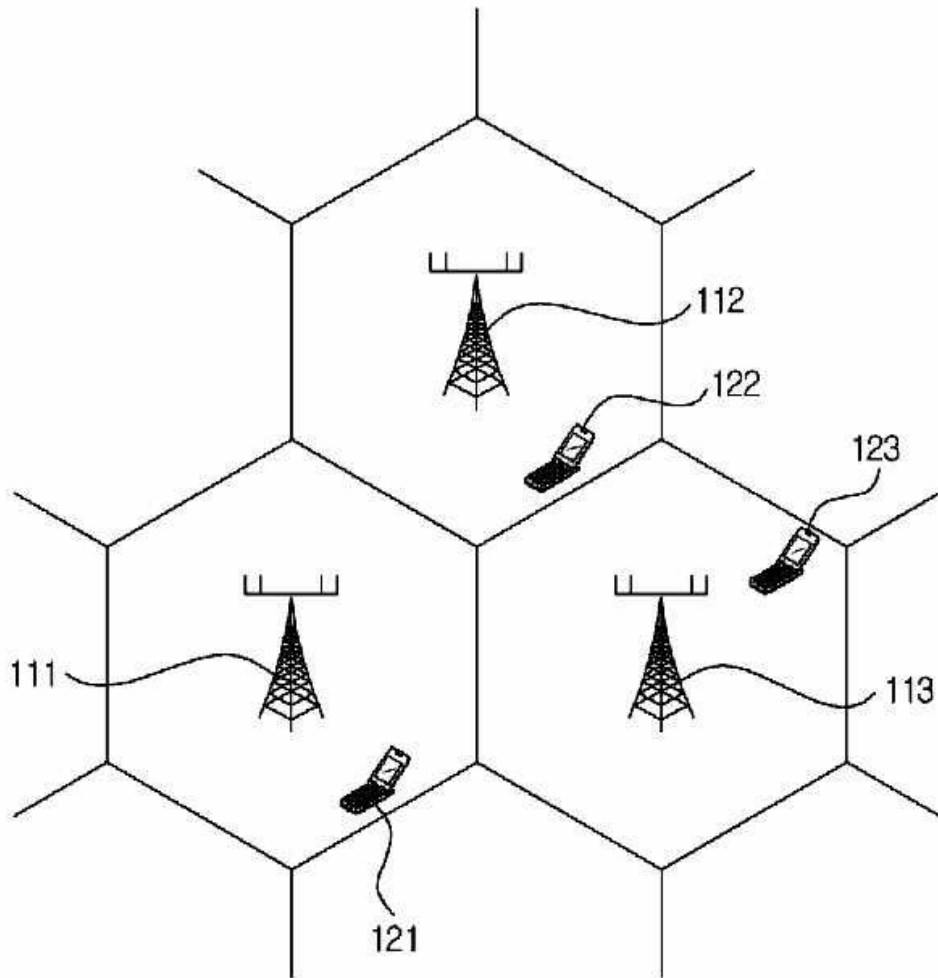
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 이동통신 기지국과 이동통신 단말기를 포함하는 통상의 이동통신 시스템의 셀 구조를 도시한 도면이다.
- <2> 도 2는 셀간 간섭을 저감하기 위한 종래의 방법의 일례로서 FFR 기법에 따른 주파수 대역의 할당 상황을 보여주는 도면이다.
- <3> 도 3은 셀간 간섭을 저감하기 위한 종래의 방법의 또 다른 예에 따른 주파수 대역 할당 상황을 보여주는 도면이다.
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 이동통신 시스템에서 셀 외곽에 위치한 단말기가 홈 셀 및 인접 셀의 기지국과 신호를 송수신하는 과정을 도시한 도면이다.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 이동통신 단말기에서 측정된 홈 셀 및 인접 셀의 기지국으로부터 수신된 채널 신호의 강도, 및 이들을 기초로 계산된 신호대 간섭 잡음비를 예시하는 그래프이다.
- <6> 도 6은 인접 셀의 기지국으로부터 수신된 채널 신호의 강도에 기초하여 주파수 대역 일부를 사용하지 않았을 때 송신 채널상에 나타나는 효과를 예시하는 그래프이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <8> 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <9> 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 셀간 간섭 제어 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <10> 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 상향링크 자원 스케줄링 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <11> 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 상향링크 자원 스케줄링 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <12> 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상향링크 자원 스케줄링 방법을 단계별로 도시한 흐름도이다.
- <13> 도 13은 본 발명에 따른 이동통신 시스템을 두 개의 인접 셀의 관점에서 간략히 도시한 도면이다.

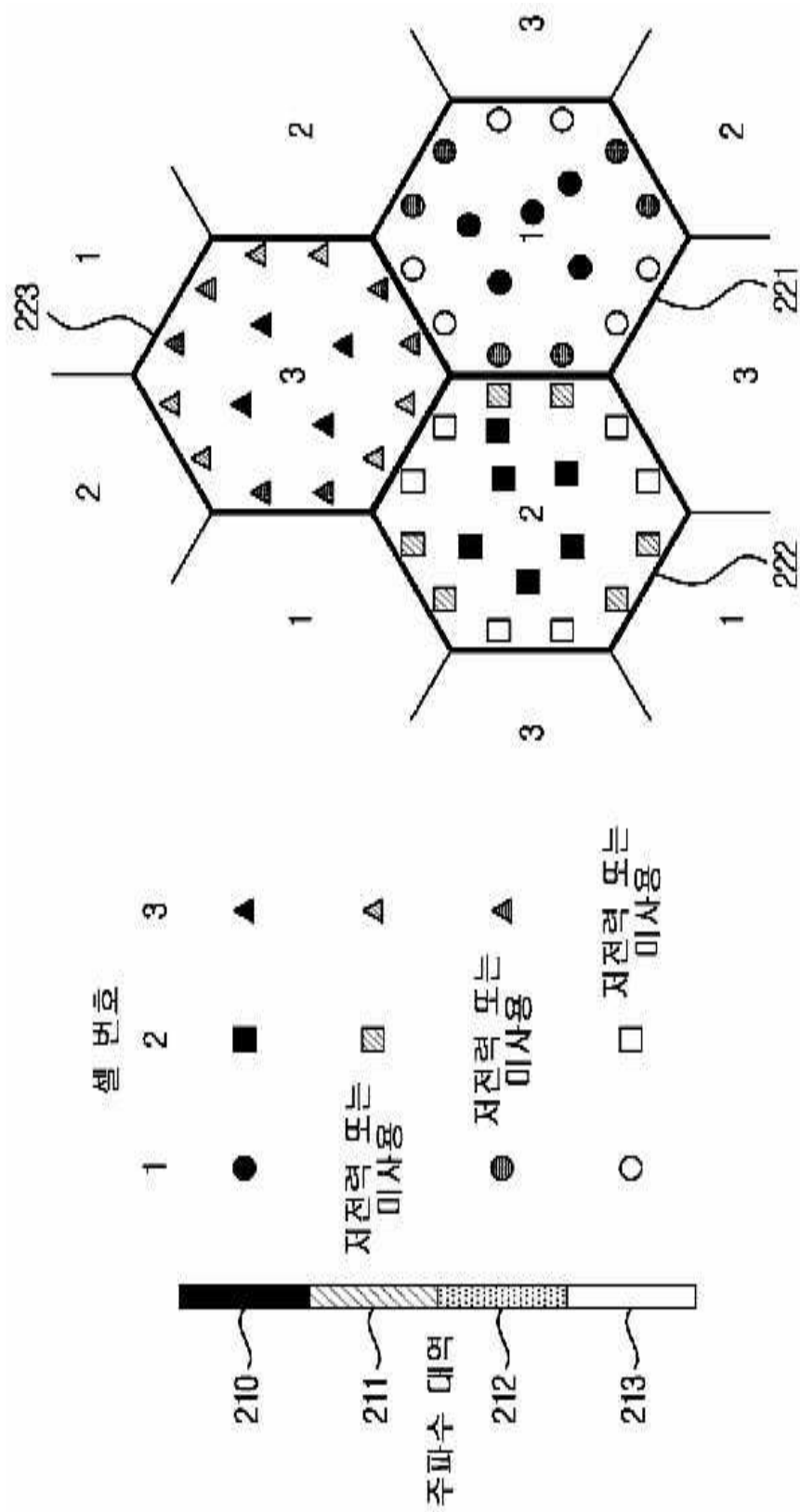
- <14> 도 14는 도 13의 이동통신 시스템에 포함되는 이동통신 기지국의 내부 구성을 간략히 도시한 블록도이다.
- <15> 도 15는 도 13의 이동통신 시스템에 포함되는 이동통신 단말기의 내부 구성을 간략히 도시한 블록도이다.
- <16> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <17> 411, 412, 1311, 1312: 이동통신 기지국
- <18> 421, 422, 1321, 1322: 이동통신 단말기
- <19> 1301, 1302: 이동통신 셀

도면

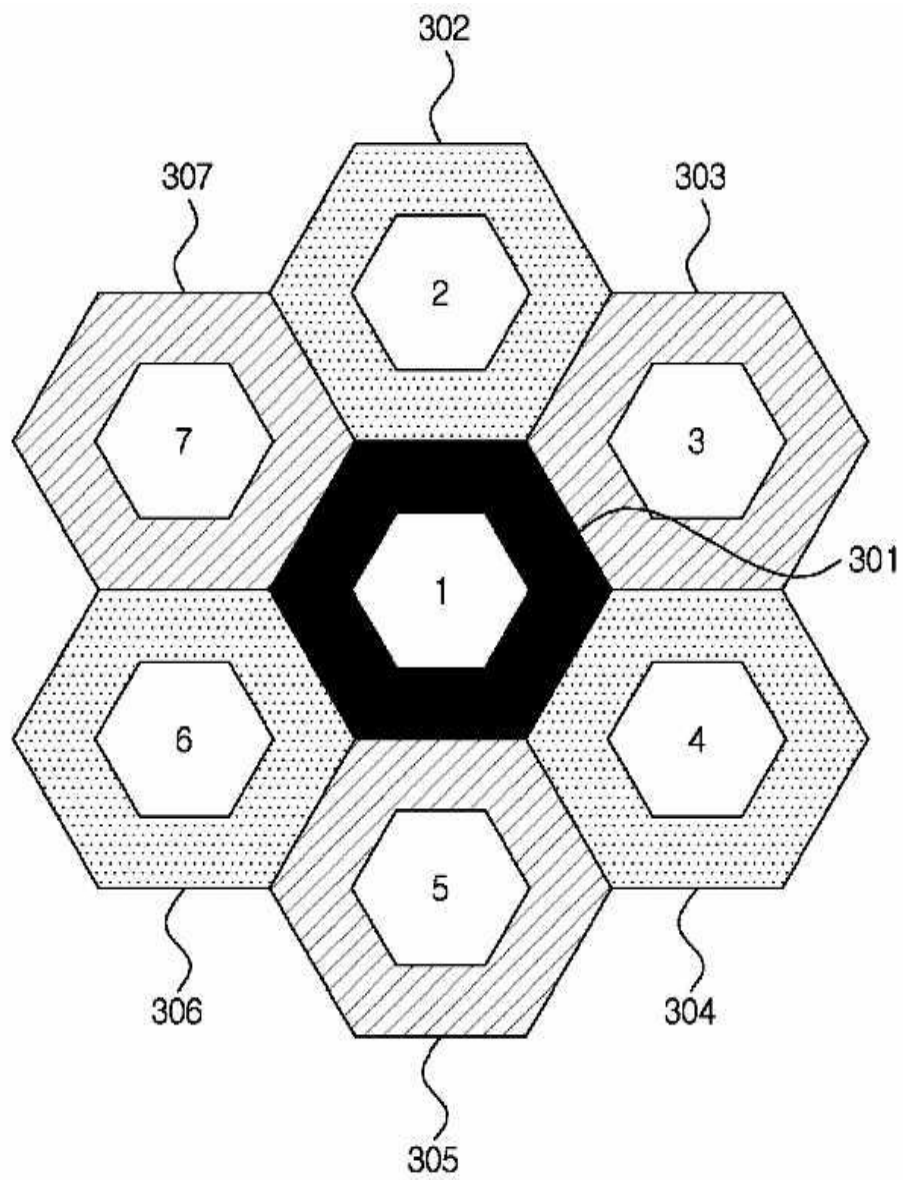
도면1



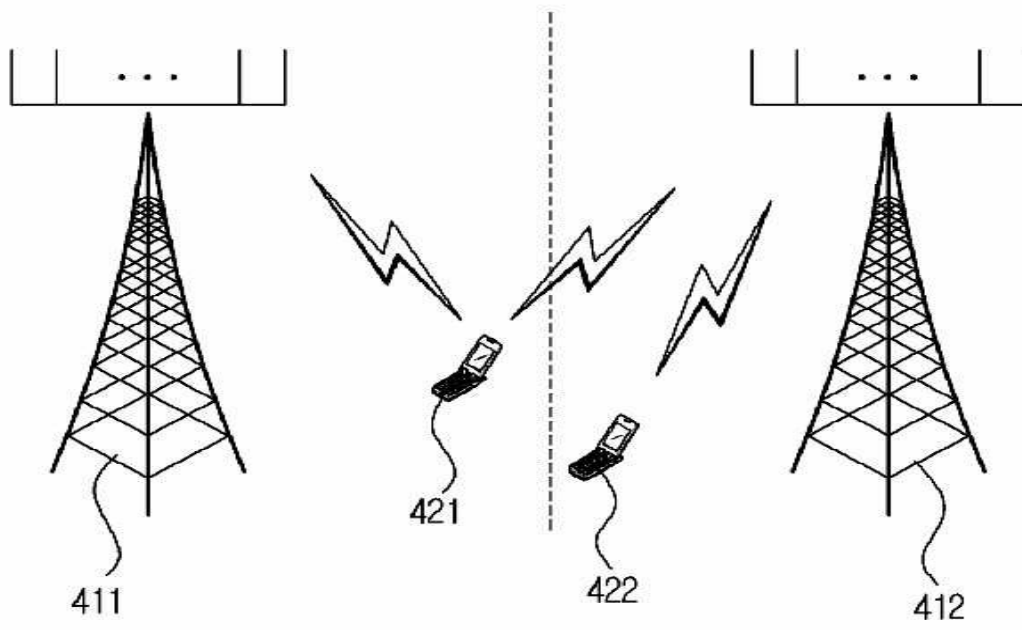
도면2



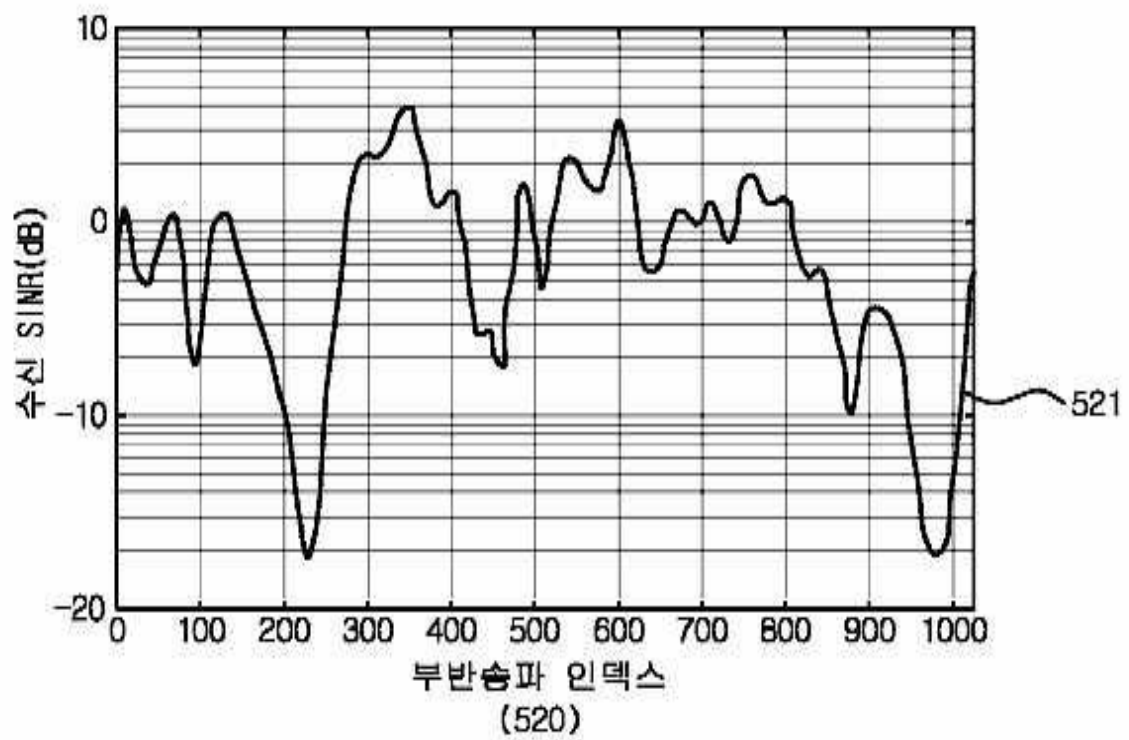
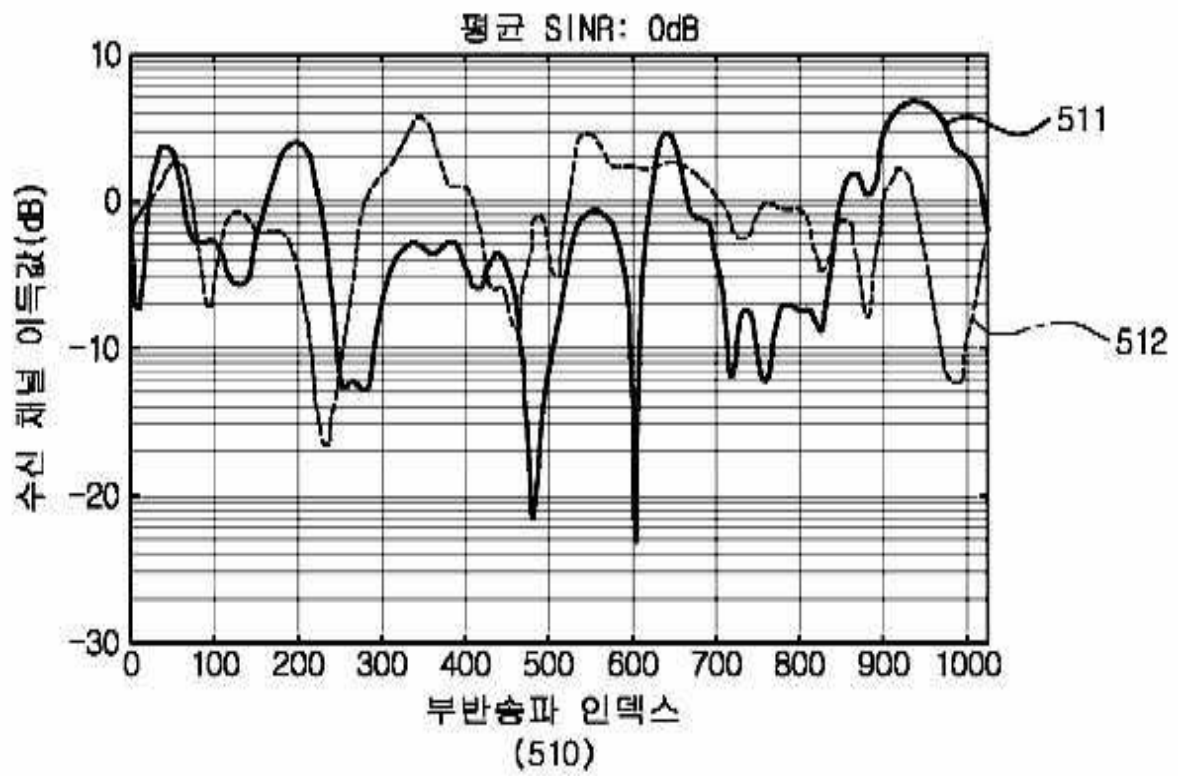
도면3



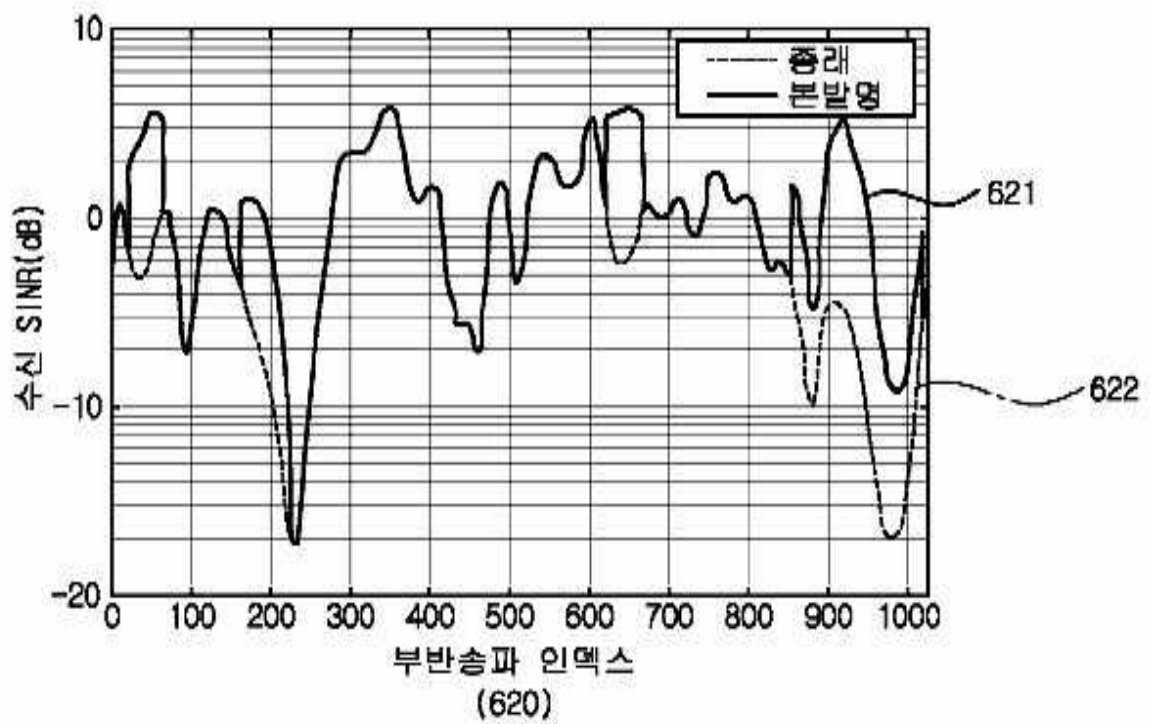
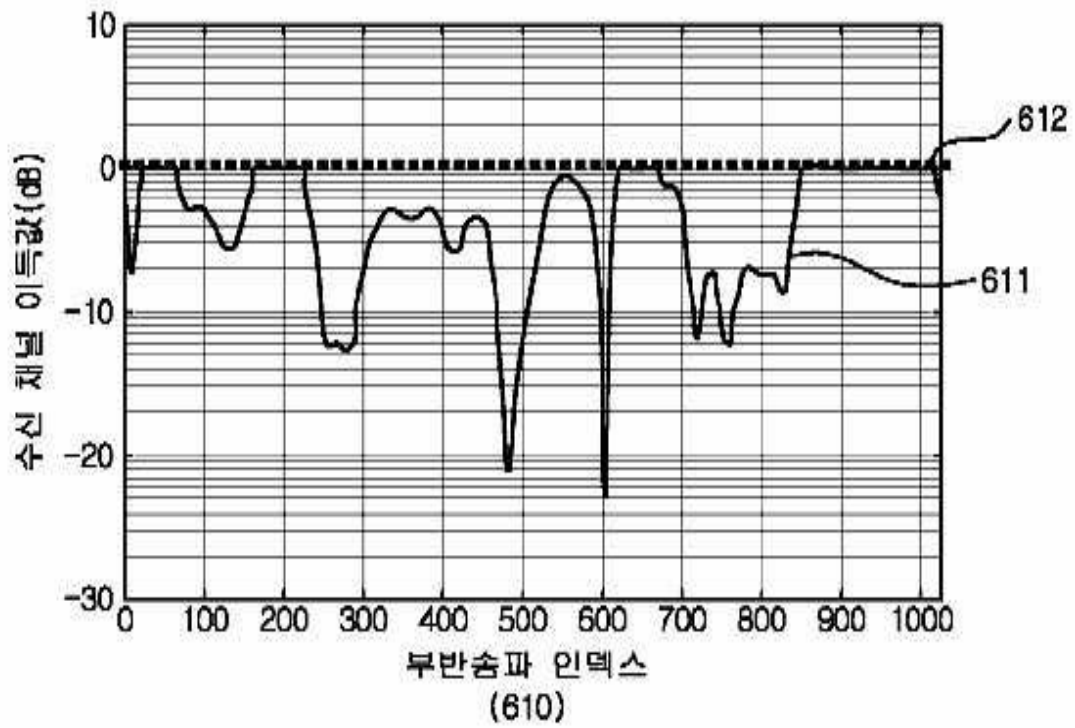
도면4



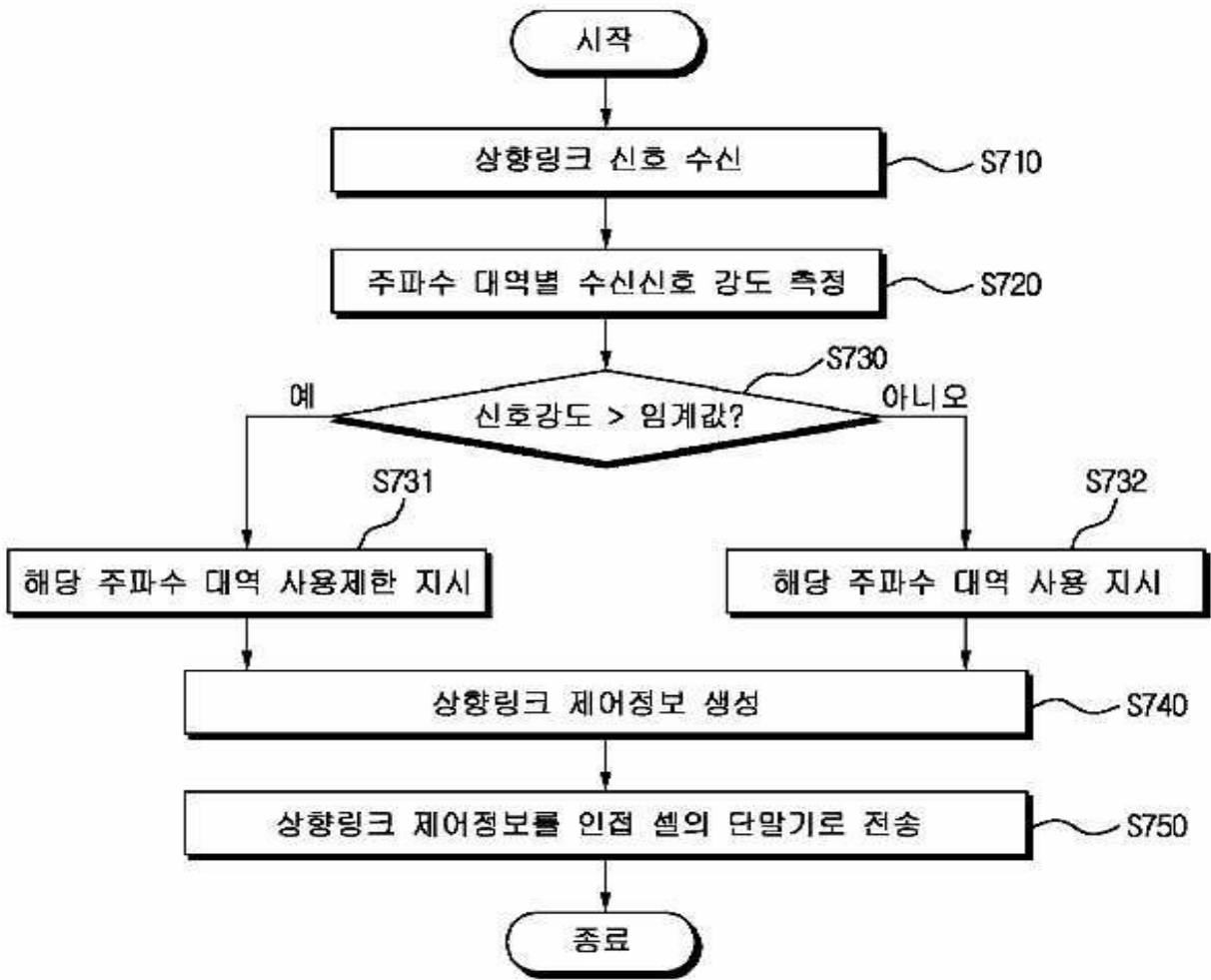
도면5



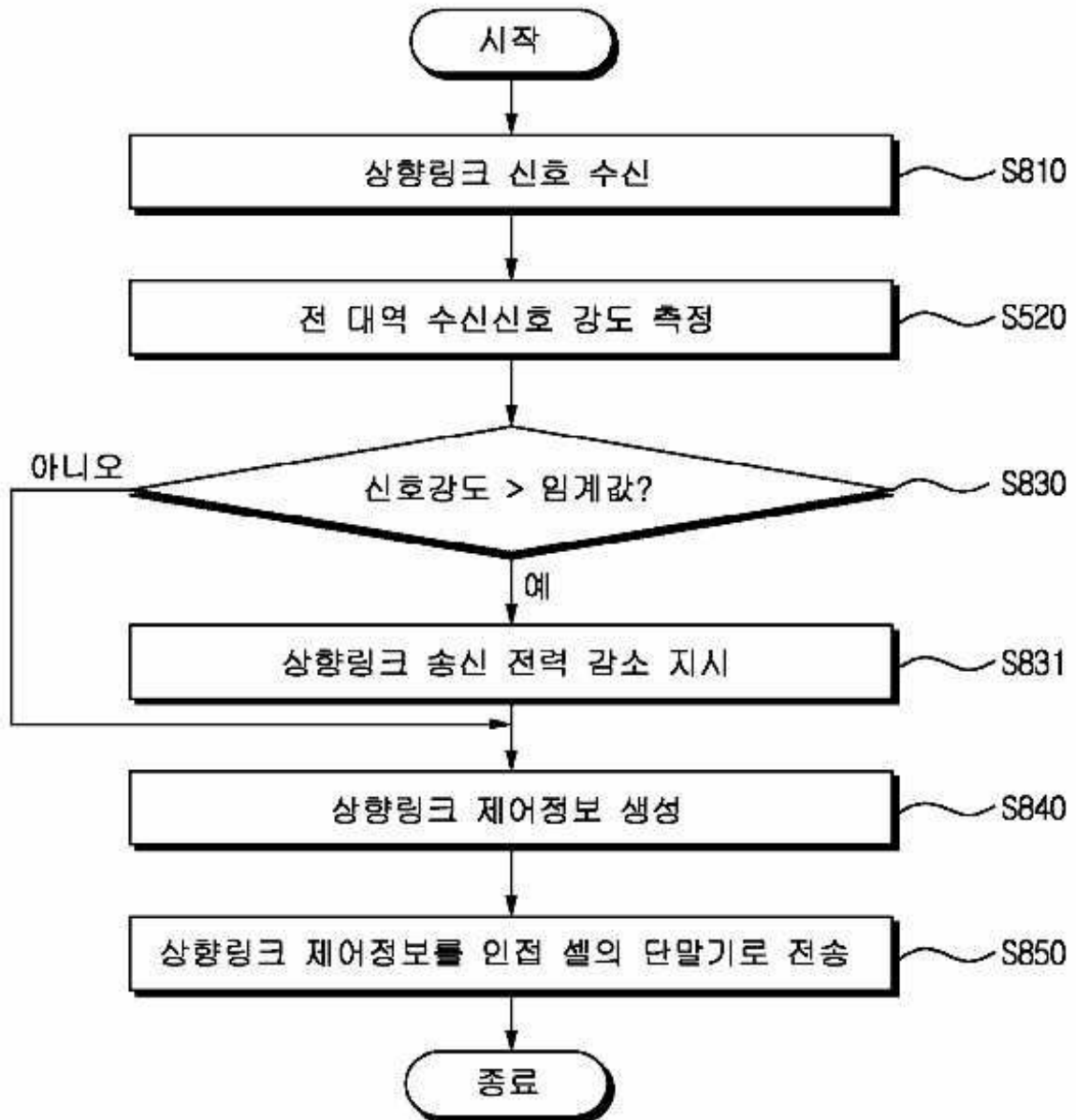
도면6



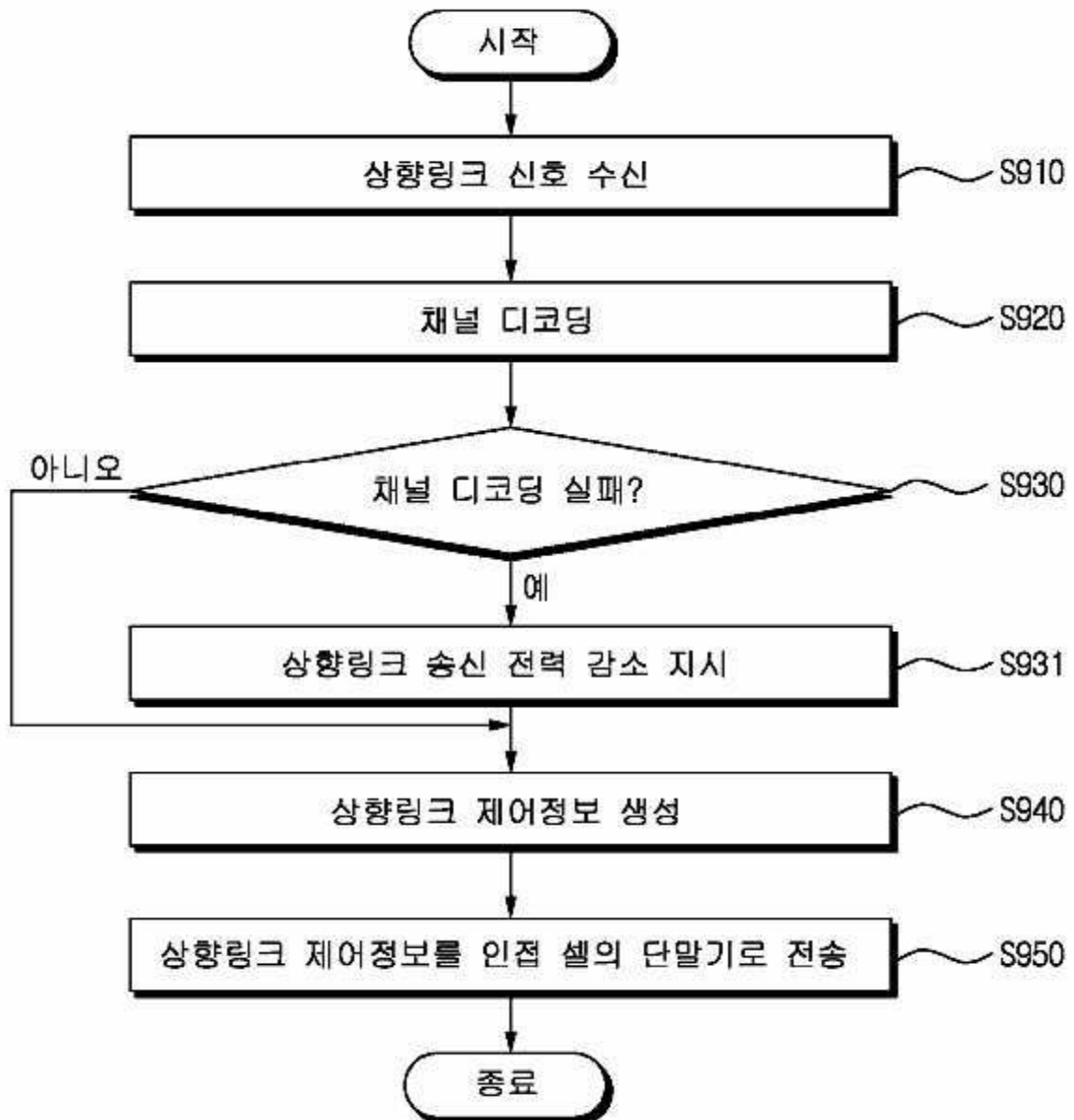
도면7



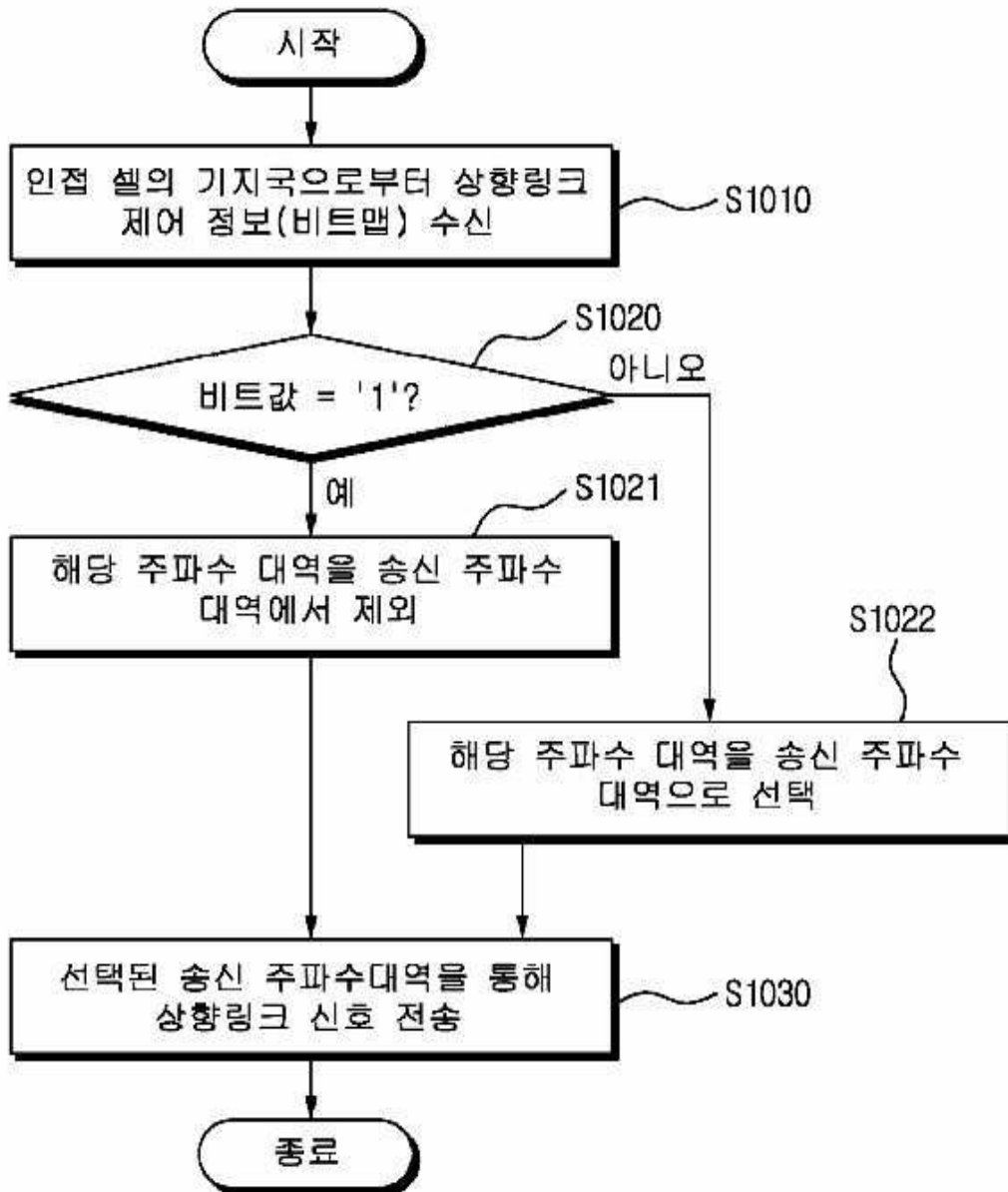
도면8



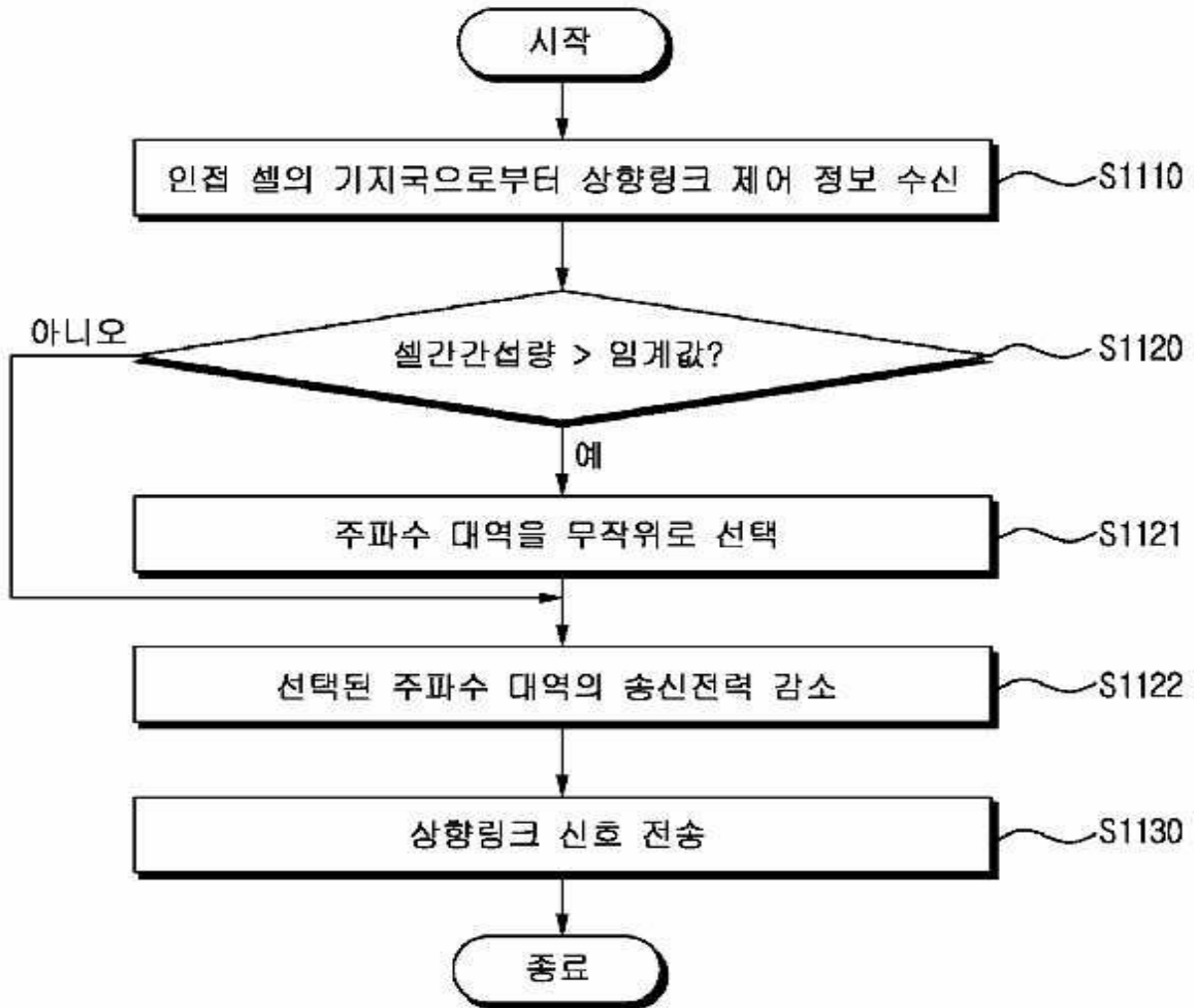
도면9



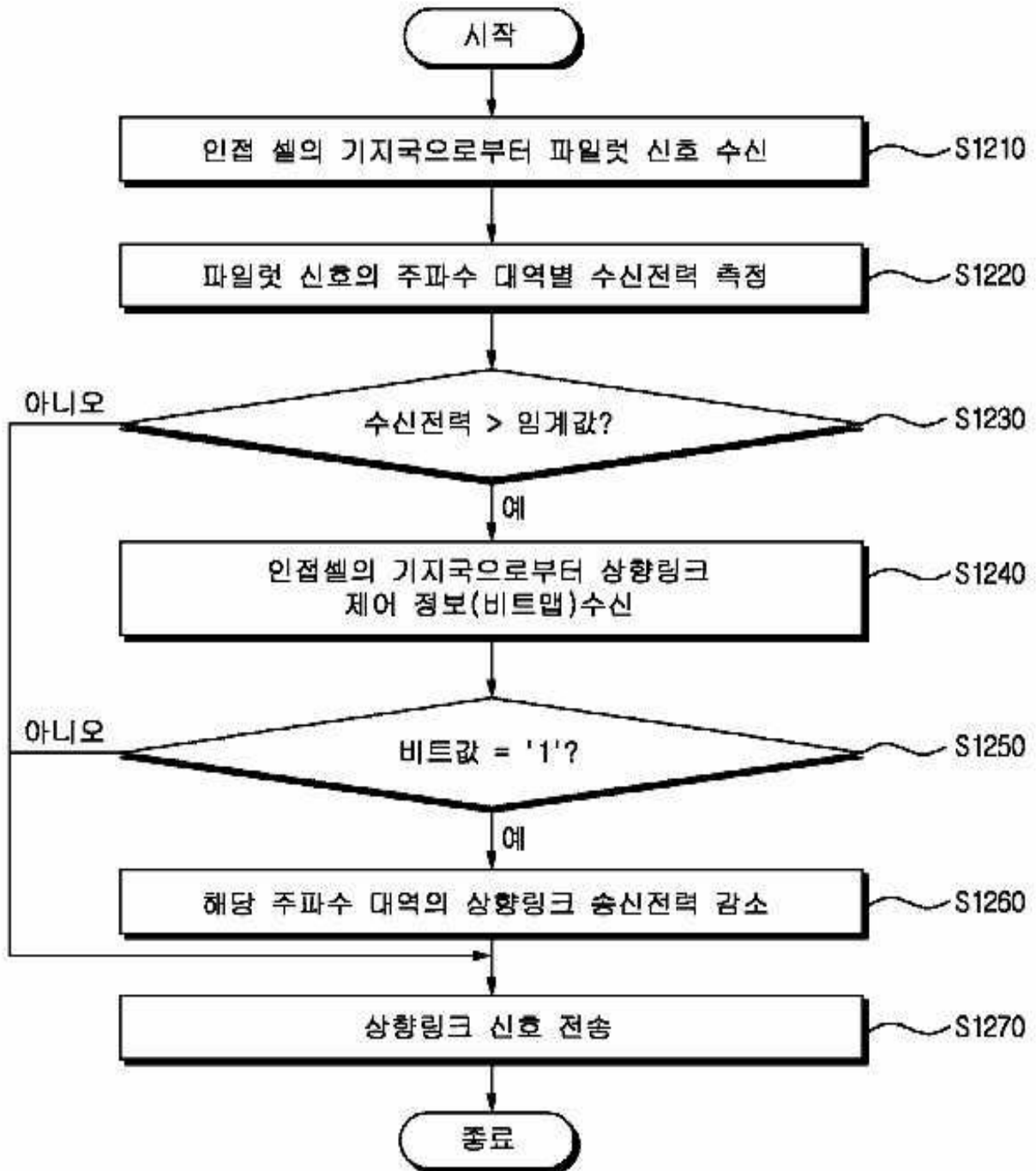
도면10



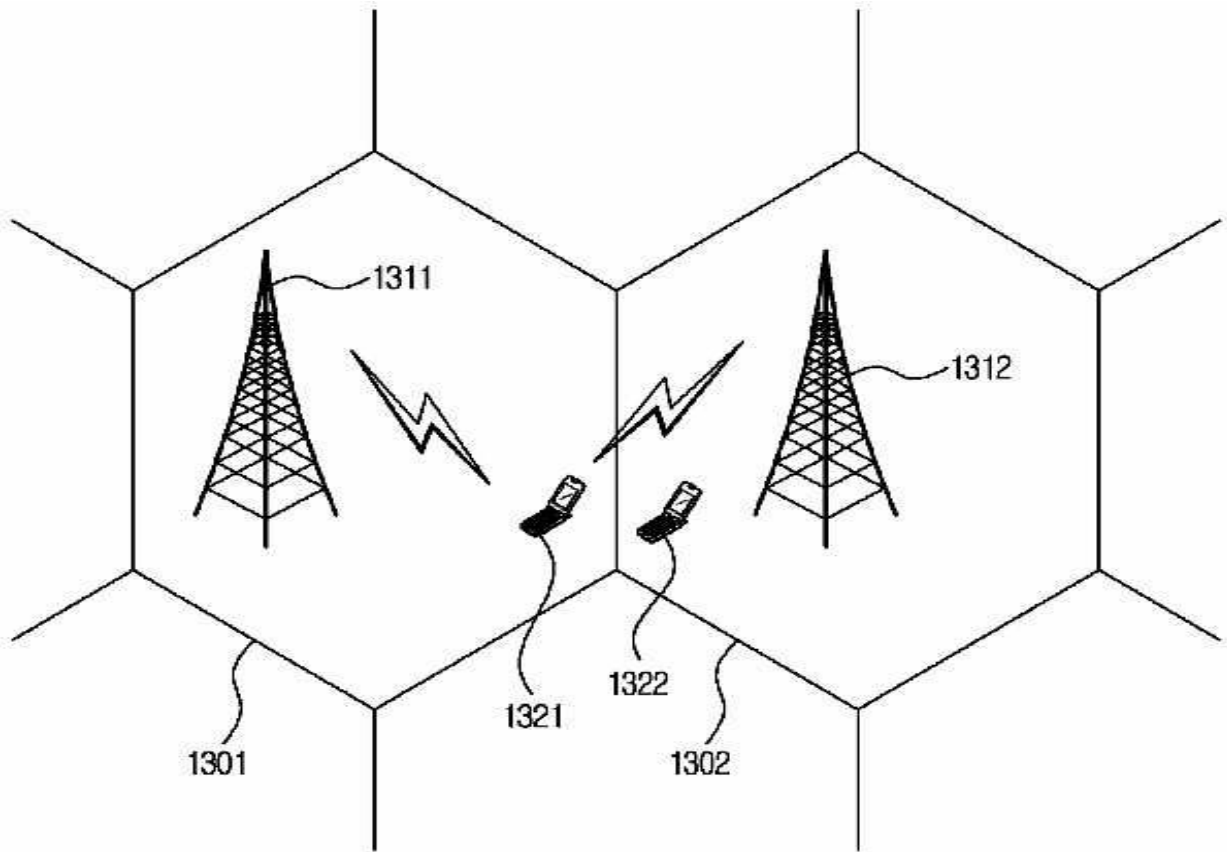
도면11



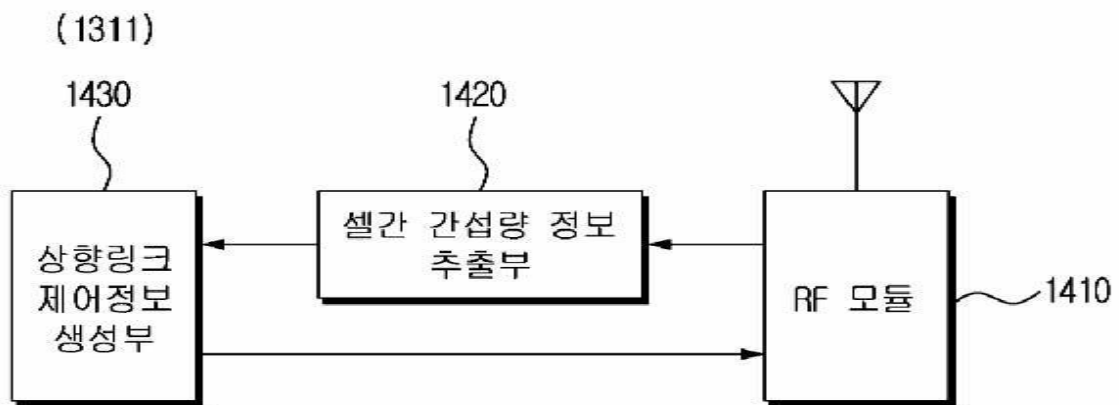
도면12



도면13



도면14



도면15

