



920041000228



1011471PCT/IB2003/003022



0000031400

방식심사란	담 당	심 사 관

【서류명】 특허법 제203조의 규정에 의한 서면

【권리구분】 특허

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2004.12.17

【국제특허분류】 H04Q 7/36

【국제특허출원언어】 외국어

【발명의 국문명칭】 3차원 서비스영역 셀룰러망

【발명의 영문명칭】 A THREE-DIMENSION COVERAGE CELLULAR NETWORK

【출원인】

【성명】 세, 유안

【출원인코드】 6-2004-045740-9

【대리인】

【명칭】 특허법인 정직과 특허

【대리인코드】 9-2004-100022-8

【지정된 변리사】 변리사 이상찬, 변리사 신양환

【발명자】

【성명】 세, 유안

【출원인코드】 6-2004-045740-9

【국제출원의 표시】

【국제출원번호】 PCT/IB2003/003022

【국제출원일자】 2003.07.30

【우선권주장】

【출원국명】 CA

APPLICATION

【명세서】

【발명의 명칭】

3차원 서비스영역 셀룰러망{A THREE-DIMENSION COVERAGE CELLULAR NETWORK}

【기술분야】

관련출원의 상호 인용

본 출원은 캐나다 특허출원 제2,393,552호(출원일: 2002년 7월 31일, 발명의 명칭: "육상 셀룰러 무선 통신 시스템의 고층 빌딩 서비스 방법 및 안테나(Methods and antennae for High-Rise Coverage of Terrestrial Cellular Wireless Communications Systems)")의 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 본 명세서에 인용된다.

본 발명은 셀룰러 통신 시스템을 위한 지면 및 지상의 셀룰러 신호 유효 범위(coverage)에 관한 것이다. 본 발명은 셀룰러 통신 시스템을 위한 3차원 셀룰러 신호 커버리지를 구축할 때에 어떤 지역 내의 간섭을 제거할 수 있는 네트워크, 방법, 기지국 및 안테나에 관한 것이다.

【배경기술】

이동 셀룰러 통신 시스템(간단히, "이동 셀룰러 시스템" 또는 "셀룰러 시스템"이라 부름)은 원래 1970년대에 벨 전화 연구소에서 발명(미국특허 제 3,663,762호)한 것으로, 일반적으로 적어도 하나의 이동 교환국(MSC), 어떤 지역에 걸쳐 분산된 복수의 이동국, 및 복수의 지상 가입자 무선국을 포함하는 것으로 알려져 있다. 이것은 적어도 하나의 제어 채널과, 트래픽 채널 그룹을 포함하며, 셀룰러 이

동 통신을 위해 할당된 무선 주파수들 또는 주파수 스펙트럼들을 이용하여 지상 가입자 무선국들에게 이동 무선 접속 통신 서비스를 제공한다. 각 기지국은 기지국 송수신기 시스템(BTS), 적어도 하나의 기지국 안테나, 및 안테나 지지 구조물(탑, 기둥, 옥상 등)을 포함하며, 하나 또는 복수의 기지국 안테나가 담당하는 지상 영역, 즉, 지상 셀에 서비스를 제공한다. 각 지상 셀은 복수의 지상 섹터로 더 나누어질 수 있으며, 하나 또는 복수의 기지국 섹터 안테나가 각 섹터를 담당하게 된다. 무선 주파수 또는 무선 주파수 스펙트럼은 이들 지상 셀 또는 섹터에서 재사용된다. BTS는 복수의 송신기와 복수의 수신기를 포함하며, 이들은 적어도 하나의 제어 채널과 복수의 트래픽 채널로 이루어져 있다. 특정 지역 내의 이동 셀룰러 시스템에는 전용의 무선 주파수 대역이 할당되어 있다. 북미 지역에서는 두 개의 주파수 대역이 이동 셀룰러 시스템에 할당되어 있는데, 하나는 824MHz에서 849MHz까지의 송신 주파수와 869MHz에서 894MHz까지의 수신 주파수를 갖는 800MHz 대역이고, 다른 하나는 1850MHz에서 1910MHz까지의 송신 주파수와 1930MHz에서 1990MHz까지의 수신 주파수를 갖는 1900MHz 대역이다.

셀룰러 시스템은 두 가지 기본 개념, 즉 셀과 주파수 재사용에 기반을 두고 있다. 특정 지역은 일반적으로 서로 접해 있는 육각형으로 나타내어지며 셀룰러 패턴을 구성하는 더 작은 서비스 영역으로 나누어진다. 기지국들은 각 셀의 대략 중심에 위치해 있으며, 그 안테나는 탑(또는 기둥, 옥상 등)에 설치되어 무선 신호를 송/수신하고 자신의 셀 내에 있는 가입자 무선국들과 통신한다. 이 방법의 이점은 한정된 주파수 스펙트럼으로 네트워크 용량이 크게 증가한다는 것이다. 오늘

날, 이러한 셀룰러 방법은 첨단 이동 통신 시스템(AMPS), 시분할 다중접속(TDMA) 시스템, 세계 이동 통신 시스템(GSM), 코드분할 다중접속(CDMA) 시스템, 및 제3 세대(3G) 셀룰러 시스템과 같은 각종 이동 셀룰러 시스템에 널리 이용되고 있다. (셀은 무선 경로 상의 특정 논리적 인식에 대응하는 기지국 또는 그 기지국의 하부 시스템이 담당하는 지역이나 공간을 말한다. 셀 내의 이동국들은 기지국의 대응 무선 장비와 통신할 수 있다.

셀들의 무선 주파수 재사용은 간섭을 유발할 수 있다. 주파수 분할 다중 접속(FDMA) 셀룰러 시스템(AMPS 같은 것)과 TDMA 셀룰러 시스템(GSM 같은 것)에서는 무선 주파수 재사용은 동일채널 간섭을 유발한다. 동일채널 간섭을 최소화하기 위해서 셀룰러망 구조는 동일채널 간섭원에서 가입자 무선국까지의 거리를 증가시키도록 설계된다. 셀들은 클러스터로 구성된다. 하나의 클러스터는 하나의 셀 그룹이다. 셀의 클러스터 내에서는 전체 가용 주파수 스펙트럼이 이용될 수 있다. 총 주파수 채널 수 중 일부는 각 셀에 할당되며, 동일 클러스터 내의 인접 셀들에는 다른 그룹의 주파수 채널이 할당된다. 클러스터 내에서는 무선 주파수의 재사용은 없다. 그리고, 클러스터 내의 주파수 채널 구성은 셀룰러망의 모든 클러스터에서 반복된다. 이러한 구조에서는 주파수 재사용 거리는 셀 반경보다 훨씬 크므로 동일 채널 감소에 도움이 된다. 하나의 셀은 다시 지향성 섹터 안테나를 구비한 복수의 섹터들로 분할될 수 있다. 각 섹터는 그 셀의 부분 지역을 담당한다. 각 섹터에는 그 셀의 전체 주파수 채널의 일부가 할당된다. 섹터 안테나의 배향은 동일 채널 간섭을 더 감소시킨다. CDMA 셀룰러 시스템에서는 모든 셀이 넓은 주파수 범

위에서 동일한 확산 스펙트럼을 사용한다. 간섭은 셀 내의 통신이 증가함에 따라 유발되며, 또한 인접 셀로부터도 유발된다. 인접 셀에 의한 간섭은 시스템에 대한 잡음 플로어(noise floor)의 원인이 된다. 인접 셀로 방사되는 신호가 약할수록 시스템에는 간섭이 적게 생길 것이다. 셀룰러 시스템에서 간섭을 제어하는 한 가지 방법은 자신의 셀 내에 기지국 무선 신호를 포함시키는 것이다.

도 1A 및 1B에 도시된 바와 같이, 다운틸트(down-tilt) 빔 기지국 안테나(간단히, "다운틸트 안테나"라고 부름)는 이동 셀룰러 시스템에서 널리 이용되는 방법이다(미국특허 제4,249,181호). 다운틸트 안테나는 신호를 하방으로 방사하며, 자신의 셀 내에만 그 신호를 포함시키고 인접 셀로는 방사되지 못하도록 하기 때문에 셀룰러 시스템에서 간섭을 감소시킬 수가 있다. 다운틸트 안테나는 간섭을 줄이는데는 도움이 되지만 가격이 상당하다. 다운틸트 안테나로부터 방사되는 빔은 지상을 향해 아래로 향하기 때문에 다운틸트 안테나 위의 공간에는 무선 신호가 매우 약한데, 특히 셀의 경계 근처에서는 더욱 그러하다. 다운틸트 안테나 사용 시 셀의 공간 커버리지 패턴은 마치 커다란 돔(도 1C 및 도 1D에 도시됨) 처럼 생겨 가운데는 높고 경계 부분에서는 낮다. 셀 커버리지 밖의 무선 신호는 통신이 가능할 정도로 충분히 강하지 못하다. (이후로는, 다운틸트 안테나 또는 빔틸트가 없는 안테나가 담당하는 셀을 "지상 셀"이라고 부르기로 하고, 다운틸트 섹터 안테나 또는 빔틸트가 없는 섹터 안테나가 담당하는 셀을 "지상 섹터"이라고 부르기로 하고, 지상 셀과 지상 섹터들로 구성된 셀룰러망은 "지상 셀룰러망"이라고 부르기로 한다. "지상"이라는 용어는 그 커버리지 타겟을 강조하기 위한 것이다.)

이동 셀룰러 시스템은 지상에서의 이동 통신을 제공하기 위해 개발된 것이다. 그 망구성과 시스템 설계는 이동성과 지상 커버리지에 기반을 두고 있다. 전통적으로 이동 셀룰러망은 그 커버리지 영역을 지표면으로 취급하며 지상만을 담당한다. 이것은 기본적으로 2차원 커버리지 네트워크이다. 세상은 3차원적이다. 도시, 특히 대도시에는 고층 빌딩이 많다. 기지국 안테나의 높이와 다운틸트는 한정되어 있기 때문에 많은 고층 빌딩의 상층들은 이동 셀룰러망의 서비스 영역을 벗어나 있게 된다. 기술이 진보됨에 따라서 이동 전화나 BTS와 같은 가입자 무선국은 더욱 더 감도가 좋아져 약한 신호라도 감지할 수 있게 되었으나, 여전히 많은 고층 빌딩의 상층에서의 셀룰러 신호는 통신을 양호하게 수행하기에는 그 강도 너무 약하다는 것이 입증되어 있다. 셀 내의 기지국과 고층 빌딩의 상층에 있는 이동 전화 간에는 자유 공간에 의한 신호 손실 이외에도 두 가지 주요한 추가적인 신호 손실이 있다. 하나는 고층 빌딩의 벽 및/또는 창문을 통과할 때 생기는 관통 손실이다. 이것은 평균 약 20dB의 손실을 초래한다. 다른 하나는 기지국 안테나의 다운 틸트로 인한 것이다. 많은 고층 빌딩의 상층은 다운틸트 안테나의 주로브(main lobe) 커버리지 내에 있지 않고, 다운틸트 안테나의 공영역(null zone) 내에 있다. 일반적으로, 셀룰러 기지국 안테나의 이득은 주로브에서보다 공영역에서 20dB 정도 작다. 이것은 평균적으로 20dB 정도의 추가적인 손실을 초래한다. 대부분의 고층 빌딩의 상층에서 셀룰러 신호는 동일한 장소의 지상에서의 셀룰러 신호에 비해 평균적으로 약 40dB 정도 더 낮다. 이것이 바로 많은 고층 빌딩의 상층에서는 셀룰러 전화로 통화하기 어려운 이유이다. 반면에, 다운틸트 안테나의 주

로브 커버리지 내에 있는 고층 빌딩의 하층이나 층수가 작은 빌딩에서는 셀룰러 신호는 자유 공간에 의한 신호 손실을 제외하고는 평균적으로 20dB 정도만의 관통손실을 갖는다. 이곳에서의 셀룰러 신호는 동일 지역 내의 대부분의 고층 빌딩의 상층에서보다 훨씬 강하다. 이런 곳에서는 대부분의 경우에 셀룰러 전화 통화 품질이 우수하다. 20dB는 무선 통신, 특히 옥내와 같은 약한 무선 신호 환경에서는 매우 중요하다. 고층 빌딩의 상층에서의 커버리지 문제를 해소하기 위해서는 기존의 이동 셀룰러망은 변경될 필요가 있다. (안테나 주로브는 최대 방사 에너지를 포함하는 안테나 방사 패턴의 로브인데, 때로는 "메인 로브" 또는 "빔"이라고도 한다.)

통신 트래픽이 적은 시골같은 지역에서는 셀은 보다 넓은 지역을 커버하도록 가능한 크게 설계된다. 이런 지역에서는 기지국 안테나는 일반적으로 다운틸트각이 작거나 아예 틸트각이 없다. 통신 트래픽이 많은 도시 같은 지역에서는 셀은 시골 지역보다 훨씬 작게 설계된다. 이런 지역에서는 대부분의 기지국 안테나는 안테나로부터의 방사가 작은 셀 내에 다 포함되어 간섭을 피하도록 다운틸트각이 시골 지역보다 상대적으로 더 크다. 기지국 안테나는 간섭, 셀 크기, 미감, 비용 및 장소 이용성을 감안해서 일반적으로 지상에서 20 내지 40 미터 높이의 옥상에 설치된다. 따라서 도시 지역, 특히 대도시의 많은 고층 빌딩의 상층은 공간적으로 이동 셀룰러망 커버리지 밖에 있게 된다. 그러나 실제로는 많은 고층 빌딩의 상층에는 신호 커버리지 없거나 미약하다. 사람들은 그곳에서 일하고 살아간다. 이동 전화가 전세계적으로 널리 보급됨에 따라, 이제 고층 빌딩에서의 이동 셀룰러 신호 커버리지는 서비스 공급자와 수요자 모두에게 주요 관심사이다.

고층 빌딩에서 이동 셀룰러 신호 옥내 커버리지를 제공하는데 "분산형 안테나 시스템" (DAS)이라 불리는 시스템 및 방법이 사용되어 왔다. 이것은 마이크로셀 기지국 또는 중계기로부터 무선 주파수(RF) 케이블 및/또는 광파이버를 통해 빌딩 내로 셀룰러 무선 신호를 유입시키는 것이다. 일반적으로, 이것은 마이크로셀 기지국 또는 중계기, 길고 복잡한 무선 신호 분배망, 및 많은 옥내 안테나를 필요로 한다. 무선 신호 강도는 옥내 안테나 주변의 작은 영역을 커버하도록 제한되어 있다. 그러나 불행히도 DAS 시스템은 고층 빌딩 커버리지에 대해서는 비용면에서 효율적인 해결책이 되지 못한다. 마이크로셀 기지국 또는 중계기와 분배망은 매우 비싸다. 고층 빌딩에 마이크로셀 기지국 또는 중계기와 분배망을 설치할 장비실을 임대하는 데도 마찬가지로 비용이 많이 든다. 또 분배망을 운영하기 위해서는 건물주의 허가를 받아야 하고, 설치 비용도 아주 비싸다. 모든 빌딩에서 완전한 커버리지를 구축하려면 엄청난 비용을 들여 층마다 빌딩마다 이 시스템을 운영해야 한다. DAS 시스템의 커버리지에서의 유료 트래픽은 한정되어 있다. 대개는 단순히 DAS 시스템을 운영해서 얻을 수 있는 이익은 이 시스템을 구축하는데 든 투자비용에도 미치지 못할 것이다. 이것이 바로 DAS 시스템이 널리 보급되지 못하는 이유이다.

따라서, 셀룰러 시스템에서 고층 빌딩의 상층에 셀룰러 신호 커버리지를 구축할 수 있는 더욱 실제적이면서 비용면에서도 효율적인 해결책이 요구된다.

【발명의 상세한 설명】

본 발명의 셀룰러 통신망(간단히 "셀룰러망"이라고 함)의 일 특징은 적어도

하나의 기지국이 지표면과 지표면 위의 3차원(3D) 공간 커버리지를 갖고서, 기지국의 송신기와 수신기를 다운틸트 안테나와 업틸트(up-tilt) 안테나 간에 공유하고 그 기지국 안테나의 빔 다운틸팅과 업틸팅에 의해서 간섭을 제거하는 것이다. 본 발명의 셀룰러망의 다른 특징은 적어도 다른 하나의 기지국이 지표면 위의 특정 공간에 커버리지를 가지고, 그 기지국 안테나의 빔 업틸팅에 의해 간섭을 제거하는 것이다. 이와 같은 구성에 따라서, 본 발명의 셀룰러망은 특정 지역에서 3D 공간 커버리지, 특히 도시의 고층 빌딩의 상층의 커버리지를 구축하는데 있어 비용면에서 효율적인 해결책을 제공한다.

또한, 본 발명은 상기 특징들을 가진 셀룰러 통신망을 구축하는 방법 및 기지국을 제공한다.

본 발명의 셀룰러 통신망은 특정 지역 내에 복수의 기지국을 포함한다. 본 발명의 셀룰러 통신망은 특정 지역에서 셀룰러 통신 서비스를 제공한다. 특정 지역은 복수의 셀로 분할된다. 각 기지국은 셀 내의 가입자 이동국에 무선 신호를 제공한다. 셀룰러망의 적어도 하나의 기지국은 셀에서 지표면과 지표면 위의 3D 공간 커버리지를 갖는다. 기지국은 송신기, 다운틸트 안테나, 및 업틸트 안테나를 포함한다. 송신기는 셀룰러망의 하나 이상의 셀에서 재사용가능한 주파수 범위 내에서 그 기지국의 셀 내에 공급될 무선 신호를 발생시킨다. 다운틸트 안테나는 송신기에 결합되어 그 주로브가 하방으로 향해있는 방사 특성 패턴으로 무선 신호를 방사한다. 업틸트 안테나는 송신기에 결합되어 그 주로브가 상방으로 향해있는 방사 특성 패턴으로 무선 신호를 방사한다. 따라서, 다운틸트 안테나 아래와 업틸트

안테나 위의 기지국의 셀 내에 무선 신호를 방사하되, 그 무선 신호가 셀룰러망의 다른 기지국으로부터의 무선 신호와 간섭을 일으킬 수 있는 셀룰러망의 다른 셀내로 방사되는 것을 막는다. 기지국은 그 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 수신하는 수신기를 더 포함한다. 수신기는 업틸트 안테나와 다운틸트 안테나 모두에 결합되어, 기지국의 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 상기 두 개의 안테나 중 적어도 하나를 통해 수신한다. 두 개의 안테나는 실질적으로 나란히 배치된다. 다운틸트 안테나는 높이에 있어 업틸트 안테나 위치 배치될 수 있다. 상기 두 개의 안테나는 하나의 안테나로 일체적으로 형성될 수 있다. (무선 신호는, 때로는 간단히 "신호"라고 하며, 송신기 또는 가입자 무선국에 의해 발생된 정보를 갖고 있는 검출가능한 무선 에너지이다.) 안테나 방사 패턴은 안테나의 전자기장 강도의 변화로서 축에 대한 각도의 함수로서 나타난다.

본 발명의 셀룰러망은 지표면 위의 공간에 커버리지를 갖는 기지국 중 적어도 다른 하나의 기지국을 포함한다. 기지국은 송신기와 업틸트 안테나를 포함한다. 송신기는 셀룰러망의 하나 이상의 셀에서 재사용가능한 주파수 범위 내에서 그 기지국의 셀 내에 제공될 무선 신호를 발생시킨다. 업틸트 안테나는 송신기에 결합되어 그 주로브가 상방으로 향해있는 방사 특성 패턴으로 무선 신호를 방사한다. 따라서, 업틸트 안테나 위의 기지국의 셀 내에 무선 신호를 방사하되, 그 무선 신호가 셀룰러망의 다른 기지국으로부터의 무선 신호와 간섭을 일으킬 수 있는 셀룰러망의 다른 셀내로 방사되는 것을 막는다. 기지국은 그 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 수신하는 수신기를 더 포함한다.

본 발명에 따라서, 복수의 셀로 분할된 특정 지역에 셀룰러 통신 서비스를 제공하는 방법은 상기 셀들 중 하나 이상의 셀에서 재사용될 수 있는 주파수 범위에서 복수의 무선 신호를 발생시키는 단계를 포함하되, 각 무선 신호는 상기 셀 내의 가입자국에 제공된다. 무선 신호들 중 하나는 주로브가 하방으로 향해 있는 방사 특성 패턴으로 다운틸트 안테나로부터 방사하고 주로브가 상방으로 향해 있는 방사 특성 패턴으로 업틸트 안테나로부터 방사함으로써 상기 셀에 제공된다. 상기 구성에 따라서, 상기 셀 내에서는 다운틸트 안테나 아래와 업틸트 안테나 위로 무선 신호가 방사되며, 이 무선 신호가 다른 무선 신호와 간섭을 일으킬 수 있는 다른 셀 내로 방사되는 것이 방지된다. 본 발명의 방법은 상기 셀 내의 가입자국으로부터 적어도 하나의 무선 신호를 수신하는 단계를 더 포함한다. 상기 가입자국으로부터의 무선 신호는 상기 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나 중 적어도 어느 하나를 통해 수신될 수 있다. 이들 안테나 모두는 실질적으로 나란히 배치될 수 있다. 다운틸트 안테나는 높이에 있어 업틸트 안테나 위에 배치될 수 있다. 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나는 하나의 안테나로 일체적으로 형성될 수 있다.

본 발명의 방법은 셀의 업틸트 안테나로부터 그 주로브가 상방으로 향해있는 방사 특성 패턴으로 다른 무선 신호를 방사함으로써 그 셀에 상기 다른 무선 신호를 제공하는 단계를 더 포함한다. 상기 구성에 따라서, 상기 셀 내에서는 업틸트 안테나 위로 상기 다른 무선 신호가 방사되며, 상기 다른 무선 신호가 또 다른 무선 신호와 간섭을 일으킬 수 있는 다른 셀 내로 방사되는 것이 방지된다.

본 발명의 셀룰러 통신망의 기지국은 송신기, 다운틸트 안테나, 및 업틸트

안테나를 더 포함한다. 이 셀룰러 통신망은 복수의 셀로 분할된 특정 지역에 복수의 셀룰러 무선 신호를 제공한다. 송신기는 기지국의 셀 내에 제공될 무선 신호를 발생시킨다. 이 송신기는 하나 이상의 셀에서 재사용가능한 주파수 범위 내에서 작동한다. 다운틸트 안테나는 상기 송신기에 결합되어 그 주로브가 하방으로 향해 있는 방사 특성 패턴으로 무선 신호를 방사한다. 업틸트 안테나는 상기 송신기에 결합되어 그 주로브가 상방으로 향해있는 방사 특성 패턴으로 무선 신호를 방사한다. 따라서, 다운틸트 안테나 아래와 업틸트 안테나 위의 기지국의 셀 내에 무선 신호를 방사하되, 그 무선 신호가 셀룰러망의 다른 무선 신호와 간섭을 일으킬 수 있는 다른 셀내로 방사되는 것을 막는다. 기지국은 그 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 수신하는 수신기를 더 포함한다. 수신기는 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나에 결합되어, 기지국의 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나 중 적어도 어느 하나를 통해 수신한다. 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나는 하나의 안테나로 일체적으로 형성될 수 있다.

본 발명은 두 가지 서로 다른 방향에서 적어도 두 개의 빔을 갖는 다중빔 다중틸트 기지국 안테나를 더 제공한다. 이것은 셀룰러 기지국에서 3D 공간 커버리지를 제공하는 다운틸트 안테나와 업틸트 안테나를 하나의 단일 안테나로 대체하는 하는데 이용될 수 있다. 이것이 셀룰러 기지국에 사용될 때에는 두 개의 빔들 중 하나는 지표면을 커버하도록 하방으로 향하고, 다른 하나는 지표면 위의 공간을 커버하도록 상방으로 향한다. (안테나 빔은 안테나 주로브라고도 하는 것인데, 적어도 1차원에서 대부분의 방사 에너지를 한정된 작은 각 내에 포함하고 있는 방사로

브이다.)

【도면의 간단한 설명】

도 1A(종래기술)은 이동 셀룰러 시스템의 통상적인 기지국과 그 커버리지를 도시한 도면.

도 1B(종래기술)는 도 1A에서의 다운틸트 섹터 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면.

도 1C(종래기술)는 이동 셀룰러 시스템의 통상적인 지상 셀의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면.

도 1D(종래기술)는 지상 이동 셀룰러 네트워크의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면.

도 2A는 고층 빌딩의 상층을 커버하는 업틸트 섹터 안테나를 도시한 도면.

도 2B는 고층 빌딩의 상층을 커버하는 업틸트 무지향성 안테나를 도시한 도면.

도 2C는 고층 빌딩의 상층을 커버하는 업틸트 송수신 섹터 안테나를 도시한 도면.

도 2D는 도 2A에서의 업틸트 섹터 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면.

도 2E는 본 발명의 상부 셀의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면.

도 2F는 본 발명의 상부 셀 및 섹터의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면.

도 2G는 본 발명의 상부 셀룰러망의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면.

도 3A는 제1 방식에서 지상 셀룰러망 상에 중첩된 상부 셀룰러망의 높이에서의 공간 커버리지 프로필을 도시한 도면.

도 3B는 제2 방식에서 지상 셀룰러망 상에 중첩된 상부 셀룰러망의 높이에서의 공간 커버리지 프로필을 도시한 도면.

도 3C는 제3 방식에서 지상 셀룰러망 상에 중첩된 상부 셀룰러망의 높이에서의 공간 커버리지 프로필을 도시한 도면.

도 3D는 제4 방식에서 지상 셀룰러망 상에 중첩된 상부 셀룰러망의 높이에서의 공간 커버리지 프로필을 도시한 도면.

도 4A는 상부 셀과 지상 셀 간의 간섭을 제거하기 위한 본 발명의 방법 및 공유 기지국의 실시예를 도시한 도면.

도 4B는 상부 셀과 지상 셀 간의 간섭을 제거하기 위한 본 발명의 방법 및 공유 기지국의 송신기 및 수신기의 실시예를 도시한 도면.

도 4C는 상부 셀룰러망에서 전용 주파수 또는 주파수 스펙트럼을 이용하여 상부 셀과 지상 셀 간의 간섭을 제거하기 위한 방법의 실시예를 도시한 도면.

도 5A는 본 발명의 상부 셀룰러망의 시스템 구조의 실시예를 도시한 도면.

도 5B는 상부 셀룰러망과 지상 셀룰러망의 시스템 통합의 실시예를 도시한 도면.

도 5C는 상부 셀룰러망과 지상 셀룰러망의 시스템 통합의 실시예를 도시한

도면.

도 5D는 상부 셀룰러망과 지상 셀룰러망의 시스템 통합의 실시예를 도시한 도면.

도 6A(종래기술)는 통상의 기지국 섹터 안테나와 그 빔 패턴 및 커버리지를 도시한 도면.

도 6B는 좁은 빔 안테나를 가진 고층 빌딩 커버리지를 제공하는 방법의 실시예를 도시한 도면.

도 7A는 단일 대역에서의 본 발명의 다중빔 다중틸트 안테나의 실시예를 도시한 도면.

도 7B는 도 7A의 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면.

도 7C는 이중 대역에서의 본 발명의 다중빔 다중틸트 안테나의 실시예를 도시한 도면.

도 7D는 도 7C의 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면.

도 7E는 다중빔 다중틸트 안테나의 기계적 빔 틸팅 수단의 실시예를 도시한 도면.

도 7F는 다중빔 다중틸트 안테나의 전기적 빔 틸팅 수단의 실시예를 도시한 도면.

【실시예】

도 1A 내지 도 1D는 종래기술과 그 문제점을 나타낸 도면이다.

도 1A는 이동 셀룰러 시스템의 통상적인 기지국과 그 커버리지를 도시한 도

면이다. 다운틸트 섹터 안테나(1)는 RF 케이블(4)을 통해 BTS(5)에 연결된다. 이것은 기둥(3)에 설치된다. 그 빔은 그 설치 위치로부터 수평면 아래로 β 각도로 다운틸트된다. 그 빔은 그 지상 섹터 내의 지표면, 저층 빌딩(20a), 및 고층 빌딩(20)의 하층을 커버한다. 그 빔은 고층 빌딩(20)의 상층을 커버하지는 못한다. 안테나(1)는 송신 및 수신 안테나로 기능한다. 화살표(51)는 빔(또는 주로브(main lobe)) 축이다. (섹터 안테나는 방위와 고도에 있어 지향적인 방사 패턴을 갖고 있다. 빔 또는 주로브 축은 빔 또는 주로브의 최대 전력 방사 방향이다.)

도 1B는 송신 및 수신 방향에서 도 1A에서의 다운틸트 섹터 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면이다. 안테나에서는 송신 특성과 수신 특성 간에 상호의존 관계가 있기 때문에 안테나는 송신 방향과 수신 방향에서 동일한 로브 패턴을 갖는다. 섹터 안테나(1)의 주로브(6)는 수평면 아래로 β 각도로 다운틸트된다. (주로브 방향은 최대 전력 방사 방향이다.) 도면 부호 7은 제1 상부 로브, 도면 부호 8은 제1 하부 로브, 도면 부호 9는 후부 로브를 나타낸다. 화살표(51)는 주로브 축을 나타낸다. 주로브(6)와 제1 상부 로브(7) 사이의 공백 영역은 수평면 주위에 있다. 이 공백 영역은 많은 고층 빌딩의 상층이 있는 공간 영역이다. 일반적으로, 이 공백 영역에서의 셀룰러 신호 강도는 주로브의 최대 신호 강도보다 20dB 낮다. 따라서, 셀룰러 시스템 내의 기지국 안테나의 다운틸팅에 의해서 대부분의 고층 빌딩의 상층에서의 셀룰러 신호는 동일 영역 내의 고층 빌딩의 하층이나 저층 빌딩에서의 셀룰러 신호보다 평균적으로 신호 강도가 20dB 낮게 된다. 좌표(XY)는 기준으로서 나타낸 것이다(X축은 수평 방향을 나타내고 Y축은 높이 방향을

나타낸다.).

도 1C는 이동 셀룰러 시스템의 통상적인 지상 셀의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면이다. 다운틸트 무지향성 안테나(2)가 커버하는 면적과 공간은 지상 셀(11)을 구성한다. 이것은 중심에서는 높고 경계부분에서는 낮은 커다란 돔 형상을 가질 수 있다. 도면 부호 13은 지상 셀(1)의 경계를 나타낸다. 안테나(2)는 BTS(5)에 연결되며 지표면 위로 높이(h1)에 설치된다. 지상 셀(11)은 높이(h1)보다 더 높은 공간을 커버하지 못한다. 이 커버리지 높이는 셀 중심으로부터의 거리가 증가함에 따라 감소한다. 안테나의 송신 특성과 수신 특성 간의 상호의존 관계때문에 지상 셀(11)은 송신 방향과 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는다. (무지향성 안테나는 방위에서 무지향성인 방사 패턴을 갖는다. 그 수직 방사 패턴은 임의의 모양이 될 수 있다.)

도 1D는 송신 방향과 수신 방향에서의 지상 이동 셀룰러 네트워크의 개략적인 3D 커버리지 모양을 도시한 도면이다. 복수의 지상 셀은 지상 이동 셀룰러망을 구성하는 지표 상에 나란히 배열된다. 이들 지상 셀은 그들의 다운틸트 기지국 안테나 아래의 공간만을 커버한다. 이들의 셀 경계 근처의 커버리지는 신호 강도와 커버리지가 더 나빠진다. 전술한 바와 같이, 지상 이동 셀룰러망은 많은 고층 빌딩의 상층을 커버하지 못한다. 이것이 바로 해결되어야 할 과제이다. 본 발명의 목적은 이 과제를 저비용으로 달성하자는 것이다. 지상 이동 셀룰러망은 송신 방향과 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는다.

도 2A 내지 2G는 본 발명의 제1 기본 개념을 나타낸 것으로, 기지국 안테나

는 고층 빌딩의 상층을 커버하도록 그 주로브가 상방으로 향해 있어 그 상층에서의 셀룰러 신호 강도를 증가시키고, 특정 지역 내의 지표면 위의 공간은 복수의 작은 서비스 공간, 즉 상부 셀들로 분할되고, 상부 셀 각각을 송신 및 수신 방향에서의 기지국 안테나의 하나 또는 복수의 상부 주로브가 커버하고, 복수의 상부 셀은 상부 셀룰러망을 구성하며 그 특정 지역 내의 지표면 위의 공간을 커버한다. 이와 같은 구성에 의해서 상부 셀룰러망은 이동 셀룰러 시스템에 있어서 특정 지역 내의 지표면 위의 공간에, 특히 대부분의 고층 빌딩의 상층에 셀룰러 신호 커버리지를 제공한다.

도 4A 내지 4C는 본 발명의 제2 기본 개념을 나타낸 것으로, 업틸트 안테나와 다운틸트 안테나가 서로 결합되어 기지국 송수신기에 연결된다. 즉, 이들 안테나는 기지국 송수신기를 공유함으로써 셀룰러 주파수 또는 주파수 스펙트럼을 공유하여 간섭을 피한다. 이들 안테나는 기지국의 BTS 전부 또는 일부를 공유할 수 있다. 업틸트 안테나는 지표면 위의 공간, 즉 상부 셀을 커버하고, 다운틸트 안테나는 지표, 즉 지상 셀을 커버한다. 이들 안테나는 동일한 무선 신호원을 공유하기 때문에 상부 셀과 지상 셀 간에는 간섭이 생기지 않을 것이다. 이 간섭 제거 기법과 빔 다운틸팅 및 빔 업틸팅의 간섭 제거 기법은 조합되어 전체 셀룰러망에서의 간섭을 제거하는데 이용될 수 있다.

이동 셀룰러 시스템의 기지국은 적어도 하나의 BTS, 적어도 하나의 송신 안테나, 적어도 하나의 수신 안테나를 포함한다. BTS 각각은 적어도 하나의 송신기와 적어도 하나의 수신기를 포함한다. 송신 안테나는 송신기에 결합되어 송신기에

의해 발생된 무선 신호를 그 셀로 전송하고, 수신 안테나는 수신기에 결합되어 그 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 수신한다. 이 안테나들은 대략 동일한 방사 특성 패턴을 갖는다. 이들 안테나들은 안테나 지지 구조물에 설치된다. 송신기는 이동 셀룰러망의 하나 이상의 셀들에서 재사용될 수 있는 주파수 범위 내에서 그 셀에 제공될 셀룰러 무선 신호를 발생시킨다. 송신기에 의해 발생된 무선 신호는 그 셀 내의 송신 안테나 위에서 그 주로브가 상방으로 향해 있는 방사 특성 패턴으로 송신 안테나로부터 방사된다. 수신기는 그 셀 내의 가입자국에 의해 발생된 무선 신호를 수신 안테나를 통해 수신한다. 기지국은 종종 송신 및 수신 안테나로 이용된다.

전술한 바와 같이, 셀룰러 신호 강도는 만일 기지국 안테나가 그 주로브가 고층 빌딩의 상층을 커버하도록 업틸트되어 있다면 고층 빌딩의 상층에서 평균적으로 20dB까지 증가할 것이다. 안테나의 송신 특성과 수신 특성 간의 상호의존 관계 때문에, 기지국 안테나가 송신 및 수신 안테나로서 이용되는 경우에는, 고층 빌딩 상층에 있는 가입자국(예컨대, 이동 전화)으로부터 발생되어 기지국 안테나에 의해 수신된 무선 신호의 강도는 기지국 수신기에서와 마찬가지로 평균적으로 20dB까지 증가할 것이다. 이것은 고층 빌딩 상층에서의 셀룰러 통신 상황을 크게 변화시킬 것이다. 하나의 업틸트 기지국 안테나는 그 셀 내의 많은 고층 빌딩의 상층을 커버할 수 있다. 이것은 비용면에서 효율적인 커버리지 문제 해결책이며 구현하기도 쉽다. (이후로는, 빔 업틸트 기지국 안테나를 간단히 "업틸트 안테나"라고 부르고, 빔 업틸트 기지국 섹터 안테나를 간단히 "업틸트 섹터 안테나"라고 부르기로

한다.)

이동 셀룰러 시스템에서 기지국과 가입자국 간의 무선 통신 프로세스는 공지
의 기술로서, 본 발명의 영역이 아니다. 안테나는 셀룰러 기지국에서는 대개 송신
및 수신 안테나로 사용된다. 이 안테나는 송신 및 수신 시에 동일한 이들과 방향
선택을 갖는다. 이 안테나는 그 커버리지 밖에 있는 가입자국으로부터의 무선 신
호는 수신하지 않을 것이다. 예컨대, 업틸트 안테나는 그 셀 내의 지표면 상의 가
입자국으로부터의 무선 신호는 수신하지 않을 것이다. 업틸트 안테나는 다운틸트
안테나와 동일한 방식으로 이동 셀룰러망 내의 셀들 간의 간섭을 제거하는 한 가지
방법으로 이용될 수 있다. 기지국에서는 특정의 이유로 별도의 송신 및 수신 안테
나가 이용될 수 있다. 이들 별도의 안테나는 (기지국으로부터 가입자국으로의) 다
운링크와 (가입자국으로부터 기지국으로의) 업링크 간의 차의 균형을 맞추기 위하
여 서로 다른 특성을 갖고 있다. 어떤 상황에서도 이동 셀룰러망에서 기지국은 송
신 방향과 수신 방향에서 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는 것이 바람직하다.

지표면 위의 공간은 본 발명에서는 커버리지에서 3차원적인 것으로 취급된
다. 본 발명에서는 지상 셀과 지상 섹터 이외에도 상부 셀과 상부 섹터 개념이 도
입된다. 상부 셀은 지표면 위의 미리 정해진 공간으로서, 하나 또는 복수의 기지
국 안테나로부터 상방으로 향해 있는 하나 또는 복수의 주로브가 커버하는 공간이
다. 상부 셀은 복수의 상부 섹터(예컨대, 3개의 상부 섹터)로 분할될 수 있다.
상부 섹터는 상부 셀 내에서 지표면 위의 미리 정해진 공간으로서, 하나 또는 복수
의 기지국 섹터 안테나로부터 상방으로 향해 있는 하나 또는 복수의 주로브가 커버

하는 공간이다. 상부 셀 각각은 적어도 하나의 BTS와 적어도 하나의 송신 및 수신) 안테나를 포함한다. 안테나는 BTS에 결합되어 안테나 지지 구조물에 설치된다. 상부 섹터 각각은 BTS와 적어도 하나의 (송신 및 수신) 섹터 안테나를 포함한다. 섹터 안테나는 BTS에 결합되어 안테나 지지 구조물에 설치된다. 커버리지 차이를 제외하고는 상부 셀과 섹터는 지상 셀 및 섹터와 별 차이가 없다. 네트워크 수준에서는 지상 셀들로 분할된 지표 영역과 마찬가지로, 특정 지역 내의 지표면 위의 공간은 복수의 작은 서비스 공간, 즉 본 발명에서 이동 셀룰러 시스템에서의 상부 셀들로 분할된다. 복수의 상부 셀은 상부 셀룰러망을 구성한다. 이것은 이동 셀룰러 시스템에 있어서 특정 지역 내의 지표면 위의 공간을 커버한다. 필요하다면, (셀룰러 시스템의 종류와 상부 셀룰러망의 규모에 따라서) 상부 셀들에서는 셀룰러 주파수 또는 주파수 스펙트럼이 재사용된다. 상부 셀룰러망은, GSM 셀룰러 시스템에서 이용되는 7/21 또는 4/12 주파수 재사용 계획과 같이, 상부 셀들 간의 간섭을 제거하기 위하여 기존의 지상 셀룰러망에서와 유사한 주파수 재사용 계획을 채택할 수 있다. 본 발명에서는 기지국 안테나 높이와 그 주로브 업틸트 각을 조정하여 (적용 상황에 따라서) 특정 높이 내에 있는 상부 셀들 간의 간섭을 제거하는 것이 바람직하다. 상부 셀룰러망은 적어도 하나의 제어 센터를 더 포함한다. 제어 센터는 상부 셀룰러망의 각 기지국과 연결된다. 이것은 마찬가지로 다른 통신 시스템과 연결될 수 있다. 제어 센터는 상부 셀룰러망의 기지국과 가입자국의 통신을 제어한다. 이것은 또한 그 이동 셀룰러 시스템과 다른 시스템 간의 통신을 제어한다. 상부 셀룰러망에서의 제어 센터의 통신 제어 방법은 공지 기술로서

본 발명의 범위에 속하지 않는다. 기존의 지상 셀룰러망은 지표면을 커버한다. 상부 셀룰러망은 이 기존의 지상 셀룰러망과 통합되어 특정 지역 내의 지표면 위의 공간으로 그 커버리지를 확장할 수 있다. 이들 셀룰러망들은 공통의 시스템 제어 센터를 공유할 수 있다.

이동 셀룰러 시스템에 있어서 고층 빌딩 커버리지를 위한 적용에서, 기지국 안테나로부터의 상부 주로브는 그 상부 셀 내의 고층 빌딩의 상층으로 향해 있다. 각 상부 셀은 그 상부 셀 내의 고층 빌딩의 상층에 있는 이동 셀룰러 시스템의 가입자국에 서비스를 제공하며, 각 상부 섹터는 그 상부 섹터 내의 고층 빌딩의 상층에 있는 이동 셀룰러 시스템의 가입자국에 서비스를 제공한다. 본 발명에서는 업틸트 안테나 높이와 그 주로브 업틸트 각을 조정하여 그 상부 셀 내의 고층 빌딩의 상층에서의 커버리지를 최대화시키고 그 상부 셀 밖의 고층 빌딩에서의 커버리지를 최소화시키는 것이 바람직하다. 기존의 지상 셀룰러망은 지표면, 저층 빌딩, 및 고층 빌딩의 하층을 커버한다. 상부 셀룰러망은 이 기존의 지상 셀룰러망과 통합하여 그 커버리지를 특정 지역 내의 대부분의 고층 빌딩의 상층으로 확장시킬 수가 있다. 이들 셀룰러망은 공통의 시스템 제어 센터를 공유할 수 있다. 상부 셀룰러망은 다른 응용에서 이용될 수 있다. 예컨대, 상부 셀룰러망은 공간 커버리지를 위해 비육상 이동 셀룰러 시스템에서 구현될 수 있다.

도 2A는 본 발명의 기본 개념을 나타낸 것으로, 업틸트 안테나는 고층 빌딩의 상층을 커버한다. 섹터 안테나(10)는 RF 케이블(4)을 통해 BTS(15)에 연결된다. 이 안테나는 기둥(3)에 설치된다. 이 안테나는 그 설치 위치로부터 수평면

위로 그 빔 업틸트 각 α (예컨대, 10°)를 가지며 그 상부 섹터 (또는 상부 셀) 내의 고층 빌딩(20)의 상층을 향해 있다. 화살표(51)는 빔(또는 주로브) 축을 나타낸다. BTS(15)의 송신기에 의해 발생된 셀룰러 신호는 안테나(10)를 통해 상방으로 방사되어 그 상부 섹터(또는 상부 셀) 내의 고층 빌딩(20)의 상층 내에 있는 가입자국에 제공된다. BTS(15)의 수신기는 상부 섹터(또는 상부 셀) 내의 고층 빌딩(20)의 상층 내에 있는 가입자국에 의해 발생된 셀룰러 무선 신호를 안테나(10)를 통해 수신한다. 도 2A에는 기계적으로 업틸트된 것이 도시되어 있지만, 안테나 빔은 전기적으로 업틸트되거나, 이 두 가지 방식으로 업틸트될 수 있다. 안테나(10)는 기둥(3) 대신에 탑이나 옥상 같이 임의의 안테나 지지 구조물에 설치될 수 있다. 안테나(10)의 커버리지 목표는 도 2A에서는 고층 빌딩이지만, 지상의 탑이나 다른 기타의 고층 건축물이 될 수도 있다. 도 2A에서, 안테나(10)는 송신 및 수신 안테나로 기능한다. 이것은 무선 신호를 송신 및 수신 시에 대략 동일한 방향 선택을 갖는다. BTS(15)는 송신 및 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지를 갖는다. 이것은 그 상부 섹터(또는 상부 셀)가 송신 및 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는 다는 것을 의미한다.

도 2B는 도 2A와 동일한 개념을 나타낸 것으로, 다만, 업틸트 안테나(10)가 업틸트 무지향성 안테나(14)로 바뀌어 있다. 이 안테나(14)는 상부 셀에서의 셀룰러 신호 커버리지를 제공한다.

도 2C는 도 2A와 동일한 개념을 나타낸 것으로, 다만, 기지국(15)이 별도의 송신 섹터 안테나(10t)와 수신 섹터 안테나(10r)를 사용한다. 안테나(10t)는 그

설치 위치로부터 수평면 위로 그 빔 업틸트 각 α (예컨대, 10°)를 가지며 그 상부 섹터 (또는 상부 셀)를 커버한다. 이것은 RF 케이블(4)을 통해 BTS(15)의 송신기 (TXs)에 연결된다. 안테나(10r)는 그 빔이 그 설치 위치로부터 수평면 위로 동일한 각 α 으로 상방으로 향해 있으며, 그 상부 섹터 (또는 상부 셀)를 커버한다. 이것은 RF 케이블(4)을 통해 BTS(15)의 수신기(RXs)에 연결된다. 이들 안테나는 기둥(3)에 설치된다. 이들 안테나는 대략 동일한 방향 선택을 갖고 있다. 화살표 (51)는 빔(또는 주로브) 축을 나타낸다. BTS(15)의 송신기에 의해 발생된 셀룰러 신호는 안테나(10t)를 통해 상방으로 방사되어 그 상부 섹터(또는 상부 셀) 내의 가입자국에 제공된다. BTS(15)의 수신기는 상부 섹터(또는 상부 셀) 내의 가입자국에 의해 발생된 셀룰러 무선 신호를 안테나(10r)를 통해 수신한다. 안테나들 (10t 및 10r)은 이득은 서로 다를 수 있지만, 업링크와 다운링크 간에 균형을 갖도록 대략 동일한 커버리지 범위를 갖는 것이 바람직하다.

도 2D는 송신 및 수신 방향에서 도 2A에서의 업틸트 섹터 안테나의 높이에서의 로브 패턴을 도시한 도면이다. 주로브(16)는 수평면 위로 α 각도로 업틸트된다. 도면 부호 17은 제1 상부 로브, 도면 부호 18은 제1 하부 로브, 도면 부호 19는 후부 로브를 나타낸다. 화살표(51)는 주로브 축을 나타낸다. 주로브(6)와 제1 상부 로브(7) 사이의 공백 영역은 수평면 주위에 있다. 본 발명에서는 안테나 업틸트 각을 조정하여 주로브(16)와 제1 하부 로브(18) 간의 공백 영역을 안테나 설치 위치로부터 수평면 주위에서 발생시키는 것이 바람직하다. 이것은 안테나 설치 높이에서 수평면 주위의 셀룰러 신호 강도를 최소화시켜, 셀룰러 신호가 다른 상부

셀 내로 방사되는 것을 막아 간섭을 최소화시킨다. 좌표(XY)는 기준으로서 나타낸 것이다(X축은 수평 방향을 나타내고 Y축은 높이 방향을 나타낸다.).

도 2E는 송신 및 수신 방향에서 본 발명의 상부 셀의 개략적인 3D 커버리지 모양의 실시예를 도시한 도면이다. 업틸트 무지향성 안테나(14)가 커버하는 공간은 상부 셀(21)을 구성한다. 이것은 거꾸로 뒤집어진 커다란 돔 형상을 가질 수 있다. 도면 부호 23은 그 경계를 나타낸다. 안테나(14)는 BTS(15)에 연결되며 지표면 위로 높이(h2)에 설치된다. 상부 셀(21)은 높이(h2)보다 더 높은 공간을 커버하지 못한다. 이 비커버리지(non-coverage) 높이는 셀 중심으로부터의 거리가 증가함에 따라 증가한다. 본 발명에서는 상부 셀은 송신 방향과 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는 것이 바람직하다.

도 2F는 상부 셀 및 상부 섹터의 개략적인 3D 커버리지 모양의 실시예를 도시한 도면이다. 상부 셀(21)은 3개의 상부 섹터(22a, 22b, 및 22c)로 분할된다. 업틸트 섹터 안테나(10a)는 BTS(15a)에 연결되어 상부 섹터(22a)를 커버하고, 업틸트 섹터 안테나(10b)는 BTS(15b)에 연결되어 상부 섹터(22b)를 커버하고, 업틸트 섹터 안테나(10c)는 BTS(15c)에 연결되어 상부 섹터(22c)를 커버한다. 도면 부호 23은 상부 셀(21)의 경계를 나타낸다. 3개의 업틸트 섹터 안테나는 지표면 위로 높이(h3)에 설치된다. 본 발명에서는 상부 셀은 송신 방향과 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는 것이 바람직하다.

도 2G는 상부 셀룰러망의 개략적인 3D 커버리지 모양의 실시예를 도시한 도면이다. 복수의 상부 셀(21)은 지표면에 나란히 놓여져 상부 셀룰러망을 구성한

다. 본 발명에서는 안테나 높이와 그 빔 업틸트 각을 적당히 조정하여 그 상부 셀에서의 신호 방사는 최대화시키고 그 상부 셀 밖에서는 신호 방사를 제한시키는 것이 바람직하다. 지상 셀들 간의 간섭을 제거하는 다운틸트 안테나와 다운틸트 섹터 안테나와 마찬가지로, 업틸트 안테나와 업틸트 섹터 안테나도 특정 지역 내의 특정 높이 (예컨대, 최대 고층 빌딩 높이) 내에서 상부 셀들 간의 간섭을 제거할 수 있다. 상부 셀룰러망은 특정 지역 내의 대부분의 고층 빌딩의 상층을 커버할 것이다. 이것은 이동 셀룰러 시스템에서 오랫동안 있어왔던 고층 빌딩 커버리지 문제를 저비용으로 해결한다. 상부 셀룰러망은 송신 방향과 수신 방향에서 대략 동일한 커버리지 모양과 범위를 갖는 것이 바람직하다.

상부 셀룰러망은 이동 셀룰러 시스템에서 오직 도시 지역에서만 필요할 수 있다. 커버리지 목표(고층 빌딩)가 한정되면 상부 셀룰러망의 규모도 동일 영역 내의 지상 셀룰러망과 비교해 더 작아진다. 이것은 상부 셀들 간의 간섭과 상부 셀과 지상 셀들 간의 간섭을 줄이는데 도움이 된다. 중간 규모 또는 소규모 도시에서는 필요한 상부 셀들은 모든 하나의 클러스터 내에 있을 수 있다. (하나의 클러스터는 7/21 주파수 재사용 계획에서는 7개의 셀을 갖는다.) 이 경우, FDMA 또는 TDMA 이동 셀룰러 시스템에 있어서 상부 셀룰러망에서 셀룰러 주파수는 재사용될 필요가 없다. 고립된 시골 지역에서 몇 개의 고층 빌딩을 커버하는 데는 하나의 상부 셀 또는 상부 섹터만으로 충분할 것이다. 본 발명의 상부 셀, 상부 섹터 및 상부 셀룰러망은 고층 빌딩의 상층에 셀룰러 신호 커버리지를 제공하기 위하여 여러가지 형태의 이동 셀룰러 시스템으로 구현될 수 있다.

이론적으로는, 셀룰러 주파수 또는 주파수 스펙트럼은 상부 셀룰러망 내의 상부 셀에서 재사용되어야 한다. 실제 상부 셀룰러망에서는 셀룰러 주파수 또는 주파수 스펙트럼이 재사용되는지 여부는 상부 셀룰러망의 시스템 종류, 구조 및 규모에 달려있지 않다. 예컨대, 이동 셀룰러 시스템이 CDMA 시스템이라면, 특정 지역 내의 모든 상부 셀들은 동일한 확산 스펙트럼을 재사용한다. TDMA 또는 FDMA 이동 셀룰러 시스템의 경우에 있어서는, 상부 셀룰러망이 클러스터보다 크다면, 상부 셀들은 셀룰러 주파수가 재사용될 수 있다. 더 넓은 도시 지역에 많은 고층 빌딩이 있는 대도시에서는 대규모 상부 셀룰러망이 필요하게 된다.

도 3A 내지 3D는 지상 셀룰러망 상에 상부 셀룰러망이 여러가지 방식으로 중첩될 때 높이에 따른 공간 커버리지 프로파일의 실시예들을 도시한 도면이다. 지상 이동 셀룰러 시스템의 커버리지를 지표면 위의 공간으로, 특히 고층 빌딩의 상층으로 확장시키기 위하여 상부 셀룰러망이 기존의 지상 셀룰러망에 중첩될 수 있다. 지상 셀룰러망에 상부 셀룰러망을 중첩시키는 방식은 여러가지가 있다. 도 3A 내지 3D는 그 4가지 예를 보여주는 것이다.

도 3A에서, 상부 셀은 지상 셀과 중첩하는데, 이 때, 이들 셀의 기지국 안테나들은 대략 동일한 궤적에서 대략 동일한 높이에 있다. 상부 셀(21b, 21a, 21e)(실선 영역)은 지상 셀(11b, 11a, 11e)(점선 영역)에 각각 중첩되어 있다. 사이의 빈 공간들(29)은 상부 셀과 지상 셀이 커버하지 못하는 공간이다. 도 3A에서, 상부 셀의 기지국은 지상 셀의 기지국과 나란히 배치된다.

도 3B는 도 3A와 동일한 시나리오를 보여주며, 다만, 상부 셀의 기지국 안테