(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H04B 7/26 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0029357
(43) 공개일자 2007년03월14일

(21) 출원번호 10-2005-0084051
(22) 출원일자 2005년09월09일
심사청구일자 2005년09월09일

(71) 출원인 인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 정재학
서울 서초구 서초2동 무지개아파트 3-1207
장경희
서울 양천구 목1동 925 목동신시가지아파트 720-501
차인석
인천 동구 송림동 진로아파트 102-1807

(74) 대리인 이원희

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 채널에서 서로 다른 자원간의 연동을 통하여 자원을 할당하며 자원 할당시 셀 가장자리의 신호대 간섭 잡음 비율이나 채널 용량을 최적화할 수 있도록 한 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법을 제공한다.

본 발명은 다중 채널에서 각 채널의 주파수 대역을 나누어 자원 영역을 분할하되, 하나의 셀을 내부 셀과 외부 셀과 같이 지역적으로 나누어 상기 내부 셀 또는 지역에 임의의 다중 채널을 할당하고, 상기 외부 셀 또는 지역에 상기 할당된 다중 채널을 공유하여 나머지 부분을 할당함에 의해 달성될 수 있으며, 이러한 본 발명은 주어진 다 채널 주파수 대역에서 자원 할당을 지역적으로 변환하고 내부 셀과 외부셀에서 사용되는 채널과 내부 셀에서만 사용되는 채널의 자원 할당을 상호 연동 조정하여 셀 내의 신호대 간섭 잡음 비율(SINR)을 변환시켜서 셀 내의 수신 오류율을 줄이고, 셀 용량을 극대화시킬 수 있도록 한 것이다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

다중 채널을 사용하는 무선 통신 시스템에서의 하향 링크의 자원 할당 방법에 있어서,

소정 개수의 다중 채널에서 각 채널의 주파수 대역을 나누어 자원 영역을 분할하되, 하나의 셀을 내부 셀과 외부 셀과 같이 지역적으로 나누어 상기 내부 셀 또는 지역에 임의의 다중 채널을 할당하고, 상기 외부 셀 또는 지역에 상기 할당된 다중 채널을 공유하여 나머지 부분을 할당함을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 셀을 형성하는 기지국에서는 셀을 동심원으로 나누는 것을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 내부 셀의 반경을 변화시켜 신호대 간섭 잡음 비율(SINR)을 조절하는 것을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 다중 채널 중 내부 셀에서만 사용되는 채널에서 내부 셀에 자원 할당하는 비율이 p이고, 내부 셀과 외부 셀에서 사용되는 채널에서 내부 셀에 자원 할당하는 비율이 q이며, 내부 셀의 반경이 r이고, 1은 각각의 채널에서 사용가능한 채널의 크기로 정규화 한 값이고, $0 \le p \le 1$, $0 \le q \le 1$, $0 \le p+q \le 1$일 때, $r_{opt1}, p_{opt2}, q_{opt2} = \arg\max_{p,q,r} SINR(p,q,r)$ 에 의해 신호대 간섭 잡음 비율(SINR)이 최적화되는 최적 r,p,q를 선정하여 셀의 가장자리에 있는 사용자의 아웃티지 확률을 최소화함을 특징으로 함을 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 다중 채널 중 내부 셀에서만 사용되는 채널에서 내부 셀에 자원 할당하는 비율이 p이고, 내부 셀과 외부 셀에서 사용되는 채널에서 상기 내부 셀에 자원 할당하는 비율이 q이며,, 내부 셀의 반경이 r이고, 1은 각각의 채널에서 사용가능한 채널의 크기로 정규화한 값이고, $0 \le p \le 1$, $0 \le q \le 1$, $0 \le p+q \le 1$일 때, $p_{opt2}, q_{opt2}, r_{opt2} = \text{argmax}C_{total}(p,q,r)$와 같이 채널의 용량을 극대화함을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 6.

다중 채널을 사용하는 무선 통신 시스템에서의 자원 할당 방법에 있어서,

각 채널의 주파수 대역을 나누어 자원을 할당하되, 다른 주파수 대역이라도 같은 지역의 셀 내의 사용자에게는 서로 연동하여 자원을 할당함을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서, 하나의 셀을 내부 셀과 외부 셀로 나누어 상기 내부 셀과 외부 셀에서 사용되는 채널과 내부 셀에서만 사용되는 채널의 자원 할당을 상호 연동 조정하여 자원을 할당함을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 상기 내부 셀의 반경을 변화시켜 신호대 간섭 잡음 비율(SINR)을 변화시키고, 이로부터 아웃티지의 감소, 또는 셀 용량 증대의 이득을 얻는 것을 특징으로 하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법에 관한 것으로, 특히 다중 채널에서의 자원 할당시 서로 다른 자원간의 연동을 통하여 자원을 할당하는 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법에 관한 것이다.

최근 10년 동안 디지털 무선 통신의 급속한 발달은 일반 사용자들에게 많은 정보를 손쉽게 어디서나 이용할 수 있는 기회를 주었다. 무선 통신 기술은 제 2세대 CDMA를 거쳐서 현재는 3세대 IMT2000(WCDMA, CDMA2000)으로 발전하고 있다.

차세대 무선 통신 방식인 3G evolution 기술, WiMax/WiBro와 같은 인터넷을 무선으로 접속하는 기술들이 표준화를 통해 상용화를 앞두고 있다. 이 밖에 2010년 이후에 상용화 일정을 가지고 있는 차세대 무선 통신(4G) 기술도 2007년부터 표준화 작업이 진행될 예정이다.

급속히 발전하는 다양한 형태의 무선 통신 기술들은 사용 가능한 주파수 대역이 포화되고 있으며, 주파수 대역 포화를 극복하기 위한 다중 채널의 사용은 한 셀 내에서 주어진 다양한 주파수 자원을 효율적으로 운용하기 위한 방법이 필요하다.

도 1은 다중 채널의 개념을 나타낸 것으로, 다중 채널에서 2개의 FDD(Frequency Division Duplex) 조합과 2개의 TDD (Time Division Duplex) 주파수 대역을 사용하고 있는 경우이다. 이와 같이 셀룰라 시스템에서 한 셀 내에서 다른 주파수를 이용한 셀의 구조를 가지는 다층 셀 구조(HCS : Hieratical Cell Structure)라는 방식이 제안된 바 있다.

현재 이와 같은 다중 채널을 사용하고 있을 경우에 대한 보다 효율적인 자원 할당 방안들이 모색되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 점을 감안한 것으로, 본 발명의 목적은 다중 채널에서 서로 다른 자원간의 연동을 통하여 자원을 할당하며 자원 할당시 셀 가장자리의 신호대 간섭 잡음 비율이나 셀 용량을 최적화할 수 있도록 한 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법을 제공함에 있다.

발명의 구성

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법은, 다중 채널을 사용하는 무선 통신 시스템에서의 하향 링크의 자원 할당 방법에 있어서, 소정 개수의 다중 채널에서 각 채널의 주파수 대역을 나누어 자원 영역을 분할하되, 하나의 셀을 내부 셀과 외부 셀과 같이 지역적으로 나누어 상기 내부 셀 또는 지역에 임의의 다중 채널을 할당하고, 상기 외부 셀 또는 지역에 상기 할당된 다중 채널을 공유하여 나머지 부분을 할당함을 특징으로 한다.

상기 내부 셀의 반경을 변화시키고 다중 채널 내에서의 자원 할당 비율을 변화시킴으로써 SINR을 조정할 수 있고, 이로써 아웃티지를 줄이거나, 셀 용량 증대의 이득을 얻는 것을 특징으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법은, 다중 채널을 사용하는 무선 통신 시스템에서의 자원 할당 방법에 있어서, 각 채널의 주파수 대역을 나누어 자원을 할당하되, 다른 주파수 대역이라도 같은 지역의 셀 내의 사용자에게는 서로 연동하여 자원을 할당함을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 내용이 하기 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

도 2는 본 발명에 따라 다중 채널을 이용하여 자원을 이용하는 방안에 대하여 설명하기 위한 도로, 본 발명에서는 최소한의 다중 대역폭을 사용하기 위해 하향링크 한 채널, 또 다른 하향 링크 한 채널씩 사용하는 방식에 대해 고려하였다. 이는 보다 많은 수의 다 채널로 확장할 수 있으며, 본 발명에서는 상향/하향 링크 중 하향 링크의 성능을 개선하는 방안에 대해 고려하며, 본 발명은 통상적인 OFDM 무선통신 시스템의 송신기(기지국)에 의해 구현될 수 있다.

BS(Base Station)가 사용할 수 있는 채널이 한 개 이상인 경우, 각 채널간의 트렁크 효율(Trunk Efficiency)을 높이기 위하여 두 개 채널을 연동하여 자원을 할당하는 것이 바람직하다.

이로써 상향 통신에서 자원을 지역에 따라서 효율적으로 나누어서 운용하면 같은 자원을 가지고 신호대 간섭 잡음 비율인 SINR(Signal to Interference and Noise Ratio)을 조절함으로써 아웃티지 확률(Outage Probability) 등과 같은 측면에서 이득을 얻을 수 있다.

도 2와 같이, 두 개의 하향 링크 채널에서 한 개의 채널 CH 1을 두 개로 나눔으로써 CH 1 채널의 p 부분, CH 2 채널의 q부분, CH 2 채널의 1-q 부분과 같이 3개의 채널 영역으로 분할하여 사용한다.

그리고 이를 도 3과 같이, 한 셀 내에 또 다른 셀을 만들어서 자원을 내부 셀(Inner cell)에 CH 1 하향링크의 p(CH 1에서 자원 할당하는 비율 : 이하, CH A라 칭함)부분, CH 2 하향링크의 q(CH 2에서 내부 셀에 자원을 할당하는 비율 : 이하, CH B라 칭함)부분을 할당하고, 외부 셀(Outer cell)에 CH 2 하향링크의 나머지 부분(이하, CH C 라 칭함)을 할당한다.

따라서 한 셀은 두 개의 셀을 동시에 가지게 되는 HCS(Hieratical Cell Structure) 구조가 된다. BS에서는 섹터드(Sectored) 셀 구조를 사용하지 않고 개념적 이해를 돕기 위해 셀을 동심원으로 나누었다. 이 방법은 섹터드 셀 구조로 확장 될 수 있다.

주어진 채널에 보다 적응적인 자원 할당을 위해서 CH 1 대역도 분할을 할 수 있다.

도 3에서의 가우시안 모양은 사용자의 분포가 BS 부근에 많은 사용자가 모여있고, BS에서 멀어질수록 사용자의 수가 적은 핫 스팟(hot spot)에서 사용자의 분포를 나타내도록 하였다. 이에 대한 분포도 역시 도 3에 나타낸 바와 같다.

본 발명에서의 자원 할당은 사용자에게 작은 단위의 일정한 OFDM 부반송파의 묶음을 할당하고 모든 사용자가 균일한 양을 요구한다면, 도 4에서와 같이 적응적으로 내부 셀의 반경 r을 변화시킴으로써 사용자가 요구하는 자원의 양을 변화시켜 이를 BS에서 제공하기 위해 CH 1의 p(CH A)와 CH 2의 q(CH B), CH 2 1-q(CH C)의 자원 할당 양을 변화시키고, 또한 한번 설정된 r에서 p, q를 조정함으로써 전체 셀 SINR을 조정할 수 있으며, 이로써 아웃티지, 셀 용량 증대 같은 측면에서 이득을 보고자 한다.

이와 같은 본 발명의 다중 채널 자원 할당의 방법은 사용하는 의도에 따라 다음과 같이 두 가지 방법을 이용하여 별도로 최적화할 수 있다.

첫째, 사용자 입장에서 내부 셀, 외부 셀의 가장 자리에서 SINR이 높은 값을 가지도록 하여 수신 오류(아웃티지)가 적게 일어나도록 한다.

이를 수식으로 표시하면 식(1)과 같다. 여기서 SINR이 최적화되는 r, p, q를 선정할 수 있다.

$$r_{opt1}, p_{opt2}, q_{opt2} = \arg\max_{p,q,r} SINR(p,q,r) \quad (1)$$

$0 \le p \le 1$, $0 \le q \le 1$, $0 \le p+q \le 1$,

여기서, 1은 각기 CH 1, CH 2에서 사용 가능한 부반송파 수로 정규화 한 값이다.

SINR은 도 4에 도시한 바와 같이, 자신의 BS1에서 전송받는 전력과 다른 BSk(k≠1)에서 전송되어 오는 간섭 신호의 합에 대한 비로서 SINR을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$SINR_{BS_1} = \frac{\text{Power}_{BS_1}}{\sum_{k \neq 1} \text{Interference}_{BS_k} + \text{noise}} \quad (2)$$

여기서, 간섭의 양은 다른 BS의 전송 전력과 거리에 따르는 전파 감쇄(Path Loss)와 쇄도윙(Shadowing) 등에 따라 변화하고, 신호의 전력은 해당 BS에서 전송된 신호의 수신 전력이다.

둘째, 셀 내의 합 용량(Sum Capacity)이 최대가 되도록 설계한다.

이는 다음과 같이 식으로 표시할 수 있다.

$p_{opt2}, q_{opt2}, r_{opt2} = \text{argmax} C_{total}(p,q,r)$ (3)

$0 \leq p \leq 1, 0 \leq q \leq 1, 0 \leq p+q \leq 1,$

$C_{total} = C_{CH\,A} + C_{CH\,B} + C_{CH\,C}$ (4)

$C_{CH\,A}$는 도 3에서 CH A의 셀 용량이고, $C_{CH\,B}$및 $C_{CH\,C}$는 도 3에서 CH B와 CH C의 셀 용량으로, 셀의 합 용량은 이들 각각의 셀 용량을 합한 값이 된다.

이를 만족시키도록 도 2에 보인 다중 채널의 CH 1에서 자원 할당하는 비율인 p , CH 2에서 내부 셀에 자원 할당하는 비율인 q , 내부 셀의 반경 r을 변화시켜서 최적의 값을 갖도록 한다.

위의 값들을 최적화시키기 위해 조정할 수 있는 것은 앞서 설명한 내부 셀의 반경 r, 그리고 CH 2에서 내부 셀에 자원 할당하는 비율인 q, 그리고 CH 1에서 자원 할당하는 비율인 p, 그리고 $q < \text{loading}_{outer} \leq 1-q$ 로 구해지는 CH 2의 1-q등이다.

이상과 같은 본 발명의 실험 예에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 실험을 위해 사용자의 분포를 가우시안(Gaussian) 분포로 모델링하였다. 셀의 BS에 가까운 곳은 핫 스팟(Hot Spot)처럼 사용자가 많이 몰려 있고, 시외로 나갈수록 사용자의 수가 줄어드는 형태이다.

위에 보인 두 개의 채널의 자원 할당 변화에 따르는 SINR의 변화를 측정하기 위해서 802.22에서 사용하는 파라미터 값을 사용하기로 한다. BS에서 사용되는 전력은 200W이고, BS 안테나의 높이는 20m, 바깥 쪽 셀 반경은 33km로 설정을 하였다.

두 채널간의 상호 간섭은 없는 것으로 가정한다. 그리고 본 발명에서 송수신 안테나의 이득은 고려하지 않는다.

두 번째 티어(Tier)의 BS에 의한 간섭 양은 셀 반경이 33km이기 때문에 매우 작아서 첫 번째 티어에서의 간섭양을 이용하여 내부 셀 반경 r과 33km 셀 가장자리의 SINR을 측정하였다.

사용되고 있는 변조 방식은 OFDMA을 가정하였고, OFDMA 방식은 간섭 평균 효과가 있기 때문에 주파수 재사용율(Frequency Reuse)이 1인 OFDMA 주파수 호핑(Frequency Hopping) 시스템을 가정하였다. 전체 다중 채널의 양은 200%로 설정하였고(TDD: 100%, FDD: 100%), 셀 내에서 요구되는 전체 양은 80%로 설정하였다.

또한, SINR의 영향을 분석하기 위해서 인접 BS에서 전송되어오는 간섭신호에는 전파 감쇄만 고려하며, 단말과 기지국간의 거리에 따른 감쇄 성분을 나타내는 전파 감쇄는 다음 식을 이용했다 (Recommendation ITU-R M.1225, "Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT-2000," ITU, 1997).

$PL(r) = 40\times(1-4\times10^{-3}\triangle h_b)\times\log_{10}(r) - 18\times\log_{10}(\triangle h_b) + 21\times\log_{10}(f_c) + 80$ (5)

여기서, D는 사용자와 BS 간의 거리(Km), $\triangle h_b$는 기지국의 높이(m), f는 캐리어 주파수(MHz) 이다.

이로부터 내부 셀의 거리가 5Km, 10Km, 20Km, 33Km에서 두 개의 자원 할당 양을 변화시키면서 SINR의 변화를 측정하였다. 그리고 이것을 각각 다음의 [표 1] ~ [표 4]에 나타내었다. 여기에 표시된 LF(Loading Factor, 자원 할당 양)의 값은 %로서 한 개의 주파수 대역에서 사용하고 있는 부반송파의 수의 비율을 표시한 것이다.

[표 1]

r=5km일때 LF변화에 따르는 SINR 변화(데이터 요구량: 내부 셀=10%, 외부 셀=90%)

LF(%)			SINR(dB)		
CH A	CH B	CH C	CH A	CH B	CH C
5	5	70	21.72	21.93	-19.48
6	4	70	20.95	22.86	-19.51
7	3	70	20.26	24.17	-19.62
8	2	70	19.56	25.88	-19.41
9	1	70	19.07	28.93	-19.44
10	0	70	18.62	non	-19.35

[표 2]

r=10km일때 LF변화에 따르는 SINR 변화(데이터 요구량: 내부 셀=30%, 외부 셀=70%)

LF(%)			SINR(dB)		
CH A	CH B	CH C	CH A	CH B	CH C
15	15	50	5.91	6.02	-19.28
20	10	50	4.65	7.74	-19.00
25	5	50	3.68	10.85	-18.56
30	0	50	2.88	non	-18.26

[표 3]

r=20km일때 LF변화에 따르는 SINR 변화(데이터 요구량: 내부 셀=70%, 외부 셀=30%)

LF(%)			SINR(dB)		
CH A	CH B	CH C	CH A	CH B	CH C
35	35	30	-8.82	-8.63	-17.78
40	30	30	-9.43	-7.99	-17.28
45	25	30	-9.91	-7.24	-16.66
50	20	30	-10.41	-6.24	-15.97
55	15	30	-10.80	-5.06	-15.12
60	10	30	-11.21	-3.34	-14.31
65	5	30	-11.44	-0.18	-13.19
70	0	30	-11.82	non	-11.48

[표 4]

r=33km일때 LF변화에 따르는 SINR 변화(데이터 요구량: 내부 셀=100%, 외부 셀=0%)

LF(%)			SINR(dB)		
CH A	CH B	CH C	CH A	CH B	CH C
40	40	0	-17.41	-17.16	non
50	30	0	-18.47	-15.91	non
60	20	0	-19.11	-14.24	non
70	10	0	-19.92	-11.47	non
80	0	0	-20.26	non	non

상기 표에서 본 발명이 의도한 자원 할당 첫째 방법인 셀 가장자리에서 높은 SINR을 확보하기 위해서는, CH 2 내부 셀에서의 자원 할당을 가급적이면 줄여야 한다. 즉, CH 1 주파수 대역으로 모든 내부 셀에서 요구되는 데이터를 공급하면 된다. 이 방법으로 셀의 아웃티지를 줄일 수 있다.

그러나 두 번째 방법인 셀 합 용량(Capacity)를 증가시키는 방향으로 설계한다면 식 (3)을 이용하여 내부 셀 반경인 r과 CH A와 CH B의 LF를 조절해야 한다.

셀의 합 용량을 극대화하는 것은 전체의 사용자에 대한 용량의 합을 구하는 것이므로 가장자리의 SINR을 크게 하여 아웃티지 확률을 줄이는 방법으로 얻은 결과와는 다른 값을 가지게 된다. 이것은 3가지의 SINR의 값을 유사하게 유지하여 용량을 구하는 것이 큰 값을 가지게 된다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 따른 다중 채널 무선 통신 시스템의 자원 할당 방법은, 주어진 다 채널 주파수 대역에서 자원 할당을 지역적으로 변환하고 자원 할당 비율을 변환함으로써 셀 내의 SINR을 변환시키고, 이로써 셀 내의 아웃티지 확률을 줄이고 또는 셀 용량을 극대화시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 다중 채널 사용 예도.

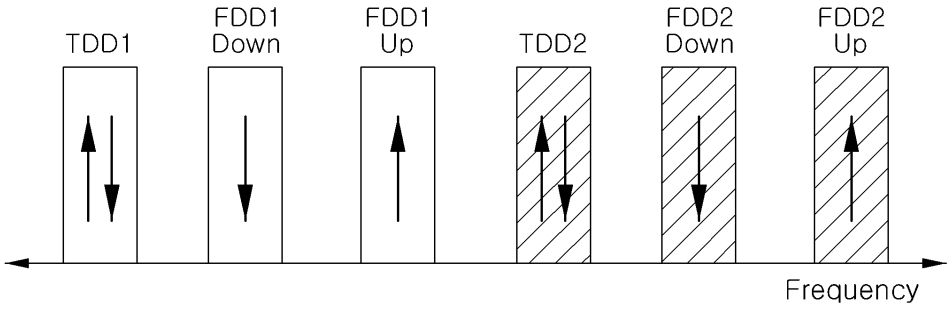
도 2는 본 발명에서의 자원 할당을 위한 자원 나누기 설명도.

도 3은 본 발명에서의 다채널 자원을 나누기 위한 자원 구조 및 사용자의 분포도.

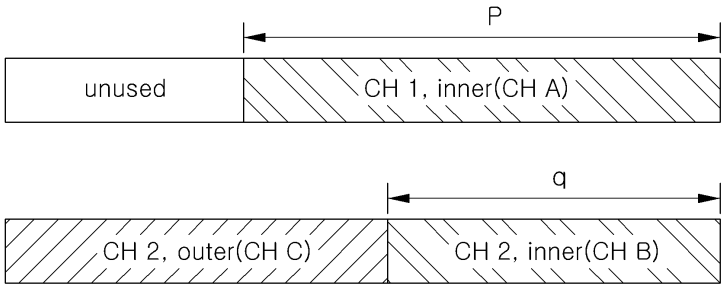
도 4는 인접 셀에서의 간섭 설명도.

도면

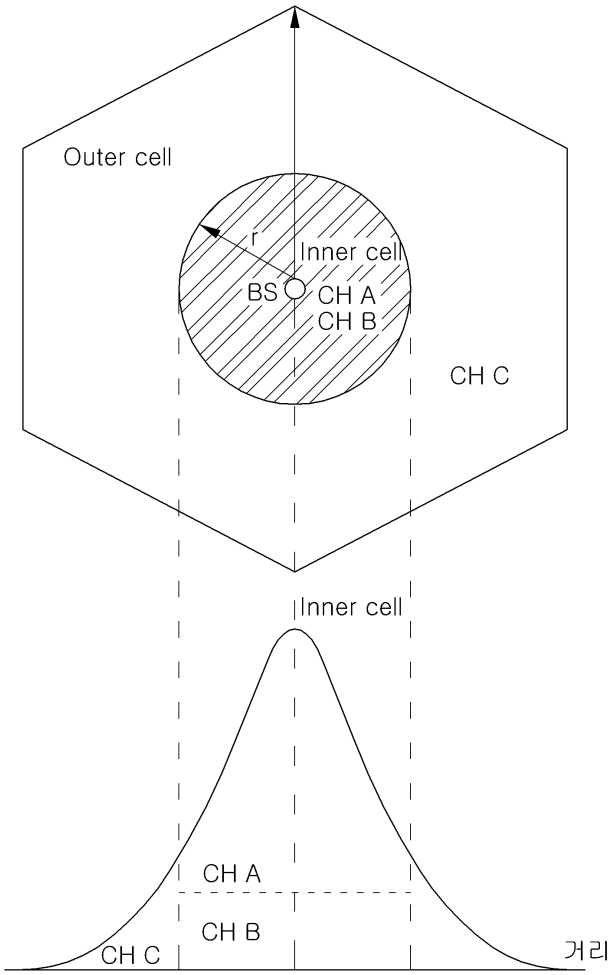
도면1


TDD1
FDD1
Down
FDD1
Up
TDD2
FDD2
Down
FDD2
Up
Frequency

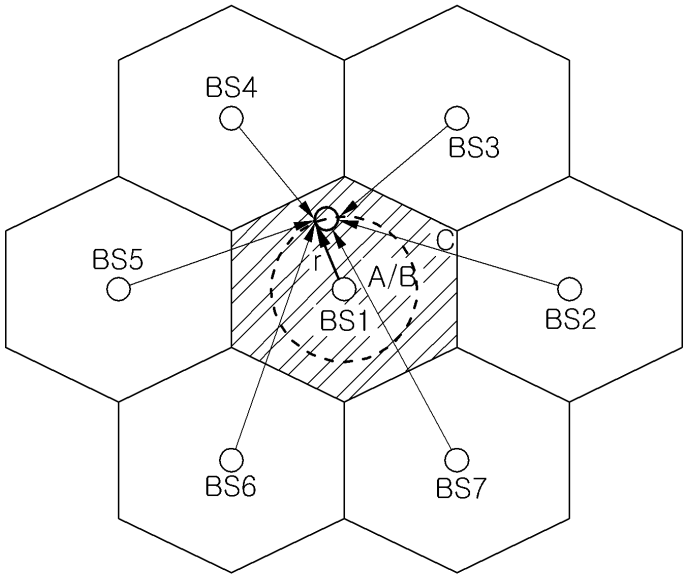
도면2


P
unused
CH 1, inner(CH A)
q
CH 2, outer(CH C)
CH 2, inner(CH B)

도면3


Outer cell
r
Inner cell
BS
CH A
CH B
CH C
Inner cell
CH A
CH B
CH C
거리

도면4


BS4
BS3
BS5
C
r
A/B
BS1
BS2
BS6
BS7