(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월07일
(11) 등록번호 10-1508869
(24) 등록일자 2015년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 52/18 (2009.01) *H04W 88/16* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2014-0001279
(22) 출원일자 2014년01월06일
심사청구일자 2014년01월06일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120071908 A

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
홍충선
경기 용인시 수지구 상현로 30-10, 233동 101호 (상현동, 성원3차상떼빌아파트)
이주화
강원 횡성군 횡성읍 읍마북로 3, 105동 302호 (이안횡성아파트)
문승일
경기 안산시 상록구 안산천동로6길 16, 401호 (월피동, 대경빌라)
(74) 대리인
서재승

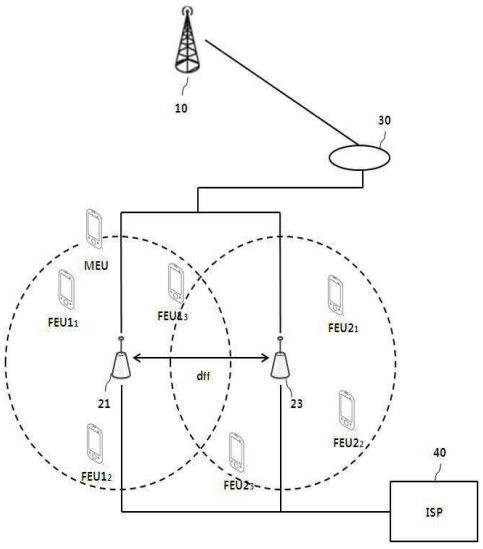
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 이재윤

(54) 발명의 명칭 **펨토셀 기지국의 송신 전력 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명은 마크로셀 기지국과 다수의 펨토셀 기지국을 구비하는 통신 네트워크에서 다수 펨토셀 기지국의 망 수익에 기초하여 다수 펨토셀 기지국의 망 수익을 최대로 하는 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 제어하는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20131495
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥원
연구사업명 IT융합 고급인력과정 지원사업
연구과제명 실시간모바일클라우드 서비스플랫폼연구개발
기 여 율 1/1
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2013.06.01 ~ 2013.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

마크로셀(macrocell) 기지국과 다수의 펨토셀(femtocell) 기지국을 연결하는 펨토셀 게이트웨이에서 상기 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법에 있어서,

상기 다수의 펨토셀 기지국 중 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 최대로 하는 상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 상기 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 계산하는 단계;

상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 상기 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 계산하는 단계; 및

계산한 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 각각 상기 제1 펨토셀 기지국과 상기 제2 펨토셀 기지국으로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 펨토셀 기지국 또는 상기 제2 펨토셀 기지국은 상기 펨토셀 게이트웨이로부터 수신한 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력으로 하향 데이터를 송신하는 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법에서

상기 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합은 상기 제1 펨토셀 기지국의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익의 곱인 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법에서

상기 제1 펨토셀 기지국의 망 수익($R(r_1)$)은 아래의 수학식(1)과 같이 계산되며,

[수학식 1]

$$R(r_1)=(h_{f_1}-h_{I_1})\times r_1-\pi_1$$

상기 제2 펨토셀 기지국의 망 수익($R(r_2)$)은 아래의 수학식(2)와 같이 계산되는데,

[수학식 2]

$$R(r_2)=(h_{f_2}-h_{I_2})\times r_2-\pi_2$$

여기서 r_1, r_2은 각각 상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도이고, h_{f_1} 과 h_{f_2}는 각각 상기 제1 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 제1 사용자 단말기가 상기 제1 펨토셀 기지국에 지불하는 서비스 비용과 상기 제2 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 제2 사용자 단말기가 상

기 제2 펨토셀 기지국에 지불하는 서비스 비용이고, h_{I_1}과 h_{I_2}는 각각 상기 제1 펨토셀 기지국이 인터넷 서비스 제공자 서버에 지불하는 비용과 상기 제2 펨토셀 기지국이 상기 인터넷 서비스 제공자 서버에 지불하는 비용이며, π_1과 π_2는 각각 상기 제1 펨토셀 기지국이 상기 마크로셀 기지국에 지불하는 네트워크 이용 비용과 상기 제2 펨토셀 기지국이 상기 마크로셀 기지국에 지불하는 네트워크 이용 비용인 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력은 아래의 수학식(3)과 수학식(4)에 의해 계산되는데,

[수학식 3]

$$\gamma_1 = B\log_2\left(1+\frac{g_{f_1f}P_{f_1}}{g_{mf_1}p_m+g_{f_2f}p_{f_2}+BN_0/2}\right)$$

[수학식 4]

$$\gamma_2 = B\log_2\left(1+\frac{g_{f_2f}P_{f_2}}{g_{mf_2}p_m+g_{f_1f}p_{f_1}+BN_0/2}\right)$$

여기서 B는 상기 제1 펨토셀 기지국 또는 제2 펨토셀 기지국의 채널 대역폭을 의미하며, g_{f_1f}는 상기 제1 펨토셀 기지국과 제1 사용자 단말기 사이의 채널 이득을 나타내며 g_{f_2f}는 상기 제2 펨토셀 기지국과 제2 사용자 단말기 사이의 채널 이득을 나타내며, g_{mf_1}는 제1 펨토셀 기지국과 마크로셀 기지국의 사용자 단말기 사이의 채널 이득을 나타내며 g_{mf_2}는 제2 펨토셀 기지국과 마크로셀 기지국의 사용자 단말기 사이의 채널 이득을 나타내며, P_{f_1}, P_{f_2}, P_m은 각각 제1 펨토셀 기지국, 제2 펨토셀 기지국 및 마크로셀 기지국의 송신 전력을 나타내며, No는 백색 가우시안 잡음을 의미하며, B는 대역폭인 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법에서

상기 망 수익 조합을 최대로 하는 상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 상기 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도는 상기 제1 사용자 단말기와 상기 제2 사용자 단말기의 망 이득이 양수인 제한에서 계산되는 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제1 사용자 단말기의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(5)에 의해 계산되며,

[수학식 5]

$$\Theta(r_1) = u_{f_1} \times (r_1) - h_{f_1} \times r_1$$

상기 제2 사용자 단말기의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(6)에 의해 계산되는데,

[수학식 6]

$$\Theta(r_2) = u_{f_2} \times (r_2) - h_{f_2} \times r_2$$

여기서 u_{f_1}와 u_{f_2}는 각각 상기 제1 사용자 단말기의 상기 제1 펨토셀 기지국에 대한 서비스 만족도와 상기 제2 사용자 단말기의 상기 제2 펨토셀 기지국에 대한 서비스 만족도이며, 아래의 수학식(7)에 의해 계산되는데,

[수학식 7]

$$u_f(r) = \sigma_f \frac{1}{1-\alpha_f} r^{1-\alpha_f}$$

여기서 σ_f는 수신하는 콘텐츠 인기도를 나타내는 상수이며, α_f는 상기 제1 사용자 단말기 또는 상기 제2 사용자 단말기의 상기 제1 펨토셀 기지국 또는 상기 펨토셀 기지국의 접속 상태에 따라 적용되는 가중치인 것을 특징으로 하는 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법.

청구항 8

마크로셀(macrocell) 기지국과 다수의 펨토셀(femtocell) 기지국을 연결하며 상기 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 펨토셀 게이트웨이에 있어서,

다수의 펨토셀 기지국 중 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 최대로 하는 상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 상기 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 계산하는 데이터 속도 계산부;

상기 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 상기 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 계산하는 송신 전력 계산부; 및

계산한 상기 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 각각 상기 제1 펨토셀 기지국과 상기 제2 펨토셀 기지국으로 송신하여 상기 제1 펨토셀 기지국 또는 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 펨토셀 게이트웨이 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 데이터 속도 계산부는

상기 제1 펨토셀 기지국의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익의 곱으로 상기 제1 펨토셀 기지국과 상기 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 생성하는 것을 특징으로 하는 펨토셀 게이트웨이 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마크로셀 기지국과 다수의 펨토셀 기지국을 구비하는 통신 네트워크에서 다수 펨토셀 기지국의 망 수익에 기초하여 다수 펨토셀 기지국의 망 수익을 최대로 하는 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 제어하

는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 가정용 통신 기지국(Home Base Station)이라고 불리는 펨토셀(femtocell) 기지국은 디지털 가입자 회선(DSL) 혹은 광대역 케이블 연결을 사용해 모바일 장치와 이동 통신 사업자 네트워크를 연결해 주는 무선 액세스 포인트이다. 즉, 디지털 가입자 회선 또는 광대역 케이블 연결을 통해 이동 통신 사업자 네트워크의 마크로셀 기지국(MBS, Marcrocell Base Station)을 연결하여 사용자 단말기로 데이터와 음성 통신을 제공한다.

[0003] 펨토셀 기지국(FAP, Femtocell Access Point)은 주로 가정이나 사무실 등 옥내에 설치되어 4~16명 정도로 적은 수의 동시 접속 가능한 인원을 수용하고, 약 30m 이내의 좁은 커버리지(coverage)를 갖고 있다. 펨토셀 기지국을 옥내에 설치함으로써 옥내의 음영지역을 해소할 수 있고, 펨토셀 기지국의 짧은 통신 반경으로 인해 송신 전력을 크게 낮춤으로써 펨토셀 기지국의 서비스를 받은 사용자 단말기(FEU, Femtocell End User))의 배터리 수명 연장 및 높은 데이터 속도 달성 등의 장점을 가진다.

[0004] 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 사용자 단말기(FEU)는 펨토셀 기지국을 통해 마크로셀 기지국으로부터 데이터를 송수신하는데, 펨토셀 기지국이 가지는 이러한 장점들로 인해 펨토셀 기지국에 대한 요구는 급격히 증가할 것으로 예상하고 있다. 그러나 펨토셀 네트워크에서 해결하여야 할 문제점들이 존재하는데, 그 중 하나가 사용자 단말기(FEU)를 위한 최적의 다운 링크 데이터 속도를 정의하는 것이다. 높은 다운 링크 데이터 속도를 위해 사용자 단말기(FEU)는 높은 수익을 얻을 수 있는 펨토셀 기지국을 확보하려 하고 따라서 펨토셀 기지국은 데이터 송신을 위해 더 높은 전력을 사용하여야 한다. 그러나 펨토셀 기지국의 송신 전력을 크게 하는 경우, 마크로셀 기지국 또는 인접한 다른 펨토셀 기지국에 간섭을 일으키게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 목적은 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하여 마크로셀 기지국 또는 인접한 다른 펨토셀 기지국과 간섭을 최소화할 수 있는 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 목적은 서로 인접하는 다수 펨토셀 기지국의 망 수익을 최대로 하며, 마크로셀 기지국 또는 인접하는 펨토셀 기지국에 간섭을 최소화하는 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 일 실시예에 따른, 마크로셀(macrocell) 기지국과 다수의 펨토셀(femtocell) 기지국을 연결하는 펨토셀 게이트웨이에서 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법은 다수의 펨토셀 기지국 중 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 계산하는 단계와, 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 상기 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 계산하는 단계와, 계산한 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 각각 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국으로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 여기서 제1 펨토셀 기지국 또는 제2 펨토셀 기지국은 펨토셀 게이트웨이로부터 수신한 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력으로 하향 데이터를 송신하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력의 제어 방법에서 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합은 제1 펨토셀 기지국의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익의 곱인 것을 특징으로 한다.

[0010] 바람직하게, 제1 펨토셀 기지국의 망 수익($R(r_1)$)은 아래의 수학식(1)과 같이 계산되며,

[0011] [수학식 1]

$$R(r_1)=(h_{f_1}-h_{I_1})\times r_1-\pi_1$$

[0012]

[0013] 제2 펨토셀 기지국의 망 수익(R(r_2))은 아래의 수학식(2)와 같이 계산되는데,

[0014] [수학식 2]

$$R(r_2)=(h_{f_2}-h_{I_2})\times r_2-\pi_2$$

[0015]

[0016] 여기서 r_1, r_2은 각각 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도이고, h_{f_1} 과 h_{f_2}는 각각 제1 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 제1 사용자 단말기가 제1 펨토셀 기지국에 지불하는 서비스 비용과 제2 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 제2 사용자 단말기가 제2 펨토셀 기지국에 지불하는 서비스 비용이고, h_{I_1}과 h_{I_2}는 각각 제1 펨토셀 기지국이 콘텐츠 서비스 제공자에 지불하는 콘텐츠 이용 비용과 제2 펨토셀 기지국이 콘텐츠 서비스 제공자에 지불하는 콘텐츠 이용 비용이며, π_1과 π_2는 각각 제1 펨토셀 기지국이 마크로셀 기지국에 지불하는 네트워크 이용 비용과 제2 펨토셀 기지국이 마크로셀 기지국에 지불하는 네트워크 이용 비용인 것을 특징으로 한다.

[0017] 바람직하게, 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도는 제1 사용자 단말기와 제2 사용자 단말기의 망 이득이 양수인 제한에서 계산되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 여기서 제1 사용자의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(3)에 의해 계산되며,

[0019] [수학식 1]

$$\Theta(r_1)=u_{f_1}\times(r_1)-h_{f_1}\times r_1$$

[0020]

[0021] 제2 사용자의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(4)에 의해 계산되는데,

[0022] [수학식 4]

$$\Theta(r_2)=u_{f_2}\times(r_2)-h_{f_2}\times r_2$$

[0023]

[0024] 여기서 u_{f_1}와 u_{f_2}는 각각 제1 사용자 단말기의 제1 펨토셀 기지국에 대한 서비스 만족도와 제2 사용자 단말기의 제2 펨토셀 기지국에 대한 서비스 만족도이며, 아래의 수학식(5)에 의해 계산되는데,

[0025] [수학식 5]

$$u_f(r)=\sigma_f\frac{1}{1-\alpha_f}r^{1-\alpha_f}$$

[0026]

[0027] 여기서 σ_f는 수신하는 콘텐츠 인기도를 나타내는 상수이며, α_f는 제1 사용자 단말기 또는 제2 사용자 단말기의 제1 펨토셀 기지국 또는 펨토셀 기지국의 접속 상태에 따라 적용되는 가중치인 것을 특징으로 한다.

[0028] 여기서, 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크

데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도는 어떠한 방식으로 계산되는 것을 특징으로 한다.

[0029] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 마크로셀(macrocell) 기지국과 다수의 펨토셀(femtocell) 기지국을 연결하며 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 펨토셀 게이트웨이는 다수의 펨토셀 기지국 중 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국의 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도를 계산하는 데이터 속도 계산부와, 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 계산하는 송신 전력 계산부와, 계산한 제1 펨토셀 기지국의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 각각 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국으로 송신하여 제1 펨토셀 기지국 또는 제2 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력 제어 방법은 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어함으로써, 마크로셀 기지국 또는 인접한 다른 펨토셀 기지국과의 간섭을 최소화할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력 제어 방법은 서로 인접하는 다수 펨토셀 기지국의 망 수익을 최대로 하는 하향 링크 데이터 속도를 계산하고 계산한 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어함으로써, 마크로셀 기지국 또는 인접하는 펨토셀 기지국에 간섭을 최소화하며 동시에 펨토셀 기지국의 망 수익을 최대로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명에 따른 펨토셀 통신 네트워크를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 펨토셀 게이트웨이를 설명하기 위한 기능 블록도이다.

도 3은 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하 첨부한 도면을 참고로 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력 제어 방법에 대해 보다 구체적으로 살펴본다.

[0034] 도 1은 본 발명에 따른 펨토셀 통신 네트워크를 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 1을 참고로 살펴보면, 2개의 펨토셀 기지국(21, 23)은 브로드밴드를 통해 펨토셀 게이트웨이(30)에 접속되어 있으며, 펨토셀 게이트웨이(30)는 펨토셀 기지국(21, 23)과 마크로셀 기지국(10)을 연결 접속시킨다. 한편, 인터넷 서비스 제공자 서버(40, ISP, Internet Service Provider)는 펨토셀 기지국(21, 23)에 접속되어 펨토셀 기지국(21, 23)에 인터넷 접속 서비스를 제공한다.

[0036] 제1 펨토셀 기지국(21)의 커버리지(coverage) 영역에 다수의 제1 사용자 단말기들이 위치하여 제1 펨토셀 기지국(21)으로부터 데이터 송수신 서비스를 제공받으며, 제2 펨토셀 기지국(23)의 커버리지 영역에 다수의 제2 사용자 단말기들이 위치하여 제2 펨토셀 기지국(23)으로부터 데이터 송수신 서비스를 제공받는다. 펨토셀 기지국의 접근 방식은 2가지가 있는데, 하나는 펨토셀 기지국에 인접하여 위치하는 모든 사용자 단말기(FEU)가 펨토셀 기지국의 서비스를 제공받을 수 있는 개방 접속(open access)이고, 나머지 하나는 펨토셀 기지국에 등록된 사용자 단말기(FEU)만이 펨토셀 기지국의 서비스를 제공받을 수 있는 폐쇄 접속(closed access)이다. 본 발명에서는 펨토셀 기지국의 커버리지 영역에 존재하는 사용자 단말기 중 펨토셀 기지국에 등록된 사용자 단말기(FEU)만이 펨토셀 기지국의 서비스를 받는 폐쇄 접속 방식으로 운영된다고 가정한다.

[0037] 한편, 마크로셀 기지국이 2개의 펨토셀 기지국에 주는 간섭은 무시할 수 있다고 가정하며, 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)은 서로 같은 통신 주파수 대역을 사용한다고 가정한다. 또한, 제1 펨토셀 기지국(21)에 존재하는 제1 사용자 단말기들(FEU1)과 제2 펨토셀 기지국(23)에 존재하는 제2 사용자 단말기들(FEU2)는 각각 서로 다른 채널 이득을 가져 서로 다른 송신 속도를 가지지만, 본 발명에서 제1 펨토셀 기지국(21)에 존재하는 제1 사용자 단말기(FEU1)은 서로 동일한 채널 이득을 가지며 제2 펨토셀 기지국(230에 존재하는 제2 사용자 단말기(FEU2)는 서로 동일한 채널 이득을 가지는 것으로 가정한다.

[0038] 펨토셀 게이트웨이(30)는 마크로셀 기지국(10), 제1 펨토셀 기지국(21) 및 제2 펨토셀 기지국(23)으로부터 제1

펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력을 제어하기 위한 제어 파라미터를 수신하며, 수신한 제어 파라미터에 기초하여 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 전체 망 수익을 최대로 하며 동시에 마크로셀 기지국(10)의 서비스를 받는 사용자 단말기(MEU)의 간섭을 줄이고 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23) 사이에서 서로 간섭을 줄이는 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력을 결정한다. 펨토셀 게이트웨이(10)는 결정한 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력에 대한 정보와 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력에 대한 정보를 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)으로 송신하며, 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)은 펨토셀 게이트웨이(10)로부터 수신한 송신 전력으로 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)에 속한 사용자 단말기(FEU1, FEU2)로 통신 서비스를 제공한다.

[0039] 도 2는 본 발명에 따른 펨토셀 게이트웨이를 설명하기 위한 기능 블록도이다.

[0040] 도 2를 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 송수신부(110)는 마크로셀 기지국(10), 제1 펨토셀 기지국(21) 및 제2 펨토셀 기지국(23)으로부터 제어 파라미터를 수신하거나 인터넷 서비스 제공자 서버(40)로부터 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)에 제공하는 서비스 비용에 대한 정보를 수신한다. 수신한 제어 파라미터와 서비스 비용에 대한 정보는 저장부(130)에 저장된다.

[0041] 데이터 속도 계산부(120)는 수신한 제어 파라미터와 서비스 비용에 대한 정보를 이용하여 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도(r_1)와 제2 펨토셀 기지국의 하향 링크 데이터 속도(r_2)를 계산한다. 여기서 제1 펨토셀 기지국(21)은 제1 펨토셀 기지국(21)에 속한 제1 사용자 단말기(FEU1)에 서비스를 제공하며 얻는 망 수익을 가지며, 제2 펨토셀 기지국(23)은 제2 펨토셀 기지국(230에 속한 제2 사용자 단말기(FEU2)에 서비스를 제공하며 얻는 망 수익을 가진다. 망 수익은 펨토셀 기지국(FAP)이 사용자 단말기(FEU)에 서비스를 제공함으로써 사용자 단말기로부터 얻는 서비스 비용에서 마크로셀 기지국에 지불하는 비용과 인터넷 서비스 제공자 서버로 제공하는 비용을 뺀 비용을 의미한다. 펨토셀 기지국(FAP)이 사용자 단말기(FEU)에 높은 송신 전력으로 서비스를 제공하는 경우 사용자 단말기(FEU)로부터 얻는 서비스 비용은 증가하지만, 높은 송신 전력으로 서비스를 제공하는 경우 마크로셀 기지국에 더 높은 간섭을 일으켜 마크로셀 기지국에 지불하는 비용은 증가한다.

[0042] 송신 전력 계산부(140)는 데이터 속도 계산부(120)에서 계산한 제1 펨토셀 기지국(21)의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국(23)의 하향 링크 데이터 속도에 기초하여 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력을 계산한다. 송신 전력 제어부(150)는 송수신부(110)를 통해 계산한 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력에 대한 정보를 제1 펨토셀 기지국(21)으로 송신하며, 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력에 대한 정보를 제2 펨토셀 기지국(23)으로 송신한다. 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)은 펨토셀 게이트웨이(10)로부터 수신한 송신 전력 정보에 기초하여 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력을 제어한다.

[0043] 도 3은 본 발명에 따른 펨토셀 기지국의 송신 전력을 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0044] 도 3을 참고로 보다 구체적으로 살펴보면, 제1 펨토셀 기지국(21), 제2 펨토셀 기지국(23) 및 마크로셀 기지국(10)으로부터 송신 전력을 제어하는데 필요한 제어 파라미터를 수신한다(S110). 여기서 제어 파라미터는 제1 펨토셀 기지국 또는 제2 펨토셀 기지국의 채널 대역폭, 제1 펨토셀 기지국(21)과 제1 사용자 단말기(FEU1) 사이의 채널 이득, 제2 펨토셀 기지국(23)과 제2 사용자 단말기(FEU2) 사이의 채널 이득, 제1 펨토셀 기지국(21)과 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU) 사이의 채널 이득, 제2 펨토셀 기지국(23)과 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU) 사이의 채널 이득, 마크로셀 기지국의 송신 전력의 크기에 대한 파라미터이다. 바람직하게, 제어 파라미터 중 제1 펨토셀 기지국(21), 제2 펨토셀 기지국(23)으로부터 수신하는 제어 파라미터는 기설정되어 펨토셀 게이트웨이에 저장될 수 있다.

[0045] 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국(21)의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국(23)의 하향 링크 데이터 속도를 계산한다(S120). 바람직하게, 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익 조합은 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익의 곱인 것을 특징으로 한다. 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익의 곱을 망 수익 조합으로 선택함으로써, 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국(23)의

망 수익의 합을 망 수익 조합으로 선택하는 것보다 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)에 수익을 공평하게 분배하도록 한다. 예를 들어, 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익의 곱을 망 수익 조합으로 설정함으로써, 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익이 각각 2, 10와 같이 제2 펨토셀 기지국에 망 수익이 치우쳐 계산되지 않고, 5과 7와 같이 어느 한 쪽의 펨토셀 기지국으로 망 수익이 치우치지 않도록 계산되도록 한다.

[0046] 여기서 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_1)$)은 아래의 수학식(1)과 같이 계산되며,

[0047] [수학식 1]

$$R(r_1)=(h_{f_1}-h_{I_1})\times r_1-\pi_1$$

[0048]

[0049] 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익($R(r_2)$)은 아래의 수학식(2)와 같이 계산되는데,

[0050] [수학식 2]

$$R(r_2)=(h_{f_2}-h_{I_2})\times r_2-\pi_2$$

[0051]

[0052] 여기서 r_1, r_2은 각각 제1 펨토셀 기지국(21)의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국(23)의 하향 링크 데이터 속도이고, h_{f_1} 과 h_{f_2}는 각각 제1 펨토셀 기지국(21)의 서비스를 받는 제1 사용자 단말기(FEU1)가 제1 펨토셀 기지국(21)에 지불하는 서비스 비용과 제2 펨토셀 기지국(23)의 서비스를 받는 제2 사용자 단말기(FEU2)가 제2 펨토셀 기지국(23)에 지불하는 서비스 비용이고, h_{I_1}과 h_{I_2}는 각각 제1 펨토셀 기지국(21)이 인터넷 서비스 제공자 서버(40)에 지불하는 비용과 제2 펨토셀 기지국(23)이 인터넷 서비스 제공자에 지불하는 비용이며, π_1과 π_2는 각각 제1 펨토셀 기지국(21)이 마크로셀 기지국(10)에 지불하는 네트워크 이용 비용과 제2 펨토셀 기지국(23)이 마크로셀 기지국(10)에 지불하는 네트워크 이용 비용인 것을 특징으로 한다.

[0053] 여기서 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)에 위치하는 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU)의 신호대잡음비($SINR_m$)는 아래의 수학식(3)과 같이 계산된다.

[0054] [수학식 3]

$$SINR_m=\frac{g_{mm}P_m}{g_{mf_1}p_{f_1}+g_{mf_2}p_{f_2}+BN_0/2}$$

[0055]

[0056] 여기서 g_{mm}은 마크로셀 기지국(10)과 사용자 단말기(MEU) 사이의 채널 이득이며, B는 대역폭이다.

[0057] 한편, 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)으로부터의 송신 전력에 간섭을 받지 않는 경우 사용자 단말기(MEU)의 신호대잡음비($SINR_{m0}$)는 아래의 수학식(4)와 같다.

[0058] [수학식 4]

$$SINR_{mo}=\frac{g_{mm}P_m}{BN_0/2}$$

[0059]

[0060] 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력에 간섭을 받는 경우와 받지 않는 경우의 신호대잡음비의 비율(γ)는 아래의 수학식(5)와 같이 계산된다.

[0061] [수학식 5]

$$\gamma = \frac{SINR_{mo}}{SINR_{m}} = 1 + \frac{p_{f_1} g_{mf_1} + p_{f_2} g_{mf_2}}{B N_0 / 2}$$

[0062]

[0063] 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력이 증가할수록 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU)의 신호대잡음비는 작아질 것이며 따라서 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)이 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU)에 가하는 간섭이 증가하여 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)이 마크로셀 기지국(10)에 지불하는 비용은 신호대잡음비의 비율(γ)에 대한 함수로 정의될 수 있으며 신호대잡음비의 비율에서 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력, 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력은 하향 링크 데이터 속도에 비례하게 된다.

[0064] 따라서 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_1)$)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 망 수익($R(r_2)$)은 모두 하향 링크 데이터 속도의 함수로 나타낼 수 있으며, 수학식(1)과 수학식(2)로부터 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_1)$)과 제2 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_2)$)의 곱 조합이 최대가 되는 제1 하향 링크 데이터 속도(r_1)와 제2 하향 링크 데이터 속도(r_2)를 계산한다.

[0065] 제1 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_1)$)과 제2 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_2)$)의 곱 조합이 최대가 되는 제1 하향 링크 데이터 속도(r_1)와 제2 하향 링크 데이터 속도(r_2)를 계산하기 위하여 제1 하향 링크 데이터 속도를 일정 값으로 고정한 상태에서 제2 하향 링크 데이터 속도를 변경하여 곱 조합의 후보 최대값을 계산하고, 다시 제1 하향 링크 데이터 속도를 순차적으로 증가시켜 고정한 상태에서 제2 하향 링크 데이터 속도를 변경하여 곱 조합의 후보 최대값을 계산한다. 이와 같이 계산한 후보 최대값 중 최대값을 최종 최대값으로 결정하며, 결정한 최종 최대값을 가지는 제1 하향 링크 데이터 속도와 제2 하향 링크 데이터 속도를 결정한다.

[0066] 바람직하게, 망 수익 조합을 최대로 하는 제1 펨토셀 기지국(21)의 하향 링크 데이터 속도와 제2 펨토셀 기지국(23)의 하향 링크 데이터 속도는 제1 사용자 단말기(FEU1)와 제2 사용자 단말기(FEU)의 망 이득이 양수인 제한에서 계산되는 것을 특징으로 한다.

[0067] 여기서 제1 사용자 단말기(FEU1)의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(6)에 의해 계산되며,

[0068] [수학식 6]

$$\Theta(r_1) = u_{f_1} \times (r_1) - h_{f_1} \times r_1$$

[0069]

[0070] 제2 사용자 단말기(FEU2)의 망 이득($\Theta(r_1)$)은 아래의 수학식(7)에 의해 계산되는데,

[0071] [수학식 7]

$$\Theta(r_2) = u_{f_2} \times (r_2) - h_{f_2} \times r_2$$

[0072]

[0073] 여기서 u_{f_1}와 u_{f_2}는 각각 제1 사용자 단말기(FEU1)의 제1 펨토셀 기지국(21)에 대한 서비스 만족도와 제2 사용자 단말기(FEU2)의 제2 펨토셀 기지국(23)에 대한 서비스 만족도이며, 아래의 수학식(8)에 의해 계산되는데,

[0074] [수학식 8]

$$u_f(r) = \sigma_f \frac{1}{1-\alpha_f} r^{1-\alpha_f}$$

[0075]

[0076] 여기서 σ_f는 수신하는 콘텐츠 인기도를 나타내는 상수이며, α_f는 제1 사용자 단말기 또는 상기 제2 사용자 단말기의 제1 펨토셀 기지국 또는 상기 펨토셀 기지국의 접속 상태에 따라 적용되는 가중치인 것을 특징으로 한다.

[0077] 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_1)$)과 제2 펨토셀 기지국(21)의 망 수익($R(r_2)$)의 곱 조합이 최대가 되는 제1 하향 링크 데이터 속도(r_1)와 제2 하향 링크 데이터 속도(r_2)가 계산되는 경우, 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력 세기를 계산한다(S130).

[0078] 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력은 아래의 수학식(9)과 수학식(10)에 의해 계산되는데,

[0079] [수학식 9]

$$\gamma_1 = B \log_2\left(1 + \frac{g_{f_1 f} P_{f_1}}{g_{m f_1} p_m + g_{f_2 f} p_{f_2} + B N_0/2}\right)$$

[0080]

[0081] [수학식 10]

$$\gamma_2 = B \log_2\left(1 + \frac{g_{f_2 f} P_{f_2}}{g_{m f_2} p_m + g_{f_1 f} p_{f_1} + B N_0/2}\right)$$

[0082]

[0083] 여기서 B는 제1 펨토셀 기지국(21) 또는 제2 펨토셀 기지국(23)의 채널 대역폭을 의미하며, $g_{f_1 f}$는 제1 펨토셀 기지국(21)과 제1 사용자 단말기(FEU1) 사이의 채널 이득을 나타내며 $g_{f_2 f}$는 제2 펨토셀 기지국(23)과 제2 사용자 단말기(FEU2) 사이의 채널 이득을 나타내며, $g_{m f_1}$는 제1 펨토셀 기지국(21)과 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU) 사이의 채널 이득을 나타내며 $g_{m f_2}$는 제2 펨토셀 기지국(23)과 마크로셀 기지국(10)의 사용자 단말기(MEU) 사이의 채널 이득을 나타내며, P_{f_1}, P_{f_2}, P_m은 각각 제1 펨토셀 기지국(21), 제2 펨토셀 기지국(23) 및 마크로셀 기지국(10)의 송신 전력을 나타내며, No는 백색 가우시안 잡음을 의미하며, B는 대역폭인 것을 특징으로 한다. 여기서 마크로셀 기지국(10)의 송신 전력은 기설정된 값인 것을 특징으로 한다.

[0084] 계산한 제1 펨토셀 기지국(21)의 송신 전력 세기에 대한 정보과 제2 펨토셀 기지국(23)의 송신 전력 세기에 대한 정보를 제1 펨토셀 기지국과 제2 펨토셀 기지국으로 각각 송신한다(S140). 제1 펨토셀 기지국(21)과 제2 펨토셀 기지국은 수신한 송신 전력 세기로 송신 전력을 제어한다.

[0085] 본 발명에서 마크로셀 기지국의 간섭 및 2개의 펨토셀 기지국 사이의 간섭을 고려함과 동시에 간섭으로 발생하는 망 수익을 고려하여 망 수익을 최대로 하는 송신 전력으로 마크로셀 기지국 또는 인접하는 펨토셀 기지국의 간섭을 줄이며 데이터를 송수신할 수 있다.

[0086] 한편, 상술한 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0087] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 전기 또는 자기식 저장 매체(예를 들어, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0088] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 바람직하게, 제어 파라미터는 제1 펨토셀 기지국(21)에 위치하는 제1 사용자 단말기들의 평균값 또는 제2 펨토셀 기지국(23)에 위치하는 제2 사용자 단말기들의 평균값인 것을 특징으로 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0089] 10: 마크로셀 기지국

21: 제1 펨토셀 기지국

23: 제2 펨토셀 기지국

30: 펨토셀 게이트웨이

40: 인터넷 서비스 제공자 서버

110: 송수신부

120: 데이터 속도 계산부

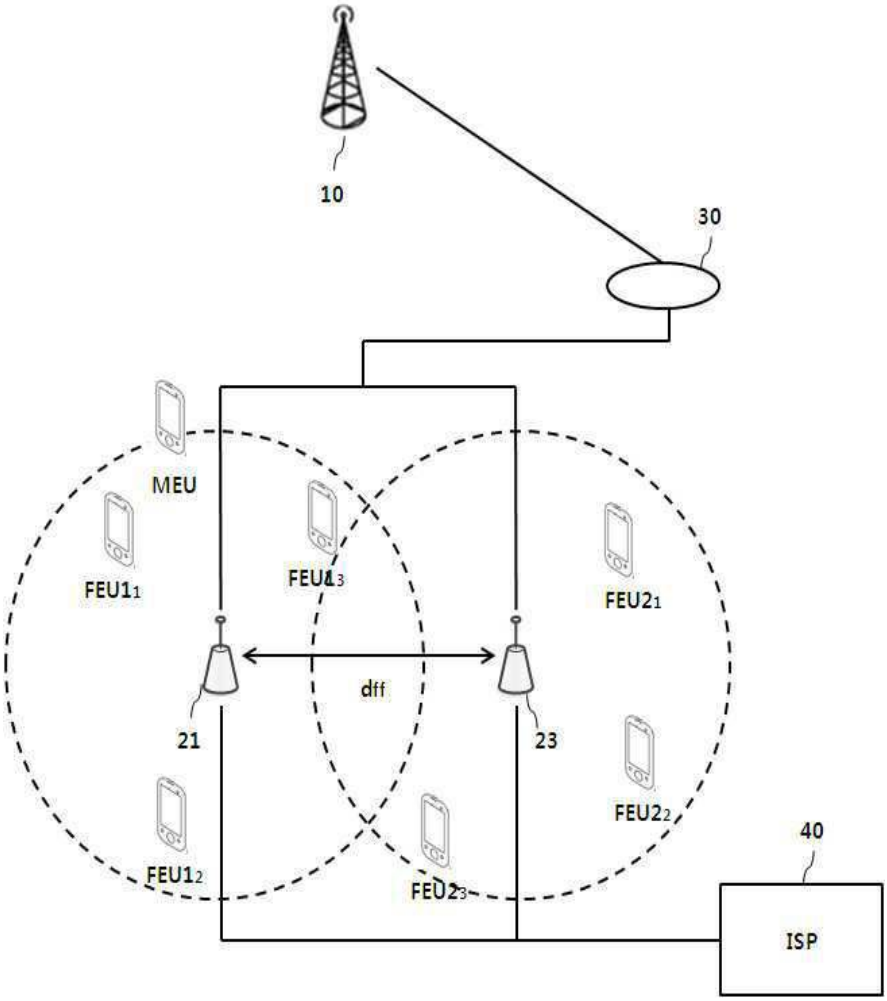
130: 저장부

140: 송신 전력 계산부

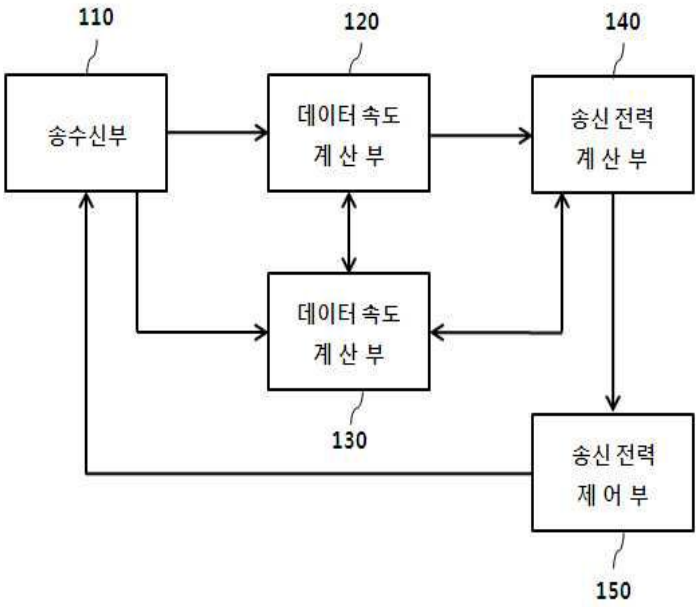
150: 송신 전력 제어부

도면

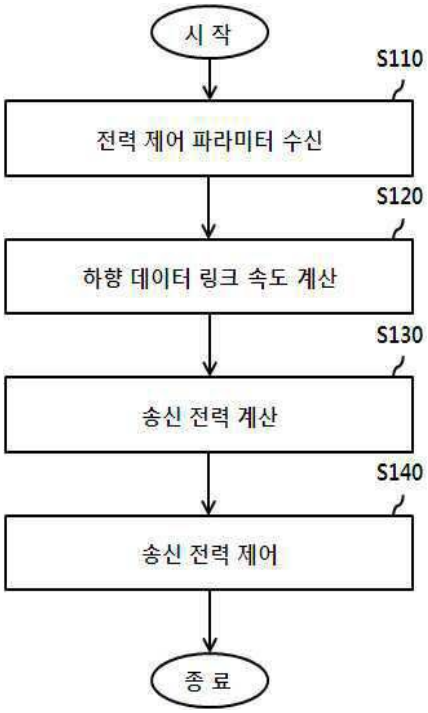
도면1



도면2


110
120
140
송수신부
데이터 속도 계산부
송신 전력 계산부
데이터 속도 계산부
130
송신 전력 제어부
150

도면3


시작
S110
전력 제어 파라미터 수신
S120
하향 데이터 링크 속도 계산
S130
송신 전력 계산
S140
송신 전력 제어
종료