



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0103866
(43) 공개일자 2008년11월28일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0051116

(22) 출원일자 2007년05월25일

심사청구일자 2007년05월25일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

백명선

서울 금천구 독산2동 1067-5

송형규

경기 성남시 분당구 서현동 한양아파트 320-303

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

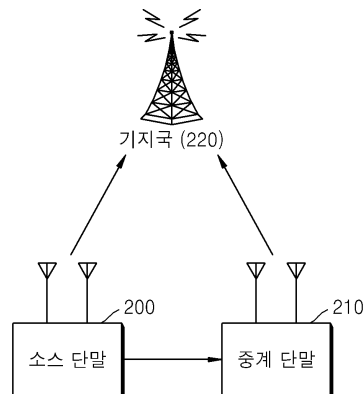
(54) 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템 및 그협동전송 방법

(57) 요약

본 발명은 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템 및 그 협동전송 방법을 개시한다.

본 발명에 의하면, 다중안테나를 사용하는 단말들의 신호 전송 시에, 중계단말을 이용하여 신호를 협동으로 전송하게 되어 기지국은 최종적으로 동일한 신호를 두 번 이상 수신하게 되며, 적은 개수의 안테나를 사용해도 많은 수의 안테나를 설치하는 것과 같은 성능을 제공할 수 있으며, 그 결과 통신 시스템 및 통신용 단말에 설치되는 안테나의 개수를 1/2 이하로 줄일 수 있어 전체적인 무선통신시스템을 구축하는 것을 쉽게 하면서도 성능을 크게 향상시킬 수 있는 효과를 제공한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10557
부처명	서울특별시
연구사업명	기술기반 구축 사업
연구과제명	차세대 PMP 콘텐츠 산업 클러스터 사업
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2006년 12월 01일 ~ 2007년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

신호를 전송하는 복수의 안테나를 포함하는 소스단말;

복수의 안테나 어레이를 포함하며, 신호를 중계하는 중계단말; 및

하나의 셀을 커버하는 복수의 안테나 어레이를 포함하는 기지국;을 포함하며,

상기 소스단말은 인접한 단말들 중에서 한 단말을 중계단말로 선택하고, 소스데이터를 상기 선택된 중계단말과 기지국에 전송하며,

상기 중계단말은 상기 소스단말로부터 전송된 소스데이터를 기지국에 중계하며,

상기 기지국은 상기 소스단말로부터 전송된 신호와 상기 중계단말을 통해 중계되어 수신한 신호를 합산하여 소스 데이터를 검출하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 소스단말은,

소스단말에 인접한 단말들 중에 출력이 가장 높은 채널을 이용하는 단말을 중계단말로 선택하는 인접단말 선택부;

선택된 중계단말에 대한 정보를 상기 기지국으로 전송하는 중계단말 정보 전송부;

상기 선택된 중계단말에 대한 정보가 기지국에 전송되어 협동전송준비가 완료된 후 상기 중계단말과 소스단말 사이의 통신을 위한 동기화를 수행하는 중계단말 동기화부; 및

소스단말과 상기 중계단말 사이의 동기가 완료되면 소스단말의 소스데이터를 상기 중계단말과 기지국으로 송출하는 신호 송출부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 중계단말에 대한 정보는 그 단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보인 그 단말기가 사용하는 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 중계단말은,

상기 소스단말에 대한 정보 및 소스단말의 소스데이터를 수신하여 기지국으로 중계하라는 기지국의 명령을 수신하는 중계명령 수신부;

상기 소스단말과 중계단말 간의 동기화를 통해 신호의 중계를 가능하도록 하는 소스단말 동기화부;

상기 소스단말에서 전송된 소스데이터를 수신하는 소스신호 수신부;

상기 수신된 소스데이터를 채널등화 및 신호 복호를 통해 원래의 전송신호 상태로 복원하는 소스신호 검출부; 및

상기 복호된 신호를 상기 기지국으로 전송하는 소스신호 중계부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 소스단말에 관한 정보는 그 단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보인 단말기가 사용하는 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 기지국은

상기 소스단말로부터 전송된 중계단말에 대한 정보를 수신하는 중계단말정보 수신부;

상기 수신된 중계단말에 대한 정보에 따라 상기 소스단말이 선택한 중계단말에 소스단말에 대한 정보를 전송하고 중계를 수행하도록 명령하는 중계명령 전송부;

상기 소스단말로부터 전송된 소스데이터와 중계단말을 통해 중계된 소스데이터를 수신하는 신호 수신부;

상기 소스단말로부터 수신된 소스데이터와 상기 중계단말을 통해 수신된 중계된 소스데이터를 채널등화와 복호를 거쳐 각각 원래의 전송신호로 복호하는 신호 검출부; 및

상기 복호된 소스데이터와 중계된 소스데이터를 합산하여 각 데이터보다 높은 수신 전력을 갖는 신호로 최종 합산하는 신호 합산부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중의 한 항에 있어서,

상기 중계단말이 상기 소스단말로부터의 신호 외에 상기 기지국으로 전송할 데이터가 있는 경우 상기 중계단말은 상기 소스단말과 기지국에 그 데이터를 전송하고,

상기 소스단말은 상기 중계단말로부터의 데이터를 수신하여 상기 기지국으로 중계하며,

상기 기지국은 상기 소스단말의 소스데이터를 수신하는 것 외에 상기 중계단말에서 전송된 데이터 및 그 데이터가 상기 소스단말을 통해 중계되는 것도 수신하여 상기 중계단말로부터의 최종 데이터로 합산하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템.

청구항 8

소스단말과 상기 소스단말에 의해 선택되어 신호를 중계하는 중계단말로부터 기지국으로 신호를 전송하는 방법에 있어서,

(a) 상기 소스단말에서 인접한 단말 중에서 가장 좋은 채널 환경을 갖는 중계단말을 선택하여 그 선택된 중계단말의 정보를 기지국에 전송하는 단계;

(b) 상기 기지국은 소스단말로부터 수신한 정보에 대응하는 중계단말에 소스단말에 대한 정보를 전송하여 중계수행을 명령하는 단계;

(c) 상기 소스단말과 중계단말 상호 간의 동기화를 수행하는 단계;

(d) 상기 소스단말은 소스데이터를 상기 기지국과 중계단말에 송출하며, 기지국과 중계단말은 상기 전송된 소스데이터를 수신하여 전송되기 전의 원신호로 복호하는 단계;

(e) 상기 중계단말은 상기 수신한 소스데이터를 상기 기지국으로 중계하는 단계; 및

(f) 상기 기지국은 중계된 소스데이터를 수신하고 복호하여 원래의 신호를 검출하고, 소스단말로부터 수신된 데이터와 중계단말을 통해 중계 수신된 데이터를 합산하여 최종신호를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 중계단말은 상기 (b) 단계에서 전송받은 소스단말에 대한 정보를 이용하여 상기 중계단말과 동기화를 하는 것을 특징으로 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 (b) 단계 후에 상기 중계단말이 상기 소스단말로부터의 신호 외에 상기 기지국으로 전송할 신호가 있는 경

우 상기 중계단말은 상기 소스단말과 기지국에 그 신호를 전송하고,
상기 소스단말은 상기 중계단말로부터의 신호를 수신하여 상기 기지국으로 중계하며,
상기 기지국은 상기 소스단말의 소스데이터를 수신하는 것 외에 상기 중계단말에서 전송된 신호 및 그 신호가
상기 소스단말을 통해 중계되는 것도 수신하여 상기 중계단말로부터의 최종 신호로 합산하는 것을 특징으로 하
는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 무선통신 분야에 관한 것으로, 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템과 그 전송 방법에 관한 것이다.
- <13> 점차 증가하는 다양한 멀티미디어 전송에 대한 요구를 만족시키기 위해 송수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중 안테나 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.
- <14> 도 1은 종래의 일반적인 다중 송수신 안테나가 적용된 시스템의 구성을 블록으로 도시한 것이다. 송신부에서는 전송될 데이터를 복수개의 안테나를 통해 전송하며, 수신부에서는 복수개의 안테나를 통해 이를 수신한다. 이와 같은 다중 송수신 안테나가 적용된 시공간 다이버시티 기법은 간단한 연산으로 전송 다이버시티 효과를 얻을 수 있어 성능개선으로 인한 안정성의 증가는 가능하지만, 통상적인 통신 시스템 구조를 그대로 사용하지 못하고 다중안테나를 사용해야 하므로 추가적인 안테나의 공간 문제, 비용, 하드웨어의 복잡성 등의 단점이 있다. 더구나 각각의 다중 안테나간의 충분한 공간이 확보되지 않으면 시공간 부호의 직교성이 깨지게 되어 원하는 성능을 이끌어 내지 못한다. 그러므로 실제 통신단말기에 두 개 이상의 안테나를 적용하는 것은 단말의 크기와 비용 그리고 하드웨어의 복잡성이라는 제약 때문에 매우 어렵다는 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <15> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 상기의 문제점들을 해결하기 위해, 안테나의 수를 크게 확장하지 않아도 더 많은 수의 안테나를 사용하는 것과 같은 효과를 제공할 수 있도록 하는 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템과 그 전송 방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <16> 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 의한, 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템은, 신호를 전송하는 복수의 안테나를 포함하는 소스단말; 복수의 안테나 어레이를 포함하며, 신호를 중계하는 중계단말; 및 하나의 셀을 커버하는 복수의 안테나 어레이를 포함하는 기지국;을 포함하며, 상기 소스단말은 인접한 단말들 중에서 한 단말을 중계단말로 선택하고, 소스데이터를 상기 선택된 중계단말과 기지국에 전송하며, 상기 중계단말은 상기 소스단말로부터 전송된 소스데이터를 기지국에 중계하며, 상기 기지국은 상기 소스단말로부터 전송된 신호와 상기 중계단말을 통해 중계되어 수신한 신호를 합산하여 소스 데이터를 검출하는 것을 특징으로 한다.
- <17> 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 의한, 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 방법은, 소스단말과 상기 소스단말에 의해 선택되어 신호를 중계하는 중계단말로부터 기지국으로 신호를 전송하는 방법에 있어서, (a) 상기 소스단말에서 인접한 단말들 중에서 가장 좋은 채널 환경을 갖는 중계단말을 선택하여 그 선택된 중계단말의 정보를 기지국에 전송하는 단계; (b) 상기 기지국은 소스단말로부터 수신한 정보에 대응하는 중계단말에 소스단말에 대한 정보를 전송하여 중계수행을 명령하는 단계; (c) 상기 소스단말과 중계단말 상호 간의 동기화를 수행하는 단계; (d) 상기 소스단말은 소스데이터를 상기 기지국과 중계단말에 송출하며, 기지국과 중계단말은 상기 전송된 소스데이터를 수신하여 전송되기 전의 원신호로 복호하는 단계; (e) 상기 중계단말은 상기 수신한 소스데이터를 상기 기지국으로 중계하는 단계; 및 (f) 상기 기지국은 중계된 소스데이터를 수신하고 복호하여 원래의 신호를 검출하고, 소스단말로부터 수신된 데이터와 중계단말을 통해 중계 수신된 데이터를

합산하여 최종신호를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <18> 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예를 상세히 설명한다.
- <19> 도 2는 본 발명에 따른 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 것이다.
- <20> 신호를 전송하는 복수의 안테나를 포함하는 소스단말(200), 복수의 안테나 어레이를 포함하며, 신호를 중계하는 중계단말(210) 및 하나의 셀을 커버하는 복수의 안테나 어레이를 포함하는 기지국(220)을 포함한다.
- <21> 소스단말(200)은 인접한 단말들 중에서 한 단말을 중계단말(210)로 선택하고, 소스데이터를 중계단말(210)과 기지국(220)에 전송하며, 중계단말(210)은 소스단말(200)로부터 전송된 소스데이터를 기지국(220)에 중계하며, 기지국(220)은 소스단말(200)로부터 전송된 신호와 중계단말(210)을 통해 중계되어 수신한 신호를 합산하여 소스데이터를 검출한다.]
- <22> 이하의 설명에서 소스데이터와 소스데이터 신호는 실질적으로 같은 의미로 사용되며, 각 설명에는 두 용어를 구분없이 사용할 것이다.
- <23> 도 3은 본 발명에 따른 소스단말의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <24> 본 발명에 따른 통신 초기에 소스단말의 인접단말 검색부(300)는 인접한 단말들을 검색하고 인접단말과 소스단말사이의 채널상태를 체크한다. 중계단말 선택부(310)는 검색된 단말기 중 소스단말과 인접한 단말들 사이의 하나의 단말을 중계단말로 선택한다.
- <25> 이때에 가장 좋은 채널, 즉 출력이 가장 높은 채널을 검출하여 이 채널을 이용하는 단말기를 중계단말로 선택한다. 채널 추정이나 SNR 추정을 통해 가장 좋은 채널을 선택하는 방법은 본 발명이 속한 기술 분야에는 이미 잘 알려진 기술이므로 여기서 구체적인 설명은 생략한다.
- <26> 중계단말이 선택된 후에 중계단말 정보 전송부(320)는 선택된 중계단말에 대한 정보를 기지국으로 전송한다. 중계단말에 관한 정보는 그 단말기가 사용하는 채널, 즉 그 단말기에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 의미한다.
- <27> 중계단말 동기화부(330)는 중계단말이 선택되고 중계단말에 대한 정보가 기지국에 전송되어 협동전송준비가 완료된 후 중계단말과 소스단말 사이의 원활한 통신을 위한 동기화를 실행한다.
- <28> 신호 송출부(340)는 소스단말과 중계단말사이의 동기가 완료되어 통신이 가능한 상태가 확보된 후에 소스단말의 소스데이터를 송출하는 역할을 수행한다. 신호 송출부(340)는 등방성 안테나로 구성되어 모든 방향에 대해 동일한 전력으로 신호를 전송한다.
- <29> 도 4는 본 발명에 따른 중계단말의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <30> 중계단말의 중계명령 수신부(400)는 소스단말에 대한 정보와 함께 소스단말의 소스데이터를 수신하여 기지국으로 중계하라는 기지국의 명령을 수신하는 역할을 한다. 이 경우 소스단말에 관한 정보는 그 소스단말이 사용하는 채널, 즉 그 단말에 할당된 부반송파대역에 관한 정보를 의미한다.
- <31> 중계단말의 소스단말 동기화부(410)는 소스단말의 중계단말 동기화부(330)와 함께 동작하는 것으로, 소스단말과 중계단말의 동기화를 통해 신호의 중계를 가능하도록 하는 역할을 한다. 동기화될 소스단말에 대한 정보는 중계명령 수신부(400)를 통해 전달받았으며, 그 정보를 이용해서 신호 전송을 위해 동기하는 것이 가능하다.
- <32> 중계단말의 소스신호 수신부(420)는 소스단말에서 전송된 소스데이터를 수신한다. 중계단말의 소스신호 검출부(430)는 소스신호 수신부(420)를 통해 수신된 소스데이터를 채널등화와 신호 복호를 통해 원래의 전송신호 상태로 복원한다.
- <33> 소스신호 중계부(440)는 소스신호 검출부(430)에서 복호된 신호를 기지국으로 전송하는 역할을 수행하며, 소스단말의 신호 송출부(340)와 마찬가지로 등방성 안테나로 구성되어 모든 방향에 대해 동일한 전력으로 신호를 전송한다.
- <34> 도 5는 본 발명에 따른 기지국의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <35> 기지국의 중계단말정보 수신부(500)는 소스단말의 중계단말 정보 전송부(320)를 통해 전송된 중계단말에 대한 정보를 수신하여, 소스단말이 협동전송을 하기 위해 선택한 중계단말의 정보를 수신한다.
- <36> 기지국의 중계명령 전송부(510)는 중계단말정보 수신부(500)를 통해 수신된 중계단말에 대한 정보에 따라 소스

단말이 선택한 중계단말에 소스단말에 대한 정보를 전송하고 중계를 수행하도록 명령한다. 즉, 중계명령 전송부(510)를 통해 중계단말은 소스단말의 정보를 수신하고 자신이 그 소스단말로부터의 소스데이터의 중계하는 역할을 수행한다는 것을 아는 것이다.

<37> 기지국의 신호 수신부(520)는 소스단말을 통해 전송된 신호와 중계단말을 통해 중계된 신호를 수신한다. 그리고 기지국의 신호 검출부(530)는 소스단말에서 전송된 소스데이터와 중계단말을 통해 중계되어 수신된 소스데이터를 채널등화와 복호를 거쳐 원래의 전송신호로 복호한다.

<38> 기지국의 신호 합산부(540)는 신호 검출부(530)에서 복호된 소스단말을 통해 수신된 소스데이터와 중계단말을 통해 수신된 중계된 소스데이터를 합산하여 보다 높은 수신 전력을 갖는 신호로 최종 합산하는 역할을 수행한다. 신호 합산부(540)의 신호 합산을 통해 기지국은 동일한 신호를 두 번 수신하는 효과를 극대화 할 수 있으며 이를 통해 수신오류율을 현저하게 낮출 수 있다.

<39> 구체적인 동작 과정을 도 6 내지 도 10을 참조하여 설명한다.

<40> 본 발명에서 통신환경은 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 시스템을 가정한다. 그리고 이하의 설명에서는 본 발명에 따른 소스단말 및 중계단말을 포함하는 단말은 2개의 안테나를 사용하는 것으로 설정한다.

<41> 현재 각 단말기는 상기에서 설명한 바와 같이 주변의 가장 좋은 채널을 가진 단말기를 중계단말로 선택하여 기

지국에 통보하고 모든 동기화를 마친 상태이다. N_d 개의 부반송파와 N_d 명의 사용자를 갖는 OFDMA시스템을 고려하여 설명한다. 이때 각 사용자에게 할당된 부반송파의 수는 K ($K = N / N_d$)개이다. OFDMA신호에서 d 번째 사용자가 할당받은 주파수 대역은 Ψ_d 이고, 이에 따라 각 사용자들의 OFDMA신호는 아래의 수학적식과 같다.

수학적식 1

$$\mathbf{X} = [X^{(1)}(0) \cdots X^{(1)}(K-1) \cdots X^{(N_d)}(0) \cdots X^{(N_d)}(K-1)]$$

<42>

<43> 도 6은 본 발명에 사용되는 OFDMA 시스템의 신호구성을 도시한 것으로, 수학적식 1은 도 6과 같이 도시화 될 수 있다.

<44> 위의 신호는 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform)을 통해 OFDMA심볼로 변조되고 기지국으로 수신된다. 이렇게 수신된 신호는 기지국에서 FFT (Fast Fourier Transform)을 거치게 되고 FFT의 출력은 아래의 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 2

$$\mathbf{Y} = \mathbf{G}\mathbf{X} + \boldsymbol{\eta}$$

<45>

<46> 여기서 $\mathbf{G}$ 는 다중경로 채널의 주파수 응답이며 아래의 수학적식과 같다.

수학적식 3

$$\mathbf{G} = [\mathbf{G}^{(1)} \quad \mathbf{G}^{(2)} \quad \cdots \quad \mathbf{G}^{(d)} \quad \mathbf{G}^{(N_d)}]^T$$

<47>

<48> 위의 수학적식에서 $\mathbf{G}^{(d)}$ 는 d 번째 사용자의 다중경로 채널이며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

<49>

$$\mathbf{G}^{(d)} = [\mathbf{G}^{(d)}(1) \quad \mathbf{G}^{(d)}(2) \quad \dots \quad \mathbf{G}^{(d)}(K)]^T$$

<50>

각 사용자들 사이의 채널의 변화는 서로 독립적이라는 것을 가정해 보자.

<51>

본 발명은 다중안테나를 사용하는 단말기와 기지국을 가정하였으므로 상기의 수학식들은 STBC (Space-Time Block Code)를 사용하는 2개의 안테나를 갖는 시스템의 신호로 확장될 수 있다. d번째 사용자의 전송신호 $\mathbf{X}_d$ 는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

<52>

$$\mathbf{X}^{(d)} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1^{(d)} & \mathbf{X}_2^{(d)} \\ -\mathbf{X}_2^{(d)*} & \mathbf{X}_1^{(d)*} \end{bmatrix}$$

<53>

위의 식에서 $\mathbf{X}_l^{(d)}$ 는 d번째 사용자의 l번째 전송신호를 나타낸다.

<54>

기지국에서는 상기의 d번째 사용자의 신호에 대해 아래와 같은 신호를 수신한다.

수학식 6

<55>

$$\mathbf{Y}^{(d)} = \mathbf{G}^{(d)} \mathbf{X}^{(d)} + \boldsymbol{\eta}^{(d)}$$

<56>

위의 수학식에서 채널 $\mathbf{G}^{(d)}$ 는 아래의 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

<57>

$$\mathbf{G}^{(d)} = \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{1,1}^{(d)} & \mathbf{G}_{1,2}^{(d)} \\ \mathbf{G}_{2,1}^{(d)} & \mathbf{G}_{2,2}^{(d)} \end{bmatrix}$$

<58>

위의 수학식에서 $\mathbf{G}_{j,i}^{(d)}$ 는 d번째 사용자의 i번째 전송안테나로부터 기지국의 j번째 수신안테나까지의 다중 경로 채널을 나타낸다. 이때 수신된 신호 $\mathbf{Y}^{(d)}$ 는 아래의 수학식과 같다.

수학식 8

$$\mathbf{Y}^{(d)} = \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1^{(d,1)} & \mathbf{Y}_2^{(d,1)} \\ \mathbf{Y}_1^{(d,2)} & \mathbf{Y}_2^{(d,2)} \end{bmatrix}$$

<59>

$$\mathbf{Y}_j^{(d,l)}$$

<60>

위의 수학식에서 $\mathbf{Y}_j^{(d,l)}$ 는 기지국의 j번째 안테나를 통해 수신된 d번째 사용자의 i번째 전송안테나를 통해 전송된 신호를 나타낸다.

<61>

수신된 신호의 검출은 일반적인 STBC의 ML (Maximum Likelihood) 복호방법과 동일하므로 생략한다.

<62>

이하에서는 본 발명에 따른 협동전송에 대해 설명한다. 본 발명은 단방향 협동전송과 양방향 협동전송의 두 가지 협동전송방법을 포함한다. 단방향 협동전송은 단말간에 소스단말과 중계단말로 구분되는 것이고, 양방향 협동전송은 각 단말이 소스단말과 중계단말의 역할을 다 하는 것이다.

<63>

도 7a는 본 발명에 따른 단방향 협동전송 그리고 도 7b는 양방향 협동전송의 구성의 예를 도시한 것이다.

<64>

1. 단방향 협동전송방법

<65>

도 7a와 같이 단방향 협동전송방법은 하나의 소스단말(700)이 소스데이터를 전송하고 중계단말(710)은 소스단말

$$\mathbf{G}_{b,s} \quad \mathbf{G}_{b,r}$$

(700)의 데이터를 중계만 해주는 방법이다. 도 7a에서 $\mathbf{G}_{b,s}$ 와 $\mathbf{G}_{b,r}$ 은 각 단말에서 기지국(720)으로

$$\mathbf{G}_{b,s}$$

$$\mathbf{G}_{b,r}$$

신호를 전송하는 상향링크 채널이다. 이때 $\mathbf{G}_{b,s}$ 는 소스단말에서 기지국까지의 채널이고 $\mathbf{G}_{b,r}$ 는 중계단

$$\mathbf{G}_{r,s}$$

말에서 기지국까지의 채널이다. 그리고 $\mathbf{G}_{r,s}$ 은 소스단말에서 중계단말까지의 단말 간 채널을 나타낸다.

$$\mathbf{X}_l^{(s)}$$

<66>

도 8은 본 발명에 따른 단방향 협동전송방법의 전송신호를 도시한 것이다. 도 8에서 $\mathbf{X}_l^{(s)}$ 는 소스단말(도면

$$\hat{\mathbf{X}}_l^{(s)}$$

에는 소스노드라고 함)의 1번째 전송신호이고 $\hat{\mathbf{X}}_l^{(s)}$ 는 중계단말(도면에는 중계노드라고 함)의 1번째 중계신

$$\psi_s$$

호이다. 도 8과 같이 전송 시간 1~2에 소스단말은 자신에게 할당된 주파수 대역인 ψ_s 에서 소스신호를 전송하고, 전송된 신호는 중계단말에 수신된다. 중계단말은 소스단말의 신호를 복호하여 다음 전송시간인 Time 3~4에

$$\psi_r$$

중계단말의 주파수 대역인 ψ_r 에서 복호된 신호를 중계한다. 그와 동시에 소스단말은 다음신호를 전송하고 중계단말은 전송된 소스신호를 수신하여 그 다음 전송시간에 중계한다. 본 발명에 따른 단방향 협동전송방법의 전송은 상기와 같이 동작한다.

<67>

기지국에서는 상기와 같이 전송된 신호를 수신하고 복호하여 전송신호를 검출한다. 복호하는 과정은 두 개의 전

$$\psi_s$$

송안테나를 사용하는 STBC의 ML 방법과 동일하다. 전송시간 Time 1~1+1에서 소스단말은 주파수 대역인 ψ_s 에서 소스신호를 전송하고 기지국은 전송된 소스신호를 수신한다. 수신된 소스신호는 아래의 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_1}^{(s,l)} \\ \mathbf{Y}_{b_1}^{(s,l+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_l^{(s)} & \mathbf{X}_{l+1}^{(s)} \\ -\mathbf{X}_{l+1}^{(s)*} & \mathbf{X}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_1,s_1}^{(s)} \\ \mathbf{G}_{b_1,s_2}^{(s)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(s)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(s)} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_2}^{(s,l)} \\ \mathbf{Y}_{b_2}^{(s,l+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_l^{(s)} & \mathbf{X}_{l+1}^{(s)} \\ -\mathbf{X}_{l+1}^{(s)*} & \mathbf{X}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_2,s_1}^{(s)} \\ \mathbf{G}_{b_2,s_2}^{(s)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(s)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(s)} \end{bmatrix}$$

<68>

$$\mathbf{G}_{b_j,s_i}^{(s)}$$

<69>

위의 수학식에서 $\mathbf{G}_{b_j,s_i}^{(s)}$ 는 소스단말의 i번째 전송안테나로부터 기지국의 j번째 수신안테나까지의 다중경로채널이고, $\mathbf{Y}_{b_j}^{(s,l)}$ 는 기지국의 j번째 안테나로 수신된 l번째 수신신호이다. 이와 동시에 중계단말에서는 동일한 소스단말의 신호를 수신하게 된다. 중계단말이 수신한 소스신호는 아래의 수학식과 같다.

수학식 10

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{r_1}^{(s,l)} \\ \mathbf{Y}_{r_1}^{(s,l+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_l^{(s)} & \mathbf{X}_{l+1}^{(s)} \\ -\mathbf{X}_{l+1}^{(s)*} & \mathbf{X}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{r_1,s_1}^{(s)} \\ \mathbf{G}_{r_1,s_2}^{(s)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(s)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(s)} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{r_2}^{(s,l)} \\ \mathbf{Y}_{r_2}^{(s,l+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_l^{(s)} & \mathbf{X}_{l+1}^{(s)} \\ -\mathbf{X}_{l+1}^{(s)*} & \mathbf{X}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{r_2,s_1}^{(s)} \\ \mathbf{G}_{r_2,s_2}^{(s)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(s)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(s)} \end{bmatrix}$$

<70>

$$\mathbf{G}_{r_j,s_i}^{(s)}$$

<71>

위의 수학식에서 $\mathbf{G}_{r_j,s_i}^{(s)}$ 는 소스단말의 i번째 전송안테나로부터 중계단말의 j번째 수신안테나까지의 다중경로채널이고, $\mathbf{Y}_{r_j}^{(s,l)}$ 는 중계단말의 j번째 수신안테나를 통해 수신된 l번째 수신신호이다.

<72>

시간 1+2~1+3에서 소스단말은 아래의 수식과 같은 1+2와 1+3번째 소스신호를 전송한다.

수학식 11

$$\mathbf{X}^{(d)} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{l+2}^{(d)} & \mathbf{X}_{l+3}^{(d)} \\ -\mathbf{X}_{l+3}^{(d)*} & \mathbf{X}_{l+2}^{(d)*} \end{bmatrix}$$

<73>

<74>

이와 동시에 중계단말은 수신된 소스단말의 신호를 복호하여 기지국에 전송한다. 기지국에서 수신한 중계신호는 아래의 수학과 같다.

수학식 12

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_1}^{(r,l)} \\ \mathbf{Y}_{b_1}^{(r,l)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{X}}_l^{(s)} & \hat{\mathbf{X}}_{l+1}^{(s)} \\ -\hat{\mathbf{X}}_{l+1}^{(s)*} & \hat{\mathbf{X}}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_1, r_1}^{(r)} \\ \mathbf{G}_{b_1, r_2}^{(r)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(r)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(r)} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_2}^{(r,l)} \\ \mathbf{Y}_{b_2}^{(r,l)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{X}}_l^{(s)} & \hat{\mathbf{X}}_{l+1}^{(s)} \\ -\hat{\mathbf{X}}_{l+1}^{(s)*} & \hat{\mathbf{X}}_l^{(s)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_2, r_1}^{(r)} \\ \mathbf{G}_{b_2, r_2}^{(r)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(r)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(r)} \end{bmatrix}$$

<75>

$$\mathbf{G}_{b_j, r_i}^{(r)}$$

<76>

위의 수식에서 $\mathbf{G}_{b_j, r_i}^{(r)}$ 는 중계단말의 i번째 전송안테나로부터 기지국의 j번째 수신안테나까지의 다중

$$\mathbf{Y}_{b_j}^{(r,l)}$$

경로채널이고 $\mathbf{Y}_{b_j}^{(r,l)}$ 는 기지국의 j번째 안테나를 통해 수신되는 중계단말을 통해 전송된 l번째 신호이다.

<77>

이와 같은 방법을 통해 기지국은 소스단말과 중계단말을 통해 동일한 신호를 두 번 수신하게 되어 수신성능을 크게 향상시킬 수 있다.

<78>

2. 양방향 협동전송방법

<79>

도 7b와 같이 양방향 협동전송방법은 두 개의 단말(730, 740)이 서로 짝을 지어 자신의 신호를 전송하고 다른 단말의 신호를 중계해주는 방법이다. 이는 중계단말이 소스단말로부터의 신호 외에 기지국(750)으로 전송할 신호가 있는 경우 중계단말은 소스단말과 기지국에 그 신호를 전송하고, 소스단말은 중계단말로부터의 신호를 수신하여 기지국으로 중계하며, 기지국은 소스단말의 소스데이터를 수신하는 것 외에 중계단말에서 전송된 신호 및 그 신호가 소스단말을 통해 중계되는 것도 수신하여 중계단말로부터의 최종 신호로 합산한다.

<80>

도 7b는 본 발명에 따른 양방향 협동전송방법의 구조를 보여준다. 본 방법은 두 개의 단말 모두에게 전송할 신호가 있는 경우 사용할 수 있다.

<81>

이하의 설명에서는 d번째 단말(730)과 t번째 단말(740)이 서로 짝을 지어 협동전송을 하는 것을 가정하였다. 도

7b에서 $\mathbf{G}_{b, u^d}$ 와 $\mathbf{G}_{b, u^t}$ 는 각 단말에서 기지국(750)으로 신호를 전송하는 상향링크 채널이다. 이때

$\mathbf{G}_{b,u^d}$ 는 d번째 단말에서 기지국까지의 채널이고 $\mathbf{G}_{b,u^t}$ 는 t번째 단말에서 기지국까지의 채널이다.

$\mathbf{G}_{u^t,u^d}$ 과 $\mathbf{G}_{u^d,u^t}$ 채널은 각 단말 간의 채널을 나타낸다. 이때 $\mathbf{G}_{u^t,u^d}$ 는 d번째 단말에서

t번째 단말까지의 채널이고 $\mathbf{G}_{u^d,u^t}$ 는 t번째 단말에서 d번째 단말까지의 채널이다.

<82> 도 9는 본 발명에 따른 양방향 협동전송방법의 전송신호를 도시한 것이다. 도 9에서 $\mathbf{X}_l^{(d)}$ 는 d번째 단말(도

면에는 d번째 노드라고 함)로부터 전송된 d번째 단말의 l번째 전송신호이고 $\hat{\mathbf{X}}_l^{(d)}$ 는 t번째 단말(도면에는 t번째 노드라고 함)로부터 중계된 d번째 단말의 l번째 중계신호이다.

<83> 도 9에서와 같이 전송시간 1~2에서 각 단말은 자신의 데이터를 자신의 주파수 대역을 통해 기지국에 전송한다. 전송시간 3~6에서 각 단말은 자신의 신호를 자신에게 할당된 주파수 대역을 통해 기지국에 전송하고 다른 단말의 신호를 다른 단말에게 할당된 주파수 대역을 통해 기지국에 전송한다. 상기의 전송시간 3~6에서 같은 대역을 통해 전송되는 신호들을 분리하기 위해 특별한 전송코드가 사용된다. 전송시간 3~6에서 사용되는 전송코드는 4개의 전송안테나를 사용하는 일반적인 STBC의 전송코드를 따른다.

<84> 기지국에서는 신호를 검출하기 위해 2 개의 전송안테나를 사용하는 STBC 복호기법과 4개의 전송안테나를 사용하는 STBC복호기법을 사용한다. 전송시간 1~2에는 2개의 전송안테나를 사용하는 STBC복호기법이 사용되고 전송시간 3~6에는 4개의 전송안테나를 사용하는 STBC복호기법이 사용된다.

<85> 전송시간 1~2에 d번째 단말의 주파수 대역에서 기지국에 수신되는 신호는 아래의 수식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 13

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_1}^{(d,1)} \\ \mathbf{Y}_{b_1}^{(d,2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1^{(d)} & \mathbf{X}_2^{(d)} \\ -\mathbf{X}_2^{(d)*} & \mathbf{X}_1^{(d)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_1,u_1^d}^{(d)} \\ \mathbf{G}_{b_1,u_2^d}^{(d)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(d)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(d)} \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{b_2}^{(d,1)} \\ \mathbf{Y}_{b_2}^{(d,2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1^{(d)} & \mathbf{X}_2^{(d)} \\ -\mathbf{X}_2^{(d)*} & \mathbf{X}_1^{(d)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{G}_{b_2,u_1^d}^{(d)} \\ \mathbf{G}_{b_2,u_2^d}^{(d)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}^{(d)} \\ \boldsymbol{\eta}^{(d)} \end{bmatrix}$$

<86>

$$\mathbf{G}_{b_j,u_i^d}^{(d)}$$

<87> 위의 수식에서 $\mathbf{G}_{b_j,u_i^d}^{(d)}$ 는 d번째 사용자의 i번째 전송안테나로부터 기지국의 j번째 수신안테나까지의 다중경로채널을 나타낸다. 전송시간 3~6동안 d번째 단말의 주파수 대역에서 기지국에 수신되는 신호는 아래의 수식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 14

$$\begin{bmatrix} Y_{b_1}^{(d,3)} \\ Y_{b_1}^{(d,4)} \\ Y_{b_1}^{(d,5)} \\ Y_{b_1}^{(d,6)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_3^{(d)} & X_4^{(d)} & \hat{X}_1^{(d)} & 0 \\ -X_4^{(d)*} & X_3^{(d)*} & 0 & \hat{X}_1^{(d)} \\ -X_1^{(d)*} & 0 & \hat{X}_3^{(d)*} & \hat{X}_4^{(d)*} \\ 0 & X_1^{(d)*} & -\hat{X}_4^{(d)*} & \hat{X}_3^{(d)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{b_1, u_1^d}^{(d)} \\ G_{b_1, u_2^d}^{(d)} \\ G_{b_1, u_1^t}^{(t)} \\ G_{b_1, u_2^t}^{(t)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta^{(d)} \\ \eta^{(d)} \\ \eta^{(t)} \\ \eta^{(t)} \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} Y_{b_2}^{(d,3)} \\ Y_{b_2}^{(d,4)} \\ Y_{b_2}^{(d,5)} \\ Y_{b_2}^{(d,6)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_3^{(d)} & X_4^{(d)} & \hat{X}_1^{(d)} & 0 \\ -X_4^{(d)*} & X_3^{(d)*} & 0 & \hat{X}_1^{(d)} \\ -X_1^{(d)*} & 0 & \hat{X}_3^{(d)*} & \hat{X}_4^{(d)*} \\ 0 & X_1^{(d)*} & -\hat{X}_4^{(d)*} & \hat{X}_3^{(d)*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_{b_2, u_1^d}^{(d)} \\ G_{b_2, u_2^d}^{(d)} \\ G_{b_2, u_1^t}^{(t)} \\ G_{b_2, u_2^t}^{(t)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta^{(d)} \\ \eta^{(d)} \\ \eta^{(t)} \\ \eta^{(t)} \end{bmatrix}.$$

<88>

<89> t번째 단말의 주파수 대역에 수신되는 신호는 상기의 수학식 13과 14와 동일한 방법으로 나타낼 수 있으므로 생략한다.

<90> 상기에서 기술 한 것과 같이 2개의 전송안테나를 사용하는 STBC 복호기법과 4개의 전송안테나를 사용하는 STBC 복호기법을 사용하여 각 신호를 검출 할 수 있다. 상기 기술된 양방향 협동전송기법에 따라 기지국은 동일한 신호를 최대 3번 반복해서 수신할 수 있으므로 매우 높은 수신성능의 향상을 얻을 수 있다.

<91> 도 10과 도 11은 본 발명에 따른 단방향 협동 전송 방법과 양방향 협동 전송 방법에 대해 각각 BER (Bit Error Rate)성능을 그래프로 도시한 것이다. 도 10과 11에서 각 단말의 상향링크채널의 SNR은 동일하다고 가정하였고 SNR_D는 단말간 채널의 SNR - 상향링크 채널의 SNR을 나타낸다. 그러므로 SNR_D가 큰 경우는 단말간 채널의 SNR이 상향링크 채널의 SNR보다 매우 좋은 것을 나타낸다.

<92> 단말간 채널의 SNR이 상향링크 채널의 SNR보다 좋은 경우 SNR_D가 0 이상이 되어 본 발명에 따른 협동전송방법이 일반적인 2개의 전송안테나를 사용하는 STBC보다 더 좋은 성능을 갖는다. 또한 SNR_D가 10dB이상인 경우에는 본 발명에 따른 협동전송방법이 일반적인 4개의 전송안테나를 사용하는 STBC보다 더 좋은 성능을 갖는다. 이는 중계단말의 안테나를 마치 소스단말의 안테나와 같이 사용하여 4개의 전송안테나를 사용하는 효과를 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

<93> 즉, 본 발명에 따른 전송 방법을 사용하는 경우 2개의 전송 안테나만을 사용해도 4개의 전송안테나를 사용하는 효과를 얻을 수 있으므로 안테나를 설치하는 공간을 대폭 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다.

<94> 반면에 단말간 채널의 SNR이 상향링크 채널의 SNR보다 좋지 않은 경우 중계단말로 전송되는 중계채널이 좋지 않아 중계단말에 수신되는 소스데이터가 크게 훼손되어 오히려 통신의 전체적인 성능을 크게 낮추게 된다. 하지만 일반적인 통신 시스템에서 단말기와 기지국간의 거리에 비해 단말기와 단말기간의 거리가 상대적으로 가깝기 때문에 단말간 채널의 SNR이 상향링크 채널의 SNR보다 더 좋은 값을 가지게 된다. 그러므로 본 발명은 무선통신 시스템에 효과적으로 적용 가능하다는 것이 명확하다.

<95> 상기의 설명은 각 단말에서 2개의 안테나를 사용하는 것에 대한 것이나, 본 발명의 요지를 유지하면서 그보다 많은 개수의 안테나를 사용해도 본 발명이 적용될 수 있다는 것은 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자가 상기의 설명을 참조하면 자명할 것이다.

<96> 도 12는 본 발명에 따른 다중안테나를 사용하는 무선통신시스템의 협동전송방법의 예시적인 흐름도이다. 이 흐름의 상세한 내용은 상기에 설명되어 있으므로 간단하게만 그 동작을 설명한다.

- <97> 우선 소스단말은 인접한 단말들을 검색한다(1200). 검색이 완료된 후 소스단말은 인접한 단말들 사이에서 가장 좋은 채널 환경을 갖는 중계단말을 선택한다(1205). 이후 선택된 중계단말의 정보를 기지국에 전송한다(1210).
- <98> 기지국은 소스단말로부터 중계단말의 정보를 수신한다(1215). 이후 기지국은 선택된 중계단말에 소스단말의 정보를 전송하고 중계수행을 명령한다(1220).
- <99> 중계단말은 기지국으로부터 소스단말의 정보와 중계명령을 수신한다(1225). 이와 같이 소스단말과 중계단말이 모두 확정된 후에 원활한 신호 송수신을 위해 소스단말과 중계단말은 서로간의 동기화를 수행한다(1230).
- <100> 동기화작업이 마무리된 후에 소스단말은 소스데이터를 기지국과 중계단말에 송출한다(1235). 이때 송출되는 신호는 등방성 안테나를 통해 모든 방향에 대해 동일한 전력으로 송출된다. 기지국과 중계단말은 전송된 소스신호를 수신하여(1240, 1250) 전송 시의 신호로 복호한다(1245, 1255). 중계단말은 검출된 소스신호를 기지국으로 중계한다(1260).
- <101> 기지국은 중계된 소스데이터를 수신하고(1265) 중계된 데이터를 복호하여 원래의 신호를 검출한다(1270). 그리고 기지국은 소스단말을 통해 수신된 데이터와 중계단말을 통해 수신된 데이터를 합산하여 최종신호를 결정한다(1275).
- <102> 위와 같은 작업을 통해 기지국은 동일한 신호를 2회 이상 수신하게 되어 전체적인 통신시스템의 성능을 크게 향상시킬 수 있다.
- <103> 중계단말로 선택된 단말이 기지국으로 전송할 데이터를 가지고 있는 경우 상기에 설명된 것과 같이 양방향 합동 전송으로 이를 기지국으로 전송할 수 있다.
- <104> 이 경우 1225 단계에서 소스단말에 대한 정보가 중계단말로 전송되므로, 중계단말은 그 소스단말과 함께 양방향 합동전송을 할 수 있다.
- <105> 양방향 합동전송을 위해 중계단말은 기지국에 소스단말과 같이 양방향 합동전송을 하겠다는 내용을 전달한다. 이와 같은 양방향 합동전송에 대한 정보는 기지국으로부터 소스단말에 전달된다. 중계단말은 양방향 합동전송을 위한 동기화를 소스단말과 할 수도 있을 것이고, 혹은 1230 단계에서의 동기화를 이용하여 별도의 동기화를 생략할 수도 있을 것이다.
- <106> 중계단말은 기지국으로 전송할 데이터를 소스단말과 기지국에 전송한다. 그러면 소스단말은 중계단말로부터의 데이터를 수신하여 기지국으로 중계하며, 기지국은 소스단말의 소스데이터를 수신하는 것 외에 중계단말에서 전송된 데이터 및 그 데이터가 소스단말을 통해 중계되는 것도 수신하여 상기 중계단말로부터의 최종 신호로 합산한다. 이와 같은 과정에 대한 상세한 내용은 단방향 합동전송의 경우와 실질적으로 동일하므로 별도의 설명은 생략한다.
- <107> 이와 같은 양방향 합동전송 과정은 상기에 설명된 것과 같이 도 9에 도시된 신호 체계에 따라 실행된다.
- <108> 상기와 같은 본 발명에 따른 각 단계 혹은 구성요소는 일반적인 프로그래밍 기법을 이용하여 소프트웨어적으로 또는 하드웨어적으로 다양하게 구현할 수 있다.
- <109> 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- <110> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구 범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

발명의 효과

- <111> 본 발명에 의하면, 다중안테나를 사용하는 단말들의 신호 전송 시에, 중계단말을 이용하여 신호를 협동으로 전송하게 되어 기지국은 최종적으로 동일한 신호를 두 번 이상 수신하게 되며, 적은 개수의 안테나를 사용해도 많

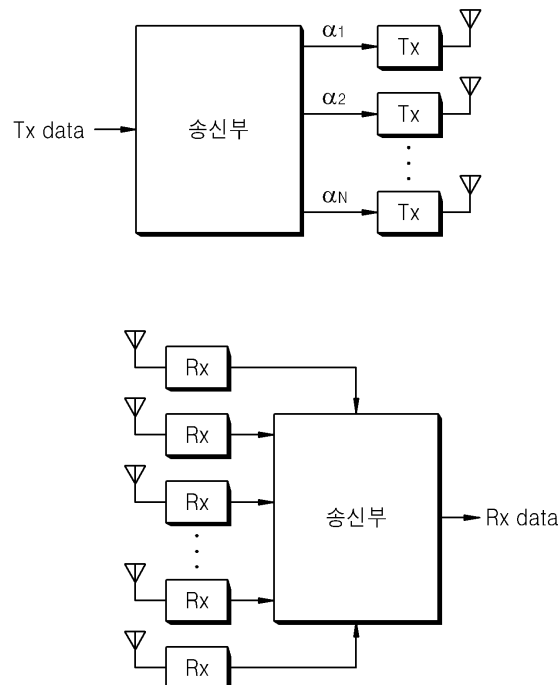
은 수의 안테나를 설치하는 것과 같은 성능을 제공할 수 있으며, 그 결과 통신 시스템 및 통신용 단말에 설치되는 안테나의 개수를 1/2 이하로 줄일 수 있어 전체적인 무선통신시스템을 구축하는 것을 쉽게 하면서도 성능을 크게 향상시킬 수 있는 효과를 제공한다.

도면의 간단한 설명

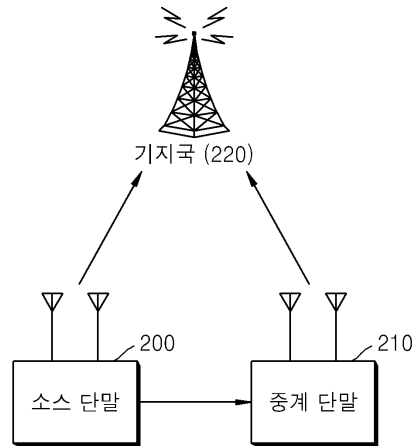
- <1> 도 1은 종래의 일반적인 다중 송수신 안테나가 적용된 시스템의 구성을 블록으로 도시한 것이다.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 다중안테나를 사용하는 무선통신 협동전송 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 것이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 소스단말의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 중계단말의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 기지국의 내부 구성의 예를 블록으로 도시한 것이다.
- <6> 도 6은 본 발명에 사용되는 OFDMA 시스템의 신호구성을 도시한 것으로
- <7> 도 7a는 본 발명에 따른 단방향 협동전송 그리고 도 7b는 양방향 협동전송의 구성의 예를 도시한 것이다.
- <8> 도 8은 본 발명에 따른 단방향 협동전송방법의 전송신호를 도시한 것이다.
- <9> 도 9는 본 발명에 따른 양방향 협동전송방법의 전송신호를 보여준다.
- <10> 도 10과 도 11은 본 발명에 따른 단방향 협동 전송 방법과 양방향 협동 전송 방법에 대해 각각 BER 성능을 도시한 그래프이다.
- <11> 도 12는 본 발명에 따른 다중안테나를 사용하는 무선통신시스템의 협동전송방법의 예시적인 흐름도이다.

도면

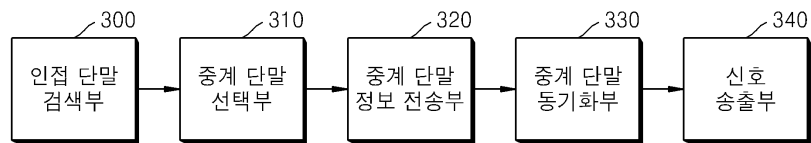
도면1



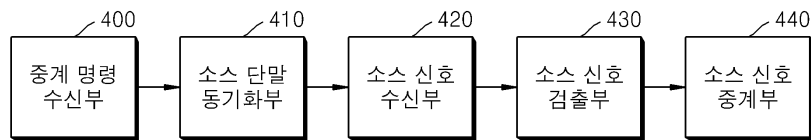
도면2



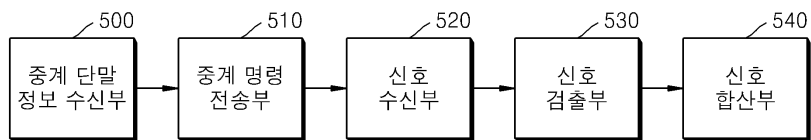
도면3



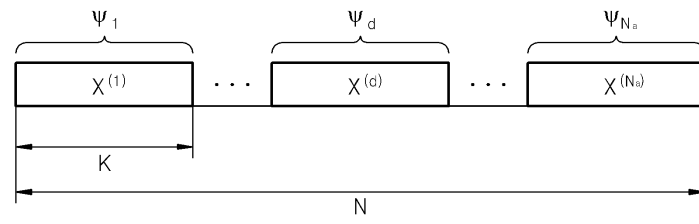
도면4



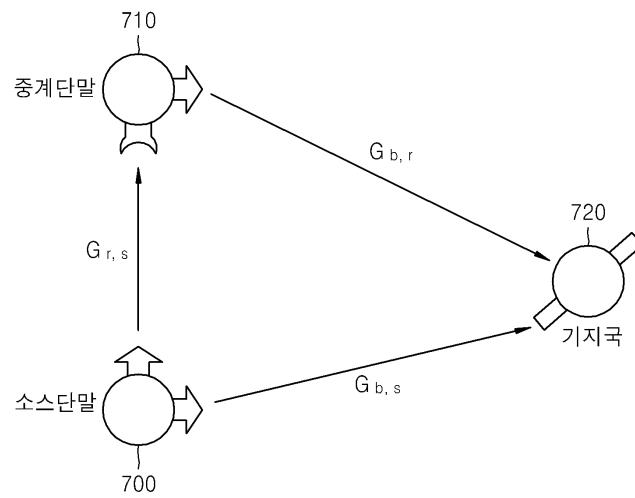
도면5



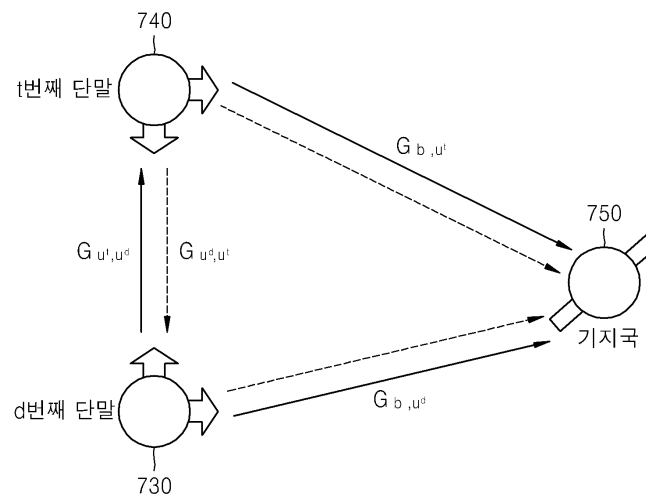
도면6



도면7a



도면7b



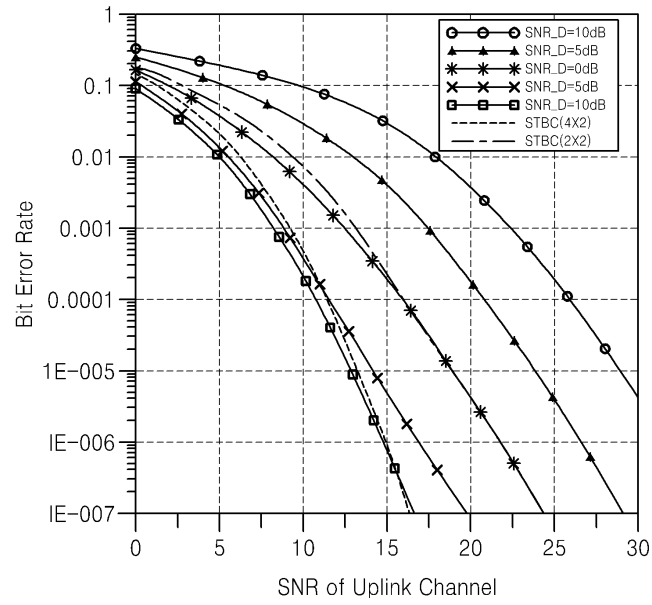
도면8

Time	Frequency band Source(Ψ_s)		Frequency band Source(Ψ_r)	
	소스 노드		중계 노드	
	Tx1	Tx2	Tx1	Tx2
1	$X_1^{(s)}$	$X_2^{(s)}$		
2	$-X_2^{(s)*}$	$X_2^{(s)*}$		
3	$X_3^{(s)}$	$X_4^{(s)}$	$\hat{X}_1^{(s)}$	$\hat{X}_2^{(s)}$
4	$-X_4^{(s)*}$	$X_3^{(s)*}$	$-\hat{X}_2^{(s)*}$	$\hat{X}_1^{(s)*}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\hat{X}_3^{(s)}$	$\hat{X}_4^{(s)}$
L-1	$X_{L-1}^{(s)}$	$X_L^{(s)}$	$-\hat{X}_4^{(s)*}$	$\hat{X}_3^{(s)*}$
L	$-X_L^{(s)*}$	$X_{L-1}^{(s)*}$	$\vdots$	$\vdots$
L+1			$\hat{X}_{L-1}^{(s)}$	$\hat{X}_L^{(s)}$
L+2			$-\hat{X}_L^{(s)*}$	$\hat{X}_{L-1}^{(s)*}$

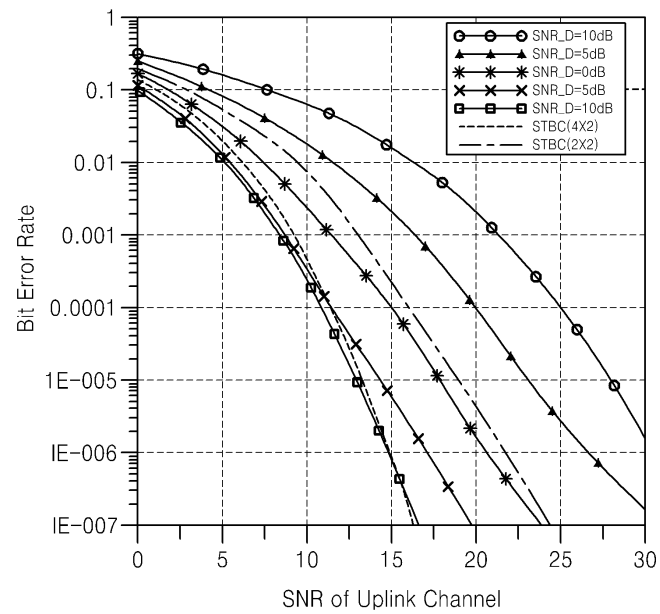
도면9

Time	Frequency band for User1 (Ψ_d)				Frequency band for User2 (Ψ_1)			
	d번째 노드		t번째 노드		t번째 노드		d번째 노드	
	Tx1	Tx2	Tx1	Tx2	Tx1	Tx2	Tx1	Tx2
1	$X_1^{(d)}$	$X_2^{(d)}$			$X_1^{(t)}$	$X_2^{(t)}$		
2	$-X_2^{(d)*}$	$X_2^{(d)*}$			$-X_1^{(t)*}$	$X_2^{(t)*}$		
3	$X_3^{(d)}$	$X_4^{(d)}$	$\hat{X}_1^{(d)}$	0	$X_3^{(t)}$	$X_4^{(t)}$	$\hat{X}_1^{(t)}$	0
4	$-X_4^{(d)*}$	$X_3^{(d)*}$	0	$-\hat{X}_1^{(d)}$	$-X_4^{(t)*}$	$X_3^{(t)*}$	0	$-\hat{X}_1^{(t)}$
5	$-X_1^{(d)*}$	0	$\hat{X}_3^{(d)*}$	$\hat{X}_4^{(d)}$	$-X_1^{(t)*}$	0	$\hat{X}_3^{(t)*}$	$\hat{X}_4^{(t)}$
6	0	$X_1^{(d)*}$	$\hat{X}_4^{(d)*}$	$\hat{X}_3^{(d)}$	0	$X_1^{(t)*}$	$-\hat{X}_4^{(t)*}$	$\hat{X}_3^{(t)}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

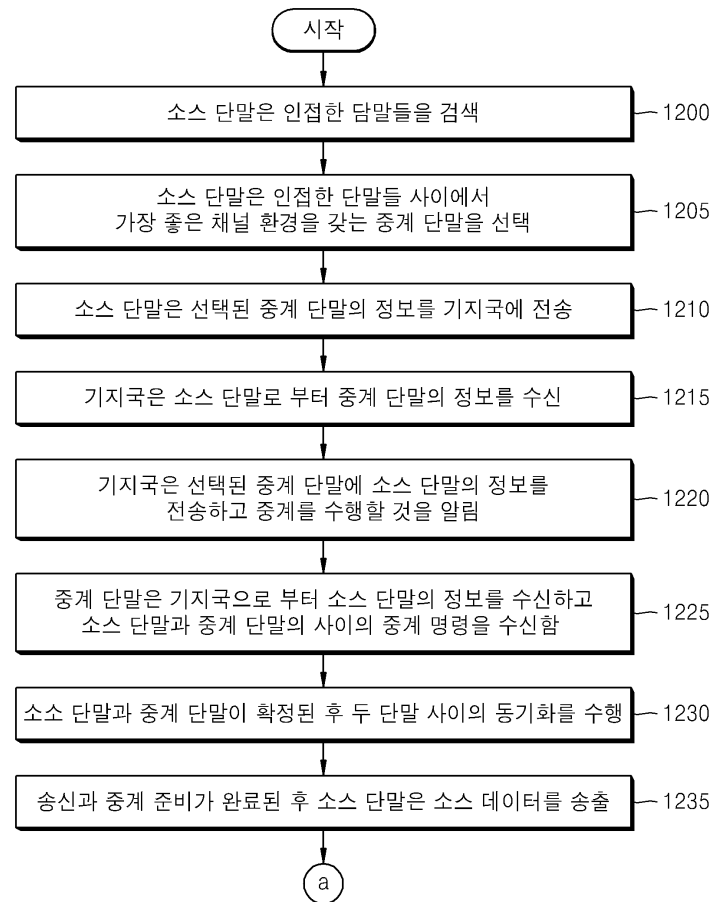
도면10



도면11



도면12a



도면12b

