



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0073191
(43) 공개일자 2008년08월08일

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
H04B 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0078907

(22) 출원일자 2007년08월07일

심사청구일자 2008년07월08일

(30) 우선권주장

1020070011488 2007년02월05일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

황근철

경기 성남시 분당구 구미동 무지개마을주공12단지
1209동 703호

이성호

서울 양천구 신정동 1259번지 신트리 APT 107동
1305호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

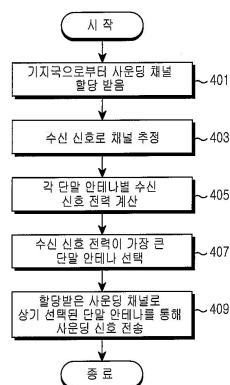
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 무선 통신 시스템에서 채널 사운딩 신호 전송 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 안테나 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로서, 적어도 하나의 안테나들 중 수신 신호 전력이 가장 좋은 안테나를 통해 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송하는 적어도 하나의 단말들과, 상기 단말들로부터 수신되는 채널 사운딩 신호를 이용하여 상기 단말들의 채널을 추정하고, 상기 추정한 채널 정보에 따라 서비스를 제공할 단말들을 선택하여 상기 선택된 단말들로 신호를 전송하는 기지국을 포함하여 단말의 신호 수신 성능을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

윤순영

서울 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 9동 106호

이인규

서울 서초구 서초동 삼풍아파트 21-1203

박석환

경기 하남시 창우동 은행한신 APT 106동 1505호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템의 단말에서 채널 사운딩(Channel sounding) 신호 전송 방법에 있어서,
 기지국으로부터 수신되는 하향링크(downlink) 신호를 이용하여 채널을 추정하는 과정과,
 상기 추정된 채널정보를 이용하여 각 단말 안테나로 수신된 신호의 전력을 계산하는 과정과,
 상기 계산된 수신 신호 전력이 가장 우수한 단말 안테나를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 선택된 단말 안테나를 통해 상기 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 기지국으로부터 사운딩 채널을 할당받는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 수신 신호 전력이 가장 우수한 단말 안테나는, 하기 <수학식 4>를 이용하여 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.

수학식 4

$$k = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \|Hw_i\|^2 = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \frac{\|Hh_i^*\|^2}{\|h_i\|^2}$$

여기서, 상기 H는 하향링크(Downlink)의 $M_r \times M_t$ 채널 행렬이고, 상기 H를 이용하여 단말의 i번째 안테나에 해당하는 $1 \times N_t$ 채널 행벡터 h_i 에 대한 정보를 독출할 수 있으며, 상기 w_i 는 상기 i번째 안테나의 채널 정보 h_i 를 이

용하여 계산한 상기 i번째 안테나의 빔포밍 가중치이고, 상기 $\|Hw_i\|^2$ 은 상기 계산된 i번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 와 상기 채널 행렬 H를 이용하여 계산한 상기 i번째 단말 안테나로 수신된 신호의 전력임.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 빔포밍 가중치는 하기 <수학식 5>를 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 방법.

수학식 5

$$w_i = \frac{h_i^*}{\|h_i\|}$$

여기서 *는 공액 복소수 전치(complex conjugate transpose)를 의미하고, 상기 $\mathbf{h}_i^*$ 를 $\|\mathbf{h}_i\|$ 로 나누어 주는 것은 상기 i번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 를 단위-놈(unit-norm)으로 만들어 빔포밍에 의한 파워(power)의 증가를 없애기 위함임.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기지국으로부터 빔포밍된 송신 데이터 신호를 수신하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

무선 통신 시스템의 단말에서 채널 사운딩(Channel sounding) 신호 전송 장치에 있어서,

기지국으로부터 수신되는 하향링크(downlink) 신호를 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정기와,

상기 추정된 채널정보를 이용하여 각 안테나로 수신된 신호의 전력을 계산하는 수신 신호 전력 계산부와,

상기 계산된 수신 신호 전력이 가장 우수한 단말 안테나를 선택하는 안테나 선택부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 선택된 단말 안테나를 통해 상기 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송하는 송수신 변환기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 송수신 변환기는,

상기 기지국으로 전송할 일반적인 송신 데이터 채널 신호 및 채널 사운딩 신호를 안테나 스위칭부로 출력하고, 제 1 Tx-Rx 스위칭부 및 제 2 Tx-Rx 스위칭부로부터 기지국의 수신 데이터 채널 신호를 입력받는 기저대역 모델과,

상기 기저대역 모델로부터 일반적인 송신 데이터 채널 신호가 수신될 시, 상기 수신된 일반적인 송신 데이터 채널 신호를 상기 제 1 Tx-Rx 스위칭부로 출력하고, 상기 기저대역 모델로부터 채널 사운딩 신호가 수신될 시, 상기 단말 안테나 선택부로부터 상기 단말이 선택한 단말 안테나에 대한 정보를 입력받고, 상기 선택된 단말 안테나에 연결된 Tx-Rx 스위칭부로 상기 수신된 채널 사운딩 신호를 출력하는 상기 안테나 스위칭부와,

송신 시, 상기 안테나 스위칭부로부터 입력되는 일반적인 송신 데이터 채널 신호 혹은 채널 사운딩 신호를 제 1 안테나로 스위칭하고, 수신 시, 상기 제 1 안테나로부터 입력되는 수신 데이터 채널 신호를 상기 기저대역 모델로 스위칭하는 상기 제 1 Tx-Rx 스위칭부와,

송신 시, 상기 안테나 스위칭부로부터 입력되는 채널 사운딩 신호를 제 2 안테나로 스위칭하고, 수신 시, 상기 제 2 안테나로부터 입력되는 수신 데이터 채널 신호를 상기 기저대역 모델로 스위칭하는 상기 제 2 Tx-Rx 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 송수신 변환기는,

상기 기지국으로부터 빔포밍된 송신 데이터 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

채널 사운딩(Channel sounding) 신호 송수신하기 위한 무선통신시스템에 있어서,

적어도 하나의 안테나들 중 수신 신호 전력이 가장 좋은 안테나를 통해 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송하는 적어도 하나의 단말들과,

상기 단말들로부터 수신되는 채널 사운딩 신호를 이용하여 상기 단말들의 채널을 추정하고, 상기 추정한 채널 정보에 따라 서비스를 제공할 단말들을 선택하여 상기 선택된 단말들로 신호를 전송하는 기지국을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 단말은, 상기 안테나들을 통해 수신되는 신호를 이용하여 채널을 추정하고, 상기 추정한 채널 정보를 이용하여 산출한 각각의 안테나들의 수신 전력을 비교하여 수신 신호 전력이 가장 좋은 안테나를 선택하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 단말은, 하기 <수학식 6>을 이용하여 안테나를 선택하는 것을 특징으로 하는 시스템.

수학식 6

$$k = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \|Hw_i\|^2 = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \frac{\|Hh_i^*\|^2}{\|h_i\|^2}$$

여기서, 상기 H는 하향링크(Downlink)의 $M_r \times M_t$ 채널 행렬이고, 상기 H를 이용하여 단말의 i번째 안테나에 해당하는 $1 \times N_t$ 채널 행벡터 h_i 에 대한 정보를 독출할 수 있으며, 상기 w_i 는 상기 i번째 안테나의 채널 정보 h_i 를 이

용하여 계산한 상기 i번째 안테나의 빔포밍 가중치이고, 상기 $\|Hw_i\|^2$ 은 상기 계산된 i번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 와 상기 채널 행렬 H를 이용하여 계산한 상기 i번째 단말 안테나로 수신된 신호의 전력임.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 빔포밍 가중치는 하기 <수학식 7>을 이용하여 계산하는 것을 특징으로 하는 시스템.

수학식 7

$$w_i = \frac{h_i^*}{\|h_i\|}$$

여기서 *는 공액 복소수 전치(complex conjugate transpose)를 의미하고, 상기 h_i^* 를 $\|h_i\|$ 로 나누어 주는 것은 상기 i번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 를 단위-노름(unit-norm)으로 만들어 빔포밍에 의한 파워(power)의 증가를 없애기 위함임.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 단말은, 상기 수신 신호 전력이 가장 좋은 안테나를 통해 상기 기지국으로부터 할당받은 사운딩 채널로 채

널 사운딩 신호를 전송하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 16

제 11항에 있어서,

상기 기지국은, 데이터 전송 방식으로 폐루프(Closed loop) 방식을 사용하는 경우, 상기 단말들로 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 사운딩 채널을 할당하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 17

제 11항에 있어서,

상기 기지국은, 하기 <수학식 8>을 이용한 스케줄링을 통해 서비스를 제공할 단말들을 선택하는 것을 특징으로 하는 시스템.

수학식 8

$$\bar{k} = \arg \min_{k \in N} \text{tr} \left(\left(H_k H_k^H \right)^{-1} \right)$$

여기서, 상기 $\bar{k}$ 는 선택된 단말 집합, 상기 k는 선택된 단말의 개수, 상기 N은 전체 단말의 개수, 상기 H_k 는 상기 단말 집합에 포함되는 단말들의 채널 정보를 나타냄.

청구항 18

제 11항에 있어서,

상기 기지국은, 상기 단말들의 채널 정보를 이용하여 선부호 행렬을 생성하여 상기 선택된 단말들로 전송할 신호들을 선부호화(Precoding) 하는 것을 특징으로 하는 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 무선 통신 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 시분할 복신(Time Division Duplex : 이하, TDD라 칭함) 기반의 다중안테나 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 무선 이동통신 시장의 급성장으로 인하여 무선 환경에서 다양한 멀티미디어 서비스가 요구된다. 따라서 최근에는 상기 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 전송 데이터의 대용량화 및 데이터 전송의 고속화가 진행되면서 한정된 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 다중 안테나 시스템(예 : MIMO(Multiple Input Multiple Output))의 연구가 진행되고 있다.
- <3> 상기 다중 안테나 시스템의 MIMO 기술은 송신 단에서 채널 정보의 인식 여부에 따라 개루프(open loop) 방식과 폐루프(closed loop) 방식으로 구분할 수 있다. 먼저, 상기 개루프 방식은 송신 단에서 채널에 대한 정보를 모르는 상태로 데이터를 전송하는 방식을 나타낸다. 예를 들어, 상기 개루프 방식으로 시공간 부호화(space-time coding), V-BLAST 등이 존재한다. 다음으로, 상기 폐루프 방식은 송신 단에서 채널에 대한 정보를 획득하여 상기 채널 정보를 이용하여 데이터를 전송하는 방식을 나타낸다. 예를 들어, 상기 폐루프 방식으로 특이값 분해(Singular Value Decomposition : SVD), 공간 분할 다중 접속(Spatial Division Multiple Access : 이하 'SDMA'라 칭함)등이 존재한다.
- <4> 상기 다중 안테나 시스템에서 폐루프 방식을 사용하는 경우, 송신 단은 상기 다중 안테나 시스템의 복신(Duplexing)방식에 따라 채널에 대한 정보를 획득하는 방법이 달라진다. 예를 들어, 상기 다중 안테나 시스템에

서 주파수분할 복신(Frequency Division Duplex : 이하, FDD라 칭함) 방식을 사용하는 경우, 수신 단은 송신 단으로부터 수신된 신호를 통해 채널을 측정하여 상기 송신 단으로 피드백한다. 따라서, 상기 송신 단은 채널 정보를 획득할 수 있다. 만일, 상기 다중 안테나 시스템에서 상기 TDD방식을 사용하는 경우, 상기 TDD 방식은 상/하향링크의 채널이 동일하다는 채널 가역성(channel reciprocity) 성질을 갖는다. 따라서, 송신 단은 수신 단으로부터 수신되는 채널 사운딩(channel sounding) 신호를 이용하여 채널 정보를 획득할 수 있다.

<5> 상기 다중 안테나 시스템에서 기지국과 단말은 다수 개의 안테나를 구비할 수 있다. 만일, 상기 단말이 다수 개의 안테나를 구비하는 경우, 상기 단말은 다수 개의 안테나를 통해 신호를 수신하여 다이버시티(diversity) 이득을 얻을 수 있다. 또한, 기지국은 하나의 단말로 다수 개의 스트림(stream)을 전송할 수 있으므로 전송률이 증가시킬 수 있다.

<6> 하지만, 상기 단말의 전력은 한정적이므로 전력 손실을 줄이기 위해 송신을 위해 하나의 안테나만을 이용한다. 따라서, 상기 다중 안테나 시스템이 페루프 방식을 사용하는 경우, 단말은 다수 개의 안테나들 중 하나를 선택하여 채널 사운딩 신호를 기지국으로 전송한다. 이 경우, 상기 기지국은 상기 단말과의 채널 전체에 대한 정보를 알 수 없으므로 하향링크 신호 전송 시 상기 단말에 수신되는 데이터의 수신율이 저하될 수 있다. 또한, 상기 단말에서 다수 개의 안테나들 중 하나를 선택해야 하므로 복잡도가 증가하는 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<7> 따라서, 본 발명의 목적은 다중 안테나 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

<8> 본 발명의 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 단말에서 각각의 안테나를 통해 수신된 신호의 전력을 이용하여 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 안테나를 선택하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

<9> 본 발명의 또 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 기지국에서 단말들로부터 제공받은 채널 사운딩 신호를 이용하여 스케줄링을 수행하기 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

<10> 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 무선 통신 시스템의 단말에서 채널 사운딩(Channel sounding) 신호 전송 방법은, 기지국으로부터 수신되는 하향링크(downlink) 신호를 이용하여 채널을 추정하는 과정과, 상기 추정된 채널정보를 이용하여 각 단말 안테나로 수신된 신호의 전력을 계산하는 과정과, 상기 계산된 수신 신호 전력이 가장 우수한 단말 안테나를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<11> 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 무선 통신 시스템의 단말에서 채널 사운딩(Channel sounding) 신호 전송 장치는, 기지국으로부터 수신되는 하향링크(downlink) 신호를 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정기와, 상기 추정된 채널정보를 이용하여 각 안테나로 수신된 신호의 전력을 계산하는 수신 신호 전력 계산부와, 상기 계산된 수신 신호 전력이 가장 우수한 단말 안테나를 선택하는 안테나 선택부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<12> 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 채널 사운딩(Channel sounding) 신호 송수신하기 위한 무선통신시스템은, 적어도 하나의 안테나들 중 수신 신호 전력이 가장 좋은 안테나를 통해 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송하는 적어도 하나의 단말들과, 상기 단말들로부터 수신되는 채널 사운딩 신호를 이용하여 상기 단말들의 채널을 추정하고, 상기 추정된 채널 정보에 따라 서비스를 제공할 단말들을 선택하여 상기 선택된 단말들로 신호를 전송하는 기지국을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

효 과

<13> 상술한 바와 같이, 본 발명은 시분할 복신 방식의 다중 안테나 시스템의 단말이 각 안테나들을 통해 수신되는 신호의 전력을 비교하여 수신 전력이 가장 큰 안테나를 통해 채널 사운딩 신호를 전송함으로써, 단말의 신호 수신 성능을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된

경우 그 상세한 설명은 생략한다.

- <15> 이하 본 발명은 다중 안테나 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 기술에 대해 설명한다.
- <16> 상기 다중 안테나 시스템은 M_t 개의 안테나를 구비하는 기지국과 M_r 개의 안테나를 구비하는 단말로 구성된다. 이때, 상기 단말은 상기 M_r 개의 안테나들을 사용하여 신호를 수신하고, 상기 M_r 보다 작은 N 개의 안테나들을 사용하여 신호를 전송한다. 이하 설명에서는 상기 단말은 2개의 안테나를 구비하고 1개의 안테나를 이용하여 신호를 전송하는 것으로 가정하여 설명하지만, 상기 단말의 안테나가 다수 개이고 상기 안테나의 수보다 작은 수의 안테나를 송신 안테나로 사용하는 경우 동일하게 적용할 수 있다.
- <17> 또한, 이하 설명에서 상기 다중 안테나 시스템은 빔 형성(Beamforming) 기법을 사용하는 것으로 가정하지만, 다른 선 부호화(Precoding)기법에 동일하게 적용할 수 있다. 더욱이 페루프 방식에 제한되지도 않는다.
- <18> 또한, 이하 설명에서는 시분할 복신(Time Division Duplex : 이하 TDD라 칭함) 방식의 다중 안테나 시스템을 예로 들어 설명하지만 여기에 국한되지 않고 직교 주파수 분할 다중 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : OFDM) 및 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access : OFDMA) 시스템에도 적용 가능하다.
- <19> 도 1은 본 발명에 따른 빔 형성(Beamforming)을 사용하는 다중 안테나 시스템의 구성을 도시하고 있다.
- <20> 상기 도 1에 도시된 바와 같이 상기 다중 안테나 시스템은 다수 개의 안테나를 구비하는 기지국과 단말로 구성된다.
- <21> 먼저 상기 단말은 송수신 변환기(101), 채널 추정기(103), 수신 신호 전력 산출부(105) 및 안테나 선택부(107)를 포함하여 구성된다.
- <22> 상기 송수신 변환기(101)는 시분할 복신방식에 따라 하향링크 구간 동안 상기 안테나들을 통해 상기 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신받는다. 또한, 상기 송수신 변환기(101)는 상향링크 구간 동안 상기 안테나 선택부(107)에서 선택된 안테나를 통해 상기 기지국으로 상향링크 신호를 전송한다. 따라서, 상기 송수신 변환기(101)는 상향링크 구간 동안 상기 안테나 선택부(107)에서 선택된 안테나를 통해 상기 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송한다.
- <23> 상기 채널 추정기(103)는 상기 송수신 변환기(101)로부터 제공받은 하향링크 신호를 이용하여 채널을 추정한다. 예를 들어, 상기 채널 추정기(103)는 상기 하향링크 신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 각각의 안테나에 대한 채널을 추정한다.
- <24> 상기 수신 신호 전력 산출부(105)는 상기 채널 추정기(103)로부터 제공받은 추정된 채널 정보를 이용하여 각각의 안테나를 통해 수신된 신호의 전력을 산출한다.
- <25> 상기 안테나 선택부(107)는 상기 수신 신호 전력 산출부(105)로부터 제공받은 각각의 안테나를 통해 수신된 신호의 전력을 비교하여 수신 신호의 전력이 가장 큰 안테나를 선택한다. 즉, 상기 안테나 선택부(107)는 채널상태가 가장 좋은 안테나를 통해 신호를 전송하기 위해 수신 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio : SNR)가 가장 좋은 안테나를 선택한다.
- <26> 다음으로 상기 기지국은 송수신 변환기(111), 채널 추정기(113), 빔 형성 제어부(115), 스케줄러(117), 부호기(119), 변조기(121) 및 빔 형성기(123)를 포함하여 구성된다.
- <27> 상기 송수신 변환기(111)는 시분할 복신 방식에 따라 하향링크 구간 동안 상기 빔 형성기(123)로부터 제공받은 신호들을 다수 개의 안테나를 통해 서비스 영역에 포함되는 단말들로 전송한다. 또한, 상기 송수신 변환기(109)는 상향링크 구간 동안 상기 다수 개의 안테나들을 통해 상기 단말들로부터 신호를 수신받는다. 즉, 상기 송수신 변환기(109)는 상향링크 구간 동안 상기 단말이 선택한 안테나를 통해 전송한 채널 사운딩 신호를 수신받는다.
- <28> 상기 채널 추정기(113)는 상기 송수신 변환기(111)로부터 제공받은 각 단말들의 채널 사운딩 신호를 이용하여 상기 단말들에서 선택한 안테나와 상기 기지국의 안테나들 간의 채널을 추정한다.
- <29> 상기 빔 형성 제어부(115)는 상기 채널 추정기(113)로부터 제공받은 채널 정보들을 이용하여 각각의 단말로 신호를 전송하기 위한 빔 형성 가중치(beamforming weight)를 산출한다.
- <30> 상기 스케줄러(117)는 상기 채널 추정기(113)로부터 제공받은 상기 단말들의 채널 정보를 이용하여 서비스를 제

공할 단말들을 선택한다. 예를 들어, N개의 단말들 중 k개의 단말들로 서비스를 제공하는 경우, 상기 스케줄러(117)는 N개의 단말들 중 k개의 단말들을 포함하는 집합들을 구성한다. 이후, 상기 스케줄러(117)는 상기 채널 추정기(113)로부터 제공받은 상기 단말들의 채널 정보를 이용하여 상기 단말 집합들에서 서비스를 제공할 단말 집합을 선택한다. 이때, 상기 스케줄러(117)는 하기 <수학식 1>을 이용하여 단말 집합을 선택한다.

수학식 1

$$\bar{k} = \arg \min_{k \in N} \text{tr} \left(\left(H_k H_k^H \right)^{-1} \right)$$

<31>

<32> 여기서, 상기 $\bar{k}$ 는 선택된 단말 집합을 나타내고, 상기 k는 선택된 단말의 개수를 나타내며, 상기 N은 전체 단말의 개수를 나타낸다. 또한, 상기 H_k 는 상기 단말 집합에 포함되는 단말들의 채널 정보로 행렬 형태를 구성된다.

<33> 상기 부호기(119)는 상기 스케줄러(117)에서 선택된 단말들로 전송하기 위한 신호를 해당 변조 수준(예 : MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨)에 따라 부호화하여 출력한다.

<34> 상기 변조기(121)는 상기 부호기(119)로부터 제공받은 부호화된 신호를 해당 변조 수준에 따라 변조하여 출력한다.

<35> 상기 빔 형성기(123)는 상기 변조기(121)로부터 제공받은 변조된 신호를 다수 개의 안테나들에 대응하도록 복사한다. 이후, 상기 빔 형성기(123)는 상기 다수 개의 신호들과 상기 빔 형성 제어부(115)로부터 제공받은 빔 형성 가중치를 곱하여 상기 송수신 변환기(111)로 출력한다.

<36> 도 2는 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 단말의 송수신 변환기에 대한 상세 블록 구성을 도시하고 있다.

<37> 상기 도 2에 도시된 바와 같이 상기 단말의 송수신 변환기는 안테나 스위칭부(203), 제 1 스위칭부(205) 및 제 2 스위칭부(207)를 포함하여 구성된다. 여기서, 기저대역 모뎀(201)은 상기 도 1의 채널 추정기(103), 수신 신호 전력 산출부(105), 안테나 선택부(107)를 포함하는 동작을 수행한다. 즉, 상기 기저대역 모뎀(201)에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 안테나 선택 신호를 상기 안테나 스위칭부(203)로 전송한다. 또한, 상기 기저대역 모뎀(201)은 기지국으로 전송할 데이터 신호 및 채널 사운딩 신호를 출력한다.

<38> 상기 안테나 스위칭부(203)는 시분할 복신 방식에 따라 상향링크 구간 동안 상기 기저대역 모뎀(201)으로부터 제공받은 안테나 선택 신호에 따라 송신 안테나를 선택하여 상기 채널 사운딩 신호를 해당 안테나의 스위칭부(205, 207)로 출력한다. 예를 들어, 상기 제 1 안테나가 선택되는 경우, 상기 안테나 스위칭부(203)는 상기 채널 사운딩 신호를 상기 제 1 스위칭부(203)로 출력한다, 만일, 상기 제 2 안테나가 선택되는 경우, 상기 안테나 스위칭부(203)는 상기 채널 사운딩 신호를 상기 제 2 스위칭부(203)로 출력한다.

<39> 또한, 상기 안테나 스위칭부(203)는 데이터 신호를 전송하는 경우, 미리 정해진 안테나를 전송하도록 해당 안테나의 스위칭부(205, 207)로 출력한다. 다른 실시 예로 상기 안테나 스위칭부(203)는 데이터 신호를 전송하는 경우, 상기 기저대역 모뎀(201)으로부터 제공받은 안테나 선택 신호에 따라 해당 안테나의 스위칭부(205, 207)로 출력할 수도 있다.

<40> 상기 제 1 스위칭부(205)는 시분할 복신 방식에 따라 상향링크 구간 동안 상기 안테나 스위칭부(203)와 상기 제 1 안테나(209)를 연결한다. 또한, 상기 제 1 스위칭부(205)는 하향링크 구간 동안 상기 제 1 안테나(209)와 상기 기저대역 모뎀(201)을 연결한다.

<41> 상기 제 2 스위칭부(207)는 시분할 복신 방식에 따라 상향링크 구간 동안 상기 안테나 스위칭부(203)와 상기 제 2 안테나(211)를 연결한다. 또한, 상기 제 2 스위칭부(207)는 하향링크 구간 동안 상기 제 2 안테나(211)와 상기 기저대역 모뎀(201)을 연결한다.

<42> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템의 기지국에서 채널 사운딩 신호에 따라 빔 형성을 수행하기 위한 절차를 도시하고 있다.

<43> 상기 도 3을 참조하면, 먼저 상기 기지국은 301단계에서 데이터 전송 방식을 결정한다. 예를 들어, 상기 기지국은 페루프 방식을 사용할 것인지 개루프 방식을 사용할 것인지 결정한다. 여기서, 상기 데이터 전송 방식은 단말이 결정하여 기지국에 요청할 수도 있고, 단말이 피드백하는 정보를 이용하여 상기 기지국이 결정할 수도 있

다.

- <44> 이후, 상기 기지국은 303단계로 진행하여 상기 데이터 전송 방식으로 페루프 방식이 선택되었는지 확인한다.
- <45> 만일, 상기 데이터 전송 방식이 페루프 방식이 선택되지 않은 경우, 상기 기지국은 해당 데이터 전송 방식에 따라 데이터를 송수신한다.
- <46> 한편, 상기 데이터 전송 방식이 페루프 방식이 선택된 경우, 상기 기지국은 305단계에서 상향링크 무선 자원 중 일부 무선 자원을 서비스 영역에 포함되는 단말들의 사운딩 채널로 할당한다.
- <47> 이후, 상기 기지국은 307단계에서 상기 사운딩 채널을 통해 상기 단말들로부터 채널 사운딩 신호가 수신되는지 확인한다. 이때, 상기 단말들은 상기 단말들이 구비하는 다수 개의 안테나들 중 수신 전력이 가장 좋은 안테나를 통해 채널 사운딩 신호를 전송한다.
- <48> 상기 채널 사운딩 신호가 수신되는 경우, 상기 기지국은 309단계에서 상기 수신된 채널 사운딩 신호를 이용하여 상기 단말들과 기지국의 안테나들 간의 채널을 추정한다. 이후, 상기 기지국은 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 각각의 단말들에 대한 빔포밍 가중치(beamforming weight)를 산출한다. 여기서, 상기 기지국은 하기 <수학식 2>를 이용하여 빔포밍 가중치를 산출한다.

수학식 2

$$w_i = \frac{h_i^*}{||h_i||}$$

- <49>
- <50> 여기서, 상기 w_i 는 채널 사운딩 신호를 전송한 단말의 i 번째 안테나의 빔포밍 가중치를 나타내고, 상기 h_i 는 상기 i 번째 안테나의 채널 정보를 나타낸다. 또한, 상기 $*$ 는 공액 복소수 전치(complex conjugate transpose)를 의미한다.

<51> 상기 <수학식 2>와 같이 상기 기지국은 상기 h_i^* 를 $||h_i||$ 로 나누어 주는 것은 상기 단말의 i 번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 를 단위-놈(unit-norm)으로 만들어 빔포밍에 의한 파워(power)의 증가를 없앨 수 있다.

- <52> 상기 빔포밍 가중치를 생성한 후, 상기 기지국은 313단계로 진행하여 송신 데이터 신호에 상기 산출된 빔포밍 가중치를 곱하여 각각의 안테나들을 통해 단말로 전송한다.

- <53> 이후, 상기 기지국은 본 발명에 따른 알고리즘을 종료한다.

- <54> 상술한 실시 예는 상기 다중 안테나 시스템에서 빔형성 기법을 사용하므로 상기 단말에 대한 채널 정보를 이용하여 빔포밍 가중치를 생성한다. 하지만, 상기 다중 안테나 시스템에서 다른 선부호 기법을 사용하는 경우, 상기 기지국은 상기 단말에 대한 채널 정보를 이용하여 선부호 행렬을 산출하여 송신 신호에 대한 선부호화를 수행할 수 있다.

- <55> 또한, 상기 기지국은 서비스 영역에 포함되는 단말들이 다수 개인 경우, 상기 단말들의 채널 사운딩 신호를 이용하여 추정된 채널 정보를 이용한 스케줄링을 통해 서비스를 제공할 단말들을 선택할 수 있다. 여기서, 상기 기지국은 상기 <수학식 1>을 이용하여 스케줄링을 수행한다.

- <56> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템의 단말에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 절차를 도시하고 있다.

- <57> 상기 도 4를 참조하면 먼저 상기 단말은 401단계에서 기지국으로부터 사운딩 채널을 할당받는다.

- <58> 이후, 상기 단말은 403단계에서 각각의 안테나들을 통해 상기 기지국으로부터 수신되는 하향링크 신호를 이용하여 채널을 추정한다. 예를 들어, 상기 단말은 상기 하향링크 신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널을 추정한다.

- <59> 상기 채널을 추정한 후 상기 단말은 405단계에서 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 각각의 안테나에 대한 수신 전력을 산출한다.

<60> 상기 각각의 안테나에 대한 수신 전력을 산출한 후, 상기 단말은 407단계로 진행하여 상기 단말이 구비하는 안테나들 중 수신 전력이 가장 큰 안테나를 선택한다. 즉, 상기 단말은 상기 각 안테나들의 수신 전력을 이용하여 수신 신호 대 잡음 비(Signal-to-Noise Ratio : SNR)가 가장 큰 안테나를 선택한다. 여기서, 상기 단말은 하기 <수학식 3>을 이용하여 안테나를 선택한다.

수학식 3

$$k = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \|Hw_i\|^2 = \arg \max_{i=1, \dots, M_r} \frac{\|Hh_i^*\|^2}{\|h_i\|^2}$$

<61>

<62> 여기서, 상기 단말은 하향링크(Downlink)의 $M_r \times M_t$ 채널 행렬 H 를 이용하여 단말의 i 번째 안테나에 해당하는 $1 \times N_t$ 채널 행벡터 h_i 에 대한 정보를 독출할 수 있으며, 상기 i 번째 안테나의 채널 정보 h_i 를 이용하여 상기 i 번째 안테나의 빔포밍 가중치를 상기 <수학식 3>과 같이 산출할 수 있다. 또한, 상기 단말은 상기 산출된 i 번째 안테나의 빔포밍 가중치 w_i 와 상기 채널 행렬 H 를 이용하여 상기 i 번째 단말 안테나로 수신된 신호의 전력

$\|Hw_i\|^2$ 을 산출할 수 있으며, 이로써 모든 단말 안테나의 수신 신호 전력을 비교하여 상기 수신 신호 전력이 가장 큰 단말 안테나를 선택할 수 있다.

<63> 이후, 상기 단말은 409단계에서 상기 선택된 안테나를 통해 상기 기지국으로 채널 사운딩 신호를 전송한다. 이 때, 상기 사운딩 신호는 상기 기지국로부터 할당받은 사운딩 채널을 통해 상기 기지국으로 전송한다.

<64> 이후, 상기 단말은 본 발명에 따른 알고리즘을 종료한다.

<65> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

<66> 도 1은 본 발명에 따른 빔 형성(Beamforming)을 사용하는 다중 안테나 시스템의 구성을 도시하는 도면,

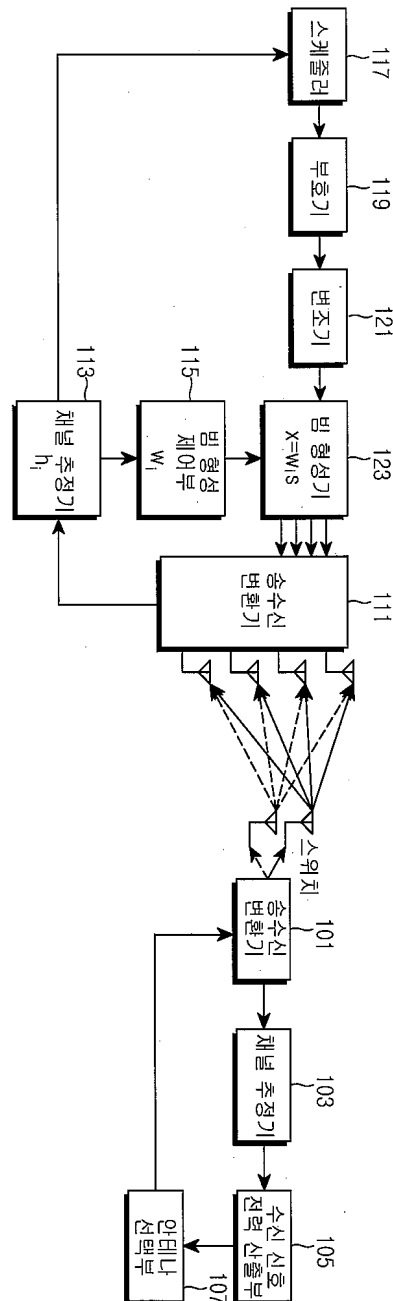
<67> 도 2는 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 단말의 송수신 변환기에 대한 상세 블록 구성을 도시하는 도면,

<68> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템의 기지국에서 채널 사운딩 신호에 따라 빔 형성을 수행하기 위한 절차를 도시하는 도면, 및

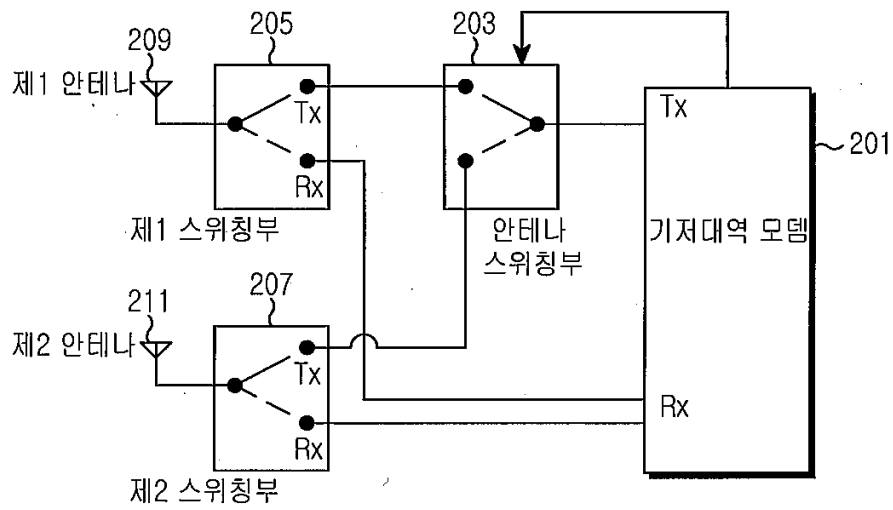
<69> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템에서 채널 사운딩 신호를 전송하기 위한 절차를 도시하는 도면.

도면

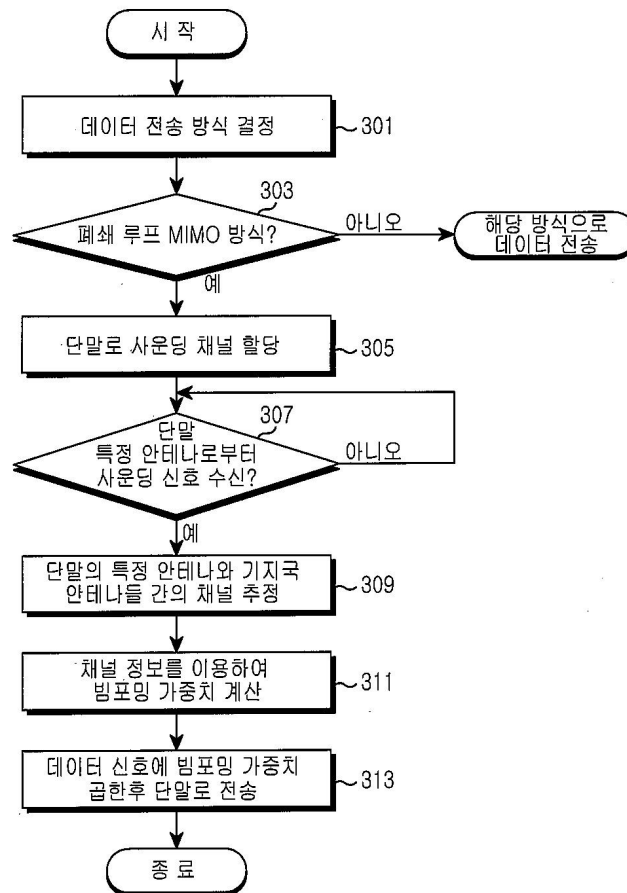
도면1



도면2



도면3



도면4

