



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098610
(43) 공개일자 2008년11월11일

(51) Int. Cl.

H04B 7/02 (2006.01) H04J 3/00 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7020123

(22) 출원일자 2008년08월18일

심사청구일자 2008년08월18일

번역문제출일자 2008년08월18일

(86) 국제출원번호 PCT/CN2007/000080

국제출원일자 2007년01월09일

(87) 국제공개번호 WO 2007/082460

국제공개일자 2007년07월26일

(30) 우선권주장

200610001530.3 2006년01월18일 중국(CN)

(71) 출원인

상하이 엘티메이트 파워 커뮤니케이션즈 테크놀로지 코., 엘티디.

중국 상하이 201700 칭푸 디스트릭트 신에로드 넘버 599 빌딩 3 룸 103

(72) 발명자

선 창구어

중국 상하이 201700 칭푸 디스트릭트 신에 로드 넘버 599 빌딩 3 룸 103

왕 임민

중국 상하이 201700 칭푸 디스트릭트 신에 로드 넘버 599 빌딩 3 룸 103

우 나

중국 상하이 201700 칭푸 디스트릭트 신에 로드 넘버 599 빌딩 3 룸 103

(74) 대리인

김태홍, 신정건

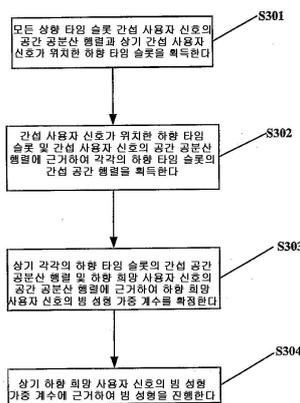
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 시 분할 코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 방법 및 장치를 제공하며 이 방법은 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬과 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 스텝과, 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는 스텝과, 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정하는 스텝과, 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행하는 스텝을 포함한다. 본 발명은 모든 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하고 모든 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 계산하는 것을 통해 모든 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 얻어 빔 성형을 진행하므로 본 발명의 빔 성형 방법은 타임 슬롯이 대칭되거나 비 대칭인 경우에 모두 적용된다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법에 있어서,

모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬과 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 스텝과,

상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 상기 간섭 사용자 신호의 상기 공간 공분산 행렬에 근거하여 각각의 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는 스텝과,

상기 각각의 하향 타임 슬롯의 상기 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정하는 스텝과,

상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 스텝은,

미리 설정한 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상향 타임 슬롯과 하향 타임 슬롯의 대응 관계로부터 획득하거나,

기지국이 무선 네트워크 제어기로부터 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하거나,

상기 간섭 사용자 신호가 동일한 기지국에 의해 제어되는 셀에 모두 존재하는 경우, 상기 기지국이 테이블을 검색함으로써 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하는 스텝인 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

채널 추정기를 이용한 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대한 채널 추정을 통해서 얻은 상기 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬은,

$$\mathbf{R}_I^{(m)} = E\{\mathbf{H}_I^{(m)}\mathbf{H}_I^{(m)H}\} \text{ (여기서, } m=1, \dots, M \text{) 이고,}$$

여기서, m은 간섭 사용자 신호의 번호이고, M은 모두 M개의 간섭 사용자 신호가 존재한다는 것을 표시하며,

$\mathbf{H}_I^{(m)}$ 은 m번째 간섭 사용자의 멀티 안테나 채널 추정을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 은 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 계산하는 공식은,

$$\mathbf{R}_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=n} \mathbf{R}_I^{(m)} \text{ 이고,}$$

그 중에서, m는 간섭 사용자 신호의 번호이고, u_m 는 m번째 간섭 사용자 신호를 표시하며, $t_d(m)$ 는 m번째 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 표시하며, n은 하향 타임 슬롯의 번호를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 계산하는 공식은,

$$\mathbf{w}^{(k)} = \arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right) \text{이고,}$$

여기서 k는 양의 정수이고, w는 임의의 변수를 표시하며, \mathbf{w}^H 는 w의 공액 전치 연산을 표시하며, I는 안테나 차원수의 단위 행렬을 표시하며, λ는 잡음 전력이거나 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시하며, $\mathbf{w}^{(k)}$ 는 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 빔 성형을 진행하는 스텝은 모든 안테나에서의 상기 하향 희망 사용자 신호의 송신 시퀀스를 확정하는 스텝을 포함하며, 상기 송신 시퀀스를 계산하는 공식은,

$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} w_{k_a}^{(k)} \text{이며,}$$

여기서, \mathbf{s}_{k_a} 는 k번째 하향 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스를 표시하며, k_a 는 k_a 번째 안테나를 표시하며, $w_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 빔 성형을 진행하는 스텝은 멀티 사용자 신호 빔 성형기에 의해 이행되는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 방법.

청구항 8

시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치에 있어서,

모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호와 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 간섭 사용자 정보 획득 모듈과,

상기 상향 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 획득하고, 상기 상향 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯에 근거하여 상기 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 획득하며, 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 획득하는 공간 공분산 행렬 획득 모듈과,

상기 각각의 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 상기 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정하는 빔 성형 가중 계수 획득 모듈과,

상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행하는 빔 성형 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 간섭 사용자 정보 획득 모듈이 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 방식은,

미리 설정한 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상향 타임 슬롯과 하향 타임 슬롯의 대응 관계로부터 획득하거나,

무선 네트워크 제어기로부터 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하거나,

상기 간섭 사용자 신호가 동일한 기지국에 의해 제어되는 셀에 모두 존재하는 경우, 테이블을 검색함으로써 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하는 방식인 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 공간 공분산 행렬 획득 모듈은 채널 추정기를 이용한 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대한 채널 추정을 통하여,

$$\mathbf{R}_I^{(m)} = E\{\mathbf{H}_I^{(m)}\mathbf{H}_I^{(m)H}\} \text{ (여기서, } m = 1, \dots, M)$$

인 상기 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 얻고,

여기서, m은 간섭 사용자 신호의 번호이고, M은 모두 M개의 간섭 사용자 신호가 존재한다는 것을 표시하며,

$\mathbf{H}_I^{(m)}$ 은 m번째 간섭 사용자의 멀티 안테나 채널 추정을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 은 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 공간 공분산 행렬 획득 모듈이 상기 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 획득할 때에 이용하는 계산 공식은,

$$\mathbf{R}_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=n} \mathbf{R}_I^{(m)} \text{ 이고,}$$

여기서, m은 간섭 사용자 신호의 번호이고, u_m 는 m번째 간섭 사용자 신호를 표시하며, $t_d(m)$ 는 m번째 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 표시하며, n은 하향 타임 슬롯의 번호를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 빔 성형 가중 계수 획득 모듈이 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 획득할 때에 이용하는 계산 공식은,

$$\mathbf{w}^{(k)} = \arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right) \text{ 이고,}$$

여기서, k는 양의 정수이고, w는 임의의 변수를 표시하며, \mathbf{w}^H 는 w의 공액 전치 연산을 표시하며, I는 안테나 차원수의 단위 행렬을 표시하며, λ는 잡음 전력이거나 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시하며, $\mathbf{w}^{(k)}$ 는 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 빔 성형 모듈은 모든 안테나에서의 상기 하향 희망 사용자 신호의 송신 시퀀스를 확정하는데 사용되며, 상기 송신 시퀀스를 계산하는 공식은,

$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} w_{k_a}^{(k)} \quad \text{이며,}$$

여기서, \mathbf{s}_{k_a} 는 k번째 하향 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스를 표시하며, k_a 는 k_a 번째 안테나를 표시하며, $w_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시하는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

청구항 14

제8항 또는 제13항에 있어서,

상기 빔 성형 모듈은 멀티 사용자 신호의 빔 성형기에 의해 구현되는 것을 특징으로 하는 시 분할-코드 분할 다중 접속(TD-CDMA) 시스템의 하향 빔 성형 장치.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 이동 통신 기술에 관한 것이며 특히 시 분할 코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 스마트 안테나는 빔 성형을 통해 CDMA(코드 분할 다중 접속)시스템의 다중 접속 간섭을 낮춤으로써 시스템의 용량을 확대할 수 있다. 간섭 신호를 측정할 수 있을 때 간섭 신호의 공간 공분산 행렬(covariance matrix)을 얻을 수 있고, 빔 성형 가중 계수를 계산할 때 간섭 신호에 대한 간섭 억제를 고려하므로써 최적의 간섭 억제 효과를 얻는다.

<3> 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템(TD-CDMA)이 신호를 수신할 때 수신한 희망 신호와 간섭 신호는 모두 동일한 타임 슬롯에 위치해 있으며 상향(uplink)에서 수신한 희망 사용자 신호와 간섭 사용자 신호를 직접 이용하여 수신 빔 성형 가중 계수를 계산할 수 있다. TD-CDMA 시스템이 하향(downlink) 송신 빔 성형을 진행할 때, 보편적으로 상향에서 수신한 희망 사용자 신호와 간섭 사용자 신호를 통해 하향 송신 빔 성형 가중 계수를 추정한다. 도 1에 도시된 하향 빔 성형 방법을 예로 들어 설명하면 스텝S101에서, 상향에서 수신한 어느 희망 사용자의 신호 및 그가 위치한 상향 타임 슬롯의 간섭 사용자 신호에 근거하여 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬과 간섭 신호의 공간 공분산 행렬을 추정한다. 스텝S102로 진행하여, 희망 신호의 공간 공분산 행렬과 간섭 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 임의의 종류의 준칙(예를 들면, 신호대잡음비 최대 준칙 혹은 신호대간섭비 최대 준칙 등)에 의해 희망 사용자의 빔 성형 가중 계수를 계산한다. 마지막으로 스텝S103에서, 얻은 희망 사용자 가중 계수에 근거하여 송신 빔 성형을 송신한다.

<4> 그러나, 상기 방법은 상하향의 희망 사용자와 간섭 사용자가 완전히 대칭된다는 가정에 근거한 것이다. 즉, 어느 상향 타임 슬롯의 희망 사용자 및 간섭 사용자는 그와 대응되는 하향 타임 슬롯의 희망 사용자 및 간섭 사용자와 완전히 같다는 가정에 근거한 것이다. 도 2에 도시된 타임 슬롯 구조 및 사용자의 상하향 타임 슬롯의 할당 방식과 같이, 간섭 사용자는 기타 셀의 사용자로 간주할 수 있으며 희망 사용자1, 2와 간섭 사용자1', 2', 3'의 상향은 타임 슬롯1에 놓이고, 그 하향은 타임 슬롯4에 놓인다. 즉 상향 타임 슬롯1과 하향 타임 슬롯4는 대응되는 타임 슬롯이다.

<5> 대칭 관계를 갖고 있는 TD-CDMA 시스템에 있어서, 물론 전통적인 방법에 의해 송신 빔 성형을 진행할 수 있다. 그러나, TD-CDMA 시스템의 서비스는 대칭되지 않을 경우가 있으며, 이 때 상하향 타임 슬롯 수를 유연하게 배치해야 하며, 미리 설정한 할당 방식에 따라 상하향 타임 슬롯을 고정시켜서는 안된다. 그리고 유연한 채널 할당 수단도 사용자의 상하향 타임 슬롯을 고정된 대응 관계에 따라 할당하지 않을 때가 있다. 이러한 상황에서 상기 전통적인 간섭을 억제하기 위한 빔 성형 방법의 응용은 더는 불가능하다.

발명의 상세한 설명

<6> 본 발명은 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템으로 하여금 비 대칭 서비스의 상황하에서 간섭 억제의 빔 성형을 실현할 수 있게 하는 일종의 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

<7> 본 발명은 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 방법을 제공하며, 이 방법은, 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬과 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 스텝과, 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는 스텝과, 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정하는 스텝과, 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행하는 스텝을 포함한다.

<8> 여기서, 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 스텝은, 미리 설정한 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상향 타임 슬롯과 하향 타임 슬롯의 대응 관계로부터 획득하거나, 기지국이 무선 네트워크 제어기(RNC)로부터 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하거나, 동일한 기지국에 의해 제어되는 셀에 간섭 사용자 신호가 모두 존재하는 경우에 기지국이 테이블을 검색하여 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하는 스텝이다.

<9> 여기서, 채널 추정기를 이용하여 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행하여 얻은 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬은,

<10>
$$\mathbf{R}_I^{(m)} = E \{ \mathbf{H}_I^{(m)} \mathbf{H}_I^{(m)H} \}$$
 (여기서, $m = 1, \dots, M$) 이고,

<11> 여기서, m 은 간섭 사용자 신호의 번호이고, M 은 모두 M 개의 간섭 사용자 신호가 존재한다는 것을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 은 m 번째 간섭 사용자의 멀티 안테나 채널 추정을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 은 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시한다.

<12> 상기 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 계산하는 공식은,

<13>
$$\mathbf{R}_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=n} \mathbf{R}_I^{(m)}$$
 이고,

<14> 여기서, m 은 간섭 사용자 신호의 번호이고, u_m 은 m 번째 간섭 사용자 신호를 표시하며, $t_d(m)$ 은 m 번째 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 표시하며, n 은 임의의 하향 타임 슬롯의 번호를 표시한다. 상기 공식은 하나의 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬은 이 하향 타임 슬롯 내의 모든 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬의 합이라는 것을 표시한다.

<15> 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 계산하는 공식은,

<16>
$$\mathbf{w}^{(k)} = \arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right)$$
 이고,

<17> 여기서, k 는 양의 정수이고, \mathbf{w} 는 임의의 변수를 표시하며, \mathbf{w}^H 는 \mathbf{w} 의 공액 전치 연산을 표시하며, \mathbf{I} 는 안테나 차원수의 단위 행렬을 표시하며, λ 는 잡음 전력이거나 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시하며, $\mathbf{w}^{(k)}$ 는 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

<18> 빔 성형을 진행하는 방법은 모든 안테나에서의 하향 희망 사용자 신호의 송신 시퀀스를 확정하는 스텝을 포함하며, 상기 송신 시퀀스를 계산하는 공식은,

<19>
$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} \mathbf{w}_{k_a}^{(k)}$$
 이며,

<20> 여기서, \mathbf{s}_{k_a} 는 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스를 표시하며, k_a 는 k_a 번째 안테나를

표시하며, $W_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

- <21> 빔 성형의 스텝은 멀티 사용자 신호 빔 성형기에 의해 완성할 수 있다.
- <22> 본 발명의 방법은 모든 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하고, 모든 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 계산하는 것을 통해 모든 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 얻어 빔 성형을 진행하므로 본 발명의 빔 성형 방법은 타임 슬롯이 대칭되거나 비 대칭인 경우에 모두 적용된다.
- <23> 본 발명은 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템이 비 대칭 서비스의 상황하에서 간섭 억제의 빔 성형을 실현할 수 있게 하는 일종의 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 장치를 제공하는 것을 다른 하나의 목적으로 하고 있다.
- <24> 본 발명의 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 장치는,
- <25> 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호와 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 간섭 사용자 정보 획득 모듈과,
- <26> 상기 상향 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 획득하고, 상기 상향 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯에 근거하여 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 획득하며, 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 획득하는 공간 공분산 행렬 획득 모듈과,
- <27> 상기 각각의 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정하는 빔 성형 가중 계수 획득 모듈과,
- <28> 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행하는 빔 성형 모듈을 포함한다.
- <29> 또한, 상기 간섭 사용자 정보 획득 모듈이 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 획득하는 방식은,
- <30> 미리 설정한 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상향 타임 슬롯과 하향 타임 슬롯의 대응 관계로부터 획득하거나,
- <31> 무선 네트워크 제어기(RNC)로부터 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하거나,
- <32> 간섭 사용자 신호가 동일한 기지국에 의해 제어되는 셀에 모두 존재하는 경우, 테이블을 검색함으로써 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 획득하는 방식이다.
- <33> 또한, 상기 공간 공분산 행렬 획득 모듈은 채널 추정기를 이용하여 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행함으로써,

<34>
$$\mathbf{R}_I^{(m)} = E\{\mathbf{H}_I^{(m)}\mathbf{H}_I^{(m)H}\}$$
 (여기서, $m = 1, \dots, M$)

- <35> 인 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 얻고,
- <36> 여기서, m 은 간섭 사용자 신호의 번호이고, M 은 모두 M 개의 간섭 사용자 신호가 존재한다는 것을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 은 m 번째 간섭 사용자의 멀티 안테나 채널 추정을 표시하며, $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 은 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시한다.

- <37> 또한, 상기 공간 공분산 행렬 획득 모듈이 상기 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 획득할 때에 이용하는 계산 공식은,

<38>
$$\mathbf{R}_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=n} \mathbf{R}_I^{(m)}$$
 이고,

- <39> 여기서, m 은 간섭 사용자 신호의 번호이고, u_m 는 m 번째 상기 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호를 표시하며, $t_d(m)$ 는 m 번째 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 표시하며, n 은 상기 하향 타임 슬롯의 번호를 표시한다.

- <40> 또한, 상기 빔 성형 가중 계수 획득 모듈이 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 획득할 때에 이용하는 계산 공식은,

<41>
$$\mathbf{w}^{(k)} = \arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right)$$
 이고,

<42> 여기서, k 는 양의 정수이고, \mathbf{w} 는 임의의 변수를 표시하며, \mathbf{w}^H 는 \mathbf{w} 의 공액 전치 연산을 표시하며, \mathbf{I} 는 안테나 차원수의 단위 행렬을 표시하며, λ 는 잡음 전력이거나 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시하며, $\mathbf{w}^{(k)}$ 는 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

<43> 또한, 상기 빔 성형 모듈은 모든 안테나에서의 상기 하향 희망 사용자 신호의 송신 시퀀스를 확정하는 데 사용되며, 상기 송신 시퀀스를 계산하는 공식은,

<44>
$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} \mathbf{w}_{k_a}^{(k)}$$
 이며,

<45> 여기서, \mathbf{s}_{k_a} 는 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스를 표시하며, k_a 는 k_a 번째 안테나를 표시하며, $\mathbf{w}_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다. 상기 빔 성형 모듈은 멀티 사용자 신호의 빔 성형기에 의해 실현한다.

<46> 본 발명의 장치는 모든 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하고 모든 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 계산하는 것을 통해 모든 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 얻어 빔 성형을 진행하므로 본 발명의 빔 성형 방법은 타임 슬롯이 대칭되거나 비 대칭인 경우에 모두 적용된다.

실시예

<54> 아래에 도면을 참조하면서 본 발명의 최적의 실시 형태에 대해 상세하게 설명한다. 우선 설명해야 할 것은, 본 발명에서 사용한 용어, 단어 및 청구항의 의미는 해당 문자상의 의미 및 일반적인 의미에 따른 이해에 한정되지 않으며, 이에 더하여 본 발명의 기술에 부합되는 뜻과 개념을 포함한다. 이는 우리가 발명자로서 용어를 합당하게 정의하여 우리의 발명을 더욱 적합하게 서술하기 위해서이다. 그러므로 본 설명과 도면의 배치는 본 발명이 선택한 우선적인 실시 형태에 지나지 않으며, 본 발명의 모든 기술 특성을 열거하는 것은 아니다. 우리는 이외에도 우리의 기술방안을 대체할 수 있는 여러가지 등가 기술방안 혹은 개량 기술방안이 있다는 것을 알아야 한다.

<55> 도 3은 본 발명의 제1 실시예의 흐름도이다.

<56> 도 3에 도시된 바와 같이, 스텝S301에 있어서, 모든 상향 타임 슬롯의 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬과 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 얻는다. 이 과정에서, 모든 상향 타임 슬롯의 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행하여 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 얻으며, 간섭 사용자 신호에 대한 확정은 간섭 신호의 전력 임계치에 의해 실현할 수 있다. 모든 상향 타임 슬롯에 모두 M 개의 간섭 사용자 신호 u_1, u_2, \dots, u_M 가 있는 것을 예로 들면, 여기서 간섭 사용자 신호 $u_m(m=1, \dots, M)$ 중의 아래 첨자 m 은 간섭 사용자 신호의 번호를 표시하며, M 개의 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행하여 M 개의 공간 공분산 행렬 $\mathbf{R}_I^{(1)}, \mathbf{R}_I^{(2)}, \dots, \mathbf{R}_I^{(M)}$ 을 얻는다.

<57> 여기서, $\mathbf{R}_I^{(m)} = E\{\mathbf{H}_I^{(m)} \mathbf{H}_I^{(m)H}\}$ (여기서, $m = 1, \dots, M$) 이고,

<58> $E\{\mathbf{H}_I^{(m)} \mathbf{H}_I^{(m)H}\}$ 은 랜덤 변수의 수학적 기대치, 즉 평균치를 구하는 연산을 표시한다. $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 은 행렬 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시한다.

<59> $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 은 m 번째 간섭 사용자 신호에 대한 멀티 안테나 채널 추정을 표시하며, 여러가지 채널 추정 방법이 있다. 예를 들면, 기본적인 스테이너(Steiner) 채널 추정기(일종의 저렴한 추정 방법) 혹은 그 개량된 형태가 있다. 여기서, 간섭 사용자 신호는 동일 셀의 간섭 사용자 신호일 수도 있고, 외부 셀의 간섭 사용자 신호일 수도 있으며, 동일한 무선 자원을 차지하는 사용자 신호가 간섭 사용자 신호로 간주되는지의 여부는 구체적인 시스템과

물리 층 알고리즘에 관계된다. 예를 들면, 조인트 검출 기술을 사용한 TD-SCDMA(시 분할-동기 코드 분할 다중 접속)시스템에서 빔 성형을 진행할 때, 본 셀의 신호 간섭은 이미 조인트 검출에 의해 제거되었다고 간주될 수 있으며, 외부 셀의 사용자 신호의 간섭만이 고려될 수 있다.

<60> 그리고, 이 스텝에서 M개의 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 $t_a(m)$ (여기서, $m=1, \dots, M$) 을 확정해야 한다. 기지국은 동일 셀의 사용자 신호의 상하향 타임 슬롯의 대응 관계를 제공할 수 있으며, 외부 셀의 사용자 신호에 대해서 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하는 방식에는 미리 설정하는 방식, 시그널링 전송 방식 및 테이블 검색 방식이 있다.

<61> (1) 미리 설정하는 방식: 이것은 일종의 디폴트 방식이며, 네트워크 초기화 단계에서 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상하향 타임 슬롯의 대응 관계를 설정할 수 있다.

<62> (2) 시그널링 전송 방식: 기지국은 RNC(무선 네트워크 제어기)에 대해 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 알려줄 것을 요구한다.

<63> (3) 테이블 검색 방식: 간섭 사용자 신호가 동일한 기지국에 의해 제어되는 셀에 모두 존재하는 경우, 기지국은 테이블을 검색함으로써 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 얻을 수 있다.

<64> 그 후, 스텝S302로 진행하여, 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 상기 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는다. 이 스텝에서 하나의 셀에 모두 N개의 하향 타임 슬롯이 존재한다고 가정하면 임의의 하향 타임 슬롯 $n(n=1, 2, \dots, N)$ 의 간섭 사용자 신호의 집합은,

<65>
$$I_n = \{\forall u_m | t_a(m) = n\}$$
 이다.

<66> 여기서, $\forall u_m$ 는 임의의 혹은 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호(u_m)를 표시한다.

<67> 타임 슬롯n의 간섭 신호의 공간 공분산 행렬은,

<68>
$$R_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_a(m)=n} R_I^{(m)}$$
 이다.

<69> 즉, 타임 슬롯 n의 간섭 신호의 공간 공분산 행렬은 타임 슬롯n에 위치한 모든 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬의 합이다.

<70> 그 후 스텝S303으로 진행하여, 상기 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정한다. 어느 하향 희망 사용자 k가 위치한 타임 슬롯을 n이라고 가정하면 그 하향 빔 성형 가중 계수는,

<71>
$$w^{(k)} = \arg \max_w \left(\frac{w^H R_{xx}^{(k)} w}{w^H (R_{I,n} + \lambda I) w} \right)$$
 이다.

<72> 여기서, $\arg \max_w \left(\frac{w^H R_{xx}^{(k)} w}{w^H (R_{I,n} + \lambda I) w} \right)$ 은 $\frac{w^H R_{xx}^{(k)} w}{w^H (R_{I,n} + \lambda I) w}$ 을 최대화하는 w 을 표시한다. w 는 임의의 형식의 변수여도 된다. I 는 안테나 차원수의 단위 행렬이다. λ 은 잡음 전력을 표시할 수도 있고, 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시할 수도 있다. $R_{xx}^{(k)}$ 은 k번째 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 표시하며, 이 행렬은 종래 기술의 여러가지 방식을 통해 얻을 수 있다. 그 중 한가지 방식은 물리층의 측정을 통해 얻는 방식이다. 즉 채널 추정을 통해 희망 사용자 멀티 안테나의 채널 추정 결과(H_d)를 얻고, 채널 추정 결과를 이용하여 희망 사용자의 공간 공분산 행렬 $R_{xx} = E\{H_d H_d^H\}$ 을 얻는다. 그 중에서, $E\{H_d H_d^H\}$ 은 랜덤 변수의 수학 기대치, 즉 평균치를 구하는 연산을 표시한다. H_d^H 은 행렬 H_d 의 공액 전치 연산을 표시한다.

$W^{(k)}$ ($k=1, 2, \dots, K$)은 희망 사용자 신호의 하향 송신 빔 성형 가중 계수를 표시한다. 또한,

$$W^{(k)} = \begin{bmatrix} w_1^{(k)} \\ w_2^{(k)} \\ \vdots \\ w_{K_a}^{(k)} \end{bmatrix}$$

<73>

이며, $w_{k_a}^{(k)}$ k_a 번째 안테나에서의 k 번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

<74>

마지막으로 스텝S304로 진행하여, 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행한다. 희망 사용자 신호 k 의 송신 데이터 시퀀스를 $s^{(k)}$ 라 가정하면, 안테나 k_a ($k_a=1, 2, \dots, K_a$)에서의 송신 시퀀스는,

<75>

$$s_{k_a} = \sum_{k=1}^K s^{(k)} w_{k_a}^{(k)}$$

이다.

<76>

이 스텝에서 도 4에 도시된 빔 성형기를 이용하여 빔 성형을 진행해도 된다. 도 4에 도시된 바와 같이, k 번째 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스 $s^{(k)}$ 를 k_a 개의 안테나들에서의 빔 성형 가중 계수들 $w_{k_a}^{(k)}$ 와 논리곱(AND) 연산하고, 그 후 기타 사용자 신호의 이러한 연산 결과와 논리합(OR) 연산을 함으로써 안테나 k_a 에서의 송신 시퀀스 S_{k_a} 를 얻을 수 있다.

<77>

아래에 도 5 및 도 6을 참조하여, TD-SCDMA 시스템을 예들 들어 본 발명이 개시한 빔 성형 방법에 대해 설명한다.

<78>

도 5에 도시된 바와 같이, 이 실시예에는 모두 6개의 서비스 타임 슬롯(타임 슬롯1 ~ 타임 슬롯6)이 존재한다. 그 중에서, 타임 슬롯1, 2는 상향에 사용되고, 타임 슬롯 3, 4, 5, 6은 하향에 사용된다. 상향 타임 슬롯1에서 간섭 사용자 신호 4개를 측정해 내어 각각 간섭 사용자 신호 1', 2', 3', 4'로 표시한다. 상향 타임 슬롯2에서 간섭 사용자 신호 5개를 측정해 내어 각각 간섭 사용자 신호 5', 6', 7', 8', 9'로 표시한다.

<79>

도 6에 도시된 바와 같이 스텝 S601에서, 9개의 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행하여 9개의 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 얻는다. 이 실시예에 있어서, 상향 타임 슬롯 1에서 간섭 사용자 신호 1'~4'를 추정하고, 상향 타임 슬롯2에서 간섭 사용자 신호 5'~9'를 추정하여 얻은 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬은 $R_I^{(1)}, R_I^{(2)}, \dots, R_I^{(9)}$ 이다.

<80>

그리고, 이 스텝에서 9개의 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 $t_a(m)$ (여기서, $m=1, 2, \dots, 9$)을 더 확정해야 한다. 본 실시예에서는 시그널링 전송 방식을 사용하여 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 얻는다. 기지국은 Iub인터페이스(무선 네트워크 제어기[RNC]와 기지국 간의 인터페이스)의 시그널링, Iur인터페이스(두 개의 RNC간의 논리 인터페이스)의 시그널링(혹은 무선 네트워크와 코어 네트워크 간의 Iu 인터페이스의 시그널링) 혹은 조작 유지보수(OM) 채널을 통해 RNC에 간섭 사용자 신호의 하향 타임 슬롯 할당 번호를 알려줄 것을 요구한다.

<81>

<82> 기지국이 시그널링을 통해 얻은 간섭 사용자 신호의 하향 타임 슬롯 번호는 아래와 같다.

$$\begin{aligned} t_d(1) &= 3 \\ t_d(2) &= 3 \\ t_d(3) &= 3 \\ t_d(4) &= 4 \\ t_d(5) &= 4 \\ t_d(6) &= 5 \\ t_d(7) &= 5 \\ t_d(8) &= 5 \\ t_d(9) &= 6 \end{aligned}$$

<83>

<84> 그 후 스텝S602로 진행하여, 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 타임 슬롯3-6의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는다.

<85>
$$\mathbf{R}_{I,3} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=3} \mathbf{R}_I^{(m)} = \mathbf{R}_I^{(1)} + \mathbf{R}_I^{(2)} + \mathbf{R}_I^{(3)}$$

<86>
$$\mathbf{R}_{I,4} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=4} \mathbf{R}_I^{(m)} = \mathbf{R}_I^{(4)} + \mathbf{R}_I^{(5)}$$

<87>
$$\mathbf{R}_{I,5} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=5} \mathbf{R}_I^{(m)} = \mathbf{R}_I^{(6)} + \mathbf{R}_I^{(7)} + \mathbf{R}_I^{(8)}$$

<88>
$$\mathbf{R}_{I,6} = \sum_{\forall u_m | t_d(m)=6} \mathbf{R}_I^{(m)} = \mathbf{R}_I^{(9)}$$

<89> 그 후 스텝 S603으로 진행하여, 하향 타임 슬롯3-6의 간섭 공간 공분산 행렬 및 9개의 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정한다. 하향 사용자 6을 예를 들어 설명하면, 하향 사용자 6이 5, 6번째 타임 슬롯에서 모두 데이터를 송신해야 한다면 하향 사용자 6은 타임 슬롯5와 타임 슬롯6에서의 빔 성형 가중 계수를 각각 계산할 수 있다. 여기서 $\lambda=0.5$ 이다.

<90>
$$\mathbf{w}_{TS5}^{(6)} = \arg \max_w \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(6)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,5} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right)$$

<91>
$$\mathbf{w}_{TS6}^{(6)} = \arg \max_w \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(6)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,6} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right)$$

<92> 마지막으로 스텝S604로 진행하여 9개의 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행한다. 희망 사용자 신호k(k=1, 2, ..., 9)의 송신 데이터 시퀀스를 $\mathbf{s}^{(k)}$ 라 가정하면, 안테나 $k_a(k_a=1,2,\dots,K_a)$ 에서의 송신 시퀀스는 아래와 같다.

<93>
$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} \mathbf{w}_{k_a}^{(k)}$$

<94> 여기서 $\mathbf{w}_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

<95> 도 7은 본 발명의 시 분할-코드 분할 다중 접속 시스템의 하향 빔 성형 장치의 구성을 도시하는 도면이다. 이 장치는 간섭 사용자 정보 획득 모듈(71), 공간 공분산 행렬 획득 모듈(72), 빔 성형 가중 계수 획득 모듈(73)

및 빔 성형 모듈(74)를 포함한다.

- <96> 간섭 사용자 정보 획득 모듈은 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호를 확정하고, 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하는 데 사용된다. 이 모듈의 구체적인 구현에는 아래와 같다.
- <97> 상향 간섭 사용자 신호의 확정은 간섭 신호의 전력 임계치에 의해 구현될 수 있다. 여기서 간섭 사용자 신호는 동일 셀의 간섭 사용자 신호일 수도 있고, 외부 셀의 간섭 사용자 신호일 수도 있으며, 동일한 무선 자원을 차지하는 사용자 신호가 간섭 사용자 신호로 간주되는지의 여부는 구체적인 시스템과 물리 층 알고리즘에 관계된다. 예를 들면, 조인트 검출 기술을 사용한 TD-SCDMA(시 분할-동기 코드 분할 다중 접속) 시스템에서 빔 성형을 진행할 때 본 셀의 신호 간섭이 조인트 검출에 의해 제거되었다고 간주될 수 있으며, 외부 셀의 사용자 신호의 간섭만 고려될 수 있다.
- <98> 기지국이 동일 셀의 사용자 신호의 상하향 타임 슬롯의 대응 관계를 제공할 수 있으므로 동일 셀의 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯은 기지국을 통해 얻을 수 있다. 외부 셀의 사용자 신호에 대해서 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯을 확정하는 방식은 미리 설정하는 방식, 시그널링 전송 방식 및 테이블 검색 방식이 있다.
- <99> (1) 미리 설정하는 방식: 이것은 일종의 디폴트 방식이며, 네트워크 초기화 단계에서 모든 셀의 사용자 신호가 위치한 상하향 타임 슬롯의 대응 관계를 설정할 수 있다.
- <100> (2) 시그널링 전송 방식: 기지국은 RNC(무선 네트워크 제어기)에 대해 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 알려줄 것을 요구한다.
- <101> (3) 테이블 검색 방식: 동일한 기지국에 의해 제어되고 있는 셀에 간섭 사용자 신호가 모두 존재하는 경우에 기지국은 테이블을 검색하여 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯의 번호를 얻을 수 있다.
- <102> 공간 공분산 행렬 획득 모듈은 간섭 사용자 정보 획득 모듈이 획득한 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행하여 모든 상향 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 획득한 후 간섭 사용자 정보 획득 모듈이 확정된 상기 간섭 사용자 신호가 위치한 하향 타임 슬롯 및 상기 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬을 얻는다.
- <103> 모든 상향 타임 슬롯에 모두 M개의 간섭 사용자 신호 u_1, u_2, \dots, u_M 가 있는 것을 예로 한다. 우선 M개의 간섭 사용자 신호에 대해 채널 추정을 진행한다. 채널 추정은 기본적인 스테이너 채널 추정기(일종의 저렴한 추정 방법) 혹은 그 개량된 형태를 이용하여 구현할 수 있다. 그 후 계산을 통해 M개의 공간 공분산 행렬 $\mathbf{R}_I^{(1)}, \mathbf{R}_I^{(2)}, \dots, \mathbf{R}_I^{(M)}$ 을 얻는다. 여기서, $\mathbf{R}_I^{(m)} = E\{\mathbf{H}_I^{(m)}\mathbf{H}_I^{(m)H}\}$ (여기서, $m = 1, \dots, M$) 이다.
- <104> $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 는 m번째 간섭 사용자 신호의 멀티 안테나 채널 추정을 표시하고, $\mathbf{H}_I^{(m)H}$ 는 $\mathbf{H}_I^{(m)}$ 의 공액 전치 연산을 표시하며, $E\{\mathbf{H}_I^{(m)}\mathbf{H}_I^{(m)H}\}$ 는 랜덤 변수의 수학적 기대치, 즉 평균치를 구하는 연산을 표시한다.
- <105> 하나의 셀에 N개의 하향 타임 슬롯이 모두 존재한다고 가정하면, 임의의 하향 타임 슬롯(n=1, 2, ..., N)의 간섭 사용자 신호는 $\mathbf{I}_n = \{\forall u_m | t_d(m) = n\}$ 이다.
- <106> 그 중에서, $\forall u_m$ 는 임의의 혹은 모든 상향 타임 슬롯 간섭 사용자 신호(u_m)를 표시한다.
- <107> 타임 슬롯n의 간섭 신호의 공간 공분산 행렬은,
- <108>
$$\mathbf{R}_{I,n} = \sum_{\forall u_m | t_d(m) = n} \mathbf{R}_I^{(m)}$$
 이다.
- <109> 즉, 타임 슬롯n의 간섭 신호의 공간 공분산 행렬은 타임 슬롯n에 위치한 모든 간섭 사용자 신호의 공간 공분산 행렬의 합이다.
- <110> 빔 성형 가중 계수 획득 모듈은 상기 각 하향 타임 슬롯의 간섭 공간 공분산 행렬 및 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬에 근거하여 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 확정한다. 어느 하향 희망 사용자k

가 위치한 타임 슬롯을 n라고 가정하면, 그 하향 빔 성형 가중 계수는,

$$\mathbf{w}^{(k)} = \arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right) \text{이다.} \tag{111}$$

여기서, $\arg \max_{\mathbf{w}} \left(\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}} \right)$ 은 $\frac{\mathbf{w}^H \mathbf{R}_{xx}^{(k)} \mathbf{w}}{\mathbf{w}^H (\mathbf{R}_{I,n} + \lambda \mathbf{I}) \mathbf{w}}$ 을 최대화하는 \mathbf{w} 를 표시한다. \mathbf{w} 는 임의의 형식의 변수여도 된다. \mathbf{I} 는 안테나 차원수의 단위 행렬을 표시한다. λ 은 잡음 전력을 표시할 수도 있고, 간섭 전력과 일정한 비례를 이루는 상수 인자를 표시할 수도 있다. $\mathbf{R}_{xx}^{(k)}$ 은 k번째 하향 희망 사용자 신호의 공간 공분산 행렬을 표시하며, 이 행렬은 측정을 통해 얻을 수 있다. $\mathbf{w}^{(k)}$ ($k=1,2,\dots,K$)은 희망 사용자 신호의 하향 송신 빔 성형 가중 계수를 표시하며 아래와 같이 표시한다.

$$\mathbf{w}^{(k)} = \begin{bmatrix} w_1^{(k)} \\ w_2^{(k)} \\ \vdots \\ M \\ \vdots \\ w_{K_a}^{(k)} \end{bmatrix} \tag{113}$$

이며, $w_{k_a}^{(k)}$ 는 k_a 번째 안테나에서의 k번째 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수를 표시한다.

빔 성형 모듈은 상기 하향 희망 사용자 신호의 빔 성형 가중 계수에 근거하여 빔 성형을 진행한다. 희망 사용자 신호k의 송신 데이터 시퀀스를 $\mathbf{s}^{(k)}$ 라 가정하면, 안테나 k_a ($k_a=1,2,\dots,K_a$)에서의 송신 시퀀스는 아래와 같다.

$$\mathbf{s}_{k_a} = \sum_{k=1}^K \mathbf{s}^{(k)} w_{k_a}^{(k)} \tag{116}$$

빔 성형 모듈은 도 4의 빔 성형기를 통해 구현할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, k번째 희망 사용자 신호의 송신 데이터 시퀀스 $\mathbf{s}^{(k)}$ 를 k_a 개의 안테나들에서의 빔 성형 가중 계수들 $w_{k_a}^{(k)}$ 와 논리곱(AND) 연산하고, 그 후 기타 사용자 신호의 이러한 연산 결과와 논리합(OR) 연산을 함으로써 안테나 k_a 에서의 송신 시퀀스 \mathbf{s}_{k_a} 를 얻을 수 있다.

여기서, 상기의 공간 공분산 행렬 획득 모듈과 빔 성형 가중 계수 획득 모듈은 범용 계산 설비 혹은 장치 중의 소프트웨어를 통해 실현해도 되며 전용 하드웨어 설비를 통해 실현해도 된다.

산업상 이용 가능성

이상은 다만 본 발명의 바람직한 실시 형태에 지나지 않으며 본 기술 분야의 보통 기술자는 본 발명의 원리를 일탈하지 않는 전제하에서 약간의 개량과 변경을 가할 수 있으며 이러한 개량과 변경도 본 발명의 보호 범위로 보아야 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 하향 빔 성형 방법의 흐름도이다.

도 2는 도 1에 도시된 방법에 대응되는 타임 슬롯 구조도 및 상하향 타임 슬롯의 할당표이다.

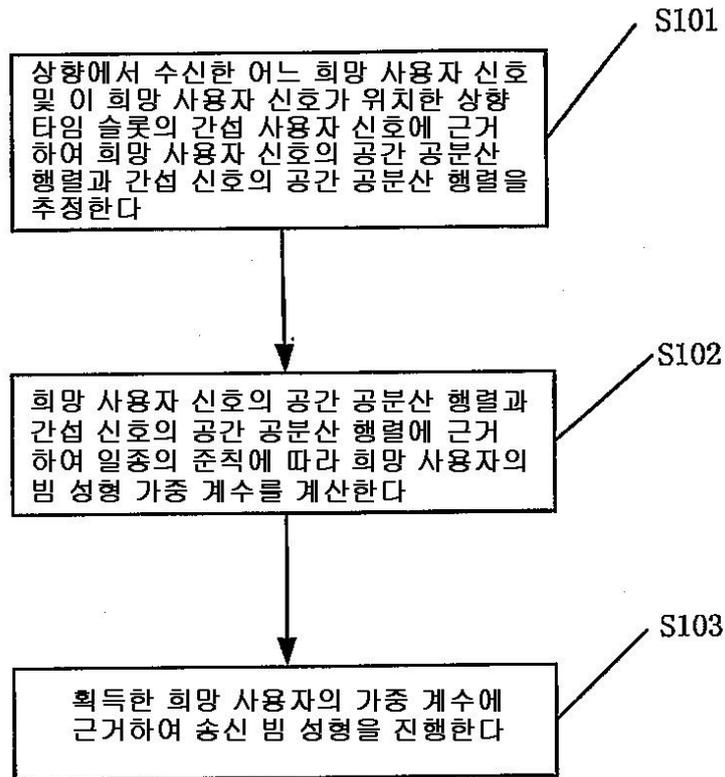
도 3은 본 발명의 하향 빔 성형 방법의 제1 실시예의 흐름도이다.

도 4는 제1 실시예에서 사용한 빔 성형기를 도시하는 도면이다.

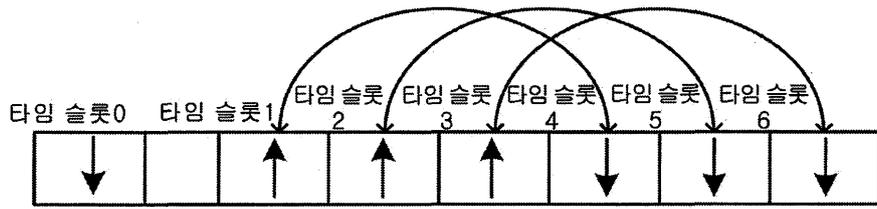
- <51> 도 5는 하향 빔 성형 방법의 제2 실시예의 타임 슬롯 구조도 및 상하향 타임 슬롯의 할당표이다.
- <52> 도 6은 본 발명의 제2 실시예의 흐름도이다.
- <53> 도 7은 본 발명의 하향 빔 성형 장치의 구조를 도시하는 도면이다.

도면

도면1



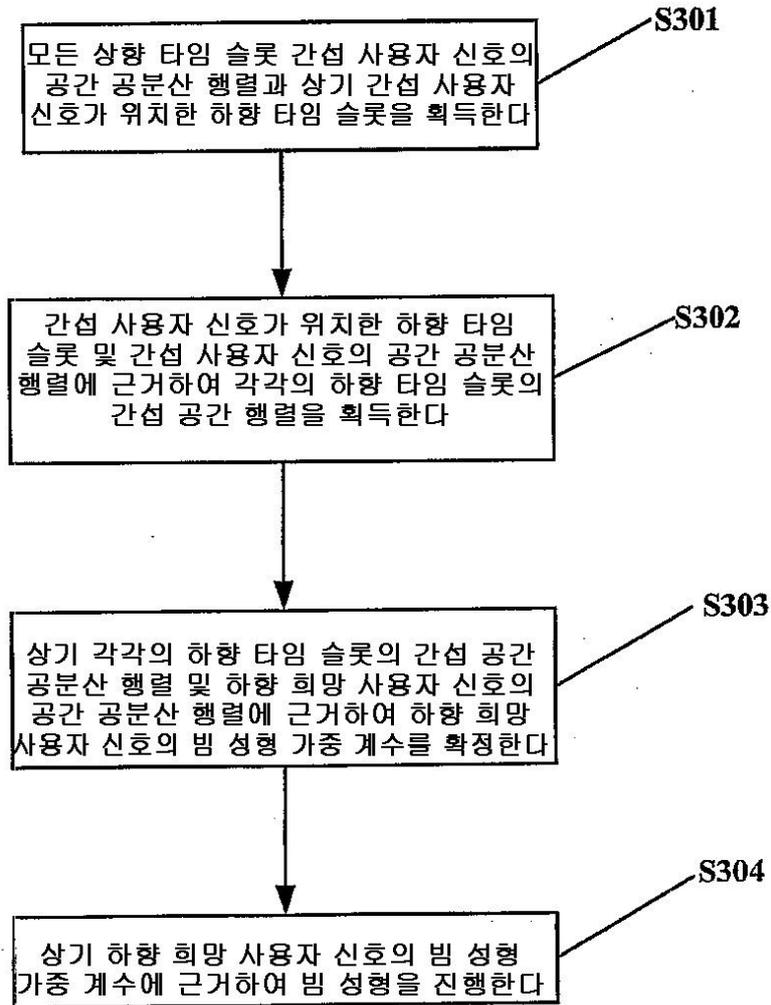
도면2



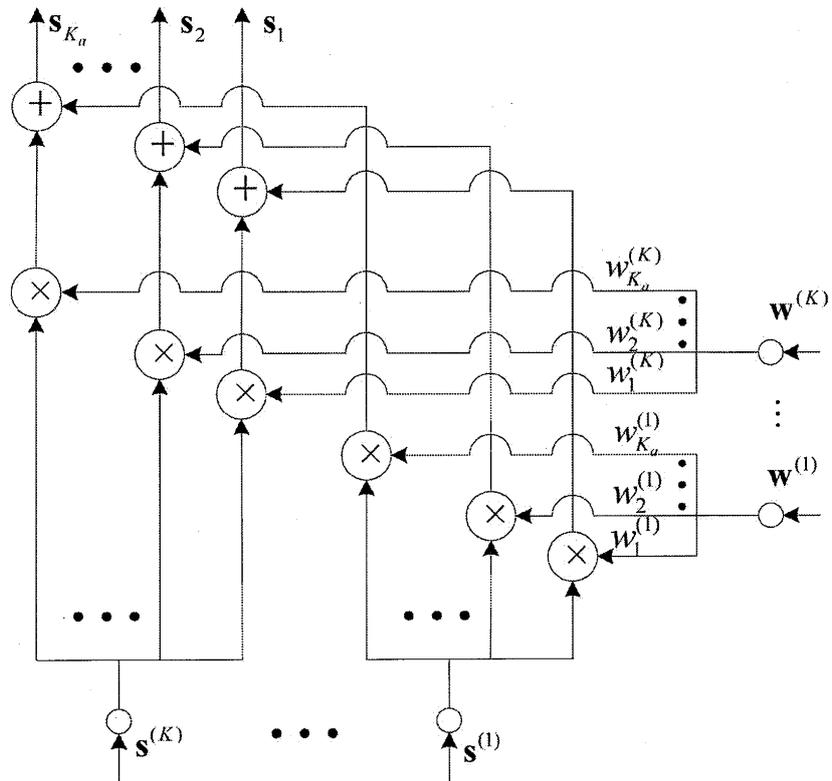
특수 타임 슬롯

타임 슬롯 번호	타임 슬롯 할당	희망 사용자	간섭 사용자
타임 슬롯1	상향1	1, 2	1' , 2' , 3'
타임 슬롯2	상향2	3, 4	4' , 5' , 6'
타임 슬롯3	상향3	5, 6	7' , 8' , 9'
타임 슬롯4	하향1	1, 2	1' , 2' , 3'
타임 슬롯5	하향2	3, 4	4' , 5' , 6'
타임 슬롯6	하향3	5, 6	7' , 8' , 9'

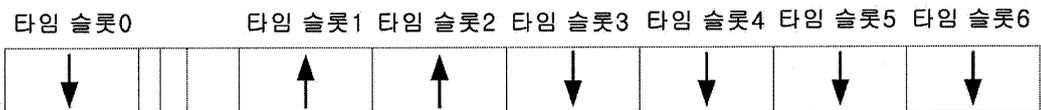
도면3



도면4

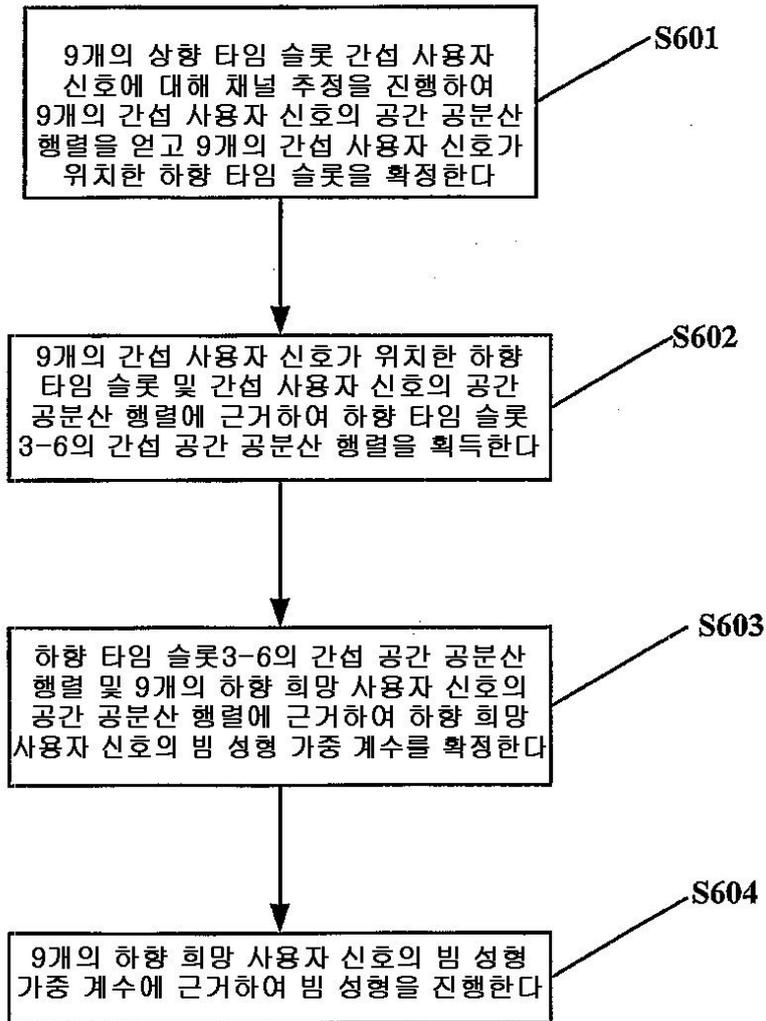


도면5



타임 슬롯 번호	타임 슬롯 할당	희망 사용자	측정한 간섭 사용자
타임 슬롯1	상향1	~	1' , 2' , 3' , 4'
타임 슬롯2	상향2	~	5' , 6' , 7' , 8' , 9'
타임 슬롯3	하향1	1, 2, 3, 4	1' , 2' , 3'
타임 슬롯4	하향2	5	4' , 5'
타임 슬롯5	하향3	6	6' , 7' , 8'
타임 슬롯6	하향4	6	9'

도면6



도면7

