



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월21일
(11) 등록번호 10-2268001
(24) 등록일자 2021년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2017.01) H04B 7/06 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0408 (2013.01)
H04B 7/0469 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0150923
(22) 출원일자 2015년10월29일
심사청구일자 2019년04월18일
(65) 공개번호 10-2017-0049964
(43) 공개일자 2017년05월11일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000332522 A*
JP2014199997 A*
JP2015185953 A
KR101401323 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
나민수
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가, SKT 타워)
최창순
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가, SKT 타워)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 8 항

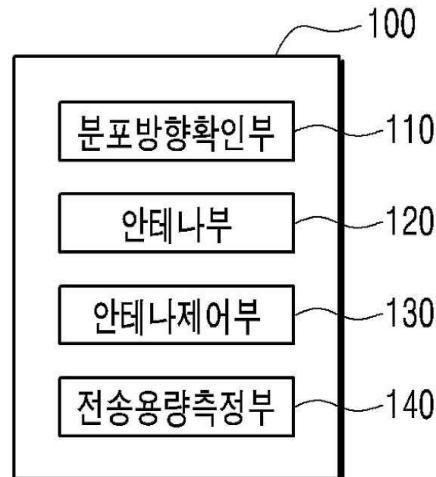
심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 하이브리드 빔 포밍 송신장치 및 하이브리드 빔 포밍 방법

(57) 요약

본 발명은, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 수신단(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시킬 수 있는 하이브리드 빔 포밍 송신장치 및 하이브리드 빔 포밍 방법을 개시하고 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H04B 7/0691 (2013.01)

(72) 발명자

박해성

서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가, SKT 타워)

홍대식

서울특별시 강서구 우장산로 8, 101동 1105호 (내
발산동, 우장산월드메르디앙아파트)

왕한호

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 315동 102호
(서현동, 시범단지한양아파트)

이권중

서울특별시 금천구 독산로78다길 52, 101동 902호
(독산동, 독산동동아아파트)

김준기

서울특별시 광진구 뚝섬로36길 75, 101동 304호 (자양동, 강변아이파크)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R0101-15-244
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	방송통신산업기술개발
연구과제명	초연결 스마트 모바일 서비스를 위한 5G 이동통신 핵심기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2015.03.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 송신장치에 있어서,
수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향확인부;

다수의 안테나 엘리먼트를 제1방향 또는 제2방향에 따라 상이하게 그룹핑하는 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 송신하는 안테나부; 및

상기 확인한 수신장치의 분포 방향과, 상기 제1방향에 대해 측정된 전송용량 및 상기 제2방향에 대해 측정된 전송용량을 고려하여, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 안테나부는,

다수의 안테나 엘리먼트,

상기 다수의 안테나 엘리먼트를 상기 제1방향으로 연결된 각 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제1연결구조,

상기 다수의 안테나 엘리먼트를 상기 제2방향으로 연결되는 각 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제2연결구조,

상기 각 디지털 빔 포밍 출력단을, 상기 제1연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하거나 또는 상기 제2연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하는 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 안테나제어부는,

상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 각 디지털 빔 포밍 출력단을 상기 제1연결구조의 각 배열안테나그룹 또는 상기 제2연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 상기 스위칭부를 제어하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 분포방향확인부는,

상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호에 근거하여, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 측정하고,

상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 환경의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 분포방향확인부는,

상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는

각기 다른 시각에, 참조신호를 송신하고,

상기 송신한 참조신호를 수신한 수신장치로부터 측정된 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 획득하고,

상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 방향 성분의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 전송용량 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 전송용량을 측정하는 전송용량측정부를 더 포함하고;

상기 안테나제어부는,

상기 확인한 수신장치의 분포 방향과, 상기 제1방향의 전송용량 및 상기 제2방향의 전송용량을 고려하여, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 것을 특징으로 하는 송신장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 방법에 있어서,

송신장치가, 다수의 안테나 엘리먼트를 제1방향 또는 제2방향에 따라 상이하게 그룹핑하는 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 수신장치로 송신하는 안테나부를 구비하는 단계;

상기 송신장치가, 수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향 확인단계; 및

상기 송신장치가, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어단계를 포함하며;

상기 분포방향 확인단계는,

상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호에 근거하여, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 측정하고,

상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 환경의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 빔 포밍 방법.

청구항 9

디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 방법에 있어서,

송신장치가, 다수의 안테나 엘리먼트를 제1방향 또는 제2방향에 따라 상이하게 그룹핑하는 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 수신장치로 송신하는 안테나부를 구비하는 단계;

상기 송신장치가, 수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향 확인단계; 및

상기 송신장치가, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어단계를 포함하며;

상기 분포방향 확인단계는,

상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는

각기 다른 시각에, 참조신호를 송신하고,

상기 송신한 참조신호를 수신한 수신장치로부터 측정된 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 획득하고,

상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 방향 성분의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 빔 포밍 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 수신단(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시킬 수 있는 하이브리드 빔 포밍 송신장치 및 하이브리드 빔 포밍 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술은, 주파수나 파워를 추가로 사용하지 않더라도 송신안테나 수 및 수신안테나 수와 비례하는 전송용량 이득을 기대할 수 있는 기술로서, 전송용량 이득을 얻는 가장 큰 부분은 빔 포밍을 통한 다이버시티(Diversity) 이득과 멀티플렉싱(Multiplexing) 이득이다.

[0003] 이를 위해 MIMO 시스템에서 사용하는 빔 포밍 기술은 디지털 빔 포밍, 아날로그 빔 포밍, 하이브리드 빔 포밍 등으로 나뉜다.

[0004] 디지털 빔 포밍의 경우 형성할 수 있는 빔의 개수가 RF 체인의 개수에 의해 결정되며, 디지털 빔 포밍에 의해 형성된 다수의 빔은, 수신단의 다이버시티를 향상시켜 신호품질(SINR: Signal to Interference Noise Ratio)를 높이는 수단으로 사용될 수 있고, 또한 다수 수신단을 다른 빔으로 분리시켜 각각 다른 신호를 수신하도록 하는 멀티플렉싱으로 사용될 수 있다.

[0005] 반면, 아날로그 빔 포밍의 경우 아날로그 빔 포밍에 의해 형성된 다수의 빔은 수신단의 다이버시티를 향상시켜 신호품질(SINR)을 높이는 수단으로만 한정 사용될 수 있다.

[0006] 결국, MIMO 시스템 특히 수십~수백 개 이상의 안테나를 이용하는 Massive MIMO 시스템에서는, 전술한 바와 같이 안테나 개수만큼 RF 체인이 필요해 설치 비용이 증가하는 디지털 빔 포밍 기술과 성능 이득이 한정된 아날로그 빔 포밍 기술의 단점 때문에, 이들 두 빔 포밍 기술을 결합한 형태의 하이브리드 빔 포밍 기술을 주로 사용한다.

[0007] 이에, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서 하이브리드 빔 포밍의 효율을 최대로 얻기 위해서는, 아날로그 빔 포밍을 통해 정확한 방향으로 빔 포밍을 하여 다이버시티 이득을 최대로 얻고, 정확한 방향의 아날로그 빔 포밍을 토대로 디지털 빔 포밍을 하여 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻음으로써, 수신단(사용자)의 신호품질(SINR)을 최대화 시키면서 사용할 수 있는 독립적인 빔의 개수를 최대화시켜야 한다.

[0008] 특히나, 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻기 위해서는, 독립적인 빔 즉 서로 다른 수신단(사용자) 사이에 영향을 주지 않는 달리 말하면 채널 유사도가 낮은 빔을 최대한 많이 형성하는 것이 중요하다.

[0009] 이에, MIMO 시스템에서는, 동시에 형성하는 하이브리드 빔의 수신단(사용자)를 선택함에 있어서, 채널 유사도가 최대한 낮은 수신단(사용자)를 선택하는 방식으로 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻고 있다.

[0010] 현재, MIMO 시스템에서 사용하는 현재의 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조는, 빔 포밍 운용 방향이 안테나 설치 시에 고정되는 구조이기 때문에, 고정된 빔 포밍 운용 방향 내에서만 수신단(사용자)을 독립적인 빔으로 명확히 분리할 수 있는 한계를 갖는다.

[0011] 이에, 본 발명에서는, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 수신단(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여, 수신단(사용자) 분리 한계를 개선하고 멀티플렉싱 이득을 극대화함으로써, 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시킬 수 있는 방안 및 이를 실현 가능하게 하는 안테나 구조를 제안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 본 발명에서 도달하고자 하는 목적은, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 사용자의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시키는데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 관점에 따른 디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 송신장치에 있어서, 수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향확인부; 제1방향 또는 제2방향에 따른 상이한 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1 방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 송신하는 안테나부; 및 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어부를 포함한다.

[0014] 바람직하게는, 상기 안테나부는, 다수의 안테나 엘리먼트, 상기 다수의 안테나 엘리먼트를 상기 제1방향으로 연결된 각 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제1연결구조, 상기 다수의 안테나 엘리먼트를 상기 제2방향으로 연결되는 각 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제2연결구조, 상기 각 디지털 빔 포밍 출력단을, 상기 제1연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하거나 또는 상기 제2연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하는 스위칭부를 포함할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 안테나제어부는, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 각 디지털 빔 포밍 출력단을 상기 제1연결구조의 각 배열안테나그룹 또는 상기 제2연결구조의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 상기 스위칭부를 제어할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 분포방향확인부는, 상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호에 근거하여, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 측정하고, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 환경의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 분포방향확인부는, 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는 각기 다른 시각에, 참조신호를 송신하고, 상기 송신한 참조신호를 수신한 수신장치로부터 측정된 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 획득하고, 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 방향 성분의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 전송용량 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 전송용량을 측정하는 전송용량측정부를 더 포함하고; 상기 안테나제어부는, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향과, 상기 제1방향의 전송용량 및 상기 제2방향의 전송용량을 고려하여, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시킬 수 있다.

[0019] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 관점에 따른 디지털 빔 포밍 및 아날로그 빔 포밍이 결합된 하이브리드 빔 포밍 방법에 있어서, 송신장치가, 제1방향 또는 제2방향에 따른 상이한 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 수신장치로 송신하는 안테나부를 구비하는 단계; 상기 송신장치가, 수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향 확인단계; 및 상기 송신장치가, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 상기 안테나부를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어단계를 포함한다.

[0020] 바람직하게는, 상기 분포방향 확인단계는, 상기 안테나부가 상기 제1방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호 및 상기 제2방향으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호에 근거하여, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 측정하고, 상기 제1방향에 대한 채널 환경 및 상기 제2방향에 대한 채널 환경을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 환경의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확

인할 수 있다.

- [0021] 바람직하게는, 상기 분포방향 확인단계는, 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는 각기 다른 시각에, 참조신호를 송신하고, 상기 송신한 참조신호를 수신한 수신장치로부터 측정된 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 획득하고, 상기 제1방향에 대한 채널 방향 성분 및 상기 제2방향에 대한 채널 방향 성분을 기초로, 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중에서 채널 방향 성분의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 이에, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치 및 하이브리드 빔 포밍 방법에 의하면, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용할 수 있는 안테나 구조를 제안하고, 이러한 안테나 구조를 기반으로 수신단(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시키는 효과를 도출한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 하이브리드 빔 포밍 구조를 보여주는 예시도이다.
- 도 2는 본 발명에서 수신장치(사용자)의 분포에 따라 가변 운용되는 빔 포밍 방향의 예를 보여주는 예시도이다.
- 도 3은 각 빔 포밍 방향으로 운용되는 안테나 구조를 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 안테나 구조를 보여주는 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 하이브리드 빔 포밍 송신장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 하이브리드 빔 포밍 방법을 나타내는 제어 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 안테나 구조가 각기 다른 송신장치 혹은 하나의 송신장치에 적용되는 경우를 설명하는 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명이 적용되는 MIMO 시스템에서 사용하는 하이브리드 빔 포밍 기술(구조)을 보여주는 예시도이다.
- [0026] MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술은, 주파수나 파워를 추가로 사용하지 않더라도 송신안테나 수 및 수신안테나 수와 비례하는 전송용량 이득을 기대할 수 있는 기술로서, 전송용량 이득을 얻는 가장 큰 부분은 빔 포밍을 통한 다이버시티(Diversity) 이득과 멀티플렉싱(Multiplexing) 이득이다.
- [0027] 이를 위해 MIMO 시스템에서 사용하는 빔 포밍 기술은 디지털 빔 포밍, 아날로그 빔 포밍, 하이브리드 빔 포밍 등으로 나뉜다.
- [0028] 디지털 빔 포밍의 경우 형성할 수 있는 빔의 개수가 RF 체인의 개수에 의해 결정되며, 디지털 빔 포밍에 의해 형성된 다수의 빔은, 수신장치의 다이버시티를 향상시켜 신호품질(SINR: Signal to Interference Noise Ratio)을 높이는 수단으로 사용될 수 있고, 또한 다수 수신장치를 다른 빔으로 분리시켜 각각 다른 신호를 수신하도록 하는 멀티플렉싱으로 사용될 수 있다.
- [0029] 반면, 아날로그 빔 포밍의 경우 아날로그 빔 포밍에 의해 형성된 다수의 빔은 수신장치의 다이버시티를 향상시켜 신호품질(SINR)을 높이는 수단으로만 한정 사용될 수 있다.
- [0030] 결국, MIMO 시스템 특히 수십~수백 개 이상의 안테나를 이용하는 Massive MIMO 시스템에서는, 전송한 바와 같이 안테나 개수만큼 RF 체인이 필요해 설치 비용이 증가하는 디지털 빔 포밍 기술과 성능 이득이 한정된 아날로그 빔 포밍 기술의 단점 때문에, 이들 두 빔 포밍 기술을 결합한 형태의 하이브리드 빔 포밍 기술을 주로 사용한다. 이때, 기존의 하이브리드 빔 포밍 기술은, 디지털 빔 포밍의 단일 출력단에 연결된 아날로그 안테나들을 모두 사용하고 있다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 하이브리드 빔 포밍 구조에서는, 디지털 빔 포밍 신호가 출력되는 N개의 각 디지털 빔 포밍 출력단에 아날로그 빔 포밍 구조가 추가로 결합된 형태로 나타난다.

- [0032] 도 1에서는, 각 디지털 빔 포밍 출력단으로서, TXRU(Tranceiver Unit)를 가정하고 있다. 그리고 도 2에서는, 각각의 디지털 빔 포밍 출력단 즉 TXRU에, M개의 (아날로그) 안테나 엘리먼트로 구성된 아날로그 빔 포밍 구조가 결합된 형태를 가정하고 있다.
- [0033] 이러한 하이브리드 빔 포밍 구조(기술)을 사용하는 MIMO 시스템에서 하이브리드 빔 포밍의 효율을 최대로 얻기 위해서는, 아날로그 빔 포밍을 통해 정확한 방향으로 빔 포밍을 하여 다이버시티 이득을 최대로 얻고, 정확한 방향의 아날로그 빔 포밍을 토대로 디지털 빔 포밍을 하여 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻음으로써, 수신장치(사용자)의 신호품질(SINR)을 최대화 시키면서 사용할 수 있는 독립적인 빔의 개수를 최대화시켜야 한다.
- [0034] 특히나, 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻기 위해서는, 독립적인 빔 즉 서로 다른 수신장치(사용자) 사이에 영향을 주지 않는 달리 말하면 채널 유사도가 낮은 빔을 최대한 많이 형성하는 것이 중요하다.
- [0035] 이에, MIMO 시스템에서는, 동시에 형성하는 하이브리드 빔의 수신장치(사용자)를 선택함에 있어서, 채널 유사도가 최대한 낮은 수신장치(사용자)를 선택하는 방식으로 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻고 있다. 이때, 채널 유사도가 최대한 낮은 수신장치(사용자)를 선택하는 방식은, 기존의 다양한 방식을 채택하여 실현할 수 있다.
- [0036] 현대, MIMO 시스템에서 사용하는 현재의 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조는, 빔 포밍 운용 방향이 안테나 설치시에 고정되는 구조이기 때문에, 고정된 빔 포밍 운용 방향 내에서만 수신단(사용자)을 독립적인 빔으로 명확히 분리할 수 있는 한계를 갖는다.
- [0037] 예를 들어, 도 3을 참조하여 설명하면, 기존의 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조는, 도 3의 (1)과 같이 Y축 방향으로 연결된 4개의 배열안테나그룹을 갖는 구조, 또는 도 3의 (2)와 같이 X축 방향으로 연결된 4개의 배열안테나그룹을 갖는 구조로, 안테나 설치시에 고정된다.
- [0038] 이에, 도 3의 (1) 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조의 경우는 빔 포밍 운용 방향이 Y축 방향 즉 수직방향으로 고정된 구조로서 수직방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합하다.
- [0039] 한편, 도 3의 (2) 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조의 경우 빔 포밍 운용 방향이 X축 방향 즉 수평방향으로 고정된 구조로서 수평방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합하다.
- [0040] 따라서, 도 2에 도시된 바와 같이, MIMO 시스템에서 하이브리드 빔 포밍 송신장치 즉 기지국은, 도 3의 (1)과 같은 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조를 채택한 경우, 도 2의 (1)과 같이 수신장치(사용자)가 수직으로 분포되어 있는 환경에서는 수신장치(사용자)를 명확히 분리할 수 있기 때문에 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻는데 어려움이 없지만, 도 2의 (2)와 같이 수신장치(사용자)가 수평으로 분포되어 있는 환경에서는 수신장치(사용자) 분리 한계 때문에 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻을 수 없다.
- [0041] 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, MIMO 시스템에서 하이브리드 빔 포밍 송신장치 즉 기지국은, 도 3의 (2)와 같은 하이브리드 빔 포밍 안테나 구조를 채택한 경우, 도 2의 (2)와 같이 수신장치(사용자)가 수평으로 분포되어 있는 환경에서는 수신장치(사용자)를 명확히 분리할 수 있기 때문에 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻는데 어려움이 없지만, 도 2의 (1)과 같이 수신장치(사용자)가 수직으로 분포되어 있는 환경에서는 수신장치(사용자) 분리 한계 때문에 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻을 수 없다.
- [0042] 이에, 본 발명에서는, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 수신장치(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여, 수신단(사용자) 분리 한계를 개선하고 멀티플렉싱 이득을 극대화함으로써, 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시킬 수 있는 방안(방법) 및 이를 실현 가능하게 하는 안테나 구조를 제안하고자 한다.
- [0043] 이하에서는, 도 4 및 도 5를 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 하이브리드 빔 포밍 송신장치의 구체적인 구조를 설명하겠다.
- [0044] 먼저 도 5를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100)는, 수신장치의 분포 방향을 확인하는 분포방향확인부(110)와, 제1방향 또는 제2방향에 따른 상이한 안테나 엘리먼트 그룹핑에 근거하여, 각 디지털 빔 포밍 출력단에서 출력되는 각 신호를 상기 제1방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호 또는 상기 제2방향의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 송신하는 안테나부(120)와, 상기 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 안테나부(120)를 상기 제1방향 및 상기 제2방향 중 어느 한 방향으로 동작시키는 안테나제어부(130)를 포함한다.
- [0045] 이러한 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100)는, 도 1에 도시된 바와 같은 기지국일 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위한 송신장치(100)로서 기지국(100)을 언급하겠다.

- [0046] 이때, 제1방향과 제2방향 서로 직교하는 방향인 것이 바람직하다.
- [0047] 보다 구체적으로, 제1방향은 도 4에 도시된 X축 방향 즉 수평방향인 것이 바람직하고, 제2방향은 도 4에 도시된 Y축 방향 즉 수직방향인 것이 바람직하다.
- [0048] 여기서, 안테나부(120)는, 빔 포밍 운용 방향이 안테나 설치 시에 고정되는 기준과 달리, 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용할 수 있는 본 발명의 제안된 안테나 구조를 갖는다.
- [0049] 도 4를 참조하여 안테나부(120)를 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0050] 이때, 도 4에서는 설명의 편의를 위해, 안테나부(120)에 구비된 다수의 안테나 엘리먼트로서 4*4의 안테나 엘리먼트를 언급하고, 이와 대응하여 각 디지털 빔 포밍 출력단으로서 4개의 디지털 빔 포밍 출력단(예: TXRU1,2,3,4)를 언급하여 설명하겠다.
- [0051] 이처럼, 본 발명의 안테나 구조에 따른 안테나부(120)는, 다수의 안테나 엘리먼트 예컨대 4*4의 안테나 엘리먼트를 포함한다.
- [0052] 그리고, 안테나부(120)는, 다수의 안테나 엘리먼트 예컨대 4*4의 안테나 엘리먼트를 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 연결된 각 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제1연결구조(20), 4*4의 안테나 엘리먼트를 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 연결된 배열안테나그룹으로 그룹핑하는 제2연결구조(30)를 포함한다.
- [0053] 그리고, 안테나부(120)는, 각 디지털 빔 포밍 출력단 즉 각 TXRU1,2,3,4을, 제1연결구조(20)의 각 배열안테나그룹에 연결하거나 또는 제2연결구조(30)의 각 배열안테나그룹에 연결하는 스위칭부(40)를 포함한다.
- [0054] 분포방향확인부(110)는, 수신장치(사용자)의 분포 방향을 확인한다.
- [0055] 즉, 분포방향확인부(110)는, 송신장치(100) 즉 기지국(100)의 커버리지 내에 위치하는 수신장치(사용자)를 대상으로, 수신장치(사용자)가 수직방향 및 수평방향 중 어느 방향으로 더 많이 분포되어 있는지를 확인하는 것이다.
- [0056] 이하에서는, 분포방향확인부(110)에서 수신장치(사용자)의 분포 방향을 확인하는 방법에 대해 구체적으로 설명하겠다.
- [0057] 제1실시예에 따르면, 분포방향확인부(110)는, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우의 상향링크 참조신호에 근거하여, 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 및 제2방향(수직)에 대한 채널 환경을 측정한다.
- [0058] 그리고, 분포방향확인부(110)는, 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 및 제2방향(수직)에 대한 채널 환경을 기초로, 제1방향(수평) 및 제2방향(수직) 중에서 채널 환경의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다.
- [0059] 이러한 제1실시예는, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)이 TDD(Time Division Duplex) 시스템에 따르는 경우 적합하다.
- [0060] 보다 구체적으로 설명하면, TDD 시스템에선 채널 Reciprocity 특성을 이용하여 채널 추정을 수행한다. 따라서, 각 수신장치가 상향링크 참조신호로서 SRS(Sounding Reference Signal)을 전송하는 경우, 기지국(100)에서는 SRS로부터 다운링크 전송에 사용될 각 수신장치까지의 채널 환경 H 를 측정할 수 있게 된다.
- [0061] 즉, 분포방향확인부(110)는, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우 각 수신장치로부터 상향링크 참조신호 즉 SRS를 수신하고, 이에 근거하여 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 H_x 를 측정할 수 있다.
- [0062] 또한, 분포방향확인부(110)는, 안테나부(120)가 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우 각 수신장치로부터 상향링크 참조신호 즉 SRS를 수신하고, 이에 근거하여 제2방향(수직)에 대한 채널 환경 H_y 를 측정할 수 있다.
- [0063] 이후, 분포방향확인부(110)는, 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 H_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 환경 H_y 을 기초로, H_x 의 채널 벡터간 유사도와 H_y 의 채널 벡터간 유사도를 비교한다.
- [0064] 이때 H_x 및 H_y 의 채널 벡터간 유사도를 비교한다는 것은, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우 기지국(100)에서 각 수신장치까지의 채널 유사도와, 안테나부(120)가 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로

동작하는 경우 기지국(100)에서 각 수신장치까지의 채널 유사도를 상호 비교한다는 것이다.

- [0065] 이에, 분포방향확인부(110)는, H_x 의 채널 벡터간 유사도가 H_y 의 채널 벡터간 유사도 보다 낮으면 H_x 의 제1방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인하고, H_y 의 채널 벡터간 유사도가 H_x 의 채널 벡터간 유사도 보다 낮으면 H_y 의 제2방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다. 이는, 채널 벡터간 유사도가 낮은 쪽의 방향이, 수신장치가 넓게 분포된 방향임에 기인한다.
- [0066] 한편, 제2실시예에 따르면, 분포방향확인부(110)는, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는 각기 다른 시각에, 참조신호를 송신한다.
- [0067] 그리고, 분포방향확인부(110)는, 송신한 참조신호를 수신한 수신장치로부터 측정된 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분을 획득한다.
- [0068] 그리고, 분포방향확인부(110)는, 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분을 기초로, 제1방향(수평) 및 제2방향(수직) 중에서 채널 방향 성분의 유사도가 낮은 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다.
- [0069] 이러한 제2실시예는, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)이 FDD(Frequency Division Duplex) 시스템에 따르는 경우 적합하다.
- [0070] 보다 구체적으로 설명하면, FDD 시스템에선 채널 Reciprocity 특성을 이용할 수 없기 때문에 하향링크 참조신호로서 RS(Reference Signal)를 전송하여 채널 추정을 수행한다. 따라서, 기지국(100)에서는, RS를 전송한 후 일반적인 채널 추정 수행에 앞서, 전송한 RS를 기반으로 전술의 제2실시예에 따라 수신장치의 분포 방향을 확인하는 것이 바람직하다.
- [0071] 즉, 분포방향확인부(110)는, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는 각기 다른 시각에, 참조신호 즉 RS, 보다 구체적으로는 CSI-RS를 송신한다.
- [0072] 예를 들면, 분포방향확인부(110)는, 각기 다른 시각에, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신하고, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신할 수 있다.
- [0073] 또는, 분포방향확인부(110)는, 동시에, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신하고, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신할 수 있다.
- [0074] 여기서, 동시 송신의 경우, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 동시에 송신되는 2 개의 CSI-RS는, 송신 주체가 다른 것처럼 취급되도록 서로 다른 셀 아이디를 사용할 수 있다.
- [0075] 이때, 기지국(100)의 CSI-RS를 수신한 수신장치는, 기지국(100)으로부터 자신까지 오는 채널의 방향 성분을 측정하고, 이를 기지국(100)에 보고하게 된다. 여기서 채널방향 성분이라 함은 채널 추정을 통해 나온 벡터 값의 방향을 의미한다.
- [0076] 이에, 전술과 같이 동시에 또는 각기 다른 시각에 CSI-RS를 송신한 후, 분포방향확인부(110)는, 송신한 CSI-RS를 수신한 수신장치로부터 측정된 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 A_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분 A_y 을 획득한다.
- [0077] 그리고, 분포방향확인부(110)는, 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 A_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분 A_y 을 기초로, A_x 의 채널 방향 성분간 유사도와 A_y 의 채널 방향 성분간 유사도를 비교한다.
- [0078] 이에, 분포방향확인부(110)는, A_x 의 채널 방향 성분간 유사도가 A_y 의 채널 방향 성분간 유사도 보다 낮으면 A_x 의 제1방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인하고, A_y 의 채널 방향 성분간 유사도가 A_x 의 채널 방향 성분간 유사도 보다 낮으면 A_y 의 제2방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다. 이는, 채널 방향 성분간 유사도가 낮은 쪽의 방향이, 수신장치가 넓게 분포된 방향임에 기인한다.

- [0079] 안테나제어부(130)는, 분포방향확인부(110)에서 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 안테나부(120)를 제1방향 즉 X축 방향(수평) 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직) 중 어느 한 방향으로 동작시킨다.
- [0080] 구체적으로, 안테나제어부(130)는, 분포방향확인부(110)에서 확인한 수신장치의 분포 방향에 따라, 각 디지털 빔 포밍 출력단 예컨대 도 4의 각 TXRU1,2,3,4를 제1연결구조(20)의 각 배열안테나그룹 또는 제2연결구조(30)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어한다.
- [0081] 만약, 제1방향 즉 X축 방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한 경우라면, 안테나제어부(130)는, 각 TXRU1,2,3,4를 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 연결된 제1연결구조(20)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어할 것이다.
- [0082] 이렇게 되면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)에 구비된 안테나부(120)는, 도 3의 (2)와 같이, X축 방향 즉 수평방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합한 빔 포밍 운용 방향의 구조로 변경된다.
- [0083] 이에, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)는, 도 2의 (2)와 같이 수평으로 분포되어 있는 최적의 수신장치(사용자)를 선택 및 명확히 분리된 독립적인 빔을 형성함으로써, 멀티플렉싱 이득을 최대 로 얻을 수 있다.
- [0084] 반대로, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한 경우라면, 안테나제어부(130)는, 각 TXRU1,2,3,4를 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 연결된 제2연결구조(30)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어할 것이다.
- [0085] 이렇게 되면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)에 구비된 안테나부(120)는, 도 3의 (1)과 같이, Y축 방향 즉 수직방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합한 빔 포밍 운용 방향의 구조로 변경된다.
- [0086] 이에, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)는, 도 2의 (1)과 같이 수직으로 분포되어 있는 최적의 수신장치(사용자)를 선택 및 명확히 분리된 독립적인 빔을 형성함으로써, 멀티플렉싱 이득을 최대 로 얻을 수 있다.
- [0087] 한편, 제3실시예에 따르면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100)는 전송용량측정부(140)를 더 포함할 수 있다.
- [0088] 전송용량측정부(140)는, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우의 전송용량 C_H 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우의 전송용량 C_V 를 측정한다.
- [0089] 즉, 전송용량측정부(140)는, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우 수신장치로부터 수신되는 신호수신품질(SINR)을 근거로 전송용량 C_H 를 측정하고, 안테나부(120)가 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우 수신장치로부터 수신되는 신호수신품질(SINR)을 근거로 전송용량 C_V 를 측정할 수 있다.
- [0090] 이러한 제3실시예에서, 분포방향확인부(110)는, 안테나부(120)의 동작을 제어하는데 있어서, 전술한 제1실시예 또는 제2실시예에 따라 확인한 수신장치의 분포 방향과, 제1방향(수평)의 전송용량 C_H 및 제2방향(수직)의 전송용량 C_V 를 고려하여, 안테나부(120)를 제1방향(수평) 및 제2방향(수직) 중 어느 한 방향으로 동작시킬 수 있다.
- [0091] 보다 구체적으로 설명하면, 전술한 제1실시예의 경우, 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 H_x 의 채널 벡터간 유사도의 합을 제1방향(수평)에 대한 상관계수 E_H 로 정의하고, 제2방향(수직)에 대한 채널 환경 H_y 의 채널 벡터간 유사도의 합을 제2방향(수직)에 대한 상관계수 E_V 로 정의할 수 있다.
- [0092] 한편, 전술한 제2실시예의 경우, 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 A_x 의 채널 방향 성분간 유사도의 합을 제1방향(수평)에 대한 상관계수 E_H 로 정의하고, 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분 A_y 의 채널 방향 성분간 유사도의 합을 제2방향(수직)에 대한 상관계수 E_V 로 정의할 수 있다.
- [0093] 이에, 전술한 제1실시예 또는 제2실시예에서는, 제1방향(수평)에 대한 상관계수 E_H 및 제2방향(수직)에 대한 상관계수 E_V 만을 비교하여, 더 낮은 쪽 방향을 수신장치의 분포 방향으로 확인한 후, 그 확인 결과만을 이용해서

안테나부(120)를 제1방향(수평) 및 제2방향(수직) 중 어느 한 방향으로 동작시킨다.

[0094] 하지만, 제3실시예의 경우, 분포방향확인부(110)는, 다음의 수학적식에 따라 제1방향(수평)의 전송용량 C_H 및 제2방향(수직)의 전송용량 C_V 를 더 고려하여, 제1방향(수평) 및 제2방향(수직) 중 안테나부(120)의 동작을 제어할 방향을 결정한다.

수학적식 1

$$aE_H - bC_H < aE_V - bC_V$$

[0095]

[0096] 위의 수학적식에서 알 수 있듯이, 제1방향(수평)의 $E_H - C_H$ 의 값이 제2방향(수직)의 $E_V - C_V$ 의 값 보다 작으면 제1방향(수평)을 안테나부(120)의 동작을 제어할 방향으로 결정하고, 제2방향(수직)의 $E_V - C_V$ 의 값이 제1방향(수평)의 $E_H - C_H$ 의 값 보다 작으면 제2방향(수직)을 안테나부(120)의 동작을 제어할 방향으로 결정할 것이다.

[0097] 이에, 안테나제어부(130)는, 전송의 결정한 동작 제어 방향으로, 각 디지털 빔 포밍 출력단 예컨대 도 4의 각 TXRU1,2,3,4를 제1연결구조(20)의 각 배열안테나그룹 또는 제2연결구조(30)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어한다.

[0098] 이때, a의 값을 높이면 채널 (환경 또는 방향 성분) 간의 유사도를 중시하여 제어 방향을 결정하는 것을 의미하며, b의 값을 높이면 채널의 이득 즉 전송용량을 중시하여 제어 방향을 결정하는 것을 의미한다.

[0099] 따라서, 수신장치(사용자)가 상대적으로 가까워 채널 (환경 또는 방향 성분) 간의 유사도를 낮추는 것이 더 유리하는 상황에 a의 값을 높게 설정 및 적용하는 것이 유리하고, 수신장치(사용자)가 상대적으로 멀어 채널 전송용량을 높이는 것이 유리한 상황에 b의 값을 높게 설정 및 적용하는 것이 유리할 것이다.

[0100] 이러한 a, b 값은 전송할 상황에 맞춰 유리하게 변경 설정하는 것이 가능하다.

[0101] 도 7은 본 발명의 안테나 구조가 각기 다른 송신장치 혹은 하나의 송신장치에 적용되는 경우를 보여주는 예시도이다.

[0102] 이때, 도 7에서는 2 개의 안테나 구조가 각기 다른 송신장치 혹은 하나의 송신장치에 적용(조합)되는 경우를 가정하였지만, 더 많은 개수의 안테나 구조 조합도 가능할 것이다. 그리고, 설명의 편의를 위해, 도 7은 각 송신장치(기지국)에 본 발명의 안테나 구조가 각각 구비된 경우로 가정하겠다.

[0103] 즉, 도 7에서 알 수 있듯이, 본 발명의 안테나 구조가 각기 다른 기지국에 적용되면, (7-1) 및 (7-4)와 같이 하나의 기지국(안테나 구조)는 제1방향(X축) 즉 수평방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하고 다른 하나의 기지국(안테나 구조)는 제2방향(Y축) 즉 수직방향으로 서로 독립적인 빔을 형성할 수 있고, 또는 (7-2), (7-3)과 같이 2 개의 기지국(안테나 구조)이 같은 방향 다시 말해 제1방향(X축) 즉 수평방향 또는 제2방향(Y축) 즉 수직방향으로 서로 독립적인 빔을 형성할 수 있다.

[0104] 이때, 각 기지국에서 채널 (환경 또는 방향 성분) 간 유사도를 비교함에 있어서, 상호 간의 영향을 고려하는 것이 바람직하다.

[0105] 예를 들면, 2 개의 기지국(안테나 구조)이 안테나 동작 방향을 1차적으로 독립되게 결정한 후, 기지국 상호 간에 결정된 동작 방향을 알려 줌으로써, 상대방 기지국(안테나 구조)의 동작 방향을 고려하여 2차적으로 자신의 동작 방향을 재 결정하는 것이 가능하다.

[0106] 또는, 2 개의 기지국(안테나 구조) 중, 상대적으로 넓은 범위의 사용자/ 혹은 이동성이 크지 않은 사용자를 지원하는 기지국(안테나 구조)의 동작 방향이 먼저 결정된 후, 이를 감안하여 나머지 기지국(안테나 구조)의 동작 방향이 결정되는 것이 가능하다.

[0107] 이때, (7-1) 및 (7-4)에서는, 수직 빔과 수평 빔이 만나는 영역에 있는 수신장치(사용자)의 경우 필연적으로 양 기지국의 영향을 동시에 받게 되므로, 이 수신장치(사용자)에 대해선 디지털 빔 포밍 과정에서 의도적으로 널링을 시도한다. 즉, 결정된 빔의 방향에서 겹치는 영역에 존재하는 수신장치(사용자)의 경우, 아날로그로 인한 영

향을 디지털 빔 포밍 과정에서 보상해주는 형태로 사용한다.

- [0108] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치는, 빔 포밍 운용 방향이 안테나 설치 시에 고정되는 기존과 달리, 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용할 수 있는 안테나 구조를 제안하고, 이러한 안테나 구조를 기반으로 수신장치(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용함으로써 수신장치(사용자) 분리 한계를 개선하여 멀티플렉싱 이득을 극대화할 수 있다.
- [0109] 따라서, 본 발명에 의하면, 하이브리드 빔 포밍 송신장치에서, 수신장치(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 멀티플렉싱 이득을 극대화함으로써, 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [0110] 이하에서는, 도 6을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 하이브리드 빔 포밍 방법에 대해 구체적으로 설명하겠다.
- [0111] 설명의 편의를 위해, 하이브리드 빔 포밍 송신장치로서 앞선 설명과 일치되도록 기지국(100)을 언급하여 설명하겠다.
- [0112] 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치 즉 기지국(100)은, 도 4에 도시된 바와 같은 본 발명의 안테나 구조 즉 빔 포밍 운용 방향을 가변할 수 있는 구조의 안테나부(120)를 구비한다.
- [0113] 이를 전제로, 본 발명의 기지국(100)은, 수신장치(사용자)의 분포 방향을 확인한다(S100).
- [0114] 즉, 본 발명의 기지국(100)은, 송신장치(100) 즉 기지국(100)의 커버리지 내에 위치하는 수신장치(사용자)를 대상으로, 수신장치(사용자)가 수직방향 및 수평방향 중 어느 방향으로 더 많이 분포되어 있는지를 확인하는 것이다.
- [0115] 이하에서는, 수신장치(사용자)의 분포 방향을 확인하는 방법에 대해 구체적으로 설명하겠다.
- [0116] 제1실시예 즉 TDD 시스템에 따르면, 기지국(100)은, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우 각 수신장치로부터 상향링크 참조신호 즉 SRS를 수신하고, 이에 근거하여 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 H_x 를 측정할 수 있다.
- [0117] 또한, 기지국(100)은, 안테나부(120)가 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우 각 수신장치로부터 상향링크 참조신호 즉 SRS를 수신하고, 이에 근거하여 제2방향(수직)에 대한 채널 환경 H_y 를 측정할 수 있다.
- [0118] 이후, 기지국(100)은, 제1방향(수평)에 대한 채널 환경 H_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 환경 H_y 을 기초로, H_x 의 채널 벡터간 유사도와 H_y 의 채널 벡터간 유사도를 비교한다.
- [0119] 이때 H_x 및 H_y 의 채널 벡터간 유사도를 비교한다는 것은, 안테나부(120)가 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 동작하는 경우 기지국(100)에서 각 수신장치까지의 채널 유사도와, 안테나부(120)가 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 동작하는 경우 기지국(100)에서 각 수신장치까지의 채널 유사도를 상호 비교한다는 것이다.
- [0120] 이에, 기지국(100)은, H_x 의 채널 벡터간 유사도가 H_y 의 채널 벡터간 유사도 보다 낮으면 H_x 의 제1방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인하고, H_y 의 채널 벡터간 유사도가 H_x 의 채널 벡터간 유사도 보다 낮으면 H_y 의 제2방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다.
- [0121] 한편, 제2실시예 즉 FDD 시스템에 따르면, 기지국(100)은, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해, 동시에 또는 각기 다른 시각에, 참조신호 즉 RS, 보다 구체적으로는 CSI-RS를 송신한다.
- [0122] 예를 들면, 기지국(100)은, 각기 다른 시각에, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신하고, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신할 수 있다.
- [0123] 또는, 기지국(100)은, 동시에, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신하고, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 CSI-RS를 송신할 수 있다.
- [0124] 여기서, 동시 송신의 경우, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 각 아날로그 빔 포밍 신호 및 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 각 아날로그 빔 포밍 신호를 통해 동시에 송신되는 2 개의 CSI-RS는, 송신 주체가 다른 것처럼 취급되도

록 서로 다른 셀 아이디를 사용할 수 있다.

- [0125] 이때, 기지국(100)의 CSI-RS를 수신한 수신장치는, 기지국(100)으로부터 자신까지 오는 채널의 방향 성분을 측정하고, 이를 기지국(100)에 보고하게 된다. 여기서 채널방향 성분이라 함은 채널 추정을 통해 나온 벡터 값의 방향을 의미한다.
- [0126] 이에, 전술과 같이 동시에 또는 각기 다른 시각에 CSI-RS를 송신한 후, 기지국(100)은, 송신한 CSI-RS를 수신한 수신장치로부터 측정된 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 A_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분 A_y 을 획득한다.
- [0127] 그리고, 기지국(100)은, 제1방향(수평)에 대한 채널 방향 성분 A_x 및 제2방향(수직)에 대한 채널 방향 성분 A_y 을 기초로, A_x 의 채널 방향 성분간 유사도와 A_y 의 채널 방향 성분간 유사도를 비교한다.
- [0128] 이에, 기지국(100)은, A_x 의 채널 방향 성분간 유사도가 A_y 의 채널 방향 성분간 유사도 보다 낮으면 A_x 의 제1방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인하고, A_y 의 채널 방향 성분간 유사도가 A_x 의 채널 방향 성분간 유사도 보다 낮으면 A_y 의 제2방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한다.
- [0129] 전술한 S100단계의 확인에 따라, 제1방향 즉 X축 방향(수평)의 유사도가 더 낮아 제1방향(수평)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한 경우(S110 Yes), 본 발명의 기지국(100)은, 각 TXRU1,2,3,4를 제1방향 즉 X축 방향(수평)으로 연결된 제1연결구조(20)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어할 것이다(S120).
- [0130] 이렇게 되면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)에 구비된 안테나부(120)는, 도 3의 (2)와 같이, X축 방향 즉 수평방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합한 빔 포밍 운용 방향의 구조로 변경된다.
- [0131] 이에, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)은, 수평방향으로 독립적인 하이브리드 빔 포밍 신호를 형성할 수 있고(S125), 이때 도 2의 (2)와 같이 수평으로 분포되어 있는 최적의 수신장치(사용자)를 선택 및 명확히 분리된 독립적인 빔을 형성함으로써, 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻을 수 있다.
- [0132] 한편, 전술한 S100단계의 확인에 따라, 제2방향 즉 Y축 방향(수직)의 유사도가 더 낮아 제2방향(수직)을 수신장치의 분포 방향으로 확인한 경우(S110 No), 본 발명의 기지국(100)은, 각 TXRU1,2,3,4를 제2방향 즉 Y축 방향(수직)으로 연결된 제2연결구조(30)의 각 배열안테나그룹에 연결하도록 스위칭부(40)를 제어할 것이다(S130).
- [0133] 이렇게 되면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)에 구비된 안테나부(120)는, 도 3의 (1)과 같이, Y축 방향 즉 수직방향으로 서로 독립적인 빔을 형성하는데 적합한 빔 포밍 운용 방향의 구조로 변경된다.
- [0134] 이에, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 송신장치(100) 즉 기지국(100)은, 수직방향으로 독립적인 하이브리드 빔 포밍 신호를 형성할 수 있고(S135), 이때 도 2의 (1)과 같이 수직으로 분포되어 있는 최적의 수신장치(사용자)를 선택 및 명확히 분리된 독립적인 빔을 형성함으로써, 멀티플렉싱 이득을 최대로 얻을 수 있다.
- [0135] 이러한 본 발명의 기지국(1000)은, 동작이 오프(Off)되지 않는 한(S140 No), 기 설정된 주기마다 전술의 S100 단계 이후를 반복하여 빔 포밍 운용 방향을 가변할 수 있으며, 이때 설정된 주기가 비교적 길게 설정함으로써 빔 포밍 운용 방향을 가변시키는 일이 빈번하지 않게 하여 이로 인한 오버헤드 발생을 줄이는 것이 바람직하다.
- [0136] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 방법은, 빔 포밍 운용 방향이 안테나 설치 시에 고정되는 기존과 달리, 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용할 수 있는 안테나 구조를 기반으로, 수신장치(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용함으로써 수신장치(사용자) 분리 한계를 개선하여 멀티플렉싱 이득을 극대화할 수 있다.
- [0137] 따라서, 본 발명에 의하면, 본 발명의 하이브리드 빔 포밍 방법에서는, 수신장치(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 멀티플렉싱 이득을 극대화함으로써, 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [0138] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 빔 포밍 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령

은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0139] 지금까지 본 발명을 바람직한 실시 예를 참조하여 상세히 설명하였지만, 본 발명이 상기한 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 또는 수정이 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 사상이 미친다 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0140] 본 발명에 따른 하이브리드 빔 포밍 송신장치 및 하이브리드 빔 포밍 방법에 따르면, 하이브리드 빔 포밍 기술을 사용하는 MIMO 시스템에서, 수신단(사용자)의 분포에 따라 빔 포밍 방향을 가변적으로 운용하여 하이브리드 빔 포밍의 효율을 더욱 증대시킬 수 있다는 점에서, 기존 기술의 한계를 뛰어 넘음에 따라 관련 기술에 대한 이용만이 아닌 적용되는 장치의 시판 또는 영업의 가능성이 충분할 뿐만 아니라 현실적으로 명백하게 실시할 수 있는 정도이므로 산업상 이용가능성이 있는 발명이다.

부호의 설명

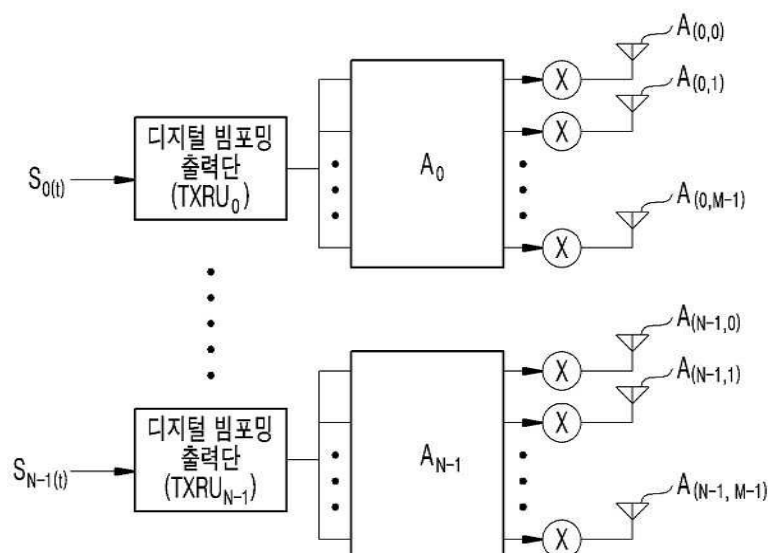
[0141] 100 : 기지국(하이브리드 빔 포밍 송신장치)

110 : 분포방향확인부 120 : 안테나부

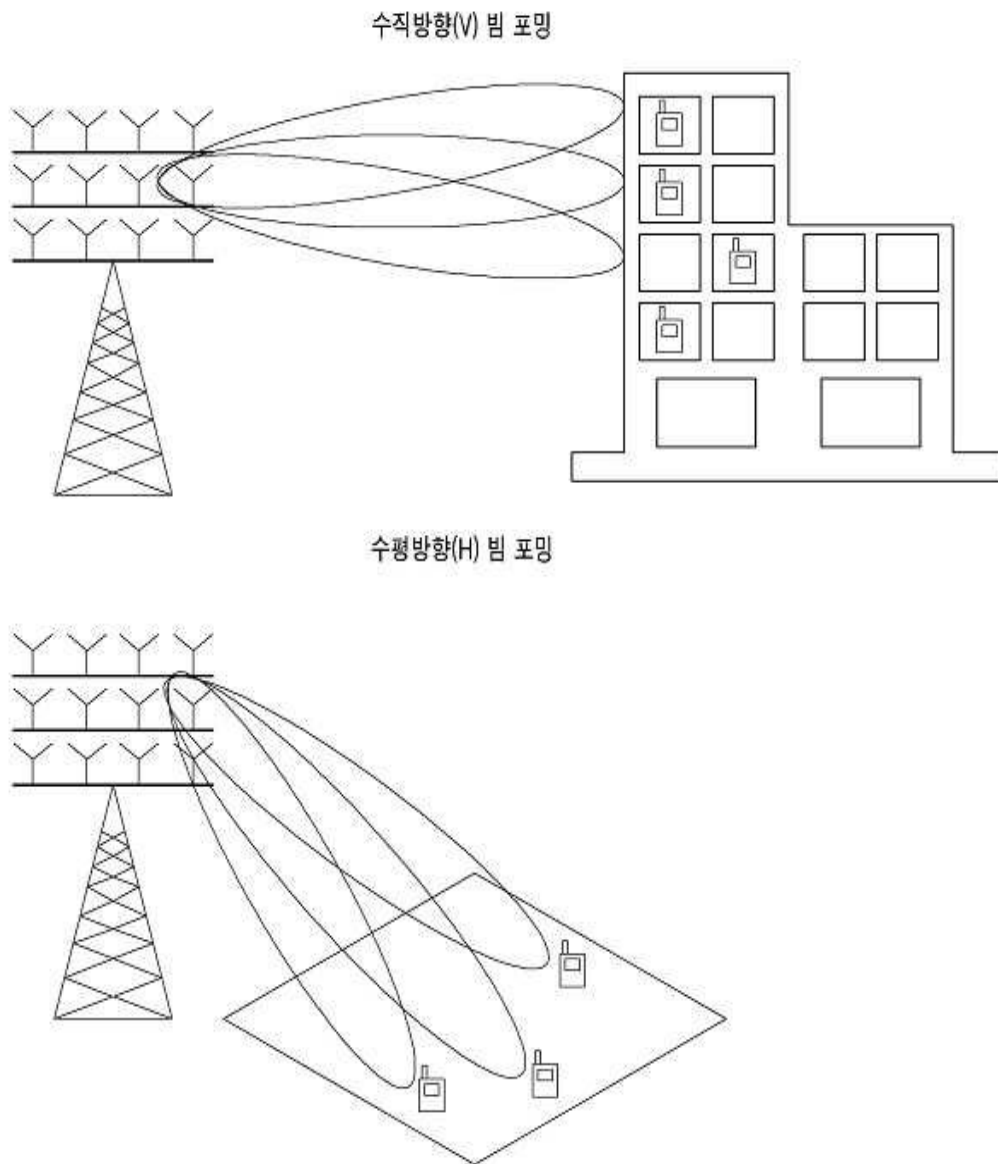
130 : 안테나제어부 140 : 전송용량측정부

도면

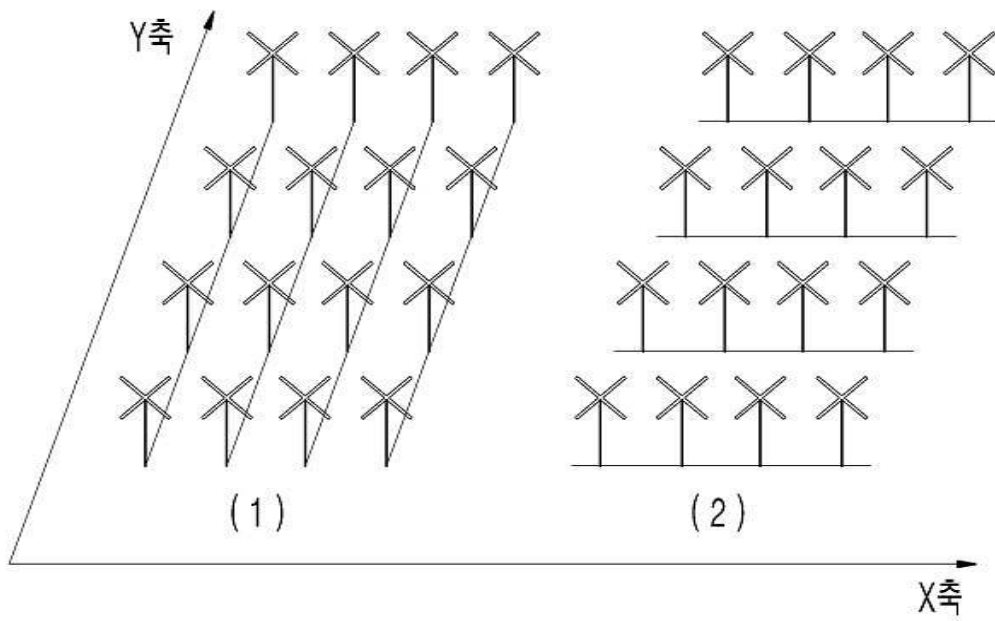
도면1



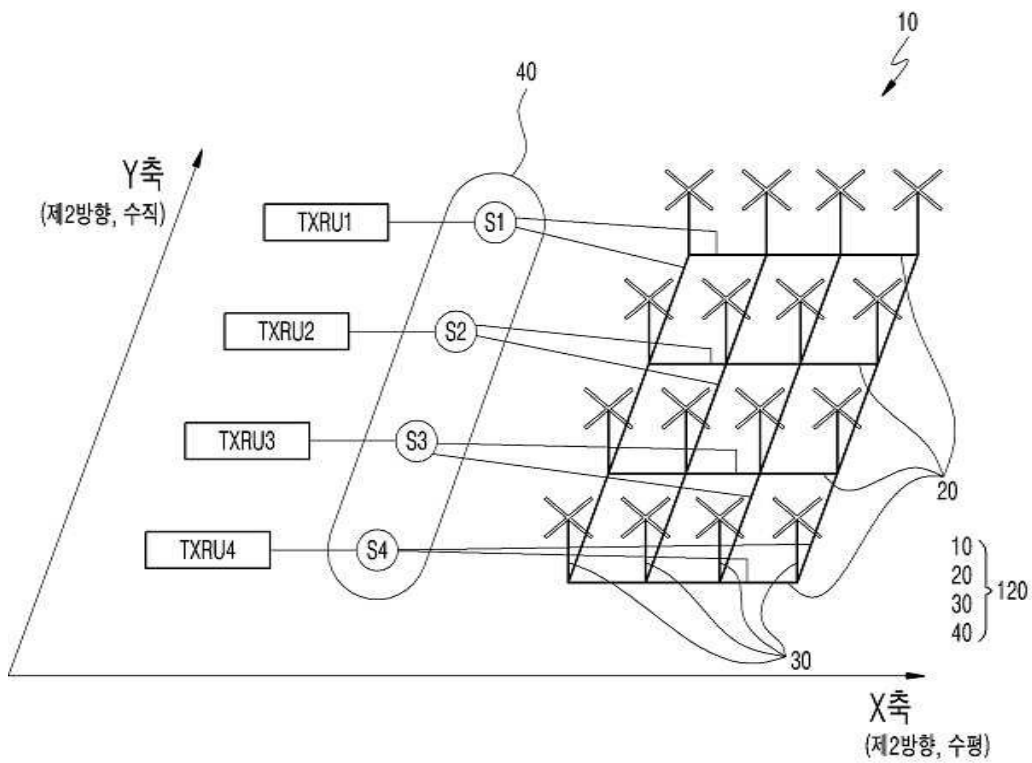
도면2



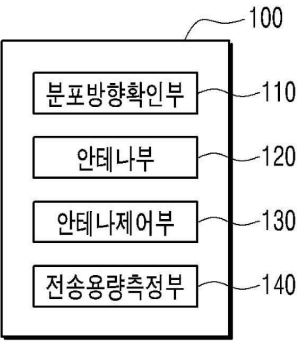
도면3



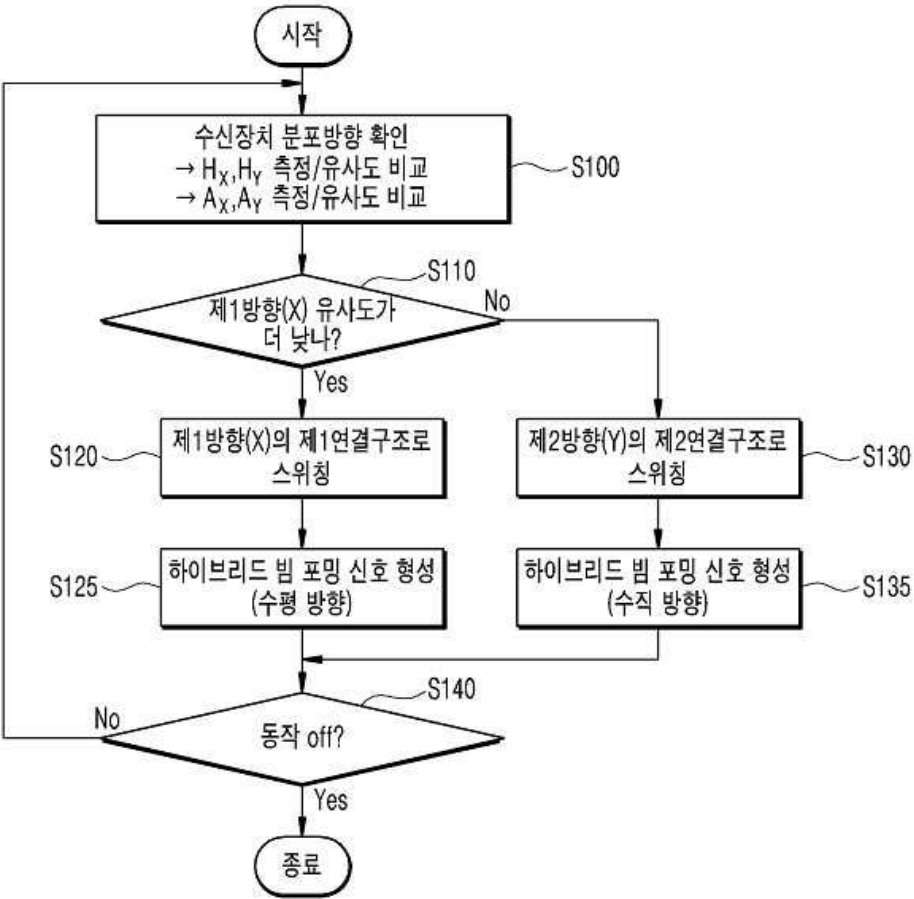
도면4



도면5



도면6



도면7

