



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0014848
(43) 공개일자 2011년02월14일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01) H01Q 3/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0072419

(22) 출원일자 2009년08월06일

심사청구일자 2009년08월06일

(71) 출원인

삼성전기주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 314

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

박철균

경기도 수원시 영통구 매탄3동 주공그린빌아파트
502-506

고영채

서울특별시 성북구 정릉동 우성아파트 105-807

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

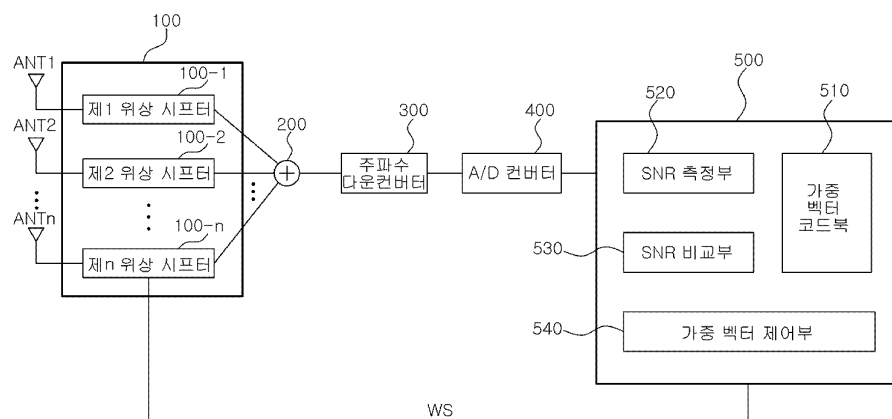
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템

(57) 요약

본 발명은 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템에 관한 것으로, 복수의 안테나(ANT1~ANTn)로부터의 수신 신호 각각의 위상을 조절하는 복수의 위상 시프터를 포함하고, 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100-n) 각각은 기 설정된 가중 벡터(WS)에 따라 해당 수신신호의 위상을 조절하는 위상 조절부(100); 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100-n)로부터의 수신신호를 결합하는 신호 결합부(200); 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅하는 주파수 다운 컨버터(300); 상기 주파수 다운 컨버터(300)로부터의 베이스밴드 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터(400); 및 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호의 수신 신호대잡음비(rd)가 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)보다 낮으면 현재 설정된 가중벡터를 미리 정해둔 다른 가중벡터로 변경 설정하여 상기 위상 조절부(100)에 제공하는 빔포밍 제어부(500)를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

조경태

경기도 부천시 소사구 소사본동 122-2번지

박준섭

경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골8단지아파트
848-902

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 안테나로부터의 수신신호 각각의 위상을 기설정된 가중벡터에 따라 조절하는 복수의 위상 시프터를 포함하는 위상 조절부;

상기 복수의 위상 시프터로부터의 수신신호를 결합하는 신호 결합부;

상기 신호 결합부로부터의 수신신호를 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅하는 주파수 다운 컨버터;

상기 주파수 다운 컨버터로부터의 베이스밴드 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터; 및

상기 A/D 컨버터로부터의 디지털 신호의 수신 신호대잡음비가 기설정된 기준 신호대잡음비보다 낮으면 현재 설정된 가중벡터를 미리 정해둔 다른 가중벡터로 변경 설정하여 상기 위상 조절부에 제공하는 빔포밍 제어부

를 포함하는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 빔포밍 제어부는,

상기 복수의 안테나의 빔포밍을 위해 기설정된 복수의 가중벡터를 포함하는 가중벡터 코드북;

상기 A/D 컨버터로부터의 디지털 신호로부터 수신 신호대잡음비를 측정하는 SNR 측정부;

상기 SNR 측정부로부터의 수신 신호대잡음비와 기설정된 기준 신호대잡음비를 비교하는 SNR 비교부;

초기에 기설정된 가중벡터를 설정하고, 이후 상기 수신 신호대잡음비가 기준 신호대잡음비보다 높으면 현재 설정된 가중벡터를 유지하고, 상기 수신 신호대잡음비가 기준 신호대잡음비보다 높지 않으면 현재 설정된 가중벡터를 상기 가중벡터 코드북에 포함된 다른 가중벡터로 변경 설정하는 가중벡터 제어부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 가중벡터 코드북은

상기 복수의 안테나의 공간 배치 방향의 조합들에 해당되는 복수의 가중벡터를 포함하고, 상기 복수의 가중벡터 각각은 상기 복수의 안테나 각각으로부터의 수신신호의 위상 조절값을 포함하는 것을 특징으로 하는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 안테나를 필요로 하는 시스템에 적용될 수 있는 다중 안테나 시스템에 관한 것으로, 특히 다중 안테나의 빔포밍을 신속하게 수행할 수 있는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 고속 무선 통신을 위해서 다중 안테나 또는 공간 배치 안테나(이하, '다중 안테나'라 함)를 사용하는 무선통신시스템이 개발되고 있다. 다중 안테나를 사용하는 기술중 하나인 빔포밍(Beamforming)은 수신기 또는 송신기에서 다중 안테나를 사용해서 무선 환경에서의 접속 신뢰성을 높이기 위한 방법으로 널리 알려져 있다.

[0003] 이런 다중 안테나가 사용되는 예로는, WiMax 표준, LTE, IEEE802.11n WLAN, IEEE802.15.c WPAN 등이 있다. 다중 안테나 시스템을 구현하기 위해서는 안테나의 개수만큼의 저잡음증폭기(LNA), 믹서(mixer), 필터(filter), 중간주파신호(IF), A/D 컨버터로 이루어진 RF 체인부를 필요로 한다. 따라서, 다중 안테나 시스템을 구현하는데

있어서 가격, 전력소모 및 크기 등의 문제가 제기되고 있다.

[0004] 특히, A/D 컨버터는 베이스밴드 신호 처리에 있어서 전력소모가 가장 많은 것으로 알려져 있다. 전력 소모를 최소화하기 위해서 RF 컴포넌트(component)를 최소로 사용하는 아날로그 빔포밍(analog beamforming 또는 RF beamforming)을 사용할 수 있다. 기존의 베이스밴드 빔포밍(baseband beamforming)은 각각의 안테나에서 수신한 신호를 A/D 컨버터를 거쳐서 디지털 신호로 전환하여 신호대잡음비를 최대화 하는 가중 벡터(weight vector)를 구하는 과정을 거쳐야 했다.

[0005] 그런데, 아날로그 빔포밍을 사용하게 되면 각각의 안테나에서 수신한 신호를 위상 시프터를 이용해 위상을 변환시켜서 합하는 방식을 사용하기 때문에 전력소모가 큰 A/D 컨버터를 하나만 사용할 수 있는 장점이 있기 때문에, 아날로그 빔포밍에 대한 많은 연구 및 개발이 이루어지고 있다.

[0006] 종래 베이스밴드 빔포밍(baseband beamforming) 기술은 다중 안테나의 수신 신호가 각각 A/D 컨버터를 통과하여 디지털 신호로 변환되어 'Eigenvalue decomposition'을 통해 최적의 가중 벡터(weight vector)를 구할 수 있다. 이 기술을 사용하면 안테나에서 수신한 신호의 방향을 정확히 추정할 수 있기 때문에 다중 안테나 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 하지만 안테나의 개수에 비례하여 RF 체인부가 늘어나기 때문에 그 만큼 비용이 많이 들고 전력 소모도 많아진다는 단점이 있다.

[0007] 이런 단점을 극복하기 위해서, 아날로그 빔포밍 기술이 사용되고 있다. 다중 안테나에서 수신한 신호가 각각 RF 체인부를 모두 거치지 않고 위상 변화기에 의해 위상이 적절히 변화된 후 신호가 결합되는 기술이다.

[0008] 종래 아날로그 빔포밍 기술을 사용하여 가중 벡터(weight vector) 추정하는 기술에서는, 모든 벡터를 적용하여 최적의 벡터를 찾는 방법이 있다.

[0009] 그러나, 모든 벡터에 대해 최적의 벡터를 찾는 것은 시스템의 복잡도를 높이기 때문에 실제 시스템에서 사용하기 어렵다. 또 다른 기술로는, 모든 벡터 공간을 포함할 수 있는 직교 매트릭스를 미리 설정하여 송신기와 수신기에서 공유하고 반복적인 훈련신호를 통해 매트릭스 안에서 최적의 벡터를 찾는 기술이 있는데, 이러한 기술에서는, 최적의 벡터를 찾기 위해 모든 벡터를 검색해야 하기 때문에 최적의 가중 벡터를 찾는데 시간이 많이 걸린다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해서 제안된 것으로써, 그 목적은, 다중 안테나의 빔포밍을 신속하게 수행할 수 있는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0011] 상기한 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하나의 기술적인 측면은, 복수의 안테나로부터의 수신신호 각각의 위상을 기설정된 가중 벡터에 따라 조절하는 복수의 위상 시프터를 포함하는 위상 조절부; 상기 복수의 위상 시프터로부터의 수신신호를 결합하는 신호 결합부; 상기 신호 결합부로부터의 수신신호를 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅하는 주파수 다운 컨버터; 상기 주파수 다운 컨버터로부터의 베이스밴드 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터; 및 상기 A/D 컨버터로부터의 디지털 신호의 수신 신호대잡음비가 기설정된 기준 신호대잡음비보다 낮으면 현재 설정된 가중벡터를 미리 정해둔 다른 가중벡터로 변경 설정하여 상기 위상 조절부에 제공하는 빔포밍 제어부를 포함하는 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템을 제안한다.

[0012] 상기 빔포밍 제어부는, 상기 복수의 안테나의 빔포밍을 위해 기설정된 복수의 가중벡터를 포함하는 가중벡터 코드북; 상기 A/D 컨버터로부터의 디지털 신호로부터 수신 신호대잡음비를 측정하는 SNR 측정부; 상기 SNR 측정부로부터의 수신 신호대잡음비와 기설정된 기준 신호대잡음비를 비교하는 SNR 비교부; 초기에 기설정된 가중벡터를 설정하고, 이후 상기 수신 신호대잡음비가 기준 신호대잡음비보다 높으면 현재 설정된 가중벡터를 유지하고, 상기 수신 신호대잡음비가 기준 신호대잡음비보다 높지 않으면 현재 설정된 가중벡터를 상기 가중벡터

터 코드북에 포함된 다른 가중벡터로 변경 설정하는 가중벡터 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 가중벡터 코드북은 상기 복수의 안테나의 공간 배치 방향의 조합에 해당되는 복수의 가중벡터를 포함하고, 상기 복수의 가중벡터 각각은 상기 복수의 안테나 각각으로부터의 수신신호의 위상 조절값을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

[0014] 이와같은 본 발명에 의하면, 다중 안테나 각각으로부터의 수신신호의 신호대잡음비와 기준 신호대잡음비를 비교하여 해당 빔포밍 가중 벡터를 코드북에서 찾아서 RF 신호의 위상을 조절하도록 함으로써, 다중 안테나의 빔포밍을 신속하게 수행할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0016] 본 발명은 설명되는 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 실시예는 본 발명의 기술적 사상에 대한 이해를 돕기 위해서 사용된다. 본 발명에 참조된 도면에서 실질적으로 동일한 구성과 기능을 가진 구성요소들은 동일한 부호를 사용할 것이다.

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템의 블록도이다.

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템은, 복수의 안테나(ANT1~ANTn)로부터의 수신신호 각각의 위상을 조절하는 복수의 위상 시프터(100-1~100~n)를 포함하고, 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100~n) 각각은 기설정된 가중 벡터(WS)에 따라 해당 수신신호의 위상을 조절하는 위상 조절부(100)와, 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100~n)로부터의 수신신호를 결합하는 신호 결합부(200)와, 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅하는 주파수 다운 컨버터(300)와, 상기 주파수 다운 컨버터(300)로부터의 베이스밴드 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터(400)와, 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호의 수신 신호대잡음비(rd)가 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)보다 낮으면 현재 설정된 가중벡터를 미리 정해진 다른 가중벡터로 변경 설정하여 상기 위상 조절부(100)에 제공하는 빔포밍 제어부(500)를 포함한다.

[0019] 상기 주파수 다운 컨버터(300)는, 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 직접 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅하는 싱글 컨버전 방식으로 이루어질 수 있다. 또는 상기 주파수 다운 컨버터(300)는 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 IF 신호로 컨버전한 이후에 다시 베이스밴드 신호로 변환하는 더블 컨버전 방식으로 이루어질 수 있다.

[0020] 상기 빔포밍 제어부(500)는, 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn)의 빔포밍을 위해 기설정된 복수의 가중벡터(W1~Wn)를 포함하는 가중벡터 코드북(510)과, 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호로부터 수신 신호대잡음비(rd)를 측정하는 SNR 측정부(520)와, 상기 SNR 측정부(520)로부터의 수신 신호대잡음비(rd)와 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)를 비교하는 SNR 비교부(530)와, 초기에 기설정된 가중벡터(WS)를 설정하고, 이후 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 유지하고, 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높지 않으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 상기 가중벡터 코드북에 포함된 다른 가중벡터로 변경 설정하는 가중벡터 제어부(540)를 포함한다.

[0021] 상기 가중벡터 코드북(510)은, 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn)의 공간 배치 방향의 조합들에 해당되는 복수의 가중벡터(W1~Wn)를 포함하고, 상기 복수의 가중벡터(W1~Wn) 각각은 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn) 각각으로부터의 수신신호의 위상 조절값을 포함한다.

[0022] 도 2는 본 발명의 가중벡터 코드북의 예시도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다중 안테나 시스템이 제1, 제2, 제3 및 제4 안테나를 포함하는 경우라면, 본 발명의 가중벡터 코드북(510)은, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4

안테나(ANT1~ANT4)의 공간 배치 방향의 조합에 해당되는 제1, 제2, 제3 및 제4 가중벡터(W1~W4)를 포함하는 경우, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 가중벡터(W1~W4) 각각은 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 안테나(ANT1~ANT4) 각각으로부터의 수신신호에 대한 위상 조절값 4개씩 포함한다.

[0023] 여기서, 상기 위상 조절값은 "1" 또는 "-1"로서, "1"은 현재위상 유지, "-1"은 위상 반전을 의미할 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명의 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템의 동작 흐름도이다. 도 3에서, S100은 다중 안테나 시스템 기동시, 초기 가중벡터를 설정하는 과정이다. S200은 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호로부터 수신 신호대잡음비(rd)를 측정하는 과정이다. S300은 상기 SNR 측정부(520)로부터의 수신 신호대잡음비(rd)와 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)를 비교하는 과정이다. S400은 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 유지하는 과정이다. S500은 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높지 않으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 상기 가중벡터 코드북에 포함된 다른 가중벡터로 변경 설정하는 과정이다. S600은 본 발명의 다중 안테나 시스템의 동작 종료를 판단하여, 동작 종료 아닐 경우에는 상기 수신 신호대잡음비(rd)를 측정하는 과정으로 복귀하고, 동작 종료인 경우에는 본 발명의 다중 안테나 시스템의 동작을 종료하는 과정이다.

[0025] 도 4는 본 발명과 종래기술과의 평균 BER-SNR을 보이는 그래프로서, G1은 본 발명에 의한 평균 BER-SNR을 보이는 그래프이고, G2는 종래기술의 평균 BER-SNR을 보이는 그래프이다.

[0026] 이하, 본 발명의 작용 및 효과를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명한다.

[0027] 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템을 설명하면, 도 1에서, 본 발명에 따른 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템은, 다중 안테나의 신속한 빔포밍을 위해서, 위상 조절부(100), 신호 결합부(200), 주파수 다운 컨버터(300), A/D 컨버터(400) 및 빔포밍 제어부(500)를 포함할 수 있다.

[0028] 먼저, 상기 위상 조절부(100)는, 복수의 안테나(ANT1~ANTn)로부터의 수신신호 각각의 위상을 조절하는 복수의 위상 시프터(100-1~100-n)를 포함하고, 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100-n) 각각은 상기 빔포밍 제어부(500)에 의해 설정된 가중 벡터(WS)에 따라 해당 수신신호의 위상을 조절한다.

[0029] 상기 신호 결합부(200)는, 상기 복수의 위상 시프터(100-1~100-n)로부터의 수신신호를 결합하여 상기 주파수 다운 컨버터(300)에 출력한다.

[0030] 상기 주파수 다운 컨버터(300)는, 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅한다.

[0031] 예를 들어, 상기 주파수 다운 컨버터(300)는, 싱글 컨버전 방식이나 더블 컨버전 방식이 채용될 수 있으며, 상기 주파수 다운 컨버터(300)가 싱글 컨버전 방식이 채용된 경우에는, 상기 주파수 다운 컨버터(300)는 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 직접 베이스밴드 신호로 다운 컨버팅할 수 있다.

[0032] 이와 달리, 상기 주파수 다운 컨버터(300)가 더블 컨버전 방식이 채용된 경우에는, 상기 주파수 다운 컨버터(300)는 상기 신호 결합부(200)로부터의 수신신호를 IF 신호로 컨버전 한 이후에 다시 베이스밴드 신호로 변환할 수 있다.

[0033] 상기 A/D 컨버터(400)는, 상기 주파수 다운 컨버터(300)로부터의 베이스밴드 신호를 디지털 신호로 변환하여 상기 빔포밍 제어부(500)에 출력한다.

- [0034] 상기 빔포밍 제어부(500)는, 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호의 수신 신호대잡음비(rd)가 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)보다 낮으면 현재 설정된 가중벡터를 미리 정해둔 다른 가중벡터로의 설정을 변경하여 상기 위상 조절부(100)에 제공한다.
- [0035] 도 1 내지 도 3을 참조하여 상기 빔포밍 제어부(500)의 일실시예에 대해 설명한다.
- [0036] 도 1에서, 상기 빔포밍 제어부(500)는, 다중 안테나의 신속한 빔포밍 제어를 위해, 가중벡터 코드북(510), SNR 측정부(520), SNR 비교부(530) 및 가중벡터 제어부(540)를 포함할 수 있다.
- [0037]
- [0038] 상기 가중벡터 코드북(510)은, 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn)의 빔포밍을 위해 기설정된 복수의 가중벡터(W1~Wn)를 포함할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 상기 가중벡터 코드북(510)은, 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn)의 공간 배치 방향의 조합에 해당되는 복수의 가중벡터(W1~Wn)를 포함하고, 상기 복수의 가중벡터(W1~Wn) 각각은 상기 복수의 안테나(ANT1~ANTn) 각각으로부터의 수신신호의 위상 조절값을 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 SNR 측정부(520)는, 상기 A/D 컨버터(400)로부터의 디지털 신호로부터 수신 신호대잡음비(rd)를 측정한다.
- [0041] 상기 SNR 비교부(530)는, 상기 SNR 측정부(520)로부터의 수신 신호대잡음비(rd)와 기설정된 기준 신호대잡음비(rth)를 비교한다.
- [0042] 상기 가중벡터 제어부(540)는, 초기에 기설정된 가중벡터(WS)를 설정하고, 이후 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 유지하고, 상기 수신 신호대잡음비(rd)가 기준 신호대잡음비(rth)보다 높지 않으면 현재 설정된 가중벡터(WS)를 상기 가중벡터 코드북에 포함된 미리 정해둔 다른 가중벡터로의 설정을 변경한다.
- [0043] 여기서, 가중벡터의 설정을 변경하는 과정은, 풀서치(full search)할 필요없이 상기 가중벡터 코드북에 포함된 복수의 가중벡터중에서 기준 신호대잡음비(rth)보다 높은 수신 신호대잡음비(rd)를 찾으면, 이 수신 신호대잡음비를 현재 설정된 가중벡터(WS)를 대체하여 변경 설정하는 것이다.
- [0044] 전술한 바와 같이, 본 발명의 코드북(code book)의 크기와 기준 신호대잡음비는 사용하고자 하는 시스템의 요구 사항에 따라 달라지게 되며. 예를 들어, 4개의 수신 다중 안테나를 갖는 무선 통신 시스템을 가정했을 때, 코드북 크기가 4인 경우, 코드북은 도 2에 도시한 바와 같이 구성할 수 있다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명의 가중벡터 코드북(510)은, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 안테나(ANT1~ANT4)의 공간 배치 방향의 조합에 해당되는 제1, 제2, 제3 및 제4 가중벡터(W1~W4)를 포함하는 경우, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 가중벡터(W1~W4) 각각은 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 안테나(ANT1~ANT4) 각각으로부터의 수신신호에 대한 위상 조절값 4개씩 포함한다.
- [0046] 여기서, 상기 위상 조절값은 "1" 또는 "-1"로서, "1"은 현재위상 유지, "-1"은 위상 반전을 의미할 수 있다.
- [0047] 도 2에 도시한 바에 따르면, 직교하는 4개의 벡터로 코드북을 구성했지만 더 정밀한 빔포밍(beamforming)을 하기 위해서 코드북 안에 더 많은 가중 벡터(Weight vector)를 배치할 수 있다. 코드북을 설계할 때는 모든 공간을 포함하기 위해 직교하는 벡터를 먼저 배치하고, 코드북의 크기가 더 커질 경우 공간을 일정하게 분할 할 수 있도록 직교하는 벡터들의 중간 값으로 배치한다.
- [0048] 한편, 기준 신호대잡음비는 다중 안테나 수신기가 요구하는 정도에 따라 달라지게 되는데 일반적으로 기준 신호대잡음비가 크면 수신기가 더 높은 신호대잡음비를 필요로 하는 것이고, 이에 따라 가중 벡터(weight vector)의 전환도 많이 일어나게 된다. 반면, 기준 신호대잡음비가 낮은 경우 시스템에서 요구하는 수신 신호대잡음비의

값이 작은 것으로 가중벡터(weight vector)의 전환이 적게 일어난다.

[0049] 도 4를 참조하면, 본 발명에 의한 평균 BER(Bit Error Rate)-SNR(Signal Noise Rate)을 보이는 그래프(G1)와, 종래기술의 평균 BER-SNR을 보이는 그래프(G2)를 비교하면, 본 발명의 성능이 종래 풀서치 기술과 유사함을 알 수 있다.

[0050] 이에 반해, 본 발명에 의한 기술은, 폴서치와는 달리, 폴서치 과정을 모두 수행하지 않더라도, 기존 신호대잡음 비보다 높은 수신 신호대잡음비를 찾아서, 이 수신 신호대잡음비에 해당되는 가중벡터를 설정하므로, 속도면에서는 종래 폴서치 기술에 비해 훨씬 고속으로 처리 가능하다는 장점이 있다.

[0051] 전술한 바와 같은 본 발명에서, 다중 안테나 시스템에서 아날로그 빔포밍(Analog beamforming) 기술을 사용하면 RF단에서 위상 시프터(phase shifter)를 사용함으로써 성능의 저하는 거의 없이 A/D 컨버터를 하나만 사용하는 시스템을 구현할 수 있다. 또 A/D 컨버터를 적게 사용함으로써 시스템의 전력 소모를 줄일 수 있다.

[0052] 본 발명에서는 전력소모가 적은 아날로그 빔포밍(analog beamforming) 기술을 사용할 때, 기존의 발명보다 구현이 간단하면서도 시스템 설계자의 요구 사항에 맞출 수 있고, 기준 신호대잡음비에 따른 빔포밍 벡터 (beamforming vector) 변환 기술은 수Gbps의 데이터를 실시간으로 처리해야 하기 때문에 시스템의 복잡도를 최소화해야 하는 초고속 무선 통신 시스템을 구현하는데 적합한 기술이다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명에 따른 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템의 블록도.

[0054] 도 2는 본 발명의 가중벡터 코드북의 예시도.

[0055] 도 3은 본 발명의 적응형 빔포밍을 이용한 다중 안테나 시스템의 동작 흐름도.

[0056] 도 4는 본 발명과 종래기술과의 평균 BER-SNR을 보이는 그래프.

[0057] * 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

[0058] 100 : 위상 조절부 100-1~100-n : 복수의 위상 시프터

[0059] 200 : 신호 결합부 300 : 주파수 다운 컨버터

[0060] 400 : A/D 컨버터 500 : 빔포밍 제어부

[0061] 510 : 가중벡터 코드북 520 : SNR 측정부

[0062] 530 : SNR 비교부 540 : 가중벡터 제어부

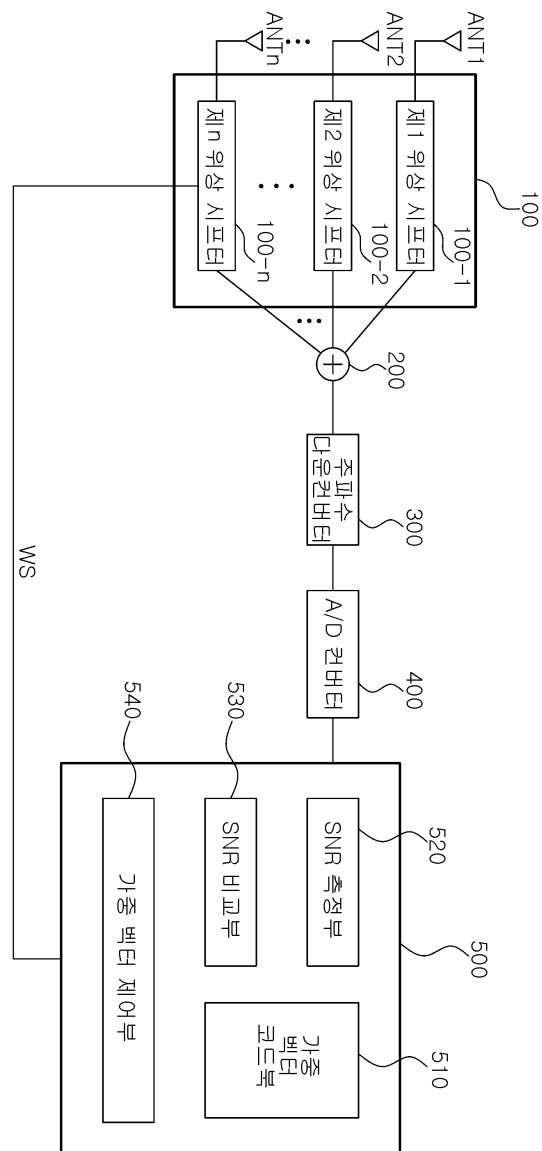
[0063] ANT1~ANTn : 복수의 안테나 WS : 가중 벡터

[0064] rd : 수신 신호대잡음비 rth : 기준 신호대잡음비

[0065] $W_1 \sim W_n$: 복수의 가중벡터

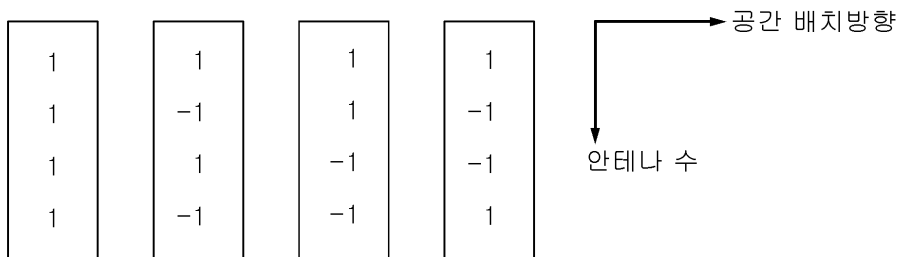
도면

도면1

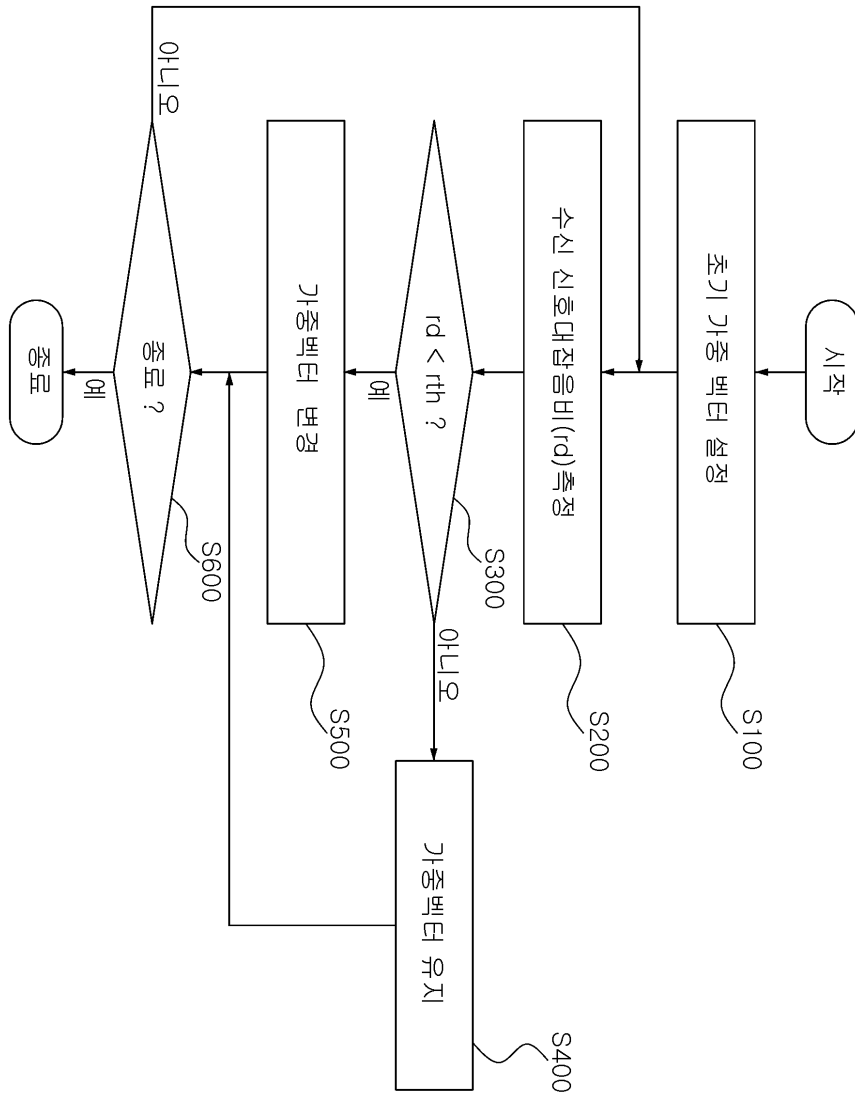


도면2

가중 벡터 코드북



도면3



도면4

