



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0039417

(43) 공개일자

2007년04월12일

(21) 출원번호 10-2005-0094642

(22) 출원일자 2005년10월08일

심사청구일자 2006년10월04일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 양장훈
경기 성남시 분당구 서현동 276-1 한라시그마 1023호
정중호
서울 서초구 잠원동 63-34 잠원한신로얄아파트 1동 110호
윤순영
서울 송파구 잠실7동 아시아선수촌아파트 9동 106호
황인석
서울 송파구 문정동 66-10번지 402호

(74) 대리인 권혁록
이정순

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 스마트 안테나 통신시스템의 송신기 및 송신 방법

(57) 요약

본 발명은 본 발명은 스마트 안테나 통신 시스템에서 다수의 안테나를 이용하여 의사 공통 빔을 형성을 구현하는 송신기 및 송신 방법에 관한 것이다. 구체적으로는 다수의 안테나를 이용하여 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하여 합산한 형태가 공통 빔과 유사하도록 하고, 프리앰블 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 값이 변동되는 것을 막기 위해 각 톤 별 의사 공통빔 형성시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하는 방법 및 이를 구현하는 장치에 관한 것이다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

스마트 안테나 통신시스템의 송신기에 있어서,

전송 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하고 합산한 상기 의사 공통빔의 합산이 공통빔과 유사하도록 상기 의사 공통 빔을 형성하고, 상기 각 톤 별 의사 공통빔 형성 시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하여 다수의 안테나를 통하여 상기 의사 공통 빔을 전송하는 고 합성하는 빔 계수 형성기를 포함하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 주파수 축으로 위상 회전 하는 것은 선형적으로 위상 회전 하는 것을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 주파수 축으로 위상 회전 하는 방법은 각 안테나에 전송되는 신호에 시간영역에서 서로 다른 순환지연오프셋 $\{\tau\}$ 를 주는 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 합성 빔은 아래의 <수학식 5>와 같음을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

$$S(f_k; \theta) = A(\theta) + \sum_{m=1}^3 A(\theta) e^{jm\pi \sin(\theta)} \cdot e^{j\varphi_m(f_k)}, \quad \varphi_m(f_k) = \varphi_{m,0} - 2\pi f_k \tau_m / N_{FFT} \quad (4)$$

여기에서, $S(f_k; \theta)$ 는 안테나별 위상 $w_{m,k}$ 값에 의해 합성된 f_k 번 부반송파의 빔 패턴을 의미한다.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 송신기는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 통신 시스템의 송신기임을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

청구항 6.

스마트 안테나 통신시스템의 송신방법에 있어서,

송신하는 신호 구간이 공통 빔 구간인지를 판단하는 단계 및;

공통 빔 구간인 경우에는 빔 계수 $w_{m,k} = e^{-j2\pi f_k \tau_m / N_{FFT}}$ 를 적용하여 상기 공통 빔을 형성하는 단계를 포함하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신방법.

청구항 7.

제6항에 있어서,

상기 공통 빔 구간인지를 판단하는 단계에서 공통 빔 구간이 아니라 적응 빔 구간인 경우에는 사용자별로 부반송파에서 추정된 해당하는 안테나 채널 행렬을 이용하여 적응 빔을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신방법.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 송신방법은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 통신 시스템의 송신방법임을 특징으로 하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 스마트 안테나 통신 시스템에서 다수의 안테나를 이용하여 의사 공통 빔을 형성을 구현하는 송신기 및 송신 방법에 관한 것이다. 구체적으로는 다수의 안테나를 이용하여 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하여 합산한 형태가 공통 빔과 유사하도록 하고, 프리앰블 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 값이 변동되는 것을 막기 위해 각 톤 별 의사 공통빔 형성시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하는 방법 및 이를 구현하는 장치에 관한 것이다.

스마트 안테나 통신 시스템에서 다운링크 프레임은 공통 정보를 전송하기 위한 공통(common) 빔 구간(110)과 특정 사용자의 데이터를 전송하기 적응(adaptive) 빔 구간으로 구성된다.

공통 정보를 전송하기 위한 공통 빔을 형성하는 방법은 두 가지가 있다.

첫 번째로는 공통 빔 구간에 특정 안테나만을 사용하여 신호를 전송하는 방법이다. 이 경우에는 공통 빔 구간에 특정 안테나 포트에 연결된 전력(Power) 증폭기(AMP; amplifier)만을 사용한다. 즉, 특정 안테나의 송신전력을 단일 안테나 기지국과 동일하게 전송하는 것이다. 이 경우에 단일 안테나 기지국의 평균 출력이 20 Watt이라면, 4개의 안테나를 사용하는 Smart Antenna 기지국에서 공통 정보 전송 시에는 특정 안테나로만 20 Watt로 출력으로 송신한다. 따라서 송신기가 20 Watt의 평균출력을 가지는 시스템의 경우에 해당 안테나에 연결된 전력 증폭기의 용량은 20 Watt가 되어야 한다. 사용자별로 각각의 데이터를 전송하는 적응 빔 구간에는 5 Watt 평균출력으로 전송한다. 이와 같이 다수의 안테나를 합성하여 공통 빔을 생성하지 않고 특정 안테나로 20 Watt로 공통 정보를 전송하게 되면, 해당 안테나에 연결된 전력 증폭기의 평균용량을 20 Watt로 설계해야 하는 단점이 있다.

공통 빔을 형성하는 두 번째 방법으로는 각 안테나별 빔 패턴을 측정하고, 이를 조합하여 합성 빔을 만드는 방법이 있다. 각 안테나별 빔 패턴을 측정하고, 이를 합성하여 공통 빔을 생성하는 경우에는 4개의 안테나를 모두 사용하며, 각각 안테나에 연결된 전력 증폭기의 평균 용량은 5 Watt 이면 된다.

그런데 이 경우에도 문제가 있다. 기지국(송신기)이 선형 배열 안테나 구성과 각 안테나가 f_k 번 부반송파에서의 빔 패턴 $A(f_k)$ 를 갖고, 안테나 간격이 $d = d_1 = d_2 = d_3$ 인 경우를 가정한다. 안테나 패턴의 위상을 영(Zero)으로 가정하고, 각 안테나별 전력선 케이블의 미세 길이 변화에 의한 위상을 임의의 위상(Random Phase)으로 모델링한다. 예를 들어, 시스템의 중심 주파수가 2.35 GHz인 경우에, 파장은 12.5 cm 이고 케이블 길이가 20 m 정도 되므로, 전력선의 케이블 길이 변화가 $12.5 \cdot 10^{-2} / 20 = 0.625 \%$ 이내로 보장되지 않으면 안테나별 경로는 임의의 위상 값 $\varphi_{m,0}$ 을 갖게 된다. 공통 빔 합성을 위한 f_k 번 부반송파에서의 안테나별 빔 계수를 $w_{m,k}$ 라 할 때, 합성 빔 패턴 $S(f_k)$ 는 아래의 <수학식 1>과 같이 표현된다.

$$S(f_k; \theta) = A(f_k; \theta) + \sum_{m=1}^3 w_{m,k} \cdot A(f_k; \theta) e^{j2m\pi \frac{d}{\lambda} \sin(\theta)} \cdot e^{j\varphi_m}, \varphi_m = \varphi_{m,0} \sim U(0, 2\pi)$$

따라서 합성 빔 패턴은 원하는 공통 빔 $S_0(\theta)$ 와 가장 유사하게 만들기 위해서는 아래의 <수학식 2>와 같은 최적화 문제를 풀어야 한다.

$$\min_{\{w_{m,k}\}} \int_{\theta} \left| S_0(\theta) - \sqrt{\frac{1}{N_{used}}} \sum_k |S(f_k; \theta)|^2 \right|^2 d\theta$$

여기에서 아래의 <수학식 3>의 관계가 있다.

$$S(\theta) = \sqrt{\frac{1}{N_{used}}} \sum_k |S(f_k; \theta)|^2 \quad \text{이다.}$$

$S(\theta)$ 는 시스템의 공통 정보가 전송되는 다이버시티 부채널에서의 θ 방향으로의 평균 방사 패턴을 의미한다. 다이버시티 부채널을 구성하는 부반송파 수가 충분히 많고, 또한 다수의 부채널을 사용하여 공통 정보를 전송하는 경우에 전체 심볼에서 사용되는 모든 부반송파에서 평균을 취한 송신 강도 $S(\theta)$ 값이 공통 빔 패턴의 성능을 대표할 수 있다.

상기 식에서 알 수 있듯이, 공통 빔을 합성하기 위해서는, 소자 별 빔 패턴 $A(f_k)$ 과 전력선 케이블에 의한 위상변화 $\varphi_{m,0}$ 를 안테나마다 측정해야 하고, 측정된 패턴을 이용하여 <수학식 2>의 최적화 문제를 풀어야 하므로, 상용 기지국의 설치에서는 실시하기 어려운 작업이다. 또한, 안테나별 빔 계수인 $\{w_{m,k}\}$ 값이 변하게 되면 하향 프리앰블(preamble)을 구성하는 부반송파 사이의 위상도 변하여 프리앰블 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 특성이 바뀌어 성능이 열화될 수 있다.

따라서 다중 안테나를 사용하는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 시스템과 같은 스마트 안테나 통신 시스템에 있어서, MAP 정보 및 운영 메시지와 같은 공통 정보를 전송 시에 다수의 안테나를 이용하여 의사 공통 빔을 형성하는 장치 및 방법이 요구된다.

또한, 다수의 안테나를 이용하여 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하여 합산한 형태가 공통 빔과 유사하도록 하면서도 프리앰블 신호의 PAPR 값이 변동되는 것을 방지하기 위한 장치 및 방법이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 의사 공통 빔을 형성하여 공통 정보를 다수의 안테나를 통하여 전송하는 스마트 안테나 통신 시스템의 송신기 및 송신 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 다수의 안테나를 이용한 각 톤 별 의사 공통 빔 형성 시 프리앰블 신호의 PAPR 값이 변동되는 것을 방지하기 위하여 각 톤 별 빔 형성 시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하는 스마트 안테나 통신 시스템의 송신기 및 송신 방법을 제공하는 것이다.

이와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 장치는 전송 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하고 합산한 상기 의사 공통빔의 합산이 공통빔과 유사하도록 상기 의사 공통 빔을 형성하고, 상기 각 톤 별 의사 공통빔 형성 시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하여 다수의 안테나를 통하여 상기 의사 공통 빔을 전송하는 고 합성하는 빔 계수 형성기를 포함하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신기를 제공한다.

또한, 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 방법은 송신하는 신호 구간이 공통 빔 구간인지를 판단하는 단계 및 공통 빔 구간인 경우에는 빔 계수 $w_{m,k} = e^{-j2\pi k \tau_m / N_{FFT}}$ 를 적용하여 상기 공통 빔을 형성하는 단계를 포함하는 스마트 안테나 통신시스템의 송신방법을 제공한다.

이외에 본 발명의 목적을 달성하기 위한 다양한 실시 예들의 구현이 가능하다.

발명의 구성

이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

본 발명의 실시예로 아래에서는 IEEE 802.16e 규격에 정의된 스마트 안테나 기술을 사용하는 TDD(Time Division Duplexing) OFDMA 기지국(송신기)을 예로 들어 설명한다. 이 송신기에서 공통 정보인 MAP 정보 및 운영 메시지를 다수의 안테나를 이용하여 OFDM 신호의 각 톤 별로 의사 공통 빔을 형성하여 합산한 형태가 공통 빔과 유사하도록 하고, 프리앰블 신호의 PAPR 값이 변동되는 것을 막기 위해 각 톤 별 빔형성시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 하는 방법을 설명한다.

도 1 (a)는 본 발명 따라 스마트 안테나 통신 시스템에서 다운링크 프레임 구조를 나타내는 도면이다. 이러한 프레임은 MAP 정보 및 운영 메시지와 같은 공통 정보를 전송하기 위한 공통(common) 빔 구간(110)과 특정 사용자의 데이터를 전송하기 적응(adaptive) 빔 구간(120)으로 구성된다. 이 두 구간은 직교성을 두어 구분한다. OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 통신 시스템에서는 직교성을 가지는 서로 다른 심볼 구간을 사용함으로써 이 두 구간의 직교성을 확보한다. 다른 예로 CDMA(Code Division Multiple Access) 통신 시스템에서는 서로 다른 코드를 할당함으로써 직교성을 확보한다.

도 1 (b)는 본 발명에 따라 전체 주파수 대역에서 선택한 부반송파로 구성된 다이버시티 부채널(sub-channel)을 나타내는 도면이다. IEEE 802.16e 시스템과 같은 OFDMA 시스템에서 공통 빔 구간은 도 1(b)에 도시한 것과 같이 주파수 다이버시티를 얻기 위해 전체 주파수 대역에서 선택한 부반송파로 다이버시티 부채널을 구성하여 사용한다.

도 2는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 송신기 구조를 도시한 도면이다. IEEE 802.16e 시스템과 같은 OFDMA 시스템을 예로 들어 설명하면, 채널부호기(210), 성정도 생성기(220)를 거친 부반송파들은 빔계수형성기(225)에서 각 부반송파별로 안테나에 곱해 지는 빔 계수를 달리하여 단말의 위치에 따라 빔을 형성한다. 다음에는 안테나 수에 해당하는 직렬병렬변환기(230)와 IFFT블록(250)을 거친다. IFFT블록(250)으로는 부채널할당기(240)가 부채널을 할당한다. IFFT블록(250)을 거친 심볼들은 병렬직렬변환기(260), 보호구간 삽입기(270), 디지털아날로그변환기(280), IF/RF 처리기(290)를 통과하여 소자 안테나(이하 '안테나'라 한다)를 통해 전송된다.

즉, IEEE 802.16e 시스템과 같은 OFDMA 스마트 안테나 통신 시스템의 송신기는 단일 안테나를 이용하는 시스템에 비하여, 안테나 수에 해당하는 IFFT 블록(250)과 IF/RF 처리기(290)가 필요하다. 이 송신기는 각 부반송파별로 빔 계수를 달리하여 안테나를 통해 전송됨으로써 단말기의 위치에 따라 빔을 형성하는 원리로 동작된다.

송신기 전체 구조 중에서 본 발명에서 다루고 있는 구현 블록은 빔 계수 형성기(225)이다. 특히 도 1에 도시한 공통 빔 구간에 각각의 OFDM 신호의 부반송파에 대하여 안테나 별로 곱해 줄 빔 계수를 형성하는 방법에 관한 것이다.

도 3은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 공통빔과 적응빔을 나타내는 도면이다. 공통 빔 구간은 모든 사용자가 수신해야 할 공통 정보를 전송하므로, 도 3의 350에 도시한 바와 같이 공통 정보의 전송은 특정 방향이 아닌 무지향 전송이다. 이와는 반대로 적응 빔 구간은 특정 사용자에게만 송신하는 신호구간이므로 도 3의 360과 같이 가능한 한 전송 에너지를 특정 방향으로만 전송하여, 도 3의 370만큼의 빔 형성 이득을 얻게 된다.

위에서 설명하는 본 발명에서는 특정 안테나로 공통 정보를 송신하지 않고 다수의 안테나를 합성하여 공통 빔을 형성한다. 이러한 본 발명을 종래 기술과 비교하면, 아래의 <표 1>과 같다.

[표 1]
공통 빔 출력이 20 Watt이고, 4개의 송신 안테나인 경우

방 식/특 징	안테나 별 평균출력	
	공통 빔 구간	적응 빔 구간
종 래 기 술	20 or 0 Watt	5 Watt
본 발명의 경우	5 Watt	5 Watt

도 4는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템에서 안테나의 배열 예를 나타내는 도면이다. 본 발명은 이러한 안테나 배열에서 공통 빔 합성 시 하향 프리앰블의 시간영역 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 특성이 바뀌지 않게 하기 위하여, 주파수축에서 선형적으로 위상을 바꾼다. 본 발명은 위상을 바꾸는 방법으로 각 안테나에 전송되는 OFDM 신호에 시간영역에서 서로 다른 순환지연오프셋 { τ }를 주는 방법을 사용한다. 이러한 시간영역 순환지연오프셋은 등가적으로 주파수축에서 선형위상을 곱해주는 것(즉, 주파수 축에서 회전시키는 것)과 동일하다.

예를 들어, 프리앰블의 시간영역 샘플을 $\{a_n\}$ 라 하면, $\{a_n\}$ 는 프리앰블을 구성하는 각 부반송파에 매핑되는 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 신호열 $\{b_k\}$ 를 IFFT한 결과이다. 이렇게 $\{b_k\}$ 의 위상을 선형적으로 바꾼 $\{b_k \cdot e^{-j2\pi f_k \tau / N_{FFT}}\}$

의 시간영역 샘플은 $\{a_{n-\tau}\}$ 가 되어, 시간영역 PAPR 특성이 바뀌지 않는다. 이렇게 m번째 안테나에 순환지연오프셋 $\{t_m\}$ 을 적용하는 것은, <수학식 1>의 $w_{m,k}$ 값을 $w_{m,k} = e^{-j2\pi f_k t_m / N_{FFT}}$ 로 설정하는 것과 동일하다.

그러므로 <수학식 1>의 합성 빔은 아래의 <수학식 4>와 같이 표현된다.

$$S(f_k; \theta) = A(\theta) + \sum_{m=1}^3 A(\theta) e^{jm\pi \sin(\theta)} \cdot e^{j\varphi_m(f_k)}, \quad \varphi_m(f_k) = \varphi_{m,0} - 2\pi f_k t_m / N_{FFT} \quad (4)$$

여기에서, $S(f_k; \theta)$ 는 안테나별 위상 $w_{m,k}$ 값에 의해 합성된 f_k 번 부반송파의 빔 패턴을 의미한다.

도 5는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 빔계수 형성기의 동작을 나타내는 흐름도이다. 도 2의 빔 계수 형성기(225)는 현재 송신하는 OFDM 신호 구간이 공통 빔 구간인지를 판단한다(500). 공통 빔 구간이면 위에서 기술한 바와 같은 빔 계수 $w_{m,k} = e^{-j2\pi f_k t_m / N_{FFT}}$ 로 공통 빔을 형성한다(510). 적응 빔 구간인 경우에는 사용자별로 f_k 번 부반송파에서 추출한 m번 안테나 채널행렬 $h_{m,k}^*$ 를 이용하여 적응 빔을 형성한다(520).

도 6은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 의사 공통 빔 형성 원리를 나타내는 도면이다. 즉, 본 발명에서 다이버시티 부채널의 구성방법을 이용한 의사 공통 빔의 동작 원리를 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, 각 부반송파별로 지향하는 방향이 다르게 되어, 전체 주파수의 평균인 $S(\theta)$ 는 도 4에서의 안테나의 빔 패턴 $A(\theta)$ 와 유사하게 됨을 알 수 있다. 여기에서 *는 공액 복소수를 의미한다.

도 7은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 의사 공통 빔 형성의 예를 나타내는 도면이다. 도 7은 소자 간격이 $d = d_1 = d_2 = d_3 = \lambda/2$ 인 경우에 안테나 별로 $\tau_1 = 0.5, \tau_2 = 1.0, \tau_3 = 2.0$ 로 설정하여 각 부반송파별로 위상을 바꾸었을 때의 결과를 도시한 것이다. 안테나 별 위상(Phase) 변화는 최대 0.625 cm의 안테나의 전력선 길이 변화에 의한 것을 고려하였다. 1024 FFT 시스템을 가정하였고, 편이상 $N_{used} = 1024$ 로 설정하였다. 그림에서 알 수 있듯이, 각 부반송파별로 지향하는 방향이 다르고, 전체 주파수의 평균인 $S(\theta)$ 는 도 4에서의 안테나의 빔 패턴 $A(\theta)$ 와 유사함을 알 수 있다. 도 6에서 dash-dot (Single Element)는 단일 소자를 이용한 공통 빔 전송 방식이고, Cyclic Shift는 본 발명으로 합성한 의사 공통 빔의 $S(\theta)$ 를 도시한 것이다. Random 및 Rooftop Cal.은 <수학식 1>의 $W_{m,k}$ 값을 모든 m,k 에 대하여 1로 설정한 경우로, 이 경우에도 0도 방향으로 빔이 형성되어, 30 방향에서 커버리지 문제가 있을 수 있음을 보인 것이다. 참고로, Rooftop Cal.과 Random은 각각 안테나 별 전력선 길이 차이에 의한 위상 $\Phi_{m,0}$ 를 보상한 것과 보상하지 않은 경우의 빔 패턴을 도시한 것이다.

발명의 효과

본 발명은 의사 공통 빔을 형성하여 공통 정보를 다수의 안테나를 통하여 전송하고, 각 톤 별 의사 공통빔 형성 시 주파수 축으로 위상 회전 하도록 함으로써 종래의 단일 소자 전송 방식과 비교하여 안테나 수만큼 저출력의 전력으로 공통 빔 구간의 신호 전송이 가능하며, 프리앰블 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio) 값이 변동되는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1 (a)는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템에서 다운링크 프레임 구조를 나타내는 도면,

도 1 (b)는 본 발명에 따른 전체 주파수 대역에서 선택한 부반송파로 구성된 다이버시티 부채널을 나타내는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 송신기 구조를 나타내는 도면,

도 3은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 공통빔과 적응빔을 나타내는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템에서 안테나의 배열 예를 나타내는 도면,

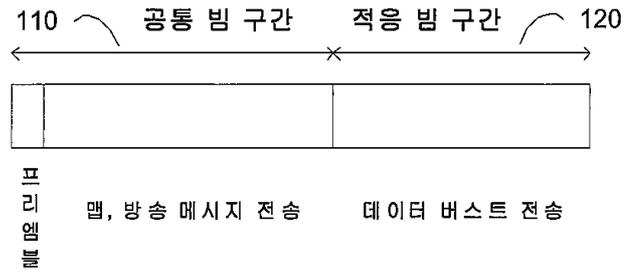
도 5는 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 빔계수 형성기의 동작을 나타내는 흐름도,

도 6은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 의사 공통 빔 형성 원리를 나타내는 도면,

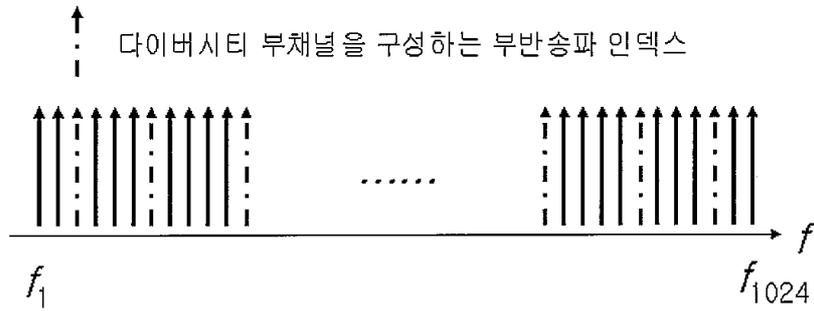
도 7은 본 발명에 따른 스마트 안테나 통신 시스템의 의사 공통 빔 형성의 예를 나타내는 도면.

도면

도면1

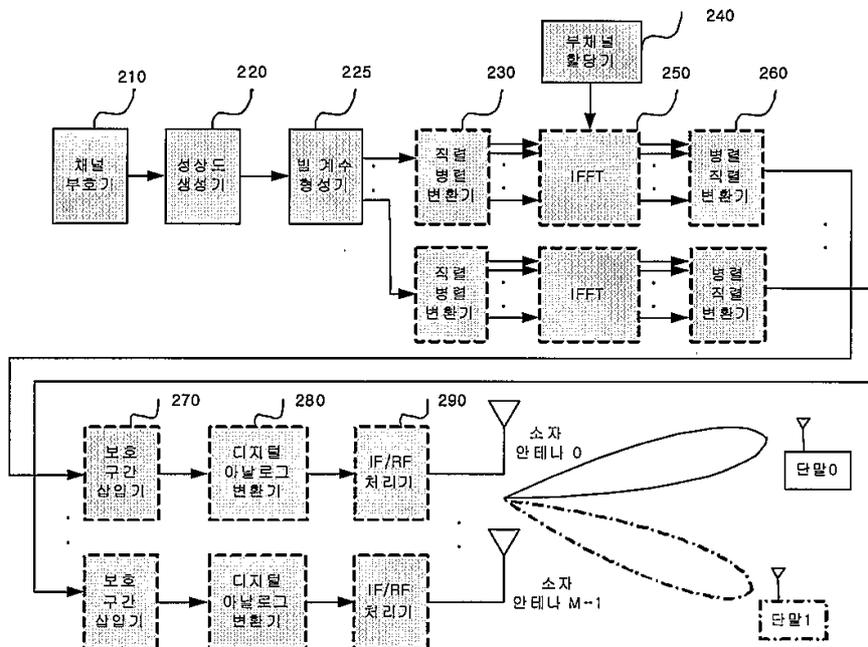


(a)

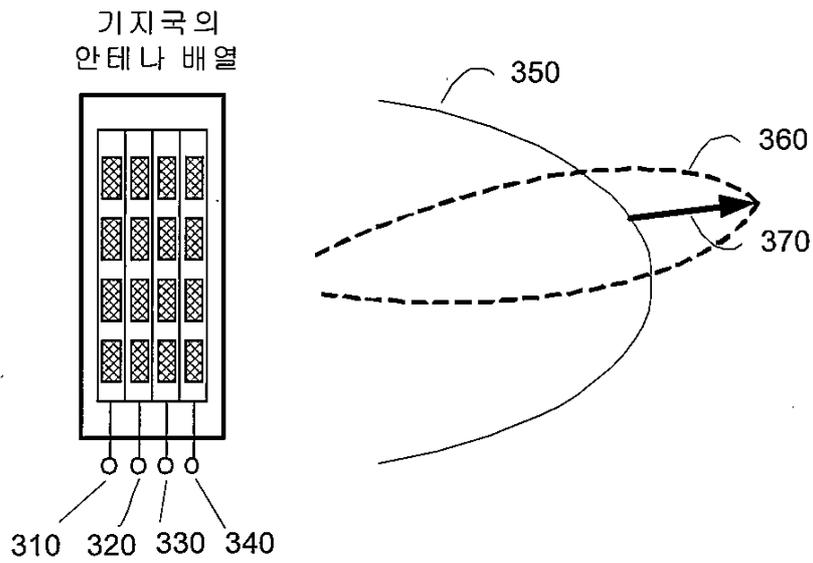


(b)

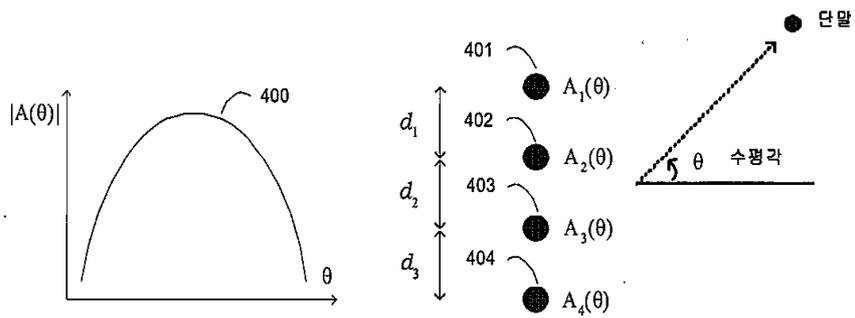
도면2



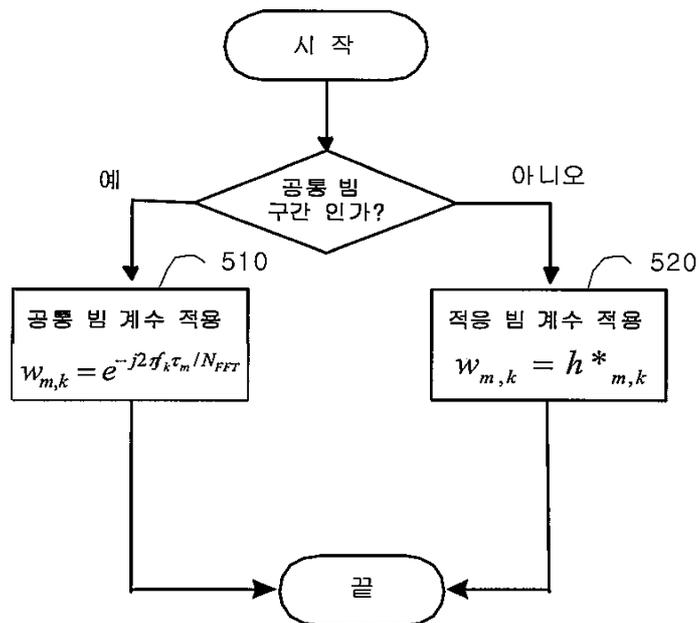
도면3



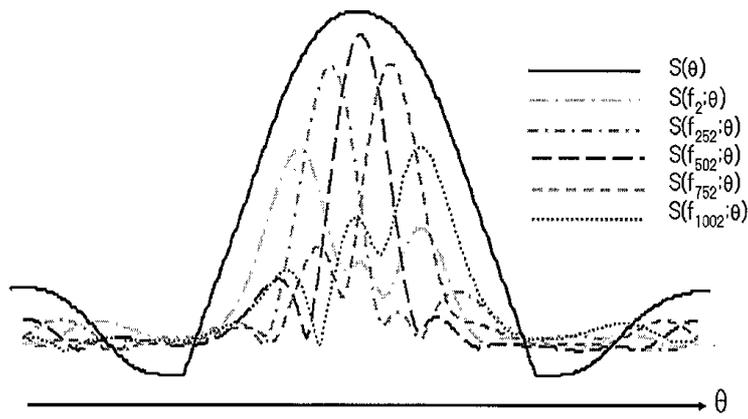
도면4



도면5



도면6



도면7

