

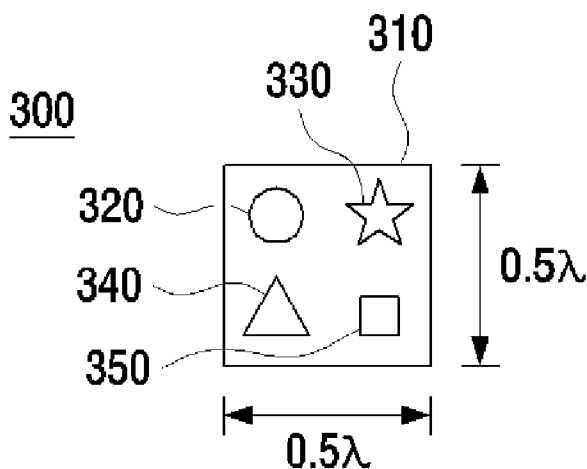


- (51) 국제특허분류: *H01Q 21/06* (2006.01) *H01Q 15/24* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/001694
- (22) 국제출원일: 2016년 2월 22일 (22.02.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0019390 2016년 2월 18일 (18.02.2016) KR
- (71) 출원인: 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 조동호 (CHO, Dong Ho); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 박대희 (PARK, Dae Hee); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 정병창 (CHUNG, Byung Chang); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 길계태 (GIL, Gye Tae); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 김윤식 (KIM, Yun Sik); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 한준상 (HAN, Joon Sang); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 남정길 (NAM, Jung Kil); 06593 서울시 서초구 고무래로 6-3, 501 호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:
- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: PATTERN/POLARIZATION ANTENNA DEVICE

(54) 발명의 명칭 : 패턴/편파 안테나 장치

[Fig. 3]



(57) Abstract: A pattern/polarization antenna device, according to an embodiment, comprises a plurality of unit pattern/polarization antennas having a one-dimensional or two-dimensional array structure, wherein the plurality of unit pattern/polarization antennas are arranged at half-wave intervals, each unit pattern/polarization antenna of the plurality of unit pattern/polarization antennas has three or more antennas, and the number of unions of the main modes of the antennas is equal to or greater than the number of the antennas.

(57) 요약서: 일실시예에 의한 패턴/편파 안테나 장치는 1차원 또는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하며, 상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들은 반파장 간격으로 배치되며, 상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들 중 각 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 구비하며, 상기 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 상기 안테나들의 개수 이상이다.

명세서

발명의 명칭: 패턴/편파 안테나 장치

기술분야

- [1] 이하 설명하는 기술은 패턴/편파 안테나 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래의 다중 안테나 장치는 동일한 특성을 가지는 안테나를 반 파장 간격으로 다수 배치하고 이를 이용하여 빔을 형성하였다. 이는 동일한 특성을 갖는 안테나의 경우에 반 파장 이하의 간격으로 안테나를 배치하게 되면 안테나 간의 패턴 유사성 및 물리적으로 가까운 거리로 인해 채널 특성이 비슷해지는 효과가 발생하기 때문이다. 그런데, 이 경우에는 다수의 채널이 서로 비슷한 특성을 보임에 따라 다중 안테나로부터 얻을 수 있는 다중화(multiplexing) 효과나 다중경로 페이딩(multipath fading)에 대한 강인성 등의 우수한 특성을 얻지 못하는 단점이 생긴다. 이러한 단점 때문에 동일한 혹은 이중 편파의 안테나를 반 파장 간격으로 다수 배치하고 이를 이용하여 이른바 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 통신을 수행하게 된다. 하지만, 이것 또한 반 파장 간격으로 안테나들이 위치해야 하기 때문에 안테나가 많은 공간을 차지하는 단점이 발생한다. 더욱이, 최근 연구되고 있는 매시브 MIMO(massive MIMO)와 같은 초다중 안테나 기술의 경우에는 수십 개 내지 수백 개의 안테나를 배치해야 하므로 안테나가 차지하는 공간에 대한 문제가 대두되고 있다.
- [3] 한편 서로 다른 패턴을 가지는 복수의 안테나들 및 서로 다른 편파를 가지는 복수의 안테나들에 대한 연구가 진행되었다. 이와 관련된 선행 문헌으로 대한민국 특허공개번호 제2013-0082353호(발명의 명칭: 스위치 모드 빔형성 안테나의 다면체 배열) 및 대한민국 특허공개번호 제2013-0040536호(발명의 명칭: 전자기장 편파 안테나 기반의 이동 통신 시스템, 장치 및 방법)가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명의 목적은 패턴 및 편파 이득을 효과적으로 얻을 수 있으며, 소형으로 제작 가능한 패턴/편파 안테나 장치를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은 패턴, 편파 및 공간 이득을 효과적으로 얻을 수 있으며, 소형으로 제작 가능한 패턴/편파 안테나 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 일실시예에 의한 패턴/편파 안테나 장치는 1차원 또는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하며, 상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들은 반파장 간격으로 배치되며, 상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들 중 각 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 구비하며, 상기 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 상기 안테나들의 개수 이상이다.

- [6] 일실시에에 의한 패턴/편파 안테나 장치는 서로 다른 평면에 위치하는 복수의 평면 안테나들을 구비하며, 상기 복수의 평면 안테나들은 중 각 평면 안테나는 1차원 또는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하며, 상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들 중 각 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 구비하며, 상기 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 상기 안테나들의 개수 이상이다.

발명의 효과

- [7] 본 발명에 의한 패턴/편파 안테나 장치는 패턴 및 편파 이득을 효과적으로 얻을 수 있으며, 소형으로 제작 가능하다는 장점이 있다. 또한, 본 발명에 의한 패턴/편파 안테나 장치는 패턴, 편파 및 공간 이득을 효과적으로 얻을 수 있으며, 소형으로 제작 가능하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [8] 도 1은 안테나 방사 패턴의 계수들의 일례를 나타내는 도면이다.
 [9] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 통신시스템을 나타내는 도면이다.
 [10] 도 3 및 9는 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국 또는 단말기에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 예들을 나타내는 도면으로서, 단위 패턴/편파 안테나를 구비하는 패턴/편파 안테나 장치의 예들을 나타내는 도면이다.
 [11] 도 4는 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나의 일례를 나타내는 도면이다.
 [12] 도 5 내지 8은 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 구형벡터와 모드 계수의 분포의 예들을 나타내는 도면이다.
 [13] 도 10 및 11은 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 예들을 나타내는 도면으로서, 1차 배열구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 예들을 나타내는 도면이다.
 [14] 도 12 및 13은 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 예들을 나타내는 도면으로서, 2차 배열구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 예들을 나타내는 도면이다.
 [15] 도 14는 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 예를 나타내는 도면으로서, 3차 배열구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 예를 나타내는 도면이다.
 [16] 도 15는 도 3 또는 9에 도시된 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 단일 빔을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 [17] 도 16은 도 3 또는 9에 도시된 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 [18] 도 17은 도 10 내지 14에 도시된 패턴/편파 안테나 장치들 중 어느 한 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [19] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수

있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [20] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [21] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [22] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [23] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[24]

- [25] 안테나 방사패턴 $f(\theta, \phi)$ 는 각 모드에 대해서 직교성을 가지고 있는 구형벡터파(Spherical Vector Waves) 모드를 이용하여 아래의 수학식 1로 나타낼 수 있다.

[26]

$$f(\theta, \phi) = \sum_{\alpha=0}^{\infty} c_{\alpha} A_{\alpha}(\theta, \phi)$$

[27]

여기에서 $A_{\alpha}(\theta, \phi)$ 는 구형벡터파 모드를 나타내고, c_{α} 는 구형벡터파 모드의 계수를 의미한다. 여기서 $A_{\alpha}(\theta, \phi)$ 는 반지름이 1인 구면좌표계를 따른다. 또한,

구형벡터파 모드의 차수 α 는 $\alpha=2(n(n+1)-1+(-1)^sm)+\tau$ 로 정해진다. 따라서, 구형벡터파 모드는 $A_\alpha(\theta,\varphi)=A_{\tau\sigma mn}$ 과 같이 표현될 수 있다. 여기에서 τ 는 TM(Transverse Magnetic)과 TE(Transverse Electric)를 나타낸다. σ 는 방사패턴의 회전된 방향을 의미하며, 이 값에 따라 s 를 결정한다. m 및 n 은 복소수 구형 하모닉 함수의 계수를 의미한다. 구형벡터파 모드는 루프 안테나와 같은 TM(Transverse Magnetic) 모드에 대해서는 홀수 모드로, 다이폴 안테나와 같은 TE(Transverse Electric) 모드에 대해서는 짝수 모드로 표현된다. 일례로 τ, s, m 및 n 의 값과 그에 대한 차수가 표 1에 정리되어 있다.

[28] [Table 1]

n	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
m	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2
s	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
τ	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
α	3	4	1	2	5	6	11	12	9	10	13	14	7	8	15	16

[29]

[30] 도 1은 안테나 방사 패턴의 계수들의 일례를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 차수가 2일 때 계수가 가장 크며 그 값은 0.30이다. 이와 같이 가장 큰 계수를 가지는 차수를 대표 모드(representative mode)라 한다. 도면에 표현된 예의 경우, 대표 모드는 2이다. 둘째로 큰 계수는 0.22이며, 이때의 차수는 5이다. 가장 큰 계수와 둘째로 큰 계수를 합산하면 0.52이며 이는 0.5 이상에 해당한다. 이와 같이 계수의 합이 0.5 이상이 될 수 있는 최소한의 개수의 차수(들)을 주된 모드(dominant mode)라 한다. 도면에 표현된 예의 경우, 주된 모드는 {2, 5}이고, 주된 모드의 개수는 2이다. 주된 모드인지 여부를 판단하는 기준은 수신부의 성능에 따라 변경될 수 있다. 상술한 설명에서는 0.5가 주된 모드 여부를 판단하는 기준이었으나, 그 값은 0.7 및 0.9 등 다양하게 변경될 수 있다.

[31]

[32] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 통신시스템을 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 통신 시스템은 기지국(210) 및 단말기(220)를 포함한다. 기지국(210)은 통신 규격에 따라 분산 노드, eNodeB, RRH(Remote Radio Head) 등 다양하게 호칭될 수 있으며, 단말기(220)도 통신 규격에 따라 단말 노드, 사용자 단말 등 다양하게 호칭될 수 있다. 기지국(210)은 패턴/편파 안테나 장치(212)를 구비하며, 단말기(220)는 일례로 패턴/편파 안테나 장치(222)를 구비할 수 있다.

[33]

[34] 도 3은 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국 또는 단말기에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 일례를 나타내는 도면이다. 도 3을 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(300)는 하나의 단위 패턴/편파 안테나(310)를 구비한다. 단위

패턴/편파 안테나(310)는 복수의 안테나들(320, 330, 340, 350)을 구비한다.

- [35] 바람직하게, 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 포함하며, 3개 이상의 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 복수의 안테나들의 개수 이상이다. 만일 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 3개의 안테나들의 주된 모드들이 (2, 3, 5), (4, 5), (10)이면, 주된 모드들의 합집합은 (2, 3, 4, 5, 10)이고 합집합의 개수는 5이다. 따라서, 합집합의 개수(5)가 안테나의 개수(3)보다 크므로, 상술한 조건이 만족된다. 만일 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 3개의 안테나들의 주된 모드들이 (3, 4), (3), (4)이면, 주된 모드들의 합집합은 (3, 4)이고 합집합의 개수는 2이다. 따라서, 합집합의 개수(2)가 안테나의 개수(3)보다 작으므로, 상술한 조건이 만족되지 아니한다.

- [36] 단위 패턴/편파 안테나(310)는 바람직하게 단위 패턴/편파 안테나의 동작 주파수의 반파장 내에 집적된다. 일반적으로 동작 주파수는 특정 주파수가 아니라, 소정의 대역폭을 가진다. 따라서, 동작 주파수의 반파장이라 함은 소정의 대역폭에 속하는 어느 한 주파수의 반파장에 해당하면 된다. 이와 같이 복수의 안테나들이 반파장 내에 집적되기 위해서는, 복수의 안테나들 각각이 사용할 수 있는 물리적 공간이 한정된다. 제한된 물리적 공간에서 얻을 수 있는 안테나의 지향성과 대역폭이 한정되기 때문에 각 안테나는 높은 차수의 구형벡터파 모드를 사용하기 어렵다. 따라서, 바람직하게 단위 패턴/편파 안테나(310)에 포함된 안테나들(320, 330, 340, 350)의 대표 모드들은 모두 30 이하이다.

[37]

- [38] 도 4는 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나의 일례를 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, 단위 패턴/편파 안테나(400)는 기관(410), 기관(410) 상에 배치되는 전기장 안테나들(420, 430)과 자기장 안테나들(440, 450)을 구비한다. 전기장 안테나들(420, 430)은 짝수 모드에 분포하는 방사패턴을 가지며, 기관(410) 상에 서로 다른 방향을 바라보도록 집적될 수 있다. 전기장 안테나들(420, 430)은 일례로 패치 안테나를 사용하여 구현될 수 있다. 자기장 안테나들(440, 450)은 홀수 모드에 분포하는 방사패턴을 가지며, 기관(410) 상에 서로 다른 방향을 바라보도록 집적될 수 있다. 자기장 안테나들(440, 450)은 일례로 슬롯 안테나를 사용하여 구현될 수 있다.

[39]

- [40] 도 5는 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 구형벡터파 모드 계수의 분포의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5를 참조하면, c_{α}^1 는 내지 c_{α}^4 는 각각 제1 내지 제4 안테나들의 구형벡터파 모드 계수들을 나타낸다. 제1 내지 제4 안테나들은 각각 1개의 주된 모드를 가지며, 제1 내지 제4 안테나들은 서로 다른 주된 모드를 가진다. 제1 안테나의 주된 모드는 2이고, 제2 안테나의 주된 모드는 3이고, 제3 안테나의 주된 모드는 11이고, 제4 안테나의 주된 모드는 10이다. 일례로 홀수 모드를 가지는 제1 안테나는 루프 안테나를 사용하여

구현될 수 있다. 또한, 짝수 모드를 가지는 제2 안테나는 다이폴 안테나를 사용하여 구현될 수 있다.

- [41] 도 6은 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 구형벡터파 모드 계수의 분포의 다른 예를 나타내는 도면이다. 도 6을 참조하면, c'_a 는 내지 c^4_a 는 각각 제1 내지 제4 안테나들의 구형벡터파 모드 계수들을 나타낸다. 제1 내지 제4 안테나들은 각각 2개의 주된 모드를 가진다. 제1 안테나의 주된 모드는 2, 5이고, 제2 안테나의 주된 모드는 3, 6이고, 제3 안테나의 주된 모드는 10, 11이고, 제4 안테나의 주된 모드는 8, 10이다. 일례로 제1 내지 제4 안테나들은 지향성 안테나들을 사용하여 구현될 수 있다. 바람직하게 제1 내지 제4 안테나들로부터 구해질 수 있는 어떠한 안테나 쌍(안테나 1 및 2; 안테나 1 및 3; 안테나 1 및 4; 안테나 2 및 3; 안테나 2 및 4; 안테나 3 및 4)도 적어도 하나의 서로 다른 주된 모드를 가진다. 예로서 제1 안테나 및 제2 안테나로 이루어진 안테나 쌍에서 제1 안테나는 제2 안테나와 다른 주된 모드들 2, 5를 가지며, 제2 안테나는 제1 안테나와 다른 주된 모드들 3, 6을 가진다. 또한, 제3 안테나 및 제4 안테나로 이루어진 안테나 쌍에서 제3 안테나는 제4 안테나와 다른 주된 모드 11을 가지며, 제4 안테나는 제3 안테나와 다른 주된 모드 8을 가진다. 이와 같이 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나 쌍이 서로 다른 주된 모드를 가지면, 안테나들의 방사패턴들의 상관도가 낮아질 수 있다.
- [42] 도 7은 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 구형벡터파 모드 계수의 분포의 다른 예를 나타내는 도면이다. 도 7을 참조하면, c'_a 는 내지 c^4_a 는 각각 제1 내지 제4 안테나들의 구형벡터파 모드 계수들을 나타낸다. 제1 내지 제4 안테나들은 각각 2개의 주된 모드를 가진다.
- [43] 일례로 제1 내지 제4 안테나들을 서로 동일한 주된 모드들을 가지나, 서로 다른 위상을 가지는 적어도 하나의 안테나 쌍을 포함한다. 제1 안테나와 제2 안테나는 동일한 주된 모드 2, 5를 가지나 서로 다른 위상을 가진다. 일례로 제1 안테나 및 제2 안테나의 주된 모드들의 계수들은 $c'_2=+0.30$, $c'_5=+0.30$, $c'_3=+0.22$, $c'_5=-0.22$ 일 수 있다. 제3 안테나와 제4 안테나도 동일한 주된 모드 10, 11를 가지나 서로 다른 위상을 가진다. 이와 같이 단위 패턴/편파 안테나가 서로 동일한 주된 모드들을 가지나, 서로 다른 위상을 가지는 안테나 쌍을 포함하면, 안테나들의 방사패턴들의 상관도가 낮아질 수 있다.
- [44] 다른 예로 제1 내지 제4 안테나들은 서로 동일한 주된 모드들을 가지나, 주된 모드들의 계수들로 생성된 벡터들의 상관도가 0.7 이하인 적어도 하나의 안테나 쌍을 포함한다. 여기에서 벡터 (c'_2, c'_5) 및 벡터 (c'_3, c'_5) 의 상관도는 아래의 수학적 식 2와 같이 구해진다.

[45]

$$\begin{aligned} \text{상관도} &= \frac{|(c_2^1, c_5^1) \cdot (c_2^2, c_5^2)^H|}{\sqrt{(c_2^1, c_5^1) \cdot (c_2^1, c_5^1)^H} \sqrt{(c_2^2, c_5^2) \cdot (c_2^2, c_5^2)^H}} \\ &= \frac{0.30^2 - 0.22^2}{\sqrt{0.30^2 + 0.22^2} \sqrt{0.30^2 + 0.22^2}} = \frac{0.0416}{0.1384} \end{aligned}$$

[46]

도 8은 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 구형벡터파 모드 계수의 분포의 다른 예를 나타내는 도면이다. 도 8을 참조하면, c_a^1 는 내지 c_a^4 는 각각 제1 내지 제4 안테나들의 구형벡터파 모드 계수들을 나타낸다. 제1 내지 제4 안테나들은 각각 섹터용 안테나로 구성된다. 바람직하게 각 섹터용 안테나는 3개 이상의 주된 모드들을 가진다. 제1 안테나는 주된 모드 3, 10, 12를 가지고, 제2 안테나는 주된 모드 2, 11, 12를 가지고, 제3 안테나는 주된 모드 2, 13, 16을 가지고, 제4 안테나는 주된 모드 3, 5, 9, 10, 14를 가진다. 이와 같이 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들이 서로 다른 주된 모드 배치를 가지면, 안테나들의 방사패턴들의 상관도가 낮아질 수 있다. 일례로 단위 패턴/편파 안테나는 구형벡터파 모드의 계수들로 생성된 벡터들의 상관도가 0.7 이하인 안테나 쌍을 포함한다. 일례로 벡터들 각각은 차수 1의 계수부터 차수 16의 계수까지 총 16개의 계수들을 포함할 수 있다. 다른 예로 벡터들 각각은 차수 1의 계수부터 차수 30의 계수까지 총 30개의 계수들을 포함할 수 있다.

[47]

[48]

도 9는 도 3에 도시된 단위 패턴/편파 안테나의 변형 예를 나타내는 도면이다. 도 9를 참조하면, 단위 패턴/편파 안테나(900)는 제1 영역(910) 및 제2 영역(920)을 구비한다. 제1 영역(910) 및 제2 영역(920) 사이의 간격은 동작 주파수의 반파장 이상이다. 제1 영역(910)은 하나 이상의 안테나들(911, 912)을 구비하며, 제2 영역도 하나 이상의 안테나들(921, 922)을 구비한다. 단위 패턴/편파 안테나(900)에 포함된 복수의 안테나들(911, 912, 921, 922)은 서로 다른 패턴을 가지는 적어도 2개의 안테나들을 구비하며, 서로 다른 편파를 가지는 적어도 2개의 안테나들을 구비한다.

[49]

다수의 안테나가 작은 공간 안에 집적되면 안테나 간의 간섭이 증가되어 각 안테나의 성능이 감소된다. 상술한 바와 같이, 복수의 안테나들을 2개의 영역들로 나누어 배치하면, 간섭에 의한 성능 저하를 줄임과 동시에 패턴/편파로 인한 이득을 얻을 수 있다는 장점을 가진다.

[50]

[51]

도 10은 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 일례를 나타내는 도면이다. 도 10을 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(1000)는 1차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)을 구비한다. 도면에는 4개의 단위 패턴/편파

안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)이 도시되어 있으나, 도면과 달리 4개 미만 또는 이상의 패턴/편파 안테나들을 사용하여 1차원 배열 구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치(1000)가 구현될 수도 있다. 도면에는 수평 방향으로 배치된 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)이 도시되어 있으나, 도면과 달리 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)이 수직 방향으로 배치될 수도 있다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)은 동일 평면 상에 배치된다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)은 서로 동일한 구조를 가진다.

- [52] 바람직하게 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)의 간격은 패턴/편파 안테나 장치(1000)의 동작 주파수의 반파장에 해당한다. 일반적으로 동작 주파수는 특정 주파수가 아니라, 소정의 대역폭을 가진다. 따라서, 동작 주파수의 반파장이라 함은 소정의 대역폭에 속하는 어느 한 주파수의 반파장에 해당하면 된다.
- [53] 도 11은 도 10에 도시된 1차원 배열구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 변형 예를 나타내는 도면이다. 도 11을 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(1100)는 1차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1110, 1120, 1130, 1140)을 구비한다. 각 단위 패턴/편파 안테나는 도 9에 도시된 바와 같이 2개의 영역들로 나뉘는 단위 패턴/편파 안테나이다. 단위 패턴/편파 안테나(1110)는 제1 영역(1111) 및 제2 영역(1112)을 구비한다. 제1 영역(1111)은 하나 이상의 안테나들(1113, 1114)을 구비하며, 제2 영역(1112)도 하나 이상의 안테나들(1115, 1116)을 구비한다. 단위 패턴/편파 안테나들은 서로 반 파장의 간격을 가지며, 제1 영역(1111)과 제2 영역(1112)는 반 파장 또는 이를 초과하는 간격을 가진다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1010, 1020, 1030, 1040)은 동일 평면 상에 배치된다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1110, 1120, 1130, 1140)은 서로 동일한 구조를 가진다.
- [54] 도면에는 단위 패턴/편파 안테나가 2개의 영역으로 나뉘는 예가 도시되어 있으나, 도면과 달리, 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 영역들로 나뉘는 수도 있다. 이 경우, 3개 이상의 영역들은 제1 영역, 제1 영역으로부터 제1 방향(예: 수직 또는 수평 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제2 영역, 제2 영역으로부터 제1 방향으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제3 영역을 구비할 수 있다. 또한 3개 이상의 영역들은 제1 영역, 제1 영역으로부터 제1 방향(일례: 수직 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제2 영역, 제1 영역으로부터 제2 방향(일례: 수평 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제3 영역을 구비할 수 있다.
- [55] 도 12는 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 일례를 나타내는 도면이다. 도 12를 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(1200)는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1211, 1212, 1213, 1214, 1221, 1222, 1223, 1224, 1231, 1232, 1233,

1234)을 구비한다. 도면에는 12개의 단위 패턴/편파 안테나들(1211~1214, 1221~1224, 1231~1234)이 도시되어 있으나, 도면과 달리 12개 미만 또는 이상의 패턴/편파 안테나들을 사용하여 2차원 배열 구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치(1200)가 구현될 수도 있다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1211~1214, 1221~1224, 1231~1234)은 동일 평면 상에 배치된다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1211~1214, 1221~1224, 1231~1234)은 서로 동일한 구조를 가진다.

- [56] 바람직하게 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1211~1214, 1221~1224, 1231~1234)의 간격은 패턴/편파 안테나 장치(1200)의 동작 주파수의 반파장에 해당한다. 일반적으로 동작 주파수는 특정 주파수가 아니라, 소정의 대역폭을 가진다. 따라서, 동작 주파수의 반파장이라 함은 소정의 대역폭에 속하는 어느 한 주파수의 반파장에 해당하면 된다. 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1211~1214, 1221~1224, 1231~1234)은 제1 방향(일례: 수평 방향)으로 반파장 간격으로 배치되고, 제1 방향과 다른 제2 방향(일례: 수직 방향)으로 반파장 간격으로 배치된다.

- [57] 도 13은 도 12에 도시된 2차원 배열구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 변형 예를 나타내는 도면이다. 도 13을 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(1300)는 1차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1310) 및 1차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1320)을 구비한다. 단위 패턴/편파 안테나들은 서로 수평방향으로 반파장의 간격을 가지며, 수직방향으로 반파장의 간격을 가진다. 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 2개의 영역은 서로 반파장 이상의 간격 일례로 1파장의 간격을 가진다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1310, 1320)은 동일 평면 상에 배치된다. 일례로 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1310, 1320)은 서로 동일한 구조를 가진다.

- [58] 도면에는 단위 패턴/편파 안테나가 2개의 영역으로 나뉘는 예가 도시되어 있으나, 도면과 달리, 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 영역들로 나뉘 수도 있다. 이 경우, 3개 이상의 영역들은 제1 영역, 제1 영역으로부터 제1 방향(예: 수직 또는 수평 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제2 영역, 제2 영역으로부터 제1 방향으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제3 영역을 구비할 수 있다. 또한 3개 이상의 영역들은 제1 영역, 제1 영역으로부터 제1 방향(일례: 수직 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제2 영역, 제1 영역으로부터 제2 방향(일례: 수평 방향)으로 반 파장 이상의 간격을 가지고 배치되는 제3 영역을 구비할 수 있다.

- [59] 도 14는 도 2에 도시된 통신시스템의 기지국에 채용될 수 있는 패턴/편파 안테나 장치의 다른 일례를 나타내는 도면이다. 도 14를 참조하면, 패턴/편파 안테나 장치(1400)는 3차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비한다. 이를 위하여 패턴/편파 안테나 장치(1400)는 복수의 평면 안테나들(1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460)을 구비한다. 복수의 평면

안테나들(1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460)은 서로 다른 평면에 위치한다. 각 평면 안테나는 1차원 또는 2차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1411, 1412, 1413, 1414)을 구비한다. 도면에는 각 평면 안테나가 2차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하는 예가 도시되어 있다. 도면과 달리, 도 10 내지 14를 참조하여 설명된 1차원 또는 2차원으로 배열된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들이 각 평면 안테나로 사용될 수 있다.

[60] 도면에는 6각 기둥 형상을 가지는 패턴/편파 안테나 장치가 도시되어 있으나, 3차원 배열 구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치의 형상은 도면과 달리 다양하게 변형될 수 있다. 예로서, 패턴/편파 안테나 장치는 3각 기둥, 4각 기둥, 5각 기둥, 7각 기둥, 8각 기둥 등 다양한 종류의 각 기둥 형상을 가질 수 있다. 예로서, 패턴/편파 안테나 장치는 원통형 형상을 가질 수 있다. 예로서, 패턴/편파 안테나 장치는 4면체, 6면체 등 다면체 형상을 가질 수 있다. 예로서 패턴/편파 안테나 장치는 상술한 각 기둥, 원통형, 다면체 형상에서 일부분이 생략될 수 있다. 예로서 패턴/편파 안테나 장치는 4각 기둥에서 1개의 면이 생략된 형상을 가질 수 있다. 이 경우 패턴/편파 안테나 장치는 단위 패턴/편파 안테나들이 배치된 3개의 면을 가진다. 예로서 패턴/편파 안테나 장치는 6면체에서 아랫면이 생략된 형상을 가질 수 있다. 이 경우, 패턴/편파 안테나 장치는 단위 패턴/편파 안테나들이 배치된 5개의 면을 가진다.

[61] 바람직하게 복수의 단위 패턴/편파 안테나들(1411, 1412, 1413, 1414)의 간격은 패턴/편파 안테나 장치(1400)의 동작 주파수의 반파장에 해당한다. 일반적으로 동작 주파수는 특정 주파수가 아니라, 소정의 대역폭을 가진다. 따라서, 동작 주파수의 반파장이라 함은 소정의 대역폭에 속하는 어느 한 주파수의 반파장에 해당하면 된다.

[62] 상술한 1차원, 2차원 및 3차원 배열 구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치는 종래의 MIMO가 얻지 못하는 이득을 효과적으로 얻을 수 있다는 장점이 있다. 특히, 3차원 배열 구조를 가지는 패턴/편파 안테나 장치는 x, y, z 방향으로 모두 분산 및 반사가 많이 일어나는 환경에서 효과적이며, 주어진 안테나 공간 대비 상계치(upper bound)에 근접하는 높은 전송용량을 얻을 수 있다.

[63] 도 15는 도 3 또는 9에 도시된 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 빔을 형성하는 방법과 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 15에 표현된 방법에 의하면 단위 패턴/편파 안테나를 포함하는 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 빔을 형성할 수 있다. 도 15를 참조하면, 단위 패턴/편파 안테나에 위치한 복수의 안테나들을 통하여 전송하고자 하는 신호들은 아래의 수학식 3와 같이 나타낼 수 있다.

[64]

$$\alpha^H = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots, \alpha_{(N-1)}, \alpha_N]^H$$

[65] 여기서, α_n 은 n번째 안테나를 통하여 전송하고자 하는 신호를 의미하며, N은

단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 개수를 의미한다. 도면에는 $N=4$ 인 경우가 도시되어 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 단위 패턴/편파 안테나를 이용하여 하나의 빔포밍 가중치 세트(beamforming weight set)를 적용함으로써 하나의 빔을 만들어 낼 수 있다. 이는 아래의 수학적 식 4와 같이 표현할 수 있다.

[66]

$$\mathbf{a}^H \mathbf{w} = [\mathbf{a}_1, \dots, \mathbf{a}_n, \dots, \mathbf{a}_N]^H \begin{bmatrix} \mathbf{w}_1 \\ \vdots \\ \mathbf{w}_n \\ \vdots \\ \mathbf{w}_N \end{bmatrix}$$

[67]

여기에서, $\mathbf{w}_n$ 은 n 번째 안테나에 해당하는 빔포밍 가중치를 의미한다. 도면에서 $\mathbf{a}_1 \mathbf{w}_1$ 내지 $\mathbf{a}_4 \mathbf{w}_4$ 는 각각 제1 내지 제4 안테나를 통하여 출력되는 신호를 의미하며, $\mathbf{a}^H \mathbf{w}$ 는 단위 패턴/편파 안테나로부터 공간으로 출력되는 신호를 의미한다.

[68]

도 16은 도 3 또는 9에 도시된 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성하는 방법과 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 16에 표현된 방법에 의하면 단위 패턴/편파 안테나를 포함하는 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성할 수 있다. 도 16을 참조하면, 복수의 빔포밍 가중치 세트들을 사용하여, 중첩의 원리(superposition)를 통해 다수 개의 빔을 형성할 수 있다. 이는 아래의 수학적 식 5와 같이 표현할 수 있다.

[69]

$$\mathbf{a}^H \mathbf{w} = \mathbf{a}^H (\mathbf{w}_1 + \dots + \mathbf{w}_k + \dots + \mathbf{w}_K)$$

$$= [\mathbf{a}_1, \dots, \mathbf{a}_n, \dots, \mathbf{a}_N]^H \left(\begin{bmatrix} \mathbf{w}_{1,1} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{1,n} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{1,N} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{w}_{k,1} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{k,n} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{k,N} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{w}_{K,1} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{K,n} \\ \vdots \\ \mathbf{w}_{K,N} \end{bmatrix} \right)$$

[70]

여기에서, $\mathbf{w}_k$ 는 k 번째 빔포밍 가중치 세트를 나타낸다. 또한 $\mathbf{w}_{k,n}$ 은 k 번째 빔포밍 가중치 세트 중에서 n 번째 안테나에 해당하는 빔포밍 가중치를 뜻한다.

[71]

도 15 및 16에는 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 모든 안테나들을 이용하여 빔을 형성한 예가 도시되어 있다. 그러나, 도면과 달리, 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들 중 일부의 안테나들을 이용하여 빔을 형성할 수도 있다. 이때, 일부의 안테나들은 채널 상황에 따라, 패턴/편파 안테나 특성에 따라 또는 통신 상대방의 특성을 고려하여 선택될 수 있다. 또한, 중첩의 원리를 이용하여 다수의 빔들을 형성할 때, 제1 빔은 복수의 안테나들 중에서 일부의 안테나(일례: 제1, 제2 및 제3 안테나들)를 이용하여 형성하고, 제2 빔은 복수의 안테나들 중에서 다른 일부의 안테나들(일례: 제1, 제3 및 제4 안테나들)을 이용하여

형성할 수 있다.

- [72] 도 17은 도 10 내지 14에 도시된 패턴/편파 안테나 장치들 중 어느 한 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성하는 방법과 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 17에 표현된 방법에 의하면 1차원 내지 3차원으로 배열된 패턴/편파 안테나 장치를 이용하여 다중 빔을 형성할 수 있다. 도 17을 참조하면, a_m^n 은 m번째 단위 패턴/편파 안테나에 배치된 복수의 안테나들 중에서 n번째 안테나를 통하여 전송하고자 하는 신호를 의미한다. v_n^m 은 a_m^n 의 빔포밍 가중치를 의미한다. M은 패턴/편파 안테나 장치에 포함된 단위 패턴/편파 안테나들의 개수를 의미하고, N은 단위 패턴/편파 안테나에 포함된 안테나들의 개수를 의미한다. 일례로, 복수의 단위 패턴/편파 안테나들에 속한 복수의 안테나들 중에서 서로 동일한 패턴/편파 특성을 가지는 안테나들(예: $a_1^1, \dots, a_m^1, \dots, a_M^1$)을 이용하여 빔을 형성할 수 있다. 이와 같이 빔을 형성하면 총 N개의 빔을 형성할 수 있다. N개의 빔은 아래의 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

[73]

$$B_1 = (a_1)^H v_1 = [a_1^1, \dots, a_1^m, \dots, a_1^M]^H \begin{bmatrix} v_1^1 \\ \vdots \\ v_1^m \\ \vdots \\ v_1^M \end{bmatrix}$$

$$B_n = (a_n)^H v_n = [a_n^1, \dots, a_n^m, \dots, a_n^M]^H \begin{bmatrix} v_n^1 \\ \vdots \\ v_n^m \\ \vdots \\ v_n^M \end{bmatrix}$$

$$B_N = (a_N)^H v_N = [a_N^1, \dots, a_N^m, \dots, a_N^M]^H \begin{bmatrix} v_N^1 \\ \vdots \\ v_N^m \\ \vdots \\ v_N^M \end{bmatrix}$$

- [74] 여기서, B_n 은 각 단위 패턴/편파 안테나에서 n번째 안테나를 사용하여 만든 빔을 뜻한다.

- [75] 도면에는 서로 동일한 패턴/편파 특성을 가지는 M개의 안테나들을 사용하여 빔을 형성하는 예가 도시되어 있다. 그러나, 도면과 달리 서로 동일한 패턴/편파 특성을 가지는 M개의 안테나들 중 일부의 안테나들을 이용하여 빔을 형성할

수도 있다. 또한, 도면과 달리 서로 동일한 패턴/편파 특성을 가지는 복수의 안테나들과 이들과 다른 패턴/편파 특성을 가지는 적어도 하나의 안테나를 이용하여 빔을 형성할 수도 있다. 또한, 도면에는 총 N개의 빔들이 형성된 예가 표현되어 있으나, 일부의 빔은 생략될 수도 있다. 도면에는 패턴/편파 안테나 장치에 포함된 복수의 단위 패턴/편파 안테나들이 서로 동일한 구조를 가지나, 도면과 달리 하나 이상의 단위 패턴/편파 안테나들은 다른 패턴/편파 안테나들과 다른 구조를 가질 수 있다.

[76]

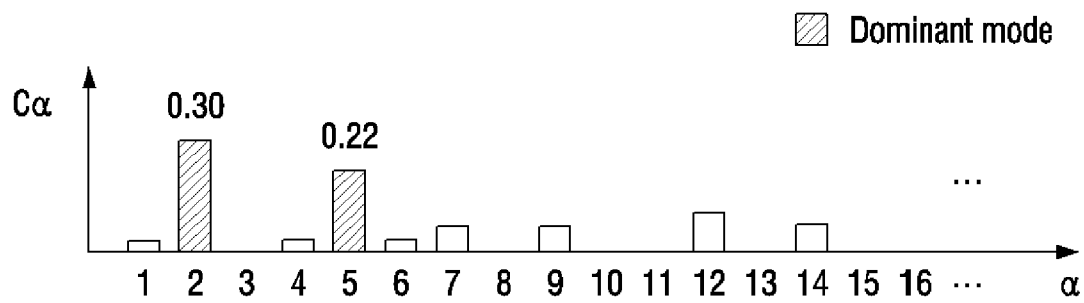
[77] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

청구범위

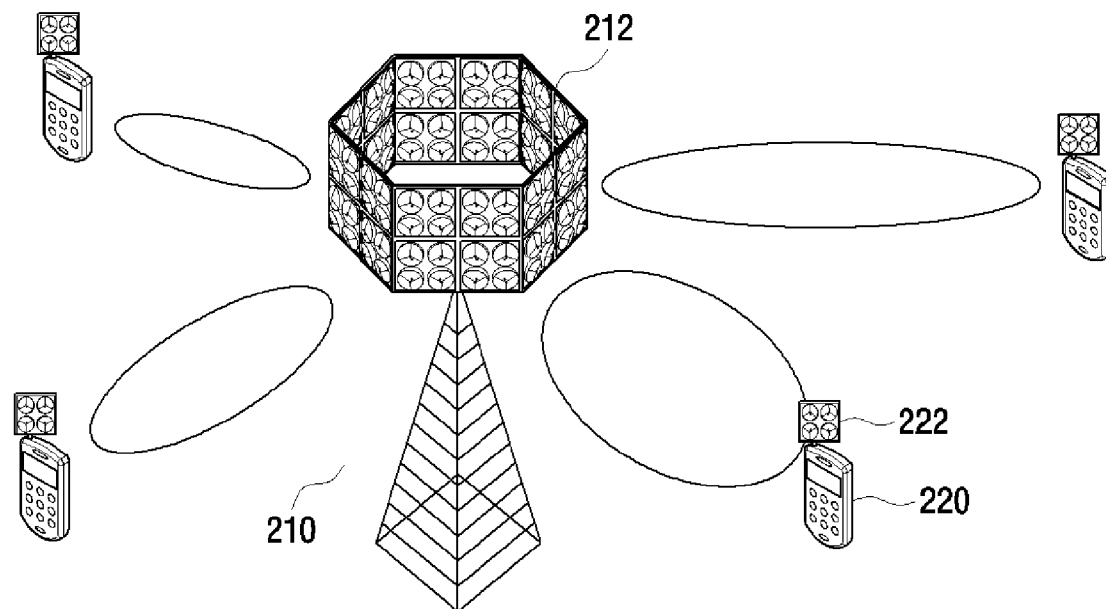
- [청구항 1] 1차원 또는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하며,
상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들은 반파장 간격으로 배치되며,
상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들 중 각 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 구비하며,
상기 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 상기 안테나들의 개수 이상인 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들의 대표 모드들은 모두 30 이하인 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 각 단위 패턴/편파 안테나는 복수의 영역들로 나뉘며, 상기 복수의 영역들은 서로 반파장 이상의 간격을 가지며, 상기 복수의 영역들 중 각 영역은 상기 안테나들 중에서 적어도 하나의 안테나를 가지는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 4] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들 각각은 1개의 주된 모드를 가지며, 상기 안테나들의 주된 모드들은 서로 다른 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 5] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들 각각은 2개의 주된 모드들을 가지며, 상기 안테나들로부터 구해질 수 있는 어떠한 안테나 쌍도 적어도 하나의 서로 다른 주된 모드를 가지는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 6] 제5 항에 있어서,
상기 안테나들은 복수의 지향성 안테나들을 포함하는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들 각각은 2개의 주된 모드들을 가지며, 상기 안테나들은 서로 동일한 주된 모드들을 가지나 서로 다른 위상을 가지는 적어도 하나의 안테나 쌍을 포함하는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 8] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들 각각은 2개의 주된 모드들을 가지며, 상기 안테나들은 주된 모드들의 계수들로 생성된 벡터들의 상관도가 0.7 이하인 안테나 쌍을 포함하는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 9] 제8 항에 있어서,

- 상기 안테나들은 복수의 지향성 안테나들을 포함하는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 10] 제1 항에 있어서,
상기 안테나들 각각은 3개 이상의 주된 모드들을 가지며, 상기 안테나들은 구형벡터파 모드의 계수들로 생성된 벡터들의 상관도가 0.7 이하인 안테나 쌍을 포함하는 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 11] 서로 다른 평면에 위치하는 복수의 평면 안테나들을 구비하며,
상기 복수의 평면 안테나들은 중 각 평면 안테나는 1차원 또는 2차원 배열 구조를 가지는 복수의 단위 패턴/편파 안테나들을 구비하며,
상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들 중 각 단위 패턴/편파 안테나는 3개 이상의 안테나들을 구비하며,
상기 안테나들의 주된 모드들의 합집합의 개수가 상기 안테나들의 개수 이상인 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 12] 제11 항에 있어서,
상기 안테나들의 대표 모드들은 모두 30 이하인 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 13] 제11 항에 있어서,
상기 복수의 단위 패턴/편파 안테나들은 반파장 간격으로 배치된 패턴/편파 안테나 장치.
- [청구항 14] 제11 항에 있어서,
상기 각 단위 패턴/편파 안테나는 복수의 영역들로 나뉘며, 상기 복수의 영역들은 서로 반파장 이상의 간격을 가지며, 상기 복수의 영역들 중 각 영역은 상기 안테나들 중에서 적어도 하나의 안테나를 가지는 패턴/편파 안테나 장치.

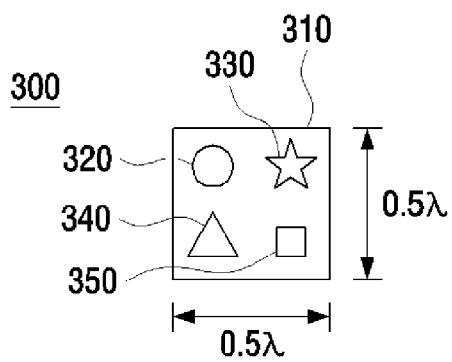
[Fig. 1]



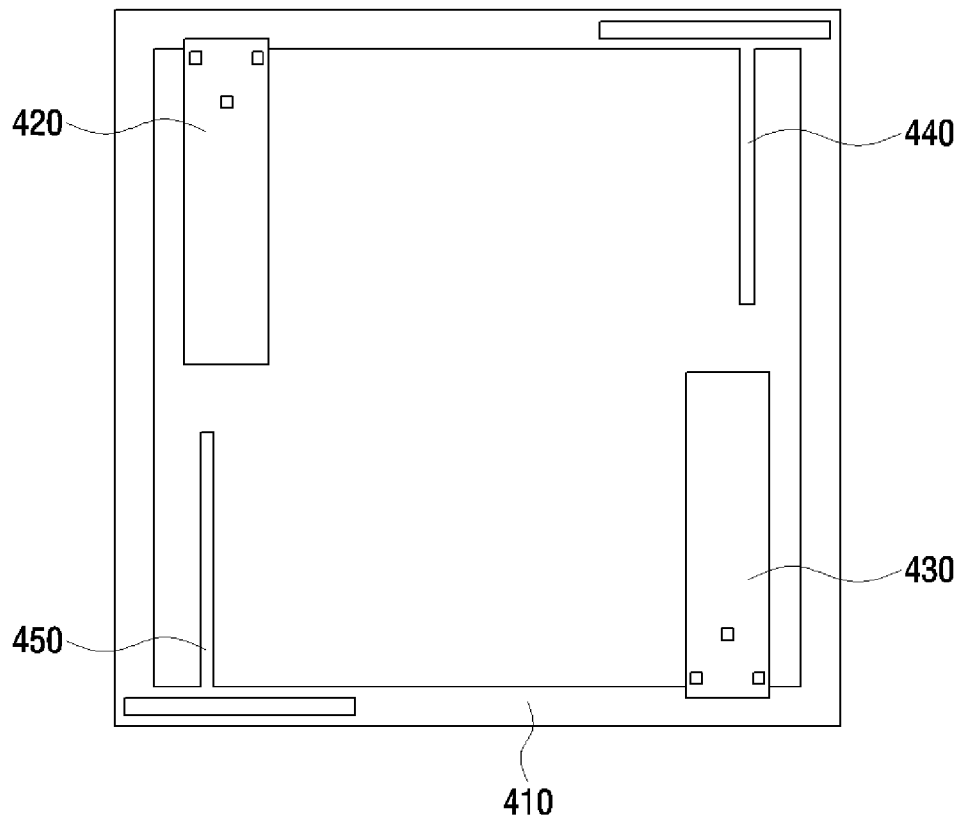
[Fig. 2]



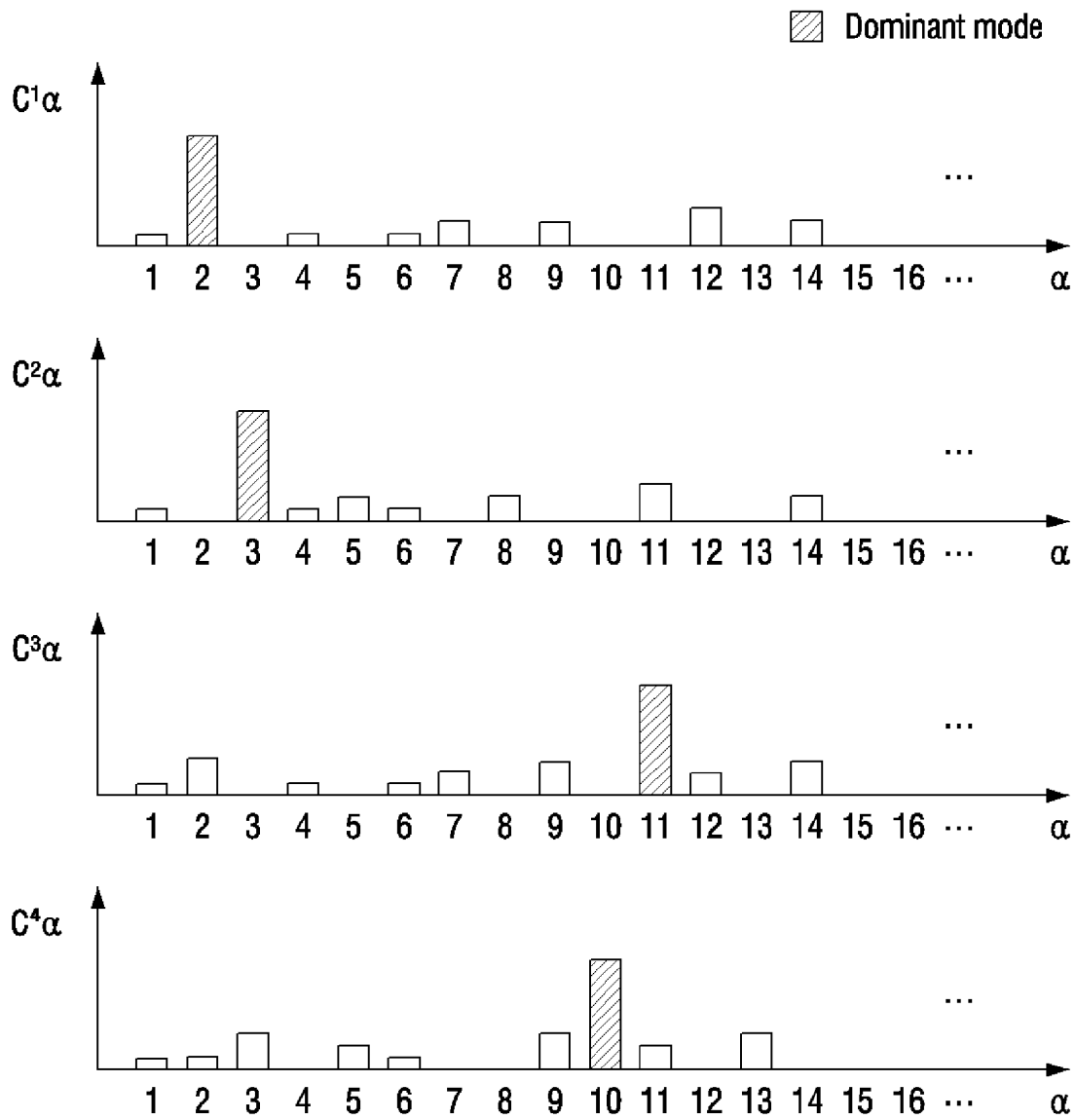
[Fig. 3]



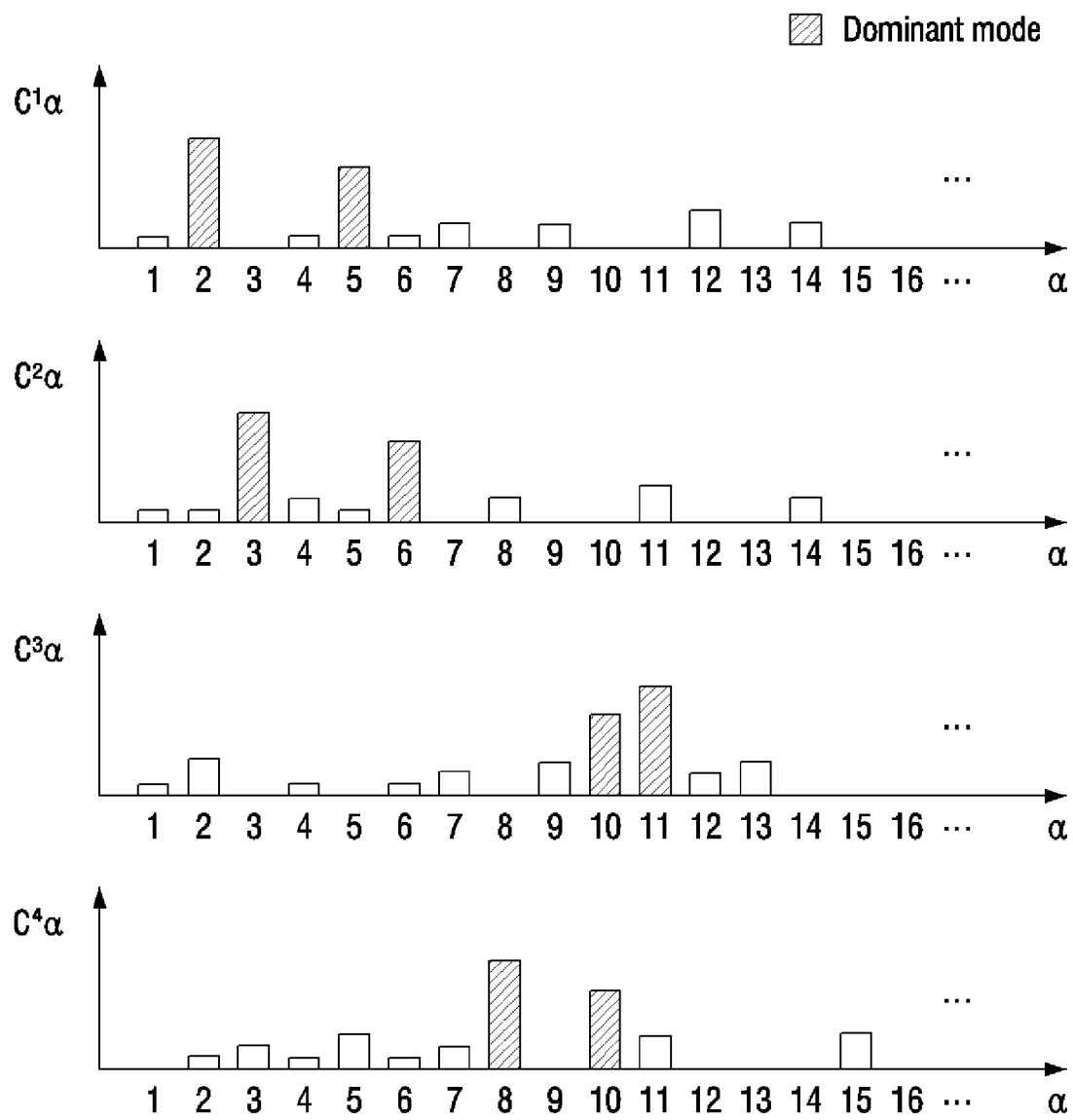
[Fig. 4]

400

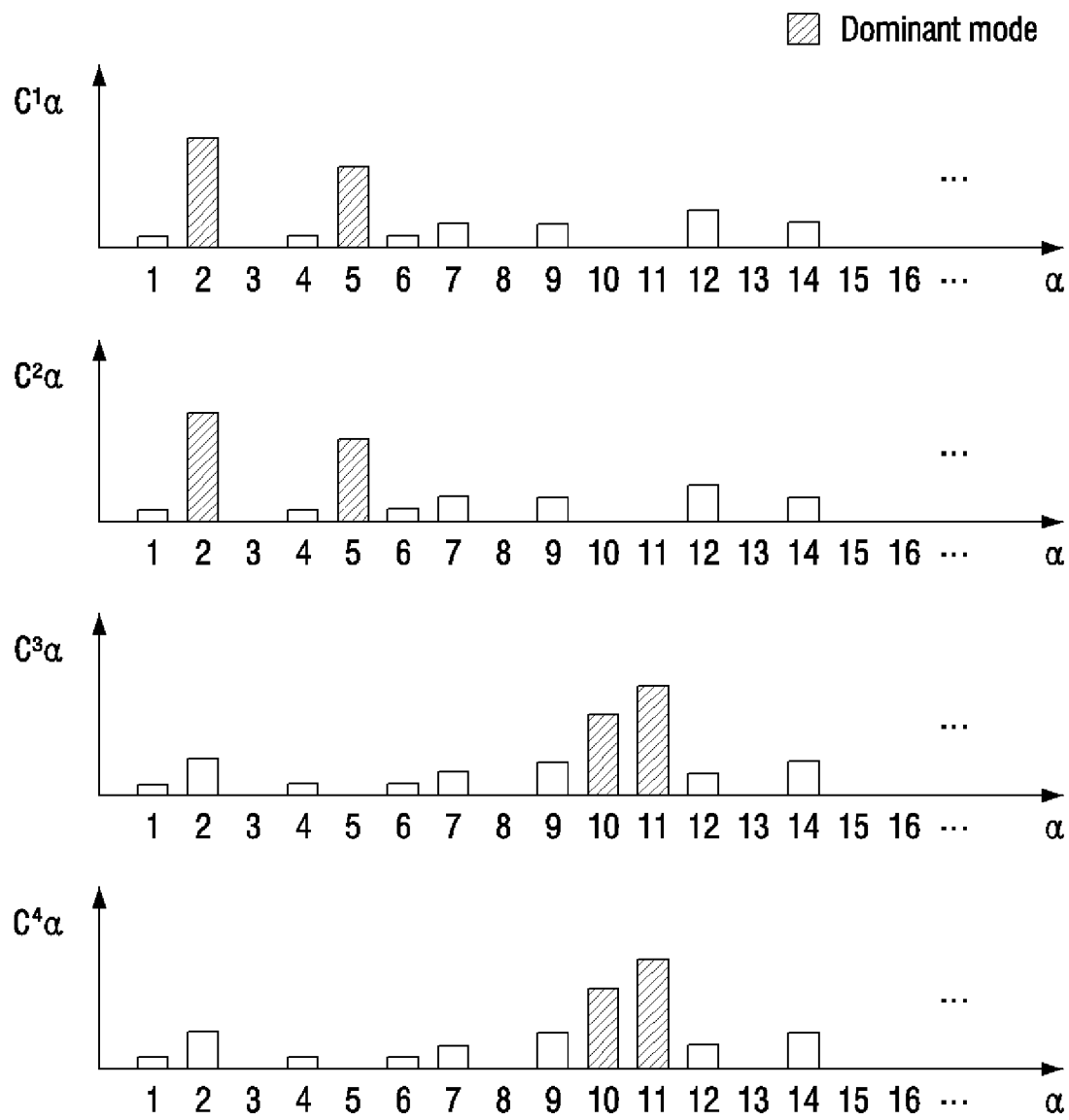
[Fig. 5]



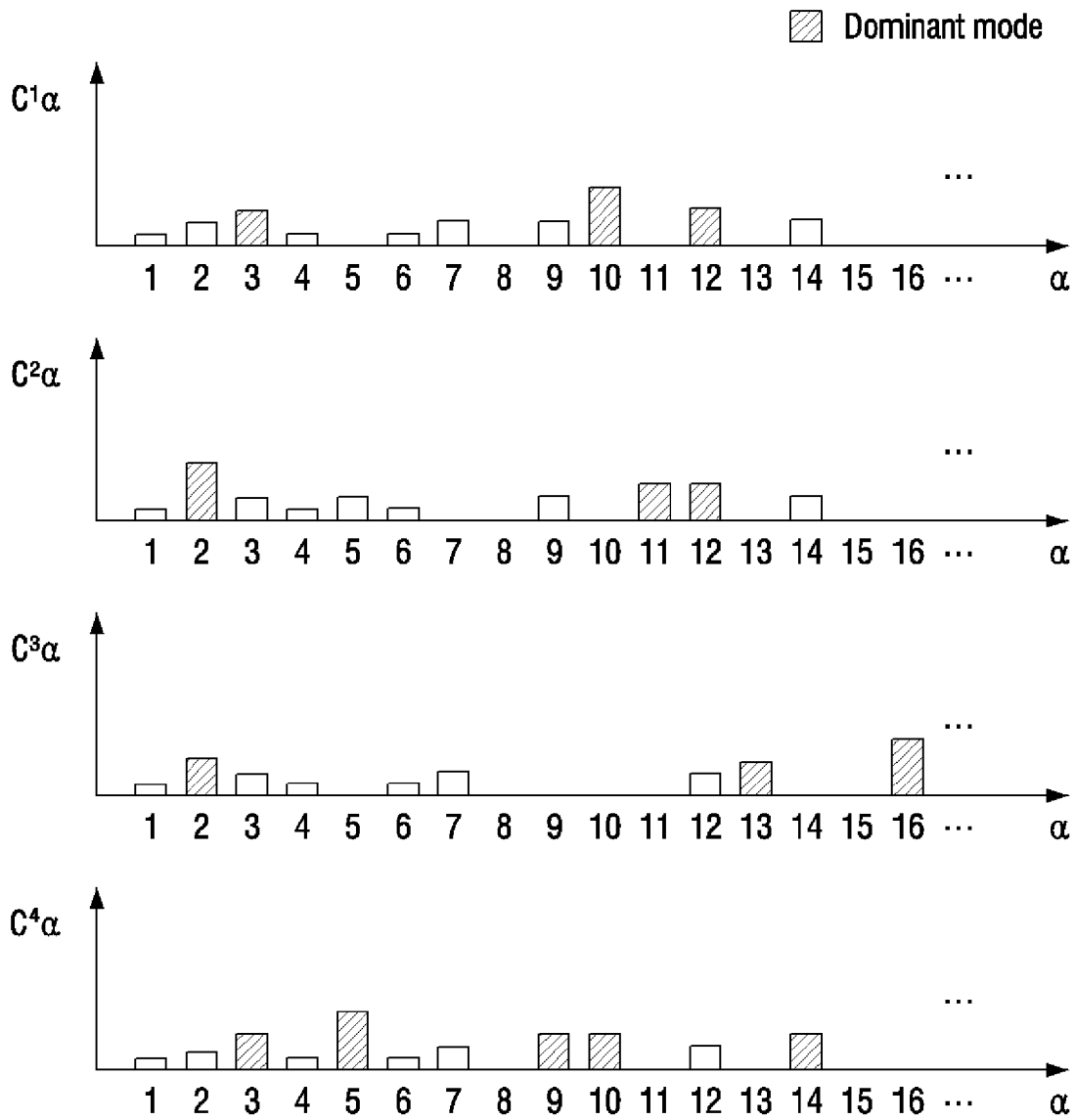
[Fig. 6]



[Fig. 7]

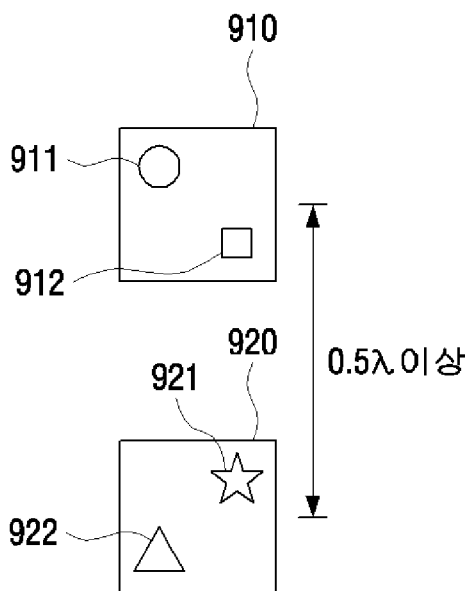


[Fig. 8]

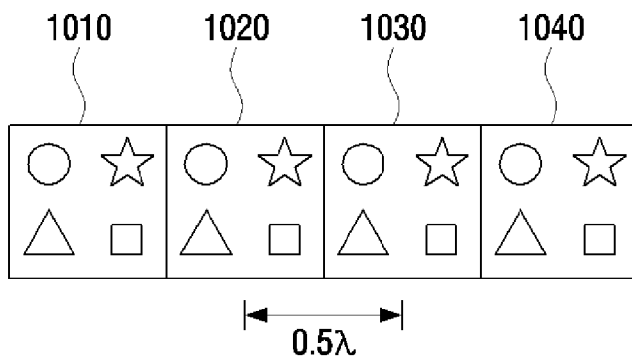


[Fig. 9]

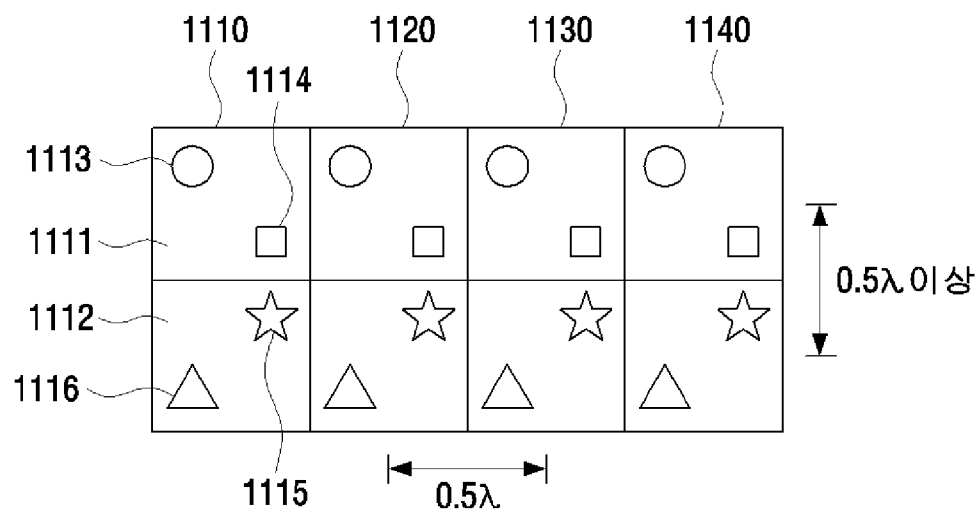
900



[Fig. 10]

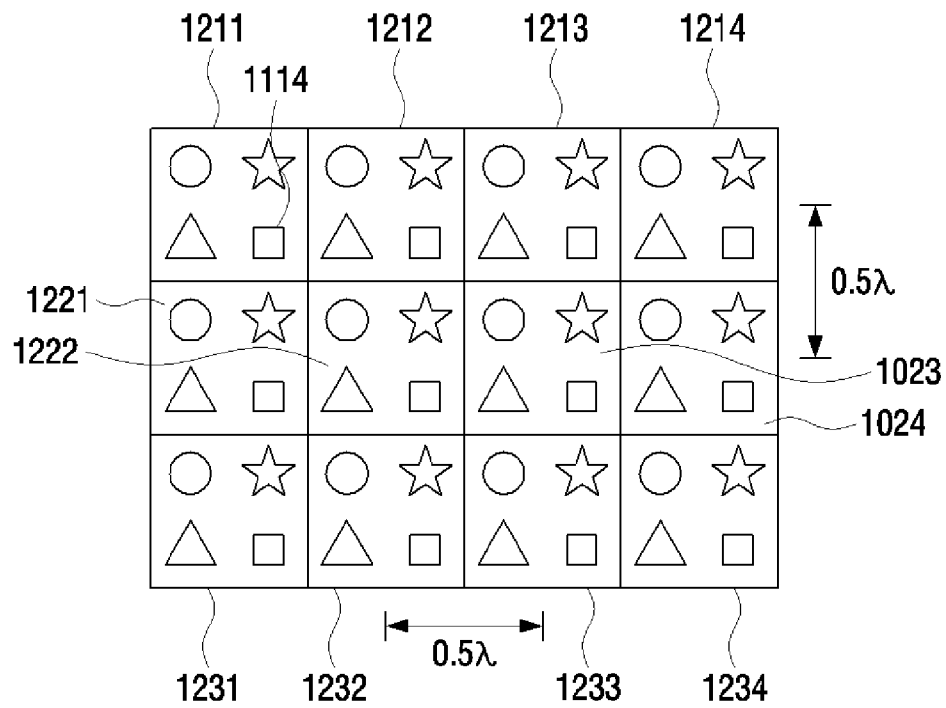
1000

[Fig. 11]

1100

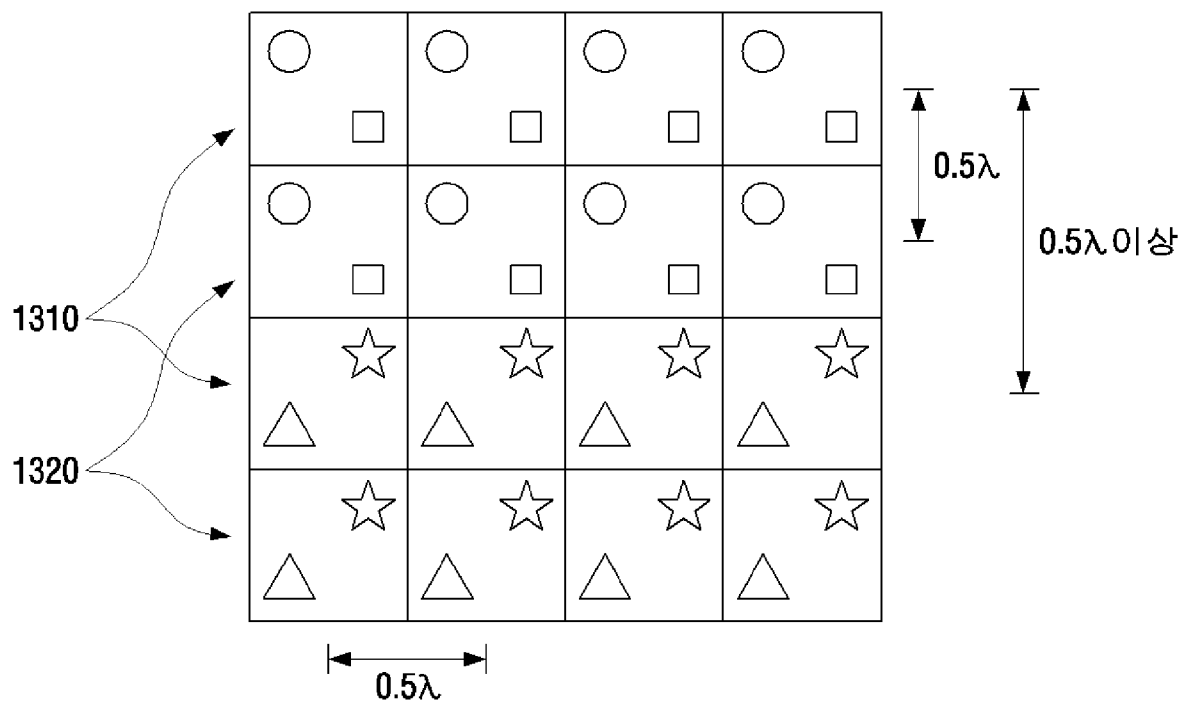
[Fig. 12]

1200

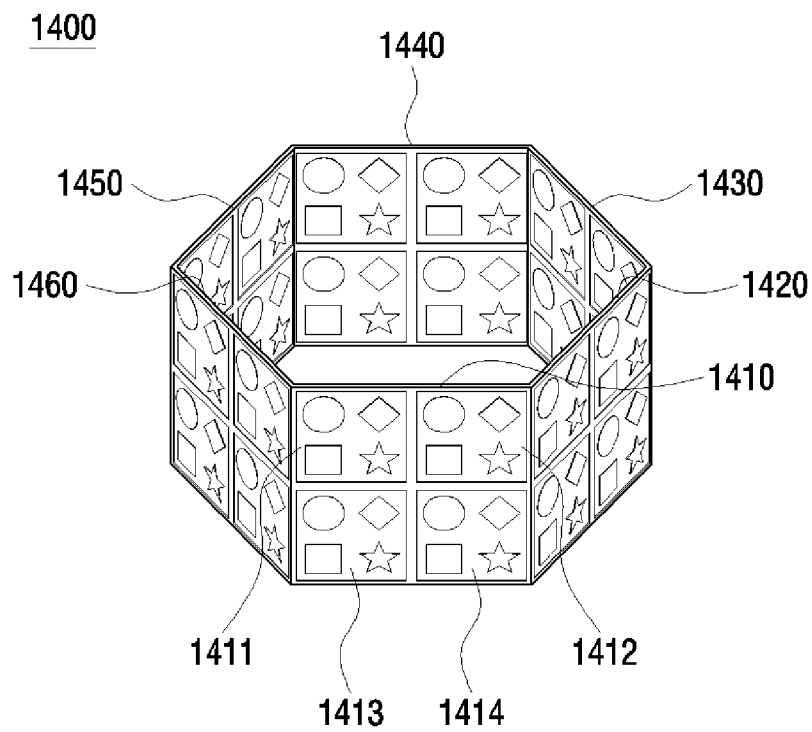


[Fig. 13]

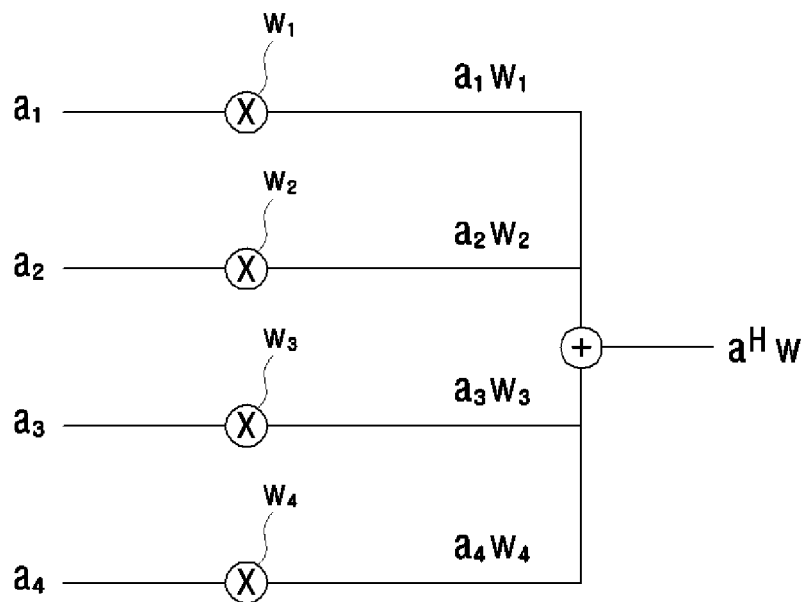
1300



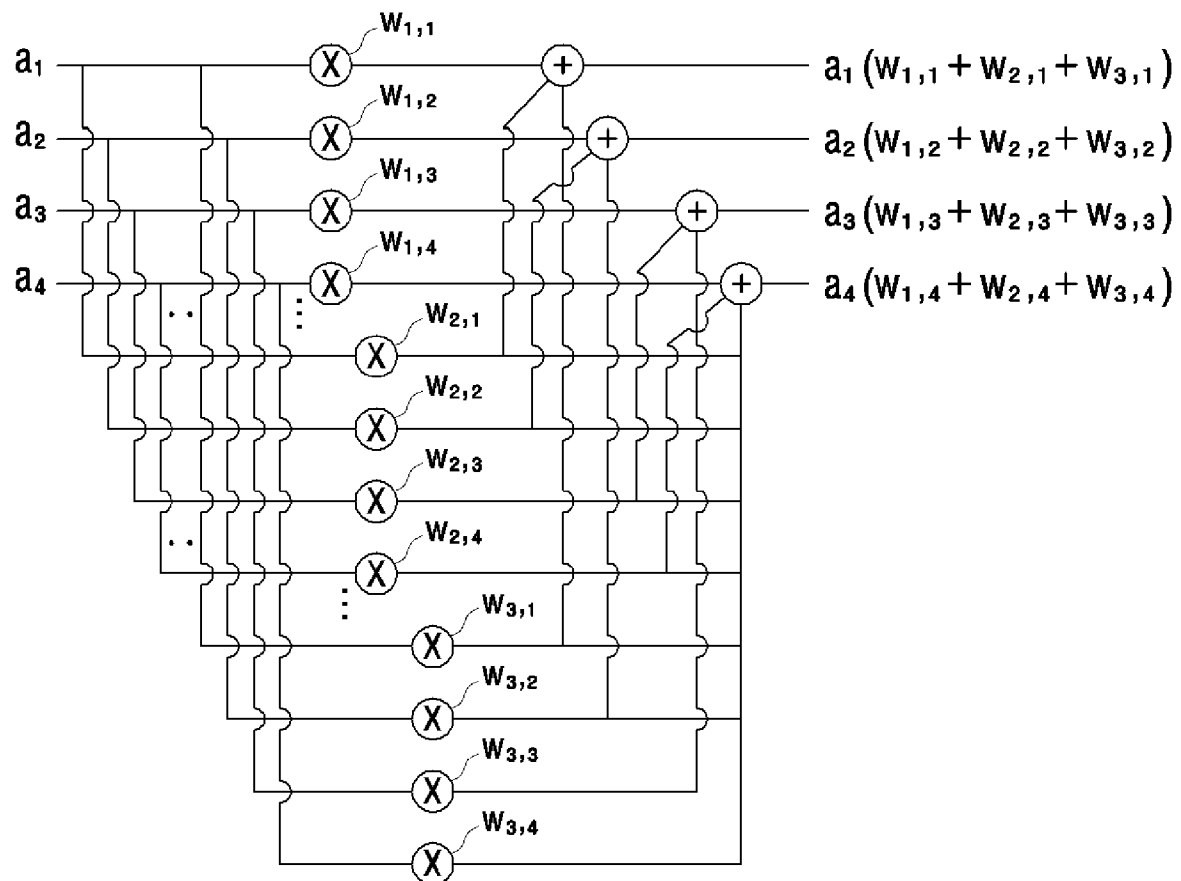
[Fig. 14]



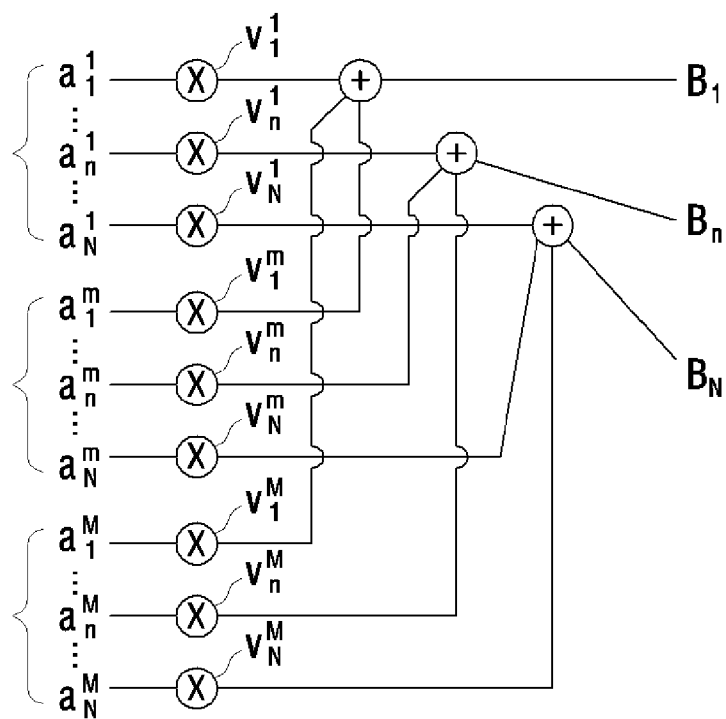
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/001694

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 21/06(2006.01)i, H01Q 15/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q 21/06; H01Q 21/28; H01Q 3/36; H01Q 21/24; H01Q 1/24; H04B 7/04; H01Q 3/26; H01Q 15/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: pattern, polarization, arrangement, antenna, mode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2014-0004858 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14 January 2014 See paragraphs [0040]-[0053], claim 1 and figures 4, 11.	1-14
A	KR 10-2013-0082353 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 19 July 2013 See paragraph [0040] and figures 4, 7.	1-14
A	KR 10-1346137 B1 (CHUNG-ANG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 31 December 2013 See claim 1 and figure 2.	1-14
A	KR 10-1554839 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 21 September 2015 See claim 1 and figures 1-2.	1-14
A	JP 06-326510 A (TOSHIBA CORP.) 25 November 1994 See claim 1 and figure 1.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 NOVEMBER 2016 (17.11.2016)

Date of mailing of the international search report

17 NOVEMBER 2016 (17.11.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/001694

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0004858 A	14/01/2014	KR 10-1401385 B1	30/05/2014
KR 10-2013-0082353 A	19/07/2013	KR 10-1348452 B1	16/01/2014
KR 10-1346137 B1	31/12/2013	NONE	
KR 10-1554839 B1	21/09/2015	US 2016-0219567 A1 WO 2016-117729 A1	28/07/2016 28/07/2016
JP 06-326510 A	25/11/1994	US 6184828 B1	06/02/2001

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01Q 21/06(2006.01)i, H01Q 15/24(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01Q 21/06; H01Q 21/28; H01Q 3/36; H01Q 21/24; H01Q 1/24; H04B 7/04; H01Q 3/26; H01Q 15/24

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 패턴, 편파, 배열, 안테나, 모드

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2014-0004858 A (한국과학기술원) 2014.01.14 단락 [0040]-[0053], 청구항 1 및 도면 4, 11 참조.	1-14
A	KR 10-2013-0082353 A (한국과학기술원) 2013.07.19 단락 [0040] 및 도면 4, 7 참조.	1-14
A	KR 10-1346137 B1 (중앙대학교 산학협력단) 2013.12.31 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-14
A	KR 10-1554839 B1 (한국과학기술원) 2015.09.21 청구항 1 및 도면 1-2 참조.	1-14
A	JP 06-326510 A (TOSHIBA CORP.) 1994.11.25 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 11월 17일 (17.11.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 11월 17일 (17.11.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

장기정

전화번호 +82-42-481-8364



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0004858 A	2014/01/14	KR 10-1401385 B1	2014/05/30
KR 10-2013-0082353 A	2013/07/19	KR 10-1348452 B1	2014/01/16
KR 10-1346137 B1	2013/12/31	없음	
KR 10-1554839 B1	2015/09/21	US 2016-0219567 A1 WO 2016-117729 A1	2016/07/28 2016/07/28
JP 06-326510 A	1994/11/25	US 6184828 B1	2001/02/06