



- (51) 국제특허분류:
H01Q 19/04 (2006.01) H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008011
- (22) 국제출원일: 2015년 7월 30일 (30.07.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0101208 2014년 8월 6일 (06.08.2014) KR
- (71) 출원인: 울산대학교 산학협력단 (UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION) [KR/KR]; 680-749 울산시 남구 대학로 93, Ulsan (KR).
- (72) 발명자: 유형석 (YOO, Hyung Suk); 680-796 울산시 남구 신선로 45, 103 동 2002 호 (야음동, 롯데 캐슬 아파트), Ulsan (KR).
- (74) 대리인: 김중선 (KIM, Jong-Sun); 135-936 서울시 강남구 역삼로 3길 11, 12층 (역삼동, 광성빌딩), 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.

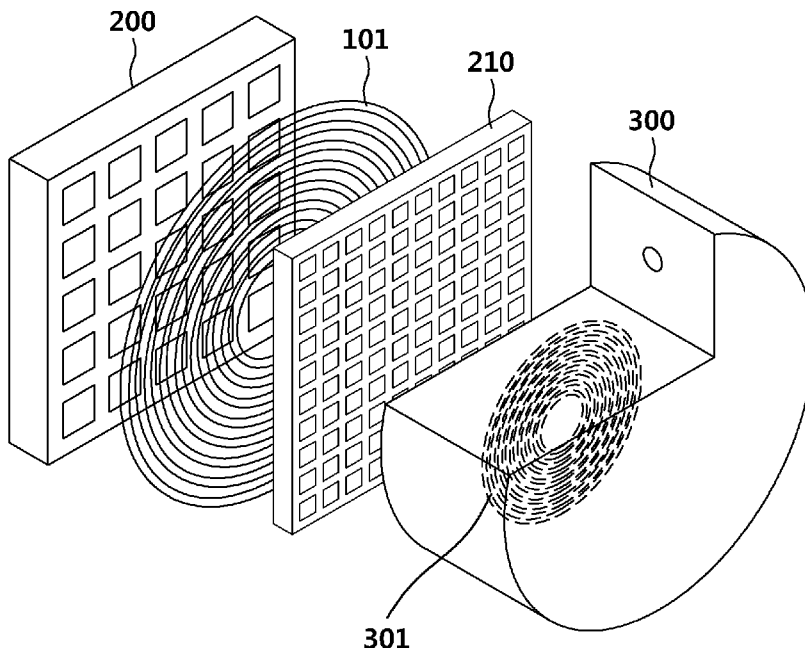
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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: YAGI ANTENNA AND WIRELESS POWER TRANSMISSION APPARATUS COMPRISING SAME

(54) 발명의 명칭: 야기안테나 및 이를 포함하는 무선전력전송장치



(57) Abstract: The present invention relates to a Yagi antenna and a wireless power transmission apparatus comprising the same. The Yagi antenna comprises a wireless power transmission coil and first and second slabs made from metamaterial having a CHDR structure in which cube-shaped resonators are arranged at a regular interval. The first slab is located at the rear side of a power transmission coil and serves as a reflector to reflect an electromagnetic wave occurring at the power transmission coil, and the second slab is located between the power transmission coil and a power receiving coil and serves as a super lens to focus an electromagnetic wave occurring at the power transmission coil. The wireless power transmission apparatus improves efficiency of wireless power delivered to the power receiving coil using the Yagi antenna.

(57) 요약서: 본 발명은 야기안테나 및 이를 포함하는 무선전력전송장치에 관한 것으로, 상기 야기안테나는 큐브모양의 공진기를 일정간격으로 배열한 CHDR 구조를 가지는 메타물질로 이루어진 제 1 슬래브와 제 2 슬래브 및 무선전력전송코일을

포함한다. 상기 제 1 슬래브는 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사하는 리플렉터의 역할을 하고, 상기 제 2 슬래브는 전력송신코일과 전력수신코일 사이에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 집중하는 슈퍼렌즈의 역할을 한다. 상기 무선전력전송장치는 상기 야기 안테나를 이용하여 전력수신코일로 전달되는 무선전력의 효율을 높이는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 야기안테나 및 이를 포함하는 무선전력전송장치 기술분야

- [1] 본 발명은 무선으로 전력을 전송하기 위한 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 메타물질(Metamaterial)로 이루어진 슬래브(Slab)를 이용한 야기안테나(Yagi-Uda antenna)를 무선전력전송기술에 적용하여 전력의 전송효율을 향상시킨 야기안테나 및 이를 포함하는 무선전력전송장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래 대부분의 휴대전자기기들은 가동을 위한 전력을 배터리에 의해서 공급받고 있다. 하지만 휴대전자기기가 배터리를 장착함으로써 기기의 부피와 무게가 증가하고, 배터리의 제한된 전원공급으로 인한 재충전 등 사용자의 불편함을 증가시킨다.
- [3] 이를 개선하기 위한 기술이 바로 무선전력전송방식이다. 무선전력전송방식은 전기에너지를 공급하는 전력송신장치와 공급되는 전기에너지를 수신하여 배터리를 충전하는 전력수신장치로 구성되어 있다.
- [4] 이러한 무선전력전송기술에서 가장 많이 사용되는 기술로 유도결합방법(Inductive Coupling)이 있다. 유도결합방법은 송신측과 수신측에 형성된 전기신호가 코일을 통해 무선으로 전달되기 때문에 사용자는 휴대용 기기와 같은 전자기기를 손쉽게 충전할 수 있다. 최근 무선전력전송기술은 높은 Q 값(Q-factor)을 가지는 유도결합 공진코일(Inductively coupled resonant coil) 쌍을 이용하여 적절한 전파 범위를 넘는 고효율의 무선전력전송기술이 개발되었다.
- [5] 공명결합방법(Resonant Coupling)은 LC 공진기로 이루어진 수신코일과 송신코일을 이용하는 방법이다. 이때, 수신코일과 송신코일은 모두 동일하거나 유사한 공진주파수를 가지도록 조절된다. 공진현상을 통하여, 무선전력전송기술은 송신코일과 수신코일이 작은 결합상수를 갖거나 또는 송신코일과 수신코일이 서로 멀리 떨어져 있더라도 전력을 전송할 수 있다.
- [6] 하지만, 무선전력전송방식은 다른 전력제공방식에 비하여 전송효율이 높지 않고, 여러 환경요인에 의하여 전송효율이 결정되는 문제점이 있다. 따라서 무선전력전송장치의 전력전송효율을 높이기 위한 개선된 전력송신 및 수신장치가 제공될 필요성이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 따라서 본 발명은 메타물질로 이루어진 슬래브를 리플렉터 또는 슈퍼렌즈로 적용한 무선전력전송장치용 야기안테나를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

- [8] 또한, 본 발명은 상기 야기안테나를 이용하여 송신코일에서 전송되는 전자기파를 반사 또는 집속함으로써 수신코일로 전달되는 무선전력의 효율을 높이는 것을 기술적 과제로 한다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 야기안테나는 전자기파를 형성하는 전력송신코일, 상기 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사하는 CHDR(Cubic high dielectric resonator, 이하 CHDR)구조를 가지는 메타물질로 이루어진 제 1 슬래브, 상기 전력송신코일의 전면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파 및 상기 제 1 슬래브에 의하여 반사되는 전자기파를 집속하는 CHDR 구조를 가지는 메타물질로 이루어진 제 2 슬래브를 포함한다.
- [10] 상기 제 1 슬래브의 CHDR 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm 형태의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [11] 상기 제 2 슬래브의 CHDR 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm 형태의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [12] 본 발명의 무선전력전송장치는 전력송신코일을 포함하는 무선전력송신장치, 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사 또는 집속하는 CHDR 구조를 가지는 메타물질로 이루어진 슬래브 및 상기 전자기파를 수신하는 전력수신코일을 포함하는 무선전력수신장치를 포함한다.
- [13] 상기 슬래브는 상기 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사하는 것을 특징으로 한다.
- [14] 상기 CHDR 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm 형태의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [15] 상기 슬래브는 상기 전력송신코일과 상기 전력수신코일의 사이에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 집속하는 것을 특징으로 한다.
- [16] 상기 CHDR 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm 형태의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [17] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 야기안테나 및 이를 포함하는 무선전력전송장치에 의하면, 야기안테나에 적용되는 메타물질 슬래브를 이용하여 송신코일로부터 전송되는 전자기파를 반사 또는 집속시켜 수신코일로 전달되는 무선전력 전송효율을 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 본 발명의 실시예들에 적용되는 메타물질로 이루어진 슬래브의 구조도,
- [19] 도 2(a)는 본 발명의 메타물질로 이루어진 슬래브에서 형성되는 전기장에 관한 도면,
- [20] 도 2(b)는 본 발명의 메타물질로 이루어진 슬래브에서 형성되는 자기장에 관한 도면,
- [21] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도,
- [22] 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도,
- [23] 도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도 및
- [24] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력전송효율에 관한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [25] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [26] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [27]
- [28] 도 1은 본 발명의 실시예들에 적용되는 메타물질로 이루어진 슬래브의 구조도이다.
- [29] 먼저, 본 발명에서 메타물질로 이루어진 슬래브(200, 210)는 무선전력송신장치(100)의 전력송신코일(101)의 후면에 위치하여 전력송신코일(101)에서 발생하는 전자기파를 반사하는 리플렉터(Reflector)로서 활용되거나 무선전력송신장치(100)의 전력송신코일(101)과 무선전력수신장치(300)의 전력수신코일(301)의 사이에 위치하여 전력송신코일(101)에서 발생하는 전자기파를 집속하는 슈퍼렌즈(Superlens)로 활용된다.
- [30] 종래의 메타물질구조는 금속레이어로 구성된다. 따라서 대부분의 메타물질구조는 등방성의 전자기적 응답(Anisotropic electromagnetic responses)과 전도성의 손실(Conductive losses)을 보인다. 메타물질은 그 목적에 비추어보았을 때 그 크기가 작아야하고, 손실이 적어야 하며, 쉽게 제조가 가능한 등방성의 메타물질 구조를 가지고 있어야 한다. 본 발명에서의 메타물질 구조는 CHDR구조로 낮은 유전율을 가지는 기판에 유전율이 매우 높은 큐브모양의 공진기를 격자모양으로 배열하였다. 상기 CHDR구조는 특정주파수 대역에서 메타물질의 특성을 유지한다. 또한 상기 CHDR구조는 큐브의 크기를 조절하여 격자상수(Lattice constant) 또는 유전상수(Dielectric constant)를 변경함으로써, 상기 특성을 나타내는 특정주파수 대역을 조절할 수 있다.
- [31]

- [32] 도 2(a)와 도 2(b)는 본 발명의 메타물질로 이루어진 슬래브에서 형성되는 전지장과 자기장에 관한 도면이다.
- [33] 상기 CHDR구조를 가지는 메타물질 슬래브(200)에서는 공명현상에 의하여 상기 큐브 내부에서 강한 변위 전류(Displacement Current)가 생성되고, 상기 변위 전류에 의하여 자기쌍극자(Magnetic dipole)가 유도된다는 것을 알 수 있다.
- [34] 그러므로, 상기 자기 쌍극자와 격자무늬로 배열된 큐브의 조합에 의하여 CHDR구조로 이루어진 슬래브(200)에서 음의 굴절특성(Negative refractive index characteristic)이 기대될 수 있다.
- [35]
- [36] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도이다.
- [37] 제 1 실시예에서 CHDR 구조를 가지는 메타물질 슬래브(200)를 리플렉터(Reflector)로 활용한다. 리플렉터로서 활용되는 메타물질 슬래브(200)를 제 1 슬래브라 한다. 제 1 슬래브(200)는 무선전력송신장치(100)의 전력송신코일(101)의 후면에 위치하여 전력송신코일(101)에서 발생하는 전자기파를 반사한다. 상기 반사된 전자기파와 전력송신코일(101)에서 발생하는 전자기파가 무선전력수신장치(300)의 전력수신코일(301)에 전달되어, 무선전력전송효율이 상승한다.
- [38] 도 3에서 상기 리플렉터로서 사용되는 제 1 슬래브(200)는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 기판에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있다.
- [39] 상기 큐브의 유전상수(Dielectric constant, ϵ_r)는 20000 이고, 상기 기판의 유전상수(ϵ_r)는 4이다.
- [40]
- [41] 도4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도이다.
- [42] 제 2 실시예에서 CHDR 구조를 가지는 메타물질 슬래브(210)는 슈퍼렌즈(Superlens)로 활용한다. 슈퍼렌즈로서 활용되는 메타물질 슬래브(210)를 제 2 슬래브라 한다. 제 2 슬래브(210)는 무선전력송신장치(100)의 전력송신코일(101)과 무선전력수신장치(300)의 전력수신코일(301)의 사이에 위치하여 전력송신코일(101)에서 발생하는 전자기파를 집속하여 무선전력수신장치(300)의 전력수신코일로(301) 전달한다.
- [43] 본 발명의 제 2 실시예에서 상기 슈퍼렌즈로서 활용되는 제 2 슬래브(210)는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 기판에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있다.
- [44] 여기서, 상기 큐브의 유전상수(ϵ_r)는 85000이고, 상기 기판의 유전상수(ϵ_r)는 4이다.

[45]

[46] 도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 무선전력전송장치의 배치도이다.

[47] 제 3 실시예에서의 메타물질 슬래브(200, 210)는 상기 리플렉터와 상기 슈퍼렌즈 배치의 조합으로 구성된다. 제 1 슬래브(200)와 제 2 슬래브(210)의 구조는 제 1 실시예와 제 2 실시예에 설명한 것과 같은 구조를 가지므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[48] 제 3 실시예와 같은 배치는 야기안테나(Yagi-Uda Antenna)의 원리를 응용한 방법으로, CHDR 구조를 가지는 제 1 슬래브(200)와 제 2 슬래브(210)를 리플렉터와 슈퍼렌즈로 활용함으로써 전력수신코일(301)로 전송되는 무선전력의 효율을 향상시키는 방법이다.

[49]

[50] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력전송효율에 관한 그래프이다.

[51] 도 6에 대하여 살펴보기에 앞서, 본 발명의 시뮬레이션에 대하여 설명한다. 본 시뮬레이션은 본 발명의 무선전력전송장치를 탑재한 심장조율기(Pacemaker, PM)를 가정하여 Remcom사의 XFDTD 프로그램을 사용하여 모델링되었다. 주파수 대역으로는 ISM(433 MHz ~ 915 MHz)대역과 MICS(402 MHz ~ 403 MHz)대역의 두가지 표준 주파수대역이 고려되었다.

[52] 먼저, 본 발명의 전력송신코일(101)과 전력수신코일(301)은 평평한 나선형태(Spiral)를 가지고 있고, 특정주파수에서 서로 공명 결합되기 위하여 조절된다. 본 시뮬레이션의 상기 심장조율기는 지름이 3cm이고 높이가 1cm이다. 상기 심장조율기의 외부는 티타늄으로 제작되었고, 지방조직(유전상수

 ϵ_r =2.5, 도전율 $\sigma = 0.035 \text{ S/m}$)아래에 위치한다. 생물학적으로, 상기 지방조직은

인체의 피부표면으로부터 0.5cm 떨어져있다. 그러므로, 본 시뮬레이션에서 상기 심장조율기의 전력송신코일(101)과 전력수신코일(301) 사이의 거리가 최소 0.5cm이상이다.

[53] 심장조율기에서 전력수신코일(301)의 크기와 위치는 무선전력전송효율에 매우 큰 영향을 미친다. 지름이 3cm인 상기 심장조율기에서 전력수신코일(301)의 최대허용지름은 2cm이다.

[54] [Table 1]

Frequency (MHz)	Distance (cm)	Receiver Position	Efficiency (%)
MICS Band (~400 MHz)	0.5	On the surface of the PM can	20
		Inside the PM can	14
	1	On the surface of the PM can	13
		Inside the PM can	6.8

- [55] 표 1은 전력송신코일(101)과 전력수신코일(301) 사이의 거리와 전력수신코일(301)의 위치에 따른 전력전송효율에 관하여 나타내는 표이다. 표 1에서 나타나듯이 전력수신코일(301)에 전달되는 무선전력전송효율이 상기 심장조율기의 외부를 감싸고 있는 티타늄에 의하여 전력수신코일(301)이 상기 심장조율기의 내부에 위치하는 것보다 외부에 위치하는 것이 효율적임을 알 수 있다.
- [56] 또한, 무선전력전송효율이 전력송신코일(101)과 전력수신코일(301)의 거리가 증가할수록 급격하게 감소한다는 것을 나타낸다.
- [57] 그러므로 상기 심장조율기에서 전력송신코일(101)과 전력수신코일(301)의 적정거리는 0.5cm이고, 전력송신코일(101)은 피부의 표면에 위치하여야 한다.
- [58] 전력송신코일(101)의 크기는 가능한 소형으로 유지해야하는 무선전력전송장치에서 최대 가능 효율을 얻기 위한 결정적인 역할을 한다. 만약 전력송신코일(101)의 크기가 너무 작으면 축의 이도에 따라 자장의 세기가 급격하게 떨어지고, 만약 지름이 너무 크면 무선전력전송장치가 더 이상 소형이 아니게 된다.
- [59] 이러한 사실을 고려하여 본 발명에서의 전력송신코일(101)의 최대지름은 4cm로 한정하였다.
- [60] 무선전력전송장치의 효율을 결정하는데 가장 중요한 요소는 공진기의 Q값(Q-factor)과 상호간의 결합 강도이다. 두 공진기간의 강한 결합은 상호간의 에너지 교환비율을 증가시키고, 이로 인하여 전력전송효율이 증가한다. 비록 높은 Q값을 가지는 공진기를 이용한 무선전력전송장치가 높은 전력전송효율을 나타내지만, 실제 기술분야에서는 코일이 주변환경에 민감한 경향을 나타내고, 동적제어(Dynamic control)가 실행되기 어렵다는 점 때문에 선폭도가 떨어진다.
- [61] 그러므로 결합상수(Coupling Coefficient)를 증가시켜 최대 전력전송효율을 높일 수 있는 방법을 고려한다.

[62] 결합상수를 수학식으로 표현하면 하기 수학식 1과 같다.

[63](수학식 1)

$$K = \frac{M_{12}}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

[64]

[65] 여기서, K는 결합상수, L_1 은 송신코일의 인덕턴스(Inductance) 값, L_2 는 수신코일의 인덕턴스 값, M_{12} 는 L_1 과 L_2 사이의 상호 인덕턴스 값이다.

[66] 상기 수학식 1은 결합상수가 이상적인 원형 코일에서 권선수의 증가에 따라 크게 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있고, 분자와 분모의 수가 거의 같은 비율로 증가한다는 것을 알 수 있다. 그러나, 결과를 살펴보면 결합상수가 코일의 내부 반지름과 외부 반지름의 비율($R = R_{int}/R_{ext}$)이 거의 0.4에 가까울 때, 특정한 권선수에서 최대값을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

[67]

[68] [Table 2]

$R = \frac{R_{int}}{R_{ext}}$	Efficiency (%)	
	~403MHz	~900 MHz
0.1	20.5	15.4
0.2	22.6	17.1
0.3	15.3	14.1
0.4	12.9	22.3
0.5	35.4	16.1
0.6	31.5	15
0.7	11.5	12.9
0.8	9.6	10.3

[69] 표 2는 이러한 결과에 기초하여, 다양한 R값에 대하여 각 주파수 대역별 무선전력전송효율을 나타낸다. MICS대역에서는 $R = 0.5$ 일 때, 35.4%로 전송효율이 가장 높은 것으로 나타났고, ISM대역에서는 $R = 0.4$ 일 때, 22.3%로 전송효율이 가장 높은 것으로 나타났다. 두 코일의 전기장 분포에 대한 정밀검사결과, ISM대역에서는 전력수신코일(301)에서 몇몇의 데드존이 나타나는 것을 확인하였다. 이것은 높은 주파수가 기생효과에 보다 민감하고, 조직에 대한 흡수율이 높고, 손실이 높기 때문이다.

[70] 그러므로, MICS 대역이 ISM 대역보다 더 나은 효율을 보여준다.

[71] 통상적인 심장조율기는 8W의 전력을 필요로 한다. 본 발명에서는 1V의 전압을 공급하여 2cm의 지름을 가지는 전력수신코일(301)과 50의 저항과 연결된 수신기에 0.23mW의 전력을 생성하였다. 따라서 수신한 전력은 대부분의 심장조율기의 요구전력을 만족시킬 수 있다. 표 3은 본 발명의 최적의 효율을 가지는 시뮬레이션 환경 값을 나타낸 표이다.

[72]

[73] [Table 3]

Band	Diameter (cm)		Position		Maximum efficiency
			T _x	R _x	
	T _x	R _x	On Skin	On PM Can	~ 35.4 %
MICS	4	2			

[74]

[75] 도 6에서 (a)는 슬래브(200, 210)를 적용하지 않은 무선전력전송장치의 효율, (b)는 제 1 슬래브(200)를 활용하였을 경우 무선전력전송장치의 효율, (c)는 제 2 슬래브(210)를 활용하였을 경우 무선전력전송장치의 효율, (d)는 제 1 슬래브(200)와 제 2 슬래브(210)를 모두 활용하였을 경우 무선전력전송장치의 효율을 나타낸다.

[76] 슬래브(200, 210)를 적용하지 않을 경우(a), 무선전력전송효율 최대치는 약 35%정도로 나타났다. 이에 비하여, 제 1 슬래브(200)를 활용하였을 경우의 무선전력전송효율 최대치는 약 43%로 (a)의 경우보다 약 23%의 향상되는 결과를 보여준다.

[77] (c)의 경우에는 무선전력전송효율 최대치는 약 57%로 나타났고, (d)의 경우에는 무선전력전송효율 최대치는 약 68%로, (a)의 경우보다 거의 2배의 효율을 나타내는 것으로 나타났다.

[78] 또한, 슬래브(200, 210)를 적용하는 경우, 무선전력전송효율의 최대치가 점점 400MHz의 영역으로 가까워지는 것을 알 수 있다.

[79]

[80] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

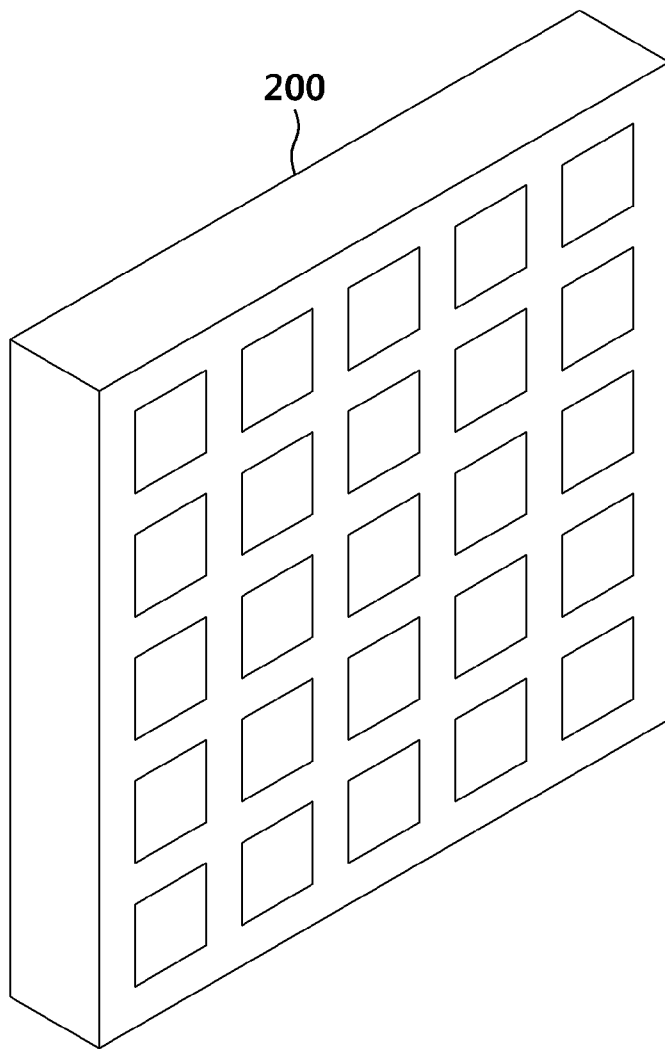
[81]

청구범위

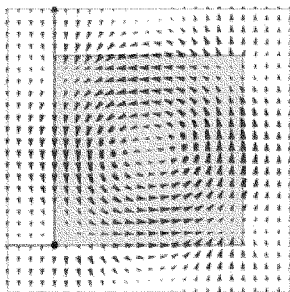
- [청구항 1] 전자기파를 발생시키는 전력송신코일;
상기 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사하는 격자모양으로 이루어진 제 1 슬래브; 및
상기 전력송신코일의 전면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파 및 상기 제 1 슬래브에 의하여 반사되는 전자기파를 집속하여 공중에 송신하는 격자모양으로 이루어진 제 2 슬래브;를 포함하는 야기안테나.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 슬래브와 제 2 슬래브는 **CHDR** 구조를 가지는 메타물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 야기안테나.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 제 1 슬래브의 **CHDR** 구조는,
가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm 형태의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 야기안테나.
- [청구항 4] 제 2항에 있어서,
상기 제 2 슬래브의 **CHDR** 구조는,
가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm 형태의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 야기안테나.
- [청구항 5] 전력송신코일을 포함하는 무선전력송신장치;
상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 반사 또는 집속하는 격자모양으로 이루어진 슬래브; 및
상기 전자기파를 수신하는 전력수신코일을 포함하는 무선전력수신장치;를 포함하는 무선전력전송장치.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 슬래브는 **CHDR** 구조를 가지는 메타물질로 이루어지고 상기 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 상기 전력송신코일의 전면으로 반사하는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.
- [청구항 7] 제 6항에 있어서,
상기 **CHDR** 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm 형태의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.

- [청구항 8] 제 5항에 있어서,
상기 슬래브는 **CHDR** 구조를 가지는 메타물질로 이루어지고 상기 전력송신코일의 전면과 상기 전력수신코일의 사이에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 상기 전력수신코일의 전면으로 집속하는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.
- [청구항 9] 제 8항에 있어서,
상기 **CHDR** 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm 형태의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.
- [청구항 10] 제 5항에 있어서,
상기 슬래브는 **CHDR** 구조를 가지는 메타물질로 이루어지고, 상기 전력송신코일의 후면에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 상기 전력송신코일의 전면으로 반사하는 제 1 슬래브와 상기 전력송신코일의 전면과 상기 전력수신코일의 사이에 위치하여 상기 전력송신코일에서 발생하는 전자기파를 상기 전력수신코일의 전면으로 집속하는 제 2 슬래브를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
상기 제 1 슬래브의 **CHDR** 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 6mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 4mm, 세로 4mm, 깊이 4mm 형태의 큐브가 2mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.
- [청구항 12] 제 10항에 있어서,
상기 제 2 슬래브의 **CHDR** 구조는 가로 30mm, 세로 30mm, 두께 3mm의 정사각형 형태의 상기 슬래브 내부에 가로 2mm, 세로 2mm, 깊이 2mm 형태의 큐브가 1mm 간격으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 무선전력전송장치.

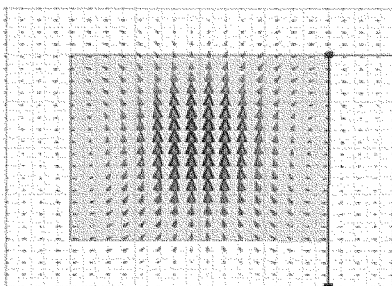
[Fig. 1]



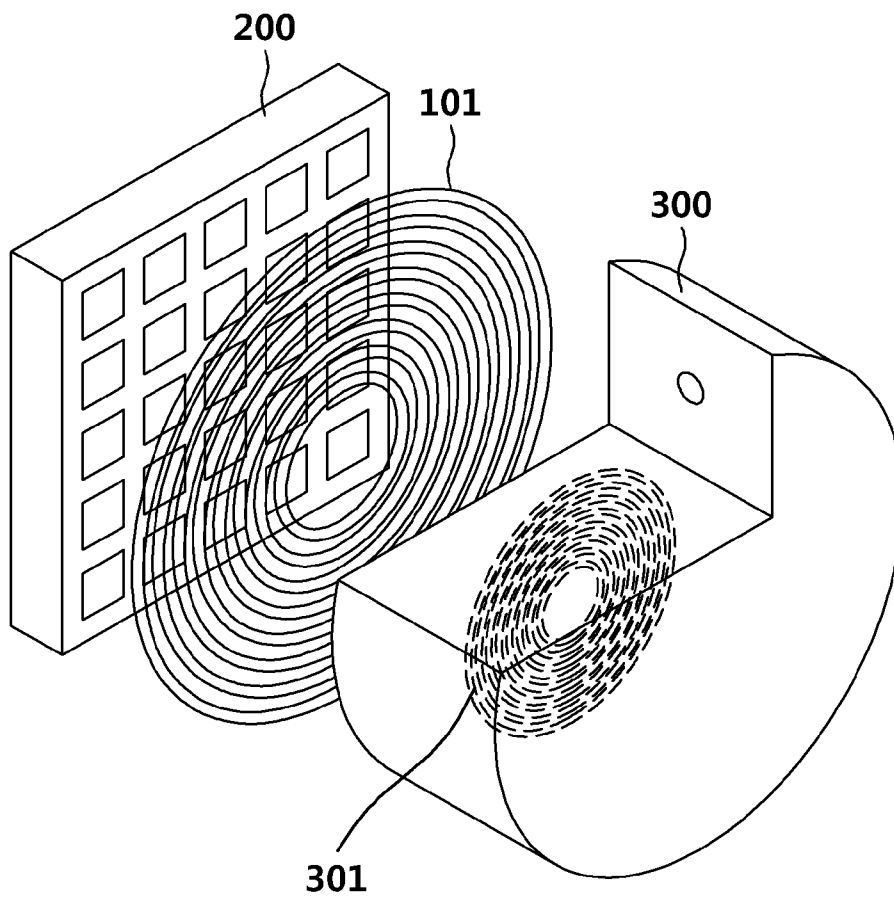
[Fig. 2a]



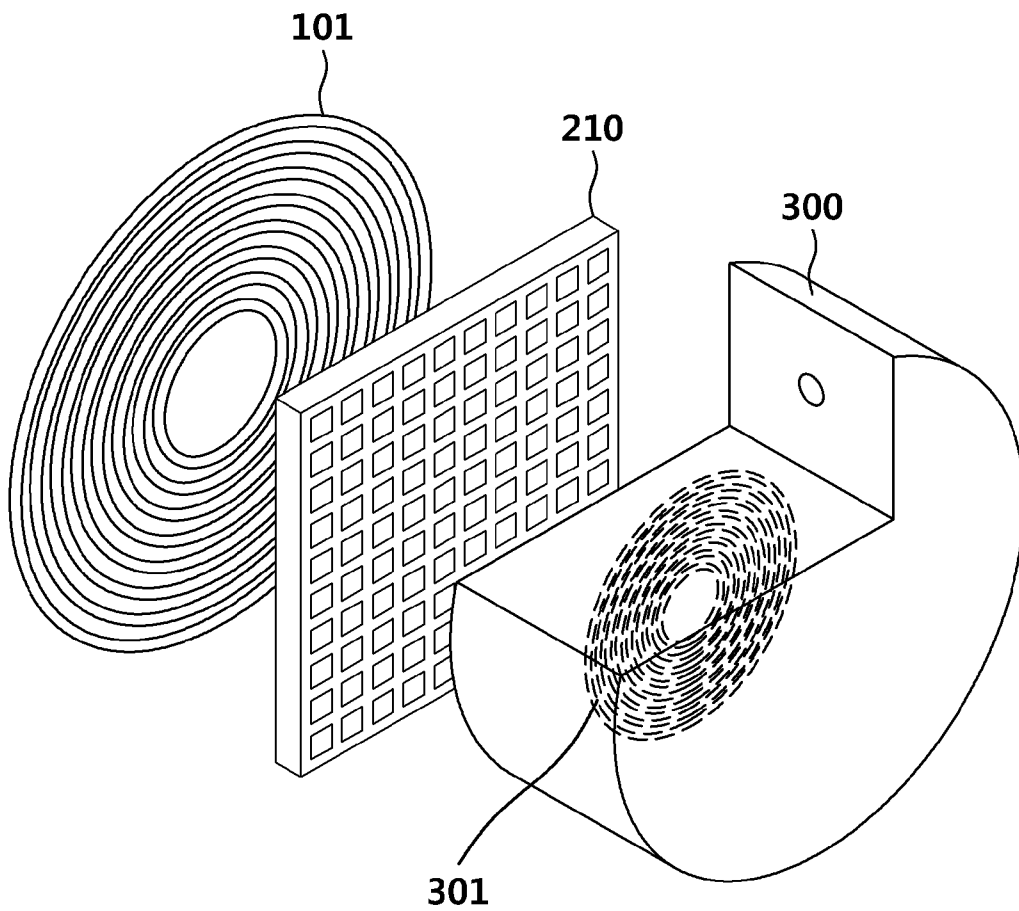
[Fig. 2b]



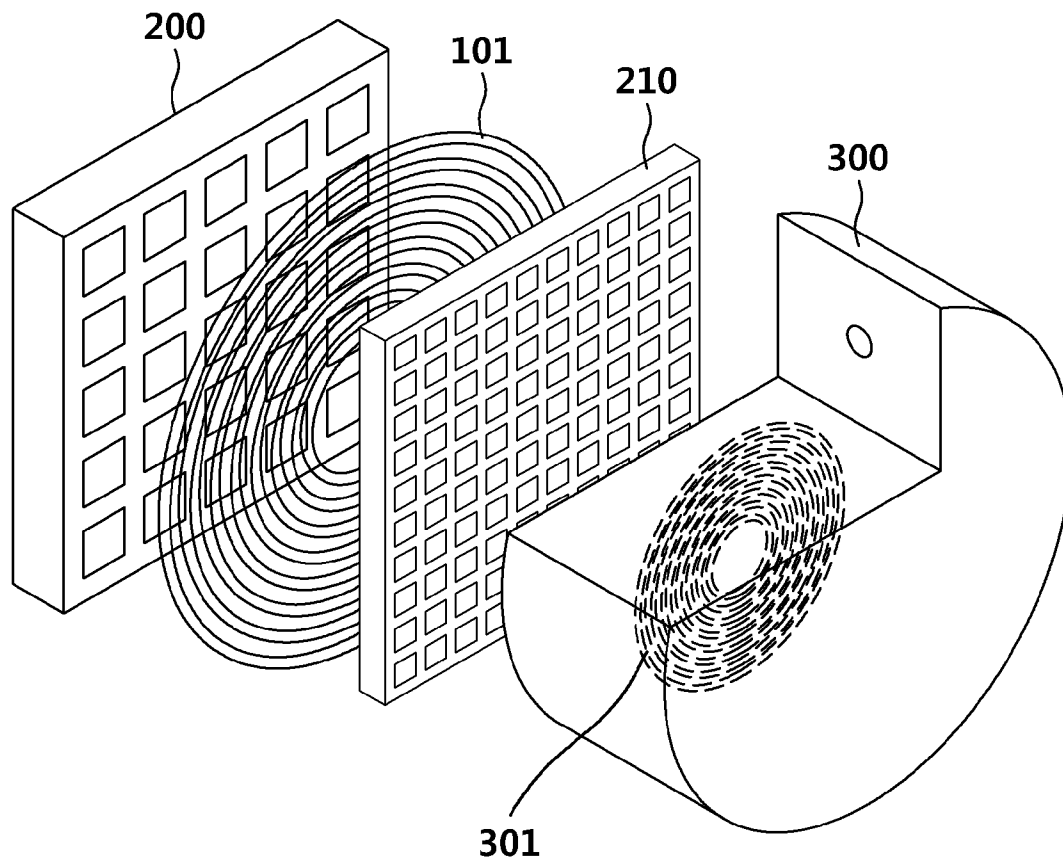
[Fig. 3]



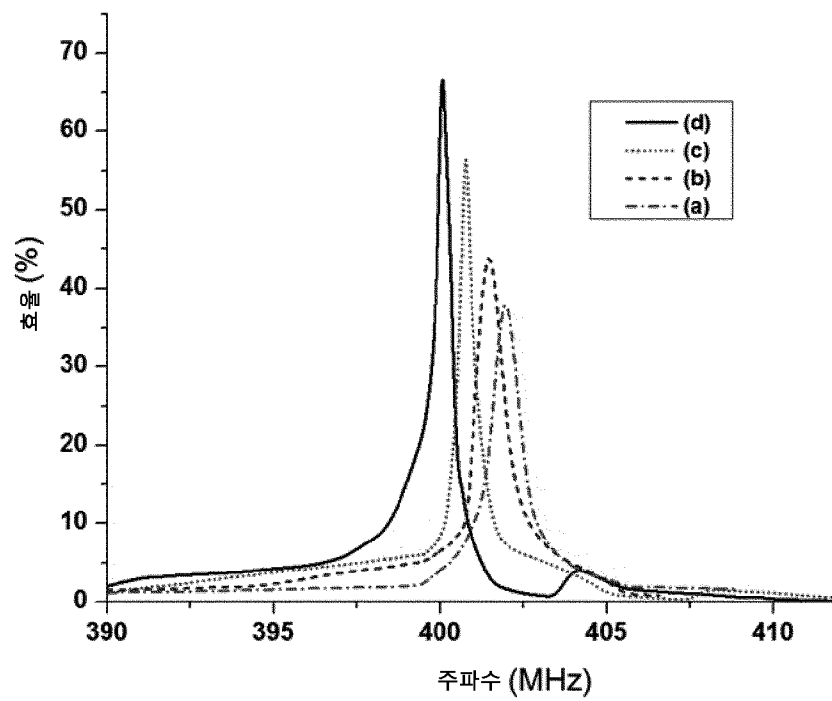
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/008011**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01Q 19/04(2006.01)i, H02J 17/00(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 19/04; H01Q 13/08; H02J 17/00

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: coil, meta, slab, CHDR, cube, yagi

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2014-0065161 A (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 29 May 2014 See page 5 and figures 1a-3b.	1-12
Y	KR 10-2002-0028801 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 17 April 2002 See pages 3, 4 and figures 1, 3.	1-4,8-12
A		5-7
Y	JULIAN BAKER, "Optimizing Antenna Gain With a Metamaterial Filter." Thesis, 2011 See pages 41, 42 and figures 2-17.	1-12



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

19 AUGUST 2015 (19.08.2015)

Date of mailing of the international search report

19 AUGUST 2015 (19.08.2015)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/008011

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0065161 A	29/05/2014	NONE	
KR 10-2002-0028801 A	17/04/2002	CN 1357941 A	10/07/2002
		EP 1195846 A2	10/04/2002
		EP 1195846 A3	28/01/2004
		JP 2002-185241A	28/06/2002
		TW 543241 A	21/07/2003
		US 2002-0047804 A1	25/04/2002
		US 6545641 B2	08/04/2003

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01Q 19/04(2006.01)i, H02J 17/00(2006.01)i																	
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01Q 19/04; H01Q 13/08; H02J 17/00 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: coil, meta, slab, CHDR, cube, yagi																	
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2014-0065161 A (한국전기연구원) 2014.05.29 페이지 5 및 도면 1a-3b 참조.</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 10-2002-0028801 A (코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.) 2002.04.17 페이지 3,4 및 도면 1, 3 참조.</td> <td>1-4,8-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>5-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JULIAN BAKER, `Optimizing Antenna Gain With a Metamaterial Filter,` 논문, 2011 페이지 41,42 및 도면 2-17 참조.</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	KR 10-2014-0065161 A (한국전기연구원) 2014.05.29 페이지 5 및 도면 1a-3b 참조.	1-12	Y	KR 10-2002-0028801 A (코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.) 2002.04.17 페이지 3,4 및 도면 1, 3 참조.	1-4,8-12	A		5-7	Y	JULIAN BAKER, `Optimizing Antenna Gain With a Metamaterial Filter,` 논문, 2011 페이지 41,42 및 도면 2-17 참조.	1-12
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항															
Y	KR 10-2014-0065161 A (한국전기연구원) 2014.05.29 페이지 5 및 도면 1a-3b 참조.	1-12															
Y	KR 10-2002-0028801 A (코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.) 2002.04.17 페이지 3,4 및 도면 1, 3 참조.	1-4,8-12															
A		5-7															
Y	JULIAN BAKER, `Optimizing Antenna Gain With a Metamaterial Filter,` 논문, 2011 페이지 41,42 및 도면 2-17 참조.	1-12															
☐ 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																	
국제조사의 실제 완료일 2015년 08월 19일 (19.08.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 08월 19일 (19.08.2015)															
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 변종길 전화번호 +82-42-481-8719 															

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2015/008011

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0065161 A	2014/05/29	없음	
KR 10-2002-0028801 A	2002/04/17	CN 1357941 A	2002/07/10
		EP 1195846 A2	2002/04/10
		EP 1195846 A3	2004/01/28
		JP 2002-185241A	2002/06/28
		TW 543241 A	2003/07/21
		US 2002-0047804 A1	2002/04/25
		US 6545641 B2	2003/04/08