(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01Q 1/24

(45) 공고일자 2004년03월02일
(11) 등록번호 10-0420546
(24) 등록일자 2004년02월17일

(21) 출원번호 10-2001-0043653
(22) 출원일자 2001년07월20일

(65) 공개번호 10-2001-0088474
(43) 공개일자 2001년09월28일

(73) 특허권자 주식회사 액티패스
경기 화성군 정남면 귀래리 366번지

(72) 발명자 박헌중
경기도수원시권선구권선동두산동아아파트108-1101

(74) 대리인 유미특허법인

심사관 : 박정식

(54) 휴대용 무선통신 단말용 축전지 안테나

요약

본 발명의 휴대용 무선통신 단말용 축전지 안테나의 기본형은, 휴대용 무선통신용 단말의 뒷면 지판면상의 설계위치에 구성된 급전선과 지판면, 그리고 휴대용 무선통신 단말용 축전지를 개량된 판형상 역 에프(F)자형 안테나로 설계된 위치와 일치하도록 구성된 방사 구조이다. 개량된 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 구조는 기존의 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 단락판에 대칭으로 단락판에서 확장된 역 엘(L)자형 방사구조를 더하여, 이중 공진구조를 가져서, 사용 주파수 대역을 최대 3배까지 증가시킬 수 있는 구조이다. 이로써, 기존의 내장형 안테나의 소형 구조로 인한 사용 주파수 대역 내에서 25%이상 효율이 감소되는 것을 방지하며, 기존의 내장형 안테나를 삽입하고자 하던 부피를 없애므로 무선통신 단말의 부피를 크게 늘리지 않고, 또한, 인체두뇌 방향의 전자파를 크게 감소시켜, 인체에 대한 전자파 영향을 나타내는 SAR(생체 전자파 흡수율)를 현저히 감소시킨다.

대표도

도 9

색인어

축전지, 안테나, 휴대용, 무선통신, 단말, PIFA, SAR

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 기존의 무선통신 단말용 모노폴 안테나의 구성도.
도 2는 기존의 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 구성도
도 3은 기존의 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 주파수 대역폭을 도시한 도면
도 4는 정재파비(VSWR)에 대한 주파수 대역비를 환산하기 위한 계산도.
도 5는 정재파비(VSWR)를 효율로 환산하기 위한 계산도.

도 6은 기존의 무선통신 단말용 모노폴 안테나의 자유공간 합성편파 수평 방사도.
도 7은 기존의 무선통신 단말용 모노폴 안테나를 인체에 밀착한 경우 합성편파 수평 방사도.
도 8은 통화시 전자파가 인체에 흡수되는 현상을 도시한 도면
도 9는 본 발명의 실시예1의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 구성 및 배치도
도 10은 본 발명의 실시예 1의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 정재파비 특성도.
도 11은 본 발명의 실시예 1의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 자유공간 합성편파 수평 방사도.
도 12는 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 2의 측면도.
도 13은 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 2의 측면도.
도 14는 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 2의 측면도.
도 15는 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 2의 측면도.
도 16은 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 3의 측면도.
도 17은 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 3의 측면도.
도 18은 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 3의 측면도.
도 19는 본 발명의 무선통신 단말용 축전지 안테나의 실시예 4의 정면도.
1: 종래의 무선통신 단말용 모노폴 안테나
2: 무선통신 단말의 지판면
3: 종래의 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 방사면
4: 단락판
5: 급전선
6: 축전지 안테나
7: 용량성 리액턴스를 추가하기 위한 구조물
8: 축전지 안테나의 전기적 길이를 연장하기 위한 구조물

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 휴대용 무선 전화기나 휴대 단말 등에 사용하는 무선통신 단말용 안테나(도 1) 관한 것으로, 특히 무선 단말의 통화시 인체에 주는 전자파의 영향을 규제하는 SAR를 줄이는 기존의 방법으로 휴대용 무선통신 단말의 뒤편에 평판형 안테나(도 2)를 내장함에 있어서, 내장하면서도 휴대용 무선단말의 부피를 최소화하기 위해 초소형의 평판형 안테나(도 2)를 제작하므로서 발생하는 방사효율의 극한 감소를 나타내는데, 본 발명의 휴대용 무선통신 단말용 축전지 안테나는 휴대용 무선통신 단말용 축전지를 안테나로 사용하므로서, 휴대용 무선통신 단말의 부피를 최소화하면서도, 방사효율을 유지하면서, 인체 방향의 전자파를 줄이는 무선통신 단말용 축전지 안테나에 관한 것이다.
도 1과 같은 종래의 무선통신 단말용 모노폴 안테나는 등방성 안테나로서 인체의 방향으로도 통신 방향과 동등한 전자파를 방사하여 높은 SAR(생체 전자파 흡수율)를 야기한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 종래의 휴대용 무선통신 단말에 사용된 내장형 소형 안테나는, 예를 들면, 특허 공개번호 특1997-0068163에 기재된 바와 같은 소형 루프 안테나는 사용 주파수 대역이 3%이하이며, 특허 공개번호 특2000-0045787에 기재된 종류의 PIFA(판형상 역 에프(F)자형 안테나)는 사용 주파수 대역에서 방사효율이 최대 75%(= -6dB)나 감소한다. 상기의 경우 방사면과 지 판면 사이에 전파 차단체를 사용하여 지판면에 흐르는 전파를 차단하여 일반적으로 안테나의 효율을 나타내는 정재파비(VSWR)를 사용 주파수 대역 내에서 2:1이하가 되도록 하였다. 실지로 도 2의 PIFA(판형상 역 에프(F)자형 안테나)의 지판면(2)과 방사면(3)과의 간격이 0.01파장에서 0.03파장의 간격일 때 최대 1%에서 4%의 사용 주파수 대역을 나타내며, 일반적으로 초소형으로 만들기 위해 유전율 10 이상의 고 유전체를 사용하게 되면 최대 0.5%에서 2%의 사용 주파수 대역을 나타낸다. 이러한 상태에서 상기의 특허와 같이 전파차단체를 사용하였을 경우는 정재파로 이르는 전파를 차단하였을 뿐이지 방사하게 한 것이 아니므로 역시 마찬가지의 방사효율을 나타내게 된다. 도 2는 종래의 판형상 역 에프(F)자형 안테나의 구조도 이며, 도 3은 PIFA(판형상 역 에프(F)자형 안테나)의 지판면에서의 방사면의 높이에 따른 정재파비 2:1을 만족하는 최대 사용 주파수 대역 비율을 도시한 도면이다. 도 3은 참고 문헌 K. Tsunoda, et al."Analysis of Palanar Inverted F Antenna Using Spatial Network Method" IEEE 1990에서 발췌한 것으로 도 3에 표시된 기호 L1은 안테나의 길이 L, L2는 방사면(패치)의 폭 W, H는 높이를 의미하며, 각 자료선 상단에 표시된 숫자는 방사면의 폭에 대한 단락판의 폭의 비율이다.
정재파비 2:1의 주파수 대역 비율로부터 정재파비(VSWR)에 의한 효율을 구하기 위해 수학식을 나열하면 아래와 같다.
안테나의 특정한 정재파비(VSWR)에 대한 사용 주파수 대역 비율을 계산하는 식은 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$BW=\frac{VSWR-1}{Q\sqrt{VSWR}}$$

단 BW는 사용 주파수 대역의 중심주파수에 대한 비율, VSWR은 정재파비, Q는 안테나의 공진 성능이다.

수학식 1로 부터 Q를 상쇄하므로서 동일한 안테나의 특정한 정재파비에 대한 주파수 대역 비율로 부터 다른 정재파비에 대한 주파수 대역 비율을 구하면 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$BW=BW1\frac{\sqrt{VSWR1}}{VSWR1-1}\frac{VSWR-1}{\sqrt{VSWR}}$$

단, BW1은 알고 있는 주파수 대역 비율, VSWR1은 앞의 주파수 대역 비율의 기준이 되는 알고 있는 정재파비이다.

도 4는 수학식 2로 부터 정재파비(VSWR1)가 2:1 이하의 주파수 대역(BW1)으로 부터 원하는 주파수 대역(BW)의 정재파비(VSWR)를 구하기 위한 사용 주파수 대역 정재파비 계산도 이다.
도 5는 도 4로 부터 구한 정재파비로부터 정재파 효율을 환산하기 위한 계산도 이다.
기존의 초소형 내장형 안테나의 효율을 계산하는 실 예로서 이동통신 주파파수 대역인 PCS 주파수 대역은 1.75GHz에서 1.87GHz까지로 대역폭이 120MHz이며 중간 주파수는 1.81GHz 임으로 주파수 대역 비율 BW = 120 ÷1810 = 0.07 이다.
표 1은 초소형 안테나의 상기 도면에서 구한 0.07 주파수 대역 비율에서 지판면에 대한 방사면의 높이에 따른 안테나의 정재파 효율이다.

[표 1]

방사면높이	방사면높이	매질	VSWR 2:1의 BW	0.07/BW	BW 0.07의 VSWR	VSWR 효율
1mm	0.006파장	고유전율	0.005	14	100	5%
1mm	0.006파장	저유전율	0.01	7	27	15%
2mm	0.012파장	고유전율	0.01	7	27	15%
2mm	0.012파장	저유전율	0.02	3.5	8	40%
3mm	0.018파장	고유전율	0.02	3.5	8	40%
3mm	0.018파장	저유전율	0.03	2.3	4.5	60%

상기 표에서 방사면의 높이는 지판면(2)과 축전지 안테나(6)와의 간격이며, 단락판(4)의 높이 이기도 하다. 1810MHz에서의 전자파의 파장은 165.7mm이므로 방사면의 높이 1mm의 파장으로 본 높이는 1/165.7 = 0.006 파장이다.
상기 표 1에서 초소형 안테나의 방사면높이에 따른 정재파비(VSWR)효율의 결과를 보면 5%에서 60%의 효율로 나타나는데, 실제로 최신의 휴대폰의 최소화 경향을 보면 길이가 10mm 규격의 안테나가 내장될 휴대폰 표면의 여지가 없다. 1810MHz에서 안테나로서의 제 역할을 할 수 있는 길이는 최소한 1/4파장의 길이인 41mm인데, 이를 10mm로 줄이면서 전기적인 길이는 1/4파장이 되게 하려면 $\sqrt{\text{유전율}}=$ 41mm/10mm=4.1이 되어야 하고, 매질의 유전율은 16.8이 된다. 도 2에서 지판면(2)과 방사면(3) 사이의 매질의 유전율이 16.8이면 고유전율에 해당하고, 이 경우 휴대폰에 내장하기 위해 2mm이하의 방사면 높이로 제작한다면 15%의 정재파비(VSWR)효율이 된다. 도 5에서 정재파비(VSWR) 2:1에서의 효율인 90%에 비하면 효율이 6배나 감소되는 문제점을 가지고 있다.
또한, 기존에 가장 많이 사용하는 안테나인 모노폴 안테나(도 1)는 등방성 안테나이므로 통화시 인체 방향으로 전자파가 많이 복사되어 에 대한 전자파 영향인 SAR(생체 전자파 흡수율) 수치가 증가된다. 도 6은 자유공간에서 모노폴 안테나 의 수평면에 대한 전자파 방사 도해도 이며, 도 7은 무선통신 단말을 통화하기 위해 귀에 밀착했을 때의 모노폴 안테나의 수평면에 대한 전자파 방사 도해도 이다. 도 7에서 인체방향의 전자파가 최대 20dB 감소하였는데, 20dB를 백분율로 환산하면 99%이상 감소한 것이며, 감소한 분량의 전자파는 일부 인체의 표면에서 반사하고, 나머지가 인체에, 특히 머리 부분에 흡수되는 것이다. 도 8은 모노폴 안테나로부터 방사되는 전자파가 인체에 흡수되는 단면을 도해한 도면이며, 머리 내에서 전자파가 급격히 단계적으로 감소되는 것을 알 수 있으며, 특히, 귀를 통하여, 전자파가 깊숙이 침투하는 것을 알 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 종래의 휴대용 무선통신 단말용 모노폴 안테나에서 전자파가 인체로 방사되는 것을 감소시켜 SAR(생체 전자파 흡수율)를 개선하며, 최근 SAR를 개선하기 위해 무선통신 단말의 뒷면에 내장하는 방식의 초소형 내장

형 안테나의 방사효율이 감소되는 점을 개선하며, 종래의 무선통신 단말용 모노폴 안테나를 없앰으로서 미관상 개선하고, 휴대시 거리는 문제를 개선하며, 기존의 무선통신 단말용 내장형 안테나의 공간도 없애므로 무선통신 단말의 소형화하고자 하는 기술적 과제가 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 기본 구성은 도 9와 같이 휴대용 무선통신 단말의 축전지 삽입 홈 의 바닥 지판면(2)에서 축전지 안테나(6)까지 신호를 송수신하기 위한 급전부(5)와 축전지(6)를 판형상 역 에프(F)안테나로 사용하기 위한 단락판(4)연결되도록 구성된다. 단락판(4)의 위치는 단락판(4)의 폭이 축전지 안테나(6)의 폭보다 작게 제작하는 경우는 수학식 3에서 원하는 주파수 F가 되도록 정한다.

수학식 3

$$F=\frac{S}{W}\frac{c}{4(L+H)}+(1-\frac{S}{W})\frac{c}{4(L+W+H-S)}$$

단, F는 주파수, C는 광속, S는 단락판의 폭, W는 축전지 안테나(6)의 폭, L은 축전지 안테나(6)의 상단 끝점에서 단락판(4)까지의 거리, H는 단락판(4)의 높이이다.
축전지 안테나(6)의 사용 주파수 대역을 최대로 하기 위해서는 S=W이어야 하므로 S/W=1로 대입하면 수학식 3은 수학식 4와 같이 된다.

수학식 4

$$F=\frac{c}{4(L+H)}$$

수학식 4로 부터 간단히 단락판(4)의 위치를 구하면 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$L=\frac{\lambda}{4}-H$$

단 λ는 파장으로 C/F이다.
실제로는 무선통신 단말의 크기와 재질로 인해 실제 제작 시에는 0.95 x L/(재질의 유전율) - (축전지 안테나의 두께 함수)에 가깝다.
상기의 방법으로 지정한 축전지 안테나(6)의 상단과 단락판(4)의 길이를 정하고 나면, 단락판(4) 아래의 부분도 이중공진을 하여 안테나의 사용 주파수 대역을 증가시키기 위한 또 하나의 안테나 역할을 하도록 제작이 되도록 한다. 이중공진 안테나가 되기 위한 단락판(4)에서 축전지 안테나(6)의 하단까지의 거리는 상단의 길이 L보다 2%에서 3% 짧은 길이로 제작하여 조금 떨어진 주파수에서 공진 하도록 하여 사용 주파수 대역폭을 증가시키도록 한다. 급전부(5)의 위치는 단락판(4)의 상단에서 방사저항이 50옴이 되며 사용 주파수 대역이 가장 넓은 지점으로 조정한다. 이러한 구조의 안테나는 역엘(L)자형 단락판 공유 이중공진 구조를 갖는 역 에프(F)자형 안테나로 명명하며 본 발명의 중요한 기술적 구조이다. 또한, 본 발명의 안테나는 두께에 따라 대역폭의 증가하는 구조이다.
본 발명의 상기 및 그 밖의 목적, 특징, 국면 및 이익 등은 첨부 도면을 참조로 하여 설명하는 이하의 상세한 실시예로부터 더욱 명백해질 것이다.
이하, 본 발명의 실시예를, 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
(실시예 1)
표 1은 주파수 대역 1.75GHz에서 1.87GHz 대역에 사용할 본 발명에 따르는 구조의 축전지 안테나의 근사 설계 치수와 그에 따른 정재파비(VSWR) 2:1을 만족하는 주파수 대역폭 성능을 나타낸다.

[표 2]

축전지두께 (mm)	높이H (mm)	상단L (mm)	하단L (mm)	주파수 최대 대역폭(MHz)	주파수대역비
0.1	2	37.7	37.4	75	0.04
3	2	36	35	100	0.055
4	2	35.8	33.5	120	0.066

5	2	35.7	33.3	130	0.07
6	2	34.5	33.5	140	0.077

상기의 설명한 구조의 안테나는
상기 표 1의 축전지 두께가 6mm에 대한 정재파비(VSWR)가 도 10에서 와 같이 주파수 대역 1.74GHz에서 1.88GHz까지 2:1을 만족한다. 이는 도 5의 정재파비(VSWR)효율을 보면 90%를 만족함을 알 수 있으며, 표 1에서와 같이 초소형으로 내장하기 위해 2mm의 유전체를 사용한 판형상 역 에프(F)안테나의 효율이 15%인 것에 비하면 6배의 효율이 개선됨을 알 수 있다.
또한, 도 11은 상기 표 1의 축전지 두께가 6mm에 대한 안테나의 자유공간 전자파 편파합성 수평 방사도 이다. 이 도 11에서 0도 방향이 인체 방향인데, 도 6의 기존의 무선통신 단말용 모노폴 안테나의 자유공간 전자파 편파 합성 수평 방사도와 비교하면, 인체방향으로 방사되는 전자파 강도가 최대 15dB이하로 적어진 것을 알 수 있다.
(실시예 2)
상기의 실시예 1의 경우는 안테나의 크기를 안테나의 성능을 위해서만 설계하고 제작하는 이상적인 실시예라고 할 수 있다. 그러나 본 발명에 따르는 안테나 겸용의 축전지의 경우 그 크기의 큰 범위는 축전지의 기능에 따라 정해진다. 또한 축전지의 크기는 무선통신용 단말의 크기와 필요에 의해 결정되어 진다. 따라서, 사용하는 주파수에서 필요한 안테나의 길이보다 작은 경우 전기적으로 보상해야만 한다. 도 12, 도 13, 도 14는 안테나의 길이를 연장시키기 위해 안테나 하단에 지판면과 안테나 사이에 용량성 리액턴스를 추가한 측면도이다. 또한 도 15는 안테나의 길이를 연장시킨 측면도이다. 이와 같이 안테나 길이를 연장하는 구조도 본 발명에 따르는 방사효율 개선과 인체에 대한 전자파 감소를 목적으로 우수한 성능을 구현한다.
(실시예 3)
본 발명에 따르는 실시예 3은 축전지의 길이가 필요한 안테나의 길이 보다 긴 경우, 이를 보상하지 않으면 안테나로서의 효율이 크게 감소된다. 이를 해결하기 위해 도 16, 도 17, 도 18과 같이 단락판 하단에 단락판에 근접하여 지판면과 안테나 사이에 용량성 리액턴스를 추가하게 되면 안테나의 전기적인 길이를 단축시키는 효과를 나타내어 원하는 주파수에서 이중공진을 하게 함으로서 사용 주파수 대역폭을 증가시켜 안테나의 효율을 극대화하게 된다. 이와 같이 용량성 리액턴스를 추가하여 안테나 길이를 단축하는 구조도 본 발명에 따르는 방사효율 개선과 인체에 대한 전자파 감소를 목적으로 우수한 성능을 구현한다.
(실시예 4)
본 발명에 따르는 역엘(L)자형 단락판 공유 이중공진 구조를 갖는 역 에프(F)자형 안테나 및 이를 응용한 축전지 겸용 안테나의 경우 두 가지의 목적에 의하여 단락판을 2개 이상으로 분리할 필요가 있다. 하나는 주파수에 따른 정재파비(VSWR)를 분산시켜 사용 주파수 대역폭을 증가시키는 경우이며, 또 하나는 반대로 원래의 주파수 대역폭을 유지하게 하면서 축전지 안테나와 무선통신 단말에 존 재하는 지판면 사이에 단락판을 두되, 무선통신 단말과 축전지는 착탈 구조이므로, 구조적으로 착탈 구조에 적합한 구조가 되게 하기 위하여 도 19와 같이 연속되지 않은 2개 이상의 단락판으로 분리한다.
이와 같이 단락판을 2개 이상으로 분리한 구조도 본 발명에 따르는 방사효율 개선과 인체에 대한 전자파 감소를 목적으로 우수한 성능을 구현한다.

발명의 효과

이상의 설명으로 명백한 바와 같이, 본 발명의 휴대용 무선통신 단말용 축전지 안테나는, 종래의 모노폴 안테나가 인체 방향으로 전자파를 방사하는 강도가 통신을 위하여 전자파를 방사하는 강도와 동등한 강도로 방사되어 인체에 대한 SAR(생체 전자파 흡수율)이 크던 것을 휴대용 무선통신 단말의 인체의 반대편에 배치된 축전지를 안테나로 사용하게 하고, 전자파가 인체의 방향으로는 최대 15dB 이상 감소 시켜, SAR를 감소시키는 효과와, 상기와 같은 목적으로 제작되는 종래의 초소형 안테나의 그 제한된 크기와 구조에 제약받아 필연적으로 감소되어야 하는 안테나의 효율을 극대화한 효과가 있다.
이상 본 발명자에 의하여 이루어진 발명을 상기 실시예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것이 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

무선통신 단말용 안테나에 있어서,
판형상 역 에프(F)자형의 안테나의 방사판으로 상기 무선통신 단말의 축전지를 사용한 축전지 안테나;
상기 무선통신 단말의 축전지 삽입 홈의 바닥 지판면과 상기 축전지 안테나를 연결하여 상기 축전지 안테나를 접지시키는 단락판;
상기 무선통신 단말과 상기 축전지 안테나를 연결하여 상기 축전지 안테나를 급전시키는 급전부
를 포함하며,

상기 축전지 안테나의 하단으로부터 상기 단락판까지의 길이가 상기 축전지 안테나의 상단으로부터 상기 단락판까지의 길이보다 짧은
것을 특징으로 하는 안테나.

청구항 2.

안테나에 있어서,
판형상 역 에프(F)자형 안테나의 주파수 대역을 개선하거나 방사효율을 개선하는 것을 특징으로 하는 단락판에 대칭으로 단락판에 연결된 역엘(L)자형 안테나가 부가되어 이중 주파수 공진 구조를 갖는 안테나.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 안테나의 방사판의 두께를 증가시킴으로서 주파수 대역을 개선하거나 방사효율을 개선하는 것을 특징으로 하는 안테나.

청구항 4.

제3항에 있어서,
상기 안테나의 방사판의 전기적 길이를 연장하는 것을 특징으로 하는 안테나.

청구항 5.

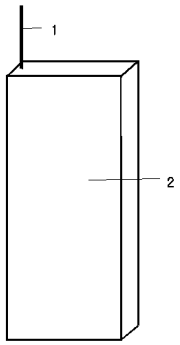
제3항에 있어서,
상기 안테나의 방사판의 전기적 길이를 단축하는 것을 특징으로 하는 안테나.

청구항 6.

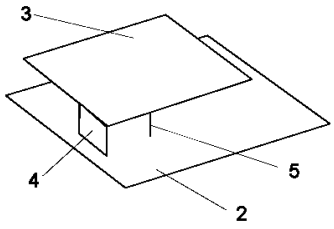
제3항에 있어서,
상기 단락판을 2개 이상으로 분리하는 것을 특징으로 하는 안테나.

도면

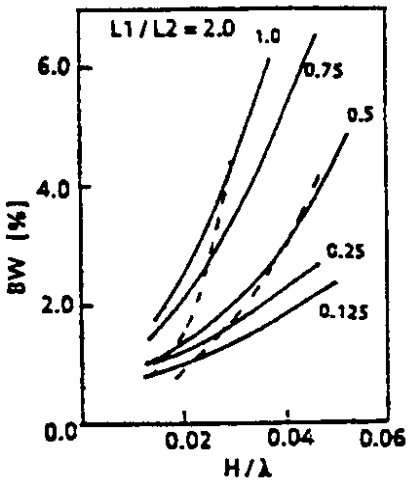
도면1



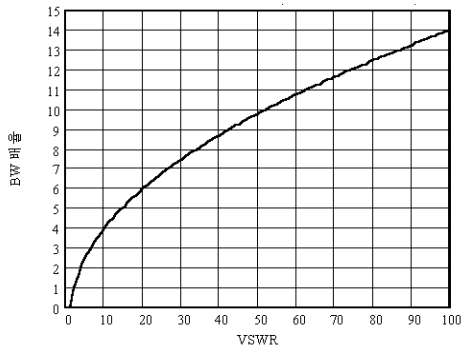
도면2

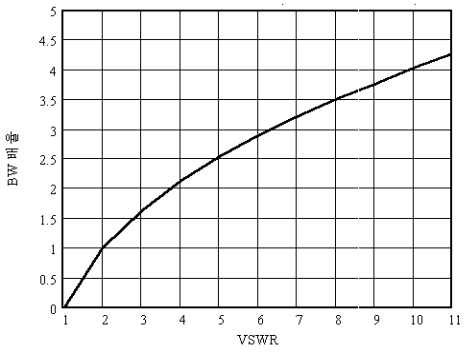


도면3

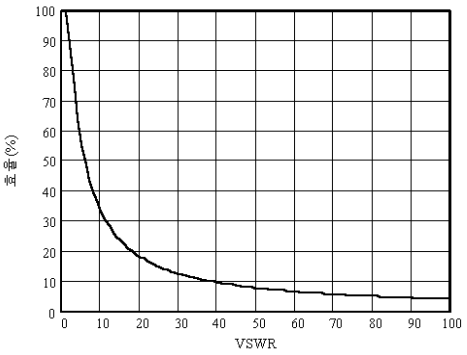

L1/L2 = 2.0
1.0
0.75
0.5
0.25
0.125
BW (%)
6.0
4.0
2.0
0.0
0.02
0.04
0.06
H/λ

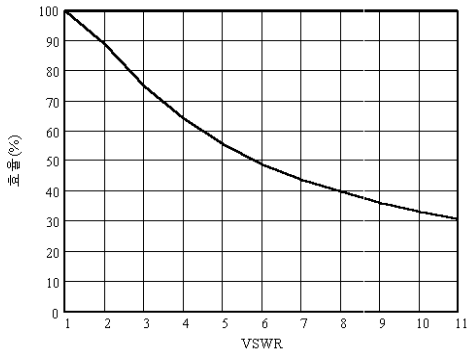
도면4


BW 배율
VSWR

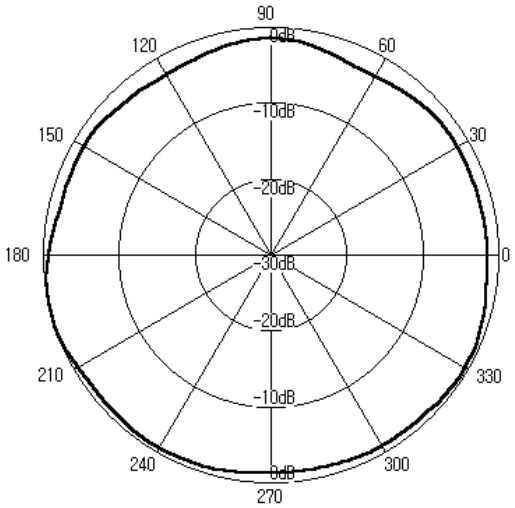

BW 배율
VSWR

도면5

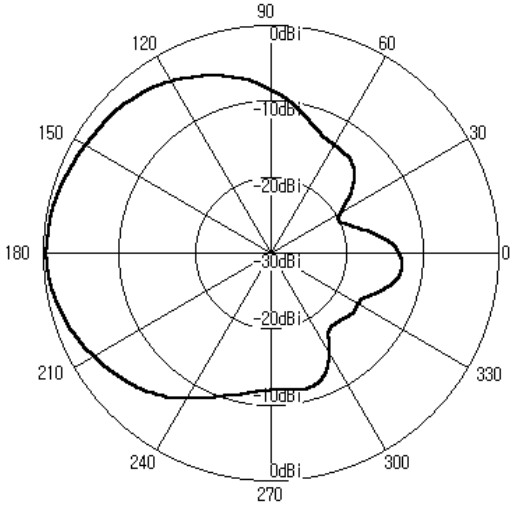

효율(%)
VSWR


효율(%)
VSWR

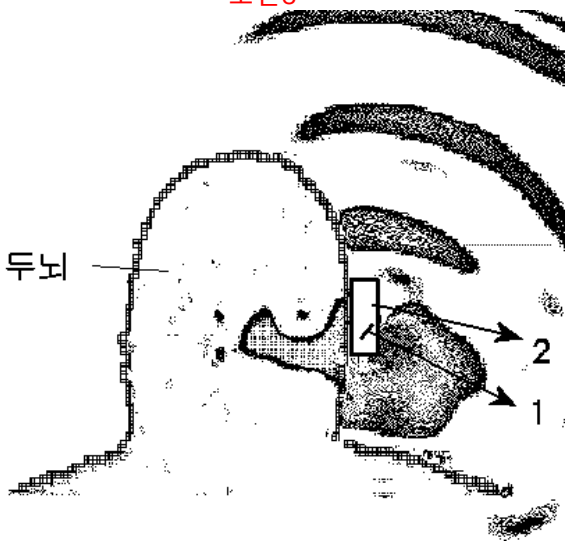
도면6


90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
0dB
-10dB
-20dB
-30dB
-20dB
-10dB
0dB

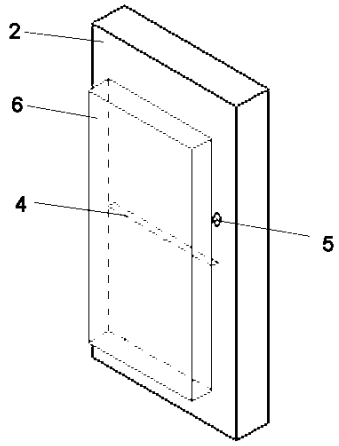
도면7


90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
0dBi
-10dBi
-20dBi
-30dBi
-20dBi
-10dBi
0dBi

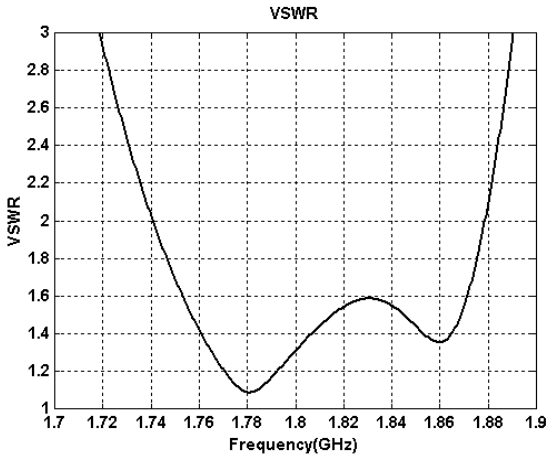
도면8


두뇌
2
1

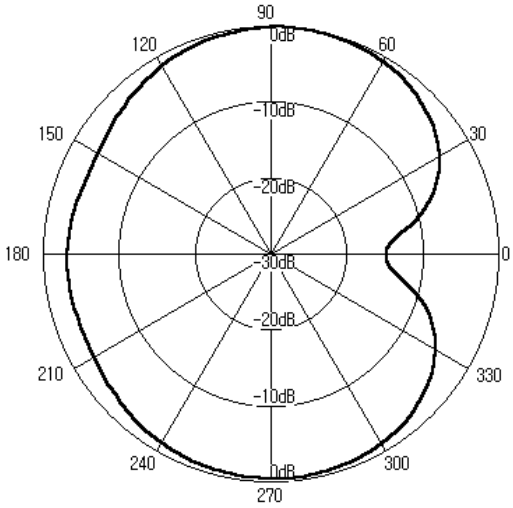
도면9



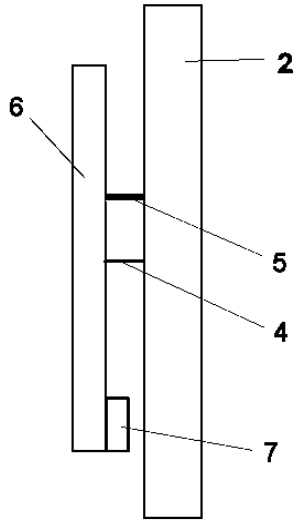
도면10



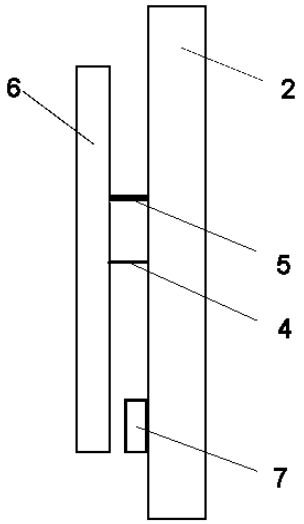
도면11



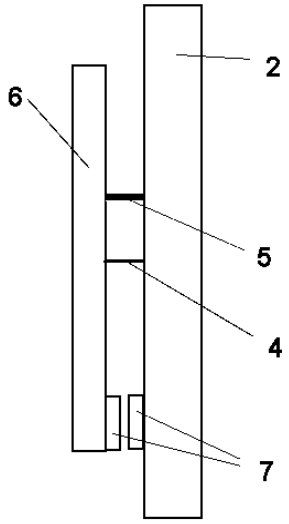
도면12



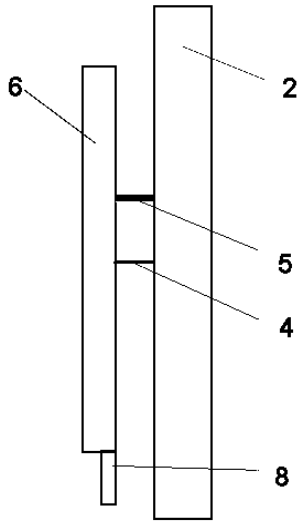
도면13



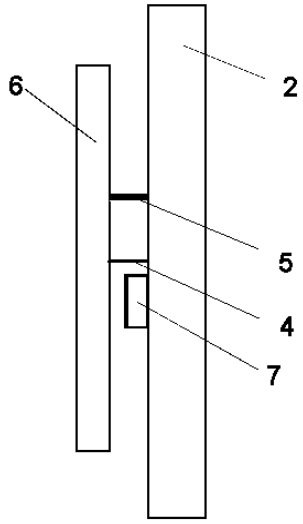
도면14



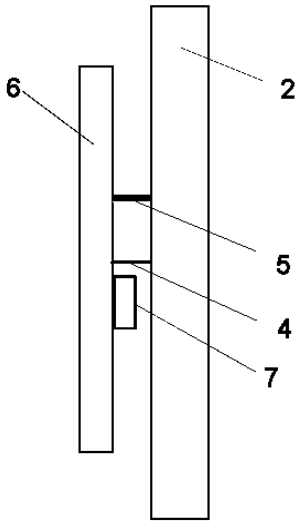
도면15



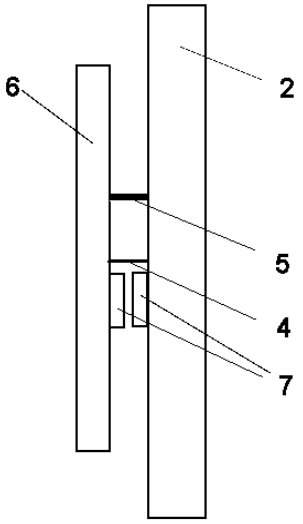
도면16



도면17



도면18



도면19