



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H01Q 1/42 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0040796

H01Q 1/00 (2006.01)

(43) 공개일자 2007년04월17일

F41H 5/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7001603

(22) 출원일자 2007년01월23일

심사청구일자
없음

번역문 제출일자
2007년01월23일

(86) 국제출원번호 PCT/IL2005/000771

(87) 국제공개번호 WO 2006/011133

국제출원일자
2005년07월20일

국제공개일자
2006년02월02일

(30) 우선권주장 163183 2004년07월25일 이스라엘(IL)

(71) 출원인 아나파-일렉트로마그네틱 솔루션스 엘티디.
이스라엘 27206 기럇 비알릭 피. 오. 비. 5301 하가님 스트리트 1/19

(72) 발명자 프렌켈 아브라함
이스라엘 27206 기럇 비알릭 피.오.비. 5301 하가님 스트리트1/19

(74) 대리인 윤석운

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 탄도 방호 레이돔

(57) 요약

탄도 방호 레이돔(10)은 균일한 어레이에 단단히 밀착패킹된 길이방향 충부재(14)로 구성되어, 주-방호층(12)을 형성한다. 상기 충부재(14)는 서로 이격되고 전기적으로 절연되므로, 상기 주-방호층(12)에는 연속한 간극(18)이 형성된다. 상기 충부재(14)는 세라믹, 금속합금, 나노입자 세라믹, 나노입자 금속합금 등과 같은 기계적 흡수물질 및 고인장강도 물질로 제조된다. 충부재의 표면은 선택적으로 몇개의 스킨 깊이의 폭을 갖는 도전성이 높은 물질층을 도금하므로써, 전기적으로 도전성이 될 수도 있다. 선택적으로, 레이돔의 탄도 특성을 촉진시키고 또한 임피던스 매칭을 제공하기 위하여, 상기 주-방호층의 적어도 한쪽 표면의 경계부에는 유전층(16)이 부착될 수도 있다. 레이돔의 작동 주파수를 조정하는 방법은 충부재를 동일직선상에 있는 주축선을 갖는 충부재의 쌍(12A 내지 12C)으로 집단화하므로써 제공된다. 선택적으로, 도전면이 구비된 디스크(26D 내지 26F)는 쌍을 이루는 충부재 사이의 간극에 삽입될 수도 있다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

마이크로파 및 밀리미터파에 방호를 제공하는 방법에 있어서,

길이방향 층부재의 주축선이 주-방호층에 대해 수직하도록, 균일한 주-방호층을 형성하는 길이방향 층부재의 단단히 밀착패킹된 적어도 하나의 어레이를 배치하는 단계를 포함하며,

상기 층부재는 상기 어레이에서 연속한 간극을 형성하도록 서로 이격되며, 상기 층부재 표면의 적어도 일부는 전기전류에 대해 높은 도전성을 가지며, 상기 층부재는 서로 전기적으로 절연되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 주-방호층의 폭은 하기의 식으로 주어진 공진 조건에 따르는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

$$w = (2n-1)\lambda_g/2$$

w: 주-방호층의 폭, n: 정수, λ_g : 연속한 간극에서 중식되는 방사선 파장.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 층부재를 유전 물질로 코팅하는 단계를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 부재를 적어도 하나의 유전 매트릭스에 담그는 단계를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 유전층을 상기 주-방호층의 적어도 한쪽 표면에 부착하는 단계를 부가로 포함하며, 상기 유전층의 폭은 유전층에서 중식된 방사선 파장의 절반을 초과하지 않는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 길이방향 층부재는 주-방호층에서 쌍을 이루며, 각각의 쌍 부재는 다른 쌍 부재와 동일축선상에 있는 주축을 가지며, 각각의 쌍에서 상기 층부재는 설정의 간극으로 이격되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 도전면이 구비된 디스크를 상기 설정의 간극에 배치하는 단계를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 디스크는 쌍으로 이루어진 층부재의 적어도 하나와 전기적으로 절연되는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 9.

제6항 내지 제8항중 어느 한 항에 있어서, 한쌍의 층부재 사이의 간극 폭과, 디스크의 반경과, 상기 디스크의 높이로 구성된 집단에서 선택되는 적어도 하나의 값을 변화시키므로써, 상기 주-방호층의 작동 주파수를 조정하는 단계를 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 및 밀리미터파 방호 제공방법.

청구항 10.

적어도 하나의 주-방호층을 포함하며 마이크로파 및 밀리미터파 안테나에 방호를 제공하는 레이돔에 있어서,

상기 주-방호층은 밀착패킹된 어레이를 형성하는 다수의 길이방향 부재로 구성되고, 상기 길이방향 부재의 주축선은 주-방호층의 표면에 수직하며, 상기 부재는 서로 이격되어 있고 전기적으로 절연되어 상기 어레이에서 연속한 간극을 형성하며, 층부재의 적어도 일부는 높은 도전면을 가지며, 상기 주-방호층의 폭은 하기의 식으로 주어진 공진 조건에 따르는 것을 특징으로 하는 레이돔.

$$w = (2n-1)\lambda_g/2$$

w: 주-방호층의 폭, n: 정수, λ_g : 연속한 간극에서 증식되는 방사선 파장.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 주-방호층의 적어도 한쪽면에 부착되는 유전층을 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 레이돔.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 유전층은 Kevlar® 및 고밀도 폴리에틸렌으로 구성된 집단에서 선택되는 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 레이돔.

청구항 13.

제10항에 있어서, 상기 층부재는 발사체에 견디도록 수용된, 기계적 에너지 흡수물질 및 고인장강도 물질로 제조되는 것을 특징으로 하는 레이돔.

청구항 14.

제10항에 있어서, 상기 총부재는 세라믹, 금속합금, 나노입자 세라믹, 나노입자 금속합금으로 구성된 집단에서 선택된 물질로 제조되는 것을 특징으로 하는 레이돔.

명세서

기술분야

본 발명은 마이크로파 및 밀리미터파 안테나의 방호에 관한 것으로서, 특히 방호 레이돔에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 발사체 또는 기타 다른 탄도 파편으로부터 검출 설비를 방호하는 장갑판에 관한 것이다.

배경기술

레이돔 빌더(radome builder)는 마이크로파 안테나에 탄도 방호를 제공하기 위해 내충격용 라미네이트를 사용하곤 한다. 전형적으로는 아라미드 섬유(Kevlar®) 및 폴리에틸렌 섬유(Spectra®, HDPE)로 제조된 라미네이트가 사용된다. 국제 특허출원 공개공보 WO 03/031901호에는 탄도 내충격용 레이돔 영역을 위해 사용될 수 있는 나노데니어 섬유 직조시트가 개시되어 있다. 별집형 또는 고형 발포체 코어의 구조층과 조합된 내충격용 라미네이트 또는 직조시트는 기본적으로 특정한 주파수 영역에 적합한 거의 투명한 레이돔을 형성할 수 있다. 미국특허 제5.182.155호에는 Spectra® 및 유전체 별집층의 교차에 기초한 복합 레이돔 구조가 개시되어 있다.

미국특허 제4.570.166호에는 천공된 금속벽으로 이루어진 레이돔 구조가 개시되어 있으며, 그 각각의 구멍에는 유전 플러그가 충진되어 개선된 탄도 방호를 제공하고 있다. 전자기파는 개구가 충분할 경우 두꺼운 금속판에서 천공부를 통해 증식되므로, 단일의 구멍에 의해 발생되는 도파관은 그 차단 주파수 위에 있게 된다. 이러한 금속판은 탄도 저항성 강으로 제조되며, 플러그는 탄도 저항성 세라믹 물질(예를 들어, 실리콘 질화물)로 제조되어 마이크로파 손실 특성을 낮게 한다. 이러한 접근방식과 연관된 주요한 결점으로는 과도한 중량을 유발하는 강 구조체의 고밀도를 들 수 있다.

본 기술분야에 공지되어 있는 또 다른 접근방식은 동종의 세라믹 레이돔으로 구성되어 있다. 이러한 레이돔은 통상적으로 고속 미사일 등과 같은 고온용으로 사용되고 있다. 그러나, 이러한 레이돔을 적절히 제조하기 위해서는 비용이 많이 소요된다. 내충격용 세라믹 물질은 일반적으로 매우 경질이므로, 레이돔의 기계적 처리과정에 많은 어려움을 초래한다. 더구나, 이러한 세라믹 물질의 탄젠트 손실은 소결처리의 세부항목에 민감하게 반응하기 때문에, 처리 변수들은 레이돔의 전체 체적에 걸쳐 세심하게 제어될 필요가 있다.

적절한 유전 매트릭스에 매립된 작은 세라믹 유니트의 밀집된 어레이가, 효과적인 탄도 차폐물로서 작용할 수 있다는 것은 널리 공지된 사실이다. 미국특허 제6.112.635호에는 복합 장갑판이 개시되어 있으며, 이러한 장갑판은 고형화된 물질에 의해 경계가 나뉘지는 밀착폐킹된 접촉식 세라믹 실린더의 단일층으로 이루어져 있다. 유럽특허 제1.363.101A1호에는 비접촉식 세라믹 유니트의 어레이를 포함하는 탄도 방호부가 개시되어 있다. 그러나, 미국특허 제6.112.635호 및 유럽특허 제1.363.101A1호는 안테나 레이돔과는 관계가 없기 때문에, 마이크로파 또는 밀리미터파에는 적용할 수 없다.

발명의 상세한 설명

도1 및 도2는 본 발명의 양호한 실시예에 따른 레이돔벽의 세그먼트에 대한 사시도 및 정면도이다. 간략한 도시를 위하여, 특정하게 지정하지 않는 한 동일한 구성요소에는 동일한 도면부호가 부여되었다. 도1에 있어서, 레이돔벽(10)의 세그먼트는 주-방호층(12)과 이러한 상기 주-방호층의 양면에 부착된 두개의 유전층(16)으로 구성되어 있다. 상기 주-방호층(12)은 상호이격되어 있으며 밀착폐킹된 원통형 층부재(14)로 구성된다. 도2에 상세히 도시된 바와 같이, 층부재(14)는 유전 매트릭스에 매립되고, 이러한 유전 매트릭스는 모든 층부재를 지지하여 주기적인 삼각형 격자(20)의 어레이를 형성한다.

실시예

유전층(16)은 전형적으로 Kevlar® 또는 폴리에틸렌(HDPE)으로 제조되며, 탄도 위협에 직면하는 주-방호층의 정면과 상기 주-방호층의 후방에 부착된다. 상기 유전층은 선택적이지만, 레이돔의 탄도 성능을 개선시킬 수 있으며, 파열을 정지시키고, 주파수에서 최대 대역폭으로 레이돔을 조정할 수 있다.

충부재(14)는 안테나에 대한 방호를 제공할 수 있는 적절한 기계적 인장강도를 갖는 물질로 제조될 수 있다. 본 발명에 따르면, 안테나에 대한 탄도 방호는 특정 질량 및 속도의 발사체에 견디도록 설계된 나노입자 소재와 세라믹 및 금속 합금 등과 같은 경질 물질의 충부재로 얻어진다. 이러한 여러 물질은 그 유전성 또는 도전성 손실때문에 마이크로파 또는 밀리미터파 용도로는 적합하지 않다. 따라서, 이러한 충부재는 고도전성 물질로 도금된다. 도전층의 두께는 이러한 방사선 주파수에서의 도전 손실을 감소시키기 위하여, 두개의 스키니 깊이 보다 두껍다. 따라서, 본 발명의 충부재는 도전성 표면을 갖게 된다. 세라믹은 중량-탄도 방호 비율로 인해 경질 금속합금에 대해 양호한 것으로 여겨진다. 강은 탄도 관찰점으로부터 가장 효과적이지는 않지만, 경질의 강 유니트가 사용될 수도 있다. 그러나, 강은 전자기 관찰점으로부터 상당히 유효한 선택이 된다. 필요로 하는 기계적 및 전자기적 특성을 동시에 만족시킬 수 있는 기타 다른 적절한 물질이 사용될 수도 있다.

충부재는 서로 이격되므로, 전기적으로 절연된다. 도면에 도시된 바와 같이, 주-방호층의 내부에는 유전 매트릭스로 충진되고 충 전체를 통해 연속한 간극(18)이 형성된다. 전자기 방사선의 전기장이 횡단방향으로 편광되기 때문에, 방사선이 연속한 간극을 통해 증식되는 것을 방지하는 차단 효과는 없다. 그러나, 주-방호층의 전방 및 후방 경계면(이러한 표면 영역의 대부분은 도전성이다)의 낮은 유효 임피던스는 전공 임피던스와의 콘트라스트가 크기 때문에 통상적으로 낮은 투과율을 유발시킨다.

레이돔의 투과율을 개선시키기 위하여, 본 발명은 공진 효과를 이용한다. 본 기술분야에서는 얇은 도전면에서 공진 슬롯으로 이루어진 주파수 설정면이 널리 알려져 있으며, 공진은 도전면을 통한 투과를 공진 주파수에서 완전 투과로 강화시킬 수 있다. 본 발명은 상이한 공진 메카니즘에 기초하고 있다. 즉, 충부재의 높이(또는, 주-방호층의 두께이기도 한 길이방향 충부재의 주축선길이)는 하기의 식에 의해 주어진 공진 조건을 밀접하게 따르고 있다.

$$h = (2n-1)\lambda_g/2$$

h는 주-방호층의 폭, n은 정수($n=1, 2, 3, \dots$), λ_g 은 유전 매트릭스에서 증식된 방사선 파장.

또 다른 유전층은 임피던스 변환기로서 작용하므로, 레이돔은 주파수 대역내에서 거의 완전한 투과를 허용한다. 0.5dB 투과손실에서 정상적인 입사에 대한 전형적인 주파수는 하기에서 서술되는 바와 같이 공진 주파수값의 5% 내지 15% 사이에서 변화된다.

도3A 내지 도3F에 도시된 충부재의 상이한 형태는 주-방호층으로 특정한 투과율값을 이송하며, 제공된 탄도 방호도를 결정한다. 본 발명의 레이돔은 도3B 내지 도3F에 도시된 기하학적 형상을 포함하여(그러나, 이에 한정되지 않는다), 그 어떤 길이방향 본체라도 사용할 수 있다. 도3A에 도시된 양호한 실시예에서 사용되는 원통형 형태와 함께, 도3B에 도시된 사각형 프리즘소자는 사각형 격자로 표현되는 주기적 어레이를 형성한다. 도3C에 도시된 육각형 프리즘은 삼각형 격자를 형성한다. 도3D에 도시된 바와 같이 한쪽이 구형이고 덧씌워진 실린더 또는 도3E에 도시된 바와 같이 양측이 구형이고 덧씌워진 실린더는 다른 실시예로서, 탄도 관찰점에서 유익하다. 또한, 단면 그 자체는 도3F에 도시된 바와 같이 충부재 본체의 주축선을 따라 변화될 수 있다.

충부재의 기하학적 형상과 인접한 부재 사이의 이격은 기본적으로 탄도 그라운드로 선택된다. 그러나, 레이돔의 작동 주파수는 연속한 간극의 폭과 충부재의 형상에 의해 영향을 받으므로, 그 탄도 효율의 범위를 한정한다.

C 대역 보다 높은 주파수에서, 단일의 주-방호층을 갖는 레이돔은 충분한 탄도 방호를 제공하지 않는다. 본 발명은 높은 n 값에서($n > 1$) 공진식 $h = (2n-1)\lambda_g/2$ 에 일치하는 충부재를 갖는, 필요로 하는 탄도 방호의 달성을 허용한다. 그러나, 높은 공진($n > 1$)과 연관된 주파수 대역폭은 우월한 공진($n = 1$)의 대역폭 보다 좁다. 선택적으로, 본 발명은 넓은 주파수 대역폭을 유지할동안, 높은 탄도 방호레벨을 달성하기 위해 적절한 유전 스페이서를 갖는 복합 주-방호층 구조를 허용할 수도 있다. 유전 스페이서의 폭은 연속한 간극에서 증식되는 방사선 파장의 절반 보다 크지 않다.

도4에는 X 대역에서 방사선 주파수에 적합한, 본 발명의 다른 실시예가 도시되어 있다. 이러한 양호한 실시예의 사각형 레이돔벽(10)은 두개의 주-방호층(12)으로 구성되어 있으며, 각각의 주-방호층(12)은 유전층(16)의 양면에 부착된 원통형 충부재(14)의 어레이로 구성된다. 두개의 또 다른 유전층(16)이 부착되는데, 한쪽 유전층은 이중 주-충구조의 전방면에 부착되고, 다른 한쪽의 유전층은 후방면에 각각 부착된다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 얇고 균일한 유전층은 상술한 바와 같이 도전성 표면을 갖는 충부재를 둘러싼다. 상기 충부재는 유전 매트릭스에 잠기기 전에, 연속한 간극의 칫수 및 형태를 유지하면서 단단히 밀착패킹된다. 본 발명에 참조인용된 유럽특허 제1.363.101A1호에 따르면, 탄도 특성은 충부재들 사이의 작은 부가적인 이격에 영향을 받지 않는다.

본 발명에 따라 탄도 방호를 제공하는 레이돔은 그 어떤 표면 곡률을 가정하도록 제조될 수 있다. 이것은 적절한 주형에 의해, 또한 형태가 상이한 충부재를 사용하므로써 달성된다. 매우 큰 곡률 영역에 있어서, 충부재의 분배는 완벽한 주기성으로부터 약간의 이탈이 허용된다. 그러나, 이러한 이탈에는 한계가 있으며, 그 이탈의 정도는 작동 주파수 및 대역폭과 연관이 있다. 즉, 인접한 부재들의 중심 사이의 평균 거리로부터의 이탈이 발생되는 영역은 수파장 이하로 연장되어야만 한다. 이러한 영역의 전체 면적은 레이돔의 전체 면적의 수 퍼센트 보다 작아야만 한다.

전형적으로, 본 발명에 따른 레이돔의 제조에 사용되는 물질의 전자기 특징은 충분히 정확하지는 않다. 충부재의 칫수와 일부 전자기 특징이 제조과정중에 변화된다는 사실은 본 기술분야의 숙련자에게 널리 알려져 있다. 따라서, 레이돔의 전개과정중 또는 예비 제조상태중에는 레이돔의 작동 주파수가 그 원하는 값으로부터 이동되는 것을 예상할 수 있다. 선택적으로, 특정한 작동 주파수를 갖는 본 발명의 레이돔은 그 본래값과는 약간 상이한 작동 주파수를 갖기 위하여 재설계되어야만 할 수도 있다. 본 발명에 따른 방법은 하기에 서술되는 바와 같이 형태가 상이한 주-방호층을 형성하기 위해 상술한 바와 같은 충부재를 이용하므로써, 레이돔의 작동 주파수를 조정하는 단계를 제공한다.

도5A 내지 도5C에는 다른 실시예에 따른 주-방호층의 충부재 쌍에 대한 세가지의 다른 실시예가 도시되어 있다. 이러한 실시예에서의 주-방호층은 다수의 충부재 쌍의 평탄한 분포를 포함한다. 쌍 부재는 하나 위에 다른 하나가 동축으로 배치되며, 이들 각각은 상대방의 거울상이다. 충부재는 설정의 간극으로 이격되며, 그 주축선은 주방호층에 대해 수직하다. 이러한 형태는 이하에 쌍형 충부재 형태(paired layer members configuration: PLMC)로서 언급될 것이며, 이러한 쌍형 충부재 형태는 상술한 바와 같은 주-방호층의 단일 충부재 형태와는 상이하다.

도5A에서, 한쌍의 충부재의 두개의 실린더(12A)는 간극(24A)만큼 이격된 상태로 도시되어 있다. 도5B에는 쌍을 이루며 한쪽이 덧씌워진 두개의 실린더(12B)가 도시되어 있으며, 각각의 실린더는 상대방의 거울상이며, 간극(24B)만큼 분리되어 있다. 이와 마찬가지로, 도5C에 있어서 충부재의 쌍은 간극(24C)만큼 분리된 절두원주체(12C)이다. 쌍을 이루는 이러한 각각의 충부재 사이의 간극은 상술한 바와 같은 연속한 간극의 형상을 변형시키므로써, 그 공진 주파수에 영향을 끼친다. 그러나, 쌍을 이루는 두개의 충부재의 높이와 이들 사이의 간극의 폭을 더한 총합과 동일한 방호층의 폭은 상술한 바와 같은 공진 조건을 따라야만 한다. 즉, 이러한 폭은 식 $w = (2n-1)\lambda_g/2$ 에 의해 주어진 값과 동일해야만 한다(이때 λ_g 은 연속한 간극을 충진하는 유전 매트릭스에서 증식된 방사선 파장, n은 정수). 그러나, 충부재의 높이는 레이돔의 탄도 특성에 영향을 준다. 따라서, 실질적인 한계값내에서는 하기의 실시예2에 서술되는 바와 같이 간극이 넓을수록 최종 작동주파수는 낮아지게 된다.

도5D 내지 도5F에는 본 발명의 다른 양호한 실시예에 따른 실시예인 PLMC가 도시되어 있다. 도5D 내지 도5F에 도시된 바와 같이, 금속 디스크(26D, 26E, 26F)는 쌍을 이루는 두개의 충부재 사이에 형성된 간극의 중앙에서, 상기 충부재와 동축으로 배치된다. 이러한 디스크는 동일한 금속으로 제조되거나 또는 상기 충부재와는 상이한 물질로 제조될 수도 있다. 상기 디스크는 동일한 도전성 물질로 도금된다. 디스크는 쌍을 이루는 하나이상의 충부재와 접촉되거나 또는 전기적으로 절연된다. 따라서, 한쌍의 충부재 사이에서 간극의 폭을 변화시키므로써, 또는 디스크의 칫수를 변화시키므로써, 연속한 간극의 기하학적 형상이 변화되며; 이에 따라 레이돔의 작동 주파수도 하기의 실시예2에 서술되는 바와 같이 영향을 받는다.

실시예1

본 발명의 두개의 양호한 실시예에 따라, 단일의 충부재 형태를 취하는 두개의 상이한 예시적인 레이돔이 형성된다. 이러한 레이돔중 하나는 도1에 도시된 바와 같은 단일의 주-방호층을 실행시키며, 나머지 레이돔은 도4에 도시된 바와 같은 이중 주-방호층을 실행시킨다. 충부재의 높이는 특정의 공진 주파수를 위하여 상술한 바와 같은 공진 조건 $h = \lambda_g/2$ 을 따른다. 연속한 간극의 공진 효과에 의해 표시된 레이돔 디자인에 대한 제약에 대해서는 도6을 참조하여 상세히 서술될 것이다. 도6은 두개의 레이돔에 대해 얻은, 공진 주파수 유니트에서 측정한 투파율-정규화 주파수를 도시한 전형적인 도면이다. 도면부호 30으로 도시된 곡선은 단일층 형태를 도시하고 있는 반면에, 이중층 형태는 도면부호 32로 도시되었다. 두 곡선은 공진 주파수에서 동일한 투파율값을 갖도록 정규화되었다.

실시예2

도5E에는 한쪽이 덧씌워진 원통형 층부재를 사용하고 있는 예시적인 PLMC 레이돔이 본 발명의 양호한 실시예에 따라 형성되어 있다. 층부재의 높이는 $h = 0.18\lambda_g$ 이며, 층부재의 반경은 $0.127\lambda_g$ 이다. 이러한 레이돔의 작동 주파수 조정은 한 쪽의 층부재 사이의 간극폭을 변화시키거나 또는 디스크의 칫수를 변화시키므로써 달성된다. 이러한 특정 실시예에서, 디스크의 높이는 간극의 폭과 동일하므로, 디스크는 쌍을 이루는 두 부재와 접촉하게 되고, 금속 디스크의 반경은 $0.104\lambda_g$ 으로 된다. 도7에서는 레이돔의 공진 주파수의 약 20%의 조정 능력이 도시되고 있다. 도7에는 다양한 레이돔의 투파율-공진주파수 유니트에서 측정된 정규화 주파수가 도시되어 있다. 이러한 레이돔은 쌍을 이루는 층부재 사이에 존재하는 각각의 간극 크기에 대해 변화된다. 곡선(50, 52, 54, 56)은 각각 $0.144h$, $0.180h$, $0.216h$, $0.252h$ 의 간극 크기를 갖는 레이돔을 각각 나타낸다.

도면의 간단한 설명

도1은 원통형 층부재로 구성된 하나의 주-방호층 및 두개의 유전층을 포함하는, 본 발명을 채용한 레이돔 세그먼트를 도시한 사시도.

도2는 비접촉식 원통형 층부재의 삼각형 격자의 주기적 어레이를 도시하는, 주-방호층의 세그먼트에 대한 정면도.

도3A는 본 발명의 원통형 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도3B는 본 발명의 사각형 프리즘 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도3C는 육각 형태를 취하는, 본 발명의 육각 프리즘 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도3D는 한쪽 단부가 덧씌워진 본 발명의 원통형 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도3E는 양쪽 단부가 덧씌워진 본 발명의 원통형 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도3F는 서로에 대해 부착된 이중 절두원추형태를 취하는, 본 발명의 원통형 층부재를 개략적으로 도시한 도면.

도4는 X 대역 주파수에 적합한, 본 발명을 채택한 레이돔의 세그먼트를 도시한 사시도.

도5A는 원통형 층부재의 쌍으로 이루어진 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도5B는 한쪽 단부가 덧씌워진 원통형 층부재의 쌍으로 이루어진, 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도5C는 절두원추형태를 취하는 층부재의 쌍으로 이루어진, 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도5D는 본 발명의 양호한 실시예에 따른 도5A의 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도5E는 본 발명의 양호한 실시예에 따른 도5B의 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

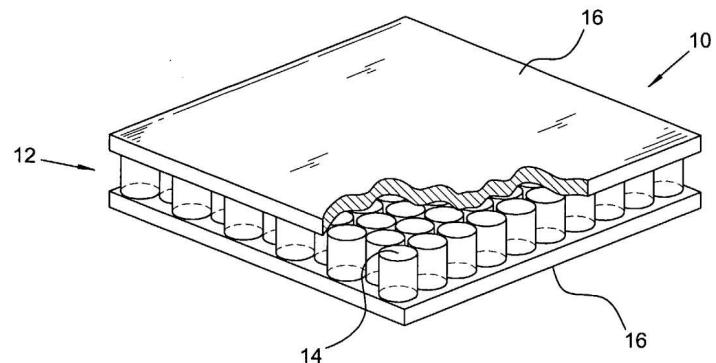
도5F는 본 발명의 양호한 실시예에 따른 도5C의 주-방호층의 형태를 개략적으로 도시한 도면.

도6은 탄도 방호를 제공하는 레이돔의 두가지 실시예의 전형적인 투파계수를 도시한 그래프로서, 한쪽 곡선은 단일의 주-방호층으로 이루어진 레이돔에 대한 전형적인 투파계수를 나타내며, 다른쪽 곡선은 적절한 유전 스페이서를 갖는 두개의 주-방호층으로 구성된 레이돔의 전형적인 투파계수를 도시한 도면.

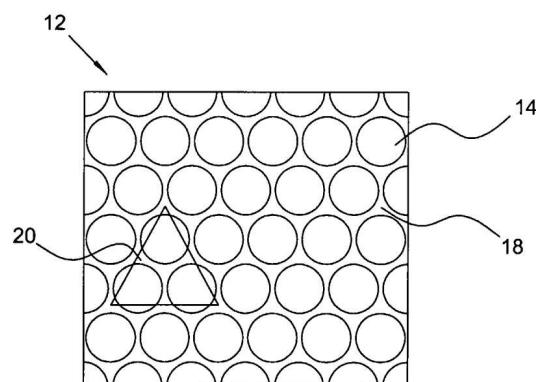
도7은 한쌍의 층부재 사이에서 상이한 분리 길이를 위해, 도6E에 도시된 형태의 쌍을 이루는 층부재 형태를 취하는, 레이돔의 전형적인 투파율-정규화 주파수를 도시한 그래프.

도면

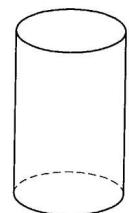
도면1



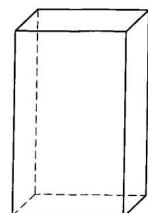
도면2



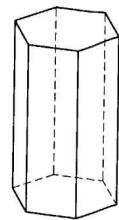
도면3a



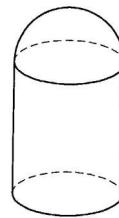
도면3b



도면3c



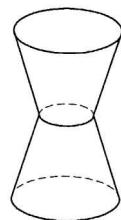
도면3d



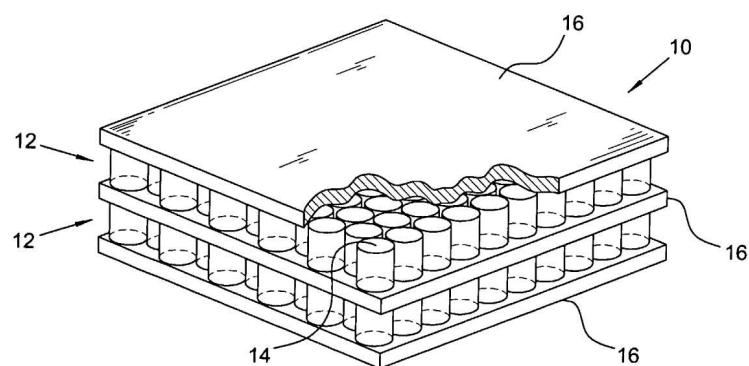
도면3e



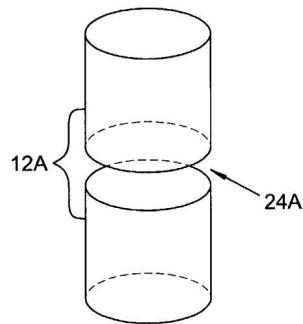
도면3f



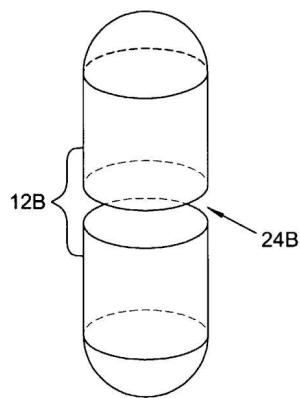
도면4



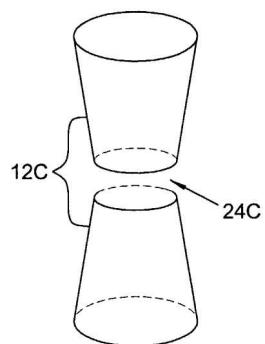
도면5a



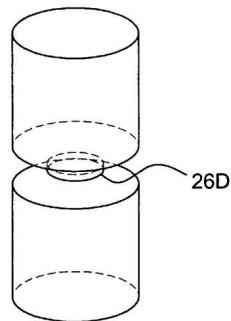
도면5b



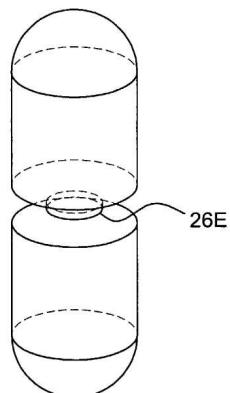
도면5c



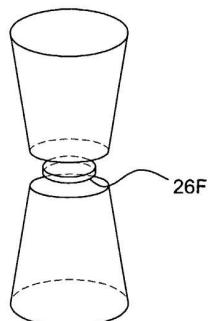
도면5d



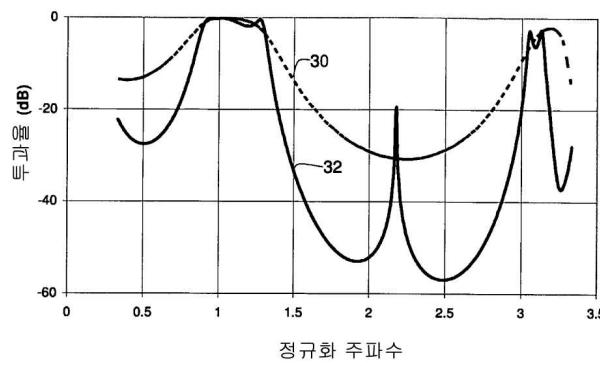
도면5e



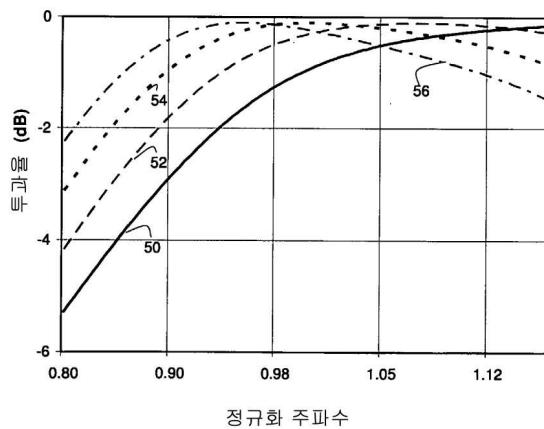
도면5f



도면6



도면7



정규화 주파수