



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월20일
(11) 등록번호 10-0976858
(24) 등록일자 2010년08월12일

(51) Int. Cl.
H01Q 21/00 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)
H01Q 13/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0104934
(22) 출원일자 2008년10월24일
심사청구일자 2008년10월24일
(65) 공개번호 10-2010-0045824
(43) 공개일자 2010년05월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070017178 A
KR1020070107718 A
JP2001177339 A
JP07307617 A

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1
(72) 발명자
김철곤
대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 내
장홍규
부산광역시 사상구 학장동 금강아파트 104동 105호
이원준
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 102동 602호
(74) 대리인
전영일

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 양태환

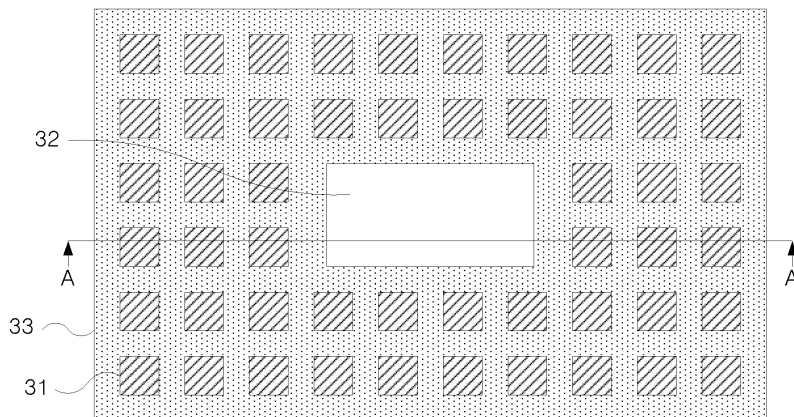
(54) 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나와 평면 패치어레이 안테나

(57) 요약

이 발명은 레이더의 탐색 주파수 대역의 입사 전자파를 흡수하여 안테나의 레이더 반사면적을 감소시키는 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나에 관한 것이다.

이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 (어레이) 안테나는 안테나의 동작대역에 따라 설계된 금속패치 (어레이) 와, 유전층과, 고전도층을 포함하고, 상기 유전층에 형성되어 흡수주파수대역에서 상기 평면 패치 (어레이) 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 주기격자패턴층을 포함하여, 상기 흡수주파수대역에서의 레이더 반사면적이 감소되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

안테나의 동작대역에 따라 설계된 금속패치와 유전층과 고전도층을 포함한 평면 패치 안테나에 있어서,
 상기 유전층에 형성되어 흡수주파수대역에서 상기 평면 패치 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 주기격자패턴층을 포함하여, 상기 흡수주파수대역에서의 레이더 반사면적이 감소되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 유전층의 전자파 입사면에 인쇄된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 유전층의 중간에 삽입된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 단위격자 어레이로 이루어지고, 상기 흡수주파수대역에 따라 상기 주기격자패턴층의 재료의 전기전도도와, 단위격자의 형상 및 크기와, 단위격자간 사이간격이 조절된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 전도성 고분자로 이루어진 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 전도성 고분자의 전기전도도에 따라 상기 주기격자패턴층의 저항값이 조절되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 흡수주파수대역은 X 밴드인 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 금속패치가 형성되지 않은 상기 유전층에 형성되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나.

청구항 9

안테나의 동작대역에 따라 설계된 금속패치 어레이와 유전층과 고전도층을 포함한 평면 패치 어레이 안테나에 있어서,
 상기 유전층에 형성되어 흡수주파수대역에서 상기 평면 패치 어레이 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 주기격자패턴층을 포함하여, 상기 흡수주파수대역에서의 레이더 반사면적이 감소되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 유전층의 전자파 입사면에 인쇄된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 유전층의 중간에 삽입된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 단위격자 어레이로 이루어지고, 상기 흡수주파수대역에 따라 상기 주기격자패턴층의 재료의 전기전도도와, 단위격자의 형상 및 크기와, 단위격자간 사이간격이 조절된 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 전도성 고분자로 이루어진 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 전도성 고분자의 전기전도도에 따라 상기 주기격자패턴층의 저항값이 조절되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 상기 흡수주파수대역은 X 밴드인 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

청구항 16

제 9 항에 있어서, 상기 주기격자패턴층은 상기 금속패치 어레이가 형성되지 않은 상기 유전층에 형성되는 것을 특징으로 하는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 이 발명은 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 레이더의 탐색 주파수 대역의 입사 전자파를 흡수하여 안테나의 레이더 반사면적을 감소시키는 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 스텔스 기술(stealth technology)은 엔진소음 같은 음향신호(acoustic signature)를 최소화시키는 기술과, 배기가스에 의한 광학적신호(optical signature)를 최소화시키는 기술과, 열에 의한 적외선신호(infrared signature)를 최소화시키는 기술과, 레이더 전자파에 의한 전자적신호(electronic signature)를 최소화시키는 기술로 구분된다.

[0003] 항공기나 미사일, 함정 등과 같은 무기체계의 스텔스 성능을 평가하기 위한 기준으로서, 레이더 반사면적(radar cross section, RCS)이 있다. 이 레이더 반사면적이란, 레이더가 쏘아 보낸 전자파(electromagnetic wave, EM wave)가 대상물에서 반사되어 돌아올 때, 그 반사된 양을 나타내기 위해 규정한 평면 면적이다. 대상물의 레이더 반사면적이 작을수록, 그 대상물은 레이더 전자파에 대한 스텔스 성능이 좋다.

[0004] 대상물의 레이더 반사면적을 증가시키는 주요 원인은 대상물의 안테나이다. 안테나는 동작 대역에서의 전자파를 흡수하도록 설계된다. 그러나, 안테나의 구조적 산란(structural scattering)과 안테나 산란(antenna scattering)으로 말미암아, 비동작 대역의 전자파는 안테나로부터 반사된다. 따라서, 레이더가 안테나의 비동

작 대역의 전자파를 방사하여 대상물을 탐색할 경우, 그 대상물은 그 비동작 대역의 전자파를 반사하여 레이더 반사면적이 증가하게 된다.

[0005] 따라서, 안테나의 레이더 반사면적을 감소시키려면, 레이더에서 방사되는 전자파를 흡수하도록 하여야 한다.

[0006] 일반적으로 전자파를 흡수하는 방법에는, 위상차 간섭을 이용하여 반사파를 소멸시키는 방법과, 유전층에 유전 재료나 자성재료 등의 손실재료를 첨가하여 입사파와 반사파를 소멸시키는 방법이 있다. 손실재료를 이용하여 입사파와 반사파를 소멸시키는 방법을 안테나에 적용하면, 손실재료에 의해 안테나의 동작 대역에서의 입사 전자파도 흡수되어 소멸되기 때문에 안테나의 이득이나 방사효율이 감소될 우려가 있다.

[0007] 따라서, 위상차 간섭을 이용하여 반사파를 소멸시킴으로써, 안테나의 성능에 영향을 주지 않으면서도 안테나의 비동작 대역에서의 전자파를 소멸시키는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 이 발명은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 안테나 성능에 영향을 주지 않으면서 안테나의 레이더 반사면적을 감소시킬 수 있는 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0009] 상술한 목적을 달성하기 위한 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나는, 안테나의 동작대역에 따라 설계된 급속패치와 유전층과 고전도층을 포함한 평면 패치 안테나에 있어서, 상기 유전층에 형성되어 흡수 주파수대역에서 상기 평면 패치 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 주기격자 패턴층을 포함하여, 상기 흡수주파수대역에서의 레이더 반사면적이 감소되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나는, 안테나의 동작대역에 따라 설계된 급속패치 어레이와 유전층과 고전도층을 포함한 평면 패치 어레이 안테나에 있어서, 상기 유전층에 형성되어 흡수 주파수대역에서 상기 평면 패치 어레이 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 주기격자패턴층을 포함하여, 상기 흡수주파수대역에서의 레이더 반사면적이 감소되는 것을 특징으로 한다.

효과

[0011] 이 발명에 따르면, 안테나 이득(antenna gain)이나 방사효율(radiation efficiency)의 감소, 통신주파수(communication frequency)의 변화와 같은 안테나 성능에 악영향을 주지 않으면서 안테나의 레이더 반사면적을 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0012] 또한, 이 발명에 따르면 어떠한 형태의 평면 패치 안테나에도 적용할 수 있고, 주기격자패턴의 재료의 전기전도도와 단위격자의 형상 및 크기와 단위격자의 사이간격 등을 조절하여 흡수주파수대역을 설계할 수 있으며, 평면 패치 어레이 안테나에도 적용할 수 있는 잇점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하며 이 발명의 한 실시예에 따른 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나를 상세하게 설명한다.

[0014] 이 발명의 평면 패치 안테나와 평면 패치 어레이 안테나를 설명하기에 앞서, 위상차 간섭을 이용하여 반사파를 소멸시키는 전자파 흡수체에 대해 먼저 살펴본다.

[0015] 도 1과 도 2는 일반적인 위상차 간섭을 이용한 전자파 흡수체를 도시한 도면이다. 이 전자파 흡수체는 주기격자패턴층(11)과, 유전층(12)과, 고전도층(13)으로 이루어진다. 주기격자패턴층(11)은 유전층(12)의 전자파 입사면 또는 유전층(12)의 중간에 형성된다. 주기격자패턴층(11)은 유전층(12)과 함께 작용하여 위상차 간섭을

이용하여 고전도층(13)에서 반사된 전자파를 소멸시킨다. 고전도층(13)은 유전층(12)의 전자파 입사면의 반대면에 형성되어 입사된 전자파를 반사한다.

[0016] 도 1의 전자파 흡수체의 임피던스는 아래 수학식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = f(R,L,C)$$

[0017]

이 전자파 흡수체의 임피던스와 전자파가 진행하는 공기 중의 자유공간 임피던스 사이에 매칭(matching)이 발생하면, 그 임피던스 매칭된 주파수대역에서 공진이 일어나는데, 그 공진주파수는 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$Resonance\ Frequency = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

[0019]

이 공진주파수를 중심으로 일정 대역의 전자파는 전자파 흡수체에 흡수되어 소멸된다.

[0020]

위 수학식 1과 수학식 2를 참조하면, 전자파 흡수체의 임피던스를 결정하는 요인은 저항(R)값과 인덕턴스(L)값과 커패시턴스(C)값이고, 전자파 흡수체의 공진주파수를 결정하는 요인은 인덕턴스(L)값과 커패시턴스(C)값임을 알 수 있다. 주기격자패턴이 도 2와 같을 경우, 저항(R)값은 주기격자패턴의 재료의 전기전도도에 의해 결정되고, 인덕턴스(L)값은 주기격자패턴의 단위격자의 형상 및 크기에 의해 결정되며, 커패시턴스(C)값은 주기격자패턴의 단위격자간 사이간격에 의해 결정된다.

[0021]

따라서, 도 2와 같은 위상차 간섭을 이용한 전자파 흡수체의 경우, 주기격자패턴의 재료의 전기전도도와, 단위격자의 형상 및 크기와, 단위격자간 사이간격을 조절하면, 전자파 흡수체의 임피던스와 공진주파수를 조절할 수 있다.

[0022]

이 발명은 상술한 도 1 및 도 2의 전자파 흡수체를 활용하여 평면 패치 안테나를 구성한다.

[0023]

이 발명에 따른 저 레이다 반사면적의 평면 패치 안테나는 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같다. 도 3은 이 발명에 따른 저 레이다 반사면적의 평면 패치 안테나의 평면도이고, 도 4는 이 발명에 따른 저 레이다 반사면적의 평면 패치 안테나의 측단면도이다.

[0024]

이 발명에 따른 저 레이다 반사면적의 평면 패치 안테나는 주기격자패턴층(31)과, 금속패치(32)와, 유전층(33)과, 고전도층(34)으로 이루어진다. 주기격자패턴층(31)은 유전층(33)의 전자파 입사면 또는 중간에 형성되고, 그 반대면에 고전도층(34)이 형성된다. 유전층(33)은 안테나의 동작 대역에서 통신대역에 영향을 주고 비동작 대역에서 스페이스(spacer)로서 임피던스 매칭을 위해 사용된다. 유전층(33)은 유리직물 섬유강화 복합재료로 이루어지며, 고전도층(34)은 구리박막을 포함한 금속 박막으로 이루어져서 유전층(33)을 통해 입사되는 전자파를 반사한다.

[0025]

금속패치(32)의 크기 및 형상은 안테나의 동작 주파수 대역에 따라 설계된다. 안테나의 동작 주파수 대역에 따른 금속패치(32)의 설계는 안테나 설계 기술에 따른다. 금속패치(32)는 유전층(33)의 전자파 입사면에 형성되어 급전부(35)와 연결된다.

[0026]

주기격자패턴층(31)은 금속패치(32)가 형성되지 않은 유전층(33)의 전자파 입사면 또는 중간에 형성되며, 금속패치가 형성된 평면 패치 안테나의 임피던스가 흡수주파수대역에서 자유공간 임피던스(377Ω)가 되도록 설계된다. 이로써, 이 평면 패치 안테나는 흡수주파수대역에서 공진점을 갖는다. 사용자는 주기격자패턴층(31)의 재료의 전기전도도와 단위격자의 형상 및 크기와, 단위격자간 사이간격을 조절하여, 사용자가 원하는 흡수주파수대역에서 공진점이 발생하도록 설계할 수 있다.

[0027]

주기격자패턴층(31)의 단위격자의 형상은 사각형 패치(square patch), 원형 패치(circular patch), 크로스 다이폴(cross dipole), 예루살렘 크로스(jerusalem cross), 원형 루프(circular loop), 사각형 루프(square loop), 트라이폴(tripole), 직각 다이폴(rectangular dipole)로 형성할 수 있다.

[0028]

- [0029] 이 발명에서 주기격자패턴층(31)의 재료는 전기전도도를 조절할 수 있는 전도성 고분자로 이루어진다. 이 전도성 고분자의 전기전도도를 조절하는 방법은, 비전도성 고분자에 첨가하는 전도성 분말의 함량을 조절하는 방법과, 본질적으로 전기 전도성을 갖는 고분자를 이용하여 전도성 고분자를 제작하는 방법이 있다.
- [0030] 전자는 비전도성 고분자에 금속, 탄소, 산화물 등의 전도성 분말을 첨가하여 제조하는 방법인데, 이때 비전도성 고분자에 첨가되는 전도성 분말의 함량에 따라서 완성된 전도성 고분자의 전기전도도가 변화된다. 따라서, 비전도성 고분자에 첨가되는 전도성 분말의 함량을 조절하여 전도성 고분자의 전기전도도를 제어할 수 있다.
- [0031] 후자는 PEDOT, 폴리아닐린, 폴리피롤과 같이 본질적으로 전기 전도성을 가진 고분자(intrinsic conducting polymer)를 이용하여 전도성 고분자를 제작하는 방법인데, 이때에도 전기 전도성 고분자의 첨가량을 조절하거나 화학적인 도핑과정을 통해서 전도성 고분자의 전기전도도를 제어할 수 있다.
- [0032] 이 발명에서는 하나의 실시예로서, 주기격자패턴층은 본질적으로 전기 전도성을 갖는 PEDOT 전도성 고분자(intrinsic conducting polymer)와 우레탄 바인더(binder)로 제작된 전도성 고분자 잉크를 사용하여 제작하였으며, 이외의 다양한 전도성 고분자 재료가 주기격자패턴의 재료로 사용될 수 있다.
- [0033] 도 5는 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나의 다양한 실시예를 도시한 평면도이다. 최근 안테나의 지향성을 높이기 위하여 단일 금속패치가 아닌 금속패치 어레이를 적용한 평면 패치 어레이 안테나가 제안되었다. 안테나 설계기술에 의해, 안테나의 동작대역에 따른 다양한 종류의 평면 패치 어레이 안테나가 제작된다. 이 발명은 이러한 평면 패치 어레이 안테나에도 적용할 수 있는 바, 금속패치 어레이(52)가 형성되지 않은 유전층(51)에 주기격자패턴층(53)을 형성한다. 이 주기격자패턴층(53)은 흡수주파수대역에서 평면 패치 어레이 안테나의 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되도록 하는 기능을 하는 바, 주기격자패턴층(53)이 상술한 기능을 수행하도록 주기격자패턴층의 재료의 전기전도도와, 단위격자의 크기 및 형상과, 단위격자간 사이간격을 조절한다. 주기격자패턴층의 재료의 전기전도도를 조절하는 방법은 상술한 바와 같다.
- [0034] [적용예]
- [0035] 도 6은 안테나의 동작대역이 3.1 GHz이고, 흡수주파수대역이 군사용 레이더에서 주로 사용하는 X밴드(8.2 ~ 12.4 GHz)가 되도록 설계된 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나의 한 적용예이다.
- [0036] 평면 패치 안테나의 전체 크기가 90mm × 80mm이고 동작대역이 3.1 GHz이고 흡수주파수대역이 X밴드이면, 금속패치와 주기격자패턴층은 도 6과 같이 설계된다. 즉, 주기격자패턴층의 단위격자가 4mm × 4mm 크기의 정사각형이고, 단위격자간 사이간격이 2mm, 4mm 또는 6mm 이며, 주기격자패턴층을 형성하는 전도성 고분자 재료의 전기전도도(σ)는 1000 S/m, 주기격자패턴층의 두께는 10 μ m로 설계된다. 이렇게 설계된 대로 유전층의 전자파 입사면에 금속패치와 주기격자패턴층을 형성하면, X밴드(8.2 ~ 12.4 GHz)의 중심주파수인 10 GHz에서 공진점이 발생한다. 즉, 이 공진점에서의 평면 패치 안테나의 표면 임피던스가 공기 중의 자유공간 임피던스와 매칭되어, 이 X밴드의 신호가 평면 패치 안테나에서 흡수 소멸된다.
- [0037] 도 7a는 도 6의 적용예와 같이 제작된 평면 패치 안테나의 공진점 주파수(resonance frequency)와 반사손실(reflection loss)를 도시한 그래프이다. 이 그래프에 따르면, 공진점 주파수가 10 GHz이고 공진점에서의 최대 반사손실(reflection loss)은 -30 dB이며, X 밴드를 포함한 8.1 ~ 12.5 GHz 에서 레이더에 의해 입사되는 입사파의 90% 이상이 흡수됨을 확인할 수 있다.
- [0038] 도 7b는 도 6의 적용예와 같이 제작된 평면 패치 안테나의 반사손실을 스미스차트(smith chart)로 표현한 도면이다. 스미스차트의 중심점('1'인 점)을 가까이 지날 때 평면 패치 안테나의 공진특성이 발휘되며, 중심점을 근접하여 지날 때 공진점이 발생한다. 도 7b에 따르면 도 6의 적용예와 같이 제작된 평면 패치 안테나는 중심점에 한 번 근접하는 경로를 따르며, 이를 통해 도 7a와 같이 공진점이 하나인 공진특성이 얻어짐을 알 수 있다.
- [0039] 도 8 내지 도 11은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명이 적용된 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나(이하, 저 레이더 반사면적 안테나)의 차이점 및 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나의 효과를 설명하기 위하여 도시한 도면이다. 일반적인 평면 패치 안테나라 함은 주기격자패턴층 없이 유전층에 금속패치만이 형성된 안테나를 말하며, 이 발명이 적용된 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)라 함은 유전층에 주기격자패턴층과 금속패치가 형성된 안테나를 말한다.
- [0040] 도 8은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 통신주파수(communication frequency), 통신대역(bandwidth), 임피던스(impedance) 등의 안테나 성능을 도시한 도면이다.

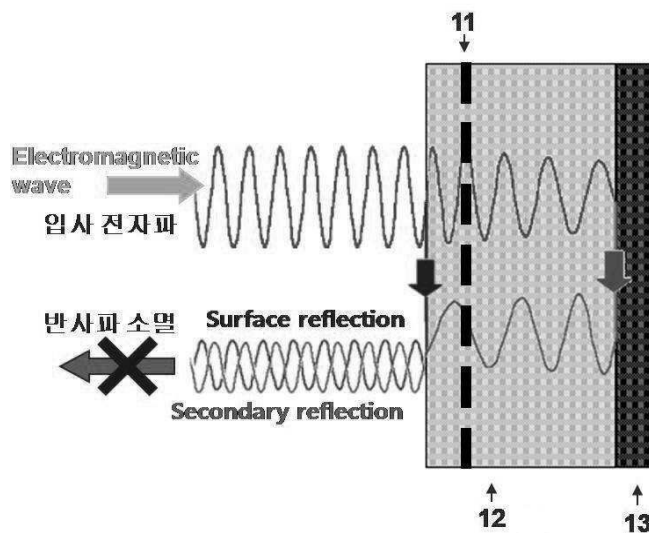
- [0041] 먼저, 일반적인 평면 패치 안테나의 통신주파수는 3.10 GHz 이고, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 통신주파수는 3.11 GHz 로서, 거의 변화가 없음을 확인할 수 있다. 또한, 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 통신대역은 4.5% 로 동일하다. 다음, 안테나의 임피던스 값은 하나의 출력단과 입력단을 연결할 때, 서로 다른 두 연결단의 특성 임피던스 차에 의한 반사(손실)의 정도를 보여주는 것으로서, 임피던스 값이 음으로 클수록 전달 전력의 반사(손실)이 적어 안테나의 효율이 높음을 보여준다. 도 8에 따르면 일반적인 평면 패치 안테나의 임피던스는 -37.2 dB이고 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 임피던스는 -30.0 dB로서, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 임피던스가 약 7.2 dB 정도 상승하였다. 그러나, 통상적으로 안테나의 임피던스가 -20 dB 이하에서는 임피던스 값의 변화가 안테나의 효율에 큰 영향을 주지 않기 때문에, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 효율도 일반적인 평면 패치 안테나의 효율에 큰 차이가 없다.
- [0042] 도 9는 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 이득(gain)과 방사패턴(radiation pattern)을 도시한 그래프로서, E-field에서의 안테나 특성과 H-field에서의 안테나 특성을 각각 도시한다. 이 도 9에 따르면 E-field에서 일반적인 평면 패치 안테나의 이득은 6.07 dB 이고 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 이득은 6.08 dB 로서, 거의 동일하다. 또한, H-field에서 일반적인 평면 패치 안테나의 이득은 5.67 dB이고 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 이득은 5.45 dB 로서, 거의 동일하다. 아울러, E-field와 H-field에서 두 안테나의 방사패턴이 거의 동일하다.
- [0043] 이상과 같은, 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 성능을 비교한 결과, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)에 적용된 주기격자패턴층이 안테나 성능에 거의 영향을 주지 않기 때문에, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 성능이 일반적인 평면 패치 안테나에 비해 성능이 떨어지지 않음을 확인할 수 있다.
- [0044] 도 10은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 바이스테틱 레이더(bistatic radar)에 의한 레이더 반사면적을 도시한 그래프이다. 이 바이스테틱 레이더는 10 GHz의 전자파를 방사한다. 일반적인 평면 패치 안테나의 레이더 반사면적은 $-4.8 \text{ dBsm}(0.33\text{m}^2)$ 인데 반해, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 레이더 반사면적은 $-16.4 \text{ dBsm}(0.023\text{m}^2)$ 으로서, 약 90% 이상 감소된다. 이것은 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나가 일반적인 평면 패치 안테나에 비해 바이스테틱 레이더의 전자파를 효율적으로 흡수함을 의미한다.
- [0045] 도 11은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 모노스테틱 레이더(monostatic radar)에 의한 레이더 반사면적을 도시한 그래프이다. 이 모노스테틱 레이더는 X밴드(8.5 ~ 12.0 GHz)의 전자파를 방사한다. 이 모노스테틱 레이더에서 방사하는 10 GHz의 전자파에 대한 레이더 반사면적을 살펴보면, 일반적인 평면 패치 안테나는 $-5.07 \text{ dBsm}(0.311\text{m}^2)$ 인데 반해, 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)는 $-17.58 \text{ dBsm}(0.016\text{m}^2)$ 으로서, 약 95% 감소한다. 도 11에 따르면, 10 GHz 외 X밴드의 다른 주파수 대역에서도 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 레이더 반사면적이 일반적인 평면 패치 안테나에 비해 약 90% 내지 95% 이상 감소함을 확인할 수 있다.
- [0046] 이 발명의 목적은, 군사용 항공기, 함정, 전차 등의 스텔스 대상물의 안테나의 레이더 반사면적을 감소시키기 위한 것이다. 종래에는 안테나의 레이더 반사면적을 줄이려면 안테나의 성능에 영향을 주었으나, 이 발명에서는 안테나의 성능에 영향을 주지 않는 새로운 전자파 흡수방법을 개발하여 안테나의 성능을 유지한 채 레이더 반사면적을 감소시키는 방법을 제안한다.
- [0047] 이 발명은 단일 금속패치가 형성된 평면 패치 안테나 뿐만 아니라 금속패치 어레이가 형성된 평면 패치 어레이 안테나에도 적용할 수 있기 때문에, 모든 종류의 평면 안테나의 레이더 반사면적을 감소시키는데 적용될 수 있다.
- [0048] 이상에서 본 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나의 기술사상을 첨부도면과 함께 서술하였지만, 이는 본 발명의 가장 양호한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 본 발명의 기술사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

도면의 간단한 설명

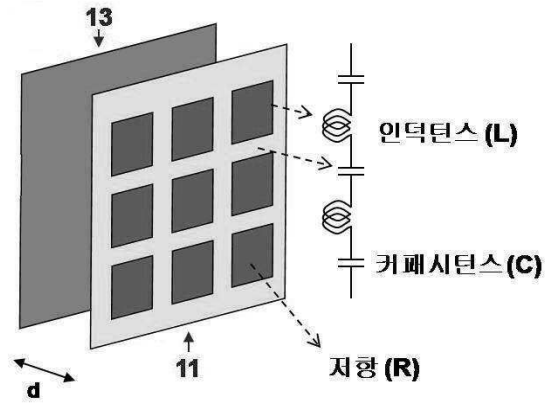
- [0049] 도 1과 도 2는 일반적인 위상차 간섭을 이용한 전자파 흡수체를 도시한 도면,
- [0050] 도 3은 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나의 평면도,
- [0051] 도 4는 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나의 A-A선 측단면도,
- [0052] 도 5는 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 어레이 안테나의 다양한 실시예를 도시한 평면도,
- [0053] 도 6은 안테나의 동작대역이 3.1 GHz이고, 흡수주파수대역이 군사용 레이더에서 주로 사용하는 X밴드(8.2 ~ 12.4 GHz)가 되도록 설계된 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적의 평면 패치 안테나의 한 적용예,
- [0054] 도 7a는 도 6의 적용예와 같이 제작된 평면 패치 안테나의 공진점 주파수(resonance frequency)와 반사손실(reflection loss)를 도시한 그래프,
- [0055] 도 7b는 도 6의 적용예와 같이 제작된 평면 패치 안테나의 반사손실을 스미스차트(smith chart)로 표현한 도면,
- [0056] 도 8은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 통신주파수(communication frequency), 통신대역(bandwidth), 임피던스(impedance) 등의 안테나 성능을 도시한 도면,
- [0057] 도 9는 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 이득(gain)과 방사패턴(radiation pattern)을 도시한 그래프,
- [0058] 도 10은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 바이스테틱 레이더(bistatic radar)에 의한 레이더 반사면적을 도시한 그래프,
- [0059] 도 11은 일반적인 평면 패치 안테나와 이 발명에 따른 저 레이더 반사면적 안테나(Low RCS 안테나)의 모노스테틱 레이더(monostatic radar)에 의한 레이더 반사면적을 도시한 그래프이다.

도면

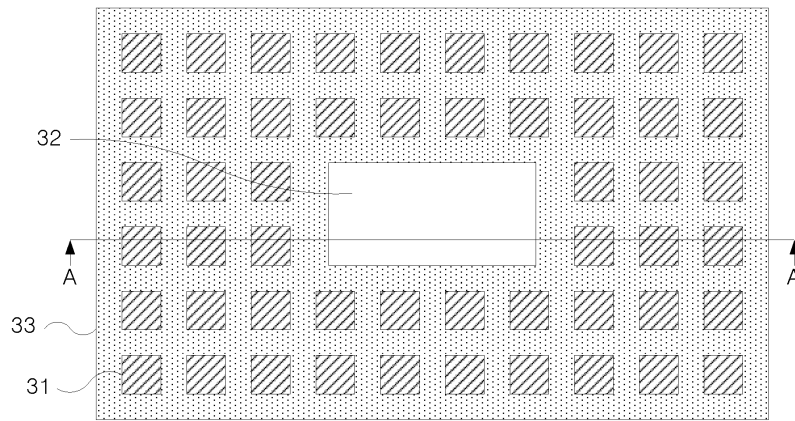
도면1



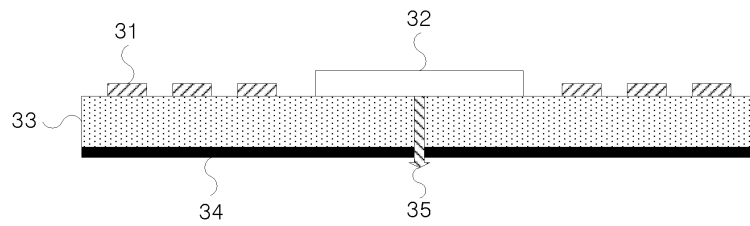
도면2



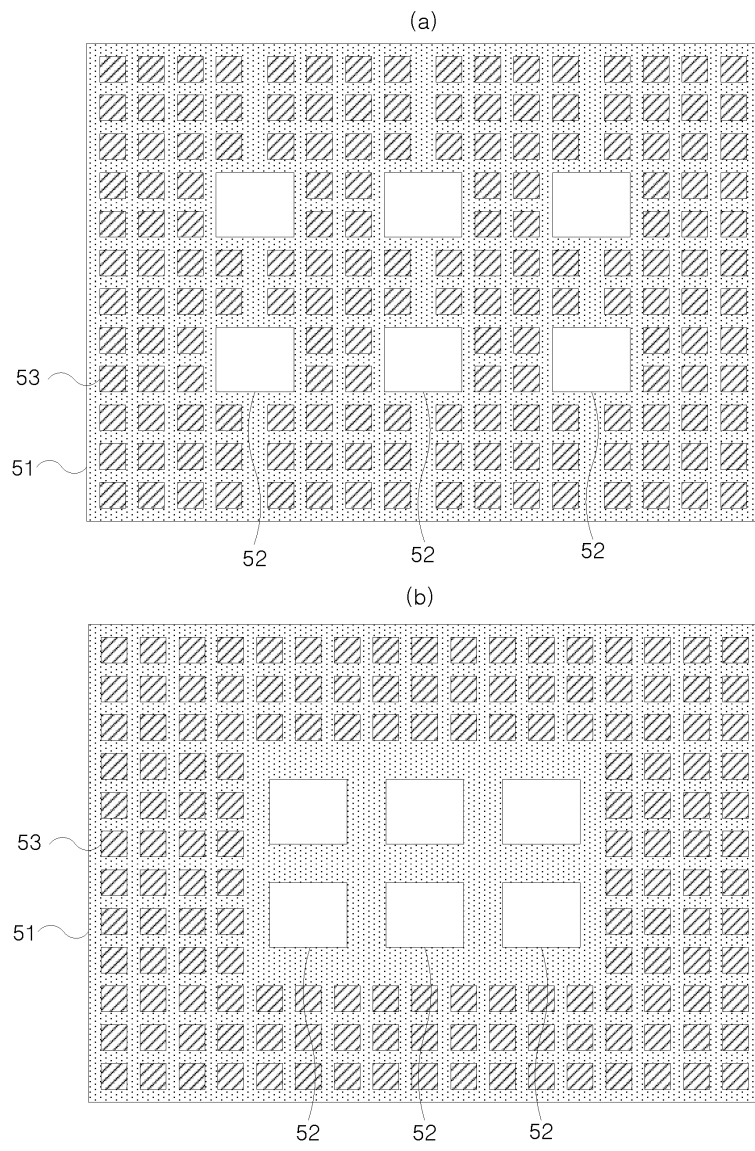
도면3



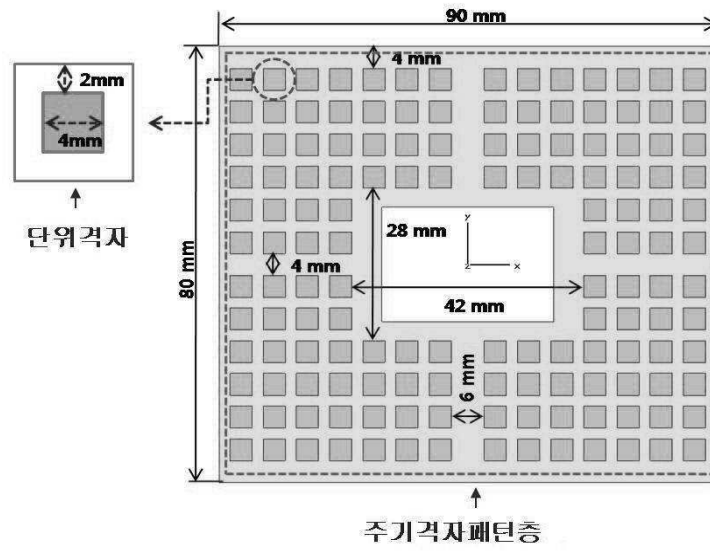
도면4



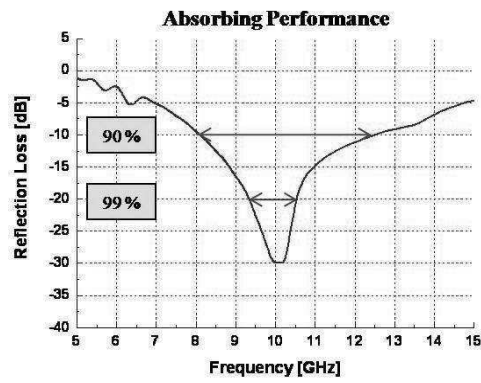
도면5



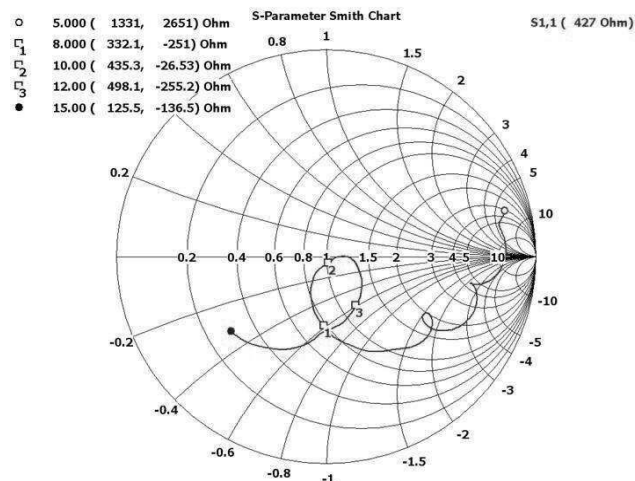
도면6



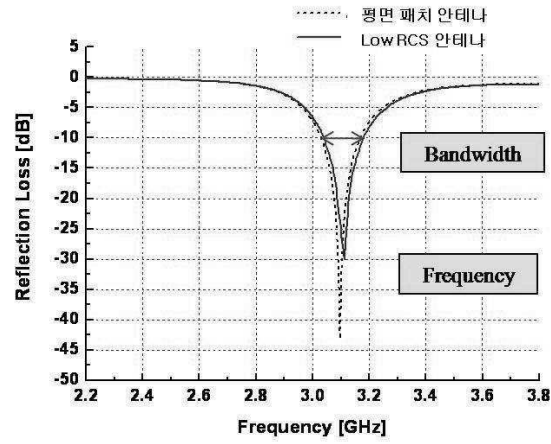
도면7a



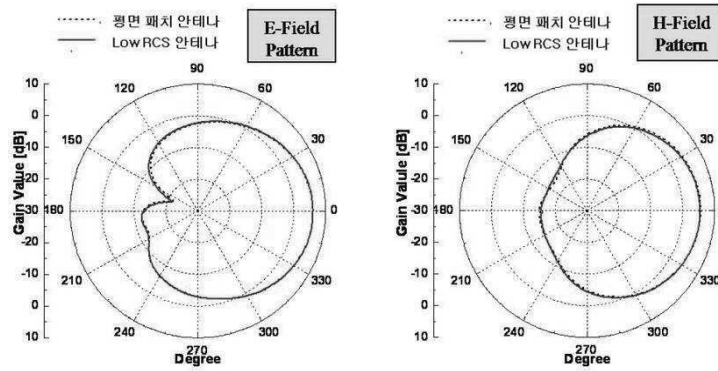
도면7b



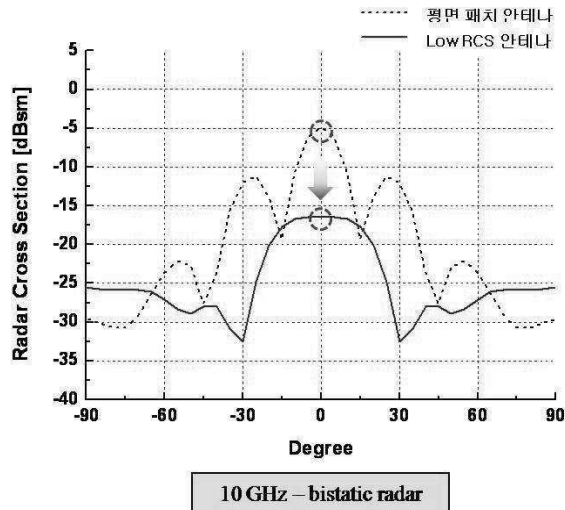
도면8



도면9



도면10



도면11

