(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0093488
(43) 공개일자 2015년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/38 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0014339
(22) 출원일자 2014년02월07일
심사청구일자 2014년02월07일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
장성훈
대전광역시 유성구 노은로 353, 304동 1501호 (하기동, 송림마을3단지아파트)
천창율
서울특별시 영등포구 국제금융로7길 20, 2동 706호 (여의도동, 대교아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

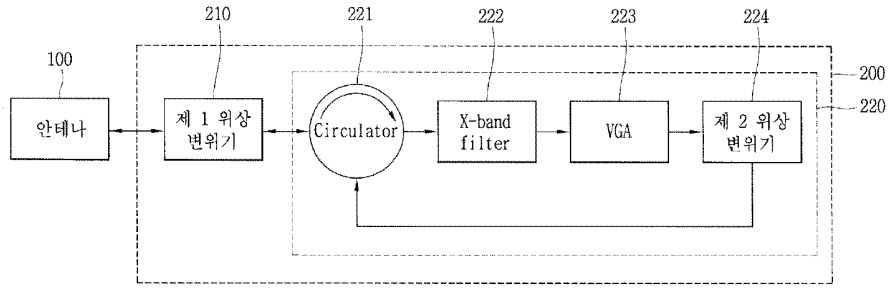
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 반사파를 하나의 안테나를 통해 상쇄시킬 수 있는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템은, 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 하나의 안테나를 통해 수신 신호를 수신하고, 상기 수신된 수신 신호의 위상을 180도 반전시키는 제1 위상 변위기와; 상기 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 상기 이득 증폭된 수신 신호의 위상을 180도 재반전시켜 방사 신호로서 출력하는 오실레이션부를 포함하며, 상기 제1 위상 변위기는 상기 오실레이션부로부터 출력되는 방사 신호의 위상을 180도 반전시켜 상기 하나의 안테나를 통해 방사할 수 있다.

대 표 도



(72) 발명자

황주성

서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 306동 1105호 (자양동, 우성3차아파트)

김준환

인천광역시 연수구 먼우금로 302, 109동 104호 (연수동, 유천아파트)

정용식

서울특별시 양천구 목동서로 400, 1024동 1001호 (신정동, 목동신시가지아파트10단지)

박상복

서울특별시 동대문구 망우로16길 43-2, 305호 (휘경동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 수신 신호를 하나의 안테나를 통해 수신하고, 상기 수신된 수신 신호의 위상을 180도 반전시키는 제1 위상 변위기와;

상기 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 상기 이득 증폭된 수신 신호의 위상을 180도 재반전시켜 방사 신호로서 출력하는 오실레이션부를 포함하며,

상기 제1 위상 변위기는 상기 오실레이션부로부터 출력되는 방사 신호의 위상을 180도 반전시켜 상기 하나의 안테나를 통해 방사하는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하기 위한 수신 신호의 증폭 정도는 미리 설정되는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하나의 안테나는,

상기 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 반사 신호를 상쇄시키는 상기 방사 신호를 방사하고, 상기 제1 위상 변위기에 연결되는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 오실레이션부는,

상기 제1 위상 변위기로부터 상기 180도 위상이 반전된 수신 신호를 수신하고, 상기 수신된 수신 신호를 그대로 출력하는 서큘레이터와;

상기 서큘레이터를 통해 출력되는 상기 180도 위상이 반전된 수신 신호의 주파수 대역 중에서 X대역만을 통과시키는 X-band 필터와;

상기 X 대역의 180도 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 상기 이득이 증폭된 수신 신호를 방사 신호로서 출력하는 가변 이득 증폭기와;

상기 방사 신호의 위상을 180도 재반전시키고, 상기 위상이 재반전된 방사 신호를 상기 서큘레이터를 통해 상기 제1 위상 변위기에 출력하는 제2 위상 변위기를 포함하며,

상기 제1 위상 변위기는 상기 서큘레이터로부터 출력되는 상기 위상이 재반전된 방사 신호의 위상을 180도 반전시키고, 상기 180도 위상이 반전된 방사 신호를 상기 하나의 안테나를 통해 방사시키는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템.

청구항 5

외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 수신 신호를 하나의 안테나를 통해 수신하는 단계와;

상기 수신된 수신 신호의 위상을 180도 반전시키는 단계와;

상기 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 상기 이득 증폭된 수신 신호의 위상을 180도 재반전시켜 방사 신호로서 출력하는 단계와;

상기 방사 신호의 위상을 180도 반전시켜 상기 하나의 안테나를 통해 방사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하기 위한 수신 신호의 증폭 정도는 미리 설정되는 것을 특징으로 하는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 기술에 따른 스텔스 기술은 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 반사파를 제거하거나 산란시켜 상대방에게 위치를 노출시키지 않는 기술이다. 보통 반사파를 제거하기 위해서 레이더 신호를 수신안테나로 수신한 후 반사파와 같은 크기로 위상반전 신호를 송신안테나로 방사한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국특허 출원번호 제10-2008-0113633호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 반사파를 하나의 안테나를 통해 상쇄시킬 수 있는 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 명세서에 개시된 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템은, 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 하나의 안테나를 통해 수신 신호(입사 신호)를 수신하고, 상기 수신된 수신 신호의 위상을 180도 반전시키는 제1 위상 변위기와; 상기 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 상기 이득 증폭된 수신 신호의 위상을 180도 재반전시켜 증폭하는 오실레이션부를 포함하며, 상기 제1 위상 변위기는 상기 오실레이션부로부터 출력되는 수신 신호의 위상을 180도 반전시켜 상기 하나의 안테나를 통해 방사할 수 있다.

[0006] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하기 위한 수신 신호의 증폭 정도는 미리 설정될 수 있다.

[0007] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 하나의 안테나는 상기 외부 레이더 신호를 수신하고, 상기 외부 레이더 신호가 구조체로 입사했을 때 생기는 상기 반사 신호를 상쇄시키는 상기 방사 신호를 방사하고, 상기 제1 위상 변위기에 연결될 수 있다.

[0008] 본 발명과 관련된 일 예로서, 상기 오실레이션부는, 상기 제1 위상 변위기로부터 상기 180도 위상이 반전된 수신 신호를 수신하고, 상기 수신된 수신 신호를 그대로 출력하는 서큘레이터와; 상기 서큘레이터를 통해 출력되는 상기 180도 위상이 반전된 수신 신호의 주파수 대역 중에서 X대역만을 통과시키는 X-band 필터와; 상기 X 대역의 180도 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭된 수신 신호를 방사 신호로서 출력하는 가변 이득 증폭기와; 상기 방사 신호의 위상을 180도 재반전시키고, 상기 위상이 재반전된 방사 신호를 상기 서큘레이터를 통해 상기 제1 위상 변위기에 출력하는 제2 위상 변위기를 포함하며, 상기 제1 위상 변위기는 상기 서큘레이터로부터 출력되는 방사 신호의 위상을 180도 반전시키고, 상기 180도 위상이 반전된 방사 신호를 상기 하나의 안테나를 통해 방사시킬 수 있다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 레이더 신호가 구조체(예를

들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사 신호를 하나의 안테나를 통해 상쇄시킬 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사파(반사 신호)를 상쇄시키기 위한 신호(방사 신호)를 하나의 안테나를 통해 방사할 때 그 방사 신호의 크기를 그 하나의 안테나의 특성과 손실 등을 고려하여 증폭시킴으로써 상기 반사파(반사 신호)를 상쇄시킬 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 신호를 수신하는 수신 안테나와, 방사 신호를 증폭시켜서 방사하는 송신 안테나를 모두 사용하지 않고, 안테나 한 개만으로 외부 신호를 수신하고, 방사 신호를 증폭시켜서 방사함으로써 두 개의 안테나(수신 안테나 및 송신 안테나)를 사용했을 때의 커플링 문제를 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템을 나타낸 구성도 이다.

도 2는 9 GHz의 주파수에서 1 uV 입력신호 대비 출력신호가 증폭이 돼서 나오는 것을 나타낸 도이다.

도 3 및 도 4는 CST 시뮬레이션 구성을 나타낸 예시도 이다.

도 5는 9 GHz의 입사파를 나타낸 예시도 이다.

도 6은 구조체에 대한 반사파를 나타낸 예시도 이다.

도 7은 프로브에 수신된 신호를 나타낸 예시도 이다.

도 8은 입사신호가 제거된 반사 신호를 나타낸 예시도 이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 증폭된 방사 신호를 나타낸 예시도 이다.

도 10은 반사파(반사 신호)와 증폭 신호(증폭된 방사 신호)를 역 위상관계로 상쇄 시킨 신호를 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명하기 위하여, 본 발명의 실시 예가 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 하지만, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고, 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통해 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템을 나타낸 구성도 이다.

[0014] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템(200)은 외부 레이더 신호를 수신하고, 상기 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사파(반사 신호)를 상쇄시키는 방사 신호를 방사하는 하나의 안테나(100)에 연결된다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템(200)은,

[0016] 상기 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 수신 신호(입사 신호)를 상기 하나의 안테나(100)를 통해 수신하고, 그 수신된 수신 신호의 위상을 반전(inversion)(180도 반전)시키는 제1 위상 변위기(Phase Shifter)(210)와;

[0017] 상기 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나(100)의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 그 이득 증폭된 수신 신호의 위상을 재반전(원래 위상)시켜 방사 신호로서 출력하는 오실레이션부(220)를 포함하며, 상기 제1 위상 변위기(210)는 상기 오실레이션부(220)로부터 출력되는 방사 신호의 위상을 반전시켜 상기 하나의 안테나(100)를 통해 출력(방사)시킨다. 상기 하나의 안테나(100)의 고유 특성에 의한 손실을 보상하기 위한 신호의 증폭 정도는 미리설정될 수 있다.

[0018] 상기 오실레이션부(220)는,

[0019] 상기 제1 위상 변위기(210)로부터 상기 위상이 반전된 수신 신호를 수신하고, 그 수신된 수신 신호를 그대로 출

력하는 서큘레이터(Circulator)(221)와;

[0020] 상기 서큘레이터(221)를 통해 출력되는 상기 위상이 반전된 수신 신호의 주파수 대역 중에서 X대역(예를 들면, 8.0~10.0주파수 대역)만을 통과시키는 X-band 필터(222)와;

[0021] 상기 X 대역의 위상이 반전된 수신 신호의 이득을 상기 하나의 안테나(100)의 고유 특성에 의한 손실을 보상하도록 증폭하고, 그 이득이 증폭된 신호를 방사 신호(위상이 반전된 수신 신호)로서 출력하는 가변 이득 증폭기(Variable Gain Amplifier)(223)와;

[0022] 상기 방사 신호(이득이 증폭되고, 위상이 반전된 수신 신호)의 위상을 재반전(원래 위상-수신신호의 위상과 동일)시키고, 상기 위상이 재반전(원래 위상- 수신신호의 위상과 동일)된 방사 신호를 상기 서큘레이터(221)를 통해 상기 제1 위상 변위기(210)에 출력하는 제2 위상 변위기(224)를 포함하며,

[0023] 상기 제1 위상 변위기(210)는 상기 서큘레이터(221)로부터 출력되는 상기 위상이 재반전(원래 위상)된 방사 신호의 위상을 반전(180도 반전)시키고, 그 위상이 반전된 방사 신호를 상기 하나의 안테나(100)를 통해 출력(방사)시킴으로써, 상기 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사파(반사 신호)를 상쇄시킨다.

[0024] 상기 제2 위상 변위기(224)를 조절하여 정해진 주파수에 맞게 서큘레이터 루프회로(221)가 동 위상이 될 수 있게 만들어 주면 수신된 신호의 크기를 전압 측면에서 약 20 dB 크게 증폭할 수 있다.

[0025] 도 2는 9 GHz의 주파수에서 1 uV 입력신호 대비 출력신호가 증폭이 돼서 나오는 것을 나타낸 도로서, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템(200)에 1 uV를 인가했을 때 출력되는 신호를 나타낸 예시도이다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템(200)의 동작에 대한 안테나 시뮬레이션을 진행하였다. 상기 안테나 시뮬레이션을 위한 프로그램은 CST(Computer Simulation Technology)를 사용하였고, 파형의 모양과 크기는 CST 결과를 매트랩(MATLAB)으로 인식하여 그래프로 나타낼 수 있다.

[0027] 도 3 및 도 4는 CST 시뮬레이션 구성을 나타낸 예시도 이다.

[0028] 도 3-4에 도시한 바와 같이, 상기 구조체로서 가로 세로의 길이가 각각 50 mm인 사각 알루미늄 판(3-1)을 사용하였고, 그 알루미늄 판(3-1) 위에 수신과 송신 역할을 하는 프로브(3-2)를 부착하였다.

[0029] 상기 시뮬레이션 방법은 다음과 같다.

[0030] 먼저 사각 알루미늄 판(3-1)에 프로브(3-2)를 연결하고, 400 mm 떨어진 위치에서 정면으로 도 5와 같은 9 GHz의 신호를 발생시킨다.

[0031] 도 5는 9 GHz의 신호를 나타낸 예시도 이다.

[0032] 상기 400 mm 떨어진 위치에서 구조체에 대한 반사파(반사 신호)와 프로브(3-2)에 수신된 신호를 측정한다. 구조체에 대한 반사파는 도 6과 같고 프로브(3-2)에 수신된 신호는 도 7과 같다.

[0033] 도 6은 구조체에 대한 반사파를 나타낸 예시도 이다.

[0034] 도 7은 프로브에 수신된 신호를 나타낸 예시도 이다.

[0035] 상기 도 6과 같이 측정된 반사파는 입사신호와 반사 신호가 모두 측정된 것이기 때문에 도 6에서 도 5의 입사신호를 제거하면 도 8과 같다.

[0036] 도 8은 입사신호가 제거된 반사 신호를 나타낸 예시도 이다. 즉, 도 8은 순전히 알루미늄 판(3-1)에 대한 반사파만을 나타낸 것이다. 그리고 프로브(3-2)에 수신된 신호인 도 7의 신호가 상기 오실레이션부(220)를 통해 크기(이득)가 증폭되는데 그 증폭된 신호(방사 신호)는 도 9와 같다.

[0037] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 증폭된 방사 신호를 나타낸 예시도 이다.

[0038] 상기 방사 신호의 증폭 정도는 상기 가변 이득 증폭기(223)에 입력하는 전압의 크기에 따라 변경될 수 있다. 상기 가변 이득 증폭기(223)를 조절하여 상기 방사 신호를 상기 반사 신호인 도 8과 같은 크기로 증폭시켜야 완전 상쇄가 되고 그 결과는 도 10과 같다.

[0039] 도 10은 반사파(반사 신호)와 증폭 신호(증폭된 방사 신호)를 역 위상관계로 상쇄 시킨 신호를 나타낸 예시도로

서, 프로브(3-2)로 입사된 신호를 반사 신호와 같은 크기로 증폭시킨 뒤 위상 변위기로 위상을 조절하여 역 위상 상쇄시킨다.

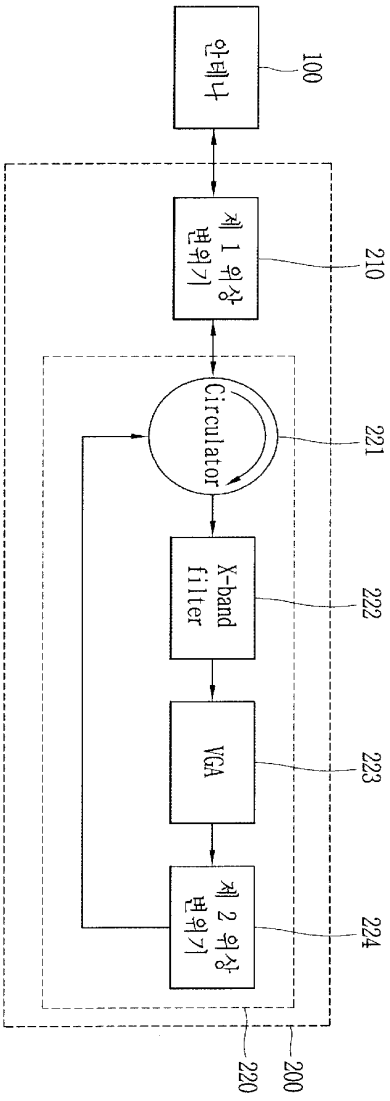
[0040] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사파(반사 신호)를 하나의 안테나를 통해 상쇄시킬 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 레이더 신호가 구조체(예를 들면, 비행체)로 입사했을 때 생기는 반사파(반사 신호)를 상쇄시키기 위한 신호(방사 신호)를 하나의 안테나를 통해 방사할 때 그 방사 신호의 크기를 그 하나의 안테나의 특성과 손실 등을 고려하여 증폭시킴으로써 상기 반사파(반사 신호)를 상쇄시킬 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시예에 따른 레이더 반사 신호 능동 상쇄 시스템 및 그 방법은, 외부 신호를 수신하는 수신 안테나와, 방사 신호를 증폭시켜서 방사하는 송신 안테나를 모두 사용하지 않고, 안테나 한 개만으로 외부 신호를 수신하고, 방사 신호를 증폭시켜서 방사함으로써 두 개의 안테나(수신 안테나 및 송신 안테나)를 사용했을 때의 커플링 문제를 해결할 수 있다.

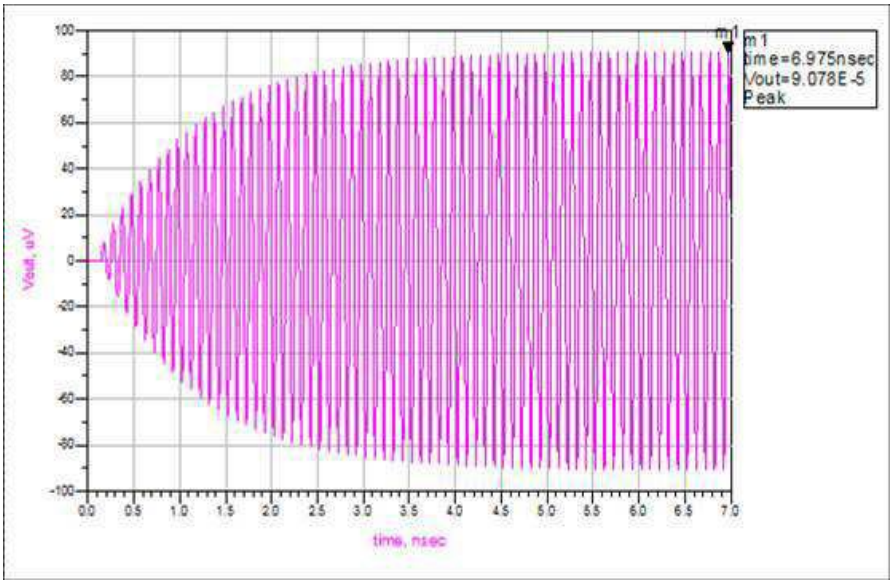
[0042] 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

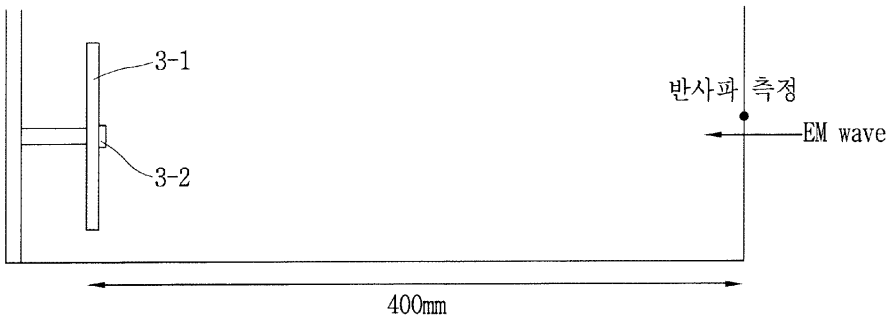
도면1


안테나
100
제 1 위상 변위기
210
Circulator
221
X-band filter
222
VGA
223
제 2 위상 변위기
224
220
200

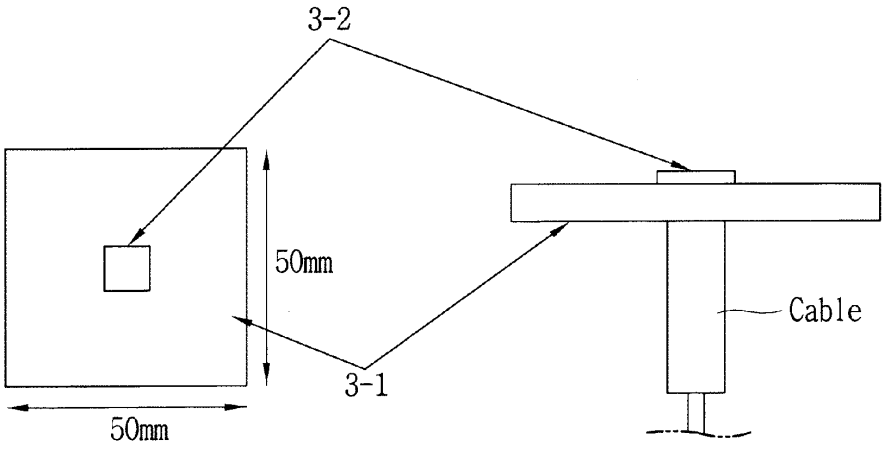
도면2


m1
time=6.975nsec
Vout=9.078E-5
Peak
Vout, uV
time, nsec

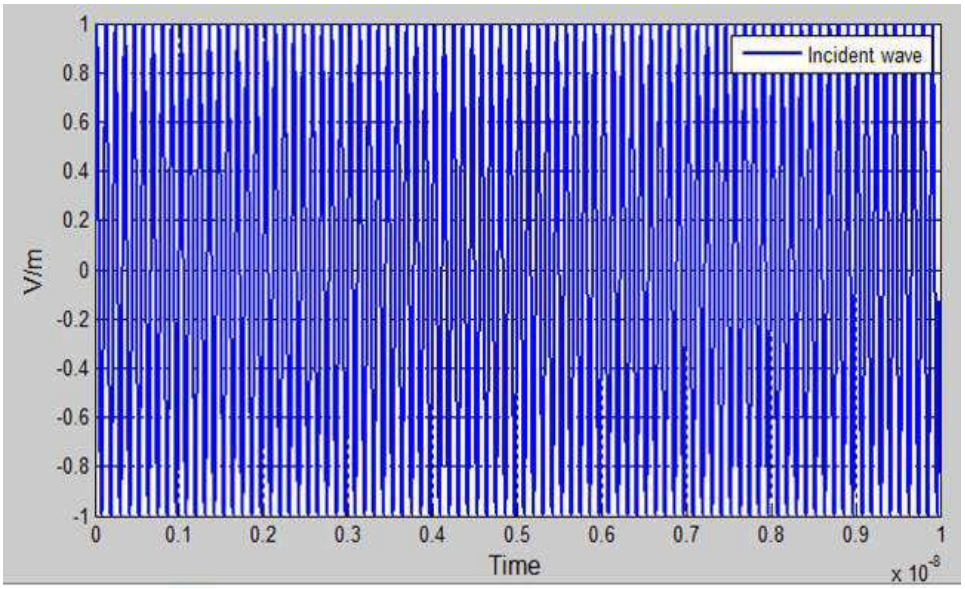
도면3


3-1
3-2
반사파 측정
EM wave
400mm

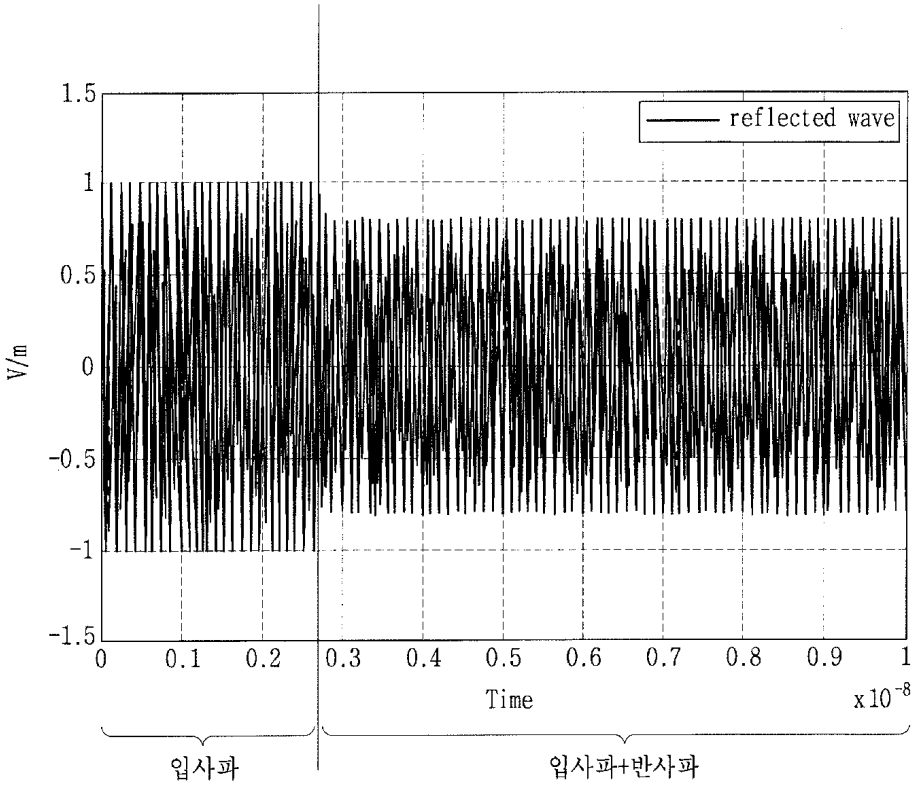
도면4


3-2
50mm
3-1
50mm
Cable

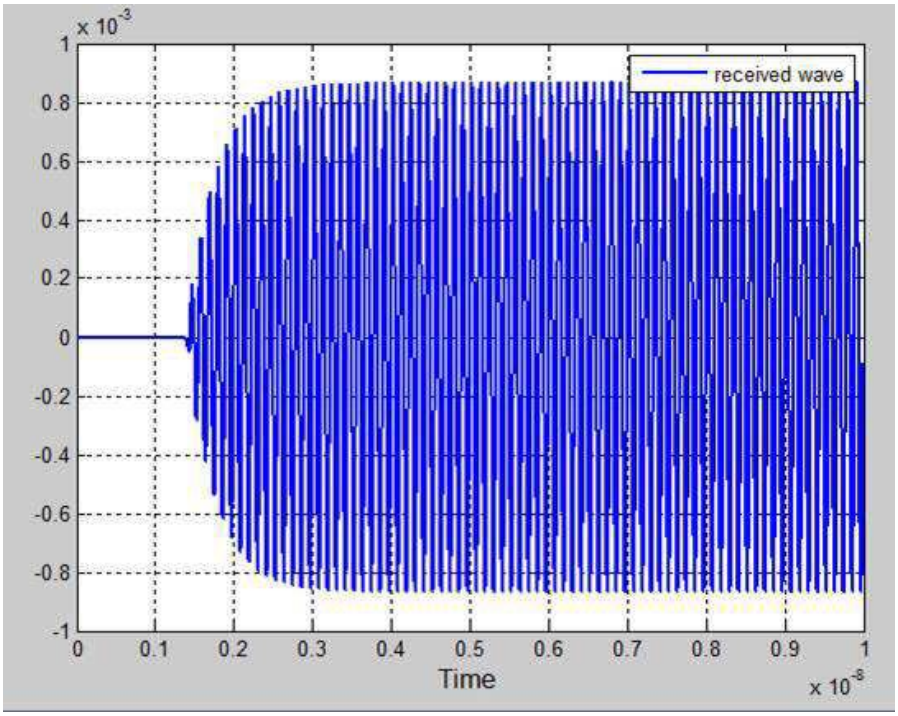
도면5


Incident wave
V/m
Time
x 10^-8

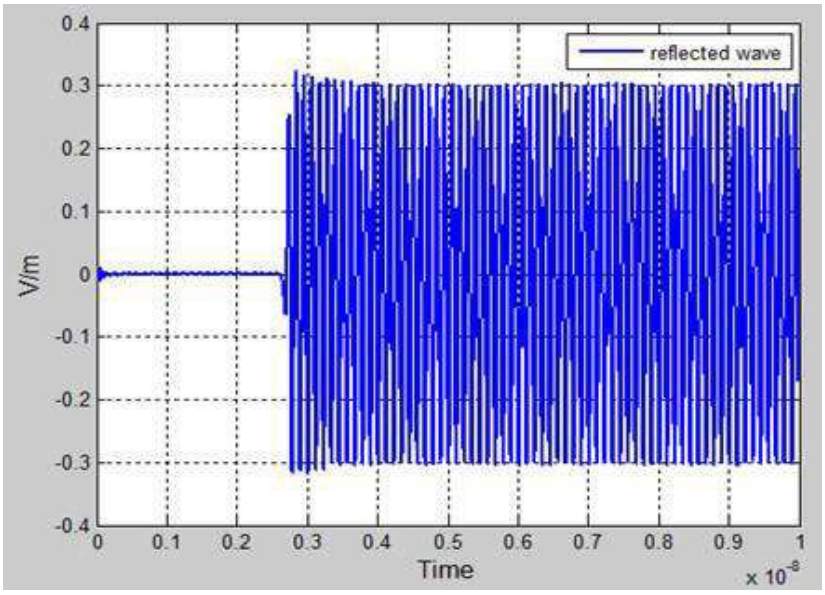
도면6


reflected wave
V/m
Time
x 10^-8
입사파
입사파+반사파

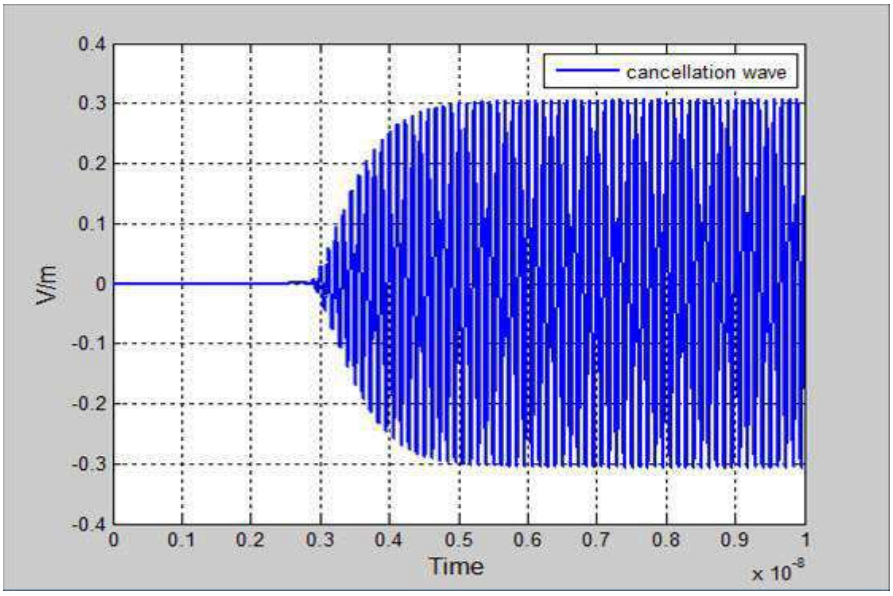
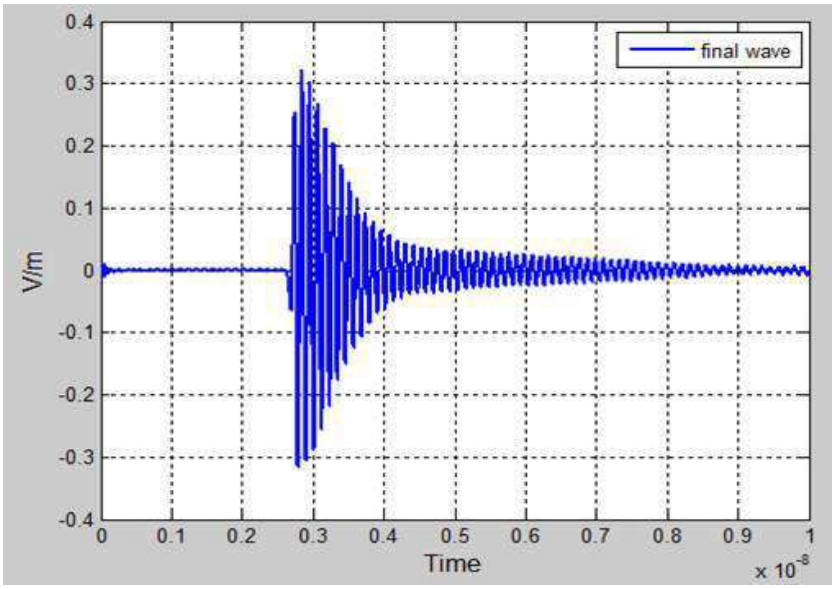
도면7


x 10^-3
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
Time
x 10^-8
received wave

도면8


0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
V/m
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
Time
x 10^-8
reflected wave

도면9



도면10