(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월10일
(11) 등록번호 10-1804781
(24) 등록일자 2017년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 29/10 (2006.01) *G01R 29/08* (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 29/10 (2013.01)
G01N 21/1702 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0123887
(22) 출원일자 2016년09월27일
심사청구일자 2016년09월27일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014228338 A*
KR1020160107924 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이상훈
서울특별시 강동구 상암로 251 (명일동, 고덕주공아파트) 914동 702호
전성훈
서울특별시 강동구 상암로 224 (명일동, 삼익맨션) 9도 302호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세림

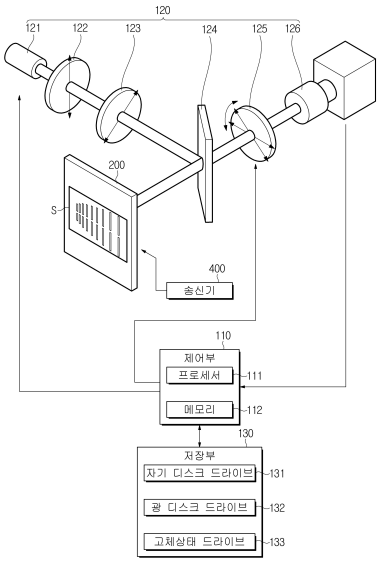
전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 정종한

(54) 발명의 명칭 **영상 시스템**

(57) 요 약

영상 시스템은 안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 광학적 특성이 변화하는 인디케이터, 상기 인디케이터의 광학적 특성의 변화를 영상화하는 영상 장치, 상기 안테나 모듈로 전파를 방사하는 송신기 및 상기 안테나 모듈로부터 신호를 수신하는 수신기를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
G01R 29/0871 (2013.01)
G01R 29/0892 (2013.01)
G02B 27/141 (2013.01)
G02B 5/30 (2013.01)
(72) 발명자
이한주
서울특별시 양천구 신월로15길 25 104동 301호
장현욱
서울특별시 성동구 성수일로4길 26 (성수동2가, 서울숲힐스테이트) 104동 1701호
이기진
서울특별시 종로구 자하문로12길 11-5 (창성동)
한도석
경기도 성남시 분당구 서판교로 165 (판교동, 판교원마을12단지아파트) 1207-401

명 세 서

청구범위

청구항 1

안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 광학적 특성이 변화하는 인디케이터;

상기 인디케이터의 광학적 특성의 변화를 영상화하는 영상 장치;

상기 안테나 모듈로 서로 다른 주파수의 전파를 방사하는 복수의 송신기; 및

상기 안테나 모듈의 저잡음 증폭기로부터 단방향으로 전달되는 신호를 수신하는 수신기를 포함하고,

상기 안테나 모듈은 복수의 안테나를 포함하는 영상 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 인디케이터는,

상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 국부적으로 가열되는 손실 필름; 및

상기 손실 필름의 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화하는 광탄성 플레이트를 포함하는 영상 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광탄성 플레이트는 상기 손실 필름의 국부적 가열에 의하여 국부적으로 가열되고, 국부적으로 가열된 부분에서 광탄성 효과에 의하여 광학적 특성이 변화하는 영상 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 광탄성 플레이트의 상기 광학적 특성이 변화된 부분에서 복굴절이 발생하는 영상 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 영상 장치는,

광을 생성하는 광원;

상기 광원에 의하여 생성된 광을 선편광시키는 선편광자;

선편광된 광을 원편광시키는 원편광자;

원편광된 광을 상기 인디케이터로 입사시키는 빔 스플리터;

상기 인디케이터를 통과한 광을 선편광시키는 검광자;

상기 검광자를 통과한 광을 수신하는 카메라를 포함하는 영상 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 인디케이터 중 상기 광학적 특성이 변화하는 통과한 광은 타원편광되는 영상 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 카메라에 의하여 획득된 영상을 처리하고, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 생성하는 제어부; 및

상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 저장하는 저장부를 더 포함하는 영상 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 카메라는 상기 선편광자의 편광 방향과 상기 검광자의 편광 방향이 45도 상이할 때의 제1 영상을 획득하고, 상기 선편광자의 편광 방향과 상기 검광자의 편광 방향이 90도 상이할 때의 제2 영상을 획득하는 영상 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 영상과 상기 제2 영상으로부터 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 산출하는 영상 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제어부는 상기 저장부에 저장된 기준 영상과 상기 샘플 영상 사이의 차이를 나타내는 차영상을 생성하는 영상 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 송신기는 서로 다른 주파수를 가지는 전파를 순차적으로 방사하고,

상기 제어부는 상기 서로 다른 주파수를 가지는 전파에 의하여 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성하는 영상 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 안테나 모듈을 병진 이동시키는 지지 테이블을 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 안테나 모듈과 상기 인디케이터 사이의 거리에 따라 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성하는 영상 시스템.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 안테나 모듈을 회전시키는 지지 테이블을 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 안테나 모듈의 회전에 따라 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성하는 영상 시스템.

청구항 14

삭제

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 영상 장치는 상기 송신기와 다른 상기 송신기가 서로 다른 주파수의 전파를 방사하는 동안 상기 안테나 모듈에 포함된 복수의 안테나에 의하여 형성되는 전자기장을 영상화하는 영상 시스템.

청구항 16

안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 광학적 특성이 변화하는 인디케이터;

상기 인디케이터의 광학적 특성의 변화를 영상화하는 영상 장치; 및

상기 안테나 모듈로 서로 다른 주파수의 전파를 방사하고, 상기 안테나 모듈의 저잡음 증폭기로부터 단방향으로 전달되는 신호를 수신하는 네트워크 분석기를 포함하고,

상기 안테나 모듈은 복수의 안테나를 포함하는 영상 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 네트워크 분석기는 상기 전파의 주파수를 변경하면서 상기 안테나 모듈로부터 수신된 신호의 세기를 감지하고, 상기 감지된 신호의 세기를 기초로 주파수에 따른 안테나 모듈의 수신율을 산출하는 영상 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 안테나 모듈을 회전시키는 지지 테이블을 더 포함하고,

상기 지지 테이블이 안테나 모듈을 회전시키는 동안 상기 네트워크 분석기는 상기 안테나 모듈로부터 수신된 신호의 세기를 감지하고, 상기 감지된 신호의 세기를 기초로 상기 안테나 모듈의 방사 패턴을 산출하는 영상 시스템.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 네트워크 분석기는 서로 다른 주파수를 가지는 복수의 전파를 동시에 방사하고, 상기 안테나 모듈에 포함된 복수의 안테나로부터 신호를 수신하는 영상 시스템.

청구항 20

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 영상 시스템이 개시된다. 더욱 상세하게는 광탄성 효과(photoelastic effect)를 이용한 영상 시스템이 개시된다.

배 경 기 술

[0002] 정보통신기술이 비약적으로 발전하면서 고주파 대역의 광역통신 시스템에 대한 수요가 급증하고 있고 따라서 안테나 등의 마이크로파 소자를 검증하고 조사하기 위한 기술이 요구되고 있다.

[0003] 안테나의 특성을 조사하기 위한 방법으로서 안테나의 전자기장을 영상화 하는 기술이 주목 받고 있으며, 이를 위해 다양한 스캐닝 및 광학적 기술들이 개발되고 있다.

[0004] 널리 알려진 방식으로는 스캐닝 프로브를 이용한 전자기장 측정 기술이 있다. 그러나, 스캐닝 프로브를 이용한

전자기장 측정 기술은 측정 시간이 길고, 측정을 위한 프로브를 설계하는 것이 어렵다.

[0005] 다른 한편으로 전기광학 효과와 자기광학 효과를 적용한 광학 인디케이터 방식이 알려져 있다. 그러나, 광학 인디케이터 방식은 전기광학 효과 또는 자기광학 효과를 가지는 물질이 필요하며, 전자기장과 빛의 신호를 동기화시켜 측정해야 하고, 대역폭이 제한적이며, 외부 자기장이 필요하다.

발명의 내용

[0006] 개시된 바의 일 측면은 광탄성 효과(photoelastic effect)를 이용한 영상 시스템을 제공하고자 한다.

[0007] 개시된 바의 다른 일 측면은 빠르게 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공하고자 한다.

[0008] 개시된 바의 다른 일 측면은 넓은 면적에서 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공하고자 한다.

[0009] 개시된 바의 다른 일 측면은 안테나 모듈을 분해하지 않고 안테나 모듈의 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공하고자 한다.

[0010] 개시된 바의 일 측면에 따른 영상 시스템은 안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 광학적 특성이 변화하는 인디케이터, 상기 인디케이터의 광학적 특성의 변화를 영상화하는 영상 장치, 상기 안테나 모듈로 전파를 방사하는 송신기 및 상기 안테나 모듈로부터 신호를 수신하는 수신기를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 인디케이터는 상기 기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 국부적으로 가열되는 손실 필름 및 상기 손실 필름의 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화하는 광탄성 플레이트를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 광탄성 플레이트는 상기 손실 필름의 국부적 가열에 의하여 국부적으로 가열되고, 국부적으로 가열된 부분에서 광탄성 효과에 의하여 광학적 특성이 변화할 수 있다.

[0013] 상기 광탄성 플레이트의 상기 광학적 특성이 변화된 부분에서 복굴절이 발생할 수 있다.

[0014] 상기 영상 장치는 광을 생성하는 광원, 상기 광원에 의하여 생성된 광을 선편광시키는 선편광자, 선편광된 광을 원편광시키는 원편광자, 원편광된 광을 상기 인디케이터로 입사시키는 빔 스플리터, 상기 인디케이터를 통과한 광을 선편광시키는 검광자 및 상기 검광자를 통과한 광을 수신하는 카메라를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 인디케이터 중 상기 광학적 특성이 변화하는 통과한 광은 타원편광될 수 있다.

[0016] 상기 영상 시스템은 상기 카메라에 의하여 획득된 영상을 처리하고, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 생성하는 제어부 및 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 저장하는 저장부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 카메라는 상기 선편광자의 편광 방향과 상기 검광자의 편광 방향이 45도 상이할 때의 제1 영상을 획득하고, 상기 선편광자의 편광 방향과 상기 검광자의 편광 방향이 90도 상이할 때의 제2 영상을 획득할 수 있다.

[0018] 상기 제어부는 상기 제1 영상과 상기 제2 영상으로부터 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장을 나타내는 샘플 영상을 산출할 수 있다.

[0019] 상기 제어부는 상기 저장부에 저장된 기준 영상과 상기 샘플 영상 사이의 차이를 나타내는 차영상을 생성할 수 있다.

[0020] 상기 송신기는 서로 다른 주파수를 가지는 전파를 순차적으로 방사하고, 상기 제어부는 상기 서로 다른 주파수를 가지는 전파에 의하여 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성할 수 있다.

[0021] 상기 영상 시스템은 상기 안테나 모듈을 병진 이동시키는 지지 테이블을 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 안테나 모듈과 상기 인디케이터 사이의 거리에 따라 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성할 수 있다.

[0022] 상기 영상 시스템은 상기 안테나 모듈을 회전시키는 지지 테이블을 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 안테나 모듈의 회전에 따라 상기 안테나 모듈에 형성되는 전자기장을 나타내는 복수의 영상을 생성할 수 있다.

[0023] 상기 영상 시스템은 상기 송신기와 다른 주파수의 전파를 방사하는 다른 송신기를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 영상 장치는 상기 송신기와 상기 다른 송신기가 서로 다른 주파수의 전파를 방사하는 동안 상기 안테나 모듈에 포함된 복수의 안테나에 의하여 형성되는 전자기장을 영상화할 수 있다.

[0025] 개시된 바의 다른 일 측면에 따른 영상 시스템은 안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 광학적 특성이 변화하는 인디케이터, 상기 인디케이터의 광학적 특성의 변화를 영상화하는 영상 장치 및 상기 안테나 모듈로 전파를 방사하고, 상기 안테나 모듈로부터 신호를 수신하는 네트워크 분석기를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 네트워크 분석기는 상기 전파의 주파수를 변경하면서 상기 안테나 모듈로부터 수신된 신호의 세기를 감지하고, 상기 감지된 신호의 세기를 기초로 주파수에 따른 안테나 모듈의 수신율을 산출할 수 있다.

[0027] 상기 영상 시스템은 상기 안테나 모듈을 회전시키는 지지 테이블을 더 포함하고, 상기 지지 테이블이 안테나 모듈을 회전시키는 동안 상기 네트워크 분석기는 상기 안테나 모듈로부터 수신된 신호의 세기를 감지하고, 상기 감지된 신호의 세기를 기초로 상기 안테나 모듈의 방사 패턴을 산출할 수 있다.

[0028] 상기 네트워크 분석기는 서로 다른 주파수를 가지는 복수의 전파를 동시에 방사하고, 상기 안테나 모듈에 포함된 복수의 안테나로부터 신호를 수신할 수 있다.

[0029] 개시된 바의 다른 일 측면에 따른 영상 시스템은 전파를 수신하는 안테나 모듈 주변에 마련되어, 상기 안테나 모듈에 의하여 형성되는 전자기장에 의하여 가열되는 인디케이터 및 상기 인디케이터로 원편광된 광을 조사하고, 상기 인디케이터를 통과한 광을 이용하여 상기 인디케이터의 열 분포를 영상화하는 영상 장치를 포함할 수 있다.

[0030] 개시된 바의 일 측면에 따르면, 광탄성 효과(photoelastic effect)를 이용한 영상 시스템을 제공하고자 할 수 있다.

[0031] 개시된 바의 다른 일 측면에 따르면, 빠르게 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공할 수 있다.

[0032] 개시된 바의 다른 일 측면에 따르면, 넓은 면적에서 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공할 수 있다.

[0033] 개시된 바의 다른 일 측면에 따르면, 안테나 모듈을 분해하지 않고 안테나 모듈의 전자기장을 영상화할 수 있는 영상 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 일 예를 도시한다.

도 2은 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 인디케이터를 도시한다.

도 3는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 인디케이터의 응력을 도시한다.

도 4는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치를 도시한다.

도 5는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치로부터 조사된 광의 변화를 도시한다.

도 6, 도 7 및 도 8은 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치에 의하여 획득된 샘플의 영상을 도시한다.

도 9은 차량용 안테나 모듈의 일 예를 도시한다.

도 10은 차량용 안테나 모듈의 구성의 일 예를 도시한다.

도 11은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

도 12은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

도 13은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

도 14는 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

도 15는 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 바가 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.

[0036] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.

[0037] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0038] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0039] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0040] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0041] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.

[0042] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 바의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[0043] 도 1은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 일 예를 도시한다.

[0044] 도 1에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(10)은 검사 대상 샘플(S) 인근에 설치되는 인디케이터(200)와 인디케이터(200)의 영상을 획득하는 영상 장치(100)를 포함할 수 있다.

[0045] 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S)의 주변에 위치하며, 검사 대상 샘플(S)과 접촉하거나 접촉하기 않을 수 있다. 예를 들어, 검사 대상 샘플(S)의 전자기장 즉 근접장(near-field)은 검사 대상 샘플(S)으로부터 일정한 거리 만큼 떨어져 발생되므로, 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S)로부터 일정한 거리 만큼 떨어져 위치할 수 있다.

[0046] 또한, 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S)의 주변에 형성되는 근접장에 의하여 광학적 특성이 변경될 수 있다. 예를 들어, 검사 대상 샘플(S)의 근접장에 의하여 인디케이터(200)에 열이 발생할 수 있으며, 열이 발생된 부분에서 국부적으로 인디케이터(200)의 광학적 특성이 변경될 수 있다.

[0047] 영상 장치(100)는 검사 대상 샘플(S)의 근접장에 의한 인디케이터(200)의 열 분포를 영상화할 수 있다. 다시 말해, 영상 장치(100)는 열에 의한 인디케이터(200)의 광학적 특성의 변화를 영상화할 수 있다.

[0048] 구체적으로, 영상 장치(100)는 인디케이터(200)를 향하여 원편광된 광을 조사하고, 조사된 광은 인디케이터(200)로부터 반사될 수 있다. 또한, 영상 장치(100)는 인디케이터(200)로부터 반사되는 광으로부터 영상을 획득할 수 있다. 이때, 인디케이터(200)의 국부적인 광학적 특성의 변경으로 인하여 인디케이터(200)로부터 반사되는 광은 인디케이터(200)로 입사되는 광과 다른 특성을 갖게 된다. 따라서, 영상 장치(100)가 획득한 영상은 인디케이터(200)의 광학적 특성의 변화 즉 인디케이터(200)의 열 분포에 관한 정보를 포함하며, 인디케이터(200)의 열 분포에 관한 정보는 검사 대상 샘플(S)의 근접장과 관련된다. 결국, 영상 장치(100)는 검사 대상 샘플(S)의 근접장과 관련된 정보를 포함하는 영상을 획득할 수 있다.

[0049] 이하에서는 인디케이터(200)의 구성 및 기능이 설명된다.

[0050] 도 2은 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 인디케이터를 도시한다. 또한, 도 3는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 인디케이터의 응력을 도시한다.

[0051] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 인디케이터(200)는 광탄성을 갖는 광탄성 플레이트(photoelastic plate)(210)와, 유전 손실(dielectric loss) 및/또는 자기 손실(magnetic loss)이 큰 손실 필름(220)을 포함할 수 있다.

[0052] 손실 필름(220)은 유전 손실 및/또는 자기 손실이 큰 물질로 구성될 수 있다. 유전 손실 및/또는 자기 손실로 인하여, 손실 필름(220)에 자기장, 전기장 및/또는 전자기장이 생성되면 손실 필름(220)은 열을 생성할 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 손실 필름(220) 인근에 검사 대상 샘플(S)이 위치하고, 검사 대상 샘플(S)의 주변에 전자기장이 발생되면 손실 필름(220)은 열을 생성할 수 있다.

[0053] 구체적으로, 손실 필름(220) 내에서 전파되는 전기장 또는 전자기장의 에너지는 유전 손실로 인하여 열 에너지로 손실된다. 다시 말해, 손실 필름(220)의 주변에 전기장 또는 전자기장이 형성되면, 전기장 또는 전자기장에 의하여 손실 필름(220)이 국부적으로 발열될 수 있다. 유전 손실이 큰 물질은 세라믹 물질, 폴리메칠메타크릴레이트(Polymethyl Methacrylate, PMMA)와 같은 극성 폴리머 물질, PMMA와 금속 나노 입자의 합성물, 유기물 반도체 등을 포함할 수 있다.

[0054] 또한, 손실 필름(220) 내에서 전파되는 자기장 또는 전자기장의 에너지는 자기 손실로 인하여 열 에너지로 손실된다. 다시 말해, 손실 필름(220)의 주변에 전기장 또는 전자기장이 형성되면, 자기장 또는 전자기장에 의하여 손실 필름(220)이 국부적으로 발열될 수 있다. 자기 손실이 큰 물질은 자성체 또는 자기 저항이 큰 금속 등을 포함할 수 있다.

[0055] 손실 필름(220)은 광탄성 플레이트(210)에 유전 손실 및/또는 자기 손실이 큰 물질의 박막을 형성함으로써 제작될 수 있다. 예를 들어, 손실 필름(220)은 광탄성 플레이트(210)에 유전 손실 및/또는 자기 손실이 큰 물질을 열 증착하거나 스핀 코팅함으로써 제작될 수 있다.

[0056] 손실 필름(220)은 광 반사율이 높은 물질로 구성될 수 있다. 이 경우, 앞서 설명된 영상 장치(100, 도 1 참조)로부터 조사된 광은 투명 재질로 구성된 광탄성 플레이트(210)를 통과하여, 손실 필름(220)에 의하여 반사될 수 있다.

[0057] 또한, 손실 필름(220)은 투명 재질로 구성될 수 있다. 이 경우, 영상 장치(100, 도 1 참조)로부터 조사된 광은 투명 재질로 구성된 광탄성 플레이트(210)와 손실 필름(220)을 통과하여, 검사 대상 샘플(S)에 의하여 반사될 수 있다.

[0058] 앞서 설명된 바와 같이, 검사 대상 샘플(S) 주변에 전기장, 자기장 또는 전자기장이 발생되면 유전 손실 및/또는 자기 손실로 인하여 손실 필름(220)은 국부적으로 발열될 수 있으며, 손실 필름(220)에서 발생된 열은 광탄성 플레이트(210)로 전달될 수 있다.

[0059] 광탄성 플레이트(210)는 광탄성을 가진다. 다시 말해, 광탄성 플레이트(210)에서 광탄성 효과가 발생할 수 있다. 광탄성 효과는 물리적인 힘으로 인하여 물질의 광학적 특징이 변화하는 것을 의미한다. 예를 들어, 유리나 플라스틱 등 투명한 물질에 물리적인 힘이 가해지면 투명한 물질이 일시적으로 광학적 비등방체가 되며, 투명한 물질에서 복굴절이 발생할 수 있다.

[0060] 손실 필름(220)에서 발생된 열이 광탄성 플레이트(210)로 전달되면, 광탄성 플레이트(210)은 열에 의하여 응력(변형력, stress)이 발생된다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 광탄성 플레이트(210)에는 x축 응력(σ_x)과 y축 응력(σ_y)이 발생될 수 있다.

[0061] 광탄성 플레이트(210)의 국부적 응력으로 인하여, 국부적으로 광탄성 플레이트(210)의 광학적 특성이 변화한다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 광탄성 플레이트(210) 중에 광학적 특성이 변화된 부분에 원편광된 광이 입사되는 경우, 광탄성 플레이트(210)을 통하는 동안 원편광된 광이 타원편광된 광으로 변환될 수 있다. 영상 장치(100, 도 1 참조)는 광탄성 플레이트(210)에 광을 조사하고 광탄성 플레이트(210)를 통과한 광을 분석함으로써 광탄성 플레이트(210)의 국부적 광학적 특성의 변화를 영상화할 수 있다.

[0062] 이러한 광탄성 플레이트(210)는 영상 장치(100, 도 1 참조)로부터 조사된 광이 광탄성 플레이트(210)를 통과할 수 있도록 투명한 재질로 마련될 수 있다. 예를 들어, 광탄성 플레이트(210)는 일반 유리 또는 붕규산 유리(borosilicate glass)로 구성될 수 있다.

[0063] 이상에서 설명된 바와 같이, 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다.

[0064] 인디케이터(200)의 광학적 특성의 변화는 검사 대상 샘플(S)의 근접장에 의한 가열 현상에 의하여 발생하므로, 검사 대상 샘플(S)의 근접장의 방향과 관계없이 근접장의 분포가 인디케이터(200)의 광학적 특성의 변화 분포에 반영될 수 있다.

[0065] 또한, 일반 유리에 폴리머 박막, 금속 박막 및/또는 자성체 박막을 코팅함으로써 쉽고 경제적으로 인디케이터(200)를 제작할 수 있다.

[0066] 이하에서는 영상 장치(100)의 구성 및 기능이 설명된다.

[0067] 도 4는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치를 도시한다. 또한, 도 5는 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치로부터 조사된 광의 변화를 도시한다.

[0068] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 영상 장치(100)는 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화하는 광학부(120), 영상 장치(100)의 동작을 제어하기 위한 프로그램 및 데이터를 저장하는 저장부(130) 및 광학부(120)의 동작을 제어하고 광학부(120)에 의하여 획득된 영상을 처리하는 제어부(110)를 포함할 수 있다. 인디케이터(200)의 인근에는 검사 대상 샘플(S)이 위치하며, 검사 대상 샘플(S)의 주변에 근접장이 형성되도록 검사 대상 샘플(S)에 라디오 주파수의 신호를 공급하는 송신기(400)가 마련될 수 있다.

[0069] 광학부(120)는 광원(121), 선편광자(linear polarizer) (122), 원편광자(circular polarizer) (123), 빔 스플리터(beam splitter) (124), 검광자(analyzer) (125) 및 카메라(126)를 포함할 수 있다.

[0070] 광원(121)은 인디케이터(200, 도 2 참조)의 광학적 특성 변화를 영상화하기 위한 광을 생성할 수 있다. 광원(121)은 특정한 파장의 광을 생성할 수 있다. 예를 들어, 광원(121)은 532nm(nanometer)의 광을 생성할 수 있다.

[0071] 광원(121)은 할로겐 램프, 엘이디(Light Emitting Diode, LED), 레이저(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, Laser) 등을 포함할 수 있다.

[0072] 선편광자(122)는 특정한 방향으로 편광된 광을 투과시킬 수 있다. 다시 말해, 선편광자(122)는 광원(121)에 의하여 생성된 광을 선편광시킬 수 있다.

[0073] 광은 광이 전파되는 방향에 대하여 직교하는 방향으로 진동하는 자기장과 전기장을 포함하는 전자기파로 알려져 있으며, 자기장의 진동 방향과 전기장의 진동 방향은 서로 직교하는 것으로 알려져 있다. 또한, 광의 전기장과 자기장은 각각 광이 전파되는 방향과 직교하는 평면 상의 전기장 벡터와 자기장 벡터로 나타낼 수 있다.

[0074] 또한, 일반적인 광의 전기장과 자기장은 광의 전파 방향과 직교하는 모든 방향으로 진동할 수 있다. 이때, 편광은 특정한 방향으로 진동하는 전기장과 자기장만을 포함하는 광 또는 광을 구성하는 전기장과 자기장이 특정한 방향으로만 진동하는 현상을 나타낸다.

[0075] 전기장의 진동 방향은 자기장의 진동 방향과 수직하므로, 편광 현상 또는 편광된 광은 자기장을 통하여 설명하는 것이 일반적이다. 자기장은 광의 전파 방향과 직교하는 평면 상의 x축 성분과 y축 성분으로 나타낼 수 있으며, x축 성분과 y축 성분은 크기가 주기적으로 변화하는 사인 파형(sine wave)을 갖는다.

[0076] 선편광 현상은 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고, 전기장의 진동 방향과 자기장의 진동 방향이 시간에 대하여 일정한 것을 나타낸다. 다시 말해, 선편광된 광은 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고, 전기장의 진동 방향과 자기장의 진동 방향이 시간에 대하여 일정한 광을 나타낸다.

[0077] 또한, 선편광된 광의 자기장의 x축 성분과 y축 성분은 동일한 진폭, 동일한 파장, 동일한 위상을 갖는다.

[0078] 선편광자(122)은 광원(121)으로부터 출력된 광 중에서 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고 전기장과 자기장의 진동 방향이 시간에 대하여 변화하지 않는 광을 통과시킬 수 있다.

[0079] 이러한 선편광자(122)는 편광 필름 또는 액정 변조기(liquid crystal modulator, LCM)을 포함할 수 있다.

[0080] 원편광자(123)는 선편광자(122)에 의하여 선편광된 광을 원편광된 광으로 변환할 수 있다.

[0081] 앞서 설명한 바와 같이, 선편광은 광의 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고 전기장과 자기장의 진동 방향이 시간에 대하여 변화하지 않는 것을 나타내는데 비하여, 원편광은 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고 전기장과 자기장의 진동 방향이 시간에 따라 회전하는 것을 나타낸다. 다시 말해, 원편광된 광의 전기장과 자기장이 특정한 방향으로 진동하고, 진동 방향이 회전할 수 있다.

[0082] 원편광된 광의 자기장에 관하여 설명하면, 원편광된 광의 자기장의 x축 성분과 y축 성분은 동일한 진폭을 갖지만, x축 성분과 y축 성분의 위상은 서로 상이하다. 구체적으로, 원편광된 광의 자기장의 x축 성분과 y축 성분은 서로 90도의 위상 차이를 가질 수 있다.

[0083] 이때, 전기장과 자기장의 진동 방향이 관측자의 시점에서 반시계방향으로 회전하는 것을 좌원편광(left-circular polarization)이라 하며, 좌원편광된 광은 자기장 벡터의 y축 성분의 진동 위상이 x축 성분의 진동 위상 보다 90도 앞선다. 또한, 전기장과 자기장의 진동 방향이 관측자의 시점에서 시계방향으로 회전하는 것을 우원편광(right-circular polarization)이라 하며, 우원편광된 광은 자기장 벡터의 x축 성분의 진동 위상이 y축 성분의 진동 위상 보다 90도 앞선다.

[0084] 이처럼, 선편광된 광의 자기장의 x축 성분의 위상을 90도 지연시키거나, 자기장의 y축 성분의 위상을 90도 지연시킴으로써, 선편광으로부터 원편광이 생성될 수 있다.

[0085] 원편광자(122)는 1/4파장판(quarter wave plate) 또는 액정 변조기를 포함할 수 있다.

[0086] 1/4파장판 내부에서 자기장과 전기장은 진동 방향에 따라 전파 속도가 상이할 수 있으며, 전파 속도의 차이로 인하여 1/4파장판은 선편광된 광의 자기장의 x축 성분의 위상을 90도 지연시키거나, 자기장의 y축 성분의 위상을 90도 지연시킬 수 있다.

[0087] 또한, 선편광자(121)와 원편광자(122)는 일체로 액정 변조기로 구현될 수 있다.

[0088] 빔 스플리터(124)는 입사되는 광을 복수의 광으로 분리할 수 있다.

[0089] 구체적으로, 빔 스플리터(124)는 원편광장(122)에 의하여 원편광된 광의 일부를 인디케이터(200)를 향하여 반사시키고, 원편광된 광의 다른 일부를 투과시킬 수 있다. 반사되는 광과 투과되는 광의 비율은 다양하게 정해질 수 있으나, 50:50으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0090] 또한, 빔 스플리터(124)는 인디케이터(200)로부터 반사되는 광의 일부를 투과시키고, 반사되는 광의 다른 일부를 반사시킬 수 있다. 반사되는 광과 투과되는 광의 비율은 50:50으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0091] 빔 스플리터(124)에 의하여 광의 경로가 변화하며, 광원(121)과 카메라(126)가 동일 축 상에 위치하지 않을 수 있게 되었다. 구체적으로, 원편광된 광은 빔 스플리터(124)에 의하여 반사되어 인디케이터(200)로 입사되며, 인디테이터(200)로부터 반사된 광은 빔 스플리터(124)를 통과하여 검광자(125)로 입사될 수 있다.

[0092] 검광자(125)는 특정한 방향으로 편광된 광을 투과시킬 수 있다. 다시 말해, 검광자(125)는 특정한 방향으로 진동하는 전기장과 자기장을 포함하는 광을 투과시킬 수 있다.

[0093] 검광자(125)는 앞서 설명된 선편광자(122)와 동일한 기능을 수행할 수 있으며, 선편광자(122)와 마찬가지로 광을 선편광시킬 수 있는 편광 필름을 포함할 수 있다.

[0094] 검광자(125)는 편광 방향이 변경될 수 있다. 예를 들어, 검광자(125)는 광이 입사되는 축을 중심으로 회전할 수 있으며, 검광자(125)의 회전에 의하여 검광자(125)의 편광 방향이 변경될 수 있다.

[0095] 그 결과, 검광자(125)의 편광 방향은 선편광자(125)의 편광 방향과 동일하거나 상이할 수 있다.

[0096] 카메라(126)는 검광자(125)를 통과한 광을 획득하고, 획득된 광에 대응하는 전기적 신호를 출력할 수 있다. 구체적으로, 카메라(126)는 획득된 광의 세기에 따른 전압을 갖는 전기적 신호를 출력할 수 있다.

[0097] 이러한 카메라(126)는 CCD (Charge Coupled Device) 영상 센서 또는 CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) 영상 센서를 포함할 수 있다.

[0098] 도 4를 참조하여 광원(121)으로부터 방사되어 카메라(126)로 입사되는 광의 경로를 살펴보면, 광은 광원(121)으로부터 방사될 수 있다.

[0099] 이후, 광원(121)으로부터 방사된 광은 선편광자(122)에 의하여 선편광되고, 선편광된 광은 원편광자(123)에 의하여 원편광될 수 있다. 원편광된 광은 인디케이터(200)로 입사될 수 있다.

[0100] 인디케이터(200)로 입사된 광은 인디케이터(200)의 광탄성 플레이트(210)를 통과하고, 인디케이터(200)의 손실 필름(220)에 의하여 반사되어, 광탄성 플레이트(210)를 다시 통과할 수 있다. 다만, 인디케이터(200)로 입사된 광은 광탄성 플레이트(210)를 통과하는 동안 광학적 특성이 변화하므로 광이 인디케이터(200)를 통과한 것으로 간략하게 설명한다.

[0101] 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S) 주변에 생성된 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변경될 수 있다. 구체적으로, 검사 대상 샘플(S) 주변에 생성된 근접장에 의하여 인디케이터(200)의 손실 필름(220)이 가열되며, 손실 필름(220)의 열에 의하여 인디케이터(200)의 광탄성 플레이트(210) 내에 국부적으로 응력이 발생할

수 있다.

[0102] 또한, 국부적 응력에 의하여 광탄성 플레이트(210)의 광학적 특성이 국부적으로 변경될 수 있다. 예를 들어, 국부적 응력에 의하여 광탄성 플레이트(210)가 국부적으로 광학적 비등방체가 되며, 광학적 비등방체가 된 부분에서 복굴절이 발생할 수 있다.

[0103] 광학적 특성이 변경되지 않은 부분에 원편광된 광이 입사되면 원편광된 광이 광탄성 플레이트(210)를 통과하여 출력된다. 반면, 광학적 특성이 변경된 부분에는 도 5에 도시된 바와 같이 복굴절로 인하여 원편광된 광이 타원편광된 광으로 변환될 수 있다.

[0104] 다시 말해, 인디케이터(200)은 검사 대상 샘플(S)의 근접장이 생성된 위치에서 원편광된 광을 타원편광된 광으로 변환하여 타원편광된 광을 출력하고, 검사 대상 샘플(S)의 근접장이 생성되지 않은 위치에서 원편광된 광을 그대로 출력할 수 있다.

[0105] 이처럼, 인디케이터(200)에 입사된 원편광된 광은 검사 대상 샘플(S)의 근접장의 생성 여부에 따라 인디케이터(200)로부터 원평광 그대로 출력되거나, 타원편광으로 변환되어 출력될 수 있다.

[0106] 인디케이터(200)로부터 출력된 원편광된 광 또는 타원편광된 광은 검광자(125)로 입사될 수 있다. 검광자(125)로 입사된 광 중에 미리 정해진 방향으로 편광된 광만 검광자(125)를 통과할 수 있다.

[0107] 카메라(126)는 검광자(125)를 통과한 광을 획득하고, 획득된 광의 세기에 대응하는 전기적 신호를 출력할 수 있다. 검광자(125)를 통과하는 광의 세기는 인디케이터(200)로부터 원편광된 광이 출력되는지 또는 타원편광된 광이 출력되는지에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 검광자(125)의 편광 방향이 타원편광된 광의 장축 방향과 일치하는 경우, 원편광된 광이 검광자(125)를 통과하는 경우보다 타원편광된 광이 검광자(125)를 통과하는 경우에 광의 세기가 증가할 수 있다.

[0108] 이때, 카메라(126)는 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 45도 벗어난 경우 검광자(125)를 통과한 제1 광을 획득하고, 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 90도 벗어난 경우 검광자(125)를 통과한 제2 광을 획득할 수 있다. 아래에서 설명하는 제어부(110)는 제1 광의 세기와 제2 광의 세기로부터 인디케이터(200)의 광학적 특성의 변화 즉 검사 대상 샘플(S)의 근접장을 영상화할 수 있다.

[0109] 이상에서 설명된 바와 같이, 광학부(120)는 인디케이터(200)를 향하여 원편광된 광을 출력하고, 인디케이터(200)를 통과한 광을 획득할 수 있다.

[0110] 제어부(110)는 영상 장치(100)의 동작을 제어하기 위한 프로그램 및 데이터를 저장하는 메모리(112)와, 광학부(120)를 제어하기 위한 명령을 생성하고 광학부(120)의 출력을 처리하는 프로세서(111)를 포함할 수 있다.

[0111] 프로세서(111)는 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 45도 벗어나도록 검광자(125)를 제어하고 검광자(125)를 통과한 광을 획득하도록 카메라(126)를 제어하는 제1 영상 획득 신호를 출력할 수 있다. 카메라(126)는 제1 영상 획득 신호에 의하여 검광자(125)를 통과한 제1 광에 의한 제1 영상을 프로세서(111)로 출력할 수 있다.

[0112] 또한, 프로세서(111)는 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 90도 벗어나도록 검광자(125)를 제어하고 검광자(125)를 통과한 광을 획득하도록 카메라(126)를 제어하는 제2 영상 획득 신호를 출력할 수 있다. 카메라(126)는 제2 영상 획득 신호에 의하여 검광자(125)를 통과한 제2 광에 의한 제2 영상을 프로세서(111)로 출력할 수 있다.

[0113] 프로세서(111)는 제1 영상과 제2 영상을 처리할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(111)는 제1 영상과 제2 영상으로부터 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화 즉 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 나타내는 영상을 생성할 수 있다. 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화하는 것은 아래에서 자세하게 설명된다.

[0114] 프로세서(111)는 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 나타내는 영상을 메모리(112) 또는 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0115] 메모리(112)는 광원(121), 검광자(125) 및 카메라(126)의 동작을 제어하고, 카메라(126)가 획득한 영상을 처리하기 위한 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다.

[0116] 메모리(112)는 S램(Static Random Access Memory, S-RAM), D램(Dynamic Random Access Memory) 등의 휘발성 메

모리와 롬(Read Only Memory), 이피롬(Erasable Programmable Read Only Memory: EPROM), 이이피롬(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory: EEPROM) 등의 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 비휘발성 메모리는 영상 장치(100)의 동작을 동작을 제어하기 위한 프로그램 및 데이터를 저장하고, 휘발성 메모리는 카메라(126)가 획득한 영상과 프로세서(111)가 생성한 영상 등을 기억할 수 있다.

[0117] 저장부(130)는 자기 디스크 드라이브(131), 광 디스크 드라이브(132), 고체상태 드라이브(solid state drive) 등을 포함할 수 있다. 또한, 저장부(130)는 제어부(110)에 포함된 메모리(112)의 보조 저장 장치로서 기능할 수 있으며, 영상 장치(100)를 제어하기 위한 프로그램 및 데이터를 저장할 수 있다.

[0118] 또한, 저장부(130)는 표준 샘플의 주변에 형성된 근접장을 영상화한 기준 영상 및 검사 대상 샘플(S)의 주변에 형성된 근접장을 영상화한 샘플 영상을 저장할 수 있다. 기준 영상은 영상 시스템(10)을 이용하여 실제 표준 샘플의 주변에 형성된 근접장을 영상화함으로써 획득하거나, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 획득할 수 있다. 샘플 영상은 앞서 설명된 바와 같이 제어부(110)의 프로세서(111)에 의하여 생성될 수 있다.

[0119] 이하에서는 영상 장치(100)가 검사 대상 샘플(S)의 주변에 형성된 근접장을 영상화하는 것을 설명한다.

[0120] 도 6, 도 7 및 도 8은 일 실시예에 의한 영상 시스템에 포함된 영상 장치에 의하여 획득된 샘플의 영상을 도시한다.

[0121] 앞서 설명된 바와 같이, 카메라(126)는 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 45도 벗어날 때 검광자(125)를 통과한 제1 광에 의한 제1 영상을 출력하고, 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 90도 벗어날 때 검광자(125)를 통과한 제2 광에 의한 제2 영상을 출력할 수 있다.

[0122] 제어부(110)는 제1 영상으로부터 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화 즉 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화할 수 있다. 예를 들어, 제1 영상이 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화한 영상이 될 수 있다.

[0123] 제어부(110)는 제2 영상으로부터 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화 즉 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화할 수 있다. 예를 들어, 제2 영상이 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화한 영상이 될 수 있다.

[0124] 또한, 더욱 정확한 영상화를 위하여 제어부(110)는 제1 영상과 제2 영상 모두로부터 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화 즉 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화할 수 있다.

[0125] 검광자(125)의 편광 방향이 선편광자(122)의 편광 방향으로부터 45도 및 90도 벗어난 경우 각각의 검광자(125)를 통과한 제1 및 제2 광의 세기 변화는 [수학식 1]로 나타낼 수 있다.

[0126] [수학식 1]

$$\beta_1 = \frac{2\pi dS}{\lambda}(\sigma_x - \sigma_y)$$

$$\beta_2 = \frac{2\pi dS}{\lambda} 2\sigma_{xy}$$

[0127]

[0128] β_1은 제1 광의 세기를 나타내고, β_2은 제2 광의 세기를 나타내고, λ는 광의 파장을 나타내고, S는 응력 광학계수(stress optical coefficient)를 나타내고, σ_x, σ_y 및 σ_{xy}는 열에 의한 인디케이터의 응력을 나타낸다.

[0129] 제어부(110)는 [수학식 2]를 이용하여 제1 광의 세기(β_1)와 제2 광의 세기(β_2)로부터 인디케이터(200)에 발생한 열을 산출할 수 있다.

[0130] [수학식 2]

$$Q = C\left(\frac{\partial^2 \beta_1}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \beta_1}{\partial y^2} - 2\frac{\partial^2 \beta_2}{\partial x \partial y}\right)$$

[0131]

[0132] Q는 인디케이터(200)의 열 밀도(heat density)를 나타내고, C는 인디케이터(200)를 구성하는 물질에 의존하는 상수를 나타내고, β_1은 제1 광의 세기를 나타내고, β_2은 제2 광의 세기를 나타낸다.

[0133] [수학식 2]를 이용하여, 제어부(110)는 제1 영상을 구성하는 픽셀이 나타내는 제1 광의 세기와 제2 영상을 구성하는 픽셀이 나타내는 제2 광의 세기로부터 각 픽셀에서의 열 밀도 즉 열 분포를 산출할 수 있다. 제어부(110)는 각 픽셀에서 산출된 열 밀도를 기초로 인디케이터(200)의 열 분포를 영상화할 수 있다.

[0134] 인디케이터(200)는 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장에 의하여 가열되므로, 제어부(110)에 의하여 영상화된 열 분포는 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장의 분포를 나타낼 수 있다. 다시 말해, 제어부(110)는 인디케이터(200)의 열 분포를 영상화함으로써 검사 대상 샘플(S) 주변의 근접장을 영상화할 수 있다.

[0135] 검사 대상 샘플(S)의 결함(defect)을 검출하기 위하여, 제어부(110)는 결함이 없는 표준 샘플의 기준 영상과 검사 대상 샘플(S)의 샘플 영상을 비교할 수 있다.

[0136] 예를 들어, 영상 장치(100)는 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 결함이 없는 표준 샘플(S0)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 구체적으로, 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)의 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 표준 샘플(S0)의 근접장을 나타내는 기준 영상(600)을 생성할 수 있으며, 기준 영상(600)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0137] 예를 들어, 영상 장치(100)는 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 A1 영역에 결함이 있는 제1 샘플(S1)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 구체적으로, 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 제1 샘플(S1)의 근접장을 나타내는 제1 샘플 영상(610)을 생성할 수 있으며, 제1 샘플 영상(610)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 또한, 제어부(110)는 저장부(130)에 저장된 기준 영상(600)과 제1 샘플 영상(610) 사이의 차(subtraction)를 산출하고, 기준 영상(600)과 제1 샘플 영상(610) 사이의 차이를 나타내는 제1 차영상(611)을 생성할 수 있으며, 제1 차영상(611)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 제1 차영상(611)으로부터 제1 샘플(S1)의 결함이 판단될 수 있다.

[0138] 예를 들어, 영상 장치(100)는 도 6의 (c)에 도시된 바와 같이 A2 영역에 결함이 있는 제2 샘플(S2)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 구체적으로, 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 제2 샘플(S2)의 근접장을 나타내는 제2 샘플 영상(620)을 생성할 수 있으며, 제2 샘플 영상(620)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 또한, 제어부(110)는 저장부(130)에 저장된 기준 영상(600)과 제2 샘플 영상(620) 사이의 차를 산출하고, 기준 영상(600)과 제2 샘플 영상(620) 사이의 차이를 나타내는 제2 차영상(621)을 생성할 수 있으며, 제2 차영상(621)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 제2 차영상(621)으로부터 제1 샘플(S1)의 결함이 판단될 수 있다.

[0139] 예를 들어, 영상 장치(100)는 도 6의 (d)에 도시된 바와 같이 A3 영역에 결함이 있는 제3 샘플(S3)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 구체적으로, 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 제3 샘플(S3)의 근접장을 나타내는 제3 샘플 영상(630)을 생성할 수 있으며, 제3 샘플 영상(630)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 또한, 제어부(110)는 저장부(130)에 저장된 기준 영상(600)과 제3 샘플 영상(630) 사이의 차를 산출하고, 기준 영상(600)과 제3 샘플 영상(630) 사이의 차이를 나타내는 제3 차영상(631)을 생성할 수 있으며, 제3 차영상(631)을 저장부(130)에 저장할 수 있다. 제3 차영상(631)으로부터 제1 샘플(S1)의 결함이 판단될 수 있다.

[0140] 검사 대상 샘플(S)의 주파수 특성을 판단하기 위하여, 제어부(110)는 검사 대상 샘플(S) 주변에 형성되는 다양한 주파수의 근접장을 영상화할 수 있다. 구체적으로, 송신기(400)가 검사 대상 샘플(S)에 공급하는 신호의 주파수가 제어될 수 있으며, 검사 대상 샘플(S)의 주변에는 송신기(400)가 공급한 신호의 주파수에 따른 근접장이 형성될 수 있다.

[0141] 예를 들어, 송신기(400)는 표준 샘플(S0)에 105MHz (megahertz)의 주파수를 갖는 신호를 공급할 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)의 105MHz를 갖는 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 7의 (a)에 도시된 바와 같은 제1 주파수에 의한 기준 영상(710)을 생성할 수 있으며, 제1 주파수에 의한 기준 영상(710)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0142] 또한, 송신기(400)는 표준 샘플(S0)에 106MHz의 주파수를 갖는 신호를 공급할 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)의 106MHz를 갖는 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있

다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 7의 (b)에 도시된 바와 같은 제2 주파수에 의한 기준 영상(720)을 생성할 수 있으며, 제2 주파수에 의한 기준 영상(720)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0143] 또한, 송신기(400)는 표준 샘플(S0)에 107MHz의 주파수를 갖는 신호를 공급할 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)의 107MHz를 갖는 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 7의 (c)에 도시된 바와 같은 제3 주파수에 의한 기준 영상(730)을 생성할 수 있으며, 제3 주파수에 의한 기준 영상(730)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0144] 제1 주파수에 의한 기준 영상(710), 제2 주파수에 의한 기준 영상(720) 및 제3 주파수에 의한 기준 영상(730)으로부터 표준 샘플(S0)의 주파수 특성이 판단될 수 있다.

[0145] 검사 대상 샘플(S)의 주변에 형성된 근접장의 3차원 형상을 판단하기 위하여, 제어부(110)는 검사 대상 샘플(S)로부터 다양한 거리에서 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다.

[0146] 예를 들어, 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)와 동일한 위치에 위치할 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)의 위치에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)의 위치에 형성된 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 8의 (a)에 도시된 바와 같은 제1 거리에서의 기준 영상(810)을 생성할 수 있으며, 제1 거리에서의 기준 영상(810)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0147] 또한, 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)로부터 4mm (millimeter) 이격될 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)로부터 4mm 거리에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)로부터 4mm 거리에 형성되는 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 8의 (b)에 도시된 바와 같은 제2 거리에서의 기준 영상(820)을 생성할 수 있으며, 제2 거리에서의 기준 영상(820)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0148] 또한, 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)로부터 8mm 이격될 수 있으며, 영상 장치(100)는 표준 샘플(S0)로부터 8mm 거리에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다. 인디케이터(200)는 표준 샘플(S0)로부터 8mm 거리에 형성되는 근접장에 의하여 가열될 수 있으며, 카메라(126)는 인디케이터(200)의 열 분포를 나타내는 영상을 획득할 수 있다. 제어부(110)는 카메라(126)가 획득한 영상으로부터 도 8의 (c)에 도시된 바와 같은 제3 거리에서의 기준 영상(830)을 생성할 수 있으며, 제3 거리에서의 기준 영상(830)을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0149] 제1 거리에서의 기준 영상(810), 제2 거리에서의 기준 영상(820) 및 제3 거리에서의 기준 영상(830)으로부터 표준 샘플(S0)의 주변에 형성되는 근접장의 형상이 판단될 수 있다.

[0150] 이상에서는 영상 시스템(10)이 설명되었다. 영상 시스템(10)은 검사 대상 샘플(S) 주변에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다.

[0151] 특히, 영상 시스템(10)은 안테나의 주변에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다. 예를 들어, 영상 시스템(10)은 차량용 안테나 모듈의 주변에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있다.

[0152] 도 9은 차량용 안테나 모듈의 일 예를 도시한다. 또한, 도 10은 차량용 안테나 모듈의 구성의 일 예를 도시한다.

[0153] 차량용 안테나 모듈(1)은 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 및 복수의 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier, LNA)(2a, 3a, 4a, 5a)를 포함할 수 있다.

[0154] 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 각각은 안테나 모듈(1)의 본체(1a) 내부에 설치될 수 있으며, 자유 공간으로 전파를 방사하거나 자유 공간으로부터 전파를 수신할 수 있다.

[0155] 전파를 통하여 전송되는 데이터, 서비스의 제공자 및 전송 거리 등에 따라 전파의 주파수가 서로 상이하므로, 안테나 모듈(1)에 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)가 마련될 수 있다.

[0156] 예를 들어, 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)는 FM (frequency modulation) 라디오 방송 신호를 수신하는 FM 라디오 안테나(2), 이동 통신(예를 들어, CDMA, WCDMA, LET 등) 신호를 수신하는 이동 통신 안테나(3), 디지털 멀티미디어 방송(digital multimedia broadcasting, DMB) 신호를 수신하는 DMB 안테나(4) 및 GPS (Global Positioning System) 위성으로부터 GPS 신호를 수신하는 GPS 안테나(5) 등을 포함할 수 있다.

[0157] 또한, 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 각각에 대응하여 복수의 저잡음 증폭기(2a, 3a, 4a, 5a)이 마련될 수 있다. 복수의 저잡음 증폭기(2a, 3a, 4a, 5a) 각각은 안테나를 통하여 수신된 신호를 증폭하고, 증폭된 신호를 방송 장치(미도시) 또는 통신 장치(미도시)로 전달할 수 있다. 특히, 안테나를 통하여 수신된 신호가 감쇠되기 전에 신호를 증폭하기 위하여 복수의 저잡음 증폭기(2a, 3a, 4a, 5a)는 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)와 함께 안테나 모듈(1)에 설치될 수 있다.

[0158] 이상에서 설명된 바와 같이, 안테나 모듈(1)은 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)와 복수의 저잡음 증폭기(2a, 3a, 4a, 5a)가 일체화되어 제작될 수 있다.

[0159] 이하에서는 안테나 모듈(1) 주변에 형성되는 근접장을 영상화하는 영상 시스템이 설명된다.

[0160] 도 11은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

[0161] 도 11에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(20)은 안테나 모듈(1) 인근에 설치되는 인디케이터(200), 인디케이터(200)의 영상을 획득하는 영상 장치(100), 안테나 모듈(1)이 놓여지는 지지 테이블(300), 테스트 안테나(401)를 통하여 전파를 방사하는 송신기(400) 및 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신하는 수신기(510)를 포함할 수 있다.

[0162] 인디케이터(200)는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장에 의하여 국부적으로 가열되며, 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다. 인디케이터(200)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 인디케이터와 동일하므로, 인디케이터(200)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 인디케이터의 설명으로 대체한다.

[0163] 영상 장치(100)는 광원(121), 선편광자(122), 원편광자(123), 빔 스플리터(124), 검광자(125) 및 카메라(126)를 포함하며, 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 영상 장치(100)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 영상 장치와 동일하므로, 영상 장치(100)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 영상 장치의 설명으로 대체한다.

[0164] 지지 테이블(300)은 안테나 모듈(1)이 놓여지는 이동 플레이트(310)와, 이동 플레이트(310)를 병진 또는 회전 이동시키는 구동 부재(320)를 포함할 수 있다.

[0165] 이동 플레이트(310)는 안테나 모듈(1)을 지지 고정할 수 있으며, 구동 부재(320)에 의하여 전후/좌우로 이동되거나 시계 방향/반시계 방향으로 회전될 수 있다. 또한, 구동 부재(320)는 이동 플레이트(310)를 지지하며, 이동 플레이트(310)를 전후/좌우로 이동하거나 시계 방향/반시계 방향으로 회전시킬 수 있다.

[0166] 지지 테이블(300)에 의하여 안테나 모듈(1)은 인디케이터(200)의 인근에서 회전하거나 인디케이터(200)로부터 멀어지거나 인디케이터(200)와 가까워질 수 있다. 그 결과, 영상 장치(100)는 다양한 거리와 다양한 방향에서 안테나 모듈(1)의 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0167] 안테나 모듈(1)은 앞서 도 9 및 도 10과 함께 설명된 안테나 모듈과 같이 복수의 안테나와 복수의 저잡음 증폭기를 포함할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이 저잡음 증폭기는 안테나로부터 수신된 신호를 증폭하고, 증폭된 신호를 방송 장치(미도시) 또는 통신 장치(미도시)로 전달할 수 있다. 이러한 저잡음 증폭기는 단방향으로 신호를 전달하도록 설계되는 것이 일반적이다. 다시 말해, 저잡음 증폭기는 안테나로부터 수신된 신호를 방송 장치 또는 통신 장치로 전달할 수 있으나, 방송 장치 또는 통신 장치로부터 수신된 신호를 안테나로 전달하지 못한다. 따라서, 안테나 모듈(1) 주변에 근접장을 형성하기 위하여 안테나 모듈(1)이 전파를 방사하도록 안테나 모듈(1)에 신호를 공급하는 것이 곤란하다.

[0168] 이러한 이유로, 영상 시스템(20)은 송신기(400)와 수신기(510)를 포함할 수 있다.

[0169] 송신기(400)는 라디오 주파수의 신호를 생성하고, 테스트 안테나(401)를 통하여 전파를 방사할 수 있다. 테스트 안테나(401)를 통하여 방사되는 전파의 주파수는 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 중 어느 하나가 동작하는 주파수일 수 있다. 다시 말해, 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 중 어느 하나는 테스트 안테나(401)를 통하여 방사되는 전파를 수신할 수 있다.

[0170] 이처럼, 안테나 모듈(1)에 포함된 안테나가 전파를 수신할 때, 안테나의 주변에는 근접장이 유기된다. 예를 들어, 안테나의 동작 주파수를 가지는 전파가 수신되면, 전파에 의하여 안테나에 전기적 신호가 발생되며 안테나의 전기적 신호에 의하여 안테나 주변에 전파가 유기될 수 있다. 이러한 방식으로 안테나가 전파를 수신하면, 안테나 주변에 근접장이 형성될 수 있다.

[0171] 안테나 모듈(1)의 안테나 주변에 형성된 근접장에 의하여 인디케이터(200)가 국부적으로 가열될 수 있으며, 인

디케이터(200)의 가열된 부분의 광학적 특성이 국부적으로 변화할 수 있다. 영상 장치(100)는 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 결국, 영상 장치(100)는 안테나 모듈(1)의 안테나 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0172] 수신기(510)는 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신할 수 있다. 안테나 모듈(1)에 의하여 전파 즉 전자기장은 전기적 신호로 변환되며, 수신기(510)에 의하여 수신될 수 있다. 수신기(510)는 안테나 모듈(1) 주변의 근접장의 왜곡을 방지할 수 있다. 다시 말해, 수신기(510)가 없다면, 안테나 모듈(1)에 의하여 수신된 신호는 안테나 모듈(1)의 말단에서 반사될 수 있으며, 반사 신호로 인하여 안테나 모듈(1) 주변의 근접장이 왜곡될 수 있다.

[0173] 수신기(510)는 안테나 모듈(1)로부터 전달되는 신호를 흡수하는 저항성 부하를 포함하거나, 신호가 전송되는 도파관과 동일한 임피던스를 가지는 부하를 포함할 수 있다.

[0174] 테스트 안테나(401)를 통하여 송신기(400)로부터 방사된 전파는 안테나 모듈(1)에 포함된 안테나에 전기적 신호를 생성할 수 있다. 안테나 모듈(1)에 생성된 전기적 신호는 수신기(510)에 의하여 수신될 수 있다. 이러한 과정 중에 안테나 모듈(1)에 포함된 안테나 주변에 근접장이 형성되며, 영상 장치(100)는 안테나 모듈(1)의 안테나 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0175] 이상에서 설명된 바와 같이, 안테나 및 저잡음 증폭기를 포함하는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화하기 위하여, 영상 시스템(20)은 인디케이터(200) 및 영상 장치(100)와 함께, 송신기(400) 및 수신기(510)를 포함할 수 있다. 또한, 다양한 거리와 다양한 방향에서 안테나 모듈(1)의 주변에 형성된 근접장을 영상화하기 위하여 영상 시스템(20)은 지지 테이블(300)을 더 포함할 수 있다.

[0176] 도 12은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

[0177] 도 12에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(30)은 안테나 모듈(1) 인근에 설치되는 인디케이터(200), 인디케이터(200)의 영상을 획득하는 영상 장치(100), 안테나 모듈(1)이 놓여지는 지지 테이블(300), 테스트 안테나(521)를 통하여 전파를 방사하고 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신하는 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다.

[0178] 인디케이터(200)는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장에 의하여 국부적으로 가열되며, 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다. 인디케이터(200)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 인디케이터와 동일하므로, 인디케이터(200)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 인디케이터의 설명으로 대체한다.

[0179] 영상 장치(100)는 광원(121), 선편광자(122), 원편광자(123), 빔 스플리터(124), 검광자(125) 및 카메라(126)를 포함하며, 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 영상 장치(100)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 영상 장치와 동일하므로, 영상 장치(100)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 영상 장치의 설명으로 대체한다.

[0180] 지지 테이블(300)은 이동 플레이트(310) 및 구동 부재(320)를 포함하며, 안테나 모듈(1)을 전후/좌우로 이동시키거나 회전시킬 수 있다. 지지 테이블(300)의 구체적인 구성 및 동작은 도 11과 함께 설명된 지지 테이블과 동일하므로, 지지 테이블(300)의 구체적인 설명은 앞서 설명된 지지 테이블의 설명으로 대체한다.

[0181] 안테나 모듈(1)은 앞서 도 9 및 도 10과 함께 설명된 안테나 모듈과 같이 복수의 안테나와 복수의 저잡음 증폭기를 포함할 수 있다. 또한, 저잡음 증폭기로 인하여, 안테나 모듈(1)이 전파를 방사하도록 안테나 모듈(1)에 신호를 공급하는 것이 곤란하다.

[0182] 이러한 이유로, 영상 시스템(30)은 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다.

[0183] 네트워크 분석기(520)는 라디오 주파수의 신호를 생성하고, 테스트 안테나(521)를 통하여 전파를 방사할 수 있다. 또한, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신할 수 있다.

[0184] 앞서 설명된 송신기(400, 도 11 참조) 및 수신기(510, 도 11 참조)와 달리, 네트워크 분석기(520)는 다양한 주파수의 신호를 생성하여 방사할 수 있으며, 안테나 모듈(1)로부터 수신된 신호를 분석할 수 있다.

[0185] 예를 들어, 네트워크 분석기(520)는 테스트 안테나(521)를 통하여 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 중 어느 하나의 가동 주파수를 갖는 전파를 송신하고, 안테나 모듈(1)로부터 수신되는 신호를 분석할 수 있다.

[0186] 다른 예를 들어, 네트워크 분석기(520)는 테스트 안테나(521)를 통하여 송신되는 전파의 주파수를 변경하면서, 안테나 모듈(1)을 통하여 수신되는 신호의 세기를 감지할 수 있다. 이를 통하여, 네트워크 분석기(520)는 주파

수에 따른 안테나 모듈(1)의 수신율을 산출할 수 있다. 나아가, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)의 반사 계수를 산출할 수 있다.

[0187] 또한, 지지 테이블(300)에 의하여 안테나 모듈(1)이 회전하는 동안 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)을 통하여 수신되는 신호의 세기를 감지할 수 있다. 이를 통하여, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)의 수신 방향에 따른 안테나 모듈(1)의 수신율을 산출할 수 있다. 나아가, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)의 방사 패턴을 산출할 수 있다.

[0188] 이상에서 설명된 바와 같이, 안테나 및 저잡음 증폭기를 포함하는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화하기 위하여, 영상 시스템(30)은 인디케이터(200) 및 영상 장치(100)와 함께, 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다. 영상 장치(100)가 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화하는 동안, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)의 반사 계수와 방사 패턴을 산출할 수 있다.

[0189] 도 13은 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

[0190] 도 13에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(40)은 안테나 모듈(1) 인근에 설치되는 인디케이터(200), 인디케이터(200)의 영상을 획득하는 영상 장치(100), 안테나 모듈(1)이 놓여지는 지지 테이블(300), 제1 테스트 안테나(411)를 통하여 전파를 방사하는 제1 송신기(410), 제2 테스트 안테나(421)를 통하여 전파를 방사하는 제1 송신기(420) 및 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신하는 수신기(510)를 포함할 수 있다.

[0191] 인디케이터(200)는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장에 의하여 국부적으로 가열되며, 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다. 인디케이터(200)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 인디케이터와 동일하므로, 인디케이터(200)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 인디케이터의 설명으로 대체한다.

[0192] 영상 장치(100)는 광원(121), 선편광자(122), 원편광자(123), 빔 스플리터(124), 검광자(125) 및 카메라(126)를 포함하며, 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 영상 장치(100)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 영상 장치와 동일하므로, 영상 장치(100)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 영상 장치의 설명으로 대체한다.

[0193] 지지 테이블(300)은 이동 플레이트(310) 및 구동 부재(320)를 포함하며, 안테나 모듈(1)을 전후/좌우로 이동시키거나 회전시킬 수 있다. 지지 테이블(300)의 구체적인 구성 및 동작은 도 11과 함께 설명된 지지 테이블과 동일하므로, 지지 테이블(300)의 구체적인 설명은 앞서 설명된 지지 테이블의 설명으로 대체한다.

[0194] 안테나 모듈(1)은 앞서 도 9 및 도 10과 함께 설명된 안테나 모듈과 같이 복수의 안테나와 복수의 저잡음 증폭기를 포함할 수 있다. 또한, 저잡음 증폭기로 인하여, 안테나 모듈(1)이 전파를 방사하도록 안테나 모듈(1)에 신호를 공급하는 것이 곤란하다.

[0195] 이러한 이유로, 영상 시스템(40)은 제1 송신기(410), 제2 송신기 (420) 및 수신기(510)를 포함할 수 있다.

[0196] 제1 송신기(410)는 제1 라디오 주파수의 신호를 생성하고, 제1 테스트 안테나(411)를 통하여 제1 라디오 주파수의 전파를 방사할 수 있다. 또한, 제2 송신기(420)는 제2 라디오 주파수의 신호를 생성하고, 제2 테스트 안테나(421)를 통하여 제2 라디오 주파수의 전파를 방사할 수 있다.

[0197] 앞서 설명된 바와 같이, 안테나 모듈(1)은 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)를 포함할 수 있으며, 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)는 각각 다른 주파수에서 동작할 수 있다.

[0198] 영상 시스템(40)는 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 중 적어도 2개의 안테나 주변에 형성되는 근접장을 영상화하기 위하여 제1 라디오 주파수의 전파를 방사하는 제1 송신기(410)와 제2 라디오 주파수의 전파를 방사하는 제2 송신기(420)를 포함할 수 있다.

[0199] 또한, 제1 송신기(410)와 제2 송신기(420)를 포함함으로써, 영상 시스템(40)은 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이의 간섭을 영상화할 수 있다. 복수의 안테나(2, 3, 4, 5)가 일체화됨으로 인하여 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이에 간섭이 발생할 수 있다. 예를 들어, FM 라디오 안테나(2)의 근접장으로 인하여 이동 통신 안테나(3)의 근접장이 변형될 수 있으며, 이동 통신 안테나(3)의 근접장으로 인하여 FM 라디오 안테나(2)의 근접장이 변형될 수 있다. 영상 장치(100)는 FM 라디오 안테나(2)와 이동 통신 안테나(3) 각각의 주변에 형성되는 근접장을 영상화할 수 있을 뿐만 아니라, FM 라디오 안테나(2)와 이동 통신 안테나(3) 사이의 간섭으로 인한 근접장도 영상화할 수 있다.

[0200] 수신기(510)는 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신할 수 있다. 수신기(510)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 11과 함께 설명된 수신기와 동일하므로, 수신기(510)의 구체적인 설명은 앞서 설명된 수신기의 설명으로 대체한다.

[0201] 이상에서 설명된 바와 같이, 안테나 및 저잡음 증폭기를 포함하는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화하기 위하여, 영상 시스템(40)은 인디케이터(200) 및 영상 장치(100)와 함께, 제1 송신기(410), 제2 송신기(420) 및 수신기(510)를 포함할 수 있다. 영상 시스템(40)은 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 6)의 근접장을 영상화할 수 있을 뿐만 아니라 복수의 안테나(2, 3, 4, 6) 사이의 간섭 현상도 영상화할 수 있다.

[0202] 도 14는 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

[0203] 도 14에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(50)은 안테나 모듈(1) 인근에 설치되는 인디케이터(200), 인디케이터(200)의 영상을 획득하는 영상 장치(100), 안테나 모듈(1)이 놓여지는 지지 테이블(300), 제1 및 제2 테스트 안테나(521, 522)를 통하여 전파를 방사하고 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신하는 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다.

[0204] 인디케이터(200)는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장에 의하여 국부적으로 가열되며, 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다. 인디케이터(200)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 인디케이터와 동일하므로, 인디케이터(200)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 인디케이터의 설명으로 대체한다.

[0205] 영상 장치(100)는 광원(121), 선편광자(122), 원편광자(123), 빔 스플리터(124), 검광자(125) 및 카메라(126)를 포함하며, 인디케이터(200)의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 영상 장치(100)의 구체적인 구성 및 동작은 앞서 도 1 내지 도 5와 함께 설명된 영상 장치와 동일하므로, 영상 장치(100)에 대한 구체적인 설명은 앞서 설명된 영상 장치의 설명으로 대체한다.

[0206] 지지 테이블(300)은 이동 플레이트(310) 및 구동 부재(320)를 포함하며, 안테나 모듈(1)을 전후/좌우로 이동시키거나 회전시킬 수 있다. 지지 테이블(300)의 구체적인 구성 및 동작은 도 11과 함께 설명된 지지 테이블과 동일하므로, 지지 테이블(300)의 구체적인 설명은 앞서 설명된 지지 테이블의 설명으로 대체한다.

[0207] 안테나 모듈(1)은 앞서 도 9 및 도 10과 함께 설명된 안테나 모듈과 같이 복수의 안테나와 복수의 저잡음 증폭기를 포함할 수 있다. 또한, 저잡음 증폭기로 인하여, 안테나 모듈(1)이 전파를 방사하도록 안테나 모듈(1)에 신호를 공급하는 것이 곤란하다.

[0208] 이러한 이유로, 영상 시스템(30)은 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다.

[0209] 네트워크 분석기(520)는 제1 및 제2 라디오 주파수의 신호를 생성하고, 제1 및 제2 테스트 안테나(521, 522)를 통하여 전파를 방사할 수 있다. 또한, 네트워크 분석기(520)는 안테나 모듈(1)로부터 신호를 수신할 수 있다.

[0210] 예를 들어, 네트워크 분석기(520)는 제1 및 제2 테스트 안테나(521, 522)를 통하여 제1 및 제2 라디오 주파수의 전파를 송신하고, 안테나 모듈(1)로부터 수신되는 신호를 분석할 수 있다.

[0211] 네트워크 분석기(520)는 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이의 간섭으로 인한 수신 신호의 변동을 감지할 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 테스트 안테나(521, 522)를 통하여 FM 라디오 주파수의 전파와 이동 통신 주파수의 전파를 송신하고, FM 라디오 안테나(2)와 이동 통신 안테나(3) 사이의 간섭에 의한 수신 신호의 변동을 감지할 수 있다.

[0212] 다시 말해, 영상 시스템(50)의 영상 장치(100)는 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이의 간섭을 영상화할 수 있고, 영상 시스템(50)의 네트워크 분석기(520)는 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이의 간섭으로 인한 수신 신호의 변동을 감지할 수 있다.

[0213] 이상에서 설명된 바와 같이, 안테나 및 저잡음 증폭기를 포함하는 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화하기 위하여, 영상 시스템(40)은 인디케이터(200) 및 영상 장치(100)와 함께, 네트워크 분석기(520)를 포함할 수 있다. 영상 시스템(40)은 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 6) 사이의 간섭 현상도 영상화할 수 있을 뿐만 아니라, 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 사이의 간섭으로 인한 수신 신호의 변동을 감지할 수 있다.

[0214] 도 15는 일 실시예에 의한 영상 시스템의 다른 일 예를 도시한다.

[0215] 도 15에 도시된 바와 같이, 영상 시스템(60)은 복수의 인디케이터(200a, 200b, 200c, 200d) 및 복수의 영상 장치(100a, 100b, 100c, 100d)를 포함할 수 있다.

[0216] 복수의 인디케이터(200a, 200b, 200c, 200d) 각각은 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 각각 주변에 형성된 근접장에 의하여 국부적으로 가열되며, 국부적 가열에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다.

[0217] 예를 들어, 제1 인디케이터(200a)는 FM 라디오 안테나(2)의 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있으며, 제2 인디케이터(200b)는 이동 통신 안테나(3)의 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다. 또한, 제3 인디케이터(200c)는 DMB 안테나(4)의 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있으며, 제4 인디케이터(200d)는 GPS 안테나(5)의 의 근접장에 의하여 국부적으로 광학적 특성이 변화할 수 있다.

[0218] 또한, 복수의 영상 장치(100a, 100b, 100c, 100d) 각각은 복수의 인디케이터(200a, 200b, 200c, 200d) 각각의 광학적 특성 변화를 영상화할 수 있다. 예를 들어, 제1 영상 장치(100a)는 제1 인디케이터(200a)의 국부적인 광학적 특성의 변화를 영상화하고, 제2 영상 장치(100b)는 제2 인디케이터(200b)의 국부적인 광학적 특성의 변화를 영상화할 수 있다. 또한, 제3 영상 장치(100c)는 제3 인디케이터(200c)의 국부적인 광학적 특성의 변화를 영상화하고, 제3 영상 장치(100c)는 제3 인디케이터(200c)의 국부적인 광학적 특성의 변화를 영상화할 수 있다.

[0219] 이처럼, 복수의 인디케이터(200a, 200b, 200c, 200d) 및 복수의 영상 장치(100a, 100b, 100c, 100d)를 포함함으로 인하여, 영상 시스템(60)은 안테나 모듈(1)에 포함된 복수의 안테나(2, 3, 4, 5) 각각의 주변에 형성된 근접장을 동시에 영상화할 수 있다.

[0220] 영상 시스템(60)은 다양한 방향에서 동시에 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0221] 예를 들어, 도 15에 도시된 바와 같이, 제1 영상 장치(100a)와 제1 인디케이터(200a)는 안테나 모듈(1)의 후방에서 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있으며, 제2 영상 장치(100b)와 제2 인디케이터(200b)는 안테나 모듈(1)의 측방에서 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다. 또한, 제3 영상 장치(100c)와 제3 인디케이터(200c)는 안테나 모듈(1)의 전방에서 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있으며, 제4 영상 장치(100d)와 제4 인디케이터(200d)는 안테나 모듈(1)의 상측에서 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0222] 이처럼, 복수의 인디케이터(200a, 200b, 200c, 200d) 및 복수의 영상 장치(100a, 100b, 100c, 100d)를 포함함으로 인하여, 영상 시스템(60)은 다양한 방향에서 동시에 상측에서 안테나 모듈(1) 주변에 형성된 근접장을 영상화할 수 있다.

[0223] 한편, 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 저장하는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 명령어는 프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 프로그램 모듈을 생성하여 개시된 실시예들의 동작을 수행할 수 있다. 기록매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체로 구현될 수 있다.

[0224] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체로는 컴퓨터에 의하여 해독될 수 있는 명령어가 저장된 모든 종류의 기록 매체를 포함한다. 예를 들어, ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 자기 테이프, 자기 디스크, 플래쉬 메모리, 광 데이터 저장장치 등이 있을 수 있다.

[0225] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 게시된 실시예가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 게시된 실시예의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

[0226] 10: 영상 시스템 100: 영상 장치

110: 제어부 120: 광학부

121: 광원 122: 선편광자

123: 원편광자 124: 빔 스플리터

125: 검광자 126: 카메라

130: 저장부 200: 인디케이터

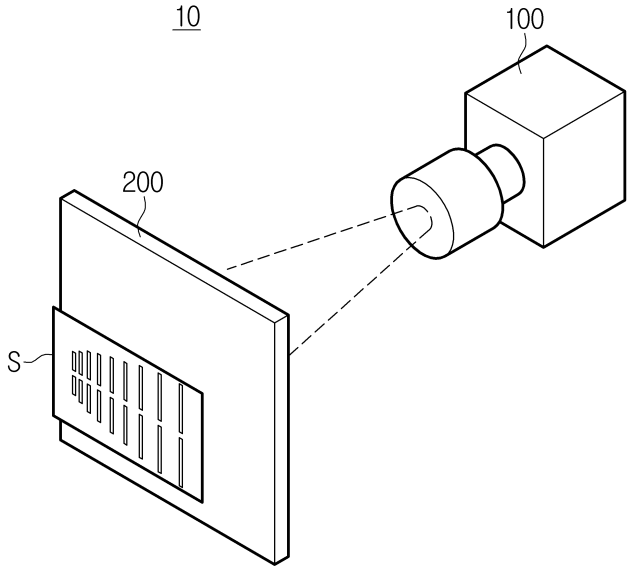
210: 광탄성 플레이트 220: 손실 필름

300: 지지 테이블 400: 송신기

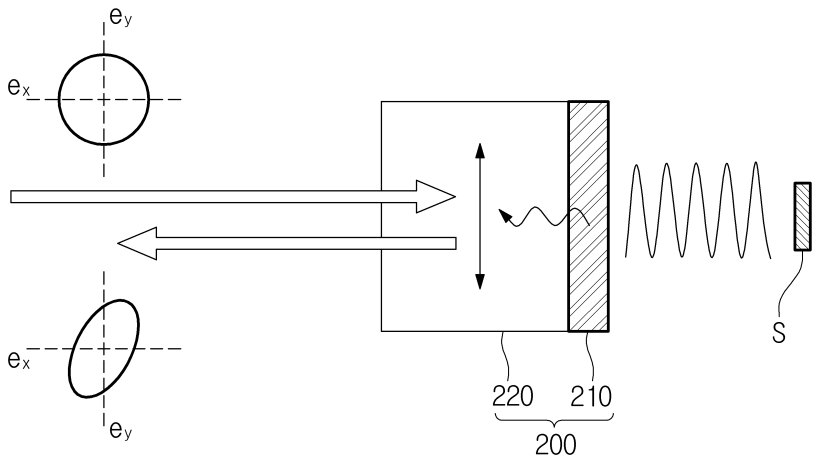
510: 수신기 520: 네트워크 분석기

도면

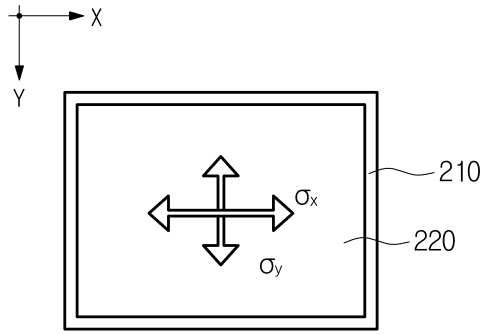
도면1



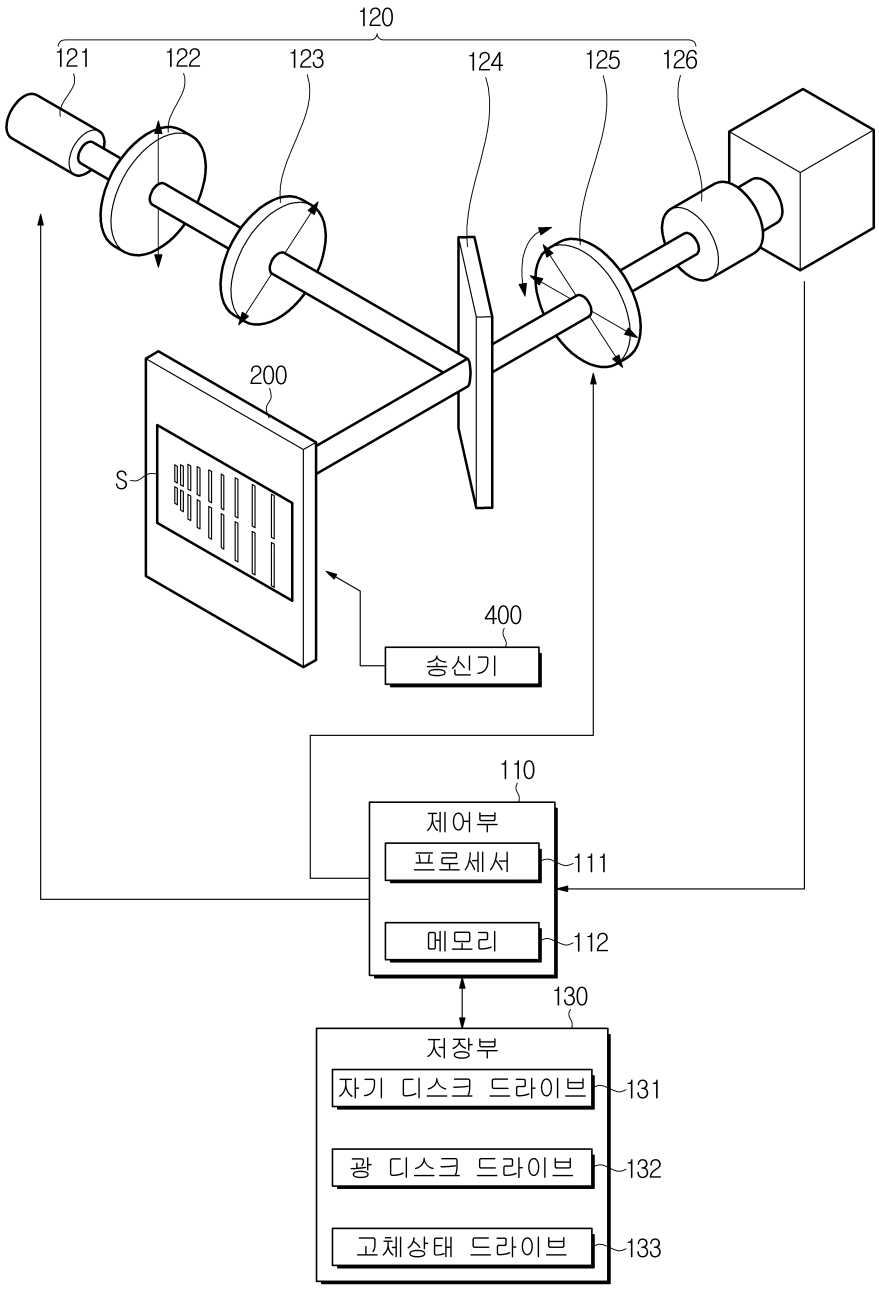
도면2



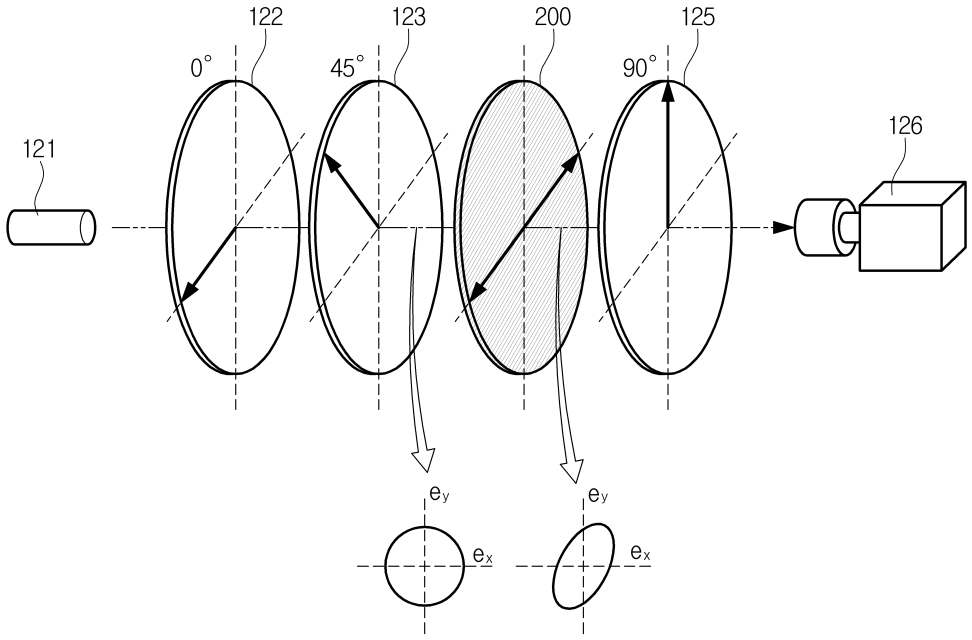
도면3


X
Y
210
σx
220
σy

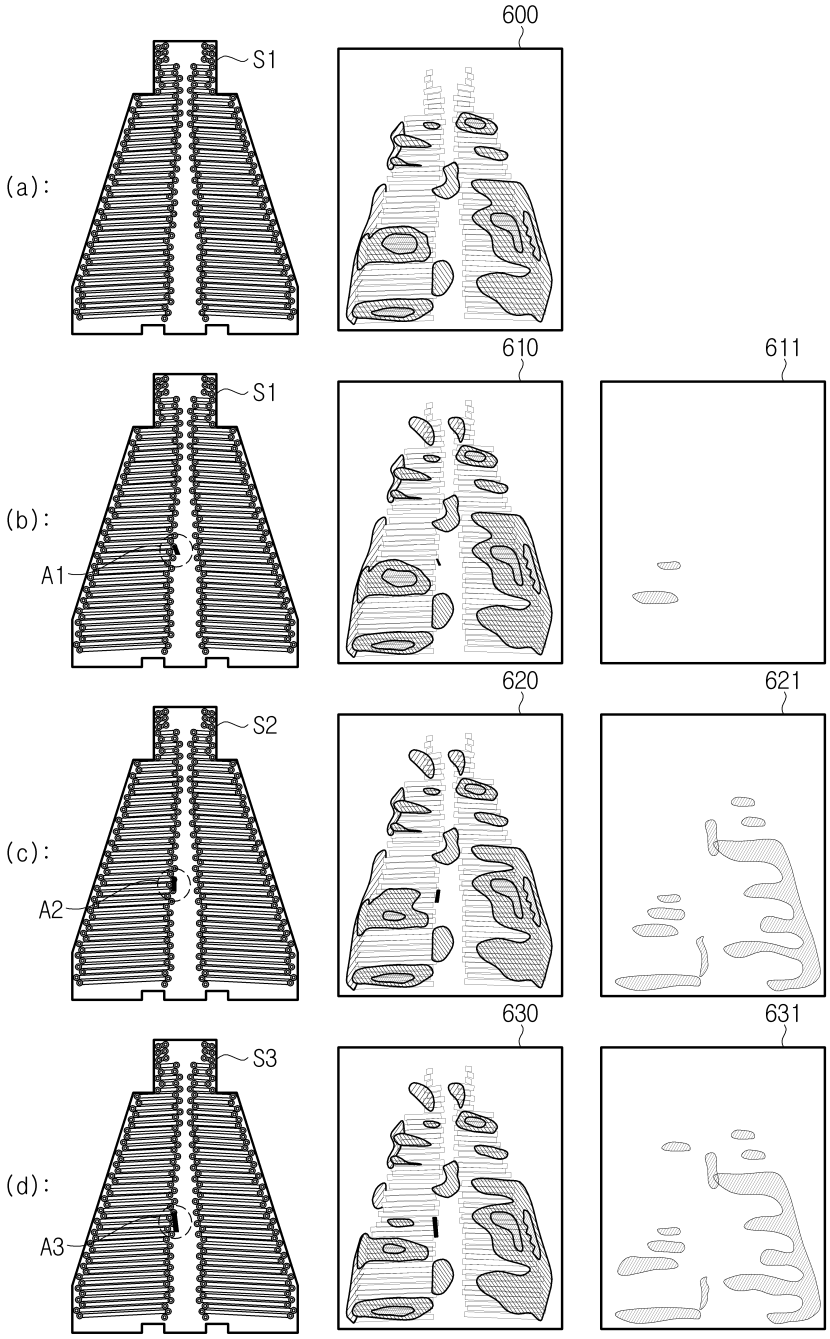
도면4


120
121
122
123
124
125
126
200
S
400
송신기
110
제어부
프로세서
111
메모리
112
130
저장부
자기 디스크 드라이브
131
광 디스크 드라이브
132
고체상태 드라이브
133

도면5



도면6



도면7

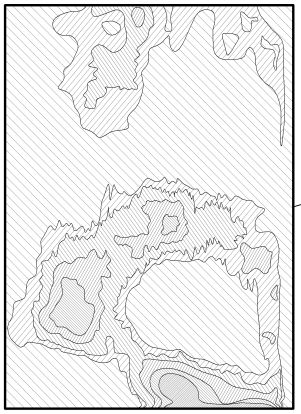
(a)



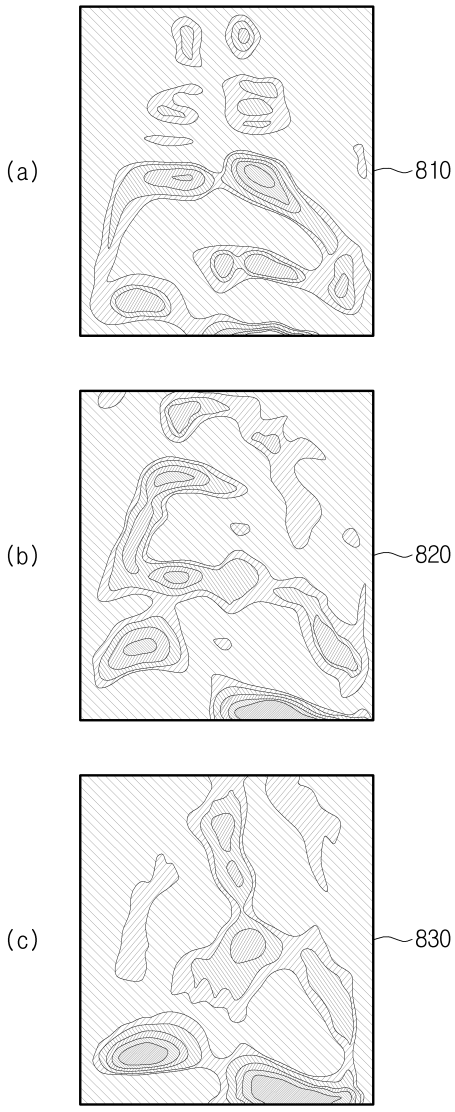
(b)



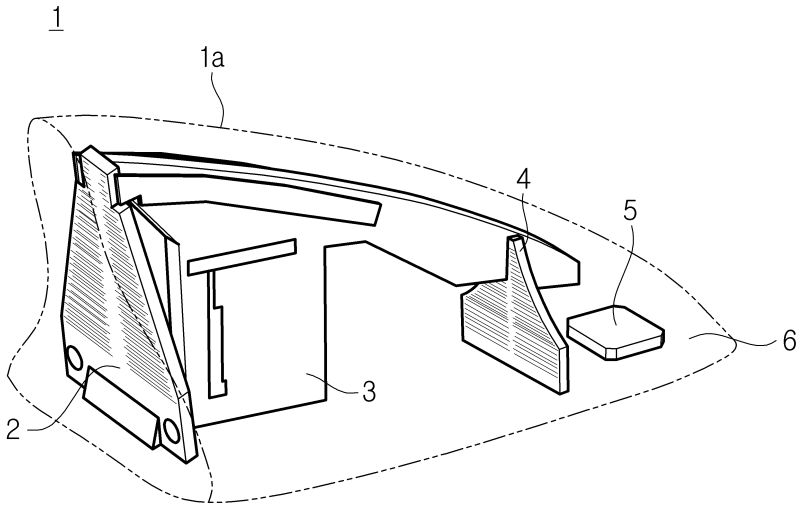
(c)



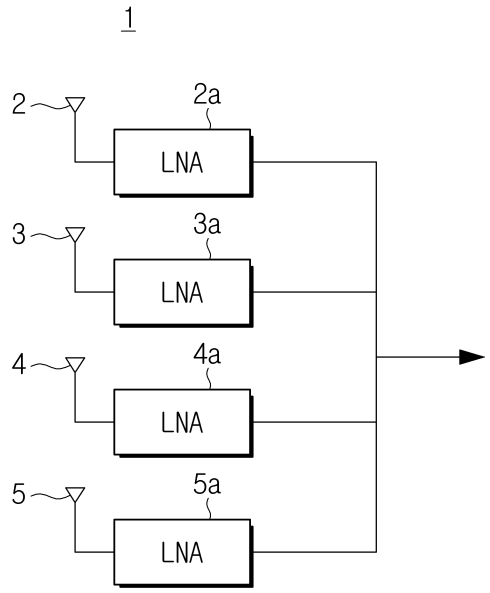
도면8



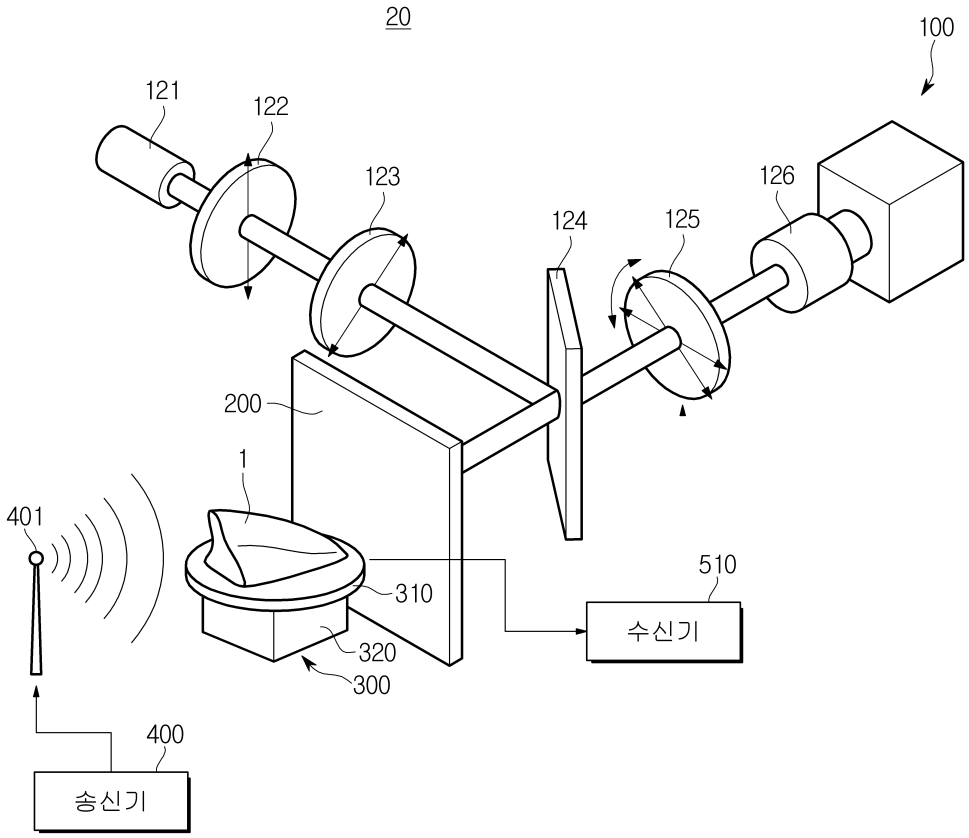
도면9



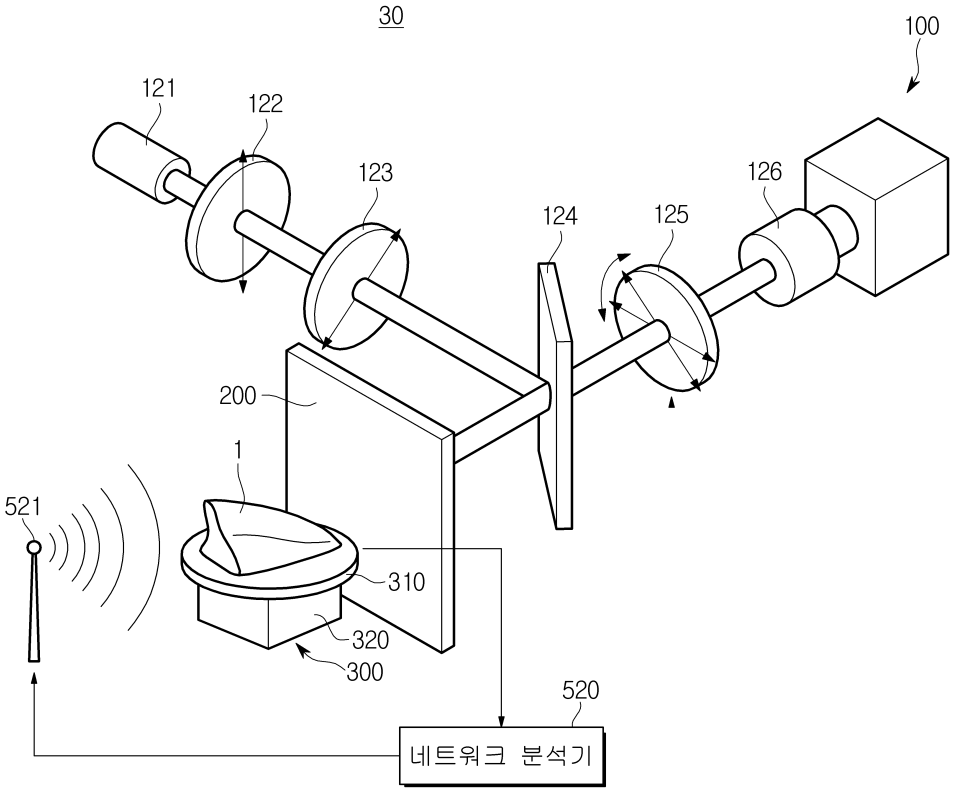
도면10


1
2
2a
LNA
3
3a
LNA
4
4a
LNA
5
5a
LNA

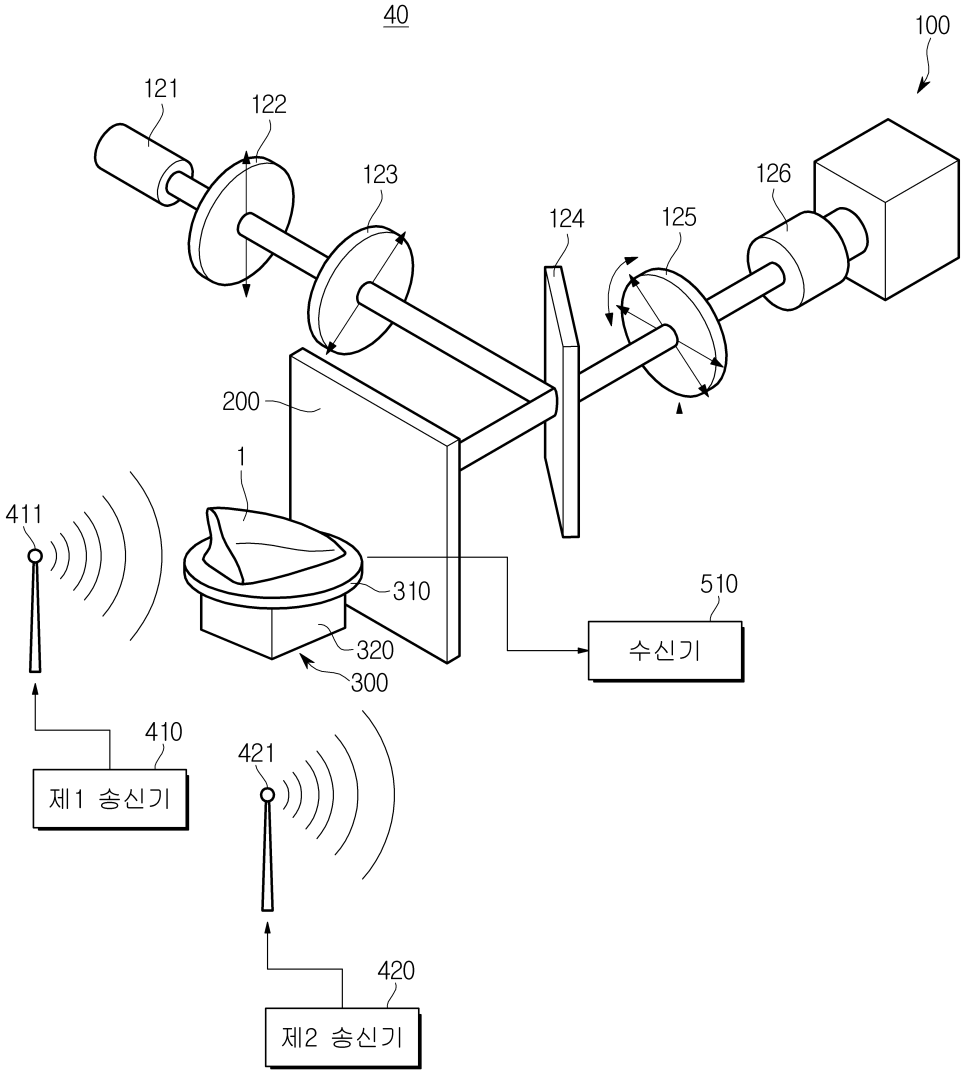
도면11


20
100
121
122
123
124
125
126
200
1
401
310
320
300
510
수신기
400
송신기

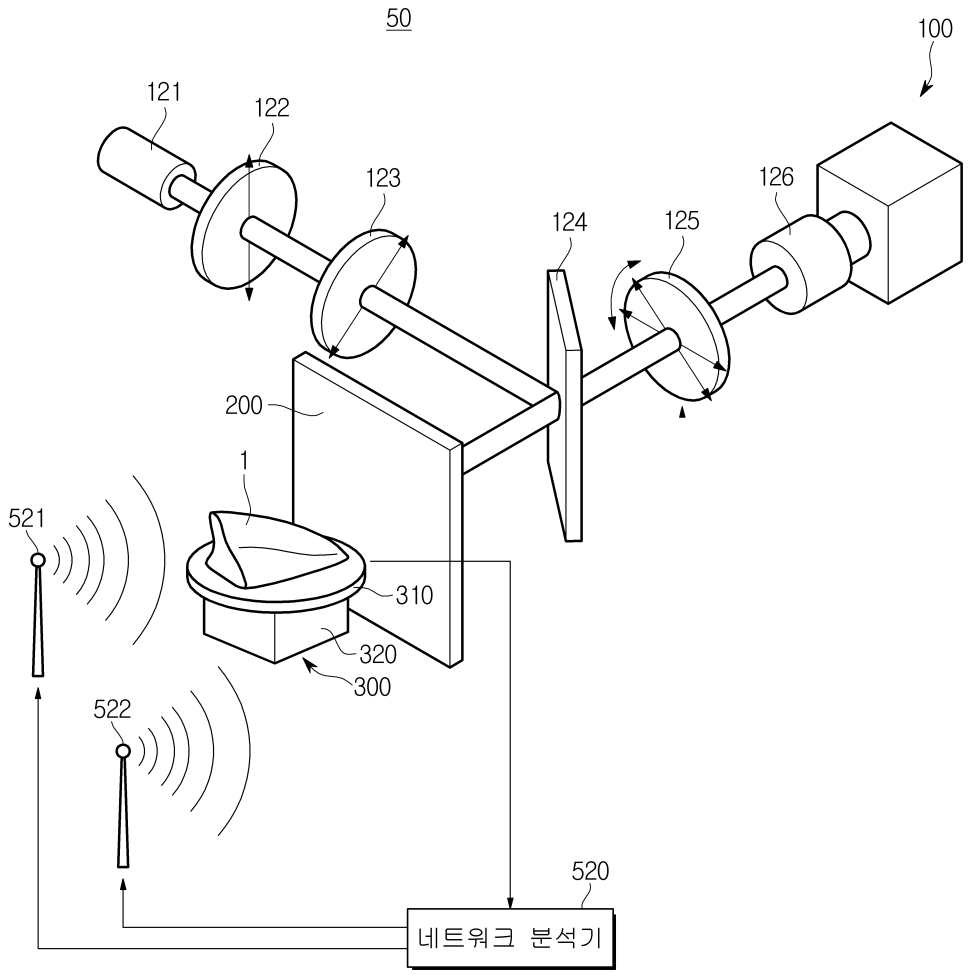
도면12



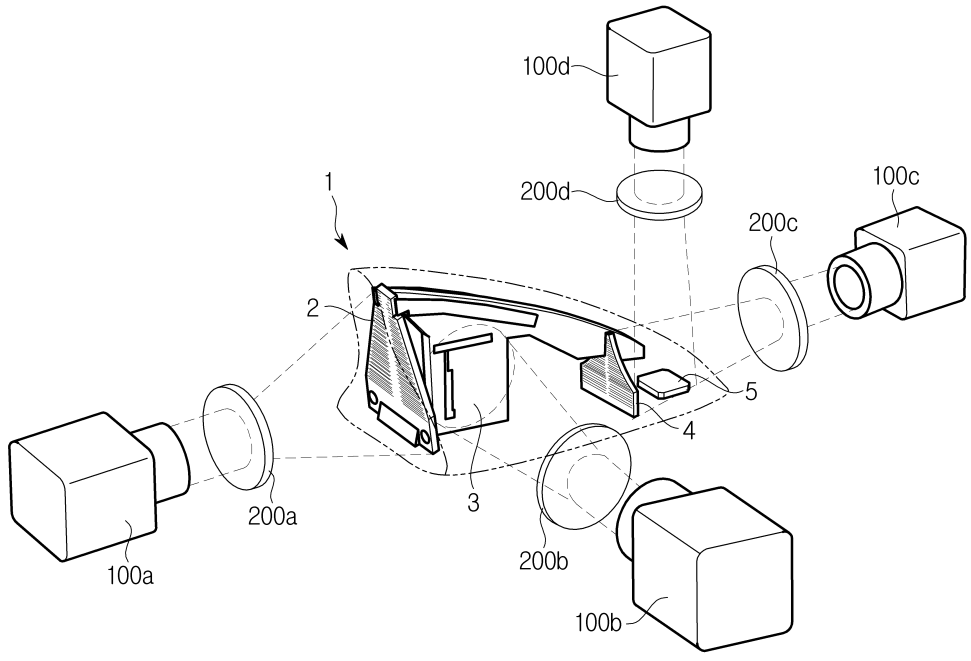
도면13


40
100
121
122
123
124
125
126
200
1
411
310
510
수신기
320
300
410
제1 송신기
421
420
제2 송신기

도면14


50
100
121
122
123
124
125
126
200
1
521
310
320
300
522
520
네트워크 분석기

도면15


100d
200d
1
100c
200c
2
5
4
3
200a
100a
200b
100b

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15, 2째줄

【변경전】

상기 다른 송신기가

【변경후】

다른 상기 송신기가