



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0058216
(43) 공개일자 2010년06월03일

(51) Int. Cl.

G02B 5/20 (2006.01) H01J 17/49 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0116952

(22) 출원일자 2008년11월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

아이에이치엘 주식회사

경북 경주시 외동읍 문산리 742-28

(72) 발명자

성승기

울산광역시 남구 옥동 142-1 동성파크 1308호

한성홍

울산광역시 남구 신정동 1241-5번지 신한로알멤버스 101동 1008호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김수진, 윤의섭

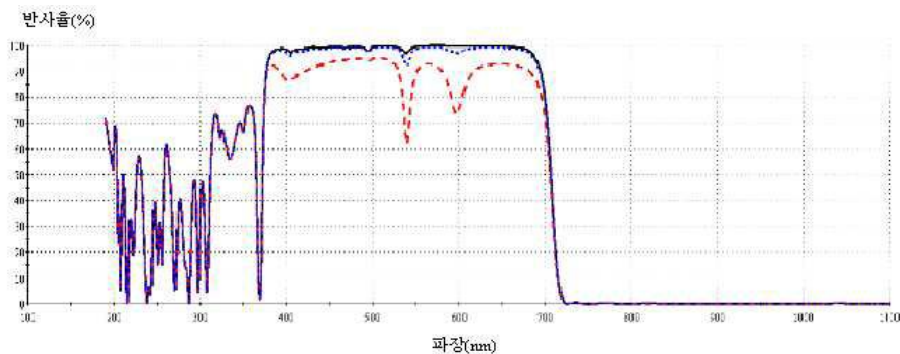
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 광학 필터의 성능을 향상시키기 위한 다층 박막 제조 방법 및 이를 이용한 엔아이알 광학 필터 제조 방법

(57) 요약

광학 박막의 흡수계수를 제어하여 다양한 광학 필터의 성능을 향상시키는 광학 필터 제조 방법이 개시된다. 제조 방법은 큰 흡수계수($\alpha_1 > 10^{-5}$) 및 고굴절율($n_1 > 1.5$)을 갖는 제1 박막과 작은 흡수계수($\alpha_2 < 10^{-5}$) 및 저굴절율($n_2 < 1.5$)을 갖는 제2 박막을 상호 교대로 2층 이상 적층하는 것을 포함한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김의정

울산광역시 남구 무거동 830-2 우주로알아파트 10
1동 1303호

김용수

경기도 수원시 팔달구 장안동 105-8

이우경

울산광역시 동구 대송동 대송현대아파트 203동 31
0호

최현욱

울산광역시 동구 동부동 남목그린타워 806호

김승한

경상북도 경주시 황성동 청우아파트 301동 609호

박동석

울산광역시 남구 야음동 570-1 번영로 롯데인벤스
102동 2401호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-0403

부처명 한국산업기술재단

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 차량용 Night Vision System을 위한 고성능 NIR Filter 개발(2차)

주관기관 아이에이치엘(주)

연구기간 2008년 05월 01일 ~ 2009년 04월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

고효율 다기능 광학 필터를 제조하는 방법에 있어서,

흡수계수가 10^{-3} 차수 이상의 물질의 흡수계수를 제어하여 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 박막을 형성하는 단계; 및

상기 박막을 적어도 하나 기관에 적층하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 박막은 10^{-5} 차수의 이상의 흡수계수를 갖는 물질 10 내지 90 중량% 및 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 물질 10 내지 90 중량%로 구성되는 것을 특징으로 제조방법.

청구항 3

고효율 다기능 광학 필터를 제조하는 방법에 있어서,

큰 흡수계수($\alpha_1 > 10^{-5}$) 및 고굴절율($n_1 > 1.5$)을 갖는 제1 박막과 작은 흡수계수($\alpha_2 < 10^{-5}$) 및 저굴절율($n_2 < 1.5$)을 갖는 제2 박막을 상호 교대로 2층 이상 적층하는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 박막은 TiO_2 이며, 상기 제2 박막은 SiO_2 인 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 박막의 두께는 10 내지 200nm인 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 박막은 전자빔 스퍼터링 방법, RF 스퍼터링 방법, 원자층 증착(Atomic Layer Deposition) 방법, 및 펄스 원자층 증착 방법 중 어느 하나에 의하여 형성되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 박막은 두개의 다른 소오스 타겟을 갖는 동일한 챔버 내부에서 연속적으로 형성되거나, 두개의 챔버를 갖는 하나의 시스템에서 연속적으로 그리고 교대로 형성되는 것을 특징으로 하는 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 광학 박막의 흡수계수 제어를 이용하여 다양한 광학 필터의 성능을 향상시키는 코팅 방법에 관한 것으로, 구체적으로 설명하면, 광학 필터 제작회사의 기술적 관심사인 다양한 광학 필터 성능 향상시에 나타나는 교차 적층 구조 증가에 따른 투과 영역에서의 리플 갯수 증가 및 광학 필터의 두께 증가에 따른 흡수율 증가 등의 문제점을 해결하기 위한 코팅 방법 및 상기 방법을 이용한 NIR 광학 필터 제조 방법에 관한 것이다.
- [0002] 보다 구체적으로 설명하면, 본 발명은 일반적인 박막의 굴절률 제어가 아닌 허수개념인 박막의 흡수계수를 제어함으로써 다양한 광학 필터의 문제점을 해결하고, 아울러 광학 필터의 성능을 향상시키는 다층 박막 제조 방법 및 이를 이용한 NIR 광학 필터 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 높은 투과율을 가지며 무반사 파장 영역이 넓은 무반사(Anti-reflection) 광학 필터를 제조하기 위해서는 고굴절률 물질과 저굴절률 물질을 2가지 또는 3가지 이상 사용하여 다층 구조의 무반사 광학 필터를 제조할 수 있다.
- [0004] 고반사(High Reflection) 광학 필터는 무반사 코팅이 기관으로부터 광투과도를 증가시키기 위한 광학 박막 코팅인 것에 비하여 기관으로부터 광 반사율을 증가시키기 위한 광학 필터이다. 이러한 고반사 광학 필터는 기관의 굴절률과 공기의 굴절률 차이에 의해 발생하는 경계면에서의 반사를 빛의 간섭효과를 이용하여 증대시키는 방법으로 광학 소자에 이용되고 있다.
- [0005] 이와 같은 다양한 필터의 특징은 각각의 필터 성능을 향상시키기 위하여 많은 수의 교차 적층 구조를 갖는 것이 특징이다. 따라서 광학 필터 제조회사의 기술적 관심사인 다양한 광학 필터 성능 향상시에 나타나는 교차 적층 구조 증가에 따른 투과 영역에서의 리플 갯수 증가 및 광학 필터의 두께 증가에 따른 흡수율 증가 등과 같은 문제점을 해결하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0006] 일반적인 광학 필터는 고굴절률 박막과 저굴절률 박막의 교차 적층 구조로 구성되며, 필터의 원하는 기능과 성능을 위해 교차 적층 구조의 갯수를 늘리거나 기존 굴절률과 다른 굴절률의 박막을 추가하는 것이 일반적이다. 그러나, 교차 적층 구조가 증가할수록 반사 영역의 반사율은 증가하지만 투과 영역에서의 리플 갯수가 증가하는 문제점이 있다. 이는 투과 영역의 투과율 감소를 의미한다.
- [0007] 그리고, 교차 적층 구조가 증가하면, 필터의 중요한 성능 중 하나인 반사 영역과 투과 영역의 경계인 슬로프 구간의 기울기가 감소하여 슬로프 구간의 증가로 이어진다. 이는 모든 광학 필터의 치명적인 성능 저하를 야기한다. 즉, 광학 필터의 반사율이나 투과율 등의 한 가지 필요한 특성만 향상시키기 위해 다른 중요한 필터 특성의 저하를 감안해야하는 등 광학 필터 사용에 대한 한계가 발생한다.
- [0008] 2000년 10월 3일 Hohenegger 등에게 허여된 미국 특허 제6,128,126호에는 기관 위에 ZnS, Ag, Y3F와 같은 물질을 적어도 2가지 사용하여 고반사 코팅하여 넓은 파장 대역에서 반사율이 우수한 미러 제조 방법이 개시되어 있다. 또한, 1995년 9월 25일자로 Bjornard 등에게 허여된 미국 특허 제5,450,238호 및 1993년 3월 16일자로 Boulos 등에게 허여된 미국 특허 제5,194,990호에는 3층 이상의 구조와 2종류 이상의 물질을 사용하여 무반사 필터 제작 방법이 개시되어 있다. 전술한 특허에 개시된 방법은 특성 향상을 위하여 증굴절률 물질 박막 등의

새로운 물질을 추가하는 것이 특징이지만, 이는 고가의 재료비, 공정상의 변수 증가, 생산성 감소 등의 문제점이 발생한다.

- [0009] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 흡수계수가 높은 박막의 흡수계수를 제어함으로써 고기능성 광학 필터의 흡수계수와 필터의 두께를 줄이는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 고기능성 광학 필터의 성능 향상시에 발생하는 다른 성능의 저하가 없으며, 광학 필터의 중요한 성능인 슬로프 기울기의 증가, 즉 모든 성능이 향상되는 다목적 고기능성 광학 필터 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 광학 필터의 성능 향상 시에 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 현재 사용되고 있는 증굴절률 물질 박막 등의 새로운 물질추가에 따른 공정상의 문제점을 해결하고자 하는 것이다.

과제 해결수단

- [0012] 상기 및 기타 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고효율 다기능 광학 필터를 제조하는 방법에 있어서, 흡수계수가 10^{-3} 차수 이상의 물질의 흡수계수를 제어하여 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 박막을 형성하는 단계; 및 상기 박막을 적어도 하나 기판에 적층하는 단계를 포함하는 제조 방법이 제공된다.
- [0013] 상기 박막은 10^{-5} 차수의 이상의 흡수계수를 갖는 물질 10 내지 90 중량% 및 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 물질 10 내지 90 중량%로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수 박막은 고흡수율 물질을 제조 공정 상에서 초기 진공도, 증착률, 산소의 주입량 및 아르곤 가스의 주입과 같은 진공 분위기, 기판 온도, 경사 입사 증착 등의 증착 조건을 제어하는 것에 의하여 형성되며, 이 경우에, 박막의 두께는 무관하다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 고효율 다기능 광학 필터를 제조하는 방법에 있어서, 큰 흡수계수($\alpha_1 > 10^{-5}$) 및 고굴절율($n_1 > 1.5$)을 갖는 제1 박막과 작은 흡수계수($\alpha_1 < 10^{-5}$) 및 저굴절율($n_2 < 1.5$)을 갖는 제2 박막을 상호 교대로 2층 이상 적층하는 제조 방법이 제공된다.
- [0016] 상기 제1 박막은 TiO_2 이며, 상기 제2 박막은 SiO_2 이고, 상기 제1 및 제2 박막의 두께는 10 내지 200nm인 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 제1 및 제2 박막은 전자빔 스퍼터링 방법, RF 스퍼터링 방법, 원자층 증착(Automic Layer Deposition) 방법, 및 펄스 원자층 증착 방법 중 어느 하나에 의하여 형성된다.

효과

- [0018] 전술한 구성에 의하면, 광학 필터 제작회사의 기술적 관심사인 다양한 광학 필터 성능 향상시에 나타나는 교차적층 증가에 따른 투과 영역에서의 리플 갯수 증가 및 광학 필터의 두께 증가에 따른 흡수율 증가와 같은 문제점을 해결함과 동시에 광학 필터의 중요한 성능인 슬로프 기울기가 증가하여 고성능의 광학 필터를 제조할 수 있다.
- [0019] 현재 사용되고 있는 상기 문제점 해결 방안인 증굴절률 박막 추가 및 고굴절률 박막의 굴절률 증가 방안에 대한 2차 문제점이 발생되지 않아 공정의 단순화에 따른 불량품을 줄일 수 있으며, 생산성이 향상되는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제조 방법을 보다 상세히 설명하기로 한다. 명세서 및 청구 범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0021] 도 1은 고효율, 다기능 광학 필터를 제작하는데 사용되는 NIR 광학 필터의 단면도로서, NIR 광학 필터는 작은 흡수계수($\alpha_1 < 10^{-5}$) 및 저굴절율($n_2 < 1.5$)을 갖는 박막(12)과 큰 흡수계수($\alpha_1 > 10^{-5}$) 및 고굴절율($n_1 > 1.5$)을 갖는 박막(14)이 적어도 2층 이상 교대로 기판(10) 상에 적층되어 있다.

- [0022] 도 1을 참조하면, 고성능의 다기능 광학 필터를 제조하기 위한 물질로 고굴절률 특성을 갖는 TiO_2 와 저굴절률 물질로 일반적으로 많이 사용되는 SiO_2 를 증착 물질로 선택하였으며, 기관(10)으로 유리를 선택하였다.
- [0023] 일반적으로 SiO_2 박막은 저굴절률 물질이지만 10^{-3} 차수의 높은 흡수계수를 갖는다. 따라서, 이러한 흡수계수를 10^{-5} 차수 미만으로 제어하여 필터 성능의 저하와 2차적 문제점을 해결하여, 고성능의 다기능 NIR 광학 필터를 제조하였다.
- [0024] 상기 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 박막의 두께에 대한 범위는 다양할 수 있으며, 이러한 미흡수계수의 제어는 도 7에 도시된 전자빔 증착 장치에 의하여 수행되며, 박막 증착시에 초기 진공도 5.0×10^{-6} Torr 에서 증착이 개시된다.
- [0025] 증착 산화물의 용기(26)와 기관(22) 사이의 거리는 650mm이고, 균일한 박막을 제작하기 위하여 기관(22)의 회전 속력은 15 rpm으로 유지한다. 그리고 챔버(20) 내부의 온도를 200°C 로 유지하며, SiO_2 , TiO_2 박막은 산소 주입 조절기(30)를 이용하여 산소 분압 2.0×10^{-2} 내지 4.0×10^{-5} Torr에서 박막 제조가 가능하다.
- [0026] 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 SiO_2 박막은 초당 1.0 내지 1.50nm의 두께로 증착한다. 박막의 두께는 어드미턴스 계산에 의해 1/4 파장으로 계산된다. 나머지 TiO_2 박막 증착 역시 한 공정으로 이루어지며, 초기 진공도 5.0×10^{-6} Torr 에서 증착이 시작된다. 기관의 회전 속력과 챔버 온도는 동일하며, 산소분압 2.0×10^{-2} 내지 4.0×10^{-5} Torr에서 박막을 제조한다. TiO_2 박막 증착은 각각 초당 0.20 내지 0.40nm 두께로 증착된다.
- [0027] 다만, 상기 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 박막 제조는 박막 증착시에 다양한 챔버 온도, 충분한 산소의 주입 및 증착 속도, 경사 입사 증착등의 공장 상의 제어를 통해 상기 방법 뿐만 아니라 다른 여러 방법을 통해서도 제작이 가능함은 당연하다.
- [0028] 도 2는 고반사 광학 필터의 반사율 그래프로서, 흡수계수 10^{-3} 차수인 SiO_2 박막을 이용하여 제조된 광학 필터(점선)와 10^{-5} 차수 미만의 흡수계수를 갖는 SiO_2 박막을 이용하여 제조된 광학 필터(실선)의 반사 영역(500 내지 600nm)에서의 반사율 그래프이다.
- [0029] 도 2를 참고하면, 흡수계수가 높은(10^{-3} 차수) 광학 필터는 반사영역에서 흡수에 의해 치명적인 필터의 성능 저하가 나타난다. 이러한 성능 저하는 많은 광학 박막 제작 프로그램을 사용하여 최적화시켜 문제 해결이 가능하지만, 필터의 두께가 두꺼워지고 필터의 층수가 증가하는 문제점이 발생한다. 그러나, 본 발명은 두께를 변화시키지 않고 흡수계수 제어를 통해 성능 향상을 구현할 수 있다.
- [0030] 도 3은 NIR 광학 필터의 흡수계수 감소에 따른 반사영역에서의 반사율 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0031] 도 3을 참고하면, NIR 시스템에서 가시광은 노이즈 역할을 하기 때문에 NIR 필터에서 가시광(400-700 nm)의 높은 반사율이 요구된다. 도 3은 NIR 광학 필터 제조에 사용되는 물질인 SiO_2 의 흡수계수에 따라 변화하는 필터의 성능 변화 그래프이다.
- [0032] 흡수계수가 10^{-3} 차수인 경우에, 점선과 같이 반사영역에서 흡수가 나타나며, 흡수계수가 10^{-5} 차수 미만인 경우에, 실선과 같은 성능이 구현된다. 일반적으로 이를 해결하기 위해서 필터의 최적화 공정이 필요하다. 그러나, 그에 대한 광학 필터의 두께 증가와 필터의 층수가 증가하는 문제점이 발생한다. 본 발명은 흡수계수의 제어를 통해서 동일한 필터 두께와 동일한 필터 층수를 유지하면서 성능 향상이 가능하다.
- [0033] 도 4는 NIR 광학 필터에 사용되는 물질인 SiO_2 의 흡수계수 감소에 따른 투과 영역에서의 투과율 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0034] 도 4를 참고하면, NIR 시스템에서 근적외선이 데이터 생성에 중요한 역할을 하기 때문에 NIR 필터에서 근적외선(700 내지 100nm 이상)의 높은 투과율이 요구된다. 상기 그래프에서 흡수계수가 10^{-3} 차수(A), 10^{-4} 차수(B),

10^{-5} 차수(C)인 경우에 투과영역에서 투과율을 나타내며, 흡수계수가 감소할수록 투과율이 증가한다.

[0035] 도 5는 흡수계수 제어를 통해 광학 필터의 투과영역에서의 리플을 소멸시키는 일예에 대한 그래프이다.

[0036] 도 5를 참고하면, 점선은 광학 필터 제작시에 발생하는 리플을 나타낸다. 이러한 리플을 제거하기 위하여 필터 설계시에 새로운 최적화 과정을 거치거나 굴절률이 다른 두 종류 이상의 물질을 사용하는 일반적인 방법이 있으나, 광학 필터의 두께 증가와 공정상의 변수 증가의 새로운 문제점을 야기시킨다. 본 발명은 필터의 두께를 유지하며, 새로운 물질의 추가 없이 흡수계수를 10^{-3} 차수(점선)에서 10^{-5} 차수(실선)로 제어를 통해서 투과영역의 리플 제거를 구현한다.

[0037] 도 6은 흡수계수 제어를 통해 광학 필터의 슬로프 구간 변화에 대한 그래프이다.

[0038] 도 6을 참조하면, 흡수계수의 감소(10^{-3} 차수(점선)에서 10^{-5} 차수(실선))로 인하여 슬로프의 최대 기울기가 4.27에서 5.23으로 증가하였으며, 평균 기울기가 2.83에서 7.76으로 증가함을 알 수 있다. 이는 광학 필터의 특성 중 하나이며, 슬로프 기울기 값이 클수록 성능이 향상하는 것을 알 수 있다.

[0039] 도 7은 본 발명의 바람직한 실시시에 따른 물리적 증착을 실시하기 위한 박막 진공 증착 장치에 대한 개략적인 구성도이다.

[0040] 도 7을 참조하면, 박막 진공 증착 장치는 진공도가 10^{-6} Torr를 갖도록 마련된 진공챔버(20)와, 그 내부에서 기관(22)을 고정하는 기관 홀더(24)와, 박막 증착을 위해 피증착 물질을 저장하는 용기(26)를 구비한다.

[0041] 진공 챔버(20) 내부에는 10^{-6} Torr의 고진공 상태를 유지하기 위해 진공 펌프(28)와 산소주입조절기(30)가 진공 챔버(20)와 함께 설치되어, 진공 펌프(28)의 메인 밸브(32)에 의해 진공 상태를 조절할 수 있고, 산소주입조절기(30)는 동일한 진공 상태에서 박막이 제조될 수 있도록 동일한 진공도를 유지시킨다. 진공 게이지(34)에 의해 진공챔버(20) 내부의 진공도를 측정할 수 있다.

[0042] 이때, 진공도를 측정하기 위해서 냉음극 게이지(Cold cathode vacuum gauge)와 이온 게이지(Ionization vacuum gauge)를 사용할 수 있고, 또한 열전대(Thermocouple)를 설치하여 기관 온도를 측정하거나 자동 온도 조절 장치를 부착하여 기관 온도를 일정하게 유지할 수도 있다.

[0043] 한편, 용기(26)에 담긴 증착 물질을 녹이기 위한 증발원으로 전자총(38)을 사용하며, 히터(36)를 사용하여 진공 챔버의 온도를 조절한다. 증착 물질이 전자총(38)에 의해 용융되어 증기 입자로 변하면, 상기 기관 홀더(24)에 고정된 기관(22)에 증착된 증기 입자에 의해 박막이 성장된다.

[0044] 또한, 박막 증착시에 박막의 두께를 균일하게 하기 위하여 상기 진공 챔버(20) 내부에 마련된 마스크(40)로 증기 입자를 골고루 분산시키며, 상기 기관 홀더(24)를 회전시켜 회전에 의해 기관(22)에 증착되는 박막의 두께를 균일하게 한다.

[0045] 또한, 증착된 박막의 물리적 두께를 측정하기 위한 수정 진동자(42)가 마련될 수 있는데, 진동자의 표면에 박막이 증착되면 면적과 밀도가 일정하다는 가정 하에 질량 변화를 측정한다. 질량이 증가하면, 두께가 증가한 것을 의미하므로, 두께를 측정할 수 있다.

[0046] 따라서, 본원에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 실시예에 불과하며, 본 발명의 기술적 사상은 청구범위에 의하여 결정된다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 하기의 특허청구범위의 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면의 간단한 설명

[0047] 도 1은 큰 흡수계수($\alpha_1 > 10^{-5}$) 및 작은 흡수계수($\alpha_1 < 10^{-5}$)를 갖는 박막을 구비하는 고성능 다기능 광학 필터의 단면도.

[0048] 도 2는 흡수계수 제어에 따른 고반사 광학 필터의 반사율 변화를 나타내는 그래프.

[0049] 도 3은 NIR 광학 필터의 흡수계수 감소에 따른 반사 영역에서의 반사율 변화를 나타내는 그래프.

[0050] 도 4는 NIR 광학 필터의 흡수계수 감소에 따른 투과 영역에서의 투과율 변화를 나타내는 그래프.

[0051] 도 5는 흡수계수 제어를 통해 광학 필터의 투과 영역에서의 리플을 소멸시키는 일예를 도시하는 그래프.

[0052] 도 6은 흡수계수 제어를 통해 광학 필터의 슬로프 구간 변화를 나타내는 그래프.

[0053] 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광학 필터를 제조하기 위한 박막 진공 증착 장치를 개략적으로 도시하는 구성도.

[0054] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

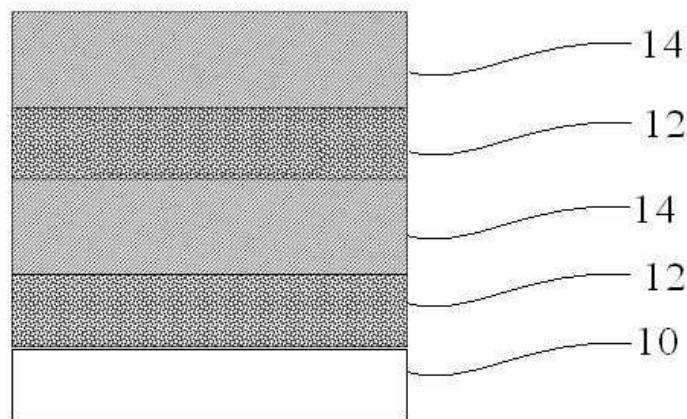
[0055] 10, 22: 기관 12, 14: 박막

[0056] 20: 진공 챔버 24: 기판 홀더

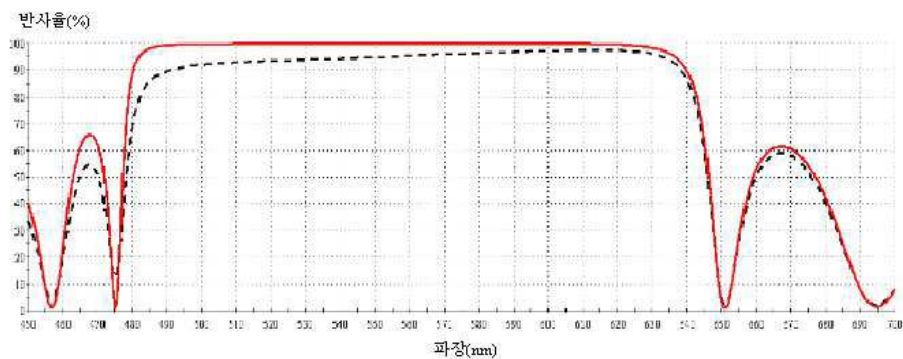
[0057] 28: 진공 펌프 30: 산소주입조절기

도면

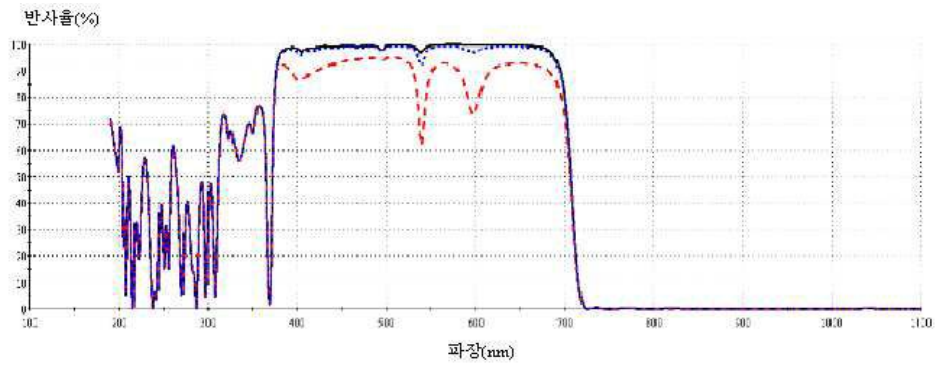
도면1



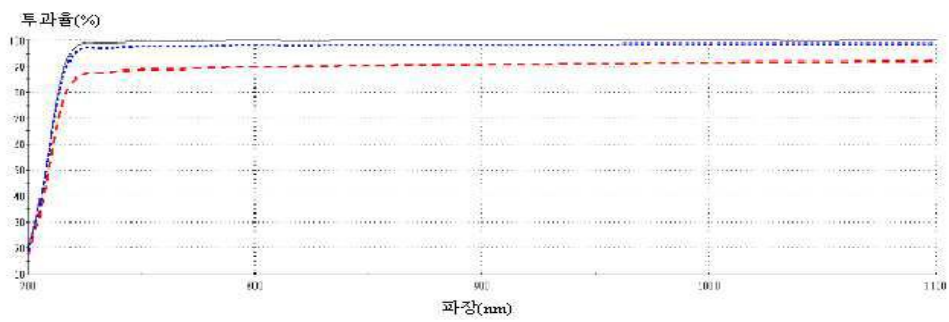
도면2



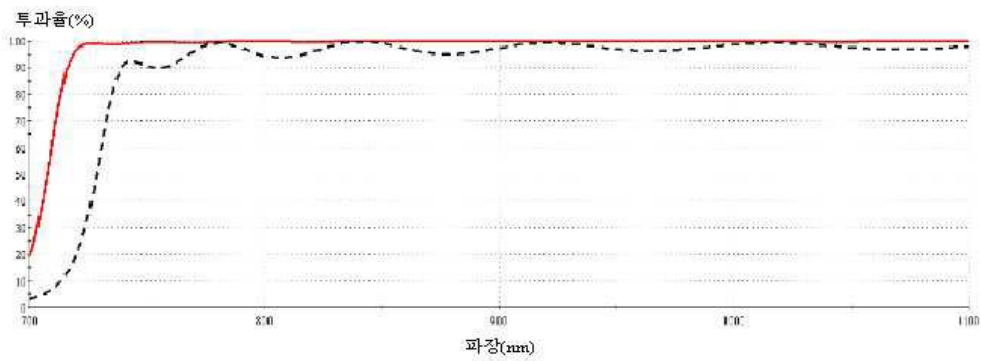
도면3



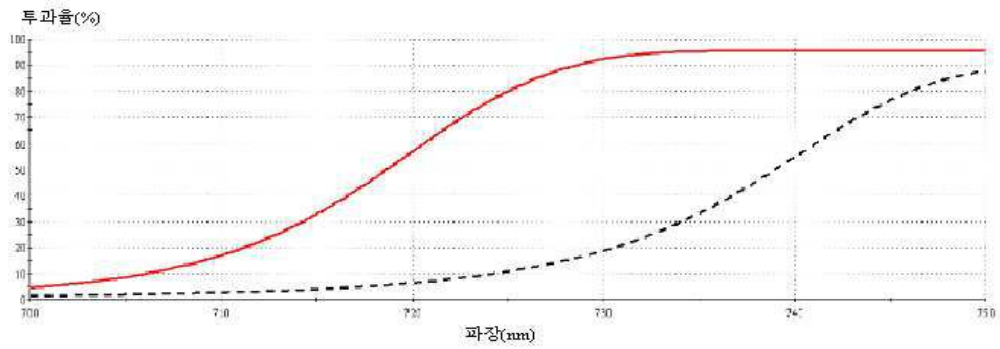
도면4



도면5



도면6



도면7

