



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년03월18일  
 (11) 등록번호 10-1376290  
 (24) 등록일자 2014년02월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G01J 3/45** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0068918  
 (22) 출원일자 2012년06월27일  
 심사청구일자 2012년06월27일  
 (65) 공개번호 10-2014-0001414  
 (43) 공개일자 2014년01월07일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP09015156 A\*  
 JP2006154238 A\*  
 US20100309467 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**한국기초과학지원연구원**  
 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)  
 (72) 발명자  
**오승태**  
 대전 유성구 유성대로 1741, 104동 602호 (전민동, 세종아파트)  
 (74) 대리인  
**차상윤, 한상민, 남건필**

전체 청구항 수 : 총 1 항

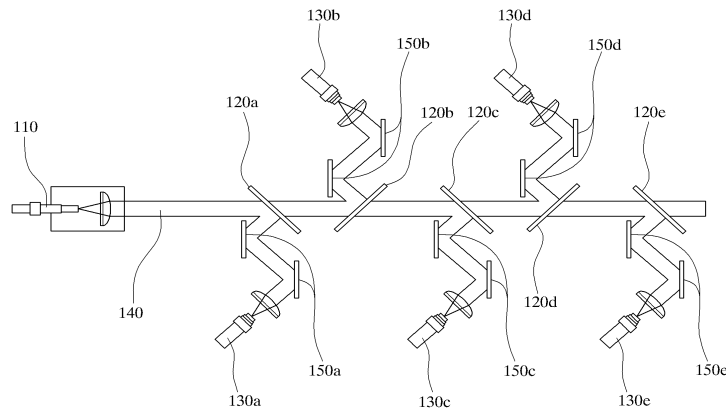
심사관 : 심송학

(54) 발명의 명칭 **다중 반사 필터를 포함한 폴리크로메이터**

**(57) 요약**

본 발명은, 분광 진단 장치 및 톨슨산란 진단용 폴리크로메이터에 관한 것이다. 더욱 특이적으로 본 발명은 제 1 반사형 간섭 필터를 사용한 캐스케이드 방식으로 입사광을 분광시킨 이후, 제 2 반사형 간섭 필터를 이용해 다중 반사를 일으킨 이후 광을 검출하는 폴리크로메이터에 관한 것이다.

**대표도** - 도2



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

콜리메이션 렌즈부;

투과 및 반사 파장 대역이 다른 복수 개의 제 1 반사형 간섭 필터;

상기 복수 개의 제 1 반사형 간섭 필터의 각각과 동일한 투과 및 반사 대역을 가진 제 2 반사형 간섭 필터 한 쌍을 각각 대응하는 상기 제 1 반사형 간섭 필터의 광의 반사 경로 상에 서로 대향하도록 배치하여 상기 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 광을 다중 반사시키는, 복수 개의 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍; 및

복수 개의 광 검출부를 포함하고,

상기 복수 개의 제 1 반사형 간섭 필터는 상기 콜리메이션 렌즈부로부터 방사되는 광의 경로를 따라 일렬로 순차적으로 배열되어 있으며, 상기 제 1 반사형 간섭 필터의 각각의 평면은 상기 광의 진행 경로 축선과 45도의 예각을 이루며,

상기 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 반사면은 상기 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 광의 진행 경로와 평행하지 아니하게 배치되고,

상기 제 1 반사형 간섭 필터로부터 반사되고 상기 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍에서 다중 반사된 특정 파장의 광의 경로 상에 상기 특정 파장의 광을 검출할 수 있는 광 검출부가 각각 배치되며,

상기 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 반사면이 상기 제 1 반사형 간섭 필터로부터 반사된 광의 진행 경로의 축선에 수직하게 배치된,

다중 반사 필터를 포함한 초소형 폴리크로메이터.

**청구항 2**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 분광 진단 장치 및 톨슨산란 진단용 폴리크로메이터에 관한 것이다. 더욱 특이적으로 본 발명은 제 1 반사형 간섭 필터를 사용한 캐스케이드 방식으로 입사광을 분광시킨 이후, 제 2 반사형 간섭 필터를 이용해 다중 반사를 일으킨 이후 광을 검출하는 폴리크로메이터에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 플라즈마란, 물질을 수억 도까지 가열하게 되면 분자 상태의 기체에서 전자가 하나 둘씩 떨어져 나가 음전하를 띠는 전자와, 양전하를 띠는 이온으로 분리되며 이러한 상태를 말한다. 이처럼 플라즈마가 전하를 띠는 입자들로 이루어졌다는 점에 착안하여 강력한 자기장을 가하여 하전입자들이 그 주위를 맴돌게 함으로써 플라즈마를 공중에 띄워놓고 가열하는 것이 토카막에 적용되는 자기 구속 핵융합 방식이다.

[0003] 한국형 토카막 장치로는 KSTAR(KOREA SUPERCONDUCTING TOKAMAK ADVANCED RESEARCH) 장치가 있다. 여느 토카막 장치와 마찬가지로, KSTAR 장치 역시 플라즈마 진단이 중요하다.

[0004] 이를 위해 다양한 플라즈마 진단 장치가 있으며, 분광 진단 장치 및 톨슨산란 진단 장치 등과 같이 KSTAR에 배치되어 광학 측정 방식으로 플라즈마를 진단하는 장치가 있을 수 있다.

[0005] 분광 진단 장치는 시간의 변화에 따라 신속하게 단시간에 측정해야하고, 전 파장 영역의 데이터 측정의 효율을 높여야 하는 토카막 장치 내의 플라즈마 진단을 위해, 모노크로메이터보다는 폴리크로메이터가 바람직하게 하다.

- [0006] 또한 이러한 진단 장치는 특히, 토카막과 같은 고자기장 고에너지의 장치의 경우는, 장치의 크기 및 장치의 배치 구조의 유연성을 필요로 한다.
- [0007] 종래에는 다양한 타입의 폴리크로메이터가 있다. 널리 사용되는 타입으로 Paschen Runge 타입 폴리크로메이터 (JP 58-190731)가 있다. 이는 입구 슬릿, 옴목한 회절발 및 출구 슬릿으로 구성되어 있다. 즉, 일반적으로 입사 빛의 스펙트럼의 스캐터링(scattering) 및 스캐터링된 빛의 분리(isolation)를 위해 회절발을 사용한다. 이와 같은 회절발을 이용한 진단 장치는 미광 차단(stray light rejection), 독립적 채널 반응, 나아가 노이즈한 환경(noisy environments)에서의 부정확한 빛 측정의 단점이 있다. 또한 분광된 빛의 진단 장치의 설치에 있어서 공간적 크기적 제한이 많이 있다.
- [0008] 이에, 대한민국특허공개 10-2005-0111579에서 공개된 바와 같은 간섭필터를 이용하여 입사광을 다단계로 분광시키는 분광장치가 고려되었다. 이 장치는 회절발을 사용하지 아니한 장점은 있으나, 투과형 간섭필터를 사용하는 방식으로 투과형 간섭필터를 투과한 특정 대역의 파장을 검출하는 광검출기의 위치 및 상기 분광장치의 구조적 제한에 문제가 있다.
- [0009] 더욱이, 토카막 장치의 사용을 위한 진단 장치는 앞서 언급한 토카막의 고유의 특성 때문에 고성능의 진단장치가 필요하고, 장치의 배치 및 크기의 유연성이 필요하다.
- [0010] 또한, 기존의 폴리크로메이터의 경우 선택된 파장의 파장 특성이 이웃한 필터의 파장 대역을 침범하여 채널 간의 상호 간섭성으로 인하여 필터를 투과한 특정한 파장 대역의 정확한 검출이 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 필터의 층(layer) 수를 증가시킨 고성능 필터를 이용하기도 하였다. 그러나, 이러한 고성능 필터는 그 제작 비용이 매우 비싸다는 문제점을 갖고 있다.

**발명의 내용**

- [0011] 이에, 본 발명자는 상기 종래 기술의 문제점을 해결하고 및 요구사항을 충족시키기 위해, 콜리메이팅 렌즈부(collimating lens), 반사형 간섭 필터 등의 구성을 이용하여, 입사 빛의 캐스캐이드 방식의 분리를 통한 폴리크로메이터 톱슨 산란 분광 장치를 고안하였다.
- [0012] 또한, 폴리크로메이터의 경우, 다수개의 투과형 간섭 필터가 이용될 경우, 파장에 따른 필터의 파장 특성이 이웃한 필터의 파장 대역을 침범하지 아니하여야 정확한 결과를 얻을 수 있다. 즉, 채널 간의 간섭성을 최소화함으로써 정확한 파장 선택성을 높일 수 있다. 이러한 채널간의 간섭성을 최소화하기 위해, 본 발명자는 반사형 간섭 필터를 이용해 선택된 파장의 빛을 추출한 이후 서로 마주보는 반사형 필터의 배치를 통해 다중 반사를 일으킴으로써 노이즈를 제거하고 채널간 신호 간섭성을 최소화한 이후 포토 디텍터로 검출하는 다중 반사 필터를 포함한 폴리크로메이터를 고안하였다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 반사형 간섭 필터를 이용한 폴리크로메이터의 단면도이다.
  - 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 반사형 간섭 필터 및 대향하는 반사형 필터 배치를 이용한 폴리크로메이터의 단면도이다.
  - 도 3은 본 발명의 반사형 간섭 필터 및 대향하는 반사형 필터 배치를 이용한 폴리크로메이터에 의해 검출된 결과로서, 필터를 투과한 파장 대역의 그래프이다.
- 다양한 실시예들이 이제 도면을 참조하여 설명되며, 전체 도면에서 걸쳐 유사한 도면번호는 유사한 엘리먼트를 나타내기 위해서 사용된다. 설명을 위해 본 명세서에서, 다양한 설명들이 본 발명의 이해를 제공하기 위해서 제시된다. 그러나 이러한 실시예들은 이러한 특정 설명 없이도 실행될 수 있음이 명백하다. 다른 예들에서, 공지된 구조 및 장치들은 실시예들의 설명을 용이하게 하기 위해서 블록 다이어그램 형태로 제시된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 하기 설명은 본 발명의 실시예에 대한 기본적인 이해를 제공하기 위해서 하나 이상의 실시예들의 간략화된 설명을 제공한다. 본 섹션은 모든 가능한 실시예들에 대한 포괄적인 개요는 아니며, 모든 엘리먼트들 중 핵심 엘리

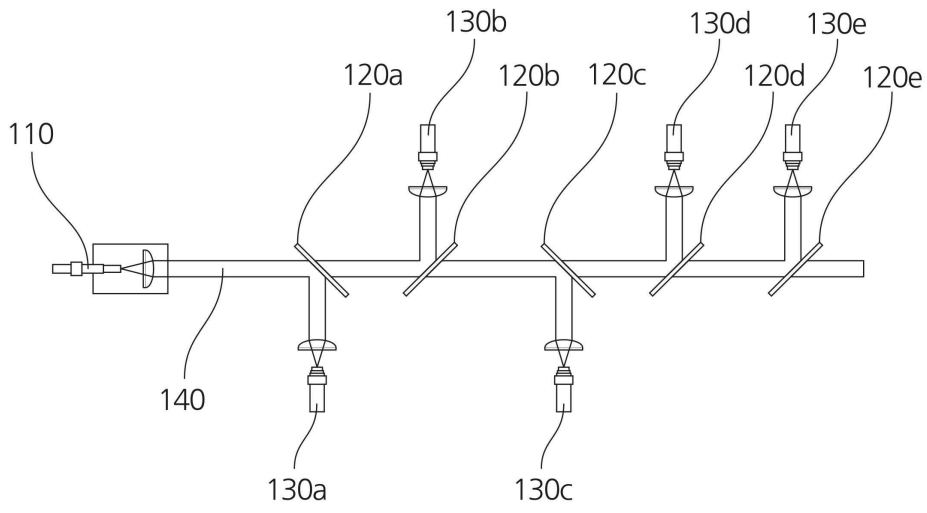
먼트를 식별하거나, 모든 실시예의 범위를 커버하고자 할 의도도 아니다. 그 유일한 목적은 후에 제시되는 상세한 설명에 대한 도입부로서 간략화된 형태로 하나 이상의 실시예들의 개념을 제공하기 위함이다.

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 반사형 간섭 필터를 이용한 폴리크로메이터의 단면도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명의 반사형 간섭 필터 및 대향하는 반사형 필터 배치를 이용한 폴리크로메이터의 단면도이다. 도 1은 반사형 간섭 필터의 쌍이 배치되지 아니한 상태의 모습이고, 도 2는 서로 대향하는 반사형 간섭 필터의 쌍이 배치된 모습을 나타낸다. 이하에서는 도 2를 기준으로 설명하도록 하겠다.
- [0016] 도 2에서 보는 것처럼, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 필터를 포함한 폴리크로메이터는, 콜리메이션 렌즈부(110); 투과 및 반사 과장 대역이 상이한 복수 개의 제 1 반사형 간섭 필터(120a, 120b, 120c, 120d, 120e), 복수 개의 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍(150a, 150b, 150c, 150d, 150e) 및 복수 개의 광 검출부(130a, 130b, 130c, 130d, 130e)를 포함한다.
- [0017] 콜리메이션 렌즈부(110)는 광원으로부터의 빛을 집광하거나 또는 평행광으로 만든다. 예를 들어, 볼록렌즈와 오목렌즈 또는 슬릿의 조합으로 이뤄진 콜리메이션 렌즈부를 생각할 수 있을 것이며, 이러한 방식에 제한되지 아니함은 당업자는 명확한 부분이다.
- [0018] 복수 개의 제 1 반사형 간섭필터(120a, 120b, 120c, 120d, 120e)는 상기 콜리메이션 렌즈부(110)로부터 발사되는 평행한 광(140)의 경로를 따라 상기 반사형 간섭필터의 평면이 상기 광의 경로와 수직 하지 않게 일렬로 배치된다. 바람직하게는 상기 입사광의 진행 경로 축선과 상기 간섭필터 면이 이루는 각의 예각이 45도이다.
- [0019] 이러한 제 1 반사형 간섭필터는 특정 과장 대역의 광만을 반사시키고 나머지 과장 대역의 광을 통과시키는 필터이다. 즉, 제 1 반사형 간섭필터는 검출을 원하는 과장 대역의 광만을 반사시키며 그 이외의 과장은 투과된다.
- [0020] 이러한 제 1 반사형 필터들은 입사광의 진행 방향에 따라 일렬로 순차 배열되어 있다. 이러한 배열에 따라, 광 경로를 최소화하여 초소형 폴리크로메이터를 구현할 수 있고, 광축을 일치시켜 광신호처리시의 손실이 최소화되고 손쉽게 제작 가능한 간단한 구조의 폴리크로메이터를 제공할 수 있다.
- [0021] 상기 복수 개의 제 1 반사형 간섭 필터의 광의 반사 경로 상에는 각각 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍이 배치된다. 이 경우 제 2 반사형 간섭 필터의 투과 및 반사 대역은 해당하는 제 1 반사형 간섭 필터의 투과 및 반사 대역과 동일하다. 즉, 도 2에서 제 1 반사형 간섭 필터(120a)의 투과 및 반사 대역과 제 2 반사형 간섭 필터(150a)의 투과 및 반사 대역은 동일하다.
- [0022] 제 2 반사형 간섭 필터(150a, 150b, 150c, 150d, 150e)는 한 쌍을 이루며 서로 대향하도록 배치되는데, 왜냐하면 한 쌍의 대향한 반사 필터에 제 1 반사형 간섭 필터에서 선택된 과장의 광이 입사된 경우 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍 내부에서 다중 반사를 일으키게 하기 위함이다. 이러한 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍을 서로 대향하도록 배치하는 것을 필터 슬랩(filter slap)이라고도 한다. 단, 이 경우 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 반사면은 상기 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 광의 진행 경로와 평행하지 아니하게 배치되어야 한다. 왜냐하면 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 반사면은 상기 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 광의 진행 경로와 평행하다면, 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 내부에서 다중 반사가 일어나지 아니하기 때문이다.
- [0023] 이러한 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍을 통해 그 내부에서 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 과장 대역의 광을 다중 반사시키게 되고, 이에 의해 노이즈를 제거하고 채널간 신호 간섭성을 최소화한 이후 후술하는 바와 같이 광 검출부에 의해 광이 검출될 수 있게 된다.
- [0024] 이러한 다중 반사를 가능하게 하는 제 2 반사형 간섭 필터의 배치는, 상기 종래 기술에서 언급한 층(layer) 수가 다수 필요한 고성능 필터를 대체할 수 있고, 또한 과장 특성 결과도 매우 뛰어나다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 필터를 포함한 폴리크로메이터에 의해 검출된 결과를 나타낸다.
- [0025] 도 3에서 보는 것처럼, 필터를 투과한 과장 대역의 그래프 모양이 거의 직사각형에 가까운 모습을 나타냄을 확인할 수 있고, 이에 의해 서로 이웃한 과장 대역의 필터 간의 상호 영역의 침범이 최소화됨을 확인할 수 있다. 만일 본 발명과 같은 다중 반사를 일으키는 필터 슬랩 구성이 없는 경우 과장 영역이 도 3과 같이 샤프하게 떨어지는 모습이 아니라 완만하게 곡선을 이루면서 떨어지게 되어 필터 간에 서로 상호 영역을 침범하는 모습을 나타낼 수 있다.
- [0026] 즉, 본 발명에서는 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍을 서로 대향하도록 배치하는 필터 슬랩의 구성을 통해, 고성능 필터를 사용하지 아니하고도 채널간의 간섭성을 최소화한 폴리크로메이터를 구현하였다.

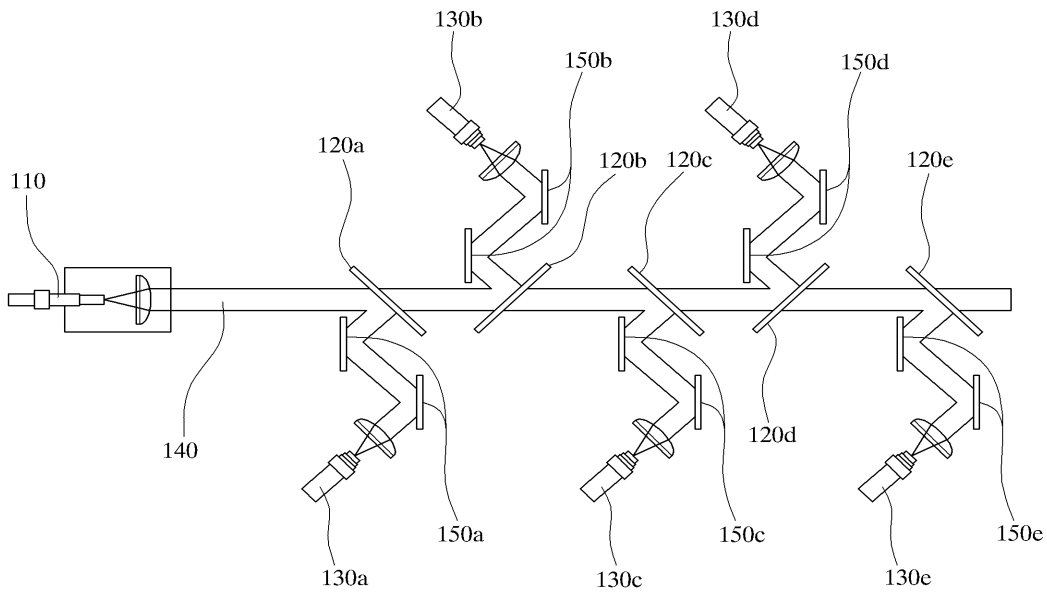
- [0027] 이 경우 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍의 반사면을 제 1 반사형 간섭 필터로부터 반사된 광의 축선과 거의 수직되게 놓음으로써 짧은 거리 내에서 다수 번의 반사가 일어나도록 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍을 배치할 수 있고, 이에 의해 폴리크로메이터의 전체 크기를 소형으로 만들 수 있다. 이와 같이 배치할 경우 제 2 반사형 간섭 필터의 크기가 작아도 충분히 다중 반사의 효과를 얻을 수 있다.
- [0028] 한편, 상기 제 1 반사형 필터로부터 반사되고 상기 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍에서 다중 반사된 특정 파장의 광의 경로 상에 상기 반사된 특정 파장의 광을 검출할 수 있는 광 검출부(130a, 130b, 130c, 130d, 130e)가 배치된다.
- [0029] 이러한 광 검출부는 포토다이오드를 포함할 수 있고, 포커싱 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 폴리크로메이터는 광을 제 1 반사형 간섭 필터로 다단계(cascade)로 분광시키며, 또한 제 2 반사형 간섭 필터를 이용해 제 1 반사형 간섭 필터에서 반사된 특정 파장의 광을 다중 반사시킨 이후에 광을 검출할 수 있다. 광 검출기는 광의 경로에 따라 주위에 다양한 구조로 배치될 수 있는데, 상기 다양한 구조는 환경에 따라 임의의 선택가능하여 사용 환경의 적합성을 높일 수 있으며, 검출할 광만을 분지형으로 반사시켜 주위의 검출기로 분지시키고, 남은 대부분의 광은 진행 경로를 변경시키지 않는 구성으로서, 특히 토카막과 같은 고에너지원에서 방출되는 전자기파를 검출하는데 있어서 원격으로 진단하여야 하는 환경에서는 광의 진행 경로의 제한이 없는 또는 광의 진행 경로를 일정하게 유지할 수 있는 본 장치는 매우 이로우 수 있다.
- [0031] 본 발명의 폴리크로메이터의 분광 및 광 검출의 일련의 방법을 설명하면 다음과 같다. 상기 콜리메이션 렌즈부로부터 형성된 집광 또는 평행광은 본 발명의 폴리크로메이터 내의 제 1 간섭필터(120a)로 전달된다. 제 1 간섭필터(120a)가 가진 특정 파장 대역( $\lambda_1 \sim \lambda_2$ )을 반사시키고 이외 파장 영역의 광을 투과시킨다. 상기 투과된 광은 다음에 위치한 제 1 간섭필터(120b)로 전달된다. 제 1 간섭필터(120b)가 가진 특정 파장 대역( $\lambda_2 \sim \lambda_3$ )을 반사시키고 이외 파장 영역의 광을 투과시킨다. 마찬가지로 상기 투과된 광은 그 다음의 제 1 간섭필터(120c)로 전달된다. 제 1 간섭필터(120c)가 가진 특정 파장 대역( $\lambda_3 \sim \lambda_4$ )을 반사시키고 이외 파장 영역의 광을 투과시킨다. 이러한 방식으로 나머지 간섭필터를 통해 다단 분류(cascade)된다.
- [0032] 이와 같이 제 1 간섭 필터(120a, 120b, 120c, ...)에서 반사된 특정 파장 대역의 광은 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍(150a, 150b, 150c, ...)에서 다중 반사된다. 제 1 간섭 필터(120a)에서 반사된 ( $\lambda_1 \sim \lambda_2$ ) 파장 대역의 광은 ( $\lambda_1 \sim \lambda_2$ ) 파장 대역의 광을 반사시키는 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍(150a)에서 다중 반사가 일어나게 된다. 150b, 150c 등의 제 2 반사형 간섭 필터의 쌍에서도 동일한 과정이 일어나게 된다.
- [0033] 이와 같이 제 1 반사형 간섭 필터에서 다단 분류되고 제 2 반사형 간섭 필터에서 다중 반사된 광이 최종적으로 광 검출기에서 검출되고, 이렇게 검출된 광의 파장 특성은 도 3에서 보는 것처럼 직사각형 모양과 같이 필터의 파장이 떨어지는 곳이 샤프(sharp)하게 떨어지는 모습을 확인할 수 있다.
- [0034] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

