



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0026338  
(43) 공개일자 2008년03월25일

(51) Int. Cl.

G02B 6/00 (2006.01) G02B 5/18 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0091241

(22) 출원일자 2006년09월20일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

김법민

강원도 원주시 명륜2동 847-1 청구아파트 102동 706호

이상원

강원 원주시 판부면 거장아파트 105동 210호

(74) 대리인

민혜정

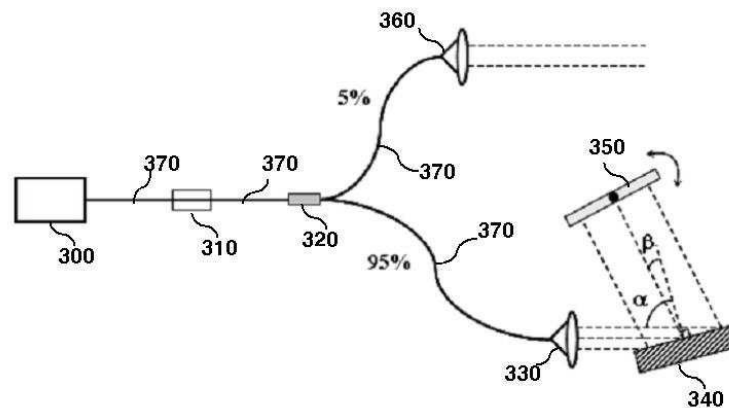
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원

### (57) 요약

본 발명은 공간섭 단층촬영기에 사용되는 광대역 파장 변환 광원으로서, 상세히는 빠른 속도의 광대역 파장 변환을 갖는 파장 가변 광원에 관한 것으로서, 광대역 빛을 발생시키는 반도체 광증폭기; 상기 반도체 광증폭기로부터의 광대역의 빛을 받아 빛의 편광을 조절하는 편광조절기; 상기 편광조절기로부터 편광 조절된 빛을 받아 회절격자 방향과 출력단 방향으로 빛 양의 비율을 분배하는 단일모드 광섬유분배기; 상기 단일모드 광섬유분배기로부터 분배받은 빛을 회절격자로 일정한 크기의 평행한 빛을 입사시켜주는 제 1광섬유-콜리메이터; 상기 제 1광섬유-콜리메이터로부터 입사 받은 빛을 회절시키는 회절격자; 상기 회절격자로 부터 회절된 제 1차 회절빛이 입사되어 이 빛이 회절격자로 반사되도록 하는 갈바노미터결합거울; 상기 단일모드 광섬유분배기에서 분배된 빛을 출력단으로 일정한 크기의 평행하게 입사시켜 주는 제 2광섬유-콜리메이터; 상기 광대역 파장 변환 광원 장치들 사이에 위치하여 빛을 전달하는 통로인 광섬유;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

광대역 빛을 발생시키는 반도체 광증폭기; 상기 반도체 광증폭기로 부터의 광대역의 빛을 받아 빛의 편광을 조절하는 편광조절기; 상기 편광조절기로 부터 편광 조절된 빛을 받아 회절격자 방향과 출력단 방향으로 빛 양의 비율을 분배하는 단일모드 광섬유분배기; 상기 단일모드 광섬유분배기로부터 분배받은 빛을 회절격자로 일정한 크기의 평행한 빛을 입사시켜주는 제 1광섬유-콜리메이터; 상기 제 1광섬유-콜리메이터로부터 입사 받은 빛을 회절시키는 회절격자; 상기 회절격자로 부터 회절된 제 1차 회절빛이 입사되어 이 빛이 회절격자로 반사되도록 하는 갈바노미터결합거울; 상기 단일모드 광섬유분배기에서 분배된 빛을 출력단으로 일정한 크기의 평행하게 입사시켜 주는 제 2광섬유-콜리메이터; 상기 광대역 파장 변환 광원 장치들 사이에 위치하여 빛을 전달하는 통로인 광섬유;를 포함하는 것을 특징으로 하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 갈바노미터거울에서 반사되어 회절격자에서 다시 반사된 빛을 받아 증폭하는 것을 특징으로 하는 반도체 광증폭기를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 3

제 1,2항에 있어서,

한쪽이 AR/HR코팅이 되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 광증폭기를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제 1광섬유-콜리메이터 쪽으로 5%, 제 2광섬유-콜리메이터 쪽으로 90%의 빛을 분배하는 것을 특징으로 하는 단일모드 광섬유분배기를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 갈바노미터결합거울에서 반사되고 회절격자에서 다시 반사된 특정 파장의 빛을 받아 반도체 광증폭기 쪽으로 보내는 것을 특징으로 하는 제 1광섬유-콜리메이터를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 갈바노미터결합거울에서 반사된 빛을 제 1광섬유-콜리메이터로 반사하는 것을 특징으로 하는 회절격자를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 7

제 1,6항에 있어서,

금으로 도금된 것을 특징으로 하는 회절격자를 포함하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

### 청구항 8

파장가변 영역이 약 70nm, 반치폭(FWHM:Full Width Half Maximum) 약 40nm 인 것을 특징으로 하는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원.

## 명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 광간섭 단층촬영기에 사용되는 광대역 파장 변환 광원으로서, 상세히는 빠른 속도의 광대역 파장 변환을 갖는 파장 가변 광원에 관한 것이다.
- <18> 광간섭 단층촬영기(OPT:Optical Coherence Tomography)는 실시간으로 살아 있는 조직 또는 세포를 고해상도로 촬영하는 장치로서, 광원을 사용하여 생체의 내부를 비접촉, 비침습적으로 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 부드러운 조직간의 차이를 구분 해낼 수 있어 보다 정밀한 영상을 얻을 수 있다.
- <19> 도 1은 종래의 광간섭 단층촬영기의 대략적인 구성을 나타낸 블록도로서, 광원부(110), 측정부(120), 광반사부(130), 검출부(140), 전처리 증폭부(150), 필터부(160), 복조기(1700, A/D변환부(180), 영상표시부(190)로 구성된다.
- <20> 광원부(110)는 측정부(120)와 광반사부(130)로 광을 입사시키고, 광반사부(130)에서 보내진 특정파장의 광을 받아 증폭시킨 후 출력단이 측정부(120)로 입사시킨다.
- <21> 측정부(120)는 원하는 영상을 얻을 측정부분으로서 일반적으로 집속렌즈를 통하여 모니터링할 부분에 광을 제공한다. 제공된 광이 측정부분에 반사되어 돌아 오면 이를 검출부(140)로 입사시킨다.
- <22> 광반사부(130)는 주기적으로 움직이는 거울에 의해 수신받은 광을 반사하여 광원부(110)로 반사된 특정파장의 광을 입사시킨다. 이때 거울의 움직임에 의해 특정 파장의 광만이 광원부(110)로 입사되고 나머지 빛은 검출부(140)로 보내진다.
- <23> 검출부(140)는 측정부(120)로 부터 받고 광반사부(130)로부터 받은 시간에 따라 변하는 간섭신호를 검출하여 전처리증폭부(150)로 송신한다.
- <24> 전처리증폭부(150)는 검출부(140)에서 수신받은 간섭신호를 증폭하여 필터부(160)로 송신한다.
- <25> 필터부(160)는 전처리증폭부(150)에서 증폭된 신호를 수신받아 필요한 영역의 신호만을 복조기(170)로 송신한다.
- <26> 복조기(170)는 필터부(160)로 부터 수신받은 신호를 복조화하여 A/D변환부(180)으로 송신한다.
- <27> A/D변환부(180)는 복조기(170)로 부터 수신받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 영상표시부(190)로 송신한다.
- <28> 영상표시부(190)는 측정하고자 하는 부위의 영상을 표시해주는 곳으로, 광간섭 단층촬영기는 실시간으로 살아 있는 조직 또는 세포를 나타낼 수 있다.
- <29> 도 2는 도 1에서의 광원부(110)와 광반사부(130)에서의 동작에 대해 좀 더 상세히 설명하기 위한 설명도로서, 다이오드 레이저(200), 콜리메이터(210), 회절격자(230), PZT결합거울(240)로 구성된다.
- <30> 다이오드 레이저(200)는 순방향 반도체 접합을 이용하여 레이저를 발생하게 하는 다이오드로서, 광원부(110)의 역할을 한다. 다이오드 레이저(200)에서 나온 광은 콜리메이터(210)으로 입사된다. 또한 PZT결합거울(240)에서 반사되어 회절격자(200)에 입사되어 회절격자(200)에 의해 반사된 특정파장의 빛을 받아 증폭시킨 후 출력단인 측정부(120)로 입사시킨다.
- <31> 콜리메이터(210)는 다이오드 레이저(200) 다이오드 레이저(200)에서 나온 퍼지는 광을 평행하게 회절격자(230)으로 입사시킨다.
- <32> 회절격자(230)는 회절과 간섭을 이용하여 빛의 스펙트럼을 얻기 위한 것으로, 가는 슬릿을 몇 가닥 늘어놓은 것과 같으며, 이것에 평행광선을 비추면 선이 그어져 있지 않은 회절발 부위에서 일제히 여러 각도로 회절된 빛이 나온다. 이에 회절격자(230)는 콜리메이터(210)에 의해 입사된 평행한 빛을 회절시킨다.
- <33> PZT(Piezo electric)결합거울(240)은 회절격자(230)에서 회절된 빛 중 1차 회절 빛을 받아 다시 반사시킨다. 회절격자(230)에서 회절된 1차회절 빛, 즉 PZT결합거울(240) 면에 수직으로 입사되는 특정 파장의 빛이 회절격자(200)에 의해 반사되고 다시 회절격자(200)가 그 특정 파장의 빛을 반사하여 다이오드 레이저(200)로 입사시킨

다.

- <34> 상기 과정이 여러번 반복되면 특정 파장의 빛은 다이오드 레이저(200)에 의해 증폭하게 되고, 증폭된 특정파장의 빛은 출력단인 측정부(120)로 입사된다. 측정부(120)에 특정파장의 빛을 입사시킨 후 반사된 광과 광반사부(130)에서 반사되어 다이오드 레이저(200)로 입사된 광을 제외한 광은 검출부(140)로 보내져 측정하고자 하는 부분에 대한 영상 정보를 검출하게 된다. 특정파장에 의해 측정부(120)에 출력되는 파장은 PZT(Piezo electric)의 각도에 의해서 가변되며, 파장의 선택은 수학식1에 의해 결정된다.

### 수학식 1

$$\lambda_L = \frac{d}{m}(\sin \alpha + \sin \beta)$$

$\lambda_L$  : 선택된 빛의 파장,  $d$  : 회절격자에서의 격자들 사이의 공간 거리,

$m$  : 회절 차수,  $\alpha$ : 빛의 입사 각도,  $\beta$ : 회절 각도

- <35>
- <36> 이와 같이 종래의 공간섭 단층촬영기는 다이오드 레이저(200)와 회절격자(230) 사이의 각도가 조금이라도 변하게 되면 공간섭 단층촬영기의 모든 광학부품들을 다시 정렬시켜야 하는 단점이 있다. 또한 다이오드 레이저(200)와 PZT를 사용하기 때문에 파장 변환 광원의 파장가변 영역이 40nm 이하이고, 반치폭(FWHM: Full Width Half Maximum) 또한 20nm 이하로 좁으며 변환 속도가 느리다.
- <37> 이에 회절격자로 입사되는 빛의 입사각도와 상관없이 일정한 빛의 출력을 얻을 수 있고, 파장가변 영역이 넓고 변환속도가 빠른 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원이 요망된다.
- <38> 따라서, 본 발명은 회절격자로 입사되는 빛의 입사각도와 상관없이 일정한 빛의 출력을 얻을 수 있고, 파장가변 영역이 넓고 변환속도가 빠른 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원을 제공한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <39> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 회절격자로 입사되는 빛의 입사각도와 상관없이 일정한 빛의 출력을 얻을 수 있는 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원을 제공하는 것이다.
- <40> 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 파장가변 영역이 넓고 변환속도가 빠른 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

- <41> 이하 본 발명의 일 실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 구성 및 동작을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <42> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 간략한 구성을 나타내는 설명도로서, 반도체 광증폭기(300), 편광조절기(310), 단일모드 광섬유분배기(320), 제 1광섬유-콜리메이터(330), 회절격자(340), 갈바노미터결합거울(350), 제 2 광섬유-콜리메이터(360), 광섬유(370)로 구성된다.
- <43> 반도체 광증폭기(Semiconductor Optical Amplifier: SOA)(300)는 반도체 레이저와 같이 반도체 활성층에서의 이득 기구를 이용하는 광증폭기로서, 반도체 광증폭기(300)에서 나온 광대역의 빛은 편광조절기(310)로 광섬유(370)를 통해 보내진다. 또한 갈바노미터결합거울(350)에 의해 반사되고 회절격자(340)에 의해 반사된 특정 파장의 광을 받아 이를 증폭하여 출력단인 측정부로 보내진다. 반도체 광증폭기(300)는 다른 한쪽 방향으로만 빛이 진행되도록 한쪽이 AR/HR코팅이 되어 있는 것을 사용한다.
- <44> 편광조절기(310)은 반도체 광증폭기(300)로부터 광대역의 빛을 광섬유(370)를 통해 받고, 그 빛의 편광을 조절하여 단일모드 광섬유분배기(320)로 광섬유(370)를 통해 보내진다.
- <45> 단일모드 광섬유분배기(320)는 편광조절기(310)에서 보내진 편광 조절된 빛의 증폭을 최대효율로 증폭될 수 있도록 회절격자 방향과 출력단 방향으로 분배되는 빛 양의 비율을 조절하는데, 측정 부위가 있는 출력단 방향으로 5%, 회절격자(340) 방향으로 95%로 분배하여 보낸다. 이는 회절격자(340) 방향으로 진행하는 빛의 세기와 출

력단으로 진행하는 빛의 세기의 비율을 적절하게 조절하기 위함이다. 그리고 단일모드 광섬유분배기를 사용함으로써 회절격자로 들어가는 빛의 입사각도와 상관없이 일정한 빛의 출력을 얻을 수 있다.

- <46> 제 1광섬유-콜리메이터(330)는 단일모드 광섬유 분배기(320)로부터 분배된 빛을 회절격자(340)로 일정한 크기의 평행한 빛이 광섬유 밖으로 나와 입사시킨다. 또한 갈바노미터결합거울(350)에서 반사되고 회절격자(340)에서 다시 반사된 특정 파장의 빛을 받아 반도체 광증폭기(300) 쪽으로 보낸다.
- <47> 회절격자(340)는 제 1광섬유-콜리메이터(330)에서 입사된 일정한 크기의 평행한 빛을 받아 그 빛을 회절시킨다. 이 중 1차 회절 빛은 갈바노미터결합거울(350)에 의해 반사되고 회절격자(340)에 의해 다시 한번 반사되어 제 1광섬유-콜리메이터(330)으로 입사되어 반도체 광증폭기(300) 쪽으로 이동한다. 이 때 반사되는 빛은 특정 파장대의 빛이다. 효율을 높이기 위해 회절격자(340)는 금이 도금된 것을 사용한다.
- <48> 갈바노미터결합거울(350)은 갈바노미터와 결합된 거울로서, 회절격자(340)에서 회절된 1차 회절빛은 갈바노미터결합거울(350) 면에 수직으로 입사한 후 회절격자(340)으로 반사되고 회절격자(340)에서 반사된 빛은 제 1광섬유-콜리메이터(330)으로 들어간다.
- <49> 제 2광섬유-콜리메이터(360)는 단일모드 광섬유분배기(320)에서 분배된 빛을측정부 즉, 출력단에 특정파장을 일정한 크기로 평행하게 입사시켜 주는 역할을 한다.
- <50> 광섬유(370)은 상기 광대역 파장 변환 광원 장치들 사이에 위치하여 빛을 전달하는 통로의 역할을 한다.
- <51> 이와같이, 본 발명의 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 동작을 간단히 설명해 보면, 반도체 광증폭기(300)에서 나온 광대역의 빛을 단일모드 광섬유분배기(320)에 의해 회절격자(340) 방향과 출력단으로 진행하게 되며, 제 1광섬유-콜리메이터(330)에 의해 일정한 크기의 평행한 빛이 광섬유 밖으로 나와 회절격자(340)로 입사시킨다. 회절격자(340)에 입사된 빛은 회절되며 이 중 1차 회절빛은 갈바노미터결합거울(350)에 수직으로 입사되어 갈바노미터결합거울(350)에 의해 회절격자(340)로 입사되고 회절격자(340)에 입사된 빛은 다시 반사되어 특정파장의 빛은 제 1광섬유-콜리메이터(330)로 입사되어 반도체 광증폭기(300)에 전달된다. 반도체 광증폭기(300)에 전달된 특정파장의 빛은 증폭되어 편광조절기(320)에 의해 편광이 조절된 후 단일모드 광섬유분배기(320)를 통하여 제 2광섬유-콜리메이터(360)로 보내져 측정부분에 입사된다. 출력단에 출력되는 파장은 갈바노미터의 각도에 의해 결정되어지며 파장 변환 광원이 되기 위해서는 갈바노미터를 정해진 각도와 일정한 속도로 변화시켜주면 된다.
- <52> 도 4는 본 발명의 바람직한 일실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 파장과 디비엠(dBm)과의 관계를 나타내는 그래프로서, 도 4의 (a)그래프는 갈바노미터가 임의의 각도에서 멈췄을 때 특정파장만이 증폭되고 있음을 보여준다. 즉, (a)에서는 약 840nm의 파장만이 증폭되었음을 확인할 수 있다. 이에 갈바노미터의 각도를 제어하여 원하는 파장의 빛을 증폭할 수 있음을 알 수 있다. 도 4의 (b)그래프는 갈바노미터를 구동하였을 때 갈바노미터의 움직임에 의해서 특정파장대이 옮겨가면서 증폭되고 있음을 보여주고, 파장 가변 영역이 약 70nm, 반칙폭이 약 40nm 임을 보여준다.
- <53> 도 5는 본 발명의 바람직한 일실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 시간과 빛의 세기와 의 관계를 나타내는 그래프로서, 갈바노미터가 움직이는 시간에 따라 특정파장에서의 빛의 세기를 나타내며 파장 가변이 빠르게 변하고 있음을 보여준다. 이에 본 발명의 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원은 넓은 파장 가변 영역을 가지며 가변 속도가 빠름을 알 수 있다.
- <54> 본 발명은 이상에서 설명되고 도면에 예시된 것에 의해 한정되는 것은 아니며, 당업자라면 다음에 기재되는 청구범위 내에서 더 많은 변형 및 변용예가 가능한 것임은 물론이다.

### 발명의 효과

- <55> 이상에서 설명한 것과 같이, 본 발명의 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원은 반도체 광증폭기와 단일모드 광섬유 분배기를 사용함으로써, 회절격자 방향으로 나온 빛과 회절격자로 입사되는 빛의 입사각도와 상관없이 일정한 빛의 출력을 얻을 수 있다. 또한 PZT 대신 갈바노미터를 사용으로 인해 파장 가변 영역과 반칙폭이 넓어서 공간섭 단층촬영기에서 깊이 방향 해상도를 높여 줄 수 있으며, 파장 변환 속도가 빠르기 때문에 빠른 영상 획득 속도를 가질 수 있다.

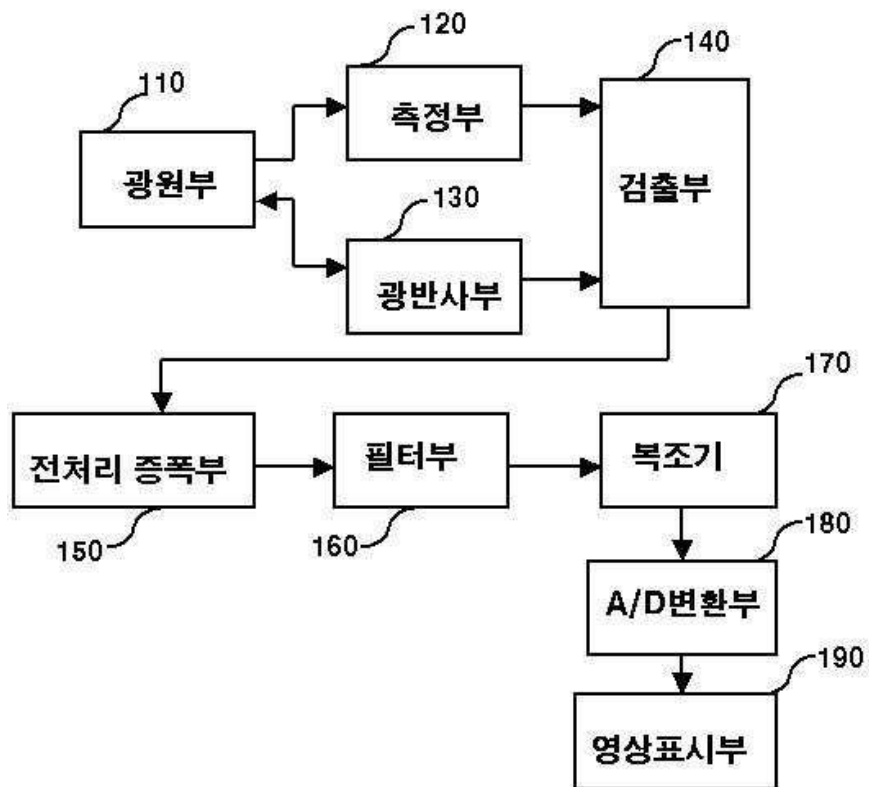
### 도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 종래의 공간섭 단층촬영기의 대략적인 구성을 나타낸 블록도이다.
- <2> 도 2는 도 1에서의 광원부(110)와 광반사부(130)에서의 동작에 대해 좀 더 상세히 설명하기 위한 설명도이다
- <3> 도 3은 본 발명의 바람직한 일실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 간략한 구성을 나타내는 설명도이다.
- <4> 도 4는 본 발명의 바람직한 일실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 파장과 디비엠(dBm)과의 관계를 나타내는 그래프이다
- <5> 도 5는 본 발명의 바람직한 일실시예에 의한 공간섭 단층촬영기용 광대역 파장 변환 광원의 시간과 빛의 세기와 의 관계를 나타내는 그래프이다.
- <6> <도면의 주요 부호에 대한 설명>
- |      |                   |                  |
|------|-------------------|------------------|
| <7>  | 110: 광원부          | 120: 측정부         |
| <8>  | 130: 광반사부         | 140: 검출부         |
| <9>  | 150: 전처리 증폭부      | 160: 필터부         |
| <10> | 170: 복조기          | 180: A/D변환부      |
| <11> | 190: 영상표시부        | 200: 다이오드 레이저    |
| <12> | 210: 콜리메이터        | 230,340: 회절격자    |
| <13> | 240: PZT결합거울      | 300: 반도체 광증폭기    |
| <14> | 310: 편광조절기        | 320: 단일모드 광섬유분배기 |
| <15> | 330: 제 1광섬유-콜리메이터 | 350: 갈바노미터결합거울   |
| <16> | 360: 제 2광섬유-콜리메이터 | 370: 광섬유         |

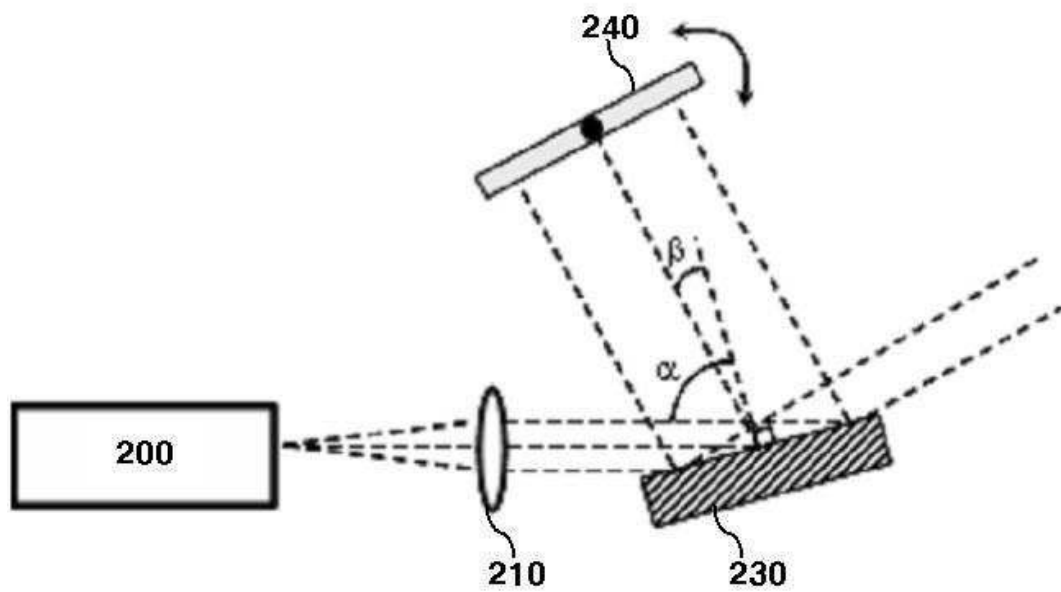


도면

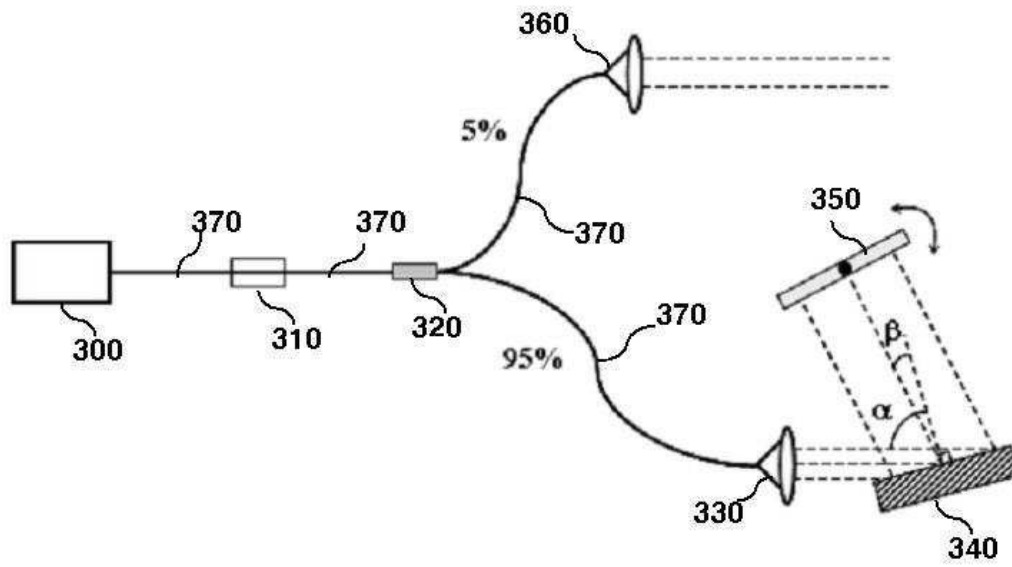
도면1



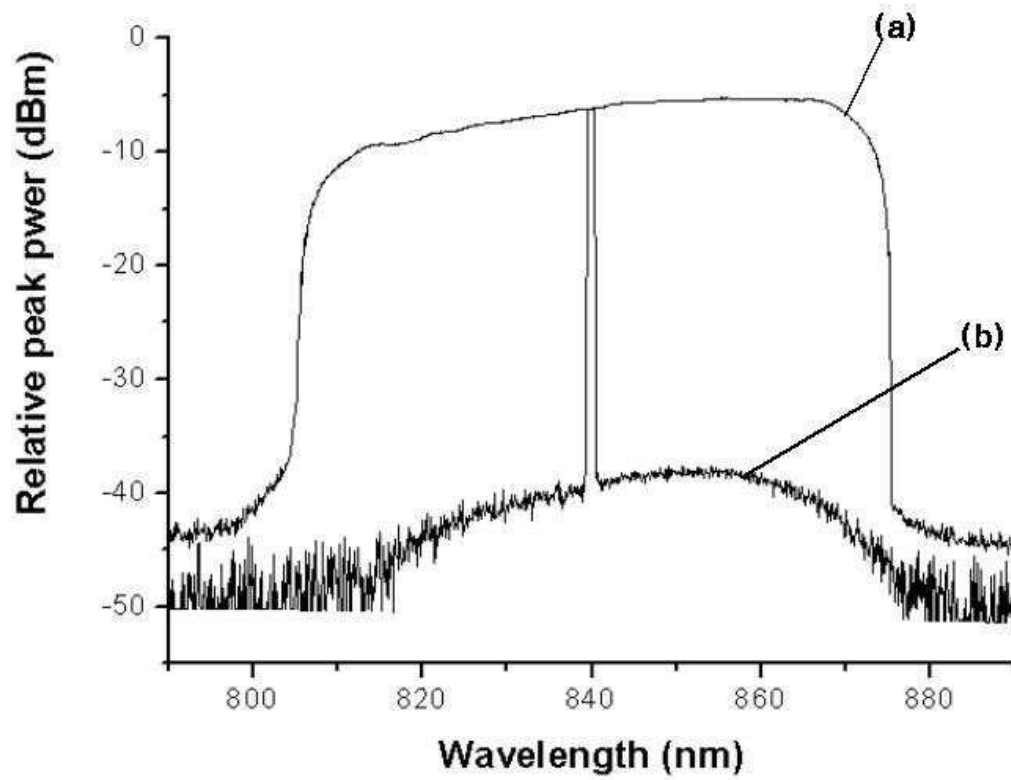
도면2



도면3



도면4





도면5

