

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G02B 21/36

(45) 공고일자 2000년11월01일

(11) 등록번호 10-0270979

(24) 등록일자 2000년08월09일

|             |                                                                                                   |             |                |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| (21) 출원번호   | 10-1992-0703221                                                                                   | (65) 공개번호   | 특 1993-0700868 |
| (22) 출원일자   | 1992년 12월 14일                                                                                     | (43) 공개일자   | 1993년 03월 16일  |
| (86) 국제출원번호 | PCT/US 92/02260                                                                                   | (87) 국제공개번호 | W0 92/18894    |
| (86) 국제출원일자 | 1992년 03월 20일                                                                                     | (87) 국제공개일자 | 1992년 10월 29일  |
| (81) 지정국    | EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 서독 스웨덴<br>불란서 영국 이태리 룩셈부르크 네덜란드<br>국내특허 : 호주 덴마크 핀란드 대한민국 모나코 노르웨이 |             |                |
| (30) 우선권주장  | 688,170 1991년 04월 19일 미국(US)                                                                      |             |                |
| (73) 특허권자   | 에지 사이언티픽 인스트루먼트 컴퍼니엘엘씨 러셀 알. 캐스퍼<br>미합중국, 캘리포니아 90404, 산타 모니카, 1630 17쓰 스트리트<br>가리그린버그            |             |                |
| (72) 발명자    | 미합중국, 캘리포니아 90066, 로스앤젤레스, 케년애비뉴 4231<br>강명구                                                      |             |                |
| (74) 대리인    |                                                                                                   |             |                |

심사관 : 권인섭

(54) 광전송 현미경용 조명방법 및 그 장치

요약

광축(13)이 있는 콘덴서렌즈(12), 광축(16)이 있는 대물렌즈(14) 그리고 대안렌즈시스템(41)을 포함하며, 광선 경로이동장치(23, 24)가 콘덴서 렌즈 광축(13)과 일치하지 않으며 대물렌즈(14)의 광축(16)에 대해 최대의 경사각도에 있는 콘덴서 렌즈(14)의 광축(16)에 대해 최대의 경사각도에 있는 콘덴서 렌즈(13)로부터 광선에 대해 최대의 경사각도에 있는 콘덴서 렌즈(13)로부터 광선 유출경로를 발생시키는 경로(28a, 32a)를 따라 콘덴서 렌즈(12)로 초점이 맞춰지도록 두 개 또는 그 이상의 분리광선을 가능하게 하는 광전송 현미경용 해상도, 첨예도, 필드깊이, 그리고 깊이 인식을 향상시키기 위한 조명장치.

대표도

도 1a

명세서

[발명의 명칭]

광전송 현미경용 조명 방법 및 그 장치

[도면의 간단한 설명]

제1a도 내지 1f도는 본 발명의 기본 원리를 설명하는 광학적 개략적 도면.

제2도는 본 발명의 두 광선 실시 예에 대한 광학적 개략적 설명을 도시한 도면.

제2a도 및 2b도는 제2도의 실시 예에 대한 두 가지의 가능한 거울배치를 도시한 평면도.

제2c도는 세 가지의 거울구조를 설명하는 평면도.

제3도는 본 발명의 세 광선 실시 예에 대한 크기가 같은 광학적 개략적 도면.

제3a, 3b 및 3c도는 다양한 배치로 제3도 거울의 평면도를 도시한 도면.

제3a, 3b 및 3c도는 다양한 배치로 제3도 거울의 평면도를 도시한 도면.

제4도는 본 발명 이동수단의 크기가 같은 설명도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1 : 거울        | 11 : 광선 이동경로수단(거울)  |
| 12 : 콘덴서 렌즈수단 | 12 : 콘덴서(condenser) |
| 13, 16 : 광축   | 14 : 대물렌즈           |
| 17 : 표본지지대    | 18 : 광선             |

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 20 : 표본평면             | 23, 24 : 거울       |
| 26 : 광원수단(램프)         | 30 : 광선이동수단       |
| 36, 37 : 필터           | 38, 39 : 대안렌즈 필터  |
| 42, 43 : 견망 렌즈        | 45, 46, 47 : 거울표면 |
| 48, 49, 50 : 광선경로이동수단 |                   |
| 71 : 필드렌즈             | 72 : 조리개정지구       |
| 73 : 램프콘덴서            | 74 : 줌렌즈          |
| 76, 77 : 편광필터         | 80 : 이동수단         |
| 82 : 경사 아암            | 83 : 힌지           |
| 84 : 장착부재             | 86 : 광차           |
| 87 : 트랙               | 88 : 케이블          |
| 89 : 탭                | 92 : 슬라이드         |
| 94, 78 : 케이블          |                   |

# [발명의 상세한 설명]

본 발명은 콘덴서 렌즈수단을 사용하는 광전송 현미경용 조명장치에 관한 것이며, 특히 현미경의 광축에 대하여 비스듬한 각도로 조명을 비추는 장치에 관한 것이다.

통상 "경사광선"의 현미경 사용은 19세기말과 금세기 초에 관심이 되어왔으며, 그러나 어떤 경우에는 착상이 좋다고 하였으나 그 같은 목적으로 디자인된 많은 장치가 계속해서 사용되지는 못하였다. 케미칼 퍼블리싱 캠페니, 1953의 "Oliver 현미경의 현명한 사용"을 참고하기 바란다.

올리버는 "경사진 광선"의 의미를 좁은 원뿔형의 사용으로 또는 대물렌즈로 들어간다면 광축이 아닌 어떤 방향으로부터 물체[표본]으로 향하는 광선의 사용으로 제한하였다(Ibid, at 94) 이와 같이하여 그는 광축이 아닌 방향으로부터 표본으로 향하는 그러나 대물렌즈로 들어가지 않는 광선을 사용하는 시스템과 광선이 일정한 각도로 대물렌즈로 들어가지 않는 시스템(단지 표본 스테이지를 기울이는 것에 불과한 시스템과 같은)을 배제시킨다. 일차 광선이 물체로 들어가지 않는 시스템에 의해 제공된 조명은 대개 공지되어 있으며 보통은 Photomicrography a Comprehensive Treatise, Love Land, R. P. John Wiley & Sons, Chapter 12에서 논의된 바와 같은 "어두운 필드" 조명으로 언급된다. 비록 본 발명이 올리버가 사용한 바와 같은 진정한 경사진 조명을 사용한다해도 이에 의해 "어두운 필드" 시스템으로부터 명백히 구분된다해도 "밝은 필드"와 "어두운 필드" 조명에 대한 간단한 설명은 본 발명을 구분하는데 도움이 되며 본 발명의 특징을 충분히 강조하게 된다.

광축을 따라 표본으로 직접 빛을 비추는 조명장치는 표본을 둘러싸며 현미경 물체로 들어가는 필드를 통과하는 광선이 통과되지 않으며 따라서 표본을 통과함으로써 감소 되는 광선과 비교해서 밝기 때문에 명명되어진 "밝은 필드" 조명을 발생시킨다. "어두운 필드" 시스템에서, 비교 밝기는 광축에 대하여 각을 이루는 표본필드로 라이트 광선만을 향하게 함으로써 역으로 되며 대물렌즈 구경 밖으로 떨어지도록 향하게 된다. 표본을 둘러싸는 표본필드를 통과하는 모든 광선은 통과되지 않으며 따라서 대물렌즈로 들어가지 않으며 따라서 물체에 의해 도시되지는 않는다. 그러나 표본으로 향하게 되는 몇 개의 광선은 이차적인 라이트 광선으로 분산될 것이며, 이들 중 몇 가지는 체로 들어가므로 (보이게 된다) 따라서 물체는 주위의 어두운 필드보다 밝게 나타난다. 이 같은 시스템이 미국특허 제4,896,966호에서 설명된다.

종래 기술은 U.K 특허 제887,230호 및 U.S 특허 제4,601,551호에서 설명된 바와 같이 함께 그리고 선택적으로 사용하기 위한 "밝은 필드"와 "어두운 필드" 조명을 결합시키는 다수의 시스템을 포함한다. 이들 모든 시스템에서 일차적인 조명광선은 광축에 따라 정렬되거나 대물렌즈 구경 밖으로 떨어지도록 각도가 조정된다.

미국특허 제3,876,283호의 본 발명은 광선을 콘덴서 렌즈 상에 있는 중앙에서 벗어난 위치로 광선을 비추도록 하기 위해 광축으로부터 분리된 경로로 축 방향 조명광선을 축 방향으로 오프-세트시키기 위해 현미경 콘덴서의 광축 상에 위치한 프리즘을 사용함으로써 진정한 경사진 조명을 사용하는 시스템을 가르쳐 준다. 광축과 평행인 광선이 콘덴서 렌즈상의 중앙에서 벗어난 위치로 돌아가게 되는 때 광선은 광축과는 일정한 각도로 렌즈를 유출하게 될 것이다. 각도의 정도는 렌즈의 중심으로부터 광선의 이동에 대한 함수이다. 특히 제3,876,283호에서처럼 각도가 대물렌즈 구경 내에 있는 때 시스템은 올리버에 의해 규정된 진정한 경사진 조명을 발생시킨다(광선은 대물렌즈에 의해 볼 수 있게 된다). 광선에 대한 최대의 경사각도를 달성하기 위해 이는 바로 대물렌즈 구경내의 각도로 그 원 주위나 원 주위 가까이에서 콘덴서 렌즈를 유출한다. 특허 제3,876,283호는 이를 가능하게 만들기는 하였으나(웨이형 프리즘을 도시된 플레노 프리즘에 추가시킴으로써), 각기 다른 콘덴서 렌즈와 대물렌즈 콤비네이션은 최대의 각도를 달성시키기 위해 각기 다른 쌍의 프리즘을 필요로 할 것이다. 그렇지 않으면, 사용된 대물렌즈와 콘덴서 렌즈의 특징에 따라 대물렌즈 구경 내 결과로 발생된 유출각도를 갖도록 원 물체의 내향위치에 콘덴서 렌즈로 측면방향으로 오프-세트된 광선을 향하도록 특허 제3,876,283호의 시스템에서 필요하게 된다. 그와 같은 경우에, 최대의 가능한 경사진 각도가 실현되지 않을 것이며, 하기에서 설명되는 바와 같이 시스템의 최대 해상도 능력이 달성되지 않게 될 것이다.

특허 제3,876,283호에서 조명광선의 위치(15 및 17 사이)는 단일의 광선만을 사용함을 허용함으로써 시스템을 제한한다.

상기에서 인용된 사항들은 해상도를 향상시키기 위해 경사진 조명의 실제전위를 인식하는데 실패한다는 점에서 종래 기술을 대표하는 것이다. 사실 특허 제3,876,283호는 경사진 조명의 전위를 향상시키는 해상도를 인식하지 않으며 대신에 그 사용을 위한 이유로써 표본의 면적을 균등하게 비추기 위해 웨도우의 주사를 언급한다. 따라서 최대의 경사진 각도(가령, 너무 많은 웨도우 양은 세부사항들을 불명료하게 한다)를 제공하는 것이 특허 제3,876,283호의 목적이라고 볼 수는 없다. 그러나 해상도를 크게 향상시키기 위해 경사진 조명의 전체전위를 실현하는 요구조건은 경사진 조명의 각도가 최대로 된다는 것이다. 단일의 조명 시스템을 위해서, 조명광선이 콘덴서 렌즈의 주변을 유출하도록 함으로써 정제된 콘덴서렌즈/대물렌즈 컴비네이션에 대해 최대의 해상도가 달성되며 따라서 물체를 조명하는 광선은 최대의 경사진 각도에 있게 되고 아직도 대물렌즈 구멍 내에 있게 된다. 광선이 그것이 유출하는 위치와는 무관하게 콘덴서 렌즈를 유출하는 각도를 조절하는 것이 가능하도록 함으로써 견본을 조명하는 광선의 각도(대물렌즈 수단의 광축과 관련해서)는 완전히 최대로 될 수 있다. 마찬가지로 광선이 유출하는 각도와 무관하게 광선이 콘덴서를 유출하는 위치를 조절할 수 있도록 함으로써 어떠한 콘덴서도 충분한 전위로 사용될 수 있다. 콘덴서 렌즈를 유출하는 광선의 각도와 위치를 조절하도록 하는 능력으로 보다 큰 콘덴서 렌즈(구경이 큰)는 대부분의 대물렌즈를 위한 최대의 경사진 조명을 달성시키기 위해 사용될 수 있다.

본 발명은 진정한 경사진 조명의 최대 전위를 실현시키기 위한 기본적인 요구조건이 두 개 또는 그 이상의 분리되고 분명한 광선을 콘덴서로 향하게 하는 능력이며 여기서 각 광선은 조명이 대물렌즈로 들어가기로 하는 대물렌즈 축에 대해 최대의 각도에 있게 된다. 이는 광선 이동수단이 콘덴서의 광축으로부터 벗어나 위치하게 된다. 추가로 본 발명은 종래 기술의 비스듬한 조명시스템에서 밝혀진 비등방성을 극복한다.

또한 본 발명은 단일 광선으로 달성될 수 있는 것을 훨씬 지나게 되는 미국특허 제4,072,967호에서 설명된 것과 같은 멀티를 광선을 사용해서 실시간 3-D 시스템을 가르쳐준다. 특허 제4,072,967호는 콘덴서 렌즈의 좌우반쪽을 지나는 보조필터를 위치시키고 쌍안경 대안렌즈 내에 보조필터 세트를 위치시킴으로써 단일의 콘덴서 렌즈와 단일의 대물렌즈와 함께 현미경을 사용해서 어떻게 3-D 영상을 달성시키는가를 가르쳐준다. 이 같은 타입의 시스템으로 시차의 정도가 고정된다. 또한 좌우 영상 사이 특히 영상필드 중앙에서는 시차가 거의 없게 된다. 이와 대비하여 본 발명에 있어서의 좌우영상은 독립적으로 조정되며 이들 사이의 시차정도는 사용되고 있는 대물렌즈 타입 그리고 견망 되고 있는 표본의 타입에 어울리도록 쉽게 조절된다. 또한 본 발명에서는 또 다른 장점이 있는데 이는 하기에서 상세히 설명되는 바와 같이 해상도를 손실시키지 않고 보다 깊은 필드깊이를 달성시키는 능력이다. 이는 정확한 3-D 영상을 발생시키기 위한 중요한 선행조건이다.

본 발명은 콘덴서 렌즈(여러 개의 렌즈로 구성될 수 있다)와 대물렌즈(역시 여러 개의 렌즈로 구성될 수 있다)에 의해 특징으로 하는 광전송 현미경용 조명장치를 제공하는 것이다. 조명되어질 표본은 콘덴서와 대물렌즈 사이에 위치하게 된다.

현미경 광경의 회절이론은 구조류 *Amphipleura pellucida*의 점과 같은 매우 가까이 떨어져 있는 구조적 세부사항의 물체를 광전송으로 시험하는 때 단일점 또는 미세한 선이 여러 개의 스펙트럼에 의해 둘러싸이는 중심선(회절파형의 등급으로 인용되기도 한다)으로 구성됨을 가르치고 있다. 이 같은 스펙트럼들의 수와 배치는 점들의 패턴에 달려 있으며 사용된 광선의 파장에 달려 있다. 표본에서의 점이 미세해 질수록(구조 간격이 짧아질수록) 중앙선으로부터 회절파의 거리가 커지게 된다.

이같은 회절이론은 표본의 어떠한 영상도 획득하기 위해 파형의 적어도 한 등급을 중앙선과 결합시키는 것이 필요하다. 보다 많은 연속적 파형등급이 중앙선과 결합될수록 영상의 해상도와 점에도는 더욱더 증가하게 된다.

구조류 *Amphipleura pellucida*와 같은 물체에 축 방향의 조명광선을 사용하는 것은 최상의 기준구멍이 이들 중 어느 것이라도 포함하는 것이 불충분한 중심선으로 이제까지 벗어나 있는 스펙트럼을 발생시킨다. 표본의 점들은 아직 해상이 되지 않으며 따라서 볼 수 없다.

경사진 조명의 사용은 표본에 대한 하나 또는 둘 이상의 파형 등급을 포함시키게 되며 축 방향의 조명에 의해 조명되는 때 대물렌즈를 벗어나 모든 파형의 등급을 주시시킨다. 경사진 광선의 각도가 클수록 대물렌즈 구멍 내에 포함되는 파형 등급의 수는 커지며 따라서 시스템의 해상력도 커지게 된다. 사실, 영상의 점에도 뿐 아니라 해상도 모두는 축 방향의 조명과 비교해서 크게 증가할 수 있는데 이는 광학적으로 경사진 조명이 대물렌즈 구멍의 가장자리 가까이에서 제로등급의 파형을 위치시킬 것이기 때문이며 따라서 대물렌즈는 주어진 구조적 세부사항에 대하여 보다 많은 등급의 회절파형을 결합시킬 수 있게 된다.

따라서 본 발명의 주요한 목적은 사용되는 렌즈에 대해 가능한 한 최대의 각도를 가지는 경사진 조명을 발생시키는 광전송 현미경용 조명장치 및 방법을 제공하는 것이다.

상기 설명된 목적과 관련해서, 본 발명의 목적은 표본을 위한 광원으로써 콘덴서로 향하여진 광선(비임) 전체를 사용하는 것이다. 즉 본 발명은 종래 기술과는 다르게 콘덴서 상에 있는 또는 콘덴서와 표본 사이에서 처음에는 콘덴서로 향하도록 된 광선의 작은 부분으로부터 경사진 광선을 발생시키도록 하는 마스크를 사용하지 않는다.

본 발명의 또 다른 목적은 광선이 콘덴서 렌즈로부터 유출되는 위치와 각도 모두가 선택적으로 독립하여 조절이 가능한 경사진 광선을 발생시키는 콘덴서 렌즈를 가지는 광전송 현미경 조명장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 단일 조명광선의 사용은 해상도에 있어서 종래 장치를 초과할 수 있는 결과를 달성시키며 경사진 조명의 최대 전위가 다수의 독립된 광선이 사용되는 때 본 발명에서 달성된다. 특히 단일 광선 시스템이 향상된 해상도를 발생시키는 동안 특히 광선 축 방향(표본 평면으로 돌출 된)을 따라 더욱더 그러하게 된다. 가령 *Amphipleura pellucida*의 세부패턴을 보기 위해 표본이 스테이지에서 회전되어

점들이 경사진 조명광선의 축을 따라 일정한 방향을 향하도록 된다. 표본이 그와 같은 최적위치로부터 회전되는 때 점들이 덜 분명해지며 최종적으로 모두 사라지게 된다. 표본이 더욱더 회전되는 때, 방향이 180도 회전하게 되는 때 점들이 다시 보이게 된다. 이는 단일의 경사진 광선이 X축을 따라 해상도를 증가시키는 동안 Y축을 따라 해상도를 감소시킨다. 그러나 만약 두 경사진 광선이 표본을 조명하여 이들의 조명각도가 90도 떨어지도록 하며, 영상 해상도와 점예도가 X 및 Y 방향 모두에서 증가된다. 전체 표본 평면에 대한 향상된 해상도는 콘덴서의 광 축 둘레에서 방사상으로 떨어져 있는 다수의 경사진 조명광선을 사용해서 달성된다. 결과로서, *Amphipleura pellucida* 에서의 점과 같은 매우 미세한 구조적 세부사항이 표본이 스테이지에서 어떠한 방향으로 있는 것과는 무관하게 보여질 수 있게 된다.

다수의 광선이 사용되는 때 향상된 해상도가 콘덴서로부터 대물렌즈로의 각기 다른 경사진 경로를 뒤따르는 다수의 광선으로부터 기인하는 시스템의 N. A.(조리개수)의 전체적인 증가와 경사진 조명의 이익으로부터 발생된다. 즉 콘덴서 광선의 "작업" N. A.는 경사진 광선이 정규의 축 방향 광선보다는 큰 각도로 크게 경사진 광선이 콘덴서 렌즈로부터 유출할 것이기 때문에 그 정규의 전위를 지나 증가된다. 증가된 유출각도는 콘덴서의 한 측면상에만 있으며 유출각도는 콘덴서의 반대편 측면에서 부족하게 될 것이다. 그러나 두 번째의 경사진 광선이 첫 번째 광선과 관련해서 반대의 각도로 콘덴서 내로 향하게 되면 콘덴서의 두 측면은 단일의 중심광선으로 가능하게 될 것보다는 큰 각도로 유출광선을 돌출시킨다. 따라서 다수의 경사진 광선은 광학적 축에 대하여 대향된 각도에서 콘덴서 내로 향하도록 되어 결과의 유출광선이 조명 구멍에서의 전체적인 증가 따라서 시스템의 전체 해상도 증가를 형성시킬 수 있도록 할 것이다. 상의 최종적인 해상도는 시스템의 N. A.에 달려 있다. 콘덴서 렌즈와 함께 대물렌즈를 사용하는 현미경을 위해 시스템의 N. A.는 대물렌즈와 콘덴서 렌즈의 N. A.의 컴비네이션이 될 것이다.

따라서 본 발명의 또 다른 목적은 콘덴서로 향하는 다수의 독립된 분리의 조명광선을 사용하며 각 광선은 대물렌즈(대물렌즈의 광 축에 대하여)로의 각기 다른 경사진 각의 유출경로를 뒤따르게 되는 광전송 현미경용 조명장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 콘덴서로 향하여진 독립된 다수의 분리된 조명광선을 사용하며 콘덴서로부터의 각 광선 유출경로가 그 위치와 각도 모두에서 독립적으로 조절이 가능한 광전송 현미경용 조명장치를 제공하는 것이다. 이 같은 시스템은 앞서 인용한 장점에 대하여 해상도를 감소시키지 않고 필드의 깊이를 크게 증가시킬 수 있는 장점을 갖게 된다.

현미경용의 종래 조명장치에서는 필드의 깊이와 대비를 증가시키기 위해 콘덴서 구멍을 감소시키는 것이 해상도를 줄이게 한다. 필드의 깊이를 증가시키기 위한 공지의 선택적 방법은 콘덴서 렌즈의 초점으로부터 다소 벗어나게 하고(콘덴서 구멍을 완전히 개방된 상태로 유지시키면서) 필드의 깊이를 증가시키기 위해 필드정지 조리개를 폐쇄시킨다. 만약 단일의 조명광선이 사용된다면 그것이 축 방향이든 혹은 비스듬하든 간에 필드깊이의 증가는 해상도 감소에 의해 수행될 것이다. 본 발명에서는 다수의 경사진 광선이 콘덴서로 향하게 되고 따라서 필드렌즈 구멍이 필드깊이와 대비를 증가시키기 위해 감소되는 때 해상도가 감소되지 않도록 된다. 이는 그 전체구멍으로부터 광선을 계속해서 수신하고 전송시키는 콘덴서 렌즈에서의 전체 조명구멍이 줄어들었기 때문에 뒤따르게 된다. 다른 방식으로 말하자면, 최종 영상은 멀티플 영상의 컴비네이션이며, 각각이 미리-구멍이 난 경사진 조명광선의 배열에 의해 발생된 확장된 필드깊이를 가지며, 이는 전체의 조명구멍에 추가의 영향을 갖는다.

본 발명의 또 다른 목적은 향상된 해상도와 확장된 필드깊이와 함께 실시간 3-D 견망을 발생시키는 콘덴서 렌즈를 갖는 광전송 현미경에서 이종의 경사진 조명을 사용하기 위한 수단을 제공하는 것이다.

분리된 독립의 조명광선을 콘덴서로 향하게 함으로써, 본 발명에서는 가령 보조필터를 사이에 끼이도록 함으로써 필요에 따라 독립적으로 각 광선을 조작하여 진실한 실시간 3-D 견망을 발생시키도록 하는 것이 가능하다. 하나 또는 둘 이상의 광선경로에 편광필터를 삽입시킴으로써 향상된 해상도가 실현됨과 동시에 선택적 웨도우 회전과 같은 다양한 효과를 허용한다.

본 발명의 다른 목적은 하기 설명에서 명백해 지게 된다.

본 발명의 중요한 한 부분은 단일의 조명광선으로 가능하지 않게 될 결과를 달성시키기 위해 다양한 구조의 콘덴서 렌즈 내로 두 개 또는 그 이상의 분리된 명백한 경사진 조명광선을 향하게 함으로써 경사진 조명의 최대전위를 어떻게 실현하는가를 가르쳐준다. 이들 구조 중 몇 가지는 설명될 것이다. 그러나 특별히 논의되지 않은 그러나 본 발명 사상의 범위 내에 속하게 되는 다른 가능한 구조가 있을 수 있다.

본 발명의 한가지 특징이 제1a-1c도와 관련해서 잘 설명되며, 광선경로 이동수단(거울), (11), 광축(13)을 가지는 콘덴서 렌즈수단(12), 광축(16)을 가지는 대물렌즈(14) 그리고 콘덴서(12)와 대물경(14) 사이에 배치되며 표본 평면(20)을 규정하는 표본지지대(17)는 현미경 조명장치의 기본 컴포넌트이다. 지지대(17)는 광원(도시되지 않음)으로부터 광선(18)에 의해 조명을 받게 될 견본을 보유한다. 콘덴서(12)의 축(13)과 대물렌즈(14)의 축(16)은 광현미경의 가장 보편적인 배치와 일치하는 것으로 도시된다. 이와 같은 축 방향의 일치는 본 발명에 의해 요구되지 않는다. 그러나 콘덴서가 대물렌즈에 대하여 경사를 이루는 때에는 효과가 있다. 비록 콘덴서(12)와 대물렌즈(14)가 단일의 렌즈로서 대각선 방향으로 각각 도시되어 있으나 콘덴서나 대물렌즈 수단이 여러 요소와 당해 기술분야에서 알려진바 있는 다른 광학적 장치로 구성될 수 있음이 이해될 수 있다.

제1a도에서 도시된 바와 같이, 거울(11)이 콘덴서 축(13)상에 위치하고 광선(18)의 초기경로(19)와 관련해서 45도로 배치되며 이것이 콘덴서 축(13)과는 직각을 이루는 때 거울(11)에 의해 이동된 후 광선의 경로(21a)는 축(13)을 뒤따르게 될 것이다.

달리 언급되지 않는다면 (19)와 (21a)와 같이 광선경로를 나타내는 것으로 도시된 선물은 광선축의 개략적 표시를 나타내는 것이다. 물론 실제에는 광선이 수렴, 발산 또는 평행한 인벌로프를 가진다. 그러나 본 발명의 이해는 광선축의 로를 뒤따름으로써 가장 잘 해석될 수 있다.

잘 알려져 있는 바와 같이 축(13)을 따라 (12)와 같이 투사되는 광선은 축 경로(22a)를 따라 렌즈로부터

일어나게 될 것이다. 제1a도의 배치를 위해 광선경로(22A)는 표본평면(20)을 통해 이에 직각으로 통과하며 그 축(16)을 따라 대물렌즈(14)를 포함한다. 제1a도는 전형적인 "밝은필드(bright field)" 조명장치를 나타낸다.

거울(11)은 콘덴서(12)의 축(13)으로부터 측면으로 떨어져 있으며 제1B도에서 도시된 바와 같이 45도의 각도를 유지되고, 이동된 광선경로(21b)는 콘덴서축(13)과 평행하고 측면방향으로 이로부터 떨어져 있다. 오프축 위치에서 콘덴서(12)로 들어가는 광선경로(21b)의 효과는 유출되는 광선경로(22b)와 대물렌즈축(16) 사이에 각도  $\beta$ 를 발생시키는 것이다. 그러나 콘덴서수단(12)으로부터 광선(22b)의 출구 위치는 콘덴서의 광축(13)으로부터 측면방향으로 떨어져 있지 않다.

표본평면(20)이 대물렌즈축(16)에 직각이므로 광선경로(22b)는 표본평면(20)내 표본에 비스듬해질 것이다. 그러나 본 발명의 목적을 위해서 중요한 관계는 콘덴서(12)로부터 밖으로 나가는 광선경로(22b)와 대물렌즈(14)의 광학적축(16) 사이의 각도  $\beta$ 이다. 예를 들어 본 발명의 장점은 표본대를 기울이고 동시에 조명광선이 대물축에 평행한 경로를 이동하도록 함으로써 표본평면과 조명광선 경로 사이의 비스듬한 각도를 발생시키는 시스템으로부터 발생한다. 그와 같은 배치는 몇 개의 가능한 투영에 의해서만 향상되는 표준의 "밝은 필드" 조명을 발생시킨다.

제1c도에서 거울(1)은 입사되는 광선(18)의 경로에 대하여 경사지며 45도 보다 크도록 되고(가령 50도) 콘덴서(12)에 대한 광선경로(21c)를 콘덴서의 광축(13)에 대해 일정한 각도  $\theta$ 로 입사하는 광선경로(21c)의 영향은 밖으로 나가는 광선경로(22c)의 위치를 콘덴서 렌즈수단(12)의 중심으로부터 주변 가까이로 몇 위치로 측면 방향으로 이동시키는 것이다. 따라서 광선경로(19)에 대한 거울(11)의 각도를 변경시킴으로써 또한 콘덴서에 대한 광선경로(21c)의 각도  $\theta$ 를 변경시킴으로써 달성된다. 동시에 진정한 경사진 광선을 발생시키기 위해 모든 또는 광선의 일부가 대물렌즈로 들어가고 특정 대물렌즈에 대하여 콘덴서로부터 유출되는 광선경로가 특정한 각도와 위치에 있게 된다. 그리고 상기에서 설명된 바와 같이, 각도  $\mu$ 는 거울(11)의 방사상 위치 따라서 콘덴서광축(13)과 관련하여 들어가는 광선경로(21c)의 방사상 위치 함수로 변화한다.

본 발명에서의 한가지 장점은 최대크기의 콘덴서가 대부분의 시스템에서 사용될 수 있으며 이는 광선경로 이동수단이 콘덴서의 가장자리로부터 유출되는 광선경로의 각도  $\theta$ 가 대물렌즈를 포함할 때까지 이동되는 것을 허용하기 때문이다. 이와 같이 해서, 최고의 렌즈가 사용될 수 있으며 크게 향상된 해결방안의 결과로 최대의 광선경로 각도가 달성된다. 또한 본 발명에서는 종래의 시스템과는 달리 광학적으로 경사가 진 대부분의 광선이 단지 원추체의 가장자리 또는 작은 부분이 아니라 물체로 들어갈 수 있으므로 영상의 밝기를 개선시키게 된다.

상기 설명된 단일광선 시스템은 현미경의 해상도를 크게 개선할 수 있으나 개선된 해상도는 주로 조명광선의 축 방향을 따라서 이고 (표본 평면으로 주사되는 바와 같은)이에 대한 90도 각도를 이루는 해상도는 크게 감소하게 된다.

해상도 및 첨예도는 궁극적으로 대물렌즈에서 다시 수집되는 회절파형의 순서번호에 달려 있다. 제1d, 1e 및 1f 도는 제1a, 1b 및 1c도에서 도시된 조명상태 하에서 대물렌즈에 의해 도시될 수 있는 파형의 등급 수를 설명한다. 제1b도의 경사진 조명상태에 상응하는 제1b도에서 대물렌즈는 제1a도의 축 방향 조명장치에 상응하는 제1d도에 도시된 회절파형(25)의 보다 많은 등급을 수집하여 결상 시킨다. 그러나 X 좌표에서 수집된 파형 등급의 증가는 Y 좌표에서 수집된 파형 등급의 감소에 연계된다. 축 방향에서 달성되는 해상도와 관련한 증가(또는 감소)는 각도  $\phi$ 의 코사인 값 2배에 비례하며, 여기서 각도  $\phi$ 는 경사진 노면에 대한(도시되지 않음) 표본의 방위 각도이다. 각  $\phi$ 는 0-90도 범위이며, 여기서 0도는 X축(또는 경사조명의 축)을 90도는 Y축을 의미한다.

제1c도에서 도시된 바와 같은 최대경사 조명상태에 해당되는 제1f도에서 대물렌즈에 의해 수집되고 결합된 회절파형의 수는 제1b도와 1e도에 의해 도시된 경사진 조명상태에서 달성될 수 있는 수보다 크다. 이는 결국 대물렌즈가 파형의 공간이 원근법으로 그려진 것으로 나타나는 것처럼 높은 경사각도로 파형평면을 바라보며 따라서 보다 많은 파형이 대물렌즈에 의해서 도시될 수 있음을 의미한다. 이 같은 해상도의 추가증가는 경사진 조명광선의 축과 대물렌즈 수단의 광축(16) 사이의 각도 사인에 비례한다.

따라서 조명광선의 측면방향 이동의 양과 관련하여 해상도가 증가하게 되며 광축과 관련된 조명광선의 각도와 관련한 해상도의 증가되어 있게 된다.

본 발명의 한가지 대표적인 특징은 조명광선 이동수단(즉, 거울(11))이 콘덴서 축으로부터 벗어나 위치하며 그와 같은 다수의 광선 이동수단이 시스템 내에서 동시에 동작하도록 허용한다. 따라서 전체 표본 평면에 대한 개선된 해상도는 이들 각축이 서로 선택된 각도에 있도록 위치한 다수의 조명광선을 사용함으로써 달성될 수 있다.

제2도에서, 콘덴서(12)의 광축(13)으로부터 벗어나 배치된 거울(23), (24) 형태의 한 쌍의 광선 경로 이동수단은 시스템이 콘덴서 렌즈수단(12)에 대한 두 개의 독립된 조명광선과 함께 동작하도록 허용한다. 광원수단(램프), (26)은 광선경로이동수단(23)을 포함하는 광선경로(28)를 따라 광선(27)을 비추게 된다. 유사하게, 광원수단(29)은 광선경로 이동수단(24)을 포함하는 광원경로(32)를 따라 광선(31)을 비추게 된다. 거울(23)은 광선경로(28)의 방향을 콘덴서(12)를 포함하는 경로(28a)로 이동시킨다. 거울(23)이 콘덴서축(13)으로부터 방사상으로 떨어진 위치에 입사광선(27)과는  $\pi$  각도로 배치되며 입사광선(27)은 최대각도로 렌즈의 가장자리로부터 출현하도록 콘덴서(12)로부터 유출되는 광선경로(33)를 발생시킨다. 유사하게 광선(24)은 광선경로(32)의 방향을 콘덴서(12)를 포함하는 경로(32a)로 이동시킨다. 거울(24)은 콘덴서(12)로부터 바람직한 유출 광선경로를 발생시키도록 한다.

축(13)과 관련된 거울(23), (24)의 위치관계가 제2a도에서 도시된다. 그러나 요구되는 결과에 따라 달라질 수 있다. 가령 이동 수단은 제2a도에서 도시된 바와 같이 3-0 조명의 목적으로 대향된 관계(180도)로 배치되거나, 두 광선시스템을 위한 가장 좋은 전체적 해상도를 달성시키기 위해 제2b도에서 도시된 바와 같은 기본적으로 직각으로 배치된다. 전체 표본 평면에서의 해상도는 광선의 수를 증가시킴으로써 개선

된다. 제2c도에서 도시된 바와 같은 세 개의 광선시스템은 전체 표본평면에서 개선된 해상도를 제공하며, 이 때 광선이동수단(30)이 축(13) 둘레에서 균일한 각(120도)으로 떨어져 있다. 6개까지(도시되지 않음)로 광선의 수를 증가시킴으로써 보다 좋은 결과를 발생시킬 것이다. 광선 이동수단의 축을 벗어난 이동 때문에 여러 가지의 다른 거울배치 및 간격이 특정요구에 맞도록 하는 것이 가능하다.

본 발명의 목적을 위해 광원(27), (28)은 도시된 바와 같이 분리된 독립된 광원으로부터 올 수 있으며, 공지기술에서 잘 알려져 있는 광선분할장치(도시되지 않음)에 의해 분할되는 단일의 광선을 제공하는 광원으로부터 올 수 있다. 분리된 독립된 경로를 따라 콘덴서로 향하도록 된 다수의 광선(27), (31)과 대물렌즈수단(14)의 광축(16)을 따라 떨어지지 않는 결과로 발생하는 광선경로(33), (34)는 보다 중요하다.

마찬가지로 거울은 광선이동의 한 수단을 제공하나 프리즘과 같은 다른 수단이 존재하며, 그와 같은 모든 수단이 도시되지 않는 사실이 그들 중 어느 것이 본 발명으로부터 제외되는 것을 의미하지는 않는다. 사실 본 발명은 광섬유를 사용해서 제공될 수 있는 바와 같은 분리된 광원의 배치를 포함하며, 광선이동수단은 이들 광원을 위치시키고 이들의 방향을 결정하기 위한 기계적 또는 전기 기계적 수단을 포함한다. 이 모든 경우에 분리되고 독립된 광선이 콘덴서 수단을 향하게 된다.

또한 본 발명의 목적을 위해, 광선이동수단은 다양한 각기 다른 대물렌즈를 수용하도록 조절이 가능하다. 그러나 제공된 매물렌즈/콘덴서 렌즈 결합으로 조절가능한 광선이동수단에는 더 이상의 필요한 것이 없으며 고정되거나 사전 조정된 광선이동장치이면 충분하다. 따라서 본 발명은 적절한 위치에서 그리고 방위각도로 광선을 콘덴서 렌즈로 향하게 하는 당해 분야에서 공지된 고정된 장치를 포함한다.

본 발명의 다중 광선 실시예의 한가지 독특한 특징은 표본평면(20)에서 표본을 밝혀주는데 사용될 수 있는 광선의 세기이다. 각도가 있는 광선을 발생시키는 종래 기술의 장치와는 달리, 본 발명은 마스크나 다른 광폐색장치를 필요로 하지 않는다. 따라서 본 발명은 표본을 밝히기 위해 광원으로부터의 모든 광선을 사용하는 것을 가능하게 한다. 광원이 전구인 것으로 개략적으로 도시되긴 하였으나 여기서 광원은 어떠한 형태의 적절한 광원뿐 아니라 렌즈수단 그리고 물체에 조명을 가하는 광선을 공급하는 목적으로 잘 알려진 다른 광학적 장치를 포함할 수 있다.

다수의 광선 실시예의 또 다른 중요한 특징은 종래 기술에서 알려진 모든 경사진 조명장치에 고유하는 비등방성을 극복할 수 있다는 것이다. 해상도 및 첨예도의 비등방성은 상기에서 논의되었다. 종래 기술 장치와 관련이 있는 비등방성의 또 다른 효과는 영상필드의 명백한 균일하지 않은 조명이다. 즉, 바라보는 도의 한 면은 밝고 반대편 면은 어둡게 나타난다. 그러나 본 발명의 다중 광선실시예는 균등하게 조명이 비춰진 시야필드를 발생시킨다.

콘덴서로의 각기 다른 경로를 뒤따르는 여러 광선을 본 발명에서 사용함으로써 해상도가 개선될 뿐 아니라 다양한 결과를 위해 이들 광선들을 조작시킴을 가능하게 한다. 가령 제2도에서 실시한 3-0는 광선경로(28), (32) 각각에서 보조의 편광필터(36), (37)를 삽입시키고 한 쌍의 견망렌즈(42), (43)를 가지는 쌍안경 대안렌즈(41)내에 유사한 대안렌즈 편광필터(38), (39)를 제공함으로써 제공된다. 이 같은 필터(36), (37)는 양과 음 기호로 표시되어 이들이 공지기술에서 알려진 여러 가지 방법으로 보충될 수 있음을 나타내도록 한다. 이들은 상호 직각으로 배열된 편광축에 배치된 편광체판이 될 수 있다. 선택에 따라서는 이들이 원형의 편광체판이 될 수 있으며, 이는 왼손 편광을 발생시키는 쌍 중 하나이고 다른 하나는 오른손 편광을 발생시킨다. 그러나 또 다른 선택에서, 필터들은 흡수 또는 이색타입의 보충컬러 필터(적색과 녹색과 같은)일 수 있다. 대안렌즈필터(38), (39)는 필터(36), (37)와 상호 작용하여 광원(26), (29)중 단 하나로부터 광선을 선택적으로 제한함으로써 광선경로(33)을 따라 광원에 의해 발생된 광선이 견망렌즈(43)를 벗어나지 않도록 하며 광선경로(34)를 따라 광선에 의해 발생된 영상이 견망렌즈(42)를 벗어나지 않도록 한다.

광선경로 이동수단(23), (24)의 조절에 의해 가능한 필터 된 광선이 겹쳐짐으로써 사실의 3-D 영상을 발생시키며 광선의 경로방향을 독립적으로 조절함으로써 좌우 영상을 위한 시차 각도를 조정하는 것이 가능하게 되고 이에 의해서 최종 영상의 깊이지각(depth perception) 정도를 조정하는 것이 가능하도록 한다.

본 발명은 시차의 정도가 고정되어 있는 단일 광선 실시간 3-D 시스템에서 달성될 수 있는 것 이상의 것이며, 특히 영상필드의 중앙에서 좌우 영상사이에 시차의 불일치가 거의 없다. 본 발명에서는 좌우영상이 독립적으로 조정되며 이들 사이 시차의 정도는 사용되는 물체의 종류와 견망 되는 표본 종류에 부합하도록 용이하게 조절될 수 있다. 또한 해상도의 손실이 없이 더욱 깊은 깊이를 달성할 수 있음이 본 발명의 또 다른 장점이다. 이는 정확한 3-D 영상을 발생시키기 위한 중요한 필요적 조건이다.

본 발명의 조명장치를 사용한 현미경은 편광필터, 구멍 정지구, 콜리메이터 등과 같은 현미경 분야에서 알려진 많은 광선 조작 장치 중 어느 것이라고 사용할 수 있다. 본 발명의 멀티를 광선장치에서 이들 장치는 다른 특징을 갖는 것들과 같은 특징을 갖는 광선을 제공하도록 사용될 수 있다.

해상도가 주로 광선의 축(두 방향 모두로)을 따라야만 경사진 조명에 의해 향상되고 이에 90도 각을 이루는 조명은 줄어들기 때문에 전체 견본 평면에서 높은 해상도의 접근이 두 광선을 사용해서 달성된다. 두 광선을 추가시키는 것은 견본 평면에서 높은 해상도의 분산을 더욱더 향상시키게 될 것이다. 그러나 광축 주위로 방사상으로 떨어져 있는 5개 또는 6개 이상의 경사진 광선을 사용함으로써 어지는 것은 거의 없다. 단일의 경사진 광선(제1e도 및 1f도)과 관련된 해상도의 비등방성에 대한 이전의 논의로부터 알 수 있는 바와 같이 해상도의 감소는 15도 이내에서 또는 각 조명광선의 축 어느 한 축에서 무시할 수 있다(이는 그와 같은 각도의 코사인과 비례한다).

제3, 3a 및 3b도와 관련하여 3개의 광선 시스템의 경우 거울표면(45), (46), (47)이 각각 광선이동수단(48), (49) 및 (50)상에서 지지된다. 각 거울표면은 광원경로(51), (52), (53)중 한 경로 내에 배치되며 광선(54), (56), (57) 각각은 광원(58), (59), (61)으로부터 방출된다. 제3a도 및 3b도에서 도시된 바와 같이 이동수단(48), (49), (50)이 콘덴서수단(12)의 광축(13)에 대해 방사상인 경로(55)

를 따라 이동 가능하다(제2도 및 3도를 참조). 본 발명의 목적을 위해 광선이동수단이 축(13)으로부터 방사상 외향하여 광선방사 거울표면(45), (46), (47)을 위치시키는 이들 경로(55)상의 위치에 배치된다. 상기에서 상세히 설명된 바와 같이 방사상의 경로(55)를 따라 거울(가령 45)의 위치를 변경시키는 것은 콘덴서 렌즈수단(12)으로부터 광선 유출경로(66)의 각도를 변경시킨다(제3도 참조).

제3c도에서 "밝은 필드" 조명이 광축(13)위의 콘덴서 렌즈 수단축(13)을 따라 이동하는 광선경로를 발생시키는 한 위치를 찾아냄으로써 본 발명에서 이용될 수 있다. 다른 거울표면은 표준의 "밝은 필드" 조명을 위해 동시에 경사진 조명을 제공하도록 제공될 수 있기도 하다(거울이 콘덴서 수단의 범위로부터 제거되거나 관련된 광원수단이 꺼진다).

이동수단(48), (49), (50)의 위치를 정함은 또한 "어두운 필드" 조명을 초래케 하기도 한다. 거울표면의 방사상의 위치는 대물렌즈 구멍의 바깥으로 떨어지도록 하는 각도의 콘덴서 수단으로부터 광선 출구경로를 발생시키는 때 "어두운 필드" 조명이 가능해 지게 된다.

제3도에서 각 거울표면(45), (46), (47)은 역시 관련된 광원에 대해서 기울어져서 거울표면의 반사각도를 변화시키도록 한다. 따라서 거울표면을 기울임으로써 이동수단으로부터 콘덴서수단(12)으로의 광선경로 각도가 변화되며 다음에 콘덴서로부터 유출되는 광선경로의 위치가 변화된다.

광원의 광선(54), (56), (57)은 광선 경로 이동수단(48), (49), (50)으로의 광선경로(51), (52), (53)를 뒤따르며 이는 대개 콘덴서수단(12)의 축(13)과 직각을 이루고 콘덴서(12)의 축(13)과 대물렌즈수단(14)의 축(16) 둘레에서는 균등한 각으로 떨어져 있고 이들 축 둘이 제2도에서는 일치하는 것으로 도시되어 있다. 거울표면(45), (46), (47)은 방사상으로 각을 갖도록 위치가 정해져서 콘덴서 렌즈수단(12)에 대해 광선경로(62), (63), (64)의 방향을 설정하고 이에 의해서 유출경로(66), (67), (68)의 위치와 방향을 콘덴서 수단으로부터 대물렌즈 수단으로 조정하도록 한다.

이동수단과 콘덴서 렌즈수단(12) 사이의 크기와 간격은 개별광선(54), (56), (57)으로부터 모든 광선을 모아서 그것을 콘덴서렌즈(12)로부터 바람직한 유출경로를 달성하도록 하는데 필요한 정확한 위치와 각도에 있는 콘덴서(12)로 향하도록 하는 것을 매우 어렵도록 한다. 커다란 필드렌즈(71), (50mmf/1.2카메라렌즈와 같은)은 입사되는 광선들로부터 모든 광선을 모으고 콘덴서 렌즈로의 정확한 광선방향을 허용하는 프리-콘덴서 렌즈수단으로 작용한다. 콘덴서렌즈(12)에 대한 필드렌즈를 높이거나 낮추는 것은 낮은 전력과 높은 전력 모두를 수용하기 위해 표본평면(20)에서의 광선의 크기에 영향을 미친다.

또한 필드 렌즈구멍(조리개 정지구), (72)는 만약 콘덴서 수단(12)가 초점의 바로 아래에 있다면 필드와 대조의 깊이를 조정하도록 사용될 수 있다. 종래 기술장치는 콘덴서 렌즈구멍을 줄여서 필드의 깊이를 증가시키도록 하나 그와 같이 함에 있어서 콘덴서를 벗어나는 광선의 구경이 감소하기 때문에 해상도를 줄이게 된다. 그러나 본 발명의 멀티플 광선 실시 예에서, 콘덴서 구경(69)은 완전히 개방돼 있으며 필드 렌즈구경(72)은 해상도가 손실되지 않고 필드의 깊이를 증가시키도록 감소될 수 있다. 이는 콘덴서 렌즈를 벗어나는 조명의 전체 구경이 크게 감소되지 않는 동안 각 조명광선의 구경이 줄어들기 때문이다. 멀티플(다수의) 광선은 전 콘덴서 구경을 비추며 해상도는 손실되지 않는다.

필드렌즈(71)와 조리개정지구(72)의 개입으로 본 발명의 동작을 간섭하지는 않는데 이는 거울표면(45), (46), (47)의 조절이 콘덴서렌즈(12)로부터 광선의 유출경로 방향과 위치를 계속해서 조정하기 때문이다.

마찬가지로 램프콘덴서(73), 줄 렌즈(74), (광선의 크기를 조절하기 위해) 그리고 편광필터(76)와 같은 장치를 광원경로(54), (56), (57)내에 개입시키는 것은 본 발명의 동작을 간섭하지 않으며 사실상 이는 중요한 장점의 하나를 구성한다. 필드렌즈(71), 필드렌즈 개구(조리개(72) 또는 편광필터(77), (이동수단과 대안렌즈(78) 사이)에 의해서와 같이 광원과 이동수단 사이에서 개별적으로 혹은 함께 광선에 대한 광선 조작장치들을 사용하여도 시스템의 해상도를 줄이지는 않는다.

광원(58), (59), (61)이 독립하여 있는 동안(광학적 수단에 의해 분할된 단일 광원에서와는 달리) 이들은 또 다른 변화를 추가시키기 위해 그 세기가 변화될 수 있다.

향상된 해상도를 달성시키기 위해 본 발명은 광 조작을 위해 잘 알려진 광학적 장치의 사용을 제한하지도 않으며 광원에 의해 제공된 광선과 비교하여 낮은 광선세기로 동작하게 되도록 하지도 않는다. 따라서 본 발명의 조명장치는 해상도를 향상시키며 동시에 광범위한 조사범위를 만족시키는 조명상태를 발생시키는 가능하도록 한다.

본 발명의 멀티광선 시스템은 대물렌즈 수단의 광축에 대한 조명광선의 경사진 방향의 증가(결합된 파형 순서의 증가)로부터 그리고 콘덴서 주변 둘레로부터 콘덴서를 벗어나는 멀티플 광선의 추가효과로 인한 콘덴서 렌즈 조명의 전체 구경의 증가로부터 향상된 해상도를 제공한다.

광원으로부터 광선 이동수단으로의 광원경로(54, 56, 57)에서의 편광필터(76)의 보충이 되는 때 대물렌즈 수단(14)과 대안렌즈(78) 사이의 혼합광선 내 편광필터(77)의 회전은 하나 또는 두 개의 광선으로부터의 조명을 효과적으로 감소 시킴으로써 표본 상에 경사진 조명의 그림자 효과 회전을 허용시킨다.

본 발명은 조명광선의 위치와 방향을 정하기 위한 특정된 기계적 또는 전기적 장치와는 무관하다. 이는 조절가능 하거나 사전-조절되어 고정되는 시스템을 포함하며, 거울, 프리즘, 광섬유 또는 다른 공지되거나 공지되지 않은 장치를 사용하기도 한다. 이 같은 기계적 장치는 당해 기술분야에서 통상의 기술을 가진 자에게 알려진 여러 형태들을 취할 수 있다. 예로서, 이동수단의 거울을 위치시키기 위한 기계적 장치가 제4도와 관련해서 설명된다.

이동수단(80)은 트랙(87)에서 주행하는 자동차(86)에 고정된 "L"자형 장착부재(84)에 힌지(83)에 의해 회전할 수 있도록 연결된 경사 아암(82)에 고정된 거울(81)을 포함한다. 장착부재(84)의 단부 상에 형성된 램(89)에 부착된 한 케이블(88)은 트랙(87)상에 광차(86)를 위치시키기 위한 수단을 제공하며 따라서 광축과 관련하여 거울(81)의 방사상 위치를 제공하도록 한다. 한 피보트 아암(91)이 경사 아암(82)로의

한 단부에 그리고 장착부재 내 홈(83) 내에서 주행하는 슬라이드(92)로의 다른 한 단부에 선회할 수 있도록 부착된다. 슬라이드(92) 단부 내에 형성된 랩(96)에 고정된 케이블(94)은 그 홈 내에 슬라이드를 위치시키며 그와 같이 함에 있어서 경사 아암(82)의 경사를 조절하고 거울(81)의 각도를 조절한다. 케이블(94), (98)의 단부에 부착되어 케이블을 동작하도록 하는 마이크로미터(도시되지 않음)의 사용은 본 발명에 필요한 정밀도를 달성함을 가능하게 한다.

같은 시스템 내 이동수단(80)의 수는 기계적으로 상호-연결될 수 있으며(당해 분야에서 숙련된 자에게 잘 알려진) 이들의 위치는 상호 의존되어 지도록 한다. 즉 새로운 방사상 위치에 대한 한 이동수단의 이동과 한 다른 각도의 위치에 대한 새로운 방사상의 위치 또는 거울의 기울임은 다른 이동수단에서의 상응하는 이동을 발생시킨다. 이 같은 배치는 거울들 간에 고정된 관계를 정하며 모든 광선들이 대물렌즈축(16)에 대한 원 주위 위치 외에 시스템을 통한 이들의 경로에서 완전히 동일하도록 함을 가능하게 한다.

다른 광선경로를 방해하지 않고 하나의 광선경로를 변동시킴이 바람직한 때에는 이동수단의 위치를 정하는 것이 기계적으로 독립적인 것이 바람직하다. 본 발명의 바람직한 실시 예에서 거울부재는 통합된 이동을 위해서 기계적으로 상호 연결되며 독립된 이동을 위해 기계적으로 연결이 끊기게 된다. 이와 같은 시스템은 광범위한 현미경 사용의 필요를 만족시킬 수 있다.

반복하지만 본 발명은 당해 기술분야에서 숙련된 자에게 알려진 어떠한 형태든 택할 수 있는 광선이동수단을 상호 연결시키기 위한 어떤 특정한 기계적 시스템과는 독립적인 것이다.

앞선 설명에서 분명하듯이 광축이 있는 콘덴서 렌즈수단과 광축이 있는 대물렌즈 수단을 가지는 광전송 현미경 내 해상도, 점에도 및 필드깊이를 증가시키기 위한 본 발명의 방법은 다수의 독립된 광선을 콘덴서 렌즈의 광축과는 일치하지 않는 경로를 따라 콘덴서 렌즈 수단으로 향하게 하며, 광선의 경로방향과 위치를 고정하여 콘덴서 렌즈수단으로부터 벗어나는 광선이 대물렌즈 수단을 포함하고 대물렌즈 수단과는 경사진 경로를 따라 향하도록 한다. 또한 콘덴서 렌즈 수단으로의 광선의 경로방향은 콘덴서 렌즈로부터의 유출경로를 발생시키도록 선택되며 이 유출경로는 대물렌즈 수단의 광축에 대하여 최적의 각도에 있다.

광선의 수는 2이며 이들이 서로 반대인(기본적으로 180도 떨어져짐) 경로를 향하게 되는 때 이들은 실시간 3-D 전망을 해 최고의 조명을 제공한다. 이들이 90도 각도로 떨어지는 때(서로 90도 떨어져짐) 단 두 개의 광선은 사용해서 최고의 전체 해상도를 제공하게 된다. 광선의 숫자가 3이거나 그 이상인 때 이들은 표본 평면에서 최고의 전체 해상도를 위해 콘덴서 렌즈수단의 광축 주위에서 간격을 두고 방사상으로 떨어져 있는 것이 좋다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

콘덴서 렌즈수단을 포함하는 광원경로를 따라 한 광선을 제공하는 콘덴서 렌즈 광축으로부터 벗어나 위치한 광원수단 및 콘덴서 렌즈의 광축에 대해 평행을 이루지 않도록 된 광원 광선경로를 이동시킬 수 있도록 하는 광선 경로 이동수단을 포함하는 바의 광축을 갖는 콘덴서 렌즈와 광축을 가지는 대물렌즈 포함의 광전송 현미경용 조명장치에 있어서, 상기 조명 광원수단이 콘덴서 렌즈 수단을 통과하는 광원경로를 따라 독립된 다수의 광선을 제공하고 상기 광선 경로이동수단이 다수의 광선경로를 이동시키는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

### 청구항 2

콘덴서 렌즈의 광축과 일치하지 않는 광원경로를 따라 광선을 제공하는 광원장치 및 상기 광원 광선경로 내 콘덴서 렌즈의 광축으로부터 벗어나 배치된 광선 경로이동장치로서, 광원장치의 광선경로를 이동시키도록 동작이 가능하며 콘덴서 렌즈를 포함하는 입사경로와 대물렌즈를 통과하는 콘덴서 렌즈로부터의 유출경로를 따르도록 방향을 정하게 하고, 콘덴서 렌즈와 대물렌즈 사이의 경로가 대물렌즈 수단의 광축에 대해 비스듬한 바의 광선 경로이동 수단을 포함하는 바의 광축을 갖는 콘덴서 렌즈와 광축을 가지는 대물렌즈 포함의 광전송 현미경용 조명장치에 있어서, 상기 이동수단이 대물수단을 통과하는 콘덴서 수단으로부터 유출경로를 포함하는 범위에서 콘덴서 렌즈로의 광선의 경로방향을 가변적으로 변동시키기 위해 동작이 가능한 바의 광전송 현미경용 조명장치.

### 청구항 3

콘덴서 렌즈의 광축과 일치하지 않는 각기 다른 광원경로를 따라 독립된 다수의 광선을 제공하는 광원수단; 그리고 광원 광선의 경로를 이동시키고 콘덴서 렌즈를 포함하는 입사광선을 따라 그리고 대물렌즈 수단을 포함하는 콘덴서 렌즈 수단으로부터의 유출경로를 따라 다시 방향이 정해지도록 동작이 가능하며 유출경로가 대물렌즈의 광축에 비스듬한 다수의 광선 이동수단을 포함하는 바의 광축을 갖는 콘덴서 렌즈와 광축을 가지는 대물렌즈를 포함하는 광전송 현미경용 조명장치.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 광선 이동장치가 콘덴서 수단으로부터의 유출경로로서 대물렌즈를 포함하는 범위에서 콘덴서 렌즈로의 관련된 광선의 경로방향을 가변적으로 변경시키도록 동작이 가능한 바의 광전송 현미경용 조명장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 광선 이동수단이 동작할 수 있도록 상호연결 가능하며 이에 의해 관련된 광선의 경로를 변경시키기 위한 한 동작이 다른 광선 이동수단 각각과 관련된 광선경로의 변화를 일으키도록 하

는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 6

제3항에 있어서, 콘덴서 렌즈가 이동수단으로부터 콘덴서 렌즈로 입사되는 광선경로 내에 광학적으로 배치된 프리-콘덴서 렌즈를 포함하는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 렌즈가 상기 콘덴서 렌즈와 관련하여 물리적으로 이동이 가능한 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 프리-콘덴서 렌즈가 관련된 필드 정지 조리개를 포함하는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 9

제3항에 있어서, 광선의 수와 광선 이동수단의 수가 2개인 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 조명장치가 콘덴서 수단과 대물수단 사이의 표본 평면에서 표본을 받쳐주기 위한 수단을 더욱더 포함하고, 상기 이동수단이 표본평면에서 서로 기본적으로 직각을 이루는 광선경로를 만들도록 동작이 가능한 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 11

제9항에 있어서, 광원수단과 콘덴서 렌즈 사이에 배치된 보조필터를 더욱더 포함하는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 12

제3항에 있어서, 상기 광선 이동수단이 거울 표면을 포함하는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 13

제3항에 있어서, 독립된 광선의 수가 네 개인 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 14

콘덴서 렌즈로 각기 다른 광원경로를 따라 다수의 독립된 광선을 제공하는 광원, 각 거울 표면이 콘덴서 렌즈의 광축에 대해 방사상으로 이동가능하고 관계한 광선에 대해 각을 이루도록 이동가능하며, 거울 표면이 콘덴서 수단의 광축과 교차하지 않는 방사상의 경로를 따라 이동가능하고 이에 의해 거울표면이 거울표면의 방사상 및 각을 이루는 위치에 의해 결정되는 위치에서 콘덴서 렌즈로 광선을 향하게 할 수 있는 광선경로 내에 광학적으로 배치된 다수의 광선이동수단을 포함하는 바의 광축을 갖는 콘덴서 렌즈와 광축을 가지는 대물렌즈 포함의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 거울표면의 이동이 서로 독립되는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 16

제14항에 있어서, 각 거울표면의 이동범위가 대물렌즈를 통과하는 한 경로를 발생시키는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 17

제14항에 있어서, 각 거울표면의 이동범위가 대물렌즈를 통과하며 또한 이를 우회하는 경로들을 발생시키는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 18

제14항에 있어서, 콘덴서 렌즈가 프리-콘덴서 렌즈를 포함하는 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 19

다수의 독립된 광선을 렌즈 광축과 일치하지 않는 경로를 따라 콘덴서 렌즈로 향하게 하고 콘덴서 렌즈로부터 유출되는 광선이 대물렌즈를 통과하는 경로를 따라 향하게 되고 대물렌즈의 광축에 대해 경사질 때 까지 콘덴서 렌즈로의 광선의 경로방향을 조절시키는 바의 광축을 가지는 콘덴서 렌즈와 광축을 갖는 대물렌즈가 있는 광전송 현미경의 해상도 증가방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 광선의 수가 2개인 바의 광전송 현미경의 해상도 증가방법.

#### 청구항 21

제20항에 있어서, 광선이 90도의 각을 이루는 경로를 따라 향하게 되는 바의 광전송 현미경의 해상도 증가방법.

#### 청구항 22

제19항에 있어서, 광선수가 2개 이상이며 이들이 콘덴서 렌즈의 광축 둘레 원주 위에 위치하는 바의 광전송 현미경의 해상도 증가방법.

#### 청구항 23

콘덴서 렌즈와 일치하지 않는 경로를 따라 광원으로부터의 두 독립된 광선을 콘덴서 렌즈로 향하게 하고 이는 대물렌즈의 광축에 비스듬하며 대물렌즈를 포함하는 콘덴서 렌즈로부터 유출되는 광선경로를 발생시키게 되며, 광원콘덴서 렌즈 사이의 보조필터를 배치시키고, 쌍안경 대안렌즈 상에 또 다른 세트의 보조필터를 배치시키는 단계를 포함하는 바의 광축을 갖는 콘덴서 렌즈, 광축을 가지는 대물렌즈, 광선발생의 광원 그리고 쌍안경 대안렌즈를 포함하는 바의 광전송 현미경의 해상도 증가시키기 위한 실시간 3-D 영상용 방법.

#### 청구항 24

제23항에 있어서, 시차를 조정하기 위해 광원과 콘덴서 수단 사이의 광선경로 위치와 각도를 조절하는 단계를 더욱더 포함하는 바의 방법.

#### 청구항 25

제23항에 있어서, 콘덴서 렌즈가 프리-콘덴서 렌즈와 조리개 구멍을 가지는 조리개 격막을 포함하며 필드의 깊이를 조절하기 위해 조리개 구멍을 조절하는 단계를 더욱더 포함하는 바의 방법.

#### 청구항 26

콘덴서 렌즈와 대물렌즈 모두를 통과하는 콘덴서 렌즈의 광축에 대하여 경사진 경로를 가지는 다수의 독립된 광선을 제공하며, 콘덴서 렌즈와 대물렌즈 사이의 광선경로가 대물렌즈의 광축에 대하여 경사지게 되는 광선수단을 포함하는 광축이 있는 콘덴서 렌즈와 광축이 있는 대물렌즈를 가지는 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 27

제26항에 있어서, 광선의 수가 4개인 바의 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 28

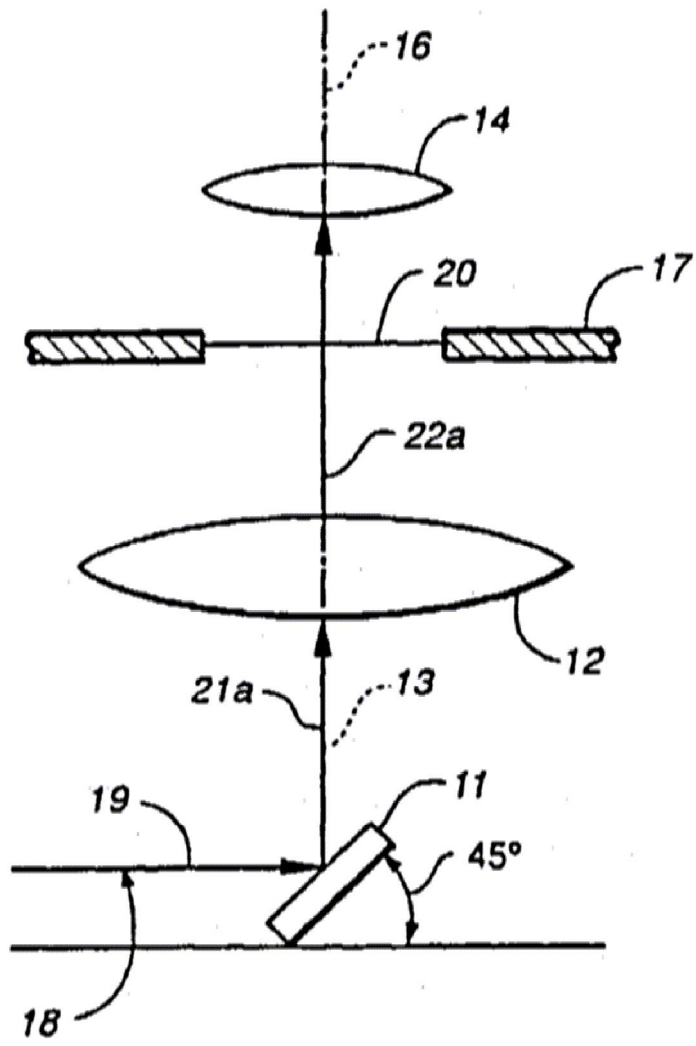
다수의 독립된 광선을 제공하며, 각각의 광선이 콘덴서 렌즈의 광축과 일치하지 않는 한 경로를 따라 놓이는 한 광축을 가지며, 상기 독립된 광선이 콘덴서 렌즈에서 겹쳐지고 이 독립된 광선은 콘덴서 렌즈와 대물렌즈를 통과하며, 콘덴서 렌즈와 대물렌즈 사이의 독립된 광선의 광축경로가 대물렌즈 광축에 비스듬하게 경사지는 광선수단을 포함하는 광축이 있는 콘덴서 렌즈와 광축이 있는 대물렌즈를 가지는 광전송 현미경용 조명장치.

#### 청구항 29

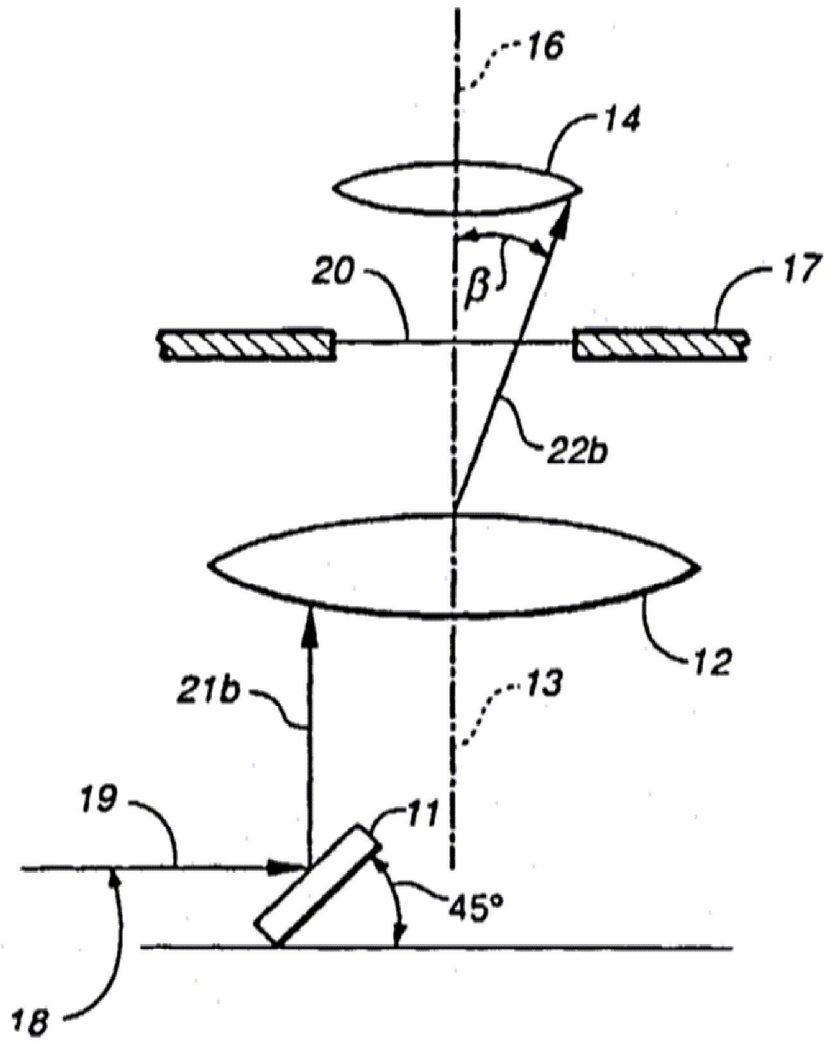
제28항에 있어서, 독립된 광선의 수가 4개인 바의 광전송 현미경용 조명장치.

**도면**

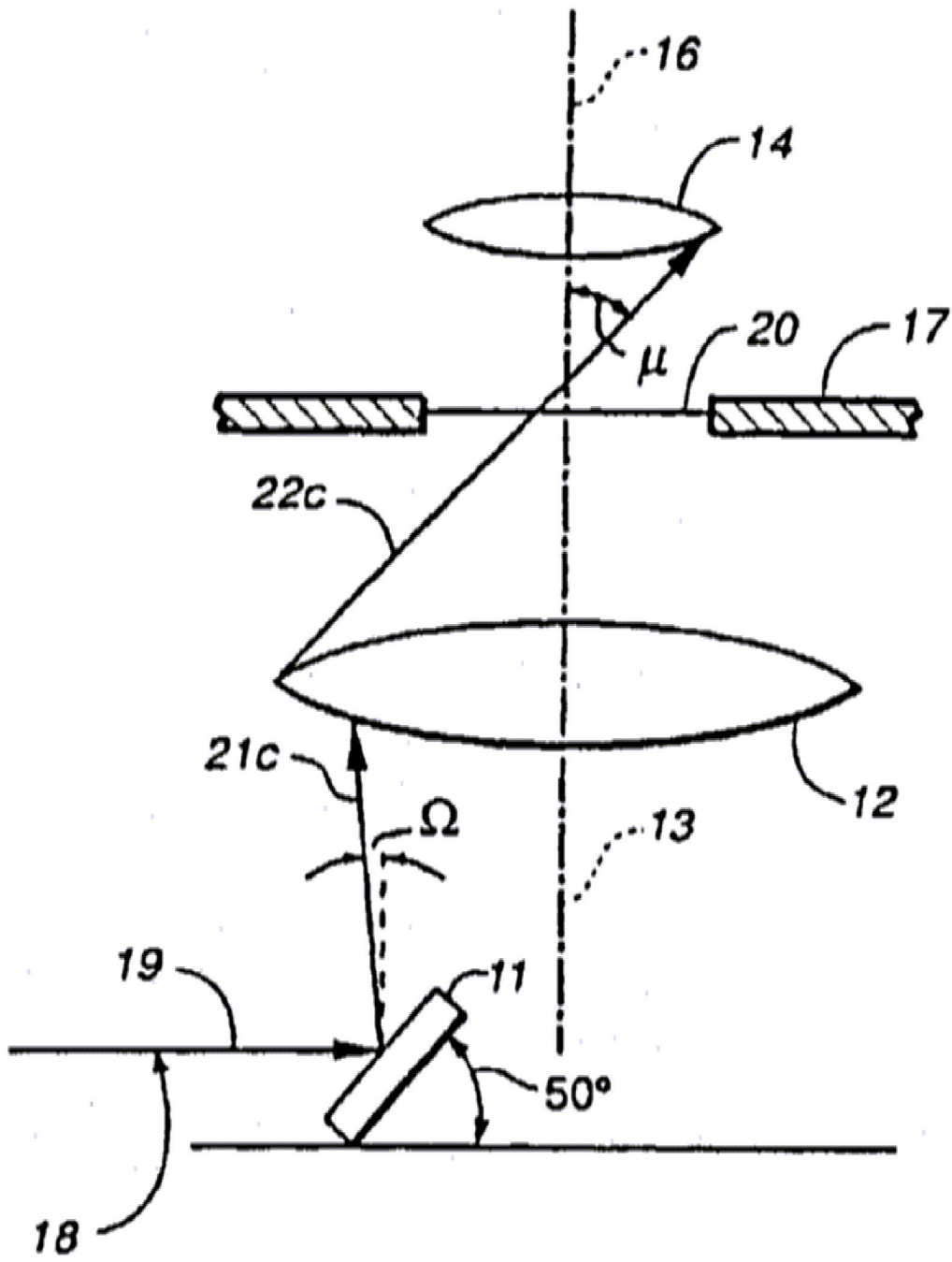
도면 1a



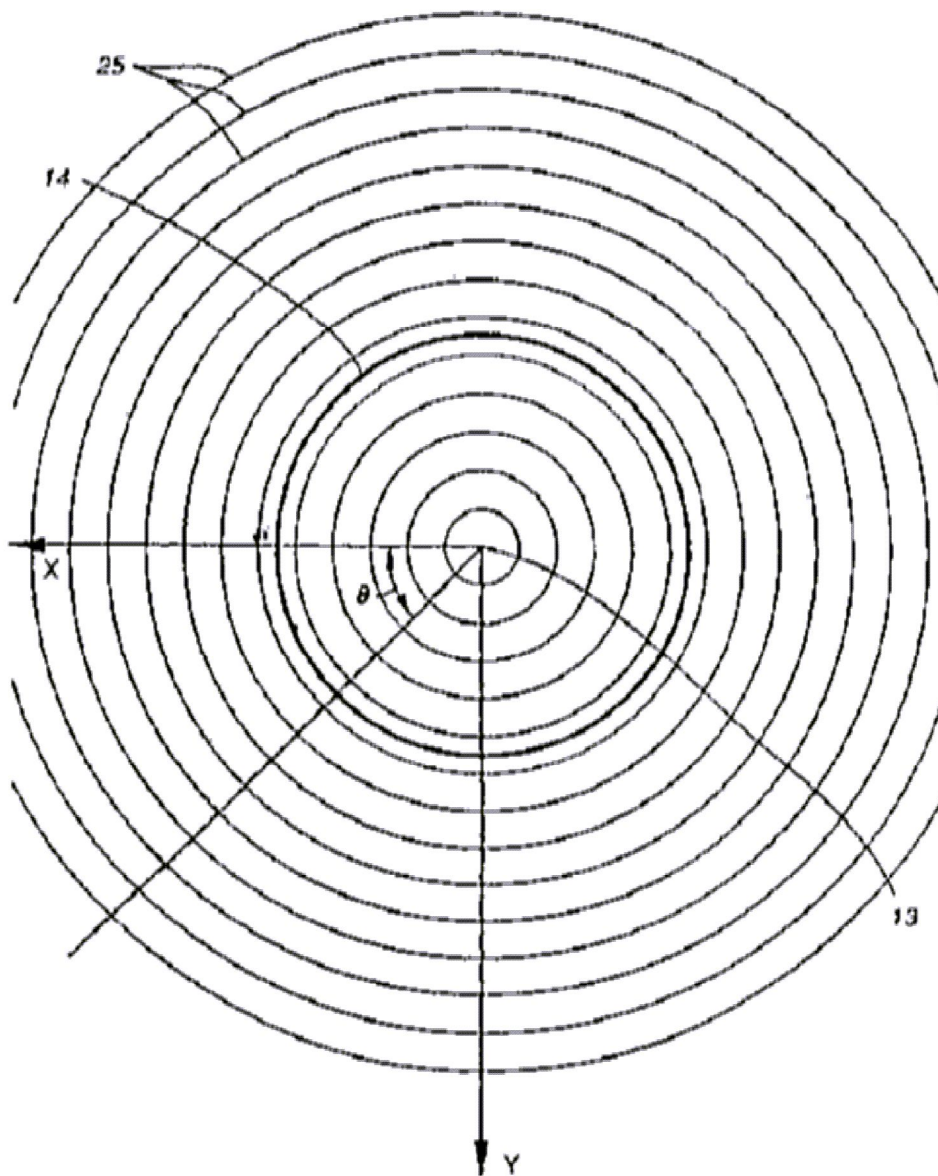
도면 1b



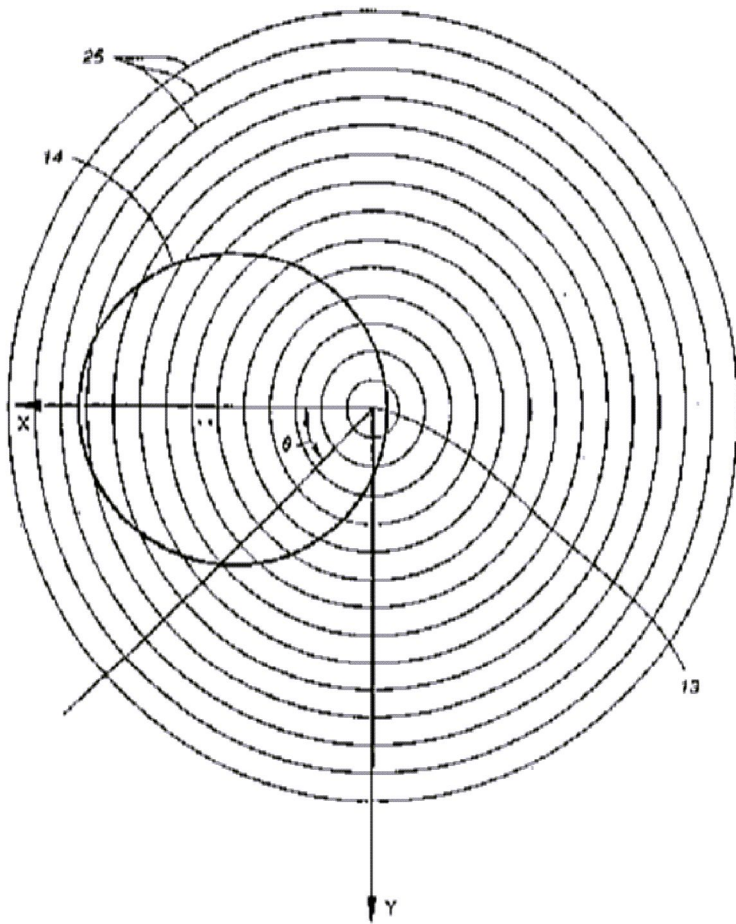
도면 1c



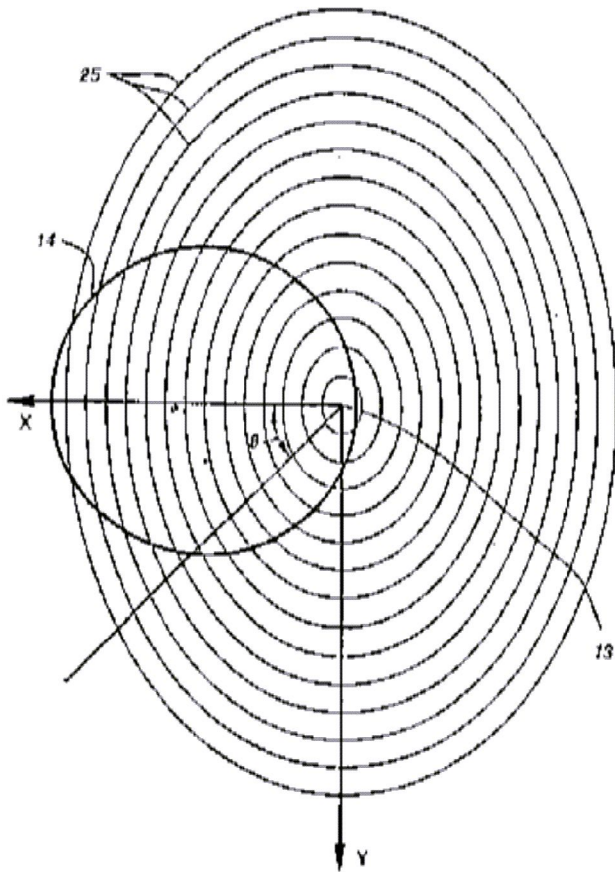
도면 1d



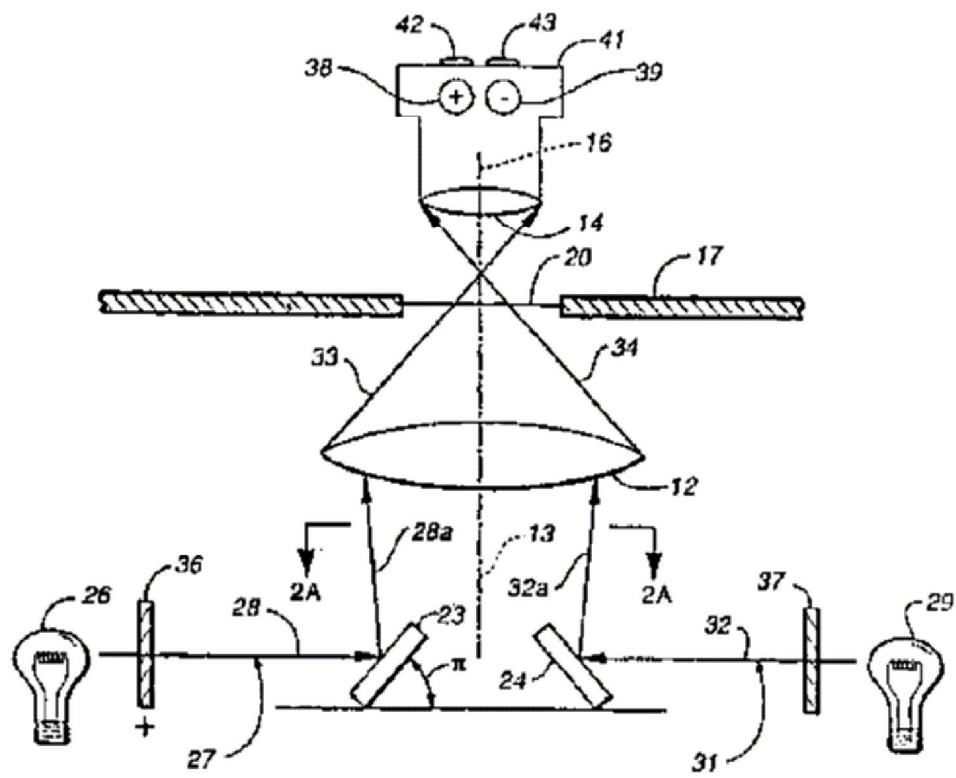
도면 1e



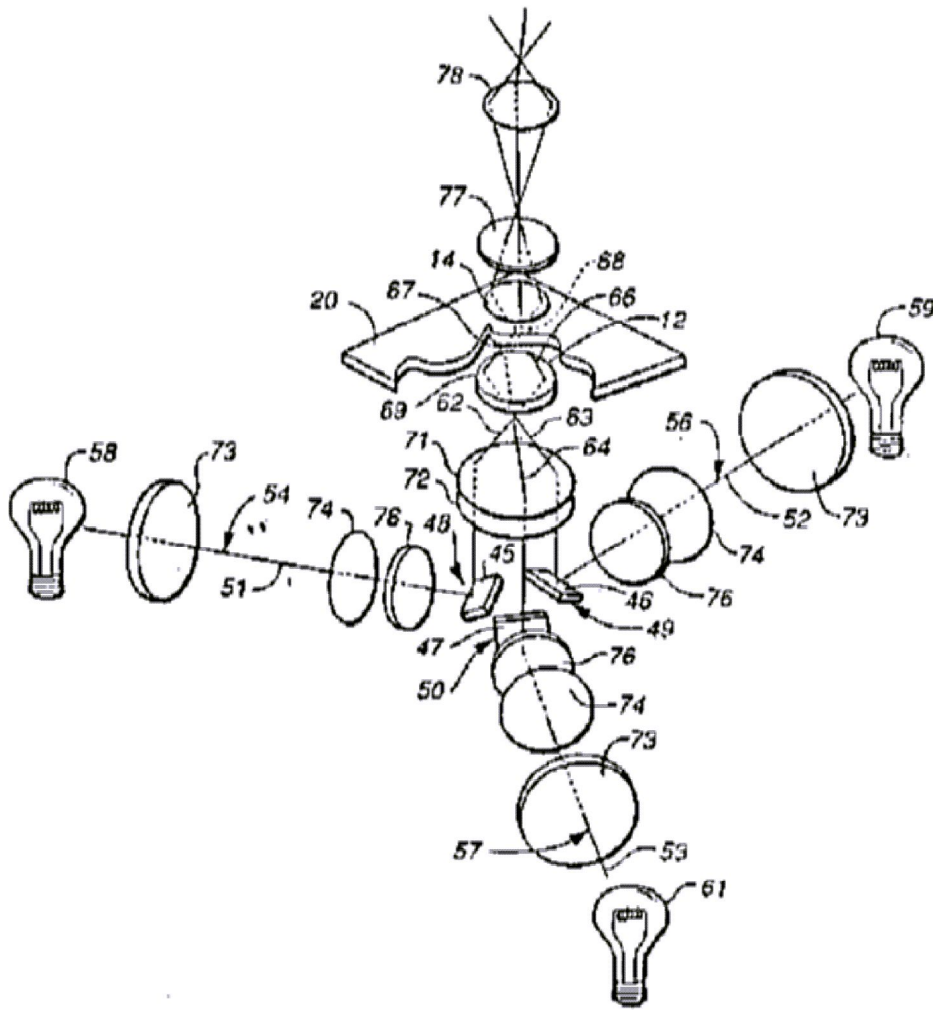
도면1f



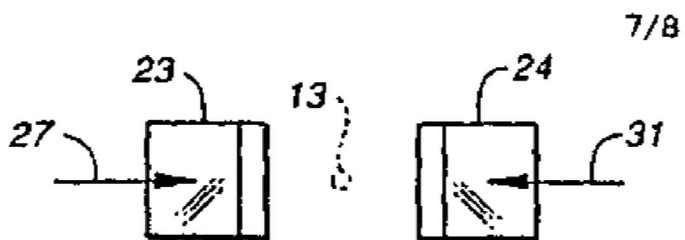
도면2



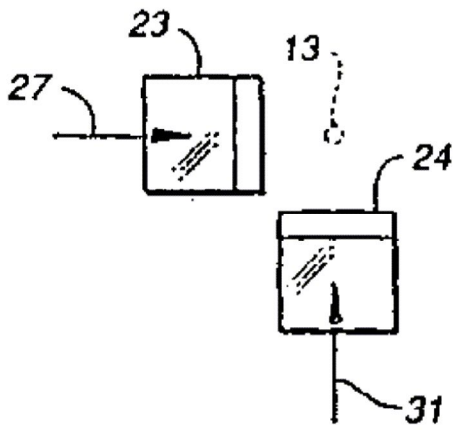
도면3



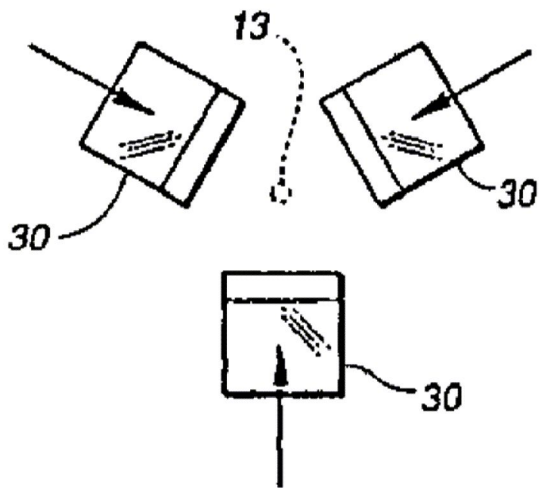
도면2a



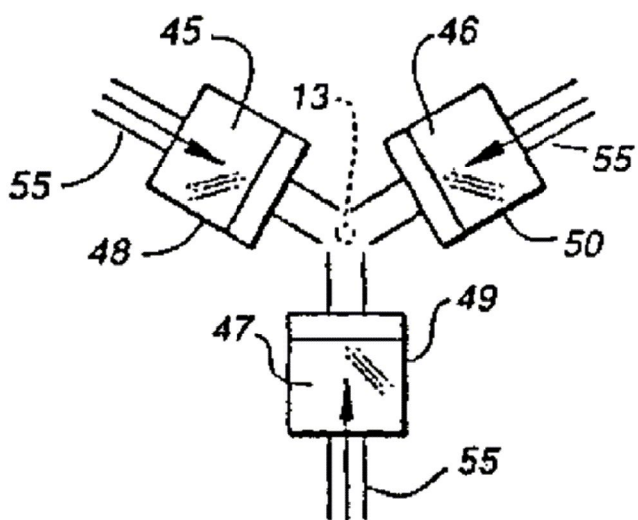
도면2b



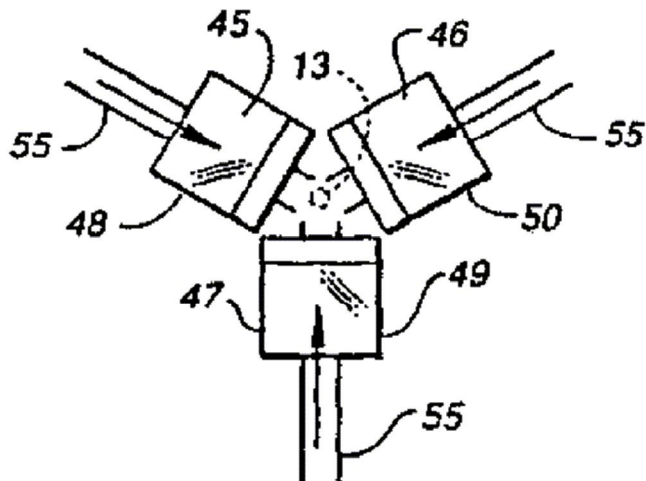
도면2c



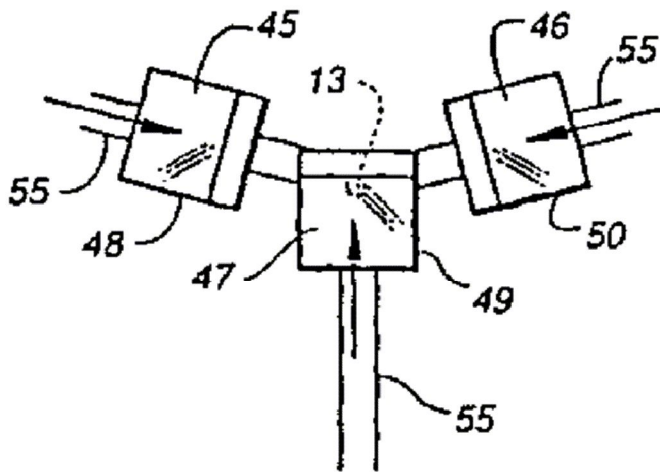
도면3a



도면3b



도면3c



도면4

