



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2008-0036213  
 (43) 공개일자 2008년04월25일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.<br/> <i>G02F 1/13357</i> (2006.01) <i>F21V 7/04</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7004771<br/>                 (22) 출원일자 2008년02월27일<br/>                 심사청구일자 없음<br/>                 번역문제출일자 2008년02월27일<br/>                 (86) 국제출원번호 PCT/US2006/029671<br/>                 국제출원일자 2006년07월28일<br/>                 (87) 국제공개번호 WO 2007/014371<br/>                 국제공개일자 2007년02월01일<br/>                 (30) 우선권주장<br/>                 60/703,644 2005년07월28일 미국(US)<br/>                 60/729,188 2005년10월21일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>                 라이트 프리스크립션즈 이노베이터즈, 엘엘씨<br/>                 미국, 캘리포니아 91001, 알타디나, 링컨 애브뉴 2400</p> <p>(72) 발명자<br/>                 미나노 주안 카를로스<br/>                 스페인 이-28015 마드리드 칼레 산타 크루즈 데 마르세나도 317<br/>                 베니테즈 파블로<br/>                 스페인 이-28030 마드리드 로보스 11 3 비 칼레 카논 델 리오<br/>                 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>                 리엔목특허법인</p> |
|---|--|

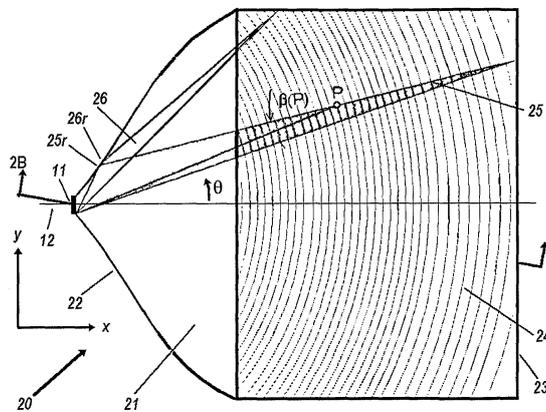
전체 청구항 수 : 총 21 항

**(54) 에턴듀가 보존되는 백라이트 및 프론트라이트용 조명광학계**

**(57) 요약**

루미넌스가 보존되는 비영상 백라이트(20)가 개시되어 있다. 개시된 백라이트(20)는 광을 발출하는 발광원(10), 주입기(21), 방출기(23), CPC 프로파일(21) 및 마이크로구조의 패시트 (d,dd)를 포함하며, 여기서 패시트는 상방으로 반사된 광을 패시트에 공통되는 콜리메이팅 방향으로 굴절시킨다.

**대표도** - 도2a



(72) 발명자

**차베스 줄리오**

스페인 이-28040 마드리드 5 디 마르퀘스 데 우르  
퀴조 14

**팔리코프 와퀴디**

미국 캘리포니아 92660 뉴포트 비치 캠퍼널리 1168

**파킨 윌리엄 에이. 주니어.**

미국 캘리포니아 90717 로미타 네코 드라이브  
25031

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

x축을 정의하는 법선을 가지며 y-z 좌표 평면을 정의하는 유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원;

상기 광을 수광하는 입구(input port);

제1 y-z 경계(boundary)를 정의하는 상기 입구와 제2 y-z 경계를 정의하는 보다 큰 출구(output port)를 가지는 주입기(injector); 및

상기 주입기로부터 광을 수광하기 위하여 상기 주입기의 출구와 광학적으로 커플되며 그것의 y-z 경계를 가지고 x-y 평면에 높이는 평판형 도파관을 포함하는 빔 확장 방출기;를 포함하며,

상기 주입기는 상기 입구로부터 상기 출구쪽으로 확장되는 x-y 프로파일을 가지며, 상기 x-y 프로파일은 내부 전반사를 통하여 그 자신의 루미넌스에 반비례하도록 광원 이미지(source image)의 x-y 각도폭(angular width)을 유지하도록 작동하며,

상기 주입기는 상기 광원상에서의 축에 대한 회전 표면(surface of revolution)과 그 자신의 허용각(acceptance angle)으로 음의 z 방향에 대해 기울어진 복합 포물형 집광기(CPC)의 상부 반쪽의 제1 부분인 스융 프로파일(swept profile)이며, 상기 스융 프로파일은 그 자신의 평면에서 광을 콜리메이팅하도록 하는 한편 상기 출구를 따라 방위각으로 상기 광이 분포되도록 기능하며,

상기 방출기는 상기 주입기의 CPC 프로파일의 남은 부분인 프로파일을 가지고 회전한 매끄러운 상부 표면을 가지며, 상기 방출기는 상기 상부 표면의 회전 표면과 회전 동축의 미세구조의 패시트(facet)를 포함하는 반사성의 하부 표면을 가지며, 상기 패시트는 상기 CPC 프로파일의 플로우 선(flow-lines)에 평행한 면과 수광된 광을 상방의 z-방향으로 반사시키는 경사(tilt)를 가지는 연결 대각면(connecting diagonal face)을 포함하며, 상기 대각면의 경사는 상기 상방향으로 반사되는 광이 상기 패시트에 공통되는 콜리메이팅 방향으로 굴절되도록 조정되는 투명한 유전체로 이루어진 루미넌스-보존 비영상 백라이트.

**청구항 2**

유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원;

상기 개구로부터의 광을 수광하는 입구(input port)를 포함하며, 그것으로부터 허용각에 한정되는 빔을 형성하는 CPC-형상의 주입기;

각각이 국소적 플로우 선(flow-line)에 접하는 면(face)을 가지며 상기 광을 편향시키고 가로지르며 방출되는 선광원(line source)을 형성하기 위하여 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 비스듬한 일련의 마이크로구조의 반사성 패시트를 포함하는 선형 빔 확장기; 및

상기 편향된 빔을 수광하는 평판형 도파관을 포함하는 빔 확장 방출기;를 포함하며, 상기 빔 확장 방출기는 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 접하는 매끄러운 상부 표면과 수광된 광을 상기 상부 표면을 통하여 편향시켜 빔을 형성하는 패시트를 갖는 하부 표면을 포함하며, 상기 하부 표면 패시트는 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 일반적으로 평행한 면과 상기 수광된 광을 상방의 z-방향으로 반사시키는 경사(tilt)를 가지는 연결 대각면을 포함하며, 상기 대각면의 경사는 상기 상방향으로 반사되는 광이 상기 하부 표면 패시트에 공통되는 콜리메이팅 방향으로 굴절되도록 조정되는 루미넌스-보존 비영상 백라이트 시스템.

**청구항 3**

제2 항에 있어서,

상기 CPC-형상의 주입기의 삼각형 보이드는 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 정렬되며, 상기 CPC-형상의 주입기와 빔 확장 방출기는 광학적으로 접촉되어 있는 시스템.

**청구항 4**

제2 항에 있어서,

상기 CPC-형상의 주입기는 상기 빔 확장 방출기와 그들 사이에 에어갭이 개재되어 광학적으로 분리되어 있으며, 상기 선형 빔 확장기의 반사성 패시트는 가로지르며 정렬된 선형 패시트를 가지며, 상기 패시트 각각은 상기 주입기의 플로우 선에 접하는 일 면과 상기 빔 확장 주입기를 투과하기 위하여 상기 에어갭을 향해 상기 광선을 편향시키도록 경사진 다른 면을 포함하는 시스템.

**청구항 5**

제2 항에 있어서,

상기 빔 확장 방출기의 하부 표면의 패시트는 상기 편향된 광을 가로지르는 선형 홈을 형성하는 시스템.

**청구항 6**

제2 항에 있어서,

상기 빔 확장 방출기는 상기 CPC-형상의 주입기의 맞은편에 역반사(retro-reflective) 수단을 포함하는 시스템.

**청구항 7**

제2 항에 있어서,

하나 또는 그 이상의 추가적인 주입기와 광학적으로 결합되는 하나 또는 그 이상의 추가적인 광원을 더 포함하는 시스템.

**청구항 8**

제2 항에 있어서,

상기 빔 확장 방출기 근처에 위치하는 확산 시트를 더 포함하는 시스템.

**청구항 9**

제2 항에 있어서,

상기 하부 표면 패시트의 일반적으로 평행한 면은 조명되지 않도록 경사진 시스템.

**청구항 10**

제2 항에 있어서,

투명한 물질로 형성되며, 평면인 상부 표면 및 상기 빔 확장 방출기의 상부 표면에 등각적인 하부 표면과, 그들 사이에 위치하는 저 굴절률 투명 물질로 형성된 층을 가지는 최상위 블록을 더 포함하는 시스템.

**청구항 11**

제2 항에 있어서,

투명한 물질로 형성되며, 평면인 하부 표면 및 상기 빔 확장 방출기의 하부 패시트 표면에 등각적인 상부 표면과, 그들 사이에 위치하는 저 굴절률 투명 물질로 형성된 층을 가지는 최상위 블록을 더 포함하는 시스템.

**청구항 12**

제2 항에 있어서,

상기 빔 확장 방출기의 하부 표면에 최근접하게 위치하는 평판형 반사기;

상기 평판형 반사기와 빔 확장 방출기의 하부 표면 사이에 위치하는 1/4파장판; 및

상기 빔 확장 방출기의 상부 표면에 최근접하게 위치하는 편광-재활용 반사기를 더 포함하는 시스템.

**청구항 13**

제2 항에 있어서,

상기 빔 확장 방출기의 상부 표면과 추가적인 빔-확장 방출기의 상부 표면이 2 면 출사되는 단일 블록으로 융합

될 수 있도록 배치되는 추가적인 협동 CPC-형상의 주입기, 선형 빔-확장기 및 빔-확장 방출기를 더 포함하는 시스템.

**청구항 14**

x-축을 정의하는 법선을 가지며 y-z 좌표 평면을 정의하는 유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원;

상기 광을 수광하는 입구(input port);

일 y-z 경계(boundary)를 정의하는 상기 입구와, 별개의 경계를 정의하는 보다 큰 출구(output port)를 가지는 주입기(injector);

상기 주입기의 출구에 접합된 쿼터-실린더 터닝 프리즘(quarter-cylindrical turning prism); 및

상기 주입기에 인접하여 그로부터 에어갭으로 이격되어 배치되며, 상기 터닝 프리즘에 광학적으로 결합된 입구를 가지고 확산되게 반사하는 하부 표면을 가지는 상기 빔-확장 방출기;를 포함하며,

상기 출구는 y-z 평면과 x-y 평면 사이에서 경사지어 있으며, 상기 주입기는 상기 입구로부터 상기 출구쪽으로 확장되는 CPC-형상의 x-y 프로파일을 가지며, 상기 x-y 프로파일은 내부 전반사를 통하여 상기 광을 가로지르는 허용각에 한정시킬 수 있도록 하고, 상기 주입기는 상기 광원과 결합되는 CPC를 갖는 슬래브(slab)의 x-z 프로파일을 포함하는 투명한 유전체로 이루어진 루미넌스-보존 비영상 백라이트.

**청구항 15**

상기 빔-확장 방출기는 또한 가로지르는 스윙 CPC 프로파일인 상부 표면과, 나아가 평면의 상부 표면을 갖는 상부 프리즘 블록을 더 포함하며, 상기 빔-확장 방출기의 CPC 프로파일 상부 표면과 에어갭을 형성하는 가로지르는 스윙 CPC 프로파일을 포함하는 하부 표면을 포함하는 시스템.

**청구항 16**

유계 입력 개구를 둘러싸고 이로부터 보다 큰 출구쪽으로 확장되는 반사성 벽을 포함하며, 여기서 유계 입력 개구는 y-z 좌표 평면을 정의하고 x-축을 정의하는 법선을 가지는, 공기가 채워진 주입기;

상기 출구를 채우는 z-축 실린드릭 렌즈;

상기 z-축 실린드릭 렌즈의 y-z 단면의 하부 z-반쪽에 광학적으로 부착되는 y-축 실린드릭 렌즈; 및

상기 z-축 실린드릭 렌즈의 y-z 단면의 상부 z-반쪽에 광학적으로 부착되는 평판형 빔-확장 주입기;를 포함하는 루미넌스-보존 비영상 백라이트.

**청구항 17**

유계 개구 밖으로 광자극(photostimulative) 광을 방출하는 발광 광원;

상기 광을 수광하는 입구와, 상기 광을 콜리메이팅하는 내부 반사성 확장 프로파일과, 라인 형상의 콜리메이트된 광을 형성하는 라인 마이크로구조의 측면향기(lateral deflector)를 포함하는 주입기;

콜리메이트된 광의 z-진행(z-going) 시트를 형성하는 하부 z-y 표면상의 마이크로구조의 패시트 방출기들과 함께, 상기 라인 형상의 콜리메이트된 광을 수광하며, 이를 평판형 도파관에 한정시키는 빔-확장 방출기;

상기 콜리메이트된 광 시트를 가로지르도록 위치하며, 상기 광자극 광에 대해서는 분광 통과성(spectral admittance)을 가지나 장파장 측광 광에 대해서는 분광 반사성(spectral reflectance)을 가지는 이색 필터;

상기 이색 필터를 통과하는 광자극 광을 수광하고 이에 대응하여 장파장의 광을 방출하기 위하여 상기 이색 필터에 인접하게 배치되는 측광(photoluminescent) 물질층;을 포함하는 평판형 백색 광원.

**청구항 18**

광원으로부터 광을 수광하는 입구를 포함하며, CPC 형상이 그로부터 허용각으로 한정되는 빔을 형성하는 제1 CPC-형상의 주입기;

각각이 국소적 플로우 선 필드에 접하는 일 면과 상기 광의 방향을 바꾸어 가로지르며 방출하는 선 광원을 형성

하도록 상기 제1 CPC-형상의 주입구의 플로우 선에 경사지는 별개의 면을 가지는 일련의 마이크로구조의 반사성 패시트를 포함하는 제1 선형 빔-확장기;

상기 가로지르며 방출되는 선 광원의 광을 수광하는 캠버형(cambered) 도파관을 포함하는 제1 빔-확장 방출기를 포함하며,

상기 제1 빔-확장 방출기는 상기 제1 CPC-형상의 주입구의 플로우 선에 접하는 매끄러운 상부 표면과 평판형으로 콜리메이트된 빔을 형성하기 위하여 상기 상부 표면을 통과하는 광을 편향시키는 패시트를 가지는 하부 표면을 포함하며, 상기 패시트는 상기 플로우 선에 일반적으로 평행한 면과 방사상의 외곽 방향으로 상기 수광된 광을 반사시키는 경사를 가진 연결 대각면을 가지는 루미넌스-보존 비영상 백라이트 시스템.

**청구항 19**

제18 항에 있어서,

상기 캠버형 제1 방출기의 외곽 둘레에 최근접하게 위치하는 확산 수단을 더 포함하는 백라이트 시스템.

**청구항 20**

제18 항에 있어서,

상기 CPC-형상의 주입기, 선형 빔-확장기 및 빔-확장 방출기를 포함하는 제1 백라이트;

서로 협동하는 CPC-형상의 주입기, 선형 빔-확장기 및 빔-확장 방출기를 구비하는 제2, 제3 및 제4 백라이트;를 더 포함하며,

상기 제1, 제2, 제3 및 제4 백라이트의 각각의 캠버형 방출기가 완전한 환형을 일체로 형성할 수 있도록, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 백라이트가 배열되는 백라이트 시스템.

**청구항 21**

광을 수광하는 입구와, 상기 광을 콜리메이팅하는 내부 반사성 확장 프로파일과, 라인 형상의 콜리메이트된 광을 형성하는 라인 마이크로구조의 측면향기;를 포함하는 주입기;

콜리메이트된 광의 z-진행 시트를 형성하는 하부 z-y 표면상의 마이크로구조의 패시트 방출기들과 함께, 상기 라인 형상의 콜리메이트된 광을 수광하며, 이를 평판형 도파관에 한정시키는 빔-확장 방출기;

상기 콜리메이트된 광 시트를 가로지르도록 위치하며, 상기 광자극 광에 대해서는 분광 통과성을 가지나 장파장 축광 광에 대해서는 분광 반사성을 가지는 이색 필터;

상기 이색 필터를 통과하는 광자극 광을 수광하고 이에 대응하여 장파장의 광을 방출하기 위하여 상기 이색 필터에 인접하게 배치되는 축광(photoluminescent) 물질층;

투명한 물질로 형성되며, 평면인 하부 표면 및 상기 빔-확장 방출기의 마이크로 구조의 패시트 방출기들에 등각적인 상부 표면과, 그들 사이에 위치하는 저 굴절률 투명 물질로 형성된 층을 가지는 최하위 블록; 및

상기 최하위 블록을 통과하여 방출되도록 상방향의 광자극 광을 되돌리는 최상위 평판형 반사기;를 포함하는 프론트라이트.

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 일반적으로 조명광학계에 관련되며, 특히 고휘도(high brightness)의 백라이트 및/또는 프론트라이트에 관한 것이다.

**배경기술**

<2> 광원의 루미넌스(luminance)에 거의 근접한 출력 루미넌스를 갖는 장치를 고휘도 장치라 한다. 많은 경우, 소형 디스플레이에 해당되는 수 천의 평방 밀리미터 크기와 비교하여, 단일 고휘력 LED(light-emitting diode) (예를 들어, 대략 2mm<sup>2</sup>의 면적을 갖는 LED)와 같은 매우 작은 광원에 대해 고휘도 장치를 구현하는 것은 어려운 일이

다.

<3> 소형 광원을 채용하는 고휘도 장치가 제공될 수 있다면 많은 경우에 유리할 수 있다. 그러나, 이런 장치를 제공 하는데에 소요되는 비용 및/또는 복잡성이 장애가 될 수 있다.

**발명의 상세한 설명**

<4> 본 출원은 발명의 명칭이 에텐듀가 보존되는 백라이트 및 프론트라이트용 조명광학계인 2005년 10월 21일에 출원된 미국 가출원 제60/729,188호의 우선권주장출원이다.

<5> 또한, 본 출원은 발명의 명칭이 에텐듀가 보존되는 백라이트 및 프론트라이트용 조명광학계인 2005년 07월 28일에 출원된 미국 가출원 제60/703,644호의 우선권주장출원이다.

<6> 발명의 일 실시예는 단일 고출력 LED와 같은 소형 광원을 사용하는 백라이트/프론트라이트 조명 장치를 제공한다. 최근, 이러한 LED들은 중간 사이즈(예를 들어, 3")의 디스플레이 전 영역에 대해 충분한 광도(luminosity)를 달성하고 있다. 복수의 LED들이 백라이트를 조명하는데 사용되는 경우, 복수의 LED들은 균일성을 위해 주변 둘레에 배치될 수 있다. 그러나 단일 LED를 사용하는 경우, 단일 LED는 오직 좁은 영역만을 조명하기 때문에, 전체 출사 개구에서의 균일성을 달성하는 데에는 분포 문제가 제기된다.

<7> 비영상 광학(nonimaging optics)의 에지 광선 원리(edge-ray principal)는 비영상 광학의 중심적인 양(quantity), 즉 광원 에텐듀(source etendue)의 최소 증가에 대한 법칙을 설명한다. 통상적인 직교 좌표  $x, y$ 를 가지고 2차원 프로파일을 계산할 때, 에텐듀는, 'x=일정'한 선상에서 계산될 수 있으며 따라서  $y$  좌표와 이것에 관한 것으로  $y$ 축을 기준으로 한 방향 코사인에 굴절률  $n$ 을 곱한 값으로 정의되는 광학적 방향코사인  $q$ 를 이용하여 정의될 수 있다. 만일 점  $y$ 에서 광학적 방향코사인  $q_0$  및  $q_1$ 이 상기 점에서 방출되는 광선을 경계를 지어,  $(q_0(y) \leq q(y) \leq q_1(y))$ 이고, 이러한 경계조건이  $y$  범위 ( $y_0 \leq y \leq y_1$ )하에서 정의된다면, 빔의 에텐듀  $E$ 는

$$E = \int_{q_0}^{q_1} \int_{y_0}^{y_1} dydq$$

<8> 로 주어지는 위상 공간 면적이다.  
 <9>

<10> 3차원에서, 에텐듀는 광원 면적  $A_s$ 와 광출력의 투영 입체각(projected solid angle)의 곱에 광원을 둘러싸는 광학 매질의 굴절률  $n$ 을 곱한 값이다. 입체각이 원뿔이라고 가정한다면, 3차원에서의 에텐듀는 다음과 같다:

$$E = nA_s \sin^2 \theta$$

<12> 여기서,  $\theta$ 는 입체 원뿔각(solid conical angle)의 수직에서 벗어난 각도(off-normal angle)이다. 만일 이 경계각  $\theta$ 가 개구 전체에 걸쳐 일정하지 않다면, 에텐듀의 표현은 보다 복잡하다.  $2\pi$  스테라디안으로 확산되는 램버시안 방사는  $\theta=90^\circ$ 로 표시된다. 이와 같이 확산되는 출력은 LED칩 자체에서의 방사가 갖는 특징이다.

<13> 이상적인 광학 시스템은 에텐듀를 보존하며, 이에 따라 이상적인 콜리메이터의 확대된 출력 면적은 좁은 빔 각도 내에서 그 자신의 유효한 높은 세기를 이끌어내는데, 이는, 출사 개구의 모든 점에서 조명되는 방향에서의 세기가 루미넌스(luminance)와 출사면적의 곱이기 때문이다. 한편, 태양광 집광기(solar concentrator)의 초점 스폿의 작은 사이즈는 넓은 빔 각도로부터의 유효한 높은 조사(irradiation)를 이끌어내는데, 이는 조사가 루미넌스와 입체각의 곱이기 때문이다. 특히, 잘 알려진 복합 포물형 집광기(CPC)는 2차원에서는 에텐듀-제한(etendue-limited) 광학계이며, 3차원에서는 거의 에텐듀-제한 광학계이다.

<14> 예를 들어,  $0.77\text{mm}^2$ 의 램버시안 출사 면적을 갖는 니치아(Nichia)의 백색 LED 모델 NSCW20을 고려해보기로 한다. 3.5" 대각 크기의 LCD는  $4000\text{mm}^2$ 의 면적을 가지며,  $\theta=0.8^\circ$ 의 매우 좁은 에텐듀-제한 출력각을 준다. 본 발명의 일 실시예에서는, 출사 개구 모두에서 광이 방출되는 것은 아니나 사실상 리본 세트가 밀접하게 묶여져 있어 사람의 눈이 이들을 분해할 수 없다. 몇몇 구현예에서, (유효 출사 면적을 고려한) 최고의 성능은 3 단계의 장치 조작 모두에 에텐듀-제한 광학계를 채용함으로써 얻어진다: 주입(injection), 빔 확장(beam expansion), 및 LED 광의 방출(ejection), 이 모든 과정동안 루미넌스가 보존된다. 주입은 LED 광의 제1 콜리메이션에 관여한다. 빔 확장은, LED 광을 라인광으로 늘리고, 방출되는 출사 영역으로 이 선광원을 늘리는 제2 빔 확장을 갖는데 관여한다. 출사광은 출사면(exit face) 전체에 걸쳐 균일한 휘도(brightness)를 가지는 것으로

보여야 한다. 본 발명의 몇몇 실시예는 이러한 기준 모두를 실현한다.

- <15> 나아가, 본 발명의 일 실시예는 투명한 유전체로 만들어지는 루미넌스를 보존하는 비영상 백라이트를 제공한다. 이 백라이트는 x축을 정의하는 법선을 가지며 y-z 좌표 평면을 정의하는 유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원; 상기 광을 수광하는 입구(input port); 제1 y-z 경계(boundary)를 정의하는 상기 입구와 제2 y-z 경계를 정의하는 보다 큰 출구(output port)를 가지는 주입기(injector); 및 상기 주입기로부터 광을 수광하기 위하여 상기 주입기의 출구와 광학적으로 커플되며 그것의 y-z 경계를 가지고 x-y 평면에 높이는 평판형 도파관을 포함하는 빔 확장 방출기;를 포함하며, 상기 주입기는 상기 입구로부터 상기 출구쪽으로 확장되는 x-y 프로파일을 가지며, 상기 x-y 프로파일은 내부 전반사를 통하여 그 자신의 루미넌스에 반비례하도록 광원 이미지(source image)의 x-y 각도폭(angular width)을 유지하도록 작동하며, 상기 주입기는 상기 광원상에서의 축에 대한 회전 표면(surface of revolution)과 그 자신의 허용각(acceptance angle)으로 음의 z 방향에 대해 기울어진 복합 포물형 집광기(CPC)의 상부 반쪽의 제1 부분인 스융 프로파일(swept profile)이며, 상기 스융 프로파일은 그 자신의 평면에서 광을 콜리메이팅하도록 하는 한편 상기 출구를 따라 방위각으로 상기 광이 분포되도록 기능하며, 상기 방출기는 상기 주입기의 CPC 프로파일의 남은 부분인 프로파일을 가지고 회전한 매끄러운 상부 표면을 가지며, 상기 방출기는 상기 상부 표면의 회전 표면과 회전 동축의 미세구조의 패시트(facet)를 포함하는 반사성의 하부 표면을 가지며, 상기 패시트는 상기 CPC 프로파일의 플로우 선(flow-lines)에 평행한 면과 수광된 광을 상방의 z-방향으로 반사시키는 경사(tilt)를 가지는 연결 대각면(connecting diagonal face)을 포함하며, 상기 대각면의 경사는 상기 상방향으로 반사되는 광이 상기 패시트에 공통되는 콜리메이팅 방향으로 굴절되도록 조정되는 투명한 유전체로 이루어져 있다.
- <16> 나아가, 본 발명의 다른 실시예는 루미넌스를 보존하는 비영상 백라이트 시스템을 제공한다. 이 시스템은 유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원; 상기 개구로부터의 광을 수광하는 입구(input port)를 포함하며, 그것으로부터 허용각에 한정되는 빔을 형성하는 CPC-형상의 주입기; 각각이 국소적 플로우 선(flow-line)에 접하는 면(face)을 가지며 상기 광을 편향시키고 가로지르며 방출되는 선광원(line source)을 형성하기 위하여 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 비스듬한 일련의 마이크로구조의 반사성 패시트를 포함하는 선형 빔 확장기; 및 상기 편향된 빔을 수광하는 평판형 도파관을 포함하는 빔 확장 방출기;를 포함하며, 상기 빔 확장 방출기는 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 접하는 매끄러운 상부 표면과 수광된 광을 상기 상부 표면을 통하여 편향시켜 빔을 형성하는 패시트를 갖는 하부 표면을 포함하며, 상기 하부 표면 패시트는 상기 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 일반적으로 평행한 면과 상기 수광된 광을 상방의 z-방향으로 반사시키는 경사(tilt)를 가지는 연결 대각면을 포함하며, 상기 대각면의 경사는 상기 상방향으로 반사되는 광이 상기 하부 표면 패시트에 공통되는 콜리메이팅 방향으로 굴절되도록 조정된다.
- <17> 더 나아가, 본 발명의 또 다른 실시예는 투명한 유전체로 이루어진 루미넌스-보존 비영상 백라이트를 포함한다. 이러한 일례의 백라이트 및/또는 시스템은 x-축을 정의하는 법선을 가지며 y-z 좌표 평면을 정의하는 유계 개구(bounded aperture)로부터 광을 방출하는 발광 광원; 상기 광을 수광하는 입구(input port); 일 y-z 경계(boundary)를 정의하는 상기 입구와, 별개의 경계를 정의하는 보다 큰 출구(output port)를 가지는 주입기(injector); 상기 주입기의 출구에 접합된 쿼터-실린더 터닝 프리즘(quarter-cylindrical turning prism); 및 상기 주입기에 인접하여 그로부터 에어갭으로 이격되어 배치되며, 상기 터닝 프리즘에 광학적으로 결합된 입구를 가지고 확산되게 반사하는 하부 표면을 가지는 상기 빔-확장 방출기;를 포함하며, 상기 출구는 y-z 평면과 x-y 평면 사이에서 경사지어 있으며, 상기 주입기는 상기 입구로부터 상기 출구쪽으로 확장되는 CPC-형상의 x-y 프로파일을 가지며, 상기 x-y 프로파일은 내부 전반사를 통하여 상기 광을 가로지르는 허용각에 한정시킬 수 있도록 하고, 상기 주입기는 상기 광원과 결합되는 CPC를 갖는 슬래브(slab)의 x-z 프로파일을 포함한다.
- <18> 본 발명의 또 다른 실시예는 유계 입력 개구를 둘러싸고 이로부터 보다 큰 출구쪽으로 확장되는 반사성 벽을 포함하며, 여기서 유계 입력 개구는 y-z 좌표 평면을 정의하고 x-축을 정의하는 법선을 가지는, 공기가 채워진 주입기; 상기 출구를 채우는 z-축 실린드릭 렌즈; 상기 z-축 실린드릭 렌즈의 y-z 단면의 하부 z-반쪽에 광학적으로 부착되는 y-축 실린드릭 렌즈; 및 상기 z-축 실린드릭 렌즈의 y-z 단면의 상부 z-반쪽에 광학적으로 부착되는 평판형 빔-확장 주입기;를 포함하는 루미넌스-보존 비영상 백라이트를 포함한다.
- <19> 본 발명의 또 다른 실시예는 평판형 백색 광원을 포함한다. 이러한 광원의 일례는 유계 개구 밖으로 광 자극(photostimulative) 광을 방출하는 발광 광원; 상기 광을 수광하는 입구와, 상기 광을 콜리메이팅하는 내부 반사성 확장 프로파일과, 라인 형상의 콜리메이트된 광을 형성하는 라인 마이크로구조의 측편향기(lateral deflector)를 포함하는 주입기; 콜리메이트된 광의 z-진행(z-going) 시트를 형성하는 하부 z-y 표면상의 마이크로구조의 패시트 방출기들과 함께, 상기 라인 형상의 콜리메이트된 광을 수광하며, 이를 평판형 도파관에 한정

시키는 빔-확장 방출기; 상기 콜리메이트된 광 시트를 가로지르도록 위치하며, 상기 광자극 광에 대해서는 분광 통과성(spectral admittance)을 가지나 장파장 축광 광에 대해서는 분광 반사성(spectral reflectance)을 가지는 이색 필터; 상기 이색 필터를 통과하는 광자극 광을 수광하고 이에 대응하여 장파장의 광을 방출하기 위하여 상기 이색 필터에 인접하게 배치되는 축광(photoluminescent) 물질층;을 포함한다.

- <20> 나아가, 본 발명의 또 다른 실시예는 광원으로부터 광을 수광하는 입구를 포함하며, CPC 형상이 그로부터 허용 각으로 한정되는 빔을 형성하는 제1 CPC-형상의 주입기; 각각이 국소적 플로우 선 필드에 접하는 일 면과 상기 광의 방향을 바꾸어 가로지르며 방출하는 선 광원을 형성하도록 상기 제1 CPC-형상의 주입구의 플로우 선에 경사지는 별개의 면을 가지는 일련의 마이크로구조의 반사성 패시트를 포함하는 제1 선형 빔-확장기; 상기 가로지르며 방출되는 선 광원의 광을 수광하는 캠버형(cambered) 도파관을 포함하는 제1 빔-확장 방출기;를 포함하며, 상기 제1 빔-확장 방출기는 상기 제1 CPC-형상의 주입기의 플로우 선에 접하는 매그러운 상부 표면과 평판형으로 콜리메이트된 빔을 형성하기 위하여 상기 상부 표면을 통과하는 광을 편향시키는 패시트를 가지는 하부 표면을 포함하며, 상기 패시트는 상기 플로우 선에 일반적으로 평행한 면과 방사상의 외곽 방향으로 상기 수광된 광을 반사시키는 경사를 가진 연결 대각면을 가지는 루미넌스-보존 비영상 백라이트 시스템을 제공한다.
- <21> 본 발명의 또 다른 실시예는 프론트라이트를 제공한다. 이러한 프론트 라이트는, 광을 수광하는 입구와, 상기 광을 콜리메이트하는 내부 반사성 확장 프로파일과, 라인 형상의 콜리메이트된 광을 형성하는 라인 마이크로구조의 측면향기;를 포함하는 주입기; 콜리메이트된 광의 z-진행 시트를 형성하는 하부 z-y 표면상의 마이크로구조의 패시트 방출기들과 함께, 상기 라인 형상의 콜리메이트된 광을 수광하며, 이를 평판형 도파관에 한정시키는 빔-확장 방출기; 상기 콜리메이트된 광 시트를 가로지르도록 위치하며, 상기 광자극 광에 대해서는 분광 통과성을 가지나 장파장 축광 광에 대해서는 분광 반사성을 가지는 이색 필터; 상기 이색 필터를 통과하는 광자극 광을 수광하고 이에 대응하여 장파장의 광을 방출하기 위하여 상기 이색 필터에 인접하게 배치되는 축광(photoluminescent) 물질층; 투명한 물질로 형성되며, 평면인 하부 표면 및 상기 빔-확장 방출기의 마이크로 구조의 패시트 방출기들에 등각적인 상부 표면과, 그들 사이에 위치하는 저 굴절률 투명 물질로 형성된 층을 가지는 최하위 블록; 및 상기 최하위 블록을 통과하여 방출되도록 상방향의 광자극 광을 되돌리는 최상위 평판형 반사기;를 포함한다.
- <22> 본 발명의 상세한 설명과 본 발명의 원리를 이용하는 예시적인 실시예를 설명하는 첨부된 도면을 참조하면, 본 발명의 특징과 잇점을 보다 잘 이해할 수 있을 것을 것이다.

**실시예**

- <100> 이하 본 발명의 원리를 이용하는 구체예들을 설명하는 실시예들에 대한 상세한 설명과 첨부된 도면을 참조함으로써, 본 발명의 특징 및 잇점들은 더욱 명확해질 것이다.
- <101> 앞서 언급한 바와 같이, 광원의 루미넌스와 거의 비슷한 출력 루미넌스를 방출하는 장치는 종종 고휘도 장치와 동일시되거나 고휘도 장치로 불리운다. 소형 디스플레이에 해당되는 수 천의 평방 밀리미터 크기와 비교하여, 대략 2mm<sup>2</sup>의 면적을 갖는 단일 고출력 LED와 같은 상대적으로 매우 작은 광원에 대해 고휘도 장치를 구현하는 것은 일반적으로 어려운 일이다. 이는 일반적으로 오직 출력각이 대응되어 작은 경우에만 달성될 수 있으며, 이에 따라 사실상 모든 광이 실질적으로 평행하게 방출되며, 이는 현재 사용가능한 (매우 작은 면적의) LED 또는 통상적인 콜리메이터 광학계와 결합한 LED를 이용하여서는 종종 실시 가능하지 못하다. 이러한 성능은 콜리메이트 백라이트( 또는 프론트라이트)라 부를 수 있는 반면에, 이 용어는 상대적으로 넓은 각의 출력(즉, ±30°)에 느슨하게 적용되어 왔다.
- <102> 본 발명의 실시예들은 좁은 각도 범위에서 고출력 밝기를 가지며 높은 공간 균일성을 갖는 장치를 제공한다. 나아가 본 실시예들은 상대적으로 매우 얇은 프로파일 안에서 고출력 밝기를 가지는 제공하며, 반면에 종래 렌즈는 통상적으로 이러한 빔 확장을 달성하기 위하여 상당한 두께를 요구한다.
- <103> 도 1a는 니치아사의 예시적인 LED 패키지의 상면도이다. 가장 중요한 점은 라운드된 사각형상의 발광 영역(11)이며, 이 영역은 법선(12) 주위로 램버시안 패턴(Lambertian pattern)으로 백색광을 방출한다. 도 1b는 동일 LED 패키지의 측면도이다. 두 도면 모두 척도를 보여주기 위하여 패키지 크기를 나타내고 있으며, 패키지(10)에 법선 방향을 x 방향으로, 그 길이 방향을 y 방향으로, 그 폭 방향을 z 방향으로 하는 직교 좌표계를 소개한다. 에미터(11)의 면적은

- <104>  $A_e = (1.8 - 0.45) * 0.45 + \pi * 0.45^2 / 4 = 0.77 \text{ mm}^2$
- <105> 와 같이 이해될 수 있다. 램버시안 광원에서 방출되는 각 루멘(lumen)에 대하여, 세기는  $1/\pi$  칸델라이다. 2.7 루멘의 평가된 광도는  $2.7 / (\pi * 0.77) = 0.12 \text{ candela/mm}^2 = 1,120,000 \text{ 니트(nits)}$ 의 상당히 높은 루미넌스를 준다. 이는 하늘 위의 태양광에서의 백색광보다 30 배 이상 더 밝은 것이며, '고휘도'라 불릴 수 있다.
- <106> 도 2a는 x-y 평면에서의 백라이트(20)의 상면도이다. LED 출사 영역(11)은 공기 갭없이 광학적으로 접촉된 상태로 그 빛을 주입기(21)에 비추도록 배치된다. 주입기(21)는 그 외곽에 TIR-반사기 프로파일(22)을 포함한다. 사각형상의 방출기(23)는 표준 비디오의 4:3 비율을 가지며, 원형 홈(24)을 통하여 광을 방출한다. 이 출력 광은 도면의 평면으로부터 관찰자 방향으로 방출된다. 이 방출된 광은  $\phi 25$ 의 시야각으로 600 니트의 최소 휘도를 가지고 LCD(Liquid-Crystal Display)(미도시)에 조명될 수 있도록 조작가능하다. 이는
- <107>  $600 * (40.7 / 10,000) * \pi * \sin^2 25^\circ = 1.37 \text{ 루멘}$
- <108> 의 최소 광도에 해당된다. 따라서, 전술한 2.7 루멘의 LED 광도는 광효율이 적어도 51%가 될 것이 요청될 것을 나타내고 있으며, 이러한 광효율은 본 발명의 실시예들에 의해 쉽게 달성될 수 있으나, 다른 시스템의 경우 콜리메이션과 공간 균일성을 함께 하며 달성하기란 매우 어렵다.
- <109> 도 2a는 프로파일(22)이 어떻게 내부 전반사를 이용하여 점 26r에서, 예시적으로 P 점에서 보았을 때 에미터(11)의 각도 폭  $\beta$ (P)을 조절하기 위해 예시적인 광속(25,26)을 형성하는지를 보여준다.
- <110> 도 2b는 백라이트(20)의 홈-반경을 따라 x-z 평면에서의 단면도로서, 주입기(21)와 방출기(23)를 방출을 위한 바닥 홈(24)과 함께 보여준다. 방출기(23)는 빔 확장(주입기(21)에서 제1 빔 확장이 있다)과 방출의 두 기능을 수행한다. 주입기(21)는 0.45mm 폭의 LED 에미터(11)로부터 3mm의 전체 두께까지 확장된다.
- <111> 도 2c는 백라이트(20)를 통과하는 동일한 단면도를 CPC 프로파일(21), 방출기 단면(23), 및 플로우 선 홈(24)과 함께 보여준다. 수평방향의 접선(20T)은 어떻게 CPC 프로파일(21) 그 자체가 하방으로 경사지는지 보여준다. 또한 우측 하방으로 경사지게 보여지는 평행한 예지 광선(27)도 도시된다.
- <112> 또한 도 2d는 명료하게 도시될 수 있도록 백라이트(20)가 제거된 채로 광선(27)을 도시한다. 또한 우측 상방으로 진행되는 평행한 예지 광선의 세트(28)가 도시되는데, 이 세트(28)는 전술한 CPC 프로파일(21)의 수평 밑으로 이루어진 경사 때문에 라이(27)보다 덜 경사지어 있다. 부채 형상의 광선 팬(29)은 광원(미도시되어 있으나, 도 2c에 참조번호 11로 표시됨)의 상부 모서리로부터 진행된다.
- <113> 도 3은 단위 반-폭의 입력 개구(31)와  $1/\sin \alpha$ 의 세미-폭을 갖는 출사 개구(32)를 가지며, 허용각  $\alpha$ 의 쌍방향으로 대칭적인 CPC 프로파일(30)을 도시한다. 허용각  $\alpha$ 는 5로 도시되어, 입력으로부터 프로파일(30)의 출사 개구까지의 CPC 길이가  $[(1/\sin \alpha) + 1] / \tan \alpha = 143$  이 된다. 각도  $2\alpha$ 는 CPC(31) 내에 모든 점에서 광선이 전체적으로 이 각도 범위에 채워진다는 사실을 가조하기 위하여 도시된다. 평행한 하부 예지 광선(33)은 모두 각도  $-\alpha$ 에 놓인다. 상부 예지 광선(34)은 입력 개구(31)의 하부 모서리로부터 출사 개구(32)의 상부 모서리까지의 각도  $\alpha$ 에서 진행된다. 이러한 세그먼트들은 유속(flow lines)이라 불리는데, 이는 그들 위에 위치하는 2-축 미러가 CPC(31)의 광출력을 바꾸지 않고, 따라서 이것들은 그에 접하기 때문에 광 흐름을 방해하지 않는다고 할 수 있기 때문이다. 플로우 선은 도 16에서 보다 상세하게 후술하기로 한다.
- <114> 도 4a는 굴절율  $n$ 을 투명 물질로 채워진 프로파일(4)을 도시한다. 상부 표면(41)은 도 3의 CPC(3)의 상부 모서리와 동일하며, 수평 바닥 모서리(42)는 도 2의 세그먼트(35)와 동일하다. 빔렛(beamlets)(44)sms 플로우 선 세그먼트들(42) 사이에서 방사하는 광을 표시한다.
- <115> 도 4b는 프로파일(40)의 좌측의 근접도이며, 상부 CPC 표면(41)과 플로우 선 세그먼트(42)를 도시하는데, 이들은 직교하는 세그먼트(42)과 연결되어 있다. 또한 빔렛(44)이 도시되어 있는데, 이는 플로우 선에 의해 방해되지 않는 원래의  $2\alpha$  광을 나타낸다. 만일 그것들이 공기속으로 방출된다면 그것들은 작은  $\alpha$ 에 대하여  $2n\alpha$ 의 폭이 될 것이다. 도 4a 및 도 4b에 도시된 장치는 CPC(42), 탑 라인(41), 및 출사 세그먼트(42)에 의해 유계되어 있으며, 탑 라인(41)은 또한 플로우 선이 된다. 도 2c의 에미터(11)로부터의 광선은 오직 출사 세그먼트(43)에 도달하기 전에 플로우 선상에 반사되기에, 광다발(bundle)은 CPC를 고려하면 교란되지 않는다. 따라서, 세그먼트(43)에서 광선의 각도 퍼짐은, 완전한 CPC의 내부 점에서와 동일하게,  $2\alpha$ 이다.
- <116> 도 5a는 CPC-형상의 상부 표면(52), 바닥 수평 세그먼트(52), 및 대각 연결 세그먼트(53)를 포함하는 프로파일

(50)을 도시한다. 여기서, 대각 연결 세그먼트(53)는 기울어져 있어 광을 상방으로 반사시켜 수직한 빔렛(54)을 형성할 수 있게 한다. 대각 연결 세그먼트(53)는 또한 방출기 외면으로 간주될 수 있다. 실제 장치에서, 세그먼트(52,53)는 매우 작아 나안에 보이지 않고, 따라서 여기에 도시된 10개보다 훨씬 많은 수들이 마련된다. 이러한 고해상의 구현은, 사람 눈에 의한 블러(blurring)가 전체 표면에 단순히 경사진 홈에 비해 오히려 균일한 밝기로 나타날 수 있게 하기 때문에, 인지하는 휘도가 비례적으로 감소되게 할 수 있다. 이것은 그들이 상부 표면(51)을 출사하기 전에 빔렛(54)의 각도 폭  $2n\alpha$ 를 바꾸지 않고 이루어질 수 있다. 방출기 면들(53)의 경사각  $\rho$ 의 개별적인 값들은 모든 출력 빔렛(54)이 평행하게 되기 위하여 상부 표면(51)의 가변 경사에 보상하도록 조정될 수 있다.

<117> 이러한 블러링을 하기 위하여, 방출기 면들(53)은 빔렛(54)이 단지 상부 표면(51)의 외측에 접치도록 충분히 가깝게 있다. 보이지 않도록 하기 위하여, 최대 간격은, 몇몇 실시예에서,  $190\mu$ 가 된다. 다른 경우로, 홈 구조가 관찰자에 의해 식별될 수 없도록 확산기(diffuser)가 장치 위에 배치될 수 있다.

<118> 도 5b는 프로파일(50)상에 방출기 면들(53) 중 어느 하나의 근접도이다. 각도  $2\alpha$ 에 대응되는 에지 광선의 배열(55)은 방출기 면들(53)의 경사진 모서리를 조명하는데, 방출기 면들(53)의 경사진 모서리는 광선을 상방으로 내부 전반사시켜 그들이 수직한 빔렛(54)이 되도록 한다. 주입-몰드 부분에서, 외곽 코너(56)는 구형으로 라운드 처리되며, 이러한 구형은 일반적으로 광 파장의 많은 배수의 반경을 갖는다.

<119> 이러한 라운딩은 수평 모서리(52)를 방출기 면들(53)의 보여진 면과 결합하는 라운드된 외곽 코너(56)를 보여주는 근접도인 도 5c에 도시되어 있다. 라운드된 코너(56)는 굴곡 C의 중심으로부터 반경  $r$ 을 가지며, 둘러싸는 각도  $\rho$ 의 호를 형성한다. 에지 광선의 배열(57)과 주 광선은 부채 형상의 광선 팬(58,59)으로 퍼진다. 상방향 광선 팬(58)은 물질의 임계각 내에 있으며, 따라서 백라이트를 벗어나는 반면에, 대각방향의 광선 팬(59)은 백라이트를 벗어나지 않는 광선을 포함하며 따라서 출력에 기여하지 않는다. 광선 팬(58)의 넓은 각도는 에텐듀에서의 증가와 함께 광선을 산재하게 한다.

<120> 다시 도 2a를 간략히 살펴보면, 광원(11)으로부터 방출기(23)로 향하는 주입기(21)가 거의 방출기(23) 자체의 폭을 가지고 있음을 볼 수 있다. 주입기(21)의 폭을 보다 좁게 하기 위하여, 도 6의 양호한 실시예가, 보다 복잡하게 몰드되어 있기는 하지만, 개시되어 있다. 백라이트(60)은 LED 패키지(10), 좌측 경계(63)에서 CPC 프로파일을 갖는 주입기(62), 내부 전반사 편향기 보이드(totally internally reflecting deflector voids)(64), 및 그 바닥에 마련된 선형 반사기 홈(66)을 가지는 사각형상의 방출기(65)를 포함한다. CPC 프로파일(63)은 도 3의 프로파일(30)으로부터 스케일이 커지고 비슷하게 광원(10)으로부터의 광의 각도 범위를 좁힌다. 보이드(42)는 신축가능한 삽입물로 몰드되어 형성될 수 있다. 그것들이 공기로 충전되는 한, 내부 반사되는 빔렛(67)은 있다. 그것들은 사각형상의 방출기(65)의 전체 사각형 면에 일정한 조명을 전달할 수 있도록 성형될 수 있다(이러한 사각형상의 방출기(65)는 빔 확장 및 방출의 두 기능을 수행한다). 방출기(23)의 단면은, 도 2b에 도시되듯이, 도 6의 사각형상의 방출기(65)에 동등하게 적용된다.

<121> 도 7a는 백라이트(70)의 상면도이다. 백라이트(70)는 LED 패키지(10), CPC 콜렉터(collector)(71), 혼합 로드(rod)(72), (제1 빔 확장을 생성하며) 플로우 선과 함께 방출면(74)을 갖는 주입기(73), 에어갭(75), 및 (제2 빔 확장을 생성하며) 바닥에 방출기 외면(77)을 갖는 선형 플로우 선 홈을 가지는 방출기(76)를 포함한다. LED 패키지(10)와 CPC(71) 사이에는 굴절률 매칭 접착제보다는 도시되기에 매우 작은 에어갭이 있다. 이는, 출력 각도가 매우 작지 않는한,  $1.5\sim 1.6$  범위에 있는 정형적인 굴절률은 LED의 방출을 전체로  $\pm 90^\circ$ 로 제어하기에 적당하지 않기 때문이다. 에어 갭은  $\pm \sin(1/n)$ , 또는 대략  $40^\circ$ 로 CPC 내의 범위를 축소한다. 그렇지 않다면, LED에 결합되는 여기에서의 모든 CPC는 그것과 LED 사이에 이와 같은 에어 갭을 가질 것이다.

<122> 도 7b는 LED 패키지(10), CPC 콜렉터(71), 혼합 로드(72), 주입기(73), 및 플로우 선과 출력면(74)을 보여주는 백라이트(70)의 바닥 부분의 단면도이다.

<123> 도 7c는 LED 패키지(10), CPC 콜렉터(71), 혼합 로드(72), (제1 빔 확장을 생성하며) 출력면(74)을 가지는 플로우 선 홈을 가지는 주입기(73), 에어 갭(75), 및 (제2 빔 확장을 생성하는) 방출면(77)을 갖는 플로우 선 홈을 가지는 방출기(76)를 보여주는 백라이트(70)의 바닥 부분의 투시도이다.

<124> 도 7d는 주입기(73), 방출기(76), 플로우 선 계단(74), 에어갭(75), 및 방출기(76)의 모서리의 결합을 보여주는 도 7c로부터의 근접도이다.

<125> 도 7e는 LED 광원(10), CPC(71), 혼합 로드(72), 주입기(73), 에어갭(75), 방출기(76), 및 플로우 선 홈과 방출기 외면(77)을 보여주는, 백라이트(70)의 높게 경사지어 투사한 측면도이다.

- <126> 도 7f는 플로우 선 흡과 방출기의 외면(77)과 얇은 팁(78)을 보여주는 방출기(76)의 매우 ??단에서의 매우 경사 지어 투사한 측면도이다. 흡의 작은 크기는 팁(78)이 실질적으로 주입 몰드하기에는 너무 얇게 한다. 따라서, 보다 양호한 수정된 실시예를 후술한다.
- <127> 도 8a는 LED 패키지(10), CPC 콜렉터(81), (제1 빔 확장을 생성하는) 방출면(83)과 함께 플로우 선 흡을 갖는 주입기(82), 좁은 등각의 저굴절율 갭(84) 및 (제2 빔 확장을 생성하고 빔을 방출하며) 역반사기 코너(86)를 갖는 끝단을 갖는 방출기(85)를 포함하는 백라이트(80)의 상면도이다. 관찰자로부터 방출기(85)의 반대쪽 측에서 거의 보이지 않는 홀로그래픽 확산기 시트(87)는 후속하는 도면에 잘 나타나 있다.
- <128> 도 8b는 LED 패키지(10), CPC 콜렉터(81), 방출면(83)과 함께 플로우 선 흡을 갖는 방출기(82), 좁은 저굴절율 갭(84), 역반사기 끝단 코너(86)를 갖는 방출기(85), 및 홀로그래픽 확산기 시트(87)를 보여주는, 백라이트(80)의 투시도이다.
- <129> 도 8c는 겹쳐진 확산기 시트(87)와 함께 방출기(85)의 팁을 보여주는, 백라이트(80)의 근접도이다. 점선(86p)는 최소 몰딩 가능한 두께를 지나는, 방출기(85)의 프로파일의 가상적인 연속을 보여준다. 대신에, 단면 섹션(85t)은 일정한 두께를 가지며, 역반사기(86)으로 연장되며, 이는 끝단 섹션(85e)을 조명하며, 단면 섹션(85t)의 말단 반쪽이다.
- <130> 도 8d는 배면 에지 흡이 파인 역반사기(86) 및 홀로그래픽 확산기 시트(85)를 보여주는, 방출기(85)의 끝단의 투시 근접도이다.
- <131> 도 9a는 LED(91), CPC 상부 프로파일(92), 및 방출면(93)을 포함하는 백라이트(90)의 단면도이다. 이들 방출면들은, 플로우 선 흡의 짧은 세그먼트의 끝단에서, 결과적인 출력 라인을 자르는 오프셋되어 있다. 즉, 플로우 선과 방출면으로 형성되는 흡은 방출기의 측면에서 측면으로 연장되지 않으며, 그것은 제한된 두께를 갖는다. 이러한 방식으로, 방출기의 방출면은 라인 형상보다는 사각형상이다. 따라서 출력 빔렛(94)들은 관찰자가 식별하기에 더욱 어려운 분리된 스폿이다. 에지 빔렛(95)은 내측 출력 빔렛(94)과 동일한 세기를 가질 것이다.
- <132> 도 9b는 수많은 빔렛 스폿(94)들의 복잡하게 얽히 패턴을 보여주는, 백라이트(90)의 상면도이다. 이들은, 눈으로 구별하기에는 너무 많고 조밀하다는 실질적인 이유 때문에 사이즈와 간격에서 과장되어 있다.
- <133> 도 10은 LED 광원(101), 에어갭(103)을 형성하는 플로우 선 흡을 갖는 방출기(102), 및 매칭 백 피스(matching back piece)(104)를 포함하는, 백라이트(100)의 투시 측면도이다. 빔렛(105)은 결합되어, 주변광(L1)이 압도되도록, 가지적으로 강한 출력(106)을 관찰자에게 제공한다. 동시에, 관찰자(108)은 추출기(102)의 플로우 선 표면으로부터 상대적으로 교란되지 않는 주변광(L2)을 볼 수 있다.
- <134> 도 11은 각각 서로 다른 색광을 갖는 상부 백라이트(111)와 하부 백라이트(115)를 포함하는 이중 컬러 백라이트(110)를 도시한다. 제1 컬러의 광각의 입력 광선 팬(112)은 상부 백라이트(111)에 의해 협각의 빔렛(113)으로 변환된다. 제2 컬러의 광각의 입력 광선 팬(116)은 하부 백라이트(115)에 의해 협각의 빔렛(117)로 변환된다. 두 백라이트는 측면으로 배치되어 빔렛(117)이 빔렛(113)에서 조명되도록 한다. 명료하게 하기 위하여, 이들 두 백라이트의 위에 적층되어 RGB 시스템을 이루는 제3 백라이트는 도시되지 않았다.
- <135> 만일 제3 컬러가 불필요하다면, 보다 간단한 배치가 가능하다. 도 12는 제1 컬러의 상부 백라이트(121)와 제2 컬러의 뒤집어진 하부 백라이트(125)와 그들 사이에 개재된 에어갭(129)을 포함하는 이중 백라이트(120)를 도시한다. 백라이트(121)은 광각 입력(122)를 빔렛(123)으로 변환한다. 하부 백라이트(125)는 광각 입력(126)을 최초에는 하방으로 가나 미러코팅된 표면(128)에서 상방향으로 반사되어 제1 컬러의 빔렛과 결합되는 출력 빔렛(127)으로 변환한다.
- <136> 보다 컴팩트하게 하기 위하여, 백라이트 밑에 주입 광학계를 놓은 것도 가능하다. 몇몇의 양호한 실시예는 상방 또는 하방으로 광을 방출하는 이러한 바닥 주입 가테고리하에서 가능하다.
- <137> 도 13a는 LED(1311), CPC 하부 섹션(1312), 쿼터 로드(1313), 포물형 상부 섹션(1314), 및 등각 에어갭(1316)에 의해 포물형 상부 섹션(1314)으로부터 이격된 상부 방출기 웨지(1315)를 포함하는, 백라이트(131)의 (상부) 측면면과 (선 1310으로 정의되는 하부) 평단면을 도시한다. 웨지(1315)를 제외한 모든 것은 백라이트(131)의 부품들의 나머지에 접합되어 있거나 또는 에어갭없이 광학적으로 결합되어 있다. 도 13a의 두 단면도에서 볼 수 있듯이, LED(1311)은 하부 섹션(1312)에 광학적으로 결합되어 있고, 그것들의 프로파일은 확장되는 수직 프로파일(1312v)을 가지고 시작되어 하부 섹션(1312)의 슬래브 형상의 몸체에 이른다. 도 13a의 하부 단면도는 수평 CPC 프로파일(1312c)를 보여준다. CPC 하부 섹션(1312)의 바닥 프로파일의 선형 부분은 프로파일(1312v)에서 접

A로 연장된다. 점 A에서 점 B는 점 F에 초점과 축(1312a)를 갖는 반사성 포물형 호(1312p)이다. 하부 섹션(1312)의 상부 프로파일은 점 B에서 점 F로 진행하며, 그로부터 수평으로 프로파일(1312v)의 상부 파트로 진행한다.

- <138> 도 13a의 상부 단면도에서, 반사성 원형의 호(1313c)는 쿼터 로드(1313)의 외곽 프로파일을 정의한다. 점 C에 점 D까지는 F에서의 초점과 축(1314a)를 갖는 포물형 호(1314p)가 진행하며, 이는 웨지(1315)의 하부 표면과 함께, 상부 섹션(1314)의 상부 표면을 정의한다. 백색 박막 필름 확산 반사기(1316)는 상부 섹션(1314)의 바닥과 결합하나, 하부 섹션(1312)의 평면 상부 표면에 접촉하지 않는다. 예시적인 광선(1317)은 장치를 통과하여 반사적으로 진행하여 백색 반사기(1316)에 의해 상방으로 확산 산란됨으로써 끝날 수 있다. 예시적인 산란 광선(1317s)은 하방으로 다시 내부 반사하여 1318 위치에 산란되고, 그들중 일부는, 예를 들어 광선 1319와 같은 경우 탈출한다. 산란된 광선(1318s)은 웨지(1315)의 평평한 상부 표면에 의해 비슷하게 하방으로 다시 내부 반사한다. 이는 반사기(1316)에서 산란되고 포획된 광의 대부분이 다른 광이 백라이트 출력으로서 상부 방출 웨지(1315)를 통해 탈출할 수 있도록 다시 되돌아가 재활용되는 것을 설명한다. 또한, 이와 같이 탈출한 광의 프레넬 반사는 광선 1319f에서 보여지듯이, 비슷하게 재활용될 수 있을 것이다. 이러한 내부 반사광의 재활용은 그들의 백라이트 루미넌스와 균일성을 증가시키는데 유리하다.
- <139> 도 13b는 백라이트(132)의 (윗쪽) 측단면도와 (아랫쪽) 평 단면도를 도시한 것으로, 백라이트는 유사하게 LED(1321), 하부 섹션(1322), 3/8 번째 실린드릭 로드(1323), 그리고 예시적인 광 산란 포인트(1326s)들로 표시된 그 포물선 바닥에 부착된 확산 반사층(1326)을 가지는 포물선 웨지 상부 섹션(1324)을 포함한다. 명확성을 위해, 광선과 그들의 표시가 도시되지 않았지만 그들은 도 13a에서의 그것들과 유사하게 존재할 것이다. 하부 섹션(1322)은 LED(1321)가 1322에 결합된 옆에 확장기 프로파일(1322v)을 가진다. 1322의 하부 표면은 또한 평평한 하부 표면(1322f)과, 초점 F와 축(1322a)을 가지고 점 A로부터 점 B까지 연장된 반사 포물선 아크(1322p)를 포함한다. 반사 환형의 135° 아크(1323c)는 로드(1323)를 속박하고, 섹션(1322)(1324)에 광학적으로 부착되어 있다.
- <140> 예비적인 두 개의 실시예에서 반사 수단들이 필요 없다면 유전 물질이 더 적게 사용될 것이기 때문에 유리하다. 도 13c는 백라이트의 측단면도(윗쪽)와 평면 단면도(아랫쪽)를 도시한 것으로, LED(1331), 횡단면의 시점 라인(1330)을 가지는 하부 중공 반사 섹션(1332), 렌즈 세르니-로드(lensed serni-rod)(1333) 및 확산기(1334)에 의해 덮혀진 상부 확산-반사기 트레이(1336)를 포함한다. 광학 리사이클링은 확산기 필름(1334)에 의한 후방산란을 통해 그리고 반사기(1336)로 되돌아오는 것으로 이루어진다. 반원(1333c)은 1333의 외부 프로파일을 한정하며, 산란(1336s)에 의해 예시된 확산된 방출을 위해 렌즈(1333L)로부터 수광된 광을 트레이(1336) 위로 평평한 출사면(1333f)을 통해 상부와 뒤쪽으로 보내도록 내부 전반사로 동작한다. 렌즈 프로파일(1333L)은 중공의 반사기(1332)와 협력하여 동작하여 LED(1331)로부터 광을 모으고 1333의 몸체 내에 그것을 안내한다.
- <141> 다음의 두 개의 바람직한 실시예는 상부 반사기를 사용하여 하부 주입기 섹션을 통해 출력을 아래로 방출하지만 도 13a의 형상과 기하학적으로 동일하게 관련되어 있다.
- <142> 도 13d는 LED(1341), CPC 하부 섹션(1342), 쿼터로드(1343), 반사코팅(1345)을 가지는 포물형의 상부 섹션(1344) 및 1344의 평탄한 바닥에 부착되고 1345와 하부 섹션(1342)의 평탄한 상부면 사이에 얇은 에어갭(미도시)을 가지는 확산 투과창(1346)을 포함하는 백라이트(134)의 측 단면도(상부)와 평 단면도(라인 1340에 의해 정의된 하부)를 보인다. 작고 비슷한 에어갭들을 가로지르는 CPC 프로파일(1342c)의 양 측부에는 백라이트의 하부 출력면을 완성하는 두 개의 측부 슬래브(lateral slab)(1347)가 마련된다.
- <143> 도 13e는 LED(1351), 횡단면 라인 1350들을 가지는 CPC 하부 섹션(1352), 유선 홈(1355)들을 가지는 직사각형 상부 방출기(1354) 및 상부와 하부 섹션을 광학적으로 연결하는 쿼터 로드(1353)을 포함하는 백라이트(135)의 측 단면도(상부)와 평 단면도(하부)를 보인다. 하부 도면은 이미터(1351)에 의해 조명되고 수평 CPC 프로파일(1352c)을 가지는 하부 섹션(1352)의 횡단면이다. 평면도에서는 도 13d에서 구성요소 1347로 설명한, 선택적인 측부 슬래브가 생략되어 있다. 이 백라이트는, 광선 135L의 좁은 각으로 나타난 바와 같이, 각 홈로부터 광원의 작은 이미지가 나오도록, 확산기 없이 전체적으로 거울 모드에서 동작한다.
- <144> 도 14a는 발광 광원(141), 콜리메이터(142)를 구비한 주입기, 제1 빔 확장기(143), 제2 빔 확장기(143)를 구비하고 방출기 면들(미도시)를 갖는 방출기를 보이는 사각 백라이트(140)의 저면도이다. 낮은 굴절률 변이층(lower-index transition layer)(145)이 방출기들(143, 144)에 결합된다. 직선 저면 모서리(143e)는 도 7d의 홈(74)과 유사한 홈들을 가지며, 상기 홈들은 인간의 눈으로 해상될 수 없도록 고의적으로 매우 작게 만들어지므로 도 14a에 나타나지 않는다.

- <145> 도 14b는 LED 패키지(141)와, x-y CPC 프로파일을 갖는 CPC(142)의 근접 상면도이다. 광(141L)의 다발들은 배출 개구(exit aperture)(141e) 밖으로 비춰져 보일 수 있다. 여기(출구 개구(141e)에서 상기 광 다발들은 큰 확산각(angular spread)( $\pm 41^\circ$ )을 가지지만 작은 공간적 범위(spatial extent)를 갖는다. 콜리메이터 출사 개구(142e)에서 출사되는 광 다발들(142L)은 광(141L)의 확산각보다 작은 확산각( $\alpha=15^\circ$ )을 갖지만, 보상으로 더 큰 (2.5:1) 공간적 확산을 갖는다.
- <146> 콜리메이터(142)는 발광 광원(141)의 각도 확산을 줄이고, 결과적으로 광을 공간적으로 확장한다. 도 14c는 콜리메이터(142)의 확대 사시도이다. 도 14c는 콜리메이터(142)가 어떻게 CPC의 사각형 단면 형상을 갖는지를 보여준다. CPC의 사각형 단면은 선형의 스윙 CPC x-y 프로파일(142y)과 직교하는 선형의 더 좁은 CPC x-z 프로파일(142z)에 의해 형성된다. 프로파일(142z)은 142t 라인 지점에서 충분히 확장되고, 그 이후로 두께는 일정하다. 장치 전체의 두께를 최소화하기 위하여 프로파일(142z)은 프로파일(142y)보다 좁게 만들어진다.
- <147> 이러한 CPC 배치는 부가적인 금속화 없이 플라스틱 사출물로 단순하게 제조 가능하기 때문에 상기 CPC의 구성은 콜리메이팅 기능을 위한 선택권이 넓지만(good option), 상기 CPC는 온전하게 내부 전반사에 의해 작동하므로 단지 금형 표면이 매우 작은 거칠기(roughness)를 가질 것을 필요로 한다. 다른 가능한 콜리메이터들과 비교할 때 이러한 CPC가 불리하게 길이가 길 수도 있으나, 본 발명의 몇몇 실시예에서 사용되는 LED 광원의 작은 크기가 상기 CPC들의 길이를 수용 가능하게 한다. 이는 상기 LED 광원들이 램버시안 출력의 거의 전체 합산과 약간의 에텐듀(etendue) 증가라는 한 쌍의 잇점을 제공하기 때문이다. 플로우 선 집광기[Reference 1]로 알려진 CPC의 변형도 또한 콜리메이터의 하나의 후보이다.
- <148> 도 14d는 백라이트(140)의 사시도를 보여주며, 또한 분해도 위치에서, 발광 출력의 상측에 위치한 LCD(147)와, 상기 LCD와 백라이트(140) 사이의 확산기(146)를 보여준다.
- <149> 도 14e는 상기 백라이트의 측면도로서, 백라이트(140)와 LCD(147) 사이에 확산기 시트(146)를 보여준다. 백라이트(140)는 콜리메이팅된 출력광(140L)을 확산기(146)로 보내고, LCD(147)로부터 오는 출력광(147L)에 의해 정해지는 더 넓어진 각을 야기한다.
- <150> 도 14f는 동일하지만, LCD(147) 위에 확산기(146)를 구비한 백라이트(140)를 보여준다. 이 실시예에서는, 콜리메이팅된 광(140L)이 작은 확산각을 가지고 LCD(147)를 통과하며, 이는 상기 LCD가 픽셀 사이의 더 향상된 콘트라스트를 달성하는데 유리할 수 있다. 이 방식의 불리한 점은, 광(140L)이 LCD 픽셀로부터 상기 확산기까지의 거리를 가로질러 약간 확산되기 때문에, 확산기(146)가 스크린이 되어 시청자가 LCD의 픽셀이 아닌, 다소 흐릿한 화상을 본다는 점이다. 이러한 불리한 점은 본 실시예에서 제공되는 작은 확산각으로 인해 무시할 수 있을 정도로 충분히 줄어든다.
- <151> 도 14g는 제1 빔 확장기(143)의 근접 저면도이며, 콜리메이터(142)를 부분적으로 보여준다. 광선들(142L)이 콜리메이터(142)로부터 입사된다. 제1 빔 확장기(143)의 윗면은 편평부(145f)와 포물형 호(145p)를 구비한다. 광선(142L)의 발산이 일정한 이상, 프로파일은 제1 빔 확장기(143)의 아랫면을 따라 일정한 조사(irradiance)를 생성할 것이다. 상기 제1 빔 확장기는 명확하도록 크기가 과장되게 도시되어 있다. 아랫면(143e)은 이 일정하게 반사된 광을 상방으로 반사하여, 그것은 제1 빔 확장기(143)의 윗면을 통과하고 상기 방출기의 제2 빔 확장기(144)로 향하는, 상방으로 가는 광선(143L)이 된다.
- <152> 도 14h는 제1 빔 확장기(143)의 윗면을 확대하여 도시한 도면으로, 상기 제1 빔 확장기(143)는 인접하는 방출기(143, 144)의 굴절 인덱스(1.495)보다 약간 낮은 굴절 인덱스(1.45)를 갖는 재료로 이루어진 얇은 접착층(145g)에 의해 제2 빔 확장기(144)에 결합된다. 이론적인 광선 부채(ray fan)(R)이 광선 투과에 대한 입사각의 영향을 나타내기 위하여 도시되어 있다.  $n=1.495$  와  $n=1.45$  사이에 임계각은  $76^\circ$  이다. 상기 임계각은 아래로 편향되는 'TIR' 광선을 야기하며, 잔존하는 광선은 투과된다. 본 실시예에서 이러한 작은 인덱스 차이만으로도 접착층(145g)의 디플렉터 기능(deflector function)에 충분하다. 투과된 광선 'Tr' 은 단지 소량의 측방향 시프트(lateral shift)만을 가진 채 원래 방향으로 진행한다.
- <153> 도 14i는 제1 빔 확장기(143)의 아랫면(143e)의 미세 홈을 확대한 도면으로, 플로우 선 패시트(f)에 의해 연결되는 편향기 패시트(d)를 구비한다. 도 3과 연관되어 기술한 대로, 플로우 선은 전체 광계(overall light-field)를 본래 상태로(untouched) 놔두는 반사면이다. 이 경우에서 입사각은 내부 전반사가 작동하기에 충분하게 크므로 그러한 반사가 거울면을 필요로 하지 않는다. '미세구조(microstructure)'라는 용어는 인간의 눈이 식별하기에는 너무 작은, 이와 같은 광학 구조를 묘사하는데 사용된다.
- <154> 도 14j는 이러한 미세구조 홈의 다른 구성을 확대 도시한 도면이다. 편향기 패시트(dd)는 광조사를 받지 않아

광학적으로 비활성인 암면(shadowed surface)(s)에 연결된다.

<155> 도 14a 내지 도 14g의 백라이트(140)는 그 내부에서 진행되는 광에 직교하는 두 가지의 빔 확산을 실행한다. (면적으로) 전체적으로 700:1의 빔 확산은 어떤 측정에 의하더라도 대단한 것인데, 게다가 그 빔 확산은 매우 얇은 깊이의 백라이트에서도 수행될 수 있다. 제1 빔 확산은 x축을 따라 선형 빔 확장기(143)에 의해 이루어진다. 제2 빔 확산은 y축을 따라 평면 빔 확장기(144)에 의해 이루어진다. 이 둘은, 다음의 플로우 선 방법에 의해 유도되는 동일한 2차원 단면 형상을 가진다.

<156> 해석역학에서 기원된 개념인, 위상공간라고 불리는 수학적 객체가 유용하다. 광학에서 위상공간은 공간 좌표 (x,y,z)의 공간과, 대응되는 세 개의 광학 모멘텀 좌표(p,q,r)의 공간의 곱이다. x축에 대응되는 광학 모멘텀은 굴절률 n 및 광선이 x축과 만드는 각도 a의 코사인을 곱한 값이다. 다른 광학 모멘텀들은 동등한 정의를 갖는다. 모든 광선이 x-y 평면에 포함되는 2차원 문제에서 y축에 관한 광학 모멘텀 q는 다음과 같이 기술될 수 있다:

<157> 
$$q = n \sin(\alpha)$$

<158> a 가 x축에 대한 광선의 각도임을 기억하면, y축에 대한 광선의 각도는 90-a 이고, 이 각도의 코사인은 sin(a) 이다. 상기 광학 모멘텀 개념의 유용성은 위상공간을 통한 광의 흐름이 6차원의 비압축성 유체의 흐름이 된다는 것에 있다. 여기서, 예텐류는 그것의 부피와 동등하고, 휘도는 그것의 밀도와 동등하다. 푸앙카레의 적분 불변량(Reference 1, p.99)으로도 또한 알려진 위상공간 보존 법칙은 광학에서 특히 유용하다. 이 적분 불변량들 중 하나는 기하 벡터속(vector flux)으로 불리는 벡터장(vector field) J의 발산이 0인 것으로 표현될 수 있다. 공간 내의 어느 곳에서도 그것은 크기가 최대량이 되는 최대 조도(illumination)의 방향을 가리킨다. 모든 벡터장은 상기 벡터가 각 지점에서 동작의 속도로서 벡터를 통합함에 의해 발생된 경로로 정의되는 적분 곡선을 갖는다. 상기 기하 벡터속의 전체 라인들이 플로우 선(flow line)이라고 불린다. 이 플로우 선들은 빔 확장기의 프로파일을 설계하는데 사용된다.

<159> 여기서 사용된 빔-확장기 프로파일들에 있어서, 2차원 위상 공간은 이해하기에 충분하다. 빔 확장기 입사 개구에서의 기준 예지 광선들은 두 개의 경계 위치 좌표들  $y_0=-L/2$  및  $y_1=L/2$ 에서  $q_0(y) = -n \sin(\alpha)$  및  $q_1(y) = n \sin(\alpha)$ 이다. 이들은 y-q 평면 내의 직사각형 위상-공간 구역의 모서리들이다. 이들 직사각형의 면적은 y-q 평면 내에 직사각형 내의 점으로서 각각 표시되는 광선들의 광속의 예텐류이다. 이 예텐류는  $E = 2nL \sin(\alpha)$ 이다. 이러한 원리는, 위상-공간 좌표 y 및 q를 보이고 있는,  $L=3mm$  및  $\alpha=15.5^\circ$  에 대해서 도 15에 도시되어 있다. 위상 공간 구역(150)은 라인들(151)( $y = 1.5mm$ ), (152)( $y = -1.5mm$ ), (153)( $q = q_0 = -1.5 * \sin 15.5^\circ = -0.4$ ), (154)( $q = q_1 = 0.4$ )에 의해 경계지워진 직사각형이다. 상기 직사각형의 모서리들은 예지 광선들을 나타내며, 이들 중 네 개는 모서리들(C1 내지 C4)이다.

<160> 도 15a에서 위상 공간 경계(151과 153, 152와 154)들이 각각 이하  $M_0$ 와  $M_1$ 이라고 지칭될 예지 광선 세트이다. 그들은 도 15b에 명백하게 도시되어 있지만 명확하게 하기 위해 실제 위치들로부터 후퇴되어 있다. 각 예지 광선 세트는 위상 공간에서 연속되어 있다. 이들 두 개의 세트는 모든 예지 광선, 즉 개구의 양쪽 단부로부터 +a 와 -a 사이에 있는 광선 뿐만 아니라 개구의 점들로부터 발산하는  $\pm a$ 에서의 광선을 포함한다. 대응 광선들은 도 16b에 도시되어 있다.

<161> 도 16a는 도 15에서 코너들로 나타내진 광선들에 대응하는 예지 광원 C1과 C2를 가진 개구 A(3mm 폭)를 보여주는 x-y 평면에서의 도표이다. 개방 사다리꼴 영역(162)은 개구(A)와 광선 궤도(C3,C4)에 의해 경계 지워진다. 또한 삼각형 영역(161)을 정의하도록 중심선 F0에 교차하는 예지 광선 C과 C2들이 도시되어 있다. 일예의 점 (P)가 제한(limiting) 광선들(E,R) 사이에 있는 광선들에 의해 도시되고, 선 T는 P에서의 기하학적 벡터 플럭스 (J)의 방향을 나타내는 이등분 각이다.

<162> 도 16b는 광선 세트( $M_0$ )가 예지 광선(C4)에 평행한 모든 광선과 개구(A)의 오른쪽 예지로부터 발산하는 모든 광선(C3 제외)을 어떻게 포함하는 지를 도시한 것이다. 다른 광선 세트,  $M_i$ 는 C2, C4 대신에 각각 C3, C1을 가지고 도 16b의 거울 이미지인 도표를 가질 것이다. 그리하여 도 16a의 영역(162) 내에 있는 모든 점들이  $M_0$  중 하나의 그리고 단 하나의 광선과  $M_i$  중 하나의 그리고 단 하나의 광선에 의해 교차된다.

<163> 도 16a의 영역 162 내에서, 우리는 각 벡터 필드가 대응하는 세트  $M_0$  또는  $M_1$ 의 광선 궤도에 대해 모든 곳에서

접하고  $|v_0| = |v_1| = n$  ( $n$ 은 영역(162)의 매질의 굴절률임)이 되도록 하는 스칼라 크기를 가지도록 광선 벡터 필드  $v_0(x,y)$ 와  $v_1(x,y)$ 를 정의할 수 있다. 도 16b는 벡터(165)(166)에서  $v_0(x,y)$  중 두 개의 예를 보여준다.  $v_0(x,y)$ 와  $v_1(x,y)$ 은 광 벡터 필드이기 때문에, 그 그래디언트가  $\nabla O_0(x,y) = v_0(x,y)$ 와  $\nabla O_1(x,y) = v_1(x,y)$ 가 존재한다. 그러므로, 이 함수들은 아이코널(eikonal) 방정식의 해들이다. 곡선  $O_0 = 상수$ 와 곡선  $O_1 = 상수$ 가 대응하는 광다발의 파면들이다. 전자의 보기들은 파면으로서 167과 168로 도 16b에 도시되어 있다.

<164> 경로-길이차 함수  $i(x,y) = (O_0(x,y) - O_1(x,y))/2$ 와  $j(x,y) = (O_0(x,y) + O_1(x,y))/2$ 를 정의해 보자.  $\nabla i \cdot \nabla j = 0$  이기 때문에 이 두 함수들은 직교한다. 또한  $\nabla j = (\nabla O_0(x,y) + \nabla O_1(x,y))/2$  가 모든 곳에서  $M_0$ 와 예지 광선과  $M_1$ 의 예지 광선 사이에 형성된 각도를 이등분한다는 것을 유념하자. 이것으로부터, 우리는 선  $i = 상수$  이고, 이것이  $\nabla j$  에 대해 모든 곳에서 접하는 광다발의 플로우 선들이라고 결론짓는다.

<165> 도 16c는 중심 선(F0)과 경계선(F3)을 포함하여, 개구 A로부터의 플로우 선의 전체를 도시한 것이다. 선 F0에 대해,  $i(x,y) = 0$ 이고, 왼쪽으로는  $i < 0$  이며, 오른쪽으로는  $i > 0$ 이며,  $i(x,y)$ 의 유일한 값을 가지는 각 플로우 선을 가진다. 삼각 영역(161) 내에서, 플로우 선들은 수직으로 뻗은 선들이다. 삼각 영역(161)의 밖이지만 도 16a의 직선 C1과 C2 사이의 영역 안쪽에서는, 플로우 선들이 개구(A) 단부에 초점을 가지는 공초점 쌍곡선이다. 나머지 플로우 선들 부분은 개구(A)의 한쪽 단부에 초점을 가지고 각  $\pm \alpha$ 로 기울어진 포물선이다. 직선 F0, F3, F4를 제외하고, 도 16c의 굵은 플로우 선들은 도 14f의 확장기(144)의 상부쪽에서 보여진 유형의 형상과 도 14g에서의 프로파일(145p)을 가진다.

<166> 도 16c의 플로우 선들의 중요한 점은, 상기 플로우 선들을 가지고 배열된 미러-표면이 다른 플로우 선들을 방해하지 않을 것이다. 그리하여, 도 16c의 개구(A)의 일부만이 실제로 사용된다면, 전체(160)는 굵은 선(F1)과 같이 어떠한 플로우 선을 따라 분할될 수 있다. 이 플로우-선은 개구가 y축에 어느 정도 기울어져 있다 할지라도, 서브-개구(B)를 위한 빔-확장기 프로파일로서 작동할 수 있을 것이다.

<167> 도 17a는 F1에서 F3까지 반복된 도 16c의 플로우 선과 함께 빔-확장기(170)의 구조를 보여준다. 상부 표면(171)은 점선 레벨-라인(L)과 함께 그 차단부 밖에서 플로우 선(F1)을 뒤따른다. 계단(172)은 F1 아래의 플로우 선의 세그먼트로서 보여진다. 그들의 사이즈는 명확성을 위해 크게 과장되어 있는 반면 실제 계단은 일반적으로 사람의 머리카락보다 작다. 설계 파라미터에 따라, 이들 방출기는 내부 전반사를 위해 동작할 수 있고, 그리하여 이런 경우에 그들은 미러 코팅을 가질 필요가 없다.

<168> T를 디스플레이상에서 마이크로 구조 선의 프로젝션의 바람직한 길이라고 하고, N을 디자인하고자 하는 마이크로 구조의 개수, 예를 들어  $N = 500$ 이라고 하자. 여기서, N 개의 플로우 선들이 세워질 것이다. 좌표 원점은 점 0이다. 제1 계단(172)은  $x = T$  일 때까지 플로우 선(F3)을 따라 연장된다. 그런 다음 제1 방출기 면(173)이 위치한다. 이것은 빔 확장기로부터 광을 출사할 반사기가 될 것이다. 우리는 먼저 빔을 방출하기를 원하는 방향을 알아야 한다. 예를 들어 우리가 빔이 디스플레이 라인(L)에 대해 수직하게 빔 확장을 떠나도록 빔을 방출하기를 원한다고 가정한다. 각 방출기 면은 빔을 반사하는 선으로 계산되고, 그래서 빔의 중심 광선이 원하는 방향으로 빔 확장을 떠난다. 설계가 성공하려면, 중심 광선이 편향 곡선(deflector curve)(171)에서 굴절된다는 것을 유념하여 그러한 굴절이 방출기를 디자인할 때 고려되어야 한다. 일반적으로, 방출기들은 너무 작아서 우리는 그들이 기울기(slope)를 계산해야 하는 직선의 일부라는 것을 고려하는 것으로 충분하다. 방출기 면은 우리가 다음 플로우 선을 발견할 때 끝난다. 나머지 계산은 이 처음 것의 반복이다.

<169> 도 17b는 상부 편향 표면(171)과 실제의 마이크로 구조의 수백 개의 모습들을 나타내는 작은 면들의 하부 표면을 포함하는 빔 확장기(170)를 도시한 것이다. 계단(172)과 방출기 면(173)은 도 17a에서와 같다. 세 개의 광선-궤(174)이 방출기(173)의 동작을 그리기 위해 도시되어 있다. 각각의 방출기 면(173)은 그 출력 광선(175)이 주로 상부로 가도록 적당히 굽어진 것으로 도시되어 있다.

<170> 조밀한 세트의 입력 광선이 더 많은 세트의 출력 광선을 생성할 것이지만, 도 17c에 보여진 바와 같이 명확성은 떨어지며, 이것은 또한  $\pm \alpha = \pm 15.5^\circ$  로 제한되는 랜덤 에미터(random emitter)(176)를 보여준다. 출력 광선 다발(177)은 방출기(170)의 폭을 가로질러 실질적으로 동일한 강도를 보여준다. 많은 개수의 방출기로 균일성이 높아질 것이다.

<171> 광 빔의 방사가 각 광선에 대해 일정하다고 가정하면, 주어진 표면에 떨어지는 방사(irradiance)가 이 표면에

의해 차단되는 단위 영역 당 에텐듀에 비례한다. 2D 문제에서는 “표면”이 “선”으로 대체된다. 상기 디자인 절차는 디스플레이를 따라 단위 길이당 에텐듀가 대략 일정(수학적으로 이것은 마이크로 구조의 선의 일부에 대해  $\partial E/\partial x = \text{상수}$ 이다.)하다는 것을 보장한다. 즉, 빔 광선이 동일한 래디언스(radiance)를 가지면 방사가 디스플레이를 따라 일정하다. 마이크로 구조의 개수 N이 증가함에 따라 근사치가 더 좋다.

<172> 만일  $\varphi(x)$ 가 좌표 x에 대해 마이크로 구조의 선의 점을 통해 지나가는 에지 광선에 의해 형성된 가장 큰 각도이고,  $\phi(x)$ 가 가장 작은 것일 때, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$\left. \frac{\partial E(x)}{\partial x} \right|_{\text{microstructuredline}} = \cos \phi(x) - \cos \varphi(x)$$

<174> 도 17a, b, c의 플로우 선들의 예들에 대해,  $\varphi$ 와  $\phi$ 가 모두 0이기 때문에  $\partial E/\partial x$ 는 상수이다.

<175> 위에서 설명된 빔 확장기 디자인 방법은 2D 구조, 즉 빔 확장기 프로파일의 명면에 포함된 빔 광선들을 위한 것이다. 더욱이, 이 방법은 유전 물질의 제로 흡수와 산란 없이 모든 반사에서 100% 정반사의 반사율 뿐만 아니라 입력 광선의 일정한 래디언스를 가정한다. 이러한 가정은 현실성을 충족시키지 못하기 때문에, 디자인의 섬세한 조정을 위해 더 많은 디자인 단계가 요구된다. 단순화를 위해, 방사 변화가 쉽게 조절될 수 있기 때문에 우리는 디자인 목표가 디스플레이 표면에서의 일정한 방사를 달성하는 것으로 가정할 것이다. 일반성을 위해, 광원은 디멘전 S 곱하기 s를 가지는( $S \geq s$ , 예를 들어 도 14c에서 S가 y축에서의 디멘전이고, s가 z축에서의 디멘전임을 가정한다.) 사각형의 개구를 가지는 단일 LED이다. 디스플레이는 디멘전 D와 d( $D \geq d$ )를 가지는 사각형이고, 예를 들어 D가 도 14c에서의 x 축에서의 디멘전이고, d가 y축에서의 디멘전이라고 가정한다. 우리는 백라이트 디자인에서 혼합될 두 개의 선형 디자인을 고려할 것이다. 도 14c에서와 같이, 콜리메이터(142)가 두 개의 선형 집광기의 교차에 의해 형성될 것이며, 예를 들어 각각은 선형 스위프(linear-sweep) 타입의 설계일 것이다.

<176> 광원에 의해 출사되고 개구 사이드(S)를 가지는 LED의 대칭 평면에 포함된 광선을 고려해보자. 제1 빔 확장기는 이들 광선을 콜리메이팅하고 확장하며 제2 빔 확장기는 x-z 평면에 포함된 광선에 기여한다.

<177> 1. 콜리메이터 개구(C 곱하기 c)의 사이즈를 정한다. 이 사이즈는  $D \geq C \geq S$  그리고  $d \geq c \geq s$ 가 되어야 한다. 비율 C/S 그리고 c/s는 콜리메이터를 형성하는 두 개의 교차된 선형 장치의 콜리메이션을 정의한다. 이들 두 선형 장치는 일정한 각 출사를 이해 플로우 선 콘센트레이터[1]로 디자인된다. 선형 장치를 위한 출사 각도가 각각  $\pm A$ 와  $\pm a$ 로 지칭된다. 결론적으로 콜리메이터 출사 개구에서의 2D 광다발 에텐듀가  $E = 2n_c C \sin(A)$  그리고  $e = 2n_c c \sin(a)$ 이고, 여기서  $n_c$ 는 콜리메이터 개구에서의 굴절률이다. 물론, 이들 에텐듀는 LED 에텐듀에서의 들어오는 광다발의 에텐듀와 각각 같아야 한다. 그리하여, 각  $\pm A$ 와  $\pm a$ 가 이들 방정식으로부터 계산될 수 있다.

<178> 2. 위에서 설명된 과정에 따라, 즉 다른 것들 중에 어떠한 광선의 래디언스도 일정(예를 들어 1과 같다)하다는 것을 가정하여 제1 및 제2 빔 확장기를 설계한다.

<179> 3. 예비 디자인에서 고려되지 않은 현상(흡수, 산란 등)을 고려하여 제1 빔 확장기 출력 평면 또는  $I_{irr}(x, z)$ 에 인접한 평면에서 방사를 광선 추적에 의해 계산한다. 몬테카를로(Monte-Carlo) 광선 추적에 의한 함수를 계산하기 위해, 출력 평면이 작은 셀들로 분할되고 각 셀을 부딪치는 광선이 카운팅된다. 히트-카운트(hit-count)의 편차가 카운트의 제곱근이기 때문에, 시뮬레이션을 위한 최소 광선-카운트를 세팅하면 적어도 1,000개의 광선이 셀마다 수광되어야 한다. 방사가 각 셀의 점에 대해 대략 일정하도록 가정된다. 몇 개의 마이크로 구조, 예를 들어 4개 이상을 포함하도록 셀의 사이즈를 선택한다. 단위 전체 플럭스에 대한 방사를 규격화(normalize)한다:  $\int I_{irr}(x, y) dx dz = 1$ .

<180> 4.  $R_1(x) = (\int dx) (\int I_{irr}(x, y) dz)$  를 계산한다.  $R_1(x)$ 의 평균 값이  $1 = (\int R_1(x) dx) / (\int dx)$  임에 주의한다.

<181> 5. 광선  $R_1(x)$ 의 방사가 광선들이 마이크로구조의 선과 만나는 곳에서의 점 x에 의존한다는 것을 가정하여 제1 빔 확장기의 프로파일을 다시 계산한다. 이 것은 방출기 기울기와 위치를 수정한다. 플로우 선은 좌표 x가  $(\Delta x)_n = (1 - k(1 - R_1(x)))(\Delta x)_0$  로 증가할 때까지 연장한다. 여기서,  $(\Delta x)_0$ 는 최초 설계의 균일한 좌표 증가  $(\Delta x)_0 = T/N$  이고, k는  $0 < k \leq 1$ 이다. 방사가 클수록 계단에 의해 덮혀지는 플로우 선의 일부가 커지며, 결과적으로 방출

기의 밀도를 감소시키고, 이것은 다음 번의 반복에서 출력 방사의 감소를 초래한다. 가장 큰 k는 더 빠른 수렴을 주지만 더욱 불안정하다. 방출기 기울기가 새로운 위치에서 매우 적게 변할 것이다. 제2 빔 확장기가 유사한 방식으로 설계된다.

- <182> 6. 제2 빔 확장기 출력면(이 면은 디스플레이가 될 수 있다)에서의 복사 조도(irradiance)  $I_{2rr}(x,y)$ 를 몬테카를로 광 추적 방법에 의해 계산한다.  $\int I_{2rr}(x,y)dxdy=1$ 이 되도록 정규화한다.
- <183> 7.  $R_2(y)=(\int dy) \int I_{2rr}(x,y)dx$ 를 계산한다.
- <184> 8. 광선의 래디언스(radiance)가  $R_2(y)$ 임을 고려하여, 제2 빔 확장기 프로파일을 다시 계산한다. 여기서, y는 광선이 미세구조로 된 라인을 차단할 때의 y 좌표이다. 고려되는 유선 단계는, 이제,  $(\Delta y)_0$ 가 초기 반복에서 행해진 좌표 증분이고 k가  $0 < k \leq 1$ 일 때, 좌표 y가  $(\Delta y)_n=(1-k(1-R_2(y)))/(\Delta y)_0$ 로 증가할 때까지 연장된다.  $R_2(y) \approx 1$ 이 될 때까지 단계 6으로 간다.
- <185> 9.  $R_2(y) \approx 1$ 이어도,  $I_{2rr}(x,y)$ 은 경계에서의 가장자리 효과때문에 x 방향을 따라 여전히 고르지 않다(uneven). 이 경우,  $R_1(x)=(\int dx) \int I_{1rr}(x,z)dz$  대신에  $R_1(x)=(\int dx) \int I_{2rr}(x,y)dy$ 를 사용하여 제1 빔 확장기를 재설계(단계4) 한다.
- <186>  $\pm a$ 로 제한된 균일한 이미터(emitter)가 플로우 선들에 수직인, 두 평행한 완전 미러들 사이에서 빛을 낼 때, 플로우 선들이 단지 평행한 직선이 되도록, 광선들이 무한히 진행하며 모든 점은 전체  $\pm a$  범위의 광을 볼 것이다. 이 원리에 따라, 많은 장점을 가지는 직선 편향기가 고려되고 있다.
- <187> 도 18은 이러한 직선 편향기를 보이며, 이는 평행한 플로우 선(180)들로부터 형성되고 상부 평탄면(180)을 상부 편향기로 가진다. 수평 계단(182)들은 기울어진 방출기(183)들에 결합되어 있다. 방출기들의 상부 꼭지점을 연결하는 점선(184)은 또한 실제로 미세 구조로 된 하부 표면의 프로파일을 형성하는 직선이다. 굴절률 n인 물질을 넣으면, 상부 편향기(181), 하부 계단(182)들 및 방출기(183)들을 포함하는 전체 프로파일은 입력 개구(185)를 통하여 나오는 광선들을 가이드 할 것이다. 방출기(183)들이 수직 출력에 대해  $45^\circ$ 로 기울어질 때, 다음의 경우에 전반사가 일어날 수 있다.
- <188>  $a < 45^\circ - \sin^{-1}(1/n) = 5.7^\circ$
- <189> 여기서,  $n=1.58$ 인 경우이다. 이보다 더 넓은 입력 빔은 코팅된 방출기들을 요구할 수 있다.
- <190> 이 입사각  $a$ 를 증가시키는 것이 가능하며, 이에 대해 도 16c를 다시 간단히 살펴보자. 개구 A의 오른쪽 반과, 중심 플로우 선 F0로부터 가장자리 플로우 선 F3까지의 모든 플로우 선들은, 직선 상부 편향기(191)와 아래쪽으로 연속된 계단(192)들과 편향기(193)들을 구비하는 빔 확장기(190)를 가지는 도 19의 방출기에 대한 기초가 된다. 제한된 광선 C1과 C2들은 도 16b에서 직선 중심 플로우 선 F0와 같다. 유리하게는, 광빔의 광선들에 대한 평균 반사 회수는 더 작고, 빔 확장기의 두께는 도 18과 비교할 때 그 폭을 따라 더 일정하다. 이것은 특히 사출 성형(injection moulding)에 적절하다. 점선(194)은 도 18의 주입기와 연결된 점선(184)와 같으며, 이 빔 확장기 프로파일 두께의 바람직한 일관성을 보이기 위해 여기에 다시 그려진 것이다.
- <191> 도 20은 LED 광원(201), 콜리메이터(202)를 구성하는 주입기, 제1 선형 빔 확장기(203) 및 제2 평판형 빔 확장기(204)를 구성하는 편향기를 포함하는 백라이트 유닛을 보인다. 이들은 모두 평탄한 편향기 상부 프로파일과 굽어진 작은 평면의 하부 프로파일을 가지며, 후자는 플로우 선에 잇따르는(flow-line-following) 계단 및 기울어진 주입기 면들을 포함하는 미세 구조로 되어 있다. 평탄한 단부(205)는 비스듬한 광을 손실 없이 전반사하게 한다. 반때쪽에 대응되는 평탄한 단면은, 도면 20에는 나타나 있지 않지만, 제1확장기(203)에 대한 방출기를 향하는 모든 경로에 이를 필요가 있다. 그렇지 않으면, 확장기(204)의 가까운 모퉁이의 조명에 누설에 의해 과도하게 줄어들 수 있다. 도 14h의 상황과 유사하게, 선(206)은 CPC(202)와 확장기(203)의 굴절률보다 조금 작은 굴절률을 가지는 광학 접합체로 CPC(202)와 빔 확장기(203) 사이를 분리할 수 있다. 같은 유형의 층이 첫번째 것이 기능하도록 두 빔 확장기 사이의 선(207)에 있을 수 있다.
- <192> 빔 확장기 두께는 광이 추출됨에 따라 0에 가까워진다. 이론적으로, 방출기 단부의 두께는 거의 0이다. 이것이 플라스틱 사출 성형 기술의 일반적인 단점이다. 몇가지 해법이 이용 가능하다.
- <193> a) 도 20의 팁(208)과 같은, 빔 확장기의 마지막 부분은 도 21의 확장된 측면도에 나타난 것과 같이 받아들여질

만한 최소의 값으로 유지된다. 평판형 빔 확장기 프로파일의 단부(209)는 코팅된 반사기 또는 도 8D의 면(86)과 같은 선형 역 반사기(retroreflector)와 같은 중단 반사기(end-reflector)로 끝난다. 도 21은 직선 편향기(204t)를 가지는 평판형 빔 확장기(204)의 프로파일의 방출기(204e)들과 계단들(204s)의 구조의 기초가 되는 플로우 선(210)들을 보인다. 최소 두께(211)이 나타나며, 이 점에서 반사 코팅된 노치(204n)들은 가장자리 반사기(209)를 향해 배열되어 있다. 이 노치들의 오른쪽 측부는 중단 반사기(209)로부터 반사된 광을 방출한다. 플로우 선(210)들은 이 노치들 쪽으로 반사될 것이며, 이에 의해 이들이 방출기(204e)에서와 같은 양의 광을 방출하게 된다.

<194> b) 빔 확장기에서 모서리의 얇음을 피하는 다른 방법은 공통의 부식제(caustic)를 공유하도록 두 가장자리 광선 번들을 선택하는 것이다. 이 경우, 부식제는 마찬가지로 빔의 플로우 선이 된다. 이 플로우 선은 두 가장자리 광선들이 모두 같고 따라서 반사 플로우 선들이 광빔의 흐름을 바꿀 필요가 없는 특별한 경우이다. 도 22a는 확장기의 첫번째 모습과 빔 확장기(220)의 구조를 형성하는 가장자리 광선들의 반을 보이며, 도 22b는 다른 가장자리 광선들을 보인다. 빔 확장기(220)은 입력 개구(221), 상부 편향기 면(222) 및 미세구조의 하부 방출기 면(223)을 포함한다. 점선(224)은 입력 개구의 바닥 가장자리를 빔 확장기(220)의 팁(220t)에 연결한다. 편향기 면(222)은 현재, 점(222e)에서 끝나지만, 그 프로파일은 점선(224)의 나머지를 따라 계속되어 그 결과 팁(220t)에서 두께가 없어지는 것으로 예상될 수 있다. 대신, 프로파일은 가장자리 조명을 동일하게 유지하며, 두께를 보존하기 위하여 더 높아질 수 있다. 도 22a는 제한각  $-a$ 에서 개구(221)에 입사하는 평행한 가장자리 광선 번들(225)을 보인다. 편향기(222)로부터 아래쪽으로 반사된 가장자리 광선들을 포함하는 다른 가장자리 광선 번들(226)이 도시되어 있다. 도 22b는 개구(221)에 각  $+a$ 로 입사하는 번들(227)을 보인다. 번들(228)은 개구(221)의 하부 가장자리로부터 방출되고, 점선(224) 위쪽 및 번들(227)의 가장 하부의 광선 아래로 기울어진 광선들을 포함한다. 점선(224) 아래의 번들(229)은 미세 구조의 방출기(223)의 계단들(도시되기에는 너무 작은)로부터 반사되어 팁(220t)에 도달하는 광선들을 포함한다. 점선(224)는 편향기(222)에 점(222e)에서 접하며, 그러나 이것은 가장자리 광선 그 자체이며, 과거의 점(222e)에는 아래쪽으로 후퇴하는 편향을 요구하는 광선들이 없다.

<195> 따라서, 편향기(222)의 프로파일은, 점(222e)과 팁(220t)을 연결하는 곡선이기만 하면, 점선(224) 위의 어떤 임의의 곡선과 함께라도 완성될 수 있다. 도 22c는 두께를 보존하기 위해 바닥면(223)의 프로파일을 기본적으로 따르는 곡선(222c)에 의해 확장된 상부 편향기 면(222)을 가지는 빔 확장기(220)를 보인다.

<196> (c) 도 23은 다른 빔 확장기가 이에 의해 소거될 도 21의 중단 반사기(209)에 대해 어떻게 대칭적으로 놓이는지를 보인다. 이중 백라이트(230)는 왼쪽 백라이트(233)와 오른쪽 백라이트(234)를 포함하며, 각각은 LED(231,232)들에 의해 조명된다. 이들을 연결하는 선(235)은 도 21의 중단 반사기(209)에 대응한다.

<197> 백라이트들은 도 20의 측벽(205)의 면을 따라 측부 대 측부로 연결될 수 있다. 도 24는 이중 LED(241,242)들에 의해 조명되는 백라이트(240)를 보인다. 왼쪽 백라이트(243)와 오른쪽 백라이트(244)는 선(245)을 따라 연결되며, 이 선을 따라 광이 자유롭게 통과된다.

<198> 결과적으로, 이 두 결합들은 사중(quadruplex) 백라이트를 형성하기 위해 결합될 수 있다. 도 25는 좌측 백라이트(251,252)와 우측 백라이트(253,254)를 포함하는 사중 백라이트(240)를 보인다. 중심선(255) 위에, 백라이트의 측부가 놓이며 중심선(256)을 따라 그 단부가 놓인다.

<199> 다른 사중 백라이트가 측부 대 측부 결합을 더하여 형성될 수 있다. 도 26은 두 개의 동일한 우측 백라이트 모듈(261)과 두 좌측 모듈(262)을 포함하는 백라이트(260)에 대한 사시도이다. 반사 단부 선(263)은 두 사중 백라이트를 8중 백라이트(미도시)로 결합하는 역할을 할 수 있다. 이러한 대형 스케일 모자이크 능력은 전례없는 것으로 매우 높은 픽셀수를 갖는 대형 스크린의 액정 표시 장치를 제조하는데 유용하다. 생산 수율은 픽셀수를 계속적으로 증가시키는 것을 어렵게 한다. 반면, 액정 표시 장치들을 측부 대 측부로 배치하는 것은, 어두운 중간 문설주(dark mullion)에 의해 연속적인 픽셀화가 방해되지 않도록 연결될 라인들이 미리 적절히 구성되면, 이보다 덜 어렵다.

<200> 도 26의 구성은, 그러나, 네번째 가장자리는 방출기가 차지하므로, 개별 백라이트들이 단지 세 가장자리에 결합될 수 있음을 보인다. 된 것을 보인다. 균일한 평판형 광원들을 큰 스케일로 이음매 없이 모자이크 결합하기 위해서는 개별 백라이트가 네 측부 어디에나 결합할 수 있는 것이 바람직하다.

<201> 도 27은 콜리메이팅 광학부(272) 상에 마련된 광학 입력 포트(271), 제1 빔 확장기를 포함하는 주입기(273), 주입기 웨지(274), 제2 빔 확장기를 포함하는 방출기(275) 및 방출기 웨지(275)를 포함하는 백라이트(270)을 보인다. 주입기(273)와 방출기 웨지(274) 사이의 에어갭(air gap)은 콜리메이터(272)로부터 오는 광선들에 대해 주

입기(273)의 몸체 내에서 전반사를 일으킨다. 유사하게, 275 위와 276 아래의 에어갭은 275 내에서 외부 계단들(273의 273s)로부터 방출된 광선들에 대해 전반사를 일으킨다. 도시된 이 계단들은 백라이트에서 실제로 사용되는 미세 계단들보다 크기는 매우 크게, 그리고 개수는 매우 작게 과장되어 있다.

<202> 도 28은 각각 도 27의 백라이트(270)와 동일한 개별 백라이트(281-289)들을 포함하는 모자이크 백라이트(280)를 보인다. 이 백라이트들은 모든 네 측부에 서로 접하며 이에 의해 이음매 없는 모자이크를 이룬다. 도시된 283c 및 284c와 같은 개별 콜리메이터들은, 불리하게도, LED 광원들이 같은 회로 기판을 공유할 수 있도록 공통된 면에 있지는 않아 비용에 중요한 고려사항이 된다.

<203> 도 29는 도 27의 백라이트와 각 전환 장치(angle-turning device)(291)를 제외하고는 모든 측면에서 동일한 백라이트(290)를 보이며, 오른쪽 하부가 확대된 것을 보인다. 백라이트(290)는 입력 CPC(292), 전환 덕트(turning duct) 및 혼합 로드(mixing rod)(294)를 포함한다. 전환 덕트(293)는 포물형 실린더(295)를 제외한 모든 측부가 평관형으로 되어 있다. 이 기술은, 본 발명의 발명자에 의한, 미국 가출원들, 즉, 2005. 3.3.자로 출원된 No. 60/658,713, 2004.9.29.자로 출원된 No. 60/614,565, 2004.9.22.자로 출원된 No. 60/612,558 및 2004.4.23.자로 출원된 No. 60/564,847과, 상기 가출원들에 대한 우선권을 주장하며 2005.4.25.자로 출원된 미국 실용 특허 11/115,055의 동일한 제목의 "Optical Manifold for Light-Emitting Diodes"에 개시되며, 이들은 여기에 참조된다.

<204> 도 30은 도 29에 도시된 아홉개의 모듈들을 포함하는 이음매없는 모자이크 백라이트(300)을 보인다. 입력 포트(301)들은 바람직하게도, LED들이 하나의 회로 기판(미도시)을 사용할 수 있도록, 동일한 평면에 놓인다. 도 29에 도시된 각 전환 장치들을 가지는 주입기(302)들은 사출 성형에 의해 만들어질 수 있고, 다음, 하나로 다수의 백라이트의 기능을 하는 긴 압축 몰드된 방출기(303)들에 기계 결합된다.

<205> 광학적 꺾임(optical folding)은 백라이트가 차지하는 공간을 줄일 수 있다. 도 31은 콜리메이팅 백라이트(310)을 보이며, 여기서, 프리즘(313)이 제1 빔 확장기(314)에 입사하기 전에 콜리메이터의 출력을 꺾는데 사용된다. 전술한 바와 같이 굴절물을 떨어트리는 접착제(index-dropping glue)가 프리즘(313)과 제1 빔 확장기(314)의 경계면에서만 아니라 편향기 면(314d)을 따라 사용된다.

<206> 도 32는 크기 감소와 함께, 출력 광도(및 에텐듀(etendue))도 또한 증가시키는 다른 방법을 도시한다. 백라이트(320)는 각각의 콜리메이터(322a 및 322b)를 갖는 이중 LED 광원들(321a 및 321b)을 구비한다. 보이지는 않지만 그 바로 아래에는 LED와 콜리메이터들의 가능한 제2 쌍이 있을 것이다. 이는 동일한 출력 휘도에서 백라이트의 크기가 두 배로 (면적으로는 네 배로) 되게 할 수 있다.

<207> 도 14D 및 14E의 확산기(246)에 관해서, 그러한 확산기에 대한 대안이 존재한다. 도 33은 입사 개구(331), 상부 편향면(332), 및 크기가 과장되어 도시된 플로우 선 계단들(333s)과 방출기들(333e)을 갖는 하부 미세구조 표면(333)을 포함하는 방출빔 확장기(330)이 측면도이다. 개구(331)에 입사하는 광은 광선 팬(336)으로 표시되었지만, 내부에서 진행되는 백색광을 갖는 이전의 실시예들과는 다르게, 453nm의 청색 LED로부터 나오는 청색 파장들만이 존재할 뿐이다. 백라이트(330)에서 출사하는 청색광은 수직으로부터 뚜렷하게 경사지게 보이는 광선 팬(337)으로 표시되어 있다. 이는, 방출기들 상에 미러들을 코팅할 전술한 필요를 제거하면서, 방출기들(333e)이 큰 값들의 각 확산(angular spread)에 대해서도 내부 전반사에 의해 독자적으로 동작할 수 있게 한다. 그러한 경사진 출력이 LCD들을 조명하는데 적당하지 않지만, 여기서는 상부 측광층(334)을 조명한다.

<208> 청색-감광층(334)은 청색광(337)의 일부를 흡수하고 유리하게는 나머지를 산란시키는 예컨대 대규모의 형광체층일 수도 있다. 그러한 산란은 층(334)을 구성하는 고굴절률의 형광체 미세 입자들이 과장 크기 또는 마이크로 크기인 경우에 얻는다. 20배 작은 형광체 입자들을 갖는 소위 나노 형광체들은 본질적으로 투명하며 따라서 그들이 흡수하지 않는 청색광의 일부를 산란시키지 않을 것이다. 광선 팬(338)은 마이크로 크기의 형광체층(334)의 백색 램버시안 방출을 나타낸다. 그러한 방출은 아래쪽으로도 동일하게 발생하므로, 재활용을 위해 이러한 백색 방출을 상기 형광체층으로 되돌려서 한쪽 면의 방출에 대해 휘도를 증가시키기 위하여 이색 필터(335)가 형광체층(334) 아래에 위치한다. 이색 필터(335)는 청색 파장들을 광속(337)의 각도로 투과시키지만, 형광체층(334)에 의해 발생한 더 긴 파장들은 투과시키지 않는다. 또한, 상기 필터(335)는 형광체(334)에 의해 산란된 청색광을 모두 큰 입사각으로 반사할 것이며, 그 결과 청색광의 작은 부분만이 재활용되지 않을 것이다.

<209> 도 34는 청색 LED(341b), 이색 필터(342), 및 측광층(343)을 갖는 콜리메이팅 백라이트(341)를 포함하는 백라이트 시스템(340)이 사시 전개도이다. 그러한 층은 현재 채용된 형광 LCD 백라이트들에 비해 효율, 휘도 및 균일성이 우수할 것이다. 형광체층은 흡수되지 않은 청색광이 형광체의 전면을 모든 방향으로, 즉 램버시안 강도를

갖고 떠나도록 하기 위해 청색광을 충분히 산란시켜야 할 것이다. 이색 필터(342)는 축광층(343)의 후방 방출을 '재활용'을 위해 순방향으로 보내는 역할을 한다. 모자이크 백라이트들을 도시하는 이전의 도면들은 큰 형광체 층에도 똑같이 잘 적용될 것이며, 이는 대규모 스크린의 LCD 텔레비전에 유리할 것이다.

- <210> 이들 빔 확장기들의 하부 미세구조 표면의 프로파일에 있어서, 상기 방출기들은 각각의 페이스트(facet)의 단지 작은 부분만을 점유한다. 이는, 편향기 표면 또는 미세구조 표면에 입사하는 광이 일반적으로 두 번의 굴절 후에 제2 빔 확장기를 가로지른다는 것을 의미한다. 이들을 보상하기 위하여, 클리어러(clearer)라고 부르는 새로운 소자들이 제2 평판 빔 확장기의 양쪽면에 추가될 수 있다. 이들 소자들의 목적은 제2 빔 확장기가 완전히 투명한 것으로서 보이게 하는 것이다. 상기 클리어러의 표면들 중 하나는 평면이고 다른 하나는 상쇄될 필요가 있는 굴절을 갖는 표면의 복제이다. 도 35는 위쪽의 편향기 표면-클리어러(352)와 아래쪽의 미세 구조화된 표면-클리어러(353)를 도시하는 평판 빔 확장기(351)의 측면도이다. 도시된 바와 같이, 각각의 클리어러와 빔 확장기 사이에서 굴절률 차이가 유지되어야 한다. 이들 사이의 재료에 대한 최대 굴절률은 빔 확장기(351) 내부의 광에 대한 TIR 조건에 의해 결정되지만, 그들이 접하는 부분의 굴절률보다 훨씬 낮지는 않다.
- <211> 도 36은 평평한 상부를 갖는 빔 확장기(360)와 클리어러(361)를 도시한다. 평평한 상부(360)는 클리어러를 필요로 하지 않는다.
- <212> 도 37은 클리어러들의 사용이 어떻게 전면 발광을 가능하게 하는지를 보여준다. 시스템(370)은 명확성을 위해 약간 단순화하여 도시된 평면 빔 확장기(371), 클리어러(372), LCD(373) 및 후방 반사기(374)를 포함한다. 제2 빔 확장기와 클리어러(들)이 외부 관찰자에게 투명하기 때문에, LCD가 빔 확장기(371)를 통과하여 보일 수 있다.
- <213> 입사하는 광선 팬(375)은 광속(376)으로 도시된 것과 같은 출력광을 발생하는 것으로 보인다. 반사된 광(377)은 LCD(373)를 통과하여 되돌아가며, 그 후에 광속(378)으로서 방출기들 사이의 갭을 통해 미세구조 표면의 일부분들을 가로지르는데, 여기서 굴절되어 클리어러(372)에 의해 상쇄된다.
- <214> 후방 미러(374)가 없으면, 이러한 전면 발광 시스템은 하나의 LCD가 양쪽에서 모두 보이게 할 수 있다.
- <215> 이러한 전면 발광 시스템의 응용들은 LCD에 한정되지 않으며, 사진, 그림 등의 장식용 광으로도 사용될 수 있다.
- <216> 도 38은 제1 및 제2 미세구조 표면들(381 및 382)을 갖는 빔 확장기(380)에 의해, 그러나 편향기 표면 없이 어떻게 양면 발광이 성취될 수 있는지를 보여준다. 양측의 미세구조 표면들의 방출기들이 교호하여야 하기 때문에, 확장기(380)가 완전히 대칭적이지는 않다. 따라서 방출기들(382e)은 반대쪽 계단(381s)을 조명하며, 마찬가지로 방출기들(381e)은 반대쪽 계단(382s)을 조명한다.
- <217> 방출된 빔들이 방출기의 양쪽면에서 동일한 방향일 필요는 없다. 도 39는 수직한 출력(391r)을 발생시키는 상부 미세구조(391)와 경사진 출력(392r)을 발생시키는 하부 미세구조(392)를 갖는 빔 확장기(390)를 도시한다.
- <218> 도 40은 입력 광선(401i)에 의해 왼쪽으로부터 공급받는 상부 빔 확장기(401)와 입력 광선(402i)에 의해 오른쪽으로부터 공급받는 하부 빔 확장기(402)를 포함하는 이중 빔 확장기 시스템의 대안적인 구성이다. 방출기들(401e)은 방출기들(402e)에 인접하여 두 방출기들 사이에 완전한 대칭을 부여한다.
- <219> 전방 발광 방식은 도 33의 334와 같은 형광체층이 이색 필터(즉, 335) 없이도 여전히 우수한 효율성을 갖게 할 수 있다. 도 41은 평평한 빔 확장기(411)와 그 하부의 클리어러(412)를 갖는, 그러한 배열을 보여주는 전개된 측면도이다. 빔 확장기(411)는, 후방 산란 손실이 없도록 상부로 진행되는 광을 재활용하는 후방 반사기(414)를 갖는 형광 변환층(413)을 향해 도광된 광선 출력(411r)을 갖는다. 형광체(413r)에서 반사된 광은 플로우 선 계단들(411s)을 통과하여 빔 확장기를 가로질러 LCD(415)에 도달한다.
- <220> 편광된 광을 재활용하는데 시스루(see-through) 시스템이 또한 사용될 수 있다. 도 42는 콜리메이터(422)와 제1 빔 확장기(423)로 구성된 주입기를 갖는 LED 광원(421) 및 제2 빔 확장기(424), 편광 필터(425) 및 LCD(426)를 갖는 방출기를 포함하는 편광-재활용 백라이트 시스템(420)의 전개 사시도이다. 필터(425)는 LCD(426)에 의해 사용되는 편광의 통과를 허용하는 반면, 그에 직교하는 편광을 1/4 파장 지연기(426)와 후방 반사기(427)를 향해 백라이트(424)를 통해 아래로 반사한다. 이 광은 그런 후 다시 되돌아와 지연기(426)를 통과하는데, 그 두 번의 통과는 이러한 재활용된 광에 적절한 편광을 부여하며, 장치 출력 및 효율을 크게 향상시킨다.
- <221> 이러한 편광 재활용 방식은 도 42의 제1 빔 확장기(423)에도 또한 적용될 수 있다. 따라서 이를 이용하는 것은, 반사 편광자, 1/4 파장 지연기 및 반사 필름에 대해 명확한 이점을 갖는 보다 작은 면적을 요구하며, 또한 전방

발광에도 또는 후방 발광에도 허용된다. 도 42는 단지 후방 발광만이 가능하다는 것을 의미하는 평평한 빔 확장기(424)에서 편광-재활용 방식이 사용된 경우만을 도시한다.

- <222> 지금까지 개시된 양호한 실시예들은, 현재의 액정 디스플레이들이 단단한 평면이기 때문에, 평탄한 표면을 조명하도록 구성되어 있다. 미래의 디스플레이들을 위해, 몇몇 실시예들은 또한 만족된 출력 표면을 갖는다.
- <223> 도 43은 두 개의 중첩된 장치 프로파일들을 제공하는 광원(431)을 도시한다. 평평한 점선(432)은 CPC 프로파일(433)로부터 반사 광을 수광하는 플로우 선 방출기들의 평면을 도시한다. 점선(434)은 곡선(435)으로부터 반사 광을 수광하여 이를 점선(434)를 통해 외부로 보내는 플로우 선 방출기들의 임의의 비교 프로파일을 도시한다.
- <224> 도 44는 광원(441)과 반원 상에 위치하는 플로우 선 방출기 홈들(442)을 도시한다. 나선형 표면(443)은 광원(441)으로부터의 광을 홈들(442)로 반사한다.
- <225> 도 45는 완전한 원을 형성하기 위해 위치하는 반원형 조명기들(451 및 455)을 도시한다. 그들을 둘러싸는 것은 방출된 빔렛(beamlet)(457)들이 램버시안 출력(458)으로 확산되도록 위치하는 실린드릭얼 확산기(456)이다.
- <226> 몇몇 실시예들은 에텐튜-제한 백라이트 및/또는 전방 발광 시스템에, LED 및 빔 확장기와 같은 컴팩트한 광원으로부터 광을 수광하는 콜리메이터로 통상적으로 구성되는 비결상(non-imaging) 광학 주입기를 제공한다. 상기 주입기 콜리메이터는 광을 +15도와 같은 엄격한 수용 각도로 가두는 반면, 빔 확장은 부분적으로 콜리메이팅 된 광을 측방으로 편향시켜 광이 라인 어레이를 형성하면서 길이 방향을 따라 확산되도록 하는 플로우 선 지향의 반사기들을 갖는다. 광의 이러한 편향된 라인은 방출기라고 부르는 평평한 도파로에 입사하며, 여기서 그 출력 영역에 걸쳐 확산되므로(방출기는 빔 확산기로서 작용한다), 도파로의 하부에 있는 방출면에 의해, 콜리메이팅 된 빔으로서 위로 및 밖으로 방출된다. 실질적으로 모든 경우에 및 몇몇 경우에, 도파로 내의 모든 광은 검경처럼(specularly) 반사되며, 그 결과 원래의 광도를 유지한다. 간헐적인 방출기 면들은 그들이 조명하고 있는 LCD의 화소들보다 작으며, 명확한 광도를 감소시킨다. 이러한 콜리메이팅 된 출력은 LCD에 의해 더욱 유리하게 활용되며, 그 위에 있는 홀로그래픽 확산기에 의해 더 넓은 각도들이 성취될 수 있다.
- <227> 몇몇 실시예와 관련된 개념들 중에서 일부는 다음의 참조문헌들을 보면 더 잘 이해할 수 있다. (1) R. Winston, J.C. Mifiano, P. Benitez, "Nonimaging Optics", Elsevier Academic Press, 2004; (2) K. Kalantar, S. Matsumoto, 및 T. Onishi, "Functional light-guide plate characterized by optical microdeflector and micro-reflector for LCD backlight", IEICE TRANS. ELECTRON.,E84-C, 1637-1646 (2001); (3) Di Feng, Yingbai Yan, Xingpeng Yang, Guofan Jin and Shoushan Fan, "Novel light -guide plate for liquid crystal display backlight", J. Opt. A : Pure Appl. Opt., 7, 111-117 (2005); 및 (4) Di Feng, Guofan Jin, Yingbai Yan, Shoushan Fan, "High quality light guide plates that can control the illumination angle based on microprism structures", Applied Physics Letters, 85, 6016-6018 (2004). 이 각각의 문헌들은 참조로서 통합된다.
- <228> 여기서 개시된 발명은 특정 실시예들 및 응용예들로 기술되었지만, 특허청구범위에서 설정된 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 변형 및 변경들이 본 기술분야의 당업자에 의해 이루어질 수 있다. 전술한 설명은 본 발명을 실시하는 최적의 모드를 포함하며 한정적인 의미로 취해진 것이 아니라, 단지 본 발명의 일반적인 원리들을 설명하기 위한 목적을 위한 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- <23> 본 발명의 전술하거나 그밖의 다른 측면, 특징 및 잇점들은, 후술하는 본 발명의 첨부된 도면을 참조한 보다 상세한 설명으로부터 더욱 명확해질 것이다.
- <24> 도 1a는 발광 출사의 거의 모두를 이용하기 위하여 결합 설계되는 하기의 도면들을 참조하는 장치에 사용되는 예시적인 LED의 상면도이다.
- <25> 도 1b는 도 1a의 LED의 단면도이다.
- <26> 도 2a는 백라이트 실시예의 상면도이다.
- <27> 도 2b는 도 2a의 백라이트의 측면도이다.
- <28> 도 2c는 광선을 함께 표시한 도 2a의 백라이트를 도시한다.
- <29> 도 2d는 도 2c의 광선 자체를 도시한다.

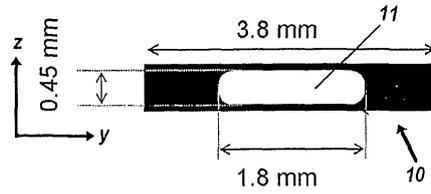
- <30> 도 3은 에지 광선을 함께 표시한 CPC 프로파일을 도시한다.
- <31> 도 4a는 플로우 선을 따라 섹션된 CPC를 도시한다.
- <32> 도 4b는 도 4a의 CPC 프로파일의 근접도이다.
- <33> 도 5a는 전단계에 수직된 출사면을 경사시킴에 따른 광 방출을 도시한다.
- <34> 도 5b는 이러한 경사진 출사면의 근접도이다.
- <35> 도 5c는 필레팅(filleting)의 광학적 효과, 즉 제조 공차를 산정하는 방법을 도시하는 광선도를 도시한다.
- <36> 도 6은 내부적으로 반사하는 공기 공간을 갖는 선형으로 조직된 백라이트를 도시한다.
- <37> 도 7a는 CPC가 주어진 선형 홈 백라이트의 상면도이다.
- <38> 도 7b는 도 7a의 백라이트의 전면도이다.
- <39> 도 7c는 도 7a의 백라이트의 투시 분해도이다.
- <40> 도 7d는 도 7a의 백라이트의 주입기와 방출기 사이의 결합의 근접도이다.
- <41> 도 7e는 도 7a의 백라이트의 주입기의 투시도이다.
- <42> 도 7f는 도 7a의 백라이트의 플로우 선 홈과 방출면을 보여주는 방출 팁(ejector tip)의 상세 측면도이다.
- <43> 도 8a는 또다른 콜리메이팅 백라이트의 상면도이다.
- <44> 도 8b는 도 8a의 백라이트의 사시 저면도이다.
- <45> 도 8c는 도 8a의 백라이트의 코너 둘레의 근접도이다.
- <46> 도 8d는 도 8a의 백라이트의 코너 둘레의 상세도이다.
- <47> 도 9a는 작은 추출(extraction) 존을 갖는 또다른 콜리메이팅 백라이트의 측면도이다.
- <48> 도 9b는 도 9a의 백라이트의 상면도이다.
- <49> 도 10은 내부가 보이는 백라이트를 도시한다.
- <50> 도 11은 듀얼 컬러 백라이트를 도시한다.
- <51> 도 12는 더욱 집적된 듀얼 컬러 백라이트를 도시한다.
- <52> 도 13a 내지 도 13b는 바닥 인젝션을 가지는 접어진 경로의 백라이트의 측면 및 단면도이다.
- <53> 도 14a는 사각형 백라이트 시스템의 저면도이다.
- <54> 도 14b는 도 14a의 백라이트 시스템의 일 부분의 근접도이다.
- <55> 도 14c는 도 14b에 도시된 부분의 투시도이다.
- <56> 도 14d는 도 14a의 백라이트 시스템의 분해 투시도이다.
- <57> 도 14e는 도 14a의 백라이트 시스템의 측면도이다.
- <58> 도 14f는 도 14a의 백라이트 시스템의 측면도로서 대체적인 확산 배치를 보여준다.
- <59> 도 14g는 도 14a의 백라이트 시스템의 주입기의 단면도와 그것의 빔 확장기를 방출 모습과 함께 보여준다.
- <60> 도 14h는 도 14a의 백라이트 시스템의 제2 빔 확장기에 결합되는 제1 빔 확장기의 상부 표면의 근접도이다.
- <61> 도 14i는 제1 빔 확장기의 바닥면의 미세 홈의 근접도이다.
- <62> 도 14j는 동일한것의 대체적인 배치를 보여준다.
- <63> 도 15a는 백라이트 입사 개구의 위상 공간 도표이다.
- <64> 도 15b는 표시된 경계와 함께 동일한 것을 보여준다.
- <65> 도 16a는 개구 에지 광선을 보여준다.

- <66> 도 16b는 이들 예지 광선의 반쪽을 보여준다.
- <67> 도 16c는 결과적인 플로우 선(flow lines)을 보여준다.
- <68> 도 17a는 어떻게 이들 플로우 선이 방출기의 프로파일로 귀결되는지를 보여준다.
- <69> 도 17b는 부채 형상의 3개의 광선 팬(fan)과 방출기의 외면(face)과 함께 방출기의 프로파일을 보여준다.
- <70> 도 17c는 랜덤한 에미터와 함께 방출기의 프로파일을 보여준다.
- <71> 도 18은 직선 방출기 프로파일을 보여준다.
- <72> 도 19는 직선 상부 표면을 갖는 또다른 방출기를 보여준다.
- <73> 도 20은 직선 빔 확장기들로 만들어진 백라이트를 보여준다.
- <74> 도 21은 직선 빔-확장기의 끝단 팁의 근접도이다.
- <75> 도 22a, 도 22b, 도 22c는 빔-확장기의 팁을 두껍게하는 다른 방법을 도시한다.
- <76> 도 23은 끝단 대 끝단이 결합된 두 개의 백라이트를 포함하는 이중 백라이트를 도시한다.
- <77> 도 24는 끝단 대 끝단이 결합된 두 개의 백라이트를 포함하는 이중 백라이트를 도시한다.
- <78> 도 25는 사중 백라이트를 도시한다.
- <79> 도 26은 또다른 사중 백라이트를 도시한다.
- <80> 도 27은 4개 측부 모두에 오픈됨으로써 이음매 없는 모자이크 백라이트에 적합한 백라이트를 도시한다.
- <81> 도 28은 도시된 바와 같이 배열되는 모자이크 백라이트를 도시한다.
- <82> 도 29는 대체적인 각도 변경 입력수단을 채용한 백라이트를 도시한다.
- <83> 도 30은 공동 평면상의 입력을 위해 배열된 모자이크 백라이트를 도시한다.
- <84> 도 31은 백라이트에서의 접는 프리즘을 도시한다.
- <85> 도 32는 복수 LED 백라이트를 도시한다.
- <86> 도 33은 축광층을 가진 백라이트의 측면도이다.
- <87> 도 34는 형광체가 설치된 백라이트의 투사 분해도이다.
- <88> 도 35는 클리어러(clearer)를 가진 빔 확장기를 도시한다.
- <89> 도 36은 두 경로 빔 확장기를 도시한다.
- <90> 도 37은 프론트라이트를 도시한다.
- <91> 도 38은 동일한 출력을 갖는 2-축 빔 확장기를 도시한다.
- <92> 도 39는 서로 다른 출력을 갖는 2-축 빔 확장기를 도시한다.
- <93> 도 40은 이중 2-축 빔 확장기를 도시한다.
- <94> 도 41은 형광 설치된 프론트 라이트를 도시한다.
- <95> 도 42는 편광-재활용 백라이트를 도시한다.
- <96> 도 43은 곡선형의 출력 표면을 갖는 추출기를 갖는 콜리메이팅 백라이트를 도시한다.
- <97> 도 44는 반원형 출력 표면을 갖는 백라이트를 도시한다.
- <98> 도 45는 전 각도 출력을 갖는 원형 광원으로 형성되는 두 개의 반원형 백라이트를 도시한다.
- <99> 도면들에서 대응되는 참조부호는 대응되는 요소를 지칭한다. 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 도면에서의 소자들이 단순 명료성을 위해 도시되었고 따라서 스케일에 따라 그려진 것은 아니라는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 도면에서 일부 소자들의 크기는 본 발명의 다양한 실시예들의 이해를 돕기 위하여 다른 소자들에 비해 상대적으로 과장되었을 수 있다. 또한, 상업적으로 적합한 실시예에서 유용하거나 필수적인 소자로서 공통되

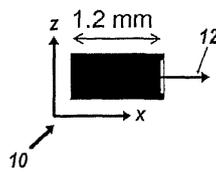
나 잘 알려진 소자는 본 발명의 다양한 실시예들을 보는데 덜 장애가 되도록 종종 도시되지 않았다.

도면

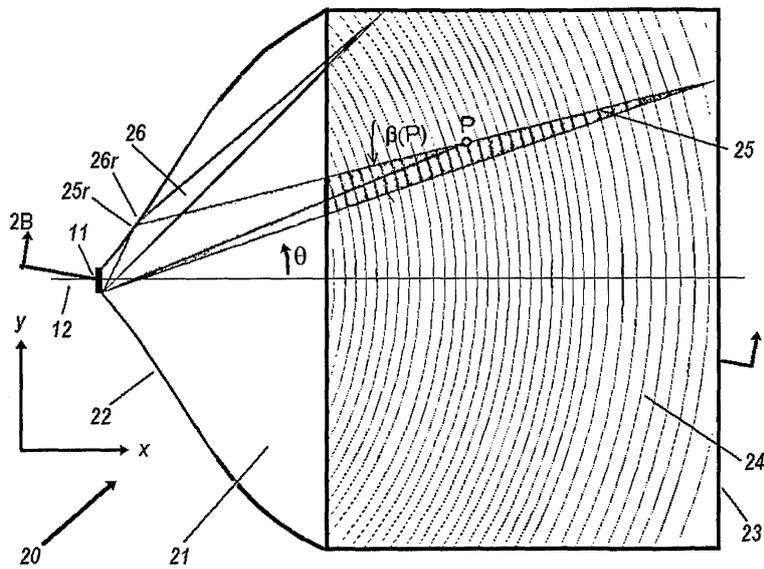
도면1a



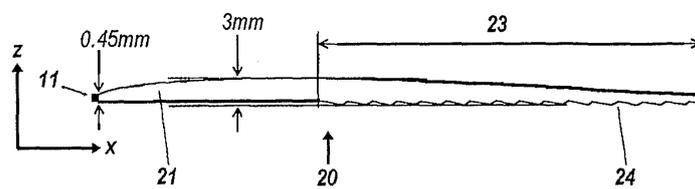
도면1b



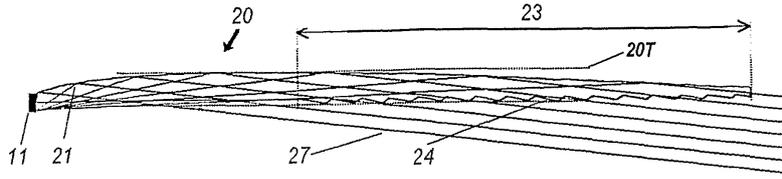
도면2a



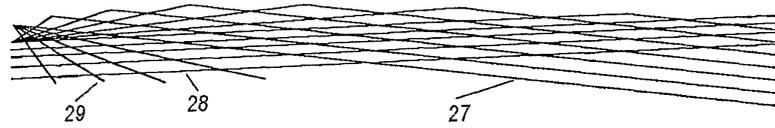
도면2b



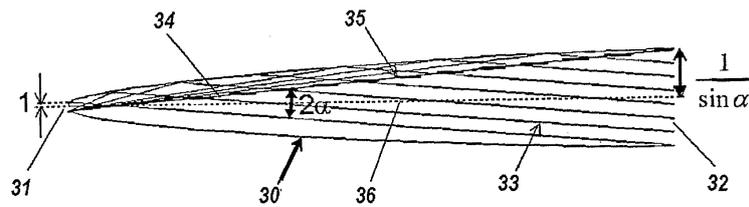
도면2c



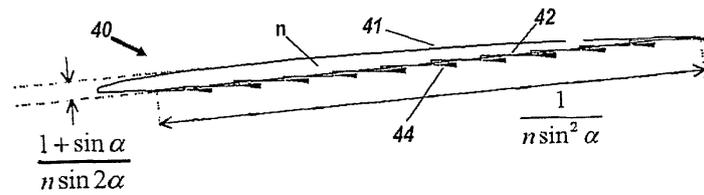
도면2d



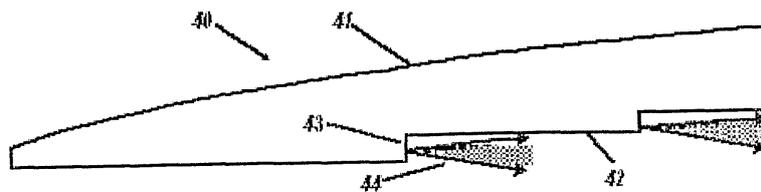
도면3



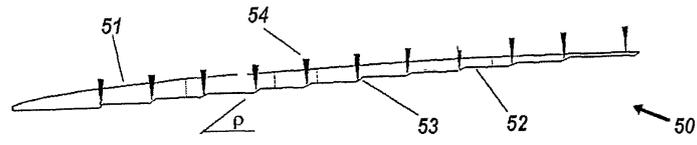
도면4a



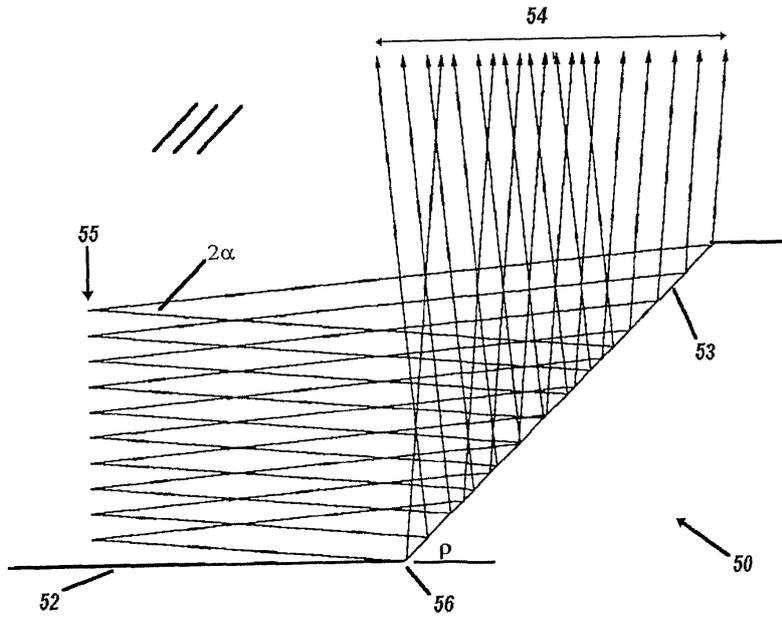
도면4b



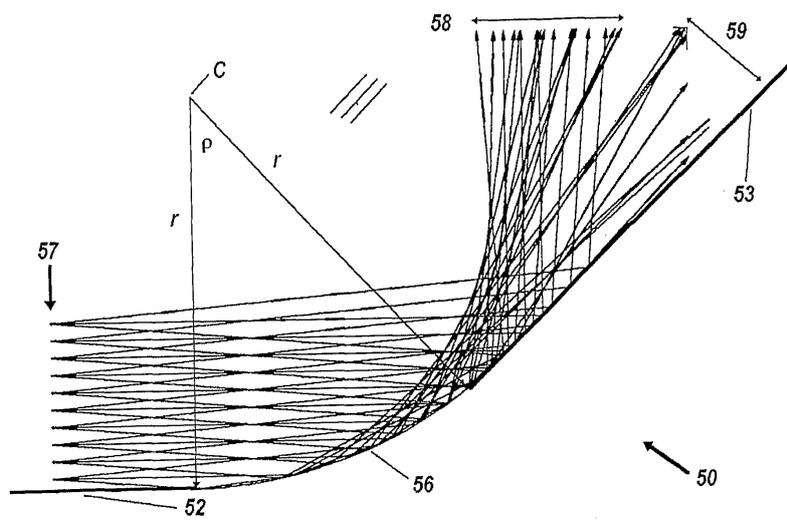
도면5a



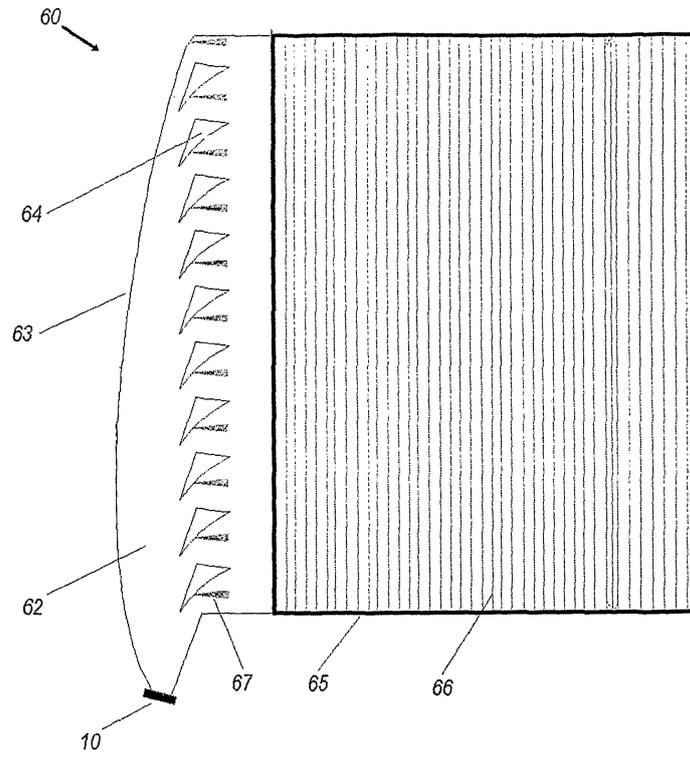
도면5b



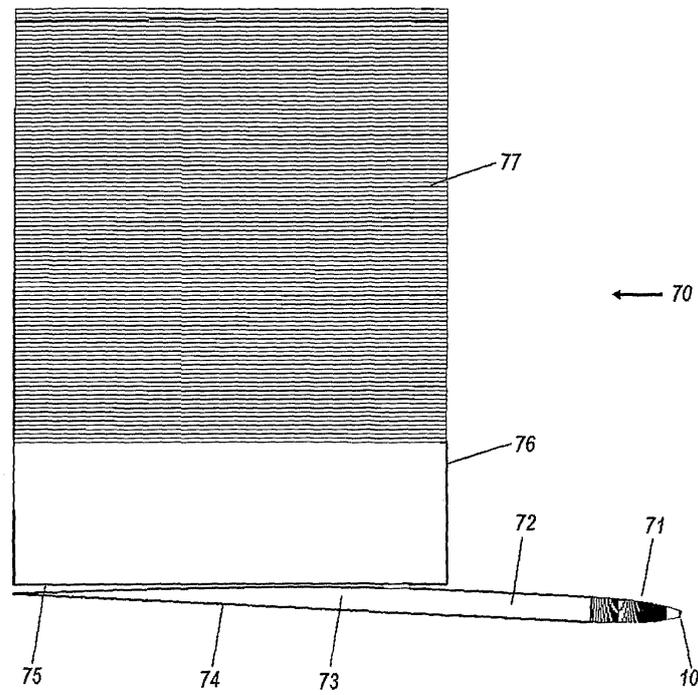
도면5c



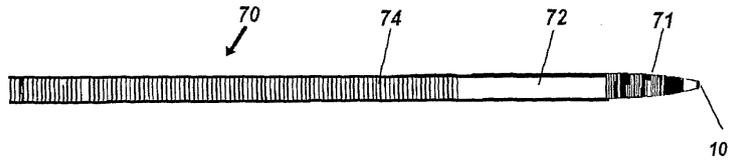
도면6



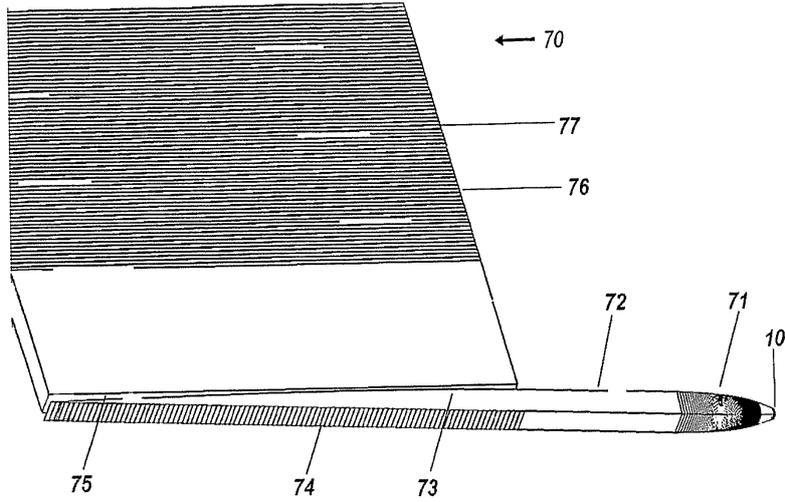
도면7a



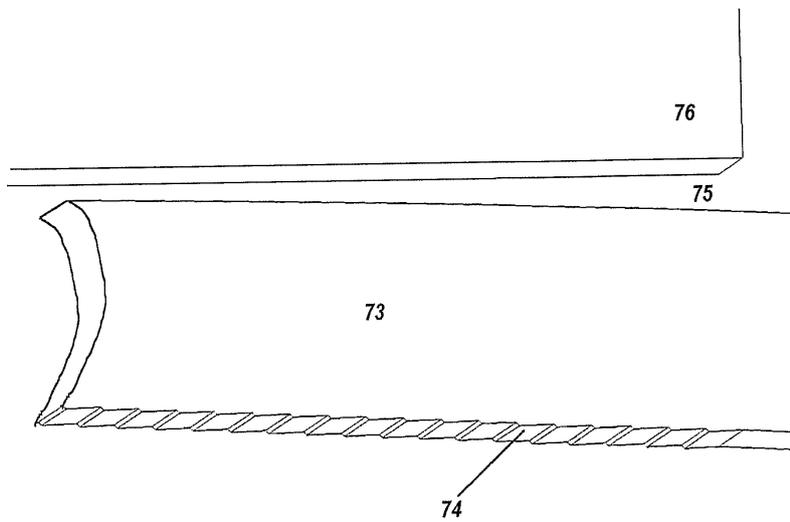
도면7b



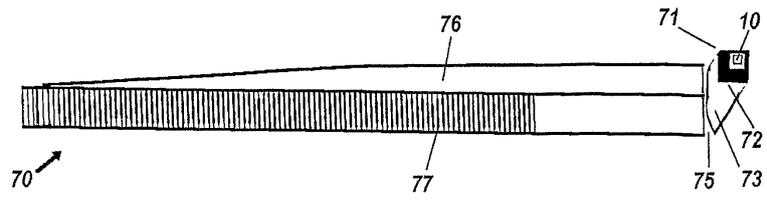
도면7c



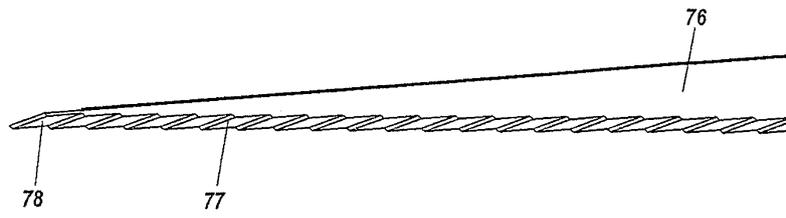
도면7d



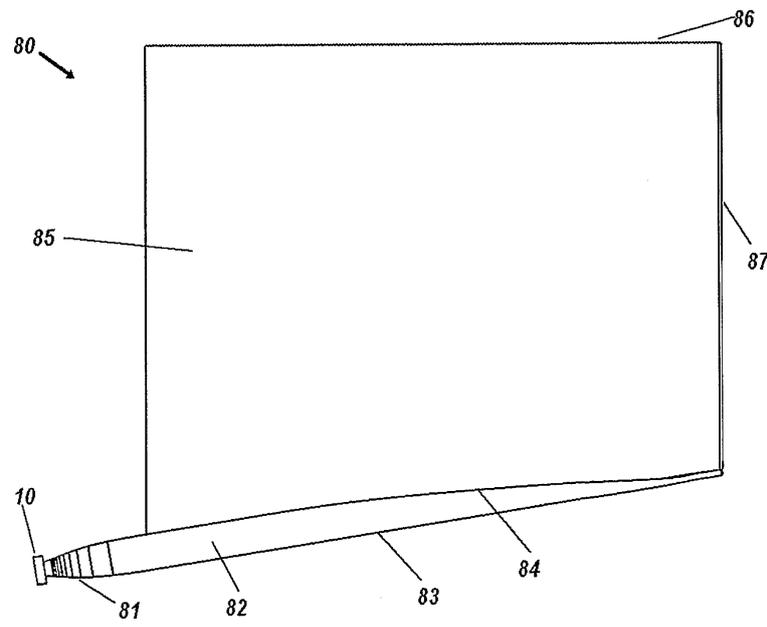
도면7e



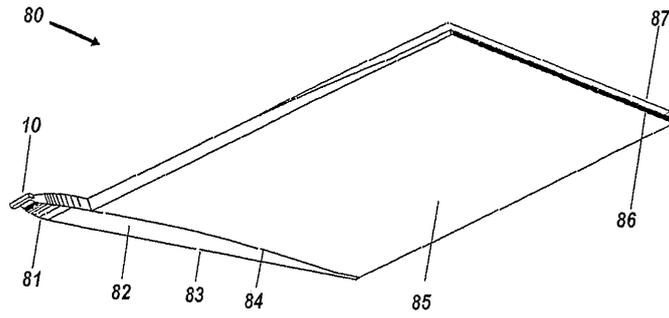
도면7f



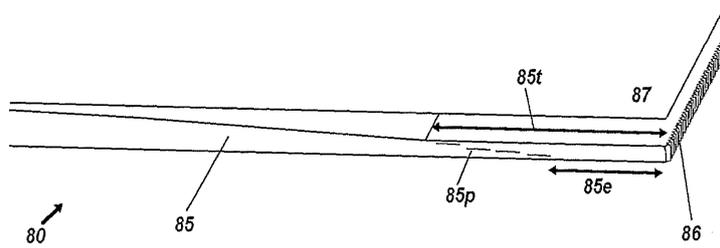
도면8a



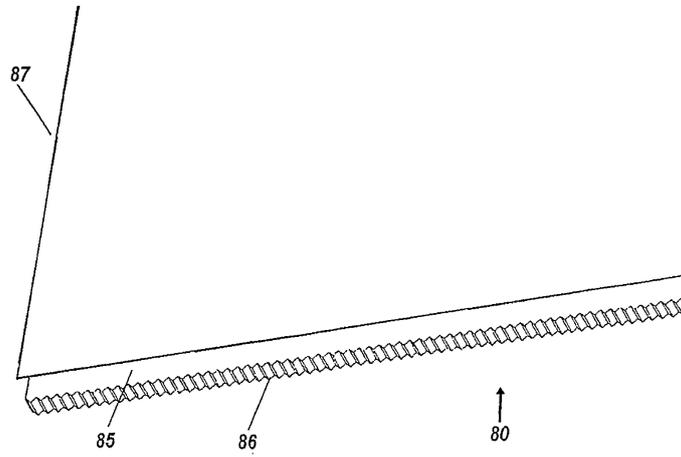
도면8b



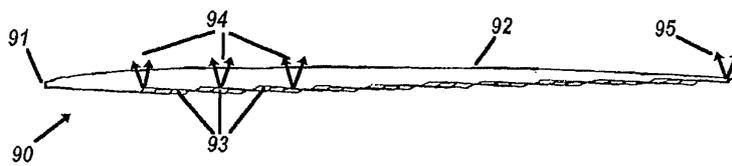
도면8c



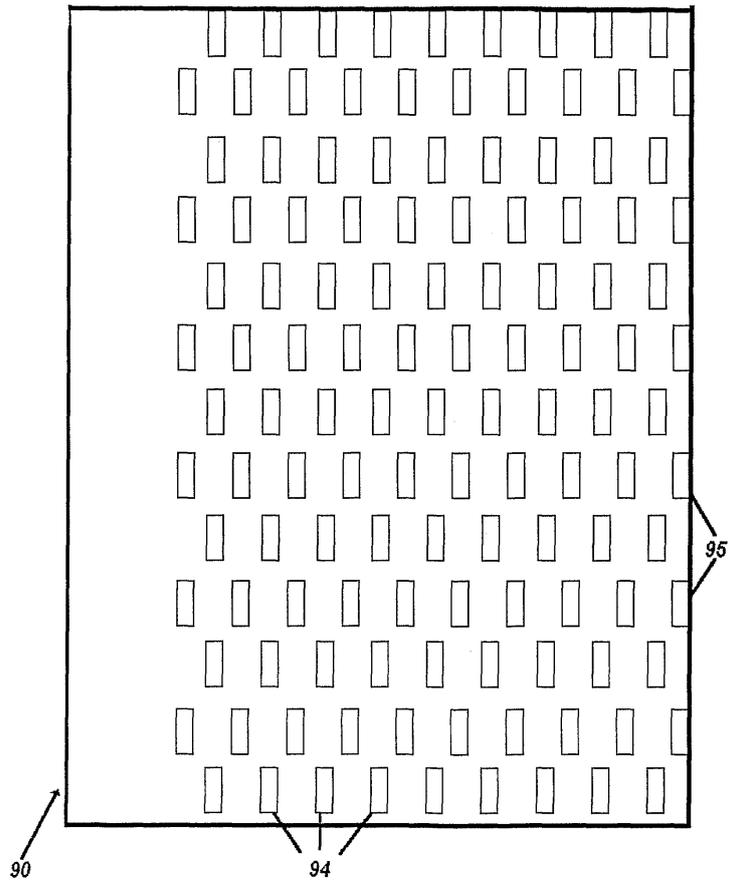
도면8d



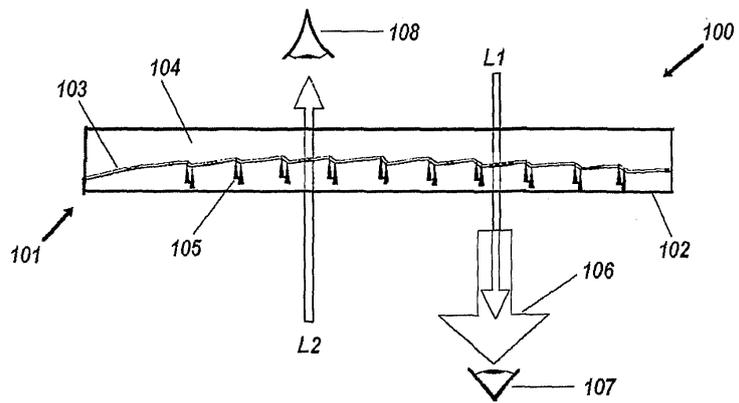
도면9a



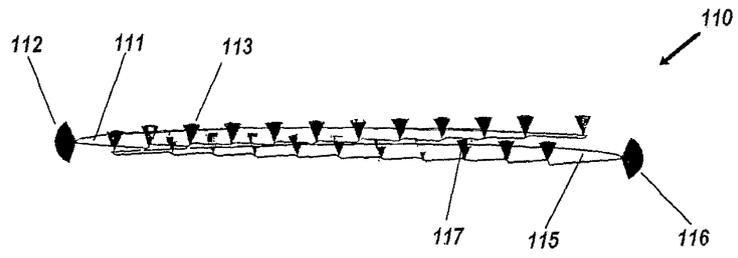
도면9b



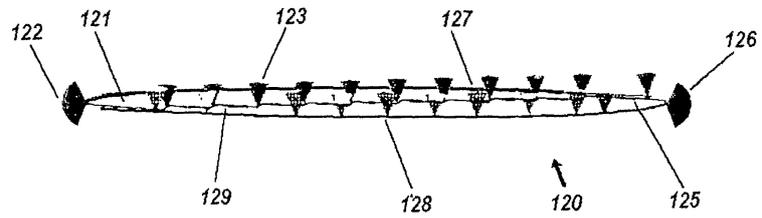
도면10



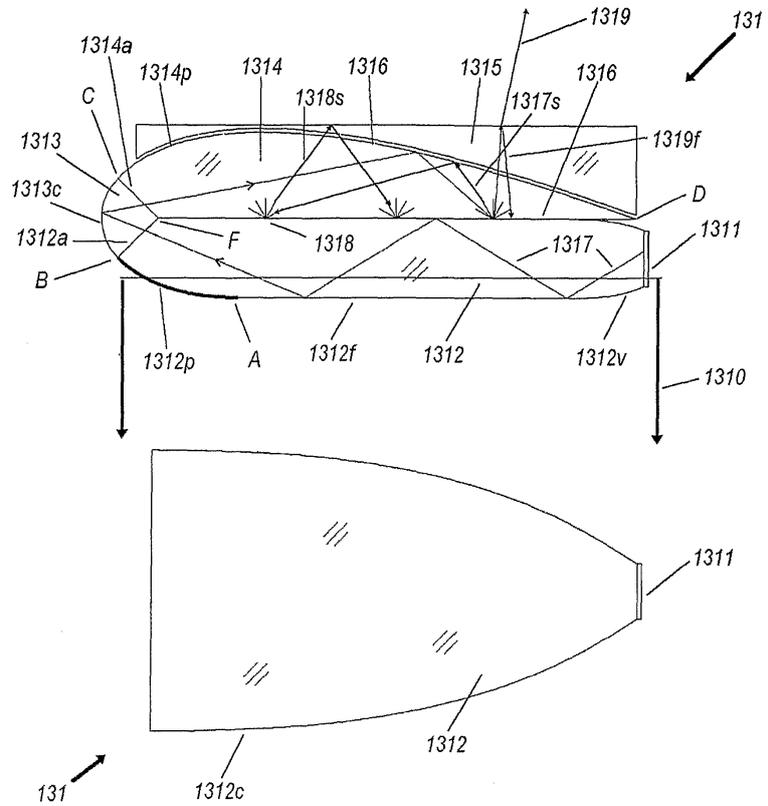
도면11



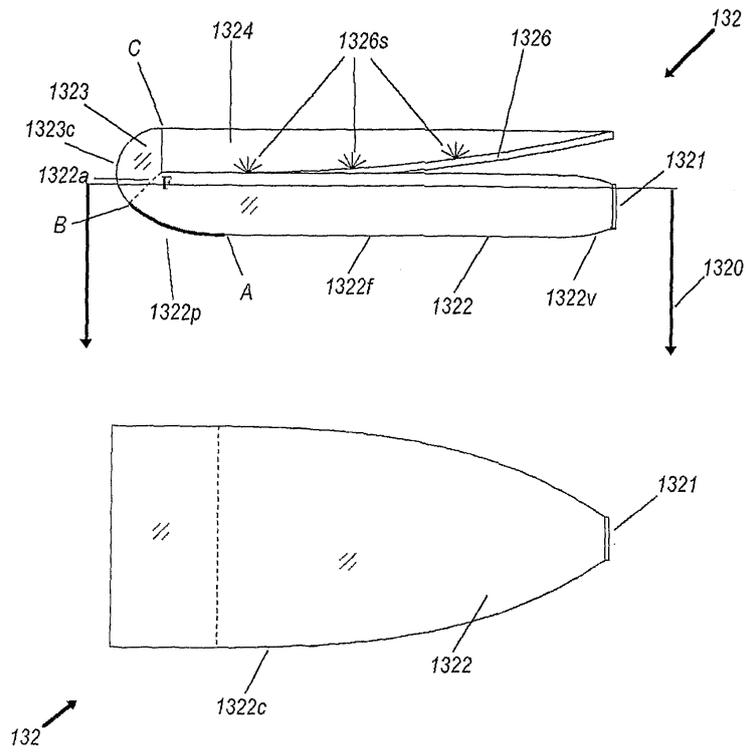
도면12



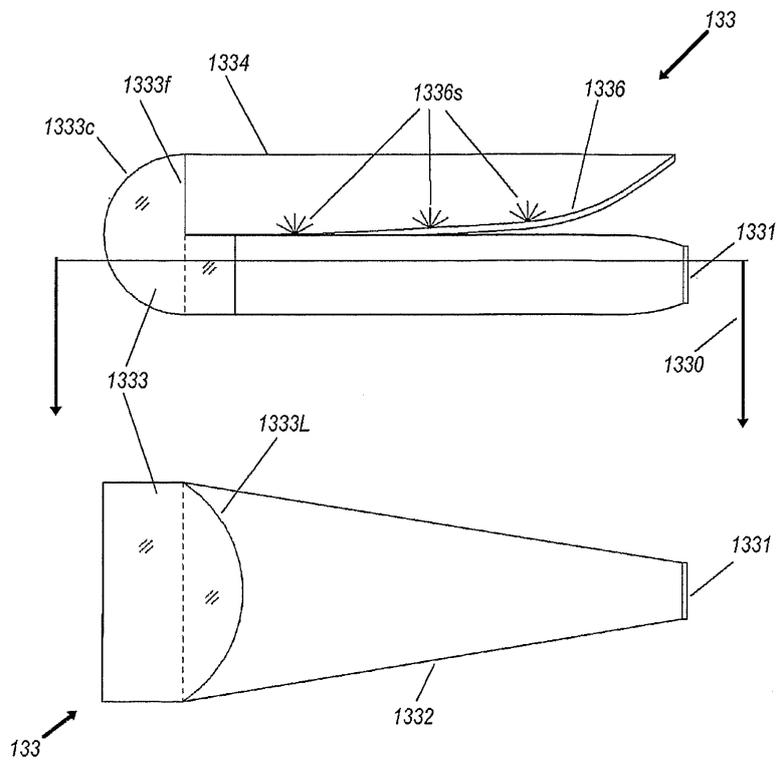
도면13a



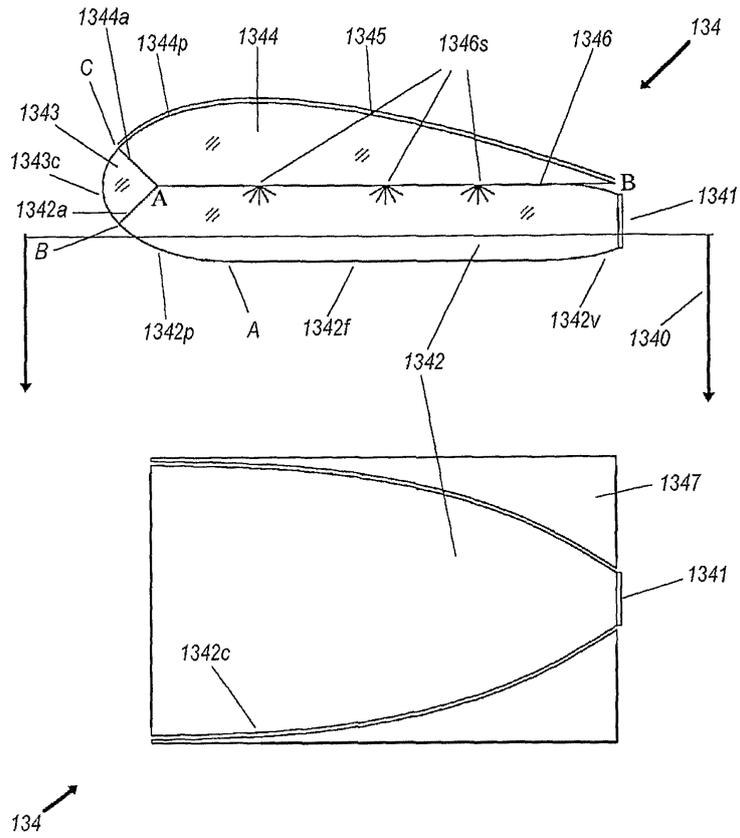
도면13b



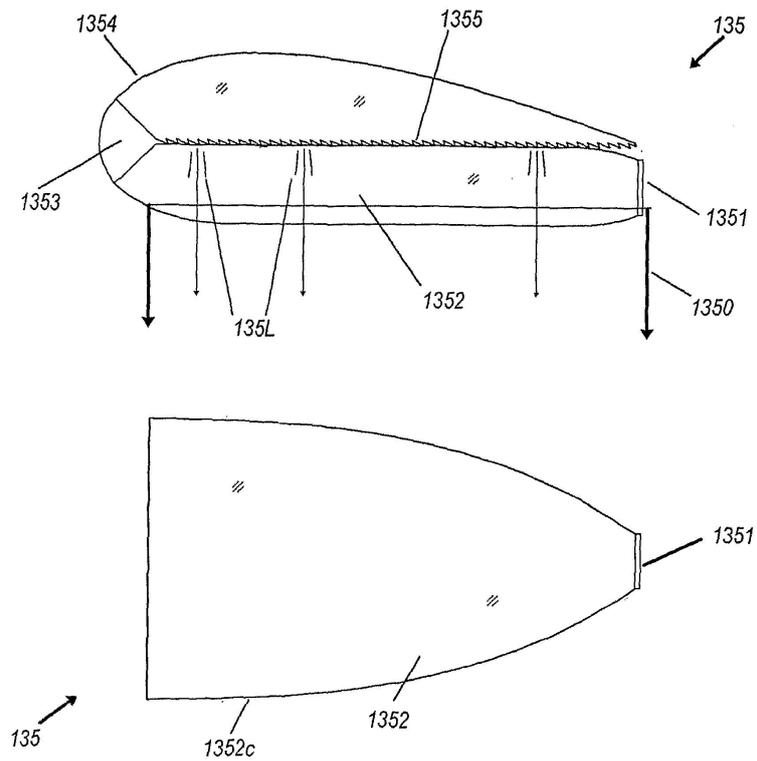
도면13c



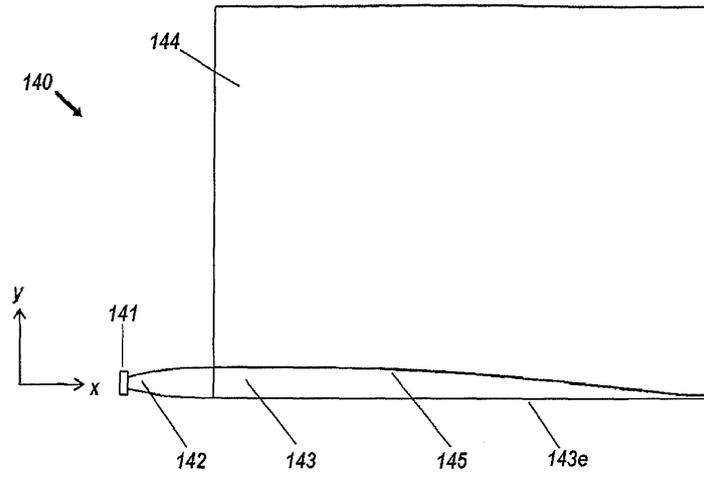
도면13d



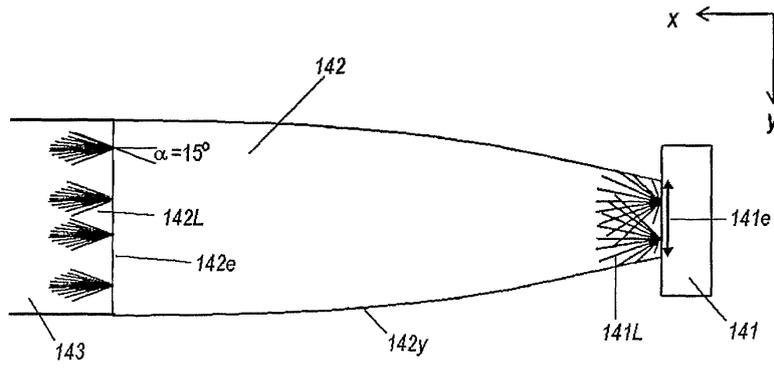
도면13e



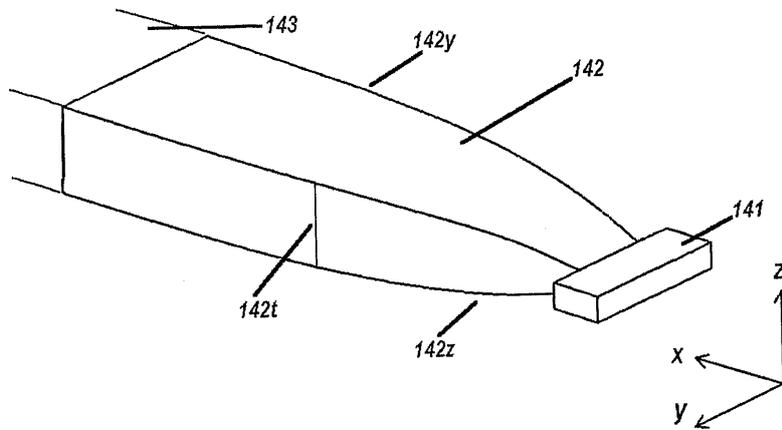
도면14a



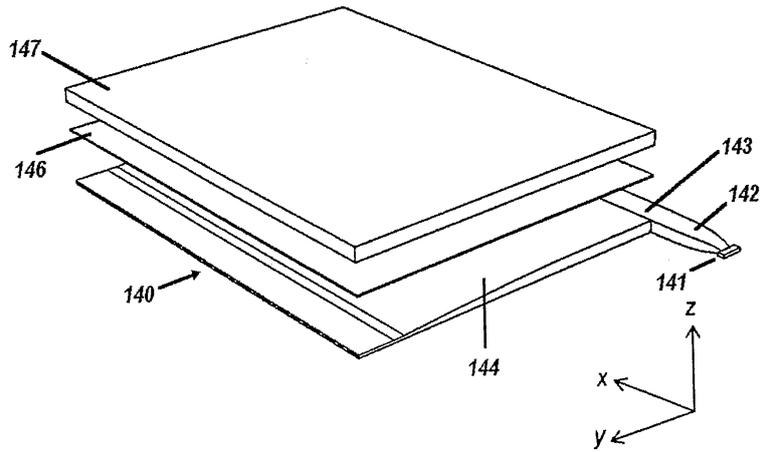
도면14b



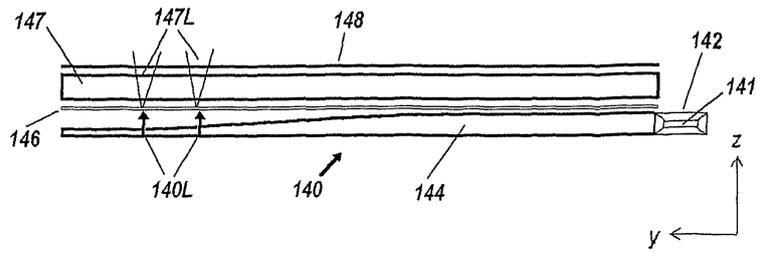
도면14c



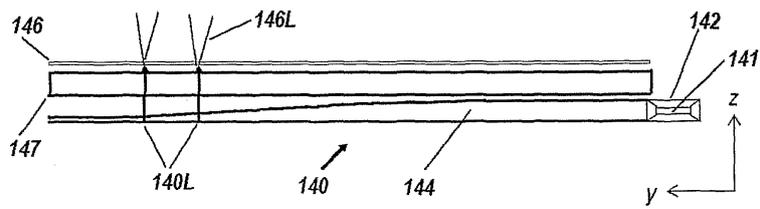
도면14d



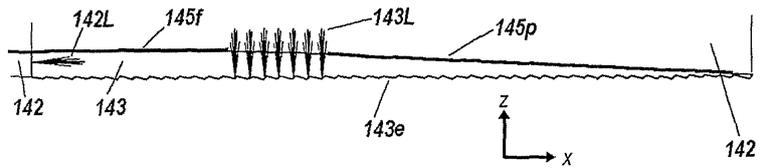
도면14e



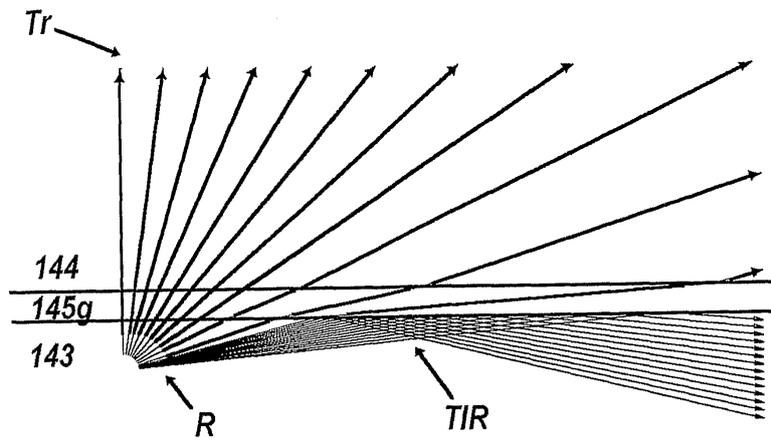
도면14f



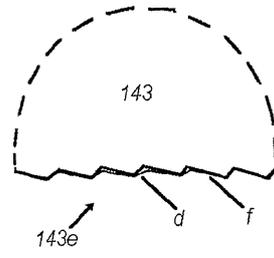
도면14g



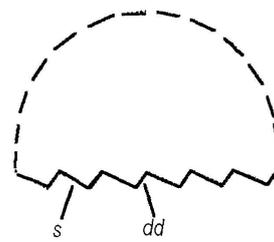
도면14h



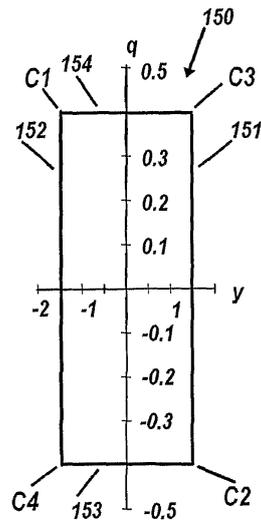
도면14i



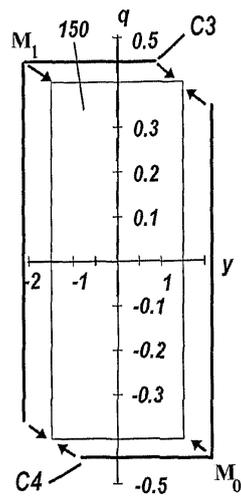
도면14j



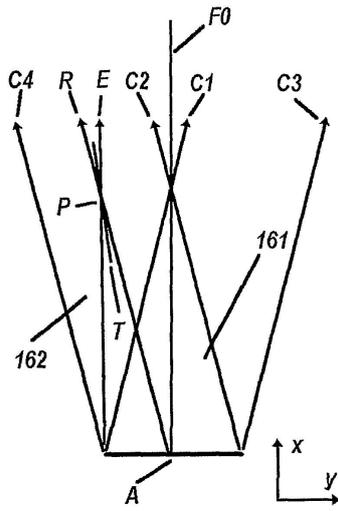
도면15a



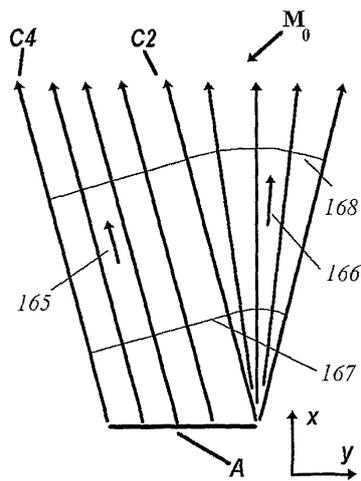
도면15b



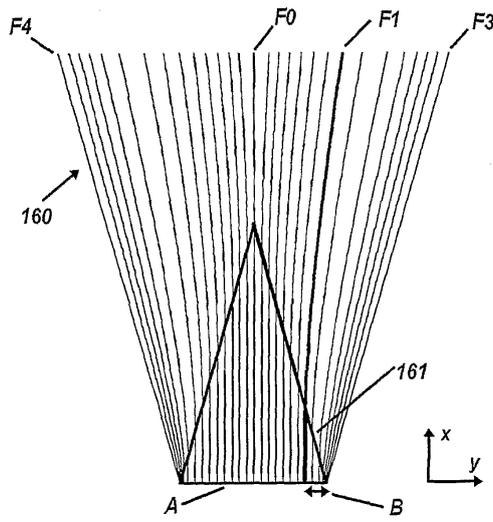
도면16a



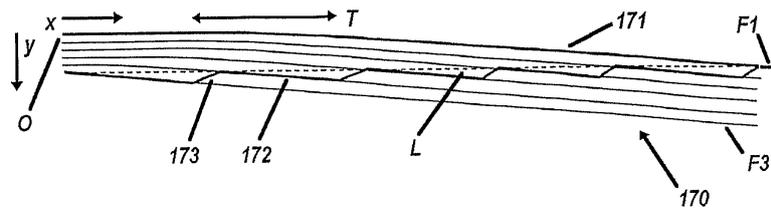
도면16b



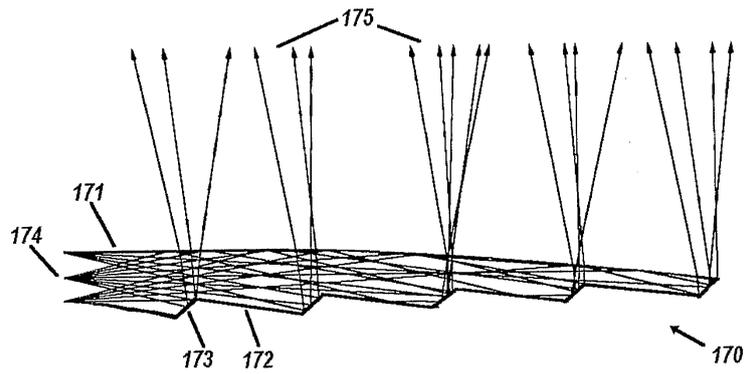
도면16c



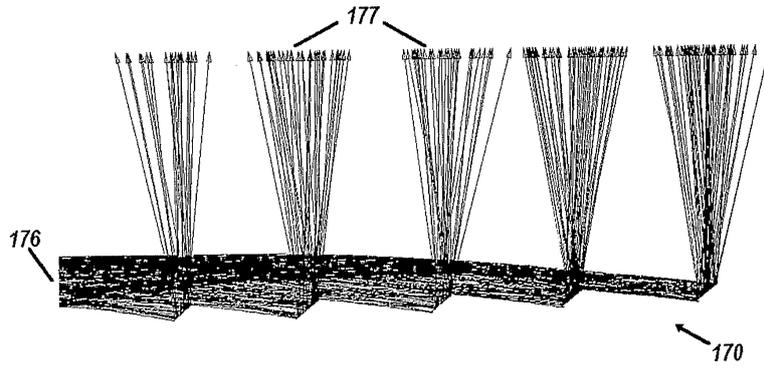
도면17a



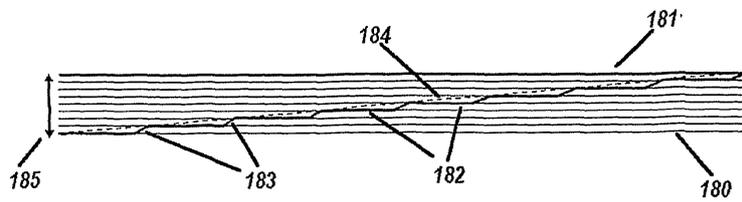
도면17b



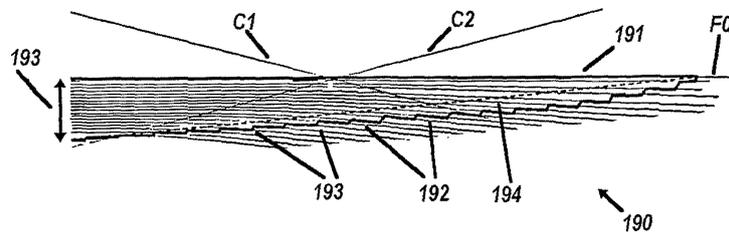
도면17c



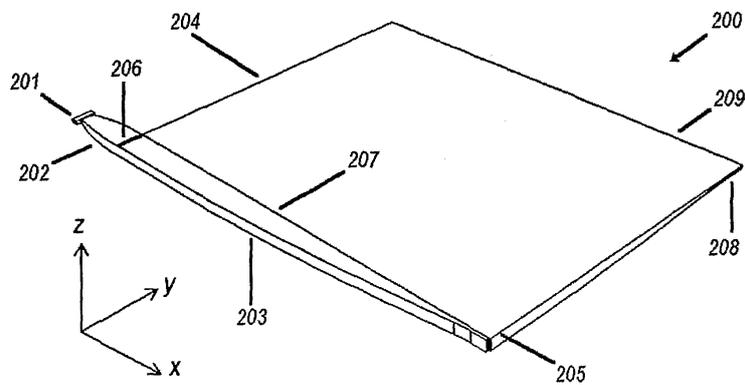
도면18



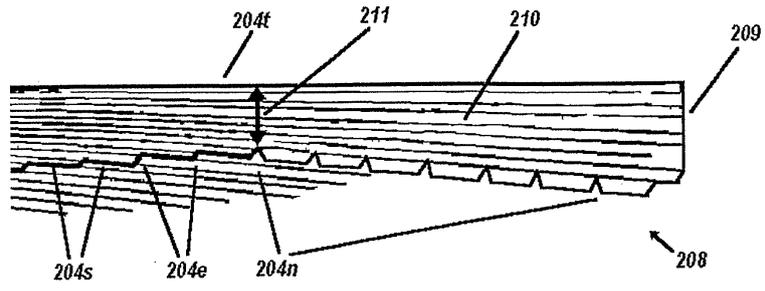
도면19



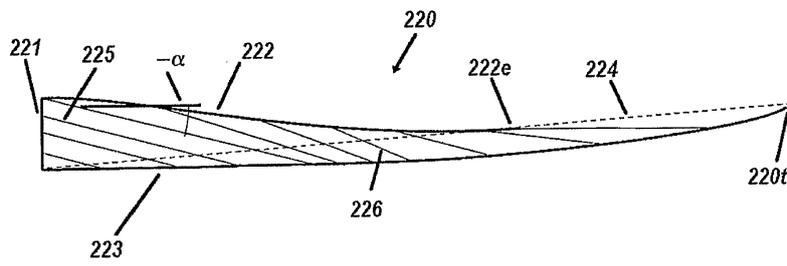
도면20



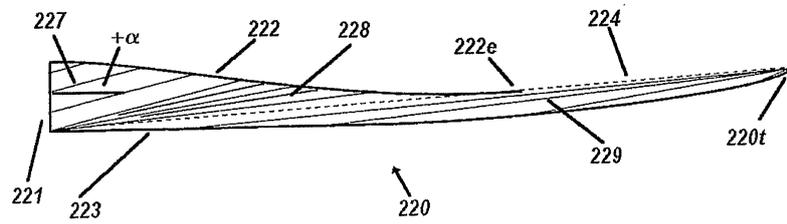
도면21



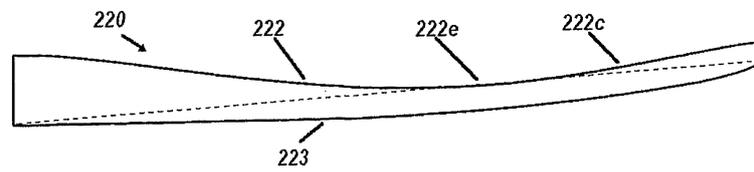
도면22a



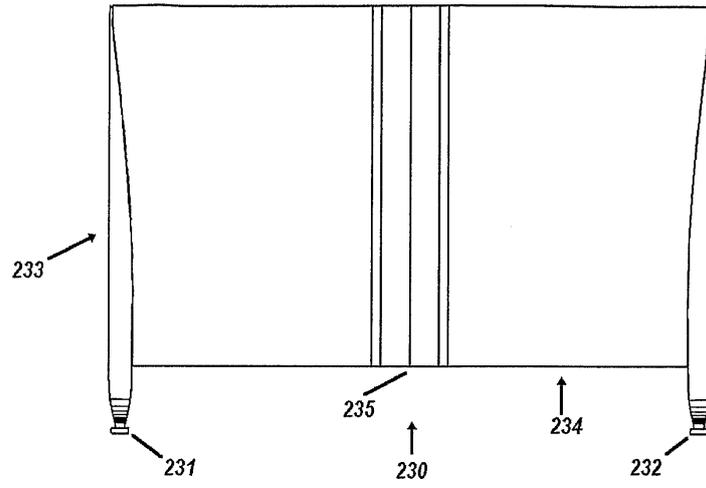
도면22b



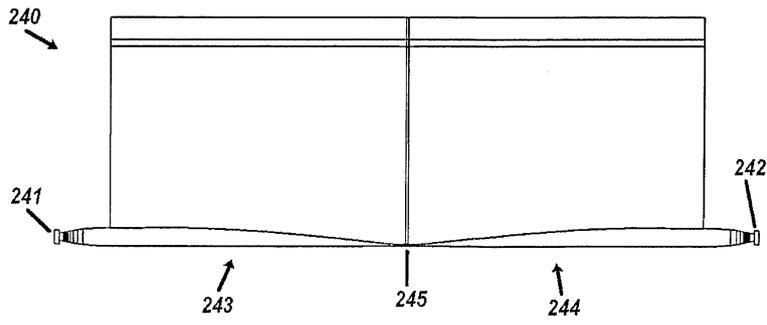
도면22c



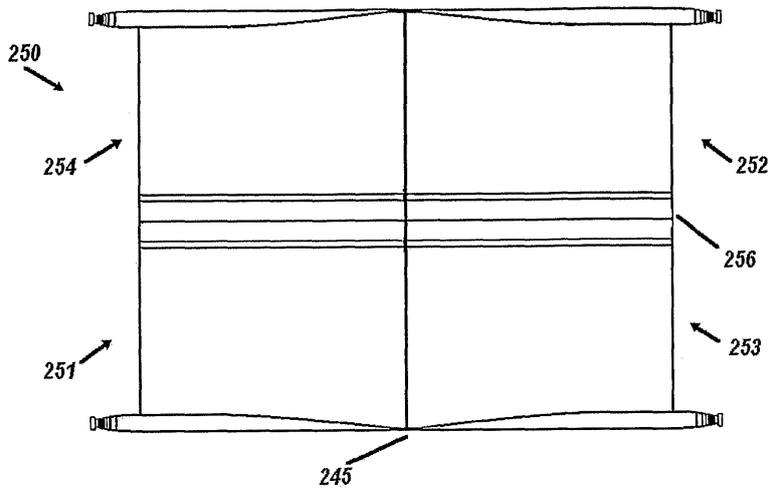
도면23



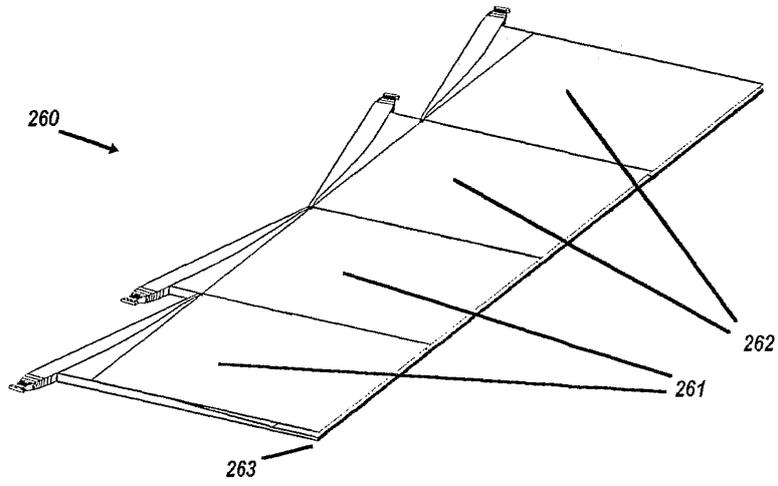
도면24



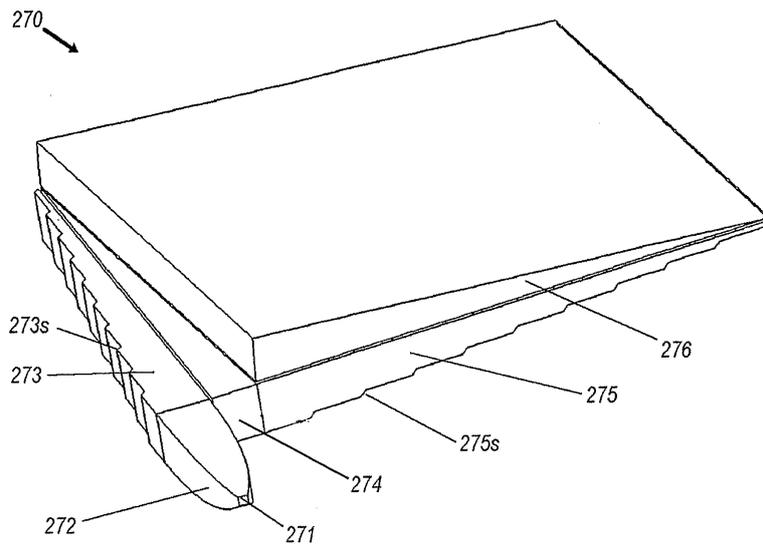
도면25



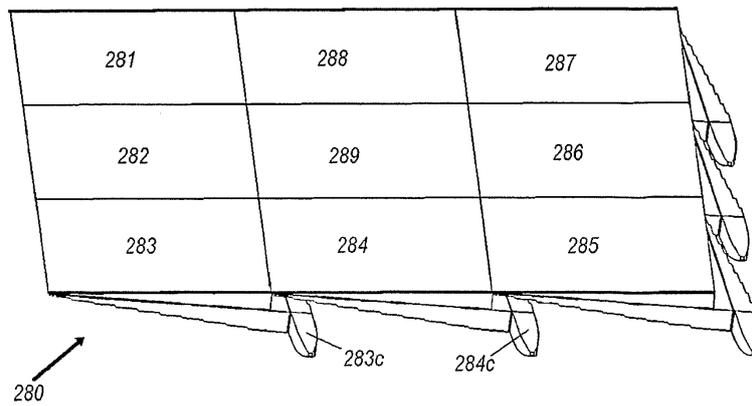
도면26



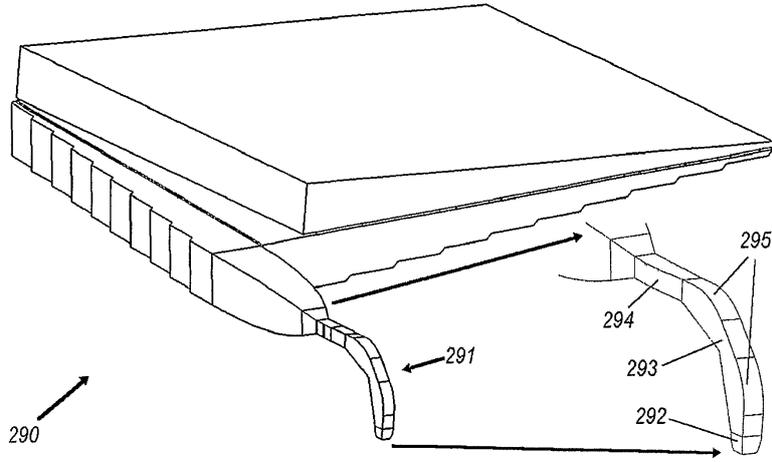
도면27



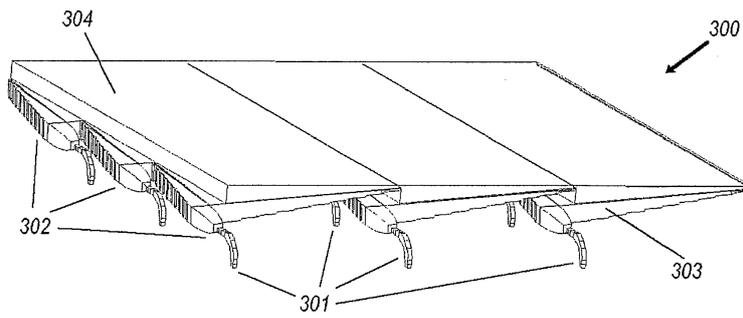
도면28



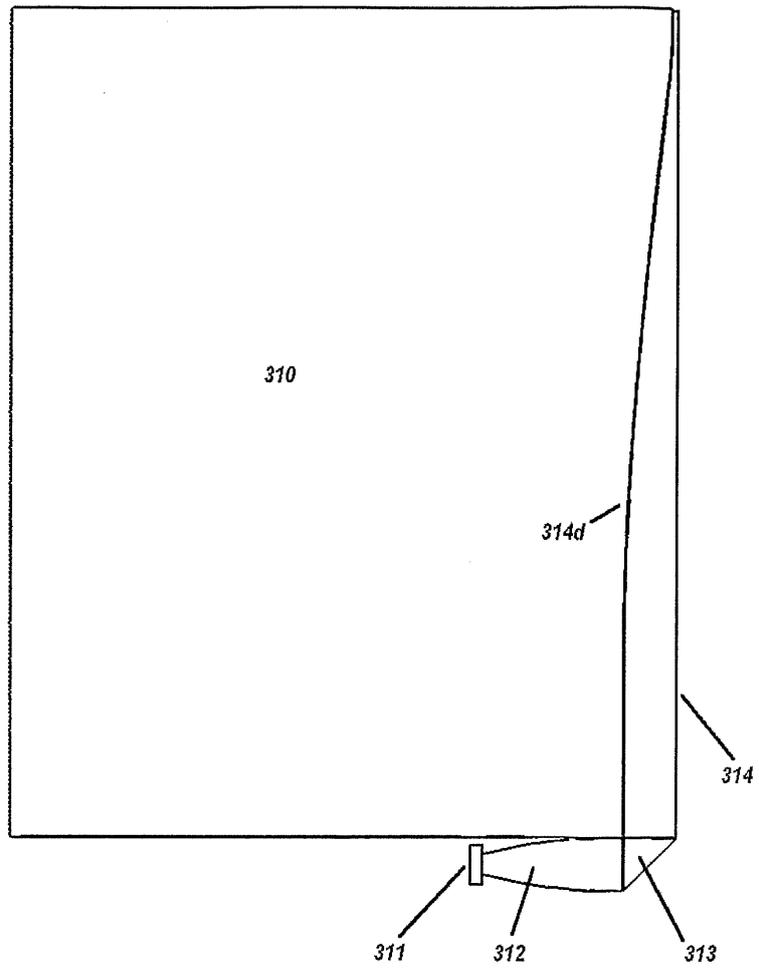
도면29



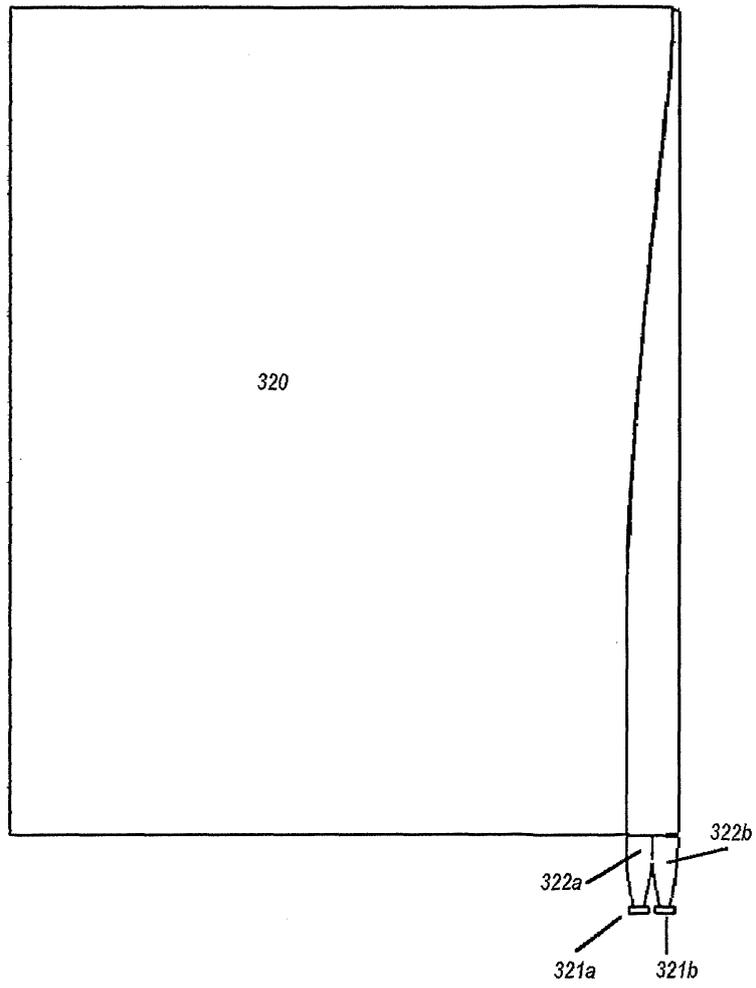
도면30



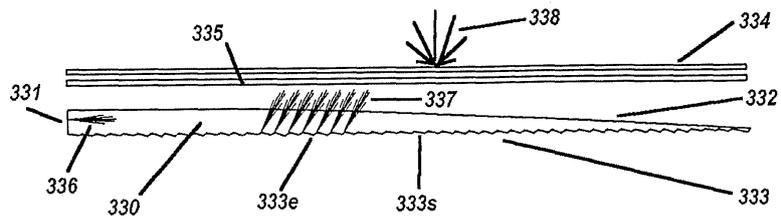
도면31



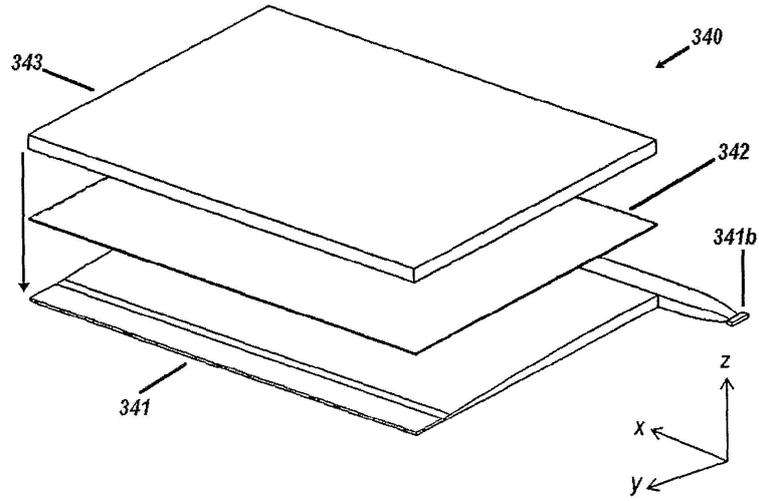
도면32



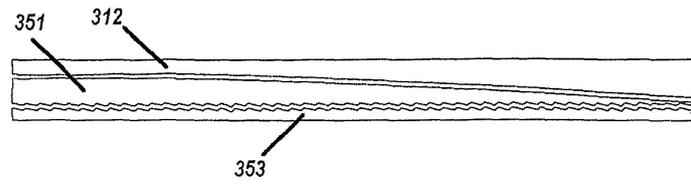
도면33



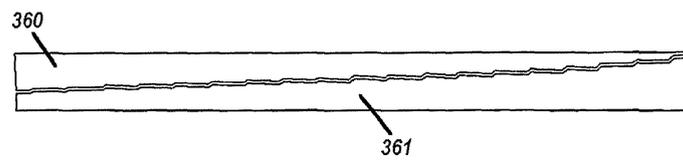
도면34



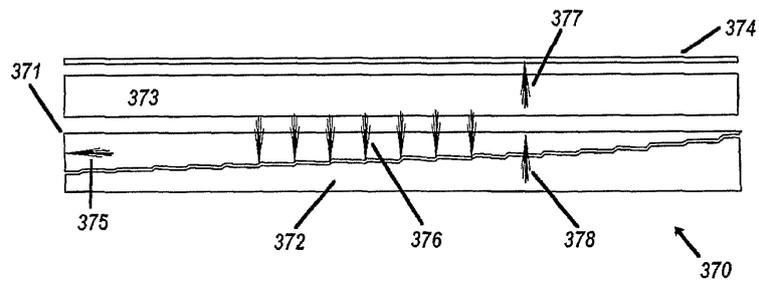
도면35



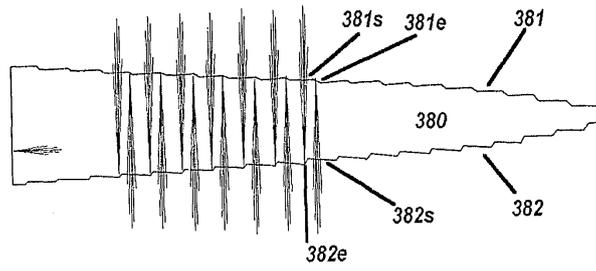
도면36



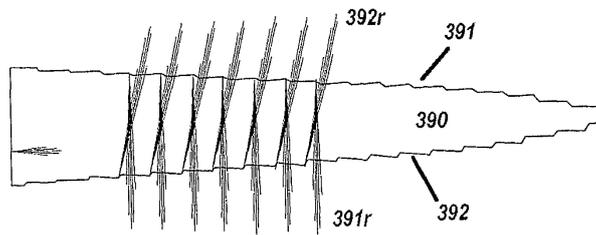
도면37



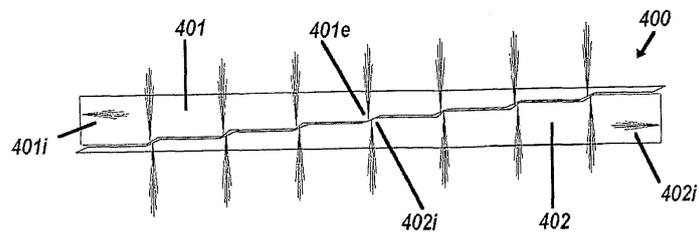
도면38



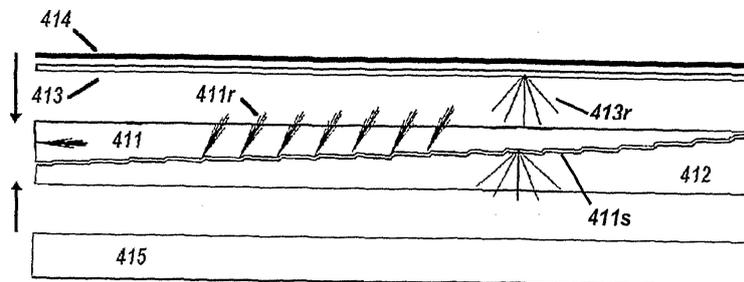
도면39



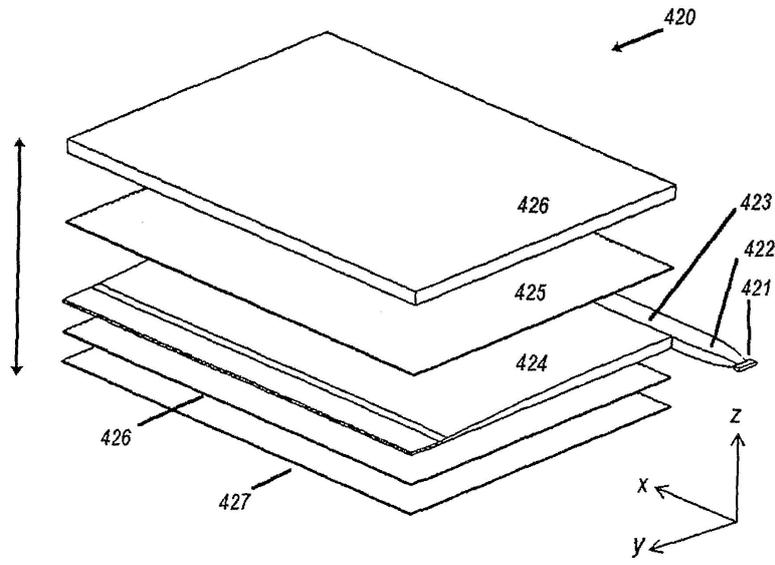
도면40



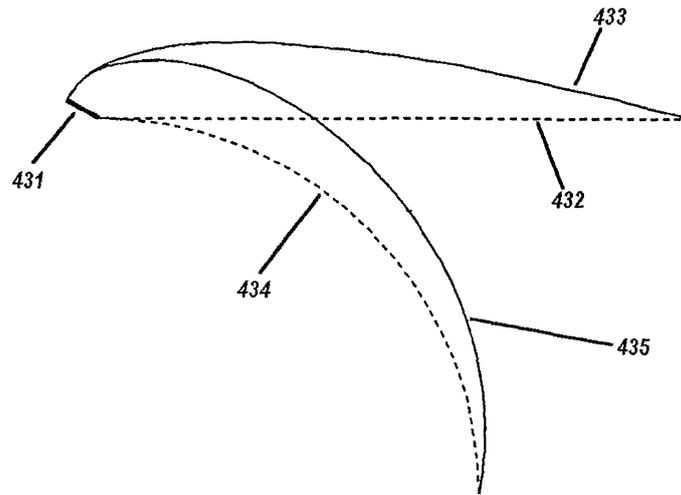
도면41



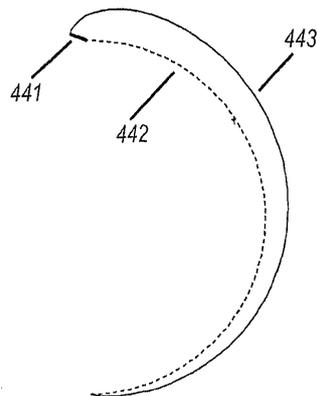
도면42



도면43



도면44



도면45

