



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년11월30일
(11) 등록번호 10-0997611
(24) 등록일자 2010년11월24일

(51) Int. Cl.

G02B 6/26 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7009661

(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년11월17일

심사청구일자 2008년11월17일

(85) 번역문제출일자 2005년05월27일

(65) 공개번호 10-2005-0084018

(43) 공개일자 2005년08월26일

(86) 국제출원번호 PCT/US2003/036683

(87) 국제공개번호 WO 2004/051327

국제공개일자 2004년06월17일

(30) 우선권주장

10/065,881 2002년11월27일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001004877 A*

JP2001138337 A*

JP07110415 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

제너럴 일렉트릭 캄파니

미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

카푸스타 크리스토퍼

미국 뉴욕주 12056 듀아네스버그 버논 드라이브 136

쉬 민-위

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 스탠포드 레인 114

구이다 레나토

미국 뉴욕주 12198 위난트스킬 처치 스트리트 620

(74) 대리인

김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 6 항

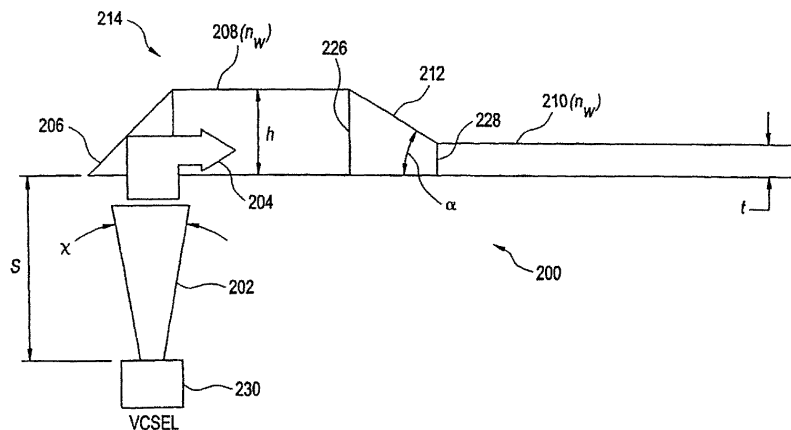
심사관 : 육성원

(54) 광 결합 시스템 및 도파관 장치

(57) 요약

광 섬유, 도파관, VCSEL(수직 공동 표면 발광 레이저)와 같은 광 소자 사이의 단일 모드 또는 멀티 모드의 광 상호 결합의 결합 효율을 증가시키는 방법 및 시스템이 개시된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

광학 장치들 간에 광학 에너지를 결합하기 위한 광 결합 시스템으로서,

방사원으로부터 N-모드 방사선(N은 정수임)을 수신하는 도파관을 포함하되,

상기 도파관은,

광 빔 방향 조정 장치(optical beam redirection device)로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하며, h의 두께를 갖고, 비대칭 형상을 갖는 제 1 도파관 부분과,

t의 두께를 갖는 제 2 도파관 부분(t는 h보다 작음)과,

상기 제 1 도파관 부분과 결합되는 두께 h의 제 1 단부 및 상기 제 2 도파관 부분과 결합되는 두께 t의 제 2 단부를 가지며, 상기 제 1 도파관 부분으로부터의 상기 N-모드 방사선을 상기 제 2 도파관 부분으로 결합하기 위한 테이퍼 형상부와,

상기 제 2 도파관 부분과 동일한 굴절률을 갖고, 상기 제 2 도파관 부분의 상부 표면으로부터 상기 테이퍼 형상부를 따라서 상기 테이퍼 형상부 상의 소정 위치까지 연장되는 추가적인 연장형 상부층 테이퍼 형상부를 포함하는

광 결합 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 N-모드 방사선을 상기 제 1 도파관 부분으로 지향시키기 위한, 상기 방사원으로부터의 상기 N-모드 방사선을 수신하는 광 빔 방향 조정 장치를 더 포함하는

광 결합 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 테이퍼 형상부의 상기 제 1 단부는 제 1 개구부를 포함하고, 상기 테이퍼 형상부의 상기 제 2 단부는 상기 제 1 개구부에 평행한 제 2 개구부를 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 개구부는 서로 이격 배치되어 상기 테이퍼 형상부가 상기 제 2 도파관 부분에서 5-10도의 제 1 각도 α 와, 상기 제 1 각도 α 에 수직인 5-10도의 제 2 각도 β 를 이루는(subtend)

광 결합 시스템.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

광학 장치들 간에 광학 에너지를 결합하기 위한 광 결합 시스템으로서,
 방사원으로부터 N-모드 방사선(N은 정수)을 수신하는 광 빔 방향 조정 장치와,
 축을 따라서 상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하는 도파관을 포함하되,
 상기 도파관은,
 상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하며, 굴절률이 n_w 인 제 1 도파관 부분과,
 n_w 보다 큰 굴절률 n_c 을 갖는 제 2 도파관 부분과,
 상기 제 1 도파관 부분으로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하는 테이퍼 형상부와,
 상기 테이퍼 형상부 내에 위치하고, n_w 보다 큰 굴절률 n_c 를 가지며, 상기 테이퍼 형상부로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하는 제 3 부분과,
 상기 제 2 도파관 부분과 동일한 굴절률을 갖고, 상기 제 2 도파관 부분의 상부 표면으로부터 상기 테이퍼 형상부를 따라서 상기 테이퍼 형상부 상의 소정 위치까지 연장되는 추가적인 연장형 상부층 테이퍼 형상부를 포함하는
 광 결합 시스템.

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

광학 장치들 간에 광학 에너지를 결합하기 위한 광 결합 시스템으로서,
 방사원으로부터의 N-모드 방사선을 수신하는 광 빔 방향 조정 장치-N은 정수임-와,
 상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하는 도파관을 포함하되,
 상기 도파관은,
 상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하며, h의 두께를 갖고, 비대칭 형상을 갖는 제 1 도파관 부분과,
 상기 제 1 도파관 부분과 결합되는 두께 h의 제 1 단부 및 두께 t의 제 2 단부를 가지며, 상기 제 1 도파관 부분으로부터의 상기 N-모드 방사선을 제 2 도파관 부분으로 결합하기 위한 테이퍼 형상부와,
 상기 제 2 도파관 부분과 동일한 굴절률을 갖고, 상기 제 2 도파관 부분의 상부 표면으로부터 상기 테이퍼 형상부를 따라서 상기 테이퍼 형상부 상의 소정 위치까지 연장되는 추가적인 연장형 상부층 테이퍼 형상부를 포함하

는

광 결합 시스템.

청구항 32

삭제

청구항 33

광학 장치들 간에 광학 에너지를 결합하기 위한 광 결합 시스템에 있어서,

방사원과,

상기 방사원으로부터 규정된 거리에 위치되어, N-모드 방사선을 수신하는 광 빔 방향 조정 장치—N은 정수임—와,

상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하는 도파관을 포함하되,

상기 도파관은,

상기 광 빔 방향 조정 장치로부터 상기 N-모드 방사선을 수신하며, h의 두께를 갖고, 비대칭 형상을 갖는 제 1 도파관 부분과,

t의 두께를 갖는 제 2 도파관 부분(t는 h보다 작음)과,

상기 제 1 도파관 부분과 결합되는 두께 h의 제 1 단부 및 상기 제 2 도파관 부분과 결합되는 두께 t의 제 2 단부를 가지며, 상기 제 1 도파관 부분으로부터의 상기 N-모드 방사선을 상기 제 2 도파관 부분으로 결합하기 위한 테이퍼 형상부와,

상기 제 2 도파관 부분과 동일한 굴절률을 갖고, 상기 제 2 도파관 부분의 상부 표면으로부터 상기 테이퍼 형상부를 따라서 상기 테이퍼 형상부 상의 소정 위치까지 연장되는 추가적인 연장형 상부층 테이퍼 형상부를 포함하는

광 결합 시스템.

청구항 34

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광학 장치들 사이에서의 방사선의 효율적 결합 방법 및 시스템에 관한 것으로, 상세하게는 방사원으로부터 도파관으로의 결합에 관한 것이다.

배경기술

[0002] VCSEL(수직 공동 표면 발광 레이저)와 같은 레이저 또는 멀티모드 광섬유의 출력을 얇은 도파관(예컨대, 평면형 도파관 또는 광섬유)으로 결합하는 경우, 레이저 출력 모드와 얇은 도파관에 의해 지원될 수 있는 모드 사이에서, 크고 수용 불가능한 모드 및 크기의 불일치가 있을 수 있다. 따라서 이들 불일치는 광학 소자 사이의 큰 방사 손실을 유발할 수 있다. 지금까지 이들 상당한 손실들이 무시되거나 단순히 VCSEL의 출력 파워를 증가시켜 원하는 양의 에너지가 도파관으로 결합되게 함으로써 극복해 왔다.

[0003] 새로운 광전자 소자 세대에서는, 그 사이즈가 핵심 요소이다. 한편으로, 전력은 가능한 최소로 제한되어야 하며, 다른 한편으로, 속도(또는 대역폭) 및 신호/잡음비와 같은 성능을 우수하게 보장하기 위해 고전력이 요구된다. 따라서, 전력 손실은 소자 성능을 떨어뜨린다. 또한, 고전력에서는 열적 문제 및 냉각 문제가 발생한다. 또한, VCSEL의 수명은 과다 구동되면 단축될 것이다. 나아가, VCSEL이 과다 사용된 경우, 원치 않는 잡음, 출

력 신호 왜곡 등과 같은 비선형 또는 비정상 동작을 초래할 수 있다.

[0004] 따라서, 이 기술 분야에서는 광학 상호 결합에서의 과다한 방사 손실 없이, 방사원으로부터 도파관, 또는 기타 광학 소자로의 효율적 방사선 결합을 위한 시스템 및 방법이 필요하다.

발명의 상세한 설명

[0005] 광학 장치들간의 광학 에너지를 결합하는 광 결합 시스템은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관을 포함하는데 여기서 N은 정수이다. 이 도파관은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 제 1 부분을 포함하며 두께 " h "를 갖는다. 제 2 부분은 " h "보다 작은 두께 " t "를 갖는다. 테이퍼 형상부(a tapered section)는, 제 1 도파관 부분으로부터 제 2 도파관 부분으로의 N-모드 방사선을 결합하기 위해, 대응하는 두께 " h "를 가지며 제 1 도파관 부분에 합류하는 제 1 단부와, 대응하는 두께 " t "를 가지며 제 2 도파관 부분에 합류하는 제 2 단부를 갖는다. 또한, 제 1 부분은 폭 " q "를 가지며 제 2 부분은 " q "보다 작은 폭 " w "를 갖는다. 테이퍼 형상부의 제 1 단부는 제 1 도파관 부분에 합류하며 대응하는 폭 " q "를 가지고, 테이퍼 형상부의 제 2 단부는 제 2 도파관 부분에 합류하며 대응하는 폭 " w "를 가진다.

[0006] 제 2 실시예에서, 클래딩(cladding)은 두께 " c " 및 굴절 계수 n_w 를 가지며, N-모드 방사선을 수신한다. 제 2 도파관 부분은 클래딩 내에 위치되는 세그먼트를 가지며 " c "보다 작은 두께 " t " 및 n_w 보다 큰 굴절 계수 n_c 를 가진다.

[0007] 제 3 실시예에서, 굴절 계수 n_w 를 가지며 축을 따르는 N-모드 방사선을 수신한다. 도파관은 N-모드 방사선을 수신하는 제 1 부분 및 제 1 도파관 부분으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 테이퍼 형상부를 포함한다. 제 3 부분은 테이퍼 형상부 내에 위치되고 n_w 보다 큰 굴절 계수 n_c 를 가지며 테이퍼 형상부로부터 N-모드 방사선을 수신한다.

[0008] 테이퍼 형상부는 광학 방사선을 수신하는 제 1 단면을 갖는 제 1 개구부와, 제 1 단면보다 작은 제 2 단면을 가지며 제 1 개구부로부터 광학 방사선을 수신하는 제 2 개구부를 갖는다.

실시예

[0046] 도 1을 참조하면, 광학 장치들 사이의 광학 에너지를 결합하는 광 결합 시스템(200)의 제 1 실시예가 도시된다. 광 결합 시스템(200)은 프리즘(전체 내부 반사에 의해 미러(mirror)와 같이 작용함) 또는 렌즈와 같은 광 빔 방향 조정 장치(optical beam redirection device:206)를 포함한다. 광 빔 방향 조정 장치(206)의 표면은 평면일 수도 있고 또는 비평면일 수도 있다. 예를 들어, 표면이 오목한 경우(도 37), 더 많은 빛이 VCSEL로부터 수집되어 다른 광 소자들 내로 결합될 수도 있다. 광 집 방향 조정 장치(206)의 표면은 또한 광 필터링 또는 파장 선택을 위한 광 회절 격자(도 36)와 같이 패터닝되거나 규정될 수도 있다. 이들 디자인 모두는 애플리케이션, 필요한 성능 또는 그 밖의 필요성에 따라 미러형 표면(206)에 구현될 수 있다.

[0047] 광 빔 방향 조정 장치(206)는 VCSEL, 에지 방출 레이저 또는 멀티모드 광섬유와 같은 방사원(230)으로부터 거리 " s "에 있는 멀티모드 방사선(202)(예를 들어, N이 정수인 경우의 N-모드 방사)을 수신한다. 레이저 출력(202)은 약 15도의 거의 대칭인 입체각(solid angle) χ 로 발산한다. 광 빔 방향 조정 장치(206)는 거리 " s "에 위치하여, 레이저(230)에 의해 방출된 방사선(202)을 모두 또는 실질적으로 모두 획득한다. 도파관(214)은 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터 N-모드 방사선(204)을 수신한다. 도파관(214)은 두께 " h "를 갖는 제 1 부분(208)을 포함하는데, 이 부분은 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터 N-모드 방사선(204)을 수신한다. 도파관(214)의 제 2 부분(210)은 두께 " t "를 가지며, 여기서 " t "는 " h "보다 작다. 치수 " h "는 대략 10-100마이크로미터(μm)이고, " t "는 대략 2-10 μm 이다. 테이퍼 형상부(212)는 제 1 도파관 부분(208)과 결합한 두께 h 의 제 1 개구부(aperture)(226) 및 제 2 도파관 부분(210)과 결합한 두께 t 를 갖는 제 2 개구부(228)를 구비하여, 제 1 도파관 부분(208)으로부터 제 2 도파관 부분(210)으로 N-모드 방사선(204)을 결합한다. 도 1로부터 가장 잘 이해되는 바와 같이, N-모드 방사선(202)은 도파관 부분(208)의 제 1 부분에 직접 향할 수도 있다. 또한, 도 1에서, 제 1 및 제 2 도파관 부분(208, 210)과 테이퍼 형상 도파관 부분(212)의 굴절률은 모두 동일하다. 도 32에서 알 수 있는 바와 같이, 테이퍼 형상부(212)는 대략 100-1000 μm 의 길이 " l "을 가지며, 또한 제 2 도파관 부분

(210)에서 또는 그 근처에서 측정된 약 5도의 제 1 각도 α 및 제 1 각도 α 에 수직인 약 5도의 제 2 각도 β 의 범위를 정한다.

[0048] 광 빔 방향 조정 장치(206), 제 1 도파관 부분(208), 제 2 도파관 부분(210) 및 테이퍼 형상부(212)의 전형적인 물질 구성은 특수 유리나 일반 유리, 반도체, 폴리머, 광학 졸 겔(sol gels), 또는 광전기 크리스털(opto-electrical crystals) 등의 것이다. 도파관 및 테이퍼 형상 구조는 반응성-이온 에칭(RIE), 레이저 연마(laser ablation), 기계 절삭(mechanical sawing), 몰딩, 스탬핑, 그레이-스케일 마스크 리소그래피 등을 이용하여 제작될 수 있다.

[0049] 도 2에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 제 2 실시예에서, 굴절률 n_w 를 갖는 도파관(214)은 굴절률 n_c 를 갖는 클래딩(216) 내에 넣어질 수도 있는데, 여기서 n_c 는 n_w 보다 작다. 도 3은 테이퍼 형상부(212) 및 제 2 도파관 부분(210) 상의 거리의 함수로서 도 2의 제 2 도파관 부분(210)에 결합되는 참조번호(302)에서의 정규 파워에 대한 도식 개념을 도시한다. 도 2의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 최대 정규 파워는 약 0.8의 정규 단위이다.

[0050] 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같은 제 3 실시예에서, 제 1 도파관 부분(208) 및 테이퍼 형상부(212)는 굴절률(n_w)에 의해 정의되고, 제 2 도파관 부분(210)은 굴절률(n_c)에 의해 정의되는데, 여기에서 n_c 는 n_w 보다 작다. 도 5에서, 제 2 도파관 부분(210)은 추가적인 연장형 상부층 테이퍼 형상부(218)를 포함하는데, 이는 제 2 도파관 부분(210)과 동일한 굴절률을 갖고, 제 2 도파관 부분(210)의 상부 표면으로부터 테이퍼 형상부(212)를 따라서 소정 위치까지 연장되어, 제 1 도파관 부분(208)과 제 2 도파관 부분(210) 사이에 개선된 파워 결합을 제공한다. 도 7은 도 5의 제 2 도파관 부분(210) 내에 결합된 정규 파워를 테이퍼 형상부(212)와 제 2 도파관 부분(210) 사이의 거리의 함수로서 나타낸 그래프(306)를 도시하였다.

[0051] 도 8, 도 9, 도 10, 도 33, 도 34 및 도 35에 도시된 바와 같은 제 4 실시예에서, 제 2 도파관 부분(210)은 테이퍼 형상부(212) 내에 위치되었거나 테이퍼 형상부(212) 및 제 1 도파관 부분(208) 내에 위치한 세그먼트(220)를 포함한다. 특히, 도 8에 도시된 바와 같이, 상술된 세그먼트(220)는 테이퍼 형상부(212) 및 제 1 도파관 부분(208) 내부로 길이 "w"만큼 연장되는 직사각형 형상의 세그먼트를 포함한다. 도 6은 도 8의 제 2 도파관 부분(210) 내부로 결합된 정규 파워를 테이퍼 형상부(212) 및 제 2 도파관 부분(210) 사이의 거리의 함수로서 그래프(304)로 나타낸다. 도 9에서, 상술된 세그먼트(220)는 일반적으로 두께(t)의 밀변을 포함하여 삼각형의 단면을 갖고, 제 2 도파관 부분(210)과 결합된다. 도 9의 삼각형 단면은 또한 대략 5~10°의 각(γ)에 대한 밀변의 반대쪽에 5~10°로 기울어진 꼭지점을 포함한다. 도 9의 삼각형 단면은 일반적으로 그 빗변이 테이퍼 형상부(212)로부터 N모드 방사선(204)을 제일 먼저 수신하도록 위치되는 직각 삼각형이고, 따라서 제 1 도파관 부분(208)으로부터의 N모드 방사선을 제 2 도파관 부분(210)으로 결합한다. 도 10에서, 삼각형 세그먼트(220)는 대략 5~10° 범위의 각도(θ)로 제 2 도파관 부분(210)에 대해 기울어져 있다. 도 8, 도 9, 도 10으로부터 가장 잘 이해할 수 있듯이, 제 1 도파관 부분(208)은 도파관(예를 들면, 코어 재료(core material) 등)으로서 기능하고, 그 아래에는 기판이, 그 위에는 공기로 덮여있다.

[0052] 도 11에 도시된 바와 같은 제 5 실시예에서, 제 2 도파관 부분(210)은 도 8에 도시된 광 빔 방향 조정 장치(206), 제 1 도파관 부분(208) 및 제 1 테이퍼 형상부(212)를 내장하거나 수신한다.

[0053] 도 12, 도 13, 도 14, 도 33, 도 34 및 도 35를 참조하면, 광 결합 시스템(200)에 대한 제 6 실시예가 도시되어 있다. 도 12, 도 13, 도 14에서, 두께가 c이고 굴절률이 n_w 인 클래딩(216)은 축(224)을 따라서 광 방향 조정 장치(206)로부터 N모드 방사선(204)을 수신한다. 축(224)에 대해 대칭적인 제 2 도파관 부분(210)은 두께 "t"("c"보다 작음) 및 굴절률 n_c (n_w 보다 큼)를 갖고, 그 세그먼트(220)는 b의 길이에 걸쳐 클래딩(216) 내에 위치된다. 도 12에서, 클래딩(216) 내에 위치한 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 사각형 또는 직사각형 단부를 갖는다. 도 13 및 도 14에서, 클래딩(216) 내에 위치한 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 웨지(222)를 포함한다. 웨지(222)는 일반적으로 두께(t)의 밀변을 포함하여 삼각형의 단면을 갖고, 제 2 도파관 부분(210)과 결합되며, 밀변의 반대쪽에 기울어진 꼭지점을 포함한다. 웨지(222)는 광 방향 조정 장치(206)로부터 축(224)을 따라 N모드 방사선(204)을 수신하여, 광 방향 조정 장치(206)로부터의 N모드 방사선을 제 2 도파관 부분(210)으로 결합한다. 도 13에서, 삼각형 세그먼트(220)는 대략 5~10° 범위의 각도(θ)로 제 2 도파관 부분(210)에 대해 기울어져 있다. 도 14의 삼각형 단면은 일반적으로 그 빗변이 테이퍼 형상부(212)로부터 N모드 방사선(204)을 제일 먼저 수신하도록 위치되는 직각 삼각형이고, 따라서 제 1 도파관 부분(208)으로부터의 N모드 방사선을 제 2 도파관 부분(210)으로 결합한다. 도 8, 도 9 및 도 10과 대조되는 도 12, 도 13, 도 14로부터 가장 잘 이해할 수

있듯이, 제 1 도파관 부분(208)은 제 2 도파관 부분(210)의 클래딩으로서 기능한다. 코어 또는 클래딩으로서 제 1 도파관 부분(208)을 사용하는 것은, 이것이 전체 구조물 내에 어떻게 도포되는지에 의존한다.

[0054] 도 15, 도 17 및 도 19를 참조하면, 제 7 실시예가 도시되어 있다. 도 12에 도시된 것과 유사한 방식으로, 도 15, 도 17, 및 도 19에서, 두께가 c 이고 굴절률이 n_w 인 클래딩(216)은 축(224)을 따라서 광 방향 조정 장치(206)로부터 N모드 방사선(204)을 수신한다. 축(224)에 대해 대칭적인 제 2 도파관 부분(210)은 두께 " t " (" c "보다 작음) 및 굴절률 n_c (n_w 보다 큼)를 갖고, 그 세그먼트(220)는 " b "의 길이에 걸쳐 클래딩(216) 내에 위치된다. 도 15에서, 클래딩(216) 내에 위치한 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 사각형 또는 직사각형 단부를 갖는다. 도 16은 도 15의 제 2 도파관 부분(210) 내에 결합된 정규 파워를 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210) 사이의 거리의 함수로서 나타낸 그래프(308)를 도시하였다.

[0055] 또한, 도 13 및 도 14와 유사한 방식으로, 도 17 및 도 19에서, 클래딩(216) 내에 배치된 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 웨지(222)를 포함한다. 웨지(222)는 제 2 도파관 부분(210)과 결합된 두께 " t "의 베이스와, 베이스에 대향하는 모난 정점(apex)을 포함하는 일반적인 삼각형 단면을 가지고 있다. 웨지(222)는 N 모드 방사선(204)을 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터 제 2 도파관 부분(210)으로 결합하기 위한 축(224)을 따라 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터의 N 모드 방사선을 수신한다. 도 18은 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서, 도 17의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워의 310에서의 그래프도이다. 도 20은 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서, 도 19의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워의 312에서의 그래프도이다.

[0056] 그러나, 도 15, 도 17, 도 19에서, 길이 " d "의 세그먼트 위에서 클래딩(216)이 절단되어 있으며, 여기서 제 2 도파관 부분(210)은 그 세그먼트 위에서 클래딩(216)에 의해 피복되어 있지 않음을 알 수 있다.

[0057] 또한, 도 8, 도 9, 도 10과 대조적으로, 도 15, 도 17, 도 19로부터 최대한 알 수 있는 바와 같이, 제 1 도파관 부분(208)은 제 2 도파관 부분(210)에 대한 클래딩으로서 동작한다. 제 1 도파관 부분(208)을 코어 또는 클래딩으로서 사용하는 것은 전체 구조물 내에 부착되는 방법에 의존한다. 또한, 도 18 및 도 20으로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 17 및 도 19 각각에 웨지(222)를 추가하면, 웨지(222)(대략 0.35 정규 단위)를 가진 제 2 도파관 부분(210)에 대한 도 16에 도시된 바와 비교해서, 클래딩(216)으로부터의 에너지의 제 2 도파관 부분(210)(도 17의 구조에 대해 대략 0.9 정규 단위와 도 19의 구조에 대해 대략 0.8 정규 단위)으로의 결합을 상당히 개선한다. 그러나, 도 20과 도 22의 결합을 비교할 때, 제 2 도파관(210)의 두께는 웨지(222)의 부가에 비해 결합에 대한 충격이 적음을 알 수 있다.

[0058] 도 21, 도 23 및 도 25를 참조하면, 몇몇 실시예가 도시되어 있다. 도 12에 도시된 바와 유사한 방식으로, 도 21, 도 23 및 도 25에서, " c "의 두께와 n_w 의 굴절률을 갖는 클래딩(216)은 축(224)을 따라 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터의 N 모드 방사선(204)을 수신한다. 축(224)에 대칭인 제 2 도파관 부분(210)은 t (" c "보다 적음)의 두께와, n_c (n_w 보다 큼)의 굴절률과, 클래딩(216) 내에서 " b "의 길이 위에 배치된 세그먼트(220)를 갖는다. 도 21에서, 클래딩(216) 내에 배치된 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 그 끝단이 사각형 또는 직사각형이다. 도 22는 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서 도 21의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워의 314에서의 그래프도이다.

[0059] 또한, 도 13 및 도 14와 유사한 방식으로, 도 23 및 도 25에서, 클래딩(216) 내에 배치된 제 2 도파관의 세그먼트(220)는 웨지(222)를 포함한다. 웨지(222)는 제 2 도파관 부분(210)과 결합된 두께 " t "의 베이스와, 베이스에 대향하는 모난 정점을 포함하는 일반적인 삼각형 단면을 가지고 있다. 웨지(222)는 N 모드 방사선(204)을 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터 제 2 도파관 부분(210)으로 결합하기 위한 축(224)을 따라 광 빔 방향 조정 장치(206)로부터의 N 모드 방사선을 수신한다. 도 24는 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서, 도 23의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워의 310에서의 그래프도이다. 도 26은 클래딩(216)과 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서, 도 25의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워의 318에서의 그래프도이다.

[0060] 또한, 도 21, 도 23, 도 25에서, 길이 " d "의 세그먼트 위에서 클래딩(216)이 절단되어 있으며, 여기서 제 2 도파관 부분(210)은 그 세그먼트 위에서 클래딩(216)에 의해 피복되어 있지 않음을 알 수 있다. 그러나, 도 21, 도 23 및 도 25에서, 제 2 도파관 부분(210)이 거리 " r "만큼 축(224)으로부터 오프셋되어 있음을 또한 알 수 있다.

- [0061] 도 22 및 도 23에서 알 수 있는 바와 같이, 도 21 및 도 23의 구조 각각에서의 동일 오프셋 "r"에 있어서, 클래딩(216)으로부터 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 에너지의 양은, 도 23의 제 2 도파관 부분(210)이 더 두꺼움에도 불구하고, 대략 동일하다(대략 0.6 정규 단위). 따라서, 제 2 도파관 부분(210)의 두께는 결합의 효율성을 나타내지 못한다. 그러나, 도 25에서 알 수 있는 바와 같이, 보다 큰 오프셋 " r_0 "에 있어서, 결합 효율성은(대략 0.05 정규 단위까지) 상당히 감소된다.
- [0062] 도 22와 도 24 및 도 26에 도시된 바와 같이, 보다 작은 오프셋 "r"이 보다 나은 결합을 생성한다. 그러나, 임의의 오프셋 "r"의 양은 제조 처리등에 기인하여 발생한다. 따라서, (원하는 도파관층으로 에너지를 "끌어들이는" 특정한 테이퍼 고안을 이용하는) 도 10과, (원하는 도파관층으로 에너지를 "밀어넣기" 위한 테이퍼형상 클래딩을 이용하는) 도 33에 신규한 해법이 제시된다.
- [0063] 도 8과, 도 9 및 도 10과는 대조적으로, 도 21과 도 23 및 도 25으로부터 가장 잘 이해할 수 있겠지만, 제 1 도파관 부분(208)은 제 2 도파관 부분(210)에 대한 클래딩으로서 작용한다. 제 1 도파관 부분(208)을 코어로서 이용할지 또는 클래딩으로서 이용할지는, 그 도파관 부분이 전체 구조에 적용되는 방식에 따라 달라진다.
- [0064] 도 17의 구조에서는 대칭 웨지(222)가 도시되며, 도 28에는 비대칭 웨지(222)가 도시된다. 도 17의 구성과 도 28의 구성간의 결합 효율에 대한 차이는 도 27과 도 29를 비교해보면 알 수 있다. 도 27의 대칭 웨지(222)(대략 0.9 정규 단위)는 도 29의 대칭 웨지(대략 0.8 정규 단위)보다 결합 효율이 높다.
- [0065] 도 25의 구성에서는, 대칭 웨지(222)와 제 2 도파관 부분(210)이 축(224)으로부터 거리 "r"만큼 오프셋된다. 도 26으로부터 알 수 있는 바와 같이, 이러한 구조는 대략 0.05 정규 단위의 비교적 열악한 결합 효율을 생성한다. 도 30을 참조하면, 제 8 실시예가 도시된다. 도 30에 있어서, 클래딩(216)은, 두께 " c "와 반사율 " n_w "를 가지며, 광 방향 조정 장치(206)로부터 축(224)을 따르는 N-노드 방사선(204)을 수신한다. 테이퍼 형상부(212)는 클래딩(216)과 결합되고 두께가 h 인 제 1 개구부(226)와, 제 1 개구부에 마주하며 그보다 작은 크기의 제 2 개구부(228)를 가진다. 다시, 도 32로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 30의 테이퍼 형상부(212)의, 길이 " l "은 대략 $100\sim 1000\mu m$ 이며, 제 1 각도 α 는 약 $5\sim 10$ 도이고, 제 1 각도 α 에 수직한 제 2 각도는 대략 $5\sim 50$ 도이다. 테이퍼 형상부(212)는 클래딩(216)으로부터의 N-모드 방사선을 제 1 개구부(226)에서 수신한다. 도 30에 있어서, 제 2 도파관 부분(210)은 축(224)으로부터 거리 "r"만큼 오프셋되고, 테이퍼 형상부(212)내에 배치되고 담겨진 세그먼트(220)를 포함한다. 테이퍼 형상부(212)내에 배치된 제 2 도파관 부분(210)의 세그먼트(220)는 웨지(222)를 포함한다. 웨지(222)는 전반적으로 삼각형인 절단면을 가지며, 두께가 " t "인 그의 베이스는 제 2 도파관 부분(210)에 결합되고, 그 베이스의 반대쪽에는 모서리진 꼭지점이 있다. 웨지(222)는 테이퍼 형상부(212)로부터 N-모드 방사선(204)을 수신한다. 도 31의 326은 도 30의 제 2 도파관 부분(210)에 결합된 정규 파워를 테이퍼 형상부(212)와 제 2 도파관 부분(210)을 따르는 거리의 함수로서 나타낸 것이다. 도 31로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 30에 도시된 구조에 대한 결합 효율은 도 25와 관련하여 도 26에 도시된 것보다 개선된다.
- [0066] 도 33과 도 34 및 도 35는 도파관의 제 2 부분의 웨지형 세그먼트에 대한 다양한 구성을 나타낸 도면이다. 일반적으로, 테이퍼 및 웨지는 "완만"하거나 "슬로우(slow)"하다. 그러므로, " h " 및 " q "는 도파관의 두께 " t "와 폭 " w "보다 훨씬 크다. 따라서, 도 32의 각도 a 및 b 는 그에 따라 결정될 것이다. 웨지형 세그먼트(222)의 길이는 " k "이고, 도 33과 도 34 및 도 35에서의 각도 θ 와 γ 는 비교적 작다. 따라서, 웨지형 세그먼트(222)는 사실상 연장된다. 잘 이해하겠지만, 테이퍼 형상부(212) 및 웨지형 세그먼트(222)의 모두가 사실상 연장되면 각도 a, b, θ, γ 는 상대적으로 작아지거나 날카롭게 된다.
- [0067] 제 1 또는 제 2, 전후, 좌우, 최상부 또는 최하부, 상하, 수평 또는 수직, 또는 타측에 대한 일측의 상대적 위치를 나타내는 임의의 다른 위상에 대한 설명은 특별한 언급이 없다면, 본 발명에 대한 설명을 편리하게 하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명을 제한하거나 그 부품을 임의의 한 위치 또는 공간적 방향으로 제한하기 위한 것은 아니다. 첨부된 도면내의 부품들에 대한 치수들은, 잠재적인 고안 또는 실시예의 의도된 이용에 따라, 본 발명의 범주를 벗어나지 않고도, 변경될 수 있다.
- [0068] 본 발명이 여러 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업자라면, 본 발명의 범주를 벗어나지 않고도, 다양한 변형이 이루어지고 소자들이 등가물로 대체될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 필수적인 범주를 벗어나지 않고도, 특정의 상황 또는 요소를 본 발명에 적용하기 위해 많은 수정이 있을 수 있다. 따라서, 본 발명은, 본 발명을 실행하는 최선의 모드로서 개시된 특정의 실시예에 국한되는 것이 아니라, 첨부된 특허청구 범위의 범주내에 모든 실시예를 포함한다 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 프리즘을 통해 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는, 제 1 부분, 제 2 부분 및 테이퍼 형상부를 포함하는 도파관의 배열을 도시하는 도면,
- [0010] 도 2는 클래딩 내부에 놓여져 있고 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는, 제 1 부분, 제 2 부분 및 테이퍼 형상부를 포함하는 도파관의 배열을 도시하는 도면,
- [0011] 도 3은 도 2의 도파관 내로 결합되는 정규 파워를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,
- [0012] 도 4는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분 및 테이퍼 형상부를 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 도면,
- [0013] 도 5는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분, 제 3 부분 및 테이퍼 형상부를 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 도면,
- [0014] 도 6은 도 8의 도파관 내로 결합되는 정규 파워를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,
- [0015] 도 7은 도 5의 도파관 내로 결합되는 정규 파워를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,
- [0016] 도 8은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분, 및 테이퍼 형상부를 포함하며, 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖고 제 2 부분의 일부분이 테이퍼 형상부 내에 배치되는 도면,
- [0017] 도 9는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분, 및 테이퍼 형상부를 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖고 제 2 부분의 웨지형 세그먼트가 테이퍼 형상부 내에 배치되는 도면,
- [0018] 도 10은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분, 및 테이퍼 형상부를 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖고 제 2 부분의 웨지형 세그먼트가 테이퍼 형상부 내에 배치되는 도면,
- [0019] 도 11은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분, 제 2 부분, 및 테이퍼 형상부를 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖고 제 2 부분은 테이퍼 형상부 및 제 1 부분을 포함하는 도면,
- [0020] 도 12는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분과, 이 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 제 2 부분을 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분 내에 일부분이 배치되어 있는 도면,
- [0021] 도 13은 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분과, 이 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 제 2 부분을 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분 내에 일부분이 배치되어 있고, 제 2 부분은 대칭적인 웨지형 세그먼트를 포함하는 도면,
- [0022] 도 14는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분과, 이 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 제 2 부분을 포함하며, 제 2 부분은 제 1 부분 내에 일부분이 배치되어 있고, 제 2 부분은 비대칭적인 웨지형 세그먼트를 포함하는 도면,
- [0023] 도 15는 방사원으로부터 N-모드 방사선을 수신하는 도파관의 배열을 도시하되, 이 도파관은 제 1 부분과, 이 제 1 부분과는 다른 굴절률을 갖는 제 2 부분을 포함하며 제 2 부분은 제 1 부분 내에 일부분이 배치되어 있고, 제 1 부분은 끝이 부분적으로 절단되는 도면,
- [0024] 도 16은 도 15의 도파관 내로 결합되는 정규 파워를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,
- [0025] 도 17은 방사원으로부터 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른 반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,
- [0026] 도 18은 도 17의 도파관 내로 결합되는 정규 파워를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,
- [0027] 도 19는 방사원으로부터 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른

반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0028] 도 20은 도 19의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0029] 도 21은 방사원으로부터 축을 따라서 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른 반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되고 제 2 반사부는 축으로부터 오프셋되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0030] 도 22는 도 21의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0031] 도 23은 방사원으로부터 축을 따라서 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른 반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되고 제 2 반사부는 축으로부터 오프셋되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0032] 도 24는 도 23의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0033] 도 25는 방사원으로부터 축을 따라서 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른 반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되고 제 2 반사부는 축으로부터 오프셋되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0034] 도 26은 도 25의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0035] 도 27은 도 17의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0036] 도 28은 방사원으로부터 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 1 반사부와는 다른 반사율을 갖는 제 2 반사부를 포함하며, 제 2 반사부는, 제 1 반사부 내에 위치하는 비대칭 웨지형 부분을 포함하는 부분을 포함하고, 제 1 반사부는 부분적으로 절단되어 있는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0037] 도 29는 도 28의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0038] 도 30은 방사원으로부터 축을 따라서 N 모드 방사선을 수신하는 도파관의 장치로서, 제 1 반사부와, 제 2 반사부와, 테이퍼 형상부를 포함하며, 제 2 반사부는 제 1 반사부와는 다른 반사율을 가지고, 테이퍼 형상부는 제 2 반사부의 부분을 에워싸는 도파관 장치를 도시하는 도면,

[0039] 도 31은 도 30의 도파관 내로 결합되는 정규 파위를 도파관에 따른 거리의 함수로 나타내는 그래프,

[0040] 도 32는 광학 장치들간에 광 방사선을 결합하기 위한 도파관 장치의 3차원 도면,

[0041] 도 33은 도 17의 도파관의 제 2 반사부의 대칭 웨지형 부분의 제 1 구성을 나타내는 도면,

[0042] 도 34는 도 14의 도파관의 제 2 반사부의 비대칭 웨지형 부분의 제 2 구성을 나타내는 도면,

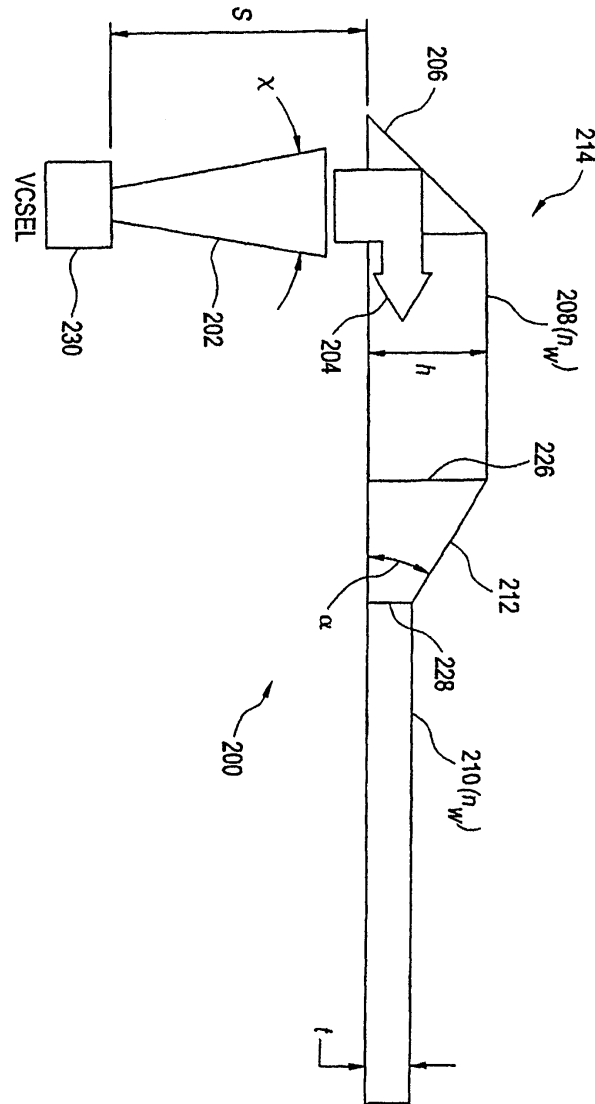
[0043] 도 35는 도 14의 도파관의 제 2 반사부의 비대칭 웨지형 부분의 제 3 구성을 나타내는 도면,

[0044] 도 36은 광 빔 방향 조정 장치를 회절 격자(diffraction grating)로서 도시하는 도면,

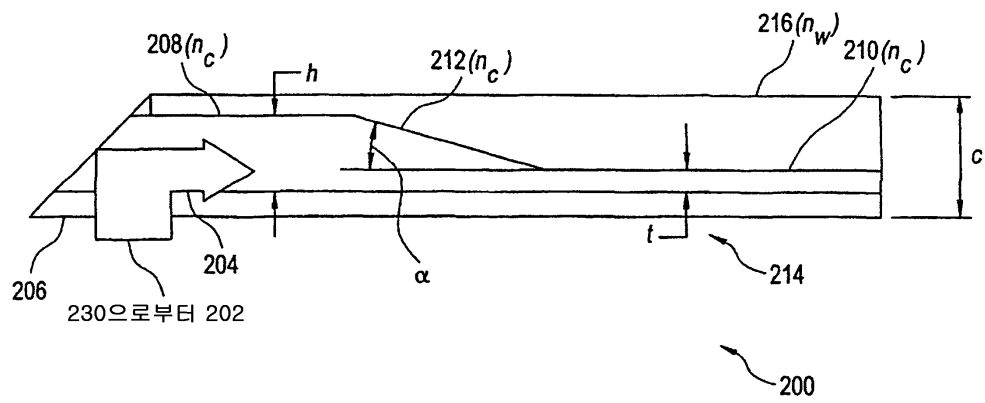
[0045] 도 37은 광 빔 방향 조정 장치를 오목한 표면으로서 도시하는 도면.

도면

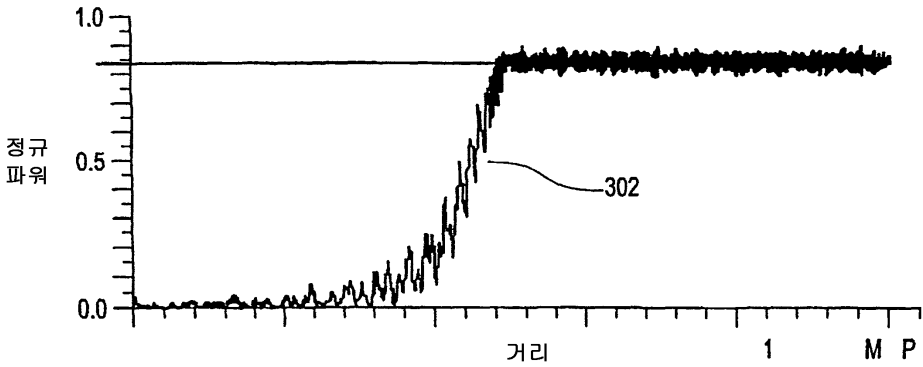
도면1



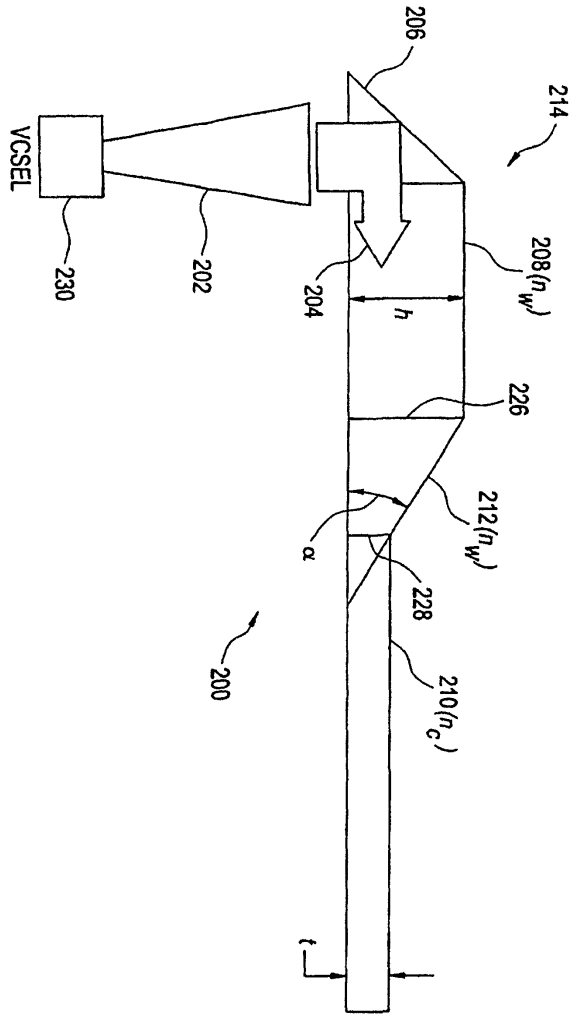
도면2



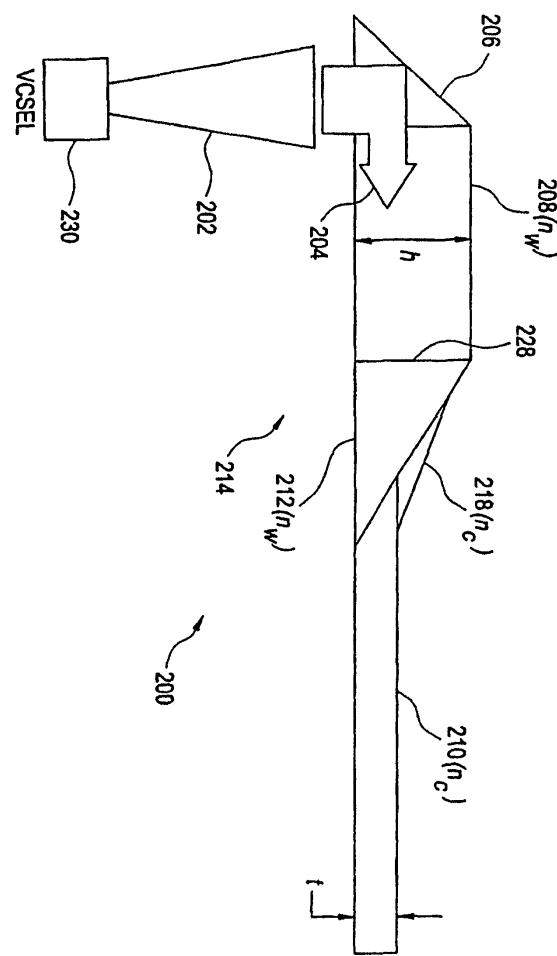
도면3



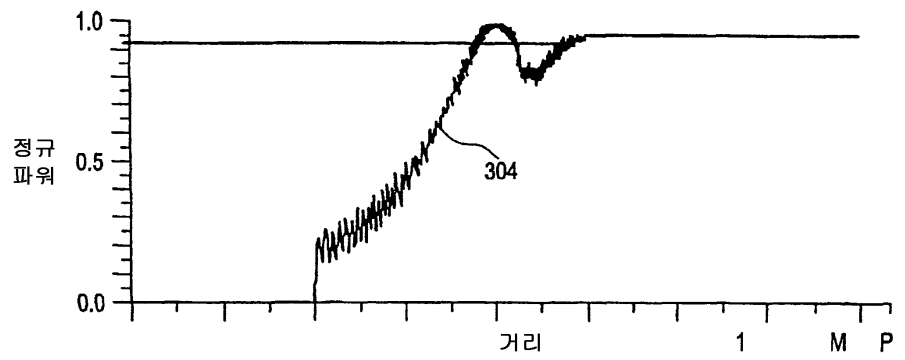
도면4



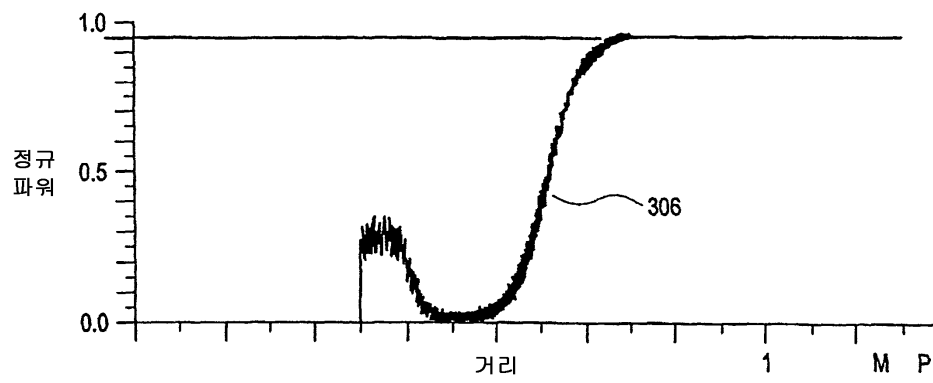
도면5



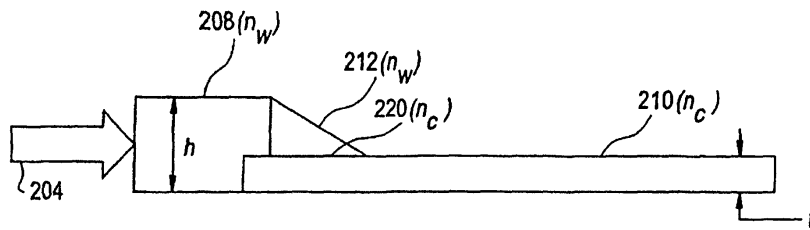
도면6



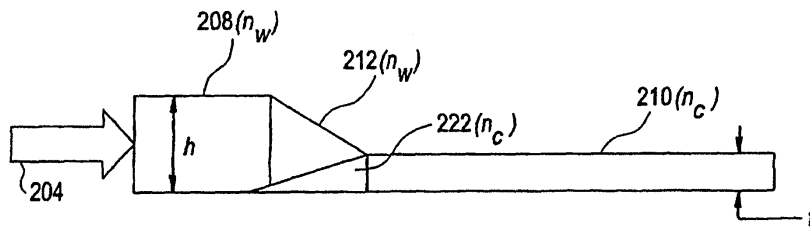
도면7



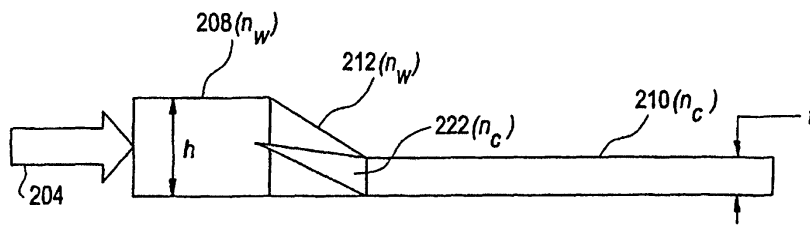
도면8



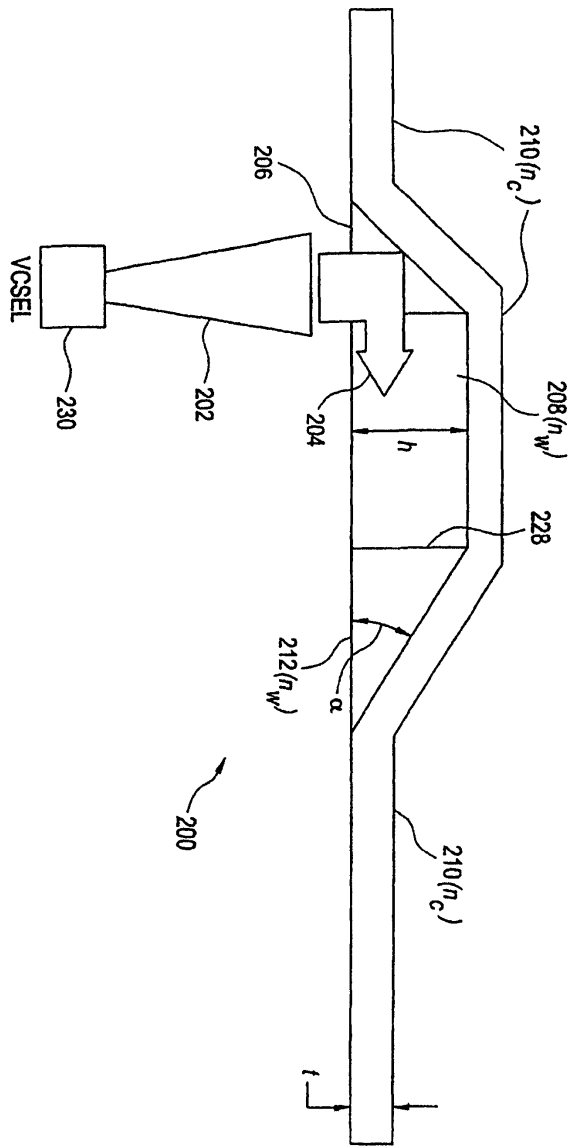
도면9



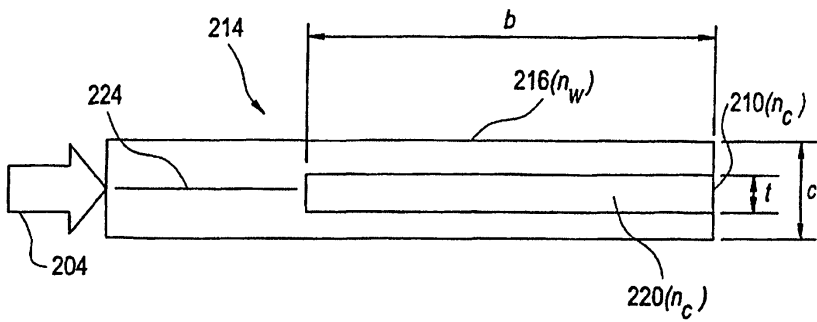
도면10



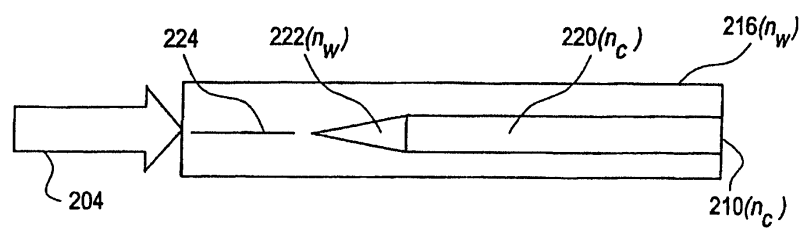
도면11



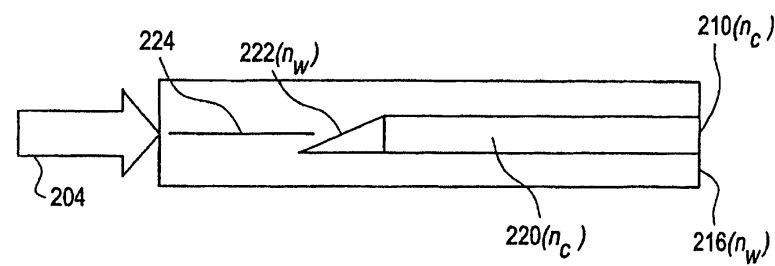
도면12



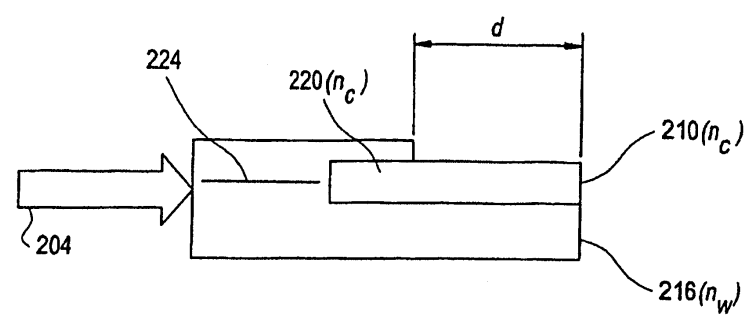
도면13



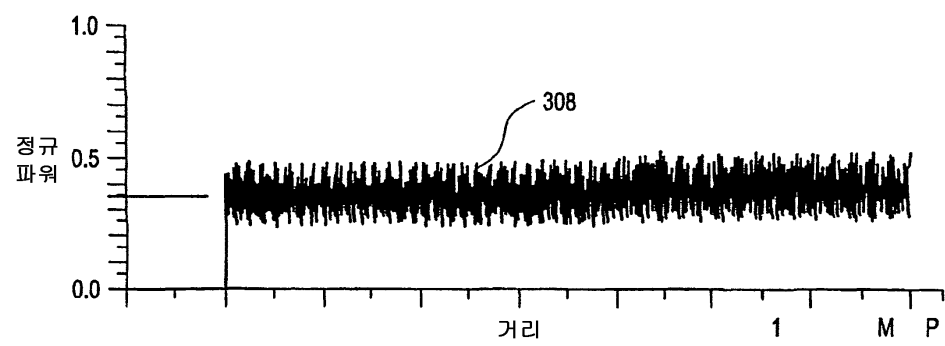
도면14



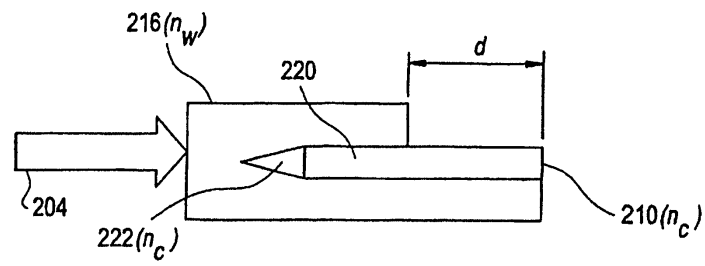
도면15



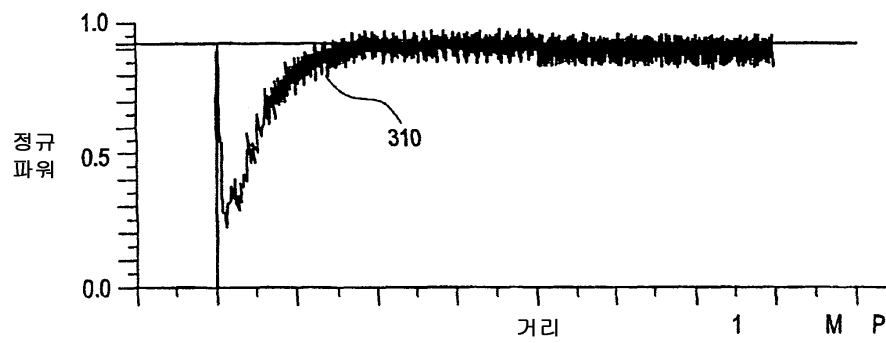
도면16



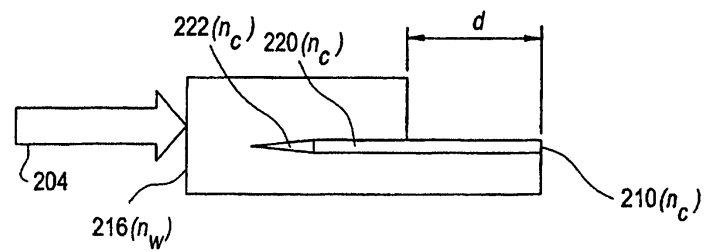
도면17



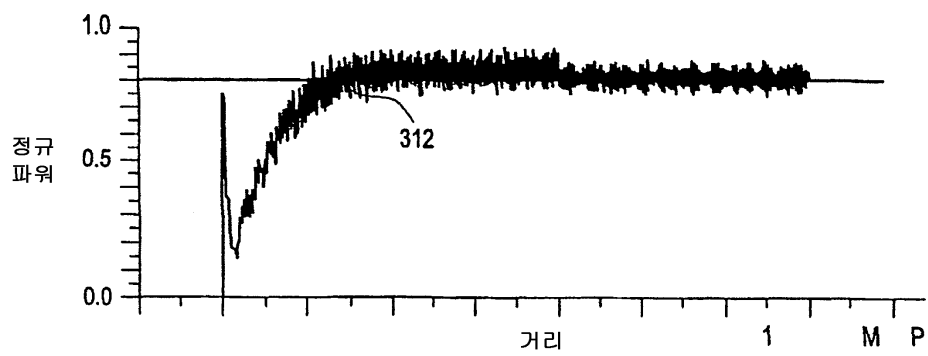
도면18



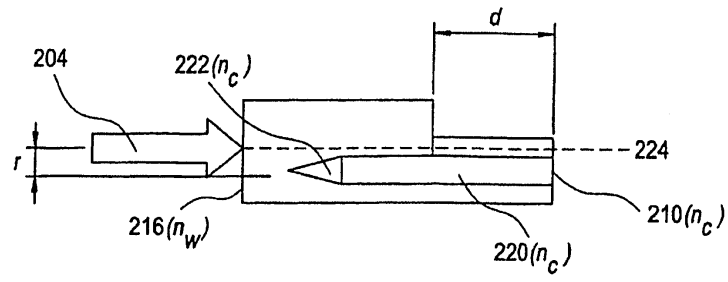
도면19



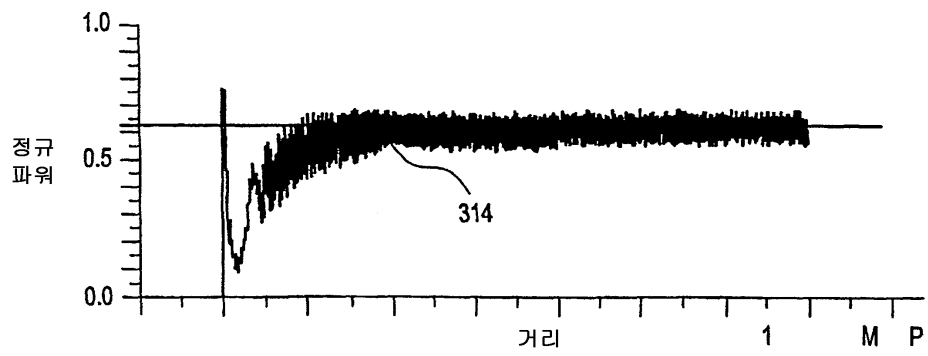
도면20



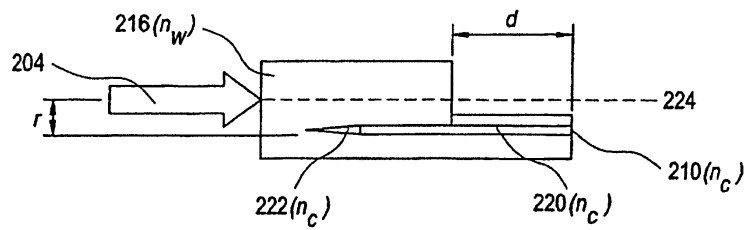
도면21



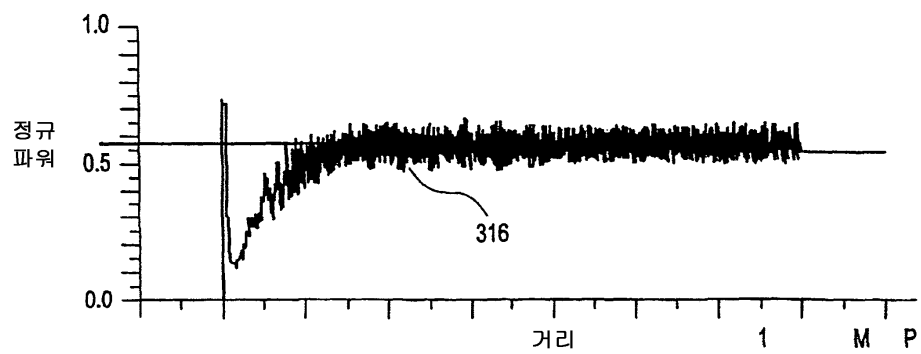
도면22



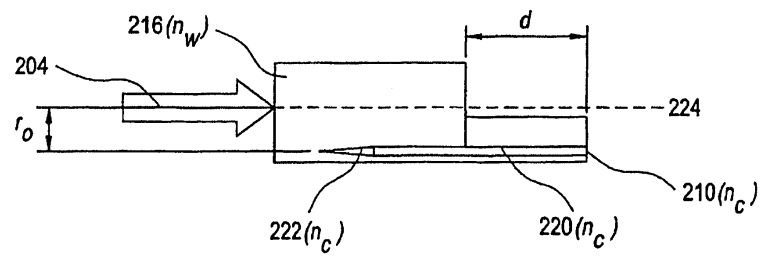
도면23



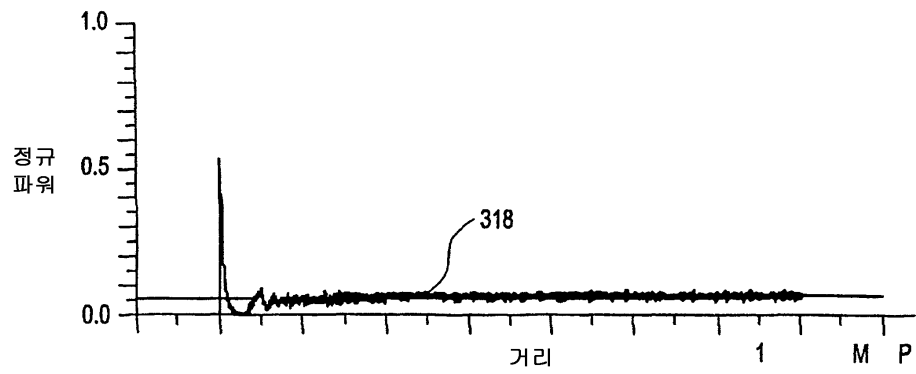
도면24



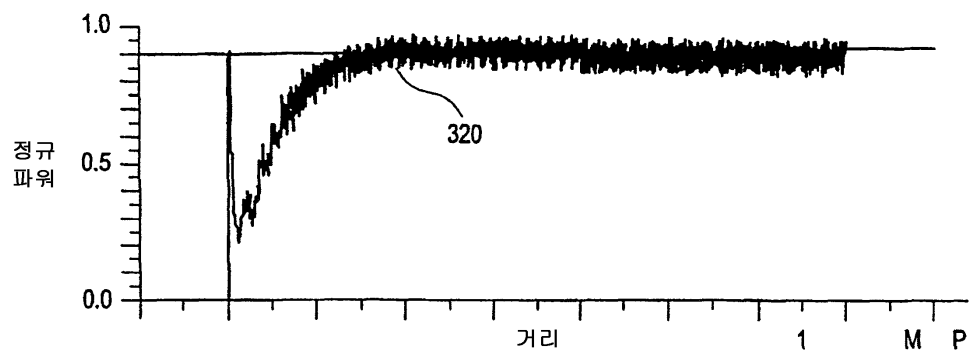
도면25



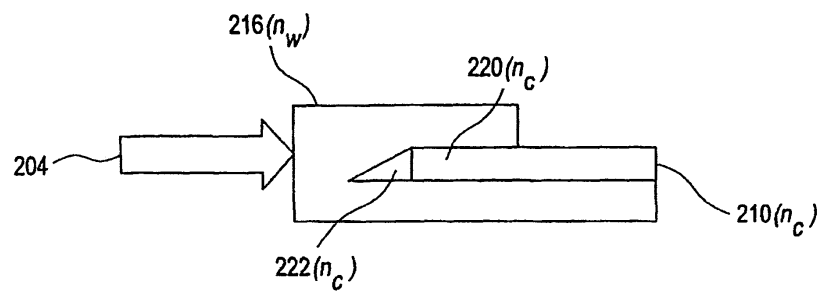
도면26



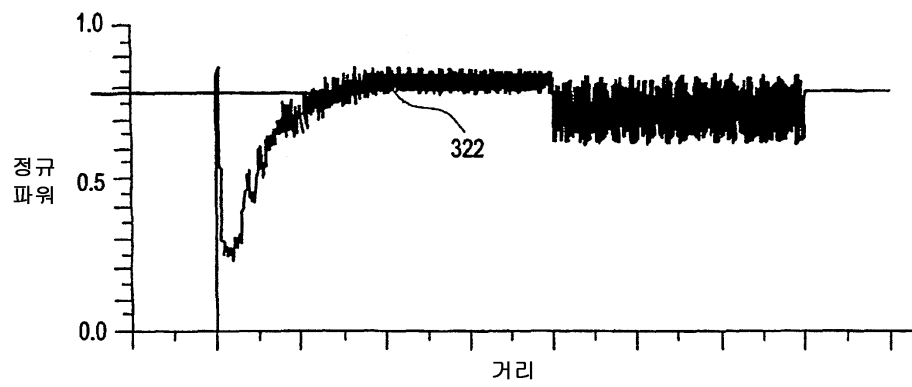
도면27



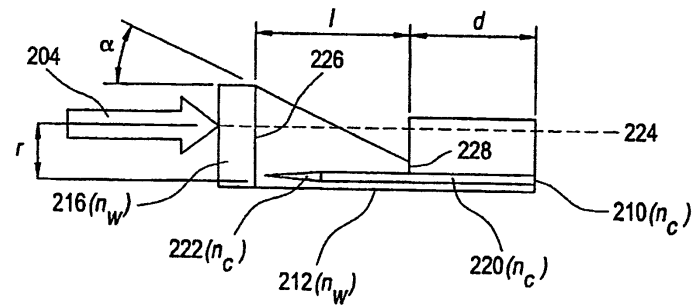
도면28



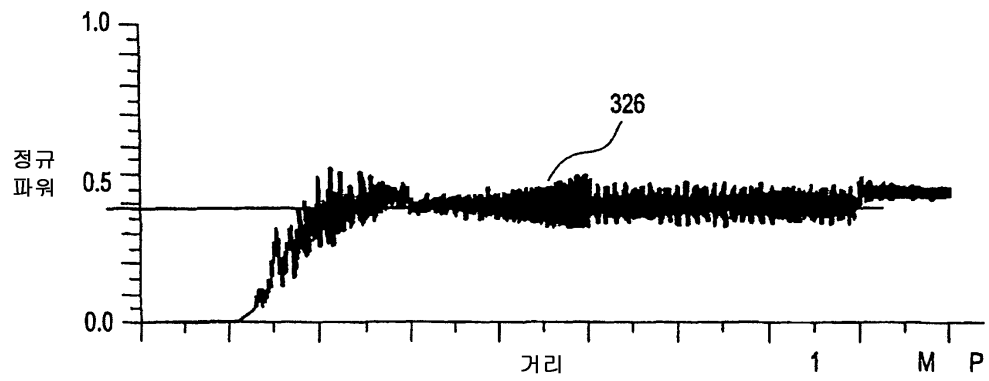
도면29



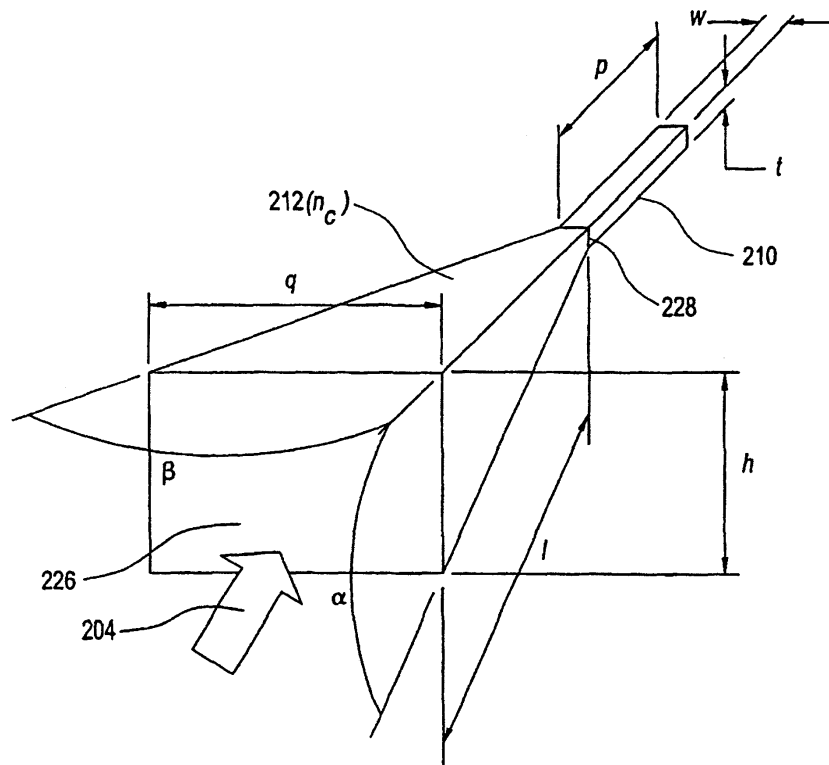
도면30



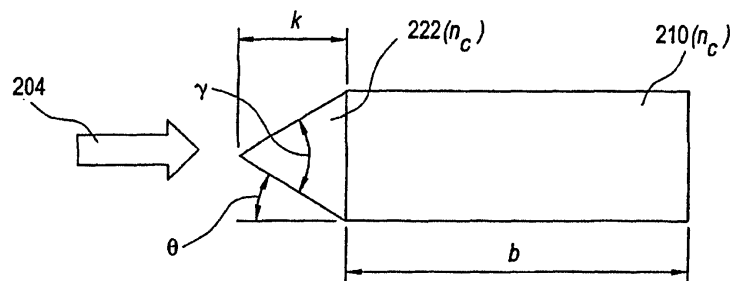
도면31



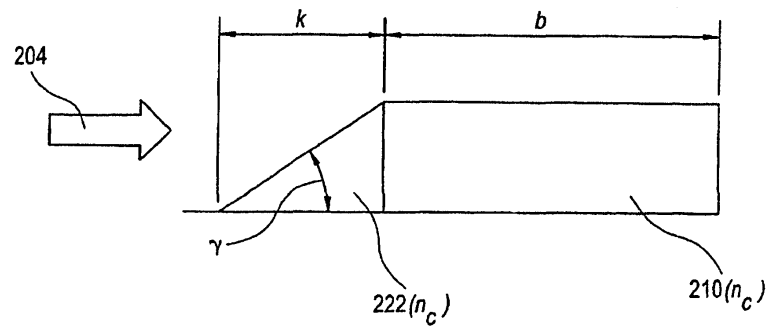
도면32



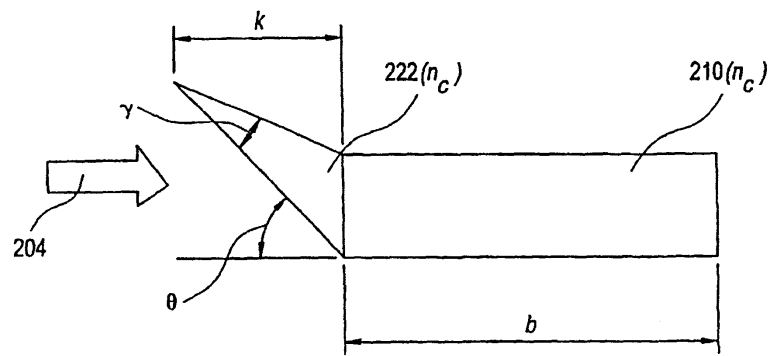
도면33



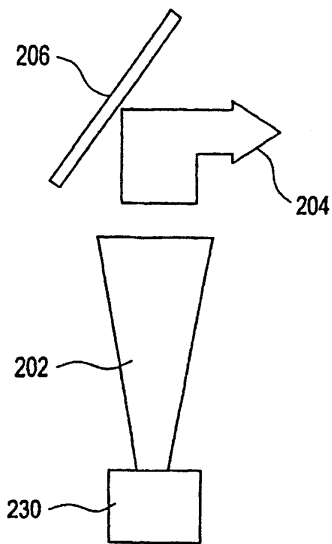
도면34



도면35



도면36



도면37

