# (19) 대한민국특허청(KR)
# (12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. 7
H01L 21/324

(45) 공고일자 2003년02월14일
(11) 등록번호 10 - 0371986
(24) 등록일자 2003년01월29일

(21) 출원번호 10 - 2000 - 0035042
(22) 출원일자 2000년06월24일

(65) 공개번호 특2001 - 0021028
(43) 공개일자 2001년03월15일

(30) 우선권주장 1999 - 179233 1999년06월25일 일본(JP)

(73) 특허권자
미쓰비시덴키 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고

(72) 발명자
오카모토다쓰키
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
오가와데쓰야
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
후루타게이스케
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
도키오카히데타다
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
사사가와도모히로
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
니시마에준이치
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
이노우에미쓰오
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이
사토유키오
일본국도쿄도지요다쿠마루노우치2초메2 - 3미쓰비시덴키가부시키가이샤나이

(74) 대리인
정우훈
김선용
박태경

심사관 : 조현동

## (54) 레이저 열처리용 광학장치, 레이저 열처리 장치 및 반도체의 제조방법

## 요약

레이저 열처리방법에서 고성능의 박막을 형성하기 위한 레이저광 조사 프로필을 제어하는 광학장치가 제공된다.

기판상에 형성된 기판상막상에 장방형의 빔을 조사하는 광학장치에서 강도분포 성형수단에 의해 길이방향의 강도분포를 균일하게 하고, 짧은 방향의 빔이 발진레이저광(2)의 지향성등의 성질을 보존하는 구성으로 함으로써, 발진레이저광의 성질로 제한되는 한계까지 집광할 수 있고, 기판상막에서 최대한의 강도구배가 얻어진다.

이로써 기판상막에서 급준한 온도분포를 형성할 수가 있고, 이 결과 고성능의 박막을 형성할 수가 있다.

## 대표도

도 1a

## 색인어

레이저발진기,전사렌즈.

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도 1a는 본 발명의 어느 실시형태에 의한 레이저 열처리용 광학장치를 표시하는 도면.

도 1b - 1d 는 도 1A에 표시한 광학장치의 레이저 강도분포를 표시하는 도면.

도 2a는 본 발명의 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 사용해서 막상태로 조사한 레이저빔 단면의 배치를 표시하는 도면.

도 3a는 본 발명의 다른 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하고, 특히 X방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 3b는 도 3a의 광학장치의 부분도이고, Y방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 4a는 본 발명의 다른 실시형태에서 레이저 열처리용 광학장치를 표시하고, 특히 X방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 4b는 도 4a의 광학장치의 부분도로, Y방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 5a는 본 발명의 다른 실시형태에 대한 레이저 열처리용 광학장치를 표시하고, 특히 X방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 5b는 도 5a의 광학장치의 부분도로, Y방향에서의 강도분포 성형수단을 표시하는 도면.

도 6은 본 발명의 다른 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하는 도면.

도 7은 본 발명의 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하는 도면.

도 8a는 본 발명의 실시의 형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하고, 특히 Y방향에서의 빔형상성형수단을 표시하는 도면.

도 8b는 X방향에서의 빔형상 성형수단을 표시하는 도 8A와 같은 도면.

도 9a, ㅠ도 9b는 본 발명의 실시형태에서의 비결정 또는 다결정 규소막상의 레이저광 강도분포의 그래프.

도 10은 본 발명의 다른 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하는 도면.

도 11은 본 발명의 다른 실시형태를 표시하는 레이저 열처리용 광학장치를 표시하는 도면.

도 12는 종래의 레이저 열처리용 광학장치를 포함하는 레이저 열처리장치를 표시하는 구성도.

도 13은 종래의 축대칭 가우스형 프로파일의 레이저에 의한 열처리로 형성된 규소막의 결정입자의 배치를 표시하는 모식도.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1:레이저발진기, 2:레이저빔,

5:기판상막재료, 7:기판,

30:강도분포성형수단, 33:도파로,

34:분할실린드리컬렌즈, 40:빔형상성형수단,

41:전사렌즈, 42:집광렌즈,

50:나이프에지, 60:펄스폭신장수단.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

특히, 비정질 또는 다결정규소막을 열처리해서 폴리실리콘화 하기 위한 기판상에 형성된 규소박막을 레이저 열처리하기 위한 광학장치(optical Device)와 그 장치(apparatus)에 관한 것이다.

액정패널의 화소부는 유리 또는 합성석영의 기판상에 비정질 또는 다결정 규소막으로 제작된 스위칭 박막 트랜지스터에 의해 구성된다.

이 패널상에, 화소트랜지스터를 구동하는 드라이버회로(주로, 외부에 독립해서 설치하고 있다)를 동시에 구성하는 것이 가능해지면 액정 패널의 제조코스트, 신뢰성등의 면에서 비약적인 메리트가 생기게 한것이다.

그러나, 현재는 트랜지스터 능동층을 구성하는 규소막의 낮은 결정성 때문에 박막트랜지스터는 낮은 이동도로 대표되는 바와같이 성능이 낮고, 고속성, 고기능성이 요구되고 집적회로의 제작은 곤란하였었다.

규소막의 결정성과 박막트랜지스터의 케리어이동도의 관계는 아래와 같이 설명된다.

레이저 열처리에 의해 얻어지는 규소막은 일반적으로는 다결정이다.

다결정의 결정입계에는 결정결함이 존재해 있고, 이것이 박막트랜지스터 능동층의 케리어 이동을 저해한다.

따라서, 박막트랜지스터의 이동도를 높히기 위해, 케리어가 능동층을 이동하는 과정에서 결정입계를 가로지르는 회수를 적게 하고, 또 결정결함밀도를 작게 한다.

규소막의 결정성 개선방법의 하나는 고이동도박막트랜지스터를 제공하기 위해 레이저에 의한 열처리이다.

레이저열처리의 목적은 결정입경이 크고 또 결정입계에서의 적은 결정결함을 갖는 다결정 규소막의 형성에 있다.

종래 레이저 열처리를 하는 시도가 AppL, phys , Lett, 39, 1981,p425-427(문헌1), Mat, Ree,Soc,Symp, proco., Vol 4, 1982. p523~p528(문헌 2)및 Mat,Res,Soc,Symp,Proc Vol 358, 1995,p915-p920(문헌 3)에서 되고 있다.

이들 문헌에서는 레이저광으로서 Nd:YAG레이저의 2차고조파(파장:532nm(가 사용되고 있다.

도 12는 이 예에서, Nd:YAG 레이저 2차 고조파에 의한 레이저 열처리용 광학장치를 포함하는 레이저 열처리장치를 표시한다.

여기서 발진장치(1)은 열처리용 레이저로서 사용되고 있는 대표적인 가시광 펄스레이저 광원인 Nd:YAG레이저 2차 고조파(파장:532nm)를 사용한다.

그 발진레이저광(2)은 집광용 렌즈(4)에 의해 집광되어, 기판(7)상에 하지막(6)을 통해서 중적한 비정질 또는 다결정 규소막(5)을 조사해서 가열한다.

비정질규소막(5)은 펄스레이저광(2)의 조사에 의해 조사영역에서 가열에 의해 용융되고 그 다음 냉각된다.

그러나 문헌의 보고에서는 조사위치에서의 빔 프로필은 축대칭 가우스분포이고, 따라서 용융규소의 결정 과정에서 결정입자는 중심대칭적으로 방사상으로 성장하고, 도 13과 같이 된다.

즉 레이저 열처리후의 다결정 규소막의 성질은, 면내에서 균일성이 대단히 낮으므로 이 기술을 이용해서 박막트랜지스터를 제작한 보고는 볼수가 없다.

한편, 파장이 보다 짧은 엑시머레이저를 사용해서, 선상빔의 프로필에 의한 레이저열처리가 종래로부터 실시하고 있으나 이는 파장 330nm이상의 레이저광에 의한 열처리와는 근본적으로 다른 관점에 의한 것이다.

상술한 바와같이 파장 330nm이상의 레이저광에 의한 열처리는, 결정과정에서, 용융규소가 막의 면역방향, 즉 가로방향에 관해 결정성장을 일으키므로, 대결정입경화를 목적으로 한다.

엑시머레이저에 의한 열처리는 막의 두께방향으로 (즉 세로방향으로)관한 성장이므로 단지 레이저열처리후의 막질의 면내 균일성 및 생산성의 향상을 도모하는데 불과하고, 대립경화를 목적으로 하고 있지 않다.

또, 엑시머 레이저에서 선상 빔으로 하는 광학장치가 일본특허공개(Japanese Patent Publication Nos)11-16851 및 10-333077에 개시되고, 여기서는 엑시머 레이저발진기로부터의 빔은 빔의 광축에 수직인 면내의 직교하는 2개의 방향에 함께, 실린드리컬렌즈를 나열한 실린더 얼레이를 통과한 후 수렴렌즈에 의해 수렴되고, 양방향 모두 분포를 균일화하기 위한 빔호모지나이저에 의해 그 2개의 방향의 수렴폭을 다르게 한다.

## 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

단면 장방형의 레이저빔을 사용하는 열처리에 있어서, 특성이 우수한 박막트랜지스터를 제작하기 위해 광강도분포의 프로파일을 최적화해야 한다.

특히 빔의 폭방향의 프로파일이 결정성장과정에 크게 영향하고 길이방향의 분포가 결정을 성장시키는 영역을 좌우하기 때문이다.

그러나 종래의 선상빔형성용 광학계에서는 폭방향의 프로파일을 적당히 선택할 수가 없었다.

또 직교하는 양쪽방향 모두 호모지나이즈 되어 있으므로 선상빔의 폭방향을 극한까지 가늘게 집광할수가 없었다.

본 발명은 이러한 문제점을 해소하기 위해 된 것으로 특히 고성능의 박막트랜지스터를 제작하는데 필요한 결정입자를 조대화해서 격자결함을 저감한 결정성이 우수한 박막을 형성하기 위한 레이저의 광강도분포의 프로파일을 제어하는 광학장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 다른목적은 극히 가는 구형상이고, 특히 광강도분포가 막재료 표면의 주사방향으로 급준한 분포를 갖는 레이저광을 얻기 위한 광학장치를 제공하는 것이다.

또, 본 발명의 다른 목적은 고성능의 박막트랜지스터를 제작하는데 피요한 결정성이 우수한 박막을 형성하는 레이저열처리장치를 제공하는데 있다.

또 다른 목적은, 고성능의 박막 트랜지스터를 제작하는데 필요한 결정성이 우수한 반도체 박막을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명에 관한 레이저 열처리용 광학장치는 기판상에 형성된 막재료를 레이저조사에 의해 열처리하기 위해, 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 단면강도분포를 성형하는 강도분포 성형수단과, 기판상의 막재료상에서 장방형의 빔형상을 형성하는 빔형상 성형수단을 포함한다.

이 강도분포 성형수단이 레이저발진기로부터의 레이저빔을 빔단면상의 하나의 방향에 광강도분포를 균일화하고(구형화한다), 또 다른 직교방향에는 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 강도분포를 유지하고, 빔형상 성형수단이 이런 분포의 빔을 단면, 장방형 빔에 조제해서 막재료표면에 조사한다.

빔형상성형수단은 특히 상기 하나의 방향과 다른 방향의 프로필을 확대 또는 축소해서 막재료상에 균일가열을 하는 것이다.

이 광학장치는 기판상 막재료내에 온도분포의 콘트롤을 가능하게 하고, 균일가열을 위한 레이저광 조사프로필을 제공한다.

강도분포성형수단은, 레이저빔의 단면평면내의 한방향에 대해, 레이저빔의 일부를 여러번 반사시킨후, 겹쳐서, 이에 의해 빔의 강도분포를 균일화할수가 있다.

이러한 강도분포성형수단은 상대면해서 서로 이간해서 배치한 한쌍의 반사면으로 된것이 바람직하다.

강도분포 성형수단에는 레이저빔의 단면 평면내의 한 방향에 대한 도파로 구조가 선정되고 강도분포를 균일화하는 것이다.

적은 레이저광의 손실로 고성능의 박막을 형성한다.

이같은 강도분포 성형수단은, 한쌍의 반사면이 대면하고, 다른 방향에 평행인 도파로 소자면 된다.

또, 다른 강도분포 성형수단에는 레이저빔의 단면 평면내의 한 방향에 대해 분할되고, 다른방향으로 연신(延伸)시킨 분할실린드리컬 렌즈가 착용되고, 이에 의해 강도분포를 균일화한다.

다른 빔형상 성형수단에는 레이저빔의 단면 평면내의 한방향에 대해 강도분포 성형수단에서 얻어진 균일분포를 기판상 막 재료상에 전사하고, 기판상 막재료상에서 장방형의 빔형상의 길이방향을 형성하는 구성으로 하는 것이다.

전사를 위해, 전사렌즈,예를들면 구면렌즈가 사용가능하다.

또, 빔형상성형수단에는 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔을 레이저빔의 단면평면내의 한방향만을 기판상막 재료상에 집광하고, 기판상막재료상에서 장방형의 빔형상의 단변 방향을 형성해도 된다.

이러한 빔형상성형수단은, 집광렌즈를 포함하고 집광렌즈에 의해 기판상의 막재료에 집광한다. 집광렌즈는 실린드리컬렌즈를 사용할 수가 있다.

이로인해, 기판상막재료상에서 장방형의 빔형상의 짧은 방향의 레이저광 조사강도의 구배를 급준하게 형성할 수 있다.

또, 빔형상 성형수단은 다수의 실린드리컬렌즈 또는 구면렌즈의 조합으로 구성한 것은 무방하다.

이로써 기판상막재료상에서 장방형의 빔형상의 길이방향의 강도분포를 균일하고, 또 짧은 쪽방향의 레이저광 조사강도의 구배를 급준하게 형성할 수 있는 동시에 임의의 형상의 레이저광을 조사할 수 있다.

복수의 실린드리컬렌즈 또는 구면 렌즈의 모두 또는 어느하나가, 비구면렌즈라도 된다.

기판상막재료상에서 장방형의 빔형상의 짧은 방향의 강도분포를 발진레이저광의 지향성등의 성질에서 규정되는 한계까지 강도분포의 구배를 급준하게 할수 있다.

도 Ia는 하나의 실시형태에서의 레이저 열처리용 광학계의 구성도이다.

도면에서 레이저 열처리용 광학계는, 레이저발진기(1)와 강도분포 성형수단(30)과, 빔형상 성형수단(40)으로 되고, 레이저발진기(1)에서 발사한 발진레이저광(2)이 강도분포 성형수단(30)과, 빔형상 성형수단(40)을 관통하도록 배치되며, 빔형상 성형수단(40)이 기판(7)상에 형성된 규소막(5)표면에 수렴하도록 위치지정이 된다.

레이저발진기(1)에서 방출된 발진레이저광(2)는 통상, 가우스분포를 채택하고 이 분포는 도 Ib에 표시하는 바와같이, 강도분포 성형수단(30)의 입구면 A에서, 예를들면 A면에서의 빔형상 PA가 원형이고, A면에서의 X방향의 강도분포 XA 및 A면에서의 Y방향의 강도분포 YA가 실질적으로 가우스상으로 할 수가 있다.

본 발명에서 강도분포성형수단(30)이, X방향의 강도분포를 가우스의 분포에 보존하고, Y방향의 강도분포만 평활화(즉 구형화)한다.

강도분포성형수단(30)의 출구면 B에서의 레이저광의 빔형상 PB는, 도 1C에 표시한바와같이 실질적으로 장방형으로 변환된다.

B면에서의 X방향의 강도분포 XB는 A면에서의 X방향의 강도분포 XA가 유지되고, B면에서의 Y방향의 강도분포 YB는, 실질적으로 톱헤드 분포로 성형된다.

이렇게 해서 강도분포성형수단(30)을 통과한 이 레이저광은, 빔형상 성형수단(40)에 의해 X방향, Y방향의 소망의 배율로 조정되고, 장방형의 빔형상으로 기판상막재료(5)에 조사된다.

조사된 단면장방형상의 빔이 규소막을 상대적으로 주사되어서, 이로써, 레이저열처리가 시행된다.

빔의 단면 장방형의 폭방향을 X방향으로 길이방향을 Y방향으로 정의하면(도 2참조), 기판상의 막재료의 표면 C에서의 빔형상 PC는 C면에서의 X방향의 강도분포 XC가 A면에서의 X방향의 강도분포 XA를 축소한 프로파일이 되고, 발진레이저빔(2)의 고도의 지향성의 성질을 보존하고 있으며, 이에 대해 C면에서의 Y방향의 강도분포 YC를 실질적으로 균일화된다.

여기서 레이저 조사대상인 타게트는 기판상에 형성한 규소막이다.

기판(7)에서는 예를들면 유리가 이용되고, 기판상에는 하지층이 산화규소막으로 형성된다.

하지층은 예를들면 산화규소막을 chemical Vapor Deposition (CVD)technigue 에 의해 200nm 정도의 두께로 형성된다.

규소막은 두께 70nm정도의 비정길 규소막을 LP CVD(Low Pressure chemical Vapor Deposition)기타의 방법에 의해 성막한 것이다.

막재료는 규소계 재료 이외의 재료, 예를들면 비정질의 겔마늄막에 대해서도 적용할 수 있고, 조대화한 결정질겔마늄박막이 조제될 수 있다.

본 발명의 광학장치의 적용에서는 기판(7)은 이동스테이지에 올려 놓는 것이 좋고, 이 경우는 고정된 광학장치에 대해 스테이지를 주사하면서 조사빔이 상대적으로 X방향으로 이동시켜서 기판상의 박막표면에 조사된다.

기판상의 막재료(5)에 레이저광이 조사되면 막재료(5)는 레이저광을 흡수해서 가열되어 빔단면형상에 대응해서 장방형의 영역에 용융된다.

이때 조사빔의 길이방향 즉 Y방향으로, 레이저광(2)의 강도분포가 균일하므로 온도구배는 생기지 않고, X방향에만 온도구배가 생긴다.

용융영역이 결정화할때, 결정은 온도구배에 따라 성장하므로 기판(7)의 이동방향, 즉 X방향으로의 1차원 성장이 되고 결정입자경은 수 ㎛정도로 큰 결정입자가 형성된다.

또 레이저열처리후에 형성하는 다결정 규소막의 결정입자은 도 2와 같이 결정성장의 방향인 조사빔 짧은 방향, 즉 이동스테이지의 이동방향에 모인다.

X방향에 결정성장의 과정은 막재료(5)내에서 X방향으로 형성된 온도분포에 크게 영향된다.

즉 조사되는 장방형 빔의 짧은 방향의 강도분포에 크게 영향된다.

레이저광 조사에 의해 기판상막재료(5)내에 도입된 열은 골고루 기판으로 흩어져 없어진다.

즉 기판상막재료(5)내의 X방향온도분포는 일율적으로 저하해간다.

먼저 막의 온도가 융점보다 저하된 부분에서, 후에 온도가 융점을 저하한 부분을 향해 가로방향으로 결정이 성장해간다.

그리고 그 결정성장은 온도가 내려가는 과정에서 자연 핵발생 natural nucleation 에 의해 성장한 미결정 fine grains 에 의해 그 진로를 방해받아 X방향으로는 정지한다.

즉 자연핵발생이 일어날때까지의 비교적 긴 시간에 가능한 한 결정입자이 길게 성장해 있으면 되나, 이러기 위해서는 높은 결정성장속도가 요구된다.

일반적으로, 어느 영역 X에서의 결정성작속도 V는, 그 영역에서의 온도구배 $\triangle T/\triangle X$에 의존하고,

$$V = K\triangle T/\triangle X$$

에 의해 표시된다.

여기서, $\triangle X$는 영역이 미소장, $\triangle T$ 는 그 미소장에서의 온도차, K는 속도정수(부의 값)이다.

즉 규소막에의 X방향에 관해 온도분포가 존재할때, 융점 근방의 온도에서 어느영역의 온도분포가 급준한 온도구배는, 결정성장속도를 높이고 그 결과 다결정 규소막에 큰결정입자경의 형성을 가능케하고 고성능의 박막 트랜지스터를 제작하는데 필요한 높은 결정성의 박막을 얻을수가 있다.

위에 표시한 광학장치는 조사범위 폭방향의 범강도분포가 발진레이저광(2)의 지향성의 성질을 보존할 수 있으므로, 발진레이저광(2)의 성질로 제한되는 한계까지 집광되고, 기판상막재료(5)상에서 최대한의 광강도구배가 얻어지는 동시에, 최대한의 광강도구배 이하로 임의의 강도분포에 제어해서 기판상막재료(5)내에 X방향 온도분포의 제어를 가능케한다.

본 발명의 광학장치에서는 바람직하게는 330㎚에서 800㎚ 사이에 발진파장을 갖는 레이저가 이용된다.

즉, 이 범위의 파장을 비정질 또는 다결정규소막인 막재료(5)에 조사하면 레이저광은 비정질규소에 대한 흡수계 수가 비교적 작고 막내부에 까지 침투하므로 막두께 방향에 대해 실질적으로 균일하게 가열되고 레이저 조사에의해 발생하는 규소막내의 가로방향 온도분포는 X방향에만 형성된다. 따라서 비정질 또는 다결정규소막인 기판상막 재료(5)의 어느강도 이상의 빔의 부분이 깊이 방향전체에 용융된다. 330㎚로부터 800㎚간에 발진파장을 갖는 레이저로서, 예를 들면 고체레이저 고조파 발생원이 바람직하다.

즉, Nd : YAG 레이저의 2차고조파(532㎚)나, 3차 고조파(355㎚), Nd :YLF 레이저의 2차 고조파(524㎚)나 3차 고조파(349㎚) 또는 Yb :YAG 레이저의 2차 고조파(515㎚)나 3차 고조파(344㎚) 등을 사용한다. Ti:Sapphier 레이저의 기본파 또는 2차 고조파를 사용해도 된다.

고체레이저 고조파 발생원을 사용하는 것은, 330㎚으로부터 880㎚범위에 파장의 레이저광을 콤팩트한 장치로 효율좋게 얻어지고 장시간 안정된 동작이 가능해진다. 레이저발진기(1)를 콤팩트하게 할수 있고 비정질 또는 다결정 규소막의 두께방향을 균일하게 가열되고 레이저 열처리방법에서 고성능의 박막 트랜지스터를 제작하는데 필요한 결정성이 우수한 박막이 안정하게 얻어진다. 따라서 이런 광학계에 의하면 레이저 열처리에 의해 고성능의 박막을 균일하게 형성하기위한 레이저광 조사파일을 제공할수가 있다.

또, 본 발명의 광학장치는 반도체 재료 이외에도 절연막으로서의 실리콘 산화막을 열처리해서 고성능화할 수가 있다. 광투과성의 도전막인 ITO막을 레이저 열처리에 의해 결정화내지는 고밀도화해서 고성능화한다는 용도에도 적용된다. 또, 기판상막재료가 레이저광을 흡수하는 여러가지의 박막을 고성능화하기 위한 열처리에 적용가능하다.

## 발명의 구성 및 작용

### 실시의 형태 1

도 3a와 3b는 본 발명의 실시형태의 레이저 열처리용 광학장치의 구성을 표시하나, 강도분포 성형수단(30)을 끝이 가는 테이퍼상 전반사면을 갖는 투광성 소자를 이용한다.

강도분포 성형수단(30)에는 투광성재료에 의해 형성된 쐐기형소자(31) 또는 한 쌍의 경사져 대향한 경변쌍을 이용할 수가 있다.

아래에는 쐐기형소자(31)의 예를 표시하나, 쐐기형소자(31)는 쐐기형으로 성형된 테이퍼상 블록이고, 도 3a에 표시한 바와같이 Y방향의 두께만이 앞쪽에서 감소되나, X방향에는 도 3b와 같이 두께는 일정하게 되어 있다. 레이저발진기(1)로부터 블록의 광폭측의 입사면에 입사한 발진레이저광(2)은 블록의 Y방향의 테이퍼 표면에서 반산된다. 따라서, Y방향에 대해 발진레이저광(2)은 주변부에서 반사되고, 쐐기형소자(31)의 좁은 폭쪽의 출사면에서는 주변부의 반사광과 중앙부의 빛이 겹처지고 실질적으로 균일한 강도분포를 형성한다.

한편 X방향은 발진레이저광(2)의 빔폭보다도 쐐기형소자(31)의 폭을 넓게함으로서 발진레이저광(2)의 지향성특질을 유지한채로 출력된다.

이상의 구성에 의하면 레이저 열처리에 의해 간단하고 높은 성능의 박막을 면역방향으로 균일하게 형성하기위한 레이저광 조사프로필이 얻어진다. 또 쐐기형소자(31)는 상기한 투광성블록이외에 한쌍의 거울을 쐐기상으로 경사시켜 대향시키는 중공체를 포함하고 같은 작용을 한다.

실시의 형태 2

이 실시 형태에서는 강도분포 성형수단은 집광용의 렌즈(32)와 렌즈(32)의 전방측에는 한쌍의 반사면을 대향한 도파로(33)을 이용한다.

도파로(33)에는 양표면에서 전반사하는 투광성의 블록, 또는 한쌍의 경면을 대향시키는 경면체가 이용될 수 있다.

렌즈(32)는 발진기로부터의 레이저광을 도파로(33)내에 입사시키기 위한 집광렌즈이나, 이것에는 구면렌즈 또는 Y방향으로 수렴 또는 발산하는 원주렌즈가 이용된다.

아래의 강도분포 성형수단(30)의 예에서는 도 4a와 4b에 표시하는 바와같이 렌즈(32)와 구면렌즈와 도파로(33)로써 투광성의 협폭블록과의 조합을 표시한다.

이 예는 블록은 폭방향(Y방향)에 수직인 넓은 한쌍의 표면이 전반사 반사면으로 이용된다.

레이저발진기(1)에서 방출된 발진레이저광(2)은 볼록(凸)렌즈(32)에 의해, 도파로(33)의 블록내에 입사되고, 도파로(33)는 Y방향으로 수직인 양표면이 실질적으로 평행하게 성형된 블록이므로, 렌즈(32)에 의해 입사해서 블록내에서 Y방향으로 발산하는 발진레이저광(2)은 한쌍의 표면에 의해 전반사된다.

따라서, Y방향에 대해 발진레이저광(2)은 주변부로부터 반사되고 도파로(33)의 출구에서는 주변부의 반사광과 중앙부의 직진광이 합성되고 실질적으로 균일한 강도분포를 형성한다. 한편, X방향은 발진레이저광(2)의 빔폭보다도 도파로(33)의 폭을 넓게함으로써 발진레이저광(2)의 지향성등의 성질을 유지한채로 출력된다. 이상의 광학계에 의하면 간단한 구성으로 고성능의 박막을 균일하게 형성하기위한 레이저광 조사프로파일이 얻어진다.

실시의 형태 3

다른 실시의 형태는 레이저 열처리용 광학장치의 강도분포 성형수단(30)이 분할 실린드리컬렌즈(34)로되고, 이는 도 5a와 5b에 표시하는 바와같이 하나의 실린드리컬렌즈가 중앙에서 2개의 부분으로 분할되어 서로 이간된 2개의 반실린드리컬렌즈이다.

도 5a에 표시하는 바와같이 Y방향으로 분할된 한쌍의 분할 실린드리컬렌즈 (34)가 그 길이 방향을 X방향으로 향해지고, 레이저발진기(1)에서 방출된 발진레이저광(2)는 이들 반실린드리컬렌즈에 의해 굴절되는 주변부광속과 2개의 반실린드리컬렌즈 사이의 극간을 직진하는 중앙부의 광속으로 분할된다. 분할된 광속은 빔형상 성형수단(40)의 입구면에서 주변부와 중앙부의 광이 겹쳐저, 실질적으로 균일한 강도분포를 형성한다. 한편, X방향은 발진레이저광(2)의 빔폭보다도 분할 실린드리컬렌즈(34)의 폭을 넓게 함으로써 발진레이저광(2)의 지향성등의 성질을 유지한 체로 출력된다.

강도분포 성형수단의 이같은 구성이 레이저 열처리방법에서 적은 레이저광의 손실로 고성능의 박막을 균일하게 형성하기위한 레이저광 조사프로파일이 얻어진다.

실시의 형태 4

본 실시의 형태 4는 상기한 빔형상 성형수단(40)의 구체적인 구성을 표시하나 빔형상 성형수단이 전사렌즈(41)를 포함한다.

전사렌즈(41)에는 단렌즈 또는 복수의 렌즈의 조합을 포함한다.

도 6의 예는 빔형상 성형수단(40)으로 단렌즈를 이용한 전사렌즈(41)를 표시한다.

상기에 실시형태 1~4에서 표시한 바와같이 강도분포 성형수단(30)은 레이저 발진기(1)로부터 방출된 발진레이저광(2)의 빔형상을 실질적으로 장방형으로 변환하고 X방향의 강도분포를 발진레이저광(2)의 강도분포에 유지하면서 Y방향의 강도분포 YB를 톱헤트분포로 성형한다. 빔형상 성형수단(40)으로서의 전사렌즈(41)는 강도분포 성형수단(30)에서 얻어진 빔의 강도분포를 임의로 축소 확대해서 기판상막재료(5)상에 조사한다.

이상의 빔형상 성형수단은 빔을 Y방향으로 균일한 강도분포로 형성할 수 있고, X방향으로 강도분포를 갖는 레이저광을 기판상에 비정질, 또는 다결정규소막인 막재료(5)상에 조사해서 X방향으로 주사할 수가 있으며, 레이저 열처리때는 간단한 구성으로 고성능의 박막을 균일하게 형성하기 위한 레이저 광조사프로필이 얻어진다.

실시의 형태 5

상기한 실시의 형태 4에 표시한 단렌즈에의한 빔형상 성형수단(40)의 특별한 예로서 단일방향만 집광하는 렌즈를 이용할수가 있다. 도 7은 이런 집광렌즈의 예로서, 원주렌즈를 이용하는 예이다. 집광렌즈에는 단렌즈 또는 복렌즈를 포함한다.

상술한 바와같이 레이저발진기(1)에서 방출된 발진레이저광(2)은 강도분포 성형수단(30)으로 레이저광의 빔형상이 실질적으로 장방형으로 변환되고, X방향의 강도분포는 발진레이저광(2)의 강도분포가 유지되며, Y방향의 강도분포는 톱헤트 분포로 형성된다.

이 실시의 형태는 또 장방형으로 성형된 이 빔을 빔형상 성형수단(40)인 집광렌즈(42)에 의해 강도분포 성형수단(30)으로 얻어진 강도분포의 X방향만을 집광시키고 기판상막재료(5)상에 조사한다.

이렇게 해서 집광렌즈를 사용하는 빔형상 성형수단에 의해 레이저광을 X방향으로 발진레이저광(2)의 지향성등의 성질에 의한 한계까지 집광이 가능하므로, 레이저광 조사강도의 구배를 급준하게 할 수 있고, 비정질 또는 다결정 규소막인 기판상 막재료(5)상에 조사할 수 있으며, 이로 인해 레이저 열처리에서는 간단한 구성으로 고성능의 박막을 균일하게 형성하기 위한 레이저 조사프로파일이 얻어진다.

실시의 형태 6

도 8a와 8b는 레이저 열처리용 광학장치의 실시형태를 표시하나, 이는 빔형상 성형수단(40)에 실시형태 4에서의 전사렌즈와 실시형태 5에서의 집광렌즈를 조합한 것이다.

레이저 발진기(1)로부터 방출된 발진레이저광(2)는 상술한 바와 같이 강도분포 성형수단(30)으로, X방향의 강도분포는 발진레이저광(2)의 강도분포가 유지되고, Y방향의 강도분포는 톱헤트 분포로 형성된다. 장방형으로 성형된 빔은, X방향에 관해 빔형상 성형수단(40)인 집광렌즈(42)에 의해 강도분포 성형수단(30)에서 얻어진 강도분포의 X방향만이 집광되고 Y방향에 관해 빔형상 성형수단(40)인 전사렌즈(41)에 의해, 강도분포 성형수단(30)에서 얻어진 강도분포를 임의로 축소 확대해서 비정질 또는 다결정 규소막(5)상에 조사한다.

이상과 같은 구성으로 하면, Y방향으로 균일강도분포를 형성할 수 있는 동시에, X방향에는 발진레이저광(2)의 지향성등의 성질에 의한 한계까지 집광되므로 레이저광 조사강도의 구배를 급준하게 할수 있고, 비정질 또는 다결정 규소막인 기판상막 재료(5)상에 조사할수 있으므로, 레이저 열처리방법에서, 고성능의 박막을 균일하게 형성하기 위한 선상의 레이저광 조사프로파일이 확실하게 얻어진다.

이 실시의 형태에서 빔형상 성형수단(40)을 이루는 전사렌즈(41)와 집광렌즈(42)는 적당히 각각 다수의 렌즈에의한 조합렌즈도 가능하고, 또 어느 한 렌즈가 전사렌즈와 집광렌즈를 겸해도 된다.

실시의 형태 7

도 9a와 9b는 실시형태 6에서 빔형상 성형수단(40)의 집광렌즈(42)를 각각 구면(원통면)렌즈와 비구면렌즈로 한 경우의 기판상막재료(5)상의 X방향의 계산된 강도분포를 표시하는 것이다. 여기서는 실린드리컬렌즈인 집광렌즈(42)의 실린드리컬면, 즉 원통면으로 되어있는 면을 원통면으로부터 어긋난 면으로 하고 있으며, 이 실린드리컬렌즈는 비구면렌즈의 실린드리컬렌즈라고 불린다.

예를 들면 집광렌즈(42)의 초점거리를 100㎜ 집광렌즈(42)에 입사되는 빔의 X방향의 폭을 40㎜로한다.

집광렌즈(42)가 구면렌즈인 경우, 도 9a에 표시한 바와같이 기판상 막재료(5)상에서 반치전폭 약 30㎛정도까지 집광되나, 주변부까지 빔이 넓혀져 버린다. 한편 집광렌즈(42)가 비구면렌즈의 경우, 도 9b에 표시한 바와같이 기판상막재료(5)상에서 반치전폭 약 25㎛정도까지 집광되는 동시에 주변부에의 퍼짐도 억제된다.

이 때문에 강도분포의 구배를 구면렌즈에 비해 크게할 수가 있다. 이상과 같은 구성으로 하면 레이저광 조사강도의 구배를 더욱 급준히 할수 있고, 레이저 열처리방법에서 간단한 구성에 의해 더욱 고성능의 박막을 형성하기위한 레이저광 조사프로파일이 얻어진다. 또 본 실시예에서는 집광렌즈(42)만을 비구면렌즈로 한 경우에 대해 진술하였으나, 다른 렌즈르 비구면렌즈로 한 경우도 같은 효과를 나타낸다.

실시의 형태 8

도 10은 이 실시의 형태는 빔형상 성형수단(40)의 전방에 나이프에지(50)를 배치한 예이다.

기판상막재료(5)의 근방에 빔의 일부를 차단하기위해 나이프에지(50)가 배치되어 있다. 이 나이프에지(50)에의해 기판상막재료(5)에 조사되는 X방향의 빔을 일부차단함으로써 무한대의 광강도 구배를 갖는 레이저광을 기판 상막재료(5)에 조사할수가 있다.

이 같은 나이프에지(50)의 이용은 레이저광 조사강도의 구배를 극한까지 급준화가 되고 레이저 열처리때에는 고성능의 박막을 형성하기 위한 레이저광 조사프로파일이 확실하게 얻어진다.

실시의 형태 9

펄스폭 신장수단(60)을 사용한 레이저 열처리용 광학장치를 표시하나, 레이저발신기와 강도분포 성형수단(30)사이에 배치하고 펄스레이저의 펄스시간 폭을 신장해서 조정하는 것이다.

도 11에 표시하는 펄스폭 신장수단에서는 레이저 발시기의 광축상에 빔스피리터(61)가 배치되고, 레이저 발집기(1)로부터의 발진광이 입사해서 빔스프리터로부터 반사된 일부의 빛이 반사되어 루프를 형성하도록, 이 예는 제 1내지 제 4의 4개의 전반사경(62),(63),(64) 및 (65)이 구형상으로 배치되고, 최후의 전반사경(65)에 의해 반사된 레이저광이 빔스프리터(61)로 되돌아 가도록 구성되어있다.

펄스폭 신장수단(60)은 한장의 빔스프리터와 3매 이상의 전반사경의 광루프로 구성된다. 발진레이저광(2)은 빔스프리터(61)에서 2개로 분리되어 일부는 직진해서 강도분포 성형수단(30)에 입력된다. 레이저광의 다른 부분은 빔스프리터(61)에서 반사되고, 반사광은 제 1의 전반사경(62)과, 제 2의 전반사경(63)과, 제 3의 전반사경(64)과 전반사경(64), 제 4의 전반사경(65)에서 순서대로 반사되어 지연된 후 다시 빔스피리터(61)에 입사되고, 빔스피리터(61)를 투과한 레이저광과 합성됨으로써 강도분포 성형수단(30)에 입사된다. 지연된 레이저광을 겹쳐줌으로써 레이저광의 펄스폭을 신장할 수 있고, 규소막인 막재료(5)에의 레이저 조사시간을 조정할 수 있으므로 용융된 비정질, 또는 다결정 규소막(5)의 결정성장시간을 조정할 수 있고, 입자직경이 큰 결정이 얻어진다. 이와 같은 펄스폭 신장수단은 레이저광의 펄스폭을 적당히 설정할 수 있으므로, 결정성장시간을 조정할 수 있고 레이저 열처리방법에서 여러가지의 박막에서 고성능의 박막이 얻어진다.

## 발명의 효과

본 발명의 레이저 열처리용 광학장치는 기판상막 재료에 근접해서 기판상막재료상에서 장방형의 빔형상의 길이 방향과 평행으로 장입된 나이프에지를 포함할 수도 있고, 나이프에지는 빔형상을 한정해서 그 광강도분포를 급준하게 할 수가 있다.

본 발명에 관한 레이저 열처리용 광학장치는 레이저빔을 분할하고, 분할한 레이저빔에 광로차를 부여해서 다시 합성하는 펄스폭 신장수단을 구비할 수가 있다. 레이저의 펄스폭을 설정할 수 있으므로 여러가지 두께가 다른 박막의 결정성장시간을 제어할 수가 있다.

본 발명에 관한 레이저 열처리장치는 레이저 발진기는 330㎚ 에서 800㎚간의 파장을 이용해서, 막재료, 특히 규소재료는 그 두께방향으로 균일하게 가열할수 있다.

본 발명의 광학장치는 특히 반도체장치의 제조방법에 적용되고, 광학장치에 의해 기판상의 반도체막재료 표면에 조사한 단면장방형상의 레이저빔을 막재료의 표면을 주사해서 표면의 연속적인 가열과 냉각을 하고, 이 용융 냉각과정에서 조대한 결정입자로 성장한 반도체막으로 조제한다.

이런 반도체막재료에는 미리 기판상에 형성된 비정질 또는 다결정질의 규소막이 적용되고 이 방법에 의해 조제된 규소막은 화사용 박막 트랜지스터에 널리 응용할수가 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

기판상에 형성된 막재료를 레이저 조사에 의해 열처리하기 위한 레이저 열처리용 광학장치로서, 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 단면강도분포를 성형하는 강도분포 성형수단과, 기판상의 막재료상에서 장방형의 빔형상을 형성하는 빔형상 성형수단을 구비하고, 상기 강도분포 성형수단은 레이저빔의 광축에 수직인 단면내의 Y방향의 레이저빔의 강도분포를 균일하게 하고, 또 단면내에서 이 Y방향과 직교하는 X방향의 레이저빔의 강도분포를 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 강도분포로 유지하며, 상기 빔형상 성형수단은 상기 강도분포 성형수단에서 방사된 레이저빔의 X방향 및 Y방향의 빔길이를 단축, 또는 확대해서 막재료의 면상의 레이저빔을 X방향으로 좁게 Y방향으로 길게 뻗는 장방형으로 하는 것을 특징으로 하는 레이저 열처리용 광학장치.

### 청구항 2.

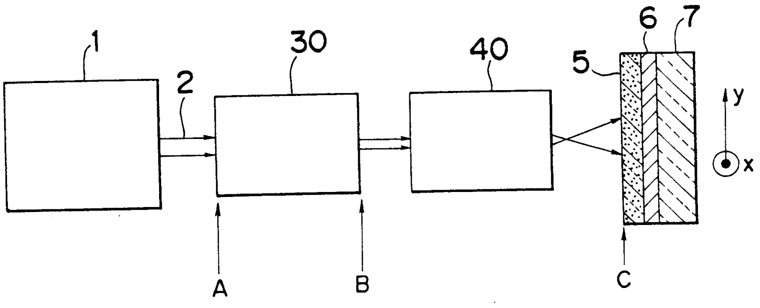
레이저 열처리용 광학장치와 막재료를 형성한 기판을 탑재한 스테이지로 이루어지고, 기판상에 형성된 막재료를 레이저 조사에 의해 열처리하기 위한 레이저 열처리장치에서, 상기한 광학장치가 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 단면강도분포를 성형하는 강도분포 성형수단과, 기판상의 막재료상에서 장방형의 빔형상을 형성하는 빔형상 성형수단을 구비하고, 상기 강도분포 성형수단은 레이저빔의 광축에 수직인 단면내의 Y방향의 레이저빔의 강도분포를 균일하게 하고, 또 단면내에서 이 Y방향과 직교하는 X방향의 레이저빔의 강도분포를 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 강도분포로 유지하며, 상기 빔형상 성형수단은 상기 강도분포 성형수단에서 방사된 레이저빔의 X방향 및 또는 Y방향의 빔길이를 단축 또는 확대해서 막재료의 면상의 레이저빔을 X방향으로 좁고 Y방향으로 길게 뻗는 장방형으로 하고, 상기한 단면 장방형의 빔을 상기 X방향으로 기판상의 막재료의 표면에 주사시켜서 표면의 연속적인 가열과 냉각을 하는 것을 특징으로 하는 레이저 열처리장치.

### 청구항 3.

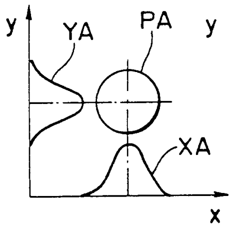
레이저 열처리용 광학장치에 의해 기판상의 반도체 막재료 표면에 조사해서 표면의 연속적인 가열과 냉각을 하고, 반도체 막재료를 조대(粗大)한 결정입자로 성장시키는 반도체장치를 제조하는 방법에서, 상기한 광학장치가 레이저발진기로부터 방사된 레이저빔의 단면강도분포를 성형하는 강도분포 성형수단과 기판상의 막재료상에서 장방형의 빔형상을 형성하는 빔형상 성형수단을 구비하고, 상기 강도분포 성형수단은 레이저빔의 광축에 수직인 단면내의 방향의 레이저빔의 강도분포를 균일하게 하고, 또 단면내에서 이 Y 방향과 직교하는 X 방향의 레이저빔의 강도분포를 레이저 발전기로부터 방사된 레이저빔의 강도분포로 유지하며, 상기 빔형상성형수단은 상기 강도분포 성형수단으로부터 방사된 레이저빔의 X방향 및 또는 Y방향의 빔길이를 단축 또는 확대해서 막재료의 면상의 레이저빔을 X방향으로 좁고 Y방향으로 길게 뻗는 장방형으로 하고, 상기 단면장방형상의 레이저빔을 상기 X방향으로 주사하면서 기판상의 반도체막 재료표면에 조사해서 반도체 막재료를 조대한 결정입자로 성장시키는 것을 특징으로 하는 반도체의 제조방법.

## 도면

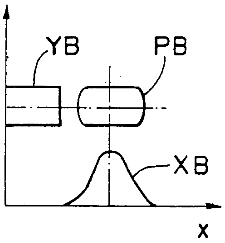
### 도면 1a



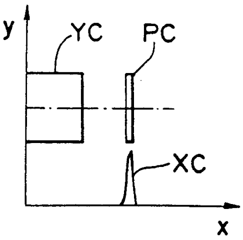
### 도면 1b



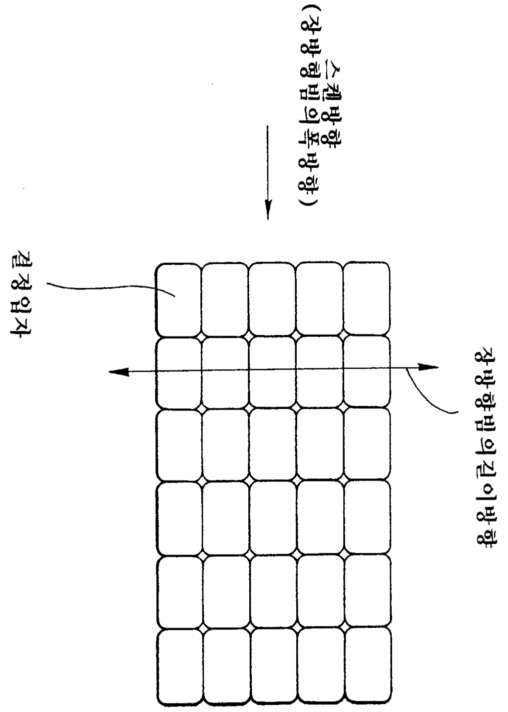
## 도면 1c



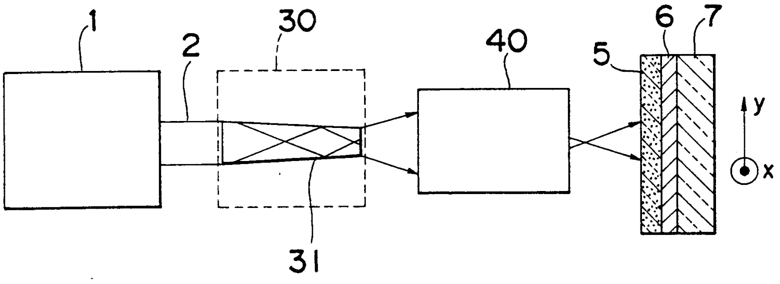
## 도면 1d



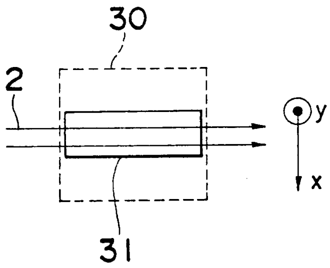
**도면 2**



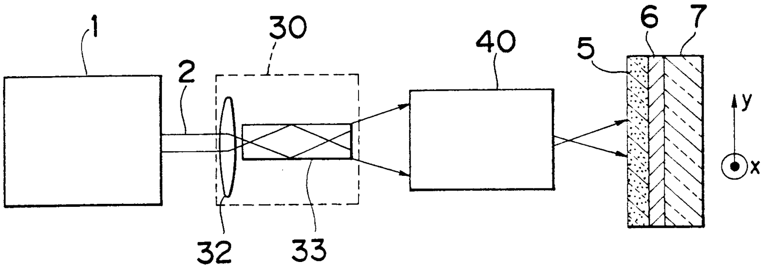
**도면 3a**



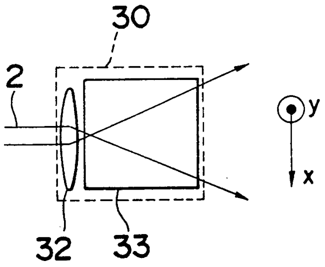
## 도면 3b



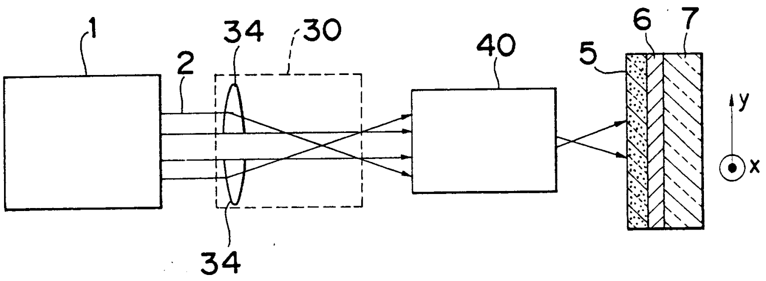
## 도면 4a



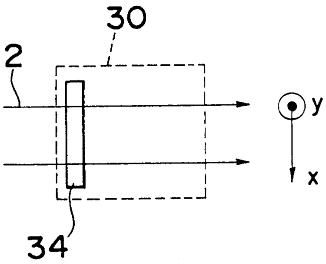
## 도면 4b



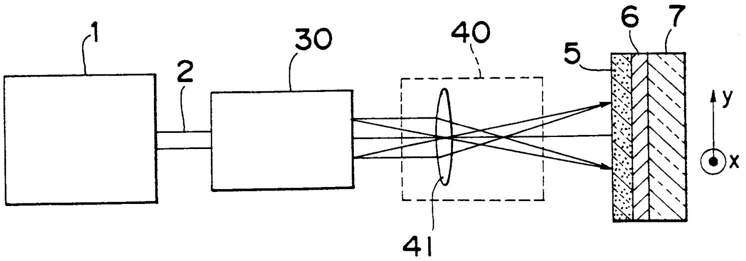
## 도면 5a



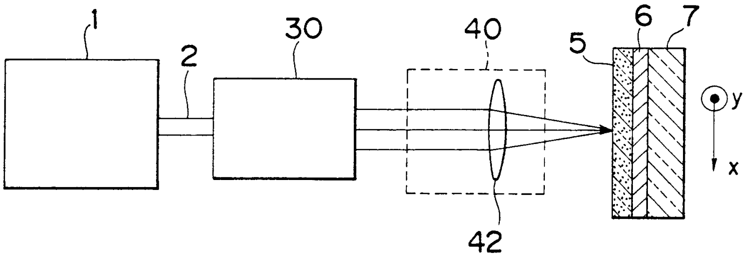
## 도면 5b



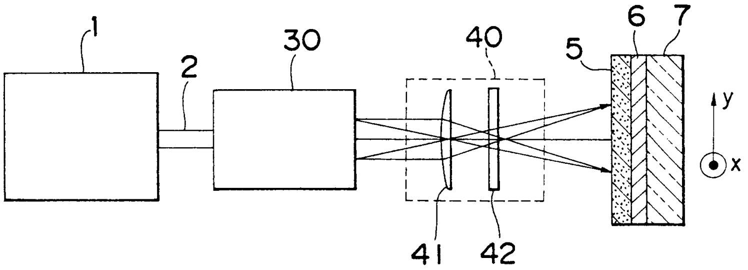
## 도면 6



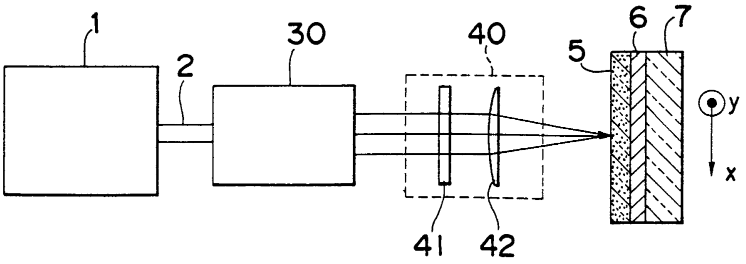
도면 7



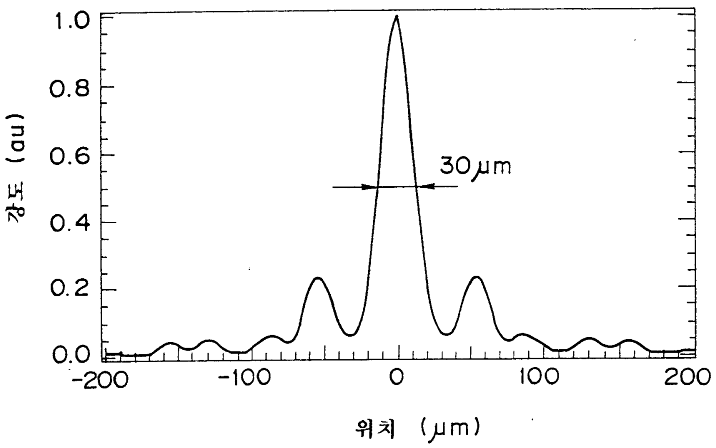
도면 8a



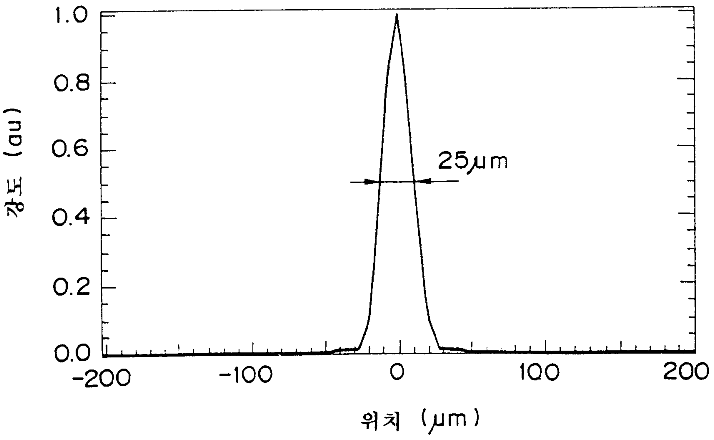
도면 8b



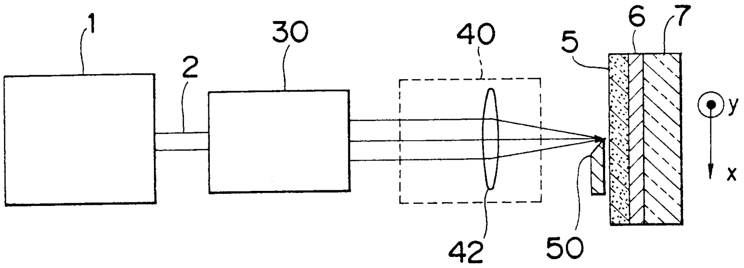
**도면 9a**


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
강도 (au)
30μm
-200
-100
0
100
200
위치 (μm)

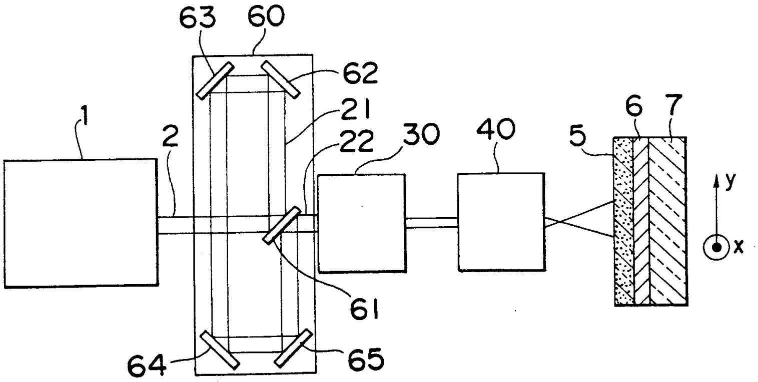
**도면 9b**


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
강도 (au)
25μm
-200
-100
0
100
200
위치 (μm)

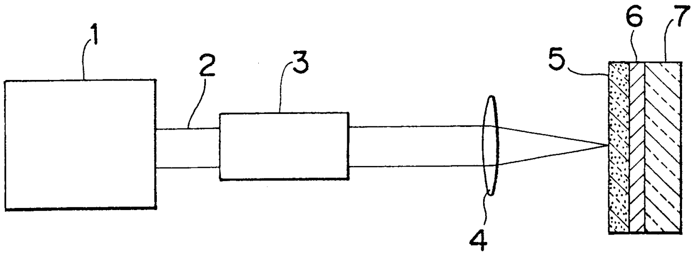
## 도면 10



## 도면 11



## 도면 12



## 도면 13