



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월08일  
(11) 등록번호 10-1232008  
(24) 등록일자 2013년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B23K 26/38 (2006.01) B23K 26/04 (2006.01)

C03B 33/09 (2006.01) C03B 33/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0119978

(22) 출원일자 2010년11월29일

심사청구일자 2010년11월29일

(65) 공개번호 10-2012-0058274

(43) 공개일자 2012년06월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2000012460 A\*

JP2005262290 A\*

JP2002096187 A\*

KR1020060113454 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

김승우

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원  
(구성동)

김영진

경상남도 창원시 진해구 봉호로 68, 104동 1004호  
(봉호동, 봉호동 한림리츠빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인대한

전체 청구항 수 : 총 2 항

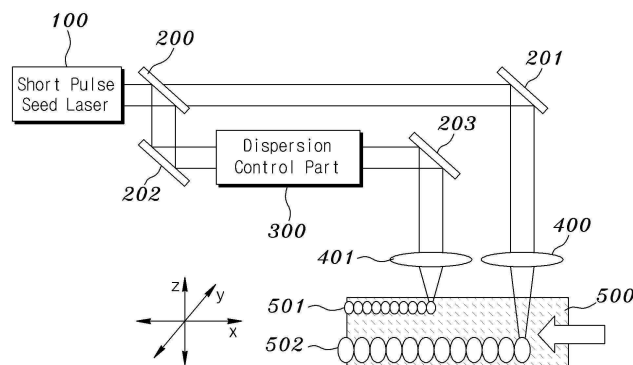
심사관 : 우귀애

(54) 발명의 명칭 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치

(57) 요약

본 발명은 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치에 관한 것으로, 펄스 레이저를 출력하는 레이저 소스, 상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저를 분리하거나 방향성을 결정하는 다수의 미러, 상기 미러에서 분리된 하나의 레이저를 집광하여 가공 대상물에 조사하기 위한 제 1집광렌즈, 상기 미러에 분리된 다른 하나의 레이저의 분산을 조절하기 위한 분산조절부 및 상기 분산조절부에서 분산 조절된 레이저를 집광하여 상기 가공 대상물에 조사하기 위한 제 2집광렌즈를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 구성되는 본 발명은 높은 표면 정도를 유지함과 동시에 가공 정밀도를 극대화시킬 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**김윤석**

광주광역시 서구 발산로45번길 10-1 (양동)

**김승만**

인천광역시 남동구 구월로 192, 현대힐스테이트아파트 1104동 1002호 (구월동)

**유준호**

대전광역시 유성구 송강동 송강그린아파트 313동 502호

**한승희**

대전광역시 동구 대학로50번길 53, 꿈에그린아파트 101동 203호 (용운동)

**박상욱**

경상남도 김해시 인제로 167, 104동 906호 (어방동, 대우유토피아아파트)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

펄스 레이저를 출력하는 레이저 소스;

상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저를 분리하거나 방향성을 결정하는 다수의 미러;

상기 미러에서 분리된 하나의 레이저를 집광하여 가공 대상물 내부에 초점이 맺히도록 조사하는 제 1집광렌즈;

상기 미러에서 분리된 다른 하나의 레이저의 분산을 조절하기 위한 분산조절부; 및

상기 분산조절부에서 분산 조절된 레이저를 집광하여 상기 가공 대상물 표면에 초점이 맺히도록 조사하는 제 2 집광렌즈;를 포함하고,

상기 미러는,

상기 레이저 소스에서 출력된 레이저를 분할하는 제 1미러;

상기 제 1미러에서 분할된 하나의 레이저를 상기 제 1집광렌즈로 제공하기 위한 제 2미러;

상기 제 1미러에서 분할된 다른 하나의 레이저를 분산조절부로 제공하기 위한 제 3미러; 및

상기 분산조절부에서 출력된 레이저를 상기 제 2집광렌즈로 제공하기 위한 제 4미러를 포함하여 구성되며,

상기 분산조절부는,

상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저의 분산 및 처프 보상을 통해 극초단 펄스 폭을 가지는 레이저를 출력하고, 상기 분산조절부를 통과한 레이저는 통과하지 않는 레이저보다 펄스 폭이 짧은 것을 특징으로 하고,

상기 가공 대상물은 투명재료 또는 웨이퍼인 것을 특징으로 하는 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 절단 장치를 통해 상기 가공 대상물에 레이저를 조사하여 내부 제거 또는 개질영역 형성 후에는 열적, 기계적, 초음파 응력, 진동 응력을 통해 상기 가공 대상물을 최종적으로 절단하는 것을 특징으로 하는 깊이에 따른 개질면의 특성조합을 통한 절단 장치.

### 청구항 8

삭제

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 발명은 깊이로 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 극초단 펄스 레이저의 펄스 폭 및 초점 크기를 조절하여 높은 가공 정밀도를 유지하면서 효과적으로 절단할 수 있는 기관 절단 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

- [0002] 기존의 취성 기관 절단 및 분리 방법은 글라스, 실리콘, 세라믹 등의 취성기관을 절단하여 분리시키는데 사용되는 방법으로는, 스크라이빙(Scribing), 블레이드 다이싱(Blade Dicing), 레이저 절단, 스텔스 다이싱(Stealth Dicing) 및 TLS(Thermal Laser Separation) 등의 절단 방법이 사용되고 있다.
- [0003] 이 중에서 스크라이빙과 블레이드 다이싱 방법은 기계적인 절단 방법이고, 스텔스 다이싱과 TLS 방법은 레이저를 이용한 비접촉식 절단 방법이다. 기존 기계적 절단 방법은, 가공 시 다량의 칩을 형성하며 잔류응력 등을 가공물에 남기게 되므로, 100  $\mu\text{m}$  이하의 박막에서는 심각한 파손과 찢어짐을 유발한다. 기존 레이저 기반 가공은 열전달을 기반으로 하는 가공공정으로, 이로 인한 Thermal Load가 커 열영향지대(HAZ: Heat Affected Zone)를 형성하므로 가공물에 금이 가거나 강도를 떨어뜨리는 등의 한계점을 가지며, 가공물의 흡수도에 따라 가공 정도가 달라져 다양한 재료로 이루어진 다층구조를 절단하는데 어려움이 있다.
- [0004] 스텔스 다이싱 방법과 TLS 방법은, 기관을 표면에서 직접 제거하지 않고, 기관 내부에 변형층을 형성하거나 인장 잔류응력을 발생시켜 기관을 절단하므로 절단 과정에서 파편 혹은 입자의 발생을 줄일 수 있다. 하지만 이 역시 열적 공정을 기반으로 하여 열영향지대가 형성되며 잔류응력 등이 그대로 남아 기관의 특성을 변화시키며, TLS의 경우 열을 냉각시키는 냉각제의 별도 클리닝이 요구되는 제한점을 가진다.
- [0005] 기존의 펄스 레이저는 피가공물을 열적으로 여기시킴으로써, 물질의 상을 변화시켜 가공을 수행한다. 이에 반해, 극초단 펄스 레이저(펄스 폭 10 ps 이하)는 극초단 펄스의 높은 첨두출력을 이용하여 피가공물을 플라즈마 상태로 직접 변화시켜 제거하거나 물질의 상태를 변화시키는 것을 기반으로 한다. 또한 좁은 펄스 폭으로 인해 주변 물질로 열이 전도되기 전에 모든 가공이 수행되므로 가공 주변 부에 영향을 주지 않는 깨끗하고 정밀한 가공이 가능하다.
- [0006] 극초단 펄스 레이저의 가공의 장점으로는 기존 레이저 가공에서 요구되는 피가공물의 비결정적 결함전자(Defect Electron)에 의존하지 않고 비선형 광흡수에 의해 가공이 시작 및 진행된다. 따라서 가공물에 의존하지 않는 결정적 공정(Deterministic)으로 가공의 제어가 매우 용이하다.
- [0007] 극초단 펄스 앞단의 수십 펨토초에 해당하는 시간 동안 비선형 이온화를 통해 시드 전자(Seed Electron)군이 충분히 생성되며, 이를 통해 가공이 시작 및 진행된다. 따라서 가공 부위의 선택성과 공정의 반복성을 크게 높일 수 있으므로 실제 응용 분야에 적용에 있어서 매우 유리하다. 특히, 극초단 펄스 레이저가 투명재료 가공에 있어서 가지는 장점은 비선형 광흡수 현상에 의해, 초점 부근의 부피에만 가공 및 변화를 집중시킬 수 있고, 가공 정밀도를 높일 수 있으며, 주변 영역에 응력변화를 최소화 할 수 있다. 비선형 광흡수 현상은 피가공 물질의 물성에 의존하지 않으므로, 다양한 피가공물의 가공이 가능하며, 특히 서로 다른 다양한 물질들의 조합 및 층으로 구성된 가공물을 단일 레이저로 용이하게 가공할 수 있다.
- [0008] 펨토초 레이저 마이크로 가공 원리는 극초단 레이저 기반 광학 브레이크 다운(Optical Breakdown)을 기반으로 한다. 광 에너지가 물질에 전파되고 이는 다수의 전자를 이온화 시키게 된다. 이 결과 에너지가 물질의 래티스(Lattice)로 전달되어 물질의 상(phase) 변화 혹은 구조적 변화를 발생시킨다. 또한, 레이저 집속 구역에 집중된 굴절률의 변화 및 공동(void)을 생성하기도 한다. 10 fs 이상의 펄스 폭을 가질 경우 비선형적으로 여기된 전자는 광자를 통한 선형적 흡수 메커니즘을 통해 충분한 에너지를 얻어 다른 속박 전자를 추가 여기시키는 아발란치(Avalanche) 이온화 과정을 발생시켜 추가 가공속도의 향상을 가져온다.
- [0009] 기존의 레이저 투명재료 가공에서는 절단 효율을 높이기 위한 하나의 방안으로 깊이 방향으로 초점을 다르게 하여 복수층의 개질영역을 형성하였다. 높은 표면정도를 위해 극초단 펄스를 표면에 조사하고 극초단 펄스를 그대

로 유지한 채 다른 깊이 방향에 조사하였다. 하지만, 가공물질의 성능을 평가하는 표면 정도를 위해서 표면에 극초단 펄스를 조사하는 것은 유리하나 가공물질의 내부가공은 높은 수준의 표면정도가 필요치 않기 때문에 기존의 공정은 불필요한 에너지 낭비의 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 분산조절을 이용하여 높은 표면정도를 필요로 하는 가공물질 표면에는 극초단 펄스를 조사하고, 상대적으로 낮은 표면정도를 필요로 하는 가공물질 내부에는 상대적으로 넓은 가공 면적을 갖는 넓은 펄스를 조사함으로써, 높은 표면정도를 유지하는 동시에 생산성을 높이는데 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 펄스 레이저를 출력하는 레이저 소스, 상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저를 분리하거나 방향성을 결정하는 다수의 미러, 상기 미러에서 분리된 하나의 레이저를 집광하여 가공 대상물에 조사하기 위한 제 1집광렌즈, 상기 미러에서 분리된 다른 하나의 레이저의 분산을 조절하기 위한 분산조절부 및 상기 분산조절부에서 분산 조절된 레이저를 집광하여 상기 가공 대상물에 조사하기 위한 제 2집광렌즈를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 미러는, 상기 레이저 소스에서 출력된 레이저를 분할하는 제 1미러, 상기 제 1미러에서 분할된 하나의 레이저를 상기 제 1집광렌즈로 제공하기 위한 제 2미러, 상기 제 1미러에서 분할된 다른 하나의 레이저를 분산조절부로 제공하기 위한 제 3미러 및 상기 분산조절부에서 출력된 레이저를 상기 제 2집광렌즈로 제공하기 위한 제 4미러를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 분산조절부는, 상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저의 분산 및 처프 보상을 통해 극초단 펄스 폭을 가지는 레이저를 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 분산조절부를 통과한 레이저는 통과하지 않는 레이저보다 펄스 폭이 짧은 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 제 1집광렌즈는, 상기 가공 대상물 내부에 레이저 초점이 맺히도록 초점을 갖는 집광렌즈에 해당하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 제 2집광렌즈는, 상기 가공 대상물 표면에 레이저 초점이 맺히도록 초점을 갖는 집광렌즈에 해당하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 절단 장치를 통해 상기 가공 대상물에 레이저를 조사하여 내부 제거 또는 개질영역 형성 후에는 열적, 기계적, 초음파 응력, 진동 응력을 통해 상기 가공 대상물을 최종적으로 절단하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 가공 대상물은, 투명재료 또는 웨이퍼인 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0019] 이와 같이 구성되는 본 발명은 펄스 폭에 따른 가공 특성의 장점을 조합하여 투명재료 내의 가공 및 개질영역을 다이싱 및 절단에 최적화하여 제어할 수 있는 방법으로, 적은 극초단 레이저 펄스 에너지와 시간으로도 효과적으로 가공을 수행할 수 있게 하여, 비용절감 및 가공효율의 향상 효과가 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 투명재료 내의 다수 초점의 광학정렬에 있어서 높은 가공효율을 가지고 있으며, 펄스 폭 조절을 통해 개질영역 크기의 조절을 임의로 조절할 수 있으므로 다이싱 및 절단 전용 장비화에 최적화 할 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치의 개략적인 구성도,  
 도 2는 본 발명에 따른 분산조절부의 실시예로 극초단 펄스가 형성한 개질영역과 넓은 펄스가 형성한 개질영역을 나타낸 단면도,  
 도 3은 본 발명에 따른 분산조절부의 작동예로 극초단 펄스 레이저에서 생성된 펄스가 분산조절부의 통해 극초단 펄스로의 변환됨을 나타낸 도면.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치의 바람직한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0023] 본 발명에 따른 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치는, 펄스 레이저를 출력하는 레이저 소스(100), 상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저를 분리하거나 방향성을 결정하는 다수의 미러, 상기 미러에서 분리된 하나의 레이저를 집광하여 가공 대상물에 조사하기 위한 제 1집광렌즈(400), 상기 미러에 분리된 다른 하나의 레이저의 분산을 조절하기 위한 분산조절부(300) 및 상기 분산조절부에서 분산 조절된 레이저를 집광하여 상기 가공 대상물에 조사하기 위한 제 2집광렌즈(401)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명에 따른 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치는, 펄스 폭이 서로 다른 레이저를 가공 대상물에 각각 조사하여 높은 표면정도를 요구하는 가공 대상물 표면에는 극초단 펄스 레이저를 조사하고, 상대적으로 낮은 표면정도를 필요로 하는 가공 대상물 내부에는 표면에 조사되는 펄스 레이저보다 펄스 폭이 넓은 레이저를 조사하여 개질면을 형성함으로써 높은 표면정도 유지와 동시에 생산성을 높일 수 있는 절단 장치를 제공하고 자 하는데 그 목적이 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 깊이에 따른 개질면의 특성 조합을 통한 절단 장치의 개략적인 구성도이다. 본 발명에 따른 절단 장치는 레이저 소스(100)와 레이저의 방향을 제어하기 위한 다수의 미러와, 펄스 폭을 제어하기 위한 분산조절부(300) 및 레이저를 가공 대상물(500)에 집광시켜 조사하기 위한 제 1집광렌즈(400)와 제 2집광렌즈(401)를 포함하여 구성된다.
- [0026] 레이저 소스(100)는 펄스 폭을 갖는 레이저를 출력하는 것으로, 일반적으로 공지의 다양한 레이저 소스가 구비될 수 있으며, 본 발명의 바람직한 예로 피코초(picosecond) 이하의 펄스 폭을 가지는 레이저를 출력하는 레이저 소스를 사용한다. 상기 레이저 소스(100)에서 출력되는 다수의 미러를 통해 분할하거나 경로를 변경하여 절단 장치의 레이저 방향을 결정한다.
- [0027] 우선, 상기 레이저 소스에서 출력되는 레이저는 제 1미러(200)를 통해 두 개의 레이저로 분할되어 각각 조사된다. 상기 제 1미러는 빔스플리터가 적용될 수 있다.
- [0028] 상기 제 1미러에서 분할된 레이저 중에서 하나의 레이저는 상기 미러를 통과하여 제 2미러(201)에 의해 제 1집광렌즈로 조사하고, 상기 제 1미러에서 분할된 나머지 레이저는 반사되어 제 3미러(203)로 조사한 후 상기 제 3미러에 의해 다시 반사시켜 제 4미러(204)로 조사되면, 제 4미러에서 의해 제 2집광렌즈로 조사한다.
- [0029] 앞서 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 제 1미러 내지 제 4미러의 구성은 일실시예에 불과할 뿐, 시스템을 구성하는데 있어, 본 발명에서 설명한 구성 외에 다양한 광학 부품이 적용될 수 있으며, 본 발명의 요지는 펄스 폭이 서로 다른 레이저를 가공 대상물에 조사하여 가공 대상물 표면과 내부를 제거 또는 개질영역을 형성하기 위한 것이다.
- [0030] 상기 제 1미러를 투과한 레이저는 제 2미러에서 반사되어 제 1집광렌즈로 조사된다. 상기 제 1집광렌즈는 가공 대상물(500)에 내부로 초점을 형성하여 개질영역을 형성시키는 것으로, 레이저 소스에서 그대로 출력되는 펄스 폭을 가지는 레이저를 집광하여 가공 대상물 내부로 조사되도록 한다. 따라서, 가공 대상물의 두께에 따라 내부측으로 초점 영역이 형성되도록 초점을 갖는 렌즈가 적용된다.
- [0031] 따라서, 레이저 소스에서 출력되는 비교적 넓은 펄스 폭을 가지는 레이저는 제 1집광렌즈를 통해 집광시켜 조사함으로써 투명재료나 웨이퍼와 같은 가공 대상물의 내부에 개질영역을 형성시켜 절단 가능하도록 한다.
- [0032] 한편, 상기 제 1미러에서 분할된 다른 하나의 레이저는 제 3미러로 반사되고 상기 제 3미러는 다시 분산조절부로 레이저를 반사시킨다. 상기 분산조절부는 레이저 소스에서 출력되는 레이저의 분산 조절 및 처프 보상을 통

해 레이저소스에서 출력되는 펄스 폭 보다 작은 극초단 펄스 폭을 가지는 레이저를 출력한다. 즉, 상기 분산조절부에서 펄스 폭이 조절된 레이저는 가공 대상물의 높은 표면정도를 필요로 하는 가공 대상에 적합한 개질영역을 형성시킨다.

[0033] 상기 분산조절부에서 출력된 분산 및 처프가 보상된 레이저는 제 4미러(204)에 의해 제 2집광렌즈(401)로 조사된다. 상기 제 2집광렌즈는 가공 대상물에 표면 근처에 초점을 갖는 렌즈로 구성되어 극초단 펄스 레이저가 표면 근처에서 집광되어 개질영역이 형성될 수 있도록 레이저 광을 집광시켜준다.

[0034] 도 2는 본 발명에 따른 분산조절부의 실시예로 극초단 펄스가 형성한 개질영역과 넓은 펄스가 형성한 개질영역을 나타낸 단면도이다. 도시된 바와 같이 가공 대상물(500)의 표면 근처에는 분산조절부에서 출력된 극초단 펄스 개질영역(501)이 형성되며, 레이스 소스에서 출력된 상대적으로 넓은 펄스 폭의 레이저에 의해 넓은 펄스 개질영역(502)이 형성되는 것이다.

[0035] 도 3은 본 발명에 따른 분산조절부의 작동예로 극초단 펄스 레이저에서 생성된 펄스가 분산조절부의 통해 극초단 펄스로의 변환됨을 나타낸 도면이다. 레이저 소스에서 출력되는 레이저 광은 상대적으로 넓은 폭의 펄스(504)를 가지고 이를 가공 대상물 내부에 조사하여 개질영역을 형성시키며, 분산조절부를 통해 분산 조절 및 처프가 보상된 레이저 광은 상기 레이저 광보다 짧은 극초단 펄스 레이저를 출력하여 가공 대상물 기관 표면 근처에 높은 표면정도를 위해 개질영역을 형성시킴으로써 효과적으로 기관을 절단할 수 있는 이점이 있다.

[0036] 따라서, 펄스 폭이 서로 다른 레이저를 이용하여 표면 정도에 따라 가공 대상물의 표면 근처에는 극초단 펄스 레이저를 이용하여 개질영역을 형성시키고, 내부로는 비교적 넓은 펄스 폭의 레이저를 조사하여 개질영역을 형성시킨 기관은 최종적으로 절단 공정을 통해 절단한다.

[0037] 이와 같이 구성되는 본 발명은 서로 다른 펄스 폭을 가지는 레이저 광을 이용하여 넓은 펄스 폭의 레이저광은 높은 수준의 표면정도가 요구되지 않는 기관 내부에 조사하여 개질영역을 형성시키고, 짧은 펄스 폭의 레이저는 기관 표면 근처에 조사하여 개질영역을 형성시킴으로써 높은 표면정도가 요구되는 기관 절단에 있어 매우 효과적이고 생산성을 높일 수 있는 장점이 있다.

[0038] 이상, 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 오히려, 첨부된 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

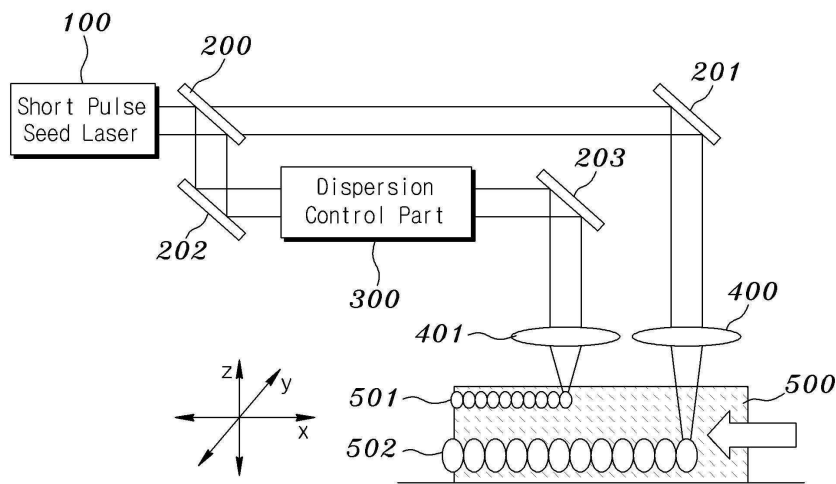
[0039]

100 : 레이저 소스	200 : 제 1미러
201 : 제 2미러	203 : 제 3미러
204 : 제 4미러	300 : 분산조절부
400 : 제 1집광렌즈	401 : 제 2집광렌즈
500 : 가공 대상물	501 : 극초단 펄스 개질영역
502 : 넓은 펄스 개질영역	503 : 극초단 펄스
504 : 넓은 펄스	

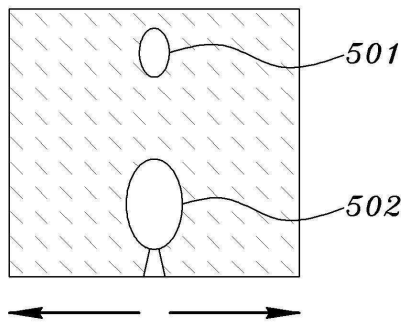


도면

도면1



도면2



도면3

