



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월02일
(11) 등록번호 10-2209964
(24) 등록일자 2021년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/38 (2014.01) B23K 26/00 (2014.01)
B23K 26/06 (2014.01) H01S 3/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0026829
(22) 출원일자 2013년03월13일
심사청구일자 2018년03월13일
(65) 공개번호 10-2014-0112652
(43) 공개일자 2014년09월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2005533658 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
윤영준
충남 천안시 서북구 오성8길 6, 403호 (두정동, 창형파크빌2)
김지훈
충남 천안시 서북구 늘푸른5길 38, 401호 (두정동, 아르빌)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인가산

전체 청구항 수 : 총 3 항

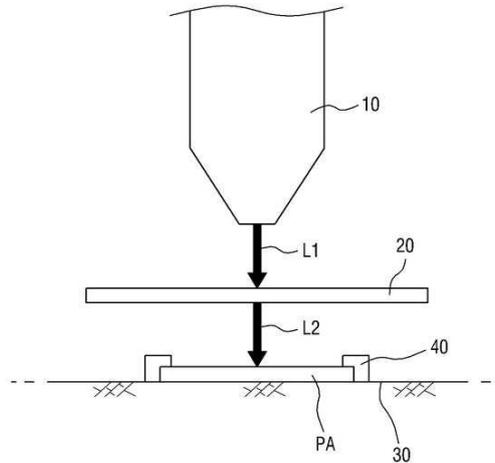
심사관 : 김동욱

(54) 발명의 명칭 피코초 레이저 가공 장치

(57) 요약

피코초 레이저 가공 장치가 제공된다. 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저를 출력하는 피코초 레이저 출력부 및 상기 피코초 레이저의 경로에 배치되어 상기 피코초 레이저의 위상차를 변경시키는 위상차 변경부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

전민호

충남 천안시 서북구 한들3로 100, 110동 2003호 (백석동, 백석마을아이파크)

김영배

충남 천안시 서북구 불당16길 4-8, (불당동)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007118054 A*

JP2012000676 A*

KR1020130019574 A*

KR1020130019577 A*

JP2002530206 A

JP소화58016786 A

JP2005088035 A

JP4520644 B2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1 레이저를 출력하는 레이저 출력부; 및

상기 제1 레이저의 경로에 배치되는 상기 제1 레이저의 위상차를 계속적으로 변경시키는 위상차 변경부를 포함하고,

상기 위상차 변경부는 상기 제1 레이저를 상기 제1 레이저의 위상과 상이한 위상을 갖는 제2 레이저로 변경시키고,

상기 위상차 변경부는 상기 제1 레이저의 위상차를 1/4 파장 변경시키는 위상 지연 필름을 포함하고,

상기 제1 레이저는 피코초 레이저를 포함하고,

상기 위상 지연 필름은 분당 800 내지 1600번 회전하도록 구성되고,

상기 제1 레이저의 편광 상태는 선편광 상태이고,

상기 제2 레이저의 편광 상태는 상기 선편광 상태, 타원 편광 상태, 원 편광 상태, 상기 타원 편광 상태, 및 상기 선편광 상태의 순서로 지속적으로 변경되도록 구성되고,

상기 제2 레이저는 상기 제1 레이저의 수평 편광 성분과 수직 편광 성분의 위상차가 변경되어 생성된 피코초 레이저 가공 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 위상 지연 필름의 회전축은 상기 제1 레이저의 진행 방향과 평행한 피코초 레이저 가공 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

제8 항에 있어서,

상기 위상 지연 필름은 회전축을 중심으로 제1 방향으로의 회전 및 상기 제1 방향과 다른 제2 방향으로의 회전을 반복적으로 실시하는 피코초 레이저 가공 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 피코초 레이저 가공 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 가공물의 리플(ripple) 상태를 개선할 수 있는 피코초 레이저 가공 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 제품 또는 전자 제품에 사용되는 부품들의 소형화 추세에 따라 고정밀의 가공 기술의 필요성이 증대되고 있다. 또한, 제품의 제조 프로세스의 종류 및 제품의 소재의 종류도 다양화되고 있다. 고정밀, 다양한 프로세스 및 다양한 소재의 가공을 실시하기 위하여 레이저 가공 장치가 널리 사용되고 있다.

[0003] 레이저 가공 장치에는 펄스(pulse)형 레이저가 사용된다. 펄스형 레이저는 펄스폭에 따라 나노초 레이저, 피코초 레이저 및 펨토초 레이저 등으로 구분될 수 있다. 레이저는 선편광 특성이 뛰어난 상태로 출력되므로, 레이저의 진폭의 변화에 따라 가공물에 리플이 발생할 수 있다. 일반적으로, 레이저의 펄스폭이 짧을수록 열 발생

및 리플의 발생이 적다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 피코초 레이저를 이용하는 레이저 가공 장치로 가공물을 가공하는 경우, 가공물에 리플이 발생할 수 있으며, 열 발생이 비교적 적어 가공부위가 용융되지 않아 리플이 잔존하여, 가공 상태를 불량하게 할 수 있다.
- [0005] 이에 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 가공물에 리플의 발생을 감소시킬 수 있는 피코초 레이저 가공 장치를 제공하고자 하는 것이다.
- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는 가공물의 가공 상태를 개선할 수 있는 피코초 레이저 가공 장치를 제공하고자 하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저를 출력하는 피코초 레이저 출력부 및 상기 피코초 레이저의 경로에 배치되어 상기 피코초 레이저의 위상차를 변경시키는 위상차 변경부를 포함한다.
- [0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저를 출력하는 피코초 레이저 출력부 및 상기 피코초 레이저의 경로에 배치되는 상기 피코초 레이저의 위상차를 계속적으로 변경시키는 위상차 변경부를 포함한다.
- [0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저를 출력하고, 상기 피코초 레이저의 진동 방향을 지속적으로 가변시키는 피코초 레이저 출력부 및 상기 피코초 레이저의 경로에 배치되는 위상차 변경부를 포함한다.
- [0011] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저를 출력하는 피코초 레이저 출력부 및 상기 피코초 레이저 출력부에서 출력된 상기 피코초 레이저의 경로 상에 배치되어, 기 피코초 레이저의 진동 방향을 계속적으로 가변시키는 진동 방향 제어부, 상기 진동 방향 제어부를 투과한 상기 피코초 레이저의 경로에 배치되는 위상차 변경부를 포함한다.
- [0012] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 실시예들에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.
- [0014] 즉, 피코초 레이저를 이용한 피가공물의 리플 발생을 줄일 수 있다.
- [0015] 또, 피코초 레이저를 이용한 피가공물의 가공 상태를 양호하게 할 수 있다.
- [0016] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치의 측면도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 피코초 레이저의 편광 성분을 도시한 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 피코초 레이저의 편광 성분을 도시한 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 위상차 변경부를 나타낸 사시도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 위상차 변경부에 입사하는 제1 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 위상 지연 필름을 나타낸 사시도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치의 측면도이다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치의 측면도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 진동 방향 제어부의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0019] 소자(elements) 또는 층이 다른 소자 또는 층의 "위(on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0020] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예들에 대해 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치의 측면도이다. 도 1을 참조하면, 피코초 레이저 가공 장치는 피코초 레이저 출력부(10) 및 위상차 변경부(20)를 포함한다.
- [0023] 피코초 레이저 출력부(10)는 제1 피코초 레이저(L1)를 출력한다. 제1 피코초 레이저(L1)는 펄스 폭이 피코초 단위의 펄스형 레이저일 수 있다. 제1 피코초 레이저(L1)의 펄스 폭은 수 내지 수십 피코초일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 피코초 레이저(L1)는 선편광 특성이 우수하여 실질적으로 선편광된 상태일 수 있다. 이하 도 2 및 도 3을 참조하여 제1 피코초 레이저(L1)에 대하여 보다 상세히 설명하도록 한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 피코초 레이저의 편광 성분을 도시한 그래프이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 제1 피코초 레이저(L1)는 제1 수평 편광 성분(L1x) 및 제1 수직 편광 성분(L1y)으로 분해될 수 있다. 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)은 상호 수직이다. 제1 피코초 레이저(L1)는 선편광 특성이 우수하므로, 제1 수평 편광 성분(L1x) 및 제1 수직 편광 성분(L1y)의 위상차는 실질적으로 없을 수 있다. 이러한 경우, 제1 피코초 레이저(L1)의 진폭은 도 3에서와 같이 xy 좌표계의 2사분면 및 4사분면에 걸쳐 선형적으로 진동할 수 있다.
- [0025] 몇몇 실시예에 의하면, 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)은 파장의 1/2만큼 위상차의 가질 수도 있다. 이러한 경우, 제1 피코초 레이저(L1)의 진폭은 xy 좌표계의 1사분면 및 3사분면에 걸쳐 선형적으로 진동할 수 있다.
- [0026] 다시 도 1을 참조하면, 위상차 변경부(20)는 제1 피코초 레이저(L1)의 광 경로상에 배치되어, 제1 피코초 레이저(L1)의 위상차를 변경시킨다. 위상차 변경부(20)는 제1 피코초 레이저(L1)의 위상차를 변경하여 제2 피코초 레이저(L2)로 출력할 수 있다. 여기서 위상차란 전자기파의 수평 편광 성분과 수직 편광 성분의 위상의 차이를 의미한다. 제2 피코초 레이저(L2)는 제1 피코초 레이저(L1)의 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)의 위상차가 변경되어 생성될 수 있다. 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(20)는 위상 지연 필름을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0027] 이하 도 4 및 도 5를 참조하여, 제2 피코초 레이저(L2)에 관하여 보다 상세히 설명하도록 한다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 피코초 레이저의 편광 성분을 도시한 그래프이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른

제2 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다.

- [0028] 도 4를 참조하면, 제2 피코초 레이저(L2)는 제2 수평 편광 성분(L2x) 및 제2 수직 편광 성분(L2y)으로 분해될 수 있다. 제2 수평 편광 성분(L2x)과 제2 수직 편광 성분(L2y)은 상호 수직이다. 제2 수평 편광 성분(L2x)과 제2 수직 편광 성분(L2y)의 위상은 파장의 1/2의 배수가 아닌 위상차를 가질 수 있다. 도 4에서는 제2 수평 편광 성분(L2x)이 제2 수직 편광 성분(L2y)보다 1/4파장만큼 위상이 앞서는 것을 예시하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 제2 수평 편광 성분(L2x)이 제2 수직 편광 성분(L2y)보다 파장의 1/4만큼 위상이 앞서는 경우, 위상차 변경부(20)는 제1 피코초 레이저(L1)의 위상차를 1/4파장만큼 변경시킬 수 있다. 즉, 위상차 변경부(20)는 제1 수직 편광 성분(L1y)을 제1 수평 편광 성분(L1x)보다 파장의 1/4만큼 더 지연시킬 수 있다. 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(20)는 제1 수직 편광 성분(L1y)을 제1 수평 편광 성분(L1x)보다 파장의 1/4만큼 더 지연시키는 위상 지연 필름일 수 있다.
- [0029] 제2 수평 편광 성분(L2x)이 제2 수직 편광 성분(L2y)보다 1/4파장만큼 위상이 앞서는 경우, 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭은 도 5에서와 같이 원형을 그리며 반시계 방향으로 회전할 수 있다. 따라서, 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭의 크기의 변화는 제1 피코초 레이저(L1)보다 작을 수 있다. 제1 피코초 레이저(L1)를 직접 가공물(PA)에 조사하여 가공을 실시하는 경우, 선편광된 제1 피코초 레이저(L1)의 특정한 방향성을 갖는 진폭의 변화에 따라 가공물(PA)에 리플이 발생할 수 있다. 본 발명의 실시예에서, 피코초 레이저 가공 장치는 제1 피코초 레이저(L1)를 직접 가공물(PA)에 조사하지 않고, 위상차 변경부(20)를 거쳐 가공물(PA)에 조사하여 제1 피코초 레이저(L1)의 진폭의 변화를 감소시켜 가공물(PA)에 발생하는 리플을 감소시킬 수 있다. 따라서, 피코초 레이저 가공 장치는 가공물(PA)의 가공 상태를 양호하게 개선할 수 있다.
- [0030] 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(20)는 제1 수평 편광 성분(L1x)을 제1 수직 편광 성분(L1y)보다 파장의 1/4만큼 더 지연시킬 수 있다. 이러한 경우, 제2 수직 편광 성분(L2y)은 제2 수평 편광 성분(L2x)보다 파장의 1/4만큼 더 앞서게 되며, 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭은 원형을 그리며, 시계 방향으로 회전할 수 있다. 이러한 경우에도 앞서 도 4 및 도 5에서와 마찬가지로, 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭의 크기의 변화는 제1 피코초 레이저(L1)보다 작아, 피코초 레이저 가공 장치는 가공물(PA)에 발생하는 리플을 감소시켜, 가공물(PA)의 가공 상태를 양호하게 할 수 있다.
- [0031] 또 다른 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(20)는 제1 피코초 레이저(L1)의 위상차를 파장의 1/4의 배수가 아닌 만큼 지연시킬 수 있다. 이러한 경우 제2 피코초 레이저(L2)는 타원편광될 수 있다. 제2 피코초 레이저(L2)가 타원편광되더라도, 실질적으로 선편광 상태인 제1 피코초 레이저(L1)보다 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭의 크기의 변화가 작을 수 있다. 따라서, 위상차 변경부(20)는 제1 피코초 레이저(L1)의 위상차를 파장의 1/4의 배수가 아닌 만큼 지연시키는 경우에도, 제2 피코초 레이저(L2)의 진폭의 크기의 변화는 제1 피코초 레이저(L1)보다 작아, 피코초 레이저 가공 장치는 가공물(PA)에 발생하는 리플을 감소시켜, 가공물(PA)의 가공 상태를 양호하게 할 수 있다.
- [0032] 다시 도 1을 참조하면, 피코초 레이저 가공 장치는 스테이지(30) 및 홀딩부(40)를 더 포함할 수 있다. 스테이지(30) 상에는 피가공물(PA)이 안착될 수 있다. 스테이지(30)는 제2 피코초 레이저(L2)가 가공물(PA)의 가공을 원하는 부위에 조사되도록 하기 위하여 이동할 수 있다. 몇몇 실시예에 의하면, 스테이지(30)는 이동하지 않고, 피코초 레이저 출력부(10)가 이동하여 제2 피코초 레이저(L2)가 가공물(PA)의 가공을 원하는 부위에 조사되도록 할 수 있다. 또 다른 몇몇 실시예에 의하면, 스테이지(30) 및 피코초 레이저 출력부(10) 모두 이동할 수 있다. 홀딩부(40)는 가공물(PA)이 스테이지(30) 상에서 유동되지 않도록 가공물(PA)을 홀딩할 수 있다. 도 1에 도시된 홀딩부(40)의 형상은 예시적인 것에 불과하며, 실시예들에 따라 당업자에게 알려진 형상으로 가변될 수 있다.
- [0033] 이하 도 6 및 도 7을 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 대하여 설명하도록 한다. 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 위상차 변경부를 나타낸 사시도이다. 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 위상차 변경부에 입사하는 제1 피코초 레이저의 진동 방향을 나타낸 그래프이다. 도 6 및 도 7에서 도시되지는 않았으나, 본 발명의 다른 실시예에서, 피코초 레이저 출력부(10), 스테이지(30) 및 홀딩부(40)에 대한 설명은 동일한 명칭을 갖는 구성의 도 1에서의 설명과 실질적으로 동일하다.
- [0034] 도 6을 참조하면, 위상차 변경부(21)는 위상 지연 필름으로 형성될 수 있다. 위상차 변경부(21)는 제1 방향(r1)으로 회전할 수 있다. 위상차 변경부(21)의 제2 피코초 레이저(L2)가 출력되는 면의 방향에서 위상차 변경부(21)를 바라보았을 때, 제1 방향(r1)은 시계 방향일 수 있다. 위상차 변경부(21)의 회전축은 제1 피코초 레이저(L1) 또는 제2 피코초 레이저(L2)의 진행 방향과 실질적으로 평행할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 위상차 변경부(21)가 제1 방향(r1)으로 회전하는 경우, 위상차 변경부(21)를 기준으로 한 위상차 변경부(21)에 입

사하는 제1 피코초 레이저(L1)의 상대적인 진동 방향은 도 7에서와 같이 반시계방향으로 회전할 수 있다. 이러한 경우, 제2 피코초 레이저(L2)의 위상차가 계속적으로 변경되어, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태는 계속적으로 변화하게 된다. 예를 들어, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태는 선편광, 타원편광, 원편광, 타원편광 및 선편광의 순서로 지속적으로 변경될 수 있다. 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태가 지속적으로 가변되면, 제2 피코초 레이저(L2)의 진동 방향이 특정한 방향성을 갖지 않게 되어, 피가공물(PA)에 제2 피코초 레이저(L2)를 조사할 때, 리플의 발생 가능성을 줄여, 피가공물(PA)의 가공 상태를 향상시킬 수 있다.

[0035] 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(21)는 분당 800 내지 1600회 회전할 수 있다. 위상차 변경부(21)의 회전 속도가 느린 경우, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태의 변경 속도가 느려져, 제2 피코초 레이저(L2)의 진동 방향에 의하여 리플 발생 억제 효과가 감소할 수 있다. 위상차 변경부(21)의 회전 속도가 과도하게 높은 경우, 위상차 변경부(21)를 회전시키면서 발생하는 진동에 의하여 가공물(PA)의 가공 상태가 불량해 질 수 있다. 따라서, 위상차 변경부(21)가 분당 800 내지 1600회 회전하는 경우, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태를 지속적으로 가변시켜 리플 발생을 감소시킬 수 있으면서, 위상차 변경부(21)의 진동에 따른 영향을 감소시켜 피가공물(PA)의 가공 상태를 양호하게 할 수 있다.

[0036] 몇몇 실시예에 의하면, 위상차 변경부(21)는 제1 방향(r1)과 반대 방향으로 회전할 수 있다. 위상차 변경부(21)가 제1 방향(r1)과 반대 방향으로 회전하더라도, 제2 피코초 레이저(L2)의 위상차가 계속적으로 변경되어, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태가 계속적으로 가변됨으로써, 제2 피코초 레이저(L2)의 진동 방향이 특정한 방향성을 갖지 않게 되어, 피가공물(PA)에 제2 피코초 레이저(L2)를 조사할 때, 리플의 발생 가능성을 줄여, 피가공물(PA)의 가공 상태를 향상시킬 수 있다.

[0037] 도 6 및 도 7에서는 제2 피코초 레이저(L2)의 위상차를 계속적으로 가변시키기 위하여, 위상 지연 필름으로 형성된 위상차 변경부(21)를 회전시키는 것을 예시하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 그 밖에 당업자에게 알려진 방법에 의하여 제2 피코초 레이저(L2)의 위상차를 계속적으로 가변시킬 수 있다. 예를 들어, 제1 피코초 레이저(L1)의 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)을 분리한 후, 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)의 경로차를 지속적으로 가변시키며 제1 수평 편광 성분(L1x)과 제1 수직 편광 성분(L1y)을 결합하는 경우, 위상차가 계속적으로 가변되는 제2 피코초 레이저(L2)가 생성될 수 있다.

[0038] 이하 도 8을 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예에 대하여 설명하도록 한다. 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 위상 지연 필름을 나타낸 사시도이다. 도 8에서 도시되지는 않았으나, 본 발명의 또 다른 실시예에서, 피코초 레이저 출력부(10), 스테이지(30) 및 홀딩부(40)에 대한 설명은 동일한 명칭을 갖는 구성의 도 1에서의 설명과 실질적으로 동일하다.

[0039] 도 8을 참조하면, 위상차 변경부(22)는 위상 지연 필름으로 형성될 수 있다. 위상차 변경부(22)는 제1 방향(r1) 및 제2 방향(r2)으로 반복적으로 회전할 수 있다. 즉, 위상차 변경부(22)는 제1 방향(r1)으로 소정의 각도 회전한 후, 제2 방향(r2)으로 소정의 각도를 회전하고, 다시 제1 방향(r1)으로 소정의 각도 회전하는 것을 반복할 수 있다. 위상차 변경부(21)의 제2 피코초 레이저(L2)가 출력되는 면의 방향에서 위상차 변경부(21)를 바라보았을 때, 제1 방향(r1)은 시계 방향이고, 제2 방향(r2)는 반시계 방향일 수 있다. 위상차 변경부(22)는 제1 방향(r1) 및 제2 방향(r2)으로 반복적으로 회전하더라도, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태가 계속적으로 가변됨으로써, 제2 피코초 레이저(L2)의 진동 방향이 특정한 방향성을 갖지 않게 되어, 피가공물(PA)에 제2 피코초 레이저(L2)를 조사할 때, 리플의 발생 가능성을 줄여, 피가공물(PA)의 가공 상태를 향상시킬 수 있다.

[0040] 이하 도 9를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예에 대하여 설명하도록 한다. 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 피코초 레이저 가공 장치의 측면도이다.

[0041] 도 9를 참조하면, 피코초 레이저 출력부(11)는 제1 피코초 레이저(L1)의 진동 방향을 계속적으로 가변시킬 수 있다. 제1 피코초 레이저(L1)의 진동 방향은 도 7에서와 같이 반시계 방향으로 회전하거나, 또는 시계 방향으로 회전할 수도 있다. 제1 피코초 레이저(L1)의 진동 방향을 계속적으로 가변되면, 위상차 변경부(20)에 입사하는 제1 피코초 레이저(L1)의 진동 방향이 계속적으로 가변되어, 제2 피코초 레이저(L2)의 위상차가 계속적으로 변화하게 된다. 따라서, 제2 피코초 레이저(L2)의 편광 상태가 계속적으로 변화하게 되고, 제2 피코초 레이저(L2)의 진동 방향이 특정한 방향성을 갖지 않게 되어, 피가공물(PA)에 제2 피코초 레이저(L2)를 조사할 때, 리플의 발생 가능성을 줄여, 피가공물(PA)의 가공 상태를 향상시킬 수 있다.

[0042] 피코초 레이저 출력부(11) 제1 피코초 레이저(L1)의 진동 방향을 계속적으로 가변시키기 위하여, 피코초 레이저 출력부(11)는 회전할 수 있다. 제1 피코초 레이저(L1)의 출력 방향을 축으로 피코초 레이저 출력부(11)는 회전

52: 제2 전극

53: TN 액정층

L1: 제1 피코초 레이저

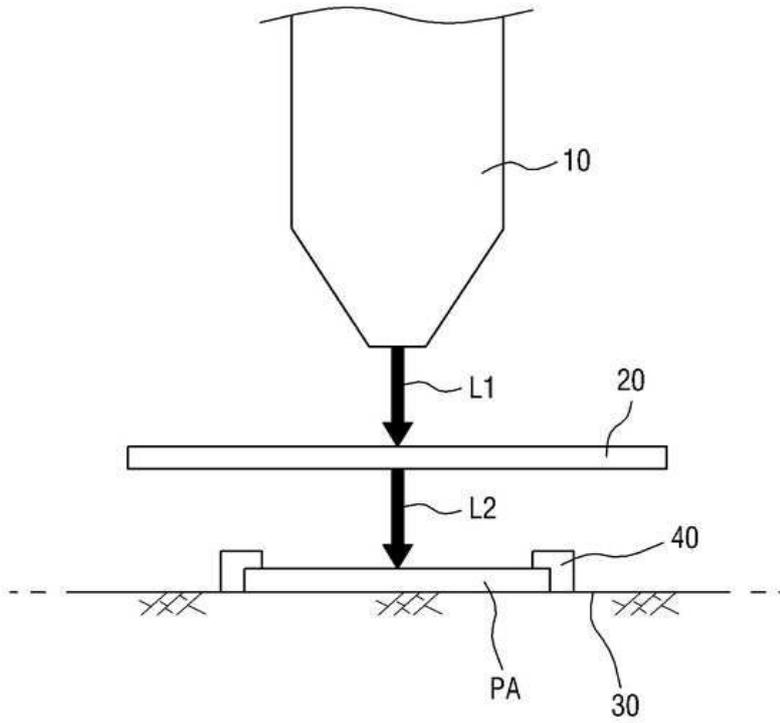
L2: 제2 피코초 레이저

L3: 제3 피코초 레이저

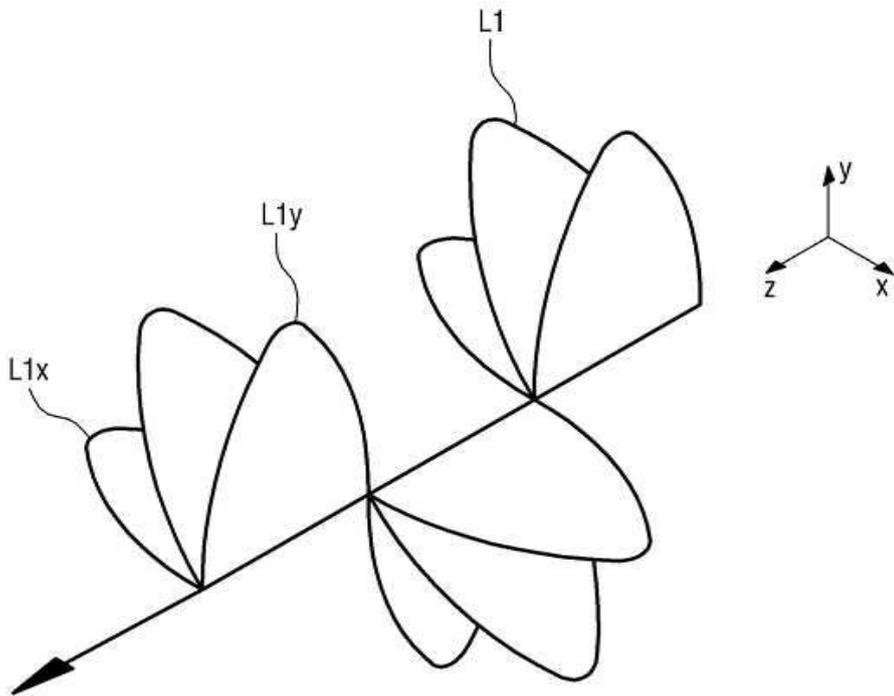
PA: 가공물

도면

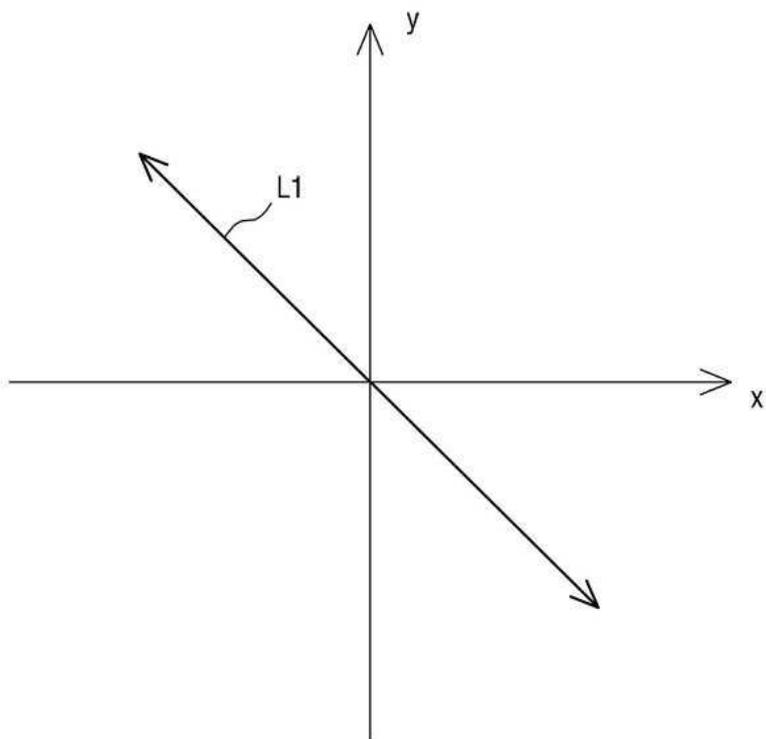
도면1



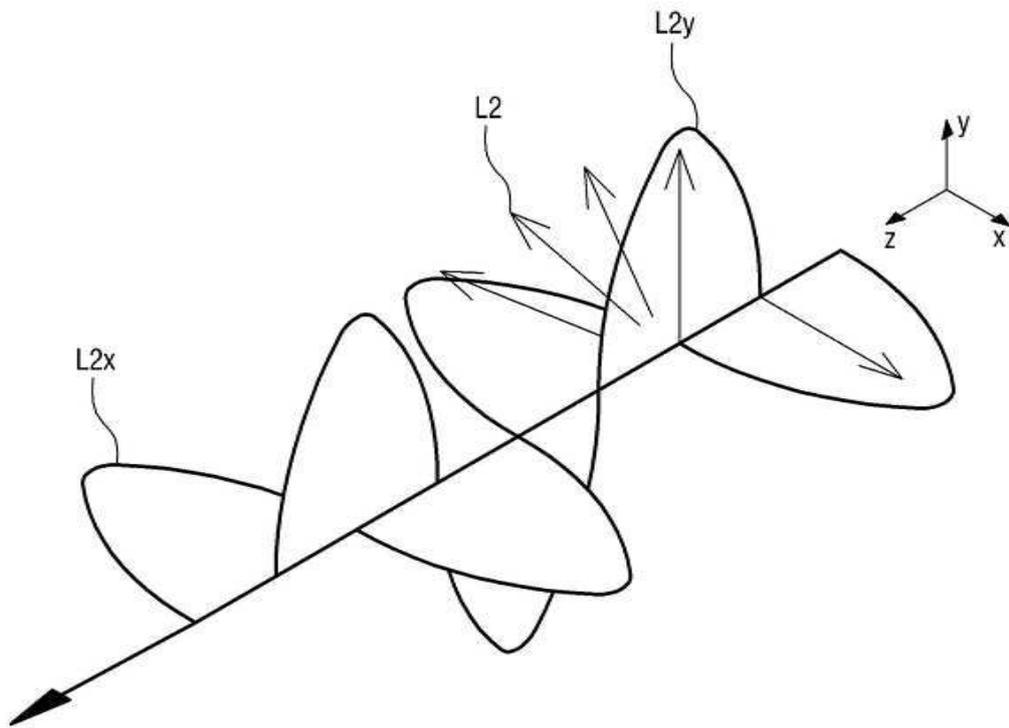
도면2



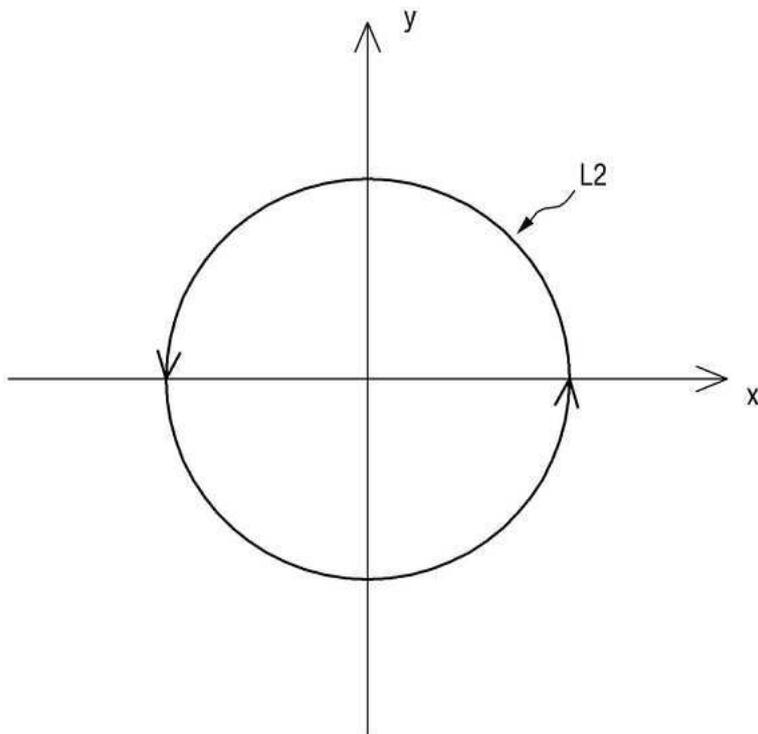
도면3



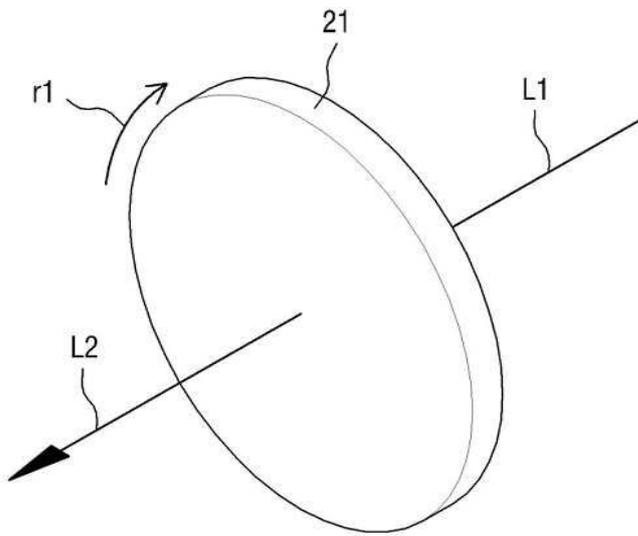
도면4



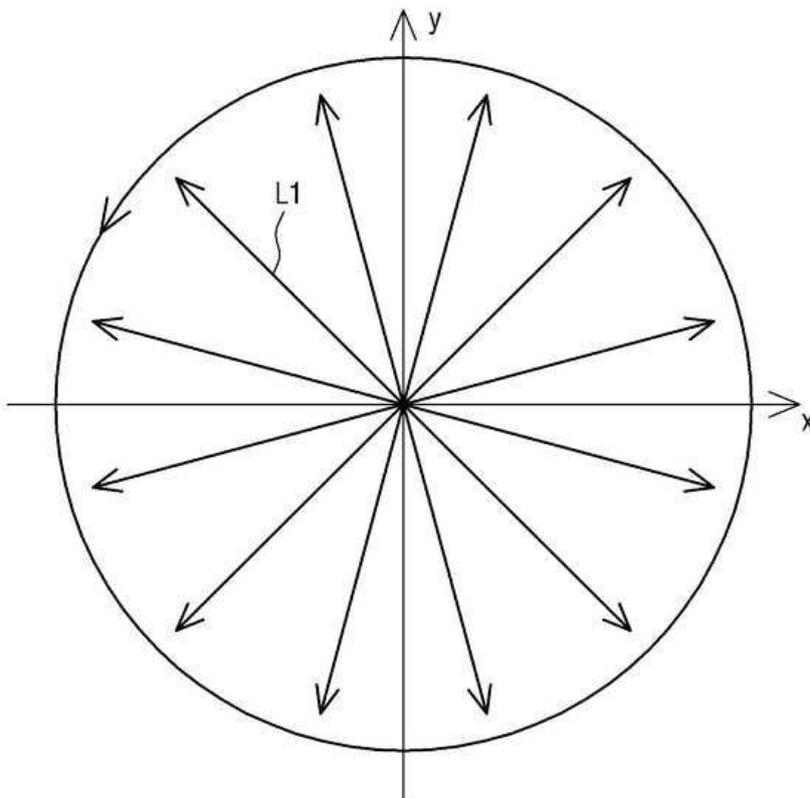
도면5



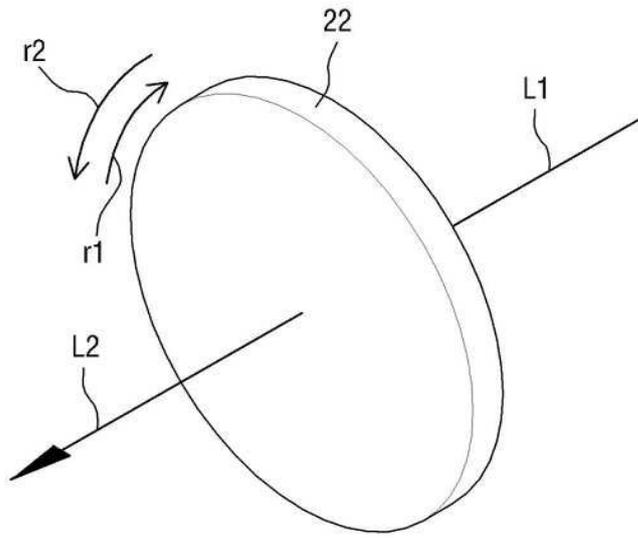
도면6



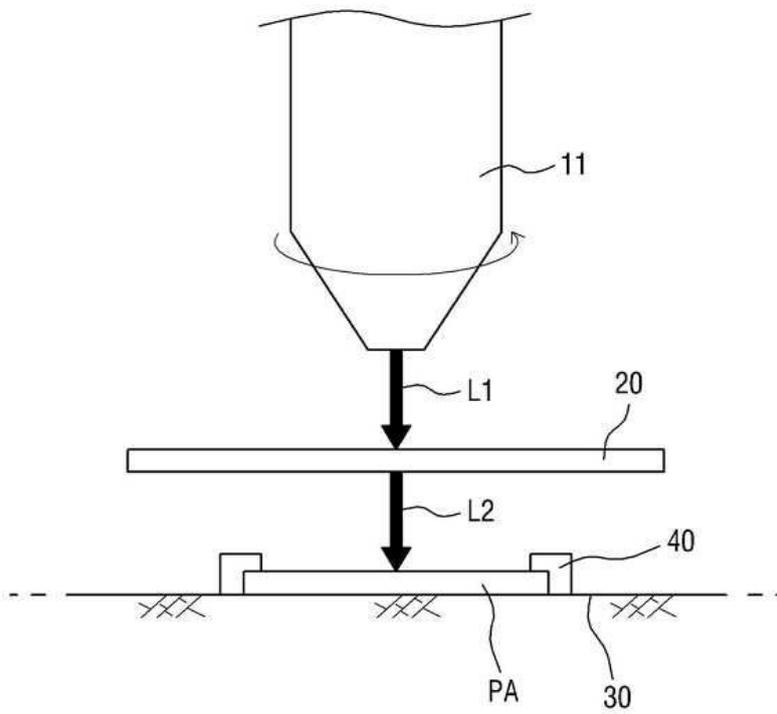
도면7



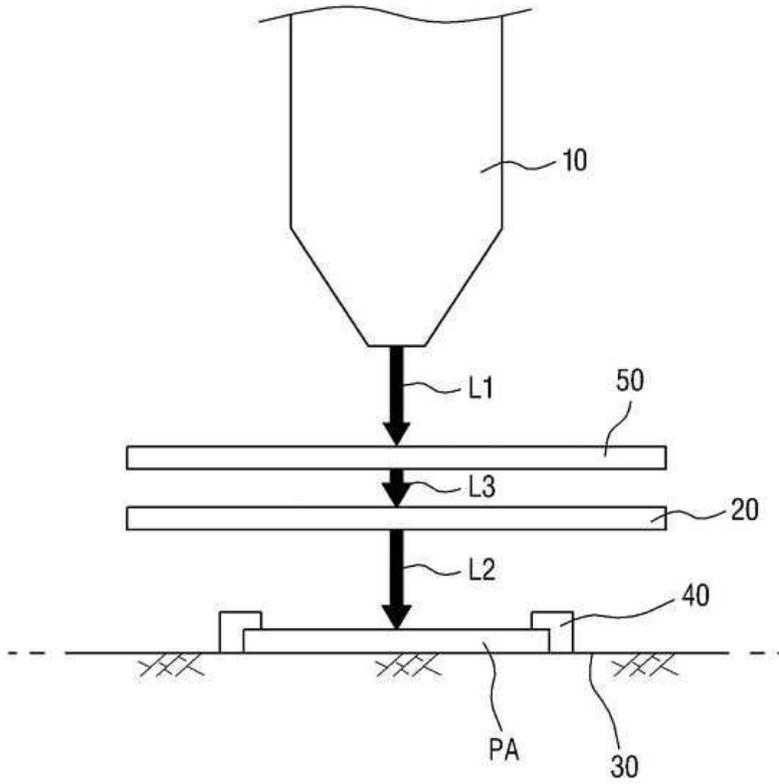
도면8



도면9



도면10



도면11

50

