



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094041
(43) 공개일자 2020년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/00 (2019.01) G02B 27/18 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 3/0057 (2013.01)
G02B 27/18 (2019.05)
(21) 출원번호 10-2019-0011521
(22) 출원일자 2019년01월29일
심사청구일자 2019년01월29일

(71) 출원인
윤태중
경기도 수원시 영통구 영통로 498, 황골마을 주공
아파트 154동 603호 (영통동)
(72) 발명자
윤태중
경기도 수원시 영통구 영통로 498, 황골마을 주공
아파트 154동 603호 (영통동)
(74) 대리인
이정현

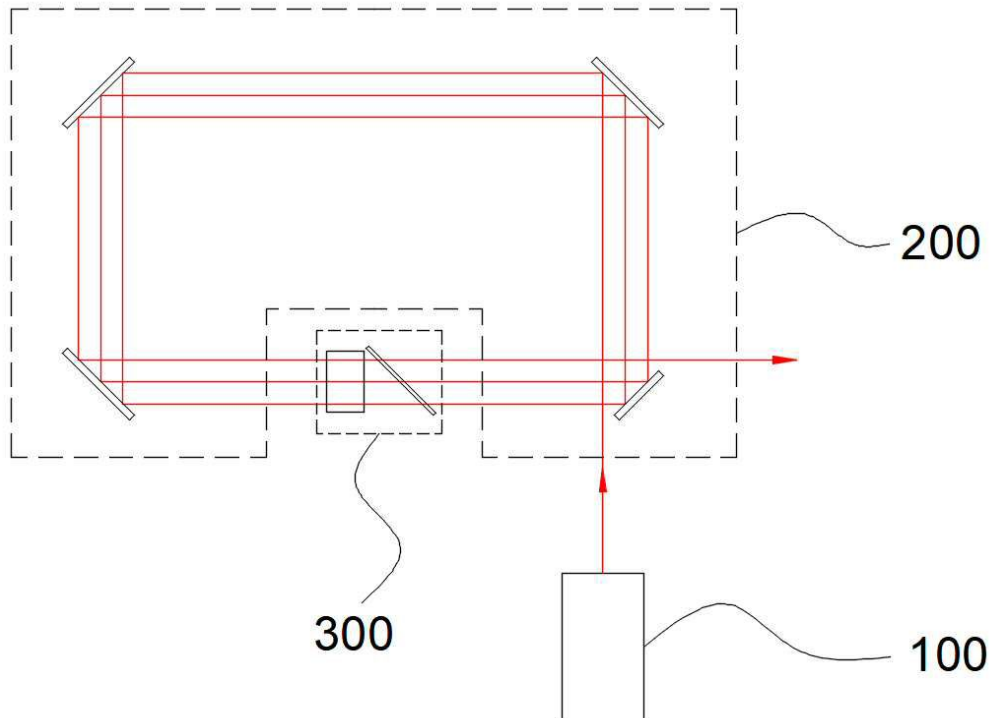
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 레이저의 순간 출력을 증폭하여 공급함으로써 저출력의 레이저로도 고출력 레이저와 동일한 효과를 얻을 수 있으며, 추가적인 에너지 공급 없이 레이저의 순간 출력을 원하는 만큼 증폭할 수 있으며, 레이저 순간 최대출력의 한계로 가공할 수 없었 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



던 초고집적의 레이저 가공을 수행할 수 있는 레이저 순간 최대출력 증폭용 펄스형성장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 레이저 순간 최대출력 증폭용 펄스형성장치는 레이저 최대출력을 증폭하기 위한 장치에 있어서, 상기 레이저를 발생시키는 레이저 광원과, 상기 레이저 광원에서 발생한 레이저를 입사되는 순서에 따라 순환 횟수를 달리하여 중첩시키는 순환형 중첩모듈과, 상기 순환형 중첩모듈의 경로 상에 마련되어 미리 설정된 주기에 따라 상기 순환형 중첩모듈 내에서 순환하는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하는 펄스생성모듈을 포함한다.

본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법에 따르면 동일한 출력의 레이저를 사용하더라도 최대 에너지 밀도를 현저히 높게 하여 레이저의 가공성을 높일 수 있고, 같은 출력의 레이저를 이용하여 최대출력을 증폭하여 출사함에 따라 가공물의 가공 시 가공부 주변에 발생하는 열 변형을 최소화할 수 있으며, 같은 출력의 레이저를 사용하더라도, 가공부 주변의 열로 변하는 에너지의 양을 최소화할 수 있어 더 빠른 가공을 할 수 있는 효과가 있고, 현재 최대출력에 한계가 있는 레이저의 문제점을 극복하여 원하는 출력까지 증폭하여 초고집적 가공이 가능한 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G02B 5/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

레이저 최대출력을 증폭하기 위한 장치에 있어서,

상기 레이저를 발생시키는 레이저 광원과,

상기 레이저 광원에서 발생한 레이저를 입사되는 순서에 따라 순환 횟수를 달리하여 증첩시키는 순환형 증첩모듈과,

상기 순환형 증첩모듈의 경로 상에 마련되어 미리 설정된 주기에 따라 상기 순환형 증첩모듈 내에서 순환하는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하는 펄스생성모듈을 포함하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치.

청구항 2

청구항 1에서,

상기 순환형 증첩모듈은 순환되는 레이저의 경로를 변경하기 위한 2 이상의 미러로 구성되는 것을 특징으로 하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치.

청구항 3

청구항 2에서,

상기 2 이상의 미러는 순환횟수에 따라 순환되고 있는 평면이 서로 겹치지 않도록 각 레이저를 반사하기 위한 각 미러마다 미리 설정된 각도로 배치되는 것을 특징으로 하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치.

청구항 4

청구항 1에서,

상기 펄스생성모듈은 상기 순환형 증첩모듈내에서 순환하고 있는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하기 위해 EOM과 편광에 따라 통과/반사하는 편광미러를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치.

청구항 5

레이저 최대출력을 증폭하기 위한 펄스형성방법에 있어서,

레이저 광원에서 레이저를 발생시키는 단계와,

상기 레이저 광원에서 발생된 레이저를 입사되는 순서에 따라 순환 횟수를 달리하는 순환형 증첩모듈에 입사시켜 순환 증첩시키는 단계와,

상기 순환형 증첩모듈에서 순환하는 2 이상의 레이저를 순환형 증첩모듈의 경로 상에 마련되는 펄스생성모듈을 이용하여 미리 설정된 주기에 따라 동시에 반사하는 단계를 포함하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법.

청구항 6

청구항 5에서,

상기 입사되는 레이저를 순환 중첩시키는 단계에서,

상기 순환되는 레이저의 경로를 변경하기 위한 2 이상의 미러로 구성되는 순환형 중첩모듈을 이용하여 순환시키 되 상기 2 이상의 미러를 순환횟수에 따라 순환되고 있는 평면이 서로 겹치지 않도록 각 레이저를 반사하기 위한 각 미러마다 미리 설정된 각도로 배치하여 순환 중첩시키는 것을 특징으로 하는 레이저 최대출력증폭용 펄스 형성방법.

청구항 7

청구항 5에서,

상기 동시에 반사하는 단계에서,

상기 순환형 중첩모듈의 경로 상에 마련된 펄스생성모듈은 EOM과 상기 레이저의 편광에 따라 통과/반사하는 편광미러를 이용하여 순환되고 있는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하는 것을 특징으로 하는 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저의 순간 최대출력을 증폭하기 위해 펄스를 형성하는 장치 및 방법에 대한 것이다. 레이저는 높은 직진성과 에너지를 가진 빛으로 레이저를 발생시키는 매질의 종류에 따라 기체, 액체, 고체 레이저로 크게 나눌 수 있고, 통상 W로 표시되는 평균 최대출력 및 순간 최대출력을 가지고 있다. 본 발명은 이러한 레이저의 출력 중 순간 최대출력을 증폭하기 위한 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 레이저는 복사 광선의 유도에서 나온 증폭된 빛(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)의 첫 글자들을 딴 것으로 높은 직진성과 에너지를 갖고 있다. 기본적으로 원자와 분자는 여러 단계의 에너지 준위를 가지며 열이나 기타 에너지를 원자나 분자에 가하면 불안정한 높은 단계의 에너지 준위로 여기하고 다시 안정된 낮은 단계의 에너지 준위로 돌아오는데 이때 에너지 준위의 차이만큼을 빛을 낸다. 이때 발생한 빛이 원자 등에 충돌하면 그 원자는 자신을 자극한 파동과 같은 위상을 같은 복사선을 방출하도록 유도되는데 레이저는 이러한 원리를 이용하여 단일 주파수 또는 단일 파장의 빛을 중첩하여 방출하기 때문에 높은 에너지 밀도와 직진성을 갖게 된다.

[0004] 레이저는 이러한 높은 에너지 밀도 및 직진성을 가지고 있어서 집속렌즈 등으로 집속하면, 매우 좁은 면적에 아주 높은 에너지를 조사할 수 있다. 이를 이용하여, 금속을 절단하거나 용접하기도 하고, 물질의 표면특성을 바꾸기도 하며, 피부 미용, 안과 수술 등 의료분야에 활용되기도 한다. 또한, 빛의 높은 밀집도를 이용하여 시료의 좁은 면적을 밝게 비출 수 있어서, 현미경의 광원으로 활용하기도 한다.

[0005] 절단, 용접 및 수술 등의 분야에서, 보통 가공 물질에 도착한 레이저는 빛에너지가 열에너지로 바뀌며, 열에너지에 의해서 가공된다. 이때 가공 물질에 도달한 모든 레이저가 원하는 작업에 사용되는 것은 아니며, 일부는 반사하고 일부는 열로 바뀌어 주변으로 흘러가며 나머지 일부만이 절단, 용접 등 필요한 작업에 사용된다. 통상 매끄러운 금속의 절단 및 용접에서 반사하는 레이저 빛의 양은 가공하고자 하는 표면이 깨지기 전에 매우 높다가 표면이 깨지고 나면 가공부에서 난반사하며 흡수되어 급격하게 떨어지는 특성이 있다. 또 가공부 주변으로 흘러가는 열의 양은, 가공에 사용된 에너지가 같을 때, 조사하는 시간에 비례하는 특성이 있다. 따라서 금속의 절단 및 마킹 등에서 열변형이 적은 가공을 하기 위해서는 동일한 에너지를 짧은 시간에 조사하여야 한다.

[0006] 레이저를 이용한 절단 및 마킹은 가공부의 재료를 증발시켜 제거하는 공정이다. 레이저의 출력이 낮으면, 재료는 증발보다 용융단계에 머무르는 시간이 상대적으로 높고, 용융된 부분은 가공하는 모체에 붙어있는 상태로, 레이저에 의해 주입된 에너지는 열로 바뀌어 주변으로 흘러간다. 따라서 동일한 양의 재료를 증발시키기 위해서는 주변으로 흘러가는 열에너지만큼 더 많은 에너지 주입이 필요하게 된다. 이런 이유로 레이저 출력이 반으로

떨어지면 가공 시간이 두 배 이상으로 훨씬 길어지게 된다.

[0007] 레이저는 출력형태에 따라 연속발진 레이저와 펄스발진 레이저로 나뉘는데 펄스발진 레이저는 공진을 이용하여 레이저를 증폭시키므로 연속발진 레이저에 비해 평균출력이 동일하다고 할지라도 순간 최대출력이 높은 특징을 갖고 있다. 평균출력이 동일한 경우, 연속발진 레이저보다 펄스발진 레이저가 열변형이 작은 가공을 더 빠르게 할 수 있다.

[0008] 최근에는 펄스의 시간 폭이 피코초 및 펨토초에 이를 정도로 짧은 레이저가 많이 나오고 있다. 피코초 레이저 및 펨토초 레이저는 기본적으로 레이저 모드락(mode lock) 기술과, 파장이 다른 여러 빛의 조합을 시간지연을 통해 분산시킨 후 증폭하여 겹치는 기술 등을 이용한 것이다. 그러나 공기 중에서 빛이 겨우 0.3mm 진행하는 짧은 시간 정도에서 조작하는 것으로, 높은 순간출력을 얻을 수는 있으나, 높은 평균출력을 얻는 것은 매우 어렵다. 시중에 판매되는 이들 레이저의 평균출력은 대략 100w 이하가 대부분이다. 또 파장이 다른 여러 빛의 조합을 사용하므로 엄밀한 의미에서 단일 파장의 레이저로 보기 힘들다. 이들 레이저는 가격 또한 매우 높아 금속 절단 및 용접, 유리 및 세라믹 가공 등 범용으로 다양한 방면에 사용하기 힘든 상황이다. 따라서 펄스폭이 짧으며, 출력이 높고 단일한 파장으로 이루어진 레이저 출력을 얻기 위한 새로운 방법의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 레이저의 순간 출력을 증폭하여 공급함으로써 저출력의 레이저로도 고출력 레이저와 동일한 효과를 얻을 수 있으며, 추가적인 에너지 공급 없이 레이저의 순간 출력을 원하는 만큼 증폭할 수 있으며, 레이저 순간 최대출력의 한계로 가공할 수 없었던 초고집적의 레이저 가공을 수행할 수 있는 레이저 순간 최대출력 증폭용 펄스형성장치 및 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치는 레이저 최대출력을 증폭하기 위한 장치에 있어서, 상기 레이저를 발생시키는 레이저 광원과, 상기 레이저 광원에서 발생한 레이저를 입사되는 순서에 따라 순환 횟수를 달리하여 중첩시키는 순환형 중첩모듈과, 상기 순환형 중첩모듈의 경로 상에 마련되어 미리 설정된 주기에 따라 상기 순환형 중첩모듈 내에서 순환하는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하는 펄스생성모듈을 포함한다.

[0013] 또한, 상기 순환형 중첩모듈은 순환되는 레이저의 경로를 변경하기 위한 2 이상의 미러로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 2 이상의 미러는 순환횟수에 따라 순환되고 있는 평면이 서로 겹치지 않도록 각 레이저를 반사하기 위한 각 미러마다 미리 설정된 각도로 배치되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 펄스생성모듈은 상기 순환형 중첩모듈내에서 순환하고 있는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하기 위해 EOM과 편광에 따라 통과/반사하는 편광미러를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법은 레이저 최대출력을 증폭하기 위한 펄스형성방법에 있어서, 레이저 광원에서 레이저를 발생시키는 단계와, 상기 레이저 광원에서 발생된 레이저를 입사되는 순서에 따라 순환 횟수를 달리하는 순환형 중첩모듈에 입사시켜 순환 중첩시키는 단계와, 상기 순환형 중첩모듈에서 순환하는 2 이상의 레이저를 순환형 중첩모듈의 경로 상에 마련되는 펄스생성모듈을 이용하여 미리 설정된 주기에 따라 동시에 반사하는 단계를 포함한다.

[0017] 또한, 상기 입사되는 레이저를 순환 중첩시키는 단계에서, 상기 순환되는 레이저의 경로를 변경하기 위한 2 이상의 미러로 구성되는 순환형 중첩모듈을 이용하여 순환시키되 상기 2 이상의 미러를 순환횟수에 따라 순환되고 있는 평면이 서로 겹치지 않도록 각 레이저를 반사하기 위한 각 미러마다 미리 설정된 각도로 배치하여 순환 중첩시키는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 동시에 반사하는 단계에서, 상기 순환형 중첩모듈의 경로 상에 마련된 펄스생성모듈은 EOM과 상기

레이저의 편광에 따라 통과/반사하는 편광미러를 이용하여 순환되고 있는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 이상과 같은 구성의 본 발명은 동일한 출력의 레이저를 사용하더라도 최대 에너지 밀도를 현저히 높게 하여 레이저의 가공성을 높일 수 있다.
- [0021] 또한, 같은 출력의 레이저를 이용하여 최대출력을 증폭하여 출사함에 따라 가공물의 가공 시 가공부 주변에 발생하는 열 변형을 최소화할 수 있다.
- [0022] 또한, 같은 출력의 레이저를 사용하더라도, 가공부 주변의 열로 변하는 에너지의 양을 최소화할 수 있어 더 빠른 가공을 할 수 있다.
- [0023] 또한, 현재 최대출력에 한계가 있는 레이저의 문제점을 극복하여 원하는 출력까지 증폭하여 초고집적 가공이 가능한 효과가 있다.
- [0024] 또한, 간단한 구성으로 원하는 만큼의 순간 최대출력을 얻을 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치의 개략적인 블록도이고,
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치에서 출력이 증폭된 펄스가 형성되는 과정을 나타내는 도면이고,
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 최대출력 증폭용 펄스형성장치에 의해 변조되기 전후의 출력을 나타내기 위한 도면이고,
 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 최대출력이 증폭되는 과정을 시간에 따라 나타낸 것이고,
 도 5는 본 발명의 펄스생성모듈의 일레인 EOM과 편광반사미러로 이루어진 Q-switch의 작동원리를 설명하기 위한 도면이고,
 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하에서 도면을 참조하여 본 발명에 따른 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치의 개략적인 블록도이다.
- [0029] 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치 및 방법은 레이저의 최대출력을 증폭하기 위한 장치로서 레이저는 통상 \parallel 로 표시되는 최대출력이 정해져 있으며 본 발명은 이러한 최대출력, 보다 정확하게는 평균출력이 아닌 최대출력을 증폭하는 장치이다.
- [0030] 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치는 레이저의 최대 출력 보다 상세하게는 순간 최대 출력을 펄스 형태로 증폭하기 위한 펄스형성장치로서 최대 출력을 증폭하기 위한 레이저를 발생시키는 레이저 광원(100)과 레이저 광원(100)에서 발생된 레이저가 입사되고 입사된 순서에 따라 순환되는 횡수를 달리하여 여러 레이저가 순환되어 중첩되는 순환형 중첩모듈(200)과 순환형 중첩모듈(200)의 경로 내에 마련되며 미리 설정된 주기에 따라 순환형 중첩모듈(200)에서 순환되고 있는 2 이상의 레이저를 동시에 반사하여 출사시키는 펄스생성모듈(300)을 포함하여 이루어진다.
- [0031] 본 발명의 레이저 광원(100)은 레이저를 발생시키는 구성으로 원자는 여러 단계의 에너지 준위를 가지고 있으며 자신을 자극한 파동과 같은 위상을 갖는 복사선을 방출하는 특성을 가지고 있고 레이저는 이러한 원자의 복사광선 유도에 의해 발생된다. 복사광선 유도를 일으키는 매질에 따라 레이저는 고체, 액체, 기체, 반도체 레이저로 크게 나뉘는데 고체레이저로는 크로미온을 포함한 루비 레이저, 이트륨 알루미늄 가넷을 이용한 YAG 레이저

등이 있고, 액체레이저는 색소레이저가, 기체레이저는 CO₂ 레이저가 대표적이다. 반도체 레이저는 반도체를 이용하여 레이저를 발생시키는 레이저인데 소형으로 제작할 수 있다는 장점이 있으나 출력이 작고 지향성이 약하다는 단점이 있다.

- [0032] 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성장치는 레이저의 종류에 구애받지 않고 최대출력을 증폭할 수 있지만 펄스레이저보다 CW(Continuous Wave) 레이저의 최대출력 증폭을 보다 효율적으로 수행할 수 있다. 이는 펄스레이저가 에너지를 특정 주기의 펄스형태로 방출함에 따라 최대출력을 증폭하기 위해서는 특정 주기의 펄스까지 맞춰야하기 때문이다. 물론 펄스레이저도 펄스형성모듈(300)에서 미리 설정된 주기를 레이저 광원(100)의 펄스폭 또는 펄스폭의 배수로 조절한다면 최대출력을 증폭할 수 있음은 물론이다.
- [0033] 본 발명의 순환형 증첩모듈(200)은 레이저 광원(100)에서 발생된 레이저가 입사되어 순환되는 구성인데 입사되는 순서에 따라 순환되는 횟수가 달라지도록 하여 여러 갈래의 레이저가 순환되는 구성이다. 즉 1회 순환되는 레이저가 순환하는 평면과 2회, 3회 등 각각 순환되는 횟수가 달라지면 순환되는 면이 달라지도록 구성된다.
- [0034] 이러한 구성을 도 1에 도시된 일례를 통해 보다 상세히 설명한다. 도 1의 일실시예에 따른 순환형 증첩모듈(200)은 4개의 반사미러(210)로 이루어져 있다. 순환형 증첩모듈의 4개의 반사미러(210)는 레이저 광원에서 나온 레이저가 각기 한 번 또는 여러 번 반사한 후 다시 첫 번째 반사했던 미러로 돌아오게 되도록 구성되는데 첫 번째 반사미러로 돌아올 때 미러에 도달하는 위치가, 처음과 비교하여 발산하는 레이저 빔의 직경 크기 정도는 달라지겠지만, 순환형 증첩모듈(200)에 처음 입사한 레이저 광원과 평행을 유지하며 도달하도록 구성된다. 또 레이저가 1번 순환된 후에 본래 입사된 위치에서 상하 또는 좌우로 약간 비껴가도록 반사미러(210)를 배치하여 순환횟수가 달라지는 경우 순환되는 평면이 달라지도록 구성된다. 본 발명에서는 순환형 증첩모듈(200) 내에서 1회 이상 순환하며 2 이상의 레이저 루프가 평행하게 근접하는 과정을 “순환하여 증첩하는 과정”이라고 표현한다. “순환하여 증첩하는 과정”을 1회 이상 반복하여 순환형 증첩모듈(200)의 어느 한 부분 이상에서 레이저 루프가 두 개 이상 존재하도록 구성된다. 도 1 또는 도 2의 일실시예에서는 4개의 반사미러(210)로 3회 증첩과정이 일어나도록 구성하였으나 증첩횟수, 반사미러(210)의 개수는 달라질 수 있음은 물론이다.
- [0035] 본 발명의 펄스생성모듈(300)은 순환형 증첩모듈(200)내를 순환하고 있는 여러 갈래의 레이저를 동시에 반사하여 순환형 증첩모듈(200) 외부로 출사시키는 구성이다. 도 1 또는 도 2에 펄스생성모듈(200)의 일례가 도시되어 있는데 도 1, 2의 펄스생성모듈(300)은 Q-switch의 일종인 EOM(310)과 편광 반사미러(320)의 조합으로 이루어져 있다. 도 2의 왼쪽 그림을 참조하면 모두 3갈래의 순환하고 있는 레이저가 있고 오른쪽 그림에는 펄스생성모듈(300)이 동작하여 3개의 순환하고 있는 레이저가 동시에 반사되어 출사되는 과정을 나타내고 있다. 도 5에 이를 보다 구체적으로 설명하였다. EOM(310)은 전계 광학현상을 사용한 광학소자의 일종으로, 중심대칭성이 없는 결정구조를 가진 물질로 만들어지며, 양 끝단에 전극을 설치하고 전압을 가하면 결정구조 내부에 전기장이 형성되어, 복굴절현상이 나타나 입사한 빔의 편광방향이 입사 빔과 수직한 방향으로 바뀌는 성질이 있다. 또 균일한 전기장이 형성된 영역(active area)에서는 편광방향을 바꾸는 성질 정도가 같은 특징을 가지고 있다. 편광 반사미러(320)는 편광이 바뀌지 않을 경우는 레이저를 통과시키고 수직으로 바뀐 경우는 반사하도록 설치되어 있다. 도 1, 2의 일실시예에 따른 순환형 증첩모듈(200)에 의해 1회 이상 증첩된 레이저는 모두 EOM(310)의 active area의 내부를 통과하도록 구성되어 있다. Q-switch가 on이라는 것은 EOM(310)에 전압이 인가된 것을 의미한다.
- [0036] 도 2의 일실시예에서 Q-switch가 off인 상태를 유지하면, 레이저는 순환형 증첩모듈에서 계속 순환하게 되는데 도 2에는 3회 순환하여 증첩된 것을 나타내고 있다. 도 2에서 순환형 증첩모듈(200)은 2회까지 순환되는 과정에서 Q-switch의 EOM(310)이 off인 상태를 유지하고 있으므로 원래의 펄스파형을 유지한 채 지나가게 된다. 그 다음 Q-switch가 2회 “순환하여 증첩하는 과정”이 일어난 후 그 다음 1회 “순환하여 증첩하는 과정” 동안 Q-switch가 on이 되면 3갈래의 순환하고 있는 레이저가 편광 반사미러(320)에서 동시에 반사되어 출사되므로 3배 증첩된 레이저 펄스가 순환형 증첩모듈(200)을 빠져나간다.
- [0037] 이러한 3회 “순환하여 증첩하는 과정”을 주기로 계속 반복하면 도 3에 표시한 것처럼 폭은 1회 “순환하여 증첩하는 과정”의 시간이 되고 레이저의 최대출력은 원래의 3배인 펄스를 얻을 수 있다. 도 3에서는 도 2의 Q-switch 작동에 따라 생성되는 펄스를 시간 및 공간의 관점에서 이해할 수 있도록 도시하였다.
- [0038] 또한, 도 2의 일실시예에서는 연속으로 발진되는 레이저에 대해 설명하였으나, 본 발명은 이에 국한된 것은 아니며, 펄스형태의 출력을 가진 레이저도 본 발명의 장치에 의해 더 짧은 펄스와 더 높은 최대출력을 가진 레이저로 변경될 수 있다.
- [0039] 또한, 도 1, 2에는 펄스생성모듈(300)이 하나인 경우를 예로 들어 설명했으나 Q-switch가 2개 이상으로 마련될

수도 있다. 이는 증첩의 정도와 증폭할 레이저의 빔 사이즈, 레이저의 출력 등에 따라 하나의 Q-switch로는 증폭이 어려울 수도 있기 때문이다. Q-switch가 여러 개 사용되더라도 각 Q-switch의 배열은 순환하는 레이저의 경로가 서로 겹치지 않도록 배치하는 것이 중요하고 출력의 증폭을 위해서는 동시에 반사가 필요하므로 각 Q-switch가 동시에 동작하도록 제어하는 것이 중요하다.

[0040] 도 4는 도 2의 일실시예에서 한 번 “순환하여 증첩하는 과정”의 시간이 10ns인 경우의 예시로 10ns의 시간 간격으로 구분하여 다르게 표시한 빛이 어디에 있게 되는지를 나타낸 것이다. 각기 청색(일점쇄선), 적색(이점쇄선), 흑색(삼점쇄선)으로 표시한 빛은 연속하여 순차적으로 순환형 증첩모듈(200)의 내부로 들어가게 되고 펄스 생성모듈(300)의 동작에 의하여 동시에 빠져나오게 된다.

[0041] 도 5는 본 발명의 펄스생성모듈(300)의 일실시예인 Q-switch에 관한 것이다. 일반적으로 시중에 판매되는 EOM(310) 소자의 작동시간은 300~800 피코초 정도이다. 따라서 시중에 판매되는 Q-switch를 본 발명의 펄스생성모듈(300)로 사용할 때, 300~800 피코초의 폭을 갖는 레이저 펄스를 만들 수 있다.

[0042] 최근 금속의 절단 및 용접에 Fiber 레이저 및 CO2 레이저를 많이 사용한다. 금속의 특성상 녹는점이 높고 두꺼운 경우가 많아 높은 에너지가 필요한데, 고출력이 가능한 레이저 종류에 Fiber 레이저 및 CO2 레이저가 많기 때문이다. 그러나 Fiber 레이저의 경우는 레이저 공명 발진부의 양쪽 반사미러 간의 거리가 길어 100ns 이하의 펄스폭을 가진 레이저를 만들기가 힘들고, CO2 레이저는 기체 레이저의 특성상 펄스 형태의 출력을 만들기가 어렵다. 따라서 이들 레이저를 이용한 용접 및 절단은 주변에 많은 열변형을 일으켜 가공 품질의 문제를 가지고 있으며, 열변형이 엄격히 제한되어야 하는 경우에 사용할 수 없다.

[0043] 본 발명의 최대출력 증폭용 펄스형성장치를 이용하면 이들 레이저를 더 작은 펄스와 더 높은 최대출력을 가진 레이저로 변경하여 위와 같은 문제를 극복할 수 있다.

[0044] 도 6은 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법을 나타내는 순서도이다. 이하에서 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법에 대해 설명하되 위 설명과 중복되는 설명은 생략한다.

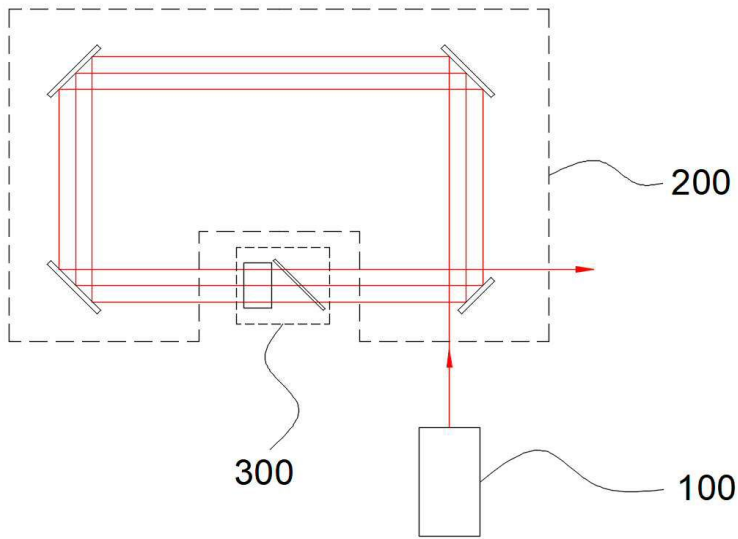
[0045] 본 발명의 레이저 최대출력증폭용 펄스형성방법은 우선 최대출력을 증폭하기 위한 레이저가 레이저 광원(100)에서 발생 후 출사된다.(S100) 레이저 광원(100)에서 출사된 레이저는 순환형 증첩모듈(200)로 입사하는데 순환형 증첩모듈(200)은 입사되는 순서에 따라 순환되는 횟수가 달라지도록 구성된 모듈이다.(S110) 순환형 증첩모듈(200)에서 순환하고 있는 2 이상의 레이저는 그 경로 상에 마련된 펄스생성모듈(300)을 통해 미리 설정된 일정한 주기에 따라 동시에 반사된다.(S120) 이렇게 동시에 반사됨에 따라 순환되는 레이저의 개수만큼 최대출력이 증폭된 펄스가 출사되게 된다.

부호의 설명

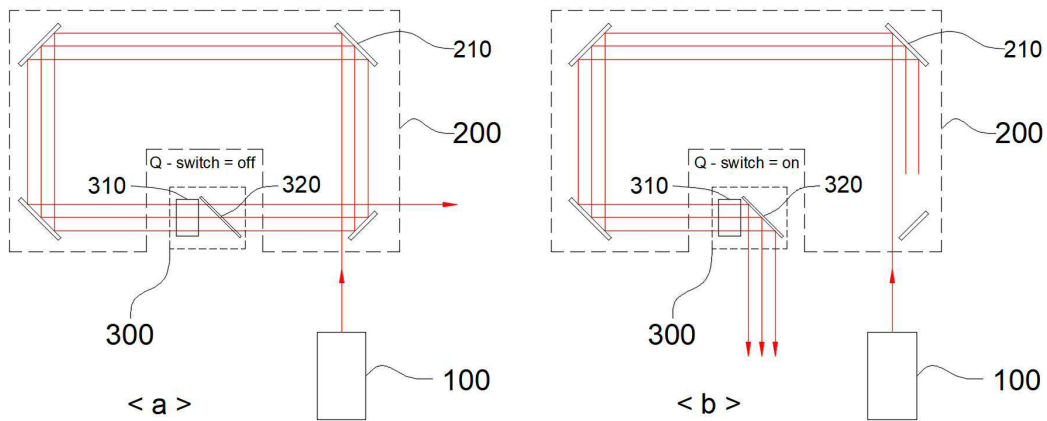
[0047] 레이저 광원 : 100 순환형 증첩모듈 : 200
 펄스생성모듈 : 300

도면

도면1



도면2

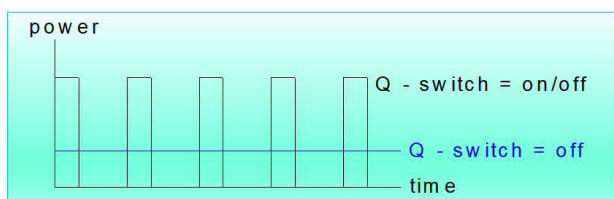


도면3

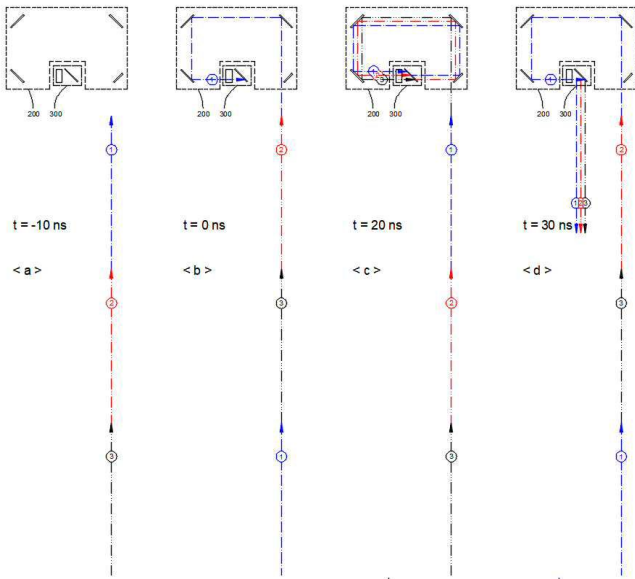
[공간에서 레이저 파의 진행]



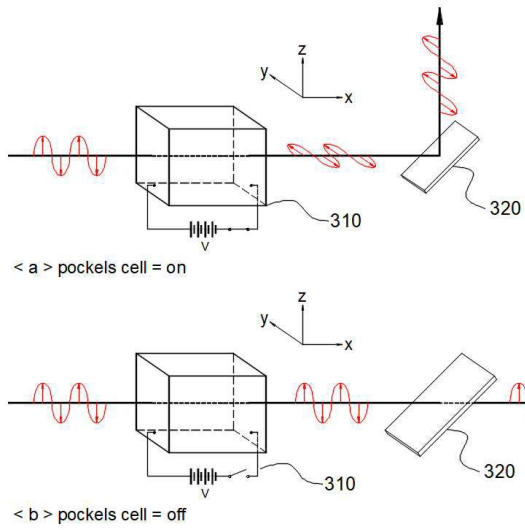
[시간에 따른 출력의 변화]



도면4



도면5



도면6

