



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월21일
(11) 등록번호 10-1658564
(24) 등록일자 2016년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/06 (2006.01) H01S 3/04 (2006.01)
H01S 3/0941 (2006.01) H01S 3/109 (2006.01)
H01S 3/13 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 3/0606 (2013.01)
H01S 3/0401 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0114429
(22) 출원일자 2015년08월13일
심사청구일자 2015년08월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070118467 A*
W09423479 A1*
KR1020140020147 A
KR1020120003064 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
하연철
대전광역시 유성구 배울2로 61, 1016동 1802호
이재환
대전광역시 유성구 어은로 57, 123동 404호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

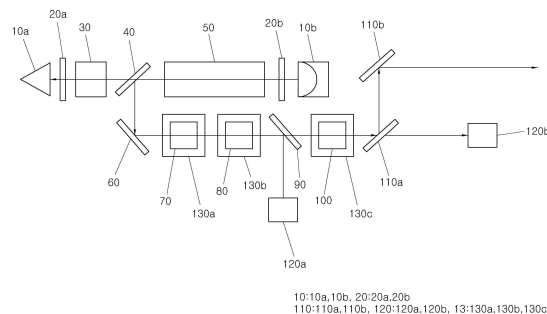
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치

(57) 요약

본 발명은 레이저 다이오드 펌핑방식의 고체 레이저를 이용한 조화파 발생장치에 관한 것으로, 포로프리즘(10) 구조의 공진기 구성을 통하여 외부 환경변화에 둔감하여 출력 안정성을 가지면서 최종 출력부에서 광경로의 변화 없이 4차 조화파와 5차 조화파를 선택적으로 출력할 수 있는 고차 조화파 발생장치를 개시한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01S 3/0941 (2013.01)

H01S 3/109 (2013.01)

H01S 3/13 (2013.01)

(72) 발명자

강영일

대전광역시 유성구 노은로426번길 15, 602동 1202호

조기호

대전광역시 서구 만년남로 8, 102동 1410호

김재인

대전광역시 유성구 온천서로 35-24, 504호

조준용

대전광역시 유성구 반석동로 33, 508동 301호

명세서

청구범위

청구항 1

펌핑헤드에서 생성된 기본파를 외부 환경변화에 둔감하도록 상기 펌핑헤드의 좌우 양단에 배치되는 포로프리즘;
 상기 기본파를 2차 조화파, 4차 조화파, 5차 조화파의 순서로 발생시키는 비선형 결정;
 상기 2차 조화파, 상기 4차 조화파, 상기 5차 조화파 중 어느 하나를 반사와 투과시키고 광경로 변화없이 조화파 출사가 이루어지는 최종출사부;를 포함하며,
 상기 비선형 결정은 상기 기본파와 상기 2차 조화파를 발생하는 2차 조화파 비선형 결정, 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 발생하는 4차 조화파 비선형 결정, 상기 기본파와 상기 5차 조화파를 발생하는 5차 조화파 비선형 결정으로 구성되고;
 상기 최종출사부는 상기 4차 조화파 비선형 결정과 상기 5차 조화파 비선형 결정사이로 위치되어 상기 2차 조화파를 반사하고 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하는 제1 자외선 필터, 상기 5차 조화파 비선형 결정의 뒤쪽으로 위치되어 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하고 상기 5차 조화파를 반사하는 제2-1 자외선 필터, 상기 제2-1 자외선 필터가 반사한 상기 5차 조화파를 다시 반사하여 출사시키는 제2-2 자외선 필터로 구성된 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 조화파 출사는 300nm이하의 출력파장인 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 펌핑헤드는 레이저 다이오드 어레이와 이득매질로 구성된 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 비선형 결정은 Beta-Barium Borate, Deuterated Potassium Dihydrogen, Caesium Lithium Borate 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 비선형 결정은 위상정합 온도 유지를 위해 TEC(Thermal Electric Cooler)와 함께 구성된 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 최종출사부는 상기 조화파 출사 시 상기 4차 조화파와 상기 5차 조화파 중 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 최종출사부는 상기 제2-1 자외선 필터와 상기 제2-2 자외선 필터의 선택으로 상기 4차 조화파나 상기 5차 조화파를 선택하여 출사시키는 파장선택기판을 더 포함한 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 파장선택기판은 상기 제2-1 자외선 필터에 수평하게 마주하여 상기 기본파를 투과시키고 상기 4차 조화파를 반사하는 제3 자외선 필터, 상기 제2-2 자외선 필터에 수평하게 마주하여 상기 5차 조화파를 반사시키고 동시에 상기 제3 자외선 필터에 수직하게 마주하여 상기 4차 조화파를 반사하여 출사시키는 제4 자외선 필터로 구성되고;

상기 제2-1 자외선 필터와 상기 제3 자외선 필터가 마주하지 않고 동시에 상기 제2-2 자외선 필터와 상기 제4 자외선 필터와 마주하지 않으면, 상기 4차 조화파를 출사시키는 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 상기 제3 자외선 필터와 상기 제4 자외선 필터의 이동은 모터에 의한 직선이동으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고차 조화파 발생장치에 관한 것으로, 특히 레이저 다이오드 펌핑방식의 고체 레이저 장치를 이용한 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 자외선 파장의 레이저광은 적외선 파장을 비선형 광학결정을 이용하여 주파수 변환하여 발생시킨다.

[0003] 이를 위해, 비선형 광학결정은 비선형 결정의 위상정합 조건, 입력광의 편광 등을 고려하고, BBO(beta barium borate, beta-BaB2O4), LBO(lithium triborate, LiB3O5), KTP(postassium titanyl phosphate, KTiOP04), CLBO(Cesium Lithium Triborate), LiNbO3로부터 목적에 적합하게 선택된다. 또한, 효율적인 파장변환의 실현은 Q-스위치된 레이저와 같이 첨두출력이 높은 출력 에너지로 이루어지고, 주로 측면여기 방식을 사용하여 높은 출력에너지를 얻는다.

[0004] 특히, 자외선 레이저 광원은 짧은 파장으로 인해 라만 산란의 신호크기를 비약적으로 증가시키고, 배경잡음까지 피할 수 있게 함으로 많은 각광을 받고 있으며, 기초연구 및 산업분야 뿐만 아니라 군수산업분야에 광범위하게 적용이 되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국내특허공개공보 10-2014-0079616(2014.06.27)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 하지만, 고출력 에너지 레이저에서는 레이저로 변환되지 못하는 에너지로 인해 발생된 다량의 열을 냉각수로 제거해야 하므로 운용상 번거로우면서 시스템의 크기가 증가될 수밖에 없다.
- [0007] 또한, 산업용 레이저에서 주로 이용하는 Fabry-Parot 형태의 레이저 공진기는 외부에서 자외선 레이저 광원을 사용할 때는 내환경성을 필요하여 부적합할 수밖에 없다, 이는, Fabry-Perot 형태의 공진기는 광축 정렬상태나 외부의 진동 충격, 또는 온도에 상당히 민감함에 기인된다.
- [0008] 이에 상기와 같은 점을 감안한 본 발명은 레이저 다이오드 펌핑방식의 고체 레이저 장치를 이용한 고차조화파 발생시 최종 출력부에서 광경로의 변화없이 4차 조화파와 5차 조화파를 선택적으로 출력할 수 있고, 특히 포로프리즘 구조의 레이저 발진기 및 비선형 결정의 온도를 일정하게 유지함으로써 외부 환경변화에 상관없이 안정된 출력 특성을 가지는 4차 조화파와 5차 조화파의 선택적 출력이 가능한 고차 조화파 발생장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 과장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치는 펌핑헤드에서 생성된 기본파를 외부 환경변화에 둔감하도록 상기 펌핑헤드의 좌우 양단에 배치되는 포로프리즘; 상기 기본파를 2차 조화파, 4차 조화파, 5차 조화파의 순서로 발생시키는 비선형 결정; 상기 2차 조화파, 상기 4차 조화파, 상기 5차 조화파 중 어느 하나를 반사와 투과시키고 광경로 변화없이 조화파 출사가 이루어지는 최종출사부; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 조화파 출사는 300nm이하의 출력과장이고, 상기 펌핑헤드는 레이저 다이오드 어레이와 이득매질로 구성되며, 상기 비선형 결정은 Beta-Barium Borate, Deuterated Potassium Dihydrogen, Caesium Lithium Borate 중 어느 하나를 적용한다.
- [0011] 바람직한 실시예로서, 상기 비선형 결정은 위상정합 온도 유지를 위해 TEC(Thermal Electric Cooler)와 함께 구성된다. 상기 비선형 결정은 상기 기본파와 상기 2차 조화파를 발생하는 2차 조화파 비선형 결정, 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 발생하는 4차 조화파 비선형 결정, 상기 기본파와 상기 5차 조화파를 발생하는 5차 조화파 비선형 결정으로 구성되고; 상기 최종출사부는 상기 조화파 출사 시 상기 4차 조화파와 상기 5차 조화파 중 하나를 선택한다.
- [0012] 바람직한 실시예로서, 상기 최종출사부는 상기 4차 조화파 비선형 결정과 상기 5차 조화파 비선형 결정사이로 위치되어 상기 2차 조화파를 반사하고 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하는 제1 자외선 필터, 상기 5차 조화파 비선형 결정의 뒤쪽으로 위치되어 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하고 상기 5차 조화파를 반사하는 제2-1 자외선 필터, 상기 제2-1 자외선 필터가 반사한 상기 5차 조화파를 다시 반사하여 출사시키는 제2-2 자외선 필터로 구성된다.
- [0013] 바람직한 실시예로서, 상기 최종출사부는 상기 4차 조화파 비선형 결정과 상기 5차 조화파 비선형 결정사이로 위치되어 상기 2차 조화파를 반사하고 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하는 제1 자외선 필터, 상기 5차 조화파 비선형 결정의 뒤쪽으로 위치되어 상기 기본파와 상기 4차 조화파를 투과하고 상기 5차 조화파를 반사하는 제2-1 자외선 필터, 상기 제2-1 자외선 필터가 반사한 상기 5차 조화파를 다시 반사하여 출사시키는 제2-2 자외선 필터, 상기 제2-1 자외선 필터와 상기 제2-2 자외선 필터의 선택으로 상기 4차 조화파나 상기 5차 조화파를 선택하여 출사시키는 과장선택기판으로 구성된다. 상기 과장선택기판은 상기 제2-1 자외선 필터에 수평하게 마주하여 상기 기본파를 투과시키고 상기 4차 조화파를 반사하는 제3 자외선 필터, 상기 제2-2 자외선 필터에 수평하게 마주하여 상기 5차 조화파를 반사시키고 동시에 상기 제3 자외선 필터에 수직하게 마주하여 상기 4차 조화파를 반사하여 출사시키는 제4 자외선 필터로 구성되고; 상기 제2-1 자외선 필터와 상기 제3 자외선 필터가 마주하지 않고 동시에 상기 제2-2 자외선 필터와 상기 제4 자외선 필터와 마주하지 않으면, 상기 4차 조화파를 출사시킨다. 상기 제3 자외선 필터와 상기 제4 자외선 필터의 이동은 모터에 의한 직선이동으로 이루어진다.

발명의 효과

- [0014] 이러한 본 발명의 고차 조화파 발생장치는 포로프리즘 구조의 공진기 적용, 비선형 결정의 온도 유지 및 모터로 구동이 가능한 자외선 필터 기관의 적용을 통하여 외부 환경변화에 상관없이 안정적인 출력 특성을 구현하고,

특히 안정적으로 4차 조화파와 5차 조화파를 광경로의 변화없이 선택적으로 발진시킬 수 있는 유용한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치의 제1실시에 구성도이고, 도 2는 본 발명의 제1실시에 따른 펄스당 에너지에 따른 5차 조화파의 펄스당 에너지의 변화를 나타낸 그래프이며, 도 3은 본 발명에 따른 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치가 4차 조화파와 5차 조화파를 최종 출력부에서 광경로의 변화없이 선택적으로 출사할 수 있도록 한 제2실시에 구성도이고, 도 4는 본 발명의 제2실시예에서 4차 조화파를 선택하였을 때의 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치의 작동도이며, 도 5는 본 발명의 제2실시예에서 5차 조화파를 선택하였을 때의 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치의 작동도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 예시도면을 참조로 상세히 설명하며, 이러한 실시예는 일례로서 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으므로, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 파장선택이 가능한 고차 조화파 발생장치의 제1실시에 구성도를 나타낸다.

[0018] 도시된 바와 같이, 상기 고차 조화파 발생장치는 레이저 다이오드 펌핑방식의 고체 레이저를 이용하고, 그 구성요소는 펌핑헤드(50), 복수의 포로프리즘(porro prism)(10), 복수의 쿼터 파장판(Quarter wave plate)(20), 포켈셀(pockels cell)(30), 편광판(40), 반사경(60), 복수의 비선형 결정(70,80,100), 복수의 자외선 필터(90,110), 복수의 빔블럭(120), 복수의 TEC(Thermal Electric Cooler)(130)로 구성된다.

[0019] 상기 포로프리즘(10)은 제1,2 포로프리즘(10a,10b)로 구성되고, 상을 도립시키고 역전시킨다. 상기 쿼터 파장판(20)은 제1,2 쿼터 파장판(20a,20b)로 구성되고, 서로 수직 방향으로 진동하는 직선 편광 사이에 1/4 파장의 광로차를 발생한다. 상기 포켈셀(30)은 파장의 편광을 회전시키고, 강한 세기의 전기장을 가하면 빛을 편광시키는 비선형 결정으로 이루어진다. 상기 편광판(40)은 편광을 얻거나 편광의 유무를 조사한다. 상기 펌핑헤드(50)는 레이저 다이오드 어레이와 이득매질로 구성되고, 기본파를 생성한다. 상기 반사경(60)은 파장의 경로를 전환시킨다. 상기 비선형 결정(70,80,100)은 2차 조화파 비선형 결정(70), 4차 조화파 비선형 결정(80), 5차 조화파 비선형 결정(100)으로 구성되고, 위상정합 조건을 만족하여 조화파를 순차적으로 발생시킨다. 상기 비선형 결정(70,80,100)은 해당 파장에서 조화파를 발생시킬 수 있는 모든 비선형 결정이 적용이 가능하다. 일례로, 비선형 광학 결정은 Beta-Barium Borate, Deuterated Potassium Dihydrogen, Caesium Lithium Borate를 사용하고, 특히 상온에서 위상정합이 가능하고 온도에 따른 위상정합각도의 변화가 적은 Beta-Barium Borate를 사용한다. 상기 자외선 필터(90,110)는 제1 자외선 필터(90)와 제2 자외선 필터(110)로 구성되고, 상기 제2 자외선 필터(110)는 다시 제2-1,2-2 자외선 필터(110a,110b)로 구성되며, 비선형 결정(70,80,100)에서 발생한 복수의 조화파 중 특정한 조화파 만 투과시켜 출사시킨다. 이때, 상기 제1,2 자외선 필터(90,110)는 스톱 모터로 움직일 수 있으며, 제1,2 자외선 필터(90,110)를 고정하는 마운트가 형성된 지지기판을 직선방향으로 이동시켜주는 구조와 연계된다. 상기 빔블럭(120)은 제1,2 빔블럭(120a,120b)으로 구성되고, 파장을 일부 차단하여 길이를 조절한다. 상기 TEC(130)는 열전 소자로서 제1,2,3 TEC(130a,130b,130c)로 구성되고, 비선형 결정(70,80,100)의 온도를 제어함으로써 위상정합 온도를 유지시킨다.

[0020] 레이아웃 측면에서, 기본파를 생성하는 펌핑헤드(50)를 기준으로 하고, 제1 포로프리즘(10a)은 펌핑헤드(50)의 앞쪽으로 위치되고, 제2 포로프리즘(10b)은 펌핑헤드(50)의 뒤쪽으로 위치됨으로써 외부 환경변화에 둔감하다. 제1 쿼터 파장판(20a)은 제1 포로프리즘(10a)과 펌핑헤드(50)의 사이로 위치되고, 제2 쿼터 파장판(20b)은 펌핑헤드(50)와 제2 포로프리즘(10b)의 사이로 위치된다. 포켈셀(30)은 제1쿼터 파장판(20a)과 펌핑헤드(50)의 사이로 위치된다. 편광판(40)은 파장의 경로를 수직하게 90도 전환하도록 포켈셀(30)과 펌핑헤드(50)의 사이로 위치된다. 반사경(60)은 파장의 경로를 수평하게 90도 전환하도록 편광판(40)의 아래로 위치된다. 2차 조화파 비선형 결정(70)과 4차 조화파 비선형 결정(80) 및 5차 조화파 비선형 결정(100)은 반사경(60)의 앞쪽에서 일렬로 순차 배열되고, 특히 상기 2차 조화파 비선형 결정(70)은 제1 TEC(130a)를 구비하고, 상기 4차 조화파 비선형 결정(80)은 제2 TEC(130a)를 구비하며, 상기 5차 조화파 비선형 결정(100)은 제3 TEC(130c)를 구비함으로써 위상정합 온도가 유지되며, 이를 통해 외부 온도에 상관없이 안정적인 조화파를 발생한다. 제1 자외선 필터(90)는 4차 조화파 비선형 결정(80)과 5차 조화파 비선형 결정(100)의 사이로 위치되고, 제2 자외선 필터(110)는 5차 조화파 비선형 결정(100)의 뒤쪽으로 위치되며, 특히 제2 자외선 필터(110)의 제2-1 자외선 필터(110a)가 5차

조화파 비선형 결정(100)의 뒤쪽으로 위치된 반면 제2-2 자외선 필터(110b)는 제201 자외선 필터(110a)의 위쪽으로 위치됨으로써 제2-1 자외선 필터(110a)에서 반사되어 수직하게 90도 전환된 파장 경로를 다시 수평하게 90도 전환시킨다. 그러므로, 상기 제1,2 자외선 필터(90,110)는 5차 조화파가 출사되는 최종출사부로 작용한다. 제1 빔블럭(120a)은 제1 자외선 필터(90)의 수직한 90도 파장 경로에 일치하도록 제1 자외선 필터(90)의 아래쪽으로 위치되고, 제2 빔블럭(120b)은 제2-1 자외선 필터(110a)의 뒤쪽으로 위치된다.

[0021] 동작 측면에서, 펌핑헤드(50)에서 생성된 기본파는 제1,2 포로프리즘(10a,10b), 제1,2쿼터 파장판(20a,20b), 포켈셀(30)을 통해 수평한 경로를 형성하다 편광판(40)을 통해 기본파의 경로가 수직하게 전환된다. 그러면, 반사경(60)은 기본파를 반사해 다시 수평한 경로로 전환시켜줌으로써 기본파는 2차 조화파 비선형 결정(70)에 수평한 경로로 들어간다. 그 결과, 기본파는 2차 조화파 비선형 결정(70)에서 기본파와 2차 조화파로 생성되고, 기본파와 2차 조화파는 4차 조화파 비선형 결정(80)에서 다시 기본파와 2차 조화파 및 4차 조화파로 생성된 후 제1 자외선 필터(90)로 들어간다. 그 결과, 제1 자외선 필터(90)는 2차 조화파를 반사하고 기본파와 4차 조화파를 투과함으로써 2차 조화파는 제1 빔블럭(120a)으로 들어간다. 이어, 제1 자외선 필터(90)를 나온 기본파와 4차 조화파는 5차 조화파 비선형 결정(100)에서 기본파와 4차 조화파 및 5차 조화파로 생성된 후 제2 자외선 필터(110)로 들어간다. 그러면, 제2 자외선 필터(110)의 제2-1 자외선 필터(110a)는 5차 조화파를 반사하고 기본파와 4차 조화파를 투과시킴으로써 5차 조화파는 90도 경로 전환되어 제2-2 자외선 필터(110b)로 들어가는 반면 기본파와 4차 조화파는 제2 빔블럭(120b)으로 들어간다. 그 결과, 5차 조화파는 제2-2 자외선 필터(110b)에 의해 다시 90도 경로 전환됨으로써 광경로의 변화없이 출사된다. 이때, 조화파 출력파장은 300nm이하이다.

[0022] 이와 같이, 제1실시예의 고차 조화파 발생장치는 기본파를 생성하는 펌핑헤드(50)를 기준으로 양단에 포로프리즘(10)을 배치하여 외부 환경변화에 둔감하도록한 레이저 장치에, 위상정합 조건을 만족하는 비선형 결정(70,80,100)을 순차적으로 배치하여 2차, 4차, 5차 조화파의 순서로 조화파를 발생시키고, 광경로상 4차 조화파를 발생시키는 비선형 결정 뒤편과 5차 조화파 결정 뒤에 자외선 필터(90,100)를 각각 배치함으로써 5차 조화파만 출사될 수 있다.

[0023] 한편, 도 2는 제1실시예의 고차 조화파 발생장치에서 나타나는 에너지 변화의 그래프로써, 이는 기본파 펄스당 에너지에 따른 5차 조화파의 펄스당 에너지의 예이다.

[0024] 한편, 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 고차 조화파 발생장치의 구성을 나타낸다.

[0025] 도시된 바와 같이, 상기 고차 조화파 발생장치는 레이저 다이오드 펌핑방식의 고체 레이저를 이용하고, 그 구성요소는 펌핑헤드(50), 복수의 포로프리즘(10), 복수의 쿼터 파장판(20), 포켈셀(30), 편광판(40), 반사경(60), 복수의 비선형 결정(70,80,100), 복수의 자외선 필터(90,110), 복수의 빔블럭(120), 복수의 TEC(130), 파장선택기판(160)을 포함한다.

[0026] 여기서, 상기 파장선택기판(160)은 제3,4 자외선 필터(140,150) 및 원하는 출력 파장이 선택될 수 있도록 제3,4 자외선 필터(140,150)를 선택하는 도시되지 않은 모터로 구성됨으로써 4차 조화파와 5차 조화파를 선택할 수 있고, 제1실시예의 고차 조화파 발생장치에서 갖주지 않는 구성요소이다. 이때, 상기 모터는 스텝모터이고, 제3,4 자외선 필터(140,150)를 고정하는 마운트가 형성된 지지기판을 직선방향으로 이동시켜주는 구조와 연계된다. 이러한 이동연계구조는 모터에 의한 이동이 이루어지기 위한 통상적인 구성요소이다.

[0027] 그러므로, 상기 펌핑헤드(50), 상기 포로프리즘(10)의 제1,2 포로프리즘(10a,10b), 상기 쿼터 파장판(20)의 제1,2 쿼터 파장판(20a,20b), 상기 포켈셀(30), 상기 편광판(40), 상기 반사경(60), 상기 비선형 결정(70,80,100), 상기 자외선 필터(90,110), 상기 빔블럭(120)의 제1,2 빔블럭(120a,120b), 상기 TEC(130)의 제1,2,3 TEC(130a,130b,130c)은 제1실시예의 고차 조화파 발생장치와 동일한 구성요소이다. 다만, 상기 빔블럭(120)은 제1,2 빔블럭(120a,120b)에 더해 제3 빔블럭(120c)이 더 구성되는 차이가 있고, 상기 제3 빔블럭(120c)은 제4 자외선 필터(150)와 연계된다.

[0028] 레이아웃 측면에서, 제2 실시예의 고차 조화파 발생장치는 파장선택기판(160)의 배열만 제외하고 제1실시예의 경우와 동일하다. 일례로, 제2 실시예에 따른 고차 조화파 발생장치는 파장선택기판(160)이 제2 자외선 필터(110)의 뒤쪽으로 위치되고, 제3 빔블럭(120c)은 파장선택기판(160)과 함께 위치된다. 구체적으로, 도 3과 같이 제3 자외선 필터(140)와 제4 자외선 필터(150)는 제2 자외선 필터(110)를 구성하는 제2-2 자외선 필터(110b)의 5차 조화파 출사 경로를 벗어나도록 위치되거나 또는 도 4와 같이 제3 자외선 필터(140)는 제2 자외선 필터(110)를 구성하는 제2-1 자외선 필터(110a)와 제2 빔블럭(120b)의 사이로 위치되는 반면 제4 자외선 필터(150)는 제2 자외선 필터(110)를 구성하는 제2-2 자외선 필터(110b)의 5차 조화파 출사 경로와 동일하게 위치된다.

이와 같은 제3 자외선 필터(140)와 제4 자외선 필터(150)의 레이아웃은 모터를 구동하여 변경시켜준다. 그러므로, 상기 파장선택기판(160)은 제1 실시예의 제1,2 자외선 필터(90,110)와 함께 4차 조화파나 5차 조화파가 선택적으로 출사되는 최종출사부로 작용한다.

[0029] 동작 측면에서, 제2 실시예의 고차 조화파 발생장치는 파장선택기판(160)의 기능만 제외하고 제 1실시예의 경우와 동일하다,

[0030] 도 4를 참조하면, 제3 자외선 필터(140)와 제4 자외선 필터(150)는 제2 자외선 필터(110)의 제2-2 자외선 필터(110b)의 위아래로 위치되도록 도시되지 않은 모터로 위치가 조정된다. 그 결과, 상기 제2-2 자외선 필터(110b)에서 수평하게 출사된 5차 조화파는 제3 자외선 필터(140)와 제4 자외선 필터(150)사이를 통과한다. 그러므로, 파장선택기판(160)은 5차 조화파를 출사한다.

[0031] 도 5를 참조하면, 제3 자외선 필터(140)는 제2 자외선 필터(110)의 제2-1 자외선 필터(110a)와 마주보도록 하고, 제4 자외선 필터(150)는 제2 자외선 필터(110)의 제2-2 자외선 필터(110b)와 마주보도록 도시되지 않은 모터로 위치가 조정된다. 그 결과, 상기 제3 자외선 필터(140)는 제2-1 자외선 필터(110a)를 투과한 기본파와 4차 조화파 중 4차 조화파를 반사하고 기본파를 투과시킴으로써 반사된 4차 조화파는 제4 자외선 필터(150)로 들어간다. 상기 제4 자외선 필터(150)는 제2-2 자외선 필터(110b)와 마주한 한쪽면으로 제2-2 자외선 필터(110b)를 투과한 5차 조화파를 반사시키고 동시에 반대쪽 면으로 제3 자외선 필터(140)에서 반사된 4차 조화파를 다시 반사한다. 그러므로, 파장선택기판(160)은 4차 조화파를 출사한다.

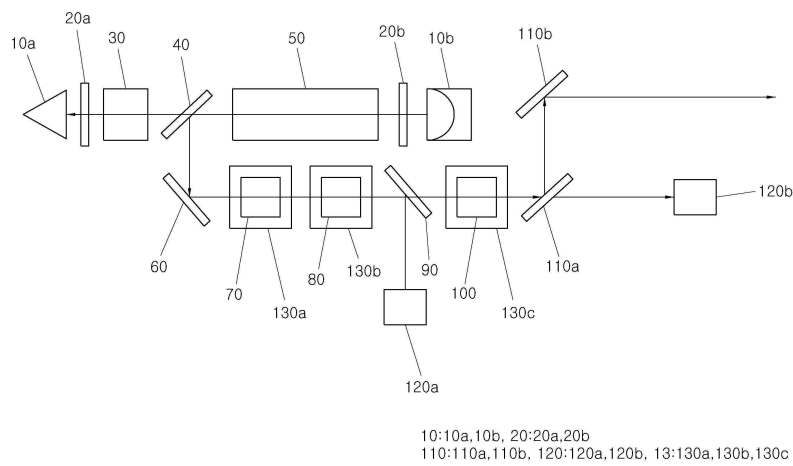
[0032] 이와 같이, 제2 실시예의 고차 조화파 발생장치는 최종 출사부에서 4차, 5차 조화파별 광경로의 변화 없이 안정적으로 조화파를 선택할 수 있다. 이때, 조화파 출력파장은 300nm이하이다.

부호의 설명

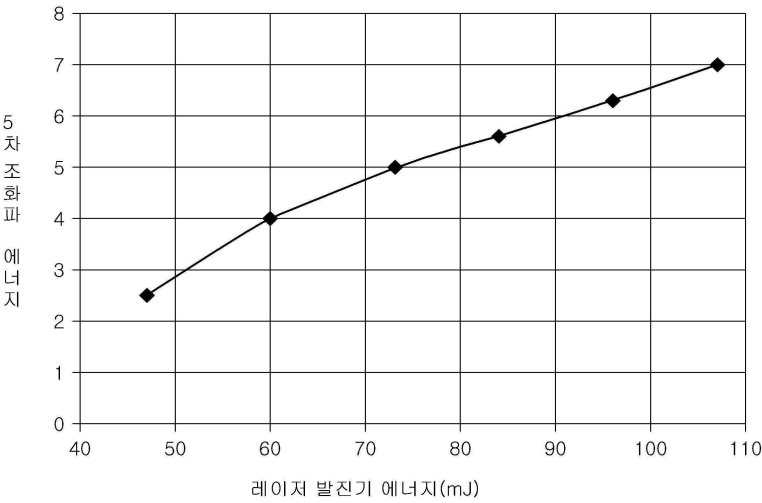
- [0033] 10 : 포로프리즘porro prism)
 20 : 쿼터 파장판(quarter wave plate)
 30 : 포켈셀(pockels cell) 40 : 편광판
 50 : 펌핑헤드 60 : 반사경
 70 : 2차 조화파 비선형 결정
 80 : 4차 조화파 비선형 결정
 90 : 제1 자외선 필터 100 : 5차 조화파 비선형 결정
 110 : 제2 자외선 필터 120 : 빔블럭
 130 : TEC(Thermal Electric Cooler)
 140 : 제3 자외선 필터
 150 : 제4 자외선 필터 160 : 파장선택기판

도면

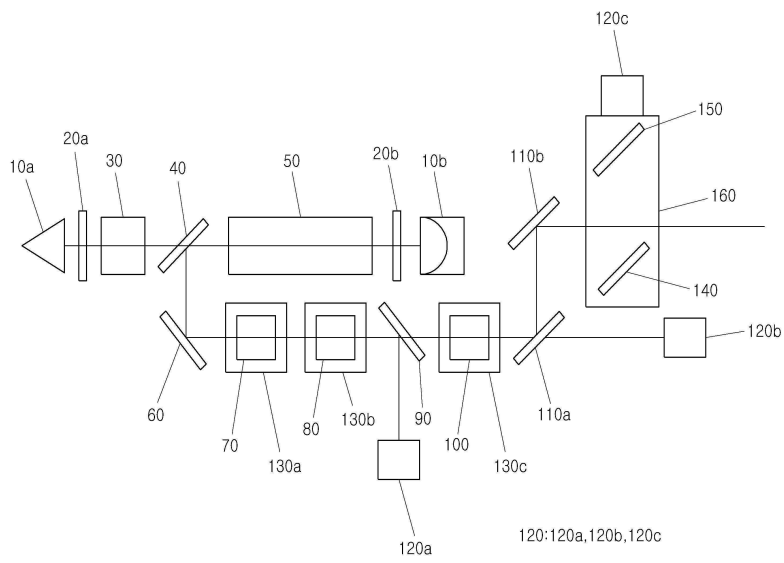
도면1



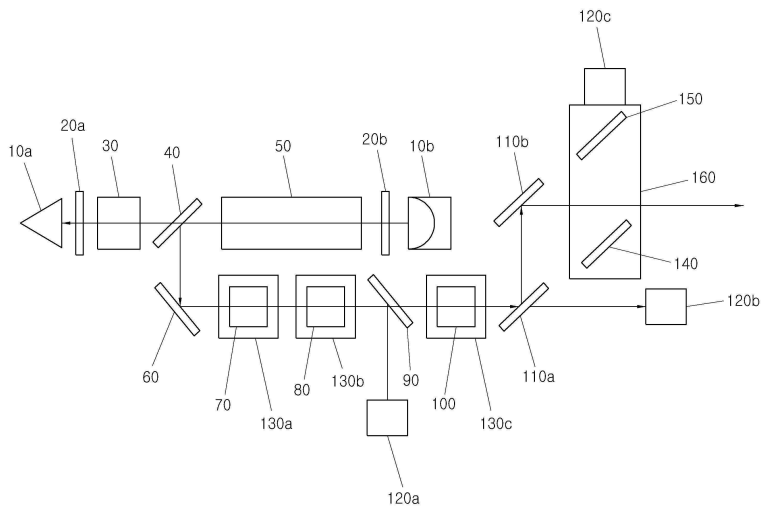
도면2



도면3



도면4



도면5

