

주기분극반전된 마그네슘 첨가 니오븀산 리튬을 이용하는 광매개 발생을 통한 적색 광원 개발

Development of the red light source by optical parametric generation using periodically poled MgO-doped LiNbO₃

정창수, 유난이, 유봉안, 이영락, 고도경, 이종민

광주과학기술원 고등광기술연구소

csjung@gist.ac.kr

레이저 디스플레이 방법은 CRT, LCD, PDP 같은 다른 디스플레이 방법에 비해 색의 구현 범위와 명암비 면에서 월등하게 앞서며, 레이저 광원의 출력이 높으면 밝기와 화면 크기도 쉽게 키울 수 있기 때문에 차세대 디스플레이의 완결판으로서 전망되어 기술 개발이 진행되고 있다. 레이저 디스플레이를 구현하기 위해서는 먼저 적색, 녹색, 청색의 삼색 광원이 필요한데, 녹색 광원은 파장이 1064nm 근처인 레이저를 이용하는 2차 조화파 발생 현상을 통해 쉽게 만들 수 있다. 적색 및 청색 광원을 만드는 방법은 여러 가지가 있으나, 녹색 빛을 펌프로 이용하는 광 매개 공진 현상을 통해 적색의 시그널 빛을 만들고 시그널과 함께 발생하는 아이들러 빛과 녹색 펌프 빛을 합주파수 현상으로 통해 결합하여 청색 빛을 만드는 방법이 있다.

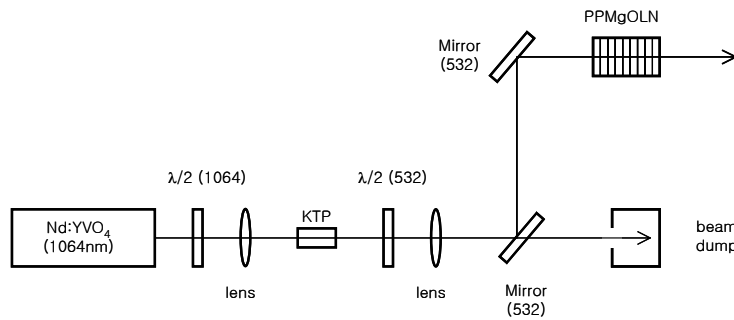


그림 1. 실험 구성도.

본 연구에서 우리는 광 매개 공진에 앞서, 그림 1과 같은 광 매개 발진 실험을 실시하였다. 이득 물질로 비선형성과 손상 문턱이 좋은 마그네슘이 5 몰 % 첨가된 PPMgO:LN을 이용하였다. 전체 크기는 두께가 0.5 mm, 너비가 7.4 mm, 길이가 20 mm이며, 각각의 너비가 1 mm인 채널이 6 개 있다. 각 채널의 분극 반전 주기는 11.2, 11.4, 11.6, 11.8, 12.0, 12.2 μm 이다. 펌프 레이저는 다이오드 여기 Nd:YVO₄ 레이저를 펄스폭 7 ns, 반복률 1 kHz로 맞춰 사용하였고 녹색 빛을 만들기 위해 KTP 결정으로 2차 조화파 발생 현상을 일으켰다. 이렇게 발생된 녹색 빛을 반파장 판을 거치게 하여 편광 방향을 변화시킬 수 있게 하였다. PPMgO:LN에서 빛 세기를 높이기 위해 렌즈를 사용하였고 532 nm 거울을 이용하여 녹색 펌프 빛을 PPMgO:LN으로 입사시켰다. PPMgO:LN의 중앙 위치에서 녹색 펌프 빛살의 지름(반치전폭)은 테이블 수평 방향으로 0.23 mm, 수직 방향으로 0.12 mm가 되었는데, 이는 각

채널의 가로 너비 1 mm와 세로 두께 0.5 mm보다 충분히 작은 값이다. 그리고 수직 방향의 지름이 0.12 mm이면 대응하는 회절 길이는 60 mm가 되는데, 이 값은 시료의 길이 20 mm보다 충분히 큰 값이다.

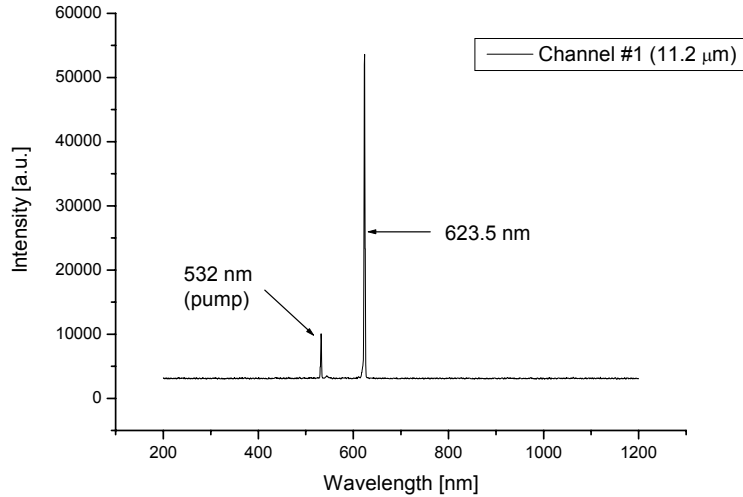


그림 2. PPMgO:LN의 채널 1에서 발생하는 시그널의 스펙트럼.

스펙트로미터를 이용하여 각 채널에서 발생하는 시그널 빛의 파장을 그림 2와 같이 측정하였다. PPMgO:LN은 2차원 스테이지에 장착되어 있기 때문에 채널을 손쉽게 바꿀 수 있었다. 그래서 각 채널에서 발생하는 시그널 빛의 파장을 표 1과 같이 측정할 수 있었다. 측정된 값과 동시에 온도 20°C에서 예상되는 각 채널의 예상값을 같이 표시하였는데, 두 값이 잘 일치하는 것을 알 수 있었다. 발생한 시그널 빛의 파장으로부터 아이들러 빛의 파장을 표와 같이 유추할 수 있다. 시그널의 파장은 623.5 nm에서 599.5 nm로 24 nm 밖에 변하지 않지만 짝이 되는 아이들러의 파장은 3625 nm에서 4725 nm로 110 nm의 큰 변화 폭을 가짐을 알 수 있다. 입사하는 펌프 빛살의 에너지를 140 μJ로 했을 때, 발생하는 아이들러 빛살과 시그널 빛살의 에너지도 측정하여 표 1에 정리했는데, 출력공진 방식이 아닌 단순한 광 매개 발생 현상임에도 불구하고 효율이 매우 높음을 알 수 있다.

채널	주기 (μm)	시그널 파장(nm)		실험 아이들러 파장(nm)	아이들러 에너지 (μJ)	시그널 에너지 (μJ)	효율 (%)
		실험값	예상값				
1	11.2	623.5	624.1	3625	14	13	19
2	11.4	619	619.4	3785	8	20	20
3	11.6	614	614.7	3984	7	19	19
4	11.8	609	610.0	4208	4	18	16
5	12.0	605	605	4409	4	21	18
6	12.2	599.5	599.6	4725	2	13	11

표 1. PPMgO:LN의 각 채널에서 발생하는 출력파의 파장 및 에너지.