

보충압력과 분압비증가에 의한 He-Ne레이자의 수명제고

김 형 길

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학기술을 발전시키는데 큰 힘을 넣어야 하겠습니까.》(《김일성전집》 제86권 309페이지)

레이자를 널리 리용하는데서 레이자의 높은 출력과 긴 수명을 보장하는것은 매우 중요한 문제로 나선다.[1-7]

우리는 고출력He-Ne레이자를 개발하고 레이자의 수명을 늘이기 위한 연구를 하였다.

He-Ne레이자는 고압직류전원과 레이자발전관으로 구성되였다.(그림 1)

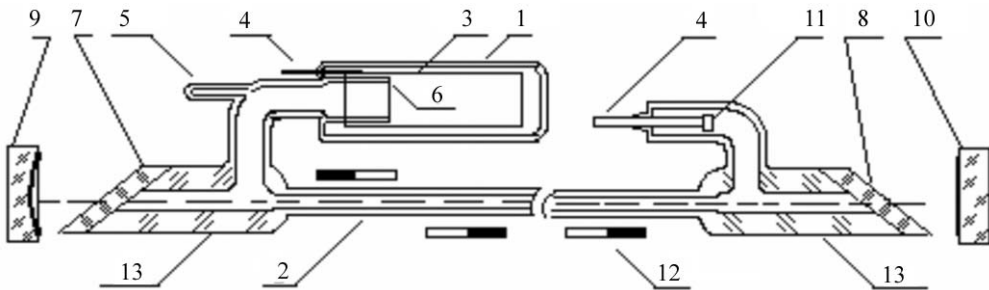


그림 1. 레이자발전관의 구조

1-음극유리관, 2-방전모세관, 3-공업용알루미늄랭음극, 4-전극도입선, 5-배기변,
6-음극비산방지안내관, 7, 8-브류스터창, 9, 10-대칭구면공진기,
11-몰리브덴양극, 12-웨어트자석, 13-런결관

그림 1에서 보는바와 같이 레이자관구조는 쌍축반외부공진기식레이자이다.

레이자는 활성매질의 길이가 0.87m이고 내경이 2.2mm인 모세관과 곡률반경이 3m이고 반사결수가 99.98%인 완전반사거울, 투과도가 3%인 평면출구거울과 브류스터창으로 구성되어있다. 레이자관안에는 활성기체가 최적압력 239.4Pa과 최적분압비 $n=6$ 으로 채워져있다.

방전전류에 따르는 레이자의 발전출력특성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 레이자의 최대출력은 방전전류가 16mA일 때 20mW이다.(곡선 1) 또한 $3.39\mu\text{m}$ 의 발전을 억제하기 위하여 방전모세관을 따라 0.02T의 세로불균일자기 마당을 걸었을 때의 레이자출력은 25mW로서 1.25배로 증가한다.(곡선 2)

He-Ne레이자의 동작수명은 거울(또는 브류스터창)오염과 활성기체의 로화때문에 끝난다. 이 레이자를 하루평균 6h씩 가동시켰는데 1996년부터 2014년까지 3차에 걸쳐 수명검사실험을 진행한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3의 곡선 1에서 보는바와 같이 최적압력과 분압비로 활성기체를 주입하였을 때의 레이자의 동작수명은 반년($\sim 1000\text{h}$)이하였다.

수명검사기간에 레이자관안에는 그 어떤 불순기체도 발생하지 않았으며 거울이나 브

류스터창오염과 음극비산도 나타나지 않았다.

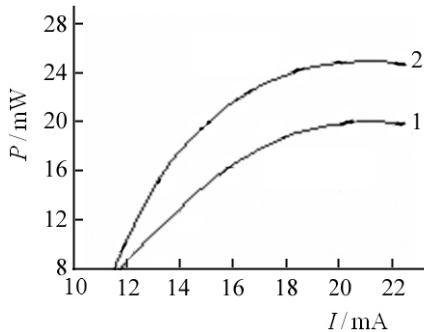


그림 2. 방전전류에 따르는 레이자의 출력
1-세로불균일자기마당이 없을 때, 2-세로 불균일자기마당이 있을 때

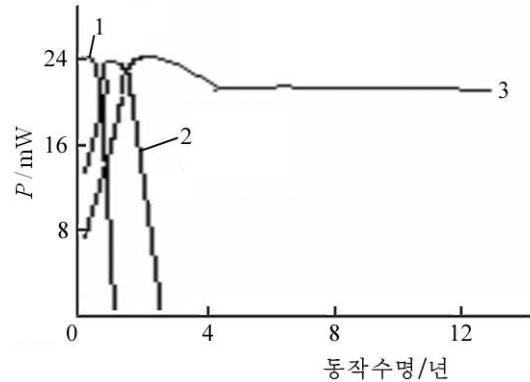


그림 3. 레이자의 동작수명
1-최적압력과 분압비로 넣은 경우, 2-1.5배로 넣은 경우, 3-2배로 넣은 경우

수명이 끝난 이 레이자관안의 압력과 분압비를 분광학[2]적으로 측정한 결과 레이자관안의 압력과 분압비가 감소하였다. Ne기체는 이온화준위가 He보다 낮으므로 전극과 관벽에 흡착, 흡수로 인한 압력감소가 He보다 심하게 나타나며 또한 He기체는 원자직경이 Ne 원자직경보다 작으므로 관벽으로의 투과가 심하게 나타난다.[3]

우리가 리용한 경질유리는 He투과계수가 대단히 작으므로 He투과만을 고려한 He-Ne레이자보관수명은 수십만시간이상으로 He투과로 인한 수명을 고려하지 않아도 된다.[4] 그러므로 활성기체의 흡착과 흡수로 인한 압력감소가 레이자의 동작수명을 감소시킨다. 활성기체의 압력과 분압비를 높이는 방법[4]으로 압력감소량을 보충해주어 레이자의 동작수명을 늘리기 위한 실험을 진행한 결과는 그림 3의 곡선 2와 같다.(2차검사기간; 1998~1999) 그림 3의 곡선 2에서 보는바와 같이 활성기체의 주입압력과 분압비를 1.5배로 증가시켰을 때 압력감소에 의한 레이자의 동작수명은 약 2년으로서 종전에 비하여 약 4배(4 000h)로 증가하였다. 수명이 끝난 이 레이자관안의 압력과 분압비를 앞에서와 마찬가지로 분광학적으로 조사한 결과 이 레이자관안에서도 관안의 압력과 분압비가 감소하였다. 이것은 레이자의 동작수명을 더 늘이기 위해서는 보충압력을 앞의 경우보다 더 증가시켜야 한다는것을 보여 준다. 2000년에 세번째로 활성기체를 주입할 때에는 활성기체의 압력과 분압비를 각각 2배로 증가시켜 주입하였다. 이때의 동작수명측정결과는 그림 3의 곡선 3에 보여주었다. 그림 3의 곡선 3에서 보는바와 같이 이 레이자는 현재(2000~2014년)까지 정상동작하고있으며 레이자의 동작수명은 15년(32 400h)이상이다.

맺 는 말

1) 고출력 He-Ne레이자를 설계제작하여 발진파장 632.8nm에서 25mW의 레이자출력을 얻었다.

2) 레이자관안에 활성기체를 최적압력과 분압비로 주입하였을 때 압력감소로 인한 레이자의 동작수명은 1 000h이하이다.

3) 압력감소를 보충하기 위해 레이저관안에 활성기체를 최적압력과 분압비의 1.5배, 2배로 증가시켜 주입하였을 때의 레이저의 동작수명은 각각 약 4 000시간이하, 3 2000시간 이상이다.

참 고 문 헌

- [1] 김형길; 자연과학논문집 65, 김일성종합대학출판사, 44, 주체89(2000).
- [2] 김형길; 계량과학, 3, 12, 1996.
- [3] M. G. Benedief et al.; Laser Physics and Applications, Springer, 308, 2006.
- [4] J. Qian et al.; Applied Optics, 51, 25, September, 6084, 2012.
- [5] Z. Wein et al.; Optics & Laser Technology, 44, 63, 2012.
- [6] X. Diao et al.; Applied Optics, 52, 3, 456, 2013.
- [7] 程成 等; 激光技术, 26, 346, 2002.

주체104(2015)년 2월 6일 원고접수

Lifetime Enhancement of He-Ne Laser by Increment of Total Pressure and Partial Pressure Ratio

Kim Hyong Gil

We have studied on the lifetime of He-Ne laser. Industrial Al that its purity is 99.8% has used as cathode of He-Ne laser and discharge tube is manufactured by Mo glass. In this case, because the gas clean-up is generated in the He-Ne laser tube if total pressure and partial pressure ratio of He-Ne laser set up as 1.5Pa and 1 : 5 respectively, lifetime of He-Ne laser becomes smaller than 1 000hours, however, when total pressure and partial pressure ratio are 399.963Pa and 1 : 10 respectively, lifetime of He-Ne laser was about 30 000 hours. Experimental results showed that the lifetime of He-Ne lasers was enhanced to 30times when total pressure and partial pressure ratio increased by twice than optimum value.

Key word: He—Ne laser