

광학계, 냉각계, 전력계의 최적화에 의한 다파장

치과용 레이저 개발

Multi-wavelength Dental Laser Development

by Design Optimization of Optics, Cooling and Power systems

윤길원¹, 김홍식¹, 전병문², 이성근², 이왕진²

1. 삼성종합기술원 메디컬응용팀, 2. B&B Systems

e-mail : gyoon@sait.samsung.co.kr

수술용으로 쓰이는 치과용 레이저로는 Nd:YAG, CO₂, Er:YAG 레이저들이 있다. 치료 부위에 따라 두 가지 응용으로 나눌 수 있다. 잇몸의 절개 등은 주로 CO₂나 Nd:YAG 레이저를 이용하여 정밀하게 그리고 출혈을 최소화 하는 레이저의 장점을 살리면서 시술하고 있다. CO₂ 레이저의 경우 강한 열적 손상작용 때문에 출력 조사 시간을 짧게 하여 사용하며, 열적 손상력이 낮은 Nd:YAG 레이저는 화이버를 접촉식으로 하여 화이버의 작은 면적의 높은 광밀도를 이용하여 시술하고 있다. Er:YAG 레이저는 충치를 마취하지 않고 직접 삭제하거나 치아의 균열을 가공하여 치아를 수지(resin)로 때우는데 아주 효과적으로 이용되고 있다^(1,2). Er:YAG 레이저의 경우 주위 신경이 열적손상을 받지 않도록 레이저 조사 부위에 물분사를 하면서 시술한다. 치과에서 레이저를 사용할 경우 잇몸 치료용과 치아 치료용이 모두 필요하나 여러 대의 레이저를 구비할 경우 공간 문제가 생기고 비용도 문제가 된다. 이런 필요에서 잇몸과 치아를 모두 치료할 수 있는 다파장 레이저를 개발하게 되었다. 이를 위하여, Nd:YAG 레이저와 Er:YAG 레이저를 모두 구비한 레이저를 구상하였다. 잇몸 시술 시 열적 손상 방지 및 1.06μm의 절개력을 보강하기 위한 1.32μm 파장을 Nd:YAG 레이저에서 별도로 발생하기로 하였다.

Spec. / Model	1.06 μm	1.32 μm	2.94 μm
max. avg. power(W)	10	8	6
energy (mJ/pulse)	50~600	50~500	50~350
rate(Hz)	5~100	5~30	3~20
handpiece	접촉식	접촉식	접촉식, 비접촉식

표 1. 레이저 개발 사양 그림

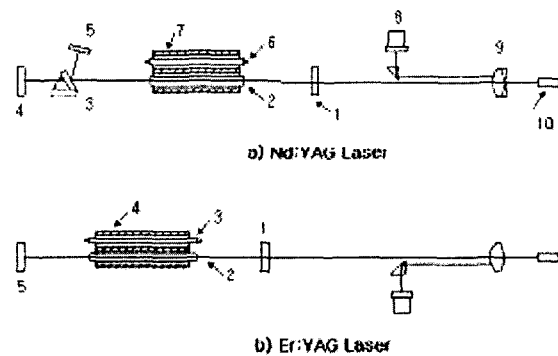
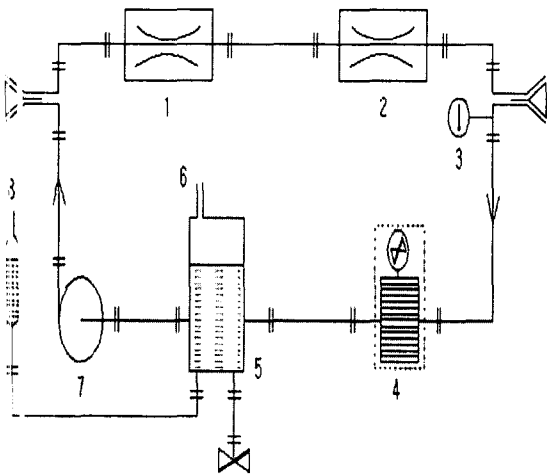


그림 1. 개발 레이저 헤드부

레이저의 개발 사양은 상기의 표 1에 보는 바와 같다. 레이저 헤드는 Nd:YAG 헤드부와 Er:YAG 헤드부로 구성 되어 있으며, Nd:YAG 헤드부에서 1.06μm와 1.32μm를, Er:YAG 헤드부에서 2.94μm를 발진시켰다. 빔전달 장치는 파이버를 이용하였으며 Nd:YAG 레이저에는 실리카 재질의 파이버를 Er:YAG 레이저에는 사파이어 재질의 파이버를 이용하였다.

레이저의 냉각시스템은 두개의 레이저 헤드를 하나의 냉각 순환시스템으로 구현을 하여 최적화를 이루었다. 물 탱크 - 펌프 - Nd:YAG 헤드 - Er:YAG 헤드 - 온도측정기 - 열교환기 - 물탱크의 순환을 이루고 있으며, 외부에서 물의 양 및 상태를 확인 할 수 있도록 flow meter를 장착하여 사용의 편리성을 고려 하여 구현 하였다 (그림 2). 전력은 AC220V, 60Hz를 공급하며 정류기를 통과한 후 레이저 전원 공급 장치의 콘덴서 뱅크에 저장을 한 후 분배기를 이용하여 레이저 헤드별로 공급을 하게 하여 두 가지 레이저 헤드를 하나의 전력 공급 장치로 구동할 수 있게 하여 부피 및 부품의 최적화를 기하였다. Nd:YAG 레이저가 낮은 발진 threshold를 가지고 높은 펄스주파수를 가진다⁽³⁾. 이와 대비하여 Er:YAG 레이저는 높은 발진 threshold를 가지면서 레이저 펄스 주파수가 낮다. 이 점을 이용하여 하나의 고전압전원장치로 Nd:YAG이나 Er:YAG 레이저 헤드의 구동이 모두 가능한 전력계를 개발하였다.

이와 같은 광학계, 냉각계, 전력계의 최적화 설계를 통하여 compact한 3파장 레이저 (크기 80x36x81cm)를 구현할 수 있었다. 그림 3은 상품화된 레이저를 보여주고 있다.



- | | |
|-----------------|------------------------|
| 1 Nd:YAG cavity | 2 Er:YAG cavity |
| 3 thermal gage | 4 fan & heat exchanger |
| 5 cooling tank | 6 air vent |
| 7 cooling pump | 8 flow meter |

그림 2. 냉각 시스템

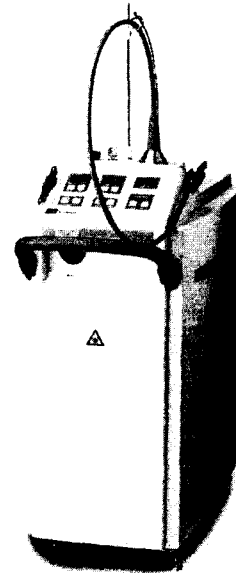


그림 3. 상품화된 다파장 치과용 레이저

참 고 문 헌

- [1] E.V. Zharikov, I.A. Ivanov, V.B. Tsvetkov, I.A. Shcherbakov, G. Phillipps, L. Leininger, 3 μ m erbium lasers, Proc. SPIE 1839 (Solid State Lasers and New Laser Materials), 69-72 (1991)
- [2] G. Mueller, C. Scholz, Th. Ertl, K. Doershel, Biophysics of laser tissue ablation in bone and dental treatment, Innovation and Technology in Biology and Medicine, Laser 90, v.11, Special Issue 1 (1990)
- [3] W. Koechner, Properties of solid-state laser materials, Chap. 2 in Solid-state laser engineering, pp47-60, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1992)