2. 9 μ m 帯 Er : YAG パルスレーザの開発

Development of 2. 9 μ m pulsed
Er : YAG laser

工藤秀悦 渡部修一 山根毅士

S.Kudo, S.Watanabe, T.Yamane

日本電気（株）レーザ装置事業部

Abstract

The Er:YAG crystal laser emitting at a wavelength of 2.94 μ m has been expected to be useful in medical application because its wavelength coincides with the strong absorption of water in tissue. In this paper, we report the maximum output energy of 2.7J (pumping energy 187J, pulse repetition 8pps) under normal pulse oscillation condition. The maximum average power obtained was 32.5W (pumping energy 187J, pulse repetition 15pps). The experiment of 2.94 μ m laser pulse transmission with a fluoride glass fiber was also performed, and the maximum transmission efficiency of 84% was obtained.

1. はじめに

エルビウム (Er) 固体レーザは0.85 μm 帯、1.5 μm 帯、2.7~2.9 μm 帯などに離散的に強い発振線を、多数有している。従来、Er 固体レーザは測距装置または光ファイバ破断点探索用の光源として1.5 μm の波長が用いられる程度であった。

最近になり、波長2.9 μm で発振するEr : YAGレーザの医療用レーザとしての有用性が指摘されこの波長でのレーザ発振器の開発が活発に行われている。¹⁾

2. 医療用Er : YAGレーザの特徴

波長2.9 μm で発振するEr : YAGレーザの特長を以下に示す

- 1) 発振波長が2.9 μm であるため水の吸収帯に一致
- 2) このため水を多く含む生体組織の微小領域の切除や穿孔が簡単に行える
- 3) フッ化物ガラスを用いた光ファイバによるファイバ伝送が可能である
- 4) レーザ照射時の生体ダメージが照射領域のみで最小限に抑えられる

等があげられる。

3. レーザ発振特性

使用したEr : YAG結晶は $\phi 6 \times 100 \text{ mm}$ 、Er濃度は30 at. %である。Er : YAGは800 nm、650 nm、550 nm~近紫外に吸収のピークがあるため励起ランプにはXeフラッシュランプを用いた。励起ランプの光をEr : YAGロッドに集光励起する集光器には銀メッキを施した楕円筒のものを用いた。入出力特性を図1に示す。

図1 繰り返しをパラメータとした平均出力特性

パルス繰り返し8 ppsにて最大出力エネルギー2.7 J (励起入力187 J) が得られた。パルス繰り返し15 ppsにて最大平均出力32.5 W (励起入力187 J) が得られた。パルス繰り返し20 ppsにおいて平均出力が減少しているが、これはEr : YAG結晶の熱的損失が増大するためと考えられる。

4. 光ファイバ透過特性

次に、Er : YAGレーザ光の光ファイバ透過特性を示す。使用した光ファイバの特性は

コア材質	フッ化物ガラス
直径	300 μm
長さ	3.1 m
NA	0.2

である。図2に光ファイバ透過パワーと透過率を示す。84%の透過率が得られている。

5. むすび

Er : YAGレーザは、現在医療用レーザ装置として実用化されているNd : YAGレーザと同様の技術で実用化が可能であり、また光ファイバ伝送が可能であるため内視鏡と併用することができる。

今後さらに高効率化を行う予定である。

Er : YAGレーザが多く医学分野で使用されることを切望する。

図1 : Er : YAG入出力特性

図2 : Er : YAGレーザ光の光ファイバ透過特性

参考文献

- 1) 鷲尾邦彦：日経ニューマテリアル7月13日号 (1987) pp115-123

図2 ファイバ透過特性