

**Mittuniversitetet**

MID SWEDEN UNIVERSITY

Radiation induced losses in ytterbium doped laser materials

Author licentiate thesis: Sara Rydberg

STC Research Center part of Mid Sweden University

Abstract:

In this work, two types of ytterbium (Yb) doped laser materials are studied, crystalline Yb:YAG and amorphous Yb/Al silica in both preform and fiber. Yb is suitable as a laser ion because of its simple energy level structure and low quantum defect. The ground and excited energy levels are separated by $\sim 10000 \text{ cm}^{-1}$, but the existence of another transition in the ultra violet (UV) region causes problems in a Yb doped laser. The UV absorption band represents a charge transfer (CT) transition which involves the transition of an electron from a nearby oxygen ion to the Yb ion and changes the Yb ion from trivalent to divalent with the corresponding formation of a hole center. The color center formation causes a permanent optical loss in the material in the visible to near infrared (NIR) spectral region, which absorbs the pump and laser wavelengths. The output power of the laser is reduced and this is known as the photodarkening (PD) phenomenon.

It is suggested that the excited state absorption of the Yb^{3+} ion is involved in the transfer route of NIR photons to the UV range.

The increase of Yb^{2+} upon UV irradiation is shown in both Yb:YAG and the Yb/Al silica preform. The existence of Yb^{2+} luminescence from a photodarkened fiber is also shown, which proves that PD occurs through a CT process.

**Mittuniversitetet**

MID SWEDEN UNIVERSITY

Radiation induced losses in ytterbium doped laser materials

Författare licentiatuppsats: Sara Rydberg

STC Forskningscenter en del av Mittuniversitetet

Sammanfattning:

I det här arbetet studeras de två ytterbium-dopade lasermaterialen Yb:YAG och Yb/Al-dopat glas i form av både preform och fiber. Ytterbium är lämplig som laserjon på grund av sin enkla energinivåstruktur och låga kvantdefekt. Grundtillståndet och det exciterade tillståndet är separerade med $\sim 10000 \text{ cm}^{-1}$, men det finns ytterligare en övergång, i UV-området, som kan skapa problem i en ytterbium-dopad laser. Denna UV-absorption innebär en laddningsöverföring (CT) från en omgivande syrejon till ytterbiumjonen och leder till en valensändring i ytterbiumjonen från trevärd till tvåvärd och bildandet av ett färgcenter. Bildandet av färgcenter skapar en permanent optisk förlust i materialet, i det synliga till nära infraröda området, vilket absorberar pump- och laserstrålningen. Laserns uteffekt reduceras och detta fenomen är känt som "photodarkening" (PD).

Det föreslås att absorption från det exciterade tillståndet i Yb^{3+} -jonen är en bidragande orsak till den överföring av nära infraröda fotoner till UV-området som sker.

En ökning av Yb^{2+} vid UV-strålning visas både för Yb:YAG och för den Yb/Al-dopade glaspreformen. Förekomsten av Yb^{2+} -luminescens från en Yb/Al-dopad fiber som har genomgått PD visas också, vilket bevisar att PD sker genom en CTprocess.