17p-A8-3

# EDFA の反転分布回復計測のための単色ポンプープローブ法

## Single wavelength pump-probe technique to measure population recovery in an EDFA

北里大理　○黒田圭司，小野寺温子，吉國裕三

Department of Physics, Kitasato University, ○Keiji Kuroda, Atsuko Onodera, Yuzo Yoshikuni

E-mail: kkuroda@kitasato-u.ac.jp

我々はエルビウム添加ファイバー増幅器(EDFA)のナノ秒、マイクロ秒オーダーの単一パルス、あるいは有限個数のパルス列への過渡的応答を詳細に調べ、高ピークパルス発生、可飽和吸収時間ゲート、干渉効果による光メモリなどへ応用することを目標にしている。本研究では直接変調型半導体レーザーから発生させた 100ns のパルスペアを用いて単色ポンプープローブ計測を行い、EDFA の反転分布の回復時間を測定したので報告する。

実験では任意波形発生器から波長 1.5μm でパルス間隔可変の矩形波 100ns パルスペアを発生させ、利得状態の EDFA に入射する。EDFA によって増幅されたパルスを減衰器で減衰させた後、フォトダイオードで検出する。図 1(a) にパルス間隔 20μs の時の増幅パルスペアの時間波形を示す。それぞれのパルスが矩形波から大きく変形していることが分かる。これは EDFA 内の利得の飽和(反転分布$\Delta N_{21}$の減少)によるものである。よって 1st パルスをポンプ光、2nd パルスをプローブ光として用いることで 1st パルスによって引き起こされた分布減少後の回復を 2nd パルスでプローブすることができる。ここでファイバー内の反転分布の大きさを$\Delta N_{21}$、ファイバー長を L、比例係数をαとすると、プローブパルスの入射光強度 $I_{in}$ と出射光強度 $I_{out}$ の関係は小信号を仮定すると $I_{out}=I_{in}\exp(\alpha L\Delta N_{21})$で表わされる。この式の対数をとることで$\Delta N_{21}\propto\ln(I_{out}/I_{in})$の形から反転分布の時間変化がわかる。ただし小信号利得条件を満たすためにはプローブ光の光子数が分布に影響を与えない程度に少ない必要がある。そこでプローブのパルスフロント部分(図 1(b)の矢印)のみを用いることで、プローブ光子数を疑似的に減らし計算を行う。パルス間の遅延 T を変えた時の$\Delta N_{21}$の大きさの変化を図 1(c)に白丸でプロットする。これから$\Delta N_{21}$は二つの時定数を持つ指数関数で回復することがわかる。この二つの時定数はエルビウム三準位の基底状態1から励起状態3への励起レートと励起状態3から準安定状態2への無輻射緩和時間によるものである（図1(c)Inset 参照）。今回の方法は単一光源を用い、単色、同軸の非常にシンプルなセットアップで行えることが大きな特徴である。

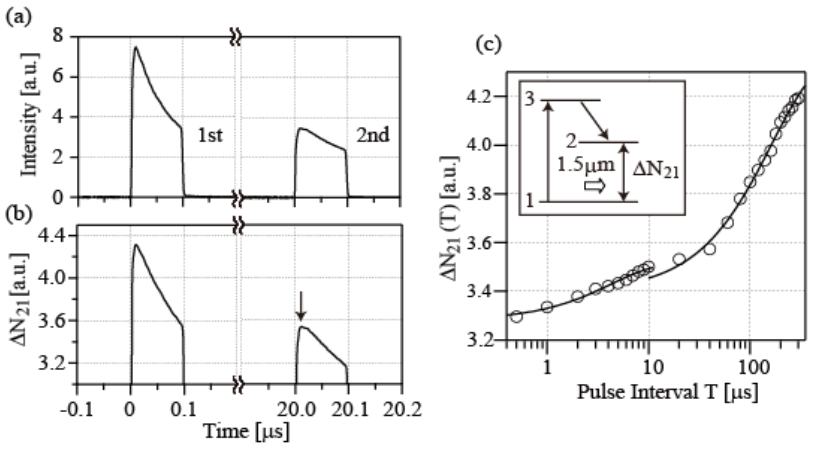


Figure.1 (a) Temporal profile of an amplified pulse pair with a pulse interval of 20μs. (b) Temporal profile of population inversion calculated from the profiles in Fig. 1(a). (c) Dependence of $\Delta N_{21}$ (T) on the pulse interval T. Inset: Energy scheme of Er3+.



© 2013 年　応用物理学会