

量子ドットコムレーザーによる多波長光発生と光強度安定性の検討

Characterization on Power Stability of Quantum Dot Comb Laser

情報通信研究機構
光伸光学工業株式会社

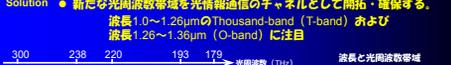
山本直克、赤羽浩一、梅沢俊匡、川西哲也
友松泰則、山野井俊雄、遠藤尚

1. Our research target

新しい光周波数帯域 (T+O band) の開拓

Problems ◆ 現在の光通信ネットワークでは1.55μm帯 (C-band) のコヒーレント光が広く使われている。
◆ 将来、光情報通信の利用がさらに進み、トラフィック増大や接続点数の増大が社会問題に発展する可能性が危惧される。

Solution ◆ 新たな光周波数帯域を光情報通信のチャネルとして開拓・確保する。
波長: 1.0~1.26μmのThousand-band (T-band) および
波長: 1.26~1.36μm (O-band) に注目

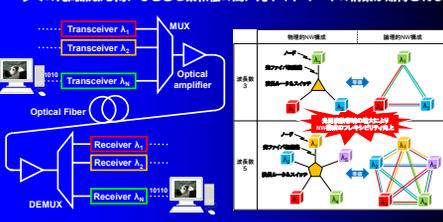


Band	Wavelength (nm)	Frequency (THz)
T-band	1000	299.79
O-band	1260	237.48
E-band	1360	219.85
S-band	1460	205.14
C-band	1530	195.88
L-band	1565	191.69
U-band	1625	184.55

注目に値する光周波数帯域 従来の光情報通信にもっとも広く利用されている光周波数帯域
Traffic jam
N. Yamamoto et al., OPEX 18(5) 4895 (2010), OPEX 16(24) 19336 (2008)

新しい光周波数帯域 (T+O band) の開拓

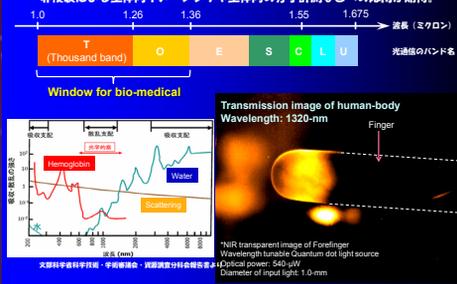
◆ 光情報通信に利用可能なチャネル数を大幅に拡大できる。
◆ 多くの光周波数帯域を用いることで柔軟性の高い光ネットワークの構築が期待される。



→ 波長多重技術により大容量伝送が実現
→ スーパーチャネルによる超高速伝送
→ 論理的により複雑なネットワーク構成
→ 柔軟性に富んだネットワーク構成

バイオメティカル分野におけるT+O band利用

◆ T+O bandが「生体の窓」の波長域であることから、非侵襲による生体内イメージングや生体内の分子計測などへの応用が期待。



2. Attractive photonic device; Quantum dot comb laser, How to fabricate?

革新的光デバイス実現を目指して

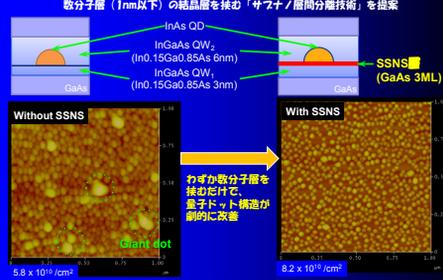
~3次元閉じ込め系である量子ドットの利用~



- ◆ 電子と正孔の高い閉じ込め (高光効率)
- ◆ サイクル設計により量子単位の制御が可能 (発光波長の制御性)
- ◆ 個々のドットが電気的に独立
- ◆ 格子定数に束縛されない材料選択の自由度

量子ドットの高密度化・高品質化

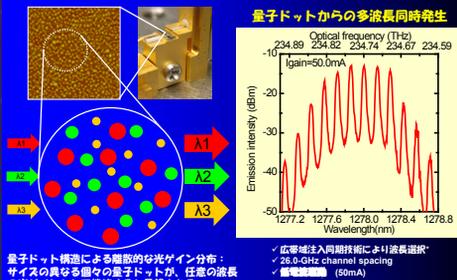
~サブナノ層間分離技術 (Sandwiched Sub-Nano Separator) ~



N. Yamamoto et al., Physica Status Solidi C 8, pp. 328-330 (2011).

量子ドット光ゲインチップによる多波長レーザー発振現象

~量子ドットコムレーザー技術 (Quantum dot comb laser) ~

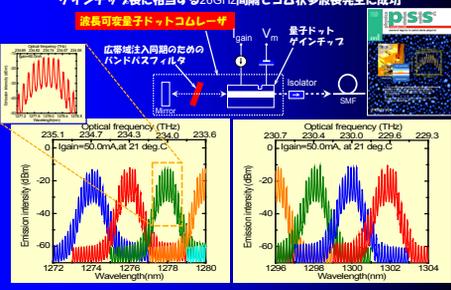


◆ 広帯域注入同期共振により波長選択
◆ 26.8 GHz channel spacing
◆ 発振波長: 1272.8 nm (60 nm)

3. Characterization of Quantum dot comb Laser

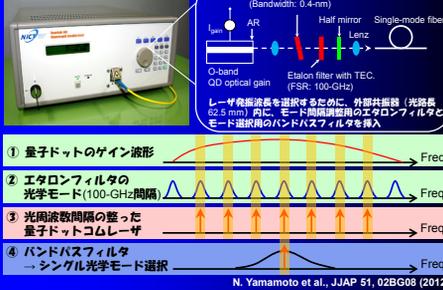
量子ドットコムレーザーの波長可変特性

~波長可変量子ドットコムレーザーの開発~



量子ドットコムレーザーの光強度安定性の評価

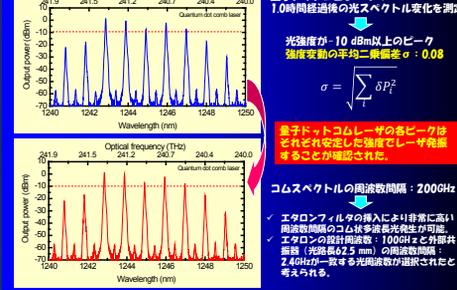
~光学セットアップ~



N. Yamamoto et al., JJP 51, 02B008 (2012).

量子ドットコムレーザーのパワー安定性評価

~多波長光周波数コムレーザーの長時間測定結果~



◆ エタロフィルタの挿入により非常に高い周波数安定性のコム波長多波長発生が可能
◆ スタビロンの設計精度: 100nmを外部共振器 (光路長0.25 nm) の共振器間隔
◆ 2.4GHzに一致する光周波数選択されたことがわかる。

4. Summary & Future prospects

本研究のまとめ

◆ シンプルなサブナノ層間分離技術により高密度・高品質量子ドット構造が作製可能である。
◆ 量子ドット光ゲインチップのデバイス長 (共振器長) に合った周波数間隔 (26GHz) で安定したコム波長発生が実現された。
◆ バンドパスフィルタによる広帯域注入同期共振を用い、1274~1302nm (帯域幅: 5THz) の広帯域波長可変量子ドットコムレーザーの動作が確認された。
◆ 外部共振器内へのエタロフィルタ挿入による共振波長選択法を用いることで、量子ドットコムレーザーの波長可変性 (100GHz) で動作させることが確認された。
◆ 量子ドットコムレーザーによる多波長発生時の各ピークの光強度変動 (1時間) は平均二乗偏差で0.08と小さく、量子ドットコムレーザーの光強度安定性が確認された。

量子ドットコムレーザー技術の将来展望①

~波長多重光データ伝送用光源としてのQD-CML利用の可能性~

- ◆ 1チャネルの量子ドットレーザーを波長多重コヒーレント光源として活用
- ◆ 量子ドットコムレーザーの各波長ピークをキャリア波として10Gbps/0.8km光データ伝送実験
- ◆ 多波長コムレーザーによる高速データ伝送
- ◆ 柔軟性に富んだネットワーク構築
- ◆ パワーペナルティ: 2dB以内を達成

量子ドットコムレーザー技術の将来展望②

~Radio over Fiber技術などへの応用の可能性~

- ◆ 2波長同時発生レーザーによるシンプルさな波長: マイクロ波発生
- ◆ 量子ドット高線形可変利得増幅器によるファイバロコック配位や、生体イメージング用二光子吸収顕微鏡への応用