world news

量子カスケードレーザ

陽子とガンマ線照射下で 良好パフォーマンスを示した宇宙用途 QCL

中赤外 (mid-IR) 域の多くの分光アプリケーションや他の光学アプリケーション向けでは、量子カスケードレーザ (QCL)を凌駕するコヒレント光源は存在しない。実際、プリンストン大学の著名な、健康と環境のための中赤外技術工学研究センターは、完全にQCLにフォーカスしているわけではないが、同センターはこの技術から大きな恩恵を受けており、クレア・グメイヒルディレクターは、QCLの研究で知られている。

先頃、米パシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL)、航空宇宙工学研究所、ユタ州立大の研究グループが、QCLに放射線照射を行い、その後のパフォーマンスを調べ、QCLの宇宙適正評価研究を行った。その結果は、将来の宇宙科学ミッションに役立つものであるが、それによると、異なるベンダー2社のファブリベロ(FP)QCLは、宇宙レベルの放射線照射を受けた後の出力、しきい値電流、スロープ効率に計測できるほどの変化は見られなかった。

研究グループは、7個のQCLと1個のコントロールをテストした。2つは浜松ホトニクス製で、波長5.3μm、銅マウントに、劈開面、エピサイドアップマウントされている。研究者には、これら2つのレーザの設計詳細はあまり知らされていない。他の5 QCLおよび実験コントロールはソーラボ社が買収したマキシオンテクノロジーズ製だった。これらはAlInAs/GaInAsへテロ構造で、4つの量子井戸活性領域を持つ。2つのマキシオン製QCLレーザは、それぞれ8.2μmと5.4μm、その他の3個



図1 プラスチック箱 (ポストにマウント)の 量子カスケードレーザ (QCL) は、PNNLの 高暴露施設のコバル対の て整列されている。の で整列されているので で表初のセットはの を行う、からい 線照射中に測定器する は、PNNL提供)。

は 7.3μ m $\sim 7.8\mu$ m 域で発振する。全 QCL は、実験のために少なくとも 100 時間バーンインした。

陽子照射とガンマ線照射

これらのQCLは、29イプのイオン化放射、1.17MeVと1.33MeVエネルギーのコバルト60 ガンマ線と64MeV陽子線を受ける。QCLが受ける総線量は $20\sim46.3$ krad(SI)(国際単位系SIに対するkrad単位)となる。比較すると、高度700km、傾斜60°、0.2g/cm²アルミシールドの典型的な人工衛星なら、7年

間に累積33.3krad (SI)の累積線量を受けることになる。陽子照射テストはカリフォルニア大デービス校のクロッカ核研究所で行われた。各照射線量は、 7.46×10^{10} protons/cm²陽子フルエンスで供給される10 krad (SI)。この値選択の理由は宇宙の関連する条件で予想される陽子フルエンスよりも遙かに高いからである(例えば、上述の人工衛星なら1日に約 3×10^4 protons/cm²が照射されることになる)。

ガンマ線照射実験はPNNLで行われた。QCLを薄いプラスチック箱に入れ、

コバルト60源の近くに置いた。各8.77 krad(SI)で、 $2\sim3$ 週の間隔を置いて3 度の放射線照射を行い、総線量は26.3 krad(SI)だった。

各QCLの出力特性は、放射線照射前に熱電対検出器を使って評価している。QCLは、熱の影響を最小化するように温度制御シンクにマウントした。レーザはデューティサイクル50%、40kHzで100%変調深度で駆動した。実験を反復しないことの最も重要な根拠の一つは、熱的マウントからレーザを取り外して再度マウントすること(これには多数のレーザをテストする必要がある)。こうした影響を最小化するために研究グループは、10回の別の計測を平均化した。

結果

64MeV陽子による照射では、一方の 浜松製QCLは、しきい値電流がわず かに上昇したが、その量はマウンティ ングに関連する測定不確かさによるも のと考えられ。第2の浜松製QCLでは、 しきい値電流の増加は見られなかっ た。最初の浜松製レーザとマキシオン 製レーザには、次にガンマ線を照射し た。しきい値電流は計測できるほどの 変化を示さなかった(他方の浜松製の レーザは、実験中の取扱で壊れた)。

次にすべての5個のマキシオン製 QCLに10krad(SI)線量の陽子照射を 行った。5個全てで、計測できるほどの変化はしきい値電流に見られなかった。 実際、そのうちの4個はしきい値電流が下がり、スロープ効率は全て測定誤差の範囲に留まった。最後に、フーリエ変換IR(FTIR)分光計で行ったスペクトル計測では、どのQCLでもスペクトルの大きな変化は見られなかった。

研究グループは、他のベンダのFP-QCLも放射線照射の影響を受けないと考えている。異なるタイプのQCL、シングルモード分布帰還型(DFB)QCLは、それ独自のテストを行って耐放射性を判定する必要がある。

参考文献

(1) T. L. Myers et al., Appl. Opt. 54(3) (Jan. 2015); http://dx.doi.org/10.1364/AO.54. 000527.

LFWJ

光産業技術マンスリーセミナー O TDA

Optoelectronics Industry and Technology Development Association

プログラム(6~7月)

No. / 開催日	講演テーマ/講師
第 385回 6月16日(火) 15:30-17:30	「放送用先端イメージング技術とその医学応用」 〜超高精細8Kテレビと超高感度HARP撮像管の技術を中心に〜 講師:谷岡健吉氏 (一般社団法人メディカル・イメージング・コンソーシアム)
第 386回 7月21日(火) 15:30-17:30	「デジタルコヒーレント光通信用波長可変レーザの現状と動向」 講師:金子 俊光氏 (住友電気工業株式会社)

■場所 一般財団法人光産業技術振興協会

■定員 各60名

■参加費 光協会賛助会員:1,500円(税込み) / 一般参加:3,000円(税込み)

※支払いは、当日受付にて現金でお願いします。

■申込方法 オンライン申込フォーム >>> http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly_postmail.html

■申込締切 定員になり次第締め切ります。なお、締め切った場合には Web 上にその旨を掲載します。

問い合わせ先
一般財団法人光産業技術振興協会マンスリーセミナー担当
潮田、綿貫

〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10 住友江戸川橋駅前ビル7F TEL:03-5225-6431 FAX: 03-5225-6435 E-mail: mly@oitda.or.jp URL:http://www.oitda.or.jp/