

V12b フォトニック局部発振器用フォトミキサーの冷却実験

高野秀路、上田暁俊、飯塚吉三（国立天文台）、平松正顕（東大理）、関本裕太郎、野口卓、石黒正人（国立天文台）、伊藤弘（NTT フォトニクス研）、永妻忠夫（NTT マイクロシステムインテグレーション研）

我々はフォトニック技術を用いた電波天文受信機用の局部発振器の開発を行っている。この方式は、波長の異なる2本のレーザー光を光ファイバーで伝送し、フォトダイオード (PD) 上に集光することにより、差周波としてミリ波サブミリ波を得るものである。原理的に広い周波数範囲をカバーでき、また遠方への伝送も容易なため、南米チリに建設中の大型ミリ波サブミリ波干渉計 ALMA などに適している。すでに 100 GHz 帯で約 2 mW の出力が得られるフォトミキサーが完成している (Ueda et al. 2003)。今回はその冷却時の性能を評価し、将来受信機デュワー内で使用する場合を想定した基礎的なデータを得た。

実験ではフォトミキサーを真空デュワー内に設置し、He 冷凍機で 4 K まで冷却した。冷却中及び室温までの昇温中に、光電流、RF パワーなどを測定した。得られた結果は以下の通りである。(1) 光電流は 4 K 冷却時に、室温での約 1/6 に減少した。これは、レーザー光のアラインメントのずれ、及び PD での光の吸収係数が低下したためと考えられる。これに伴い、RF パワーも減少した。ただし、光電流の 2 乗が RF パワーに比例することを用いて、一定電流値でのフォトミキサーの RF 変換効率を計算すると、4 K においても室温とほぼ同じであった。(2) 冷却と昇温のサイクルを 2 回繰り返したところ、結果には再現性があり、フォトミキサーに劣化は見られなかった。(3) 1527, 1550, 1562 nm 付近の 3 通りの波長のレーザー光を使用したところ、より短波長の光を用いた方が、冷却とともに相対的により効率よく光電流を発生した。これは PD での光の吸収係数の性質に由来する現象と考えられ、そのメカニズムについて検討している。