

V127b ALMA Band 10 対応の Sideband Separating (2SB) 方式冷却受信機的设计

玉川陽大, 瀬田益道, Dragan Salak, 中村美月 (関西学院大学), 長谷川豊 (ISAS/JAXA), 小嶋崇文, 藤井泰範 (国立天文台), 小川英夫 (大阪府立大学)

サブミリ波帯でのヘテロダイナミック分光観測では、周波数と時間変化に対する大気透過率変化が激しいので Single side band (SSB) 方式が良い。ローカル (LO) 信号の周波数に対して中間周波数帯域 (IF) だけ離れた Lower side band (LSB) と Upper side band (USB) を同時に別々に SSB 受信する Sideband Separating (2SB) 方式では観測効率が上がる。2SB 方式を実現する手段の一つに、(1) 二つの観測 (RF) 信号を電力的に二分し位相差を 90° つけ (2) それぞれを Double side band (DSB) Mixer で周波数変換し (3) さらに位相差を 90° つけ (合計 180° (半波長分)) 干渉させるものがある。ALMA Band 10 (787 GHz~950 GHz) の受信機は低雑音化が困難なため、USB と LSB の両方を受信する DSB 方式である。我々は Band 10 での 2SB 方式の実証モデルの開発を目指している。

2SB 受信機は、(2) を担う DSB Mixer の前段に、(1) を担う RF 90° Hybrid Coupler, LO 信号を二分する LO Divider, RF 信号に LO 信号を結合させる LO Coupler から成る導波管ユニットを付加し、後段には (3) を担う IF Hybrid を組み合わせる。これを冷却受信機の 4K ステージに設置し、LO 信号は常温の 800 GHz 帯の信号源から準光学的に導波管ユニットに導く。LO 信号源は約 $30 \mu\text{W}$ 以上の出力を確保し、DSB Mixer はその動作のために約 $0.5 \mu\text{W}$ 必要なので、信号の二分化, DSB Mixer までの損失 -3.5 dB を考え、LO Coupler の結合率を -11 dB とした。RF 90° Hybrid Coupler は 2 本の平行な導波管を結ぶブランチの数, 幅, 高さ, 間隔を調整する事で役割を果たすので、電磁界解析ソフトを用いて最適値を検討した。設計の結果、787 GHz~950 GHz に対し、伝送率と位相差の帯域内偏差が $\pm 0.4 \text{ dB}$ 以下, $\pm 0.5^\circ$ 以下、反射損失が -20 dB 以下を見込んでいる。