2 つの周波数コンバータおよび位相遅延回路を用いた広帯域アイソレータの概念実証実験

Demonstration of a wideband isolator using two frequency converters and two phase delay components

国立天文台 [1]，大阪公大 [2]　○(D)増井 翔 [1,2]，小嶋 崇文 [1]，鵜澤 佳徳 [1]，大西 利和 [2]

NAOJ [1], OMU [2], ◦Sho Masui[1,2], Takafumi Kojima[1], Yoshinori Uzawa[1], Toshikazu Onishi[2]

E-mail: sho.masui@grad.nao.ac.jp

電波天文学や超伝導量子計算機において、大規模集積回路は重要な課題開発の一つとなっている。超伝導回路において、大規模システムの実現を阻むデバイスの一つに、フェライトを用いたマイクロ波非相反冷却アイソレータがある。このアイソレータは、広帯域かつ許容可能な低損失を有しているものの、センチメートルオーダーの物理サイズを有し、超伝導回路に比べて遥かに大きいため、集積化に向かない。そのため我々は、新たな原理を用いた集積化可能なアイソレータの実現を目指している。

我々が提案する回路は、二つの周波数コンバータと二つの位相遅延回路、局部発信器(LO)から構成されている(図 1)。一つ目のミキサでアップコンバートされた信号が、周波数コンバータ間の伝送線路等において位相遅延し、次の周波数コンバータでダウンコンバートされる。その際に、アップコンバート時に生じた二つのサイドバンドが合成され、入力と同じ周波数で出力される。周波数コンバータ間の位相遅延量 Φ_1 とそれぞれの周波数コンバータに入力する LO 信号の位相差 Φ_2 を調整することで、片方向には同位相で合成し、逆方向には逆位相で合成する非相反回路を構築できる。

市販のコンポーネントを用いて、本原理の実験的な実証を進め、0.01–1.50 GHz において 17 dB 程度のアイソレーションが確認できた(図 2)。この結果は、各コンポーネントの損失などを考慮した理論計算とも一致している。さらに、試験的ではあるが、国立天文台で開発されている超伝導マイクロ波増幅器[1], [2]と組み合わせることで、利得を持ったアイソレータとしての動作も確認できている。本講演では、本回路の原理と実験結果について発表する。

[謝辞] 本研究は、JST [ムーンショット型研究開発事業]グラント番号 [JPMJMS2067]、JSPS 科研費 JP19H02205, JP22H04955 の助成を受けたものです。

[参考文献]

[1] T. Kojima, et al. 2018, *AIP Advances*.
[2] Y. Uzawa, et al. 2020, *Proc. SPIE*.

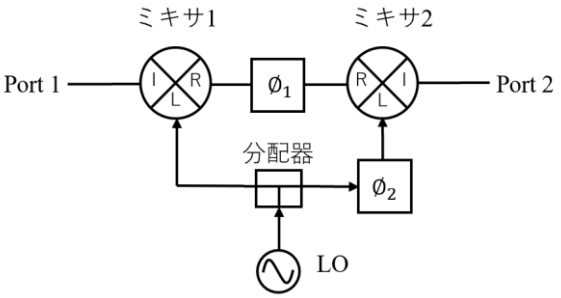

図 1. 新原理を用いたアイソレータの概念図

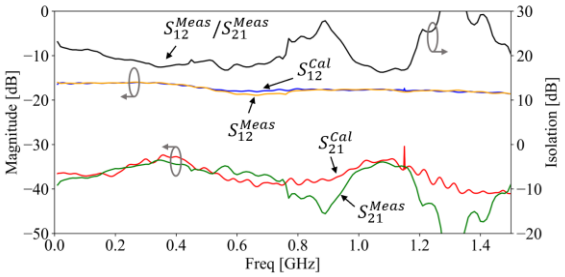

図 2. アイソレータの S_{21} と S_{12} の実験結果及び理論計算結果