

超伝導を用いたローパスフィルター型セミリジッドケーブルの開発

Development of superconducting low-pass filter semi-rigid cables

旭川高専¹, コアックス² ◦久志野 彰寛¹, 笠井 荘一²Asahikawa National College of Technology¹, COAX, CO. LTD.², ◦Akihiro Kushino¹, Soichi Kasai²

E-mail: kushino@asahikawa-nct.ac.jp

自然科学から産業応用にいたる様々な分野で、超伝導デバイスの研究開発が進められている。ヘリウム温度やそれ以下の極低温では、正確な信号読み出しに加えて、熱侵入を抑える点からも特に配線の選定に注意を払わなければならない。従来ツイスト線や同軸ケーブルが極低温から室温に至るまでの計測配線として広く用いられてきた、ツイスト線はコンパクトで冷凍機への実装が容易ではあるものの、同軸ケーブルに比べて高周波領域での減衰が大きくなる。同軸ケーブルの中でも外部導体に編組でなく継ぎ目のない金属パイプを用いたものはセミリジッドケーブルと呼ばれ、特に高周波の測定で用いられている。しかしながら、一般に電気抵抗の小さな金属は熱伝導率が高いために、極低温での利用には断面積を小さくしなければならないといった困難があった。我々はこれまでに外部導体、中心導体ともにニオブ、ニオブチタン等の超伝導体を用いた、直径 0.33 mm から 1.60 mm のセミリジッドケーブルを開発し、高周波特性と微小な熱侵入との両立を図ってきた。

一方、中心導体に超伝導金属と常伝導合金を適当な厚みで組み合わせると、高周波における表皮効果と、二種の導体間の電気抵抗の違いを利用することでローパスフィルターを構成できる。高周波信号ほど中心導体表面のキュープロニッケル部分をながれようとするため減衰は大きくなる。今回、直径 0.18 mm のニオブチタン線に 10 μm 程度の厚みでキュープロニッケル合金をクラッドした中心導体を、絶縁体と外部導体金属で取り囲んだ外径 0.86mm のセミリジッドケーブルを作製し、高周波における減衰と熱伝導率の測定を行った。3dB カットオフ周波数は 500MHz 付近であり、カットオフ周波数とクラッドの厚さの関係にコントロールしきれない部分があるものの、高周波でのフィルター特性を得ることができた。今後様々な厚みのサンプルでの測定を重ね、特性を把握していきたいと考えている。

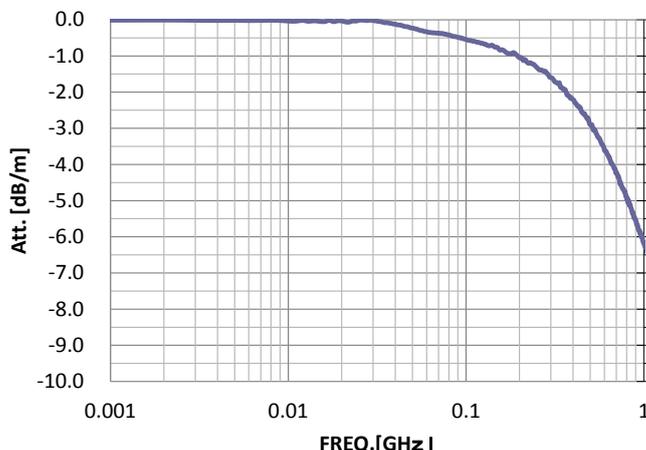


図. 作製したセミリジッドケーブルの減衰