

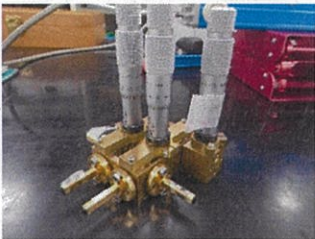
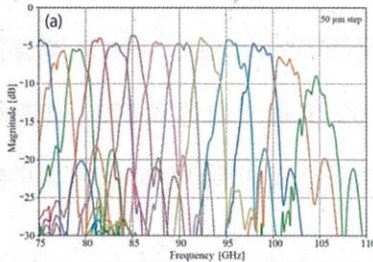
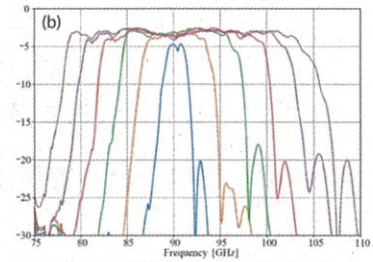
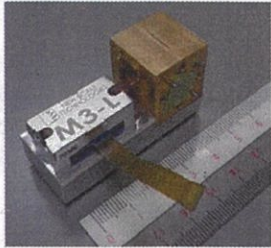
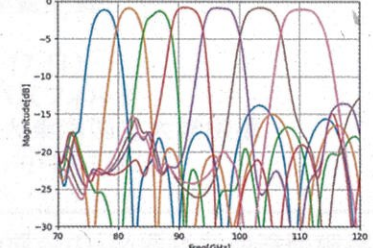
所属: 名古屋大学

氏名: 中島 拓



2022 年度 助成 研究 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	テラヘルツ帯受信機の高感度化及び電波資源有効利用に向けた周波数可変フィルタの開発
研究の結果	<p>本研究は、テラヘルツ波帯の利用開拓及び有効利用に欠かすことのできない基本的なデバイスである帯域通過フィルタについて、これまでに無い新しいアイデアに基づく非常に簡便な機構によって周波数を可変とする「導波管型帯域通過フィルタ」の開発を行った。</p> <p>2022年度は、このアイデアの動作原理実証のために100 GHz (0.1 THz) 帯の可変導波管フィルタを電磁界シミュレーションによって設計し、名古屋大学の装置開発室で試作機を製作した(図1)。このフィルタは、周波数可変のハイパスフィルタと、90度ハイブリッドカップラを用いたローパスフィルタから成り、内部に位置する機械的な可動部分を3個のマイクロメータヘッドによって移動させている。</p> <p>この試作機の周波数特性を情報通信研究機構にあるミリ波帯ネットワークアナライザで測定した結果、中心周波数が75~105 GHzにおいて連続的に可変で、かつ帯域幅も2.3~25.4 GHzの間で任意に設定可能なフィルタの開発に成功したことを確認した(図2および3)。</p> <p>2023年度は、試作機で見つかった課題として、①フィルタ特性(通過帯域の平坦性、遮断帯域の減衰度、高周波での損失)の改善と、②機械的可動部の電動制御化(周波数設定精度や再現性、遠隔制御への対応)に取り組んだ。</p> <p>前者は、電磁界シミュレーションを用いて導波管構造を詳細に検討した結果、矩形導波管の四方の面それぞれに多段構造を設けることで、広帯域に渡ってハイパスフィルタの反射損失を向上させることで、フィルタ特性が大幅に改善できることを見出した。また高周波での損失は、可動部分の隙間が問題となっていることが分かり、導波管嵌合面によく用いられるチョーク構造を応用することで改善できることも分かった。これらによって、シミュレーションでは70~110 GHzに渡って良好なフィルタ特性を得ることが出来た(図4)。</p> <p>後者は、可動部分を制御するマイクロメータヘッドをピエゾのリニアアクチュエータに交換することで、Windows PC上のソフトウェアを用いてフィルタ周波数を連続的かつスムーズに制御することが可能となった(図5)。これは、今後様々なアプリケーションでの実用化にとって、非常に有効な改良であると考えられる。</p> <p>これらの成果は、学会発表10件、修士論文1件にまとめられたほか、修論中間発表会において発表優秀賞を受賞した。さらに特許にも出願し、現在投稿論文としてまとめつつある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>図1 フィルタ試作機外観</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図2 周波数特性 (中心周波数変更)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図3 周波数特性 (帯域幅変更)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>図4 ピエゾアクチュエータ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図5 周波数特性 (シミュレーション)</p> </div> </div>

研究発表
(実績)

- 1) "Research on New Technologies of Noise Reduction in Millimeter/Sub-millimeter Band Heterodyne Receiver", T. Nakajima, Kanta Tanigawa, Wataru Kato, Kazuhiro Kobayashi, Kazuji Suzuki, Takafumi Kojima, Yoshinori Uzawa, Masayuki Ishino, and Issei Watanabe, ALMA/45m/ASTE Users Meeting 2023, 21-22 Dec. 2023, Tokyo, Japan
- 2) 「導波管型ミリ波帯可変帯域通過フィルタの開発」
中島 拓, 堀 裕一, 小林 和宏, 立原 研悟
2023 年電子情報通信学会総合大会, Mar.7-10, 2023, 芝浦工業大学
- 3) 「ミリ波帯周波数可変導波管型バンドパスフィルタの開発」
堀 裕一, 中島 拓, 小林 和宏, 加藤 渉, 児島 康介, 山本 宏昭, 立原 研悟, 水野 亮
日本天文学会 2023 年春季年会, Mar.13-16, 2023, 立教大学+オンライン
- 4) 「局部発振器雑音低減のための導波管型ミリ波可変帯域通過フィルタの開発 1-試作機の評価結果と設計改良に向けた取り組み-」
中島 拓, 谷川 貫太, 小林和宏, 堀裕一, 立原研悟
日本天文学会 2023 年秋季年会, Sep.20-22, 2023, 名古屋大学
- 5) 「局部発振器雑音低減のための導波管型ミリ波可変帯域通過フィルタの開発 2-次期試作機に向けた周波数特性の向上と可動壁の電動制御化-」
谷川 貫太, 中島 拓, 小林和宏
日本天文学会 2023 年秋季年会, Sep.20-22, 2023, 名古屋大学
- 6) 「導波管型ミリ波帯周波数可変バンドパスフィルタの開発」
谷川 貫太, 中島 拓, 小林 和宏, 加藤 渉
2024 年電子情報通信学会総合大会, Mar.4-8, 2024, 広島大学
- 7) 「局部発振器雑音低減のための導波管型ミリ波可変帯域通過フィルタの開発」
谷川 貫太, 中島 拓, 小林和宏
第 10 回応用物理学会名古屋大学スチューデントチャプター東海地区学術講演会, Nov.3, 2023, 名古屋大学
- 8) 「ミリ波帯周波数可変導波管型バンドパスフィルタの開発」
堀 裕一, 中島 拓, 小林 和宏, 加藤 渉, 児島 康介, 山本 宏昭, 立原 研悟, 水野 亮
フォトニックネットワークシンポジウム 2023, Feb.21-22, 2023, 情報通信研究機構
- 9) 「局部発振器雑音低減のための導波管型ミリ波可変帯域通過フィルタの開発」
谷川 貫太, 中島 拓, 小林 和宏, 加藤 渉
第 24 回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ&2023 年度理研-NICT 合同テラヘルツワークショップ, Nov.20-21, 2023, 山梨大学
- 10) 「ミリ波帯 WR-10 矩形導波管型周波数可変バンドパスフィルタの開発」
中島 拓, 谷川 貫太, 小林 和宏, 加藤 渉
先端 ICT デバイスラボ・コラボレーションミーティング 2024, Jan.19, 2024, 情報通信研究機構
- 11) 「ミリ波帯周波数可変導波管型バンドパスフィルタの開発」
堀 裕一
名古屋大学大学院理学研究科 2022 年度修士論文(2023 年 3 月)
- 12) 「高感度なミリ波帯受信機の実現に向けた導波管型周波数可変バンドパスフィルタの開発」
谷川 貫太
名古屋大学大学院工学研究科 2023 年度 M1 中間発表会(2023 年 12 月)
※修士論文中間発表優秀賞受賞
- 13) 特許出願(令和 5 年 1 月 17 日)
発明の名称: 可変バンドパスフィルタ
特許出願人: 国立大学法人東海国立大学機構
発明者: 中島 拓, 堀 裕一, 小林 和宏

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。