

パッシブ型ミリ波受信装置の開発*

小田 誠*¹・室屋 秀峰*¹・江藤 誠彦*¹

Study on Development of Millimeter Wave Passive Receiving Equipment

Makoto ODA, Hidetaka MUROYA and Masahiko Eto

これまで、パッシブ型ミリ波受信装置の開発を行ってきた。しかし、昨年までに開発したミリ波受信装置は、周囲温度の変動に伴うアンプ利得変動が大きく、再現性の良い測定が困難であった。そこで放熱の改善及び周囲温度からの遮断を目的とした対策を行った結果、特性を改善できた。また、ライトチョッパは薄型電波吸収体を貼り付けた金属の羽根を回転させる機械式装置であるため、(1) 長期的信頼性に不安がある、(2) 薄い羽根構造であり衝撃に弱い、等の問題があった。そこでPINダイオードによるスイッチ方式の検討を行った結果、ミリ波減衰がほとんどなく、ライトチョッパの代替品としての利用が可能である事がわかり、安定した測定が可能になった。さらに、測定に必要なアンテナの特性改善を行った。

キーワード：ミリ波、誘電体レンズ、ホーンアンテナ

1 はじめに

ミリ波は雨、霧、雲、塵、炎等を透過する。これをイメージング技術に生かすことにより、自動車や火災時のイメージング・レーダー、噴煙火山の観測、衣服等を通した銃や爆発物等の検知、プラズマ計測等への応用が考えられる。

パッシブ・イメージングは、あらゆる物体が放射する絶対温度に比例した熱雑音を信号として検出し、増幅、検波、信号処理を経て画像化するものである。アクティブ方式と比べ、発信器を必要としない、また干渉の影響を考慮しなくてもよいなどの利点があるが、熱雑音は非常に微弱なものであるため、高感度・低雑音なシステムが要求される¹⁾。

我々はミリ波パッシブ・イメージング技術を応用した農林畜産物の品質判定装置開発を進めている。本研究ではミリ波パッシブ・イメージングを行うために組み立てたパッシブ型ミリ波受信装置の特性改善結果を示す。

2 実験方法

2-1 放熱特性の改良

昨年開発したミリ波受信機は、電源投入後、温度的に安定に達するまでに約1時間を要し、その間アンプの利得が2 dB変化していた。この温度ドリフトは、組みつけられたシャーシが樹脂製(PTFE:テフロン)であり放熱が不十分であることが原因であることが考えられた。そこで放熱の改善及び周囲温度からの遮断を目的として、ミリ波受信装置をアルミニウム筐体に直接組み付ける等の対策を行った。

2-2 ライトチョッパの電子化

現行のライトチョッパは薄型電波吸収体を貼り付けた金属の羽根を回転させる機械式装置であるため、以下のような問題が挙げられる。

- (1) 長期的信頼性に不安がある。
- (2) 薄い羽根構造であり、衝撃に弱い。

そこで液晶シャッター方式とPINダイオードスイッチ方式の2つの電子式の検討を行った。

2-3 アンテナの試作

装置には、ホーンアンテナを使用しているが、現在使用しているホーンアンテナは視野角が広く、目標とする測定箇所以外のミリ波強度が変化する

* 高周波技術に関する研究 (第2報)

* 1 機械電子・デザイン部

と出力が変動する。このため、誘電体レンズ付きホーンアンテナの検討を行い、狭視野角のアンテナ開発に取り組んだ。レンズの形状設計は、ZEMAXを用いたシミュレーションにより行った。

3 結果及び考察

3-1 放熱特性改善

放熱特性改善を行った装置を図1に示す。この結果、温度変動量をおおよそ半分に軽減できた。

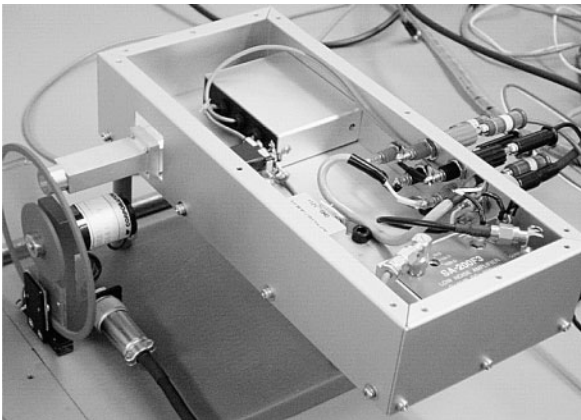


図1 アルミニウム筐体による改良

表1 放熱の改善効果

	プラスチック	アルミ板	プラスチック	アルミ板
	温度[°C]		電圧[V]	
Max	45.7	35.7	0.37	0.37
Min	25.3	25.6	0.21	0.26
△	20.6	10.1	0.16	0.11
改善率	49%		68%	

3-2 ライトチョップの電子化

液晶シャッタ方式では薄型液晶をアンテナ前面に貼り付ける方式であるが、ミリ波減衰量が大きく、コスト的にも加工費が高額になる。一方PINダイオードスイッチ方式は、アンテナとアンプの間にPINダイオードスイッチを挿入する方式だが、液晶シャッタ方式に比べてコストが安く、ミリ波減衰もほとんどないため、PINダイオードスイッチ方式を採用することにした。改良後の装置を図2に示す。

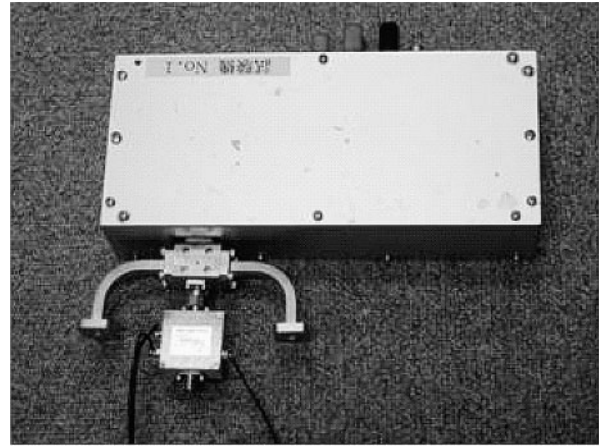


図2 PINダイオードスイッチ使用後

3-3 誘電体レンズアンテナ試作

今回検討した誘電体レンズアンテナの構成を図3, 4に示す。図3のアンテナでは、放射器からの電波は最初のレンズで屈折され、回転中心軸に平行に向けられ、後方の平板のレンズ面で屈折されることなく進行する。図3の曲面は次式で与えられる。

$$r = \frac{(n-1)F}{n \cos \theta - 1}$$

図4のレンズにおいては、放射器からの電波は最初の平板面でまず屈折され、更に後方のレンズ面で屈折されて回転中心軸に平行となる。

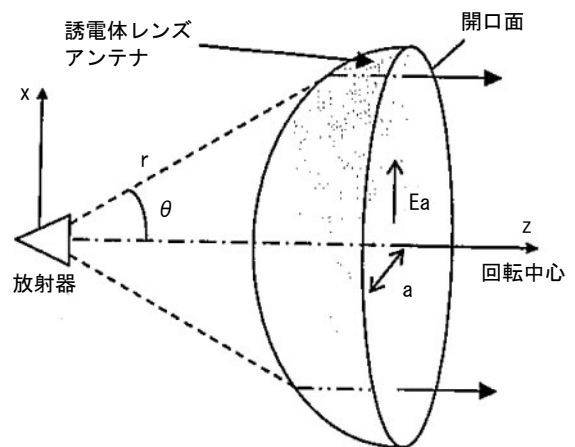


図3 凸平板形レンズ

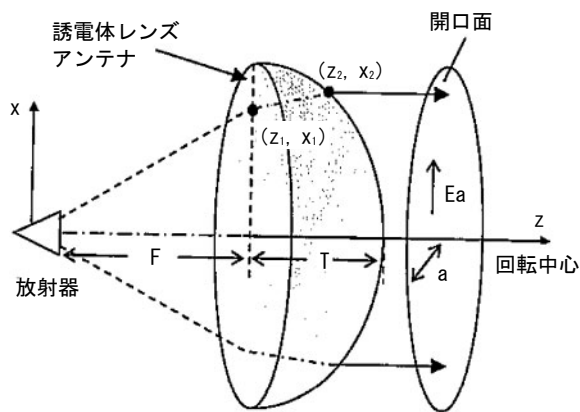


図4 平板凸形レンズ

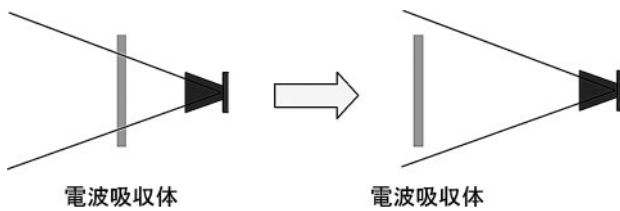


図5 視野角測定方法

視野角の測定は図5に示すように、測定対象物である電波吸収体とアンテナの距離を変化させ、出力が変化し始める距離から求めた。この結果、誘電体レンズを取り付けることにより、約 90° であった視野角が約 $50^\circ \sim 60^\circ$ と狭くなり、アンテナとの距離が近ければ測定対象箇所周辺の変化による影響を受けなくなった。

4 まとめ

ミリ波パッシブイメージング装置のためのミリ波パッシブセンサ特性改善を行った結果、装置の安定性が向上し、衝撃にも強くなった。

今後は、今回試作したミリ波パッシブセンサを機械的に走査し、イメージング画像にするための装置を開発する。また、空間分解能の測定方法についても検討する。

5 参考文献

- 1) K. Mizuno, "Imaging Technologies in the Millimeter Wave Region (Invited)," The 3rd MINT MWIS, Seoul, Feb. 2002.
- 2) 小西 良弘；小形アンテナとシステム応用，ケイラボ出版（2004）