

77 GHz 帯パッシブイメージング素子用シールドケースの寸法の最適化

Optimization of Size of Shield Case for 77GHz-band Passive Imaging Sensor

高橋 順一^I 遠松 大輔^I 荒川 孝^I 武田 政宗^I

Junichi Takahashi, Daisuke Tomatsu, Takashi Arakawa, Masamune Takeda

水野 皓司^{II} 佐藤 弘康^{III} 澤谷 邦男^{III}

Koji Mizuno, Hiroyasu Sato, Kunio Sawaya

^Iマズプロ電工株式会社開発部 ^{II}東北大学電気通信研究所 ^{III}東北大学大学院工学研究科

^IMaspro Denkoh Corporation, ^{II}Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

^{III}Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. まえがき

空港や港湾等におけるテロ・犯罪により安全な環境が脅かされており、危険物を所持する不審者を迅速に検知する手段が望まれている。本稿では、衣服下の危険物を無侵襲で検知可能なミリ波パッシブイメージング装置^[1]に用いる 77GHz 帯パッシブイメージング素子のシールドケースを試作し、ケースの寸法によるノイズ特性を評価した結果について述べる。

2. イメージング素子の回路構成

試作した 77 GHz 帯イメージング素子の回路構成を図 1 に示す。素子是对せき形フェルミアンテナ、低雑音増幅器 (LNA)、検波器、直流増幅回路で構成される。構成部品はすべて約 8mm (≒2λ) の幅に実装した。77 GHz 帯は、車載用衝突防止レーダで使用されており、信頼性の高い LNA が入手可能である。

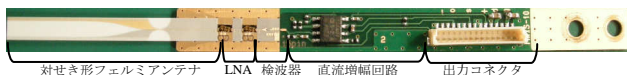


図 1 77 GHz 帯イメージング素子の回路構成

3. 温度分解能の評価^[2]

人体と危険物を識別するためには、微弱なミリ波温度の差を素子で検出する必要があり、温度分解能は識別できる最小の温度差として定義される。温度分解能は、ノイズが小さい程優れた値となる。また、素子は図 2 左側に示すように、1次元アレイとするため、LNA からのノイズ放射による素子間結合を抑制するためシールドケースが必要になる。本評価では、シールドケースを試作し、図 2 右側のように高さ h を可変させ、ノイズ幅 (V_{p-p}) の変化を評価した。

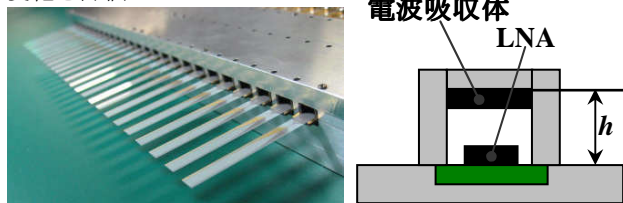


図 2 素子アレイおよびシールドケース

4. 評価結果

図 3 は、素子のシールドケースの高さを可変させた場合の V_{p-p} の変化を示したものである。高さ h が偶数 mm の場合に V_{p-p} が大幅に増加していることがわかる。この結果よ

り、最適なシールドケースの高さは、3mm であることが分かった。高さ h によって V_{p-p} が増加した原因は、シールドケース内が

$$f = 1.5 \times 10^{11} \sqrt{\left(\frac{m}{h}\right)^2 + \left(\frac{n}{w}\right)^2 + \left(\frac{p}{l}\right)^2} \text{ [GHz]} \quad \dots(1)$$

m, n, p : 整数(0,1,2,...) h, w, l : 3 辺の寸法[mm]

で与えられる周波数で共振する空洞共振器として動作し、基本共振周波数及び高次の共振周波数が素子に実装されているミリ波増幅器(LNA)の利得帯域内に入ったためであると考えられる。例えば、 $h=4\text{mm}$, $w=7\text{mm}$, $l=38\text{mm}$ で(2, 0, 2)モードとした場合、2次共振周波数 $f_2=75\text{GHz}$ となり、LNA の中心周波数 76.5GHz と概ね対応している。よって、 w, l の寸法が分かれば、それに適した h の寸法は類推できるようになる。

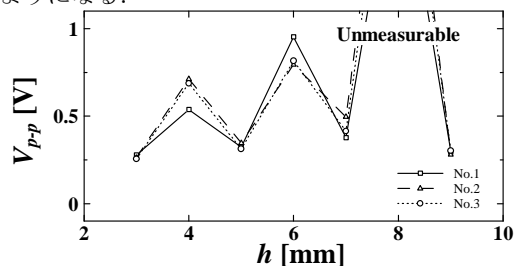


図 3 シールドケースの高さによる V_{p-p} の変化

5. まとめ

ミリ波イメージング素子のノイズを減らす目的で、LNA シールドケースのサイズを変化させて検討を行い、ケースの共振周波数を LNA の帯域外に設定することが有効であることを示した。本評価は、1素子に対してのものであるが、今後はアレイにした状態で同様の評価を行う予定である。

謝辞

本研究は文部科学省の科学技術戦略推進費「安全・安心な社会のための犯罪・テロ対策技術等を実用化するプログラム」(研究代表者 澤谷邦男)の助成を得て行われた。

文献

[1]水野皓司, “ミリ波帯イメージングアレイ —ミリ波帯のカメラ—” 電子情報通信学会論文誌 Vol.79, No.2 pp.176-181, Feb.1996.

[2]高橋順一, 山田康太, 武田政宗, 植村順, 水野皓司, 澤谷邦男, 佐藤弘康, “77GHz 帯イメージング素子の温度分解能の評価法” 信学論(C), vol.J88-B, No.9 pp.1682-1692, Sep 2009.