

77 GHz 帯パッシブイメージング装置光学系の空間分解能評価法 Measurement Method of Spatial Resolution for Optical System of 77 GHz-band Passive Imaging Device

遠松 大輔^I 高橋 順一^I 荒川 孝^I 武田 政宗^I

Daisuke Tomatsu, Junichi Takahashi, 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spro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

77 GHz 帯パッシブイメージング装置^[1]は、画像処理部、イメージングセンサ、ミリ波光学系で構成されている。その中で、ミリ波光学系の空間分解能はイメージングの特性において、重要な要素である。本稿では、ミリ波光学系レンズの空間分解能の評価法と評価結果について述べる。

2. パッシブイメージング装置の光学系

測定に使用したレンズの材質は高密度ポリエチレン($\epsilon_r = 2.34$)である。また、レンズ曲面は非球面であり、表面加工精度は、波長に対して十分小さいことを確認している。

3. 空間分解能の理論値

スリット状物体の像面における空間分解能はレイリーの分解能の式

$$\Delta x = 1.0 \frac{a}{D} \lambda \quad \dots \quad (1)$$

Δx : 空間分解能 , λ : 波長
 a : 物体面距離 , D : レンズの有効径

から求めることができる。式(1)に本システムの値を代入すると、物体面における空間分解能は $\Delta x = 20 \text{ mm}$ となる。
($\lambda = 3.9 \text{ mm}$, $a = 2600 \text{ mm}$, $D = 500 \text{ mm}$)

4. 評価測定系

図 1 に測定系を示す。物体として図 2 に示すように、表面温度を 50°C に制御された電波吸収体(RAM) を幅 5 mm のアルミテープで塞いだものを用い、イメージングセンサを像面の位置で面に平行な x - y 方向に 1 mm ピッチで移動させ、センサ出力を測定した。

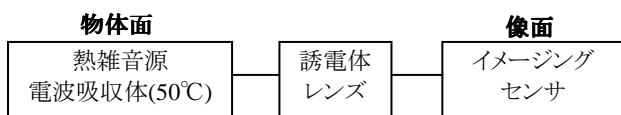


図 1. 測定系

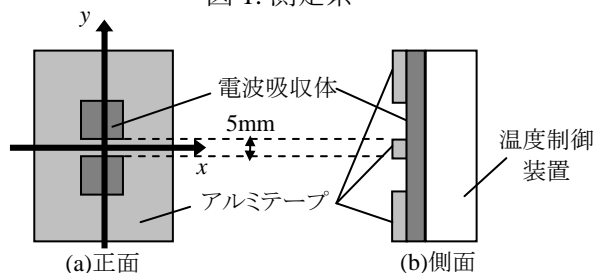


図 2. 熱雑音源の構造

5. 実測による評価結果

測定した像面における検波電圧の平面分布を図 3 に示す。また、 $x=0$ のときの y 軸方向の検波電圧を図 4 に示す。

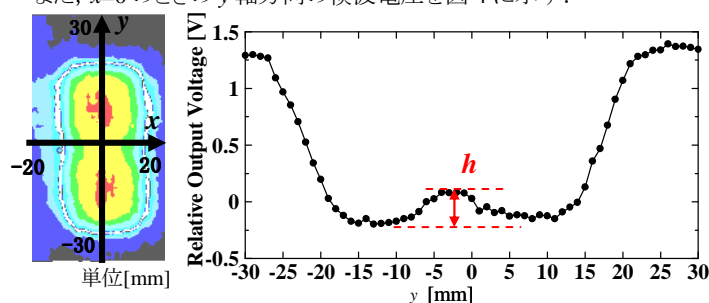


図 3. 平面分布

図 4. 実測結果 ($x=0$)

物体面における空間分解能は、理論値 20 mm に対して、実測値は理論値を上回る、 5 mm の値を得た。

レイリーによる理論値は、像面において 2 物体の識別の条件としてある値を仮定してのものである(図 4 における真ん中の山の高さ h の値)。今回の実験では、センサの積分時間を 160 ms と十分長くすることにより、より小さい h まで測定できるようにしてある。そのために、理論値よりも良い分解能の測定結果が得られたものと考えている。

積分時間は、通常は動画対応で 8 ms に選んでおり、この時でも所望の分解能は得られており、現在のイメージングセンサの性能に対してレンズの性能は十分であると考えられる。

上記の結果は、センサ雑音を減少させてセンサ性能を向上することによって、分解能の値を保ったまま、レンズ口径、すなわち装置のサイズを小さくできる可能性があることを示している。

6. まとめ

77 GHz 帯パッシブイメージング装置のミリ波光学系に関して空間分解能評価法を述べ、実測結果を示した。センサの性能を上げることによって、通常使われているレイリーの分解能を上回る分解能が得られることを示し、今後のイメージング装置の性能向上のための指針を得ることができた。

謝辞

本研究は文部科学省の科学技術振興調整費「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] 佐藤弘康, 澤谷邦男, 水野皓司, 植村順, 武田政宗, 森近慶一, 長谷川毅, 平井晴之, "77 GHz 帯ミリ波パッシブイメージング装置," 電子情報通信学会 2010 年総合大会, B-1-150, March 2010.