

Circular SAR を用いたテラヘルツレーダー画像の高分解能化

High-resolution imaging for terahertz radar using circular synthetic aperture technique

(株)ニコン °工藤 美実, 田中 稔久, 瀧川 雄一

Nikon Corporation, °Yoshimi Kudo, Toshihisa Tanaka, Yuichi Takigawa

E-mail: Yoshimi.Kudo@nikon.com

1. 序論

近年, 合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar; SAR) 技術を利用したテラヘルツイメージングが報告されている[1]. 我々はテラヘルツ SAR システムを実装評価し, テラヘルツ技術の産業展開を検討している[2].

従来の SAR では 1 軸を Frequency modulated-continuous wave (FMCW) 技術, それに直交した軸は直線スキャンによる合成開口技術を利用して 2 次元高分解能画像を取得する. FMCW 方向の空間分解能は光速と周波数変調幅で律速されるため, 中心周波数が 0.3 THz の場合, 数 mm が限界となる. 一方で, 一般的な非破壊検査の対象となる欠陥や異物は mm オーダー以下であることから, 検査装置には数 100 μm 以下の空間分解能が要求される.

本研究では円形スキャンを行う Circular SAR (CSAR) [3]を用いて高分解能化を検討し実証実験を行った.

2. 原理

CSAR とは, 全方位角からの反射信号を取得することで高分解能化を実現する SAR である. 光源と検出器は, 測定領域を取り囲むように円形軌道を描きスポットライト的に光を照射, 回転角ごとに反射信号を取得する. 幾何配置から算出した参照信号と取得信号との相関を取ることで, 反射率分布を抽出する. 上記の処理は合成開口処理を 2 軸に展開していることに等しい. よって, 分解能は周波数変調幅によって律速されず, 幾何配置と信号波長に依存する合成開口の分解能まで向上させることが可能となる. 中心波長 1 mm (周波数 0.3 THz に相当), 入射角に相当するオフナディア角を 60 deg とした場合, 強度における 3dB 分解能は 170 μm となる. 本研究では, 再構成画面の pixel 毎に参照信号 Beatmap (角度毎に並べた信号行列)を用意し再構成を行った.

3. 結果

光源中心波長 1 mm, オフナディア角 60 deg としてデルタ関数状の反射分布を持つ被検体を CSAR で測定した. 任意方向における被検体のプロファイルを, シミュレーション結果とともに Figure 1 に示す. 被検体は, シミュレーションではデルタ関数の理想輝点, 実験では ϕ 0.5 mm の鋼球とした.

実測した被検体のプロファイルはシミュレーション結果とよく一致している. またその半値全幅は 177 μm となり理論値に近い値を得ることができた. 本発表では, この結果についての詳細と現状の課題について報告する.

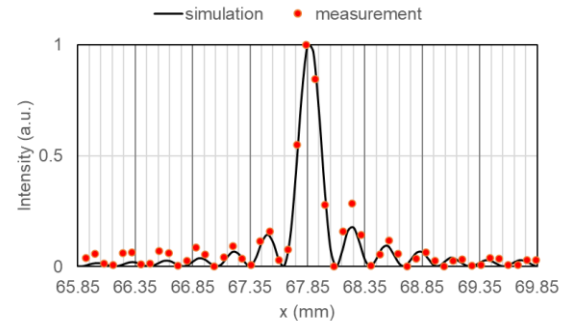


Figure 1 Profile of CSAR image.

謝辞

本研究は, JST-ACCEL (Grant Number: JPMJAC16F5)の委託を受け実施された.

参考文献

- [1] Pohl, N., *et al.*, 2015 IEEE, 7127406 (2015).
- [2] Kudo, Y., *et al.*, 2019 Int. Conf. Opto-X-nano, MoA3-1, (2019).
- [3] Soumekh, M., *IEEE Trans. Image Process.* 5, 1252-1265, (1996).