

회전 스캔을 이용한 테라헤르츠 단층 촬영 영상 장치

조상흠*, 남궁찬*, 안창범*
광운대학교*

Terahertz reflection tomography by rotational scan

Sang-heum Cho*, Chan NamGung*, Chang beom Ahn*
Kwangwoon University*

Abstract - 본 논문에서는 회전 스캔 방식을 이용한 테라헤르츠 단층촬영 방법을 제안하였고, 이차원 스캔 방식과 비교하여 회전 스캔 단층촬영의 효율성을 연구하였다.

1. 서 론

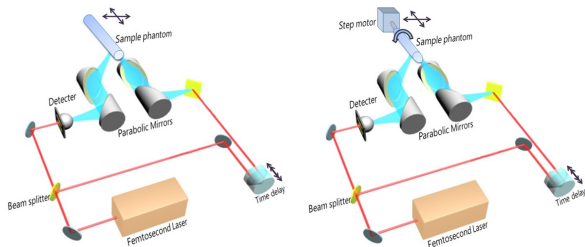
테라헤르츠파는 적외선과 마이크로파의 중간영역에 해당하는 전자기파로서, 일반적으로 100GHz에서 3THz 범위의 주파수영역을 가진다. 광보다 투과성이 높고, 인체에 무해하다는 장점이 있다.

반사방식의 테라헤르츠 장비에서는 매질에 따라 반사율과 투과율의 차이가 있지만, 일반적으로 수mm~수십mm의 투과성을 가진다. 따라서, 대상체의 수십mm내의 정보만 단층 촬영이 가능하다는 제약이 있다. 이를 개선하기 위하여, 회전 스캔 방식을 제안한다.

2. 본 론

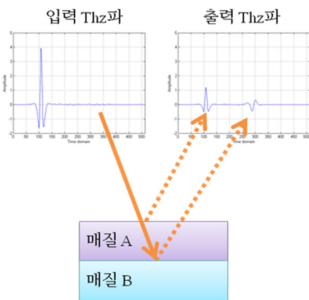
2.1 테라헤르츠 반사형 영상 장치

테라헤르츠 반사형 영상 장치는 테라헤르츠 장치는 고정되고, 대상체가 이동하면서 데이터를 획득한다. 이때, 대상체의 이동 거리를 단축하기 위하여 그림 1의 a와 같이 지그재그 스캔을 하게 된다. 회전 스캔 방식은 이차원 스캔 장치에 그림 1의 b와 같이 회전축을 추가하여 구성한다.



(a)이차원 방식 (b) 회전 방식
〈그림 1〉 테라헤르츠 반사형 영상 장치

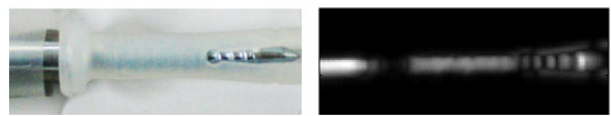
테라헤르츠파는 서로 다른 매질의 경계면에서 반사가 일어난다. 그림 2와 같이 테라헤르츠파의 시간 정보는 파가 반사된 깊이 정보이므로, 적절한 윈도우를 적용하여 구간 내 침투치 영상을 획득하면 단층 촬영이 가능하다.



〈그림 2〉 테라헤르츠 단층 촬영 개념도

2.2 테라헤르츠 단층 영상

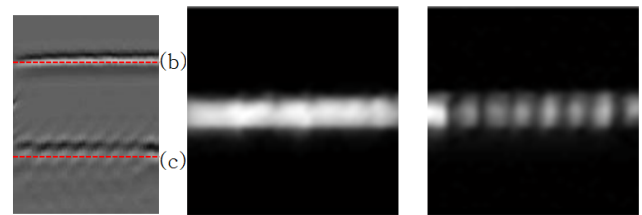
실험은 6mm 지름을 가지는 칼블록 속의 콘크리트 나사못을 대상으로 실험하였다. 스캔 파라미터는 샘플링 512, 평면 해상도 250um, 깊이 해상도 21um이다. 그림 3은 광학 영상과 테라헤르츠 침투치 영상을 나타내었다.



(a)광학 영상 (b) 테라헤르츠 침투치 영상
〈그림 3〉 광학 영상과 테라헤르츠 영상의 비교

2.2.1 이차원 스캔 영상

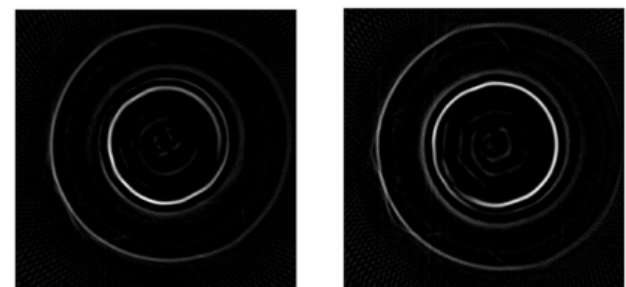
이차원 스캔은 그림 4와 같이 깊이 깊이에 따라 구분하여 재구성하면 칼블록 표면과 나사못 표면 영상을 획득할 수 있다. 하지만, 테라헤르츠파가 내부로 진행할수록 강도가 감소하고, 전반사가 일어나는 매질에서는 더 깊은 내부나 뒷면부위의 단층 촬영을 할 수 없기 때문에, 3mm 내부만 단층 영상을 재구성 할 수 있었다.



(a)침투치 분포 (b) 칼블록 표면 (c) 나사못 표면
〈그림 4〉 이차원 스캔 단층 영상

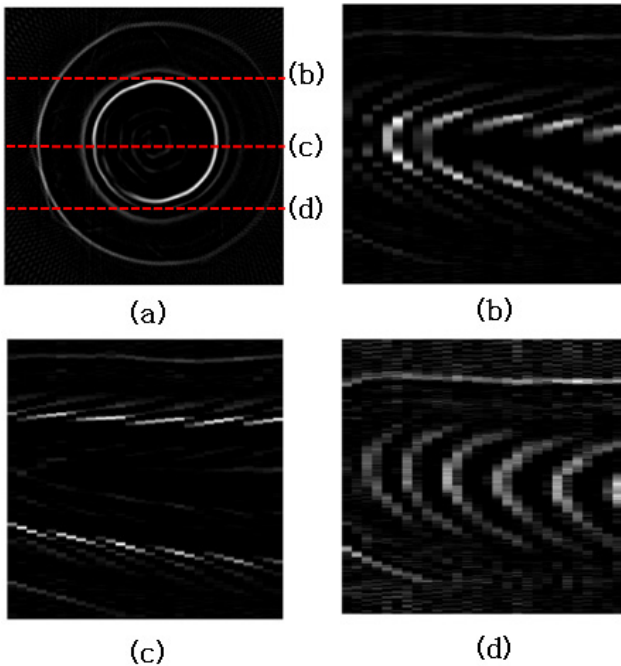
2.2.2 회전 스캔 영상

측정 슬라이드를 이동하면서 각 슬라이드마다 대상체를 200샘플/회전(1.8도)씩 회전시키며, 이차원 데이터를 획득하고, 3차원 매트릭스에 적용하여 데이터를 구성한다. 회전 재구성 기법은 획득한 각도, 깊이 축의 데이터를 중심축을 기준으로 획득한 각도와 동일하게 채워서 이차원 영상을 구성한다. 다른 방법으로, inverse radon 기법을 적용할 수 있다. 회전스캔은 이차원 스캔과 비교하여 단층 촬영 가능 깊이가 약 2배 증가하는 효과를 보이며, 다양한 각도에서 스캔이 되기 때문에, 전반사 매질의 뒷면도 단층 촬영이 가능하다는 장점이 있다. 그림 5는 칼블록과 내부 나사못의 나사골과 나사산 단층 영상이다. 내부의 나사못 부분의 지름차이가 발생하고, 칼블록과 나사못 사이의 공간이 있음을 알 수 있다.



(a)나사골 단면 (b) 나사산 단면
〈그림 5〉 회전 스캔 Axial 단면 단층 영상

그림 6은 이차원 스캔 방식과 동일한 Coronal 슬라이드를 보여준다. 이차원 스캔 방식보다 슬라이드가 명확하게 구분이 된다는 장점이 있다.



(a) 슬라이드 깊이 정보, (b) 나사못 상부 단층 영상
(c) 나사못 중심부 단층 영상, (d) 나사못 하부 단층 영상
〈그림 6〉 전 스캔 Coronal 단면 단층 영상

3. 결 론

회전 스캔을 이용한 테라헤르츠 단층 영상은 데이터 획득 시, 회전 중심축이 고정되어야 하며, 측정 데이터의 중심을 고려한 재구성이 필요하다. 이차원 스캔방식보다 깊은 영역까지 영상화 가능하고, 대상체를 다양한 각도로 측정하기 때문에, 전반사가 일어나는 매질의 뒷면도 재구성 가능하다.

이차원 스캔 방식 보다 회전 스캔 단층 촬영이 깊이 정보를 획득하는데 효과적이다.

[참 고 문 헌]

[1] Daniel M. Mittleman, Stefan Hunsche, Luc Boivin, and Martin C. Nuss, "T-ray tomography", Opt. Lett. 22, 904-906, 1997
 [2] S. Wang, B. Ferguson, D.Abbott and X-C.Zhang, "T-ray Imaging and Tomography", Journal of Biological Physics 29: 247-256, 2003
 [3] S Wang, X-C Zhang, "Pulsed terahertz tomography", J. Phys. D: Appl.Phys.37, 2004
 [4] L. Durak, and O. Arikan, "Short-time Fourier transform: two fundamental properties and an optimal implementation", IEEE Transactions on Signal Processing, vol.51, no.5, pp.1231-1242, May2003.