

高橋 俊介, 藤本 孝文, グアン チャイユ

(長崎大学大学院総合生産科学研究科)

1. はじめに

本研究では、非侵襲的に皮下出血を検知するためのアンテナを提案する。著者らはこれまでに、コンクリート内にある薄い空気層（厚さ1mm）の検知用として、キャビティ状反射板を装荷したプリント基板型モノポールアンテナ(PMA)を提案した[1]。本稿では、先行研究[1]の構造を基礎としつつ、皮下に存在する血液層の有無を検知するためのアンテナシステムを検討する。

2. 提案アンテナの構造

図1が提案するアンテナシステムの概形である。先行研究[1]では、中心周波数が4GHzで設計している。本研究では、アンテナシステムの高周波化を図るため、基板の厚さ以外の長さを2/5倍することで中心周波数が10GHzとなるように設計した。ここで、基板の厚さは1.6mm、比誘電率及び誘電正接は $\epsilon_r=3.3$ 、 $\tan\delta=0.003$ である。また、アンテナは誘電体片面よりエッジ付近で同軸給電を行う。

3. 結果と考察

本稿でのシミュレーションには、FDTD法に基づく電磁界解析シミュレータXFDTD ver.7.4.0を用いた。解析モデルを図2に示す。アンテナシステムは、送受信アンテナから構成される。本研究のアンテナは皮下組織における出血検知を目的としているため、アンテナ放射前面にそれぞれ100mm×100mm×20mmの脂肪層と筋肉層を配置した。各組織の比誘電率および誘電正接は、脂肪：4.6, 0.23, 筋肉：42.76, 0.45, 血液：45.1, 0.52である[2]。

図3は、脂肪層内に血液層を含めない場合と、アンテナからの深さ h が10mm, 15mm, 19mmとなる位置に100mm×100mm× t mm（本稿では $t=1$ とした）の血液層を含めた場合の $|S_{11}|$ 特性および $|S_{21}|$ 特性のシミュレーション結果である。 $|S_{11}|$ 特性については、血液層の有無にかかわらず設計周波数10GHzにおいて $|S_{11}| \leq -10$ dBを満たしている。一方、 $|S_{21}|$ 特性については、逆フーリエ変換処理を行い時間領域で評価した（図4）。その結果、血液層を含まない場合と含む場合とで振幅に大きな差があり、さらに血液層の深さが深くなるほど反応が時間的に遅れる傾向が確認された。これらの結果から、本手法により血液層の有無および位置の変化を検知できると考えられる。

4. 結論

本稿では、プリント基板型モノポールアンテナを用いて皮下出血の検知が可能であるか検討を行った。 $|S_{21}|$ 特性を時間領域で評価することにより、出血の位置変化が検知可能であることが示唆された。

参考文献

[1] 井上勇介 他, “コンクリート内部探査用プリント基板型モノポールアンテナに関する研究” 映像情報メディア学会 BCT2024-14, pp.52-55 (Jan.2024)

[2] <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/htmlclie/htmlclie.php>

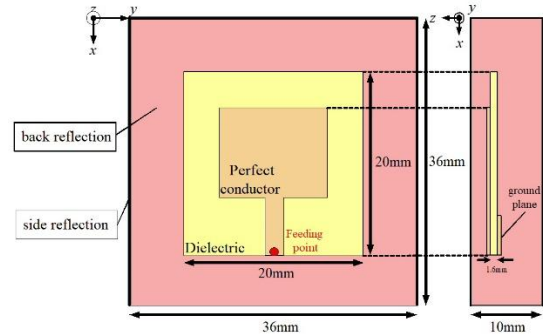


図1 アンテナ構造図

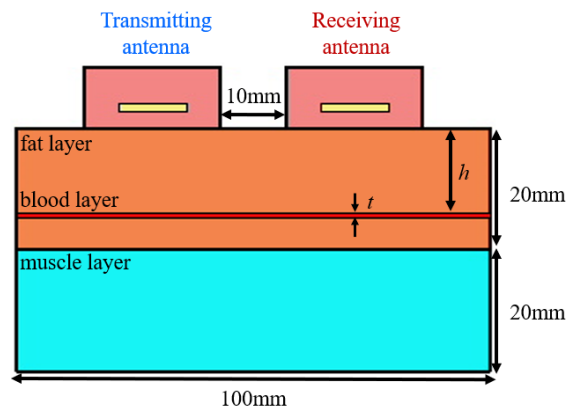
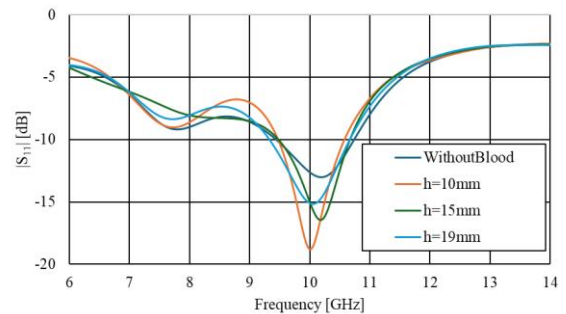
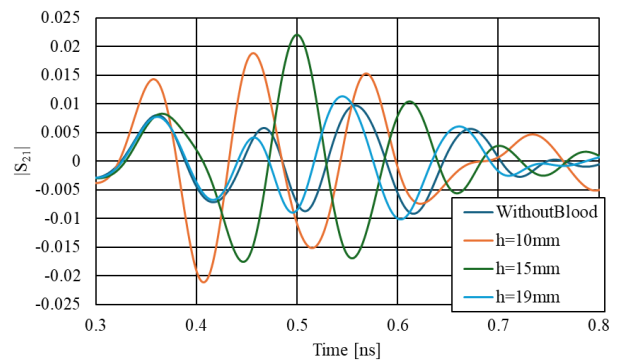


図2 解析モデル

図3 $|S_{11}|$ 特性（周波数領域）図4 $|S_{21}|$ 特性（時間領域）