

マイクロ波アクティブセンサによる生体情報計測

西山恵介, 間瀬 淳, 近木祐一郎 (九州大学産学連携センター)

Detection of Vital Signal Using Microwave Active Sensor

Keisuke Nishiyama, Atsushi Mase, Yuichiro Kogi

(Art, Science and Technology Center for Cooperative Research, Kyushu University)

Abstract

Microwave reflectometric (radar) method is applied to diagnose biomedical signals, such as vital signal. The reflectometer output is processed by quadrature phase detector in order to obtain both phase and amplitude changes of the signal. The comparison with conventional electrocardiogram measurement is performed. The frequency spectra of the signal show that both heart pulse and respiration signals can be distinguished even for the radiated power less than $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Various applications of the present system are discussed.

キーワード: マイクロ波, 位相検波, 心拍信号, 生体情報
(Microwave, Phase detection, Vital signal, Biomedical information)

1. はじめに

心電図は心臓動態を反映する生体信号として疾病の診断や術中・術後などのモニタに広く利用されてきた。近年, 疾病の早期発見や予防, 治療効果の評価や確認, および健康維持及び管理の為に, 各種生理量・行動量を日常的にモニタすることが重要視され始めており, 心電図も生体信号の1つとして在宅にて計測される例も出てきている。

心臓動態を測定する手段として, 従来より心電計が広く使用されている。心電計は, 衣服を脱いだ状態で測定する必要があることと, 測定部に電気の流れを良くするため特殊なゲルが必要となり, 皮膚の弱い患者は長期的な装着が困難であるなど, 患者にかかる負担が小さいとは言いがたい。筆者等のグループでは, 従来より, マイクロ波が誘電体を透過し誘電率が不連続な面で反射するという特徴を利用して, 被測定物の動的内部構造を可視化する装置の開発を進めてきた。本研究ではその技術を応用した非接触計測を試みる。マイクロ波を用いた生体信号計測に関連しては, パルスレーダ法あるいはドップラーレーダ法による心拍測定が米国あるいは韓国で研究されている[1, 2]。本研究で用いるマイクロ波計測法は, 核融合プラズマ診断における干渉法および反射法で用いられてきた技術を応用したものがある。

非接触かつ衣服を着たまゝの測定ができるため患者にかかる負担が小さく, 在宅下で無意識かつ無拘束で計測できるため, 特に高齢者に対する適用性が期待される。また, 将来にわたっての高齢化社会の到来により, 様々な方面にお

ける安全の確保が, また昨今では, 世相を反映してテロ防止やセキュリティ対策が盛んに提唱されている。本研究は, 高性能マイクロ波センサ, デバイスおよび画像処理技術を組み合わせた総合的なシステム応用技術開発で, 非接触の生体反応計測, 動的内部構造可視化を通して上記要請に極めてタイムリーに対応することができる。

2. 測定系の概略

本研究で用いたマイクロ波位相レーダ(反射計)システムのブロック図を図1に示す。測定システムは, 被測定対象にプローブ光を入射するためのマイクロ波発振器, 伝送回路, および送信アンテナと, 反射波信号を受信するための受信アンテナ, 検出器, 信号処理装置, および表示装置で構成される。マイクロ波信号発生器(周波数 2-26 GHz, 本実験では主として 11.5GHz を使用した)出力は方向性結合器により分離され, 一方が 20dB のアッテネータで減衰された後, ホーンおよび集光系(レンズあるいはミラー)によりビーム整形され, 被測定対象(現在の場合, 人体の心臓近傍)に照射される。媒質の不連続面で反射されてきた信号は, 同一ホーンで受信され, サーキュレータにより入射波と分離された後, マイクロ波アンプで増幅され, 方向性結合器のもう一方の信号(局部発振波)とミックスされる。

干渉法では被測定媒質を伝播した電磁波の変化, すなわち, 反射面の変動による位相変化を検出することになる。通常はミキサ出力として $E_r \cos \Delta \phi$ に比例した信号が得られるため直