

Input Impedance Analysis of a Human Body Communication Transmitter Using a Realistic Human Model and a Simplified Layered Model

Dairoku MURAMATSU*, Fukuro KOSHIJI**, Kohji KOSHIJI***, and Ken SASAKI*

詳細人体モデルおよび簡略多層モデルを用いた人体通信送信機の入力インピーダンス解析

村松 大陸*, 越地 福朗**, 越地 耕二***, 佐々木 健*

* 東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 (〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5)

** 国士舘大学理工学部理工学科電子情報学系 (〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1)

*** 東京理科大学大学院理工学研究科電気工学専攻 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

*Department of Human and Engineered Environmental Studies, Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo (5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba 277-8563)

**Electronics and Informatics Course, Department of Science and Engineering, School of Science and Engineering, Kokushikan University (4-28-1, Setagaya, Setagaya-ku, Tokyo 154-8515)

***Department of Electrical Engineering, Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science (2641 Yamazaki, Noda-shi, Chiba 278-8510)

概要 人体通信はウェアラブル機器間の新たな通信方法として注目を集めている。ウェアラブル機器は小型軽量かつ長時間使用可能であることが求められている。したがって、人体通信機器においても、変成器やスタブなどの追加部品を用いずにインピーダンス整合をとり、伝送特性を改善することが重要である。このため本研究では、送信機電極の入力インピーダンス特性を三次元電磁界解析により計算した。詳細人体モデルを用いて計算された入力インピーダンスは、均質円柱モデルを用いた場合と大きく異なった。さらに、人体腕部の各組織を、他の組織で置換した場合を計算した。その結果、皮膚、脂肪および筋肉が送信機電極の入力インピーダンスを決定する主要な組織であることが明らかになった。加えて、腕部周囲の電界分布と送受信機間の伝送特性も同様に、皮膚、脂肪および筋肉によって決定されることが明らかになった。本研究で用いた構成の送信機を用いて高周波信号を励振した場合、腕内部の SAR は安全基準を下回ることを確認された。

Abstract

Human body communication, which utilizes our body as part of the transmission medium, is expected to be a new transmission method for networks between wearable devices such as a body area network (BAN). Wearable devices demand a long battery operating life, small size, and light weight. Therefore, it is important to achieve impedance matching and improve transmissions between devices without any additional parts such as transformers or stubs. In this study, the input impedance characteristics of transmitter electrodes were investigated through a three-dimensional electromagnetic field analysis for improving transmission characteristics between devices by impedance matching. Simulation using a detailed human body model showed that the input impedance characteristic is different from that obtained when using a homogenous cylinder model. Furthermore, input impedance characteristics were analyzed by substituting the electrical properties of body tissues with those of other body tissues and air. This analysis has revealed that skin, fat and muscle are the main body tissues that determine the input impedance characteristics of electrodes. Moreover, we compared the electric field distribution and transmission characteristic of various models and found that skin, fat and muscle were also the dominant body tissues that determine these characteristics. In the transmitter configuration assumed in this study, the SAR (Specific Absorption Rate) values inside the body were within safety standards.

Key Words: *Human Body Communication, Body Area Network, Wearable, Electromagnetic Field Analysis, Electrode, Input Impedance, Body Tissues*