

(様式 5)

2021 年 12 月 16 日
Year Month Day

学位（博士）論文要旨

(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 (Ph.D. candidate)	工学府博士後期課程 電子情報工学専攻 (major) 2016 年度入学(Admission year) 学籍番号 16834205 氏名 辻村和寛 (student ID No.) (Name)
主指導教員氏名 (Name of supervisor)	梅林健太
論文題目 (Title)	THz 帯無線通信システムにおける伝搬路モデル化
論文要旨（2000 字程度） (Abstract(400 words)) ※欧文・和文どちらでもよい。但し、和文の場合は英訳を付すこと。 (in English or in Japanese) 医療等の現場においてナノデバイスを用いた無線ナノセンサーネットワークの活躍が期待されている。またナノデバイスに搭載されるナノアンテナは 0.1 ~ 10 THz 間で共振周波数を持つため、THz 帯の無線通信が想定されている。THz 帯伝搬路では水蒸気分子の分子吸収による損失が顕著である。また THz 帯の周波数領域における電波伝搬特性として、これまでに THz 帯伝搬の周波数領域におけるモデルとして透過率の検討は深くされてきた。さらに通信方式の評価及び解析を行うためには、THz 帯伝搬路の時間領域におけるモデル化が必要である。これまでの研究では、透過率に線形位相を前提としてインパルス応答を導出してきた。しかし、線形位相から求めたインパルス応答は因果律を満たしておらず、実際のインパルス応答とは異なる結果となる。そこで本研究では、因果律を満たすインパルス応答の位相特性を導出する方法を提案した。実験結果との比較により提案の導出法が妥当であることを示した。また、ナノデバイスは無線通信に利用できる電力が非常に少ない。そこで目標とするコヒーレンス帯域幅が確保されている周波数帯における電力損失の特徴を示した。この結果は無線ナノセンサーネットワークにおける THz 帯無線通信において適切な帯域の選択に有益な情報である。さらに無線ナノセンサーネットワークにおける信号検出方式の提案を行った。ナノデバイスでは消費エネルギーを抑えた無線通信方式が必要とされるため On-Off-Keying (OOK) 変調を想定する。OOK 変調では“1” High bit (HB) ではパルスを送信し、“0” Low bit (LB) では何も送信しないことで送信エネルギーの消費を抑える変調方式である。さらに固定長符号を、HB の数(符号重み)を減らした可変長符号に変換することで OOK 変調を用いた WNSN における送信エネルギーを低減させることができる。符号重みを減らすだけでなく可変長にすることで固定長と比較して伝送速度を向上させる符号として Energy efficient prefix code (EPC) を送信符号として用いることが従来の研究で提案されている。EPC は符号内における各ビットの番地によって HB の生起確率が異なる。受信機では比較的簡易な検出方法である電力検出によってシ	

ンボルの検出を行う。本研究では各ビットの番地における HB の生起確率を考慮して閾値を設定する電力検出方式を提案した。提案した信号検出方式について THz 帯伝搬路において性能評価を行い、HB の生起確率を考慮しない信号検出方式との比較を行った。この比較結果において提案した信号検出方式が高い伝送速度と電力効率を示しており、WNSN に適した信号検出方式であることを示している。

(英訳) ※和文要旨の場合(400 words)

Wireless nanosensor networks (WNSN) is attractive technique in medical fields. Nanoantenna in nanodevice has oscillation frequency from 0.1 to 10 THz, so WNSN use THz wireless communication system. THz channel has significant loss by molecular absorption. There are a lot of research for transmittance as frequency domain channel model in THz band. In order to analysis of wireless communication system, it is necessary to derive channel model for time domain. In previous research, they give linear phase to transmittance and then get an impulse response. However, the impulse response with linear phase has symmetric response in time domain so it cannot satisfy with the causality. This research studies in the phase information which can satisfy with the causality. Experimental THz band measurements valid our approach, since analytical result agrees well. The coherence bandwidth is found for both of entire THz band and sub bands. And we calculate power loss which keep constraint coherent bandwidth. These results show significant variation as a function of frequency and useful for selection of proper frequency. We investigate a signal detection technique for WNSN in THz band. Due to a limitation of battery size in nanosensor terminal, on-off-keying (OOK) modulation with an energy efficient prefix code is promising approach for achieving energy efficient communications. In this OOK pulse modulation, if it is logical one, pulse signal is transmitted. Otherwise any pulse signal is not transmitted and this indicates logical zero. In addition, energy detector (ED) is employed for symbol detection since it is simple technique. For a further enhancement of the energy efficient communication based on OOK modulation with the prefix code, we propose an adaptive threshold setting in the ED. We evaluated the proposed threshold setting in THz channel in which an effect of molecular absorption is considered. The numerical evaluation show the advantages of the proposed threshold setting.