

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24656241

研究課題名(和文) 同一チャネル全二重無線通信技術に関する研究

研究課題名(英文) Study on Single Channel Full-Duplex Wireless Communication

研究代表者

森川 博之 (Morikawa, Hiroyuki)

東京大学・先端科学技術研究センター・教授

研究者番号：50242011

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：帯域利用効率の飛躍的な向上を可能とする同一チャネル全二重無線通信を実現するためには、ノード内の送受間のアイソレーションを確保することが必要となり、アナログ段における干渉除去技術とデジタル段における干渉除去技術とを組み合わせることが重要となる。近年、送受信の方向を限定できない適用先においても同一チャネル全二重無線通信を実現する方法が検討され、同一チャネル全二重無線通信の適用範囲が大幅に拡大されつつある。本研究では、水平面無指向性と、送受信間の高アイソレーションを備えるアンテナの設計により、同一チャネル全二重無線通信の適用範囲の拡大の検討を行った。

研究成果の概要(英文)：Single channel full-duplex wireless communication increases the efficiency of the bandwidth utilization. In order to realize single channel full-duplex wireless communication, reducing the self-interference at the receive antenna from the transmit antenna to the background noise level is needed. In addition, omni-directional in horizontal plane is required for wireless communication in order to extend the range of application of single channel full-duplex wireless communication. We are working on developing a planar antenna that has omni-directional pattern in horizontal plane and can reduce self-interference. We confirm that the isolation between transmit antenna and receive antenna is more than 60dB in 2.4GHz band and the radiation pattern is omni-directional in the horizontal plane.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：同一チャネル全二重無線通信 平面アンテナ 高アイソレーション 無指向性

### 1. 研究開始当初の背景

同一チャネル周波数を用いた同時送受信によって、隠れ端末問題の緩和、キャリアセンスのオーバーヘッドの削減が可能となり、帯域利用効率を飛躍的に向上させることができる。同一チャネル全二重無線通信を実現するためには、ノード内の送受間のアイソレーションを確保することが必要となる。同一チャネル全二重無線通信においては、回り込みと他ノードからの信号の DU 比を AD 変換器のダイナミックレンジ以下に抑えるため、アナログ段における干渉除去技術とデジタル段における干渉除去技術とを組み合わせることが重要となる。

これまでも、Single Frequency Network 無線局などの固定局向けに、指向性アンテナを利用した干渉除去技術が検討されている。これらの技術では、送信局および受信局の方向を限定し、指向性アンテナを用いることで同一チャネル全二重無線通信を実現していた。近年、無線 LAN のような、送信局および受信局の方向を限定できない適用先においても同一チャネル全二重無線通信を実現する方法が検討され、同一チャネル全二重無線通信の適用範囲が大幅に拡大されつつある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、送信局および受信局の方向を限定できない適用先において同一チャネル全二重無線通信を実現することである。具体的には、水平面無指向性と、送受信間の高アイソレーションを備えるアンテナの検討を行うことである。

### 3. 研究の方法

本研究では、送信用と受信用に 1 本ずつ、2 本のダイポールアンテナを同一線上に配置し、ダイポールアンテナ間にアイソレーションを高めるための共振構造を配置したアンテナモデルについて検討を行う。共振構造は送信アンテナから受信アンテナ方向への電波を吸収、再放射し、受信アンテナにおいて相殺的干渉を発生させる。また、水平面方向への電波は吸収しない。これにより、ダイポールアンテナの水平面無指向性を損なわずに、送受間のアイソレーションを確保する。

### 4. 研究成果

#### (1) アンテナの構成

本研究で検討する水平面無指向性を有する同一チャネル全二重無線通信向けアンテナは、同一線上に配置された 2 本のダイポー

ルアンテナとそれらの間に配置された共振構造からなる。アンテナモデルを図 1 に示す。

2 本のダイポールアンテナはそれぞれ送信用、受信用に使用される。共振構造は、ダイポールに対して垂直な 2 本の水平な導体 (A1, A2)、2 本の水平な共振部を繋ぐ 2 本の平行な導体 (B1, B2)、ダイポールアンテナの軸を通る A1 と A2 につながる導体 (C1, C2) からなる。A1 と A2 は、ダイポールアンテナから共振構造への給電に対して再放射する役割を持つ。送信用ダイポールアンテナ、A1 及び A2 から放射された電波が、受信用ダイポールアンテナにおいて相殺的干渉を発生させることにより、高いアイソレーションを得る。

B1, B2 は A1 から A2 へ給電する役割を持つ。B1 と B2 には同位相の電流が流れ、コモンモード抑圧が発生するため、B1 および B2 の距離に従って互いに流れる電流を抑圧する。そのため、B1 と B2 の距離 L によって、A1 から A2 に向かう電流を制御し、A1 から放射される電波と A2 から放射される電波の強度比を調整する役割を持つ。

C1, C2 は A1, A2 をダイポールの近傍界から離し、A1, A2 とダイポールアンテナとの結合を抑える役割を持つ。

#### (2) 構成の有効性の評価

このアンテナ構成の有効性を確認するため、2 本のダイポールアンテナ間に導体部を配置しないモデル、直方体の導体部を配置したモデル、共振構造を配置したモデルについて、反射係数と伝達効率を評価した。反射係数と伝達効率との絶対値をログ表示したものと、指向性のシミュレーション結果を図 2 ~ 図 7 に示す。

図 2, 図 4, 図 6 の反射係数から、放射が強い周波数帯域が 2.05GHz 付近となっており、共振長が初期パラメータより短いことが分かる。図 3 の指向性から、ダイポールの指向性と変わらないことが分かる。図 2

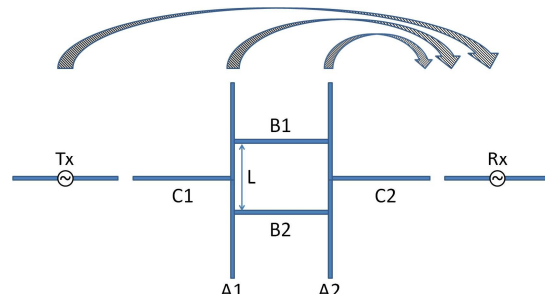


図 1 アンテナ構成

の伝達効率と図 4 の伝達効率との比較から、導体構造を配置しないアンテナモデルより伝達効率が大きくなっており、水平面においてはほぼ無指向性であるものの、垂直面指向性が変化していることが分かる。図 6 の伝達効率から、B1 と B2 の距離が 20mm の場合、反射係数が小さい 2.05GHz と、伝達効率が小さくアイソレーションが大きいと判断できる周波数が同じであることが分かり、図 7 の放射パターンから、水平面無指向性であることが分かる。図 7 の反射係数と伝達効率、放射パターンから、放射が強い周波数帯域と、大きなアイソレーションが確保できる周波数帯域とが同じであることから、軸を同一線上に配置した 2 本のダイポールアンテナ間の共振構造によって水平面指向性を乱すことなくアイソレーションを高めることが可能だと分かる。このモデルを用いて、放射が強い周波数帯域と、大きなアイソレーションが確保できる帯域とを 2.45GHz 付近にするように素子長と素子間隔の調整を行った結果を図に示す。素子長および素子間隔の調整は省略する。

### (3) 調整後の性能

調整後の送受信アンテナの反射係数および伝達係数を図 8 に示す。l ant =19.2mm , l 1 =35mm , l 2 =34.6mm , l 3 =40.8mm , l 4 =9mm , w 1 =1.5mm , w 2 =2mm , w 3 =1.5mm の場合に 2.4GHz 帯における反射係数 -20dB 以下、伝達効率を -60dB 以下に抑えられる。図から 2.4GHz 帯において、-60dB 以上のアイソレーションが確保できていることが分かる。また、図 9 から、指向性は水平面無指向性を維持したままであることが分かる。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 6 件)

[1] 岩元 啓, 鈴木 誠, 長谷 良裕, 森川 博之, "同一チャネル全二重無線通信向け無指向性平面アンテナの実装評価," 電子情報通信学会総合大会, B-1-107, Mar. 2013.

[2] 坂本 敬太, 岩元 啓, 鈴木 誠, 長谷 良裕, 森川 博之, "同一チャネル全二重無線通信向けバラン一体型プリントアンテナの

設計," 電子情報通信学会総合大会, B-1-108, Mar. 2013.

[3] 岩元 啓, 鈴木 誠, 長谷 良裕, 森川 博之, "共振構造を有する同一チャネル全二重無線通信向け平面アンテナのアイソレーション特性," 電子情報通信学会技術研究報告, アンテナ伝搬研究会, 2013-1-23, Jan. 2013.

[4] 岩元 啓, 鈴木 誠, 長谷 良裕, 森川 博之, "同一チャネル全二重無線通信向け水平面内無指向性平面アンテナのシミュレーション評価," 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-174, Sep. 2012.

[5] 岩元 啓, 長谷 良裕, 鈴木 誠, 森川 博之, "地形遮蔽を考慮した利用可否判断を行うホワイトスペースデータベースの評価," 電子情報通信学会総合大会, B-17-7, Sep. 2012.

[6] J. Liu, M. Suzuki, D. Lee and H. Morikawa, "Reliable Data Collection Using Tokens in Wireless Sensor Networks," 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-6-56, Sep. 2013.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:

取得年月日:  
国内外の別:

取得年月日:  
国内外の別:[その他]  
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森川 博之 (MORIKAWA, Hiroyuki)  
 東京大学・先端科学技術研究センター・  
 教授  
 研究者番号：50242011

(2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：

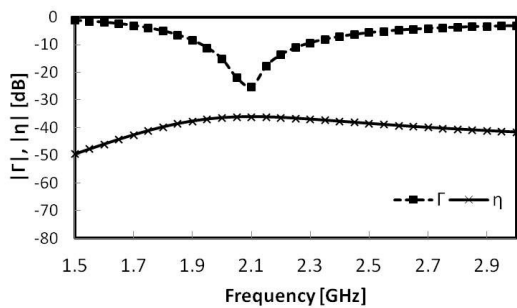


図 2. 送受信間に導体を配置しないモデルの反射係数と伝達効率

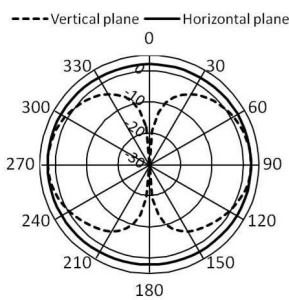


図 3. 送受信間に導体を配置しないモデルの指向性

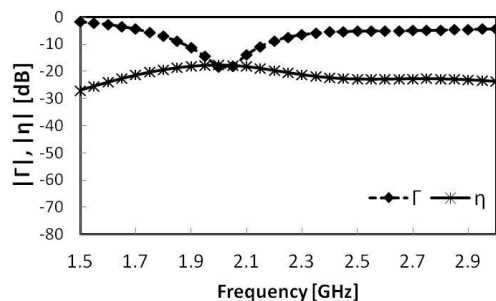


図 4. 送受信間に直方体の導体を配置したモデルの反射係数と伝達効率

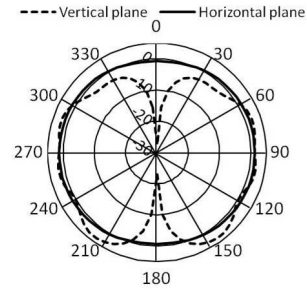


図 5. 送受信間に直方体の導体を配置したモデルの指向性

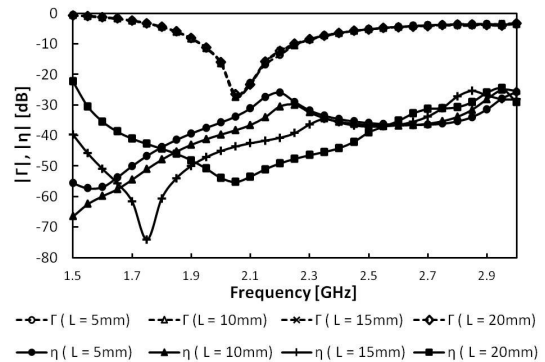


図 6. 送受信間に共振構造を配置した場合の反射係数と伝達効率

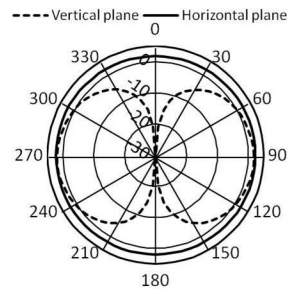


図 7. 送受信間に共振構造を配置した場合の指向性

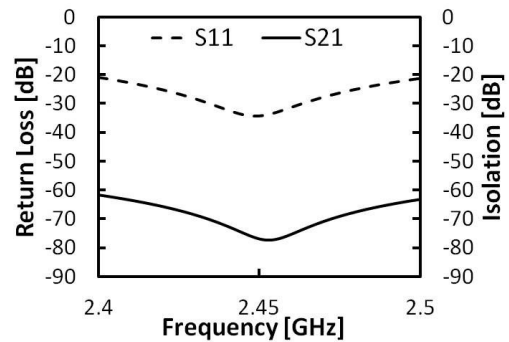


図 8. 共振構造調節後の反射係数と伝達効率

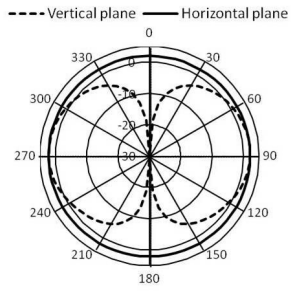


図 9. 共振構造調節後の指向性