

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04122

研究課題名(和文)バラクタ装荷周波数可変マルチバンド平面アンテナの研究

研究課題名(英文)Studies on varactor-loaded frequency-tunable mutiband planar antennas

研究代表者

木村 雄一 (Kimura, Yuichi)

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：90334151

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、マルチバンド平面アンテナである多リング形マイクロストリップアンテナの素子上にバラクタダイオードを装荷することにより、電子的に共振周波数の制御を可能とする新しい平面アンテナを提案し、その周波数制御特性などの諸特性について検討を加え、次の成果を得た。(1)2層構造の誘電体基板を用いたアンテナでは、2周波帯において比帯域10%程度の周波数制御が可能であること、(2)リング形素子の各頂点にバラクタダイオードを装荷した円偏波アンテナでは比帯域約5%の周波数制御が可能であること、(3)1層の誘電体基板でも同様な特性が得られること、(4)片側短絡による小型設計が可能であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題で提案された電子的に共振周波数の制御を可能とするマルチバンド平面アンテナの学術的および社会的意義は次のとおりである。(1)従来の周波数制御アンテナは単周波での周波数制御を目的としたものが多く、マルチバンドで各々の周波数を独立に制御可能とする提案アンテナの学術的な意義は大きい。(2)バラクタダイオードは連続的な周波数制御が可能であり、実用上有利である。(3)提案アンテナは平面アンテナの小形・薄型・軽量等の特長を維持しつつ、狭帯域特性という平面アンテナの欠点を解消するものである。得られた周波数制御幅は将来の移動通信等に必要とされる帯域幅に対応可能であり、今後の応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, novel varactor-loaded frequency-tunable multiband planar antennas have been proposed. The proposed antenna consists of multiple ring patches with varactor diodes and an L-probe for feeding arranged in a double-layered or single-layered dielectric substrate. Resonant frequencies of the ring patches can be controlled electronically by DC bias voltages applied to the varactors. The following results are obtained; (1) The proposed antenna with a double-layered substrate provides 10% fractional bandwidths of the frequency-tunable range for the dual bands. (2) The circularly-polarized antenna with four varactors on the ring patch provides a 5% fractional bandwidth of the frequency-tunable range. (3) The proposed antenna with a single-layered substrate obtains similar frequency-tunable performance to that with a double-layered substrate. (4) A miniaturized design of the ring patches of the proposed antenna is possible with a shorting via to the ground plane.

研究分野：電磁波工学

キーワード：平面アンテナ マルチバンドアンテナ 周波数可変アンテナ バラクタダイオード

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、次世代の移動通信システム(5Gシステム)やコグニティブ無線技術に関する研究開発が盛んである。移動通信や衛星通信等で用いられるUHF帯~マイクロ波帯の周波数は、既に各種の用途で使用されており、新たにまとまった周波数帯域を確保することは困難である。例えば、移動通信システムで利用できる周波数は800MHz帯、1.5GHz帯、2GHz帯、2.5GHz帯、3.5GHz帯など複数の周波数帯域に分散している。周波数割当を変更することは容易ではなく、このような状況は将来も続くことが見込まれるため、複数の周波数で利用できるマルチバンドアンテナは効果的である。

(2) 一方、平面アンテナとして広く利用されているマイクロストリップアンテナは、小形・薄型・軽量であるという特長を有し、また、プリント基板を用いて低コストで生産できる等の優れた特長を有するため、通信やレーダーなど幅広い分野で用いられている。しかしながら、マイクロストリップアンテナは比帯域で約2%程度と狭帯域であることが欠点である。これに対して、研究代表者は複数の周波数で利用できるマルチバンド平面アンテナとして、多リング形マイクロストリップアンテナを提案してきた。このアンテナは、複数の周波数で動作可能である、周波数の設定の自由度が高い、直線偏波だけでなく円偏波の動作も可能である、いずれの周波数でも単向性の放射パターンが安定して得られる等の優れた特長を有している。しかしながら、各周波数の動作帯域は約1%程度と狭帯域であることが技術的課題であった。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、マルチバンド平面アンテナである多リング形マイクロストリップアンテナの素子上にバラクタダイオードを直接装荷することにより、複数の周波数で利用でき、かつ、各々の帯域内で電子的に共振周波数の制御を可能とする新しい平面アンテナを提案し、その周波数の制御範囲や放射特性などの諸特性を明らかにすることである。また、提案する周波数可変マルチバンド平面アンテナの小型化や円偏波動作などの応用技術についても検討することを目的とする。

(2) 図1~図4に検討するアンテナ構造を示す。図1は2層構造の多リング形マイクロストリップアンテナの放射素子上にバラクタダイオードを装荷し、その下部にL字形の給電プローブが設置された構成である。放射素子であるリング形素子の各々に2個のバラクタダイオードが装荷され、バラクタダイオードには地导体背面のバイアス回路からビアを介して直流の逆バイアス電圧が印加される。バイアス電圧を変化させるとバラクタの容量値が変化するため、リング形素子の共振周波数を制御することができる。図1の例ではリング形素子が2素子配置されているため、2周波で動作する周波数可変アンテナとなる。図2はリング形素子に4個のバラクタダイオードが装荷することにより、円偏波の周波数可変アンテナとなる。図3はリング形素子とLプローブが同一面に配置された1層構造の多リング形マイクロストリップアンテナにバラクタダイオードを装荷した1層構造の周波数可変アンテナである。図4は1層構造の多リング形マイクロストリップアンテナの中央をビアで短絡することにより、リング形素子の上半分の面積を削減したものである。すなわち、小形化された1層構造の周波数可変アンテナである。これらのアンテナについて、周波数制御特性や放射特性を明らかにする。

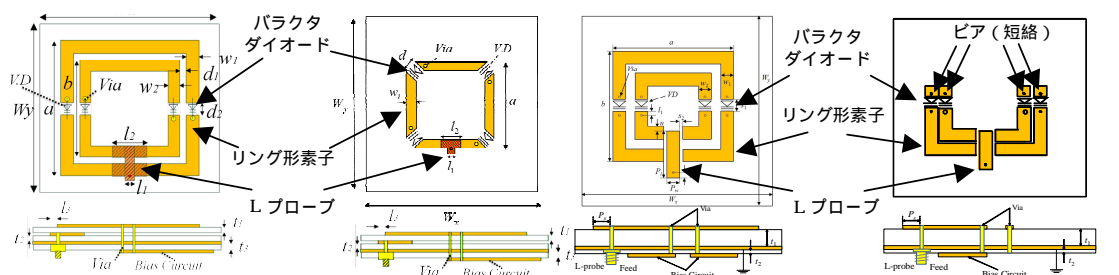


図1
2層構造周波数
可変平面アンテナ

図2
円偏波周波数
可変平面アンテナ

図3
1層構造周波数
可変平面アンテナ

図4
小形化された周波数
可変平面アンテナ

3. 研究の方法

(1) 2層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変多リング形マイクロストリップアンテナ(図1)を設計・試作し、バラクタダイオードに印加するバイアス電圧を変化させた場合の周波数制御範囲、放射パターン、利得等の諸特性を実験により評価する。

(2) 前述のアンテナを円偏波で動作させた場合のアンテナ(図2)を設計・試作し、バイアス電圧を変化させた場合の諸特性を実験により評価する。

(3) 1層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変多リング形マイクロストリップアンテナ(図3)を設計・試作し、バイアス電圧を変化させた場合の諸特性を実験により評価す

る。

(4) 前述のアンテナを片側短絡により小型化したアンテナ (図4) を設計・試作し、バイアス電圧を変化させた場合の諸特性を実験により評価する。

4. 研究成果

(1) 図5に2層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変多リング形マイクロストリップアンテナの基本構成を示す。このアンテナは三層の誘電体基板から構成され、一層目の基板には2個の方形リング形素子が配置され、各々のリング型素子の左右にスリットを形成し、スリット間にバラクタダイオードが装荷されている。二層目の基板には給電用Lプロープが配置され、三層目の基板にはバラクタダイオードにバイアス電圧を印加するためのバイアス回路が配置されている。バイアス電圧を制御しバラクタダイオードの容量を変化させることにより、リング形素子に励振されるモードの共振周波数を制御することができる。バラクタダイオードはリング形素子の共振周波数になるべく大きく変化するように、リング形素子に流れる電流が最大となる位置に装荷されている。また、バイアス電圧を変化させた場合に放射パターンの変化、特に偏波の向きが変化することを防止するため、バラクタダイオードはリング形素子の左右2箇所とし、アンテナ素子の構造を左右対称としている。バイアス回路については、バイアス回路から発生する不要放射を抑制するため、及び、リング形素子の個数を増加させてマルチバンド動作とした際にもバイアス回路の配置を容易にするため、バイアス回路は厚さ 0.6 mm の基板上に配置し、アンテナ素子と同一面ではなく地導体の背面側に設置した。このバイアス回路とリング形素子はビアによって接続される。ビアがリング形素子に励振されるモードに与える影響を最小限とするため、ビアの位置はリング形素子に励振されるモードの零電位面近傍、すなわち、バラクタダイオードの近傍とした。ここでは、外側のリング形素子に印加されるバイアス電圧を V_1 、内側のリング形素子に印加されるバイアス電圧を V_2 とする。また、外側のリング形素子に励振されるモードを 1st mode、内側のリング形素子に励振されるモードを 2nd mode とする。図6に供試アンテナの共振周波数制御特性の実測値を示す。ここで図6(a)は1st modeのバイアス電圧 V_1 のみ変化させた場合 ($V_2 = 0$ V は固定) の共振周波数の変化を示す。図6(b)は2nd modeのバイアス電圧 V_2 のみ変化させた場合 ($V_1 = 0$ V は固定) の共振周波数の変化を示す。ここでは、バイアス電圧の値は各々 0 V ~ 10.0 V の範囲で変化させた。これらの結果により、1st mode と 2nd mode の共振周波数をほぼ独立に制御可能であることが確認された。なお、利得が最大値から 1dB 低下する帯域幅は、1st mode では 3.60 GHz ~ 4.06 GHz (比帯域 約 12.0%)、2nd mode では 4.98 GHz ~ 5.55 GHz (比帯域 約 10.0%) であった。

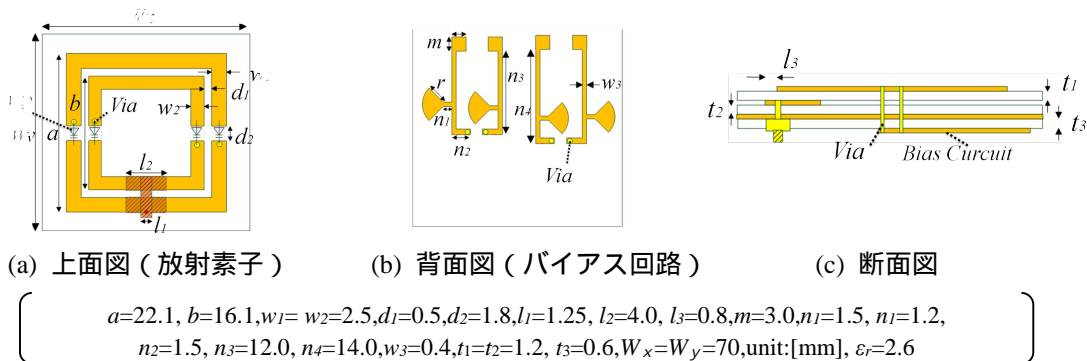
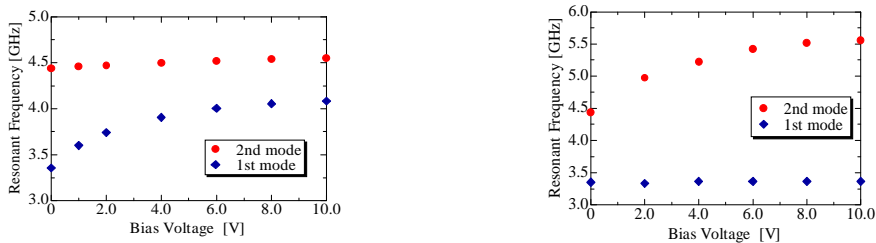


図5 2層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変平面アンテナ

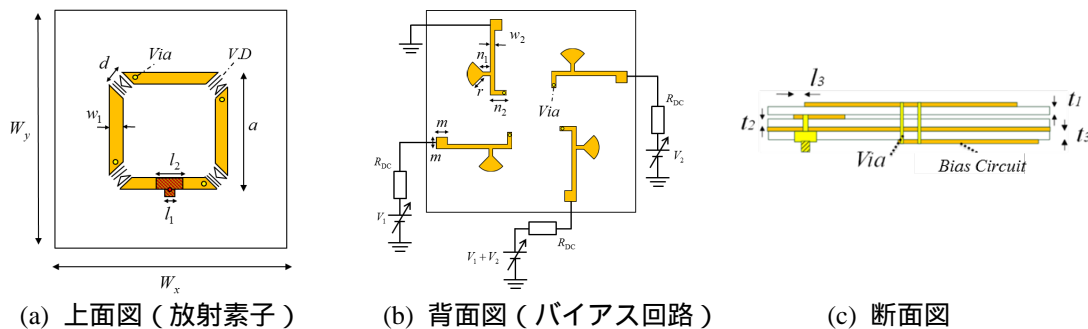


(a) 1st mode ($0 \leq V_1 \leq 10.0$, $V_2 = 0$) (b) 2nd mode ($V_1 = 0$, $0 \leq V_2 \leq 10.0$)

図6 共振周波数の変化

(2) 図7に2層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷円偏波周波数可変リング形マイクロストリップアンテナを示す。基本構成は前述のアンテナと同様であるが、バラクタダイオードはリング形素子に励振される2つの直交するモードの電流が最大となる位置である各頂点の4箇所装荷されている。ここでは、リング形素子の対角の頂点にあるバラクタダイオードに印加するバイアス電圧を同一の値に設定して変化させ、それらの値を V_1 、 V_2 とする。 V_1 、 V_2 をそれぞれ変化させることにより、リング形素子の2つの直交するモードの共振周波数を独立に制御することが可能となる。そのため、バラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 、 V_2 を異なる値とし、リング形素子の2つの直交するモードを等振幅かつ位相差が 90° となるように V_1 、 V_2

を設定すれば、円偏波の周波数制御アンテナとして動作する。バラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 , V_2 を異なる大ききで変化させて、円偏波の周波数制御アンテナとして動作させた場合の諸特性について検討を加えた。図 8 にバラクタダイオードに印加される 2 組のバイアス電圧 V_1 , V_2 を異なる大ききで変化させた場合の供試アンテナの反射特性の一例(実測値)を示す。バイアス電圧 V_1 を基準として 0.0 V ~ 8.0 V の範囲で変化させ、バイアス電圧 V_2 を 0.0 V ~ 10.0 V の範囲でアンテナ正面方向の軸比が 3 dB 以下となるよう適切に組み合わせた。軸比が最小となる周波数は 3.31 GHz ~ 3.56 GHz の範囲で変化することが確認された。このとき、軸比が最小となる周波数において反射特性がやや劣化する傾向が確認された。なお、利得の最大値は 5.6 dBi であり、周波数制御幅は 3.38 GHz ~ 3.56 GHz (比帯域約 5.3%) であった。



$$\left[\begin{array}{l} W_x = W_y = 70.0, a = 22.1, w_1 = 2.5, w_2 = 0.4, d = 1.8, l_1 = 1.25, l_2 = 11.0, l_3 = 0.8, m = 3.0, n_1 = 0.4, n_2 = 1.5, \\ t_1 = t_2 = 1.2, t_3 = 0.6, r = 7.0 \text{ unit: [mm]}, R_{DC} = 10 \text{ k}\Omega, V_1 = 0 \sim 8 \text{ V}, V_2 = 0 \sim 10 \text{ V} \end{array} \right]$$

図 7 2層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷円偏波周波数可変平面アンテナ

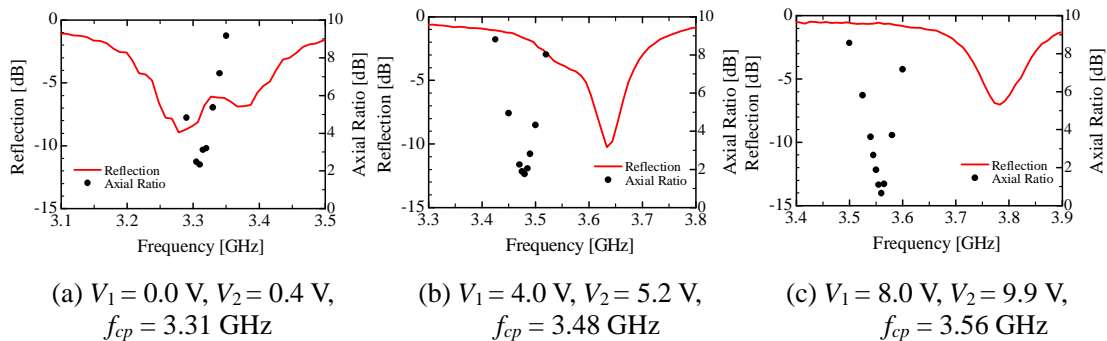
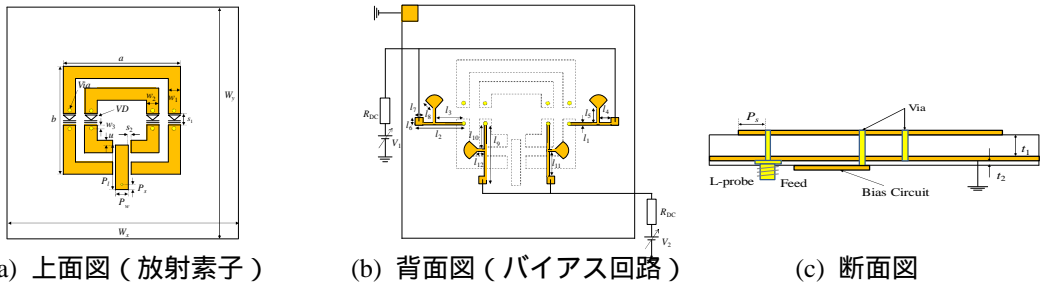


図 8 反射特性と軸比特性

(3) 図 9 に 1 層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変多リング形マイクロストリップアンテナの基本構成を示す。このアンテナは二層の誘電体基板から構成され、一層目の基板には 2 個の方形リング形素子と L プロブが配置される。リング形素子の左右にスリットを形成し、スリット間に各々バラクタダイオードが装荷されている。二層目の基板にはバラクタダイオードに正極側のバイアス電圧を印加するためのバイアス回路が配置されている。バイアス電圧を制御しバラクタダイオードの容量を変化させることにより、リング形素子に励振されるモードの共振周波数を各々制御することができる。バイアス回路とリング形素子はピアによって接続される。このピアがリング形素子に励振されるモードに与える影響を最小限とするため、ピアの位置はリング形素子に励振されるモードの零電位面近傍、すなわち、バラクタダイオードの近傍とした。また、バラクタダイオードの負極側はピアによってリング形素子と地導体が接続され、この位置が零電位面となる。図 9 に示すアンテナを製作し、外側及び内側のリング形素子上のバラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 及び V_2 をそれぞれ変化させた場合の諸特性について実験により検討を加えた。図 10 にバラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 及び V_2 を変化させた場合の供試アンテナの反射特性の一例(実測値)を示す。バイアス電圧 V_1 及び V_2 の一方を 0 ~ 10 V の範囲で変化させ、他方を 0 V に固定した。この場合、1st モードの共振周波数は 2.75 ~ 3.38 GHz の範囲で、2nd モードの共振周波数は 4.73 ~ 5.63 GHz の範囲で各々変化することが確認された。なお、1st モードの利得の最大値は 4.2 dBi であり、利得 3 dBi 以上を基準とする帯域幅は 3.12 ~ 3.38 GHz (比帯域約 8%) であった。2nd モードの利得の最大値は 6.1 dBi、利得 3 dBi 以上を基準とする帯域幅は 4.81 ~ 5.63 GHz (比帯域約 16%) であった。



(a) 上面図 (放射素子) (b) 背面図 (バイアス回路) (c) 断面図

$(W_X=80.0, W_Y=80.0, a=b=27.1, c=d=16.1, w_1=w_2=2.5, P_1=9.5, u=0.5, s_2=0.55, t_1=2.4, t_2=0.6, \text{unit: [mm]}, \epsilon_r=2.6, \theta=60^\circ, R_{DC}=10\text{k}\Omega, V_1=0\sim 10\text{V}, V_2=0\sim 10\text{V})$

図9 1層構造の誘電体基板を用いたバラクタ装荷周波数可変平面アンテナ

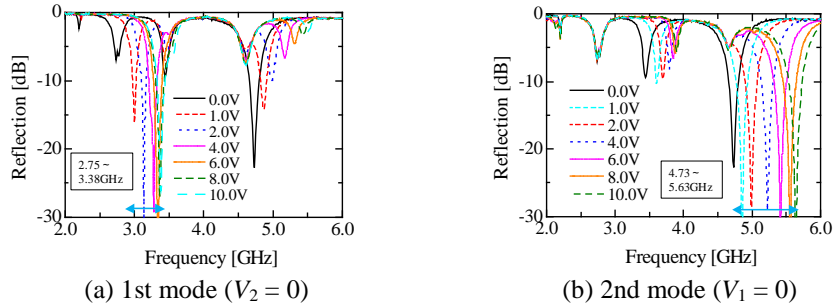
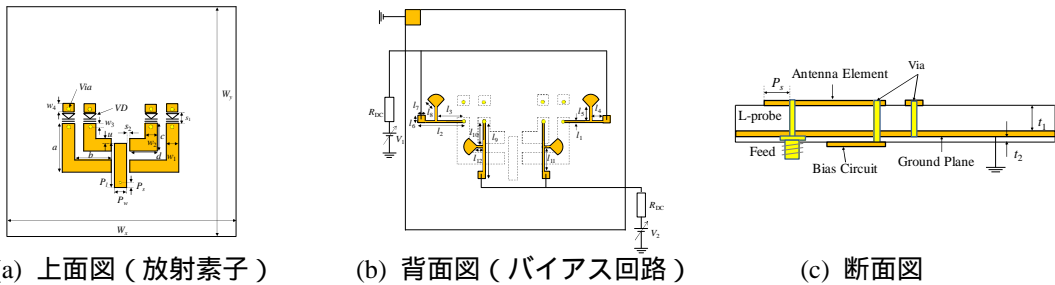


図10 反射特性

(4) 図11に片側短絡により小型化された1層構造バラクタ装荷周波数可変多リング形マイクロストリップアンテナを示す。このアンテナの基本構成は前述されたアンテナと同様であるが、リング形素子は素子中央の地導体と接続されたビアより上側半分が削除されている。これにより、同一の共振周波数を維持しながらリング形素子の素子面積を半分に削減されている。図11に示すアンテナを製作し、外側及び内側のリング形素子上のバラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 及び V_2 をそれぞれ変化させた場合の諸特性について実験により検討を加えた。図12にバラクタダイオードに印加されるバイアス電圧 V_1 及び V_2 を変化させた場合の供試アンテナの反射特性の一例 (実測値) を示す。バイアス電圧 V_1 及び V_2 は前述のアンテナと同様に $0\sim 10\text{V}$ の範囲で変化させた。この場合、1stモードの共振周波数は $2.61\sim 3.43\text{GHz}$ の範囲で、2ndモードの共振周波数は $3.61\sim 4.97\text{GHz}$ の範囲で各々変化することが確認された。なお、リング形素子の片側を短絡しない場合と比較すると、アンテナの小型化に伴う利得の低下が見られた。1stモード及び2ndモードの利得の最大値はそれぞれ 2.8dBi 、 3.6dBi であった。



(a) 上面図 (放射素子) (b) 背面図 (バイアス回路) (c) 断面図

$(W_X=80.0, W_Y=80.0, a=12.8, b=10.0, c=7.3, d=7.0, w_1=w_2=2.5, w_3=2.0, w_4=2.8, s_1=1.5, s_2=0.55, u=0.5, P_W=1.0, P_S=0.75, P_1=9.5, l_1=0.4, l_2=22.4, l_3=13.0, l_4=5.0, l_5=6.0, l_6=l_7=3.4, l_8=7.0, l_9=22.9, l_{10}=l_{11}=9.5, l_{12}=2.0, t_1=2.4, t_2=0.6, \text{unit: [mm]}, \epsilon_r=2.6, \theta=60^\circ, R_{DC}=10\text{k}\Omega, V_1=0\sim 10\text{V}, V_2=0\sim 10\text{V})$

図11 片側短絡により小型化された1層構造バラクタ装荷周波数可変平面アンテナ

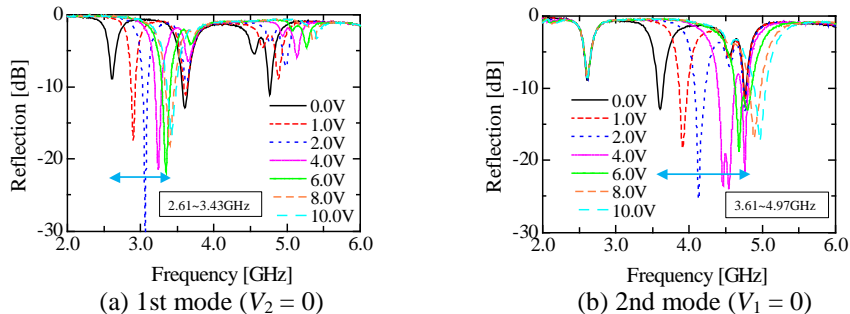


図12 反射特性

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 木村 雄一	4. 巻 J102-B(11)
2. 論文標題 マイクロストリップアンテナの応用設計技術 マルチバンド設計と特性可変技術	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B	6. 最初と最後の頁 741-751
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14923/transcomj.2019API0003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計36件（うち招待講演 1件/うち国際学会 12件）

1. 発表者名 T. Ikeda, S. Saito, and Y. Kimura
2. 発表標題 A Frequency-Tunable Dual-Band Single-Layer Shorted Multi-Ring Microstrip Antenna Fed by an L-probe with Varactor Diodes
3. 学会等名 2019 IEEE AP-S Int. Symp. Dig., MO-A1.3P.2, pp. 905-906（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Honda, S. Saito, and Y. Kimura
2. 発表標題 Frequency Control of a Varactor-Loaded Dual-Band Single-Layer Shorted Multi-Ring Microstrip Antenna Fed by an L-probe with Reduced Patch Area in Half
3. 学会等名 2019 Int. Symp. Antennas Propagat. (ISAP2019), MP1F.2, pp. 1-3（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Kimura, Y. Kimura, K. Furukawa, S. Saito, and T. Fukunaga
2. 発表標題 Wideband design of multi-ring microstrip antennas fed by an L-probe for single-band and dual-band operations
3. 学会等名 2019 Asian Workshop Antennas and Propagat. (AWAP 2019), S1-2, p. 5（国際学会）
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Kimura, S. Honda, and S. Saito
2 . 発表標題 Varactor-loaded frequency-tunable dual-band shorted ring microstrip antennas fed by an L-probe with reduced patch area in half
3 . 学会等名 2019 Philippines-Japan Workshop on Wireless, Radio, and Antenna Technologies (2019 PJWWRAT-mini), Session V (Japan-05), pp. 9 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Furukawa, S. Saito, Y. Kimura, and M. Tatematsu
2 . 発表標題 A broadband design of a single-layer ring microstrip antenna fed by an L-probe with a thick dielectric substrate
3 . 学会等名 2019 Philippines-Japan Workshop on Wireless, Radio and Antenna Technologies (PJWWRAT 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Kimura, S. Saito, Y. Kimura, and T. Fukunaga
2 . 発表標題 Design and measurement of a dual-band and wideband multi-ring microstrip antenna fed by an L-probe
3 . 学会等名 2019 Philippines-Japan Workshop on Wireless, Radio and Antenna Technologies (PJWWRAT 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Hozen, S. Saito, and Y. Kimura
2 . 発表標題 Measured performance of a planar array antenna on a narrow wall of a rectangular waveguide for perpendicular polarization to the axis with standing wave excitation
3 . 学会等名 2019 Philippines-Japan Workshop on Wireless, Radio and Antenna Technologies (PJWWRAT 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 池田 透, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 バイアス回路を削減したパラクタ装荷2周波共用一層構造多リング形マイクロストリップアンテナの周波数制御に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 28, AP2019-3, pp. 13-18
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村 雄樹, 斉藤 作義, 木村 雄一, 福永 達也
2. 発表標題 Lプローブ給電2周波広帯域多リング形マイクロストリップアンテナの設計
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 168, AP2019-48, pp. 7-12
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本多 祥平, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 素子面積を半分としたLプローブ給電パラクタ装荷2周波片側短絡多リング形マイクロストリップアンテナに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 228, AP2019-88, pp. 43-48
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保前 俊稀, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 管軸に垂直な偏波を放射する導波管狭壁面上の平面アレーアンテナの定在波励振アレー設計に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 228, AP2019-89, pp. 49-54, pp. 43-48
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 貴大, 木幡 雄介, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 可変リアクタンス素子を用いた円偏波ビーム成形平面アレーアンテナに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 295, AP2019-109, pp. 19-24
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古川 耕平, 斉藤 作義, 木村 雄一, 福永 達也, 立松 雅大
2. 発表標題 Lプローブ給電リング形マイクロストリップアンテナの広帯域設計に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 119, no. 295, AP2019-110, pp. 25-30
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本多 祥平, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 Lプローブ給電されたバラクタ装荷2周波片側短絡マイクロストリップアンテナの周波数制御特性改善に関する一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-42
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保前 俊稀, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 管軸に垂直な偏波を放射する導波管狭壁面上の平面アレーアンテナの放射素子形状に関する一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-46
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木 貴大, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 可変リアクタンス素子を用いたLプローブ給電リング形平面アンテナの放射位相制御に関する基礎検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-68
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古川 耕平, 斉藤 作義, 木村 雄一, 立松 雅大
2. 発表標題 Lプローブにより給電される一層構造広帯域リング形平面アンテナの試作特性
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-71
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村 雄樹, 斉藤 作義, 木村 雄一, 立松 雅大
2. 発表標題 Lプローブ給電広帯域2周波多リング型マイクロストリップアンテナの直交偏波共用化に関する一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 保前 俊稀, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 管軸に垂直な偏波を放射する導波管狭壁面上の平面アレーアンテナの定在波励振アレー設計と試作特性
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会, B-1-77
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村 雄樹, 斉藤 作義, 木村 雄一, 立松 雅大
2. 発表標題 直交偏波共用Lプローブ給電広帯域2周波多リング型マイクロストリップアンテナのアイソレーション特性改善に関する一検討
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会, B-1-97
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本多 祥平, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 Lプローブ給電されたパラクタ装荷2周波片側短絡マイクロストリップアンテナの交差偏波特性改善に関する一検討
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会, B-1-98
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Ikeda, S. Saito, and Y. Kimura
2. 発表標題 A Frequency-Tunable Varactor-Loaded Single-Layer Shorted Ring Microstrip Antenna fed by an L-probe
3. 学会等名 2018 IEEE AP-S Int. Symp. Dig., M0-A1.3P.2, pp. 279-280 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Ikeda, S. Saito, and Y. Kimura
2. 発表標題 Design and Measured Performance of a Varactor-loaded Frequency-tunable Dual-band Ring Microstrip Antenna with Reduced Bias Circuit
3. 学会等名 2018 Progress In Electromagnetics Research Symposium Abstracts (PIERS 2018), p. 625 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 I. Yamasaki, S. Saito, and Y. Kimura
2. 発表標題 Design and measurement of a microstrip antenna array on a broad wall of a rectangular waveguide for 45-degree linear polarization
3. 学会等名 2018 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition (iWEM 2018), POS1.12, pp. 25-26 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kimura, F. Nonaka, S. Shimamori, and S. Saito
2. 発表標題 Design of Microstrip Antenna Arrays Fed by Slots on Broad and Narrow Walls of the Rectangular Waveguide
3. 学会等名 2018 IEEE International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition (iWEM 2018), TP2.2, p. 180 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 雄一
2. 発表標題 マイクロストリップアンテナのマルチバンド設計と特性可変技術
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 118, no. 5, AP2018-3, pp. 13-18
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kimura, T. Ikeda, and S. Saito
2. 発表標題 Frequency-tunable miniaturized microstrip antennas fed by an L-probe with varactor diodes for single-band and dual-band operation
3. 学会等名 2018 Vietnam-Japan Int. Symp. Antennas Propagat. (VJISAP 2018), pp. 35-36 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎 一晴, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 斜め45度の直線偏波を放射する導波管広壁面上の平面アレーアンテナに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 118, no. 191, AP2018-77, pp. 55-60
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 貴大, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 可変リアクタンス素子を3素子用いた円偏波平面アンテナのビーム成形に関する一検討
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-68
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古川 耕平, 斉藤 作義, 木村 雄一, 福永 達也
2. 発表標題 プローブにより給電されるリング形平面アンテナの広帯域化に関する基礎検討
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-69
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎一晴, 斉藤 作義, 木村 雄一
2. 発表標題 斜め45°偏波を放射する導波管広壁面上の平面アレーアンテナの放射素子に関する一検討
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-87
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本多祥平, 斉藤作義, 木村雄一
2. 発表標題 素子面積を半分としたバラクタ装荷2周波片側短絡一層構造多リング形マイクロストリップアンテナの周波数制御に関する一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会, B-1-110
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田裕磨, 斉藤作義, 木村雄一
2. 発表標題 バラクタ装荷円偏波周波数制御平面アンテナの反射特性改善の一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会, B-1-111
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古川耕平, 斉藤作義, 木村雄一, 福永 達也
2. 発表標題 Lプロープにより給電される広帯域リング形平面アンテナの試作特性
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会, B-1-112
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村雄樹, 斉藤作義, 木村雄一, 福永 達也
2. 発表標題 Lプロープにより給電される2周波多リング型マイクロストリップアンテナの広帯域化に関する一検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会, B-1-113
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村雄一, 本多秀尚, 斉藤作義
2. 発表標題 スタブ装荷リング形マイクロストリップアンテナを素子とする平面波入射リフレクタレーに関する基礎検討
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会, B-1-115
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関