

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4328900号
(P4328900)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 Q 7/00 (2006.01) H O 1 Q 7/00
H O 1 Q 1/38 (2006.01) H O 1 Q 1/38

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2006-512723 (P2006-512723)	(73) 特許権者	301022471
(86) (22) 出願日	平成16年12月28日(2004.12.28)		独立行政法人情報通信研究機構
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/019594		東京都小金井市貫井北町4-2-1
(87) 国際公開番号	W02005/107011	(74) 代理人	100108660
(87) 国際公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)		弁理士 大川 譲
審査請求日	平成19年11月2日(2007.11.2)	(72) 発明者	イエケ ヤズダンドウースト カミヤ
(31) 優先権主張番号	特願2004-133759 (P2004-133759)		東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
(32) 優先日	平成16年4月28日(2004.4.28)		行政法人情報通信研究機構内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	河野 隆二
			東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立
			行政法人情報通信研究機構内
		審査官	宮崎 賢司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 UWB ループアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

3. 1GHz-5.1GHzの帯域周波数で動作し、かつ、キャリアなしに非常に短いパルスを送信するUWBシステムに用いられる正方形或いは矩形ループのUWBループアンテナにおいて、

外周の全長が実質上1波長に形成される前記正方形或いは矩形ループは、中央で切断されてその両切断端がそれぞれ対構成のテーパ伝送路と接続される第1のアーム、該第1のアームの両外端とそれぞれ接続されるサイドの第2及び第3のアーム、該第2及び第3のアームの他端のそれぞれと接続される第4のアームを有して、

金属単一層からなるアンテナが基板の上面にプリントされ、かつ、前記対構成のテーパ伝送路が同じ基板の上面にプリントされ、

L型の形状部が、サイドアームの1つ及び第4のアームの幅を、他のサイドアーム及び第1のアームと比較して、部分的或いは全体的に広くすることにより形成される、ことから成るUWBループアンテナ。

【請求項2】

テーパ伝送路は、外部回路装置が接続される端部からアンテナ素子に向かって広くなる形状で、アンテナ素子と一体に基板上に形成されている請求項1に記載のUWBループアンテナ。

【請求項3】

前記テーパ伝送路の外側の辺は直線形状、湾曲形状、或いはステップ形状である請求項2

10

20

に記載のUWBループアンテナ。

【請求項4】

前記金属層は銅、銀、白金、金もしくはアルミニウムのいずれか一つである請求項1に記載のUWBループアンテナ。

【請求項5】

前記基板の材料はテフロン（登録商標）、FR-4もしくはシリコンのいずれか一つである請求項1に記載のUWBループアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、UWB信号放射のためにL形状部アームを備えるプリントループアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

UWB通信システムと通常の狭帯域通信システムの相違は、UWBシステムはキャリアなしに非常に短いパルスを送信するので、その周波数成分の帯域幅は数GHz以上ある。その結果として、UWBシステムでは、アンテナが他のシステムより重要な役割をはたす。

【0003】

通常のアンテナと比較すると、限られたアンテナ容積の範囲でバンド幅およびゲイン等に良好なパラメータを備えるようにすることは難しい。高いデータレートでローパワーのUWBシステムの場合に、アンテナ設計はさらに難しいことになる。さらに、UWBシステムのアンテナは、全周波数帯域において周波数に対する位相変化が線形であること、水平面内無指向性の放射パターンであること、そして一定ゲインの特性を備えていなければならない。そのため、UWBアンテナは、不必要なひずみをさけるために注意深く設計されるべきであり、このことが、UWBシステムではアンテナ設計が重要となっている理由である。

20

【0004】

プリントモノポール及びダイポールアンテナは、小型、軽量、製造容易、低コストのような多くの利点のために、種々のワイヤレス用とで広く使用されている。そのいくつかは、非特許文献1、2に記載されている。

30

【0005】

ループアンテナはまた、ワイヤレス通信のために使用することができる（非特許文献3-5参照）。

【0006】

図11は、従来のループアンテナである。絶縁性の材料の基板1の上に、ループアンテナ素子が、銅等の金属を印刷することにより、構成される。しかしながら、従来のワイヤループアンテナは、2:1VSWRに対して10%帯域幅以下である。それ故、従来のループアンテナは、帯域幅を増すために変更を加えた。ワイヤループ内に小ギャップを有する広帯域ループアンテナが、非特許文献3に記載されている。この小ギャップは、インピーダンス帯域幅を24%以上増加させた。

40

【0007】

本発明において、我々は、左及び上アームが一緒になってL形状部を構成するループアンテナを提供する。しかしながら、このL形状アンテナ自体は、インピーダンス帯域幅を広くし、かつ交差偏波放射を小さくする広帯域平面アンテナの一種である（非特許文献6、7参照）。

【非特許文献1】K. L. Wong, G. Y. Lee, T. W. Chiou, "A low-profile planar monopole antenna for multiband operation of mobile handsets," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 51, pp. 121-125, January 2003.

【非特許文献2】J. Perruisseau-Carrier, T. W. Hee, P. S. Hall, "Dual-polarized

50

broadband dipole,” IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters., Vol. 2, pp. 310 - 312, 2003.

【非特許文献 3】R. L. Li, E. M. Tentzeris, J. Laskar, V. F. Fusco, and R. Cahill, “Broadband Loop Antenna for DCS-1800/IMT-2000 Mobile Phone Handsets,” IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 12, pp. 305-307, August 2002.

【非特許文献 4】K. D. Katsibas, C. A. Balanis, P. A. Tirkas, and C. R. Birtcher, “Folded Loop Antenna for Mobile Hand-Held Units,” IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. 46, pp. 260-266, February 1998.

【非特許文献 5】R. L. Li, V. F. Fusco, “Circularly Polarized Twisted Loop Antenna,” IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. 50, pp. 1377-1381, October 2002. 10

【非特許文献 6】Z. N. Chen and M. Y. W. Chia, “Broadband planar inverted-L antennas,” Microwaves, Antennas and Propagation, IEE Proceedings, vol. 148, pp.339 - 342, October 2001.

【非特許文献 7】Z. N. Chen, M. Y. W. Chia, “Suspended plate antenna with a pair of L-shaped strips,” IEEE APS Symposium, vol. 3, pp. 64-67, June 2002.

【非特許文献 8】S. Yamamoto, T. Azakami, and K. Itakura, “Coupled nonuniform transmission line and its applications,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 15, pp. 220-231, April 1967.

【非特許文献 9】O. P. Rustogi, “Linearly Tapered Transmission Line and Its Application in Microwaves,” IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 17, pp. 166-168, March 1969. 20

【非特許文献 10】N. M. Martin and D. W. Griffin, “A tapered transmission line model for the feed-probe of a microstrip patch antenna,” IEEE APS Symposium, vol. 21, pp. 154-157, May 1983.

【非特許文献 11】I. Smith, “Principles of the design of lossless tapered transmission line transformers,” 7th Pulsed Power Conference, pp. 103-107, June 1989.

【非特許文献 12】Y. Wang, “New method for tapered transmission line design,” Electronics Letters, vol. 27, pp.2396-2398, December 1991. 30

【非特許文献 13】K. Murakami and J. Ishii, “Time-domain analysis for reflection characteristics of tapered and stepped nonuniform transmission lines,” Proceedings of IEEE International Symposium on Circuits and Systems, vol. 3, pp. 518-521, June 1998.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

マッチングの低下及び反射の増加という犠牲を払って、衝動的動作を良好にしたアンテナがある。また、放射効率を低下するが、マッチングを良好にし、かつインピーダンス帯域幅を大きくした、抵抗性負荷のアンテナがある。 40

【0009】

良好な性能を有する大サイズのパラボラアンテナはUWBシステムに使用できるが、しかし、大部分の市販価格の携帯サイズの用途には適さない。

【0010】

UWBシステムについて、解決されるべき課題は、特に、低コストで、形状の小さな放射効率の良い構成が典型的な用途のために必要とされるとき、UWB信号放射のためのアンテナ構成である。

【0011】

本発明において、我々は、UWBシステムのためのオンチップ或いはスタンドアローンアンテナとして使用することができるコンパクトサイズの新規なループアンテナを提案す 50

る。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、L形状アームを持つ新規なプリントループアンテナを提供する。このアンテナは、3.1GHz～5.1GHzのUWBシステムの低帯域周波数で良好に動作する。このアンテナは、その帯域幅全体にわたって-10 (dB)以下のリターンロスを示している。

【0013】

このアンテナは、FR4基板上に構成され、かつ、50Ωの対構成テーパー伝送路によって給電される。その低域周波数は、ループアンテナのL型の形状部に依存するが、しかし、周波数上限は、テーパー伝送路によって決定されるということがわかった。本発明のアンテナは、非常に設計が容易で、かつ安価である。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明において、広帯域Lループアンテナが提供される。それは、UWBの低域帯域に対して優れた性能を有し、かつ小サイズ、安価、設計容易の魅力的な特徴を有している。3.1-5.1 (GHz)の全帯域幅にわたって、VSWR 1.6が達成可能であることが示された。リターンロス-10 dBが、その周波数帯域に亘って達成される。その全周波数帯域に亘ってゲインは、1 dBi以上である。2つの分析技術、モーメント法と有限要素法が、この新規なアンテナを設計するために適用され、これらによる結果は信頼できると結論づけることができる。良好なインピーダンスマッチングが、簡単に達成された。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明のLループアンテナの平面図と断面図を示す図である。

【図2】本発明のLループアンテナの例を示す図である。

【図3】本発明に適用するテーパー伝送路の形状の例を示す図である。

【図4】本発明のLループアンテナのVSWRの周波数特性を示す図である。

【図5】本発明のLループアンテナのリターンロスの周波数特性を示す図である。

【図6】本発明のLループアンテナの利得の周波数特性を示す図である。

【図7】本発明のLループアンテナの電流分布を示す図である。

【図8】本発明のLループアンテナの3.1GHzの放射特性を示す図である。

30

【図9】本発明のLループアンテナの4.1GHzの放射特性を示す図である。

【図10】本発明のLループアンテナの5.1GHzの放射特性を示す図である。

【図11】従来のループアンテナを示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1及び図2は、新規な小型平面Lループアンテナを示している。図1は本発明の実施の形態を示す図である。図1(a)は平面図である。図1(b)はX-X'での断面図である。図1(c)はY-Y'での断面図である。図2は、図1に示されるようなLループアンテナの一例である。図1において、基板1は、FR-4、テフロン（登録商標）、或いはシリコン等の絶縁性材料で構成され、かつこの基板1の上に、Lループアンテナが、銅、銀、白金、金、若しくはアルミニウム等の金属材料により構成される。

40

【0017】

図1において、L形状部アームを持つ新規なプリントループアンテナが示されている。このアンテナは、4つのアームを有する正方形又は長方形ループ形状に形成される。第1のアームは、中央で切断されて、その両切断端がそれぞれ対構成のテーパー伝送路4、5に接続されている。第2及び第3のサイドアームは、第1のアームの外端とそれぞれ接続されている。第2及び第3のアームの他端のそれぞれは、第1のアームに対向する第4のアームの両端に接続され、これによって、正方形或いは矩形ループを形成している。

【0018】

L型の形状部は、サイドアームの一方と第4のアームの幅を、他のサイドアーム及び対

50

構成のテーパ伝送路 4, 5 と接続されている第 1 のアームと比較して、広くすることにより形成される。しかしながら、その一方のサイドアームと第 4 のアームの全長に亘ってその幅を広くすることは必ずしも必要ではない。この幅は、一方のサイドアーム及び第 4 のアームのそれぞれの長さを部分的に広くしても良い。

【0019】

線形偏波放射をするために、正方形（又は矩形）ループアンテナの外周の全長は、実質上 1 波長にすべきである。3.1 GHz 用のアンテナの設計は、波長 $\lambda_0 = 96.77$ mm になる。例示のアンテナは、厚さ h_m の銅の金属単一層から構成され、かつ、厚さ h_s 及び比誘電率 ϵ_r の基板 1 の上面にプリントされる。対構成のテーパ伝送路 4, 5 は、同じ基板 1 の上面にプリントされる。

10

【0020】

金属層は、厚さ $h_m = 0.018$ mm を有している。この金属層は、 $\epsilon_r = 4.4$, 誘電損失 ($\tan \theta$) $\tan \theta = 0.02$, 厚さ $h_s = 1$ mm の基板上にある。例示のアンテナのサイズは、24 x 25 x 1 mm であり、ワイヤレスシステムに対して全く適切である。矩形ループは、アンテナ設計の 1 波長にかなり近い 98 mm の長さを有している。基準面は、アンテナの中央である。

【0021】

テーパ伝送路 4, 5 は、外部の回路装置（図示せず）に接続される。図 1 はテーパ伝送路 4, 5 の外側の辺の形状が直線型である場合を示すものである。テーパ伝送路は、外部の回路装置に接続される側からアンテナ素子に向かって広くなる形状でアンテナ素子と一体に基板上に形成されている。

20

【0022】

テーパ伝送路は、広い周波数範囲に亘って良好なインピーダンスマッチングを示した（非特許文献 8-13 参照）。このアンテナは、対構成テーパ伝送路を通して 50 Ω 同軸ケーブルから給電される。テーパ形状は、反射を最小化し、かつインピーダンスマッチング及び帯域幅を最適化するように選択される。

【0023】

本発明のアンテナは、FR-4 でつくられる基板 1、及びこの基板に張り付けた銅板から造られる。アンテナ素子からなるアンテナパターン及びインピーダンスマッチング部は、例えば、銅板をフォトエッチングすることにより作成することができる。銅板の上にフォトレジストを塗布してフォトレジスト膜を生成する。次に、アンテナ素子およびインピーダンス整合部のパターンをもつ露光マスクによりフォトレジスト膜を露光する。そのフォトレジスト膜を溶剤に浸漬し、露光されない部分を溶剤により除去する。フォトレジスト膜の露光された部分は、銅板の上に残される。次に、全体を銅のエッチング液に浸漬し、フォトレジストで作られたエッチングマスクをマスクとして銅をエッチングする。これによって、テーパ伝送路 4, 5 を一体化した L-ループアンテナを作成する。

30

【0024】

図 2 は本発明の L-ループアンテナの詳細なサイズの例を示す。

【0025】

図 3 は本発明のテーパ伝送路の形状の例を示す。図 3 (a) は直線型のテーパ伝送路である。図 3 (b) は曲線状のテーパ伝送路の例を示すものである。図 3 (c) はステップ型テーパ伝送路を示すものである。

40

【0026】

図 4 ~ 図 10 は本発明の実施の形態のアンテナの各種特性を示す。図 2, 図 3 (a) に示すサイズの直線テーパ伝送路をもつ L-ループアンテナの特性をシミュレーションにより求めたものである。

【0027】

例示のアンテナは、3.1-5.1 GHz の周波数範囲で動作することができる。このアンテナ設計について詳細に述べ、かつ、このアンテナのシミュレーション結果を提示する。シミュレーション結果は、Ansoft Designer 1.1 及び Ansoft High Frequency Structure Sim

50

ulator, HFSS 9.1で得られたものであり、得られた結果は、信頼性があることが確認されている。

【0028】

図4は、アンテナのVSWRの周波数特性を示す図である。3.1から5.1GHzの周波数でVSWR 1.6以下の特性を示す。

【0029】

図5は、本発明のアンテナのリターンロスを示す図である。リターンロスは、全周波数範囲で-10dB以下であり、広い動作帯域幅が得られることが明白に示されている。

【0030】

図6は、本発明のアンテナの利得の周波数特性である。全周波数において1dBi以上が達成されることが示されている。

【0031】

図7は、本発明のLループアンテナの電流分布を示す図である。明るいほど電流が強い。

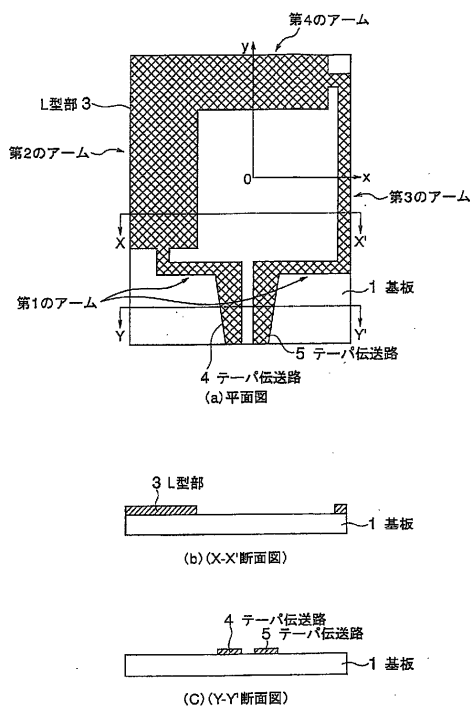
【0032】

図8～図10は、3.1GHz、4.1GHzおよび5.1GHzでの放射パターンを示す。座標軸は図1に示すように、アンテナの中心を原点としてx軸およびy軸を定める。z軸は原点を通過して、アンテナの面に垂直な方向に定める。

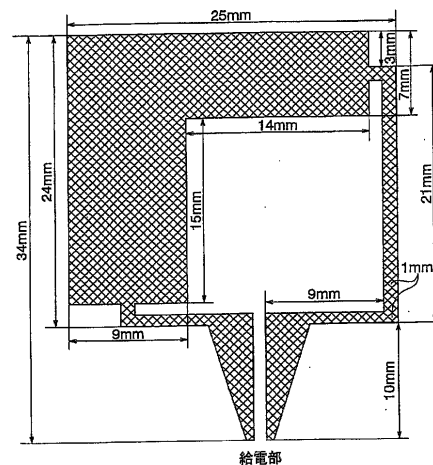
【0033】

図8～図10において、実線のパターンは $\phi = 0^\circ$ での放射パターンである。点線のパターンは $\phi = 90^\circ$ の放射パターンである。図示のように良好な放射パターンであることが示されている。放射パターンは、全周波数に対して殆ど同じであり、このことは、高データレートのワイヤレスシステムに対して非常に重要である。

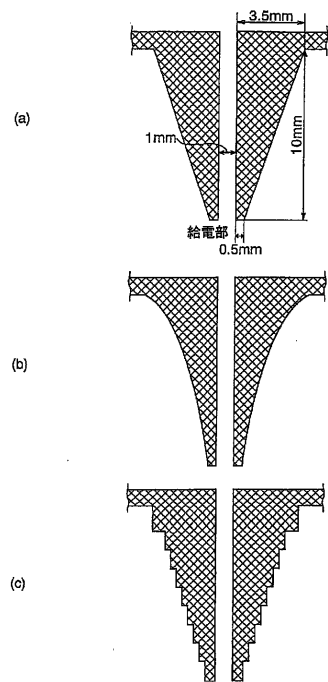
【図1】



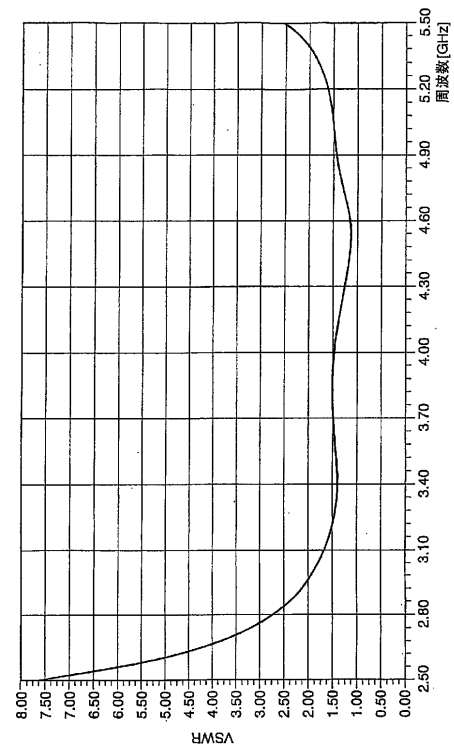
【図2】



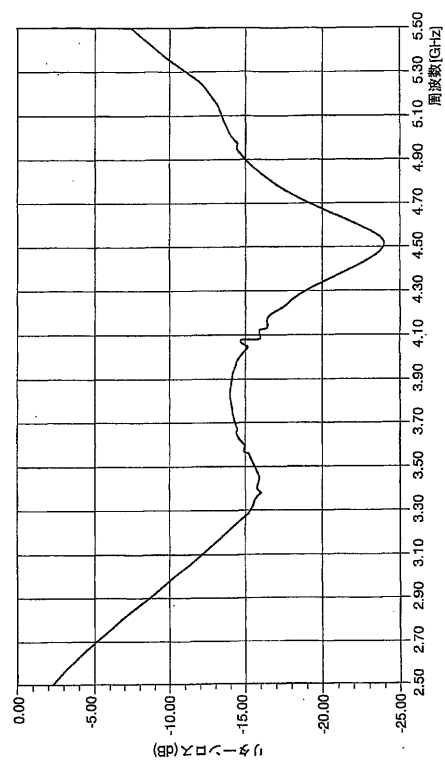
【図 3】



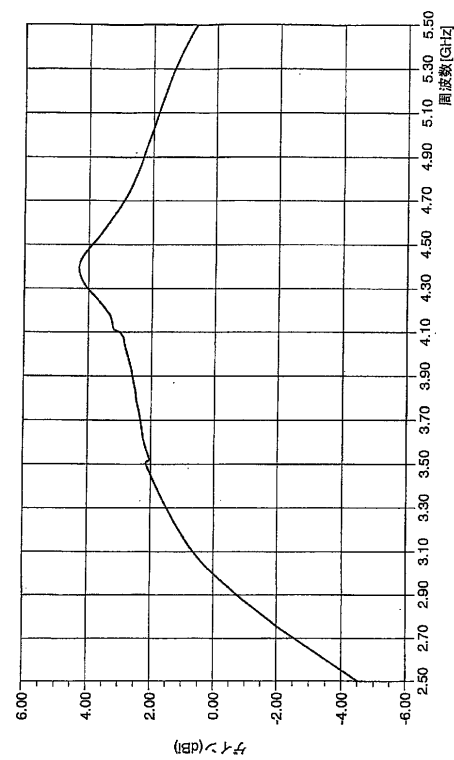
【図 4】



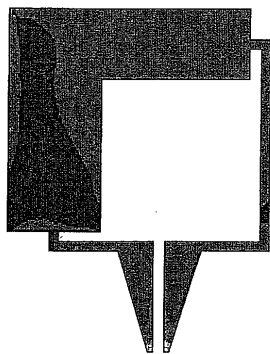
【図 5】



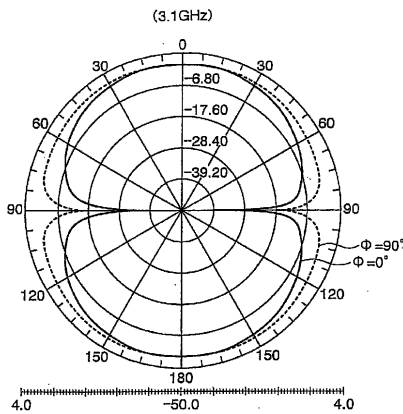
【図 6】



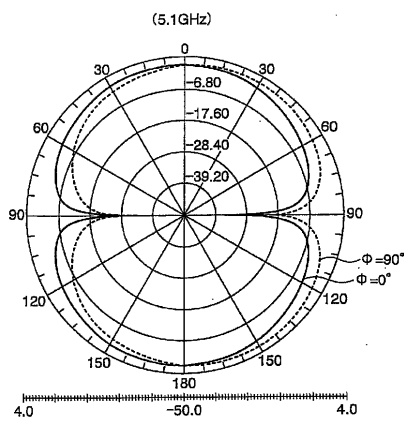
【図 7】



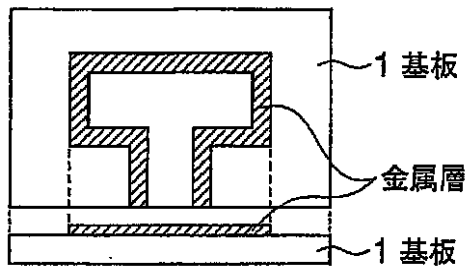
【図 8】



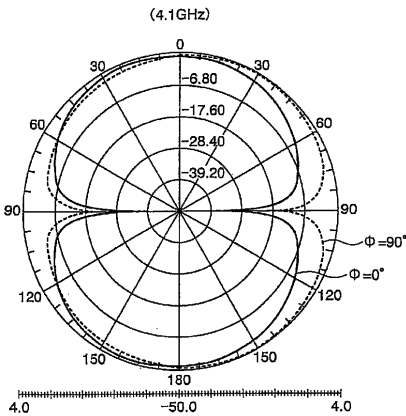
【図 10】



【図 11】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-048233 (JP, A)
特開2004-112044 (JP, A)
米国特許第06259416 (US, B1)
米国特許第04298878 (US, A)
特開2006-246070 (JP, A)
特開2004-328686 (JP, A)
特開2003-304114 (JP, A)
特開2003-273638 (JP, A)
米国特許第06559810 (US, B1)
米国特許第06351246 (US, B1)
特開2005-045331 (JP, A)
特開平07-115318 (JP, A)
特開2002-198723 (JP, A)
特開平05-347511 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 7/00
H01Q 13/08
H01Q 1/38
WPI