

GPSフィルムアンテナ

GPS Film Antenna

あらまし

富士通テンでは、線状導体の平面上への配置のみで構成する円偏波アンテナを新たに開発し、自動車のフロントガラスに貼り付けて設置するGPSフィルムアンテナとして製品化した。このアンテナは透明樹脂フィルムの片面にのみ線状パターンを印刷して構成できるため、セラミック基板などを使用し立体構造を有する従来のパッチアンテナに比較して簡易な構成で実現でき、また自動車のデザインを損なうことがないという特長を持つ。これらの特長により、今後はITS関連分野を含め、車載用円偏波アンテナとして幅広い応用が考えられる。

本稿では、本アンテナ方式での円偏波受信原理とその性能、および製品化したGPSフィルムアンテナの特長、そのほかの応用例などについて紹介する。

Abstract

Fujitsu Ten has developed a new circularly polarized antenna consisting solely of a configuration of linear conductors that can be placed on a plane surface. Already introduced to the market, this new GPS film antenna is designed to adhere to the inner windshield surface. The antenna features a simple structure, consisting of printed linear patterns on single-sided, transparent resin film. It therefore offers the advantage of a much simpler structure than that of a conventional solid patch antenna, and does not impair the aesthetic appearance of vehicles. This structure has opened a new world of possibilities for circularly polarized antennas, offering a wide variety of applications for vehicular use, including ITS-related products. This paper first discusses the basic principles of this antenna in receiving circularly polarized waves. It then describes some special features and performance aspects of the GPS film antenna, while providing other applications based on the principles.



井元 哲治 (いもと てつじ)
富士通テン (株) CI本部第一事業部
受信・オーディオ技術部 所属
現在、車載アンテナおよびラジオ
チューナー開発に従事。



荻野和滋 (おぎの かずしげ)
富士通テン (株) CI本部第一事業部
受信・オーディオ技術部 所属
現在、車載アンテナの開発に従事。



藤原章洋 (ふじわら あきひろ)
FUJITSU TEN TECHNICAL
CENTER, USA, Inc. 社長

まえがき

富士通テンは、車載用GPSフィルムアンテナを新たに開発し、カーナビゲーションと組み合わせ、製品化した⁽¹⁾。開発したアンテナを図-1に示す。このアンテナは、従来のパッチアンテナと比較して簡易な構成で実現でき、見栄え、車両への搭載性、コストにおいて優れているという特長を持つ。

本稿では、開発のかぎとなったフィルムでのGPSアンテナの実現技術を円偏波の原理から解説するとともに、開発品の特長、今後の展開などについて述べる。

開発の背景

近年、車載用アンテナにおいては車両見栄えなどを考慮して、非突起化、統合化などによる「目立たないアンテナ」への要求が高まっている。富士通テンではアフターマーケット向けのアンテナにおいてはフィルムアンテナ化がその要求への有効な対応策と考え、他社に先駆けてTV用フィルムアンテナを製品化してきた。一方、カーナビゲーション用GPSアンテナは円偏波受信の必要性から、立体構造のパッチアンテナが一般的に使用されており、アンテナをダッシュボード上に設置した場合、見栄えを損なうなどの問題が指摘されていた。

そこで、円偏波受信が可能なGPSフィルムアンテナを新たに開発し、アフターマーケット向けアンテナ

においてカーナビゲーション用を含むすべてのアンテナをフィルム化し、目立たないアンテナの実現を目指すこととした。

円偏波アンテナの動作原理

● 円偏波とは

電波は偏波という側面では直線偏波と円偏波に分類される。前者は時間経過により電界の方向が変化しないもの、後者は時間経過とともに電界の方向が回転するものを言う。さらに回転の方向により右旋円偏波、左旋円偏波に分類される。

通信、放送の各用途で使用される偏波の例として、直線偏波は携帯電話やラジオ、TVの地上波放送などに、また右旋円偏波はGPSやETC（Electronic Toll Collection System）、左旋円偏波は衛星ラジオ放送などで使用されている。一般的に移動体向けの衛星波は、移動体が任意の方向を向いても受信可能となるよう円偏波が採用されている。

● 円偏波の受信要件

円偏波の伝播モデルを図-2に示す。電波の進行方向（下に向かってまっすぐ伸びている矢印）の軸に対し時間経過とともに電界の向き（斜めの矢印）が回転していることが分かる。一般的に、アンテナが電波を受信する場合、到来電波の電界方向と同じ方向の電流がアンテナ上に流れることが必要である。つまりアンテナが円偏波を受信するためには、アンテナ上に流れる電流が時間の経過とともに回転する

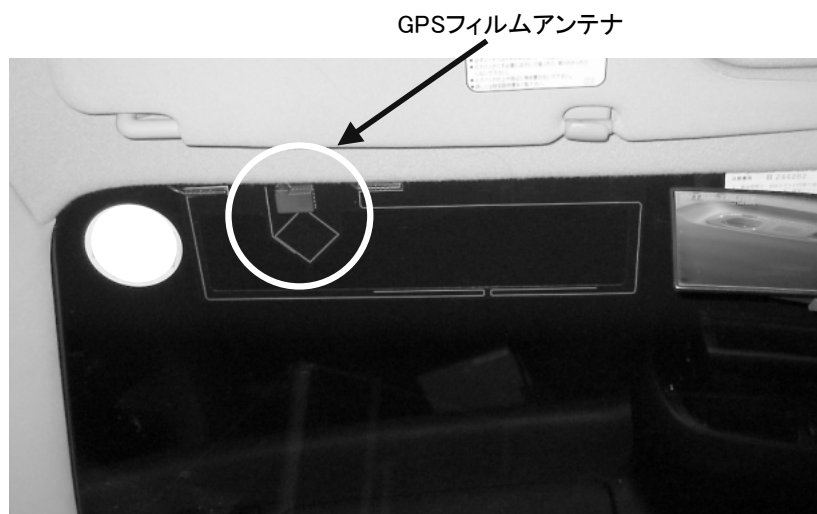


図-1 GPSフィルムアンテナ
Fig.1-GPS film antenna.

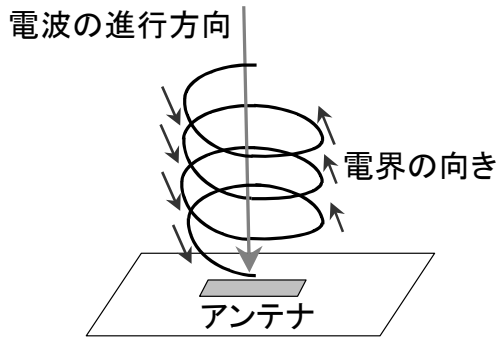


図-2 円偏波の伝播モデル

Fig.2-Example of circular polarized wave.

ことが必要である。また、アンテナ上を流れる電流が回転するためには、直交する方向に 90° の位相差を持った電流が流れればよい。換言すると、 90° の位相差を持った直交する電流をアンテナ上に流すことができれば円偏波を受信できることになる。

開発品の実現方策

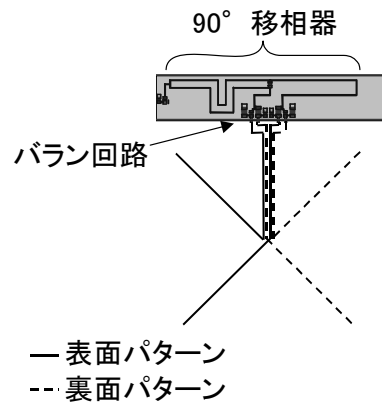
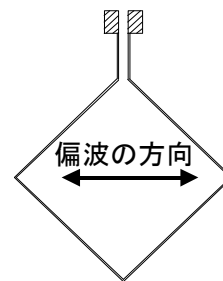
● 従来技術の問題点

円偏波を実現する従来技術として、図-3に示すクロスダイポールアンテナがある。これは直線偏波を受信するダイポールアンテナを直交するように配置し、それぞれで受信した直線偏波成分の信号の一方を移相器で 90° シフトさせて合成させるアンテナ方式である。このアンテナをフィルム上で実現させるには導体を絶縁してクロスさせる構造（例えば、両面パターン）や移相合成回路、平衡・不平衡変換回路などが必要になり、コストや大きさの面で現実的ではない。

● 問題点に対する改善の考え方

車載用フィルムアンテナにおいて、見栄え・搭載性・コストの観点から抽出したアンテナ構成要件は、簡素な給電回路、透明樹脂フィルムの片面のみへのアンテナパターン形成、さらに車両ボディの金属部など、フィルム外部へのアース確保が不要なことなどがある。前述のとおり、既存技術ではこれらの要件をすべて満たす円偏波アンテナは存在しない。

一方、直線偏波アンテナではループアンテナであれば要件を満たすことが分かっている。そこで、ダイポールアンテナではなくループアンテナに着目し、それが持つメリットを生かしながらループアンテナ

図-3 クロスダイポールアンテナ
Fig.3-Crossed dipole antenna.図-4 ループアンテナ
Fig.4-Loop antenna.

の円偏波化に取り組むこととした。

● 実現化方策

1周の長さを受信周波数1波長の長さに合わせて1波長ループアンテナは、図-4において水平方向の偏波を持つアンテナであり、アンテナ上を垂直方向に流れる電流は存在しない。前章で述べたとおり、円偏波を受信させるためには水平方向に加え、さらに垂直方向にも 90° 位相がシフトした電流をアンテナ上に発生させる必要があるが、ループアンテナのみではそれら2方向の電流が発生しない。

そこで今回の開発では、垂直方向の電流を発生させるために、ループアンテナ以外に垂直方向の電流を発生させる素子を付加することを考案した。具体的には、垂直方向の電流を発生させる素子を直接ループアンテナに接続する方法と、無給電素子としてループアンテナに近接させる方法を検討した。

結果として、前者はループ上に流れる電流が乱れ良好な円偏波アンテナ実現には至らなかったが、後者においては、ループ上の電流に悪影響を及ぼすことなく、垂直方向の電流が追加した素子上に誘起さ

れることが分かった。

さらに、無給電素子長を受信周波数の1/2波長の長さに設定し、ループアンテナに近接する位置および結合部の長さを調整することにより、円偏波の度合いを示す交差偏波識別度（後述）を良好な状態に仕上げることができた。

● シミュレーションによる検証

本方式において、アンテナ上に円偏波受信要件を満たす電流分布が発生していることをシミュレーションツールで確認した。図-5に示すとおり、アンテナ上に水平、垂直方向に電流が発生していること、それらの電流が90°の位相差をもって励振していること、さらにその結果合成された電流がアンテナ上で回転していること、つまり本方式のアンテナが円偏波アンテナであることが確認できた。

構成と特長

本開発品は、図-6に示すとおりフィルム上に印刷

されたアンテナエレメントと、エレメントに接続されるピックアップ部で構成される。

アンテナエレメントは、50 mm×65 mmのサイズで、無色透明のPET (polyethylene terephthalate) フィルムに銀ペーストインクを印刷して形成している。GPSアンテナの場合、受信信号が非常に微弱であるためアンテナ直下にLNA (Low Noise Amplifier) を付加する必要がある。GPSピックアップ部にLNAを内蔵している。

アンテナエレメントの給電部とGPSピックアップ部の接続端子は両面テープで貼り付ける構造である。GPSピックアップ部の回路構成は、2段のGPS用低雑音増幅回路を採用することで、低雑音で高利得を実現している。増幅器の段間には小型で低損失の表面波フィルタを採用することで受信感度および妨害特性を改善している。また取付け時の作業などによる接続端子への静電気によるサージに対しても内部回路が破壊しないようにサージ吸収素子を搭載

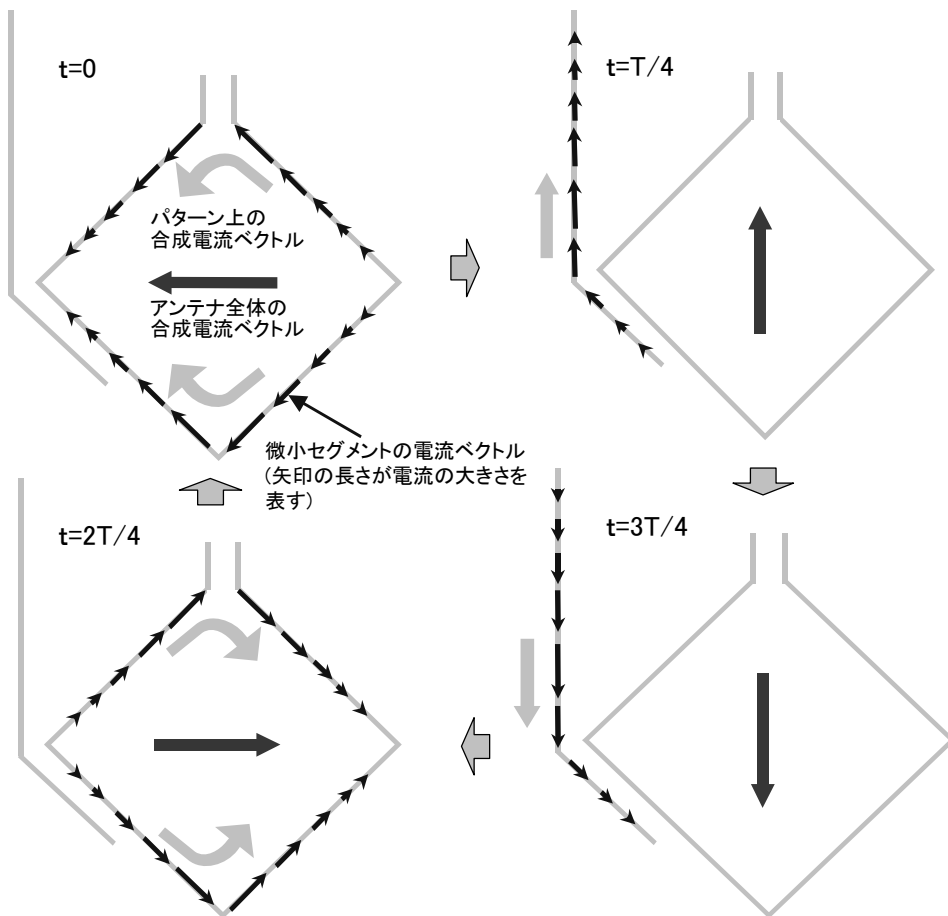


図-5 電流分布シミュレーション
Fig.5-Simulations of current distribution.

して対策を実施している。

今回開発したGPSフィルムアンテナと接続されるGPSピックアップ部は、外形26 mm×16 mm×6 mm（突起部除く）、質量は約3 g（ケーブルを除く）であり、富士通テンの従来のパッチアンテナと比較し、容積比約1/4、重量比約1/10と小型軽量化を実現した。

性 能

開発したGPSフィルムアンテナについて、アンテナエレメント性能のほか、GPSやナビシステムとしての性能について確認した。

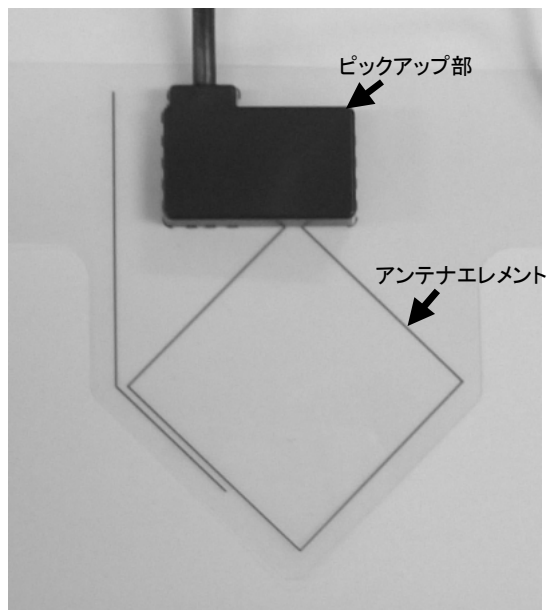


図-6 GPSアンテナとピックアップ部
Fig.6-GPS Antenna and pick up unit.

(1) アンテナエレメント性能

アンテナエレメントの性能として、利得および指向性を図-7に示す。開発品は、従来パッチアンテナと同等レベルと言える0 dBiの利得を確保できている。一般的にアンテナエレメントの性能として、利得・指向性などが重視されるが、GPSアンテナの場合、円偏波受信アンテナであることから、交差偏波識別度も重要な性能の一つとなってくる。

GPSアンテナにおける交差偏波識別度は、右旋円偏波の利得から左旋円偏波の利得を除することで求められ、数値が大きいほど右旋円偏波（GPS信号）の受信能力が高いアンテナとなる。今回の開発品の交差偏波識別度は、パッチアンテナと同等の16 dBを確保しており、円偏波アンテナとして十分な性能を確保できていることを確認した。

(2) GPSとしての性能

今回開発したGPSアンテナ（フィルムアンテナ+LNA）をGPSレシーバと組み合わせた状態で、従来品（パッチアンテナ+LNA）と定点受信で測位性能を比較した結果、測位位置精度において、従来パッチアンテナでは24.0 mに対し、開発品では25.1 mと同等の特性が得られていることを確認した。また高架下道路などの電波環境の悪いテストコース走行においても従来品と同等の測位精度を有しており、ナビシステムの測位用としては十分使用可能であることが確認できた。

(3) ナビシステムとしての性能

ナビユニットと組み合わせた状態での自車位置ズレ状況を、従来アンテナと比較する方法で評価した。評価項目は、自車位置測位復帰時間と自車位置測位総合精度などについて実施した。

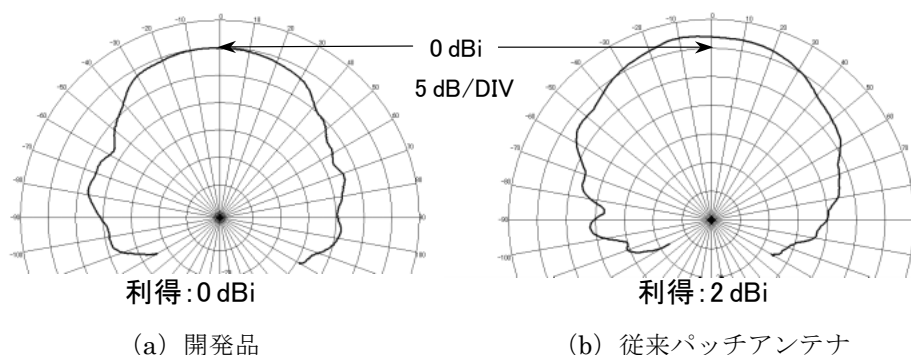


図-7 アンテナ利得と指向性
Fig.7-Antenna gain and directivity.

前者の評価内容は、強制的に自車位置ズレを発生させた後、規定コース走行時の正確な自車位置表示までの時間を比較評価するもので、結果として、従来品の136秒に対し、開発品は138秒と同等の性能であることを確認した。後者の評価内容は、実使用状態で種々な条件のコースを走行し、一定距離以上の位置ズレの発生率（ズレが発生した走行距離/全走行距離）を比較評価するもので、結果として従来品・開発品とも0.025%となり同等の性能を有していることを確認した。

以上の結果より、開発したアンテナはナビシステムとして従来のパッチアンテナと同等の性能が得られることが確認された。

む す び

今回のGPSフィルムアンテナの開発を通じて、従来困難とされていた片面パターン印刷フィルムで

の円偏波受信アンテナが実現でき、搭載性、装着時の見栄え、コストなどにおいて大きく改善できた。今後は、これらの特長を維持した上で、さらに性能の向上を図っていく。

今回開発した技術はETC、衛星ラジオ放送など、ITS分野を含む他用途への展開も可能なものである。また、今回アフターマーケット向けのフィルムアンテナでの製品化を行ったがガラスアンテナ化などライン装着アンテナへの応用も可能と考える。

今後ますます車両に搭載されるアンテナが増える中、他アンテナとの統合化もにらみながら多方面への応用を進めていく考えである。

参 考 文 献

- (1) 荻野和滋ほか：TV/GPS一体型フィルムアンテナの開発．富士通テン技報，Vol.22，No.2，p.13-20（2004）．

