

論文・解説

36

AM/FM/シリウスラジオ受信用シャークフィンアンテナの開発

Development of Shark-fin Antenna
for AM/FM/Sirius Radio Reception重田 一生^{*1}

Kazuo Shigeta

長嶺 晋路^{*4}

Shinji Nagamine

谷口 龍昭^{*2}

Tatsuaki Taniguchi

井上 英通^{*5}

Hidemichi Inoue

柳 陽一^{*3}

Yoichi Yanagi

要約

車載アンテナには、車のデザインを阻害しないような目立たない外觀形状が望まれる。このため、ヘリカル素子を用いた短ポールアンテナを開発し、ガラスアンテナの採用が難しいワゴン車系や SUV を中心に搭載している。しかし、風切り音の発生、ポールの折れ/曲がり、洗車の際にポールの取り外しが必要等の問題が、依然として存在する。これらの問題を解決するため、高さ 68mm の筐体内に、AM/FM ラジオ受信に加え、北米でサービス中の衛星ラジオ放送であるシリウスラジオの受信機能を備えたシャークフィンアンテナを開発し、CX-5 に搭載した。

Summary

Vehicle antennas should be low-profile so as not to disfigure the vehicle designs. For this reason, short pole antennas using helical elements were developed and applied to SUVs and wagons that were difficult to adopt glass antennas. However, the short pole antennas still have some concerns such as wind noise, broken/bent rod and rod removal required at car washes. Accordingly, a shark-fin antenna was newly developed, which has a satellite radio receiving function as well as AM/FM radio in a 68mm-high housing. This shark-fin antenna was applied to the CX-5.

1. はじめに

インターネットなどが普及し、情報化が進んだ現代においても、車載ラジオは、ドライバーに道路交通情報や天気予報等の運転に必要な情報や、音楽やトーク等のエンターテインメントを提供するために欠かせないメディアである。

アンテナは、車載ラジオの受信性能を決定付ける重要な部品であるが、車の使い勝手、デザイン、空力性能等と受信性能との両立を図るため、これまで、さまざまな技術開発をしてきた。例えば、窓ガラスにアンテナ素子を埋め込み/印刷するガラスアンテナや、ヘリカル素子を用いてポールの長さを短縮化した短ポールアンテナ等を実用化している。

2. 新アンテナ開発の背景

ガラスアンテナは、車体外部への突起をなくすことがで

きるため、デザインや使い勝手の観点からは、車載アンテナとして最適な構造と考えられる。しかし、車の形状によっては、ガラス上にアンテナ性能確保に必要なスペースが確保できない等の理由から、ガラスアンテナが採用できない場合がある。短ポールアンテナは、その場合の代替策として用いられており、通常ルーフに設置されるため安定した性能が得られるとともに、車両ノイズにも強いという優れた特徴がある (Fig.1)。その反面、従来のポールアンテナに比べて大幅に短縮化されているとはいえ、依然として 180mm の長さのポールが存在するため、風切り音の発生、ポールの折れ/曲がりの懸念がある。また、洗車や駐車時にポールを取り外したり、倒す等の操作が必要で使い勝手が悪い上に、ポールを外したり、倒したまま使用すると感度が悪化する (FM 利得で最大 16dB) 等、本来の性能が発揮できないという問題もある。

*1~4 電子開発部
Electrical & Electronics Development Dept.

*5 原田工業 (株)
Harada Industry Co., Ltd

これらの問題を解決するため、新しいアンテナの開発に着手した。



Fig.1 Short Pole Antenna

3. 新アンテナ

3.1 開発方針

前述の短ポールアンテナの問題点を踏まえ、以下のような開発方針とした。

- (1) 風切り音の発生の心配がなく、車のデザインを阻害しないコンパクトでスタイリッシュな形状とする
- (2) 開発の効率化のため、全仕向けに対して同一の外観サイズ/形状とする。欧州の規制対応のため、アンテナ高は70mm以下とする
- (3) 短ポールアンテナと同等の性能を確保する

3.2 基本構造

上記の開発方針を基に形状、アンテナ方式を検討した結果、以下のような構造を導いた。幅77.1mm、高さ68mmのサメのヒレ（シャークフィン）に似た形状の樹脂カバー（Fig.2）の内部に、対向させた2枚1組の基板からなるAM/FMラジオ受信アンテナ（以下AM/FMアンテナ）とその前方にシリウスラジオ受信アンテナ（以下シリウスアンテナ、米仕向けのみ）を配置した（Fig.3）。

(1) AM/FMラジオ受信アンテナ

Fig.4 は一般的なAM/FMアンテナの等価アンテナと特徴について説明した表である。車載用AM/FM用ポールアンテナは、4分の1波長のモノポールアンテナの動作原理を利用している。これに対して、短ポールアンテナは、ヘリカルコイル素子を用いてアンテナ長の短縮化を実現している。新しいアンテナの更なる低姿勢化へのアプローチとして、短ポールアンテナと同様に、ヘリカルコイルによる短縮化手法を用いているが、大幅な低姿勢化による放射抵抗の低下とコイルの高Q値化に起因する、利得の低下と狭帯域化の克服が課題となった。このため、1) 2枚の基板を組み合わせたコイル径拡大、巻きピッチ低減によるアンテナ

単体特性の改善、2) アンテナアンプの低NF（雑音指数）化、及び高利得化、3) 整合回路によるアンテナ素子&アンプのマッチング等の技術を駆使し、短ポールアンテナに対する性能低下を最小限にしている。なお、ケース側にアンテナ素子を追加してアンテナ高を稼ぐ方法も考えられるが、後述するシリウスアンテナとの複合化を考慮し不採用とした。Fig.5 は実際のAM/FMアンテナ素子の外観写真である。Fig.6 はシャークフィンアンテナの利得の周波数特性である（FM帯、アンテナアンプは未使用）。短ポールアンテナに対し、約7dBの利得差があることがわかる。次に、Fig.7 は高利得アンプとマッチング回路を組み合わせた場合の利得である。短ポールアンテナと同等レベルが達成できている。車載ラジオと組み合わせた総合感度評価においては、短ポールアンテナと比べて、若干の感度低下は認められるものの、実用的な性能が得られている。

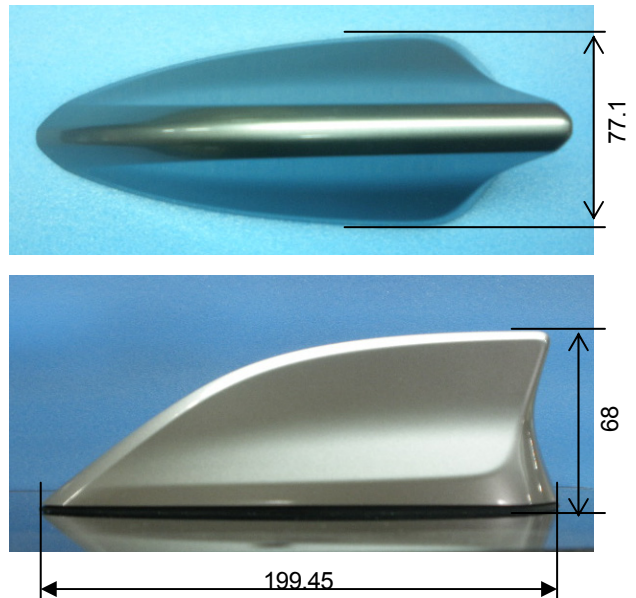


Fig.2 Upper View & Side View of Shark-fin Antenna

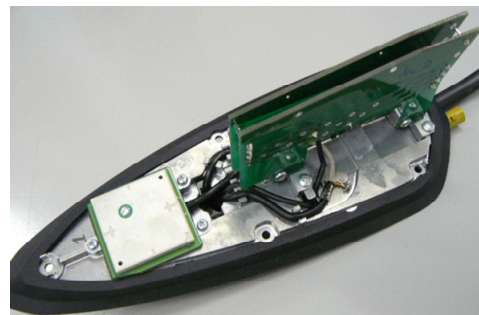


Fig.3 Inner Structure of Shark-fin Antenna

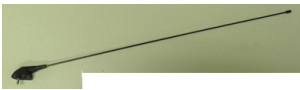
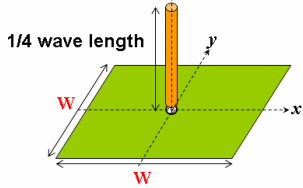

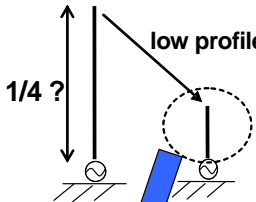
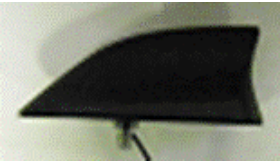
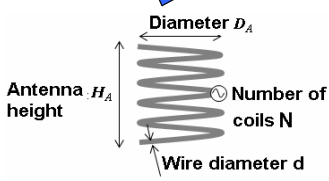
| | Exterior | Equivalent antenna | Characteristics |
|--------------------|---|---|--|
| Pole antenna |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Element length : 800mm ($1/4\lambda$) Usable bandwidth : broad * (wave length)=3000mm@100MHz |
| Short pole antenna |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Element length : 180mm (with helical coil) Emission resistance : low Usable bandwidth : narrow Determinant factor (D_a, H_a, d, N) |
| Shark-fin antenna |  |  | <ul style="list-style-type: none"> Element length : 61mm (with helical coil made of substrate) Emission resistance : very low Usable bandwidth: very narrow Determinant factor (D_a, H_a, d, N) |

Fig.4 Comparison of AM/FM Antenna

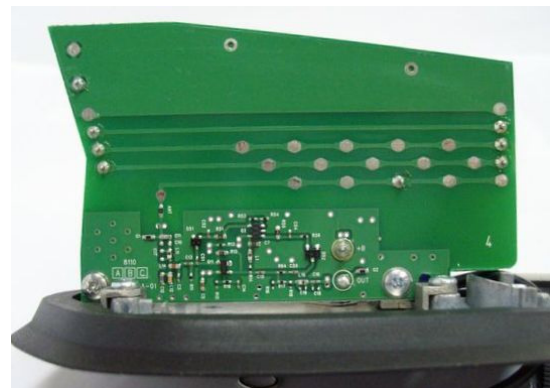
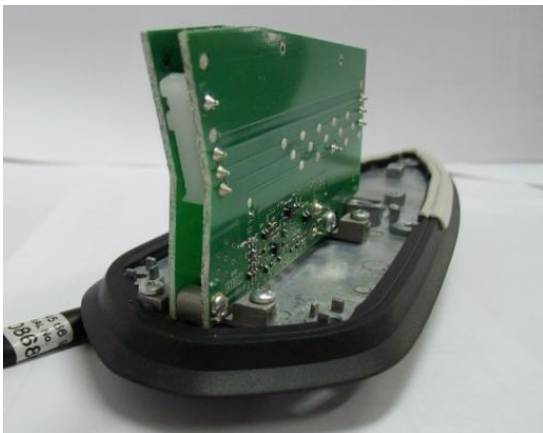


Fig.5 AM/FM Antenna Element

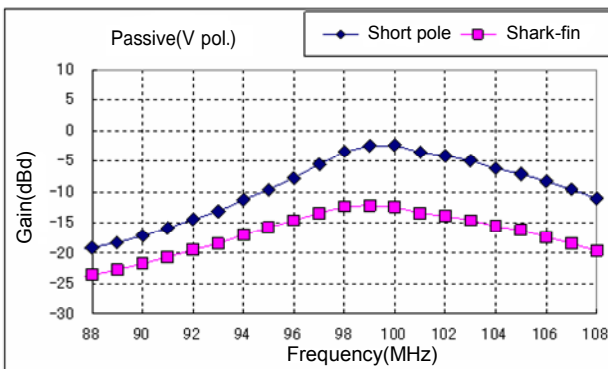


Fig.6 Passive Gain Frequency Characteristic (FM)

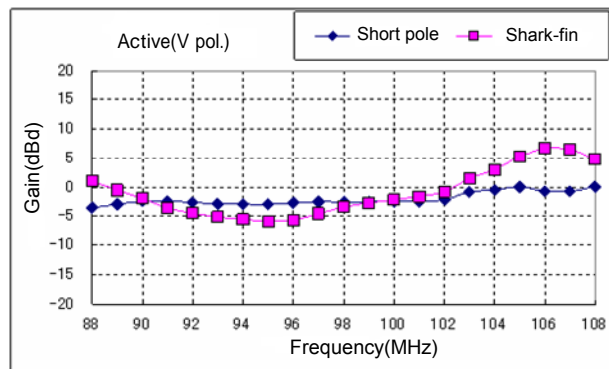


Fig.7 Active Gain Frequency Characteristic (FM)

(2) シリウスラジオ受信用アンテナ

北米では、コマーシャルフリーで充実したコンテンツをもち、全米エリアで受信可能な衛星ラジオのニーズが高い。マツダはシリウスラジオ受信に対応することで、このニーズに応えている。衛星からの電波を効率的に受信するには、アンテナをルーフへ設置する必要があるが、複数のアンテナをルーフに置くのは現実的ではなく、AM/FM アンテナとシリウスアンテナの複合化が必要となる。このため、基板特性の見直しによりシリウスアンテナ素子を小型化し(33×34mm→30mm×30mm)、複合アンテナを設置する際に、衛星電波の受信に有利なルーフ中央側に設置するように、AM/FM アンテナ基板の前方に配置した (Fig.8)。しかし、そのままでは、AM/FM ラジオ用アンテナ素子用基板の影響により、利得が低下することが判明したため、シリウス用アンテナの上方(樹脂ケース裏側)に無給電素子(トッププレート)を配置して (Fig.9)、シリウス用アンテナの電気特性を調整している。Fig.10, Fig.11 は、シリウスラジオ使用周波数帯域における両者のインピーダンス特性と利得を比較した結果である。トッププレートにより、広帯域化と高仰角での利得を同時に改善できていることがわかる。



Fig.8 Patch Antenna for Sirius Radio Reception

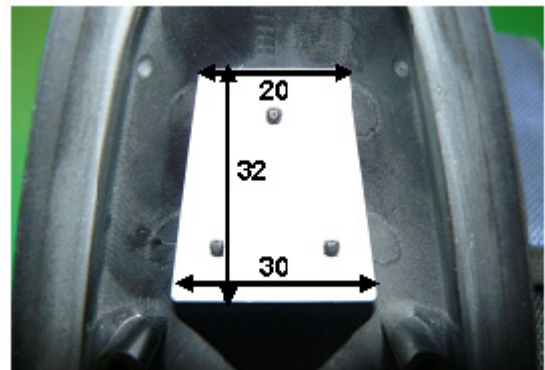


Fig.9 Top Plate for Sirius Radio Reception Antenna (On the Reverse Side of Case)

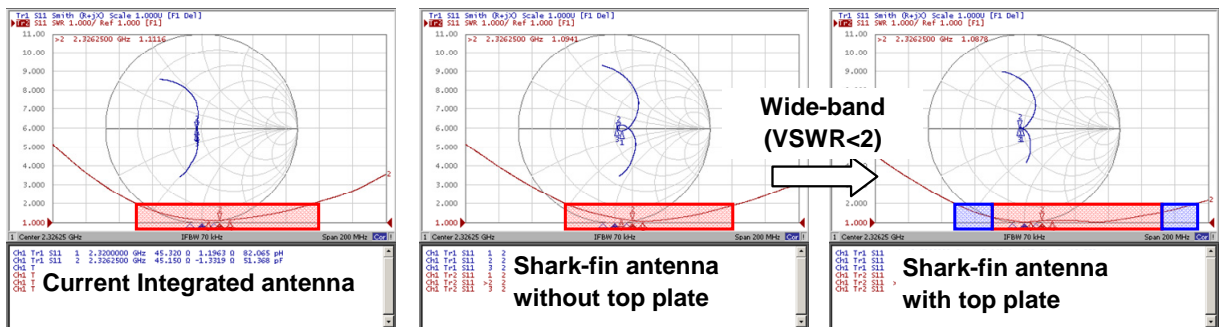


Fig.10 Improvement of Sirius Radio Reception Antenna Characteristics by Top Plate (VSWR)

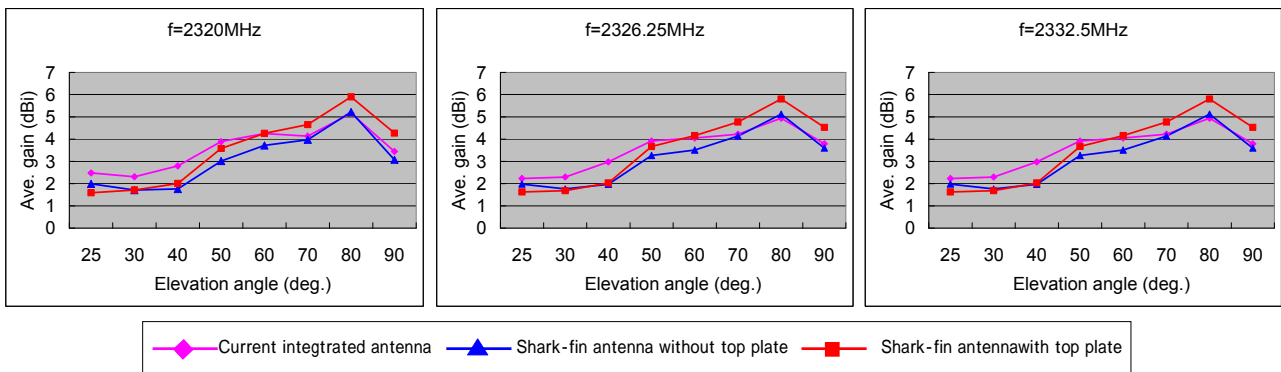


Fig.11 Improvement of Sirius Radio Reception Antenna Characteristics by Top Plate (Gain)

3.3 基板形状及び機構部

性能面からは、アンテナ素子を形成する基板の面積を可能な限り確保する必要がある。その一方で、デザイン面からはすっきりした外観形状が求められ、異音等への配慮も必要となる。これらをバランスさせるため、基板形状について、種々検討した結果、部分的にアンテナ高が確保されれば、良好なアンテナ特性を確保できることが判明したため、基板形状は、樹脂カバーの傾斜に合わせ、隙を十分確保した前下りの形状とし、異音防止ウレタンの使用を最小限に止めた。また、基板の固定については、基板 2 枚とサポーター (保持部品)2 個を組み合わせた状態でサブアッシとするこで、グラウンドベースへの固定は上方向からのねじ締めのみで可能とした (Fig.12)。

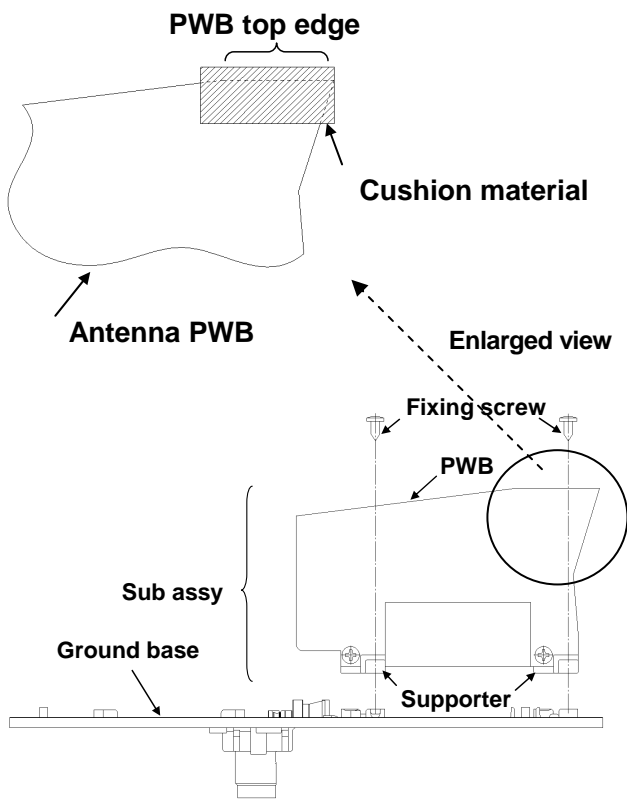


Fig.12 Assembly Architecture

4. 市場適合性確認

市場導入する前に、市場適合性を確認するために、主な市場となる日本、北米、欧州にて現地評価を実施した。特に、低姿勢化に伴う単品利得の低下による弱電界での性能及びそれを補償するためのアンプの高利得化による強電界下での悪影響を評価のポイントとし、市場実績のある短ポールアンテナシステムと比較評価した。結果は、弱電界エリア、強電界エリアともに、短ポールアンテナとの若干の差異は認められるものの、実用上問題ないレベルであることが確認できた。また、衛星ラジオ受信性能については、サービスプロバイダであるシリウス社の認証も取得し、フィールドテストの結果も問題ないことを確認済みである。

5. まとめ

新たに開発したシャークフィンアンテナは、短ポールアンテナ並みの AM/FM 受信性能を確保しながら、大幅な小型化を実現した。短ポールアンテナの欠点である、風切音や故障、使い勝手の問題を払拭し、また、受信性能がアンテナ素子の傾け方に依存するというポールアンテナ特有の問題も解消することができた。また、シリウスアンテナとの複合化も達成し、同一形状で複数仕向けへの展開を可能とした。本アンテナは CX-5 (Fig.13) に採用し、CX-5 のスタイリッシュなデザインをサポートすることができた。

今後も、更なるアンテナの小型化、複合化の実現に向けた技術開発にまい進する所存である。

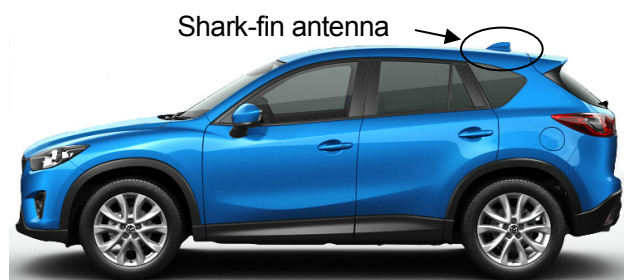


Fig.13 Exterior of CX-5

■ 著 者 ■



重田 一生



谷口 龍昭



柳 陽一



長嶺 晋路



井上 英通