

論文・解説

19

フロントガラスを利用した地デジ受信用アンテナの開発 Development of Digital Terrestrial Broadcasting Reception Antenna Using Wind-shield Glass

重田 一生^{*1} 谷口 龍昭^{*2} 牛尾 將雄^{*3}

Kazuo Shigeta

Tatsuaki Taniguchi

Masao Ushio

諸橋 敏将^{*4}

Toshiyuki Morohashi

要 約

2011年7月のアナログテレビ放送の停止に向けて、地上デジタルテレビ放送（以下地デジ）のサービスエリアの整備が進みつつある。昨年末には全国主要都市で視聴が可能となったものの、視聴エリアは未だ限定的であるため、地デジ車載機の普及はアフターマーケットを中心に進みつつあるのが現状である。しかし、今後のエリアの拡大に伴い、ライン純正化の要求が高まっていくものと予測される。

このような状況の下、我々は、地デジ車載機のライン装着を実現する上でキーとなる、地デジ受信用ガラスアンテナの検討に着手した。従来のガラスアンテナの課題を踏まえ、フロントガラス上側へのアンテナ素子の搭載を基本に、レイアウト位置、給電方法について検討した結果、ライン装着の地デジ受信用アンテナの基本構造を確立した。

Summary

Until July 2011 when analog television broadcasting will be stopped, the coverage of terrestrial digital television broadcasting has been expanding, and became available in main cities all over the country at the end of last year. The diffusion of in-vehicle terrestrial digital television is advancing in the current state around the after market because the attention area is limited. However, it is predictable when the demand for production line equipment will rise in the near future.

In a view of such a situation, we started to study the window glass antenna for the digital television broadcasting reception that put making to a production line equipment. As a result of examining a layout position and the feeding method on the basis of loading of the antenna element to a windshield top based on the problem of the conventional glass antenna, useful knowledge was acquired to design terrestrial digital television reception antenna for production line equipment.

1. はじめに

2003年より三大都市圏でサービスが開始され、2006年から全国主要都市での受信が可能となった地上デジタルテレビ放送（以下地デジ）は、高効率な画像符号化技術、情報の多重化技術、雑音やマルチパスに強いデジタル変調方式、強力な誤り訂正技術の採用により、

- (1) 高い放送品質（ハイビジョン画質，CD並の音質）
- (2) 映像，音声，データを一元的に取り扱った新しい情報サービスの提供

- (3) 移動体で受信してもゴーストや乱れのない安定した受信が可能

等、従来のアナログ放送にない優れた特徴を有している。

2011年7月のアナログ放送の停止に向けて、地デジの放送エリアの整備が進む中、市場の地デジ車載機への関心は急速に高まりつつある。現状の車載機の普及は、アフターマーケットを中心に進みつつあるが、今後はライン装着への要求が高まっていくと予測できる。

本稿では、このような状況を鑑み、地デジのライン装着に向けた地デジ受信用ガラスアンテナに関する先行開発を

*1~3 電子開発部
Electrical & Electronics Development Dept.

*4 原田工業株
Harada Industry Co.,Ltd.

を行い、その基本構造を確立できたので、その内容を報告する。

2. 開発方針

2.1 車載用地デジ受信アンテナに求められるもの

Table 1はアナログテレビとデジタルテレビの特徴を比較したものである。これに示すように、地デジは電界の強いエリアでは、デジタル方式ならではの優れた受信品質が得られる。その反面、弱電界領域においては、アナログテレビは画像が劣化しても判別が可能なのに対し、地デジは電界があるレベルを下回ると画像、音声とも同時に途切れてしまうためユーザに違和感を与える可能性がある。

以上より、従来のアナログテレビと同等の受信エリアをユーザに提供するためには、地デジ受信アンテナには従来のアンテナより高い受信性能が必要と判断した。

2.2 開発方針

車のデザインにも影響を与えず、風切り音もなく、ユーザの使い勝手も満足しながら、高性能で多数のアンテナを構築することができるガラスアンテナはAM/FMラジオ、アナログテレビ、FM-VICS（交通情報）等、主に地上放送系の受信アンテナとして、これまで数多くの車に採用されてきた（Fig.1）。よって、ライン装着地デジ受信アンテナ開発を進めるにあたり、従来のガラスアンテナの技術をベースに、UHF帯により最適化する方向で開発を進めていくこととした。

Table 1 Comparison Digital TV with Analogue TV

	Digital TV	Analogue TV
Frequency Band	UHF (470-770MHz)	VHF-low(90-108MHz) VHF-high(170-222MHz) UHF(470-770MHz)
Medium or Strong Signal Strength	Free of Ghost & Noise (Robust in the Presence of Multipath)	Existence of Ghost & Noise by Multipath Effect
Weak Signal Strength	Sudden Picture and Audio Dropout ("Cliff Effect")	Mild Degradation

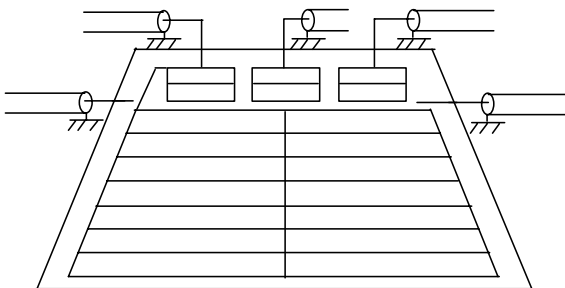


Fig.1 Current Window Glass Antenna

3. 従来課題

従来のテレビ用ガラスアンテナはVHF帯以下の低い周波数からUHF帯までの広い周波数帯域をカバーすることを前提に設計されており、地デジが使用するUHF帯の高い周波数帯の受信に対しては最適化設計がなされていない。具体的には以下の問題を抱えている。

(1) リード線長に起因する問題

給電用同軸ケーブルとガラスアンテナ素子を結ぶリード線は通常100mm以上の長さが必要である（Fig.2）。ところが、基本的なアンテナ方式である1/4モノポールアンテナ（車体とそれに対して垂直に配置したアンテナ素子を同軸ケーブルで給電、 $\lambda/4$ は電波の波長）のUHF帯における最適長である100-160mmを考慮すると、リード線自体がアンテナの一部となり、またレイアウトの際にボデーと近接するため、感度の劣化や性能バラつきが生じる。

(2) 同軸線による損失

アンテナからチューナまでの信号伝送用に一般的に使用される同軸ケーブルは周波数が高くなるにつれて伝送損失が増加する。車載用に一般的に使用される規格である1.5C-2Vでは、UHF帯（600MHz）において約0.8dB/mとなり、その損失は無視できない。

(3) 熱線や他のアンテナ素子からの電氣的干渉

アンテナ素子を構成する際、周囲に金属物があると電氣的干渉を受け、本来の性能を引き出すことができない。リヤガラスには熱線が存在するが、主にVHF帯以下の周波数で使用される従来のリヤガラスアンテナにおいては、熱線の影響を効果的に排除する技術を確立している⁽¹⁾。

ところが、地デジが使用するUHF帯用のアンテナをリヤガラスに構成する際には、本技術の適用は困難であり、熱線及び他のアンテナ素子による悪影響は不可避である。Fig.3は、フロントガラスとリヤガラスに同一形状のアンテナをほぼ同様な位置関係にレイアウトし、特性を比較し

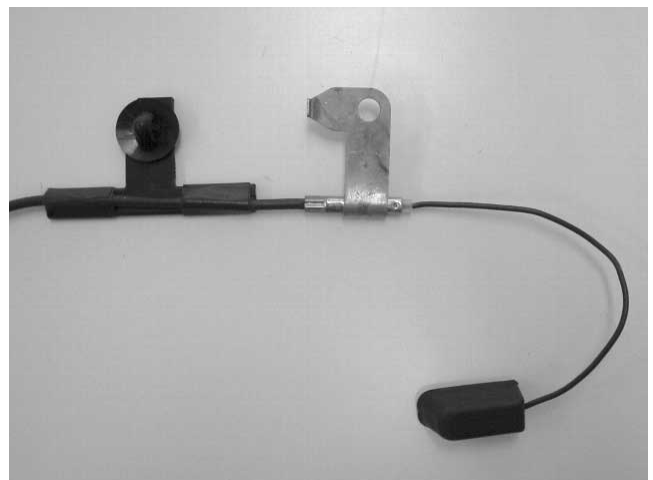


Fig.2 Feeder of Current Window Glass Antenna

たものである。この結果から、フロントガラスを使用した方が性能面で有利なことは明らかである。フロントガラスにアンテナ素子をレイアウトする場合、視界を妨げる懸念があるが、UHF帯専用が前提であれば、アンテナ素子は小型となり、視界への影響も小さい。

以上より、高性能な地デジ受信用ガラスアンテナを実現するためには、フロントガラスの利用が必須であり、かつ高周波に対応した構造要件の確立が課題となる。

4. 新構造の検討

4.1 レイアウト

アンテナの給電位置は、アンテナの指向性やインピーダンス特性等、性能を決定付ける重要な要素の一つである。

前述のモノポールアンテナをフロントガラスに設置する場合、給電方法として次の二つが考えられる。

- (1) Aピラーに接地して、ガラス上に水平方向に延伸させたアンテナ素子に給電する(Aピラー給電)
- (2) ルーフに接地して、ガラス上に垂直方向に延伸させたアンテナ素子に給電する(ルーフ給電)

100mm長のモノポール素子を用いてそれぞれの給電方法について比較検討した結果をFig.4に示す。その際、前述したリード線長の影響を極力排除するため、容量結合による接地構造を採用した。すなわち、同軸ケーブルの外部導体は、金属テープ上に接続、その金属テープをボデー端部に貼り付け固定し、車体との間に形成した擬似コンデンサにより間接的に車体に接地させている。

この結果から、Aピラー給電は指向性が前方方向に偏っているのに対し、ルーフ給電は、指向性は前方向には若干落ち込みが現れるものの、左右方向を中心に比較的指向性の偏りが小さいことがわかる。また、現状の車載テレビは2系統以上のアンテナを使用したダイバーシティ受信が前提となっており、ルーフ給電同士を組み合わせの方が、Aピラー給電同士の組み合わせに比べてより広い方向がカバーできるため総合的な感度に優れる。更に、ルーフ給電の方がアンテナ素子が乗員の視野に入りやすく、視認性の面でも有利となる。以上より、総合的にルーフ給電の方が優れていると判断できる。

4.2 新しい給電方法の考案

前節で用いた容量結合による給電方法は、後付式のアンテナとしては採用例があるが(Fig.5)、作業時間等に制約のあるライン装着アンテナにおいて採用は難しい。

そこで、車体接地部分と等価な構造をガラス面上の素子に置き換える方法を検討した。先端開放で1/4の長さの線路はアースと同様の電気的性質を持つため、ガラス面上にホット側素子と同じ長さの素子をボデーと近接させ、かつ平行に配線すれば車体に接地するのとほぼ同等の特性が得られるとの仮説を立て、実験的に検証した。その結果、Fig.6に示すように、アース用素子とボデー端部の間隔を5mm以下にすれば、直接ボデーにアースを取ると同様の特性が得られることを明らかにした。

4.3 アンテナアンプの採用

前述したUHF帯における同軸ケーブルによる信号の損失を補うためには、低損失の同軸ケーブルを使用することが考えられるが、線径が大きくなるため、車両への配線が困難になる等の問題がある。このためアンテナアンプの採用を検討した。従来のアンテナアンプは、大型、雑音指数が高く感度改善効果が不十分、強電界下の悪影響等の理由からマツダとして採用を見送っていた。しかしながら、近年では小型、低雑音指数、強電界特性の優れたアンプが安価に入手できるようになってきており、今回改めて評価を行った。その結果UHF帯において約5dBの改善効果を確認し、強電界下においても悪影響がないことを確認した。

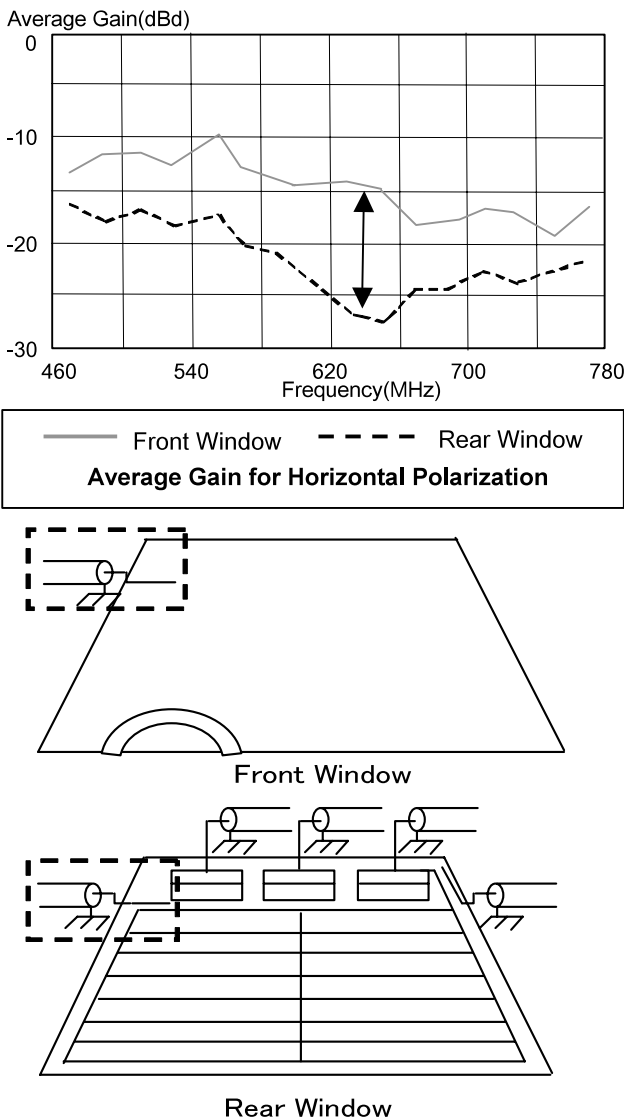


Fig.3 Antenna Gain Degradation Effect by Defogger and Other Antenna Elements

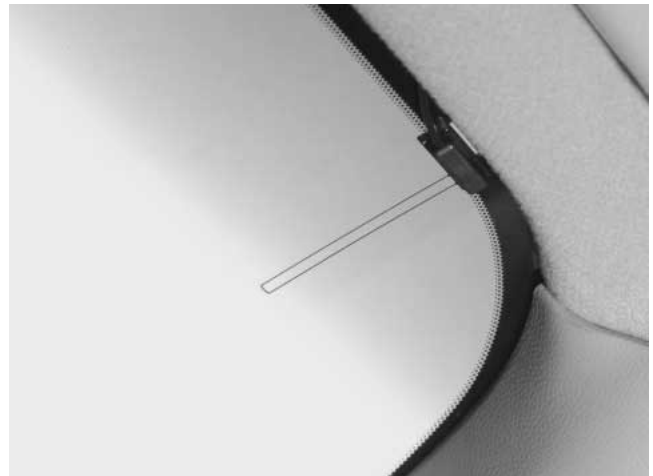
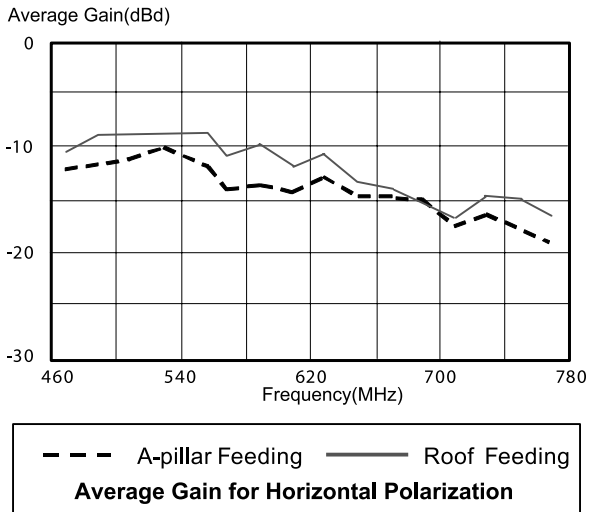


Fig.5 Production Application for Retrofit Antenna

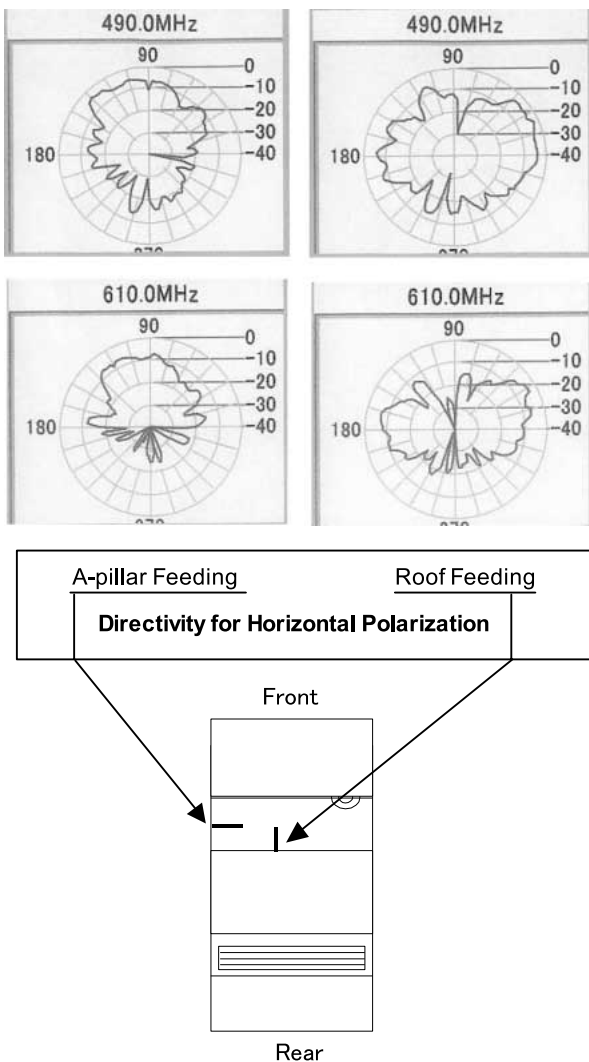


Fig.4 Comparison A-pillar Feeding with Roof Feeding

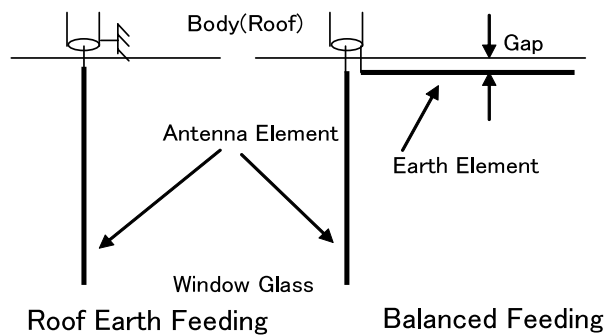
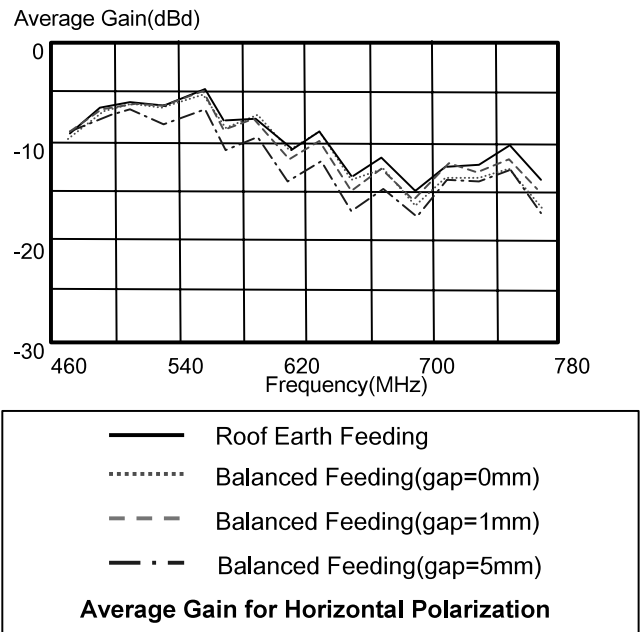


Fig.6 Study of Balanced Feed

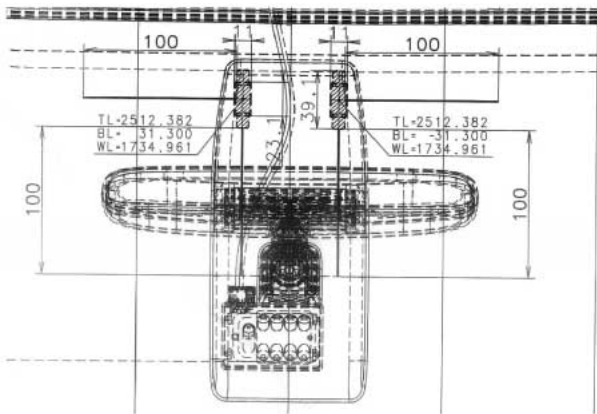


Fig.7 Antenna Layout Image

5. 適用例

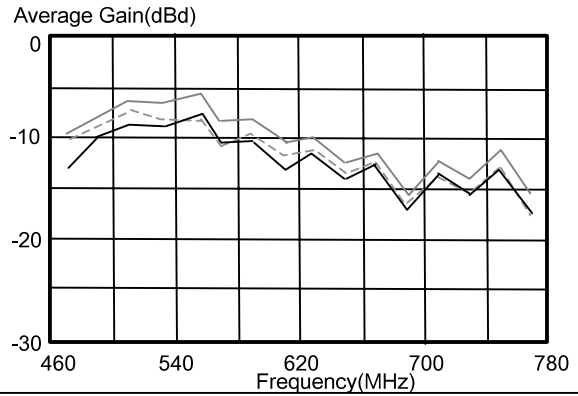
前述の検討結果を下に実際に試作した事例を示す。現在最も普及している2系統のアンテナで指向性を合成する地デジ車載機と組み合わせることを想定した。Fig.7は車室内からの見映えに考慮してオートワイパ用レーンセンサのカバー内に接続コネクタとアンテナ素子の一部を内蔵したものである。このときの特性をFig.8に示す。合成利得において帯域平均で-12dBd以上であり、同じ帯域平均が-20~-15dBdの範囲に位置する従来のガラスアンテナに比べて約5dB改善できている。

アンテナアンプについては、優れたNF（雑音指数）特性が要求されると同時にアンテナ直下に設置する必要がある。理由は、アンテナとアンテナアンプ間を長い同軸線で結んだ場合、同軸線の抵抗損失がシステム全体の感度特性を劣化させ、アンプの効果が減少するためである。このため、同軸線経由でアンプへ電源供給する方式の採用等により小型化したアンプを、同軸線とアンテナ素子とを接続するコネクタに内蔵する新しい構造を開発し、アンプの理想的なレイアウトを可能とした。

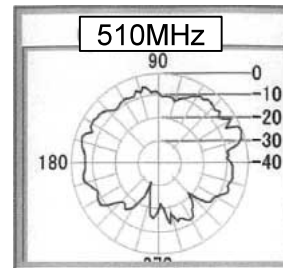
6. おわりに

地上デジタルテレビ放送はサービス開始から3年以上が経過した。サービスエリアは全国に拡大し、車載テレビのライン装着への要求も高まりつつある。このようなユーザーニーズの高まりに応え、高性能かつスタイリッシュなライン装着地デジアンテナを実現するための基本構造を確立した。アンテナ構造の最適化や高性能アンプの採用により、システムトータルで従来比約10dBの感度改善を確認した。今後は本技術を量産開発に展開し、マツダ車の商品力向上に繋げていく所存である。

最後に、今回の開発を進めるにあたり、多大なご尽力を頂いた原田工業㈱を初め、関係者の方々に心より感謝申し上げます。



— Left - - Right Hand — Combination
Average Gain for Horizontal Polarization



Directivity at Horizontal Polarization : Combination

Fig.8 Example of Characteristics

参考文献

- (1) 重田ほか：ラジオ/テレビ兼用アンプレスガラスアンテナの開発，マツダ技報，No.14，p.27-33（1996）
- (2) 山田：デジタル放送ハンドブック，社団法人映像情報メディア学会，オーム社，p.206-239（2003）

著者



重田一生



谷口龍昭



牛尾将雄



諸橋敏将