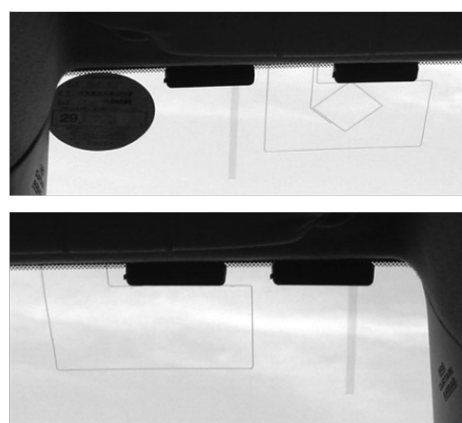
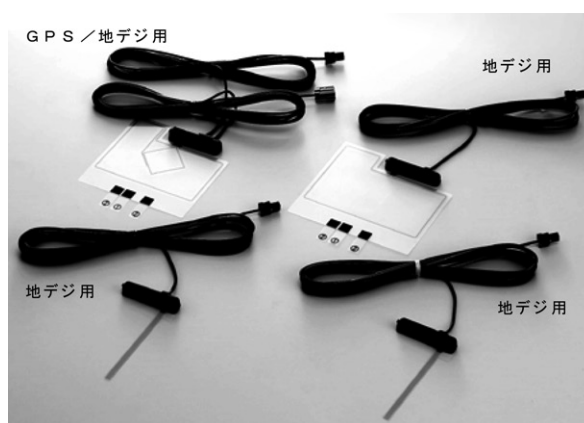


# 省スペース型GPS/地デジ用フィルムアンテナの開発

Development of Space-saving Type Film Antenna for GPS/ Terrestrial Digital Broadcasting

今 田 範 夫 Norio IMADA  
木 本 良 平 Ryohei KIMOTO  
縮 谷 真 志 Masashi SYUKUTANI  
近 藤 晴 彦 Haruhiko KONDO



## 要 旨

当社は、現在広く普及しているフロントガラス搭載フィルムアンテナについて、1998年にアナログTV用アンテナをいち早く製品化して以降、地デジ対応等のモデルチェンジをしながら用品市場や市販市場に約18年間投入してきた。これによりフロントガラス上方部のエリアがフィルムアンテナの取付け場所として認知されるに至っている。ただし近年、自動ブレーキ用カメラや通信機器用アンテナなどフロントガラスに搭載される機器が増加している。そのため取付け可能なスペースが減少し、フィルムアンテナの大幅な省スペース化が求められている。

そこで我々は、この市場環境変化に対応するため、省スペースにおいても良好な受信性能を確保したGPS/地デジ用フィルムアンテナの開発を行った。

本稿では、開発品の特長となる受信性能の実現方法や、見栄え/サービス性/ロバスト性向上の取組みについて述べる。

## Abstract

FUJITSU TEN has introduced film antennas installed on the front windshield which are currently widely used into the dealer option market and aftermarket with model changes including support for terrestrial digital broadcasting for about 18 years since we commercialized a film antenna for analog TV as early as in 1998. As a result, the upper part area of the front windshield is now recognized as the installed place of film antennas.

However, recently equipment installed on the front windshield such as cameras for automatic braking and antennas for communication equipment has been increasing. Therefore, the space available for installation is becoming smaller so that significantly space-saving film antennas are required.

Thus, in order to respond to changes in the market environment, we have newly developed space-saving type film antennas for GPS/terrestrial digital broadcasting which ensure good reception performance.

This paper introduces the method for realizing the reception performance as a feature of this developed model and efforts to improve appearance/ serviceability/ robustness.

## 1

## はじめに

国内向け用品／市販ナビでは、ほぼ必須となっているTV機能であるが、近年の画面大型化や後席ディスプレイの普及もあってフルセグでの良好な地デジ受信へのニーズが拡大している。

また、用品／市販ナビ用のGPSアンテナについては、古くはルーフ上やインパネ上に搭載するパッチアンテナ（箱状据え置きアンテナ）であったが、見栄えや作業性改善を狙ったフィルムアンテナも市場に浸透している状況である。

当社は、1998年にフロントガラスに搭載するアナログTV用フィルムアンテナを製品化し、2004年からGPS／アナログTV用フィルムアンテナ、2008年からGPS／地デジ用フィルムアンテナを市場へ供給してきた。フロントガラス搭載フィルムアンテナの市場投入における先駆者であり、特にGPS用およびアナログTV用を統合したフィルムアンテナは、当社がいち早く市場投入したものである。フロントガラス搭載フィルムアンテナの累計出荷台数は、2015年度までで約1,100万台となっている。

## 2 GPS／地デジ用フィルムアンテナの概要

機能ブロックは図1のとおりであり、電波を受信するアンテナエレメント部、受信した電波を増幅するアンテナアンプ部、ナビ本体へ接続するコード部に大別できる。アンテナアンプ部は、アンテナエレメント部に近接配置し、通称「ピックアップ部」と呼んでいる（図2）。

車両への後付け品となる用品／市販用では、車室内空間で電波を受けやすい場所であることと配線作業負担を減らす面からフロントガラス上方部に搭載されることが一般的になっている。

地デジ受信に関しては、アンテナ1本によるワンセグ放送受信、又はアンテナ4本×チューナ4系統を主な構成とするフルセグ放送受信がある。

本稿ではフルセグ放送受信用のアンテナ4本で

のシステムに関する開発について述べる。

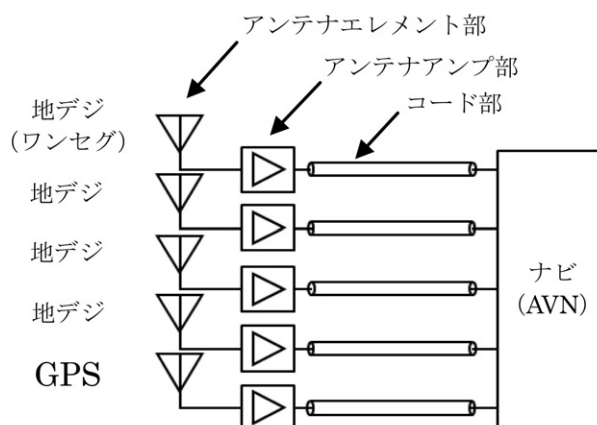


図1 機能ブロック図

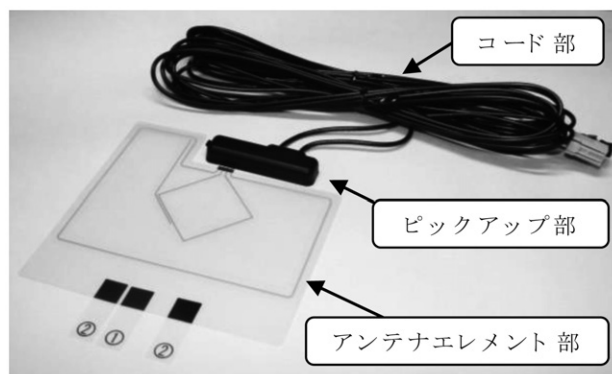


図2 アンテナ部位

## 3

## 開発の背景

これまで、フロントガラスへ搭載される機器は、GPS／地デジ用フィルムアンテナ・ドライブレコーダ・携帯通信用アンテナ・ETCアンテナなどであり、これら全て共存できていた。

しかし近年、自動ブレーキ用センサ（カメラ・レーダ）などフロントガラスに安全機器が標準搭載されつつあることに加え、今後はさらに、携帯通信の高速化に伴うアンテナの増加、車々間／路車間通信などのITS機器用アンテナの追加、新しい放送（V-Lowマルチメディア放送）用アンテナの追加が予測されており、従来サイズのままでは、これら全てをフロントガラス上方部に搭載できないことが見込まれている。

このような背景から、広いスペースを占めているGPS/地デジ用フィルムアンテナについて、省スペース品の開発に取り組んだ。

## 4

## 開発の狙い

開発の狙いを次の4点にまとめる。

## (1) 省スペースでの性能確保

アンテナ搭載スペースの減少はアンテナ性能確保において非常に厳しい条件である。従来製品は4本の地デジ用アンテナ全てが、1波長ループアンテナ方式、又は長いGNDパターンを要するモノポール方式（ガラスの誘電率による波長短縮効果を含む）を採用していることから、特に車両の幅方向でアンテナの占有スペースが大きい（図6 従来（用品））。

省スペース化の方策として、アンテナを単純に小型化することや近接することでは、性能確保が困難であった。そこで、地デジフルセグ受信における4アンテナ構成を変えることなく、アンテナ方式・搭載位置・形状の最適化を行い、省スペースでの従来相当性能確保を目指した。

例として現行用品比での目標スペースを図3に示す。

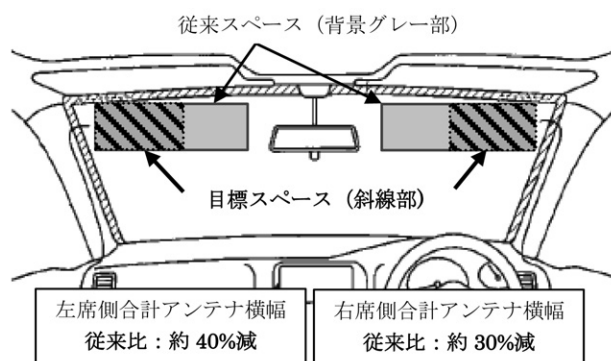


図3 フィルムアンテナの搭載スペース

目標スペースについては、当社蓄積データの分析によるアンテナの必要サイズの算出を行うとともに、自動車メーカー様や周辺他機器メーカー様とのワーキング活動を実施し、近い将来追加が予想される他機器のサイズも考慮した上で導出した。

また、運転者の視認性を考慮して、従来通りフロントガラス上方部だけで4アンテナを配置させることを目指した。

## (2) 見栄え向上

用品市場において、アンテナエレメントの形状によっては、乗車状態での見栄え悪化に繋がる場合があるとの自動車メーカー様からの意見もあり、従来は金属ペースト印刷で構成していたものから、アンテナエレメントが目立たない極細金属メッシュフィルムの採用による見栄え向上も目指した（図4）。

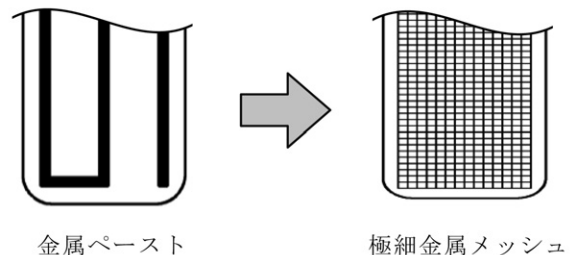


図4 アンテナエレメント構成

## (3) サービス性向上

従来製品では、ガラスが破損した場合などは、アンテナエレメント部およびピックアップ部（コード部含む）の接続が両面テープによる接着であることから分離できないため、製品全てを交換する必要があった。このため、エンドユーザの費用負担やディーラーでの交換作業負担が大きかった。

そこで、アンテナエレメント部およびピックアップ部の接続構造を接着方式ではなく、着脱可能な嵌合方式にすることを狙いとした（図5）。

この方式にすることで、例えばガラスが破損した場合はフィルム部だけを交換、コード部の断線が発生した場合はピックアップ部（コード部含む）だけを交換、と必要に応じて最小限の交換で済むようになる。

## (4) ロバスト性向上

アンテナエレメント部およびピックアップ部の接続箇所は、エレメントおよびピックアップ側ばね端子の接触によって信号伝達を行っているため、品質的に重要な箇所である。

本接続を従来品ではディーラーやエンドユーザによる両面テープ貼付け作業に依存していたが、最初からア

アンテナエレメント部およびピックアップ部を一体化した状態での製品とすることで端子の接触品質を製品側で保証し、ロバスト性の向上を図った。

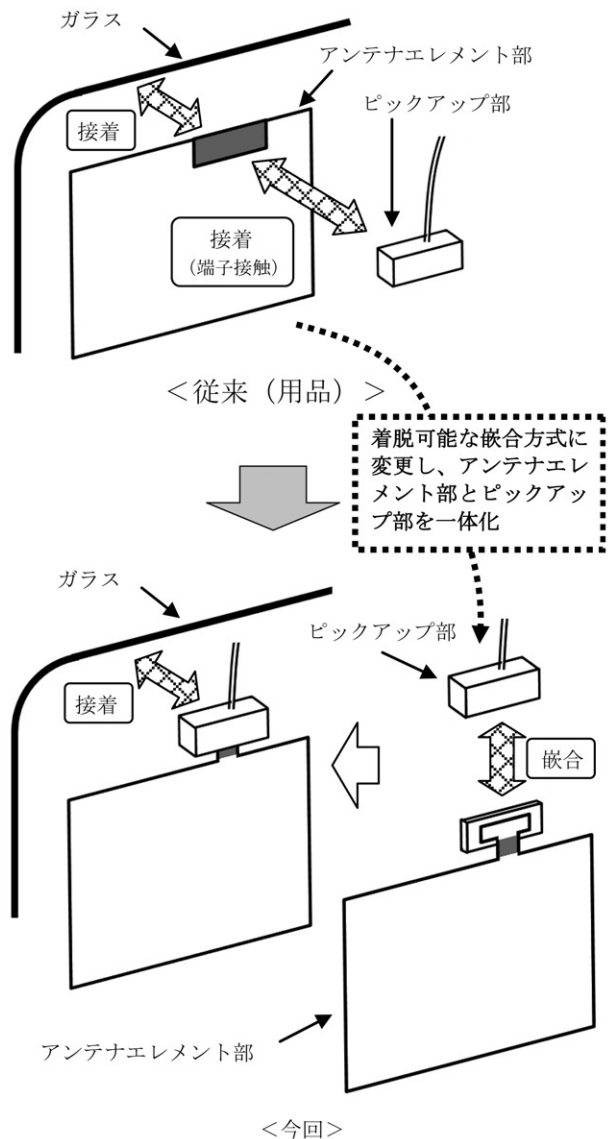


図5 アンテナエレメント部とピックアップ部の接続構成

**5 開発の具体的取組み内容**

開発の取組み内容を次の4点にまとめる。

**(1)省スペース化での性能確保**

開発したアンテナの構成を次に示す（図6、表1）。

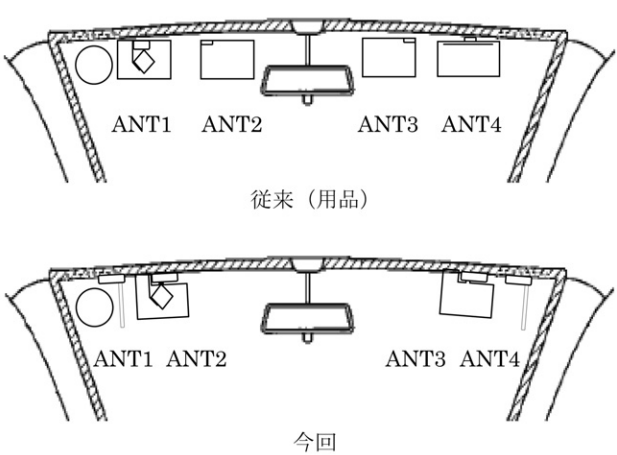


図6 アンテナ構成

各アンテナの構成は次のとおりである。

表1 各アンテナの指向性

|      | 従来  |          | 今回    |     |
|------|-----|----------|-------|-----|
|      | 方式  | 指向性      | 方式    | 指向性 |
| ANT1 | ループ | 前方向      | モノポール | 右方向 |
| ANT2 | ループ | 前方向（斜め右） | ループ   | 前方向 |
| ANT3 | ループ | 前方向（斜め左） | ループ   | 前方向 |
| ANT4 | ループ | 前方向      | モノポール | 左方向 |

アンテナ間の干渉を避けるため、近接させるアンテナはループアンテナ（主に水平偏波用）およびモノポールアンテナ（主に垂直偏波用）の組合せとし、偏波ダイバー構成とした。また、アンテナ搭載位置に関しては、モノポールアンテナは車両Aピラー（金属）付近に配置することで反射効果による車両横方向の水平偏波の指向性改善を図った（図7）。



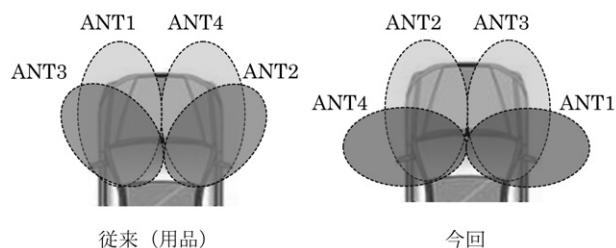


図7 アンテナ指向性(水平偏波)

モノポールアンテナは基本的にエレメントの片側をGND接地させるアンテナであるが、本アンテナでは車両搭載性を考慮し、車両ボディ (GND) と直接の接続ではなく、GND用エレメントおよび車両ボディを近接させることによる容量結合で、高周波におけるGND接続を確保している。

GND用エレメントは、メアンダ(折返し)構造によりローディング効果(延長効果)をもたせ、横方向の短縮化を図った(図8)。

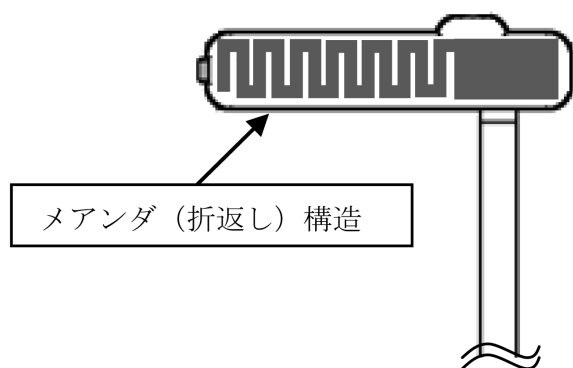


図8 メアンダ形状

また、メアンダ化により隣のループアンテナとの電流位相差を大きくすることでアンテナ間の結合を抑制している(特許出願済み 出願番号:特願2016-168365)。

ループアンテナは、左側上部に凸形状を設けることで1波長を確保し、従来より横方向の長さを短縮した。凸部はルーフライニング沿いの黒セラミック上に配置することにより、見栄えに関しても配慮した(図9)。

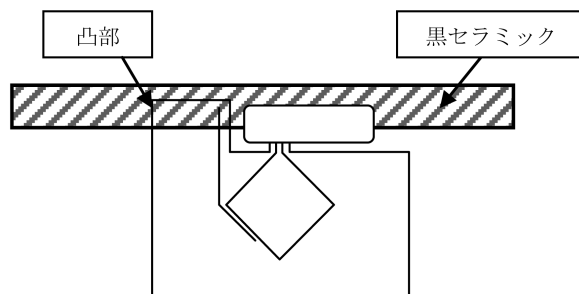


図9 ループアンテナ形状

本開発品性能の一例を次に示す(表2、図10)。

従来品相当の平均感度を有していること、および、指向性においては、従来品よりも優れた車両左右方向の性能向上を確認した。

表2 平均感度

| 4合成平均感度[dBd]        | 従来   | 今回   |
|---------------------|------|------|
| 優先帯域[470MHz～575MHz] | 【基準】 | +0.5 |
| 全帯域[470MHz～710MHz]  | 【基準】 | +0.2 |

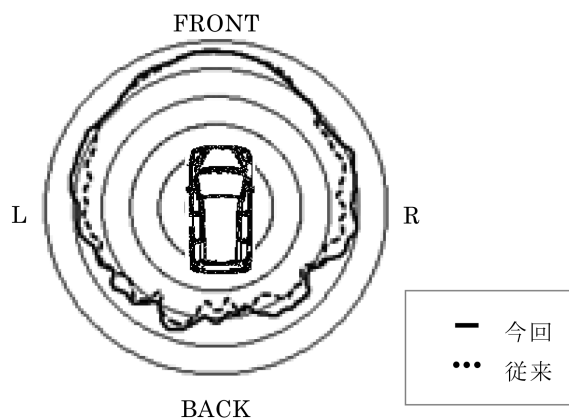


図10 指向性例

このように、偏波ダイバー構成および指向性改善を行うことで「フロントガラス上方部への4アンテナ配置」を変えずに、省スペースでの従来相当性能確保を行うことができた。

## (2) 見栄え向上

モノポールアンテナを従来の金属ペーストで構成しようとする、アンテナエレメント先端が運転者の視界エリアに近づくことになり、乗車状態における見栄えを悪化させる。

そこで、アンテナエレメントが目立たない、極細金

属メッシュの採用検討を行った。従来のループアンテナでは占有面積が大きく、その形状でメッシュ化することはコスト面の課題があったが、フィルム部の占有面積が小さいモノポールアンテナを開発することで今回採用に至った。採用にあたっては、性能と見栄えの両立を目指して、線幅・線間ピッチ・メッシュ形状などを決定した(図11)。



図11 モノポールアンテナのパターンの比較

また、従来の金属ペーストから極細金属メッシュとすることで、導体抵抗を減らしてアンテナの放射効率を上げ、性能改善にも寄与させている。

### (3) サービス性向上

先に述べたアンテナエレメント部およびピックアップ部の嵌合構造について、主に二つの目標を掲げて仕様を決めた。

- ① 取外し、再取付作業が工具なしで容易にできること。
- ② 熱などの環境負荷やコード反力などで外れないこと。

これら二つの項目は①外しやすく、②意図しない場合は外れない、と相反する特性を両立させる必要がある。そこでまず、嵌合部を両端に配置し、片側に取外し用のレバーを設定した。レバーの形状や突出量は人の手で操作可能であり、かつ内突規制に接触しないように配慮した。

また、レバーの位置は四つのアンテナ全て左側で統一させることで、同一の取外し作業性となるように

した。

次に、両端の嵌合部だけでなく、ピックアップ中央部にも嵌合部を片側(1カ所)だけ設定し、嵌合力アップを図った。この目的は、主にコード反力によるピックアップ外れをターゲットにしたものであり、必要最小限の片側だけに嵌合部を設けることで、「①取外しや再取付作業性」への配慮も行った。

これら3カ所の嵌合部は樹脂で構成されているため、高温による嵌合部のへたりやコード反力による嵌合ツメの倒れ(変形)によって外れないように、最適な耐熱性を有した樹脂を選定し、また同時に、シミュレーションや強度解析を活用して、交換時の取外しや再取付けでも破損しないよう耐久性も考慮したツメの掛かり量や幅などの詳細仕様を決定した(図12、図13)。

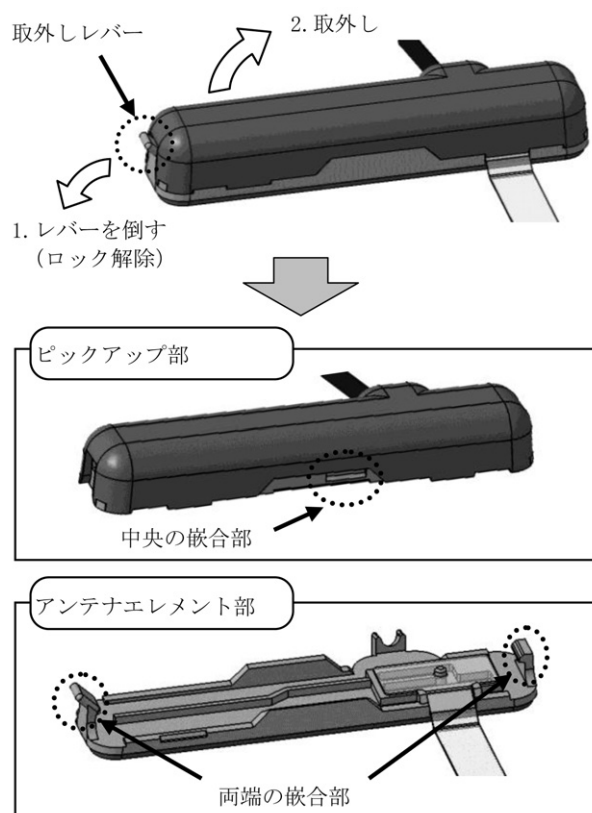


図12 取外構造と嵌合部位詳細図

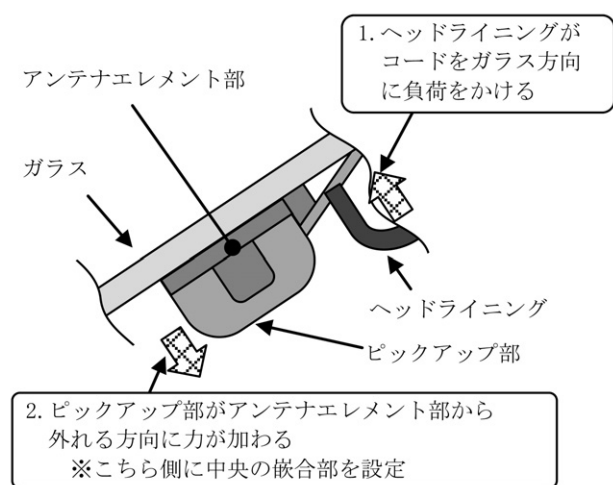


図13 コード反力負荷の詳細図

#### (4) ロバスト性向上

ピックアップ部およびアンテナ要素部の一体化については、基板側ばね端子との接触部（通称：フィルムランド部）をピックアップに内包する構造とした（図14）。

この内包構造の実現に向けて、次の三点に配慮した。

##### ① ばね端子とフィルムランドの接触安定性確保

- ・ばね端子反力によって基板を固定する嵌合部位が外れないように、応力／熱解析を行い形状を決定。また、最適かつ安定したばね端子接触荷重となるように基板およびフィルム間の寸法を決定。
- ・ばね端子およびフィルムランドの接触箇所にはメッキを施し、さびなどの劣化を防ぐ仕様とした。これらにより、車両振動などによる瞬断や微摺動摩耗に対する耐性を確保した。

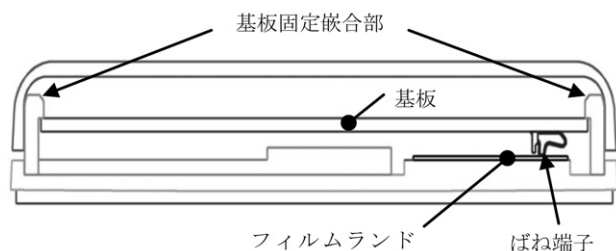


図14 端子とフィルムランド部の接触構造

##### ② フィルム引張り強度の確保

フィルム部に穴、ホルダ座面にボスを設けることでフィルムが引張られても容易に抜けない構造とした（図15）。

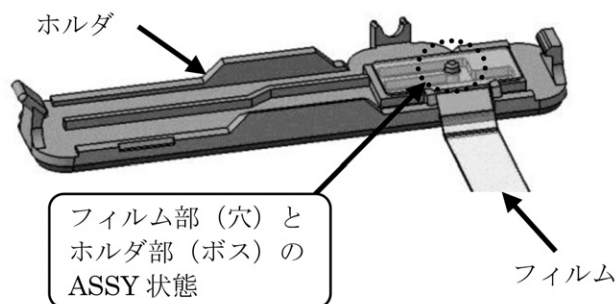


図15 フィルムとホルダのASSY図

##### ③ 車両への取付性確保

車両へ本製品を搭載するときに、左席側2本、右席側2本のアンテナを狙い通りの間隔で見栄えよく（平行に）貼り付けるために、取付用型紙を設定した。この型紙をフロントガラスへ最初に貼り、型紙形状通りにピックアップ部を貼り付けることで、左右それぞれ2本のアンテナを狙い通りの間隔で見栄えよく取付けることを可能とした。もともとアンテナ要素部の保護用として輸送用台紙を設定しており、型紙をこの輸送用台紙と一体にし、切り取って使用できる配慮を織り込んだ（図16）。

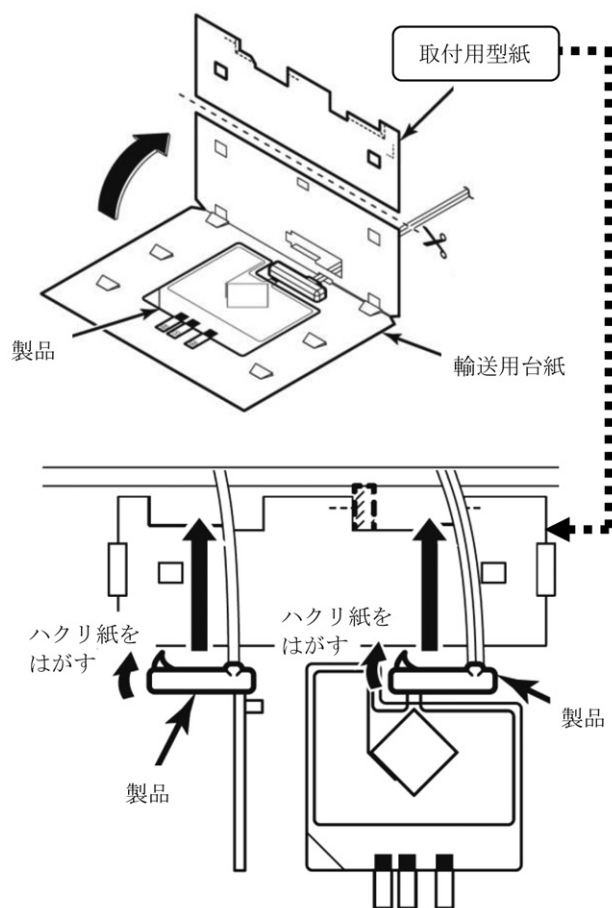


図16 型紙を使用した車両取付方法

## 6

## おわりに

今回の開発により、省スペースで良好な受信性能を確保したGPS／地デジ用フィルムアンテナの製品化を実現できた。今後は他メディアとの統合や更なる性能、見栄え、作業性の向上に取り組んでいきたいと考える。

最後に本製品の開発に協力頂いた社内外の関係者の皆様に心より感謝の意を表したい。

AVNは、富士通テン株式会社の登録商標です。

## 筆者紹介



今田 範夫  
(いまだ のりお)

SS技術本部  
ミドルウェア技術部



木本 良平  
(きもと りょうへい)

SS技術本部  
ミドルウェア技術部



縮谷 真志  
(しゅくたに まさし)

SS技術本部  
ミドルウェア技術部



近藤 晴彦  
(こんどう はるひこ)

SS技術本部  
ミドルウェア技術部