

'08モデル国内市販AVN

Development of AVN for 2008 Summer Model for Japan Market

濱谷	潔	Kiyoshi HAMATANI
筒井	浩一	Kouichi TSUTSUI
安永	昌隆	Masataka YASUNAGA
中野	雅彦	Masahiko NAKANO
貴傳名	忠司	Tadashi KIDENA



要旨

地上波によるTV放送は2011年7月のデジタルへの完全移行に向けてインフラの整備が進められており、2005年以降カーナビにおいてもアナログからデジタルへの移行が進められてきた。

今回2008年モデルにおいて、受信性能および画質の向上を図り、かつ地デジ放送受信機能を本体に内蔵したAVNを開発したので、その機能と特徴について述べる。

Abstract

For ground-based TV broadcasting, the infrastructure development for full transition to digital broadcasting in July 2011 is well advanced. Likewise for the car navigation business, the transition from analog to digital has been progressing since 2005.

In our 2008 model, we improved the receiving performance and picture quality, and developed our AVN that includes the function of terrestrial digital broadcasting. We introduce its functions and features in this article.

1

はじめに

2003年に運用が開始された地上デジタルTV放送（以下、地デジという）は、従来のアナログ放送と違い高画質な映像を楽しめる、映像/音声以外にデータ放送として番組に連動した情報や地域に密着した情報など多彩な情報を配信できるという利便性から、放送エリア拡大に伴い順調に家庭用TVとして普及してきた。一方、カーナビゲーション（以下、カーナビという）も車内でTVを楽しみたいというニーズから、アナログTVは標準搭載されている。しかし、車はあらゆる場所へ移動するため、電波の受信が不安定であり、映像/音声がかかるケースが多々あるという弱点があった。家庭用TVでの地デジ普及、地デジの受信エリア拡大に伴い、従来のアナログTVの弱点を解決するための画期的な技術として着目し、2005年から各社車載機用地デジチューナを発売し始めた。

図1は、国内市販カーナビ市場（商品カテゴリ別）の金額推移を表したグラフである。

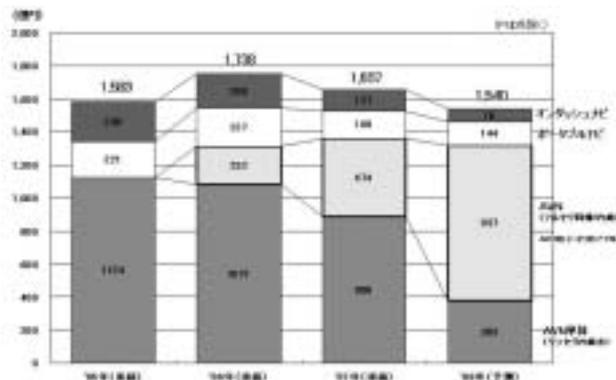


図1 国内市販カーナビ市場の金額推移（商品カテゴリ別）
Fig.1 Price Transition in Japanese Car Navigation Market (categorized by product)

2006年には地デジチューナ的大幅な価格低下や、カーナビと地デジチューナとのパッケージ商品の発売で急速に普及し、カーナビでも地デジ対応商品が順調に推移してきた。2008年には、アナログTVに代わって地デジが標準搭載され、地デジ対応カーナビが主流になると予測している。

当社も、主力商品であるAVNへの地デジ対応に注力してきた。技術開発の最初のステップとしてAVNへの内蔵化技術開発に取組み、2006年秋にはワンセグ内蔵AVN、2007年秋には地デジ内蔵AVNを発売してきた。2008年から地デジが標準機能となると予測しており、他社との差別化を図るため、つぎのステップとして受信性能/画質性能の向上、アンテナの取付け作業性向上、カーナビでの操作性向上に取組んできた。その結果、2008年モデルで「映像デジタル伝送」、「フロント4ch可変マッチングシステム対

応アンテナ」、「地デジ/ワンセグのシームレス切替機能」を採用する事ができた。今回、これら地デジに関する新技術について紹介する。

2

映像デジタル伝送

2.1 開発の狙い

当社の市場でもあるカーナビのみならず、携帯電話、ゲーム機などのモバイル機器においても液晶の画像高品位は、ユーザの購入動機の重要な要素であり、カーナビは従来の地図表示のみならず近年増加している地デジの高画質化もはかる必要がある。

従来は、ナビ描画 液晶手前の画像処理部まではアナログ信号での映像伝送のため、アナログ デジタル信号変換で生じる誤差により、液晶の画素に対する描画の細かい文字にじみや色にじみが生じていた。ナビが行う描画と液晶に表示される画のずれをなくし高画質を実現させるために画像デジタル転送として、伝送性に優れ、輻射ノイズが少ないLow voltage differential signaling（以下、LVDSという）を採用した。

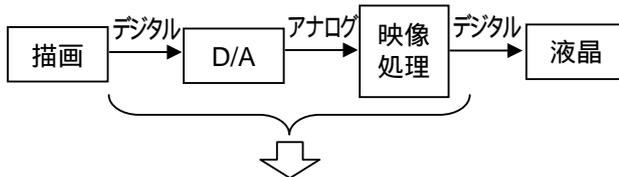


図2 アナログ部分をLVDSでデジタル伝送化し画質向上
Fig.2 Improvement of Picture Quality by Digitalizing Analog and Transmitting through LVDS

2.2 映像デジタル伝送としてのLVDS

LVDSはTIA/EIA-644規格により規定されているが、多目的に使用されるよう、送信・受信の電気的特性のみが規定され、コネクタやケーブル、伝送プロトコルなどの規定はなく、アプリケーションに合わせて設計していく。そのため自由ではあるが、車載に適した部品選定が必要になる。以下に利点を示す。

- ・低電磁放射
- ・高外来ノイズ耐性
- ・パラレル接続に比べ簡単な配線と終端

低輻射でありながら、信号耐ノイズ比が高いため、高速なデータレートが得られる。この信号が小さいということによって、消費電力も低減される。LVDSは、差動信号なので、コモンモードの除去によって高外来ノイズ耐性があり、高速伝送が可能なることからデータをシリアル化することにより、配線数を減らせる。

今回搭載した画像転送LVDSを図3に示す。

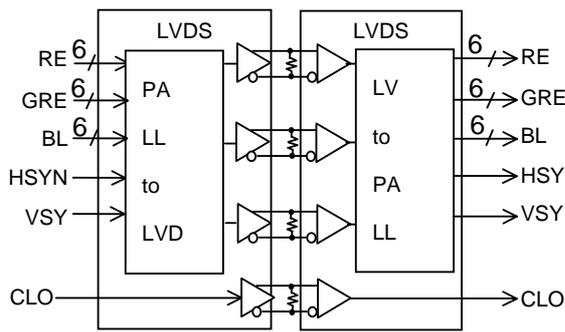


図3 今回実施した画像転送LVDS
Fig.3 Implemented Picture Transfer LVDS

LVDS TX (送信) ICにより画像データ (RGB18bit, HSYNC, VSYNC) を7bit長のLVDSデータの3差動ペアに変換する。それらとは別でクロックは差動信号に変換する。LVDS RX (受信) ICは100Ω 終端された信号を受信し、画像データを復元する。

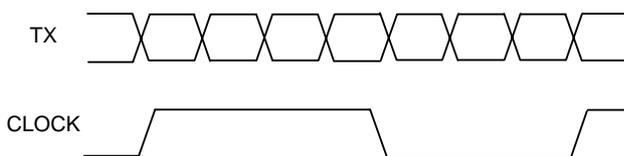


図4 データは7bit長にシクロックと同期させて転送
Fig.4 7bit Length of Data is Synchronized with Clock and Transferred

2.3 車載に対する課題

AVNは自身のラジオ, 地デジ受信機ならびに他の車載器機に対し悪影響を与えないようにするため、低放射ノイズでなければならない。そのために以下を実施した。

(1) 低振幅化

LVDS信号そのものを標準振幅から低振幅とした。受信側の受信可能な電圧幅のスレッシュド約±100 mVに対し、送信側の出力電圧は約250~400 mVと余裕があるので、送信側の振幅を約200 mVまで小さくし、さらなる低放射ノイズを狙った。

表1 LVDSの主な電気的仕様
Table 1 Main Electrical Specification of LVDS

送信	オフセット電圧	約1.25 V
	出力電圧	約250~400 mV
	低振幅時の出力電圧	約120~300 mV
受信	入力電圧範囲	0~2.4 V
	スレッシュド	約±100 mV

(2) 経路インピーダンス

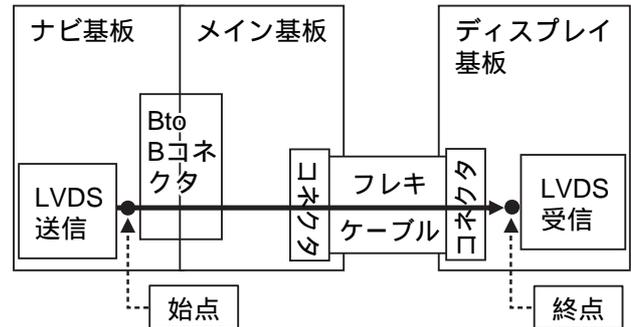


図5 LVDS経路
Fig.5 LVDS Path

図5に示す配置でLVDSを実装している。経路インピーダンスは100Ωに近い値で経路全体が均一でないと、コモンモードノイズにより輻射ノイズ増大のみならず、伝送性能も悪化する。経路中のプリント基板, コネクタ, フレキシ基板もインピーダンスが100Ω 近辺となるべく設計した。

2.4 検証

(1) 低振幅化に対する検証

エラーレート

低振幅化の副作用として考えられる伝達性の悪化は、送信するデータ数を決めて送受信前後のデータのエラーがないことを確認するエラーレート測定を実施し、エラー0であることを確認した。

アイパターン

アイパターンとはLVDSの差動信号の+と-を差動プローブで波形を重ね合わせたもので、アイ開口が大きいほど信号品質は良好である。受信側ICのマスク範囲に対し、十分に余裕があるアイパターン開口波形になっていることを確認している。

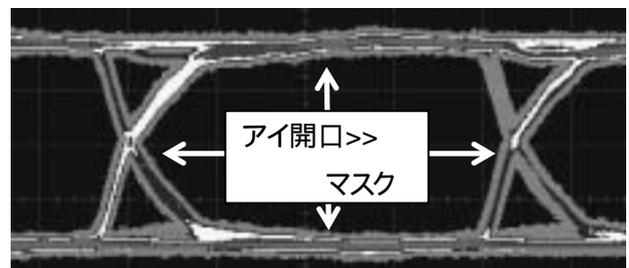


図6 LVDSのアイパターン
Fig.6 LVDS Eye Pattern

(2) 経路インピーダンスの検証

全経路のTDR測定を行い経路のインピーダンスを測定して、図7のように100Ωに近いことを確認した。各基板は基板のインピーダンスの製造ばらつきが100Ωに近い範囲で収まるよう、パターン幅などの設計配慮を行っている。

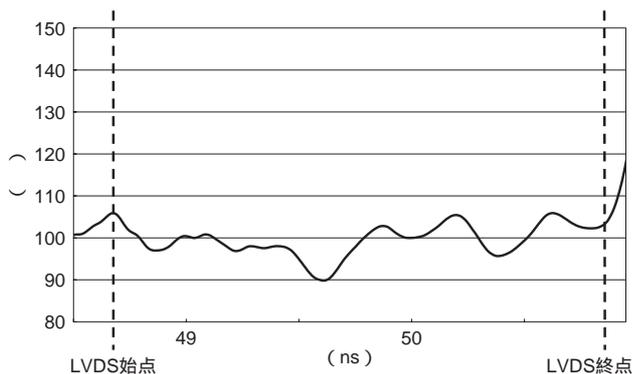


図7 TDR測定結果例
Fig.7 Example of TDR Measurement Result

また、プリント基板、コネクタ、フレキ基板のインピーダンスばらつきに対するアイパターン波形の変化をシミュレーションによって検討し最悪条件での確認も実施した。

以上により、LVDSによる画像のデジタル転送が実現でき、従来より文字や色にじみのない高品位な画像表示が可能になった。

3 地デジ可変マッチシステム

3.1 可変マッチの動作原理

「可変マッチ」は、「可変マッチング」を短縮した用語である。ここでいう「マッチング」とは、アンテナとアンテナ直下に置かれるアンプの間のインピーダンスの整合状態をいい、マッチングが良好であれば損失は少ないが、マッチングが劣化するにしたがって損失が大きくなり、感度が悪くなる。

動作原理図を図8に示す。「ヘッドユニット」はAVNなどの地デジ受信機本体を含む筐体であり、「ピックアップ」は図9に示す自動車フロントガラスに貼ったアンテナの給電部に直接取付けられるアンプを含むユニットのことである。

従来の固定マッチングシステムでは、図8上段のように、アンテナのインピーダンスは周波数によって大きく変化するため、マッチングが劣化する周波数では数dBの損失を生じる。

そこで、従来の「固定マッチング」部分に代えて、図8下段のようにインピーダンス変化素子であるバリキャップ（可変容量ダイオード）を配置した「可変マッチング部」を設け、バリキャップに印加する電圧を変化させることで、図8下段右部のようにマッチング状態のパラメータを切り替え、より良好なマッチングを維持できる構成とし、感度改善を可能にした。

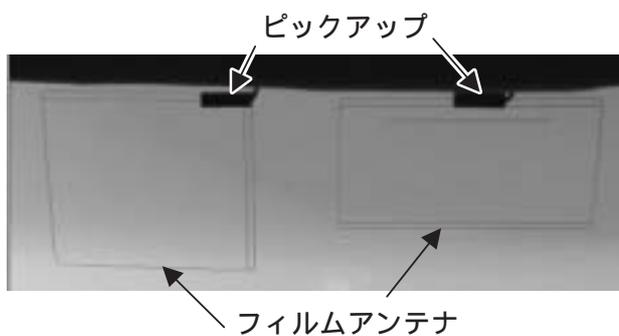


図9 アンテナとピックアップ
Fig.9 Antenna and Pickup Unit

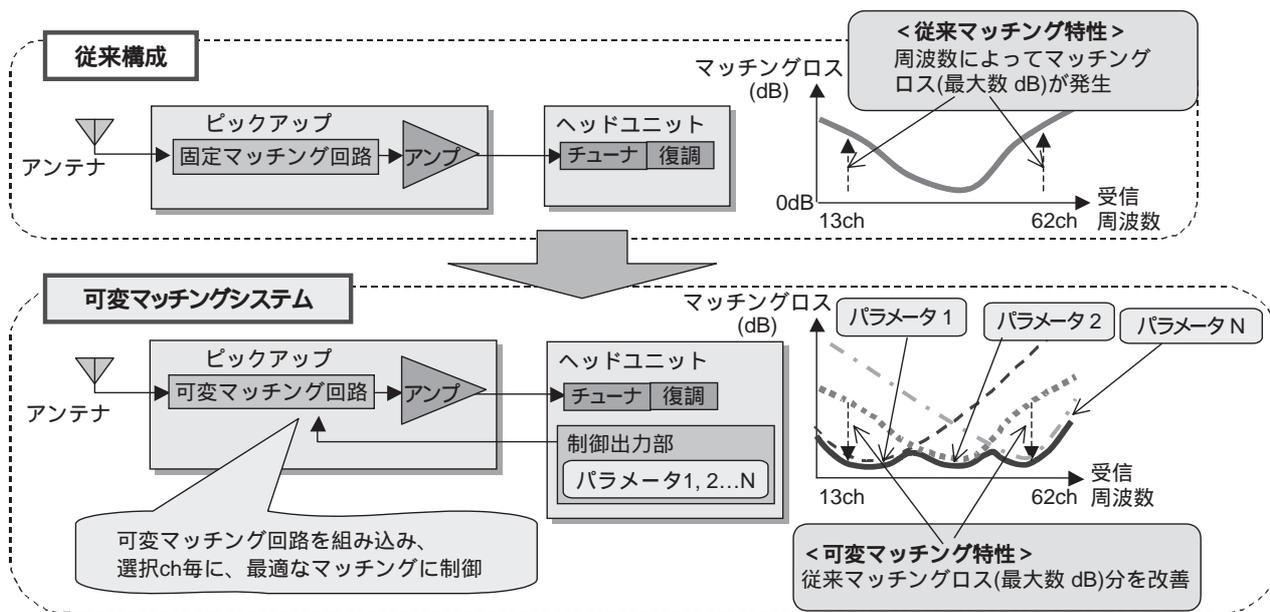


図8 可変マッチシステムの原理説明図
Fig.8 Principle Illustration of Variable Matching System

3.2 システム構成・信号重畳

システム構成を図10に示す。従来、地デジ受信機とピックアップの間は、電源と地デジの受信信号を一本の同軸コードで伝送しているが、今回はさらにその上にマッチングを制御信号を重畳する方式・回路を開発し、それらを従来と同一サイズのピックアップに収めたことが大きなポイントであり、苦労した点であった。

アンテナは自動車のフロントに4枚設置する。同じようなインピーダンス特性を示すフロントガラス上の内側のアンテナと外側のアンテナに分けて制御を行う。

ピックアップには、アンプの最低動作電圧 V_a とインピーダンス制御電圧 V_m を重畳した $V_p (=V_a+V_m)$ がヘッドユニット側から同軸コードを通じて供給される。 V_m は受信制御マイコンが受信するチャンネルにおいて最適な値を選択して設定する。なお、同軸コードにはピックアップからヘッドユニットへ受信した高周波信号も重畳して伝送される。

マッチング電圧検出部では V_p から V_m のみを検出して、可変マッチング部に印加する。一方、ピックアップのアンプ回路は V_m の変化によって印加される電圧が異なるため、アンプに使用したトランジスタのバイアス回路を工夫して、印加電圧が変化してもコレクタに流れる電流をほぼ一定とすることで、安定した動作が可能な回路構成とした。

3.3 設計

可変マッチング部の設計はつぎの流れのとおり実施した。

- (1) アンテナインピーダンスの周波数特性の測定
- (2) アンプインピーダンスの周波数特性の測定

(3) 可変マッチングシミュレータによる回路構成・回路定数・電圧 V_m の選定

(4) 実機による検証

特に、においては、専用のシミュレータを開発し、基板配線パターンの幅や長さ、各 부품の等価回路などを忠実に表現して計算値をそのまま実機に反映できるようにした。

また、従来は2層基板を用いているために、ピックアップ部の表面と裏面が電気的に結合し、カット&トライで設計している面があったが、今回は4層基板を用いて表面と裏面との結合を無くしたことも計算値をそのまま実機に反映できた要因のひとつである。

さらに、 V_m の切り替え段数は感度改善・コストと密接な関係にあるが、今回開発した可変マッチシミュレータにより、最適な切り替え段数4を選択した。

以上のような手法を用いて、可変マッチング部をピックアップ内に構成した。その結果、部品点数は固定マッチングと比べて9点増加となったが、4層基板採用による高密度実装により、従来の固定マッチング品と同サイズとすることができた。ピックアップのサイズと内部の様子を図11に示す。

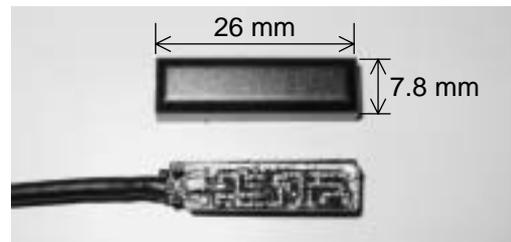


図11 可変マッチシステムのピックアップ
Fig.11 Pickup Unit in Variable Matching System

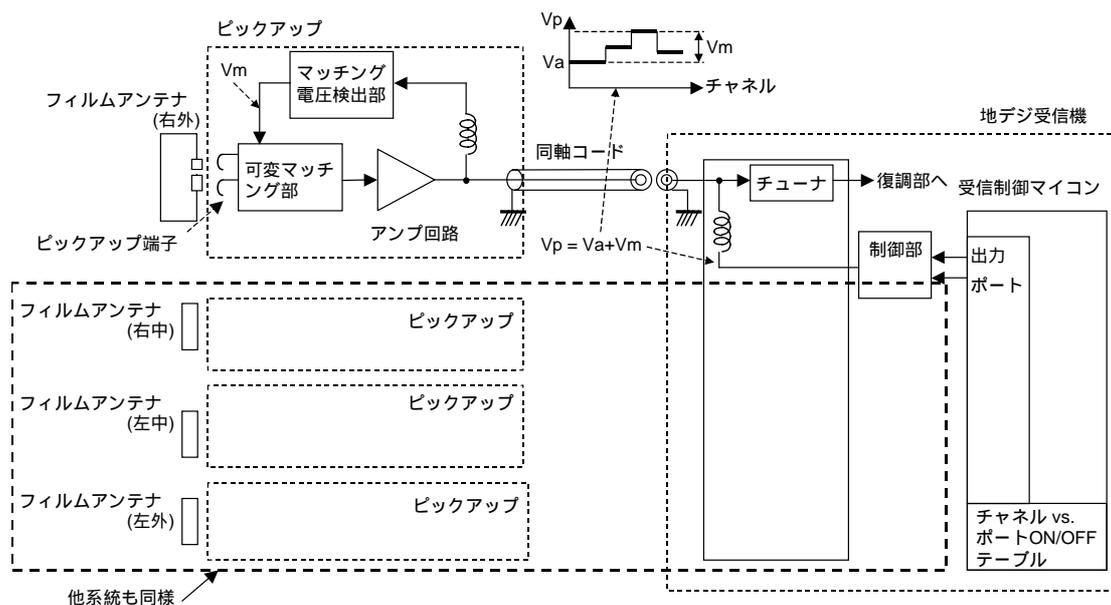


図10 可変マッチシステム構成図
Fig.10 Structure of Variable Matching System

3.4 評価

従来品（固定マッチング・07市販品）と開発品（可変マッチング・08市販品）の典型的な走行実験の受信率比較結果を図12に示す。この条件においては、コース全体の従来品の受信率が82.3%であったのに比べて、開発品は92.2%と約10%の改善が見られた。

また、電波暗室で比較した全周波数・全方向で4アンテナを合成した時の受信感度は従来品に比べて2.7 dB向上している。これは、受信可能エリアが最大で約20%拡大することに相当している。

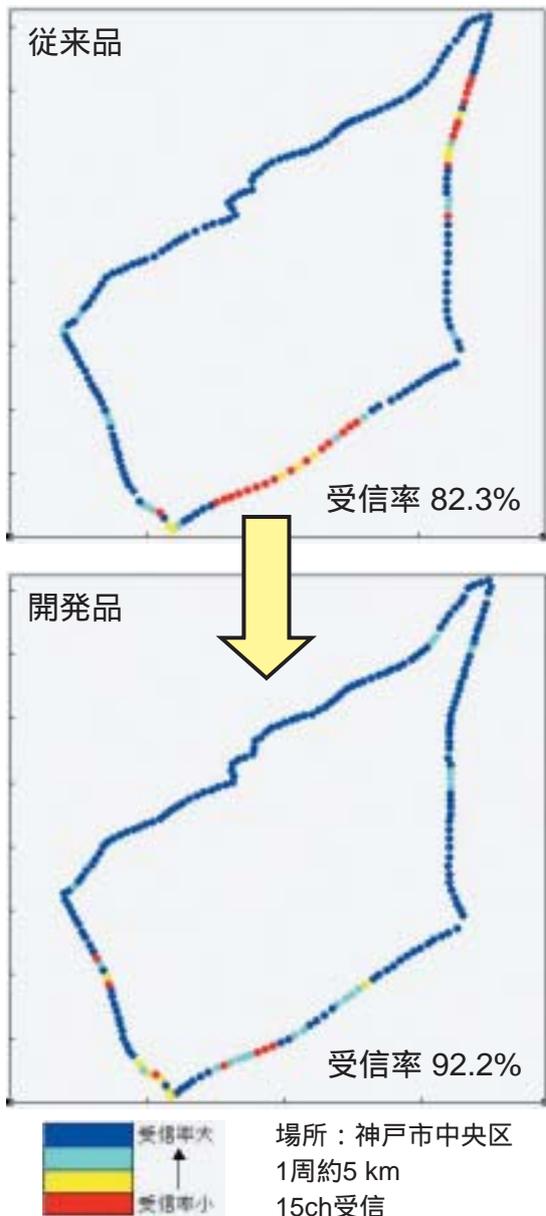


図12 従来品と開発品の受信率比較
Fig.12 Comparison of Reception Rate with Conventional and Development Product

4

地デジ・シームレス切替

4.1 背景

当社フルセグ地デジモデルは、06秋市販モデルよりフルセグ/ワンセグの自動切替機能を実装している。08モデルの地デジ仕様検討時に、競合他社製品の切替機能とベンチマークを行った結果（表2）他社製品に比べ、切替時間が長く、切替時に黒画となる点が問題であった。

表2 他社製品との動作比較

Table 2 Comparison of Operation with Competitors

項目	A社	B社	当社 (従来モデル)
切替時間 (映像/音声)	3~4 s	1.5~2 s	3~5 s
切替待機中の 状態	フルセグ動画 (映像ノイズあり)		フルセグ静止画
切替時の黒画	なし	あり	あり

08モデルでは、上記問題点を解決し、自動切替時の映像品質向上のため、フルセグ・ワンセグの同時デコードを導入し、自動切替のシームレス化を行った。

4.2 従来機能の問題点と対応策

従来の自動切替機能は、フルセグの受信状態が視聴不可レベルが一定時間継続してから、フルセグのデコーダを停止し、ワンセグのデコーダを起動する仕様となっている。ワンセグはI-Picture周期が長く、デコーダ起動から映像音声出力まで時間がかかる。この時間がそのまま切替時間となっていた（図13）。

受信状況

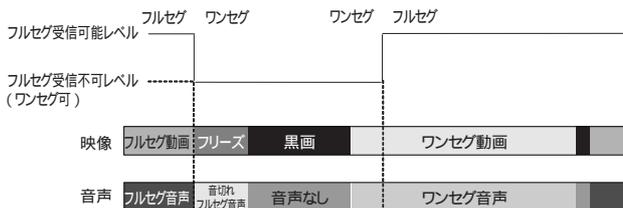


図13 従来の自動切替

Fig.13 Conventional Automatic Switching

対応策として切替時にワンセグの映像・音声が出力されている状態とするため、フルセグ/ワンセグの同時デコードを実施し、ワンセグへの切替時間を短縮する（図14）。

4.3 設計および評価結果

08モデルでは、ワンセグのソフトデコード可能なCUP内蔵地デジ処理LSIを採用している。これは、ワンセグをソフトウェアでデコードしている。ワンセグのソフトデコー

ドはCUP負荷が高く、同時デコード中はHMI描画やデータ放送描画のレスポンスが悪化する懸念がある。

設計では、同時デコード区間を最小限にするために、フルセグ受信状態悪化をトリガにワンセグデコーダを起動する仕様としている（図14）。

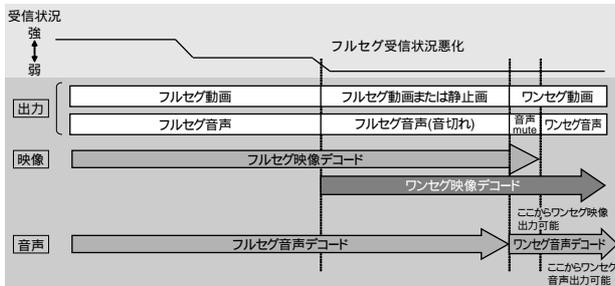


図14 シームレス切替
Fig.14 Seamless Switching

従来の自動切替とシームレス切替の評価結果を表3に示す。

表3 従来处理との比較
Table 3 Comparison with Conventional Processing

	従来の自動切替(s)	シームレス切替(s)
フルセグからワンセグ	3	1
ワンセグからフルセグ	0.6	0.3

従来モデルに比べ、切替時間は約半分になり、切替時の黒画もなくなり、設計目標を達成できた。

5

おわりに

以上、高画質化のための「映像デジタル伝送方式」、地デジ受信性能改善のための「地デジ可変マッチシステムアンテナ」および「地デジ・シームレス切替受信方式」について述べてきた。これにより、従来にないキレイな高画質AVNを実現することができ、他社との差別化を図ることができた。

今後も引き続きお客様に喜んでいただける高性能の実現に向けて努力していきたい。

筆者紹介



濱谷 潔
(はまたに きよし)
1990年入社。以来、車載用ディスプレイハードの設計開発に従事。現在、CI本部 第二事業部 システム技術部に在籍。



筒井 浩一
(つつい こういち)
1983年入社。以来、情報通信機器の開発・設計を経て車載放送受信機、アンテナの開発に従事。現在、開発本部 放送技術開発部に在籍。



安永 昌隆
(やすなが まさたか)
2001年入社。以来、車載機器のシステム設計を経て市販用品向DTV製品開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部 技術統括部 ソフトウェア技術部に在籍。



中野 雅彦
(なかの まさひこ)
1998年入社。以来、LSIの開発・設計を経てAVNの商品企画に従事。現在、CI本部 商品企画統括部 第二企画部に在籍。



貴傳名 忠司
(きでな ただし)
1986年入社。以来、カーオーディオの回路設計、LSI設計を経てAVNの開発に従事。現在、CI本部 第二事業部 システム技術部長。