

AV ノート PC 向け地上デジタル TV チューナ技術

Technology of ISDB-T Tuner for AV Notebook PCs

永江 明人 和田 直幸 新宮 康司

■ NAGAE Akihito ■ WADA Naoyuki ■ SHINGU Koji

AV ノートパソコン (PC) Qosmio シリーズでは、高画質を特長にした地上アナログテレビ (TV) チューナの開発・搭載を行ってきたが、更なる高画質化を達成するため、業界に先駆けて地上デジタル TV チューナを開発した。

TV チューナをノート PC に内蔵するためには、小型化、低消費電力化、実装位置の制約などの厳しい条件をクリアする必要がある。今回開発した地上デジタル TV チューナは、これらの条件をクリアするとともに、他社の地上デジタル TV チューナ内蔵デスクトップ PC 及びデジタル TV 並みの性能を実現した。

Toshiba has developed high-quality TV tuners and implemented them in the Qosmio series of audiovisual (AV) notebook PCs. We have also developed the industry's first integrated services digital broadcasting-terrestrial (ISDB-T) tuner for notebook PCs, to achieve even higher quality.

In order to implement the ISDB-T tuner in the Qosmio PC, a number of challenges had to be resolved including size minimization, lower power consumption, and restriction of the tuner location. Toshiba succeeded in overcoming these severe conditions in the development of ISDB-T tuner, which has accomplished good performance comparable to that of competitors' desktop PCs with a built-in ISDB-T tuner and to that of digital TV sets.

1 まえがき

地上デジタル放送は、2003年12月より、東京、大阪、名古屋の3大都市圏でスタートし、2005年末には日本全国で60%の、2006年末までには約80%の地域が視聴可能エリアとなる見込みである。

東芝は、AV ノート PC Qosmio シリーズで、高画質を特長にしたアナログ TV チューナの開発・搭載を行ってきたが、更なる高画質化を達成するため、業界の先駆けとして地上デジタル TV チューナの開発を行った。ここでは、地上デジタル TV チューナのハードウェア技術、新たに開発した小型ブースタ/アッテネータ、及びオプションの室内アンテナについて述べる。

2 ハードウェア概要

2.1 地上デジタル TV チューナユニット概要

Qosmio G30 に内蔵されている地上デジタル TV チューナユニットの外形を図1、内部ブロックを図2に示す。主な構成要素は次に示すとおりで、これらを miniPCI (Peripheral Component Interconnect) ボードサイズの基板上に実装し、小型化を実現している。

- (1) 地上デジタル TV チューナモジュール チューナ部と復調ブロックで構成され、金属ケースで覆われている。

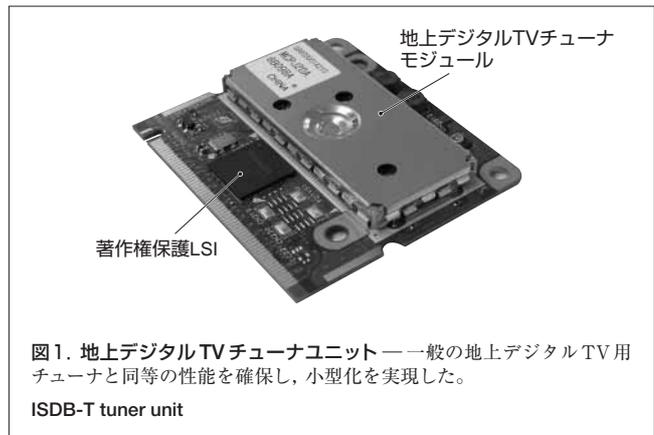


図1. 地上デジタル TV チューナユニット — 一般の地上デジタル TV 用チューナと同等の性能を確保し、小型化を実現した。
ISDB-T tuner unit

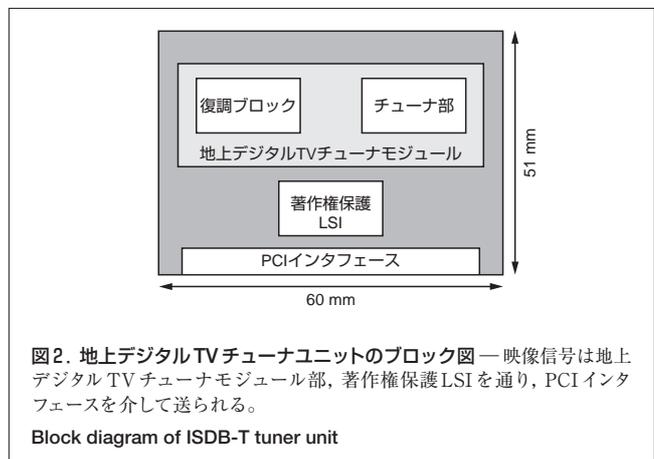


図2. 地上デジタル TV チューナユニットのブロック図 — 映像信号は地上デジタル TV チューナモジュール部、著作権保護 LSI を通り、PCI インタフェースを介して送られる。
Block diagram of ISDB-T tuner unit

(2) 著作権保護LSI デジタル放送のコンテンツに対して暗号化を行い、著作権を保護する。

2.2 設計目標

デジタルTV並みの受信性能を実現するために、地上デジタルTVチューナを搭載した他社のデスクトップPCと地上デジタルTVの最小入力感度をベンチマークした。

デジタルTVを含め、デジタル変調を使用した通信や放送では、BER (Bit Error Rate)と呼ばれるエラーの発生頻度でその通信品質を評価するのが一般的である。しかし、他社のPCやデジタルTVでは、その値を直接読み取ることはできない。そのため、ベンチマークでは試験信号の映像を見て、画像が乱れ始めたレベルを最小入力感度として記録した(図3)。

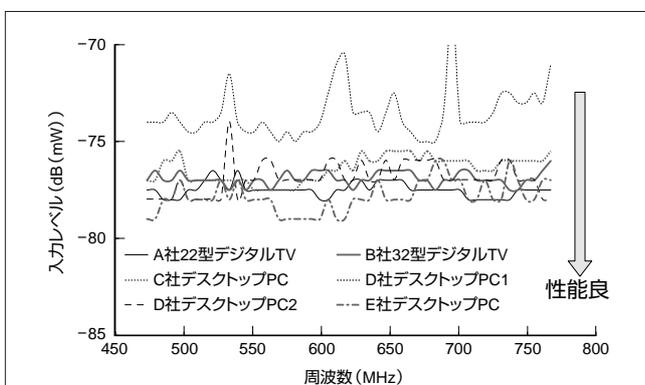


図3. 他社最小入力感度のベンチマーク結果 — 地上デジタルTVチューナ搭載の他社のデスクトップPC4台とデジタルTV2台をベンチマークした。入力レベル値の絶対値が大きい方が性能が優れている。

Benchmark result of minimum input level

目視確認とBERを使用した測定結果では、BERの方が1~2dB程度悪くなるという結果が得られた。したがって、目視でのベンチマーク結果をもとに、BERでの最小入力感度を推測すると平均-75~-76dB(mW)程度となる。

以上の結果を踏まえ、(社)電波産業会(ARIB: Association of Radio Industries and Businesses)の規格に記載されている目標値-75dB(mW)を満たせば、他社のデスクトップPC及びデジタルTV並みの受信性能になると判断し、-75dB(mW)を設計目標値とした。

3 ハードウェア詳細

3.1 地上デジタルTVチューナモジュールの概要

地上デジタルTVチューナモジュールの内部写真を図4に、そのブロック図を図5に示す。

このモジュールは、主要部品として“シリコンチューナ”と呼ばれる1チップチューナLSIとISDB-T(Integrated Ser-

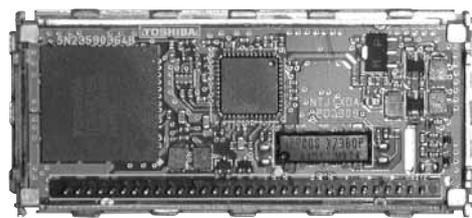
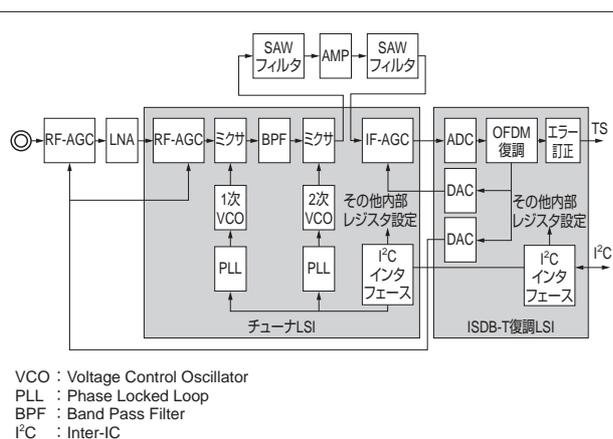


図4. 地上デジタルTVチューナモジュール — 金属シャーシによるシールドングにより良好な耐ノイズ性能を実現している。

Inside view of ISDB-T tuner module



VCO : Voltage Control Oscillator
PLL : Phase Locked Loop
BPF : Band Pass Filter
I²C : Inter-IC

図5. 地上デジタルTVチューナモジュールのブロック図 — 通称“シリコンチューナ”と呼ばれるチューナLSIとISDB-T用復調LSIの2チップ構成となっている。

Block diagram of tuner module

vices Digital Broadcasting-Terrestrial)用復調LSIの2チップから成り、入力されたUHF(Ultra High Frequency)帯(あるいはVHF(Very High Frequency)帯)のOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を周波数変換して復調し、MPEG-2(Moving Picture Experts Group-phase 2)-TS(Transport Stream)で出力する。また、PC内部のノイズやスプリアスの影響を考慮し、金属ケースでシールドされた構造とした。

このモジュールの開発にあたっては、miniPCIサイズのボードに搭載するための小型化と、デジタルTV並みの受信性能の実現を目指した。

チューナモジュールをノートPCに内蔵する場合のポイントを、以下に示す。

- (1) 小型・低背サイズ
- (2) 耐振動性能
- (3) 耐ノイズ性能

また、AVノートPCとしてデジタルTVと同等の受信性能が当然のこととして要求されることから、更に次に示す二つの基本性能を確保する必要がある。

- (1) 最小入力感度
- (2) 耐隣接チャンネル妨害性能

この地上デジタルTVチューナモジュールの構成は、これらの課題に配慮したものとなっている。

3.2 チューナ部

miniPCIサイズのボードに搭載可能な小型・低背モジュールを実現するため、前述のように1チップでチューナ部を構成できる“シリコンチューナ”を採用した。ただし、デジタルTV並みの受信性能を確保するためには、ダイナミックレンジの拡大と、入力感度の改善が必要であり、図5に示すように、入力部にPIN (P-Intrinsic-N) ダイオードによるAGC (Automatic Gain Control) 回路と低雑音トランジスタによるLNA (Low Noise Amplifier) を付加することにより、ARIBの望ましい性能として提示している地上デジタル放送受信の仕様に対応した。

今回採用した“シリコンチューナ”は、ダブルコンバージョンタイプのチューナLSIであり、低位相雑音の局部発振器を内蔵しており、入力されたVHF及びUHFの信号劣化を抑えてIF (Intermediate Frequency, センタ周波数57 MHz) 信号に変換する。オールバンド仕様とすることで、UHF帯のオンエア受信だけでなく、VHF帯のCATV (ケーブルTV) パススルー受信にも対応している。更にIF部には、デジタルTV用チューナと同様にSAW (Surface Acoustic Wave) フィルタを2段内蔵し、アナログ及びデジタル隣接チャンネル妨害に対しても安定した受信が可能となるようにした。

3.3 復調ブロック

復調ICにはデジタルTV用として実績のある当社製のISDB-T用復調LSIを採用した。このICは、受信状況を監視し、受信性能がもっとも良好となるよう、RF (Radio Frequency) -AGCとIF-AGCの切替えポイント (TOP: Take Over Point) を自動的に最適化する機能を持っている。このチューナモジュールでも、この機能を採用することにより、隣接チャンネルなどの妨害信号の有無に対して、レベル制御を最適化し受信性能の向上を図っている。

4 Qosmio G30 への実装

デジタルTVでは、様々な誤り訂正技術を使用しているため、多少のエラーが生じて映像音声に影響を与えることはない。しかし、エラーがあるレベルを超えると影響が急激に目立つようになり、映像音声が正常に出力されなくなる。これは、アナログTVで徐々にノイズが加わり映像が乱れる場合よりも急激である。そのため、デジタルTVでは、わずかな受信性能差がユーザーの目にはっきりと見えてしまう場合がある。

ノートPCでは、テレビやデスクトップPCに比べて内部ス

ペースが限られているため、必ずしもTVチューナユニットにとって最適な位置に実装できるとは限らない。したがって、TVチューナユニット単体が持っている性能をいかに落とさずに実装できるかが重要となる。

4.1 実装上の問題

Qosmio G30にTVチューナユニットを実装する場合、以下の問題があった。

- (1) PCからのノイズ TVチューナユニットにとって最適な位置に実装することができないため、基板や電源から発生するノイズの影響を直接受けてS/N (Signal-to-Noise ratio: 信号とノイズの比) が劣化し、受信性能悪化の原因となる。S/Nが劣化した後で信号レベルを増幅しても、信号とともにノイズも増幅され、S/Nを改善することができない。
- (2) 信号の分配 Qosmio G30は、地上デジタルTVチューナと地上アナログTVチューナのダブル構成となっており、アンテナ入力信号を分配する必要がある。当初は、アンテナ入力端子をデジタル用とアナログ用の二つ用意する案も検討した。しかし、ユーザー自身が分配器を準備し、それぞれにアンテナ線を接続しなくてはならないなど、ユーザビリティが格段に落ちるため、分配器を内蔵することにした。これにより、分配器によるロスがPC内部で発生し、PCのアンテナ入力端子における見かけ上の入力レベルが低下するという問題が生じることとなった。

4.2 解決方法

実装上の問題を以下に示す方法で解決し、ほぼ他社並みの性能を達成することができた。

- (1) PCからのノイズを低減 きょう体内部のケーブル引き回しや分配器と変換ケーブルの接地を工夫するなど、PC本体からのノイズの影響を減少させ、チューナユニットとしての性能を十分に出すようにした。またドライバは、シリコンチューナ1台ずつの特性に応じて調整をしている。
- (2) 分配器の改良 分配器内にアンプを実装し、分配する前のアンテナ入力信号を増幅することにより、信号分配後のロスを補うようにした。

5 小型ブースタ/アッテネータ

前述のように、デジタルTVでは、わずかな受信性能差がユーザーの目にはっきりと見えてしまう。デジタル放送視聴可能エリアの境界にある地域や、高い建物などの障害物があって電波状態が悪い場所では、わずか1 dBの差であっても視聴できなくなってしまう。

また、集合住宅の共同受信で増幅器を経由した場合や東



図6. 小型ブースタ/アッテネーター サイズは、25(高さ)×50(幅)×40(奥行き)mmである。

Compact booster/attenuator



図8. 地上デジタル放送用室内アンテナ — オプションの室内アンテナサイズは、120(高さ)×290(幅)×11(奥行き)mmである。

Indoor antenna for ISDB-T

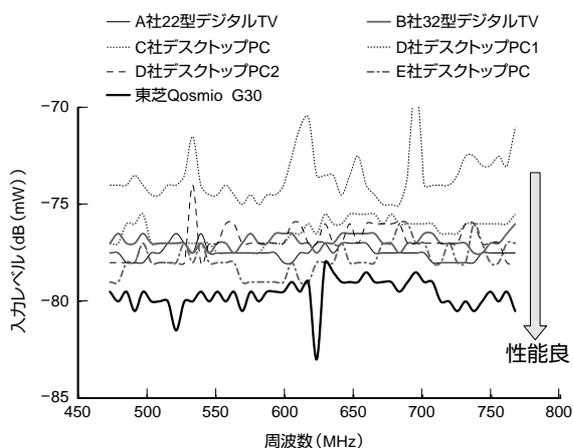


図7. 地上デジタルTVチューナの最低入力感度 — 当社の地上デジタルTVチューナは、最低入力レベルの特性において、ほとんどの周波数で他社製品よりも性能が良い。

Minimum input level of ISDB-T tuner

京タワーのような送信アンテナに極端に近い場合など、入力信号が強すぎて正常に受信できない場合もある。

そこで、より広いエリアで受信できるように、PCへのアンテナ入力信号を増幅又は減衰することができる小型ブースタ/アッテネーターの開発を行った(図6)。

この小型ブースタ/アッテネーターを使用して、PCへのアンテナ入力信号を増幅したときの最小受信感度を図7に示す。電波状況が悪く、視聴可能レベルぎりぎりのところでは、このブースタ/アッテネーターを接続することにより、他社のデジタルTV及びデスクトップPCを上回る受信性能を発揮させることができる。

6 室内アンテナ

Qosmio G30は、オプションで室内アンテナを用意している(図8)。ノートPCの場合、据置きで使用できるデスクトップPCと異なり、場所を移動して使用することを考慮する必要が

ある。外部アンテナ端子のない場所で使用する場合、室内アンテナを接続することによりテレビの視聴が可能になる。

室内アンテナは、外部アンテナと異なり電波状態の良い場所でのみ使用できないが、ブースタを使用することにより受信可能エリアを拡げることが可能になる。

7 あとがき

ノートPCとして業界初の地上デジタル放送に対応した地上デジタルTVチューナユニットを開発した。サイズの制約から性能向上に困難を伴ったが、最終的には他社デスクトップPC及びデジタルTV並みの性能を実現することができた。今後は、更なる小型・低消費電力化を進め、1ボードでのダブルチューナ化を進めていく。



永江 明人 NAGAE Akihito

PC&ネットワーク社 PC開発センター PC設計第一部グループ長。
ノートPCの開発設計に従事。
PC Development Center



和田 直幸 WADA Naoyuki

PC&ネットワーク社 PC開発センター PC設計第一部。
ノートPCのTVチューナ開発に従事。
PC Development Center



新宮 康司 SHINGU Koji

デジタルメディアネットワーク社 テレビ事業部 TV設計第三部
参事。地上デジタルTVチューナの開発・設計に従事。
TV Div.