AV機器とハイブリッドIC

Hybrid Microcircuits in AV System

平林 功男*

1. はじめに

この数年、円高や NIES 諸国の追い上げによって民生用 AV 機器はハイテク化・差別化が急務となり、高付加価値商品の開発が急速に進められている。また、電子回路の実装技術として半導体 IC の ASIC 化やチップ部品によるプリント基板の SMT 化が大きな潮流となりつつあり、ハイブリッド IC が AV 機器の実装技術として有効かどうか、その価値が問われつつある。

当社は、電子機器のアセンブリメーカーとして部品の大部分を外部に依存しなければならないこともあり、セットそのものの付加価値を高める目的で1965年、ハイブリッド IC 技術の中核をなす厚膜、薄膜、組立技術の開発に着手した。この基礎技術開発と併行し、電子機器への応用としてまず取り上げたのが AV 機器へのハイブリッド IC の導入であった。1968年には全ハイブリッド IC 化ステレオセット、1969年には全ハイブリッド IC 化カラーテレビの開発を行い、性能・実装面での特徴を打ち出すことができ、1970年からハイブリッド IC の生産をスタートさせた。しかしながら当時、新興勢力として躍進する半導体 IC と既存勢力の個別部品との間で、コスト・性能・信頼性のきびしい比較を強いられつつ、結果として民生用 AV 機器へのハイブリッド IC 導入も5年間の寿命でこの分野から撤退し、産業機器分野への展開を図ってしまった。

最近、テレビ放送の音声多重、文字多重、衛星放送などのサービス、AV 機器のシステム化、VCR の高性能化、ビデオカメラの軽薄短小化などの動きに対し、AV

機器へのハイブリッド IC 導入に再度挑戦し始めている。しかし、セットの性能・コスト・実装するうえでハイブリッド IC が絶対必要な部分が少なく、ハイブリッド IC は半導体 IC や SMT 等の実装技術の中の一つの選択岐にすぎないことから、セット設計者にハイブリッド IC を採用させるうえでの難しさは、昔も今も変わっていない。ここでは、当社における AV 機器へのハイブリッド IC 導入の軌跡と現在の導入の状況について紹介したい。

2. AV 機器へのハイブリッド IC 導入の歩み

当社でのハイブリッド IC の基礎技術開発と併行し、応用としてまず取り上げたのがカラーテレビへの導入であった。1970年当初カラーテレビの半導体 IC が RCA を中心としてマーケットに出始めた時であったが、内容としてはまだ問題があり、半導体 IC によって直接影響するプリント基板での作業は、全組立工程中の20%にすぎず、その大半は調整・検査・相互接続作業に費やされてしまう状況であった。この組立工程が大幅に合理化されたとしてもセット全体から見るとたいしたメリットが発生しない。このことからハイブリッド IC を有効に利用することで回路、セットの実装法（ユニットボード化）、生産方を合理化し、カラーテレビセットの性能向上と経済性を追求することで計画した。このためにハイブリッド IC は、ただ単なる部品としての役割でなく、セットの生産性向上、省力化のためのツールとして利用することを考えた。そして

- 1) 一板のセラミック基板上に多数の回路機能を集積すること
- 2) 厚膜の膜形成工程で抵抗値のコントロール精度を上げ、抵抗値のトリミングを行わないこと

*Isao Hirabayashi
富士通ゼネラル/FUJITSU GENERAL LIMITED

Fig.1 Circuit diagram for color television set with 100% hybrid ICs

Fig.2 Circuit block diagram of RF processing hybrid for color TV set

3) 回路機能を最大限に発揮させるためファンクショントリミングを全面採用すること

4) 能動素子としてフリップチップを採用し、組立ラインの合理化を図ること

でカラーテレビの全電子回路の80%に当たる部分を9個のハイブリッドICでまとめた(Fig.1)。特に、高周波の部分を1つにまとめたRFプロセスICは、ビデオ中間周波、音声中間周波、音声検波、音声バッファンプ、AGCゲート、AGC遅延アンプの機能を収めてあり、リニア

用としては大集積したハイブリッドICで性能、信頼性について十分満足させるものであった(Fig.2)。同じ考えに基づきクロマ信号プロセス回路、音声回路などハイブリッドIC化し、セットの簡略化を行うことでトータルコストダウンに成功した。

ステレオセットについては、IF部分について性能と小形化を徹底的に追求し、標準化することで普及機から高級機まで全機種に導入し、性能の安定性、基板の簡素化、設計期間の短縮等で成果を得た。また、ステレオセット

の音質改善のためのドルビー回路についてフィルタ部分とアンプ部をそれぞれプリント基板とセラミック基板を用い、それをドッキングする特殊構造のハイブリッドICとファンクショントリミングの利用によって高性能のユニットを製作した。このようないろいろの試みも

- 1) ハイブリッドICに内蔵するチップ部品の開発と供給
- 2) ハイブリッドICの自動生産技術、機械の開発
- 3) リニヤIC、特に多機能を集積化した場合の自動定量測定の確立

等の技術問題の克服ができなかったことと予想以上に半導体ICの進展が速かったこともあり、1970年からの5年間で半導体ICとの性能、コスト面での競争に勝てなかった。

3. 新しいAV時代

最近のAV機器は、ハイテク化による差別化と高付加価値化が行われている。CPUの導入、ソフトウェアの利用、システム化などによって、従来のただ単なる映像を映し出し、音を聴く機器から情報化時代の快適な生活を得るための機器化しつつある。映像については、大画面化、文字多重放送受信、衛星放送受信、情報通信受信、EDテレビ、HDテレビの高精細化などの開発が進められている。ビデオ機器では、VCRの高画質化、ビデオムービーの小形化・軽量化が急速に進んでおり、それに伴

い需要が急速に拡大している。

このような軽薄短小化によって、使用する部品の形状・性能とも大きく変わり、実装技術もハイブリッドIC技術とプリント基板を用いたSMT(面実装技術)が、半導体ICを軸にめまぐるしく変わりつつある。新しいAV機器のシステム化の概要をFig.3に示す。ハイブリッドICにこの動きに対して

- 1) チップ部品の一般化と多品種化
- 2) 半導体ICのLSI化と超小形パッケージの出現
- 3) 裸半導体ICの利用の一般化
- 4) 抵抗材料、導体材料のローコスト化と制御技術向
- 5) レーザートリミングの高速化
- 6) 精密印刷機とパターンの精細化
- 7) セラミック基板の大形化
- 8) 自動組立機械、ICチェッカーの進歩

など質的に大きく変化しており、十数年前の民生用AV機器へのハイブリッドIC導入の障害条件の相当部分は除かれている。ハイブリッドICの導入の可否は、ハイブリッドICビジネスに従事する人たちの知恵と努力によるものと思う。

4. AV機器システムへのハイブリッドICの導入

新しいAV機器は、限られたセットの空間の中に多くの機能を盛り込む必要から実装密度をより高め、また取扱う信号のスピードアップ、雑音対策を含め新しい実装

Fig.3 Outline of AV system

が必要となっている。

特に、実装技術としてプリント基板を用いた SMT 実装法に対抗するためには、

- 1) 標準化によるモジュール
- 2) ファンクショントリミングの活用によるセット組立の無調整化
- 3) 裸半導体 IC の活用による高密度実装と合理化
- 4) 薄膜/厚膜パターンの微細化、抵抗器の一体化
- 5) セラミック多層化技術の高密度実装
- 6) 生産工程の自動化

などによってハイブリッド IC 導入による効果をより鮮明にする必要がある。このことによる効果として

- 1) 性能改善（安定性、低雑音化、電磁シールド、放熱等）ができる
- 2) 大幅に小形化が達成できる
- 3) 標準化による設計工数の大幅な削減ができる
- 4) 部品点数の減少による管理工数の削減ができる
- 5) システム構成の単純化による総合組立工数の削減ができる

などの効果を活用し、一部の民生用 AV 機器への導入を試みている。その導入の一端を紹介する。

4.1 カラーテレビ

カラーテレビは付加価値の追求のため、デジタル化、

LSI 化、ソフト化、システム化が進んでいる。また、ISDN、文字多重放送、BS 放送、データ通信などニューメディアとの結びつける機能を盛り込んだ商品が出ている。その中でハイブリッド IC でなければ他製品との差別化できない部分はないので、あくまでも性能・経済性評価を最優先で機能選別している。Fig. 4 にカラーテレビのハイブリッド IC 化した部分を示す。

IF、ビデオ、クロマ、偏向回路については半導体 IC の進展が著しいため、またビデオ出力、音声出力、電源については、特定メーカーの寡占化により価格的にたちうちできないために、この分野に立ち入ってない。音声多重回路、文字多重回路、CPU 周辺回路、AV インターフェースなどテレビのアクセサリ機能をハイブリッド IC 化、ブロック化することで本体は標準化し、必要に応じてこれらのハイブリッド IC を付けることで機能を満足させることができる。ハイブリッド IC 化の効果の試算例を Fig. 5 に示す。

コスト試算では数字上表現しにくい「大幅な小形化が達成できる」ことのメリットや部品点数の減少による管理工数の削減をどう評価するかにかかっている。また、部品材料費の中で大容量コンデンサのチップ部品が従来部品と比べて高価である。従来部品とハイブリッド IC との比較で材料費格差の大きいサランド回路について個

Fig. 4 Blok diagram for color TV system

Fig.5 Cost comparison between hybrids and PCB assembly

別部品との共存を工夫してブロック化すると大幅なコストダウンが可能になる (Fig.6)。

4.2 VCR

VCRの原価構成を見ると電子回路部40%、メカ部分40%、機構・外装部分10%、加工費10%になる。このうち電子回路部では、ビデオ系、サーボ系、チューナー、ヘッドアンプ、1Fパワーディスプレイ部の中でハイブリッドIC化の対象になるのはそのうち約50%程度で、コスト構成上約20%の影響がある。コストダウンの決め手は、プリント基板の面積、コネクタ部、調整・検査であり、この中でハイブリッドICの役割をどうするかでハイブリッドICの有効性が決まる。

Fig.7にハイブリッドIC化した部分を示す。これらの回路内に大幅にファンクショントリミング (15箇所) を取り込むことによってセット組立時の無調整化が図れ、

ビデオヘッドの特性を補償するための調整2箇所を残すのみでセット組立工程での大幅な合理化ができた。また、ハイブリッドICの小形化によりプリント基板の実装効果として1/7になり、全回路を1枚にすることが可能になり、その結果相互接続点の減少によりコネクタ20個、抵抗器として180個がハイブリッドICに取り込むことで経済効果を発揮することができた。

ハイブリッドIC実装について

- 1) 両面厚膜基板を用いたフラット DIP タイプ
- 2) 両面厚膜基板を用いた SIP タイプ
- 3) 両面厚膜基板に裸 IC チップを用いた SIP タイプ

の3つの方式を検討してみると、実装密度の状況は Fig.8 (a) ~ (c) および Tab.1に示すようになる。経済効果は、ファンクショントリミングの数、内蔵する印刷抵抗器の数、チップ部品化すると高価になる部品の数、小形化に

Fig. 6 Cost comparison of hybrids

Fig. 7 Block diagram for VCR set

伴うプリント基板の面積の減少や接続部分の減少等によってビデオ部、サーボ部、IF部などトータルの経済効果を発揮できる。

4.3 ビデオカメラ

CCDカメラは、家庭用テレビカメラとして広く使わ

れており、AVシステムの端末機能をはたしており、同時に従来のカメラで実現できない新しい分野への応用が広がってきている。CCDカメラとしては、高解像度・高感度などの高性能化や小形化が要求されている。ハイブリッドIC技術の基幹技術であるファンクショントリミ

Fig. 8 (a) Circuit board structure included hybrids for VCR ①

Fig. 8 (b) Circuit board structure included hybrids for VCR ②

グの利用によって調整・検査の自動化により性能面でのばらつきをなくし、小形化を達成している。電子回路部分は、SMT 設計品に対して容積で1/3、セットの調整・検査工数を1/3に削減することができた。ハイブリッドIC化のブロック割と実装および応用製品をFig. 9, Fig. 10, Fig. 11に示す。

4.4 ビデオプリンタ

ビデオプリンタは、テレビ画面のハードコピーに対す

る要望があるが、画像表現上の難点とコスト高のため、民生用機器の分野では遅れをとってきている。最近では、技術的難点とコスト高の解決の見通しが立ち、AV 機器の端末として今後を注目されている。ビデオプリンタとしてセットの小形化と組立工程の合理化のためハイブリッドICの導入を図り、基板面積1/3、部品点数1/2を削減し、ファンクショントリミングによってセット組立の合理化を図り、結果としてセットの大幅な小形化を達成

Fig. 8 (c) Circuit board structure included hybrids for VCR ③

Tab.1 Structure of circuit board VS package volume

実装形態	プリント板形状 [mm]	体 積 [cm ³]	体 積 比
従来	$(300 \times 160 \times 80)$ $(240 \times 80 \times 80)$	5400	1.00
ハイブリッド IC 化 ①	300×150×25	1200	0.20
ハイブリッド IC 化 ②	300× 90×30	810	0.15
ハイブリッド IC 化 ③	300× 90×25	670	0.12

Fig. 9 Block diagram for CCD vidio camera

した。Fig.12にハイブリッド ICを導入したアナログ基板を示す。

4.5 文字多重放送，衛星放送受信ユニット

現行放送のサービスとして，文字多重放送，衛星放送が行われているが，これらのサービスを受けるには専用

受信チューナーを必要とする。テレビに接続し，対応するためには，付属品としてじゃまにならないためのセットの超薄形設計を行った。同時に，テレビ，VCRに内蔵するためのユニット部品としての機能をはたすため，プリント基板に SMT 技術とハイブリッド IC 技術を融合さ

Fig.10 2/3 inch CCD vidio camera using hybrid ICs (right) and Surface mount technology (left)

Fig.11 1/2 inch CCD vidio camera using hybrid ICs

Fig12 Analog Circuit board using hybrid ICs for vidio color printer

Fig.13 Block diagram for DBS tuner

Fig.14 Teletext receiver chassis included 3 hybrids

せて小形化，薄形化設計を行っている。

SMT，ハイブリッドICによる小形化のため，デジタル回路とアナログ回路の配置上の工夫，信号の相互干渉，高周波ノイズのテレビチャンネルへの妨害などの技術障害があるが，反面小形化，ブロック化によるノイズ発生源やノイズに弱い回路部を容易にシールドできることから，性能面の改善が行われた。衛星放送チューナーの機能ブロック図を Fig. 13に，文字放送ユニット，BS ユニット基板を Fig. 14, 15に示す。

5. む す び

AV 機器のハイブリッドIC 導入について，私たちは

Fig.15 Main board using hibrid ICs for Setellite receiver

限られた範囲の仕事しかしてないが，最近の活動状況の一端を紹介した。

今後の AV 機器は，先に紹介したようにシステム化，テレビの高品位化 (ED テレビ，HD テレビ)，情報機器化と大きく変わろうとしており，その変革のスピードはより加速されていくものと思う。

その中であって，ハイブリッドIC の役割を高めていくには，私たちを含めハイブリッドIC ビジネスに従事する者は，半導体 LSI，ASIC 技術，SMT 技術との融合を図ると同時に，これらの技術を超える新しい要素技術を持つ努力を今まで以上に必要があると思う。

また，新しい技術開発については，今まで以上にセット設計者との強力な連携が必要となっていくものと思う。