

企業内 LAN の発達により企業におけるデータ通信量が急速に増加している。また、インターネットの発達によって個人の家庭からのデータ通信が日常的になってきていることとあいまって、より高速・大容量・安価なネットワークの基盤整備が LAN の末端からバックボーンに至るまで急速に行われている。これを支える技術として、高速型 Ethernet^(注1) 技術および ATM 通信技術ならびにそれを実現する LSI 群の重要性がますます高まっている。当社は、これらの市場要求にこたえるため、各規格に準拠して汎(はん)用性が高く、また豊富な機能を備えた高性能ネットワーク用 LSI 群を開発した。

Network traffic has shown remarkable growth with the development of LAN environments in the office as well as the increase in Internet users at home. Consequently, the network infrastructure is enlarging in order to provide higher throughput, more intelligent and lower cost systems and terminals for LANs, and large-capacity backbones. High-speed Ethernet and asynchronous transfer mode(ATM) are major technologies being applied to these networks.

Toshiba has developed and released a series of network LSIs as application-specific standard products equipped with intelligent functions and complying with the relevant standards. These LSIs will be used as intellectual property(IP) cores in the future.

1 まえがき

企業内 LAN は十数年前から多くの企業に採用されるようになり、飛躍的な発達を遂げている。さらに、ここ数年の間に、パソコン(PC)の個人への普及とインターネット技術の発展により個人家庭とISP(Internet Service Provider)との間のデータ通信量が飛躍的に増大しており、全世界をカバーする通信網と通信処理装置の高性能化が重要になっている。一方、音声通信、データ通信、画像通信の統合を旨とした B-ISDN 用の通信技術である ATM (非同期転送モード) 通信技術は数 10 Mbps から数 10 Gbps までの非常に広範囲の通信速度をカバーするもので、通信システムの容量増大に対し柔軟に対応することができる点で注目されている。

企業に広く浸透している Ethernet 通信技術は高速通信の需要によって既存の 10 Mbps から 100 Mbps さらにギガビット Ethernet へと発展している。Ethernet は企業内 LAN において将来にわたり重要な通信技術として不可欠なものである。

図 1 に ATM と Ethernet によるネットワーク構成を示す。この図は、企業内 LAN 端末間でデータ通信するためのハブ、ルータなどにより通信容量を集約していく階層構造を示す。

(注 1) Ethernet は、富士ゼロックス株の商標。

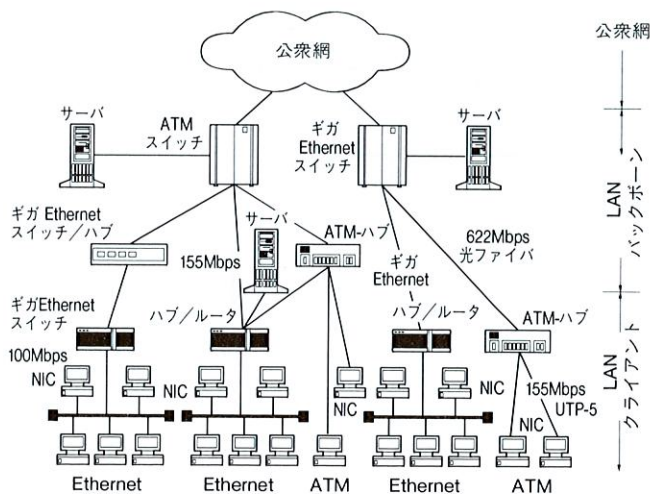


図 1. ATM と Ethernet によるネットワーク構成 企業内 LAN 端末が Ethernet や ATM によって、より容量の大きなハブやルータなどにしだいに収容されていくようすを示す。

Network structure applying ATM and Ethernet

これらの市場動向を考慮し、当社では一部の製品に関して有力通信機器メーカーともアライアンスを組み、ATM 用のシステム LSI シリーズとして以下に述べる物理層 (PHYSICAL layer) LSI, SAR (Segmentation And Reassembly) LSI, スイッチチップセットを開発した。また、Ethernet 用システム LSI として LAN コントローラ LSI を開発した。

2 ATM 155 Mbps SAR LSI

SARチップは上位システムから与えられる可変長のフレーム(またはパケット)データをATMセルと呼ばれる53バイトの固定長のデータに分解したり、ATMセルをフレームに組み立てるLSIである。当社は155MbpsのSAR機能を提供するLSIとして、TC35856CFとTC35854Fの2種類を開発した。これら二つのLSIは異なったアプリケーションにそれぞれ最適な特長をもつ。

二つのATM SAR LSIに共通して実現されている機能にQoS(Quality of Service: 通信品質)のサポートがある。音声、画像、データが混在したマルチメディア通信を行うATMでは、その情報を通信するときのアプリケーションによって要求されるQoSは異なる。例えば音声やビデオ信号の通信はEnd-to-Endの通信遅延が小さく、一定速度でデータが通信できること(リアルタイム性)が重要である。このような場合の通信品質を保証するために二つのATM SAR LSIは、CBR(Constant Bit Rate)でのデータ通信を提供する。

一方、電子メールやファイル転送ではリアルタイム性よりも“可能な限り高速に通信する”ことが重要であり、低速な通信であっても許容できるという特徴がある。特に、近年普及しているインターネットなどでは特定の通信局、例えばISPにデータが集中することがあるので、集中があったときは多数の端末に通信容量を分散しながらサービスを継続し、集中が起きていないときは、少数の端末に大容量を割り当てるダイナミックな管理が求められる。このような場合の通信品質を保証するためにABR(Available Bit Rate)でのデータ通信を提供する。TC35856CFは、ハードウェアでABRを実現した世界初のLSIである。

ATM SAR LSIの用途には次のようなものが上げられる。

- (1) 通信カード(NIC: Network Interface Card)としてサーバやPCに組み込まれてATM回線とのインタフェースとしてATMセルの分解と再組立てを行う。
- (2) ルータやマルチレイヤスイッチにおいてEthernetなどのデータをATMセルに分解し、ATMセルからフレームデータへ組立てを行う。
- (3) ATMスイッチ装置においてATMスイッチとCPUとの間でシグナリングデータなどを転送する。

LSIに要求される機能、特性はそれが使用される機器によって大きく異なる。例えば、PCに内蔵されるNICで重視されることは、PC内部のペリフェラルバスに接続しやすい、消費電力が少ない、NICの構成部品点数が少ない、安価であるなどである。TC35856CFはこの用途に最適な機能を集積したLSIであって、後述の1ポート型のATM 155 Mbps物理層LSIとともに小型のNICを実現すること

ができる。

図2にNICの一例を示す。このNIC用の制御用のソフトウェアとして、Windows[®](注2)98用とNT 5.0用を準備している。ソフトウェアの提供はシステム開発を短期間で行うために重要な要素である。

TC35856CFを用いた典型的なシステム構成を図3に示す。このLSIはPCとの接続に業界標準のPCI Local Bus Version 2.1を備え、余分なハードウェアを必要としない。また、PC内の主記憶を通信バッファとして用いることで、専用SRAMの必要量を削減し、コストパフォーマンスに優れたNICを実現する。

一方、EthernetなどのLANとATM回線を提供する

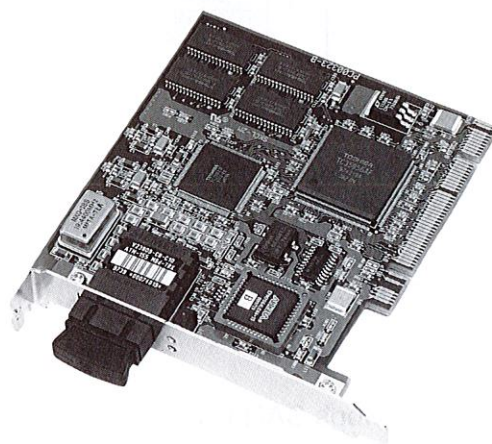


図2. ATM 155 Mbps NIC SARと物理層LSIを使ったシステム開発者向け評価ボード。PCのスロットに挿入しソフトウェアをインストールすると、ATMスイッチを介して別のPCと対向通信が可能である。

ATM 155 Mbps network interface card (NIC)

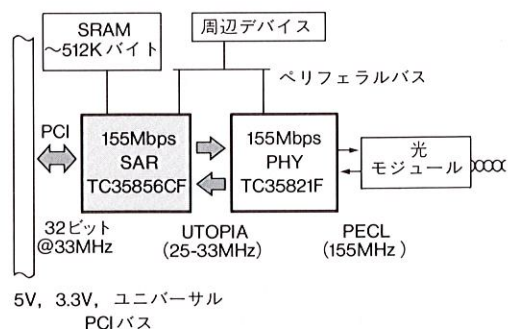


図3. ATM SARと物理層LSIによるNIC構成 システムメモリ上のデータはPCIバスを介してSARへ転送され、SARでATMセルに分解されて物理層LSIを介してATM回線へ送信される。受信の場合は逆のルートをとってデータが再組立てされる。

Configuration of NIC using ATM segmentation and reassembly (SAR) and physical layer LSI

(注2) Windowsは、Microsoft社の商標。

WANの間で通信方式を変換するルータ装置やマルチレイヤスイッチなどにおいては、LAN側通信装置との接続の容易性や、定常的に最大通信速度を実現することが重要視される。

TC 35854 Fを用いた典型的なシステム構成を図4に示す。このLSIでは、特にLAN側通信装置との専用接続ポートを備え、ATMセルではなくフレーム単位でデータを交信することでLAN側通信装置の処理負荷を軽減できる点に特長がある。

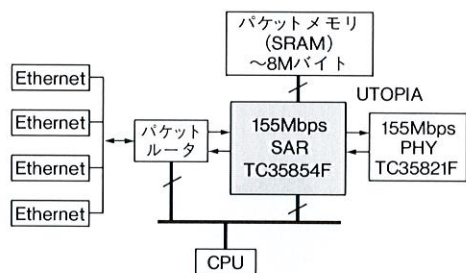


図4. ルータにおけるATMアップリンク応用例 EthernetからのパケットデータがATM SARを介してパケットメモリへ転送されたあと、QoSに従ってATMセルが物理層LSIを介して送信される。

ATM uplink application for router

3 ATM 622 Mbps SAR LSI

当社は、ますます高速化するネットワーク伝送速度の需要にこたえるため、622Mbps SAR LSIを開発した。622Mbps SAR LSIは、TC 35860 FとTC 35861 Fの2チップ構成をとる。TC 35860 FはデータをATMセルへ分解して送信する機能を果たし、TC 35861 FはATMセルを受信して再組立てする機能を果たす。サポートするVC (Virtual Connection)数は32,767チャネルをサポートし、マルチメディア、特にビデオサーバに要求される大容量通信インタフェースに最適な機能を提供する。

4 ATM 155 Mbps 物理層 LSI

広域通信網で標準とされるSONET(Synchronous Optical Network)およびSDH(Synchronous Digital Hierarchy)に準拠し、伝送速度51Mbps(STS-1規格)または155Mbps(SONET STS-3c規格/SDH STM-1規格)で動作する物理層LSIとして、1ポート品(TC 35821 F)と4ポート品(TC 35823 F)の物理層LSIを開発した。特に、4ポートを1チップに集積した物理層LSI(TC 35823 F)は、受信したシリアルデータから受信クロックを再生するPLL(Phase Locked Loop)を4ポートそれぞれに設けた世界初のもの

である。4ポートそれぞれにPLLを設けることにより低ジッタ特性を提供する。4ポート入りのLSIは、ATM交換機において多数の入出力ポートをもつ装置において部品点数の削減、消費電力の削減に効果がある。また、SAR LSIまたはスイッチ用LSIとの接続には業界標準であるUTOPIA(Universal Test & Operations PHY Interface for ATM) Level-2仕様に基づくインタフェースを採用しているために汎用性が高い。

TC 35823 Fを用いた典型的なシステム構成を図5に示す。

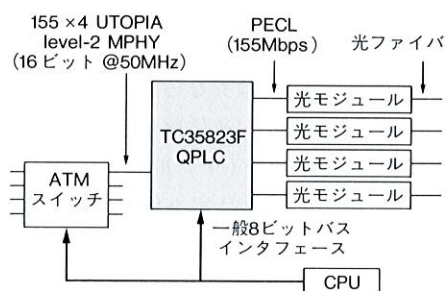


図5. 4ポート物理層LSIのシステム応用例 この物理層LSIは、光モジュールから、1ポート当たり155Mbpsのデータを4ポート分受け取り、622MbpsのデータストリームとしてATMスイッチへ受け渡す。

4-port physical layer LSI application for ATM switch

5 ATMスイッチチップセット

ATM交換機に使われる当社のスイッチチップセットは、ATMデータの高速処理・高速伝送を可能にし、5Gbpsから20Gbpsまでの広い範囲のスケラビリティを実現する。

このATMスイッチチップセットは次に述べる三つの特長をもっている。

まず第一に、ポート当たりのスループットとして622Mbpsを実現し、一つのスイッチエレメントLSI当たり入力8ポート、出力8ポートを備えている。この8×8の入出力ポートをもつLSI一つで5Gbpsのトータルスループットを提供する。このLSIを4個使用することにより16×16ポート、10Gbpsのトータルスループットを提供し、16個使用することにより32×32ポート、20Gbpsのトータルスループットを提供する。

第二の特長として、ATMフォーラム標準規格で定義されている5種類のQoSをすべてサポートしている。この機能は、優先度の異なるATMデータが存在する場合に、まず優先度の高いATMデータからデータ処理を行うことにより、アプリケーションの種類に応じてユーザーから求められるQoSを保証するものである。マルチメディア

通信では、音声、画像、データファイルなど、さまざまな種類の情報が混在して通信されるが、情報の特性に応じて通信の優先度を決めて QoS を保証する必要がある。ATM フォーラムで決められた 5 種類の分類には次のようなものがある。

- (1) 電話などリアルタイム性が要求され、転送速度が一定である CBR
- (2) 動画などリアルタイム性が要求され、転送速度が変化するリアルタイム VBR(Variable Bit Rate)
- (3) リアルタイム性は重視されないが、継続的なデータ転送が要求されるノンリアルタイム VBR
- (4) コンピュータ間のデータ伝送に用いられ、伝送帯域の確保はしないが帯域が空いているときにはなるべく広い帯域を利用して情報を通信する ABR
- (5) 帯域の保証もなく、データの廃棄についても保証はないが、低価格の通信料金で回線を利用する場合に使用される UBR(Unspecified Bit Rate)

第三の特長として、任意の出力ポートの組合せに対して ATM データを 622 Mbps でマルチキャストすることができる。マルチキャストとは、入力された一つの ATM セルを複製して複数のポートへ出力する機能であって、ビデオ会議などデータの配信が必要な場合に使用される。

さらに有益な機能として、ATM スイッチ LSI のバッファのオーバーフローを防ぐために、優先度の低い ATM データを廃棄するための 2 種類の「廃棄優先クラス」もサポートしている。先に述べた 5 種類の QoS と 2 種類の廃棄優先クラスをすべてサポートしている ATM スイッチ LSI の開発は、業界で最初である。

6 Ethernet 用 LSI

当社は、Ethernet 用 LSI として、100/10 Mbps Ethernet LAN コントローラ LSI(TC35815AF)を開発した。この LSI は IEEE 802.3 規格に準拠しており 100 Mbps または 10 Mbps の伝送速度で通信を行うことができる。CPU インタフェースとして PCI Version 2.1 に適合した 32 ビット幅の PCI バスをもち、33 MHz で動作する。

システム開発者向けの評価基板として Ethernet NIC を準備している。評価基板用のネットワーク OS として、NetWare, NDIS(Network Driver Interface Specification), SCO-UNIX^(注3)(Santa Cruz Operation, Inc.- UNIX), pSOSytem をサポートする。また、ASIC の IP コアとしてこの LSI を使用できる。図 6 に Ethernet NIC(LSI 評価用)を示す。

(注3) UNIX は、X/Openカンパニーリミテッドがライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標。

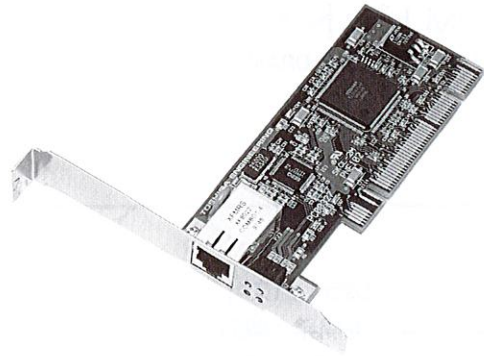


図 6. Ethernet NIC システム開発者向け 100/10 Mbps Ethernet 評価ボード。PC のスロットに挿入しソフトウェアをインストールして使用する。

Ethernet NIC

7 あとがき

当社が開発した ATM 通信および Ethernet 通信用の LSI を紹介した。近年のネットワーク機器では、技術革新によって次々と新しい機能をもつことが要求される。一方、性能・機能の向上とともに低コスト化が装置の普及、技術の発展のためには必至である。多機能で高性能な LSI を短期間に低コストで提供するために、従来の個別 LSI の集合によってシステムを構築することからシステムインテグレーションされた LSI でシステムを構築することへの変化が求められている。当社は、半導体の集積技術の進展に即して、市場の要求に適合したシステム LSI および IP コアの継続的な開発、市場投入を行う。

文 献

- (1) Unekawa Y., et al. A 5 Gb/s 8×8 ATM Switch Element CMOS LSI Supporting Five Quality-of-Service Classes with 200 MHz LVDS Interface, in Proc. ISSCC Digest Of Technical Papers. 1996, p.118.
- (2) Nakao T., et al. The Phase Locked Loop for Clock Recovery Used in a Single-Chip 4-Channel 155 Mb/s CMOS ATM Physical Layer Controller LSI, in Proc. IEICE TRANS. ELECTRON. E 81-C, 5, 1998.



加沼 安喜良 KANUMA Akira

マイクロエレクトロニクス技術研究所 システム LSI 技術研究所開発主幹。ATM 用 LSI チップセットの開発に従事。IEEE, 電子情報通信学会会員。

Microelectronics Engineering Lab.



野村 尚司 NOMURA Shoji

半導体システム技術センター 通信システム LSI 技術部グループ長。ネットワーク用システム LSI の企画・開発に従事。

Semiconductor System Engineering Center



水口 伸一 MIZUGUCHI Shinichi

半導体システム技術センター 通信システム LSI 技術部主務。

ネットワーク用システム LSI の開発・設計に従事。

Semiconductor System Engineering Center