

Sun™ Ultra™ 5 / Sun Ultra 10 アーキテクチャ

Technical White Paper



目次

1. ローコスト・コンピューティング	1
ローコスト・コンピューティングの実現	
Ultra™ 5/Ultra 10ワークステーション	2
最新ビジネス・ニーズへの対応	3
スケーラブルなワークステーション	4
2. Ultra™ 5/Ultra 10 ワークステーションのアーキテクチャ	5
マザーボード	6
UltraSPARC™-IIIマイクロプロセッサ	8
UltraSPARC-IIIの特長	8
プロセッサ機能ユニット	9
キャッシュのアーキテクチャ	14
ビジュアル命令セット (VIS™ : Visual Instruction Set)	15
メモリ・サブシステム	17
外部キャッシュ・メモリ	17
メイン・メモリ	17
PCI 接続	18
グラフィックス	20
ネットワーク機能とI/O	21
モニタ	22
Ethernet	23
オーディオ	23
パラレル・ポート	24
シリアル・ポート	24

EIDE	24
キーボードとマウス	24
I/Oサブシステムの実装	25
筐体と電源	26
電源管理	27
仕様	27
性能	28
3. 高性能グラフィックス	29
Creatorグラフィックス	30
Creatorグラフィックスの動作原理	31
Creatorグラフィックス・システムの主要なグラフィックス技術	33
性能	36
Elite3D-m3グラフィックス	37
Elite3D-m3の動作原理	39
4. ソフトウェア	43
Solarisオペレーティング環境	43
グラフィックス・アクセラレータのサポート	48
XIL™イメージ処理およびビデオ・ライブラリ	48
OpenGL®	49
XGL™ジオメトリ・ライブラリ	49
ソフトウェア開発サポート	51
Sun™ WorkShop™製品	51
Java™アプリケーション開発	52
Open Firmware	54
診断	55
電源投入時セルフテスト (POST : Power-On Self-Test)	55
SunVTS™	55
A. 参考文献	57

ローコスト・コンピューティング

1

プロセッサ・クロック速度の改善、ネットワーキング技術の高度化、グラフィックス・カードの高速化などに伴い、コンピューティング性能は著しく向上しています。その結果、ついにユーザが本格的なアプリケーションを自ら操ることのできる時代がやってきました。しかし組織の側から見ると、性能向上に伴うコスト増の問題は依然として解決されていません。それどころか、企業のコスト意識は高まる一方です。こうした流れを受けて、高性能のソリューションを低コストで実現するテクノロジーが求められています。

パソコン（PC）業界では、高度な量産技術を採用することでコンピューティング・コストを抑制し、こうした企業の不安を和らげてきました。しかし、PCの低コスト化によってハードウェア予算の縮小には対処できるようになったものの、ユーザ側にはいまだに性能面での不満が残っています。そこでユーザは、低コストでより充実した性能を持つシステムを、という難しい要求を出し始めました。

Sun はこうした要求にこたえ、低価格ながら高度な技術や性能を誇る画期的な製品を発表しました。それがUltra™ 5/Ultra 10 ワークステーションです。Sun はPC業界にならって量産技術のメリットを積極的に取り入れ、徹底したコストダウンを図りました。そしてその一方で、ワークステーションで世界をリードする Sun ならではの妥協のない高品質、信頼性、機能、性能を確保しています。

ローコスト・コンピューティングの実現 Ultra™ 5/Ultra 10 ワークステーション

Sunのデスクトップ・システムのイメージを一新させたUltra 5/Ultra 10ワークステーションは、ユーザの期待にこたえる高性能を驚くほど低価格で提供します。PCの製造手法と量産のメリットを取り入れたことにより、デスクトップ型、タワー型とも業界トップレベルの機能性とコスト・パフォーマンスを実現しました（表 1-1）。

	Ultra 5	Ultra 10
筐体	<ul style="list-style-type: none"> • デスクトップ・システム • 「ピザボックス」型 • 43.6 x 11.2 x 43.0 (cm) 17.1 x 4.4 x 16.9 (in) 	<ul style="list-style-type: none"> • ミニタワー • オフィス内のスペースまたは標準 19 インチ・ラックに設置可 • 17.6 x 40.2 x 43.5 (cm) 6.9 x 15.8 x 17.1 (in)
プロセッサ	<ul style="list-style-type: none"> • 270 MHz UltraSPARC™-Ili • 外部キャッシュ 256 KB 	<ul style="list-style-type: none"> • 300 MHz UltraSPARC-Ili • 外部キャッシュ 512 KB
メモリ	<ul style="list-style-type: none"> • DIMM スロット x 4 • 最大 512 MB • ECC エラー補正 	<ul style="list-style-type: none"> • DIMM スロット x 4 • 最大 1 GB • ECC エラー補正
内蔵ストレージ	<ul style="list-style-type: none"> • 4.3 GB 4500 RPM EIDE ディスク・ドライブ • 16.7 MB/sec 内蔵ディスク I/O • 1.44 MB フロッピー • 24 倍速 CD-ROM ドライブ（一部製品オプション） 	<ul style="list-style-type: none"> • 4.3 GB 4500 RPM EIDE ディスク・ドライブ • 16.7 MB/sec 内蔵ディスク I/O • 1.44 MB フロッピー • 24 倍速 CD-ROM ドライブ
システム I/O	<ul style="list-style-type: none"> • 33 MHz 32 bit PCI スロット x 3 • 独立 PCI I/O バス x 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 33 MHz 32 bit PCI スロット x 4 • 独立 PCI I/O バス x 2
グラフィックス	<ul style="list-style-type: none"> • オンボード PGX™ 8 bit グラフィックス 	<ul style="list-style-type: none"> • オンボード PGX 8 bit グラフィックス • Creator、Creator3D、Elite3D-m3 の UPA グラフィックスが利用可
性能	<ul style="list-style-type: none"> • 9.16 SPECint95 • 10.1 SPECfp95 	<ul style="list-style-type: none"> • 12.1 SPECint95 • 12.9 SPECfp95
オペレーティングシステム	<ul style="list-style-type: none"> • Solaris™ 2.5.1, Hardware : 11/97 • Solaris 2.6, Hardware : 3/98 	<ul style="list-style-type: none"> • Solaris 2.5.1, Hardware : 11/97 • Solaris 2.6, Hardware : 3/98

表 1-1 Ultra 5/Ultra 10 システムは広範な機能を提供

Ultra 5/Ultra 10 ワークステーション・システムは、64 bit SPARC™ Version 9 に準拠した UltraSPARC-Ili と、256 KB または 512 KB の外部キャッシュを採用しています。UltraSPARC-Ili は既存のソフトウェアと完全なバイナリ互換を維持し、SPARC ベースのアプリケーションをより高速化して高いパフォーマンスを引き出します。

最新ビジネス・ニーズへの対応

コストに敏感で、性能と拡張性も重視するユーザを念頭に設計された Ultra 5 と Ultra 10 は、以下のような各分野のニーズを満たします。

- ソフトウェア開発 (CASE)
- テレコミュニケーション
- 機械系 CAD
- 電子デザイン・オートメーション (EDA)
- デジタル・コンテンツ制作 (DCC)

高性能を低コストで提供する Ultra 5 と Ultra 10 は、コスト制約の下で高度なプロセッサとグラフィックス機能を使って大規模なアプリケーションを展開する場合や、メモリとディスク容量の拡張性が重視される場合などに最適です。モジュール形式の設計により、システム・パフォーマンスや I/O オプションのアップグレードにも柔軟に対応できます (図 1-1)。

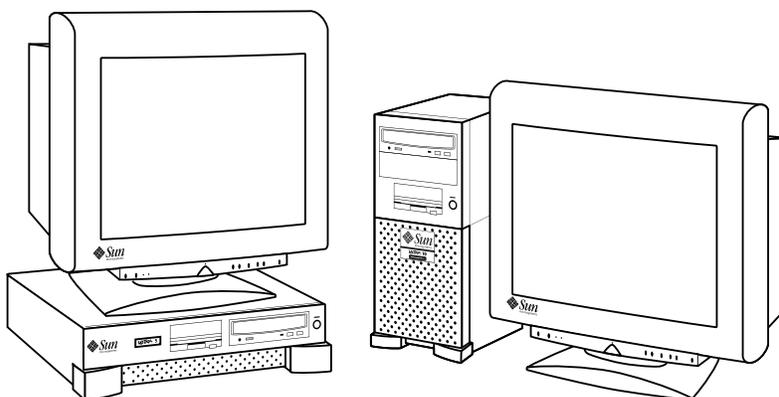


図 1-1 Ultra 5/Ultra 10 システム

スケーラブルなワークステーション

Ultra 5/ Ultra 10ワークステーションは、従来のUltraSPARCデスクトップ・システムのご概念を一新する製品です。OSにはUNIX®のSystem V Release 4 (SVR4)に準拠したSolarisを引き続き採用し、他のSPARCベースのSunシステムと完全なバイナリ互換を維持しています。バランスのとれたパフォーマンス、各種の先進的機能、広範なアップグレード・パス、比類ない拡張性、そして業界をリードする性能を誇るUltra 5とUltra 10は、次世代テクノロジーと低コスト製造技術の融合により、デスクトップ・コンピューティングに新時代をもたらすでしょう。

Ultra™ 5/Ultra 10 ワークステーション のアーキテクチャ

2 

Ultra 5 と Ultra 10 は、高い性能とスケーラビリティ、柔軟性をきわめて低いコストで提供するように設計されています。量産コンポーネントや ASIC（特定用途向け IC）の採用により、パーツ点数が大幅に減少して信頼性も高まりました。高性能の標準インターフェースを採用したことで、各種の拡張オプションもフルに利用でき、コストも低減しています。

この章では、Ultra 5 と Ultra 10 のアーキテクチャについて詳述します。取り上げる項目は、UltraSPARC-III プロセッサ、メモリ・サブシステム、UPA インターコネクト・アーキテクチャ、PCI バス、主要 ASIC、標準周辺機器などです。Ultra 10 がサポートする高性能なグラフィックス機能（Creator グラフィックスと Elite3D-m3）については、次章で解説します。

マザーボード

Ultra 5/ Ultra 10ワークステーションは、デスクトップ、ミニタワーともLPX規格のマザーボードを使用しています。このマザーボードは以下のような特長や機能を備えています。

- モジュール式プロセッサ・カードと外部キャッシュ
 - Ultra 5 256 KB
 - Ultra 10 512KB
- 60 ns、168 pin EDO JEDEC DRAM DIMM スロット (ECC エラー補正付き) × 4
 - Ultra 5 最大 512 MB (128 MB DIMM 使用時)
 - Ultra 10 最大 1 GB (256 MB DIMM 使用時)
- ライザ・カード・コネクタで 32 bit、33 MHz、5v の PCI スロット
 - Ultra 5 3 スロット (フルサイズ × 2、ショート × 1)
 - Ultra 10 3 スロット (フルサイズ × 4)
- 10BASE-T/100BASE-T Fast Ethernet (自動切り換え)
- ハードディスクと CD-ROM 用の 16.7 MB/sec EIDE コネクタ
 - Ultra 5 ハードディスク用コネクタ × 1
 CD-ROM ドライブ用コネクタ × 1
 - Ultra 10 ハードディスク用コネクタ × 2
 CD-ROM ドライブ用コネクタ × 1
- シリアル・ポート × 2
 - 非同期 / 同期 RS423A / RS232A (DB25)
 - 非同期 RS423A (DB9)
- パラレルポート・インタフェース、IEEE 1284 双方向 (DB25)
- Sun5 キーボードとマウスをサポート
- CD 音質の EBus ベース・オーディオ機能
- ATI RAGEII+DVDオンボード・グラフィックス、8 bitで最大解像度1280 x 1024をサポート、DB15 コネクタ
 - 2 MB VRAM
 - 17 / 19 / 21 インチ・カラー・モニタをサポート
- NVRAM (クロックおよび ID 機能)
- Creator、Creator3D、Elite3D-m3 グラフィックス・カード用 UPA64S パーティカル・コネクタ (Ultra 10 のみ)

図 2-1 は、Ultra 5 と Ultra 10 に採用されている共通システム設計を図示したものです。

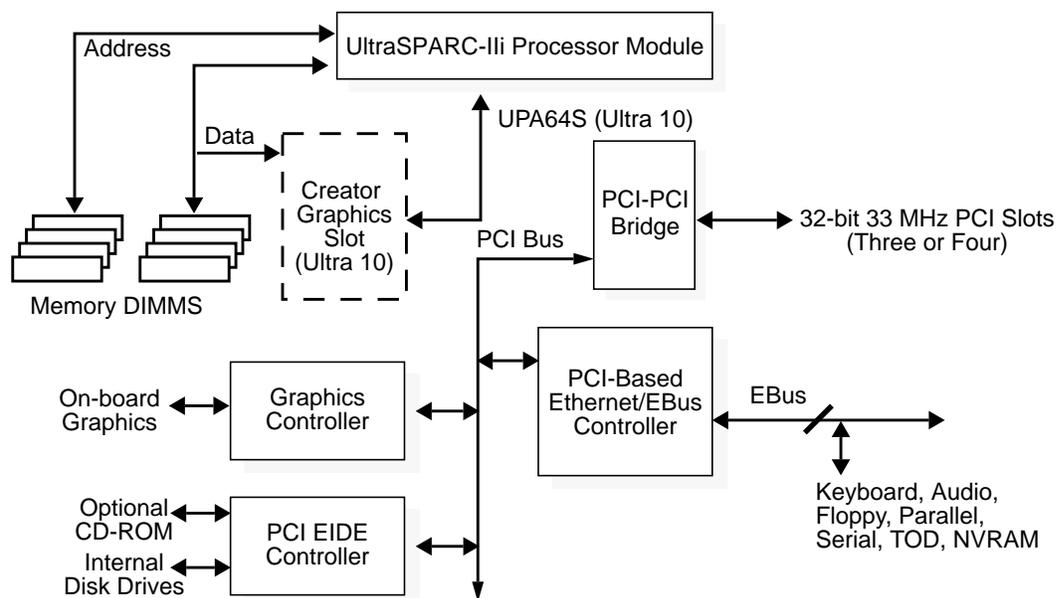


図 2-1 Ultra 5 と Ultra 10 に採用された共通システム設計

UltraSPARC™-Ili マイクロプロセッサ

Ultra 5 と Ultra 10 の心臓部にあたるのが、UltraSPARC-Ili マイクロプロセッサです。オンチップでメモリと I/O コントローラを実装しているため、システムとの統合を経済的かつ容易に行うことができます。

- *UltraSPARC-Ili* は高性能・高集積度のスーパースカラ・プロセッサで、SPARC-V9 64 bit RISC アーキテクチャと VIS™ (Visual Instruction Set) を内蔵し、動作速度は 270 MHz (Ultra 5) または 300 MHz (Ultra 10) です。
- PCI バス・モジュール (*PBM*) は、32 bit PCI version 2.1 に準拠したバスへのダイレクト・インタフェースを提供します。
- I/O メモリ管理ユニット (*IOM*) は、アドレス変換バッファを利用して、仮想アドレスから物理アドレスへのマッピングを効率的に管理します。
- 外部キャッシュ・ユニット (*ECU*) は、命令とデータ・キャッシュのミスを効率的に処理し、広い転送帯域幅を確保します。
- メモリおよび UPA64S 制御ユニット (*MCU*) は、DRAM や高度なグラフィックス機能に多用される UPA64S サブシステムへのトランザクションを管理します。

UltraSPARC-Ili の特長

Sun の SPARC™ CPU ファミリに新たに加わった UltraSPARC-Ili は、UltraSPARC™ パイプラインをベースとした第二世代の製品です。UltraSPARC-Ili は新しい処理技術を採用しているほか、クロック周波数が高く、複数の SRAM モードとシステム / プロセッサ・クロック比をサポートしているため、各種製品に応じた設定が可能です。また、UltraSPARC ベースのシステムとはすべてソフトウェアの互換性を維持しています。UltraSPARC-Ili には次のような特長があります。

- SPARC Version 9 アーキテクチャに準拠
- 既存のあらゆる SPARC アプリケーションとバイナリ互換を保持
- VIS によって高度なマルチメディア機能をサポート
- 9 個の実行ユニットを統合した 4 ウェイのスーパースカラ設計
 - 4 個の整数演算ユニット (*IEU* : Integer Execution Unit)
 - 3 個の浮動小数点演算ユニット (*FPU* : Floating-Point Execution Unit)
 - 2 個のグラフィックス演算ユニット (*GRU* : Graphics Execution Unit)
- ソフトウェア・プリフェッチ命令のサポートと複数の未処理要求のサポート
- リトルエンディアン型またはビッグエンディアン型のバイト順序を選択可能

- 32 bit アドレスと透過的互換性のある 64 bit アドレス・ポインタ
- 16 KBライトスルー、ライトミス時非割り当て、ダイレクト・マッピング型データ・キャッシュ
- 2 bitのインキャッシュ分岐予測と1サイクルの分岐追跡をサポートする 16 KB 命令キャッシュ
- 二次キャッシュ・コントローラの統合により、256 KB ~ 2 MB のキャッシュをサポート（実際のサポート・サイズはシステムに依存）。1 サイクルあたり 1 ロードのスループットを維持
- ブロック・ロード / ストア命令により帯域幅を拡大
- JTAG スキャン技術と独自のパフォーマンス測定基準により、製品の開発 / テスト工程を支援
- 0.35 ミクロンの 5 層メタル CMOS プロセスを採用
- オンチップ電源管理

UltraSPARC-III では、2D/3D グラフィックスはもちろん、VIS によってイメージ処理、ビデオ圧縮 / 伸長、およびビデオ効果をサポートしています。VIS は、リアルタイム H.261 のビデオ圧縮 / 伸長や 2 ストリームの MPEG-2 伸長をテレビ放送並みの品質で実現する、高性能のマルチメディア機能に対応した命令セットです。しかも、他のハードウェアを追加する必要はまったくありません。

プロセッサ機能ユニット

UltraSPARC-III プロセッサは、シングルチップ上に各種ユニットを高密度で実装しています（図 2-2）。SPARC-V9 準拠のこれら機能ユニットには、プリフェッチ / ディスパッチ・ユニット、2 個の ALU を備えた整数演算ユニット、浮動小数点ユニット、I/O メモリ管理ユニット、メモリ・コントローラ・ユニット、別個にアドレス生成アダーを備えたロード / ストア・ユニット、外部キャッシュ・ユニット、グラフィックス・ユニット、PCI バス・モジュール、命令 / データ・キャッシュなどがあります。

プリフェッチ / ディスパッチ・ユニット

UltraSPARC-III プロセッサのプリフェッチ / ディスパッチ・ユニット（PDU）は、パイプライン中で実際に命令が必要になる前の段階で、命令を事前にフェッチすることにより、実行ユニットに常時、命令を供給するためのユニットです。命令のプリフェッチは、命令キャッシュ、外部キャッシュ、メイン・メモリなど、あらゆるレベルのメモリ階層を対象として実行できます。PDU は、UltraSPARC-III の高性能をサポートするため以下の機能を備えています。

- 12 エントリのプリフェッチ・バッファにより、命令プリフェッチと命令ディスパッチを分離してパイプラインの速度低下を防止
- 物理的にインデックスおよびタグ付けが可能な16 KBの2ウェイ連想型命令キャッシュ（Iキャッシュ）
- Iキャッシュ内の命令はあらかじめデコード済み
- 9段の命令パイプラインが遅延を最小化
- 動的分岐予測により予測精度を向上

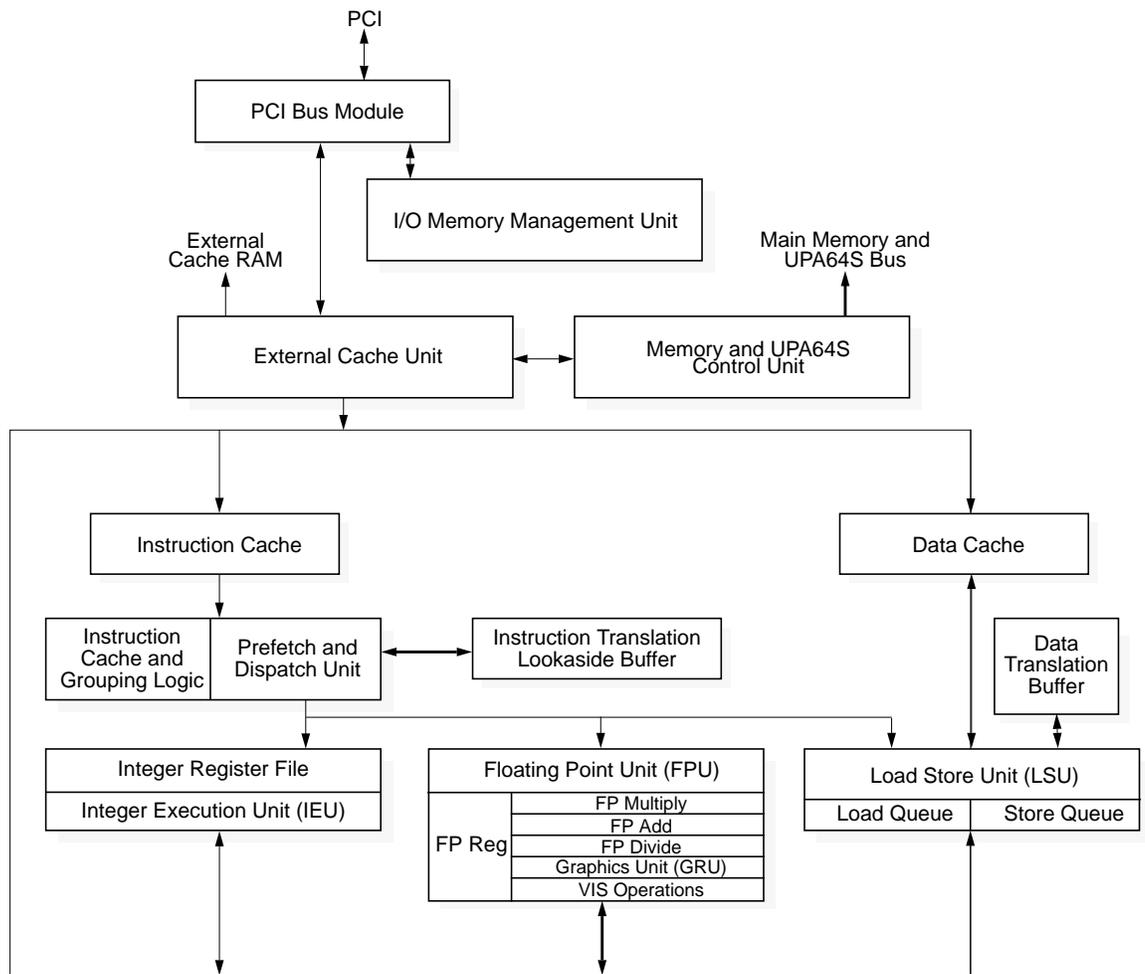


図 2-2 UltraSPARC-IIIi 機能ブロック図

I/O メモリ管理ユニット (IOM: I/O Memory Management Unit)

スーパースカラ性能を維持するには、整数演算ユニットに適正な命令とデータを供給しなければなりません。この処理はメモリ階層で行われます。UltraSPARC-III の IOM は、参照用 MMU と IOMMU の機能を提供し、あらゆるメモリ処理のほかデータ保存とメモリ間のアービトレーションを行います。

- IOM は仮想メモリを利用して、実行中の各プロセスの仮想アドレスを物理アドレスに変換します。すなわち、アドレス変換バッファ (TLB) を通じて 44 bit の仮想アドレスを 41 bit の物理アドレスに変換します。
- IOM はメモリ保護を提供し、割り当て済みのアドレス空間に他のプロセスが読み取り / 書き込みを行うことを禁止します。これにより、各プロセスにおけるメモリの完全性が保証されます。また、特定のプロセスが許可なくメモリにアクセスできないようにするアクセス保護もサポートしています。
- IOM は I/O、D キャッシュ、I キャッシュ、TLB のメモリ参照についてアービトレーションを行います。IOM は、分かりやすく言うと交通整理係のようなもので、メイン・メモリへのアクセスに優先順位を付けてメモリの競合を回避します。

整数演算ユニット (IEU: Integer Execution Unit)

IEU は、完全なソフトウェア互換性を維持し、ソフトウェア稼働に必要なプロセッサ側のアーキテクチャ変更を最小限に抑え、しかもプロセッサがその性能を最大限に発揮できるように設計されています。UltraSPARC-III の整数演算ユニットは、次のような機能を備えています。

- 演算、論理、シフトを実行する 2 個の ALU
- 早期終了検知型のマルチサイクル整数乗算ユニット
- マルチサイクル整数除算ユニット
- 8 つのウィンドウ・レジスタ・ファイル
- 結果バイパス機能
- バイパスを最小限に抑えた 9 ステージのパイプラインを可能にするコンプリーション・ユニット

ロード / ストア・ユニット (LSU: Load/Store Unit)

LSU は、すべてのロードとストアに伴う仮想アドレスを生成する以外に、データ・キャッシュへのアクセス、ロード・バッファによるロード・ミスのパイプからの分離、およびストア・バッファによるストア・ミスの分離といった処理を担当します。1 サイクルあたり 1

ロードまたは 1 ストアの単位で実行できます。データのストアを最適化する場合は、ストア圧縮機能が利用できます。複数のストア処理が同じ 8 byte のブロックの中にある場合、ストア圧縮機能を使用して、各ストア処理を「圧縮」することができます。これにより、UltraSPARC と二次キャッシュの間で行うデータ転送が 1 回で済むようになります。この結果、データ・バスの負荷が軽減されるため、ロード・ミスや命令ミスが起きた場合も、一段と効率的に処理できるようになります。

浮動小数点ユニット (FPU : Floating-Point Unit)

UltraSPARC-III プロセッサの FPU は、SPARC-V9 アーキテクチャ仕様に準拠したパイプライン浮動小数点プロセッサです。デザインは IEEE 規格を満たし、5 つの独立した機能ユニットで浮動小数点計算とマルチメディア処理をサポートします。実行ユニットを分離したことで、1 サイクルにつき 2 つの浮動小数点命令の発行と実行が可能となっています。ソースとデータ結果は 32 エントリのレジスタ・ファイルに保存されます。ほとんどの浮動小数点命令は、1 サイクルのスルーput、3 サイクルの遅延を有し、完全にパイプライン化されています。ハードウェア上で単精度 (32 bit) と倍精度 (64 bit) の値を処理することができ、値が正規化されているか否かは問いません。ソフトウェア上では 4 倍精度 (128 bit) のオペランドを処理することができます。

グラフィックス演算ユニット (GRU : Graphics Execution Unit)

UltraSPARC は、64 bit の演算性能と、高度なグラフィックスやリアルタイム・ビデオ・アプリケーションに必要な高スルーputを兼ね備えた業界初の汎用プロセッサです。UltraSPARC-III は放送品質の解像度でビデオ情報をリアルタイムで伸長・操作できるため、専用のビデオ・プロセッサを使う必要はありません。

UltraSPARC-III で提供される総合的なグラフィックス命令セットにより、2D/3D グラフィックス、イメージの操作と圧縮、またビデオとオーディオの処理を高速のハードウェアでサポートします。16 bit と 32 bit パーティション単位の加算、論理演算、および比較のほか、8 bit と 16 bit パーティション単位の乗算にも対応します。これ以外に、1 サイクルのピクセル距離、データ整列、パッキング、マージ演算も GRU でサポートされています。

外部キャッシュ・コントロール・ユニット (ECU : External Cache Control Unit)

ECU の役割は、命令キャッシュとデータ・キャッシュのミスを効率的に処理することです。ECU は、外部キャッシュに対するアクセスを 2 サイクルに 1 回ずつ処理できます。ただし、ロード・バッファと ECU の間は完全にパイプライン化されているため、遅延レベル

が低く抑えられ、パイプラインの一部を効果的に外部キャッシュに組み込むことができます。大型のデータ・セットを使用するプログラムの場合は、データを外部キャッシュに格納しておき、外部キャッシュの遅延に従って、ロードの遅延を考慮しながら命令のスケジュールを決めることができます。浮動小数点演算を多用するアプリケーションでは、この機能を利用して、データ・キャッシュで起きるミスを実効果的に「隠す」ことができます。外部キャッシュは、256 KB、512 KB、1 MB、2 MB のいずれかのサイズで使用でき、行のサイズは必ず64 byteとなります。実際にサポートされるキャッシュの大きさはシステムに依存します。

メモリ・コントローラ・ユニット (MCU: Memory Controller Unit)

UltraSPARC-III プロセッサには MCU が使われています。この I/O サブシステムは、ローカル・リソース (プロセッサ、メイン・メモリ、コントロール・スペースなど) とあらゆる外部システム・リソース (高性能グラフィックス用の UPA64S サブシステムなど) の間で行われる入出力を処理します。特に、外部キャッシュのミス、割り込み、スヌープ、ライトバックなど、システムに対するトランザクションはすべて MCU が処理します。

このほか、DRAM や UPA64S サブシステムに対するトランザクションも MCU が処理します。MCU は UltraSPARC-III のプロセッサ周波数より低い周波数 (通常は約 4 分の 1) でシステムと通信します。MCU は、UPA (Ultra Port Architecture) バスでまだ処理されていない複数のロード / ライトバック要求に対応することができます。

PCI バス・モジュール (PBM: PCI Bus Module)

UltraSPARC-III には、これまではなかった PCI バス・コントローラが内蔵されています。PCI version 2.1 規格に準拠した PBM により、UltraSPARC-III は PCI バスと直接インタフェースをとることができます。PBM は 16 / 32 / 64 byte のデータ転送に対応し、最大 4 つの PCI バス・マスターをサポートします。PCI アドレス空間を CPU 参照用にキャッシュすることはできませんが、コヒーレントな DMA はサポートされています。PCI からメモリに対する読み取り / 書き込みはすべてキャッシュ・コヒーレントで、割り込み処理は先行する DMA 書き込みの完了に同期して行われます。

PBM は次のような PCI 機能をサポートします。

- 64 byte DMA 読み取り / 書き込みバッファ 1、64 byte PIO 読み取り / 書き込みバッファ 1
- DMA バイパス用 64 bit アドレス指定 (デュアル・アドレス・サイクル)
- DMA 対象としての back-to-back アクセス

キャッシュのアーキテクチャ

高性能マイクロプロセッサでは一般に、キャッシュを使用してバス・トラフィックの低減と、システム・スループットの改善を図っています。キャッシュ・ストアには、メモリ・イメージの一部がコピーされます。変更が加えられたブロックのコピーを更新するか、無効にするかの判断を行うのが、キャッシュ・コンシステンシー・プロトコルです。このプロトコルにより、メイン・メモリ内におけるデータの複製の一貫性が保証されます。ライト・インバリデート、ライト・スルー、コンペティティブ・キャッシングなどのアルゴリズムがデータの一貫性をサポートします。

UltraSPARC-IIIのサブシステムは、UltraSPARC-III プロセッサを中心として、外部キャッシュのタグとデータに対応する同期 SRAM コンポーネント、および一連のトランシーバで構成されます。トランシーバの主な役割は、UltraSPARC-III とメモリ DIMM の間でデータを双方向に移動させることにあります。

命令キャッシュ

命令キャッシュは、32 byte のブロック単位に対応した 16 KB 2ウェイ・セット連想型キャッシュです。このキャッシュには、物理的なインデックスとタグが付けられます。命令セットは、ネクスト・フィールドの一部として予測されるので、アドレスのインデックス・ビットがあれば、キャッシュのアドレス（ページの最小サイズに対応する 13 bit）を決定できます。命令キャッシュでは、8 命令分の行から、全部で 4 命令が戻されます。

データ・キャッシュ

UltraSPARC-III プロセッサのデータ・キャッシュは、ソフトウェアによって選択可能なライトスルー方式・非割り当て型の 16 KB ダイレクト・マッピング・キャッシュで、CPU からメイン・メモリのキャッシュ可能なページへのロードまたはストア・アクセスに使用されます。このキャッシュには、仮想インデックスと仮想タグが付けられます。データ・キャッシュは 512 ラインで、データ 1 ラインにつき 16 byte サブブロックを 2 つ持っています。各行にはキャッシュ・タグが付けられています。キャッシュ可能なロケーションでデータ・キャッシュ・ミスが発生すると、メイン・メモリから 16 byte のデータがキャッシュに書き込まれます。

ビジュアル命令セット (VIS™: Visual Instruction Set)

UltraSPARC は、高度なマルチメディアとネットワーク操作を全面的にサポートした最初のプロセッサです。VISという総合的なマルチメディア命令セットを導入することにより、UltraSPARC は、2D/3D グラフィックスから、ビデオ、オーディオ、さらにはイメージ操作といった処理をハードウェア上で強力にサポートします。

- イメージ・データ操作

UltraSPARC-III に搭載されたグラフィックス演算ユニットでは、整数レジスタを使用してイメージ・データにアドレスする一方、浮動小数点レジスタによってイメージ・データの操作を行います。このように整数レジスタと浮動小数点レジスタの間で負担を分担することにより、UltraSPARC-III では可用な全レジスタを効率的に利用しながら、最大限のスループットが得られるようになっています。

UltraSPARC-III は高度なイメージ操作に不可欠となる多様な命令が組み込まれています。たとえば、イメージの拡大/縮小、回転、円滑化の処理に使用できるフィルタ機能があります。このフィルタ機能では、一度に 4 ピクセルずつ処理できるため、UltraSPARC-III では通常のプロセッサとは桁違いのパフォーマンスが達成できます。

- モーション予測

UltraSPARC-III はモーション予測機能を備えているため、モーション補正 (リアルタイム・ビデオを符号化して圧縮し、ぶれをなくす手法) をサポートし、マルチメディア・アプリケーションの処理を高速化することができます。モーションの予測には、あるフレームから次のフレームに移る際に起きるイメージの位置の微少な変化を利用します。プロセッサは、イメージの特定領域を対象として、数百回の比較を行い、予測誤差が最も小さくなるモーション値を計算します。この誤差は、基準フレームと後続フレームの領域内に含まれる各ピクセルの差異を合計して求めます。

UltraSPARC-III は、一度に 8 ピクセルずつ処理を行うことにより、この演算集約的な操作の負荷を最小限に抑えています。8ピクセルの領域のモーション補正には、減算が 8 回、絶対値演算が 8 回、加算が 8 回、8 ピクセルのロードが 1 回、8 ピクセルの整列が 1 回、最後に加算が 1 回必要となります。UltraSPARC-III では、8 ピクセルを対象としたこの複雑な演算集合を、わずか 1 クロックで実行します。従来プロセッサであれば、最低でも 48 命令と多数のクロックが必要になります。モーションの予測は圧縮操作の大半を占める処理なので、この操作にも優れたスループットを発揮する UltraSPARC-III は、外部回路などを使用しなくても、デスクトップ・テレビ会議などに向けたビデオ圧縮に利用することができます。

- 高性能

UltraSPARC-III 独自のブロック・ロード / ストア・コマンドにより、このプロセッサではメイン・メモリを対象として、64 byte のロードとストアの操作を直接実行することができます。ブロック・ロード/ストア・コマンドでは、外部キャッシュにデータを割り当てる必要がないので、「キャッシュの汚染」を防ぐことができます。この結果として確保される優れたコピー帯域幅により、UltraSPARC-III ではイメージを直接メイン・メモリから取り出して、スクリーンに高速転送できるため、イメージのフリッカ（ちらつき）もなくなります。

VIS は本来、グラフィックス・データの操作を高速化するために作成された命令セットですが、別のタイプのパーティション・データにも適用することができます。具体的には、オーディオ・データの処理や暗号化 / 復号化アプリケーションに利用できます。

メモリ・サブシステム

外部キャッシュ・メモリ

Ultra 5/ Ultra 10ワークステーションには、ラインサイズ64 byteの二次外部キャッシュ256 KB (Ultra 5) または512 KB (Ultra 10) が装備されています。データ格納には128 KBの同期SRAMを2個 (Ultra 5) または4個 (Ultra 10) 、タグ格納には1個を使用します。外部キャッシュへのデータパスは64 bit 幅で、パリティによって保護されています。

メイン・メモリ

Ultra 5とUltra 10には、アクセス時間60 nsのEDO 3.3 V DIMMを4枚装着できるメモリ・スロットが装備されています。32 / 64 / 128 MB のモジュールをサポートしているので、メモリ容量の拡張にも対応できます (Ultra 10は256 MBモジュールもサポート) 。最大メモリ容量はUltra 5 が512 MB、Ultra 10 が1 GB となっています。

高額なコンポーネントを購入しなくてもメモリ・システムのパフォーマンスを改善できるよう、Ultra 5とUltra 10には2ウェイの高速インターリーブ・アーキテクチャが採用されています。DIMMは必ず2枚1組のペアで使用します。また各ペアは、必ず同じサイズのDIMMで構成します。2ウェイのインターリーブ方式であるため、DIMMを4枚1組で追加すると、最高のメモリ・システム・パフォーマンスが得られます (ただしDIMMは4枚とも同じサイズでなければなりません) 。

PCI 接続

Sun は、あらゆるシステムの機能とパフォーマンスの改善を積極的に進める一方、長年にわたってオープンな設計と標準への準拠を強化するための方向を模索してきました。Sun が Ultra 5 と Ultra 10 で PCI を採用したのは、次のような理由からです。

- 設計がオープンで特定のアーキテクチャに依存しない

PCI は、オープンな設計で大量に生産されているため、現在ではユーザやコンピュータ・ハードウェア・メーカー各社の間で急速に普及しています。このため、特定のプラットフォームに依存しない多様な周辺装置のサポートが一段と広がる可能性を持っています。

- 速度が速い

PCI バス・アーキテクチャは、他のバス・アーキテクチャに比べて卓越した I/O パフォーマンスを発揮します。また 33 MHz で動作するため、開発者やユーザのニーズにも柔軟に対応できます

- 標準仕様

PCI は、パーソナル・コンピュータ業界で幅広く採用された標準バス・アーキテクチャです。業界で広く普及しているため、今後はより多くのベンダーが PCI に準拠したアダプタ・カードを供給すると見られています。

PCI は、高速のデータ転送に向けて最適化された高性能バスです。システム・ボードに実装された PCI バスは高速で動作すると同時に、高度に集積された各コンポーネントとサブシステム（たとえば周辺装置、アドオン・ボードなど）の間を結ぶインターコネクトとして使用できます。Ultra 5 と Ultra 10 のプロセッサとメイン・メモリは、CPU と 66 MHz で通信する PCI ホスト・ブリッジを介して PCI バスに接続されています。

PCI バスは、業界標準の PCI version 2.1 の仕様に準拠して設計されています。PCI は、通常の標準とは異なり、各種のフォーム・ファクタから電圧、さらにコネクタの種類に至る、きわめて幅広い仕様をカバーしています。Ultra 5 と Ultra 10 には、最も一般的なオプションが採用されています。

- 33 MHz バス
- 32 bit カード
- 5 V カード
- 7 インチ (ショート) カード
- 12 インチ (ロング) カード
- PCI version 2.1 仕様に準拠

- Energy Star 準拠の省電力仕様

Ultra 5 では、高度なパフォーマンスを維持するために、32 bit の PCI バス（バス A）に 3 つのスロットを配置してあります（Ultra 10 では 4 つ）。バス A は 32 bit 33 MHz、5 V で動作します。バス B は 32 bit 33 MHz の PCI バスで、オンボードのデバイス、特殊な周辺チップ、PCI ベースのグラフィックス・コントローラ、EIDE コントローラ・チップをサポートします。

Sun は、Ethernet、Token Ring、FDDI の各ネットワーク・カードをはじめ、ビデオ、SCSI、高速シリアル/パラレル・インタフェースなど PCI ベースの各種アダプタ・カードをサポートしています。また、サードパーティ各社と協力して、Solaris を搭載した Ultra 5/ Ultra 10 システム用の PCI 対応ハードウェアとソフトウェア製品も開発しています。

グラフィックス

Sun では、技術系ワークステーション市場における高性能グラフィックスの重要性を早くから認識していました。そして今、Sun の製品には最高の価格性能比を誇るグラフィックス機能が装備されています。こうした特長は、Ultra 5 と Ultra 10 に標準装備された 8 bit グラフィックス機能にも継承されています。

標準的な高性能グラフィックス機能を提供する一方で、市販の低価格コンポーネントも利用できるよう、Ultra 5 と Ultra 10 はオンボードで PCI ベースの ATI RageII+DVD グラフィックス・コントローラ・チップと 2 MB の SGRAM を搭載しています。ATI チップは高度に統合化されたグラフィックス・コントローラで、2D、3D、ビデオアクセラレータ、パレット DAC、デュアル・クロック・シンセサイザ機能を持ち、低コストで 8 bit カラー・グラフィックスを提供します。モニタは、バックパネルの標準 VGA コネクタ (DB15) を介して接続します。

ATI チップは、量産されている低コストのグラフィックス・コントローラで、Ultra 5 と Ultra 10 の各種標準グラフィックス機能を提供します。

- 低コストの PCI ベース 8 bit カラー
- 1280 x 1024 (76 Hz) など広範な解像度をサポート
- 2D およびウィンドウ処理を高速化
- 四角形塗りつぶし、線引き、多角形塗りつぶし、パニング / スクロール、ビット・マスキング、シザリング、フル ROP 処理などをハードウェアで高速化
- 大容量のコマンド / ディスプレイ FIFO
- 高性能 FIFO 管理機能をメモリ・コントローラに付与
- 8 x 8 x 8 SRC ブラッシュ・サポート
- エイリアス・レジスタによる簡単設定

ネットワーク機能と I/O

Ultra 5とUltra 10には、100 Mbps Fast Ethernetが標準装備されています。速度の自動感知機能により、必要に応じて10 Mbpsの動作に自動的に切り換えを行います。このほか、標準40ピン・コネクタを持った16.7 MB/secのEIDEディスク・インタフェースを内蔵しており、内蔵EIDEデバイスをUltra 5では2台、Ultra 10では3台までサポートします（それぞれ1台はCD-ROMドライブ用です）。

バックパネルには、標準的I/Oデバイスに接続可能なコネクタが装備されています（図2-3）。

- オーディオ・ポート
- シリアル・ポート（DB9、DB25）
- パラレル・ポート（IEEE 1284）
- キーボード / マウス

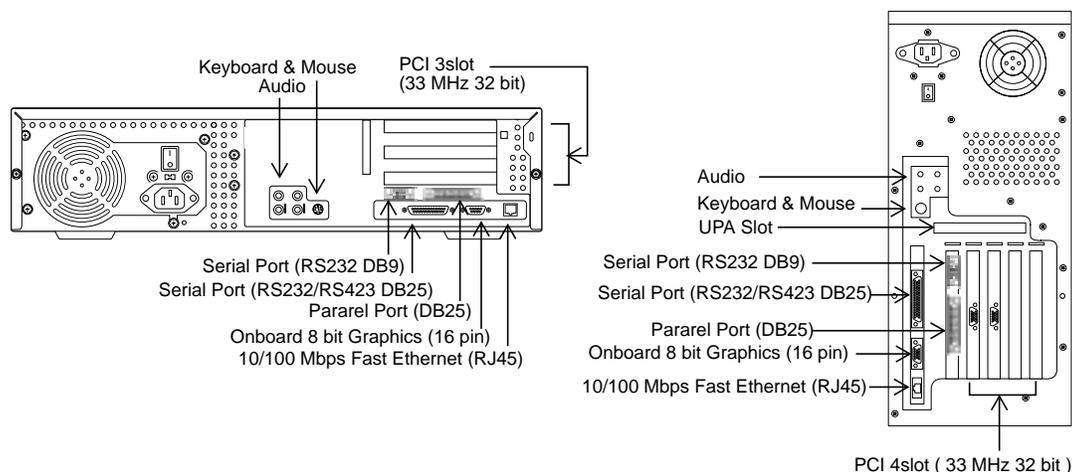


図 2-3 従来の Sun ワークステーションと同様、Ultra 5 と Ultra 10 も各種の接続オプションをサポートしています。

モニタ

Ultra 5 と Ultra 10 は、Sun のモニタ・ファミリをサポートします。

- 17 インチ・フォーマット
- 19 インチ・フォーマット
- 21 インチ・フォーマット

Sun の新しい 21 インチ・カラー・モニタは、マルチスキャン・デジタル方式のアパチャ・グリル CRT ディスプレイです。対角方向の可視領域は 19.8 インチで、ずば抜けたスクリーン性能を持ち、イメージ処理、CAD/CAM/CAE、EDA に最適です。この 21 インチ・モニタは各種の解像度をサポートします。

- 1600 × 1200 (リフレッシュ・レート 75 Hz)
- 1280 × 1024 (リフレッシュ・レート 76 Hz)
- 1152 × 900 (リフレッシュ・レート 76 Hz)
- 1024 × 768 (リフレッシュ・レート 75 Hz)
- 24 インチ・フォーマット

標準の 21 インチに加え、より大画面の 24 インチ・モニタも提供されます。16:10 のアスペクト比を持つこのモニタは、先進的なマルチメディアやビデオ・サービスの開発に最適です。表 2-1 に示すとおり、Ultra 10 のオプションである Creator Graphics を用いれば様々な dpi と解像度の設定が可能です。

	解像度			
	1280 × 800	1440 × 900	1600 × 1000	1920 × 1200
リフレッシュ・レート	76 Hz	76Hz	66/76 Hz	70 Hz
ダブルバッファ動作	あり	なし	なし	なし
1 インチあたりドット数 (dpi)	69	77	86	103

表 2-1 Sun の 24 インチ HDTV モニタでは、各種 dpi と解像度がサポートされます。ただし、24 インチモニタの性格上、1920 × 1200 での使用を推奨します。

Ethernet

Ultra 5 と Ultra 10 では、高度なネットワークに対応できるように、10/100 Mbps FastEthernet の接続がサポートされています。Sun が開発した FastEthernet テクノロジーでは、10 Mbps Ethernet との下位互換が保証されています。動作速度はインタフェースによって自動的に感知されます。Ultra 5 と Ultra 10 の Ethernet インタフェースは、RJ45 コネクタを介してカテゴリ 5 のツイストペアへのアクセスをサポートします。

FastEthernet は、10BASE-T Ethernet の標準をそのまま拡張した仕様です。スループットを大幅に改善したことによって、一段と幅広いアプリケーションのニーズに対応できるようになっています。特に、現在広く普及している 10BASE-T 接続のインストール・ベースとの互換性が保持されるため、最もコスト効果に優れた移行パスが保証されます。従来の標準と同様に、FastEthernet も明確に定義された標準として業界で広く受け入れられています。実際に数多くのベンダーから、FastEthernet 互換の製品が各種提供されています。

オーディオ

Ultra 5 と Ultra 10 はオンボードでオーディオ機能を搭載し、内蔵スピーカや外部オーディオ・コネクタを通じて高品質のサウンドを提供します。

Ultra 5 と Ultra 10 のオーディオ・サブシステムでは、次のような各種の標準サンプリング・レートがサポートされます。

- 16 bit 48 KHz デジタル・オーディオ・テープ (DAT)
- 16 bit 44.1 KHz CD
- 16 bit 16 KHz 中品質オーディオ (音声処理などのアプリケーション向け)
- 8 bit 8 KHz 標準電話音声

バックパネルには各種のオーディオ・コネクタが用意されているので、Ultra 5 と Ultra 10 に標準的なオーディオ装置 (アンプやテープ・レコーダ) を接続できます。また小型のモノラル外部マイクロホンも提供されており、オーディオの入出力に利用できます。

パラレル・ポート

最近、パラレル・ポートに対応した周辺装置、特に低価格で品質に優れたプリンタなどが普及してきたことから、デスクトップ・マシンではパラレル・ポートの利用価値が高まっています。最高2 MB/secの速度でデータを転送できる双方向パラレル・ポートは、データ入力、スキャン、高速通信といった用途にも利用できます。

パラレル・ポートは、事前にプログラムされた I/O や DMA を使用して駆動できます。パラレル・ポートのインタフェースの動作方向、タイミング、またプロトコルは、各種の周辺装置に用意された多様なセントロニクス・インタフェースに対応して、プログラムを変更することができます。

パラレル・ポートには、バックパネルにある DB25 コネクタを介して接続します。

シリアル・ポート

RS-232C/RS-423 シリアル・ポートにより、Ultra 5 と Ultra 10 にモデムや端末といったデバイスを簡単に接続できます。いずれのシステムにもシリアル・ポートが 2 つ装備されています。1 つは DB25 コネクタ（同期用 / 非同期用）、もう 1 つは DB9 コネクタ（非同期用）を備え、いずれも標準ピンアウト（オス）仕様となっています。動作速度は、同期転送で 960 Kbps、非同期転送で最高 460 K baud のパフォーマンスが得られ、従来の Sun ワークステーション・システムより大きく改善されています。

EIDE

Ultra 5 と Ultra 10 は、周辺機器とのインタフェースとして Enhanced Integrated Drive Electronics (EIDE) をサポートしています。EIDE は 16.7 MB/sec で動作し、同等の SCSI ディスク・ドライブに比べて大幅に低いコストで優れた性能を発揮します。各システムは 4.3 GB、4500 RPM のディスク・ドライブを内蔵しています。Ultra 10 は 4.3 GB の内蔵ディスク・ドライブを 2 台までサポートします。

キーボードとマウス

各 Ultra システムには、Sun の Type 5 キーボードをサポートしています。このキーボードは日本語カナキーボードと UNIX ユーザ向けの UNIX 配列のキーボードが用意されています。また、オーディオを制御するキーやシステム電源のオン / オフを切り換えるキーが付いています。

マウスはキーボード上の 8 ピン DIN コネクタに、キーボードはシステムのバックパネルにそれぞれ接続します。Ultraワークステーション・システムには、オプトメカニカル・マウスが標準で付属しています。

I/O サブシステムの実装

オンボード PCI デバイス・コントロール

Ultra 5 と Ultra 10 のオンボード PCI デバイス・コントロール ASIC には 2 つの機能があります。1 つは、10/100 Mbps Ethernet メディア・アクセス制御 (MAC) を提供すること、そしてもう 1 つは、非同期 8 bit バスである EBus2 インタフェースの実装により、フラッシュ PROM/EPROM、NVRAM、シリアル・ポート、オーディオ、フロッピー・インタフェース、ECP/EPP 対応の平行ポート、およびキーボード / マウス・インタフェースをサポートすることです。

筐体と電源

Ultra 5 と Ultra 10 の筐体は、妥協のない拡張性をもたらすよう設計されています (図 2-4)。Ultra 5 にはピザボックス型の筐体が、Ultra 10 にはミニタワー型の筐体が使われています。ミニタワーはデスクサイドにも、デスクトップのモニタ脇にも配置できるほか、寝かせてラックに収容することも可能です。

PCI 拡張カード・スロット、Creator グラフィックスまたは Elite3D-m3 用の UPA グラフィックス (Ultra 10のみ) スロットのほか、次のような周辺機器拡張オプションが備わっています。

- Ultra 5 ワークステーション

Ultra 5 は、フロント・アクセスのハーフハイト 5.25 インチ・ベイ (CD-ROM ドライブ用) 1 個と、フロント・アクセスの PCMCIA スロット (Type II カード 2 枚または Type III カード 1 枚を装着可) を備えています (サードパーティ製品用)。

- Ultra 10 ワークステーション

Ultra 10 は、フロント・アクセスのハーフハイト 5.25 インチ・ベイ (CD-ROM ドライブ用) 1 個、およびフロント・アクセスの PCMCIA スロット (Type II カード 2 枚または Type III カード 1 枚を装着可) を備えています (サードパーティ製品用)。

Ultra 5、Ultra 10 とも、外部ディスク・オプションやテープ・ライブラリ・システムをサポートしていますので、ストレージの信頼性を高めたり、バックアップのニーズを満たすことができます。

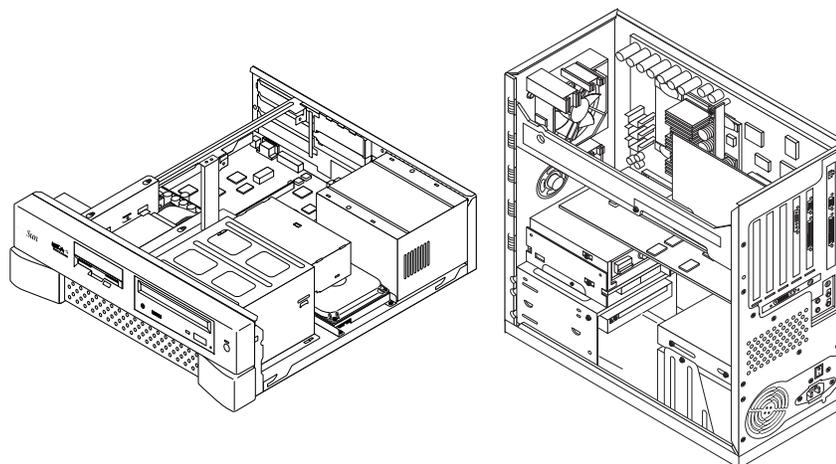


図 2-4 従来の Sun ワークステーションと同様、Ultra 5 と Ultra 10 も強力な拡張オプションをサポートしています。

電源管理

Ultra 5 ワークステーションには、1本の200 W電源装置が備えられています（Ultra 10は250W）。これは内蔵オプションに必要とされる全電力を提供します。Sunは、システムの設計と動作の仕様を検討するにあたって、環境保護にも配慮しました。Ultra 5 と Ultra 10は、いずれもEPA Energy Star基準に準拠しているため、事前に設定された時間が経過した時点で、システムを自動的にシャットダウンすることができます。また、自動的にシャットダウンされたシステムを自動的に立ち上げる（wakeup）こともできます。Solarisのサスペンド／リジューム（suspend and resume）機能により、ユーザはシャットダウン直前に行っていた作業を、一時停止した時点から再開することができます。

仕様

Ultra 5 と Ultra 10 は、米国内および国外のあらゆる関連機関が規定した安全性、操作性、EMI、および環境の条件に適合しています。

性能

Ultra 5 と Ultra 10 は、低コストで高い性能を発揮します。SPEC ベンチマークが実証する高い演算性能に加え、ディスク、ネットワーク、グラフィックス、メモリ・アクセスなどのスループットも大きく向上しています。表 2-2 は、Ultra 5 と Ultra 10 と旧世代システムの主な性能を項目別に比較したものです。

構成要素	Ultra 5 と Ultra 10 の主な性能		
	SPARCstation™ 20	Ultra 5	Ultra 10
CPU	32 bit 75 MHz SuperSPARC-II	64 bit 270 MHz UltraSPARC-IIi	64 bit 300 MHz UltraSPARC-IIi
CPU と 外部キャッシュ	72 bit データ キャッシュ・ミス時に速度 低下	144 bit データ キャッシュ・ミス時に速度 低下なし	144 bit データ キャッシュ・ミス時に速度低 下なし
メモリ	144 bit CPU 遅延 600ns 20 MB/sec Bcopy BW	144 bit CPU 遅延 170ns 300 MB/sec Bcopy BW	144 bit CPU 遅延 170ns 300 MB/sec Bcopy BW
グラフィックス	32 bit SBus (25 MHz)	32 bit PCI (33 MHz)	32 bit PCI (33 MHz) 64 bit UPA (100 MHz)
ディスク・ インタフェース	10 MB/sec Fast SCSI	16.6 MB/sec IDE	16.6 MB/sec IDE
ネットワーク・ インタフェース	10 Mbps Ethernet	10/100 Mbps FastEthernet (自動切り換え)	10/100 Mbps FastEthernet (自動切り換え)

表 2-2 Ultra 5 と Ultra 10 は大幅な性能向上を実現

高性能グラフィックス

3 

高度なグラフィックス機能は、もはや技術系ユーザーの特殊なニーズを満たすにとどまらず、今やあらゆるコンピューティング分野に不可欠の要素となりつつあります。こうした動向に伴い、グラフィックス機能や性能の水準は今後も高まり続けると予想されます。こうしたトレンドを受け、Sun Ultra 10ワークステーションは、市販されている最高レベルのグラフィックス製品に比肩するグラフィックス・オプションをサポートしています。

Creator グラフィックス

UltraSPARC-III CPUおよびUPAインターコネクとCreatorグラフィックスを組み合わせることにより、卓越したウィンドウ・システム、ジオメトリ / イメージ処理の高速化が可能になります。

2つのフレームバッファ・オプションが用意されています。シングルバッファのCreatorグラフィックス・カードには、5 MBの3D-RAMが搭載されています。このフレームバッファの利用は、イメージ処理やマルチメディア・アプリケーションをはじめ、2Dグラフィックス、3Dワイヤフレームなどのアプリケーションに向けた理想的なソリューションとなります。また、ダブルバッファのCreator3D グラフィックス・カードには、15 MBの3D-RAMが搭載されているため、3Dアプリケーションを高速化できるほか、2D/3Dの高速アニメーションにも効果的に対応できます。

- 最高のパフォーマンスを低価格で提供する24 bitフルカラー機能を標準装備
- X11、XIL™、XGL™、OpenGL®の各グラフィックス・ライブラリを透過的に高速化
- フレームバッファとレジスタのアーキテクチャはCreator/Creator3Dとも共通
- 8 bit X11 ビジュアルでは、疑似カラー（デフォルト）、リニア/非リニア・グレイスケール、ダイレクト・カラーをサポート
- 24 bit X11 ビジュアルでは、ダイレクト・カラー、リニア/非リニア・フルカラーをサポート
- 8 bit 疑似カラー・オーバーレイ
- 高解像度のCreator3D（シングルバッファ・モード：1920 × 1200）のサポート
- ステレオ対応
- 高速ビデオ伸長に向けたオンボードYCC/RGBカラー空間変換

Creator3Dシステムは、シングルバッファCreatorシステムと同様、ウィンドウ・システムとイメージ処理の高速化をサポートするほか、次の拡張機能を備えています。

- 完全な3Dソリッド、ダイナミック・シェーディング、回転、Zバッファ処理の高速化
- 2 × 24 bitフルカラー（ダブルバッファリング）、8 bitオーバーレイ、28 bit Zバッファ、4 bitステンシル

いずれのフレームバッファも同じ基本設計を採用していますが、ボードの3D-RAMのサイズに違いがあり、また、この2つのボード設計は物理的に異なるものです（Creatorに3D-RAMを追加してCreator3Dにすることはできません）。

Creator グラフィックスの動作原理

Sun では、グラフィックス・サブシステムをトータルなシステム・アーキテクチャに組み込むという開発思想に基づき、グラフィックス性能が最大限に引き出せるよう各コンポーネントを配置しました。この結果、設計上の無駄なオーバーヘッドが最小限に抑えられると同時に、バス帯域幅とASICテクノロジーへの投資を最大限に有効利用でき、CPU、メモリ・インターコネクト、フレームバッファ、そしてグラフィックス・アクセラレータが密接に結合している非常に集積度の高い経済的なモジュール型アーキテクチャが実現されることになりました（図 3-1）。

Creator グラフィックス・カードを装備した Ultra 10 ワークステーションでは、グラフィックス処理がシステム全体に分散され、適切なりソースを有効に利用できるようになっています。たとえば、UltraSPARC-II プロセッサは、高速でスケーラブルなイメージ処理とビデオ処理の実行を担当します。Creator グラフィックスモジュールは、ウィンドウ・システムと 2D グラフィックスの高速化を行います。また、これら 2 つが一体となって、パイプライン上の 3D グラフィックス命令の高速化を図ります。

プロセッサとメモリ、および Creator グラフィックス・システムの間では、大量のイメージ・データとグラフィックス・データがやり取りされるため、高度なグラフィックス・パフォーマンスを確保するには、UPA インターコネクトが不可欠な要素となります。UPA インターコネクトでは、独立したアドレス・バス、レベルの深いパイプライン、さらにバースト転送を使用することにより、高度なグラフィックス・パフォーマンスを提供しています。

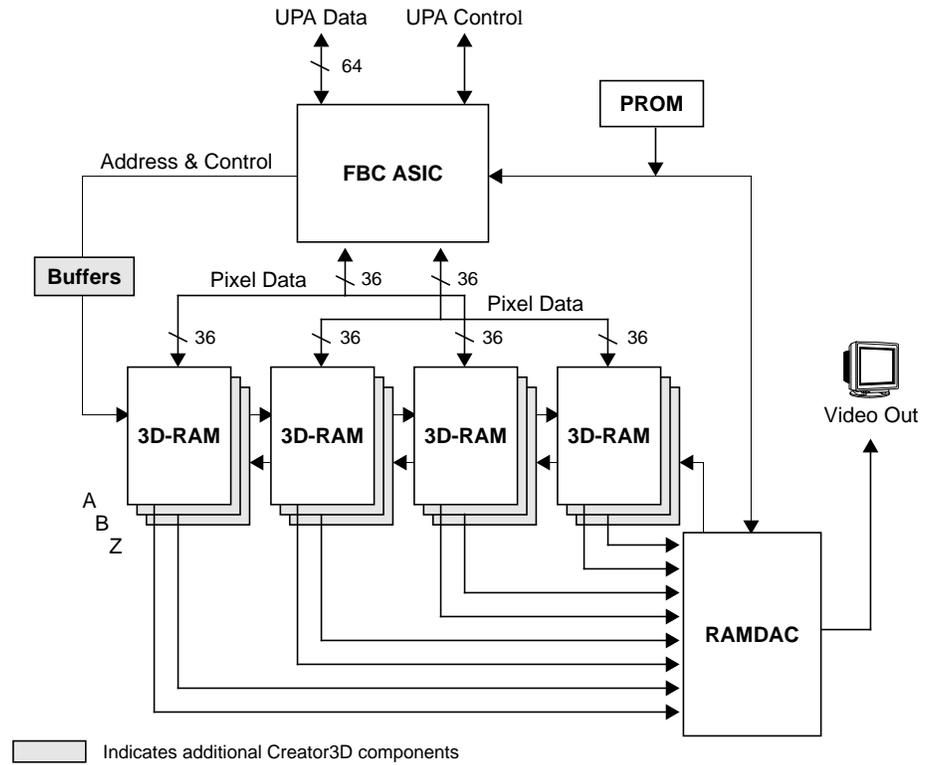


図 3-1 Creatorグラフィックスを搭載したUltra 10システムには、CPU、システム・メモリ・インターコネクト、フレームバッファ、およびグラフィックス・アクセラレータのテクノロジーが密接に結合している非常に集積度の高いモジュール型のアーキテクチャが採用されています。

Creator グラフィックス・システムの主要なグラフィックス技術

Creator グラフィックスのフレームバッファ

Creatorグラフィックス・カードは、多様なハイエンドのグラフィックス・アプリケーションに対応できる強力で高度に集積されたグラフィックス・モジュールです。フレームバッファとアクセラレータの両方の役割を持ったCreatorグラフィックス・カードは、次の3つの要素で構成されます。

- フレームバッファ・コントローラ ASIC

Creator グラフィックスを装備した Ultra 10 システムでは、まったく新しいフレームバッファ・コントローラ ASIC (FBC2) がサポートされています。FBC2 は、3D グラフィックス・レンダリングのパイプライン処理の後半部分を担当するため、ウィンドウ機能と複雑なグラフィックス・アプリケーションの高速化を図ることができます。またピクセル処理を実行することにより、トランスペアレンシやアンチエイリアシングといった 3D のハイエンド機能を高速処理することもできます。

強力なパワーを持つ FBC2 は、毎秒 21 億回の演算を実行するほか、点、線、テキスト、三角形、塗りつぶしパターンなどの処理を加速します。その他、塗りつぶし、スクロール、テキスト、2D/3D ベクタ、多角形などの一般的なウィンドウ処理を高速化する機能も用意されています (UltraSPARC-III は、ピクセル・イメージ処理とコピー機能を実行します)。

- 3D-RAM

Creator グラフィックスのフレームバッファは、Sun と三菱電機が共同開発した画期的なテクノロジーによって実現されたものです。3D-RAM により、3D グラフィックスに対応した SRAM のレンダリング速度が、DRAM レベルの密度と価格で実現されます (この種のアプリケーションに 3D-RAM を使用すると、VRAM に比べ、全体のパフォーマンスが 5 倍 ~ 10 倍も高速化します)。各 3D-RAM には、アンチエイリアスとアルファ・ブレンド処理に向けたオンチップ ALU が搭載されています。3D-RAM では、読み取り / 変更 / 書き込みのサイクルが不要になるので、Z バッファ処理においては通常の VRAM を使用した場合に比べ、4 倍ものパフォーマンスが得られます。

Creator グラフィックスには 5 MB の 3D-RAM が実装されています。一方、Creator3D グラフィックスには 15 MB の 3D-RAM が装備されています。

- 高性能 RAMDAC

専用回路によって、デジタル・ピクセルがアナログ信号に変換され、この信号がディスプレイに転送されます。Brooktree社と共同開発したBt 497 RAMDACにより、きわめて高度な統合が実現し、8 bit と 24 bit のイメージを同時に表示でき、64 × 64 のハードウェア・カーソルがサポートされます。またビデオ・タイミングは変更可能なので、各種の解像度に合わせた選択が可能になります。

UltraSPARC™-III マイクロプロセッサ

ごく最近までは、Ultra 10ワークステーションのようなシステムの構築はほとんど不可能なことでした。近年になってプロセッサ技術が大幅に進歩したため、こうしたシステムの実現に欠かせない強力な処理能力を持つ CPU が出現するに至ったのです。UltraSPARC-IIIのような高速の汎用 CPU を採用することにより、ハイエンドの3Dパフォーマンスを持った、しかも低価格のシステムが実現されるようになっていきます。

大量の浮動小数点演算を高速で実行できるUltraSPARCは、3Dグラフィックスのパイプライン処理の前半部分を高速化します。さらに、Ultra 10システムではイメージ処理もCPUが担当します。このアプローチには、次のような数多くの利点があります。

- メモリ集約的な処理の改善

イメージ処理をCPUで実行できるようにすると、システム・メモリの中に、このイメージを保持することができます。イメージ処理のアルゴリズムは一般に、隣接するピクセルを操作するものが多いので、システム・キャッシュとMMUにより、こうした処理を飛躍的に改善することができます。

- スケーラブルなパフォーマンス

イメージ処理の演算をCPUに担当させることにより、高速なプロセッサをシステムに追加して、優れたスケーラビリティが得られます。

- レンダリングの高速化

イメージ処理はほとんどの場合、パイプライン形式で実行されます。つまり、ある操作の結果が次の操作に対する入力イメージとして使用され、スクリーンには最終的なイメージだけが表示されます。Creatorグラフィックス・システムでは、操作の途中で使用する中間イメージを高速のシステム・メモリに書き込むことができます。最終的なイメージが作成された段階で、クロップ、パン、ズームなどの操作を加え、高速ブロック・コピーを介してスクリーンに出力することができます。

- UltraSPARC-III のビジュアル命令セット (VIS) の有効利用

UltraSPARC-III の VIS により、CPU はイメージ・データ (ピクセル・データ) に直接アクセスして、並列的に操作することができます。このほか、データのフォーマット化や移動を高速実行する命令や、大量のレンダリングおよびビデオの圧縮/伸長をサポートする命令も組み込まれています。

UPA インターコネク

イメージ処理、マルチメディア、ビデオといったアプリケーションは、システム・アーキテクチャに大きな負担をかけます。また、24 bit のグラフィックス機能を高性能の Ultra システムに標準装備するという設計は、インターコネクの性能自体にも、さらに大きな負担となります。8 bit データに代わり、24 bit データを扱うことだけでも、3 倍のピクセル・データがシステム内で転送されることになるからです。Creator グラフィックス・システムでは、ほとんどのイメージ処理とビデオ操作が UltraSPARC-III CPU 内部で実行されるので、CPU、メモリ、そしてフレームバッファの 3 点の間でイメージ・データをやり取りするための高度なパスが必要になります。

また、グラフィックス・コマンドのフローが原因でグラフィックス・デバイスのパイプラインの中に空白が生じると、3D グラフィックス・アプリケーションの実行速度が低下する可能性があります。3D グラフィックス・パイプラインの前半部分は UltraSPARC の浮動小数点ユニットを使用する処理であるため、CPU とフレームバッファの間に高度な帯域幅を持つパスを確保することが一段と重要になってきます。UPA インターコネクでは、グラフィックス・サブシステムまでの経路として 64 bit のデータ・パスが確保されているので、CPU、メモリ、およびグラフィックス・システムの間でデータの高速度転送が可能です。その結果、実際的な使用状況のもとで従来のシステムをはるかにしのぐスループットが達成されました。

性能

Creator グラフィックスは、ウィンドウ処理、2D/3D グラフィックス、イメージ処理といった多様なアプリケーションについて、効果的に高い性能を発揮することが実証されています。表 3-1 に、最近実施された性能測定の結果の一部をまとめました。

		Creator	Creator3D
Xmark		25.0	25.0
2-D Vectors per Second		4.1 M	4.1 M
3D 性能	3D ベクタ / 秒	3.6 M	3.6 M
	3D メッシュ / 秒	—	1.3 M
	3D 四角形 / 秒	—	473 K
GPC PLB	PLBwire93	204.3	204.3
	PLBsurf93	—	312.6
OpenGL	CDRS-03	—	50.9
	DX-03	—	9.1
イメージ処理性能	スケール (Mps)	41.0	41.0
	渦巻 (Mps)	4.6	4.6
	回転 (Mps)	46.6	46.6

表 3-1 Ultra 10 ワークステーションに搭載された Creator グラフィックスの主な性能

Elite3D-m3 グラフィックス

Elite3D-m3 を搭載した Ultra 10 ワークステーションは、多数の複雑な 3D ソリッドを扱うアプリケーションを高速化するように設計されているため、MCAD や地質工学、アニメーション、またはその関連分野での使用に適しています。Elite3D-m3 は、ダブル・バッファリング、三角形と四角形のレンダリング、光源処理とシェーディングなどの性能を大幅に向上させ、しかも高速の 8 bit および 24 bit ウィンドウ・システムやイメージ処理、ビデオなどの性能は劣化させません。

Elite3D m3 システムは、96 bit のプレーンを提供します。これには、スムーズなアニメーションのレンダリングに必要な 24 bit ダブルバッファ・プレーンも含まれています。ヒドゥン・サーフェスの除去や 3D オブジェクトのダイナミック・レンダリングをハードウェアでサポートできるよう、28 bit の Z バッファも含まれています。Elite3D-m3 は Creator3D システムと完全な上位互換を保ち、ウィンドウ・システムや 2D グラフィックス、イメージ処理、ビデオなどの性能は劣化させません。

Elite3D-m3 は次のような特長を持っています。

- 8 bit と 24 bit のビジュアルを同時サポート
- 複数のハードウェア・カラーマップ
- 調節可能なガンマ補正
- SOV 準拠 8 bit 疑似カラー・オーバーレイ
- X11、XIL の各グラフィックス・ライブラリを透過的に高速化
- 3D API (XGL、OpenGL、Java3D™ の各 API) を透過的に高速化
- 3D ソリッド、ダイナミック・シェーディング、回転、および Z バッファ処理の高速化
- 完全ダブルバッファ型の 24 bit フルカラー、8 bit オーバーレイ、28 bit Z バッファ (浮動小数点)、4 bit ステンシル (OpenGL ステンシル機能をフル・サポート)
- 高解像度 (1280 x 1024、76Hz、ノンインターレース)
- ステレオ対応 (シングル・パス、960 x 680、112 Hz、ノンインターレース)
- DDC2B モニタのシリアル通信と EDID に対応

Ultra 10 ワークステーションで利用できる Elite3D m3 グラフィックス・オプションは、3 つの高性能浮動小数点プロセッサを搭載し、優れたパフォーマンスを提供します。Elite3D m3 システムは、Creator3D に比べて処理が 2 倍 ~ 3 倍高速です。表 3-2 に、Elite3D m3 グラフィックス・システムの性能を示します。

		Elite3D m3 ¹
Xmark		27.8
2D ベクタ / 秒		4.3 M
3D 性能	3-D vectors/second	4.9 M
	3-D mesh/second	3.0 M
	3-D quads/second	1.3 M
GPC PLB	PLBwire93	247.8
	PLBsurf93	438.9
OpenGL	CDRS-03	72.7
	DX-03	19.6
イメージ処理性能	スケール (Mps)	38
	渦巻 (Mps)	4.0
	回転 (Mps)	35

1. 性能値は現時点のものであり、将来的には向上する可能性があります。

表 3-2 Ultra 10 ワークステーションに搭載された Elite3D-m3 の主な性能

このほか Elite3D-m3 は、表 3-3 に示す重要な 2D/3D 機能をサポートしています。

2D 操作	3D 操作	その他の特長
<ul style="list-style-type: none"> • Bresenham 線 • 多角形 • フォント・サポート • 四角形の塗りつぶし • 高速ブロック・クリア 	<ul style="list-style-type: none"> • 点、線、三角形、四角形の処理高速化 • ハードウェアによる点および線のアンチエイリアシング • 最大径 10 ピクセルの大型アンチエイリアス・ドットをハードウェアでサポート • 三角形のグーロー・シェーディング • スペキュラー光 • ピクセル単位のデプス・キューイングをハードウェアでサポート • ハードウェア・トランスペアレンシ（アルファ・ブレンディングおよびスクリーン・ドア） • ピクセル単位のアルファ・インターポレーション • テクスチャ・マップのサポート • 圧縮 3D ジオメトリの伸長 	<ul style="list-style-type: none"> • ビューポートのクリッピング • ウィンドウ ID のクリッピング • すべての線をハードウェアでライン・パターン化 • 32 x 32 エリア・パターン • 柔軟なブレンディング操作 • あらゆる論理演算 • 8 bit と 24 bit のステートレス・フレームバッファが利用可能 • 完全なブレン・マスク

表 3-3 Elite3D-m3 グラフィックス・アクセラレータがサポートする機能

Elite3D-m3 の動作原理

Elite3D-m3 グラフィックス・モジュールは、インタフェースおよび制御（*AFB-Command*）、浮動小数点計算（*AFB-Float*）、ピクセル描画制御（*AFB-Draw*）などの特殊 ASIC で構成されています。Creator3D と同様、Elite3D グラフィックス・モジュールは 12 個の 3D-RAM チップを備え、1280 x 1024 のダブル・バッファ方式 24 bit フレームバッファと 28 bit デプス・バッファを提供します。Elite3D と Creator は、同じ Bt498+ RAMDAC を使用しています（図 4-2）。切り換え式の双方向バスを 120 MHz で動作させる困難を避けるため、Elite3D では 3 つの内蔵高速バスすべてに単方向のポイント・トゥ・ポイント・バスを採用しています。その 1 つ（*FD-Bus*）は 800MB/sec で動作します。

AFB-Command ASIC は、入力された 3D ジオメトリのデータをバッファに蓄え、これを独立したプリミティブ（三角形、線、点）に変換した上で、6 つの浮動小数点チップに分配して処理させます。*AFB-Command* は、正規のデータ入力機能のほか、高密度で圧縮され

た 3D ジオメトリ・データを標準フォーマットに戻して他のグラフィックス・パイプラインで利用できるようにするデコンプレッション・ユニットを備えています。ジオメトリの圧縮は、Java3DなどのソフトウェアAPIが担当します。さらにAFB-Commandチップは、フレームバッファ・メモリに対するピクセル読み取り / 書き込みを効率化します。

AFB-Float モジュールは、AFB-Command チップから渡されたプリミティブの変換、光源設定、クリップ、設定を行います。Elite3D-m3 には3つの浮動小数点ユニットが使われていますが、AFB-Float は、グラフィックス・パイプラインの中の1つ(ないし少数)の段階を専門的に処理する特定アルゴリズム回路を提供します。

AFB-Draw は、スクリーン・スペース用の(完全に変換および光源設定された)プリミティブをフレームバッファにレンダリングし、点、線、三角形などをできる限り効率的に描画します。このほか、オプションで点や線のアンチエイリアスも実行します。AFB-Draw には、個々のピクセルのレンダリングに使うエッジ・ウォーキングとスパン・インターポレーション用の回路が含まれます。

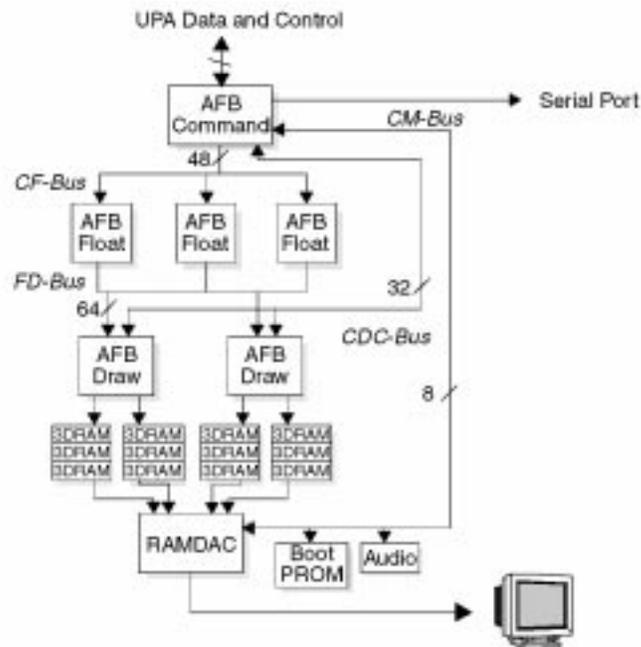


図 3-2 Elite3D-m3 グラフィックス・アクセラレータ

その他の機能には次のようなものがあります。

- シングル・ピクセル・ドット、アンチエイリアス・ドット、大型アンチエイリアス・ドット
- X11 Bresenham 線
- X11 Bresenham エッジ 2D 多角形
- DDA 線とアンチエイリアス DDA 線
- DDA グーロー・インターポレート三角形
- テクスチャ・マッピングされた DDA 三角形
- 画面に整列した四角形パターンの塗りつぶしと垂直スクロール
- フォント (ステンシル)

ピクセル単位で以下もサポートしています。

- アルファ・チャンネル・ブレンド / トランスペアレンシ
- スクリーン・ドア・トランスペアレンシ
- デプス・キューイング
- ライト・マスク
- WID (ウィンドウ ID)

Elite3D-m3 が本来の高性能を発揮するには、AFB-Draw がデプス・キューのかかった 24 bit ピクセルを 3D-RAM ベースのフレームバッファに毎秒 4 億ピクセルの速さでレンダリングする必要があります。この高速を達成するため、3D-RAM には 4 ウェイ・インターリーブを採用し、2 個の AFB-Draw ASIC がそれぞれ 2 つのインターリーブを制御しています。

このほか、AFB-Draw はブレンディング、デプス・キューイング、論理演算、ビット・マスク、フォント、ウィンドウ ID のクリッピング、ビューポートのクリッピングなど、あらゆるピクセル処理を行います。チップ内には、「アクセラレータ・ポート」へのアクセスの合間に必要に応じて「ダイレクト・ポート」アクセスを行うためのロジックが組み込まれています。さらに AFB-Draw は、UPA インターコネクトを介したフレームバッファの読み取りもサポートします。

Solaris オペレーティング環境

Ultra 5/Ultra 10システムでは、Solaris 2オペレーティング環境を実行するライセンスが提供されるため、SPARC/Solaris 環境全体を通じて、安定したプログラミング・インタフェースとアプリケーションの互換性が保証されるほか、UltraSPARC-II機能の効果的な利用、さらにはオブジェクト指向やマルチメディアといった最先端技術の統合などが可能となります。Ultra 5/Ultra 10システムには、Ultra ワークステーション・ファミリに新しく加わった機能 (EIDE、Elite3D m3 および Creator グラフィックス・オプションでの高解像度モード、PCI I/O パスなど) をサポートできる Solaris 2 のリリースを使用します。

Solaris 2.6では、旧バージョンの優れた特長を生かして、ネットワーク機能と演算性能の最適化が図られています。

- スケーラビリティと性能の向上
- ネットワーク・ファイル・システム (NFS™ : Network File System) Version 3 のサポート
- 仮想メモリの改善
- ネーム・サービス・キャッシュ
- ネットワーク・ファイル・ロック機能
- TCP/IP パフォーマンスと広帯域ネットワーク・サポートの改善
- Web ツールの統合によるインターネット・パフォーマンスの最適化
- 大規模ファイルのサポート
- ダイレクト I/O
- デスクトップ環境を改善する Solaris™ Desktop Extensions
- 国際化対応の改善

- 西暦 2000 年問題に対応済み

全社規模のコンピューティングをサポートする強力な処理能力と柔軟性、可用性、そして互換性を備えた Solaris 2 は、4 つの基本要素（オペレーティング・システム、ネットワーキング、ウィンドウ・システム、ユーザ環境）を統合し、安定性のある高品質のコンピューティング基盤を構築しています。したがって、広範なコンピューティング・ソリューションの開発、提供、管理が可能となります。

オペレーティング・システム

UNIX System V Version 4 (SVR4) に準拠した Solaris は、アプリケーション開発を支える豊富な機能を備え、マルチプロセッサ・マシン上では対称型マルチプロセッシング (SMP : Symmetric Multiprocessing) とマルチスレッド・アプリケーションをフルにサポートしています。Solaris は、SPARC ABI、CDE 対応の Motif、X11R6、POSIX 1003.1b および 1003.2、NIS、WebNFS™、HTTP、IIOP、UNIX 95 ブランディング、X/Open® (XPG4 の基本機能)、EPA Energy Star、Kodak Color Management System™、ISO 9660 といった各種標準に準拠しているため、多様なプラットフォームに対して高い移植性が保証されています。

ネットワーキング

Sun のオープン・ネットワーク・コンピューティング (ONC+™ : Open Network Computing) は、ネットワーク上に散在する情報やサービスへの透過的なアクセスを可能にします。また、代替ネットワーク技術 (DCE および NetWare) への標準インタフェースも定義されているため、エンタープライズ・コンピューティング環境との円滑な統合が可能となります。リモートでのプログラム実行やデータ交換を可能にする NIS+、NFS™、RPC/XDR 等のネットワーク製品もサポートしています。その他、Solaris の TLI (Transport Layer Independence) によって、トランスポート層が分離されているため、TCP/IP などの各種ネットワーク・トランスポート・プロトコルのサポートも保証されます (図 4-1)。

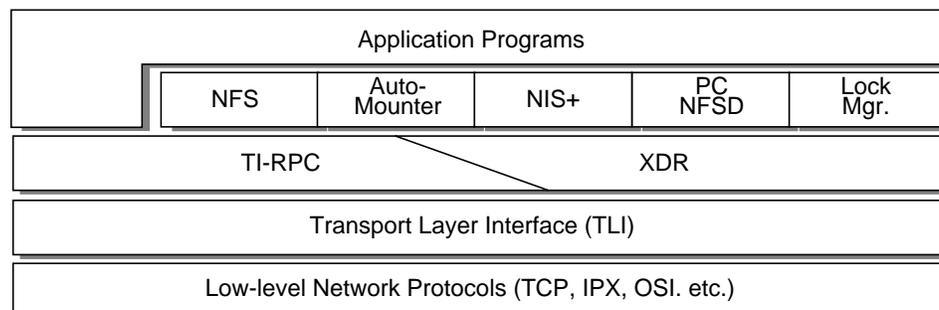


図 4-1 Solaris は各種の高度ネットワーク・プロトコルとサービスをサポートします。

ウィンドウ・システム

X11 に準拠した Solaris のウィンドウ・サーバ、ユーザ・インタフェース、および ToolTalk™ メッセージ処理サービスは、Solaris の分散クライアント/サーバ・コンピューティング・モデルの機能を最大限に利用できるように設計されています。Solaris には CDE (Common Desktop Environment) が含まれているので、どの主要 UNIX プラットフォーム上でも同じ画面構成と操作感が得られます。現在ではユーザや開発者は、従来からの OpenWindows™ 環境を使い続けるか、Motif をベースとした業界標準の CDE を使うか選択できるようになりました。CDE 環境には、グラフィックス、イメージ処理、オーディオ、ビデオ・サービス、さらに Display PostScript™ といった豊富な機能が統合されているため、全社的な規模による情報交換と共同作業をサポートするマルチメディア・アプリケーションの開発と展開が簡単に実現できます。

Solaris 2 では、多様なグラフィックス機能とウィンドウ処理用 API (XIL、XGL、Xlib、Display PostScript、OpenGL など) がサポートされているため、アプリケーションの開発時にも強力な支援が提供されます (図 4-2)。

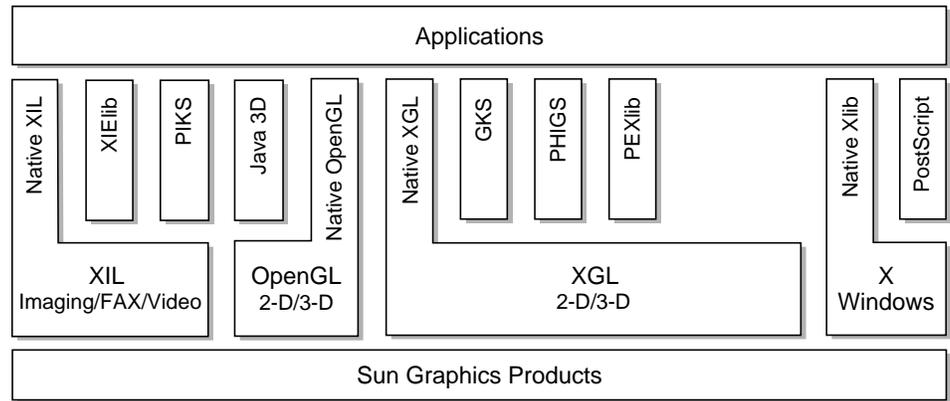


図 4-2 Sun およびその他のベンダーが提供する Solaris ファンデーション・グラフィックス・ライブラリとレイヤ型インタフェース

CDE対応のSolaris 2.6 と Solaris Desktop Extensionsには、アプリケーションやデスクトップ環境の管理を簡素化するためのツールが各種用意されています。たとえば、1 回のクリック操作でアプリケーションを起動できるフロントパネル、多数の仮想デスクトップを作成するワークスペース・マネージャ、複数モニタのサポート、色や背景、マウスやキーボードの動作、起動時の設定などを個人の好みに応じて変更できるスタイル・マネージャなどがあります。これ以外に、テキスト・エディタやアイコン・エディタ、イメージ・ビューア、プロセス / システム管理ツール、ワークグループ・スケジュール管理ツール、ファイル / プリント・マネージャ、Web ブラウザ、パフォーマンス・メータ、MIME 互換の電子メールなども用意されています。Solaris の CDE では、OpenWindows と Motif のアプリケーション間でのドラッグ&ドロップやカット&ペーストも可能です。

インストール

Solaris のインストールは、JumpStart™ 機能によって全自動で行われます。システムに電源を投入すると、まず JumpStart ソフトウェアがネットワーク上またはローカル CD ドライブ上のインストール情報を検索します。ソフトウェアのインストールは、システム管理者がカスタマイズしたプロファイルが、デフォルトの SmartStart™ と呼ばれるプロファイルに従って実行されます。SmartStart は、搭載されたメモリのサイズや利用可能なディスク容量などを検知し、得られた情報に基づいて最適なインストール設定をインテリジェントに判断します。

Solaris™ Web Startは、UNIXシステムへのソフトウェア導入につきものだった機械的な管理作業を不要にし、社内ネットワーク上のどのデスクトップからでも、ソフトウェア管理コンソールを使って柔軟にソフトウェアの導入・管理ができるようにします。Solaris Web Start は、Solaris や関連ソフトウェアのインストールを短時間で簡単に実行する Java ベースのユーティリティです。インタフェースにはブラウザを使用しているため操作に違和感がなく、ワークグループ内はもちろん Web 上のソフトウェア・リソースも簡単に導入・管理できます。カスタマイズや設定のオプションも豊富で、構成が特殊な場合でも柔軟な対応が可能です。また、Solaris Web Start は、JumpStart 技術を利用することで、高度なインストールを複数回行なったり、ソフトウェアをリモートで配付するといった企業のシステム管理者が必要とする機能を提供します。

- ワンタッチ導入およびカスタム導入オプションでインストールと設定を簡素化
- Web ページと同様の画面構成を持つ Java ベース管理コンソール
- CD-ROM、Web など各種メディアのサポートにより、配布方法のオプションが拡大
- 使用状況に合わせて表示される充実したオンライン・ヘルプ文書により、必要な時に的確なサポートを提供
- ソフトウェアのインストールを簡単化するファイル・システム・ツール
- インストール用プロファイルの複製により、企業システム管理の負担を軽減
- どのデスクトップからでもホストを操作して導入を実行できるリモート・オプション
- Software Developers Kit (SDK) により、あらゆる Solaris アプリケーション開発者に Solaris Web Start の利点を提供

グラフィックス・アクセラレータのサポート

どの Ultra システムも、XGL、XIL、OpenGL の各ライブラリ、Display PostScript、および OpenWindows Version 3 (X11 準拠) ウィンドウ・システムを含め、Solaris 2 のあらゆるグラフィックス API をサポートしています。また、Xlib や PEXlib といった業界標準の X 拡張ライブラリも使用できます。これらのライブラリは、Sun のファンデーション・グラフィックス・ライブラリによって高速化されます。

Ultra システム用として提供されるグラフィックス製品は、イメージ処理とジオメトリ処理のいずれにも適用され、上記 API 処理の多くを高速化します。以下の項では、Creator および Elite3D-m3 グラフィックス・サブシステムによって高速化できるファンデーション・グラフィックス・インタフェースと主な機能について説明します。

XIL™ イメージ処理およびビデオ・ライブラリ

XIL ライブラリは、多くのイメージ処理やビデオ・アプリケーションで必要とされる一般的な機能を組み込んだファンデーション・レベルのイメージ処理インタフェースです。イメージ処理アプリケーションの基本的なソフトウェア層として、XIL ライブラリはイメージ処理 (表示、イメージ操作、ビデオ圧縮 / 伸長など) がどのように実行されるのかを定義します。XIL で提供される主な機能は次のとおりです。

- パン、ズーム、スケール
- フリップ、変換
- ラスタ回転
- sharpen、blur、コンボリューション
- イメージの単項 / 二項操作
- ブレンド、合成

XIL 整数関数の処理は、8 bit、16 bit、32 bit のどの演算であっても、Ultra 10 のグラフィックス・サブシステムで VIS 命令を用いて高速化されます。浮動小数点演算は、UltraSPARC プロセッサに組み込まれた浮動小数点ユニットによって処理されます。

イメージ処理の多くは並列化することができるため、XIL には MT Safe と MT Hot の両機能が備わっています。MT Safe とは、マルチスレッド処理を利用するプログラムで XIL が安全に使用できることを指します。MT Hot とは、XIL がマルチスレッドを使用して特定のイメージ処理機能を自動的に並列化し、パフォーマンスを大幅に高速化することを指します。

OpenGL®

OpenGL グラフィックス・アプリケーション・プログラミング・インタフェースは、オペレーティング・システムやウィンドウ・システム・プラットフォームに依存しない、業界標準のベンダー中立なソフトウェア・インタフェースです。一世代前の独自仕様インタフェース IrisGL をベースに設計された OpenGL は、モデリング変換、カラー、光源設定、シェーディング、そしてテクスチャ・マッピングのように高度な機能といった、多様な 2D/3D グラフィックス機能を提供します。

Sun は Solaris に OpenGL の機能をネイティブで提供しています。OpenGL は Sun の XGL グラフィックス・ライブラリと同様、基盤となるすべてのウィンドウ・システムから独立しており、レンダリングされたグラフィックスは、グラフィックス・ライブラリの拡張を通じて、またはウィンドウ・システム・コールを直接使用して表示されます。Solaris の OpenGL は、CDE（共通デスクトップ環境）、OpenWindows のいずれの環境でも実行することができます。また X ウィンドウ・システムに対しては共通に拡張が定義されているため、OpenGL クライアントは分散型の異機種ネットワーク上で稼働します。

Ultra 1 と Ultra 2 の Creator3D グラフィックスに初めて導入された OpenGL は、当初から Sun のグラフィックス・アクセラレータ（Elite3D など）の持つ高性能をいかに発揮するように設計されていました。OpenGL は Solaris にネイティブで完全に統合されているため、開発者は Solaris オペレーティング環境の高度な機能を利用することができます。Solaris 2.6 には Software Development Kit（SDK）と OpenGL ランタイム・ライブラリが含まれるほか、旧リリースに比べてパフォーマンスも向上しています。

XGL™ ジオメトリ・ライブラリ

XGL ライブラリは、図形の操作と表示を実行するアプリケーションで必要とされる機能とパフォーマンスを備えた Solaris のファンデーション・ジオメトリ・ライブラリです。XGL ライブラリは、高品位の光源設定やシェーディング、高度なプリミティブ（NURBS、メッシュ、テクスチャ・マッピング、アンチエイリアシング、トランスペアレンシ）、柔軟なジオメトリ・パイプラインなどにより、2D/3D レンダリングの最適化を行います。また XGL ライブラリでは、NURBS 曲面の動的細分化（dynamic tessellation）といった最先端の機能に加え、光源設定や変換のための柔軟なパイプラインもサポートされています。

Creator、Creator3D、Elite3D-m3 の各サブシステムでは、次のような多数の XGL 機能を高速化することができます。

- 座標変換 - 2D (3×2)、および 3D (4×4)
- 図形の属性 - 色、線種、塗りつぶしパターン、テクスチャなど
- 光源設定とシェーディング - フラットおよび、グーロー・シェーディング、最大 32 種類の光源 (点光源、平行光線、スポットライト、環境光)
- トランスペアレンシ - スクリーン・ドア、およびアルファ・ブレンドによる透明表示
- アンチエイリアシング
- デプス・キューイング - リニアおよびスケール

ソフトウェア開発サポート

Sun™ WorkShop™ 製品

プログラマーがアプリケーション開発を成功させるためには、高性能のコンパイラとツールが必要です。Sun™ WorkShop™ 製品ファミリーには、高度な最適化を行う自動並列化コンパイラ（C++、Fortran、Pascalの各プログラミング言語をサポートするSun WorkShopのバージョンが入手可能）、高度に最適化されたルーチンのライブラリ、コードの分析とチューニングを支援してランタイム・パフォーマンスをさらに改善するツールなどが含まれます。Sun WorkShop は次のような特長を持っています。

- 統合プログラミング環境
- 標準化された画面構成と操作感を提供する Motif ユーザ・インタフェース
- エディタ中心型の緊密に統合化されたツール
- ツールのナビゲーションを簡単化するハイパーリンク
- マルチプロセッシング、マルチスレッドに対応した開発ツール
- 分散並列仕様の make ユーティリティ
- プログラム構築を高速化するインクリメンタル・リンカー
- 欠陥の検出と修正をスピーディに行う修正継続機能
- C++ でのアプリケーション開発を超高速化する AppGuru
- Rogue Wave Tools.h++ 7.0 クラス・ライブラリの新バージョン
- クロス・プラットフォーム開発
- GUI ビルダ
- 簡単かつスピーディな GUI 開発を実現する Sun™ Visual WorkShop™
- リバース・エンジニアリングを支援する GUI 捕獲機能とテスト
- 複雑なアレイのデバッグを高速化する 3D データ・ビジュアライザ
- ワークセッションへの素早いアクセスを可能にするワークセットとピックアップリスト
- ソース・コードと構成管理のための Sun™ WorkShop™ Teamware
- HTML ベースの文書とオンライン・ヘルプ

このほか開発者が特に注目すべき点は、Sun WorkShopが何種類かの高度な最適化を行い、アプリケーションのパフォーマンスを高速化する機能を備えていることです。

- 命令のスケジューリング
命令の実行順序を入れ替えて手持ちのマシン・リソースを最適に活用するスケジューリング。

- プロファイルのフィードバック
プログラムに関する頻度情報を取得するプロファイルのフィードバック。このプログラムは、頻度情報を活用してコード・モーションやインライン化などを最適化します。
- ループ並列化機能
ループ・コードを最適化し、ループ動作が複数のプロセッサで並列に実行されるようにする機能。
- キャッシュ・ブロッキング
ループ・コードを再配列し、プロセッサ・キャッシュを最大限活用する。
- ループ・インバージョン
入れ子になったループの順序を逆転させ、ループ並列化やキャッシュ・ブロッキングの改善を図る。

UltraSPARCプロセッサの画期的な機能を生かすため、Sun WorkShopではSPARC Version 9 アーキテクチャのハイブリッド版である V8+ をサポートしています。V8+ は V9 のあらゆる 64 bit アドレッシング命令の使用を排除することによって、既存の Solaris のバージョンや他の既存のアプリケーションとの 32 bit 互換性を確保している一方で、UltraSPARC に備わったビジュアル命令セット (VIS) をはじめとする新機能のほとんどが利用できるようになっています。現在の Solaris には、必要なハードウェアおよび大規模ファイルのサポートなどに 64 bit アドレッシングが実装されており、次のリリースでは完全に実装される予定です。

Java™ アプリケーション開発

ソフトウェア開発は、Java を抜きにしては語れません。業界に旋風を巻き起こした Java は、真にプラットフォーム非依存型のソフトウェア開発を可能にし、多くのアプリケーションをもたらすと期待されています。ソフトウェア開発者は Java アプリケーションの持つ可能性を即座に認識し、すでに数千社が Java ベース製品の開発や計画を手がけています。Java の開発元である Sun は、Java 開発を合理化するための総合的な製品ラインを提供し、ソフトウェア開発者を支援しています。

オブジェクト指向の Java プラットフォームは、再利用可能なコード、保有コストの低減、広範な統合性といった利点を提供し、しかも他のオブジェクト指向開発モデルで必要となる複雑かつ重要なオブジェクト・ハウスキューピング・プロセスも備えています。Sun の Java API や、Java™ WorkShop™、Java™ Development Kit、Java™ Studio™ などの開発製品ファミリーを利用すれば、開発者はネットワーク・ベースのコンピューティングを実現するまったく新しいタイプのアプリケーションを生み出すことができます。Sun の Ultra ワークステーションはこうしたツールに最適のプラットフォームで、Java ソリュー

ションのクライアント/サーバー用の各コンポーネントを開発することができます。こうして生まれた製品は、より強力な Sun の Java™ Web Server や JavaStation™ クライアント・システムに容易に配備することができます。

Solaris 2.6 には Java Development Kit (JDK 1.1) がバンドルされています。Java Virtual Machine を統合した JDK™ 1.1 は、Java の最新仕様を使ったアプリケーション開発を可能にします。JDK では、パフォーマンスを改善するため Java の Just-In-Time コンパイラをサポートしています。さらに、JDK ではネイティブ・スレッドを使用してマルチプロセッサ・サポートと Java アプリケーションの真の同時性を実現しているほか、既存の Solaris マルチスレッド・アプリケーションとの相互運用性も確保しています。

Open Firmware

Ultra では、専用のスレッド解釈言語で記述された PROM 常駐型の標準モニタ・プログラムがサポートされています。Open Firmware と呼ばれるこのモニタ・プログラムは IEEE 1275-1994 標準に準拠しており、Standard for Boot (Initialization Configuration) Firmware とも呼ばれます。Open Firmware は、何か問題が発生した時点でも、電源投入プロセスの実行中に起動できます。またシステムを init 中でシャットダウンした後にも起動します。

Open Firmware モニタに制御が渡されると、次のような各サブシステムと周辺装置について、さまざまな診断が実行されます。

- ビデオグラフィックス
- システムボードの SCSI インタフェース・ロジック
- Ethernet インタフェースと AUI
- 内蔵 / 外付けディスクドライブ
- テープ / フロッピーディスク / CD-ROM ドライブ
- シリアルポート
- キーボード
- メモリ

Open Firmware モニタには、ネットワークの動作状況を連続的に監視するツールや、SCSI バス上にある特定のデバイスを検査するツールなどが用意されています。

Ultra 5 / Ultra 10 システムのブート時の動作と一部の診断機能は 1 MB のフラッシュ PROM から制御されます。フラッシュ PROM を採用することで、物理的に PROM を交換することなく、機能の更新や拡張を、PROM 内の、あるコード領域を書き換えることで行なえるようになりました。この書き換えは、内蔵の CD-ROM を使用して行います。また、ローカル・エリア・ネットワークを介してシステム管理者がリモートで行なうこともできます。

診断

Ultra 5/Ultra 10 プラットフォームは、システムの診断や修復の作業が簡単に実施できるように設計されています。診断作業には、PROMに置かれているUNIXベースの、各種診断プログラムを利用します。これらの診断プログラムは、エンドユーザやサービス担当者が使用できます。

電源投入時セルフテスト (POST : Power-On Self-Test)

システムに電源を入れるたびに毎回、電源投入時のセルフテスト (POST) 機能を自動的に実行することにより、システム・ボードをはじめ、NVRAM、オンボードI/Oデバイス、メモリ・システムなどをテストして、ユーザ自身はその診断結果を確認することができます。POST は本来、総合的な診断を実施するためのプログラムではありませんが、システム内に重大な問題がないかをただちに判断し、その結果をキーボード上の一連の発光ダイオード (LED) で表示することができます。POSTの診断状況は、シリアル・ポートを介して別のデスクトップ・システムやダム端末を接続すれば、詳しく監視することができます。

SunVTS™

SunVTS™ システム・エクササイザは、主なシステム・リソースをはじめ、内蔵および外付けの周辺装置の動作状況を連続的に検証するグラフィックス指向のUNIXアプリケーションです。システムが正しく動作しているかどうかを判断するSunVTSには、オペレーティング・システム・レベルのコールを使用した各種のストレス・テストが組み込まれています。また、将来的に新しいテストが提供された段階でも、必要な機能を随時追加することができます。

Sun は、各種のデータシート、仕様、ホワイトペーパーなどを下記のホームページで公開しています。

日本 : <http://www.sun.co.jp/> 米国 : <http://www.sun.com/>

Evaluating Performance Through Benchmarks, White Paper, Sun Microsystems, November 1995.

Ultra 5 and Ultra 10 Performance Brief, White Paper, Sun Microsystems, January, 1998.

The UltraSPARC-III Architecture, White Paper, Sun Microsystems, January, 1998.

Creator Graphics Technology, White Paper, Sun Microsystems, January, 1998.

Elite3D Technology, White Paper, Sun Microsystems, January, 1998.

Solaris™—Networked Computing for the Global Enterprise, White Paper, Sun Microsystems, November 1995.

FastEthernet, White Paper, Sun Microsystems, November 1995.

© 1998 Sun Microsystems, Inc. 901 San Antonio Road, Palo Alto, California 94303 U.S.A

All Rights Reserved.

本書および本書に記載された製品（関連する文書を含み、以下同様とします）は著作権により保護されており、その使用、複製、再頒布および逆コンパイルを制限するライセンスのもとにおいて頒布されます。日本サン・マイクロシステムズ株式会社または同社に対する実施許諾者の書面による事前の許可なく、本書および本書に記載された製品のいかなる部分も、いかなる方法によっても複製することが禁じられます。

フォントを含む第三者のソフトウェアは、著作権により保護されており、提供者からライセンスを受けているものです。本書に記載された製品の一部は、カリフォルニア大学からライセンスされている Berkeley BSDシステムに基づいていることがあります。UNIX は、X/Open Company Ltd. が独占的に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です。

Sun、Sun Microsystems、Ultra、PGX、VIS、XIL、Java3D、Solaris Desktop Extensions、WebNFS、ONC+、NFS、ToolTalk、JumpStart、SmartStart、Solaris Web Start、Sun WorkShop、Sun Visual WorkShop、Java WorkShop、Java Development Kit、JDK、Java Studio、Java Web Server、JavaStation および SunVTS は、米国およびその他の国における米国 Sun Microsystems, Inc. の商標または登録商標です。

サンのロゴマーク、Solaris は、米国 Sun Microsystems, Inc. の登録商標です。
XGL および OpenWindows は、日本サン・マイクロシステムズの登録商標です。

Display PostScript は、米国 Adobe Systems, Incorporated. の商標です。

OpenGL は、米国およびその他の国における米国 Silicon Graphics, Inc. の商標または登録商標です。

X/Open は、X/Open Company Ltd. の登録商標です。

Kodak Color Management System は、Eastman Kodak Company の商標です。

すべての SPARC 商標は、米国 SPARC International, Inc. のライセンスを受けて使用している同社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。SPARC 商標の付いた製品は、米国 Sun Microsystems, Inc. が開発したアーキテクチャに基づくものです。

本書は、「現状のまま」をベースとして提供され、商品性、特定目的への適合性または第三者の権利の非侵害の黙示の保証を含みそれに限定されない、明示的であるか黙示的であるかを問わない、なんらの保証も行なわれないものとします。

本書および本書に記載された製品が、外国為替および外国貿易管理法（外為法）に定められる戦略物資等（貨物または役務）に該当する場合、それを輸出または日本国外へ持ち出す際には、日本サン・マイクロシステムズ株式会社の事前の書面による同意を得ることのほか、外為法および関連法規に基づく輸出手続き、また場合によっては、米国商務省または米国所轄官庁の許可を得ることが必要です。



The Ultra 5 and Ultra 10 Workstation Architecture
Sun Ultra 5 / Ultra 10 アーキテクチャ

初 版 1998 年 5 月

監 修 技術推進本部 技術サポート本部 第一技術サポート部
マーケティング本部 プロダクト・マーケティング部

〒158-8633 東京都世田谷区用賀 4 丁目 1 0 番 1 号 S B S タワー
電話 (03) 5717-5000
