

ホワイトペーパー
ハードウェア RAID vs. ソフトウェア RAID : お使いの
アプリケーションに最適な実装

10/2017



目次

はじめに.....	1
RAID とは.....	1
ソフトウェア RAID	2
ソフトウェア RAID の実装	2
オペレーティングシステムのソフトウェア RAID	2
ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID	3
ハードウェア RAID	4
ハードウェア RAID の実装	4
ディスクリット RAID コントローラカード	5
RAID オンチップ (ROC) 技術に基づいた統合ハードウェア RAID ソリューション	5
各アプリケーションに最適なハードウェア RAID とソフトウェア RAID.....	7
オペレーティングシステムのソフトウェア RAID.....	7
ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID	7
ハードウェア RAID	7
ハードウェア RAID の追加情報	7
結論	9

はじめに

RAID (Redundant Array of Independent Disks: 独立した複数のディスクで構成される冗長配列) 技術はここ数年で、サーバーオプションからデータ保護要件にまで成長しました。RAID が初めて実装されたのは 1990 年で、ホスト CPU 級の強力な高性能入出力プロセッサが搭載されている非常に高価なコントローラボードでした。当時は、ハードウェアベースの RAID ソリューションが唯一のオプションであり、RAID コントローラにかかるコストのせいで、高額なサーバーへの利用が制限されていました。

現在では、RAID は、オペレーティングシステムのソフトウェア機能から、高性能のストレージエリアネットワークで高度データ統合を提供するスタンドアロンのコントローラに至るまで、いたるところに存在します。また、ノートパソコンやデスクトップパソコン、ワークステーション、サーバー、大量のハードディスクドライブを搭載した外部エンクロージャなど、モバイル環境でも見られます。RAID は TV のセットトップボックスやパーソナルストレージデバイスにも採用されています。

このホワイトペーパーには、さまざまな RAID ソリューションの高レベルな部分の概要が掲載されています。「ソフトウェア RAID」と「ハードウェア RAID」の比較に始まり、これらのさまざまな RAID 実装がどのように機能しているのか、そして各実装の利点が説明されており、お使いのアプリケーションに最適な RAID ソリューションを見極めるのに役立ちます。

RAID とは

RAID とは、独立した複数のハードディスクドライブを仮想化して単数または複数の配列 (アレイ) を構成する手法であり、パフォーマンス、能力、信頼性 (可用性) を向上させます。アレイの総容量は、構築する RAID 配列の種類と、そのディスクドライブの数とサイズによって異なります。この総アレイ容量は、ソフトウェア RAID とハードウェア RAID のどちらを使用しても関係ありません。これからのセクションでは、さまざまな実装、長所と短所、システム性能に与える影響、データの可用性の強化に対する効果について説明します。

表 1 ・ RAID のタイプ

特徴	RAID 0	RAID 1	RAID 1E	RAID 5	RAID 5EE	RAID 6	RAID 10	RAID 50	RAID 60
ドライブの最低台数	2	2	3	3	4	4	4	6	8
データ保護	なし保護	1 台のドライブ故障	1 台のドライブ故障	1 台のドライブ故障	1 台のドライブ故障	2 台のドライブ故障	最高 1 枚のディスク故障 各サブアレイ	最高 1 枚のディスク故障 各サブアレイ	最高 2 枚のディスク故障 各サブアレイ
読み取り性能	高	高	高	高	高	高	高	高	高
書き込み性能	高	中	中	低	低	低	中	中	中
読み取り性能 (劣化)	該当なし	中	高	低	低	低	高	中	中
書き込み性能 (劣化)	該当なし	高	高	低	低	低	高	中	低
容量の使用	100%	50%	50%	67%~94%	50%~88%	50%~88%	50%	67%~94%	50%~88%

ソフトウェア RAID

ソフトウェア RAID を簡単に表現すると、コンピュータシステムの CPU で RAID タスクが実行されている状態のことです。ソフトウェア RAID システムが以下の図に示されています。

ソフトウェア RAID 実装には 1 つのハードウェアが含まれるものもあります。その場合は一見すると、ハードウェア RAID 実装のように見えるかもしれませんが、したがってソフトウェア RAID コードには CPU の計算力が使用されていることを理解しておくことが重要です。RAID 機能を提供するコードがシステム CPU 上で実行され、オペレーティングシステムおよび全ての関連アプリケーションと計算力が共有されます。

ソフトウェア RAID の実装

ソフトウェア RAID は次のような方法で実装できます。

- オペレーティングシステムの純粋なソフトウェア RAID ソリューションとして
- パフォーマンスの向上とシステムの削減を実現するハードウェアを含むソリューションとして CPU オーバーヘッド

オペレーティングシステムのソフトウェア RAID

この場合の RAID 実装は、ハードウェアを追加することなくホスト上で実行されているアプリケーションになります。このタイプのソフトウェア RAID では、プロセッサがないホストバスアダプタ (HBA) や内蔵入出力インターフェースを備えたコンピュータシステムに搭載されているハードディスクドライブを使用します。オペレーティングシステムにより RAID ドライバソフトウェアがロードされると、RAID が有効になります。このような純粋なソフトウェア RAID ソリューションは、サーバー OS に統合されていることが多く、通常はユーザーへの追加コストは不要です。低コストがこのソリューションの第一の利点です。

図 1 ・ オペレーティングシステムのソフトウェア RAID



オペレーティングシステムのソフトウェア RAID の長所

- 低コスト：RAID 機能が OS に内蔵されているので、RAID 機能に対する追加料金は一切かかりません。ディスクドライブを追加した場合のみ追加料金が発生します。

オペレーティングシステムのソフトウェア RAID の短所

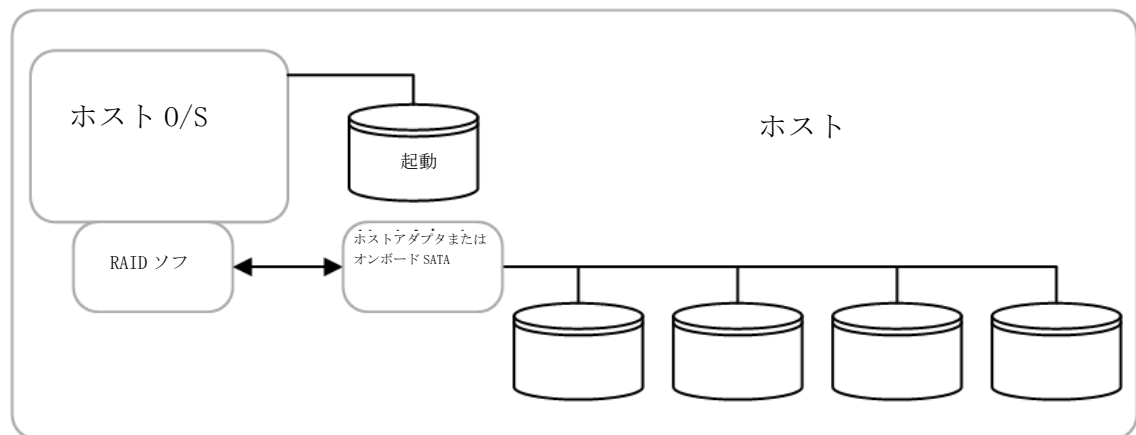
- 起動時に保護されない（起動時にデータを管理/保護できない）：起動時で RAID ソフトウェアが有効になる前にドライブの故障やデータの破損が発生すると、システムが動作不能に陥ります。

- サーバーにパフォーマンス負荷が追加される：システムパフォーマンスが RAID アプリケーションの影響を受けます。関与するドライブが多くなるほど、RAID システムも複雑になります（例：RAID 5 でのパリティの関与）、全体的なパフォーマンスへの影響が大きくなります。このソリューションは、シンプルな RAID 0、1、10 シナリオに適しています。
- オペレーティングシステム移行が限定される：RAID 機能が現在の OS に限定される可能性があります。RAID 機能に対応していない OS バージョンがある場合、アレイを他の OS、または同じ OS の別バージョンに移行する方法はありません。
- ウィルスに対して脆弱：RAID はコンピュータシステム上でアプリケーションとして実行されるため、RAID 機能が ウィルスやその他の危険なソフトウェアから影響を受ける恐れがあります。
- システムクラッシュを原因とするデータ整合性問題：サーバー上でソフトウェアやハードウェアの問題が発生すると、データの整合性と完全性が影響を受ける可能性があります。
- ライトバックキャッシュがない：ソフトウェア RAID はライトスルーモードでしか動作しませんが、ハードウェア RAID はバッテリーが付いていればライトバックモードでも動作できるので、別レベルのデータ保護が追加されます。ライトバックモードでは RAID アレイの書き込み性能が大幅に強化されます。ソフトウェア RAID にはバッテリーを追加する手段がありません。
- ドライブのメーカーとモデルに依存しています。

ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID

これはソフトウェア RAID ではありますが、ハードウェアアシストにより、純粋なソフトウェア RAID の弱点の一部を克服できます。このソリューションは通常、追加のハードウェアとともに提供されます（RAID BIOS が HBA に搭載されているか、またはマザーボードに組み込まれている）。システムに電源が入っている状態で BIOS を追加すると、RAID 機能が利用可能になります。ただし、起動処理が冗長になり、RAID に発生した中程度のエラーの影響は緩和されますが、データの破損やシステムの動作不能が発生する恐れがあります。さらに、これらのソリューションの大半に BIOS セットアップソフトウェアが付いており、システム起動時に使用できます。これにより、RAID アレイのセットアップとメンテナンスを簡単に実行できます。ハードディスクや CD-ROM から OS のインストールや起動を実行する必要はありません。また、ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID には通常、人気の高いオペレーティングシステムを採用したさまざまなドライブが搭載されているため、OS への依存性が純粋なソフトウェア RAID よりも高くなります。

図 2 ・ ソフトウェア RAID



ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID の長所：

- 手頃なコスト：必要なものは、HBA（プラグインカード）、またはマザーボードに組み込まれた BIOS 向け追加フラッシュメモリーのみです（コントローラが RAID 5 に対応している場合には、ハードウェア XOR アクセレータも含まれることがあります）。

- 起動時の保護：起動ドライブに中程度のエラーや障害が発生しても、データ可用性は一切悪影響を受けません。
- RAID 構築・維持専用の GUI とソフトウェアがある：
- RAID アレイのセットアップとメンテナンスを簡単に実行できます。

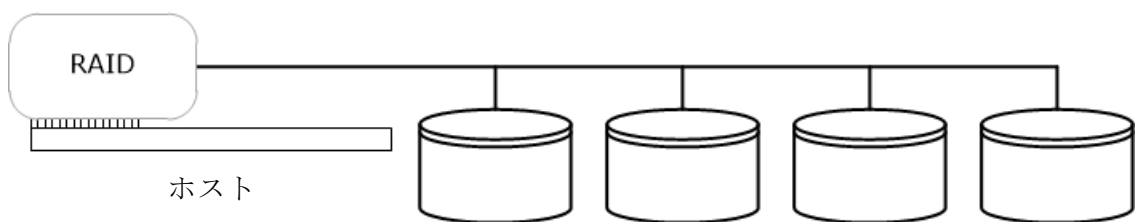
ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID の短所：

- サーバーにパフォーマンス負荷が追加されます。システムパフォーマンスが RAID アプリケーションの影響を受けます。関与するドライブが多くなるほど、RAID システムも複雑になり（例：RAID 5 でのパリティの関与）、全体的なパフォーマンスへの影響が大きくなります。このソリューションは、シンプルな RAID 0、1、10 シナリオに適しています。
- オペレーティングシステム移行が限定される：ドライブが OS 上で実行されるため、RAID 機能は依然として OS に依存しています。しかし、さまざまな OS に対して複数のドライブが用意されているので、他の OS にアレイを移行できます。これは、ごく新しい OS に対する RAID ドライブの可用性により制限されるかもしれません（OS のバージョンが新しいと、新しい RAID ドライブが必要になるかもしれません。RAID ドライブは通常の HBA ドライバプログラムよりも複雑であるため、開発に時間を要します）。
- ウイルスに対して脆弱：RAID はコンピュータシステム上でアプリケーションとして実行されるため、RAID 機能がウイルスやその他の危険なソフトウェアから影響を受ける恐れがあります。
- システムクラッシュを原因とするデータ整合性問題：サーバー上でソフトウェアやハードウェアの問題が発生すると、データの整合性と完全性が影響を受ける可能性があります。
- ライトバックキャッシュがない：ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID はライトスルーモードでしか動作しませんが、ハードウェア RAID はバッテリーが付いていればライトバックモードでも動作でき、他のレベルのデータ保護を追加します。ライトバックモードでは RAID アレイの書き込み性能が大幅に強化されます。ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID にはバッテリーを追加する手段はありません。
- ドライブのメーカーとモデルに依存しています。

ハードウェア RAID

ハードウェア RAID ソリューションには、RAID アプリケーションを実行するための独自のプロセッサとメモリーがあります。ハードウェア RAID の実装においては、RAID システムは RAID アプリケーション専用の独立した小規模なコンピュータシステムで、この実装タスクをホストシステムからアンロードします。

図 3 ・ ハードウェア RAID



ハードウェア RAID は、ソリューションの不可欠な部分（マザーボードに組み込まれている場合など）、またはアドインカードとして存在します。必要なハードウェアがシステムソリューションにすでに組み込まれている場合には、ハードウェア RAID は既存のシステムに対するソフトウェアアップグレードになることがあります。その場合はソフトウェア RAID と同様に、ハードウェア RAID も存在が不明瞭になるかもしれません。

そのソリューションがソフトウェア RAID なのかハードウェア RAID なのかを見極める最も簡単な方法は、その RAID ソリューションの技術仕様やデータシートをよく読むことです。ソリューションにマイクロプロセッサ（通常は入出力プロセッサ、プロセッサ、または ROC（「RAID オンチップ」）と呼ばれる）が含まれていれば、そのソリューションはハードウェア RAID ソリューションです。プロセッサがない場合は、ソフトウェア RAID ソリューションということになります。

ソフトウェア RAID 実装とハードウェア RAID 実装がシステムに与える影響が異なるため、選択の際にはこのことが重要になります。これらの影響には次のものがあります。

- 他のアプリケーションが実行されている時の CPU の利用状態とパフォーマンス
- システムに追加できるディスクドライブの拡張性
- データ損失後の復旧の容易さ
- 高度データの管理/監視能力
- さまざまなオペレーティングシステムのディスクドライブを一貫して管理する機能
- コントローラの書き込みキャッシュによりシステムの書き込み性能を強化できるようにするために、
バッテリーバックアップオプションを追加する機能

ハードウェア RAID の実装

ハードウェア RAID は次のような方法で実装できます。

- ディスクリート RAID コントローラとして
- RAID オンチップ技術に基づいた統合ハードウェアとして

ディスクリート RAID コントローラカード

これはプラグイン拡張カードで、通常は、RAID プロセッサ（入出力プロセッサ）とドライブ向けの独自のインターフェース（入出力コントローラ）が内蔵されています。大抵の場合はコンピュータシステムのマザーボードの PCI-X ロットまたは PCIe スロットに差し込むようになっています。このプラグインカードは通常は非常に高価ではありますが、非常に柔軟性が高く、最高のパフォーマンスを誇る RAID ソリューションです。RAID 機能はホスト（コンピュータシステム）から完全に独立しています。このカード特有の性質により、最高性能の入出力プロセッサと最速のメモリーを使用できます。この RAID カードは、コンピュータシステムから冗長なストレージサブシステムを作成するというタスクを完全にアンロードし、ドライブの故障が発生してもシステムの残りの部分のパフォーマンスには影響を与えません。さらに複雑でスペース効率のよい RAID レベル（RAID 5 や RAID 6）も、システムに影響を与えることなく使用できます。

カードに入出力インターフェースを追加すれば、システムの拡張性を増大できます（ハードディスクの数を増やせば容量を増大できます）。それでも、複数の RAID アレイがホストシステムの性能に影響を与えることはありません。また、別のオペレーティングシステムやホストシステム、プラットフォームへの移行も簡単です。

ディスクリート RAID コントローラカードの長所：

- 起動時の保護：起動ドライブに中程度のエラーや障害は発生しても、データ可用性は悪影響を一切受けません。
- サーバーの作業負荷の影響を受けないパフォーマンス：メモリーとプロセッサの処理速度は速く、ホストシステム上で実行されているアプリケーションのパフォーマンスには一切影響を与えません。
- ホストの影響を受けない RAID アプリケーション：システムがクラッシュしてもデータ完全性の問題は一切発生しません。
- 停電に備えた保護の強化：ハードウェア RAID 実装では通常、不揮発性ハードウェアへの書き込み処理が常に記録されます。ソフトウェア RAID 実装にはこの保護機能がなく、書き込み時に低下したパワーを簡単には回復できません。
- ウィルスに対する脆弱性がない：RAID アレイがホストシステムと OS から完全に独立しています。ホストシステムに障害が発生しても、データ整合性の問題は一切発生しません。
- RAID タスクをホストからアンロード：複雑な RAID 5 や RAID 6 シナリオに最適で、コストとパフォーマンスのバランスが最高です。
- RAID 構築・維持専用の GUI とソフトウェアがある：RAID アレイのセットアップとメンテナンスを簡単に実行できます。
- 移行や交換が簡単：カードはどのシステムにも簡単に挿入でき、最新の高性能タイプへの交換やアップグレードも簡単にできます。また、1つのオペレーティングシステムを別のオペレーティングシステムに簡単に移行できます。
- 高度 RAID 機能に対応：典型的な例として、ディスクホットプラグ、アレイレベルの移行、オンラインでの機能拡張などがあります。
- オンコントローラキャッシング：メモリーがバッテリーで保護されている場合にライトバックキャッシングを使用する機能を含むキャッシュメモリーをしようすることで、アクセス時間を加速させます。
- ドライブによりモデルが独立しています。

ディスクリート RAID コントローラカードの短所：

- コストが非常に高い：プラグインカードの入出力プロセッサと追加メモリーによりコストが高くなります。

RAID オンチップ（ROC）技術に基づいた統合ハードウェア RAID ソリューション

ROC ソリューションでは、RAID プロセッサ、メモリーコントローラ、ホストインターフェース、ハードディスクドライブ接続用入出力インターフェース、そして場合によってはメモリーも、すべて 1 つのチップに統合されます。このチップをマザーボードに組み込むとハードウェア RAID 機能を使用でき、コスト削減につながります（高度に統合された 1 つの ASIC が必要になる）。ROC は多くのサーバーマザーボードに見られる入出力インターフェース（SCSI コントローラチップなど）に代わるものです。つまり ROC ソリューションは、単なるハードディスクドライブ向けの接続機能以上のものを統合します。

図 4・統合ハードウェア RAID



ROC ベースのハードウェア RAID の長所：

- 起動時の保護：起動ドライブに中程度のエラーや障害は発生しても、データ可用性は悪影響を一切受けません。
- ホストの影響を受けない RAID アプリケーション：システムがクラッシュしてもデータ完全性の問題は一切発生しません。
- ウイルスに対する脆弱性がない：RAID アレイがホストシステムと OS から完全に独立しています。ホストシステムが故障した場合でもデータ整合性の問題は一切発生しません。
- 停電に備えた保護の強化：ハードウェア RAID 実装では通常、不揮発性ハードウェアへの書き込み処理が常に記録されます。ソフトウェア RAID 実装にはこの保護機能がなく、書き込み時に低下したパワーを簡単には回復できません。
- RAID タスクをホストからアンロード：複雑な RAID 5 や RAID 6 シナリオに最適で、コストとパフォーマンスのバランスが最高です。
- RAID 構築・維持専用の GUI とソフトウェアがあります。RAID アレイのセットアップとメンテナンスを簡単に実行できます。
- 高度 RAID 機能に対応：典型的な例として、ディスクホットプラグ、アレイレベルの移行、オンラインでの機能拡張などがあります。
- オンコントローラキャッシング：メモリーがバッテリーで保護されている場合にライトバックキャッシングを使用する機能を含むキャッシュメモリーをしようすることで、アクセス時間を加速させます。
- マザーボード上の RAID (ROMB) として、またはプラグインカードとともに実装できます。

ROC ベースのハードウェア RAID の短所：

- 中程度のコスト：個々のハードウェア RAID ソリューションと比較すると、チップ数が少ないので、コストを削減でき、信頼性を付加できます。現在のところ、入出力プロセッサと入出力インターフェースを単一チップに高度統合するため、これらの複雑なチップのクロック周波数が制限されるかもしれません。この点は次世代 ROC ソリューションで克服される可能性があります。
- 柔軟性と移行が制限される：RAID を他システムに移行できるのは、同様の ROC ソリューション（互換性あり）にこの RAID が搭載されている場合に限られます。

各アプリケーションに最適なハードウェア RAID とソフトウェア RAID

さまざまな RAID 実装についてご説明しましたが、ここで、典型的なサーバーデプロイのシナリオをご覧ください。サーバーの全体的なプライスパフォーマンス目標の達成に向けて RAID サブシステムを最適化できます。

オペレーティングシステムのソフトウェア RAID

パフォーマンスやデータ可用性が重視されるエントリーレベルの RAID 0 や RAID 1 には、純粋なソフトウェア RAID が最適です。ただし起動ドライブでは、OS 起動後までオペレーティングシステムの RAID 機能を使用できないため、ソフトウェア RAID は使用できません。

対象アプリケーション

- 高性能要件があるエントリーレベルサーバー
- データ可用性要件があるエントリーレベルサーバー

ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID

ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID は、オペレーティングシステムのソフトウェア RAID と同様に、コスト重視のソリューションとして十分に起動しますが、起動可能性要件があります。

対象アプリケーション

- 大容量データストレージ要件がないワークステーション
- 起動保護要件があるエントリーレベルサーバー

ハードウェア RAID

ハードウェア RAID ソリューションは、機能性に優れた高性能アプリケーションを対象としています。ハードウェア RAID ソリューションは、マザーボード上の RAID (ROMB) として、またはプラグ新カードとともに実装し、性能と可用性を調整することができます (コントローラの冗長性)。

対象アプリケーション

- 大容量ストレージ要件がないエントリーレベルサーバー
- ネットワークストレージに接続されているコンピュータエンジン

ハードウェア RAID の追加情報

ハードウェア RAID は一般的に、より複雑な RAID アルゴリズムに対応したソフトウェアベースのソリューションに対してより多くの利点をもたらします。例えば測定結果によると、ソフトウェア RAID-6 の実装では、特に劣化モード時に、システムコンピュータリソースに大きな負荷がかかります。このような設定環境ではハードウェア RAID が有利になります。

対象アプリケーション

- 大容量データストレージ要件がある高性能ワークステーション
- ストレージサブシステムの性能と拡張性を必要とする、エントリーレベルからエンタープライズレベルのサーバー

表 2・さまざまな RAID 実装の特徴

特徴	オペレーティングシステム	ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID	ハードウェア RAID コントローラ ROC
ブート中のデータ保護	なし	あり	あり
ライトバックキャッシングが可能	なし	なし	あり

特徴	オペレーティングシステム	ハードウェアアシスト付きソフトウェア RAID	ハードウェア RAID コントローラ ROC
停電に備えた保護の強化	なし	なし	あり
ホストオペレーティングシステムから独立し	なし	なし	あり
RAID 性能	サーバー負荷による	サーバー負荷による	高 : サーバー負荷とか無関係
ウイルスに攻撃されやすい RAID 機能	あり	あり	なし
起動時セットアップ	なし	あり	あり
その他への移行が可能 OS のバージョン	なし	制限あり	あり
一般的な RAID アプリケーション	RAID 0、1	RAID 0、1	高度 RAID : RAID 5 または RAID 6
ドライブと連動	なし	あり	あり
CPU への影響性能	高	高	低

結論

本紙において、ソフトウェア RAID 実装に対するハードウェア RAID の利点について説明しました。

シリコン技術の進歩により、ハードウェア RAID に必要なプロセッサをシングルチップソリューションに統合できるようになってきており、近い将来、コモディティサーバーチップセットに統合できるようになれば、実装コストが大幅に削減されます。このコスト削減が実現すれば、ハードウェア RAID ソリューションをより広く低価格サーバーにまでデプロイが可能になるため、より多くのユーザーがハードウェア RAID ソリューションを利用できるようになります。

最近、新しいレベルのデータ保護・管理機能が利用可能になりました。RAID 6 のデュアルドライブ故障防止機能とデータ暗号化機能などがその実例です。これらのハードウェア RAID 実装では多くの場合、外部の RAID 構成よりも高性能で低コストのソリューションが提供されます。



Microsemi 本社
 One Enterprise, Aliso
 Viejo, CA 92656 USA
 アメリカ国内：+1 (800) 713-4113
 アメリカ国外：+1 (949) 380-6100
 Fax: +1 (949) 215-4996
 メールアドレ
 ス: sales.support@microsemi.com
 www.microsemi.com

© 2017 Microsemi Corporation. 無断複写・転載を禁ず。Microsemi および Microsemi のロゴは Microsemi Corporation の商標です。その他の商標およびサービスマークの権利はすべて、それぞれの所有者に帰属します。

Microsemi は、本書の内容および特定用途に対する製品およびサービスの適合性に関して一切の保証も表明も行わず、かつ、製品もしくは回路の応用または使用に起因する法的責任も一切負担しません。この記載に従って販売された製品および Microsemi が販売したその他の製品は、限定された試験を受けており、ミッションクリティカル機器またはアプリケーションと併用すべきではありません。性能仕様の信頼性は高いと見なされていますが立証されてはいないため、購入者は購入した製品単品およびそれを搭載した最終製品の状態で、性能試験およびその他の試験をすべて実施し完了する必要があります。購入者は、Microsemi が提供するデータ、性能仕様、パラメータに依存しないでください。製品の適合性を独自に判断し、その製品の試験および検証を行うことは、購入者の責任です。Microsemi がこの記載に従って提供する情報は、「現状のまま」、一切購入者の責任で提供されるものであり、当情報に関する全体的なリスクは完全に購入者が負担します。Microsemi はいかなる関係者に対しても、特許権、ライセンス、およびその他の IP 権利を、上記情報自体または上記情報が説明する内容との関連性の有無にかかわらず、かつ明示的にも黙示的にも付与しません。本書にて提供される情報の所有権は Microsemi にあり、Microsemi は、予告することなくいつでも、本書の情報およびあらゆる製品やサービスに変更を加えることができる権利を留保しています。

Microsemi Corporation (Nasdaq:MSCC) は、航空宇宙、防衛、通信、データセンタ、産業市場向けの多岐に渡る半導体・システムソリューションを提供しています。取扱製品は、高性能の放射線強化アナログ混合信号集積回路、FPGA、SoC、ASIC、電源管理製品、世界の時刻基準を設定できる時間設定・同期デバイスと高精度時間ソリューション、音声処理装置、RFソリューション、ディスクリット部品、企業向けの記憶・通信ソリューション、セキュリティ技術と拡張可能な改ざん防止製品、イーサネットソリューション、Power-over-Ethernet IC とミッドスパンのほか、カスタムデザインの機能とサービスなどです。本社をカリフォルニア州アリソン・ビエホに構え、世界中の拠点を含めた総従業員数は約 4,800 名になります。詳しくは www.microsemi.com をご覧ください。

ESC-2171644