

# 小形磁気ディスク装置の開発

——高性能 8in及び5.25inディスク装置——

## Development of 8in and 5.25in High-performance Disk Drives

小形ファイル装置として、8in及び5.25inディスクを用いた高性能磁気ディスク装置を製品化した。

8inディスク装置は、8inフロッピーディスク装置と同等のサイズで170Mバイトの大容量化を実現した。5.25inディスク装置は、ミニフロッピーディスク装置と同一のコンパクトサイズで平均アクセスタイム30ms、記憶容量最大51Mバイトの小形・高速・大容量の装置とした。また、この5.25inディスク装置を制御できるSC601 SCSIコントローラボードも開発し発売した。

西村賢士\* *Kenji Nishimura*

天野英明\* *Hideaki Amano*

吉田 稔\* *Minoru Yoshida*

### 1 緒 言

各種コンピュータシステムの急速な用途拡大に伴い、これに対応してファイル装置への高性能化及び多様化の要求がますます高まっている。中形システムである小規模ビジネスコンピュータシステムに記憶容量20～80Mバイトの8in磁気ディスク装置が用いられ、また小形システムの高性能マイクロコンピュータシステムに5～20Mバイトの5.25in磁気ディスク装置が導入され始めたのは比較的新しい。従来の中・小形システムでは、比較的単純なコンピュータ処理機能に見合うファイル容量で十分であったが、小形ディスク装置の市場普及に伴って、その省スペース、省エネルギー、低価格などの有効性が広く認識されるにつれ、より高性能・高機能なシステム、例えばマルチユーザー・マルチタスク処理システム用に、より大容量でより高速の小形・高性能ディスク装置が求められるようになってきた。

一方、磁気ディスク装置の高密度記録技術は急速に進歩し、1スピンドル当たり1,200Mバイトの14inディスク装置が量産されるに至っている。このような高度な技術を小形ディスク装置に用い、新しい市場需要にこたえるため、大容量・高速のDK812S形8inディスク装置(最大容量170Mバイト、平均アク

セスタイム25ms)及びDK511形5.25inディスク装置(51Mバイト、30ms)を開発した。いずれの機種もそれぞれの標準的寸法、標準インタフェースを採用しており、従来機種からのグレードアップも容易としている。

なお、DK511形ディスク装置の開発と同時に、小形コンピュータシステムで標準となりつつあるSCSIタイプのホストインタフェースをもったストレージコントローラSC601を開発した。このコントローラは、FDD-441大容量フロッピーディスク装置(9.6Mバイト)とDK511形を混在して合計4台まで接続し制御できる。

### 2 DK812形及びDK511形ディスク装置の開発

DK812S形8inディスク装置及びDK511形5.25inディスク装置の開発に当たり、ユーザーのホストシステムへの接続を容易にするインタフェースの採用、幅広い記憶容量レンジの提供などに重点をおいた。

#### (1) 構成及び特徴

DK812S形の主な仕様を表1に、外観を図1に示す。同様にDK511形の主な仕様を表2に、外観を図2に示す。これら

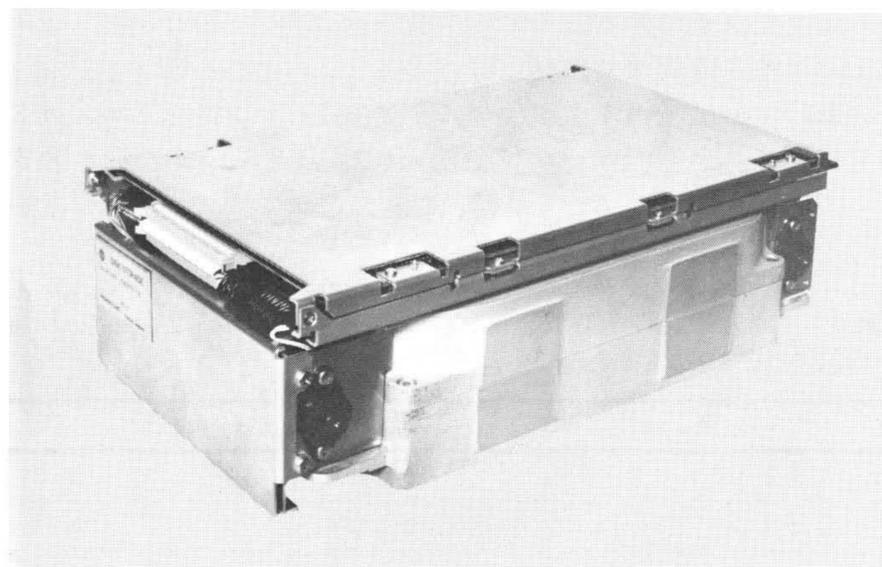


図1 DK812S形8inディスク装置 DK812S形8inディスク装置の外観を示す。



図2 DK511形5.25inディスク装置 DK511形5.25inディスク装置の外観を示す。

\* 日立製作所小田原工場

表1 DK812S形ディスク装置の仕様 DK812S形ディスク装置の主な仕様を示す。

| 項目         | 形式                | DK812S-5             | DK812S-8 | DK812S-12            | DK812S-17 |
|------------|-------------------|----------------------|----------|----------------------|-----------|
|            | 総記憶容量 (Mバイト)      | フォーマットなし             | 51       | 85.1                 | 119       |
|            | フォーマット時 (64セクタの例) | 40.5                 | 67.4     | 94.4                 | 134.8     |
| 円板枚数       |                   | 2                    | 3        | 4                    | 6         |
| ヘッド数       | データヘッド            | 3                    | 5        | 7                    | 10        |
|            | サーボヘッド            | 1                    |          |                      |           |
| シリンダ数      |                   | 823                  |          |                      |           |
| アクセス時間(平均) |                   | 25ms                 |          |                      |           |
| 回転数        |                   | 3,510rpm             |          |                      |           |
| データ転送速度    |                   | 1,209kバイト/秒          |          |                      |           |
| 記録密度       |                   | 9,650bpi             |          |                      |           |
| 記録方式       |                   | (2,7)RLLC            |          |                      |           |
| データ転送方式    |                   | NRZ                  |          |                      |           |
| 外形寸法       |                   | 幅217×奥行380×高さ117(mm) |          | 幅217×奥行380×高さ130(mm) |           |
| 重量         |                   | 約11kg                |          | 約13kg                |           |

注：略語説明 NRZ(Non Return to Zero)

表2 DK511形の仕様 DK511形の主な仕様を示す。

| 項目                    | 形式     | DK511-3             | DK511-5  |
|-----------------------|--------|---------------------|----------|
|                       | 総記憶容量  | フォーマットなし            | 36.4Mバイト |
| フォーマット時 (32セクタの例)     |        | 28.6Mバイト            | 40.0Mバイト |
| トラック容量(フォーマットなし)      |        | 10,416バイト           |          |
| 円板枚数                  |        | 3                   | 4        |
| ヘッド数                  | データヘッド | 5                   | 7        |
|                       | サーボヘッド | 1                   |          |
| シリンダ数                 |        | 699                 |          |
| アクセス時間 (セtring時間を含む。) | 平均     | 30ms                |          |
|                       | 最大     | 55ms                |          |
|                       | 最小     | 8ms                 |          |
| 回転数                   |        | 3,600rpm            |          |
| データ転送速度               |        | 625kバイト/秒           |          |
| 記録密度                  |        | 9,340bpi            |          |
| トラック密度                |        | 784tpi              |          |
| 記録方式・データ転送方式          |        | MFM                 |          |
| 電源条件                  |        | +12V ±10%, +5V ±5%  |          |
| 外形寸法                  |        | 幅146×奥行203×高さ83(mm) |          |
| 重量                    |        | 約3kg                |          |
| インタフェース               |        | ST506/412           |          |

注：略語説明 MFM(Modified Frequency Modulation)

小形ディスク装置の特徴を以下に述べる。

(a) 高密度記録

大形ディスク装置に使用されているのと同じ最新の軽荷重磁気ヘッドと高密度記録用の8in又は5.25in円板を用い、更に高精度サーボ位置決め機構を組み合わせることで、DK812S形では記録密度9,650bpi、トラック密度750tpi、またDK511形では9,340bpi、784tpiの高密度記録を達成している。

(b) コンパクトで軽量

DK812S形は8inフロッピーディスク装置並みの外形寸法で、重量は51Mバイト・85Mバイトモデルで約11kg、119Mバイト・170Mバイトモデルで約13kgと軽量である。DK511形はミニフロッピーディスク装置と同一の形状・寸法に小形化し、重量は約3kgと軽量化している。

(c) 直結DCスピンドルモータ

直結DCスピンドルモータの採用により、AC電源とともに50/60Hzの切替えも、ベルト交換などの保守も不要となり、ベルト駆動に付随して生じる騒音も除くことができた。

(d) 高速アクセス

小形ロータリボイスコイルモータを使用し、セtringタイムを含めた平均アクセスタイムを、DK812S形で25ms、DK511形で30msと高速にしている。キャリッジ速度の制御は、ドライブ内のマイクロプロセッサから発生する目標速度カーブに追従するように行なわれ、DK511形のシーク動作もバッファードシークモードで行なわれる。

(e) 互換性・移行性

DK812S形は8inディスク装置の標準仕様となっているSMDインタフェースと、またDK511形は5.25inディスク装置の標準であるST506/412インタフェースとそれぞれ互換性をもっており、他の類似装置からの移行を容易なものとしている。

(f) 高信頼度〔MTBF(平均故障間隔)2万時間〕

ヘッド、円板、専用LSIなど主要部品を一貫して自社生産し、その設計から出荷に至る各段階で厳しい品質管理を行なうことにより高信頼度を達成している。

(g) メンテナンスフリー

直結直流電動機の採用によりベルト交換を不要とするなど、定期保守なしに連続動作可能としている。

(2) (2,7)RLLC記録方式

DK812S形ではビット密度とデータ品質の向上のため、(2,7)RLLC(Run Length Limited Code)記録方式を採用した。この(2,7)方式では、データ語は表3に示す対応関係に従いコード語に変換される。この変換後のコード語の列では、数値“1”の間に挿入される“0”の個数が2から7までの範囲に限定されることになる。コード語の“1”を記録磁化反転に対応付けると、MFM(Modified Frequency Modulation)方式と同じビットレートで記録した場合、MFM方式より最小磁化反転間隔を1.5倍に長くでき、これにより記録・再生特性すなわちデータ品質を向上できる。

(3) 高精度位置決め機構

小形ロータリボイスコイルモータの採用により、コンパクトサイズと高性能サーボ位置決め機構を実現している。図3にDK812S形のHDA(ヘッドディスクアセンブリ)の構造を示

表3 (2,7)RLLCの変換テーブル (2,7)RLLC(Run Length Limited Code)での符号化の変換テーブルである。

| データ語 | コード語     |
|------|----------|
| 10   | 0100     |
| 11   | 1000     |
| 010  | 100100   |
| 011  | 001000   |
| 000  | 000100   |
| 0010 | 00100100 |
| 0011 | 00001000 |

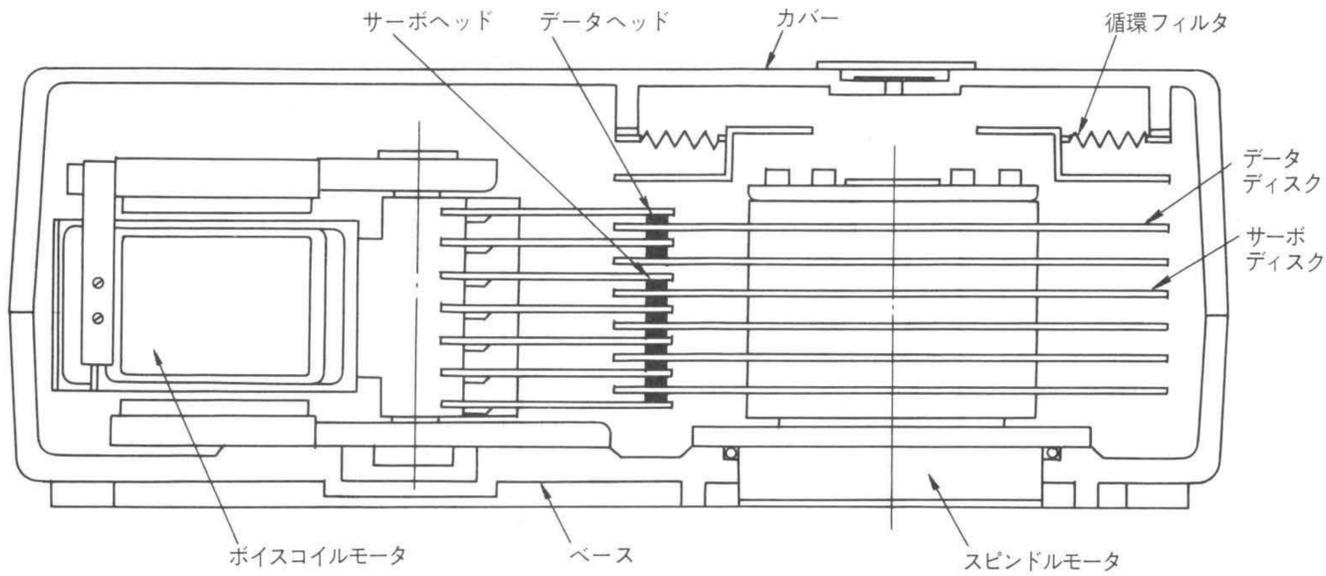


図3 DK812S形のヘッドディスクアセンブリ構造 DK812S形のヘッドディスクアセンブリの断面構造を示す。

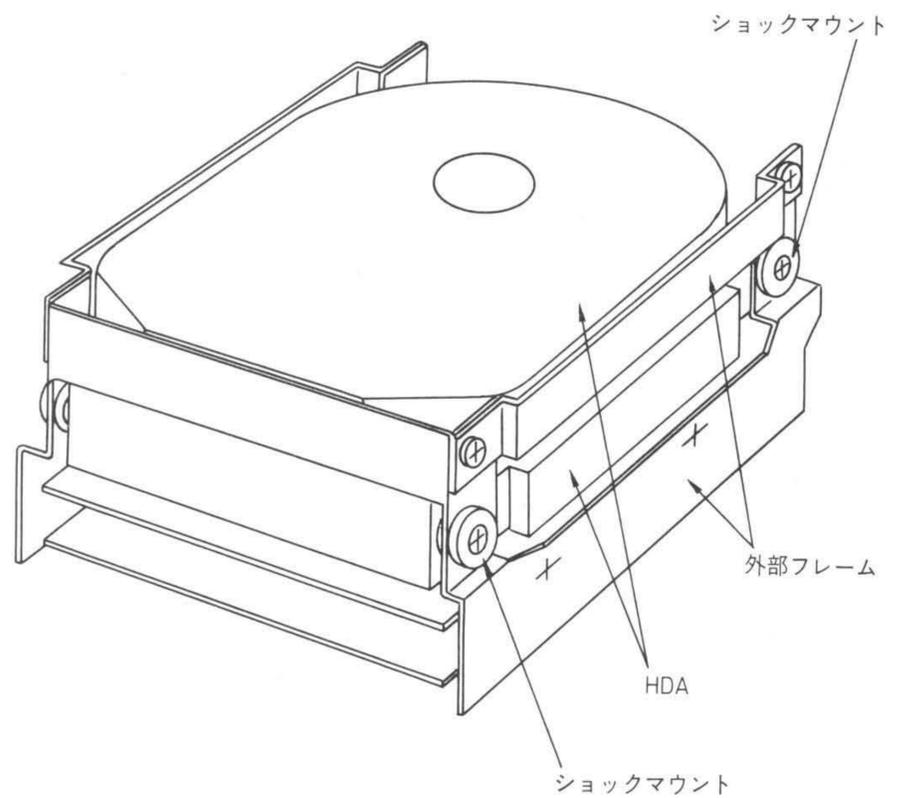
す。構造上の均一性と十分な強度を得るため、ベースとカバーをHDAの中間部で分離できるシェル構造としている。DK812S形はサーボ面を中央に位置する円板上に設け、熱偏位などに起因するデータヘッドのオフトラックを最小化し、高精度位置決めを可能としている。

(4) 緩衝構造

DK511形には、取扱い時などにHDA部分に直接外部からの衝撃が加わるのを防ぐため、HDAの周りに外部フレームを設けHDAを保護している(図4参照)。HDAは外部フレームにショックマウントを介して支持されており、外部から加わる振動・衝撃はショックマウントで緩和される。なおDK812S形用には、外部フレームは別途オプションとして準備されている。

(5) VFO回路オプション

DK511形のST506/412インタフェースの場合、データの復調に必要なVFO(Variable Frequency Oscillator)回路は通常コントローラ側に搭載される。しかし、ユーザーでのコントローラボードの設計を容易にし、かつシステム全体の信頼性・安定性の確保を容易にするため、VFO回路を収めた小形ボードのオプションを設定した。これはDK511形に取り付けて用いることができ、この場合のMFM READ DATA信号は、追加してコントローラに送られるREAD CLOCK信号と位相同期化されたものがコントローラへ転送される。



注：略語説明 HDA(ヘッドディスクアセンブリ)

図4 DK511形の緩衝構造 DK511形の外部からの振動・衝撃を吸収し、HDA(ヘッドディスクアセンブリ)を保護するための緩衝機構を示す。

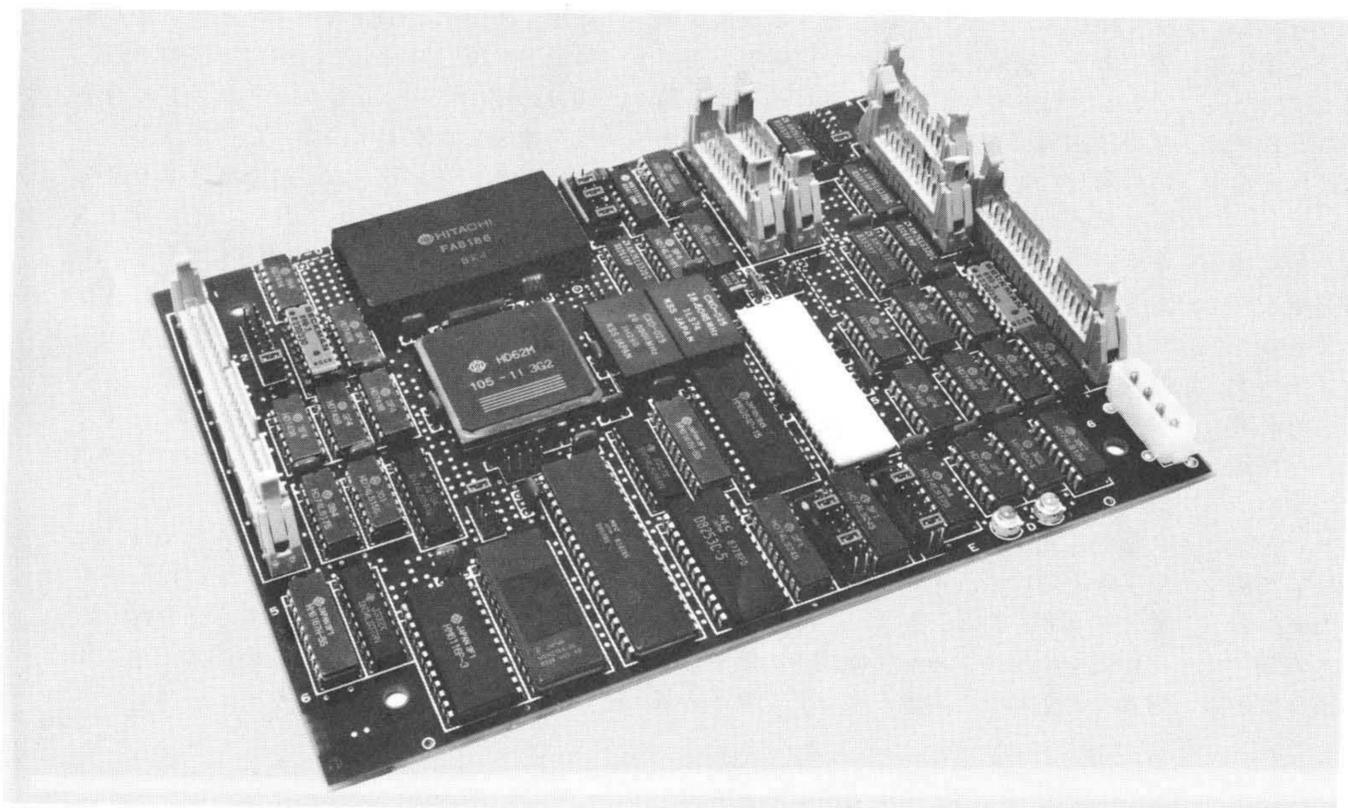
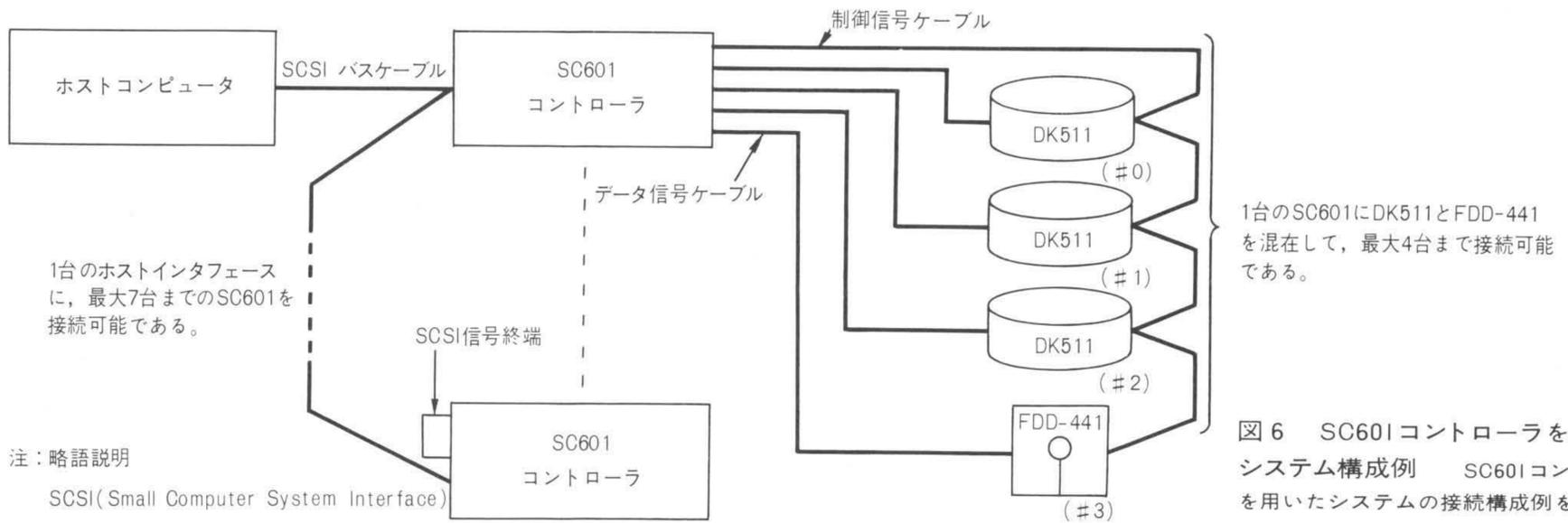


図5 SC601ストレージコントローラ 5.25inディスク装置と同サイズにまとめられたSC601コントローラボードを示す。



(6) SC601ストレージコントローラ

SC601の外観を図5に、またこれを用いたシステム構成例を図6に示す。SC601の主な特長を以下に述べる。

- (a) ホストインタフェースにSCSI (Small Computer System Interface) 標準インタフェースを採用し、ホストとディスク装置の接続を容易にしている。
- (b) DK511形と同一サイズ(幅×長さ)の単一ボードであり、DK511形に取付け可能である。
- (c) 1台のSC601にDK511形とFDD-441を混在して、合計4台まで接続して制御でき、種々ファイルが構成できる。
- (d) 1トラックデータバッファ(8,192バイトのFIFOデータバッファ)を内蔵し、これによりセクタインタリーブの考慮なしにホストとの高速データ転送が可能である。

- (e) オーバラップシーク機能がある。
- (f) 自動エラー再試行機能がある。
- (g) マルチセクタ処理が可能である。
- (h) 交代トラック処理が可能である。

3 結 言

小形・高性能ファイル装置としてDK812S形8inディスク装置(最大170Mバイト)及びDK511形5.25inディスク装置(最大51Mバイト)を開発し、また同時にDK511形用にSCSIタイプのホストインタフェースのストレージコントローラSC601を開発した。これら装置の特長は、(1)小形、(2)高密度で大記憶容量、(3)高速かつ高精度の位置決め、(4)日立技術の蓄積を生かした高信頼性である。

論文抄録

スーパークリーンルーム

日立製作所 柴田昭太郎・鈴木道夫  
電子通信学会誌 67-1, 49-51 (昭59-1)

LSIの製造歩留まりと信頼度の向上を図るためには、ウェーハやホトマスクに塵埃を付着させないことが重要である。その基本要素として、スーパークリーンルームが必要である。この場合、単に室内の浮遊塵埃を制御するだけでなく、付帯設備やプロセス、レイアウトまで含めたトータルシステムとしてのクリーン化を考慮しなければならない。

スーパークリーンルームでは気流を垂直層流にすることにより、室内局所で発生した塵埃を広範囲に拡散させずに除去できる。しかし、全面垂直層流形は運転コストの上昇を招くので、高潔浄度のスペースを必要最小限に抑えたトンネルモジュール形構造にするのが有効である。

たとえ無塵服を着用しても、またエアシャワーを通過しても、クリーンルームで働く人が最大の発塵源になる。そのため、省人化を図ることはクリーン化面でも有効である。同じくプロセス装置内部は潔浄度が

クラス1,000~10万と非常に汚れている。特に酸化炉、CVD装置、ドライエッチ装置などでは、反応管壁に付着した反応生成物がはく離して、ウェーハに付着する現象が顕著であり、装置の高クリーン化対策が大事である。付着塵埃に関しては目的とする環境中にSi鏡面ウェーハを放置した後、表面に付着した塵埃を光散乱法を利用した測定器で求めた。多くの実験結果から浮遊塵埃がウェーハに付着する確率は、ほぼ $10^{-4}$ であることが分かった。

クリーンルームの機能を発揮するには、塵埃以外にも精密な制御を必要とする。微細パターンを形成するのに使用する超精密機器を収容するスペースでは、温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内、湿度 $\pm 2\%$ 以内が要求される。同時に振動も問題になり、建屋と切り離れた独立基礎を設けて、その上に超精密機器を設置する必要もある。

LSIを不良にする有害塵埃の大きさは歩留まりと信頼度の両面から見て、素子の最

小加工寸法の $\frac{1}{10}$ とされている。そのため、 $1\mu\text{m}$ パターンの超LSIでは $0.1\mu\text{m}$ 径の塵埃を除去対象としなければならない。除塵に使用するHEPAフィルタの集塵効率最近飛躍的に向上し、現在では99.999% ( $0.1\mu\text{m}$ 粒径で)にもなり、クラス1の潔浄度を達成できるようになった。

現在クリーンルームの潔浄度は米国連邦規格209bで規格化されており、そこでは $0.5\mu\text{m}$ 径以上の塵埃総数で定義されている。スーパークリーンルームで問題になる $0.1\mu\text{m}$ 径とかクラス1~10の高潔浄度を規定する規格は存在していないのが実情である。この問題の解決を阻むのが計測技術であり、 $0.1\mu\text{m}$ 径の塵埃を測定できるダストカウンタはサンプリング量が極端に少ない。

このほかにもクリーンルーム内には、洗浄水、薬品、ガス、ハンドリングツールのような多数の塵埃汚染源がある。これらのクリーン化が実現されて初めてスーパークリーンルームの効果が生まれる。