

Pentium®4 用MPUクーラー「SAN ACE MC」

渡辺 道徳

小河原 俊樹

丸山 晴久

飯島 雅之

Michinori Watanabe

Toshiki Ogawara

Haruhisa Maruyama

Masayuki Iijima

1. まえがき

近年、コンピュータの頭脳であるマイクロプロセッサ(MPU)の技術的進歩はめざましく、高速・高機能化および高集積化の一途をたどっている。これにともなって、マイクロプロセッサからの発熱量も急速に増加している。インテル社から発売されている Pentium®4 プロセッサには、発熱量(熱設計電力)が 80 Wを超える製品が登場している。

このような、高発熱量のマイクロプロセッサを安定して動作させるには、従来にも増して高い冷却性能と信頼性を有する冷却装置が必要となる。

当社ではこのような要求に応えるために Pentium®4 用 MPU クーラー「SAN ACE MC(サンエース MC)」を開発、製品化した。

本稿では、その製品概要・特長を紹介する。

2. 開発の背景

当社では、これまでにインテル社の Pentium®4 マイクロプロセッサを冷却する冷却装置として MPU クーラー「サンエース MC」シリーズを製品化している。^{(1), (2), (3)}しかし、従来の製品シリーズでは 80 Wクラスの発熱量のマイクロプロセッサを冷却するには性能が不足していた。

そこで、従来よりも飛躍的に高い冷却性能を有する「サンエース MC」の開発に着手した。ヒートシンクの材質は、従来のアルミに加えて、熱伝導性の高い銅を使用して、効率よく熱を拡散させることを検討した。また、冷却性能を向上させるために、従来のサイズ・質量スペックを満足させつつ、ヒートシンクの冷却フィンの表面積をできるだけ拡大することを検討した。ファンモータの形状も冷却性能と騒音を考慮して設計した。

こうして開発したのが、製品化した Pentium®4 用 MPU クーラー「サンエース MC」である。

3. 製品の概要

図 1 に製品化した Pentium®4 用 MPU クーラー「サンエース MC」の外観を、図 2 に寸法諸元を示す。また表 1 に製品の性能諸元を示す。



図 1 Pentium®4 用 MPU クーラー「SAN ACE MC」の外観

本製品は、冷却ファンとヒートシンクを一体化した冷却装置で、Pentium®4 プロセッサ専用開発したものである。以下に製品の特長を記載する。

- (1) 山洋独自のファンとヒートシンクの送風構造
- (2) アルミ押し出し中空フィンに銅柱を挿入したヒートシンク
- (3) 高い冷却性能
- (4) 低騒音
- (5) 高信頼性、長寿命

表 1 Pentium®4 用 MPU クーラー「SAN ACE MC」の性能諸元

型番	定格電圧 [V]	使用電圧範囲 [V]	定格電流 [A]	定格回転速度 [min ⁻¹]	熱抵抗 [K/W]	音圧レベル [dB[A]]	質量 [g]
109X9912S0016	12	9~13.8	0.48	5400	0.295	45	450
109X9912T0S016*注 1	12	9~13.8	0.48	5400	0.295	45	
				2610	0.420	28	

*注 1.このモデルは温度可変速タイプです。ファンの吸い込む空気の温度が 32°C以下のときは低速で、40°C以上のときは高速で動作します。

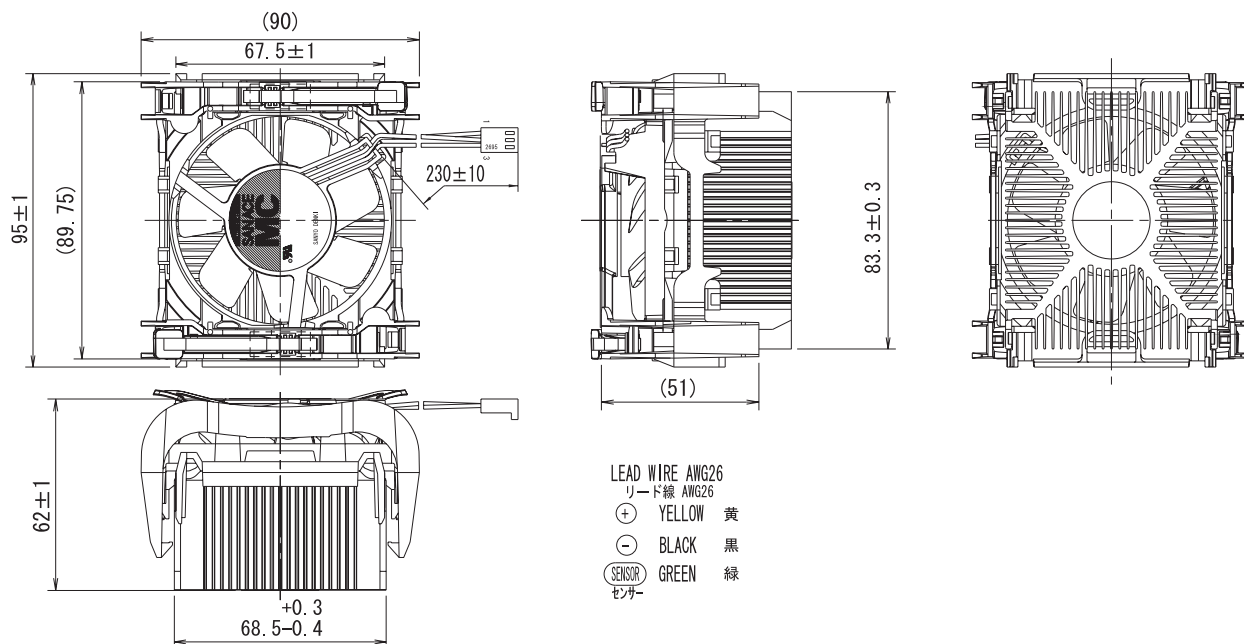


図2 Pentium®4 用 MPU クーラー「SAN ACE MC」の寸法諸元

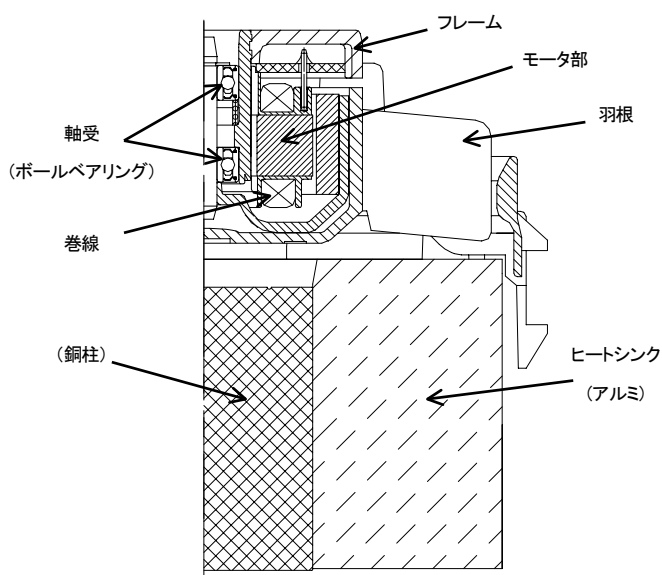


図3 Pentium®4 用「SAN ACE MC」の構造図

3.1 構造

Pentium®4 用「サンエース MC」の構造上の特長を以下に掲げる。また、構造を図3に示す。

- (1) 空気の吸込側にファンが、吐出側にヒートシンクが位置する構造である。この構造が、ファンの長寿命化と冷却性能の向上に寄与している。
- (2) 中空のアルミ押し出し材に銅柱を挿入した独特の形状をしたヒートシンクを採用している。この構成により、質量の増加を抑えつつ、高い冷却性能を実現している。

- (3) 比較的薄型の装置に実装されても冷却性能の低下を抑えるため、ファン吸気側に障害壁が近接しても、空気の通風量を確保できるように、フレーム形状を工夫している。

3.2 性能

(1) ヒートシンク

ヒートシンクは2つのパーツから構成されており、高い冷却性能を実現するための工夫を凝らしている。ベースとなる部分に熱伝導に優れた銅を採用し、その形状を円柱状とした。また、フィン部分は、質量増加を抑えつつ、表面積を増加させるために、アルミ押し出し材を中空の円筒状として、四方へフィンを伸ばす構造を採用した。このアルミ材の中空部に先述の円柱状の銅部品を挿入して、一体のヒートシンクとした。図4にヒートシンクの外観を示す。

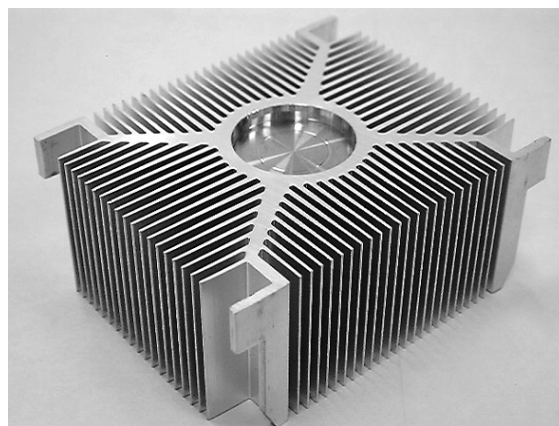


図4 ヒートシンクの外観

今回の製品開発では、高い冷却性能を450gという質量制限のなかで達成しなければならないことが課題のひとつであった。一般に冷却性能を上げようとすると、ヒートシンクの放熱面積を拡大させるためにフィンの数を増やす、熱伝導性を向上させるためにヒートシンクのベース厚を厚くするなどの手法で設計されるため、質量は重くなる傾向になる。また、ヒートシンクの材質に熱伝導率の優れた銅を使用すれば性能は上がるが、同様に質量が重くなってしまふ。したがって、ヒートシンクをすべて銅材で構成するのではなく、ヒートシンク中央部のみを銅とし、フィン部にアルミを使用することを検討した。しかしながら、単純に従来のアルミ押し出しヒートシンクの中央部に銅材を埋め込んだだけでは目標の冷却性能を実現できない。

ヒートシンクの性能は放熱面積とその放熱面積を通過する空気の通風量によって決まる。したがって、フィンの放熱面積を増やしつつ、ファンから送られた風が通過するための開口面積を確保するという相反する条件を両立させることが必要となる。そのために、フィン部を従来の押し出しヒートシンクのようにファンの回転軸に対して垂直方向に押し出して配列させるのではなく、フィンの押し出し方向をファンの回転軸方向として、さらに中央から四方へフィンを伸ばす構成とした。これにより、フィンの表面積を従来の押し出しヒートシンクに対して約16%増やすことができ、さらに、通風のための開口面積を確保することができた。また、このフィン中空部へ熱伝導性の高い銅柱を挿入することにより、ヒートシンク中央部の高さ方向にすばやく熱を拡散させ、各フィンへ熱を伝えることができるようにした。これらにより、ヒートシンク質量の増加を従来品の20%程度に抑えつつ、熱抵抗約0.3K/Wという高い冷却性能を達成した。

(2) ファン

製品に搭載したファンは冷却性能と騒音を考慮し、専用に設計した。図5にファンの外観を示す。



図5 ファンの外観

高冷却性能を達成するには、従来にも増して高風量が必要となるため、ファンサイズおよびモータサイズを従来よりもサイズアップして対応した。また、実際に機器に組み込まれた際に性能を発揮できるように、モータ部ラベル面よりベンチュリ部を一段下げ、ファン上部に障害壁が近接しても、空気の流路が確保される設計とした。

さらに、羽根形状、羽根とフィンとの距離、羽根に対するスポークの向きなどを最適化し、高風量・低騒音を達成した。

(3) 従来製品との比較

本製品と従来製品について、サイズ、冷却性能と質量を比較した結果を表2に示す。

本製品は従来製品に対し、製品サイズは同等、質量が約80g(約22%)増加しているものの、前述したようにファンとヒートシンクの性能を最大限に引き出せるように専用設計した結果、熱抵抗は0.125K/W(約30%)と大幅に改善している。この改善度は、冷却対象の発熱量が80Wのとき、従来製品に比較して10Kの温度上昇低減が達成できることを示している。

表2 比較表

型番	外観サイズ [mm]	質量 [g]	熱抵抗 [K/W]
109X9912S0016	95×74×62	450	0.295
109X9812H0016	95×71.3×62.5	370	0.420

また、表3に同一冷却性能における騒音を比較した。この結果、従来製品に対して約10dB[A]もの騒音低減が達成できたことになり、本製品を使用することにより、従来よりも装置騒音を低減することができる。

表3 同一冷却性能における騒音比較表

型番	熱抵抗 [K/W]	回転速度 [min ⁻¹]	音圧レベル [dB[A]] *注2
109X9912T0S016	0.420	2610	28
109X9812H0016	0.420	3900	39

*注2.音圧レベルは、ファン吸込側1mでの値。

4. むすび

Pentium[®]4 用 MPU クーラー「サンエース MC」の構造と性能の一部を紹介した。今後もマイクロプロセッサの高性能化、高速化が進み、さらに発熱量の増加が予想される。このような状況の中、より小型で冷却性能が高い冷却装置が求められていくと考えられる。

*本文中の Pentium[®]は、Intel 社の登録商標。

文献

- (1) 小河原ほか: Pentium[®] III & Pentium[®] 4 用「サンエース MC」
SANYO DENKI Technical Report, No.11 pp5-8 (2001-5).
- (2) 渡辺ほか: MPU クーラー「サンエース MC-HX」
SANYO DENKI Technical Report, No.12 pp25-28 (2001-11).
- (3) 池田ほか: Pentium[®] 4 1U サーバ用「サンエース MC」
SANYO DENKI Technical Report, No.14 pp20-23 (2002-11).



渡辺 道徳

1989年入社
クーリングシステム事業部 設計部
「サンエースMC」の開発、設計に従事。



小河原 俊樹

1984年入社
クーリングシステム事業部 設計部
「サンエースMC」の開発、設計に従事。



丸山 晴久

1997年入社
クーリングシステム事業部 設計部
「サンエースMC」の開発、設計に従事。



飯島 雅之

1999年入社
クーリングシステム事業部 設計部
生産技術部を経て「サンエースMC」の開発、設計に従事。