

セラック α [®]による放熱設計事例

打田 憲司 高木 康

耐環境性に優れた無機系塗料であるセラック α [®]*1)を応用した放熱システムを使い、ICの放熱対策として新規開発機種であるビジュアルタッチターミナル（以下、VT-I）に対して適用した。

本稿では、その設計適用事例について記述する。

適用装置（VT-I）のシステム概要

VT-Iは、沖電気独自のデザインを採用した装置で、インテル社製CPUと互換性を持つ低消費電力CPUを採用し、薄型FDD、2.5インチHDD、12インチTFTカラーLCD、タッチパネルを搭載した、タッチパネルPCである（写真1）。



写真1 VT-I 外観

また、外部インターフェースには、RS232C、プリンタ、LAN、USB、MIC、さらにスピーカ等を具備しており、組み込み用途の制御部やWEB端末等、幅広いシステムでの使用が期待されている。

VT-Iへの事前検証

VT-Iのメイン・ボードに実装されているのは低消費電力型のCPUではあるが、最新の高機能なオペレーティングシステムやアプリケーションソフトを動作させるためには、市販のパーソナルコンピュータ（以下、PC）相当

のパフォーマンスが要求されるため、必然的にPCと同等の放熱対策が必要とされる。

さらにデザインを重視した筐体としたため、従来より広く利用されている放熱の対策手法である空冷ファンやヒートシンク（LSIのパッケージや、電子機器から発生した熱を、外部へ放熱するための放熱器）を使用するにあたり、極力薄型で放熱効果が高いものを採用しなければならないという制限があった。

このためメイン・ボードの開発前段階で同一のCPUおよびチップセットを採用している市販ボードを用いて、VT-Iの筐体内に実装する形で事前に関係する個所の温度上昇を測定した。測定時の市販ボードには購入した状態の放熱対策が施されている。

VT-Iに対して、市販のベンチマークテスト*2)を行い、VT-Iの表示部や記憶装置などの周辺装置を全て動作させ、CPUの稼働率を上げた状態で装置内部温度の推移を測定した。測定は、VT-Iの設置状態によっても内部温度が変化するため、VT-Iを水平にした状態、水平面に対して約60度傾斜させた状態、さらに約60度傾斜させた状態でベンチマークテストを終了させCPUの稼働率を下げた状態の3つの状態にて実施した。図1が温度測定結果である。

温度測定結果から、CPUだけではなくメモリおよび周辺装置を制御するためのチップセット（サウスブリッジ、ノースブリッジと呼ばれるLSIで構成される）に大きな温度上昇がみられた。使用するCPUの上限使用温度は100℃

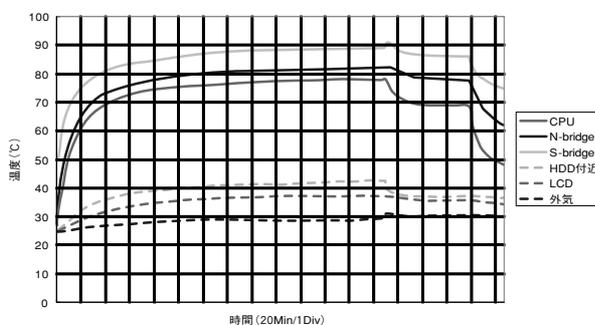


図1 市販ボードの温度測定結果

*1) セラック α は、セラミッション株式会社の登録商標です。 *2) ベンチマークテスト:市販の測定ソフトなどを使用し、装置に搭載しているハードウェアやソフトウェアの性能を定量的に測る試験のこと。ある特定の命令を何回実行できるかによって性能を測る。測定項目には浮動小数点演算性能、ディスクアクセス性能、グラフィック描画性能などがある。

以内、チップセットの上限使用温度は85℃以内であるため、このチップセット（サウス、ノースブリッジ）に対しても従来とは異なる放熱対策が必要となることが判明した。さらに、デザイン上の制約から放熱のために使用できるスペースは限られており、とりわけノースブリッジに関しては、貼り付けるスペースを含めて厚さが約2mmまでという、厳しい制約があった。

適用装置（VT-I）への検証

VT-Iで開発したメイン・ボードへの放熱対策の検証は、図2の順序で実施した。

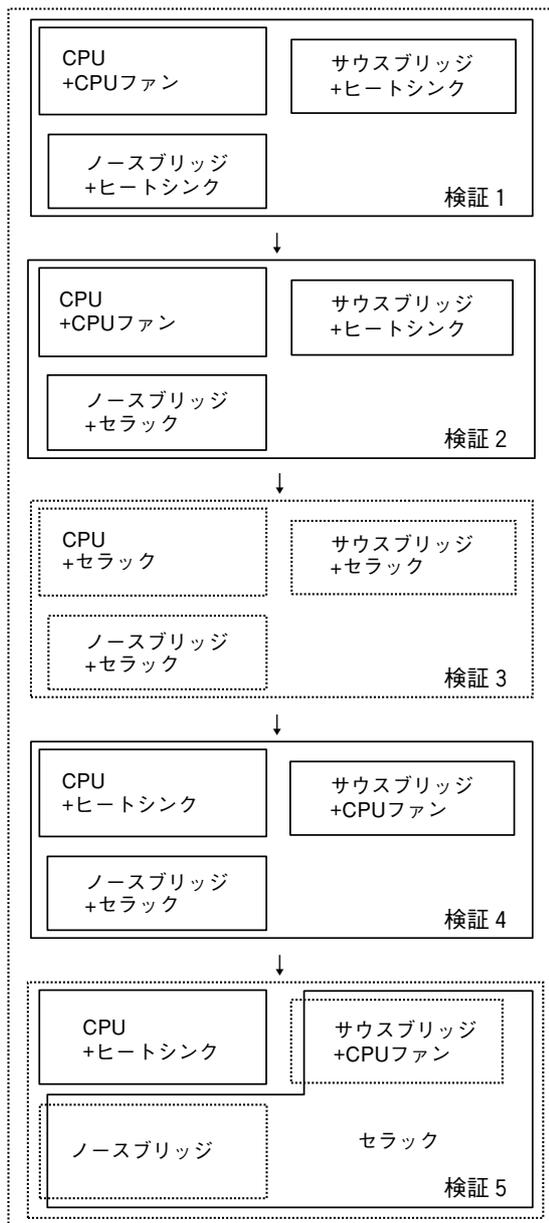


図2 温度検証の流れ

(1) 検証1

CPUにはノートPC用の側面噴出しタイプの空冷ファン、サウスブリッジには薄型ヒートシンク、ノースブリッジには極薄のヒートシンクを準備し、搭載して検証を実施した。

結果、CPUおよびノースブリッジについて、使用動作温度上限に対して10℃以上のマージンが取れないため、適用はできないと判断した。

(2) 検証2

ノースブリッジの熱対策として、極薄のヒートシンクでは検証1の結果からマージンがとれなかった。

このため、熱放射率特性に優れた液体セラミック塗料のセラックα[®]に着目し、薄型化・省スペース化が要求されるVT-Iへの適用を検討し、厚さ1mmのアルミニウム板にセラックα[®]を塗布した放熱板を製作して検証を実施した。ノースブリッジに対して厚さ1mmのセラックα[®]を使った放熱板を利用することにより、使用動作温度上限に対して、15℃下げることが目標に設定し、結果、25℃下げることができ予想以上のマージンを確保できることがわかった。

さらに別の利点として、薄型のため、通常使用されるヒートシンクより体積が小さくなることで、放熱に必要な換気領域をより大きく確保でき、また軽量のため、ノースブリッジの上に熱伝導テープの類で貼り付けて実装した場合の固定がより容易にできるので、装置にかかる振動や衝撃の影響で、落下する恐れが無くなることが確認できた。

このあとCPUの使用動作温度マージンを確保するための検証を続けていくことにした。

(3) 検証3

検証2において、ノースブリッジ上にセラックα[®]を使った放熱板を使い、目標以上の放熱効果を上げることができたので、使用動作温度に対してマージンが確保できていないCPUについてセラックα[®]を使った放熱板を実装した。また、ノースブリッジと同様に放熱効果が期待できる、サウスブリッジについてもセラックα[®]を使った放熱板を実装して検証を実施した。

結果、サウスブリッジについては、ノースブリッジと同様に使用動作温度上限よりも25℃下げることができたが、CPUについては15℃下げる目標に対して、10℃未満しか温度を下げることはできなかった。

VT-Iのパフォーマンスを上げる目的で、CPUの動作性能を高く設定しているために、発熱量が多く、したがっ

て、CPUに対しての放熱効果を上げるには強制的な冷却（空冷ファンで風をあてて放熱させ冷却する）が必要であることが改めて確認できた。

セラック α [®]を使用した放熱板での放熱方法は、自然空冷（放熱板で熱を伝えて空気中に放熱する）であり、空冷ファンで風を当てると放熱効果が薄れることが判っているため、CPUへセラック α [®]を使用した放熱板の適用は見送ることにした。

(4) 検証4

検証3にて、CPUには強制的な冷却を行う必要があることがわかったが、検証1、検証2の結果からCPUに空冷ファンを搭載してもCPUの使用動作温度を、効果的に下げることができなかった。その理由として空冷ファンの

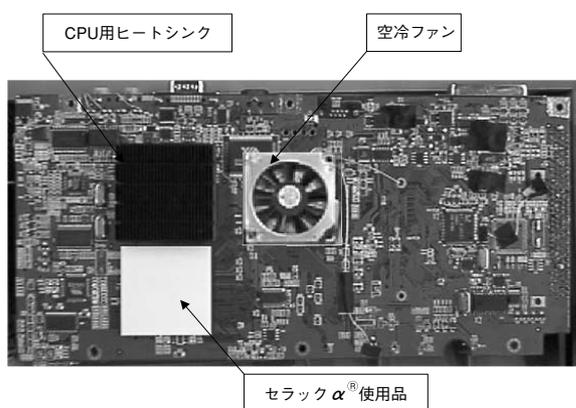


図3 検証4のボードへの適用

ベース部をヒートシンクとし、空冷ファンによって熱を排出する構造としたが、そのベース部がヒートシンクとしての機能を十分に果たさなかったため、期待した効果を得られなかった。このため、CPUに空冷ファンを取り付けて熱を放出させるのではなく、ヒートシンクによる冷却方式とし、空冷ファンをCPUに隣接しているサウスブリッジに取り付け、その側面から噴出する風をCPUのヒートシンクに当てることで放熱させる方式とし、検証を実施した。図3が実際のボードに対して、セラック α [®]を使用したヒートシンク、空冷ファンおよびCPU用のヒートシンクを配置、実装したものである。また、図4は検証4で実施した温度測定結果である。この測定結果から、CPUの使用動作温度の上限に対して、目標としていた15°C低下を実現し、さらに10°Cのマージンが確保できることが確認できた。さらに、空冷ファンを取り付けたサウスブリッジについては、使用動作温度の上限に対して、目標の15°Cを下げ、さらに15°Cという大きなマージンを確保することが確認できた。

ただし、この検証では空冷ファンをCPUより一回り小さなサウスブリッジに実装しているために、空冷ファンの固定には適さない。このため、VT-Iの製品化にあたり、空冷ファンを強固に固定する方法としてノースブリッジに実装しているセラック α [®]を使用しているアルミニウム板を改良して検証を進めることにした。

(5) 検証5

ノースブリッジのヒートシンクの基材として使用して

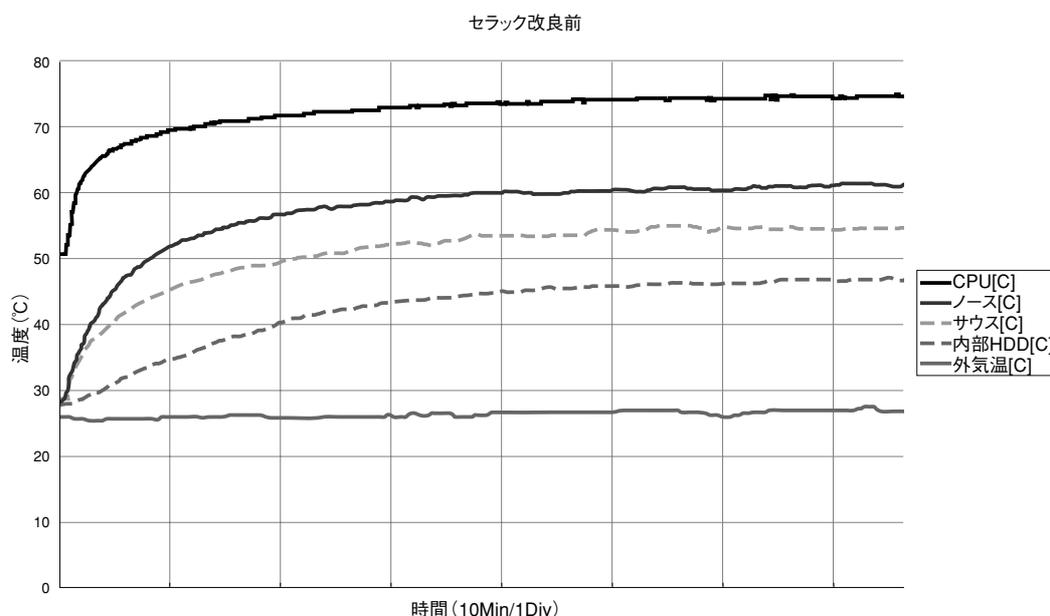


図4 検証4温度評価結果

いるアルミニウム板の面積を拡大し、片側端部をノースブリッジに固定、もう一方の端部をサウスブリッジに固定できるような逆L字型とした上で、空冷ファンを固定できる基材を設計した。アルミニウム基材は、空冷ファン取り付け部分を除いて、放熱可能な部位にセラックα®を塗布して検証を行った。

検証で使用した、改良版セラックα®使用品およびその他の放熱部材の配置、実装は図5のとおりである。

また、図6は本検証による温度測定結果である。この検証によって、空冷ファンは強固に固定されていることが確認でき、温度測定結果からもCPU、チップセット（サウス、ノースブリッジ）が検証4の結果に対して、さらに3~5℃温度上昇を抑えることが確認できたため、この方式を製品へ適用することにした。

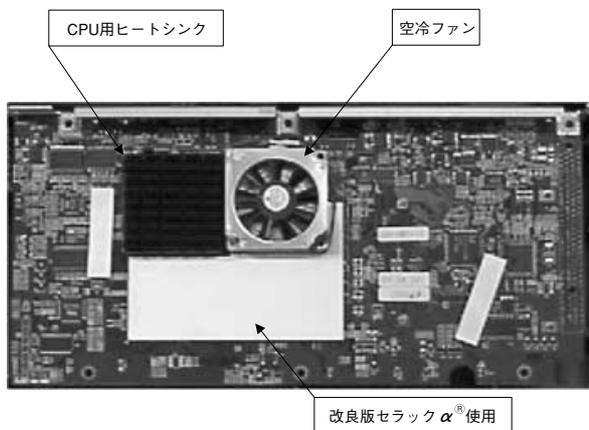


図5 検証5のボードへの適用

ここまで実施した検証結果から、セラックα®を1mm程度のアルミニウム板に塗布して使用したときのメリットが次のように導き出される。

- ①薄型化ができるので、高さがないところへ適用可能
- ②同じ面積の一般ヒートシンク以上の放熱効果
- ③塗布すれば使用できるため、基材の形状が自由に設計できる。

あ と が き

今回の装置には、ハードタイプと呼ばれる、金属（アルミニウム板）の基材にセラックα®を塗布したものを採用した。今後、装置のパフォーマンスをより向上させるため、CPU動作速度をより速くする必要があるため、さらなる放熱対策が必要となってくる。

ハードタイプのほかにシート形状で折り曲げが可能なソフトタイプのセラックα®使用品が紹介されているので、これを利用してより大きな放熱効果を上げる形状を模索し、さらに装置の筐体（カバ類や、板金）へ放熱させる方法を確立していきたい。◆◆

● 筆者紹介

打田憲司：Kenji Uchida. 株式会社沖情報システムズ ハードウェア 開発第一部

高木康：Yasushi Takagi. 金融ソリューションカンパニー システム機器本部 システムコンポーネント開発部

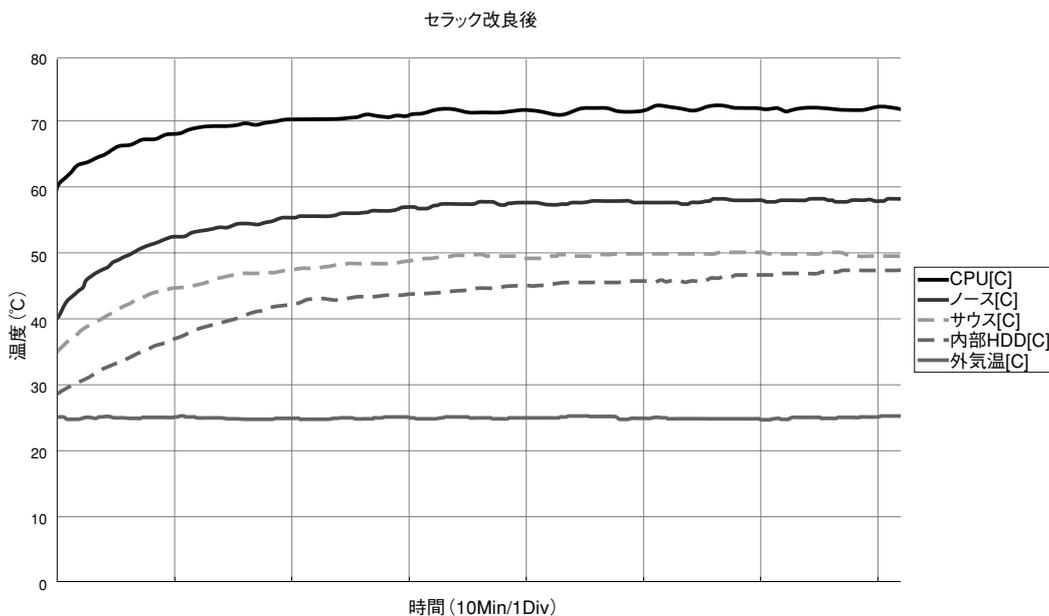


図6 検証5温度評価結果