

★ 高性能半導体の高速化、デバイスの高密度実装に伴う熱問題対策を徹底解説

電子機器の 放熱・冷却技術と部材の開発 ～5G、高速化、小型化への対応～

● 発刊予定:2021年7月末 ● 体 裁:A4判 約 500頁 ● 定 価:88,000円(税込) ● ISBN:978-4-86104-852-4

※大学、公的機関、医療機関の方には割引価格(アカデミック価格)で販売いたします。詳しくはお問い合わせください。



本書のポイント

技術情報協会 放熱部材

ヒートシンクの設計と適用

- ・次世代パワー素子におけるホットスポット問題解消
- ・1本あたりの最大熱輸送量の増加
- ・グラファイトと金属材料の複合化とヒートスプレッダー応用
- ・データセンターへ向けた銅短繊維製ヒートパイプ

TIM(Thermal Interface Material)材の開発と適用事例

- ・厚み方向への大量の熱を輸送するための配向技術
- ・TIMにおける高熱伝導率の発現と接触熱抵抗の低減
- ・より少ないファイラー充填での高熱伝導率発現
- ・多機能なTIMの開発

放熱基板の開発

- ・金属ベース基板の高熱伝導性、ヒートショック特性の向上
- ・窒化ケイ素基板の高熱伝導化

次世代冷却技術の展望

- ・沸騰冷却技術の展望とその課題
- ・電場印加による沸騰熱伝達
- ・磁性流体を用いた循環熱輸送デバイスの開発

デバイスの放熱設計事例

- ・熱設計・熱検証の進め方、シミュレーション技術
- ・基板放熱を前提とした熱設計への対応、部品技術
- ・液浸冷却を目指した水没プロセッサチップの設計と評価
- ・モバイル機器における熱設計のポイント
- ・GaN-HEMTデバイスへのダイヤモンド放熱基板の適用
- ・光送受信機の省電力・小型化技術
- ・車載ECU・電子機器の高耐熱・放熱実装設計
- ・xEV用パワーユニットと放熱対策
- ・車載リチウムイオンバッテリーシステムの温度管理、部材選定

執筆者(敬称略)

(株)ロータス・サーマルソリューション	井手 拓哉	福井大学	中根 幸治	東京工業大学	安井 龍太	三菱電機(株)	斧原 聖史
(株)高木製作所	高木 章三	千代田インテック(株)	河野 謙太郎	(株)東芝	鈴木 智之	千葉工業大学	関 研一
(株)インキュベーション・アライアンス	藪本 秀明	昭和電工マテリアルズ(株)	天沼 真司	(株)IDAJ	宮崎 研	立命館大学	木股 雅章
(株)サーモグラフィティクス	竹馬 克洋	信越化学工業(株)	伊藤 崇則	(株)アドバンストナレッジ研究所	桃瀬 一成	東洋大学	佐野 勇司
西村陶業(株)	西村 元延	デンカ(株)	米村 直己	(株)日立製作所	佐藤 航	東京都立産業技術高等専門学校	齋藤 博史
豊橋技術科学大学	西川 理仁	広島大学	佐々木 元	東芝デバイス&ストレージ(株)	江上 孝夫	静岡理科大学	櫻木 俊一
パナソニック(株)	鈴木 彩加	(株)アカネ	砂本 健市	(株)ベテル	羽鳥 仁人	サンケン電気(株)	白井 浩
(株)村田製作所	玉山 孟明	(株)FJコンポジット	津島 栄樹	三菱電機(株)	岩本 直樹	日新技研(株)	土屋 量平
東北大学	永井 大樹	三菱マテリアル(株)	新井 皓也	(株)アイフェイス	橋本 寿正	サームルオフィスはら	原 潤一郎
古河電気工業(株)	上久保 将大	東芝マテリアル(株)	青木 克之	長岡技術科学大学	井原 郁夫	芝浦工業大学	小野 直樹
(株)昭和丸筒	香川 勝彦	山陽小野田市立山口東京理科大学	海野 徳幸	(株)東レリサーチセンター	遠藤 亮	(株)デンソー	神谷 有弘
パンドー(化学)(株)	向 史博	(株)KRI	藤井 泰久	(株)ワイティール	近藤 良夫	三菱電機(株)	石橋 誠司
富士高分子工業(株)	美馬 久郎	東京大学	上村 光宏	KQA(株)	平沢 浩一	Consultancy Office Y's	山本 恵一
(株)ADEKA	山田 岳史	富山県立大学	石塚 勝	国立情報学研究所	藤原 一毅	共創企画	中條 博則
		富山大学	川口 清司	高砂熱学工業(株)	池田 昌弘		
		足利大学	西 剛向	日本フォームサービス(株)	坂本 裕樹		
		サームルオフィスはら	原 義勝	三菱電機(株)	吉嗣 晃治		

第1章 ヒートシンクの設計と小型、高熱伝導化 第1節 ロータス型ボラス金属を用いたヒートシンクの開発と展開 1. ロータス型ボラス金属とロータスヒートシンクの特徴 2. ロータスヒートシンクの種類 3. 次世代半導体向けヒートシンク設計の設計指針 第2節 水冷を中心としたIGBT、LEDに向けたヒートシンクの開発 1. IGBT用水冷ヒートシンク 2. LED用水冷ヒートシンク 第3節 グラフェンハイブリッドヒートスプレッダーの開発と熱対策部材への応用 1. 従来の熱対策部材 2. グラフェン放熱部材 3. グラフェン放熱部材と金属・樹脂とのハイブリッド 第4節 高熱伝導性を有するヒートスプレッダー及び絶縁基板の開発 1. 高熱伝導グラファイトの特徴や構造 2. 高熱伝導グラファイトの複合化技術 3. ヒートスプレッダー及び絶縁基板の開発について 4. 評価 第5節 放射放熱を活用したセラミックヒートシンクの開発 1. LED照明のネックは熱対策 2. 第三の放熱現象に着目 3. Cu平板と比較実験 4. 製品ラインアップを絞る 5. TSVと組み合わせて放熱	第2章 ヒートパイプの設計と小型、熱輸送効率向上 第1節 ループヒートパイプの高度な設計方法 1. LHPの概要 2. LHPシステムの設計方法 3. 蒸発器設計 第2節 JEST型ループヒートパイプの開発と電子機器への適用 1. JEST型ループヒートパイプの作動原理と基本動作 2. JEST型ループヒートパイプの基本的な熱輸送特性 3. 電子機器への適用 第3節 超薄型ペーパーチャンパーの開発とその応用 1. 超薄型ペーパーチャンパーの開発 2. 超薄型ペーパーチャンパーの応用 第4節 宇宙機の排熱システムの現状とその開発 1. ループヒートパイプ 2. 自動振動ヒートパイプ 3. 流体ループによる制御技術の現状 第5節 データセンターへ向けた銅短繊維製ヒートパイプの開発と適用 1. 複合焼結ヒートパイプの内部構造 2. 実験方法 3. 測定結果 4. 銅短繊維ヒートパイプの課題 第3章 各種TIM材の開発と応用	第1節 積層技術を活かした黒鉛積層型熱伝導シートの開発 1. 黒鉛積層型熱伝導シート 2. 熱特性評価 3. 信頼性試験 4. 熱対策部品への活用について 第2節 形状異方性ファイラーを配向制御した高熱伝導放熱シートの開発 1. TIMの必要特性と放熱シートの特徴 2. 高熱伝導率化処方と肯反事象 3. h-BN垂直配向放熱シート 4. 導電ファイラー垂直配向放熱シート 第3節 シリコン材料のTIMへの応用 1. シリコンとは 2. 熱伝導性ファイラーとは 3. シリコン系TIMとは 4. 各種TIMの種類と特色 5. 高機能タイプ 第4節 パワーデバイス向け高耐熱高放熱接着シートの開発と適用 1. 高耐熱樹脂の特徴 2. シートの高放熱化 3. 金属基板への放熱シートの適用 第5節 ナノファイバーの放熱シートへの応用 1. エレクトロスピニング法を利用したアルミナナノファイバーの作製
--	---	---

<p>2. アルミナナノファイバーを熱伝導フィラーとした 放熱シートの作製と熱伝導特性</p> <p>第6節 超柔軟放熱シートの開発と特性</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 熱設計の現状とTIMの役割 2. 超柔軟TIMシート 3. シリコン系TIMの長期信頼性 <p>第7節 次世代自動車産業を見据えたサーマルマネジメント部材の展開</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 車両の電子化とパッケージング <ol style="list-style-type: none"> 1.1 地球環境保全への意識 1.2 車両の電子化 2. サーマルマネジメントの重要性 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 パワーモジュールとサーマルマネジメント 2.2 サーマルマネジメントのキーワード 2.3 サーマルマネジメントによる自動車設計への貢献 3. サーマルマネジメント材料 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 素子接合用焼結銅ペースト 3.2 高耐熱コーティング材 3.3 パワーモジュールパッケージングの今後の展開 <p>第8節 放熱材料の設計と信頼性評価</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 放熱材料の性能 2. シリコン系放熱材料の分類 3. 当社シリコン系放熱材料の紹介および信頼性評価 	<p>第3節 半導体パッケージの3次元熱モデルとその課題</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. コンピュータやモータモジュールの主要素子とモデル化における課題 2. マイクロプロセッサパッケージのモデル化に関する課題と 3次元熱モデルの構築 3. 表面実装型パワー半導体パッケージのモデル化に関する課題と 3次元熱モデルの構築 <p>第4節 電子機器における熱設計・熱検証の進め方 ～Excel簡易計算・PCLIS・熱回路網法・CFDの活用連携～</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電子機器の熱設計とは 2. 熱検証ツールを活用連携した熱設計のフロー 3. 熱流束と目標熱抵抗で事前検証 4. 熱設計・熱検証の進め方 5. 熱検証ツールの使い分け <p>第5節 実務からみた熱解析、モデル化のポイント</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. なぜ熱解析を外注化するのか 2. 熱解析を外注化する際に気をつけるポイント 3. 多種多様な製品の理解とモデル化のポイント <p>第6節 温度推測式を用いた電子機器の冷却性能診断技術の開発</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 冷却性能低下の原因と特定する上での課題 2. 冷却性能診断法 3. 実験による実効性検証 <p>第7節 熱設計のフロントローディングとサブライチューン －熱設計支援シミュレーションツールSimcenter FlothermTMによる 発熱部品の冷却解析－</p> <p>第8節 FlowDesignerを用いた熱設計・熱対策における逆解析技術</p> <p>第9節 ベルチエ素子を用いた電子機器の熱設計に向けた 熱回路モデルと温度特性の推定</p> <p>第10節 車載用アナログパワーICの熱Sim技術</p>	<p>第6節 モバイル機器の熱設計の特徴</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. モバイル機器の熱設計の特徴 2. 電気/機構/ソフトウェアの設計領域をまたぐ協調設計 3. システムレベル解析手法 <p>第10章 センサ設計における熱マネジメント技術</p> <p>第1節 赤外線イメージセンサの性能向上に向けた熱設計</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 赤外線イメージング 2. 熱型赤外線検出器の構造と動作 3. 熱型赤外線検出器の熱設計 4. 熱型赤外線検出器の熱設計の例 5. パッケージ内気体の影響 6. 低熱コンダクタンス化の推移 7. 今後の予測 <p>第2節 小型素子に有効なペルチェ素子を用いた 電子冷却装置の冷却効率の解析と向上</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ペルチェ素子の熱電冷却動作 2. ペルチェ素子の冷却効率を向上させる駆動方法 3. 冷却効率の向上効果の確認実験 4. 冷却効率の解析 5. 実験結果 <p>第11章 パワー系電子機器の放熱・冷却技術</p> <p>第1節 相変化を利用した高性能熱輸送デバイスの開発と パワーデバイス等電子機器冷却への応用</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 並列細管型熱輸送デバイスについて 2. 熱輸送特性評価実験装置 3. 並列細管熱輸送デバイスの熱輸送特性 4. 並列細管熱輸送デバイスの電子機器冷却への応用 <p>第2節 水冷方式を用いたパワーエレクトロニクス素子の 冷却基板、フィンの高効率化</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 冷却水路構造と冷却性能 2. 冷却基板フィン構造の最適化 3. 最適流路幅の研究 <p>第3節 スイッチング電源における開発トレンドと放熱対策への取り組み</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 小型化・長寿命化を実現するための回路技術 2. 小型化・長寿命化を実現するための放熱技術 <p>第4節 金属溶解用高周波電源における放熱の課題とSiCモジュール搭載技術</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 冷却機構 2. SiCモジュール 3. SiC定格確認 4. 温度上昇試験 5. モジュール損失と熱抵抗 6. ヒートシンク選定 7. 空冷式高周波電源 8. 強制空冷発振試験 9. 周波数特性試験 10. SiCタイプ比較試験 11. ファンレス試験
<p>第4章 高放熱・高熱伝導な基板の開発</p> <p>第1節 車載向け金属ベース基板の高放熱化と開発動向</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. EV(電気自動車)用パワーモジュールに適用される基板 <p>第2節 鱗片状グラファイト/銅複合材料中の グラファイトの配向性制御による放熱性向上</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 複合材料の作製と配向性制御 2. グラファイトの配向性評価 3. グラファイトの配向性が熱伝導性に与える影響 4. 圧延による配向性制御と熱伝導性に与える影響 5. 熱伝導率予測とその妥当性 6. 熱膨張率の評価 <p>第3節 天然黒鉛と高熱伝導金属を組み合わせた複合材の開発</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 鱗片状天然黒鉛の薄層化 2. 焼結 3. 経年劣化 4. 複合材のヒートシンク <p>第4節 拡散接合(S-DBC)による放熱性に優れたセラミックス絶縁基板の開発</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. セラミックスと銅の接合 2. 次世代自動車用セラミックス 3. SiNへの銅の接合方法(AMB法の問題点) 4. SiNへの銅の拡散接合法(S-DBC法) 5. 拡散接合法(S-DBC法)の物性 <p>第5節 非熱発電用熱電変換モジュール向け絶縁回路基板の開発</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 緒言 2. 実験方法 3. 結果考察 <p>第6節 高熱伝導窒化ケイ素基板開発の狙いどころ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 緒言 2. 窒化ケイ素の特徴と諸特性 3. 高熱伝導化の狙いどころ 4. 窒化ケイ素基板の適用事例と課題 	<p>第7章 熱伝導、温度測定とそのノウハウ</p> <p>第1節 定常・非定常法による熱伝導測定</p> <p>第2節 定常法による厚さ方向の熱伝導率測定方法</p> <p>第3節 温度波を用いた熱拡散率・熱伝導率測定法の開発と材料評価事例</p> <p>第4節 超音波サーモメトリを用いた内部・界面温度計測</p> <p>第5節 半導体デバイス設計における材料の性状を考慮した熱特性評価</p>	<p>第3節 スイッチング電源における開発トレンドと放熱対策への取り組み</p> <p>第4節 金属溶解用高周波電源における放熱の課題とSiCモジュール搭載技術</p> <p>第5節 非熱発電用熱電変換モジュール向け絶縁回路基板の開発</p> <p>第6節 高熱伝導窒化ケイ素基板開発の狙いどころ</p>
<p>第5章 高効率な冷却技術の開発</p> <p>第1節 気泡微細化沸騰に向けた表面制御</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 緒言～Society5.0時代における冷却技術の重要性 2. Society5.0向け冷却技術の切り札～沸騰冷却とその課題 3. 次世代沸騰冷却技術～気泡微細化沸騰について 4. 気泡微細化沸騰に表面性状が及ぼす影響 5. 結言および今後の展望 <p>第2節 磁性流体を用いた循環熱輸送デバイスの開発と応用可能性</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 磁性流体を用いた循環熱輸送デバイス 2. 今後の応用開発 <p>第3節 電場を用いたパワーデバイス素子の放熱技術</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 沸騰熱伝達 2. パワーデバイス素子の沸騰冷却 3. 電場を利用した沸騰熱伝達促進 	<p>第8章 プリント基板の放熱技術</p> <p>第1節 高密度LED実装に向けたプリント基板の放熱技術について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新放熱技術開発の狙い 2. LED照明について 3. 放熱温度実験データ 4. 照明器具への応用 5. LED投光器への応用 <p>第2節 第2節 基板放熱を前提とした熱設計への対応、部品技術</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大気放熱型熱設計から基板放熱型熱設計へ 2. 基板放熱型部品に適した熱設計手法 3. 基板放熱型部品の温度測定 <p>第9章 5G・情報通信機器の放熱・冷却技術</p> <p>第1節 水没コンピュータに関する研究</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. バリウム膜コーティング 2. シミュレーション評価 3. 関連研究 <p>第2節 データセンターにおける空調技術の現状と課題、今後の展望</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 現状把握のための測定 2. 測定対象の分類 3. 測定結果解析と対策 不具合項目の原因と対策 4. 課題解決のための空調システム開発 <p>第3節 液浸冷却システムの仕組みと運用構築、その課題について</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 液浸冷却装置とは 2. 液浸冷却装置の仕組み 3. 冷媒について 4. 液浸用サーパについて 5. サーパを液浸化するメリット 6. 液浸化することの施設構築時メリット 7. サーバルーム新築時に得られる効果 <p>第4節 GaN-HEMTデバイスへのダイヤモンド放熱基板の適用と熱解析</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. GaN-on-ダイヤモンド構造 2. 定常伝熱解析 <p>第5節 光送受信機の省電力・小型化技術</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 光送受信機の機能と構成 2. 光送受信機の省電力化・小型化技術動向 3. 基幹系向け光送受信機 4. 将来に向けて 	<p>第12章 EV用電池の放熱・冷却技術</p> <p>第1節 リチウムイオンバッテリーシステムの 温度管理・各種方式と必要な熱源・部材</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 駆動電池の温度デバイス 2. 温度デバイスの詳細 3. 理想的な温度管理デバイス 4. 次世代電池 <p>第2節 薄型ヒートパイプと相変化材料を活用した 電気自動車向け電池冷却システムの開発</p> <p>第3節 車載ECU・電子機器の高耐熱・放熱実装設計</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 車載電子製品への要求 2. 車載電子製品の特長 3. 車載電子製品の小型化と長寿命の両立 4. 車載電子製品の实装・熱設計 5. 車載電子製品におけるパワーデバイスの実装・熱設計 6. 電動車両におけるインバータのパワーデバイス実装・放熱技術 <p>第4節 様々なxEV用パワーユニットと放熱対策 ～2モータシステムに対応した機電一体パワーユニットの開発と放熱対策～</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. xEV用パワーユニット 2. xEV用パワーユニットの放熱対策 <p>第5節 EV・HEV用モータにおける冷却・放熱方式と技術動向</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. EV・HEVの熱管理についての概要 2. モータ冷却の実際 3. マグネットワイヤ(コイルの絶縁部)耐熱性の冷却システムへの影響考察 <p>第6節 車載カメラの耐熱・放熱対策</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ADAS、自動運転本格化で市場規模が拡大する車載カメラ 2. ADAS普遍化、自動運転技術稼働により急拡大する車載カメラ市場 3. 耐熱性が重要な車載カメラ用Lensの動向 4. 車載用に最適、リジッド基板で「耐熱」メタル基板の役割も兼ねる 「銅インレイ基板」

