

高性能電子セラミックス (2) 実装基板技術の新展開

TIC書籍「ナノからテラヘ」シリーズ

高性能電子セラミックスデバイス (2)

実装基板技術の新展開



定価 31,500 円 (税込)

2014 年 01 月 20 日 第 1 版第 1 刷発行

各種携帯型電子機器類の小型化・多機能化・高性能化や、高速大容量データ伝送を実現するためには、個別の部品レベルでの高集積化・小型化・微細化や、配線板の表面上での 3 次元実装技術だけでは実現困難な状況となっており、新たな手段や技術開発が重要視されている。

このような状況に対応する技術として、配線板の内部を含めた 3 次元の部品実装による高密度実装の実現や、部品間の最短配線で、配線の寄生インダクタンス低減による電氣的な性能向上も実現できる部品内蔵プリント配線板技術の開発などの要求がますます高まっている。

本書は、実装基板技術について月刊「マテリアルインテグレーション」に掲載された記事をまとめ、今後の技術方向を明確にし応えられる内容に致しました..

セラミックスに関連した調査、企画、研究開発、製造などの多くの分野の方々にご活用頂ければ幸いです。

執筆者一覧 (50 音順) 肩書は執筆当時

青木 重憲	(株)富士通研究所	マイクロエレクトロニクス材料研究部	主任研究員
秋本 裕二	昭栄化学工業(株)	開発部部长	
天羽 悟	(株)日立製作所	日立研究所	
五十嵐 智宏	太陽誘電 (株)	事業本部	I 技術部
五十嵐 秀二	防衛大学校	電子工学科	
生稻 一洋	日本電気 (株)	機能材料研究所	主任研究員
石川 浩	(株) 富士通研究所	基盤技術研究所	主席研究員
石田 政信	京セラ(株)	総合研究所	半導体部品開発部
井上 泰史	太陽誘電 (株)	総合研究所	研究員
今中 佳彦	(株) 富士通研究所	材料・環境技術研究所	マイクロエレクトロニクス材料研究部 主任研究員
岩永 慶二	東レ(株)	電子情報材料研究所	
上山 守	三菱マテリアル (株)	セラミックス研究所	
海老原 均	太陽誘電 (株)	事業本部	I 技術部
遠藤 孝子	(株) 川角技術研究所	技術部	
大久保 慎一	(株) 福井村田製作所	多層技術課	
大塚 寛治	明星大学	情報学部	電子情報学科
尾梶 富男	ニホンハンダ(株)	技術部	技術課 課長
小倉 洋	松下電器産業 (株)	先端技術研究所	主席研究員
小澤 哲夫	静岡理科大学	講師	
小田 勉	京セラ (株)	電子部品統括事業部	回路部品開発部

影山 信夫 ニホンハンド(株) 技術開発推進部 部長
金子 正信 太陽誘電(株) 事業本部 I技術部
川角 眞六 (株)川角技術研究所 代表取締役社長
金 権鉢 大阪大学産業科学研究所 環境調和ナノマテリアル分野 院生
工藤 知宏 RWCP 並列分散システムアーキテクチャ研究室 室長
国井 敏弘 アンリツ(株) 化工部 材料課 課長
熊川 征司 静岡大学 電子工学研究所 所長
倉又 朗人 (株)富士通研究所 基盤技術研究所 光半導体研究部
小池 真司 NTT 通信エネルギー研究所 ネットワーク装置インテグレーション研究部
國分 正也 京セラ(株) 総合研究所 高速伝送基板開発部
小城 宏樹 デュボン(株) 中央研究所 電子材料事業部門 技術部
小松 和博 北海道松下電器(株) 積層チップ部品グループ 開発技術チーム
坂部 行雄 (株)村田製作所 技術開発本部 統括部長
桜井 武夫 太陽誘電(株) 事業本部 I技術部
佐藤 茂樹 TDK(株) 基礎材料研究所 研究主任
篠崎 和夫 東京工業大学 工学部無機材料工学科 助教授
車 声雷 住友金属鉱山(株) 電子事業本部 電材事業部 ペースト部
白石 和明 松下電子部品(株) 回路基板事業部 主事
新保 優 東芝セラミックス(株) 開発研究所 所長付主幹
菅沼 克昭 大阪大学産業科学研究所 環境調和ナノマテリアル分野 教授
菅沼 克昭 大阪大学 産業科学研究所 教授
鈴木 一高 太陽誘電(株) 総合研究所 基礎開発部 研究室 係長
関根 健治 (株)日立製作所 中央研究所 主任研究員
瀬古 靖 田中貴金属工業(株) 厚木工場 製造技術セクション チーフマネージャー
高田 功 住友金属鉱山(株) 電子事業本部 電材事業部 ペースト部
高橋 孝 (株)東芝
竹島 裕 (株)村田製作所 技術開発本部 研究員
塚田 裕 日本アイ・ピー・エム(株) 理事 野洲研究所所属
富田 佳宏 松下電器産業(株) デバイス開発センター
仲 勝彦 (株)SMI-ED 大垣セラミックス 市場開拓部
永井 晃 (株)日立製作所 日立研究所
長井 淳夫 松下電子部品(株) LCR デバイスカンパニー セラミックビジネスユニット
長坂 崇 (株)デンソー 電子機器開発部
中島 克明 太陽誘電(株) 事業本部 I技術部
中島 規巨 (株)村田製作所 新規事業開発本部 多層事業推進部 商品開発課 係長
中野 紀男 京セラ(株) 電子部品統括事業部 回路部品開発部 高密度基板開発課
西田 俊彦 京都工芸繊維大学 工芸学部
西村 信治 RWCP 光インターコネクション日立研究室 研究員
二瓶 公志 早稲田大学 理工学総合研究センター リサーチフェロー
丹羽 紘一 (株)富士通研究所 常務取締役 材料技術研究所長
丹羽 紘一 (株)富士通研究所 基盤技術研究所 取締役副所長
野村 修一 住友金属鉱山(株) 電子事業本部 電材事業部 ペースト部
野村 武史 TDK(株) 基礎材料研究所 研究所長
濱上 寿一 東京都立大学大学院 工学研究科 工業化学専攻 助手
早川 泰弘 静岡大学 電子工学研究所 助教授
福島 英冲 (株)豊田中央研究所 生産加工研究室 主任研究員
藤井 英俊 University of Cambridge, Department of Materials Science and Metallurgy, Research Associate
藤本 正之 太陽誘電(株) 総合研究所 主席研究員
正木 孝樹 東レ(株) 電子情報材料研究所
水谷 惟恭 東京工業大学 工学部無機材料工学科 教授
村山 宜光 (独)産業技術総合研究所 シナジーマテリアル研究センター 環境認識材料チーム チーム長
安田 克治 TDK(株) 回路デバイスビジネスグループ インダクタグループ 積層製品統括部
安田 拓夫 住友金属鉱山(株) 電子事業本部 電材事業部 ペースト部
安田 正博 太陽誘電(株) 事業本部 I技術部
安本 恭章 (株)東芝 研究開発センター 材料デバイス研究所 材料デバイス第4担当
山下 喜市 (株)日立製作所 中央研究所 研究主幹
山下 仁大 東京都立大学大学院 工学研究科 工業化学専攻 助教授
山下 正博 アンリツ(株) 化工部 材料課 主任
山下 宗哲 大阪大学産業科学研究所 環境調和ナノマテリアル分野 院生
山田 真治 (株)日立製作所 日立研究所
山田 宏治 (株)日立製作所 中央研究所 研究員
山田 迪夫 (株)川角技術研究所 取締役技術部長
横内 貴志男 (株)富士通研究所 材料技術研究所 マイクロエレクトロニクス材料研究部
芳村 亜紀子 東レ(株) 電子情報材料研究所

目 次

第1章 受動部品のエンベット化技術

第1節 能動部品と受動部品の同時混載内蔵技術

- 1 はじめに
- 2 B2TM プリント配線板
- 3 部品内蔵 B2TM プリント配線板
 - 3.1 市販受動チップ部品内蔵 B2TM プリント配線板
 - 3.2 能動部品 (WL-GSP) と受動チップ部品の同時混載内蔵 B2TM プリント配線板
- 4 部品内蔵 B2TM プリント配線板の薄板化
- 5 おわりに

第2節 ALIVH 技術を応用した部品内蔵基板

- 1 はじめに
- 2 SIMPACT コンセプト
 - 2.1 導電性ビアペーストと基材のマッチングによるインナービア層間接続 (IVH 接続)
 - 2.2 ディスクリット部品の内蔵
 - 2.3 作り込み受動素子の内蔵
 - 2.4 SIMPACT の製造プロセス及び構造
- 3 部品内蔵 ALIVH 基板構造の提案
 - 3.1 部品内蔵 ALIVH 基板の作製プロセス
 - 3.2 部品内蔵 ALIVH 基板の検討事例
- 4 作り込み部品内蔵基板の検討
 - 4.1 シート状コンデンサ素子内蔵基板の検討事例
 - 4.2 コンデンサ内蔵インターポーザ (半導体パッケージ用途) への適用
- 5 今後の部品内蔵 ALIVH 基板の方向性について

第3節 部品内蔵配線板 EOMIN

- 1 はじめに
- 2 内蔵部品のビア接合信頼性
 - 2.1 ビア接合信頼性レベル
 - 2.2 弾塑性解析による外部電極へのビア接合信頼性解析
- 3 Cu コアによる MLCC の ESL 低減効果
- 4 今後の展望

第4節 厚膜焼成法を用いた受動素子内蔵プリント配線板

- 1 はじめに
- 2 膜素子の検討
- 3 製造プロセス
- 4 抵抗
- 5 素子の特性評価
- 6 抵抗
- 7 抵抗トリミング
- 8 コンデンサ
- 9 適用例
- 10 まとめ

第5節 超低インダクタンスキャパシタ内蔵基板 (LICOP) の各種特性

- 1 はじめに
- 2 パッケージ構造
 - 2.1 LICOP (Low Inductance Capacitor in Organic Package)
 - 2.2 LIVAC (Low Inductance Via Array Capacitor)
- 3 電気的特性
- 4 機械的特性
- 5 信頼性評価
- 6 まとめ
- 7 おわりに

第6節 IC 内蔵基板 SESUB

- 1 モバイル機器用モジュールの小型・低背化の動向
- 2 IC 内蔵基板技術
 - 2.1 厚み 300 μm IC 内蔵基板
 - 2.2 IC 厚み 50~80 μm ウエハ加工プロセス
 - 2.3 IC パッドピッチ 80 μm での接続/絶縁信頼性確保プロセス・構造
 - 2.4 高密度 IC 内蔵面積占有率 60 {¥%

- 2.5 高信頼性 IC 内蔵基板
- 3 SESUB を用いた UWB モジュールの事例
- 4 まとめ

第7節 BaTiO₃ ナノ粒子を用いた電気泳動堆積法による薄膜キャパシタの作製

- 1 はじめに
- 2 高濃度ゾルゲル法による BaTiO₃ ナノ粒子の合成と一次粒子単分散サスペンションの調製
- 3 電気泳動堆積法による BaTiO₃ ナノ粒子堆積膜の形成
- 4 EPD 法による連続薄膜作製
- 5 連続 EPD 装置により作製した薄膜キャパシタの特性
- 6 まとめ

第8節 超極薄基板内蔵キャパシタ材料

- 1 基板内蔵キャパシタの背景
- 2 材料の構造
- 3 基板内蔵キャパシタ材料のラインアップ
- 4 材料の信頼性評価試験
- 5 FaradFlex の電気的特性
- 6 シミュレーションソフトを使用した材料特性比較
- 7 RF 回路用基板内蔵キャパシタ材料
- 8 EBG (エレクトロ・マグネティック・バンドギャップ) 構造への展開
- 9 まとめ

第9節 チタン酸バリウムナノクリスタルを用いた薄膜キャパシタ

- 1 はじめに
- 2 ナノクリスタルを用いた薄膜形成技術
 - 2.1 BaTiO₃ ナノクリスタルの合成
 - 2.2 BaTiO₃ ナノクリスタルスラリーの塗布と熱処理による膜緻密化
- 3 ナノクリスタルを用いた配向性柱状構造形成のメカニズムと固相エピタキシー
- 4 Cu 電極上でのナノクリスタル BaTiO₃ 薄膜の形成
- 5 おわりに

第10節 フレキシブルエレクトロニクスに向けた受動素子内蔵化技術

- 1 はじめに
- 2 ナノ粒子成膜技術
- 3 フレキシブルエレクトロニクス機能膜
- 4 おわりに

第11節 受動部品・能動部品を内蔵した部品内蔵基板技術の開発

- 1 背景
- 2 部品内蔵基板の接続技術
- 3 部品内蔵基板の部品内蔵方法
- 4 部品内蔵基板の製造方法
- 5 部品内蔵基板の信頼性
- 6 部品内蔵基板の事例
- 7 あとがき

第2章 LTCC に伴う技術

第1節 低温焼成多層セラミック (LTCC) とその周辺技術

- 1 はじめに
- 2 LTCC 基板と無収縮プロセス
 - 2.1 PLAS プロセス
 - 2.2 PAS プロセス
- 3 LTCC 基板の周辺技術
 - 3.1 微細配線
 - 3.2 内蔵受動素子
 - 3.3 高周波特性
 - 3.4 熱特性
 - 3.5 低温接続技術
- 4 まとめ

第2節 高周波用 LTCC 技術とその応用

- 1 LTCC の携帯電話への適用
- 2 LTCC 材料技術
 - 2.1 高誘電率系 LTCC : Bi 系誘電体など

- 2.2 低誘電率系 LTCC : 温度特性の良い LTCC
- 3 LTCC プロセス技術
 - 3.1 通常の LTCC 製造プロセス
 - 3.2 無収縮焼成プロセス
- 4 LTCC の高周波応用商品
 - 4.1 積層プレーナフィルタ
 - 4.2 アンテナスイッチモジュール
 - 4.3 フロントエンドモジュール
- 5 高集積モジュールへの展開
- 第3節 高周波用 LTCC 材料技術の進歩とその応用**
 - 1 はじめに
 - 2 LTCC 技術の歴史的背景と高周波への対応
 - 2.1 LTCC 技術の黎明期
 - 2.2 樹脂系高密度配線基板の普及
 - 2.3 高周波製品への展開
 - 3 高周波用 LTCC 材料に求められる材料特性
 - 3.1 誘電率とその温度係数
 - 3.2 材料 Q
 - 3.3 5GHz2 段積層 BPF の材料 Q と挿入損失
 - 3.4 高周波回路モジュール基板
 - 4 高周波積層部品用 LTCC 材料
 - 4.1 ガラスコンポジット材料 :
 - 4.2 結晶化ガラス材料 :
 - 4.3 低温焼成セラミック材料 :
 - 5 積層フィルタの設計
 - 5.1 分布定数型フィルタと集中定数型フィルタ :
 - 5.2 波長短縮
 - 5.3 トラップ制御
 - 5.4 フィルタの設計例
 - 6 おわりに
- 第4節 マイクロ波通信用 LTCC 材料と内蔵用低温焼成 BaTiO₃ セラミックス**
 - 1 はじめに
 - 2 積層誘電体セラミックスフィルタの構造と誘電体材料
 - 3 LTCC 内蔵用 BaTiO₃ の開発
 - 3.1 開発目的と目標
 - 3.2 BaTiO₃ の低温焼成化
 - 3.3 ZnO 添加による誘電特性の改良
 - 4 終わりに
- 第5節 LTCC 基板の実用化**
 - 1 緒言
 - 2 車載用 ECU 基板
 - 3 通信用回路基板
 - 4 LTCC 基板技術動向
 - 4.1 無収縮焼成
 - 5 LTCC 基板実用例
 - 5.1 LFC{¥relax ¥fontsize [7 {8 ¥selectfont システムの特徴
 - 5.2 製品化例
 - 6 おわりに
- 第6節 LTCC 材料・プロセス技術の革新とその応用デバイス**
 - 1 はじめに
 - 2 高周波帯における誘電損失
 - 3 LTCC 材料プロセス技術の変遷
 - 3.1 LTCC 基板の作製フロー
 - 3.2 LTCC 基板作製の技術要素
 - 3.3 異種誘電体同時焼成を適用した LTCC 基板の制御
 - 4 LTCC 応用デバイス
- 第7節 LTCC 基板用グリーンシート**
 - 1 はじめに
 - 2 LTCC 基板用グリーンシートの製法

- 3 LTCC 基板用グリーンシート要求性能
- 4 グリーンシートの特性
 - 4.1 グリーンシートの膜厚
 - 4.2 グリーンシートの膜厚精度
 - 4.3 グリーンシート引っ張り強度, 変形
 - 4.4 グリーンシートの経時変化 (寸法安定性)
 - 4.5 グリーンシートの平坦性
 - 4.6 収縮率
- 5 終わりに

第 8 節 LTCC 用導電性ペースト

- 1 はじめに
- 2 セラミックス多層技術における金属選択
 - 2.1 積層受動部品
 - 2.2 LTCC と HTCC
 - 2.3 金属材料の酸化挙動
- 3 LTCC 用厚膜ペーストの分類
- 4 導電性ペーストの焼成収縮制御
 - 4.1 銀粉の特性
 - 4.2 銀ペーストの焼成収縮
 - 4.3 銀の焼結挙動におよぼす添加剤の影響
 - 4.4 LTCC 用導電性ペースト
- 5 今後の注目技術
 - 5.1 高寸法精度・平坦化
 - 5.2 微細配線
- 6 おわりに

第 9 節 LTCC のファインパターンングおよびスルーホールの新たな形成方法

- 1 はじめに
- 2 スクリーン印刷とレーザスルーホール
- 3 フォトレジストフィルムを用いた LTCC の作製方法
 - 3.1 フォトレジストフィルムを用いたファインパターンング
 - 3.2 フォトレジストフィルムを用いたマイクロスルーホール
- 4 おわりに

第 10 節 回路と電磁界シミュレータの連携による LTCC 設計技術

- 1 はじめに
- 2 現在の設計フロー
- 3 電磁界シミュレータの精度について
- 4 等価回路設計からレイアウトへ
- 5 回路と電磁界シミュレータの連携による LTCC 設計フロー
- 6 LTCC デザインキットを用いた設計
- 7 3D 電磁界シミュレータでの全体モデル解析
- 8 回路シミュレータでの 3D モデルのチューニングと最適化
- 9 高速デジタル信号伝送でのノイズ対策部品評価
- 10 S-parameter を含んだ時間軸解析での問題
- 11 周波数および時間軸での高精度な回路解析への要求
- 12 まとめ

第 11 節 LFC 低温焼成セラミックス

- 1 はじめに
- 2 低温焼成セラミックス概要
- 3 要求される低温焼成基板特性
- 4 LFC システムの特徴
- 5 LFC システムと製品技術
 - 5.1 グリーンシートと主なペースト
 - 5.2 加圧 Z 焼成法
 - 5.3 無電解めっき
 - 5.4 抵抗システム
 - 5.5 微細高密度配線
 - 5.6 微小ビア
- 6 製品例
 - 6.1 高周波モジュール

6.2 車載用モジュール

7 おわりに

第12節 シリコンと熱膨張係数を合わせた多層貫通配線 LTCC 基板

1 はじめに

2 LTCC

2.1 LTCC 概説

2.2 LTCC 開発の流れ

2.3 低熱膨張 LTCC の開発

3 ウエハレベル実装と基板熱膨張係数比較

4 陽極接合可能な LTCC (材料名: BSW)

4.1 陽極接合できる材料の開発

4.2 熱膨張係数

4.3 絶縁性の温度依存性

4.4 表面平滑性

4.5 洗浄と表面メタライズ

4.6 気密封止性能

5 低熱膨張 LTCC の利点

6 まとめ

第3章 エアロゾルデポジション法

第1節 エアロゾルデポジション法による常温衝撃固化現象と集積化技術への展開

1 はじめに

2 エアロゾルデポジション法

3 常温衝撃固化現象

3.1 セラミックス材料の常温衝撃固化

3.2 金属材料の常温衝撃固化

3.3 膜微細組織

4 成膜条件の特徴

4.1 基板加熱の影響

4.2 原料粉末の影響

4.3 搬送ガス種と膜の透明化

4.4 成膜特性とパターンニング

5 固体微粒子の衝突付着を利用した各種コーティング技術とその相違

5.1 静電微粒子衝撃コーティング法 (EPID 法)

5.2 ガスデポジション法 (GD 法)

5.3 コールドスプレー法

5.4 その他の手法

5.5 コールドスプレー法など各種プロセス技術との比較

6 セラミックス微粒子の常温衝撃固化現象と成膜メカニズムに関する考察

7 高硬度、高絶縁アルミナ膜と実用化への試み

8 膜の電気特性と熱処理による特性回復

9 集積化技術としての展望と国家プロジェクトでの取り組み

9.1 集積化技術としての AD 法の可能性と課題

9.2 膜性能向上の開発指針

9.3 国家プロジェクトの推進

9.4 原料粒子の圧縮破壊試験

9.5 エネルギー援用による膜特性の改善

10 今後の技術展望

第2節 AD プロセスの基板内蔵用高誘電率膜およびマイクロ波誘電体膜への適用

1 はじめに

2 AD 法による BaTiO₃ 系高誘電率膜の形成

3 AD 法によるマイクロ波誘電体膜の形成

4 おわりに

第3節 エアロゾルデポジション法を用いた高周波モジュールの開発

1 はじめに

2 実験方法

3 結果および考察

3.1 高周波モジュール用基板

3.2 微小 10GHz バンド・パス・フィルター

4 結論

第4節 エアロゾルデポジションを用いたエンベッディドキャパシタ樹脂基板

1 はじめに

2 エンベッディドキャパシタ基板の現状と要求

3 キーテクノロジーとしてのエアロゾルデポジション

4 ADによるキャパシタエンベッディド化技術開発状況

5 まとめ

第5節 エアロゾルデポジションによる内蔵キャパシタ技術

1 はじめに

2 内蔵キャパシタ技術への期待

3 内蔵キャパシタ技術開発

4 キャパシタ膜の信頼性

5 おわりに

第4章 高周波用材料・技術

第1節 高周波用誘電体セラミックスの歴史と最近の開発動向

1 はじめに

2 誘電体共振器の誕生

3 高周波用誘電体セラミックスの開発経過

4 通信機フィルタの小型化

5 マイクロ波からミリ波へそして光通信応用に向けて

6 まとめ

第2節 高周波用 LTCC 材料技術

1 はじめに

2 LTCC に対する要求

3 材料技術

4 おわりに

第3節 マイクロ波・ミリ波 HIC における実装技術

1 はじめに

2 マイクロ波・ミリ波 HIC の開発事例 μ newline μ —フィルタ内蔵型 25GHz 帯受信フロントエンド IC—

3 HIC の実装技術

3.1 有機低損失誘電体膜を用いた多層構造線路

3.2 GaAs 能動素子のフリップチップ実装

3.3 空気を誘電体とした低損失フィルタ

4 25GHz 帯受信フロントエンド IC の高周波特性

5 まとめ

第4節 樹脂埋込み型 GHz 帯フェイスアップ高周波 MCM

1 緒言

2 樹脂埋込み型高周波 MCM の基本コンセプトおよび主要プロセス

2.1 基本コンセプト

2.2 主要プロセス

3 高周波 MCM の試作および結果

3.1 実装/プロセス

3.2 高周波 MCM の特性

4 結論

第5節 高周波モジュール用 LTCC

1 緒言

2 情報通信機器と LTCC へのニーズ

3 高周波モジュール用 LTCC の材料

4 高周波モジュール応用例

5 今後の展開

第6節 システムを改革する電磁特性その現状と夢

1 はじめに

2 高速信号を通せる基板上の配線とは

3 材料内部への改善要求

4 戦う姿勢を要求する

第5章 高密度配線技術

第1節 ビルドアップ配線板の現状と将来

- 1 はじめに
- 2 半導体チップの動向
- 3 樹脂封止フリップチップ実装
- 4 ビルドアップ配線板
 - 4.1 ビルドアップ配線板は、次のように分類することができる
 - 4.2 光硬化性樹脂によるビルドアップ配線板
- 5 今後の動向
- 6 まとめ

第2節 次世代 ALIVH

- 1 はじめに
- 2 ALIVH の概要
- 3 次世代 ALIVH
 - 3.1 ALIVH G-type
 - 3.2 ALIVH-FB
- 4 おわりに

第3節 全層 IVH 構造樹脂多層プリント配線板

- 1 はじめに
- 2 ALIVH
 - 2.1 従来多層構造との比較
 - 2.2 構成材料
 - 2.3 基本仕様、基本特性
 - 2.4 信頼性
 - 2.5 設計仕様の特長
 - 2.6 展開
- 3 ALIVH-B
 - 3.1 開発技術
 - 3.2 信頼性
 - 3.3 応用事例と実装方法
 - 3.4 展開
- 4 ALIVH-FB
 - 4.1 開発コンセプト
 - 4.2 開発技術内容
 - 4.3 製造プロセス
 - 4.4 特性及び信頼性
 - 4.5 応用事例
 - 4.6 まとめ
- 5 おわりに

第4節 マルチチップモジュール用超高密度実装基板

- 1 はじめに
- 2 MCM 基板への要求
- 3 ハイエンドサーバの MCM 実装
- 4 高密度 MCM 基板の微細配線形成技術
- 5 より高速な信号伝搬のための材料開発

第6章 耐環境実装技術

第1節 高温耐環境エレクトロニクス

- 1 はじめに---高温エレクトロニクスとは？
- 2 高温エレクトロニクスの期待される応用
 - 2.1 航空機エンジン制御用モジュール
 - 2.2 自動車用高温エレクトロニクス
 - 2.3 パワーモジュール
 - 2.4 コンピュータ用高温エレクトロニクス
- 3 高温半導体の現状
- 4 高温実装技術とセラミックスの役割
- 5 高温実装技術に関する欧米の主な研究機関
- 6 おわりに

第2節 車載用セラミック基板およびベアチップ実装技術

- 1 はじめに

- 2 カーエレクトロニクスのニーズ
- 3 ハイブリッド ECU 用基板の種類
- 4 HTCC 基板と LTCC 基板の特性比較
 - 4.1 製造方法から決定される特性
 - 4.2 材料から決定される特性
- 5 HTCC 基板を用いたベアチップ実装技術
 - 5.1 ランド on スルーホール技術
 - 5.2 W 導体へのはんだ付技術
 - 5.3 基板の平滑化技術
 - 5.4 パワー素子実装技術
- 6 結言

第3節 SiC パワーデバイスの開発

- 1 はじめに
- 2 SiC デバイスの特徴（低オン抵抗，高温動作，高速動作）
- 3 SiC デバイスの現状
- 4 耐熱性に優れた SiC デバイス
- 5 おわりに

第4節 SiC 半導体：結晶，デバイスからパワーエレクトロニクスへの展開

- 1 はじめに
- 2 研究開発の特徴と動向
- 3 「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」（2006～2008 年度）の成果と今後の展開
- 4 おわりに

第7章 光実装技術

第1節 光実装技術の将来動向

- 1 はじめに
- 2 通信装置光実装技術
 - 2.1 ファイバ布線ボード化技術
 - 2.2 光実装ユニット構成技術
- 3 ボード光実装技術
- 4 チップ間光インターコネクション技術
- 5 むすび

第2節 光実装基板の材料技術動向

- 1 はじめに
- 2 ポリマ導波路材料
 - 2.1 セラミック基材用材料
 - 2.2 樹脂基材用材料
 - 2.3 フィルム導波路材料
- 3 導波路作製プロセス
 - 3.1 ドライエッチング
 - 3.2 露光法
 - 3.3 モノマ拡散法
 - 3.4 加圧モールド法
- 4 デバイス接続
- 5 まとめ

第3節 並列計算機システムにおける光実装技術

- 1 はじめに
- 2 RHiNET-2 の光インターコネクション
- 3 スイッチ LSI の構造
- 4 高速デバイスの実装上の課題と解決
- 5 RHiNET-2/SW のボードレイアウト
- 6 RHiNET-2/SW システムの評価結果
- 7 まとめ