第2回マイクロエレクトロニクス シンポジウム(MES'87)報告

Report of 2nd Microelectronics Symposium

宮代 文夫*

1. シンポジウム概要

本シンポジウムはISHM JAPANとしては国際シンポジウムとしてのIMC(偶数年開催、次回は第5回で東京開催予定)と並んで国内シンポジウムとして奇数年に開催される重要な行事である。今回からMES(Micro Electronics Symposiumの頭文字をとって)と称することとし、1987年7月24日(金)、25日(土)の両日、東京・渋谷の青山学院大学において行われた。本シンポジウムは「企業からの寄付に頼らず、しかも参加費を低廉に抑える」主旨から、どうしても収容力のある夏休みに入った大学キャンパス(春休みは他の大きな学会と重なってしまう)で行うことになってしまい、一昨年の早大(第1回、1985年7月24・25日)に続いて猛暑の中での開催となった。会場の青山学院大学はご存知の通り都心にありながらうっそうとした樹木に囲まれ、蔭のからまる瀟灑な建物群が並ぶ気持ちのよいキャンパスであり、また今夏は気象庁が梅雨明け宣言を取消したりする一幕もあり、もしかしてやや涼しく過せるのではないかとの主催者側の淡い期待も裏切られ、皮肉にも抜けるような青空と朝からのカッと照りつける太陽で八王子では39°Cを記録するなど今夏最高の暑さとなってしまった。冷房の効いたオフィスから、やはり冷房の効いた交通機関で来られた参加者の方々には大変こたえる暑さであり、受付では「申訳ありません」を連発したが、中には「イヤ、昔は冷房なぞなかった。平賀源内や緒方洪庵などは暑さにめげず勉強したものだ。今は恵まれすぎるのだ」などと言ってくださる方もいられたが、江戸時代精神主義を強要す

シンポジウム風景

るわけにもいかないだろう。

さて、この暑さにもかかわらず参加者(登録者数)は第1回の538人を上まわる560人となり、これでほぼ本シンポジウムが定着したと考えてよいであろう。次に本シンポジウム論文発表の概要を示す。

- a) 招待講演 4件
 - 1) 技術革新とセキュリティ(青山学院大学学長・鶴澤昌和氏)
 - 2) 科学技術庁予測に見るエレクトロニクスの将来動向(三菱総合研究所会長・牧野昇氏)
 - 3) 大型コンピュータの高密度実装(富士通㈱・向井誠氏)
 - 4) 自動車エレクトロニクスの最近の動向(日産自動車㈱中央研究所長・丸茂長幸氏)
- b) パネルディスカッション
「高密度実装技術とSMT」(パネラー5名)
- c) 一般講演 総計54件

1) 半導体実装関連	5件
2) 新技術・新素材関連	4件

*Fumio Miyashiro/実行委員会副委員長
東芝/Toshiba Co., Ltd.

3) 能動デバイス関連	4 件
4) 評価・信頼性関連	4 件
5) 部品関連	5 件
6) ハイブリッドIC関連	5 件
7) パッケージ関連	6 件
8) 基板および基板実装関連	5 件
9) 薄膜関連	8 件
10) 厚膜関連	8 件

以上の内容を収めた論文集はA4判、232ページで青山学院大学のスクールカラーであるグリーンを用いて装丁され、寄稿原稿のほとんどが24ドットワープロを用い、きちんと4ページを守っていただいたので大変すっきりしたできばえとなった。

今回の実行委員会は第1回の委員長の早大・伊藤糾次教授からの強いご推薦で青山学院大・國岡昭夫教授に委員長をおねがいし、第1回と同じ25名で企画・実行・運営を行ったが、何しろ第2回目というのは二瓶前副委員長をはじめとする第1回実行委員会メンバーが苦心して蓄積されたノウハウが引き継がれているのでずっと楽であった。

懇親会も前回通り第1日目の夕方、青山学院大学キャンパス内にある青山会館で行われ、150人をこえる方々が参加され盛会であった。このパーティの席上今回から創設された「橘記念論文賞」が講演論文の中から選ばれた5件に対して授与され、大変盛上がりを見せた。

2. 橘記念論文賞について

ここで今回創設された橘記念論文賞について紹介をさせていただきます。これはISHM 伝田理事の仲介で財団法人橘保善会からの寄付金に基づくもので、この財団は映像・情報科学の研究、発展のため故杉浦仙之助氏の遺産を基金として昭和41年設立された。杉浦氏は明治31年21歳で小西六本店（今の小西六写真工業㈱）に入店し、専務までつとめて退任後昭和39年86歳で亡くなられたが、「写真技術の向上に私財を投じて側面から援助したい」という同氏の夢を叶えて財団が設立され、本シンポジウムにも寄贈があったものである。

実行委員会ではISHM運営会議の承認を得て、寄付金の運用方法として「橘記念論文賞」を創設した。すでにアブストラクトのメ切りが過ぎており、採録論文は決定していたので、6月中旬の論文メ切りを待って各セッションチェアマン12名の方々に自分のセッションの中から1～2件の候補を選んでいただき、7月上旬に論文選考委員会の諸先生にお集りいただき、一日かけて選考していただいた結果次の5件が受賞と決定した。

橘記念論文賞授賞式

・最優秀論文賞（1件、橘と賞金）：

「超音波半田づけ法によるAl電極への直接半田バンプ形成」稲葉道彦・岩瀬暢男・平田誠一（東芝）、権田 誠・今井康裕（黒田電気）

・優秀論文賞（4件、メダルと賞金）：

「電子線CVDで形成したダイヤモンド膜の性質」桑江良昇・鎌田真人（東芝）、澤邊厚仁・犬塚直夫（青山学院大）

「新接続方式による液晶テレビパネルの電極接続技術の実用化」藤本博昭・畑田賢造（松下電器）

「超極薄アルミナフィルムを用いた多層配線基板」乾信一郎・中村雅彦・北原直人・篠原義典・平井迪夫（三菱鉱業セメント）

「鉄シリサイド薄膜抵抗の作製とそのTCR低減機構」反町嘉夫・津端一郎・宮内信之助・一ノ瀬幸雄（長岡技科大）

授賞は7月24日夕刻の懇親会のメイン・イベントとして行われ、國岡論文選考委員長より選考方法と経過の説明があり、橘保善会の江田理事より各論文筆頭者に手渡された。なお洩れ承るところによると、ここ当分MESとIMCに対し寄付金が続けられるとのことなので、これが論文投稿の数と質の向上に寄与するものと期待している。

3. シンポジウム発表論文の概要

3.1 招待講演

今回も第1回同様4件を設定し、第1日目はマイクロエレクトロニクスにこだわらず大きな視野でとらえたテーマで2件、また第2日目はマイクロエレクトロニクスに密着したテーマで2件を企画した。

・鶴澤昌和氏（青山学院大学学長）：「技術革新とセキュリティ」という当シンポジウムとしては珍しい

特別講演

特別講演

テーマであったが、今夏は日米間でココム違反問題などが大きくクローズアップされ、皮肉にも非常にタイムリーな企画となった。日本の国民性の欠陥として前進するもののみに集中しがちで、維持・保全には冷淡で関心が薄いと指摘（例えば戦争時での補給、輸送、治療などに手抜きが多い、ビルを建設しても維持費として建設費と同額の金を用意するのが欧州流）され、新技術には必ず「光と影」が伴うが、影の方にも十分関心を払うべきである（同時にビジネス機会ともなりうる）というご指摘には時節柄ハッとさせられた。

・牧野 昇氏（三菱総研会長）：「科学技術庁予測に見るエレクトロニクスの将来動向」という大きなテーマであったが、今年のご存知の通り超電導フィーバーが突如として起ったため予測の結果が遅れているとのことで、思いがけず超電導の現状についてうかがうことができた。牧野氏一流の話術で将来の応用について面白い例がいくつか紹介され、また最近の室温超電導体についてはトランジスタの初期と同じで不安定さはあるが4～5年で解決し、将来は超電導社会が来るだろうのご託宣であった。科技庁予測内容については短時間に沢山の項目について見通しを述べられ、大変参考になった。最後に「1.7兆円のIC産業などは6兆円のパチンコ産業の1/4にしかすぎない。作る方にまわるより使う範囲をもっと広げよ」という言葉が大変印象的であった。

・向井 誠氏（富士通）：「大型コンピュータの高密度実装」について自社のMシリーズを例にとり、この十数年のテクノロジーの変遷を具体的にわかりやすく述べられ大変参考になった。汎用大型コンピュータのCPUの処理能力は一世代（4～5年）ごとに2～2.5倍の割合で向上し、これは①半導体技術、②実装技術、③冷却技術の3つに深く依存しているが、要

するに電気的には全遅延量を小さくするという問題につきる。この遅延量はLSI内の回路遅延と配線遅延、LSI外の配線遅延に分けられ、コンピュータを形成する主なハードウェア（LSI、パッケージ、配線基板）でこれをいかにして軽減する努力が払われたかがよくわかった。論文集の予稿も大変丁寧に書かれてあり、予稿にはなかった将来予測（1990～1995年の展望）も興味深いものであった。

・丸茂長幸氏（日産自動車）：「自動車エレクトロニクスの最近の動向」自動車の世界でもエレクトロニクス革命は着々と進行しトランジスタ・ICの時代（1970年代初期まで）、マイクロコンピュータの時代（1980年代後期まで）を経て今やカスタムLSIの時代に突入しつつあり、当初はエンジン系、次にはシャーシ系・情報関連と部分的にエレクトロニクス化が進行したが、今後は自動車の総合制御を司ることになることをまず述べられ、次いで各項目について具体例を多数提示されつつ詳細な説明があった。なお講演の行われた7月25日の午後は梅雨明け末期特有の雷鳴とにわか雨に襲われ、会場も一時停電する騒ぎとなったが幸い十数分で回復し無事終了することができた。

3.2 パネルディスカッション

前回ハス界の権威者をパネリストに迎え、大所高所から1990年代のハイブリッド・マイクロエレクトロニクスの展望をしていただいたが、今回は産業界の第一線で活躍されている課長クラスの若手パネリスト5氏（ソニー：秋葉氏、東芝：大平氏、鳴海製陶：野村氏、松下電器：畑田氏、日電：吉岡氏）を迎え「高密度実装とSMT」というテーマで、二瓶座長（沖電気）の周到な準備と巧みな司会により充実したものとなった。二瓶氏は各パネリストの専門性を考慮し、前もって各専門分野の現状と問題点のまとめを各人に割当てられ、当日は高密度実装

パネルディスカッション風景

用高放熱板(野村氏), 高密度ハイブリッドIC技術(吉岡氏), 高密度パンプ接続技術(畑田氏), 薄型実装技術(大平氏), チップ部品搭載技術(秋葉氏)について, それぞれISHM技術講演会なみの充実した発表がなされ, これに基づいて議論が交わされた。時間的制約から会場の参加者とのやりとりが少なかったのは多少残念であったが, 暑くてしかも最終日の最後のプログラムということで当初主催側が心配していた出席者の数もオープニング並みの多く方が参加され, 参加者皆様の熱意には頭の下がる思いであった

3.3 一般講演

前回の53件とほぼ同じ54件の発表があった。全体的傾向としてはマクロには前回とよく似ており, 大学からの発表の比率はややふえて16件と全体の1/5弱を占めるに至ったのは喜ばしい。メーカーサイドの発表は常連に混って新規参入(異業種とみなされていたメーカーも含め)がふえてきており, これも裾野の広がりともて歓迎したい。以下各セッションごとに簡単に触れてみたい。

(1) 半導体実装

ここ3~4年薄型実装のニーズが高まり, 一時下火となっていたフェースダウンボンディングが注目され, パンプ形成技術・TAB技術が再びクロズアップされてきている。このセッションでもゲートアレイなど10mmをこえる大型チップへの転写パンプの適用(松下電器), ポリイミド・エポキシタイプのメタルコア基板へのTAB実装(沖電気), LSIのAl電極へ下地金属なしで直接半田パンプを形成する方法—これは最優秀論文賞に選ばれた—(東芝・黒田電気)の3件の発表があったほか大型ハイブリッドデバイスであるa-Si密着イメージセンサの耐環境保護コート技術(三菱電機), ダイボンドに多用されている導電性接着剤の硬化時間短縮化と信頼性に関する発表(住友金属鉱山)があった。

(2) 新技術・新素材

このセッションには当シンポジウムの範囲に入るかどうかで論文委員会でやや議論のあったものが2件含まれている。一つはネコの脳細胞から信号をとりだすための微小ワイヤ電極の試作(青山学院大)であり, もう一つは熱放散基板としても将来性のあるダイヤモンド薄膜を低圧法の一つである電子線CVDで試作した報告—優秀論文賞に選ばれた—(東芝, 青山学院大学)である。また融点の低い高分子導波路にプラズマCVDでa-Si膜を共存させた偏光素子(早大)やパネル電極とフィルムリードを常温で光硬化型絶縁樹脂の介在で圧接し, そこに光をあてて硬化固定する液晶TVの新しい実装法—優秀論文賞に選ばれた—(松下電器)が紹介された。

(3) 能動デバイス

いくらマイクロエレクトロニクスシンポジウムと銘打ったからといってSi内部のみについての論文が主力となってしまうと問題であるが, MES'87の場合はまだ少なすぎるといっていいだろう。その意味からいって密着イメージセンサに搭載するCrショットキフォートダイオード(沖電気), 最近液晶パネルに多用されはじめた薄膜トランジスタTFT—(信州大)などは実装と密着した技術であり, もっと投稿があってもよい分野といえよう。あと2件はいずれも半導体内の現象を論じたもので, 一つはPINダイオードにおける電圧制御型負性抵抗(東海大), もう一つはSOGCON型発振素子(東海大)について考察したもので, 半導体に明るい人でないと聞いていてやや難解であったかも知れない。

(4) 評価・信頼性

副会長の武藤先生によるエレクトロマイグレーションの話に続いて, 最新のツールを用いた新しい評価法の話が3件発表された。まず超高分解能SEMで0.2 μ m幅のレジストパターンを観察した例(日立), 最近市販され, 光学系を上まわる分解能をもつ超音波顕微鏡を用いてハイブリッドIC他の欠陥を観察した例(オリンパス光学), 水中に被検材を入れ, 超音波エコーにより欠陥部を検出した例(日立建機)など興味深い発表が多かった。高密度実装が進むほどこの種の微小欠陥の検出法のニーズはますます増えるであろう。

(5) 部品

ここでいう部品とは受動部品のことである。昨今のSMTブームの要求から, いわゆる部品をチップ化する試みがなされているが, 電子回路のサージを吸収するZnOバリスタについてもチップ化により大幅に小型化した(日電)のは注目される。次に厚膜・薄膜技術を用いて回路素子の小型・薄型化をねらった発表が4件あった。すなわちLC型遅延回路網のすべてを厚膜印刷技術で構

成する遅延素子の開発(コパル電子), 多層配線基板用抵抗体として開発した $80\mu\text{m}$ の薄いアルミナ上に酸化ルテニウムで形成した薄層チップ抵抗体(日本無線), 高エネルギー負荷に耐えるサーマルヘッド用Ta-Si-C抵抗薄膜(沖電気), A1サイズという超大型サーマルヘッドの試作報告(グラフテック)などがあった。

(6) ハイブリッドIC

ハイブリッドICという名前がタイトルに入っている論文は全体で3件だけというのはやや淋しい感じがする。すなわち天然マイカのへき開性とSiとまったく同一の熱膨張係数に注目し1層 $50\mu\text{m}$ の板に厚膜配線を施し, これを多層積層したハイブリッドIC(双信電機), 電子回路の中で抵抗に次いで数の多いコンデンサを厚膜化してとりこんだハイブリッドIC(東芝), 厚膜ハイブリッドICのマスキパターンを自動作図するCADシステム(日電)の3件である。このセッションでは, このほか空气中焼成の銅厚膜プロセスデータの詳細な実験報告と移動通信機用ハイブリッドICの試作(日立)や, 10GHz 以上の高周波ストリップラインにAg厚膜を適用したDBS発振器(村田)などシステム応用への報告があった。

(7) パッケージ

最近プラスチックパッケージの進展はすばらしいが, 信頼性, 特にリード封止部からの水分の侵入が最大の問題である。これを解決すべくリードフレームにイオンプレーティングで薄くアルミナをコーティングしたパッケージの信頼性評価の紹介(住友電工), またカラーイメージセンサ用として窓のついた中空モールドパッケージ(三菱電機)が目される。素子発熱量が大である場合, やはりセラミックパッケージの出番となるが, 放熱メカニズムに圧電ファンをとり入れたユニークなパッケージ(東芝), セラミックPGAに部分金メッキを施した銅ピンを用いた報告(鳴海製陶), 300pin AlN・PGAのピンをTi-Ag-Cuろう材を用いた活性金属法で接合した報告(東芝)があった。最近増えてきた狭ピッチのQFP(4方向フラットパッケージ)の基板への装着は仲々むずかしいが, 0.65mm ピッチのQFP半田づけ用としてYAGレーザ半田づけシステムの有効性が紹介(日電)された。

(8) 薄膜

ハイブリッドICの統計をみると9:1位で圧倒的に厚膜優位である。しかしファインパターンの追求がきびしくなると薄膜にも活路を見出していく必要がでてくる。今後この分野の発表が増えてくると思われる。本セッションでは8件の発表のうち7件までが大学からの発表であった。最初の発表はプリント基板と同じようにアルミナ基板上に無電解メッキ(Ni, Cu)を施す試み(沖電気)で水酸化ナトリウム処理により実用レベルになったとのこ

とである。あとは大学の発表が続き, 電子計測器用低TCR・高抵抗の鉄シリサイド薄膜—優秀論文賞を受賞—(長岡技科大), トリシランを原料とし光CVDにより光照射角度を変えてa-Si膜の性質との関係を追求した発表(千葉大), 半導体用絶縁膜として広く用いられている窒化シリコン膜のマイクロ波プラズマCVDによる成膜(早大), HBTのエミッタなどに用いられているSiC薄膜のプラズマCVDによる多結晶化成膜(信州大), ガスソースMBE法によるGaAs基板へのZnS単結晶薄膜の生成(長岡技科大), 太陽電池用材料として高効率InP薄膜の2元ソースによる同時スパッタ成膜(青山学院大), 高濃度プラズマ発生用高周波コイルを内蔵したスパッタ装置(大阪電通大)など興味深い内容のものが多かった。

(9) 基板および基板実装

高密度実装時代を反映して本セッションの5件の発表中4件までが多層基板であった。アルミニウムアルコキシドを出発原料としたため厚さ $100\mu\text{m}$ 以下のアルミナフィルムができ, これに厚膜回路を形成して, 従来のグリーンシートなみの薄い多層基板ができるというものの—優秀論文賞受賞—(三菱鉱業セメント), 放熱特性のよいAlNセラミックを用いた導体32層の多層配線基板(日電), Cu厚膜ペーストを用い, 導体幅 $100\mu\text{m}$ の導体4層アルミナ配線基板の実用化(東芝), 低温焼結セラミック基板を用いたスーパーコンピュータ用36個LSI搭載複合多層基板(日電)など内容の濃いものが多かった。またセラミック多孔体と樹脂から成る本体をエポキシ樹脂含浸ガラスクロスでサンドイッチし, その上に銅箔導体を配したフリップチップ実装用基板(イビデン)はセラミック基板とプリント基板の間を埋めるものとして面白い。

(10) 厚膜

基板材料が多様化してくると大変なのは相性のよい各種厚膜ペーストの開発である。このセッションでは8件の発表があったがまだまだ少ない位である。その中では地味ではあるが市販の RuO_2 , Pt, LaB_6 , TiN(いずれもガラス系)抵抗ペーストの導電機構をじっくり考察した論文(日立), 半田ペースト材料と印刷条件を克明に実験した報告(沖電気), 焼成温度と反応層の深さがガラス厚膜の破壊じん性に与える影響を論じた発表(防衛大)などが本シンポジウムにふさわしいものであったと思う。メーカー側からの発表は最近の窒素焼成抵抗ペーストの紹介(デュボン), 次世代基板として脚光を浴びつつあるAlN基板用Ag系厚膜ペースト(昭和電工), 粘度の経時変化が小さく, 連続印刷における抵抗値変化の小さいポリイミド系カーボン抵抗ペースト(タムラ化研), $1\mu\text{m}$ 以下の薄い厚膜印刷およびスピナー法にも使えるAu系レジネートペースト(ノリタケ機材)などであった。なお面白

い発表として、ポリマー形および焼成タイプの乾式転写紙を開発し、これを熱転写する方法（2次曲面、パッケージ、PCボードなどへの転写可能、ノリタケ機材）があったことをつけ加えておく。

4. MES'87の反省と今後への課題

第1回の副委員長であった二瓶公志氏（沖電気）の第2回への申し送り事項（Hybrids, Vol. 1, No. 4）については8割方解決した。即ち①シンポジウム名称が長すぎる→MES'87とした ②会場はなるべく大学で→青山学院大学に設定できた ③PR活動を早くからやれ→1年前から準備できた ④OHPが見にくい→作成ガイドを送付したのでかなりよくなった ⑤シンポジウムの継続性→第2回が無事すんだので定着間違いなしのような解決をみた。しかし現状に満足しては進歩がないので、次回への申し送り事項を述べてみたい。

1) 酷暑地獄からの解放

MESが盛夏の行事として定着するのはかまわないが、「心頭滅却すれば火もまた涼し」を強要するのはいかなるものであろうか。今どき8,000円～11,000円で参加できるシンポジウムはほとんどないので冷房代をいただいてもガマン大会には終止符をうちたい。

2) OHPのできはまだまだ改良すべきである。

前回よりはましになったが、相変わらず文書からのコピ

ーをそのままOHPにしている人が見うけられた。より完璧な「OHPの作り方」を作り、早めにスピーカに配布してほしい。

3) 橘記念論文賞の選考方法

今回は突然創設され、しかも日限が迫っていたため、セッションチェアマン・論文選考委員で受賞論文を決定した。パーティーの席上で表彰式を行うのは盛上りの点で好ましいし、スポンサーも満足していられたので踏襲していただきたいが、選出方法についてはよりよい別解があるかも知れないので検討をおねがしたい。

4) パネルディスカッションについて

どうしても欲ばって広大なテーマを用意しがちであるが、ぐっと範囲を縮めて中味の濃い討議を会場も一体となって進めるというやり方も一度試みられたらいかがであろうか。

以上多少の問題点は残ったものの第2回マイクロエレクトロニクスシンポジウム（MES'87）は何とか成功したと位置づけてよいのではないと思う。またこれでMESがISHM JAPANのメイン・イベントとしてIMCと並んで定着したのではないかと自負している。

最後に國岡実行委員長をはじめ実行委員会のメンバーのご努力と、学長はじめ青山学院大学関係者、また当日手足となって協力してくださった青山学院大学の学生諸君（ハンサム・美人のうえ、育ちのよさがにじみでた気持ちのよい若者たち）に深く感謝したい。

（p.29よりつづく）

基板よりの放熱特性の改善についての検討の結果についての発表が3件、金属基板のハイブリッドへの応用について3件ある。今後、基板材料は、応用範囲の拡大にともなって多様化していくことが考えられよう。

6. 相互接続

厚膜抵抗ペースト、誘電体ペーストを用いて、誘電体層の下に抵抗素子を埋め込んだ多層基板について、抵抗素子の特性を検討した結果についての発表によると、適切な誘電体材料を選択し使用すれば安定した素子が得られることがわかった。

薄膜導体パターンの上にポリアミド酸を塗布し、適当な硬化状態で、フォトエッチングによりビアホールを形成し最終状態まで硬化し、ポリイミドの絶縁層を形成し、多層化を行った高密度基板についての検討結果が発表されている。

7. 表面実装技術

最近の表面実装の普及にともなって、半田づけ後の基板のトラブルについての問題がクローズアップしてきている。このような問題は、リフロー後に表面化してくるため、あたかも、リフロー工程に問題があるように考えられがちである。しかし、実際には、パターン設計、マウント工程、半田ペーストなどの材料に起因する要素が大きい。そのような点を解明している論文が発表された。

前述のように、宇宙機器、テレコム分野でのSMTの採用を信頼性の面から検討した結果を論じた論文も発表されている。

以上、発表論文の中で目についたもののみにしてその概要をまとめた。詳細についてはプロシーディングを参照されるとよい。