第3回マイクロエレクトロニクス シンポジウム (MES'89) 報告

Report of 3rd Microelectronics Symposium

岡本 明*

1. シンポジウム概要

第3回マイクロエレクトロニクスシンポジウム (略称 MES'89) が社団法人ハイブリッドマイクロエレクトロニクス協会 (略称 SHM) の主催で、1989年7月17日と18日の2日間にわたり、東京・市ヶ谷の私学会館 (アルカディア市ヶ谷) において開催された。本シンポジウムは1985年以来隔年で、国際シンポジウムである IMC (International Microelectronics Symposium) の非開催年に開催されており、今回で3回目となった。社団法人化してから最初の大きなイベントとなった。

過去2回の MES 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、夏休みに入った大学のキャンパスで行われた。しかし、大学の前期の試験が終る7月末頃は梅雨も明け本格的な夏に入っており、第1回の早大理工学部、第2回の青山学院大学渋谷キャンパスの冷房のない教室での開催はさながら我慢大会の様相を呈していた。そこで、第2回実行委員会から第3回目の課題の一つとして、「酷暑地獄からの解放」が挙げられていた。当初、今回の実行委員長の大学である法政大学が検討されたが、冷房、収容人数等の条件を満たすスペースが見つからず、検討の結果、市ヶ谷の私学会館に決定した。私学会館は、JR 中央線の他に地下鉄有楽町線、都営新宿線など多くの交通手段の交わる市ヶ谷駅から歩いて3分程のところにあり、アクセスのしやすさという点では申し分なかった。また、会場となった同会館の3階のロビーからは桜並木の土手越しに皇居の外堀が

望め、ゆったりとした雰囲気をつくっていた。

登録者数は632人と、第2回の560人を大幅に上まわり、マイクロエレクトロニクス分野における本シンポジウムの定着が確認された。

シンポジウムは、招待講演2件、一般講演59件、パネルディスカッション1件から構成された。概要は以下の通りである。

a) 招待講演

- 1) ULSI の行方 (東芝 ULSI 研究所長・武石善幸氏)
- 2) 音楽と AI (早稲田大学教授・大照完氏)

b) 一般講演

1) 厚膜	16件
2) 基板	12件
3) 薄膜	11件
4) 半導体実装	9件
5) 解析評価	5件
6) 受動部品	2件
7) はんだ	2件
8) 設計	2件

c) パネルディスカッション

「プリント板実装か、ハイブリッド実装か」
(パネリスト 5人)

以上の内容を収めた論文集は A4判、246ページで表紙を前回と同じデザインで色をオレンジに変えて、当日参加者全員に配布された。

今回の実行委員会は、法政大学・原徹教授に委員長をお願いし、第1回、第2回と同じく25名で企画・実行・運営を行った。前回からはシンポジウムの運営マニュアルも整備されるなど、シンポジウムスタイルや運営ノウハウが蓄積されてきたため、あまり苦勞せずにスムーズな運営が行えた。

*Akira Okamoto

TDK Corp., R&D Center

開会式で挨拶する佐々木会長

懇親会も前回通り第1日目の夕方に行われ、200人を越える方々が参加された。このパーティーの席上、前回から創設された「橘記念論文賞」が講演論文の中の5件に対して授与され、大変な盛り上がりを見せた。またこの席上で来年開催予定の第6回IMCと、今秋予定されているISHM'89視察団について紹介が行われた。

2. 橘記念論文賞について

本論文賞は財団法人橘保善会の寄贈により前回のMESで創設され、昨年のIMCにひきつづき今回のMESでも授賞が行われた。橘保善会および論文賞創設に至る経緯については「第2回マイクロエレクトロニクスシンポジウム(MES'89)報告」(Hybrids, Vol.3, No.4, p22(1987))に詳細に述べられているのでここでは割愛させていただきます。

前回は、論文募集時点では論文賞の有無について決わず、アブストラクト締切り後に正式決定され、その後の選考などあわたしきだったが、今回は論文募集時点でアナウンスでき、論文投稿の数と質の向上に寄与したと考えられる。

受賞論文の選考は以下のように行われた。論文締切りを待って各セッションチェアマン14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、6月下旬に論文選考委員会の諸先生にお集まりいただき、最優秀論文1件を含む以下の5件が選考された。

最優秀論文賞

●「はんだペーストの流動特性と印刷性」尾形繁行・金沢淳一(沖電気)

優秀論文賞

●「超薄膜グリーンシートによる小型大容量積層セラミックコンデンサ」森透・越智篤・内海和明(日本電気)、森下純一・吉本哲夫(日本曹達)

招待講演

- 「チップオンウエハ実装の電氣的・機械的・熱的特性に関する考察」須藤俊夫・君島進・島田修・柳沢俊郎・岩瀬暢男(東芝)
- 「厚膜抵抗体の抵抗値と抵抗温度係数の関係」阿部治・武田義章(日本大学)
- 「横方向 ECR 磁界印加マイクロ波プラズマ CVD」加藤聖隆・加藤勇(早稲田大学)

授賞は7月17日夕刻の懇親会のメイン・イベントとして行われ、原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発表者に手渡された。

3. シンポジウム発表論文の概要

3.1 招待講演

第1回、第2回は4件の招待講演を行ったが、今回は応募論文の数が多く、2日という会期で、セッション会場を2つ並行で運営するという条件下では、2つに減らざるを得なかった。

●武石善行氏(東芝ULSI研究所長):「ULSIのゆくえ」というテーマでこれまで、および今後の半導体集積回路の高集積化、高機能化の技術の展望と課題について講演していただいた。これまで、DRAMは3年で一世代、すなわち記憶容量が4倍になるペースで進展しており、このペースでは2000年には1Gに到達すると予測されている。これを実現するために1990年代に解決すべきデバイス技術、プロセス技術両面からの課題と方策について論じられた。DRAMでも、1Mまではトランジスタもキャパシタも平面構造で実現できたが、4Mになると三次元構造キャパシタを採用せざるを得なくなり、256M以降はトランジスタも三次元構造をとらざるを得なくなるとのことであった。プロセスの面でも、256Mの設計基準が0.2~0.25 μ mとなるためリソグラフィ装置と

一般講演会場

懇親会風景

しては ArF のエキシマステッパが、さらに、1G になると SOR 光源を用いたものが必要とのことである。同時に、レジストの開発や超クリーンな環境の実現等、難しい課題が山積みしており、1990 年は技術者にとって“エキサイティング”な良き時代であると締めくくった。集積度の増大は、入出力ピン数の増加、発熱等、われわれ実装技術者にとっても大きな課題を提供するはずである。

●大照完氏（早稲田大学教授）：「音楽と AI」というテーマは、最初の武石氏のテーマが、ハード面でどれだけ極限を追い求めるかとの内容に対し、コンピュータを用いた AI により、音楽という情緒的な部分にどのようにアプローチしてゆかということでの好対象を示していた。音楽と言っても、作曲、演奏、電子楽器の制御から、分析、認知の問題とさまざまな段階があるが、今回は、楽譜のコンピュータへの入力および自動認識から、指揮を見ながら、あるいは楽譜を読みながらロボットが演奏するという総合音楽情報システムまで紹介していただいた。OHP の他に、壇上に設置された 2 台のモニターで、ロボットによる自動演奏等のビデオが放映され、会場を盛り上げた。AI の利用は未だ極めて初歩的なものであり、音楽性という観点からはまだ先がありそうであるが、楽譜の点字化、楽譜のデータベース化等はすでに利用可能である。将来は、音楽という世界共通言語を用いて多くの人達がその利用について語り合い、より高度な AI が育成されることを期待し話を結んだ。

3.2 一般講演

前々回の 53 件、前回の 54 件に比べ約 10% 多い 59 件の発表があった。本年 4 月に同分野の会議が開催された後なので発表論文数が減るのではないかと心配もされたが、取り越し苦労に終わった。

1) 基板

セラミックス、金属、樹脂等基板材料の発表があったが、セラミックス系が 6 件、金属系が 2 件、樹脂系が 1

件の構成であった。セラミック系 6 件のうち 4 件までが AlN で、AlN への活性金属法による Cu 回路形成法（昭和電工）や、無電解 Cu めっきによる厚付け Cu 皮膜の形成（トーキン）など、実用化のための一つのネックとなっているメタライズ法に関するものが 2 件を占めた。また AlN の焼結に対する微粒子の影響（日本電気）および焼成圧力の影響に関する発表もあった。またアルミナ基板のメーカーによる厚膜抵抗との相性の違いを科学的に解明しようとし、アルミナ基板の表面状態の違いにより厚膜抵抗体の RuO_2 粒子の分布に差が生じ、抵抗値が異なるとの大変興味深い結果の発表があった（慶応大学）。信号伝播遅延時間を短くするための低誘電率基板（日本レック・松下電子）と、ムライト/ガラス複合セラミックスを焼結後エッチングにより気孔を制御して誘電率を下げた例が報告（早大）された。従来、IMST は浮遊容量が大きく高周波回路には不向きとされていたが、その IMST の浮遊容量をアルミナ基板並みに下げたための絶縁層用フィラーの検討（三洋）や、はんだ付け等高温プロセスの際発生するアルミニウム/ポリイミドフィルム界面での剥離現象の解明に関する報告（日本無線）もあった。

2) 多層基板・部品

BZB 系ガラスセラミックスと同時焼成するための Cu ペーストにつき、はんだ濡れ性やシート抵抗性を確保するためにはガラスフリットの添加が有効であるとの報告（昭栄化学）があった。またガラス/アルミナ系の低温焼成基板中にリラクサ材料を用いたコンデンサを同時焼成で形成し、Y5U で $60\text{nF}/\text{cm}^2$ を得たとの報告（日本セメント）があった。低温焼成多層技術を使い、TAB により LSI 実装を行った低温焼成多層パッケージの交換機の通話路系回路への適用例が紹介（日本電気）された。アルコキシド法で合成されたリラクサ微粉を用い超薄膜化を図ることにより、従来の積層セラミックコンデンサの約

橘記念論文授賞式

10倍の蓄電密度を実現したとの発表（日本電気・日本曹達）があった。原料合成から部品としての信頼性まで幅広い技術の集積により実現されたものであり、優秀論文賞を受賞した。フェライトペーストと導体ペーストとを交互に印刷積層し、同時焼成して作られるチップインダクタ用のフェライト材料の組成とその低温焼成化の手法についての報告（TDK）があった。

3) 半導体実装

高速・高密度化に対応するため、AlN を支持体として、Si ウエハ上に Cu/ポリイミドによる薄膜配線を行い、高熱伝導性をも兼ね備えたチップオンウエハ実装技術を開発し、100MHz 以上で良好な高速パルス伝搬特性を得たとの報告（東芝）があり、優秀論文賞を獲得した。金メタロオーガニック成膜面への半導体実装法としてワイヤボンディングによる実装と、Ni 無電解めっき膜を介したはんだバンプ接合等の検討結果の報告（日本無線）があった。異方性導電接着剤中に含まれる導電フィラーの量を制御することにより、FPC 上への IC の接続のような微細ピッチ接続を可能にしたとの報告（沖電気）があった。移動無線機用バッファ回路を例に、両面ベアチップ実装モジュールの各工程での種々の問題点が紹介（日本無線）された。

4) 機器実装

256K SRAM メモリを転写バンプ TAB 方式を用いて4層の立体実装とし、1M バイトの高密度メモリボードを開発したとのユニークな発想の報告（松下電器・松下電池）があった。また20個の1M バイトチップを TAB を用いてガラエボ基板上に実装し、電子スチルカメラ用大容量カードへの適用が報告され、大型チップの TAB 実装時の問題点が紹介（東芝）された。IMST の持つ特長を活用してパソコン通信用モデムの開発例が示された（東京 IC）。スーパーミニコンの実装例として、208ピンの QFP を採用し、高密度多層基板との組合せで小型化を実

2台のOHPを使用したパネルディスカッション

現したとの報告（沖電気）があった。またガラス液晶基板用にパターン認識装置による位置決め機能を持った TAB・OLB 装置の紹介（東芝）があった。

5) 部品

厚膜抵抗と導体部との焼成中の相互作用により発生していた問題点の解決のための方法として、導体として金レジネードペーストの使用が提案（ノリタケ機材）された。気体放電型光ブリントヘッドのカソード材料としては、蒸着あるいはめっきによる Ni または Ni 合金がその加工性および電気光学的特性両面からすぐれているとの報告（沖電気）があった。COMPACT で知られているトランスファモールド構造ハイブリッド IC において、パッケージ占有率が60～80%の配線基板を内蔵した場合の熱ストレス等の問題点について検討した結果について報告（日本電気）があった。プラズマ CVD 法により作成した SiON 膜は、高いビッカース硬度、高耐熱性で無応力であるため、サーマルヘッド用対摩耗性保護膜に用い優れた諸特性を得たとの報告（松下電子部品・松下電器）があった。Ar 中でスパッタすることにより低抵抗 ZnO 膜を得ることができ、これを a-Si:H フォトダイオードに応用した例が報告（沖電気）された。

6) 厚膜

厚膜関係の発表は件数で最も多く、セッション会場においても立見が出る程の活況を呈していた。

ポリマー抵抗体については2件の発表があった。1件はベースレンジに熱硬化性のエポキシメラミン樹脂を使用（小糸製作所）したものであり、もう1件はレゾール型フェノール樹脂を使用したもの（日本工業技術開発研究所）である。それぞれ組成および熱硬化条件と各種特性との関係を報告した。

これまで AlN 実用化の大きな壁の一つになっていた厚膜抵抗については日立から2件の発表があった。1件はペースト組成に関するもので、PbO 含有量6wt%の結

晶化ガラスと RuO₂ の組合せにより広いシート抵抗値範囲内で ±250ppm 以下の TCR と優れた耐環境性が得られたとのことであった。もう 1 件はこの抵抗体をレーザートリミングした際の絶縁劣化の問題点の把握と対策に関するものであった。

厚膜抵抗体の抵抗値と抵抗温度係数との間に反比例に似た関係があることを利用し、これらの関係を数式化し、実測値と良い一致を示すことを報告（日大）し、優秀論文賞を受賞した。

Al₂O₃ および AlN 基板用の Cu ペーストとしてケミカルボンドタイプ、低温焼成用、AlN 用 3 種のペーストを開発し、それらのパフォーマンスと微細構造について紹介（昭和電工）した。

Cu 導体の回路基板は、1.5GHz までのマイクロ波 IC 用として適用可能であることが示された（東芝ライテック・東京無線器材）。

従来の Ag/Pd ペーストよりも Pd の比率を減らしたにもかかわらず、焼成後の膜の緻密性を上げたり、ガラスフリット量の最適化を図ることにより、はんだ濡れ性、はんだ食われ性、接着強度等従来のものよりすぐれたペーストを開発したとの報告（デュボンジャパン）があった。

サーディップのキャビティが深くなると Ag/Pd メタライズ面に外観不良が発生するが、この原因はペーストの 2 相分離であり Pd コートした Ag 粉を用いることにより改善されたとの報告（鳴海）があった。また、半導体チップの大型化にともない、リードフレームとの熱膨張係数の差による応力が問題になってきているが低応力化を実現したダイボンディングペーストの紹介（東芝ケミカル）があった。

アルミナ基板にレーザーで孔をあけ、スルーホール印刷を検討した結果、0.1mm 径の高信頼性を有するスルーホールが形成可能であるとの報告（村田）がなされた。レーザースクライブされた基板において、スクライブ溝の近傍では厚膜導体の密着強度が低下することが知られていたが、この原因と対策について紹介（田中マッセイ）され注目された。原因はスクライブ時に飛散した表面への付着物であり、再焼成によりもとの状態に復帰することであるが、付着物があるとなぜ密着強度が低下するのか、そのメカニズムがどうなっているのか興味のあるところである。

7) 超電導

超電導に関するものは 2 件のみであった。1 件は厚膜に関するもので、Ag を添加すると常伝導状態での抵抗値の減少、臨界電流密度の向上等が認められたとの紹介（三菱鉱業セメント・防衛大学）があった。もう 1 件は、

Si 基板上へ DC マグネトロンスパッタで BYC 膜を作成する場合、膜中への Si の拡散を防ぐために、イットリウム安定化ジルコニアバッファ層が有効であるとの報告（信州大学）があった。

8) 薄膜

薄膜は、真空成膜に関するものが 6 件、めっきとメタロオーガニックによるものが各 1 件であった。基板材料や厚膜関係の分野と薄膜分野とは関与している人達が違うせいか、厚膜のセッション会場が満員であったにもかかわらず、薄膜のセッション会場には空席が目立った。今後の薄膜の重要性を考えると、実装分野でも薄膜に興味を示す人の割合を大きくしたいものである。

有機金属分子線エビタキシー（MOMBE）法に関して千葉大より 2 件の報告があった。1 件は青色発色素子用材料として期待される ZnSe で、その成長機構と膜質評価に関するものであった。もう 1 件もやはり ZnSe に関するものであるが、GaAs 上に成長する際のミスフィットを避けるために ZnS との完全超格子の成長を試みたものである。長岡科学技術大学からは同時スパッタ法により作られた鉄シリサイド薄膜抵抗器の周波数特性について報告された。メタロオーガニック Pt および Si を主成分とした MOD 法で薄膜抵抗を作り、これをサーマルヘッドの発熱体として応用した例が紹介（富士ゼロックス）された。この方法は今後の展開が期待されるため注目を集めた。マイクロ波プラズマ CVD に横方向から ECR 磁界を印加出来る装置を用い、プラズマ内外において a-Si:H 膜を作成し膜質評価を行った（早大）。この発表は優秀論文賞を受賞した。配線膜として Al/Ti および Al/TiN 二層構造の熱的安定性を調べ、TiN は Ti にくらべ抵抗値は高くなるが、熱的安定性が高く、今後の重要技術であるとの報告（法政大学）がされた。アルミナ基板へ無電解 Cu めっきをする際の基板の前処理において、あらかじめフッ化物で表面のガラス相を除去しておく、水酸化ナトリウム/カリウム溶解塩での表面粗化反応温度を下げるのができたとの報告（日立化成）があった。

9) 設計・評価

BJT や GaAs-FET 等の高周波デバイスを、DC から Ku バンド帯まで広帯域にわたって測定するための治具の紹介（東京無線器材）があった。ミニコンを使用した CAD システムにパソコンを接続することにより製造情報出力等に要する時間を大幅に短縮できたとの紹介（沖電気）があった。チップ部品の小型化にともない急激にクローズアップされたマンハッタン現象について、関与する要因の検討を詳細に行った結果の報告（田村製作所）があった。同社はマンハッタン現象のプロセスをとらえ

たビデオを昼休みにロビーで放映し、人垣を作った。百聞は一見にしかずで明解であった。今後このようなプレゼンテーションが増えるのは良い傾向であると考えられる。

10) 印刷

はんだペーストののにじみ、かすれ等各種不良発生率のロット間変動を説明するために、それらペーストの流動特性を調べ、不良項目と流動特性との相関を明らかにした(沖電気)。内容は地味であるが、これまで勘と経験にたよってきた分野に科学的なアプローチをした良い例であり、このような仕事にもっと光を当てたいとの意見が強く、最優秀論文賞に決定した。もう1件ペーストのレオロジーと印刷精度との関係を論じた報告(マルコム)があった。米国のISHMで印刷だけで1セッションあることを考えると、このような報告が今後増えることが期待される。

11) 解析

今後のこの分野の発展を望むためには、深く科学することは非常に大切である。その意味では新材料、新プロセス、新設計の発表と同じ位の件数があっても良いと考える。

メニスコグラフによる濡れ性の評価が他の方法による結果とマッチングしない原因を種々の実験結果をもとに考察(慶応大学)した。防衛大学より、有限要素法を用いてハイブリッド基板の熱解析と応力解析を行い、種々の材料での実験結果と近い値を示すとの報告があった。さらにもう1件有限要素法による応力解析の例として、ハイブリッドICのサファイア窓付きメタルキャップの強度解析結果が紹介(東芝)された。

3.3 パネルディスカッション

前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の方々により、「高密度実装とSMT」のテーマで行われた。

今回は、「プリント基板実装かハイブリッド実装か」のテーマで、パネリストの人選から進行までを座長の宮代氏(東芝)にすべてをとりしきって頂いた。パネリストは以下の方々をお願いした。大津浩(日本ケミコン)、風見明(東京IC)、井田清(北陸電工)、西雄策(東芝)、本田進(徳山曹達)。

テーマがセンセーショナルなせいもあったのか2日目の最終プログラムであったにもかかわらず、約360人が参加し盛況であった。パネリストの方々には5~7分のプレゼンテーションをして頂いた。会場が横に広がったため2台のOHPを使用した。

各パネリストはいずれもプリント基板、ハイブリッド

の両方に通じておられ、与えられたテーマについていろいろな角度から論じられた。プリント基板とハイブリッドICの定義についても多くの意見が出されたが、ハイブリッドの技術がプリント基板の方へトランスファされ、その境界が不明瞭になってしまっているようである。また両者の比較のポイントとしては、価格、性能、多種多機能化システムとの整合性などが挙げられるが、多層化していくとプリント基板の方が有利、コスト的にもプリント基板が有利である等セラミック基板を適用した狭い意味でのハイブリッドICに対しては厳しい環境になるとの意見も出た。

これに対して、システムの高度化にともない要求特性もきびしいアドバンスドHICが増えるであろうとの予想もされている。サーマルヘッド等プリント基板技術ではどうしてもできないものも増えると予想される。会場からも活発な質問、コメントが出た。最後に座長が、あまり定義などにこだわらず、新しいニーズに対して有利に対応できるような役割分担をしていけば良いのではないかと締めくくって閉会となった。

4. MES'89の反省と今後への課題

第3回(MES'89)も何とか成功したと位置付けて良いのではないと思う。第2回の申し送り事項にもほとんど対応できた。ただ一点どうしても謝罪しなければならない事がある。それは、事前登録の申し込み数が予想以上に伸びたため、会場の席数の関係から一部の方にお断わりをしてしまったことである。これは実行委員会の不手際によるもので、これらの方々には深くお詫びをしたい。

次回への申し送り事項としては収容人数の大きな会場探しが挙げられる。本シンポジウムもすっかり定着したと考えられ、裾野の広がりから次回はより多くの参加者が見込まれる。会場は今回の私学会館はすでに限界であり、今回以上の規模となると新しい会場が必要となる。冷房付きで、交通の便も良いところを事前に調べておくことが必要であろう。また今後の抱負として、すぐには無理であろうが、近い将来隔年開催から毎年開催に持っていけるように努力したい。ハイブリッド実装という他ではあまり発表の場のない分野で一番権威をもった団体の主催するシンポジウムなのであるから、IMCとの関係など技術的課題はあるにせよぜひ実現したいものである。

最後に、原実行委員長をはじめ実行委員会のメンバー、事務局、アシスタントをして下さった法政大学の学生諸君に深く感謝したい。