高厚膜，狭ピッチレジストの開発と応用

中崎 展男^{*}，酒部 健一^{*}，吉田耕造^{*}，古川 祥一^{*}，山田 浩^{*}

Investigations of the Resists for Thick and Fine Pitch Pattern and Its Applications

Nobuo NAKAZAKI^{*}，Ken-ichi SAKABE^{*}，Kouzou YOSHIDA^{*}，Shouichi FURUKAWA^{*} and Hiroshi YAMADA^{*}

^{*}旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室（〒416 静岡県富士市鯉島2-1）

^{*}Electronics Materials and Devices Laboratory, Asahi Chemical Industry Ltd. (2-1 Samejima, Fuji-shi, Shizuoka 416)

〔1〕はじめに

ここ十数年の電子機器，いわゆる，ハイテク機器の高機能化と低価格化傾向は目を見張るものがある。さらに，電子機器類に求められるのは性能面ばかりではなく，「軽・薄・短・小・美」と言った電子機器の外観上の要求もますます強くなってきている。例えば，スーツの内ポケットに入れてもまったく違和感のない軽量・小型のヘッドホンステレオ，あるいはミニディスク，また，新幹線車内で携帯電話と接続され，インターネットなどにアクセスされた軽量・小型・高性能パソコンなどがあげられる。

これら電子機器に使用される電子部品に対しても，より高機能，より高性能，また，より小さくといった要求が出てきている。

これらを可能にした技術として，配線設計技術などの向上もさることながら，製造工程途中で除去される材料（副材料），あるいは，製品の最終形態にまで残る材料（主材料）等の高機能・高性能材料の進歩が支えてきたといっても過言ではない。

筆者らは，上記のような市場動向，技術動向を踏まえ，高機能・高性能レジスト材料の開発を基礎に，高厚膜，狭ピッチ，かつ，高アスペクト比レジストパターン形成が可能なプロセスを開発してきた。これが，HAL法 [High Aspect ratio Lithography] であり，本特集にて概説したい。

〔2〕開発経過

2.1 レジスト形態の選択

レジスト材料の分類には様々なものがあり，露光エネルギー [電子線，紫外線，X線]，硬化・分解 [ネガ型，ポジ

型]，あるいは，現像液成分 [溶剤，水現像] 等からの分類がされる。筆者らは塗布膜厚特性からレジストを分類してみた。これを表1に示した。必ずしも系統だった分類方法ではないかもしれないが，筆者らがレジスト選択にあたっての指標になっている。筆者らが目指す部品は様々で，その目標性能により電気導体厚みは部品ごとに異なる。その結果，レジスト厚みを部品ごとに変えなければならない。しかも，レジスト厚みは，20 μm 以上であることなどから，「液状レジスト」を選択した。

2.2 プロセス概要

2.2.1 基板材料

開発したレジストの評価を行う上で，選択した基板は下記の三種類である。

1) 特殊PETフィルム

このフィルムは，膜厚100 μm ，乱反射率を1%以下にするための表面処理が施され，開発レジストとの密着力も良好であり，モデル基板として使用してきた。

2) UTC基板

筆者らの自作の基板であり，膜厚5 μm 。

3) アルミ基板

一般的に入手可能な，100 μm 厚アルミ箔

2.2.2 プロセス

1) 基板前処理

特殊PETフィルム以外は，一般の，バフ研磨，ないし，ジェットスクラブ研磨等の物理研磨，ないし，化学研磨処理を施した。

2) レジスト塗布

設備的に，ブレードコータ，露光系が一体になったもので，設備上の制限から，カバーフィルム上に，設定膜厚の

表1. レジストの分類

レジスト分類	塗布方法	膜厚	特 徴	主用途
固形	スピンコータ ディップコート	～20 μm	膜厚精度が高く，高解像塗布溶剤の加熱除去	LSI・IC
ドライフィルム	熱ラミネータ	～80 μm	膜厚は銘柄別に一定工程は簡便化される	プリント配線板製造
液状	ブレードコータ	任意	リソ工程で膜厚は任意に設定が可能	電子部品製造に使用されている例は少ない

図1. レジスト断面形状比較

レジストを、ブレードコーティングした。

3) 露光

一般の高圧水銀灯を使用。出力は5 mW, 有効出力露光範囲はA4判サイズである。

4) 現像

ドラム回転式で、スプレー現像方式を採用。現像液は弱アルカリ現像液。

5) 後処理

レジストの硬化をさらに進めるために、加熱処理、後露光を行った。

2.3 レジスト組成開発

2.3.1 プロトタイプ組成

開発初期のレジスト組成開発のポイントは、各種基板に対するレジスト密着力、および耐めっき液（アルカリ、酸耐性）性を有する組成開発が中心となった。主ポリマーは、不飽和脱水縮合系ポリマーを用いている。全体組成は、従来の紫外線硬化型レジストと大きな差異はないが、上記のレジスト特性を満たすための改良組成となっている。

2.3.2 高膜厚組成

高膜厚、かつ、高アスペクト比レジストパターンの形成が可能なレジスト組成とすることがポイントであった。耐めっき液性はもちろんのこと、最終電子部品としての長期信頼性試験にも問題ない材料としなければならない。この組成は、解像ピッチが100 μmまで対応できるように、光透過量の制御と、硬化レジストの物理強度を保つために、三官能、二官能モノマー類を選択した。硬化強度とレジストクラックはいわゆる「トレードオフ」の関係にあり、そのバランスをとることが重要であった。この組成を開発品レジスト(A)とする。

レジストの断面写真を市販レジストとの比較で図1に示した。基板はアルミ基板を用いている。

2.3.3 狭ピッチ組成開発

レジスト膜厚100 μmで、ピッチ50 μmが解像可能なレジスト組成。主ポリマーに、良現像性不飽和脱水縮合系ポリマーを新規に開発し、かつ、狭ピッチが解像できるように、特に反応性が抑制されたモノマー類を選択し、露光中の「かぶり」現象を抑制した。反応性モノマー類の反応性を

抑制した分、後処理、および後露光により、硬化反応を完結する組成になっている。このレジスト組成を、開発レジスト(B)とした。この断面SEM写真を図2に示した。レジスト膜厚100 μm, 解像ピッチ50 μm, 基板はアルミ基板である。さらに、これに電解銅めっきを行い、アルミ基板をはく離した後の断面写真を図3に示した。基板の物理研磨の状態がよく観測でき、レジストの追従性が良好なことを物語っている。

2.4 解像力比較

開発レジストの解像力の比較を、図4に示した。このことより、開発品レジスト(A)で、レジスト膜厚100 μm, 解

図2. レジスト断面形状

基材への追従性の高さを示している

図3. 基板はく離後の表面状態

- (1) 開発(A)品、特殊ベット（モデル基板）
- (2) 開発(A)品、アルミ基板
- (2') 上記(2)、加熱後処理
- (3) 開発(B)品、アルミ基板
- (4) 開発(B)品、UTC基板、加熱後処理導入

図4. 解像力と膜厚の関係

像ピッチ40～50μmが解像される、高解像性レジストであることがわかる。また、開発品レジスト(B)も、後処理工程で、加熱処理工程を導入することで、レジスト膜厚100μmで、80～100μmの解像ピッチが得られることもわかった。開発品レジスト(A)は、中・低レジスト膜厚[130μm以下]、狭ピッチ用、開発品レジスト(B)は、高膜厚[100μm以上]用として使用可能である。

(3) 応用

今回報告のレジストを用い、コイルパターン、および厚膜微細配線板製造に応用した結果について、以下に述べる。

3.1 コイル

電子機器の中でのコイルの役割は多くのものを担っている。モータ駆動、記録メディアのセンシングヘッドの駆動といった様々なところで使用されている。モータの性能は一義的にコイルの巻き数で決定されると言える。HAL法で製造されたコイルは、狭ピッチが解像できるため、狭い場所に所定の巻き数でコイルを配置でき、「軽薄短小」になったハイテク機器にもってこいの高性能コイル部品となることが期待できる。さらに、狭ピッチでありながら、電気導体部を厚くできるため、部品としての抵抗を上げることなく、性能だけを向上させることができるため、長時間寿命、省エネといった性能も期待できる。

図5に、レジスト膜厚100μm、解像ピッチ50μmのコイルパターン例を示した。この解像ピッチは言い換えれば、20本/mmの電気導体を配置できることになる。

3.2 厚膜微細配線板

ここで定義した「厚膜微細配線板」とは、インターポーザと呼ばれるもので、配線ピッチの異なる部品同士を接続する部品のことである。従来のエッチング法による製造方法では、解像ピッチに制限がでること、電気導体を厚くで

図5. コイルパターン例

きず、どうしても部品として、配線抵抗が高くなってしまいうこと、さらに、電気導体自身の断面が台形になり、接続時の位置あわせに問題を生じさせてしまう。

そこで、HAL法により、製造された配線パターンは、導体厚を厚くでき、しかも、その断面形状が矩形をしているため、配線抵抗を大きくすることなくファインピッチ配線が可能となる。試作を行ったインターポーザのSEM写真を図6、7に示す。いずれのインターポーザもレジストははく離しており、導体間を埋めている絶縁樹脂は、エポキシ樹脂である。図6は導体厚85μm、最小ピッチ40μmの配線パターンであり、図7は導体厚は40μmであるが、最小ピッチは26μmの配線パターンである。導体断面部を見ればわかるように、導体は矩形をし、ファインピッチ配線が可能となっている。

図6. 導体厚85 μm、最小ピッチ40 μm

図7. 導体厚40 μm、最小ピッチ26 μm

〔4〕まとめ

筆者らが開発してきたHAL法用レジストは、通常の紫外線露光光源により、高アスペクト比、高膜厚、かつ、狭ピッチレジストパターン形成が可能な高機能・高性能レジストであることがわかった。その結果、HAL法は、今後の高性能、高機能電子部品製造に大きく貢献できるものと期待している。
(1997.4.24-受理 1997.5.29-再受理)

中崎 展男 (なかざき のぶお)
昭和22年生まれ。昭和52年、東京工業大学大学院理学部研究科化学専攻博士課程修了。現在、旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室において、電子材料、新規プロセス開発に従事。

吉田 耕造 (よしだ こうぞう)
昭和37年生まれ。平成元年、東京大学大学院工学系研究科反応化学専攻修士課程修了。現在、旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室において、電子材料、新規プロセス開発に従事。

古川 祥一 (ふるかわ しょういち)
昭和34年生まれ。昭和59年、九州大学大学院総合理工学研究科材料開発工学専攻修了。現在、旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室において、電子材料、新規プロセス開発に従事。

酒部 健一 (さかべ けんいち)
昭和31年生まれ。昭和57年、東京工業大学大学院総合理工学研究科材料科学専攻修了。現在、旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室において、電子材料、新規プロセス開発に従事。

山田 浩 (やまだ ひろし)
昭和35年生まれ。平成元年、東京工業大学大学院総合理工学研究科電子化学専攻博士課程修了。現在、旭化成工業株式会社電子応用研究所電子プロセス研究室において、電子材料、新規プロセス開発に従事。

／図／書／文／献／紹／介／ 浅田邦博 (東京大学)

「デジタル回路設計」 江端 克彦、久津輪 敏郎 著

発行：共立出版

定価：3800円 (税別)

本書はデジタル回路を初めて勉強しようとしている方々にとっての入門書であり、必要な項目をカバーしつつ理解しやすい平易な書き方となっている。全体で8章、約250ページの本であるが、前半の4章はデジタル回路の基礎であり、後半は計算を用いた設計技術(CAD)について記述されている。

第1章では基本論理演算素子と論理設計に必要なブール代数の基礎を解説しており、電子回路についての初歩的知識だけで理解できるよう丁寧な解説となっている。第2章は組み合わせ論理回路の設計の基礎となっており、論理の簡約化の手法も平易に解説されているため、読者は加算器やデコーダ等の基本的組み合わせ回路の設計法について学ぶことができる。また実用上の観点から重要なハザードの生じない論理回路合成法についても説明されており、同期式回路だけでなく非同期式回路を勉強しようとしている読者にとっても入門的内容と言える。第3章は順序回路について解説されており、記憶素子である各種のフリップフロップや順序回路合成手順を丁寧に説明している。また非同期式順序回路の合成手法も説明されており、非同期インタフェース回路

等の設計法を学ぼうとしている読者にとっても有用である。第4章はCPUの中で用いられる加減算器、乗除算器等を説明しておりCPUの中身の基礎を知る上でも有用な内容となっている。

一方、第5章はCAD技術の解説となっており、プリント配線板用CADとその配置配線アルゴリズムを説明した後、プリント配線板製造技術の概要が述べられている。第6章はセル回路設計からハードウェア記述言語までを網羅した、VLSIの設計フローを述べており、読者はその中で用いられている各種のシミュレーション手法や論理合成手法の基礎を理解できよう。第7章、第8章ではグラフィックインタフェースやハードウェア記述言語を用いてデジタル回路を作成する実際の例を示しており、特に第8章のPARTHENONシステムを用いた例は、デジタル回路やVLSIを実際に設計し、試作をしたいと考えている読者にはよい解説書と言える。PARTHENONシステムはNTTで開発された商用システムであるが、大学等では自由に使える場合が多く、演習題材としても利用価値が高い。