

平成25年度 戦略的基盤技術高度化支援事業

「めっきによる超微細電気配線基板と  
厚膜微細メタルマスクの開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成26年 3月

委託者 中部経済産業局

委託先 公益財団法人名古屋産業科学研究所

## 目 次

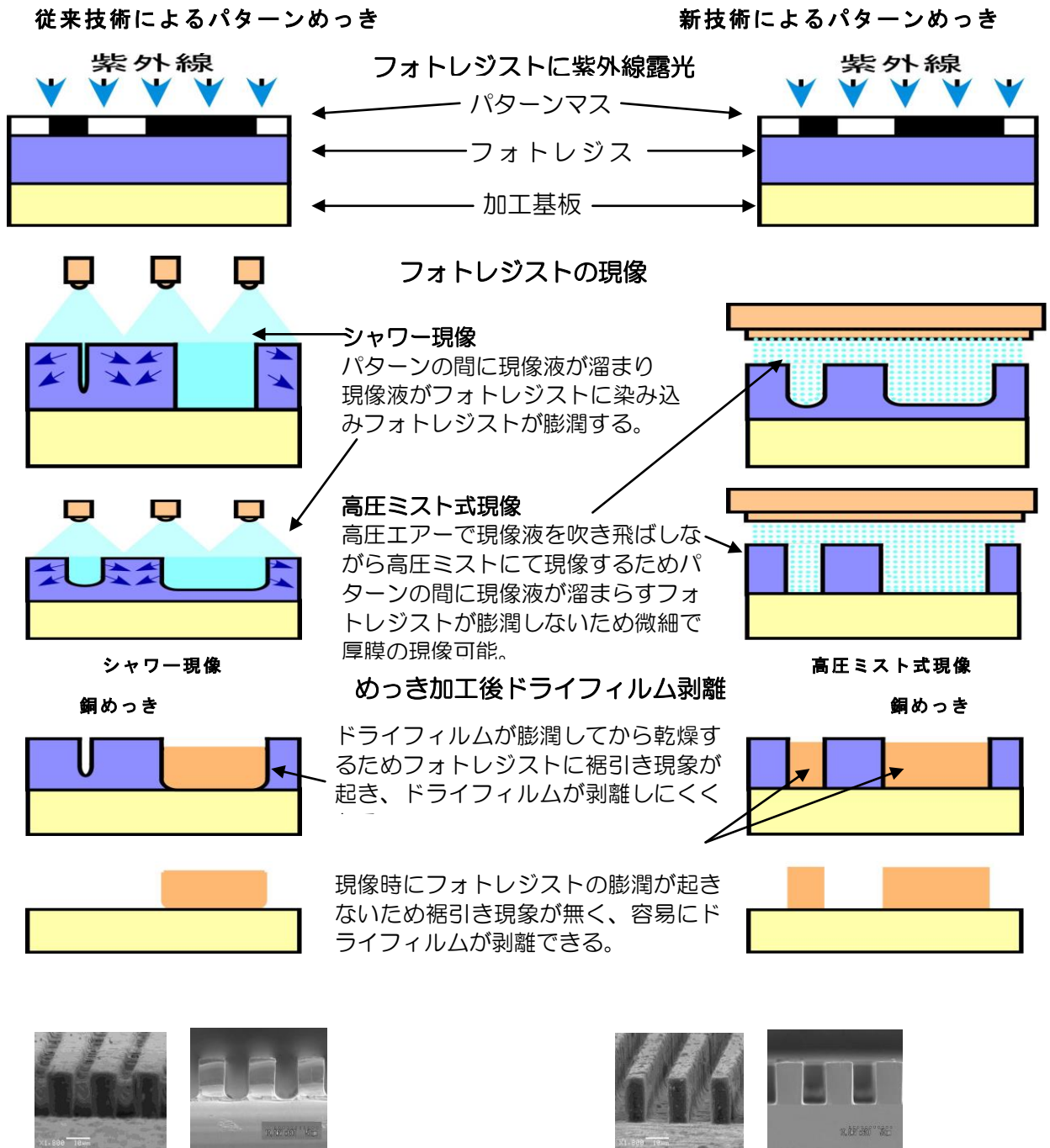
第1章 研究開発の概要 .....	1
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	
1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）	
1-3 成果概要	
1-4 当該プロジェクト連絡窓口	
第2章 高圧ミスト式現像機の薄板基板と両面同時加工への対応 .....	16
2-1 研究目的及び目標	
2-2 実験方法	
2-3 研究成果	
第3章 高圧ミスト式現像機の改良により、さらに高精細で高アスペクトな現像方法の確立 .....	17
3-1 研究目的及び目標	
3-2 実験方法	
3-3 研究成果	
第4章 微細で高アスペクトな電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応-1（メッキ装置を使用した微細なメッキの検証） ..	20
4-1 研究目的及び目標	
4-2 実験方法	
4-3 研究成果	
第5章 微細で高アスペクトな電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応-2（めっきの電気化学的な特性および均一電着性について） .....	24
5-1 研究目的及び目標	
5-2 実施内容および結果	
5-3 研究成果	
第6章 高圧ミスト式現像機を使用した半導体パッケージ用電気配線の対応 .....	27
6-1 研究目的及び目標	
6-2 実施内容および結果	
6-3 研究成果	

第7章	高電圧対応の回路基板への微細で厚膜なめっきによる電気配線への対応……	29
7-1	研究目的及び目標	
7-2	実施内容および結果	
7-3	研究成果	
第8章	微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応— 1（高アスペクト比なメタルマスクの製造） ……………	32
8-1	研究目的及び目標	
8-2	実施内容および結果	
8-3	研究成果	
第9章	微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応— 2（高アスペクト比なメタルマスクの印刷評価） ……………	36
9-1	研究目的及び目標	
9-2	実施内容および結果	
9-3	研究成果	
第10章	全体総括 ……………	38
10-1	成果の総括	
10-2	工業所有権の取得状況及び对外発表等の状況	
10-3	今後の事業化に向けた取組み	

## 第1章 研究開発の概要

半導体パッケージの電気配線や LED・LD・電気自動車・ロボット等に使用される高電圧対応基板の電気配線や精密印刷に使用される厚膜微細メタルマスクに使用されるメッキによる微細パターン形成では従来パターン幅  $10\mu\text{m}$ ・厚みがパターン幅の 1.5 倍が限界であった。より微細・厚膜に対応可能な高圧ミスト式フォトリソ現像技術により最小パターン幅  $5\mu\text{m}$ で厚みがパターン幅の 3 倍のメッキによる微細パターン形成を実現する。

<イメージ図>



### 従来技術の課題

めっき用フォトレジスト現像時に隙間に現像液が溜まり、フォトレジストが膨潤し微細で厚膜なパターンめっき不可。

### 新技術の特徴

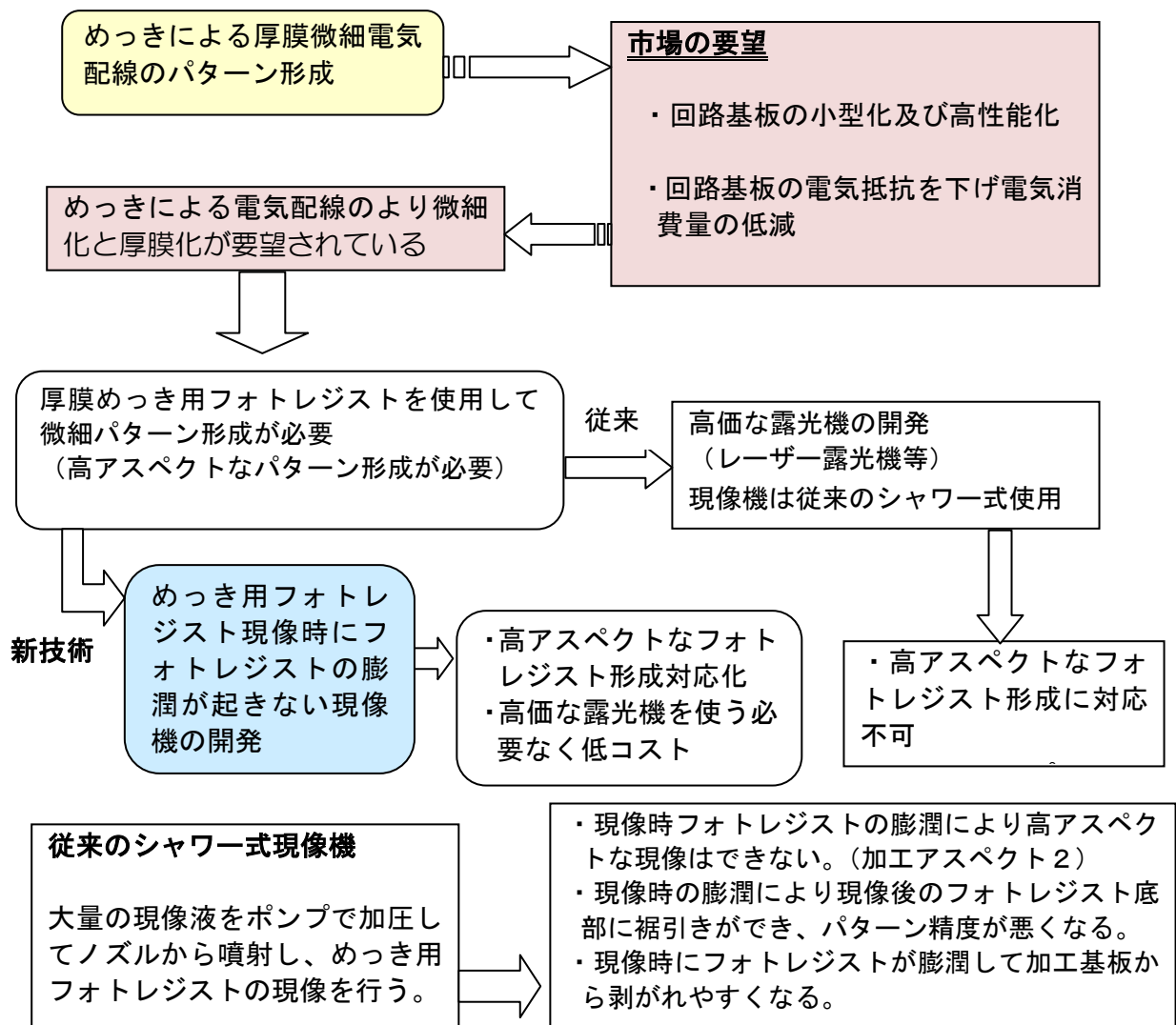
高圧エアと高圧ミストにより現像液を吹き飛ばしながら現像するため、隙間に現像液が溜まらずめっき用フォトレジストの膨潤が無く微細で厚膜なパターンめっき可能。

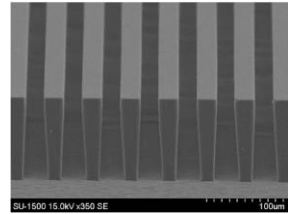
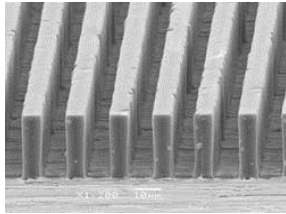
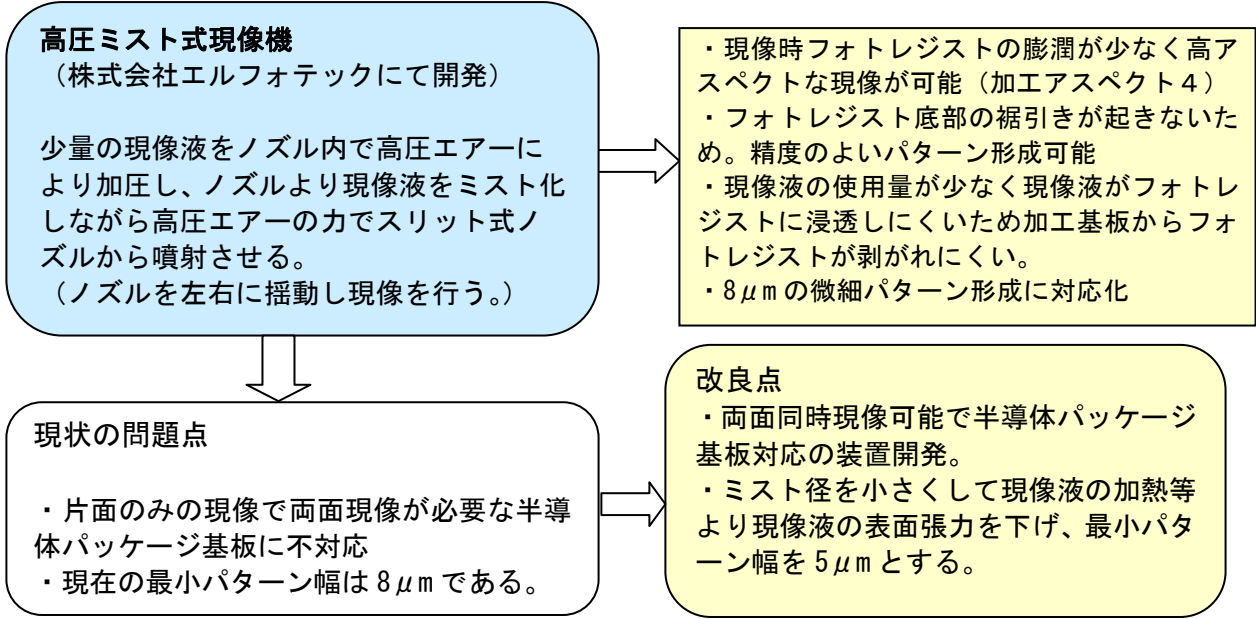
### ○新技術を実現するために解決すべき研究課題

1. 従来の高圧ミスト式現像機を使用しためっき用フォトレジストのパターン形成では加工幅  $8\mu\text{m}$  が限界であったが、ミストを小さくし現像液の表面張力を下げ、加工幅  $5\mu\text{m}$  を可能とする。
2. 高電圧対応で抵抗値の低い、より微細で厚膜なめっき配線を実用化するため、厚膜で微細なめっき用フォトレジスト形成後に安定して微細で厚膜なめっきを行えるようにし、めっき配線の性能評価試験・耐久試験を行う。
3. 印刷により超微細配線のための、めっきによるより微細で厚膜なメタルマスクを実用化するため、微細メタルマスクの形成と、実際に印刷による評価テストを行う。

## 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

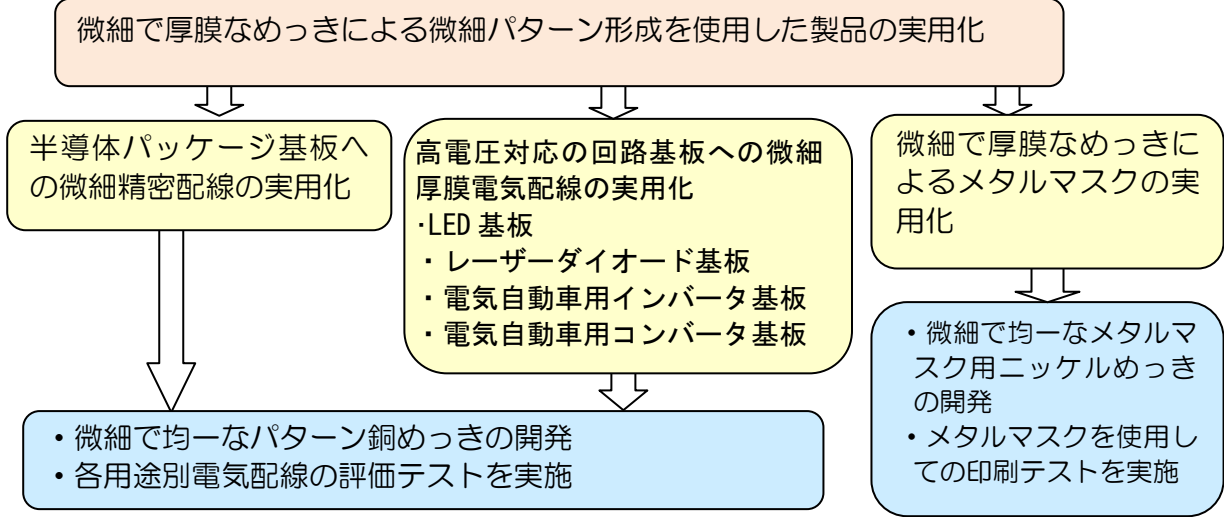
### 研究開発の背景



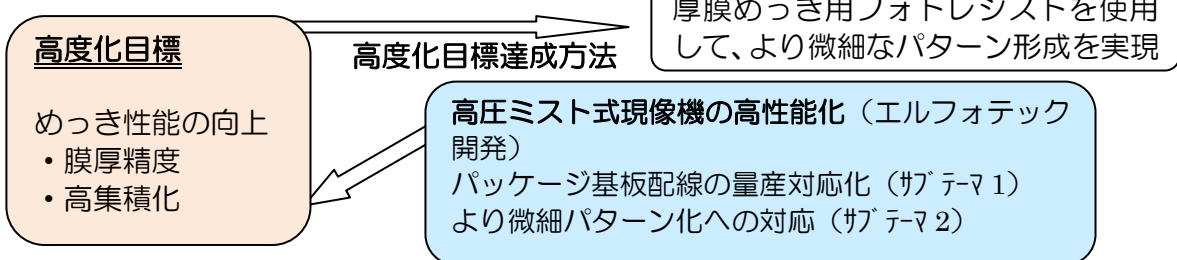


厚み 25 $\mu\text{m}$  ライン&スペース 8 $\mu\text{m}$       厚み 112 $\mu\text{m}$  ライン&スペース 25 $\mu\text{m}$

エルフォテック製高圧ミスト式現像装置を使用したフォトレジストの加工例



研究目的及び目標



従来より微細で高アスペクトなフォトリソパターン形成

	従来	新技術
最小線幅	10 $\mu$ m	5 $\mu$ m
加工アスペクト	2	4

(新技術は最終目標値)

### 厚膜で微細なめっきによるパターン形成の実用化

- ・ 微細で均一なめっき技術確立 (サブテーマ3)
- ・ 高電圧対応基板の厚膜微細配線と検証 (サブテーマ4)
- ・ パッケージ基板での超微細配線と検証 (サブテーマ5)
- ・ 厚膜微細メタルマスク製造と検証 (サブテーマ6)

従来のシャワー式現像機と(株)エルフォテック開発の高圧ミスト式現像機を使用した場合のめっきによる電気配線パターン用感光性ドライフィルムの加工スペックと将来必要となる加工スペック

	従来のシャワー式現像機	高圧ミスト式現像機	将来必要なスペック
最小加工線幅	10 $\mu$ m	8 $\mu$ m	5 $\mu$ m
最大加工アスペクト比	2	3	4
両面加工	両面加工可能	両面加工不可	両面加工可能

#### 【1.高圧ミスト式現像機の薄板基板と両面同時加工への対応】

##### 【1-1】 量産対応で高アスペクト微細現像可能な高圧ミスト式現像機の構想

0.2mm 厚の基板上下両面同時に高圧ミスト現像可能で量産対応可能な高圧ミスト式現像機の構想を行う。

##### 【1-2】 量産対応で高アスペクト微細現像可能な高圧ミスト式現像機の製造

0.2mm 厚の基板上下両面同時に高圧ミスト現像可能で量産対応可能な高圧ミスト式現像機の製造及び検証を行う。

##### 【1-3】 製造した高圧ミスト式現像機を使用しての実際の基板の動作確認を 23 年度に行う。

目標として 0.2mm の基板が搬送でき上下両面均一に高圧ミスト現像できる事

##### 【1-4】 めっき用感光性ドライフィルムの現像行程での加工の均一性の確認と加工状態の確認

めっき用感光性ドライフィルムのラミネート・露光・現像を紫外線照射装置及び量産対応高圧ミスト式現像機を使用して行い、現像後の評価として、感光性ドライフィルム加工の均一性と加工状態の確認を行い、品質的に問題ないか確認を行う。

##### 【1-5】 製造した高圧ミスト式現像機の試作機の検証と改良

【1-2】にて製造した量産対応可能な高圧ミスト式現像機の量産対応への検証として、加工エリア 500mm×500mm 内の現像時間のばらつきが3%以内に抑えられるか、及び基板を連続で 30 枚加工した場合に基板の位置ずれが起きないか、及び加工エリア内全面で 7 $\mu$ m のパターン形成が行えるかの検証を、大型のコンプレッサー(レンタル)を使用して 650mm 幅ノズルにて行い、検証結果を基により微細なパターン形成の量産が可能な装置への改良を進める。

## 【2.高圧ミスト式現像機の改良により、さらに高精細で高アスペクト比な現像方法の確立】

### 【2-1】より微細で高圧なミストの噴射が可能なノズルの開発

従来より微細で高圧なミストが噴射可能なノズルの設計を行い、外注にて機械加工を行う。組立後に実際に感光性ドライフィルム及び液状レジストを使用してノズルの検証を行う。

### 【2-2】噴射する現像液の表面張力を抑え、現像時間を短縮させるためにミストの高温高圧化が可能なシステムの開発

ノズルから高温高圧ミストを噴射可能なシステムの構想を行い、設計製造してより微細な感光性ドライフィルム及び液状レジストのパターン形成が可能か実証し、さらにシステムの検証を行い、問題点を洗い出し、装置の改良等を行い、システムの完成度を高める。

### 【2-3】現像液を加圧加熱してノズルから噴射時に現像液をスチーム化して現像するシステムの開発

現像液を高温高圧にしてスチーム化するためのシステムを構想して、その構想を元にテスト装置（高圧スチームミスト現像機）の設計を行い、導入する（製造の工程は外部に委託）。導入した装置を使用してシステムの検証を行い、問題点を洗い出し、装置の改良等を行い、システムの完成度を高める。

### 【2-4】現像液をスチーム化して現像するシステムを開発して製造した装置を使用してフォトレジストの現像工程での加工の均一性の確認と加工形状の確認

現像液をスチーム化して現像するシステムを開発して製造した高圧ミスト式現像機にてフォトレジストの現像を行い、加工の均一性と加工状態の確認を行う。

## 【3.微細で高アスペクト比な電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応】

### 【3-1】微細で均一な微細パターンめっきが可能なめっき装置の検討と購入

配線パターンが  $10\mu\text{m}$  で厚みが  $30\mu\text{m}$  の微細配線めっきが可能な微細配線用めっき装置の検討と購入を行う。

### 【3-2】微細パターンめっきが可能なめっき装置を使用して微細パターンめっきの検証

【3-1】で購入した装置を使用して微細パターンめっきの検証をメッキシュミレーションソフト「膜厚案内人」をレンタルしてめっき条件の最適化を東洋精密工業株式会社がを行い、めっき用電源装置を使用して微細めっきの検証を名古屋市工業研究所が行う。

### 【3-3】めっき装置の改良を行い、より均一で微細なめっき装置を開発する

【3-1】で購入しためっき装置を改良して、さらに微細で均一なめっきが可能なめっき装置の開発を行う。

### 【3-4】改良しためっき装置を使用して微細パターンめっきの検証

【3-3】で改良した装置を使用して、メッキシュミレーションソフト「膜厚案内人」によりめっき条件の最適化を検証しながら微細で厚膜なめっきによるパターン形成を行



い、微細パターンめっきの検証を行う。

【3-5】 高アスペクト比銅めっき後のドライフィルムの剥離の改善

銅めっき後のめっき間のドライフィルムを完全に剥離除去できるように剥離方法の改善を行う。

【4.高圧ミスト式現像機を使用した半導体パッケージ用電気配線の対応】

【4-1】半導体パッケージ基板に微細なパターンでドライフィルムのパターン形成を行う。

ガラスエポキシ基板上に紫外線照射装置及び開発した両面現像可能な高圧ミスト式現像機及び大型のコンプレッサー（レンタル）を使用してドライフィルムのパターン形成を行う。

【4-2】ドライフィルムにてパターン形成を行った基板にめっきにて電気配線パターンを形成する。

【4-1】にてガラスエポキシ基板上にドライフィルムにて微細な電気配線パターンを形成した基板に微細配線用めっき装置を使用してメッキシュミレーションソフト「膜厚案内人」によりめっき条件の最適化を検証しながらめっきを行い微細電気配線をガラスエポキシ基板上に形成後、エッチングにて銅の薄膜を除去して微細で膜厚な電気配線を形成する。

【4-3】半導体パッケージ基板上の配線パターンの評価を行う。

【4-2】にて作成したガラスエポキシ基板を実際に半導体パッケージに使用できるかどうかの評価を名古屋市工業研究所）及び（株式会社エルフォテック）及び（東洋精密工業株式会社）が検討し外注試験機関に評価の依頼を行い、また名古屋市工業研究所にても評価を行う。

【4-4】微細めっき後の下地銅の薄膜除去の改善

微細めっき後の下地銅エッチング工程で、微細な隙間の銅を除去できるようにエルフォテックの高圧ミスト現像の技術をエッチングに応用して下地銅除去工程の改善を行う。

【5.高電圧対応のLED・発光ダイオード・電気自動車のインバータやコンバータ等の基板への微細で厚膜なめっきによる電気配線への対応】

【5-1】高電圧対応の回路基板にめっき用ドライフィルム高アスペクト比なパターン形成を行う。

高電圧対応のLED・発光ダイオード・電気自動車のインバータやコンバータ等の基板へのドライフィルムのパターン形成を紫外線照射装置及び高圧ミスト式現像機を使用して行い、アスペクト比4の高アスペクト比パターンのフォトリソを形成する。また高アスペクト比なパターンを形成したドライフィルムの耐めっき性を向上させるために行う、後露光に於いて露光の均一性を向上させるために、高圧ミスト現像後加工用紫外線照射装置を改造して均一な後露光を行えるようにする。

【5-2】ドライフィルムにてパターン形成を行った基板にめっきを行い基板上に電気配線

を形成。

高電圧対応の LED・発光ダイオード・電気自動車のインバータやコンバータ等の基板へ【5-1】にて高アスペクト比のフォトレジストを形成した基板に高精細電気配線めっき用のめっき装置にてメッキシュミレーションソフト「膜厚案内人」によりめっき条件の最適化を検証しながらめっきを行い、高アスペクト比な電気配線を基板上に形成する。

【5-3】 形成した微細配線の形状確認及び耐久テスト等の評価テストを行う。

それぞれの用途別に実際の使用に問題ないかの微細電気配線の評価を（名古屋市工業研究所）及び（株式会社エルフォテック）及び（東洋精密工業株式会社）が検討して外注試験機関に委託して行い、また名古屋市工業研究所にても評価を行う。

【6.微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応】

【6-1】 ステンレス基板上にドライフィルムにてフォトレジストを形成する。

15×15.5インチのステンレス基板上に太陽化学工業株式会社にてラミネート・露光を行い、高圧ミスト式現像機を使用して現像を行い、ステンレス基板上にアスペクト比4のドライフィルムによるドットパターンを形成する。

【6-2】 フォトレジストを形成したステンレス基板上にニッケルめっきを行い、メタルマスク作成。

【6-1】にてフォトレジストを形成したステンレス基板上にニッケルめっきを行い、目標としてニッケルめっきによりアスペクト比3のめっきによるパターン形成を行い、高アスペクト均一なメタルマスクが形成できること。

【6-3】 作成した微細で高アスペクト比なメタルマスクを使用、実際に印刷を行い、メタルマスク及び印刷状態の評価を行う。

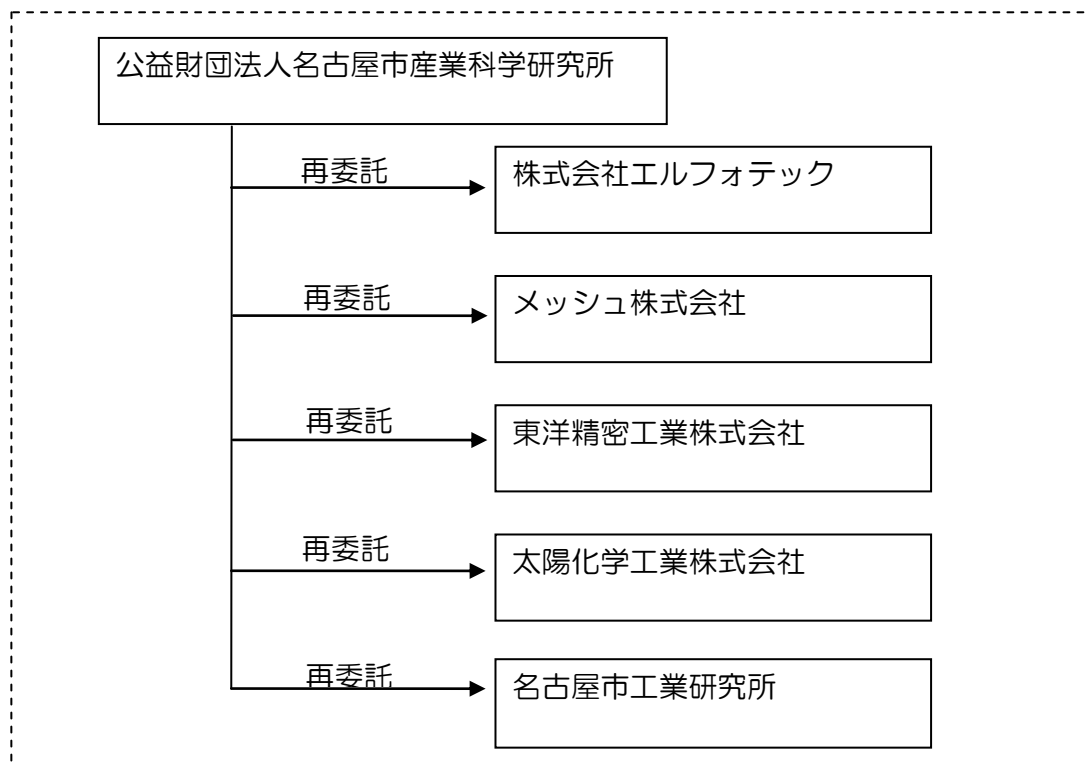
【6-2】にて作成したメタルマスクを使用して印刷評価テストを行う。

【6-4】 高アスペクト比ニッケルめっき後のドライフィルム除去の改善

高アスペクト比なニッケルめっき後にめっき間のドライフィルム除去工程でドライフィルムの残渣を完全に除去できるようなドライフィルム除去方法の改善を行う。

## 1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

### 1) 研究組織（全体）



#### 総括研究代表者（PL）

所属：株式会社エルフォテック

役職：代表取締役

氏名：神田 真治

#### 副総括研究代表者（SL）

所属：東洋精密工業株式会社

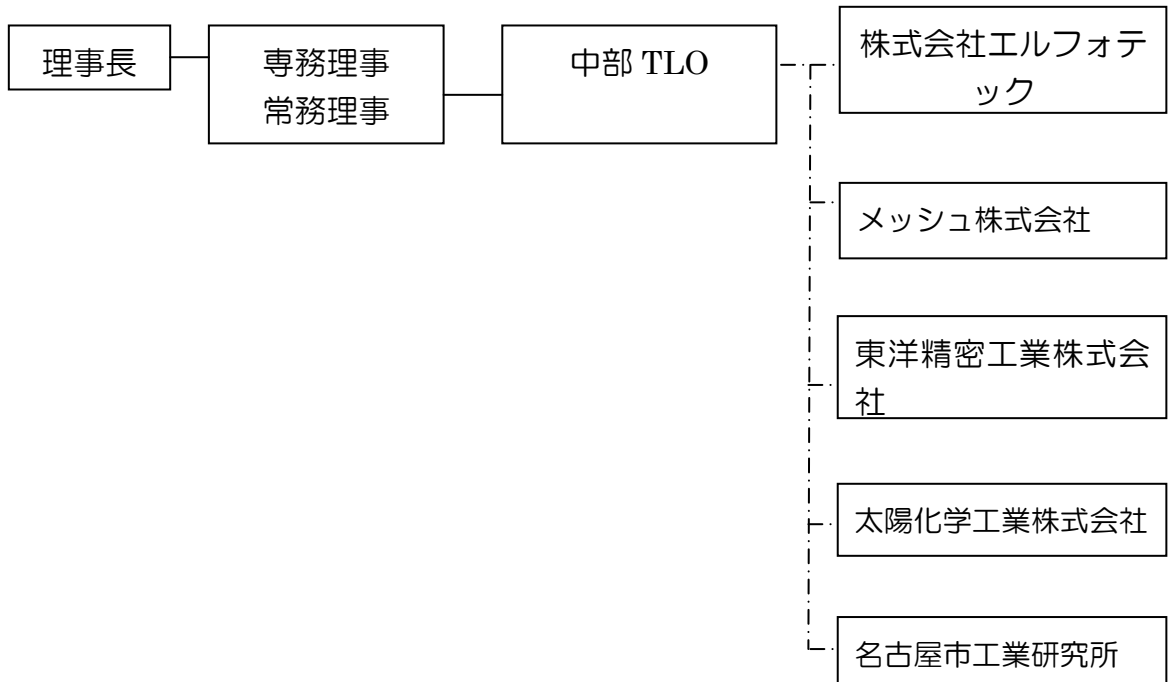
役職：回路基板事業部 部長

氏名：井上 晴夫

## 2) 管理体制

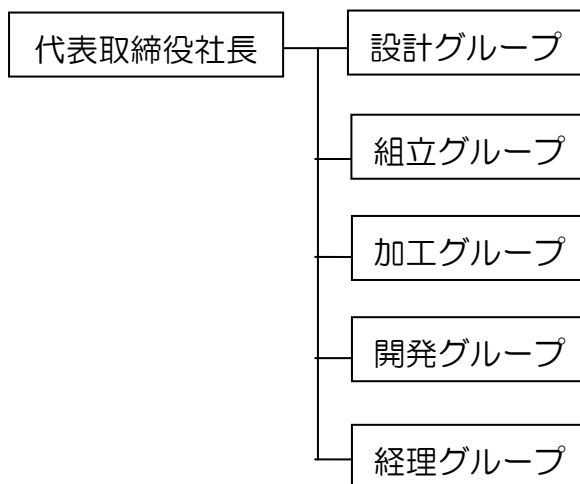
### ①事業管理機関

公益財団法人名古屋産業科学研究所

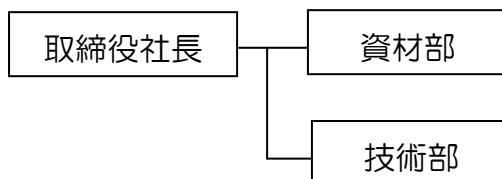


### ②（再委託先）

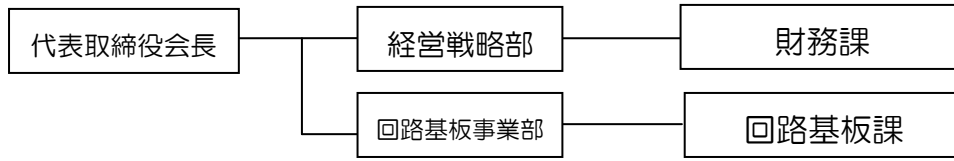
株式会社エルフォテック



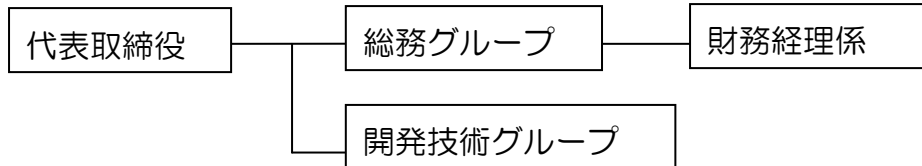
メッシュ株式会社



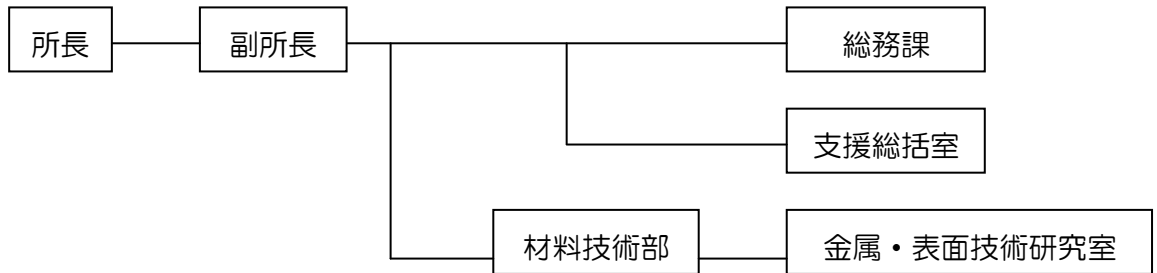
東洋精密工業株式会社



太陽化学工業株式会社



名古屋市工業研究所



(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】 公益財団法人名古屋産業科学研究所

管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
藤根 道彦	中部 TLO 産学連携支援部門 担当部長	⑦
浅田 節子	中部ハイテクセンタ	⑦
森加 なつ美	中部ハイテクセンター 産学連携支援部門	⑦
蟹江 祥子	中部TLO 産学連携支援部門	⑦
堀部 達子	中部TLO 産学連携支援部門	⑦

【再委託先】

研究員

株式会社エルフォテック

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
神田 真治	代表取締役社長	②-1 ②-2 ②-4 ④-3 ⑤-3 ⑦-1 ⑦-3
加藤 荘次	設計グループ	②-1 ②-2 ②-3 ④-1 ⑤-1
納 康	設計グループ	②-1 ②-2 ②-3 ④-1 ⑤-1
和泉 陽助	組立グループ	②-1 ②-2 ②-3 ②-4 ④-1 ⑤-1
石原 宗明	開発グループ	②-1 ②-2 ②-4 ④-3 ④-4 ⑤-1
兵藤 憲史	加工グループ	②-4 ③-5 ④-1 ⑤-1 ⑥-1 ⑥-4

メッシュ株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
古市 誠	技術部リーダー	②-4 ⑥-3 ⑦-2
木村 龍二	技術部チーフ	⑥-3 ⑦-2
黒崎 崇敏	技術部チーフ	⑥-3 ⑦-2

東洋精密工業株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
井上 晴夫	回路基板事業部 部長	③-4 ③-5 ④-2 ④-3 ⑤-2 ⑤-3 ⑦-3
奥谷 貴志	回路基板事業部 係長	③-4 ③-5 ④-2 ④-3 ⑤-2 ⑤-3 ⑦-3

太陽化学工業株式会社

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
石原 章次	商品技術グループ 研究員	⑥-1 ⑥-2 ⑥-4 ⑦-2
吉永 錦史	商品技術グループ 研究員	⑥-1 ⑥-2 ⑥-4 ⑦-2
片山 美祐子	商品技術グループ 研究員	⑥-1 ⑥-2 ⑥-4 ⑦-2

名古屋市工業研究所

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
三宅 猛司	材料技術部金属・表面技術研究室 研究員	③-4 ④-3 ⑤-3

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

公益財団法人名古屋産業科学研究所

(経理担当者) 中部ハイテクセンター 事務局長 坪内 秀樹

(業務管理者) 中部ハイテクセンター 産学連携支援部長 藤根 道彦

(再委託先)

株式会社エルフォテック

(経理担当者) 経理担当取締役 神田 孝子

(業務管理者) 代表取締役社長 神田 真治

メッシュ株式会社

(経理担当者)	資材部リーダー	梅村 孝
(業務管理者)	技術部リーダー	古市 誠

東洋精密工業株式会社

(経理担当者)	経営戦略部 財務係長	木村 浩二
(業務管理者)	回路基板事業部長	井上 晴夫

太陽化学工業株式会社

(経理担当者)	総務グループ 財務経理係	飯島 隆平
(業務管理者)	開発技術グループ 次長	辛 有明

名古屋市工業研究所

(経理担当者)	総務課 事務係長	鈴木 宏始
(業務管理者)	支援総括室 主幹	大岡 千洋

(4) その他

なし

### 1-3 成果概要

#### ①高圧ミスト式現像機の薄板基板と両面同時加工への対応

- 両面同時現像可能な高圧ミスト式現像機を製造し、両面を高圧ミスト現像したときの問題点を検証した結果、現像中に高圧エアにより加工中に基板が動き均一な加工ができない問題が確認された、この問題を解決するため駆動方法をコンベアローラー方式よりタイミングベルトによるジグを移動させる方式に変えることにより解決できた。
- 500mm×600mm の大型基板を問題なく搬送でき、全体の加工の均一性に関しても加工のばらつきも無く問題無いことを確認でき、量産時に大型の基板を両面同時に均一な高圧ミスト現像できる目処をつけることができた。

#### ②高圧ミスト式現像機の改良により、さらに高精細で高アスペクトな現像方法の確立

- 高圧ミスト噴射ノズルの改良に関しては、現像液の噴射分布を均一にするため、従来の現像液供給パイプを使用する方式から、現像液供給ノズルを高圧ミスト噴射ノズル内に設置して、現像液供給ノズルの両端から現像液を供給する方式に変更することにより現像液噴射分布を均一にすることができた。また高圧ミスト噴射ノズルのミスト噴射先端部近くにヒーターを設置することにより効率よくミストを加熱することができるようになり、噴射ミストの温度を効率よく均一にコントロールすることができるようになった。
- よりミストの高温高圧化が可能な高温スチームミスト現像機的设计を行い、設計した装置を導入してミストの高温高圧化が可能なシステムの開発を進められるようにした。



- ・製造した高温スチームミスト現像機の検証を行い、装置内の温度を効率よく加熱でき、ミストの捕集効率を上げる改造を行い、高温で熱効率良く高圧ミスト現像が行えるようにした。

### ③微細で高アスペクトな電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応

- 1) 微細なめっきではパルス電解法と直流電解法を比較した結果直流電解法が適していることが確認出来た。
- 2) 銅箔付ガラスエポキシ基板上と薄膜付カプトンフィルムを比較した結果。薄膜付カプトンフィルムの方がより微細なパターン形成を形成する事が確認出来た。ガラエポ基板では6.5 $\mu\text{m}$ 、カプトンフィルムでは5 $\mu\text{m}$ のめっきが可能なが確認出来た。これは、基材表面の平滑性がパターンの形成への影響が大ききことを依存すると考えられる。
- 3) 微細なめっきでは線幅5 $\mu\text{m}$ 、厚み13 $\mu\text{m}$ でアスペクト2.6、線幅15 $\mu\text{m}$ 、厚み48 $\mu\text{m}$ でアスペクト3.2のめっきを形成する事が出来た。

### ④高圧ミスト式現像機を使用した半導体パッケージ用電気配線の対応

- ・半導体パッケージ基板用の薄膜の銅を表面に付けた基板上に、15 $\mu\text{m}$ 厚のめっき用ドライフィルムを用いて電解法の違いによるカプトンフィルム上のめっき配線形成を行うことができた。(a)直流電解法、(b)パルス電解法
- ・半導体パッケージ基板用の薄膜の銅を表面に付けた基板上に、19 $\mu\text{m}$ 厚のめっき用ドライフィルムを使用して4.5 $\mu\text{m}$ のドライフィルムによるパターン形成を行うことができた。(加工アスペクト比4以上)
- ・5 $\mu\text{m}$ のめっき用ドライフィルムパターン形成を行った基板上に電解銅めっきを行い、5 $\mu\text{m}$ の微細めっきパターンを形成及び薄膜銅のエッチングを行い、基板上に5 $\mu\text{m}$ の銅パターンを形成することができた。
- ・SEM写真により5 $\mu\text{m}$ のめっき用ドライフィルムパターン及び電解銅めっきパターンの形状を確認して5 $\mu\text{m}$ での各形状の安定性を確認できた。
- ・高アスペクト比な配線パターンの評価用基板作成時に、アスペクト比が低いときには発生しなかった、めっき後のドライフィルム剥離で一部の部分でドライフィルムが剥離出来ない部分が発生する問題が新たに発生した。剥離方法等検討したが、現状はまだドライフィルムが一部残る現象が発生しているため、最後の薄膜銅のエッチングを行うことができずに評価用基板が完成できないため、予定していた外注試験期間への配線パターン形成を行うことができなかった。

### ⑤高電圧対応の回路基板への微細で厚膜なめっきによる電気配線への対応

- ・テーマ5の目標はアスペクト比4の高アスペクト比パターン形成だが、ミスト温度を上げることによりアスペクト比4.5のドライフィルムによるパターン形成を行うことができた。
- ・高アスペクト比なパターンを使用してめっき用ドライフィルムにてパターン形成した薄

膜銅に電解銅めっきを行い、厚膜パターンめっきを行った。

- 形成したアスペクト比4.5のドライフィルムのSEM写真を撮り、ドライフィルムの裾引きや欠陥が無いことを確認した。
- 高アスペクト比な配線パターンの評価用基板作成時に、アスペクト比が低いときには発生しなかった、めっき後のドライフィルム剥離で一部の部分でドライフィルムが剥離出来ない部分が発生する問題が新たに発生した。剥離方法等検討したが、現状はまだドライフィルムが一部残る現象が発生しているため、最後の薄膜銅のエッチングを行うことができずに評価用基板が完成できないため、予定していた外注試験期間への配線パターン形成を行うことができなかった。

⑥微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応

- めっき用ドライフィルムのステンレス基板への密着性向上と高圧ミスト現像の条件適正化を検討することにより、ステンレス基板上にアスペクト比約4のドットパターン(30 $\mu\text{m}$   $\phi$ -112~114 $\mu\text{m}$ 厚)をドライフィルムで形成することができた。
- 上記ステンレス基板に約100 $\mu\text{m}$ 厚のニッケルめっきを行うことで、アスペクト比3以上のドット状開口部を持つメタルマスクを作製することができた。

#### 1-4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人名古屋産業科学研究所

中部 TLO 産学連携支援部門 担当部長 藤根 道彦

〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学内 VBL 棟 4 階

[TEL:052-783-3580](tel:052-783-3580)

FAX : 052-788-6012

E-mail : [fujine@nisri.jp](mailto:fujine@nisri.jp)

## 第2章 高圧ミスト式現像機の薄板基板と両面同時加工への対応

### 2-1 研究目的及び目標

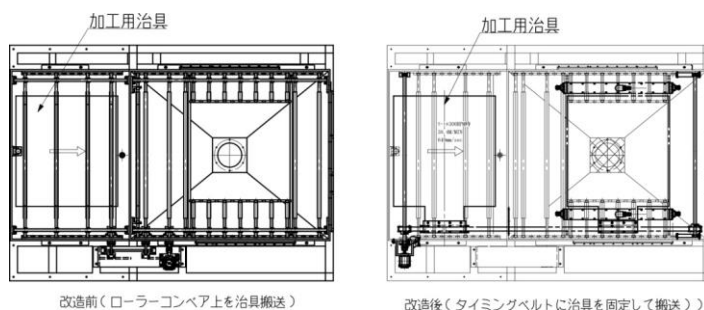
製造した両面現像可能な高圧ミスト式現像機を使用して薄膜基板の両面現像加工の検証を行い、問題点の確認と、問題点を修正するために装置の改良を行い、改良した装置を使用して加工の評価及び量産に向けての加工の安定性の確認を行うことを研究目的とした。

### 2-2 実験方法

- ①製造した両面現像可能な高圧ミスト式現像機を使用して500mm×600mmの基板を搬送させ、レンタルした大型コンプレッサーを使用して両面同時に高圧ミスト現像を行い、基板の搬送状態及び現像時の基板の状態確認を行う。
- ②装置の問題点を確認後、改造部の設計改造を行い、再度基板の搬送状態及び現像時の基板の状態確認を行う。
- ③改良した両面現像可能な高圧ミスト式現像機を使用してレンタルした大型コンプレッサーを使用して両面現像したときの基板の加工状態の観察を行う。
- ④500mm×500mmのジグの4隅と真ん中に基板を置き、基板内に加工のばらつきが無いが7 $\mu$ mのパターン形成が4隅と真ん中で問題なく加工できているかの確認を650mm幅の高圧ミスト噴射ノズルを使用して行う。
- ⑤500mm×600mmで基板厚み0.2mmの基板を搬送させて基板の位置ずれが起きないかの確認を行う。

### 2-3 研究成果

- ①製造した両面現像可能な高圧ミスト式現像機を使用して500mm×600mmの基板を搬送して、両面現像テストを行ったが上下面から噴射される高圧ミストの圧力により現像中に基板が移動する問題が確認できた。
- ②基板が現像中に移動して現像が均一にできない問題を解決するために、下記のようにローラーコンベアにて搬送する方式からタイミングベルトにジグを固定して搬送する方式に変えるように部品の設計及び改造を行った。



- ③改造後に基板の搬送及び上下からの同次現像時の基板の状況を確認したが、現像中に基板が移動するようなことは見受けられず、現像中に基板が移動する問題は解決できた。

④500mm×500mm のジグの4隅と真ん中に基板を置き、7  $\mu$ m のパターンで露光した基板にて650mm 幅高圧ミスト噴射ノズルを使用して現像を行い、下記のように5枚の基板全てがばらつきも無く均一な加工が行われており、問題なく7  $\mu$ m のパターンが現像できているのを確認できた。



左上7  $\mu$ m

右上7  $\mu$ m

左下7  $\mu$ m

右下7  $\mu$ m

中心部7  $\mu$ m

⑥500mm×600mm で厚み0.2mm の基板をジグに固定して下記条件にて加工を30回連続で加工を行い、基板の位置ずれが起きないことが確認できた。

加工条件

上下ノズルエア圧力：0.3MPa    タンク圧力：0.33MPa    ノズル移動幅：650mm

ノズル移動速度：8m/min    上下ノズル距離：20mm    使用高圧ミストノズル幅：650mm

### 第3章 高圧ミスト式現像機の改良により、さらに高精細で高アスペクトな現像方法の確立

#### 3-1 研究目的及び目標

より微細なパターン形成が可能な、高圧ミスト噴射ノズルの開発と検証及び、噴射する現像液の表面張力を抑え、現像時間を短縮させるためにミストの高温高圧化が可能なシステムの開発を研究目的とした。

#### 3-2 実験方法

①高圧ミスト噴射ノズルの現像液分布の均一性を向上させるために、現像液供給部をパイプ構造から変えて検証を行う。

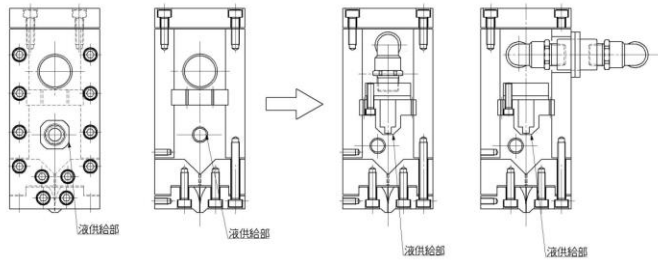
②高圧ミスト噴射ノズルの現像液分布均一性を向上させたノズルの耐熱性を向上及びミストを効率よく加熱させるためのノズル加熱方法の検証を行う。

③ミストの高温高圧化が可能なシステムの構想及び装置の設計後、その設計を元に装置の製造を外部に委託する。

④製造した高温高圧化が可能な高温スチームミスト現像機の検証を行い、その結果でた問題点を解決するために高温スチームミスト現像機の改造を行う。

#### 3-3 研究成果

①高圧ミスト噴射ノズルの液供給部の形状を下記のように変えて高圧ミスト噴射ノズルを製造する。



この方式のノズルを使用してテストを行ったところ、液供給部の内側がほぼ均一に現像液が噴射されることがわかったため、液供給部をノズルの両側に配置することによりノズルの端から端まで均一に現像液が噴射できるようになった。

②高圧ミスト噴射ノズル内の現像液が供給される部分をアクリル板をドリルにて穴をあけて作成する方式から薄板強化ガラスにサンドブラスト加工にて穴をあける方式に変更して現像液供給部の耐熱性を向上させ、ノズル自体を高温に加熱できるようにした。

この改造により現像液ミストを効率よく加熱して、現像することが可能となった。

③より微細な加工を行うためミストの高温高圧化が可能な高温スチームミスト現像機を設計して、製造を外部に委託して製作した後、装置の検証を行い、装置の問題点を解決するため装置の改造を行った。



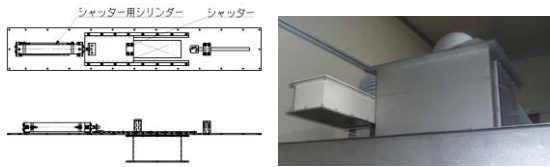
高温スチームミスト現像機（(株)アイセイテクノ製）

装置改造点

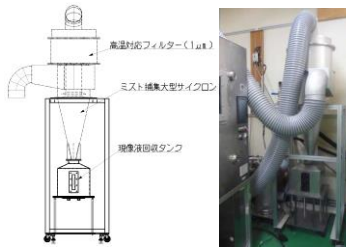
a. 小型キャビネットのサイクロンの性能を上げ、さらに精密ミスト除去フィルターを取り付ける事により完全にブローアから排気されるミストを除去して、クリーンルーム内でも問題なく使用できるようにした。



b. 大型キャビネットを負圧にするブローアの一部を戻すことと導入する負圧調整用のシャッターを取り付ける事により、大型キャビネット内の温調を効率よく行うようにする。

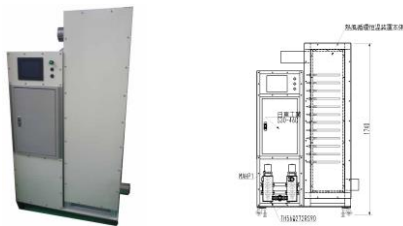


c. 大型キャビネットのサイクロンの性能を上げ、さらに精密ミスト除去フィルターを取り付ける事により完全にブローから排気されるミストを除去して、クリーンルーム内でも問題なく使用できるようにする。



d. 別途熱風循環恒温装置を製作して、高温スチームミスト現像機内の温度を一定にコントロールできるようにした。

現像液ミストの温度が、加工時間や解像性に大きな影響を与え、従来外気温による影響が大きく、外気温が変わるたびに、加工条件を変える必要があった。この熱風循環恒温装置を使用してキャビネット内を一定温度に保つことにより、外気温に左右されない、常に安定したフォトレジストの現像加工が行えるようになった。



熱風循環恒温装置

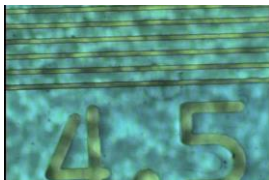
④改造した装置を使用してドライフィルムの現像テストを行った。

現像条件

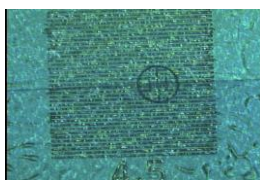
現像液濃度：0.1% タンク温度：50℃ ノズル距離：10mm ノズル幅 350mm

ノズル速度：10m/min タンク加圧圧力 0.33MPa エアー圧力：0.3MPa エアー温度：40℃

使用基板：250mm×250mm 銅付ガラスエポキシ基板（日立化成製）



⑦-1



⑦-2

上記改造した高温スチームミスト現像機を使用して現像テストを行った結果、適切な露光条件を設定すれば常に安定して 4.5 μm のパターン形成を基板前面に行うことができた。



## 第4章 微細で高アスペクトな電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応－1（メッキ装置を使用した微細なメッキの検証）

### 4-1 研究目的及び目標

電子機器のダウンサイジングが加速する中で使用される LSI など半導体の微細化が進んでおりそれを搭載するための半導体パッケージ基板や高電圧対応の回路基板には配線膜の高密度化・厚膜化が要求されている。そのため微細で高アスペクトなめっき形成技術を確立する必要がある。本年度では購入した銅メッキ装置を利用して微細なレジストパターンが形成された基板への高密度化・厚膜化が可能な基板を製作するためのめっきプロセスの研究を行った。

### 4-2 実験方法

#### ①実験に使用した装置及びめっき液

本研究で購入した微細パターンめっきが可能なめっき装置を使用してドライフィルムにてパターン形成を行った基板への微細パターン電気配線パターンめっきの検証を以下の設備及びめっき液を使用して行った。



装置全景



めっき条件設定画面

図 4-1 めっき装置写真

めっき条件の設定では各処理時間の設定と槽内での揺動有無を設定する事が出来る。まためっき時の電流設定は表裏面で個別に設定する事が可能である。メッキ装置では表 4-1 に示す処理内容に応じてそれぞれの処理時間と揺動の設定などを予め行い専用治具に配線を形成するためドライフィルムレジストでパターンを形成してめっき処理を行う。今回使用しためっき液は硫酸銅めっき液（表 4-2）を使用しアノードには含リン銅ボールをチタンケース及びアノードバックに入れて使用した。今回使用しためっき液は一般的な硫酸銅めっき液（表 4-3）と比較して硫酸銅と硫酸の組成比率を変化させた液を使用している。硫酸濃度が高いほどめっき液中の銅濃度が低下するため電流効率が低下し液粘度が増加することで析出効率が低下する。しかし、硫酸濃度が低い場合はめっきの均一性が低下する。そのため今回は硫酸銅と硫酸の割合が同等のめっき液を使用している。

表 4-1 銅メッキ装置のプロセスと目的

処理内容	処理の目的
酸性クリーナー	表面の余分な汚れの除去
水洗 1	余分な酸性クリーナーの除去
水洗 2	
酸活性	表面の活性化
硫酸銅めっき	銅メッキ
水洗 3	余分なメッキ液の除去
水洗 4	
防錆	銅の酸化防止

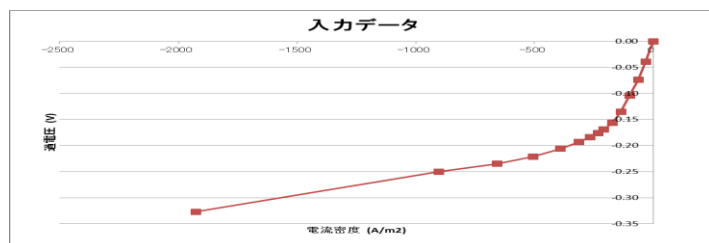
表 4-2 めっき液組成

マイクロファブ Cu200 基本液組成		建浴時使用薬品量	
金属銅(g/L)	25 (20~30)	硫酸銅・5水塩(g/L)	98 (78~107)
硫酸(g/L)	180 (150~225)	硫酸(mL/L)	98 (81~120)
塩素イオン(mg/L)	40 (20~80)	塩酸(mL/L)	0.10(0.05~0.20)
マイクロファブ Cu200“B”(mL/L)	20 (15~25)	マイクロファブ Cu200“B”(mL/L)	20 (15~25)

表 4-3 普通浴（一般的な硫酸銅めっき浴）

	普通浴
硫酸銅	180~250 g/L
硫酸	45~60 g/L
光沢剤	適量
塩素イオン	20~80ml/L

電気伝導度とカソード分極を調べた結果を図 4-2 に示す。カソード分極とは、金属イオンがカソード上で金属に変わる困難さを大きくする幾つかの要因の一つである。分極は浴電圧を上昇させるので、電流密度が大きくなるにつれてカソード分極によって起こる析出抵抗は増大する。均一にメッキするために電流密度が高いと析出効率が低くなることがある。このようにメッキを均一に行う上で検討しなければならない要因は多岐に渡る。



電気伝導度  
34.7S/m

図 4-2 めっき液の分極特性

また、均一にメッキするために電流密度が高いと析出効率が低くなることがある。今回のような微細なパターンへのめっきでは添加剤の影響も大きくめっき液中の塩素濃度や電気伝導率・pH

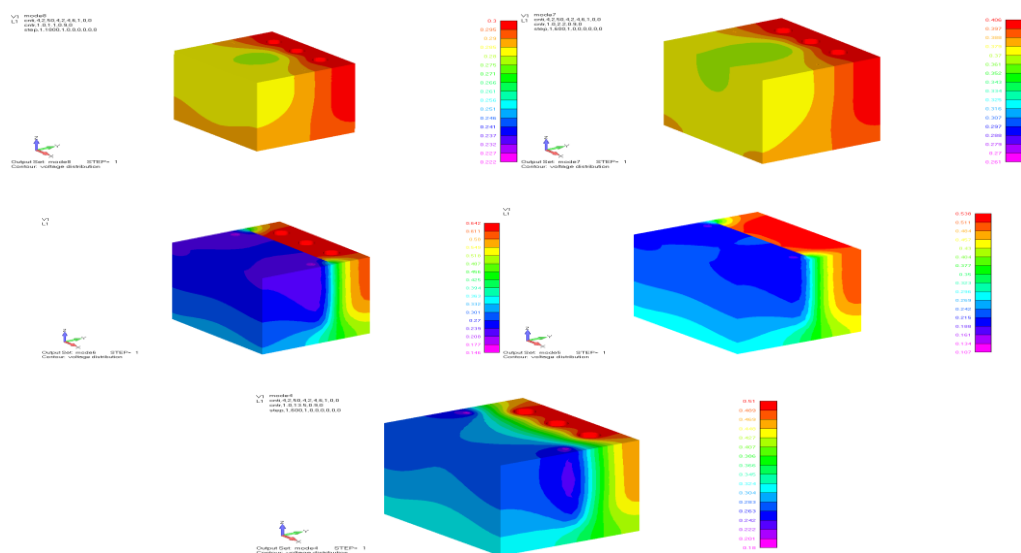


の管理が重要になることから 2 つのハンディタイプの計測器を今回使用してめっき液の状態確認を行い実験した。

### 4-3 研究成果

#### 実験①めっきシミュレーション

本研究では「膜厚案内人（上村工業㈱）」を使用して膜厚・電流密度のなどを予想することを事前に行った。均一なメッキを行うためにはパターン上の電流分布はメッキ液やその形状などの要因により大きく左右される。また、メッキ液の電気化学的特性により改善されることから事前に確認することが必要である。「膜厚案内人（上村工業㈱）」を使用して膜厚・電流密度のシミュレーション解析することを事前に行ったので結果の一例を図4に示す。シミュレーションでは電極からの電流密度の分布がどうなるかを検証した。結果に基づき治具の設計や電極からの位置を設定する事が出来た。



赤い色は電流密度が高く青い色は電流密度が低い

図 4-3 めっきシミュレーション結果による電流分布の検証結果

#### 実験②レジストの検証

昨年度の検討により従来パターン幅が $7\mu\text{m}$ しかめっきする事が出来なかったがパターン幅が $5.5\mu\text{m}$ で高さ $10\mu\text{m}$ のめっきパターンを形成することができたがレジストの剥離性が課題として新たに確認する事が出来た。今年度の研究ではパターン幅が目標値であるパターン幅が $5\mu\text{m}$ のめっきパターンの形成を行っていくと共にめっき後のレジスト剥離性についても検証を行なった。本実験では銅張りガラエポ基板にドライフィルムレジストを比較してめっきを行なった。

①ニチゴー15×059

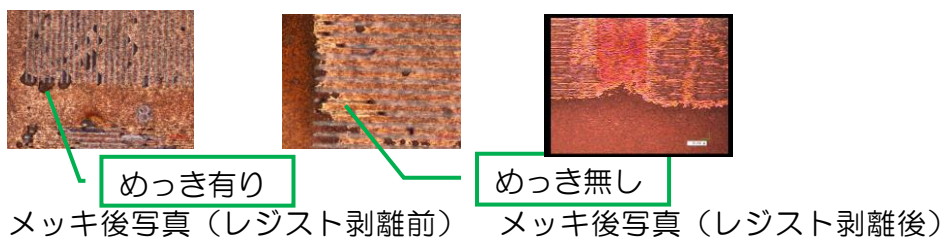


図4-4 ニチゴー15×059めっきテスト結果

□結論：パターン部分にめっきが析出していないことから現像性が他に比べて低いと考えられる。露光・現像条件にて改善される可能性はある。

②ニチゴーNIT915

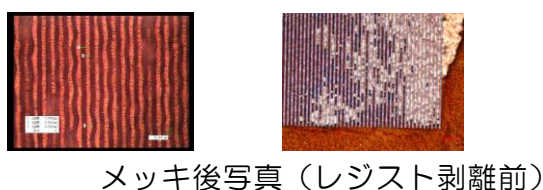


図4-5ニチゴーNIT915めっきテスト結果

□結論：「ニチゴー15×059」と比較するとパターン部分の一部にめっきが析出しているが現像性が十分でないこととレジストが曲線状になっているため剥離テストの継続優先度は低い。スペースが十分にあれば改善される可能性はある。

実験③実用化に向けてパッケージ用基テスト基板

実用化に向けてBGA（Ball grid array）用にパターン5種類の設計を行なった。また、これまでではガラエポ基板上にCu膜形成された基板を使用した今回より高微細なパターン形成をするために基板表面の平滑性が重要になってくることから表面状態がガラエポ基板より平滑なポリイミドフィルムに真空装置により100nmの薄いCu膜を形成しめっきを行なった。めっき後の写真を図4-6、設計したパターンを図4-7に示す。

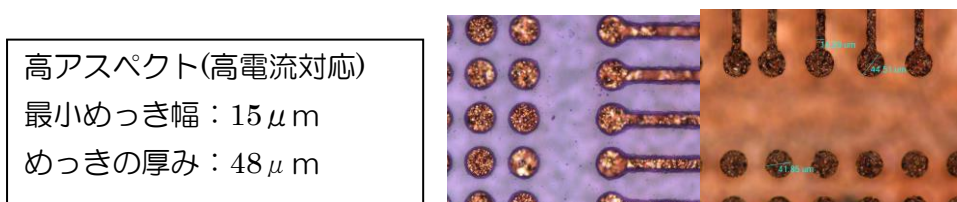
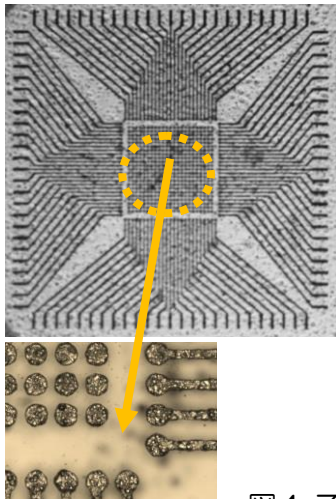


図4-6 左：めっき後レジスト剥離前 右：めっき後レジスト剥離後

### A)パッケージ用試作基板



仕様概要 (設計値)	
BGA (Ball grid array) 用基板	
基板サイズ	4.5mmx4.5mm
□パッケージ接合用パッドアレイ	
配線	5 μm(最小)
PAD	23 x 23=529 箇所
サイズ	15 μm
ピッチ	25 μm
□取り出し配線	
外周部	25 x 4 = 100 箇所
□外周部パッド	
	幅 45μm x 長さ 300 μm
ピッチ	75 μm

図4-7 パターン図

## 第5章 微細で高アスペクトな電気配線用めっきに於いて、膜厚をコントロールした均一なめっき配線形成への対応-2 (めっきの電気化学的な特性および均一電着性について)

### 5-1 研究目的

本研究は、①微細で均一なめっき技術確立、②高電圧対応基板の厚膜微細配線とその検証、③パッケージ基板での超微細配線とその検証 を通じて厚膜で微細なめっきによるパターン形成の実用化を図ることを目的とする。

### 5-2 実験方法

本実験で用いためっき浴組成を表 5-1 に示す。浴温 30℃、対極には含リン銅を用い、エアークアーク条件下で行った。銅電析では直流電解法とパルス電解法の2通りの電解法で行った。直流電解法では析出電流密度 ( $I$ )  $3\text{Adm}^{-2}$  とし、パルス電解法でのパルス電解条件ではパルス電流印加時間 ( $T_{\text{on time}}$ ): 1ms、パルス電流休止時間 ( $T_{\text{off time}}$ ) 9ms とし、平均電流密度 ( $I_{\text{av}}$ )  $3\text{Adm}^{-2}$  で行った。ここでの平均電流密度、電流印加および休止時間、ピーク電流密度 ( $I_p$ ) は次の関係式(1) が成り立つ。

$$I_{\text{av}} = \frac{T_{\text{on time}}}{T_{\text{on time}} + T_{\text{off time}}} \times I_p \quad (1)$$

表 5-1 銅めっき浴組成

試薬		
硫酸銅	(g/L)	98
硫酸	(mL/L)	98
塩酸	(mL/L)	0.1
マイクロファブ Cu200	(mL/L)	20

本実験では、銅箔付ガラスエポキシ基板上にドライフィルムレジスト（以後 DFR と呼ぶ）で Line/Space=1/2、配線幅  $3\mu\text{m}$  から  $9\mu\text{m}$  を有するパターンを現像した試料を用いた（図 5-1）。ここで用いた DFR は 15×059（ニチゴー・モートン製）、RY3315（日立化成製）である。また、クロム（膜厚  $0.01\mu\text{m}$ ）、銅（膜厚  $0.1\mu\text{m}$ ）の順に蒸着させたカプトンフィルム上に DFR：15A282（ニチゴー・モートン製）を付与し、パターンを縦に 5 個、横に 5 個現像した試料を用いた。

めっき工程で得られためっき膜について電子顕微鏡を用いて観察した。



図 5-1 DFR にてパターン現像を行った銅薄付ガラスエポキシ基板試料

### 5-3 研究結果および考察

#### 5-3-1 ガラスエポキシ基板上的めっき配線形成

DFR にパターン現像したガラスエポキシ基板上的めっきを行い、各種 DFR によるめっき配線形成について調べた。DFR に 15×059（ニチゴー・モートン製）を用いて得られためっき配線を図 5-2 に示す。配線幅  $3\mu\text{m}$  では部分的にめっきが残っているもののめっき配線として形成していない。配線幅  $5\mu\text{m}$  以上ではめっき配線として形成した。各種 DFR および配線幅におけるめっき配線形成についてまとめた結果を表 5-2 に示す。表中の○印はめっき配線が縦横 2 方向で形成、△印はめっき配線が縦横 2 方向のどちらかで形成、×印はめっき配線が形成しなかった。この結果より、配線幅  $3\mu\text{m}$  ではすべての DFR でめっき配線形成が困難であったが、配線幅  $6.5\mu\text{m}$  以上でのすべての DFR でめっき配線形成が可能であった。

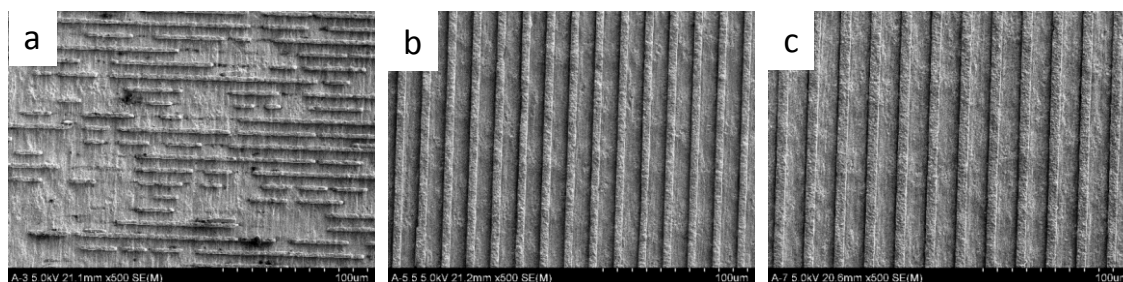


図 5-2 DFR（15×059）を用いた時の銅薄付きガラスエポキシ基板上的めっき配線配線幅(a) $3\mu\text{m}$ 、(b) $5\mu\text{m}$ 、(c) $7\mu\text{m}$

表 5-2 ガラスエポキシ基板上へのめっき配線に及ぼす各種 DFR と配線幅の影響

配線幅 (μm)	15×059		RY3315	
	直流電解	パルス電解	直流電解	パルス電解
3	×	×	×	×
3.5	×	×	×	×
4	×	×	×	×
4.5	×	×	×	×
5	×	×	△	×
5.5	×	×	△	×
6	△	×	○	×
6.5	○	×	○	×
7	○	×	○	×
7.5	○	×	○	×
8	○	×	○	×
9	○	×	○	×

これら結果は、めっきに問題があるのではなく、DFR パターン現像時の問題ではないのかと考えた。そこで、本結果とパターン現像時の配線幅確認結果について検討した結果、本結果はパターン現像時の配線幅確認結果と矛盾しない、つまり DFR パターン現像時の良し悪しがめっき配線成形結果に反映していることが分かった。

次に、パルス電解法でのパルス波形についてオシロスコープを用いて計測した結果を図 5-3 に示す。この図より設定した通りのパルス電流波形であることを確認した。このような

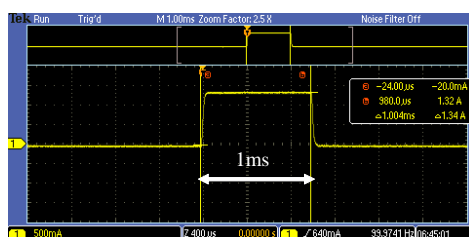


図 5-3 オシロスコープによるパルス波形

パルス波形を有するパルス電解法ではすべての配線幅条件で形成できなかった。これは、銅薄付きガラスエポキシ基板上に銅めっきは析出するが、DFR を剥離する際、めっきも一緒に剥がれたためである。めっきが剥がれることは基板の活性化が不十分であることが考えられるが、直流電解法と同様の手法を用い、直流電解法ではめっきが剥がれる問題が生じなかったことから基板の活性化に問題がない。次に考えられるのは、DFR 剥離時の影響が考えられるが、本実験でその原因解明まで行うことができず、今後検討する必要がある。



### 5-3-2 カプトンフィルム上へのめっき配線形成

DFR にパターン現像したカプトンフィルム上へのめっき配線について直流電解法とパルス電解法による影響について調べた。直流電解で得られためっき配線では (図 5-4 (a))、

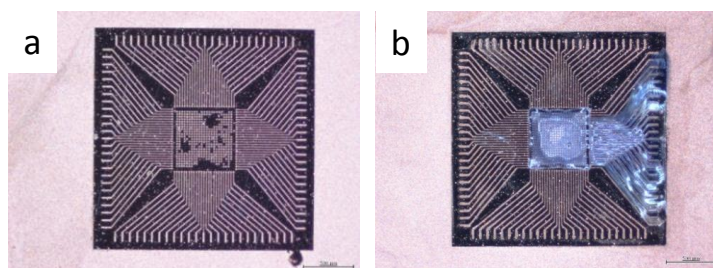


図 5-4 電解法の違いによるカプトンフィルム上のめっき配線

(a)直流電解法、(b)パルス電解法

中心に存在するドット部が抜けた。これは、DFR の剥離時に DFR 剥離と一緒にめっきが剥がれたものである。めっき後の DFR を剥離する際、加温した水酸化ナトリウム溶液に試料を浸漬すると、DFR が膨潤する。その時、めっき配線に対し横から膨潤力が働き、その力でめっきが剥がれるのではないかと推察する。パルス電解法で得られためっき配線では (図 5-4 (b))、DFR の一部が残存した。一般に DFR を剥離するすべての剥離液が DFR に対して膨潤するため基板から剥離しているが、膨潤によりめっき配線間で DFR が引っかかり抜けないのではないかと推察する。このような DFR 剥離の問題は、最適な剥離液の選定が必要でと考える。

## 第6章 高圧ミスト式現像機を使用した半導体パッケージ用電気配線の対応

### 6-1 研究目的及び目標

半導体パッケージに使用される銅張りガラスエポキシ基板を使用した電気配線では、従来の一般的なシャワー現像装置を使用して限界パターン幅が  $10\mu\text{m}$  であり、高圧ミスト式現像機を使用しても限界パターン幅は  $8\mu\text{m}$  であった。今回めっき用ドライフィルムを使用して  $5\mu\text{m}$  以下で加工アスペクト比 4 の微細なドライフィルムパターンを形成し、最終目標として  $5\mu\text{m}$  以下の電気配線パターン形成を目標とした。

### 6-2 実験方法

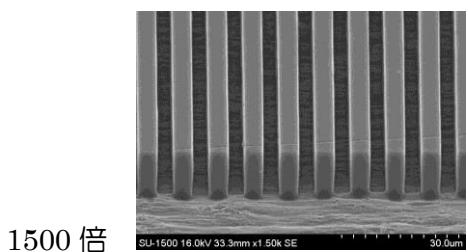
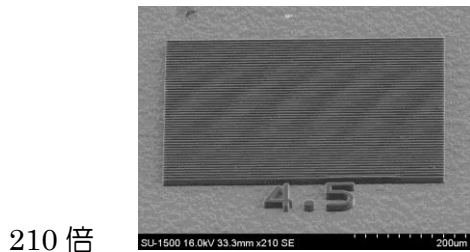
- ①熱風循環恒温装置を使用して、高圧スチームミスト現像機内の温度を  $30^\circ\text{C}$  にコントロールして高圧ミスト現像テストを行う。
- ②改造してアライメント機能を付加した高圧ミスト現像前処理用紫外線照射装置を使用してガラスマスクにて露光条件を変えながら最適な露光条件の確認を行う。
- ③ニチゴーモートン製の  $15\mu\text{m}$  厚ドライフィルムと日立化成製の  $19\mu\text{m}$  厚ドライフィルムを使用して高圧スチームミスト現像機により現像時間を変えて現像を行う。
- ④現像後の基板に高圧ミスト現像後処理用紫外線照射装置にて、ドライフィルムの耐めっき性を

向上させる。

④電気めっき加工を行い、電気配線を形成した後、高圧ミスト式装置を使用して塩化第二鉄水溶液にてミストエッチングを行い銅の薄膜を除去する。

### 6-3 研究成果

RY3315 SEM 写真(パターン幅 L&S=4.5 μm)



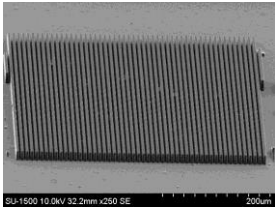
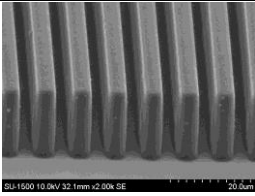
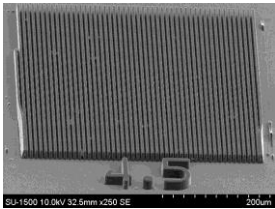
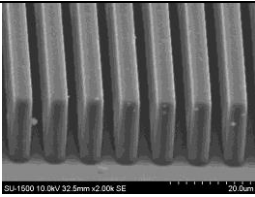
プリント基板に使用される銅張りガラスエポキシ基板上に 15 μm のドライフィルムを使用して 4.5 μm のパターン形成が可能となった。(最小改造幅 4.5 μm 加工アスペクト比 3.3)

②ニチゴーモートン製ドライフィルム 15A282 (15 μm 厚) を使用したテスト (使用基板：ポリイミド上銅蒸着基板)

	撮影倍率 250 倍	撮影倍率 2000 倍
L&S=3.5 ⑦		
L&S=4.0 ④		

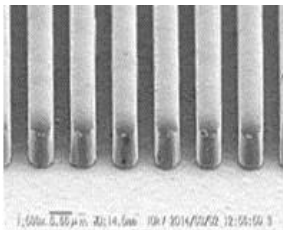
銅蒸着膜上に 15 μm 厚のドライフィルムを使用して 3.5 μm のパターン形成が可能となった。加工アスペクト比 4.3 で目標の 5 μm 以下のパターンで加工アスペクト比 4 のめっき用ドライフィルムによるパターン形成を達成できた。

③日立化成工業製 RY5319(19 $\mu$ m 厚)を使用したテスト (基板：ポリイミド上銅蒸着基板)

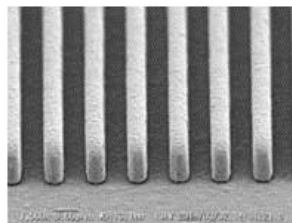
	撮影倍率 250 倍	撮影倍率 2000 倍
③ 横		
③ 縦		

銅蒸着膜上に 19 $\mu$ m 厚のドライフィルムを使用して 4.5 $\mu$ m のパターン形成が可能となった。加工アスペクト比 4.2 で目標の 5 $\mu$ m 以下のパターンで加工アスペクト比 4 のめっき用ドライフィルムのパターン形成を達成できた。

④19 $\mu$ m のドライフィルムを使用して銅張りガラスエポキシ基板上に 5 $\mu$ m のパターンを形成後めっきを行った後、高圧ミスト式エッチング装置を使用して薄膜銅のエッチングを行い 5 $\mu$ m の配線パターンを形成することができた。



めっき後の銅パターン (5 $\mu$ m)



エッチング後の銅パターン (5 $\mu$ m)

## 第7章 高電圧対応の回路基板への微細で厚膜なめっきによる電気配線への対応

### 7-1 研究目的及び目標

高電圧対応の回路基板への電気めっきによる配線では高アスペクトなフォトリソのパターン形成が必要となるが、従来高圧ミスト式現像機を使用して加工アスペクト比 3 が限界であったが、今回加工アスペクト比が 3 より大きく、最終目標として加工アスペクト比 4 を目標とした。

### 7-2 実験方法

①日立化成工業製の 56 $\mu$ m 厚ドライフィルム HM4056 を使用して露光量・現像時間・ノズル距離を変化させてアスペクト比 4 の 14 $\mu$ m パターン形成テストを行った後顕微鏡及び SEM 写真にて形状確認を行う。

①日立化成工業製の 75 $\mu$ m 厚ドライフィルム HM4056 を使用して露光量・現像時間・ノズル距離を変化させてアスペクト比 4 の 14 $\mu$ m パターン形成テストを行った後顕微鏡及び SEM 写真



にて形状確認を行う。

②日立化成工業製の  $112\mu\text{m}$  厚ドライフィルム HM4112 を使用して露光量・現像時間・ノズル距離を変化させてアスペクト比4以上のパターン形成テストを行った後顕微鏡及び SEM 写真にて形状確認を行う。

③ドライフィルムにてパターン形成を行った基板に銅メッキにて厚膜めっきを行い、めっきの状態確認を行った

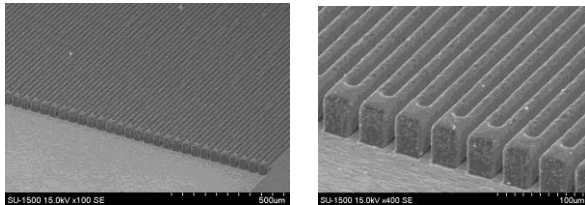
### 7-3 研究成果

①膜厚  $56\mu\text{m}$  厚ドライフィルムのパターン形成テスト結果

加工条件

使用ドライフィルム：HM4056 現像液濃度：0.3% 現像液温度： $53^{\circ}\text{C}$  液量 1.4 リットル/min  
ノズル幅：150mm ノズル速度 10m/min タンク加圧圧力：0.33MPa エアー圧力 0.3MPa  
( $56\mu\text{m}$ のドライフィルを使用してアスペクト比4のパターン形成が可能になった)

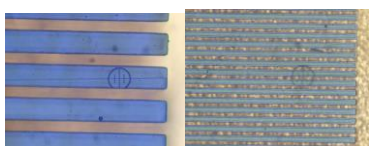
$12\mu\text{m}$  のパターン形成 ( $56\mu\text{m}$  厚ドライフィルム)



②膜厚  $75\mu\text{m}$  厚ドライフィルムのパターン形成テスト結果

加工条件

使用ドライフィルム：HM4075 現像液濃度：0.3% 現像液温度： $50^{\circ}\text{C}$  液量 1.4 リットル/min  
ノズル幅：150mm ノズル速度 10m/min タンク加圧圧力：0.43MPa エアー圧力 0.4MPa

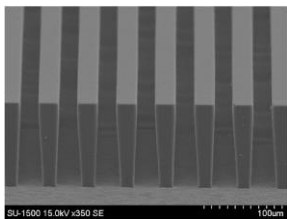


$17\mu\text{m}$  ライン部

③膜厚  $112\mu\text{m}$  厚ドライフィルムのパターン形成テスト結果

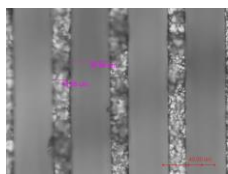
加工条件

使用ドライフィルム：HM4112 現像液濃度：0.3% 現像液温度： $53^{\circ}\text{C}$  液量 1.4 リットル/min  
ノズル幅：150mm ノズル速度 10m/min タンク加圧圧力：0.33MPa エアー圧力 0.3MPa  
上記高圧ミスト式現像装置を使用して加工した膜厚  $112\mu\text{m}$  のドライフィルムの SEM 写真を撮り加工形状を確認して  $112\mu\text{m}$  の厚膜ドライフィルムの場合もアスペクト比4以上のパターンが形成できたことを確認できた。



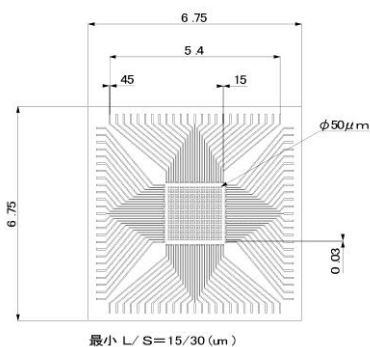
ドライフィルム厚み  $112\mu\text{m}$  L/S $25\mu\text{m}$

③高圧ミスト式現像機を使用して膜厚  $56\mu\text{m}$  のドライフィルムにミスト現像を行った基板を使用して厚膜の電解銅めっきを行い高アスペクトなめっき配線パターンを形成した後、顕微鏡により確認した。

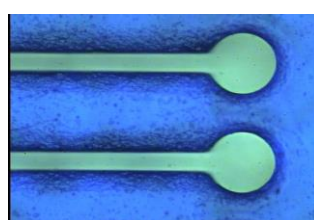
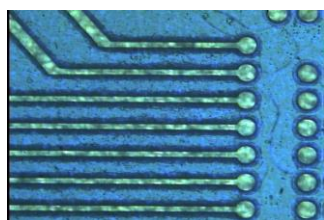


L= $14\mu\text{m}$  S= $14\mu\text{m}$  のめっきによる配線      L= $14\mu\text{m}$  S= $28\mu\text{m}$  のめっきによる配線

④形成した微細配線用パターンの形成及び微細配線の評価テストを行う。  
配線パターンの評価用に下記パターンを配列したガラスクロムマスクを作成



上記パターンを使用して、高温スチームミスト現像機にてパターン形成を行う。



◎ $15\mu\text{m}$  部分

## 第8章 微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応－1 (高アスペクト比なメタルマスクの製造)

### 8-1 研究目的及び目標

- ステンレス (SUS) 基板上にフォトリソによるパターン形成を行う。目標としてめっき用ドライフィルムレジストを使用してアスペクト比4のドットパターンが SUS 基板上に形成できること。
- レジストパターンを形成した SUS 基板上にニッケル (Ni) めっきを行い、メタルマスクを作製する。目標として Ni めっきによりアスペクト比3のパターン開口をもつメタルマスクが形成できること。

### 8-2 実験方法

#### 実験①

最小幅  $20\mu\text{m}$  の J 型パターン及びライン&スペースパターンをもつテストパターン (ガラスマスク) を使用し、SUS 基板上へのレジストパターンの形成→Ni めっきによるメタルマスクの作製→スクリーン版へのメタルマスクの貼り付けを行った。

アディティブメタルマスクについては、厚さ  $56\mu\text{m}$  のドライフィルムレジスト (日立化成製 HM-4056) を使用して SUS 基板上にパターン形成を行い、そこに  $50\mu\text{m}$  の厚さで Ni めっきを行った。レジスト剥離後に SUS 基板から Ni めっきを剥がし取り、レジストパターンと同じ形状の開口部を持つ Ni めっき箔 (これがメタルマスクとなる) を作製した。このメタルマスクを印刷評価に供した (9 章)。

#### 実験②

幅  $10\sim 50\mu\text{m}$  の丸ドット・四角ドット・横ライン・縦ライン・くの字型パターンをもつテストパターンを使用し、実験①と同様にしてサスペンドメタルマスクを作製した。スクリーン版の SUS メッシュとしては、(印刷性を比較するために)  $500$  メッシュー線径  $19\mu\text{m}$ ー厚さ  $29\mu\text{m}$ 、 $380$  メッシュー線径  $14\mu\text{m}$ ー厚さ  $26\mu\text{m}$ 、 $325$  メッシュー線径  $16\mu\text{m}$ ー厚さ  $32\mu\text{m}$  の 3 種を用いた。

#### 実験③-1

実験②のレジスト厚  $56\mu\text{m}$  でのパターン形成において、高アスペクトのレジストパターン形成を実現させるためにはレジストの SUS 基板への密着性を高める必要があることが分かった。そこで、本実験では、SUS 基板の酸処理による表面粗化の効果確認を行った。

酸処理液としては希塩酸を使用し、その浸漬時間を変えることで基板の表面状態を変化させてみた。まずは SUS 基板を短冊状 ( $45\text{mm}\times 395\text{mm}$ ) にカットしたものをアルカリ脱脂後、所定時間 (0, 0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 20min.) 酸処理液に浸漬させ、それぞれの表面状態を調べた。表面状態はレーザー顕微鏡による表面粗さ測定と走査型電子顕微鏡 (SEM) による観察により確認した。

#### 実験③-2

レジスト密着性向上のためのもう一つのアプローチとして、ドライフィルムレジストのラミネー

トから露光までの間の静置時間の影響確認を行った。SUS 基板 8 枚にドライフィルムレジストのラミネートを行い、所定時間（0 時間，1 時間，3 時間，1 日間，3 日間，2 週間，3 週間，1 ヶ月）経過後に露光から Ni めっきまで行って各基板のパターン残存状態を確認。

#### 実験③-3

実験③-1 および③-2 の結果を踏まえ、ドライフィルムレジストの SUS 基板への密着性を高めることでアスペクト比 約4のドット状レジストパターンを SUS 基板上に形成させ、さらにそれに Ni めっきを施してアスペクト比3以上のドット状開口をもつアディティブメタルマスクを作製することを試みた。

#### 実験④

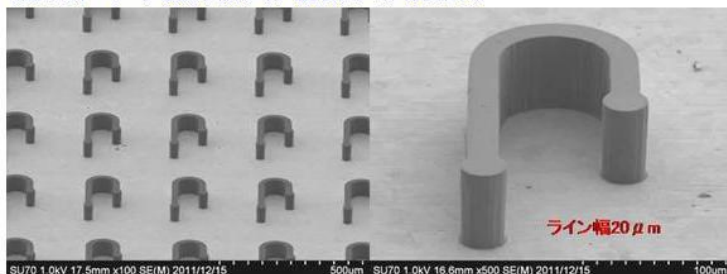
本実験では、高圧ミスト現像の解像性を確認するため、実験③-3 よりも大幅に狭ピッチのテストパターン（ガラスマスク）を作製した。パターンは  $30\mu\text{m}\phi\sim 70\mu\text{m}\phi$  のドットとし、パターン間距離をすべて  $30\mu\text{m}$  とした。

### 8-3 研究成果

#### 研究成果①（実験①）

本実験で使用したテストパターンは、ライン幅が最小でも  $20\mu\text{m}$  であったため、 $56\mu\text{m}$  厚のドライフィルムレジストでも概ね良好なパターン形成がなされた（アスペクト比 最大 2.8）。その後の Ni めっきに関しても問題なかった。

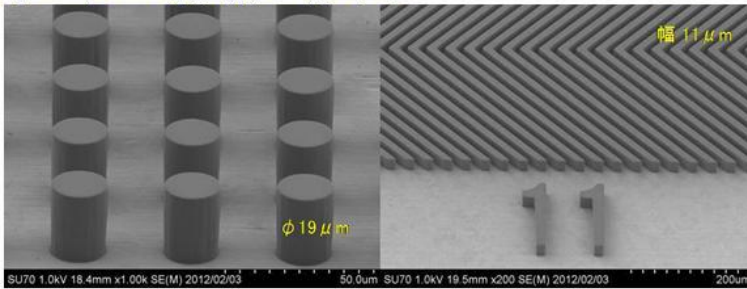
○レジストパターン形成の例(ライン幅20;レジスト厚56 $\mu\text{m}$ )



#### 研究成果②（実験②）

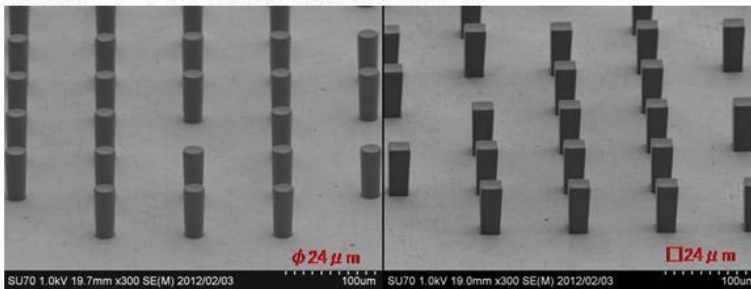
実験①では幅  $20\mu\text{m}$  のラインパターンが最小であったが、本実験ではより小さいパターンがあったため、現像後のレジストパターンの剥がれ（→パターン欠損）が目立った。特に目標に掲げたドットパターンについてはそれが顕著で、レジスト厚  $25\mu\text{m}$  でも  $20\mu\text{m}$  程度のサイズ（ $\phi 20$  または口  $20\mu\text{m}$ ）が限界であった。（剥がれずに）基板上に残っている一部のレジストパターンの形状は良好であるため、高圧ミスト現像機で良好なパターン形成がなされるものの、レジストと SUS 基板の密着性が低いためにパターンが倒れてしまうことが原因であるのは明らかであった。

○レジストパターン形成の例(レジスト厚 $25\mu\text{m}$ )



本実験ではレジストパターンを形成した SUS 基板に  $20\mu\text{m}$  の Ni めっきを施してメタルマスクを作製した。そして、これを SUS メッシュに (Ni めっきで) 貼り付け、総厚約  $50\mu\text{m}$  のサスペンドメタルマスクとした。(実験①と比較して) パターンが小さくなる (高アスペクトになる) ことで、十分なレジスト剥離が行えないという新たな問題が発生した。

○レジストパターン剥がれ(欠損)の例(レジスト厚 $56\mu\text{m}$ )



#### 研究成果③-1 (実験③-1)

実際に酸処理時間  $20\text{min.}$ として粗化した基板と従来どおり  $0.5\text{min.}$ とした基板に同じレジストパターンを形成させ、Ni めっき後のパターン残存状況を確認した (差の分かるパターンサイズにて比較)。その結果、粗化处理した基板のほうがレジスト残存数は明らかに多く、レジストの密着性が高くなっていることが確認できた。

#### 研究成果③-2 (実験③-2)

ラミネート後の静置時間を変えて (0 時間, 1 時間, 3 時間, 1 日間, 3 日間, 2 週間, 3 週間, 1 ヶ月) 作製したドットパターンの Ni めっき後の残存状況を確認したところ、パターンの残存率はラミネート後の静置時間により異なり、レジストの密着性はその影響を受けていることが確認された。1 日 (24 時間) までは静置時間の増加とともに残存率が上昇したが、その後は下降に転じた。このような挙動を示した原因については良く分かっていないが、少なくともラミネート後すぐに露光するよりは 1 日程度時間をおいてから露光したほうが良いことが分かった。なお、従来はラミネートから約 1 時間後に露光を行っていた。

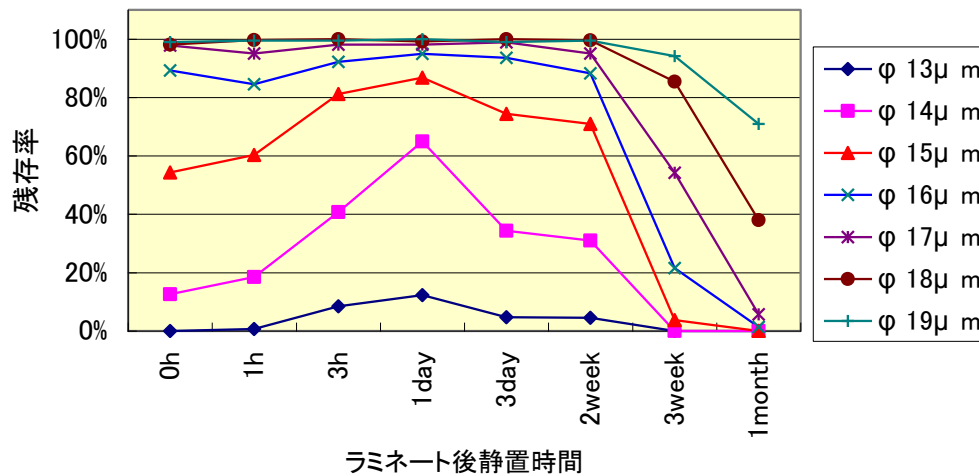
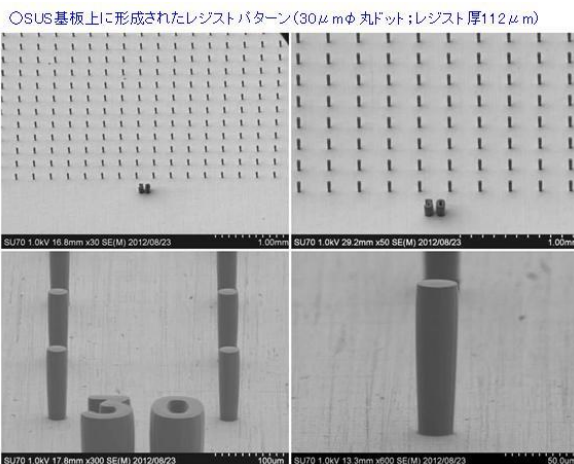


図. 残存パターンの割合 (丸ドット)

### 研究成果③-3 (実験③-3)

実験③-1 および③-2 の結果を踏まえ、ドライフィルムレジストの SUS 基板への密着性を高めることで高アスペクトのドット状レジストパターンが形成できるかどうかを検証した。実験③-1 の SUS 基板の観察 (SEM) から、酸処理 10min.以上では表面状態に顕著な差がみられなかったため、ここでは酸処理 10min.とした。また、実験③-2 の結果から、ラミネート後の静置時間は 1 日間 (24 時間) とした。

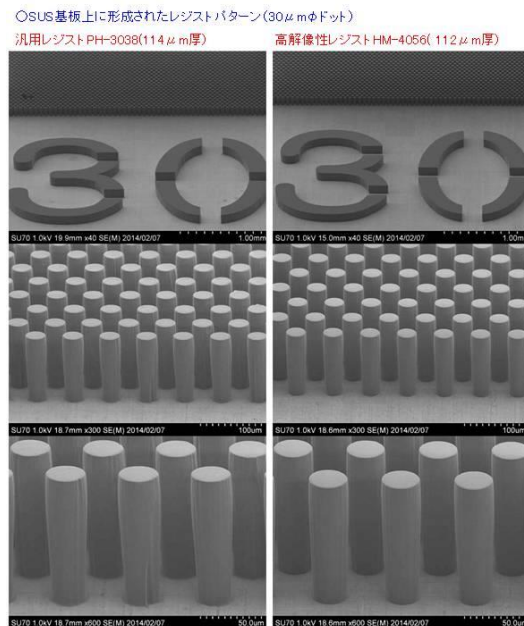


### 研究成果④ (実験④)

実験③-3 においてパターン開口部のレジスト除去が問題となったため、本実験ではまずレジスト剥離性が比較的良いとされる汎用レジスト (PH-3038×3 枚重ね貼り) でテストを行った。しかし、本実験ではパターンピッチを狭くしたこともあり、パターン間にレジストが残存しやすい傾向が強かった。(高圧ミスト現像による) 現像時間を長くすることでレジスト残はなくなったが、一部にパターンの剥離が観察された。一方で、これまで使用してきた高解像性のレジスト (HM-4056×2 枚重ね貼り) ではこのような解像性・密着性に問題がなく、狭ピッチであっても高アスペクト (アスペクト比約 4) のレジストパターン形成が可能



であった。



## 第9章 微細で厚膜な電極等の印刷に使用される、めっきによるメタルマスクへの対応— 2 (高アスペクト比なメタルマスクの印刷評価)

### 9-1 研究目的及び目標

フォトリソを形成したステンレス基板上にニッケルめっきを行い、作製されたメタルマスクを使用し、実際に印刷を行い、メタルマスク及び印刷状態の評価を行う。

目標として高アスペクト比に解像されたレジストで形成されたメタルマスクを使用したスクリーン印刷用マスクで金属ペーストを用いて印刷を行った場合に再現されるパターン形状として塗布量が安定し、印刷高さが増すことを確認する。

### 9-2 実験方法

実験① 太陽化学工業株式会社で作製されたアディティブメタルマスクとサスペンドメタルマスクそれぞれについてマスクの状態の確認後、銀ペーストを用いて印刷を行い印刷形状の比較を行う。

実験② 太陽化学工業株式会社で作製されたサスペンドメタルマスク 3 種類 (ステンレス金網の種類を変更) それぞれについてマスクの状態の確認後、銀ペーストを用いて印刷を行い形状の比較を行う。

実験③ 太陽化学工業株式会社で作製されたアディティブメタルマスク (アスペクト比約 4 倍の高アスペクトレジスト形成を実現して作製されたメタルマスク) についてマスクの状態の確認後、各種金属ペースト (通常、穴埋め用それぞれについて高粘度品、低粘度品の計 4 種類) を用いて印刷を行い印刷形状の比較を行う。

実験④ 太陽化学工業株式会社で汎用レジスト、高解像レジストを使用して作製されたアディティブメタルマスク（アスペクト比約 4 倍の高アスペクトレジスト形成を実現して作製されたメタルマスク）それぞれの半分のマスク表面にペーストの抜け性向上を狙った表面処理を行いマスクの状態の確認後、各種金属ペースト（高粘度品、低粘度品の計 2 種類）を用いて印刷を行い印刷形状の比較を行う。

### 9-3 研究成果

研究成果① 印刷部分の総厚みが同じ（総厚 50 $\mu$ m 狙い）で作製されたアディティブメタルマスクとサスペンドメタルマスクについては開口部のメタルマスク部分の厚みに 30 $\mu$ m 程度の差があるがパターン幅などについては大きな差は見られなかった。（細かいパターンで欠陥箇所も見られるが欠陥部は無視して評価を行う）しかし、印刷形状の比較についてはメタルマスク部分の厚みとステンレス金網の有無の影響が大きい結果となった。具体的な内容としてはメタルマスク部の厚みの影響として開口部の広いパターンではメタルマスク部分の厚みがあるアディティブメタルマスクにおいて印刷塗布量が多くにじみやすい傾向が見られ、開口部の狭いパターンではアディティブメタルマスクのメタルマスク部分の厚みの影響でペーストがメタルマスクを通過しない状態が観察された。

研究成果② 実験①においてアディティブメタルマスクと比較を行ったサスペンドメタルマスクはステンレス金網に SUS400 メッシュ線径 19 $\mu$ m を使用したマスクであった。実験②では開口部の狭いパターンでの再現性においてより良い結果が得られると予想されるステンレス金網 3 種類（BS500 メッシュ線径 19 $\mu$ m・SHS380 メッシュ線径 14 $\mu$ m・SHS325 メッシュ線径 16 $\mu$ m）でサスペンドメタルマスクのマスク形状及び印刷形状の比較を行った。メタルマスク部分の形状としては不良箇所を除いて比較すると大きな差は見られなかった。（欠陥箇所が多いが部分もあるが試作である為、実験①同様に欠陥箇所は無視して評価を行う）印刷形状の比較では各サスペンドメタルすべてにおいて欠陥がない部分では 16 $\mu$ m の線幅まで再現されている事が確認された。しかし、印刷厚みと印刷厚みの高低差では差異が見られ、印刷厚みでは金網の開口しているパーセントが 60%前後である SS380 メッシュ線径 14 $\mu$ m・SHS325 メッシュ線径 16 $\mu$ mの方が開口しているパーセントが 40%前後である BS500 メッシュ線径 19 $\mu$ m より厚みが得られる結果であった。また、印刷厚みの高低差では金網部分の繰り返しが細くなる BS500 メッシュ線径 19 $\mu$ m において高低差が最も少ない結果であった。これらの結果からサスペンドメタルマスクの印刷においてメタルマスク部の形状が同じ場合、印刷形状には使用しているステンレス金網の影響が表れる事が確認された。

研究成果③ 印刷部分の厚みが 100 $\mu$ m 狙いのアディティブメタルマスクの形状の確認を行ったが $\Phi$ 30 $\mu$ m では一部にレジスト剥離に起因するパターン欠陥は見られたが開口径のバラつきについては設計値に対して $\pm$ 2 $\mu$ m 以内と問題ない範囲であった。実験①の評価では厚み 50 $\mu$ m のメタルマスクで評価を行ったが実験③では高アスペクトレジスト形成が実現できたことから厚み 100 $\mu$ m での印刷評価をするにあたり、事前評価として実験①で使用した銀ペーストと同じもので評価を行った。しかし、アスペクト比が高くなった事で小径部分のペーストがメタルマスクから抜けずに詰まる現象が見られ、メタルマスクの厚みが厚くなった事を生かせな



い事が確認された。その為、ペーストを高アスペクト印刷向けに使用されている穴埋め用の銅ペーストで粘度を高・低に変更したものと高アスペクト印刷向けで使用される銀ペーストで粘度を高・低に変更したものでペーストの抜けが改善されるかの確認を行った。結果として高粘度品ではやはり抜けが悪く 100  $\mu\text{m}$  までしか形状が上手く印刷されなかったが低粘度品においては 60  $\mu\text{m}$  まで印刷がされており使用するペーストにより印刷可能なアスペクト比が異なる事が確認された。しかし、低粘度品であってもアスペクト比 2 倍程度までしか印刷する事ができていない事から高アスペクトで作製されたメタルマスクにおいてはペーストの透過を良くするための処理などの検討を行わないと厚み生かす事ができない事が今後の課題となった。

研究成果④ 太陽化学工業において課題になっているレジスト剥離の問題の検討用に作製された汎用レジストと高解像レジストでの印刷状態の比較および実験③において課題になったペーストの抜けの改善を目的として版の半分に表面処理を施し、ペーストの向け性の比較確認を行った。(レジスト剥離の問題がない部分のみで評価を行った)メタルマスクの状態を確認すると高解像レジストの方がレジストの剥離が悪くなっているがエッジのギザツキ等が少なくなっているため、ペーストの抜けに差が出る可能性を期待して比較を行ったが大きな差は見られなかった。ペーストの抜け性改善を狙った表面処理については比較した結果とし多少抜けの改善は見られたが高アスペクト比のマスクの性能を十分に生かしているような高さのある印刷結果は得られなかった。メタルマスクの作製においてパターン全体にレジスト剥離等の問題がない状態になったとしても高アスペクトで作製されたメタルマスクの性能を十分に生かすにはよりよい表面処理などによるペーストの抜け性改善等の必要性等の課題が残る結果となった。

## 第10章 全体総括

### 10-1 成果の総括

本研究の成果としては高圧ミスト式現像の量産への対応のため両面現像可能な高圧ミスト式現像機を設計・導入・改良して大型の基板を均一に両面高圧ミスト現像できるようにしたことと、より高アスペクト比な現像が可能となる高温スチームミスト現像機を設計・導入・改造して、ミスト温度を上げてさらなるパターンの微細化と高アスペクト化を可能としたことと微細配線対応のめっき装置を改良して均一な高アスペクト比なめっきを基板上に均一にめっきできるようにしたことである。

これらの装置を使用して、半導体パッケージに使用される基板に高圧ミスト現像及び電気めっきを行い、従来不可能であった、15  $\mu\text{m}$ 厚ドライフィルムを使用して 3.5  $\mu\text{m}$  のドライフィルムパターン形成及び 19  $\mu\text{m}$ 厚ドライフィルムを使用して 4.5  $\mu\text{m}$  のパターン形成と加工アスペクト比 4 以上の高アスペクト比なドライフィルムによるパターン形成を行うことができた。めっきによるパターン形成でも 15  $\mu\text{m}$ のドライフィルムを使用して 5  $\mu\text{m}$ のめっきによるパターン形成ができ、本研究の目標である 5  $\mu\text{m}$  のパターン形成が達成できた。

また、高電圧対応基板の電極形成に必要な高アスペクト比なパターン形成では高圧ミストの

圧力及び温度を上げることにより、膜厚  $56\mu\text{m}$  のドライフィルムを使用してアスペクト比4以上である  $14\mu\text{m}$  のパターン形成を行うことができた。また  $112\mu\text{m}$  のドライフィルムを使用してアスペクト比約4.5であり  $25\mu\text{m}$  パターン形成及び厚膜めっきを行うことができ、本研究の目標である、アスペクト比4以上のパターン形成が達成できた。

高アスペクト比なメタルマスクの製造に関する成果としては、 $112\mu\text{m}$  厚のドライフィルムを使用して  $30\mu\text{m}$  のドットパターンを形成することができ、目標であるほぼアスペクト比4のパターン形成を達成することができた。

またこのドライフィルムのパターンを使用して均一にステンレス基板上に  $100\mu\text{m}$  厚のめっきを行いメタルマスクを製造して、実際に印刷を行い印刷の実証評価まで行うことができた。

本研究の目標である、アスペクト比4以上のドライフィルムによるパターン形成及び  $5\mu\text{m}$  以下のパターン形成及び高アスペクト比なめっきの製作に関しては目標を達成することができた。

しかしながら高アスペクト比なドライフィルムのパターン形成を使用して基板やメタルマスクを製造する段階で、アスペクト比が高くなったためドライフィルムの剥離が難しくなり、一部ドライフィルムの残渣が残ってしまい、欠陥の無い高アスペクト比な配線基板及びメタルマスクの製造できない問題が発生した。この問題の解決のためさらに補完研究でドライフィルムメーカー及び剥離剤メーカーとの相談しながらめっき後のドライフィルム剥離の問題を解決して高アスペクト比なパターン形成技術を利用した欠陥の無い製品の製造を可能にするよう研究を継続する。

## 10-2 工業所有権の取得状況及び対外発表等の状況

今年度は、工業所有権の取得及び対外発表等は特にありませんでした。

## 10-3 今後の事業化に向けた取組み

### ①高圧ミスト式現像装置（精密めっき用フォトリソ現像装置）の製造販売

現在高圧ミスト式現像機を使用した高アスペクト比めっきの引き合いとして、スマートフォンの部品である、めっきによる微小コイル製作があり、この用途としてTDK(株)にテスト用の高圧ミスト式現像機を納入する。またこの用途で韓国のサムスン電機からも引き合いが来ており、評価結果も良好である。テスト評価としては非常に良好だが、ラインへの組み込み方法等具体的内容について現在検討している段階である。来年度の量産装置導入を目標にさらに検討を行っているところである。本事業のアドバイザーであり、パッケージ基板メーカーである京セラ SLC テクノロジー株式会社ともパッケージ基板へ安定して導入できるように評価テストを行っているところである。今のところ来年度には量産を見込んだテスト装置を販売する予定である。

他の用途への高圧ミスト式現像機としては、缶への印刷に使用される感光性樹脂板の現像でテストを行っており、評価結果もよく、来年度の装置導入予定である。

あと1年高圧ミスト式現像機の生産ラインへの購入を視野にテストを繰り返し、来年度に

は量産ラインへ導入するための装置販売を行っていき装置の販売台数を増やしていく予定である。

## ②高電圧対応微細回路基板の製造販売

今後の事業展開に当っては本格的な車載パワーデバイス向け参入に当っては現状商品との競合もあり、車載用デバイスは信頼性要求値が高く、容易な市場参入は困難である。一方、昨今のエネルギーと環境問題の情勢から、数年でハイブリッドカー及び Plug-In 電気自動車などが急激に伸びると予想されており、本研究開発の成果の事業化の展開には有利な情勢になると考えられる。

従って、本研究開発着手時から事業化がより容易な分野、即ちすでに東洋精密工業が手がけている分野、商社を利用して、比較的事業移転が容易な LED 照明用実装基板や小電力用実装基板から実用化し、事業化の起点を作る。この実装基板は耐電圧も商用電源電圧レベルであって、実用化することが可能である。

初期は LED 照明基板応用製品から実績を作り、ついで民生用、産業用、車載用とのばし、最終の主たる事業は車載用とする。

## ③スクリーン印刷用微細メタルマスクの製造販売

太陽化学工業株式会社にて、高圧ミスト現像を利用したメタルマスクの量産化技術を構築、微細メタルマスク（アディティブメタルマスク及びサスペンドメタルマスク）の製造・販売をすでに開始している（太陽誘電株式会社ほか）。マスク開口パターンとしては、現状アスペクト比 1 程度までであるが、課題として残されたレジスト剥離性の改善や印刷におけるペーストの抜け性改善を実現することで、より高アスペクトのマスク製造・販売が見込め、より高付加価値な製品の事業展開を狙っていく。