

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「2層CCL用環境対応型 Dry-Wet  
一貫生産システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成21年3月

近畿経済産業局

財団法人関西情報・産業活性化センター

## 「2層CCL用環境対応型 Dry-Wet 一貫生産システムの開発」プロジェクト

### 目次

i ) 研究の目的	.....	2
ii ) 研究の概要	.....	2
1 . テーマ別開発内容の概要	.....	3
1 . 1 クロムレスシード層の開発と装置開発	.....	3
1 . 2 不溶性陽極採用の硫酸銅めっきラインの開発	.....	6
1 . 3 高精細対応2層CCLの試作・実用性評価	.....	9
2 . 総括	.....	11

## ) 研究の目的

情報デジタル家電機器の小型化、高機能化に伴い、主要部材である回路基板やFPC基板の高精細化、高密度化のニーズが拡大している。しかし導体として銅箔を使用する従来のFPC基板では高精細化の対応に限界がある。我々は、次世代高密度フレキシブル基板として期待されている無接着剤タイプ銅張積層板・2層CCLにおいて、

銅層が薄膜(2~8 $\mu\text{m}$ )で、高精細回路に対応する、  
密着強度、膜厚均一性等の皮膜特性に優れた、  
エッチング残渣のない高性能基板

を、新たなスパッタ/めっき法により開発する。本開発により高い良品率で安定的に生産でき、かつ環境負荷の低減に資する、次世代型一貫生産システムを実現する。

## ) 研究の概要

需要が拡大している高精細対応2層CCLにおいて、環境負荷低減に資する次世代型のDry-Wet一貫生産システムを開発する。

皮膜性能 : めっき皮膜の初期及び、耐熱試験後の密着力の向上  
めっき皮膜における膜厚分布精度、平滑性、緻密性の向上

高精細対応 : クロムレスによる回路線幅35 $\mu\text{m}$ 以下への対応

環境負荷低減 : シード層のクロムフリーによるエッチング時の環境負荷低減  
不溶性陽極採用によるめっき工程の完全無廃浴化の実現

## 1. テーマ別開発内容の概要

(株式会社表面処理システム、株式会社ホーピット、有限会社ウイング)

### 1.1 クロムレスシード層の開発と装置開発

平成19年度において、既設の小型実験用スパッタ装置を用いて、

- 1 シード層の密着性向上のための前処理プロセスの検討
- 2 Si化合物膜によるバリアシード層の開発

を行った。



写真1-1 小型実験用スパッタ装置

この小型実験装置により

- 1-2 成膜前処理としてのプラズマボンバード処理の最適条件の検討
- 2-1 スパッタ条件による膜質と密着力の挙動解析
- 2-2 最適反応ガス分圧や析出速度の最適化
- 2-3 プラズマ処理条件や基材の違い等の影響分析

を行い、Si化合物膜(SiON膜)が耐熱バリアシード膜として機能すること及びポリイミドフィルムと所定の密着力が得られることが検証された。

また 小型加熱機能付き真空乾燥機を購入し、

-1-1 ポリイミドフィルムの脱ガス対策としてフィルムの前乾燥検討を実施し、ピール強度の向上を確認、基材に応じた乾燥条件を検証した。



写真 1 - 2 小型加熱機能付き真空乾燥機

これらの検討結果を踏まえて、導入するフィルム連続スパッタ装置の基本構想をまとめると共に、具体的な設計仕様を作成し、装置製作に着手した。

装置の基本仕様は

フィルム	対象フィルム幅	250mm
	最大巻取り径	200mm
搬送部	フィルム搬送速度	最大 2m/分(最適：1m/分)
	キャン(冷却)ロール径	600mm
	速度制御	キャン駆動制御
スパッタ部	ターゲット数	3 個
	有効ターゲット幅	300mm

表 1 - 1 フィルム連続スパッタ装置の仕様

とし、主要要素の構成を以下のように決定した。

- A) 装置内を使用するガス雰囲気により 2 分割し、それぞれをターボ分子ポンプを用いて真空排気する。
- B) 巻出し・巻取り室、プラズマ処理室、SiON 成膜室は Ar-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 雰囲気とする。Si,Cu 成膜室は Ar 雰囲気とする。
- C) プラズマ処理用の電源は高周波を電源とした。SiON 成膜は小型実験機と同様にキャンロールに高周波バイアスを印加する構造とした。

以下に導入した フィルム連続スパッタ装置の外観写真を示す。



写真 1 - 3 フィルム連続スパッタ装置の外観

フィルム連続スパッタ装置本体は平成 20 年 2 月 2 9 日に(株)表面処理システムに据付導入し、平成 20 年 3 月 1 1 日から稼動を開始。プラズマ処理、各ターゲットのスパッタ及び巻取り・巻出しの搬送等の動作確認を実施した。

以降 平成 2 0 年度において

- 4 フィルム連続スパッタ装置の試運転・稼動・フォローアップ

-4- 1 . 密着性向上のための前処理プロセスの検証

-4- 2 . S i 化合物膜による成膜条件の最適化の検証

-4- 3 . フィルム連続スパッタ装置の試運転及び条件出し

-4- 4 . フィルム連続スパッタ装置による量産試作・技術蓄積

を 順次 実施した。

この結果、クロムレスシード層としての基本特性であるピール強度において

初期ピール強度(めっき厚 1 5 μm) 1 . 0 N/mm 以上

耐熱ピール強度(180 × 2 4 H) 0 . 6 N/mm 以上

を達成し、初期の目標を達成することができた。

## 1.2 不溶性陽極採用の硫酸銅めっきラインの開発

平成19年度において、自社内において 不溶性陽極採用のRTR硫酸銅めっきテストラインを設置し、

- 1. RTR対応不溶性陽極及び給電方法の検討
- 2. めっき応力フリー光沢剤の検討
- 3. めっき前後工程のプロセス連続化の検討

を行った。



写真1-4. RTR硫酸銅めっきテストライン

このテストラインにおいて

搬送駆動方式として、メイン駆動とは別に ウェブテンションをコントロール(できるだけ少なく)するため 補助駆動が必要であること。

給電部においても できるだけ 搬送負荷を少なくする必要があり、ローラー連結ギアを採用することでしわが発生しにくい搬送が確保されることが判った。

異物噛み込み防止の各種ローラー形状のテストを実施したが、かえってめっきしみが発生し、ローラー径を小さくした鏡面仕上げローラーが良好であった。

不溶性陽極構造において、従来イオン交換膜で陽極液を隔離循環していたが、中性隔膜の採用で陽極液の隔離が必要なく、陽極構造が非常にシンプルな形状となり、めっき光沢剤の消耗も同等であることが判った。

めっき膜厚の分布精度が、従来の含リン銅タイプでは  $10 \pm 3 \mu\text{m}$  といわれているが、不溶性タイプでは  $10 \pm 1 \mu\text{m}$  以下と非常に優れていることが実証された。

めっき断面観察により、給電時での空中暴露時間は 1分以内が望ましいことが判った。

後工程において、特に変防工程前では 常に濡れた状態が必要であること。

変防工程において最近話題となっている、イオン電解水(アルカリ性水)をテストしたが、変防効果として十分なことは確認された。

等の知見が得られた。

以上のテストラインでの実験等から得られた知見や、(有)ウイングにて開発した不溶性めっき用 半光沢剤を適用し、平成 20 年度において

- 4 R T R 連続硫酸銅めっきラインの設計・製作  
を行った。

・ R T R 硫酸銅めっきラインの概略仕様

加工フィルム : ポリイミドフィルム 25 $\mu$ m $\times$ 250mm 幅 ( Max 300mm )

巻き芯 : 3 in 最大巻き寸法 : 3 0 0 mm

処理スピード : 0 . 5 ~ 1 . 0 m/min

めっき厚 8 . 0  $\mu$ m : 0 . 5 m/min

めっき有効長 : 5 , 0 0 0 mm

めっき給電密度 : 1 . 0 ~ 5 . 0 A/dm<sup>2</sup>

装置構成

- 1 . 巻き出し部 : フィルムアキュム付き、ブレーキドライブ
- 2 . めっき部本体 : 不溶性陽極及び隔膜使用
- 3 . 駆動系 : スピード制御用メインサーボドライブ  
歪センサーテンションコントロール補助駆動 2ヶ所
- 4 . 後処理部 : 回収 水洗 変防 純水リンス 純水洗浄 水切乾燥
- 5 . 巻取り部 : フィルムアキュム、端面 E P C 制御、端面カット付



写真 1 - 5 R T R 連続硫酸銅めっきライン

本 R T R 硫酸銅めっきラインは 平成 20 年 7 月 26 日 据付・稼動を行い、平成 20 年 8 月以降において、自社基本特性評価用サンプル及びユーザーへ評価用サンプル提出を行う中で

- 5 . R T R 連続硫酸銅めっきラインによる量産試作・技術蓄積を実施した。

その結果

- 1 . フィルム表面にキズ、スクラッチ、しわ等の発生しない安定した搬送であること。
- 2 . 打痕・ピンホール・しみ等の表面異物の付着のない良質な皮膜表面な確保ができること。
- 3 . めっき応力フリーの確認、膜厚分布精度の測定、断面観察等を行う中で、めっき品位が良好で安定していること。

等が 検証され、初期の目標を満足するものであることが確認された。

### 1.3 高精細対応2層CCLの試作・実用性評価

#### -1 実機試作品の基本特性の評価

実機での試作サンプルに基づき、基本特性の評価を実施した。

主な測定項目とその結果を示す。

項目		測定値等	測定法等	
フイ イ基 ル材 ム	メーカー	東レ		
	型式	カプトン 100EN		
	フィルム厚 (公称値)	25 μm		
電 気 特 性	銅メッキ膜シート抵抗	1.78 μ · cm	4端子法 電流:10mA cf) バルク:1.68 μ · cm	
	誘電率 (e')(100kHz)	1.6	JIS C5016B	
	高周波インピーダンス(10GHz)	187-191	TDR法、独自構造(線幅: 0.1mm・長さ:150mm) cf) Ni - Cr下地:147- 168	
機 械 特 性	ピーリング試験 (初期)	0.85N/mm	JIS C5016B	
	ピーリング試験 (180、24時間後)	0.65N/mm		
	ユ ー ビ 基 レ 材 ク ス	ピーリング試験 (初期)	1.0N/mm	JIS C5016B
	ユ ー ビ 基 レ 材 ク ス	ピーリング試験 (180、24時間後)	0.70N/mm	

表 1 - 2 基本特性評価表

## -2 サンプル提出によるユーザー評価と具体的アプローチ

ユーザーへのサンプル提供等を通じて、クロムレス2層CCLの特徴を活かした用途開発を進めた。

その中で、当初目標としていたCOF (Chip on Film) 用途においては、用途は広く汎用的ではあるが、採用されると量的な供給能力が必要であり、今回製作した250mm幅×1.0m/minの能力では能力不足であることが判ってきた。

そこでCOF用途以外での高精細向け、高周波特性の優れた点等を生かした用途開発を念頭に取り組んでいる。

その中で、現在薄型化が進んでいるチップLEDにおいて、そのチップ実装基板としての適用に向けて、サンプル試作が進んでいる。

チップLEDにおいては、

現在基板はガラスエポキシ材で製作されており、薄型化に限界がある。

チップの小型化に対応した高精細パターンが求められている。

後工程でワイヤーボンディングのためのAuめっきが必要で、弊社の固有技術が生かせる

小型化が進む中で生産規模的にも十分対応でき、最適である。

等の理由から本クロムレス2層CCLに適性がある用途である。

平成21年3月現在海外(台湾メーカー)及び国内メーカーと共同でチップLEDの試作作成を行い、ボンディング性、モールド適性、チップ化ダイサー工程の改良等を実施している。クロムレス2層CCLを使用した超小型チップLEDの生産体制を構築し、事業化を進めようと考えている。

## 2 . 総括

本プロジェクトにおいては、クロムレス2層CCLの環境対応型Dry-Wet一貫生産システムを開発するために

クロムレスシード層の開発とその装置化

硫酸銅めっきラインの開発

高精細対応2層CCLの試作・実用性評価

の3ステップに分けて 研究開発を実施した。テーマおよび実施内容ならびに結果を下表2-1に示す。

テーマ名	実施内容	結果
クロムレスシード層の開発とその装置化 -1.シード層の密着性向上のための前処理プロセスの検討	1..ポリイミドフィルムの脱ガス対策としてフィルムの前乾燥条件の検討 2.成膜前処理としてのプラズマボンバード処理の最適条件の検討	目標を達成
-2.Si化合物膜によるバリアシード層の開発	1.スパッタ条件による膜質と密着力の挙動解析 2.最適反応ガス分圧や析出速度の最適化により装置仕様の決定 3.プラズマ処理条件や基材からの影響分析	目標達成 初期ピール強度 1.0N/mm以上、 耐熱ピール強度： 0.6N/mm達成
-3.フィルム連続スパッタ装置の基本構想及び据付稼働	<主な仕様> PIフィルム：厚 25,12.5 μm 幅 250mm 搬送スピード：1.0m/min スパッタガン：12in×4in, 3台 真空排気：TMP×3台、クワイパネル ガス制御：Ar,N <sub>2</sub> ,O <sub>2</sub> ,3系自動供給 プラズマ処理：高周波バイアス式	左記の仕様を満たす装置開発を行い、(株)表面処理システムに導入した。 目標を達成。
-4.フィルム連続スパッタ装置の試運転・稼働・フォローアップ	1.密着性向上のための前処理プロセスの検証 2.Si化合物膜による成膜条件の最適化の検証 3.フィルム連続スパッタ装置の試運転及び条件出し 4.フィルム連続スパッタ装置による量産試作・技術蓄積	目標をほぼ達成

テーマ名	実施内容	結果
硫酸銅めっきラインの開発 -1.RTR対応不溶性陽極及び給電方法の検討	1. フィルム駆動、ローラー形状等の検討 2. 陽極構造、電解膜の検討 3. 給電部の最適化設計	目標を達成
-2.めっき応力フリー光沢剤の検討	1. 応力フリー半光沢剤の検討 2. 光沢めっき品、半光沢めっき品の評価 3. 新光沢剤の開発	目標ほぼ達成
-3.めっき前後工程のプロセス連続化の検討	1. 前処理プロセスでのピンホール対策の検討 2. 変防工程でのイオン電解水導入検討 3. 連続処理ラインとしての前後工程設計	目標ほぼ達成
-4.RTR連続硫酸銅めっきラインの設計・製作	<主な仕様> PIフィルム：厚 25,12.5 $\mu$ m 幅 300mm 搬送スピード：0.5 m/min 不溶性陽極：6連、 両面給電方式	目標達成
-5.RTR連続硫酸銅めっきラインによる量産試作・技術蓄積	キズ、スクラッチ、しわ等のない安定した搬送、制御方式の確立  打痕、ピンホール、しみ等表面異物のない良質な皮膜表面の確立  めっき応力フリー膜厚分布精度等さらなるめっき品位の向上  生産処理スピードの向上	目標をほぼ達成
高精細対応2層CCLの試作・実用性評価 -1.既設実験機による試作品の基本特性評価 -2.ユーザー評価項目の調査・具体的アプローチ -3.実機試作品の基本特性評価 -4.サンプル提出によるユーザー評価と具体的アプローチ		目標をほぼ達成

表 2-1 . プロジェクトのテーマ名と結果

【連絡先】 財団法人関西情報・産業活性化センター（担当；佐藤・小西）  
tel 06-6346-2981 fax 06-6346-2443