

手元に欲しい一冊！

★薄膜を取扱ための必携本！

★できるだけ簡単な数式を使用し説明！

★現場トラブルを解決する  
30以上のQ & A付き！

●表面・界面を評価、分析するポイント！

●現場では聞けない&聞く人がいない

●膜の剥離・剥がれ・割れにはどう対応するの？

●良質の膜とは、その作製法とは！

●薄膜プロセスによる応力の発現機構を理解！

・・・そんな人のための一冊！

# 薄膜の応力・密着性・剥離 トラブルハンドブック

発刊 2007年10月 体裁B5判 225頁 定価10,450円(税込(消費税10%))

荒川化学工業(株) 新事業企画開発部 主任研究員 岩村 栄治 先生

## ◆◇Q & A◆◇(巻末掲載)

### ●応力基礎

- ・膜の密度は応力には関係ないのでしょうか？
- ・アモルファス化により膜応力の発生を低減できるのはなぜでしょうか？
- ・ガス不純物の混入により応力はどうなりますか？
- ・薄膜の弾性歪みエネルギーについて教えてください
- ・二軸弾性係数の意味を教えてください
- ・メッキ膜の応力発生機構は気相形成膜と異なりますか？

### ●密着力基礎

- ・膜厚が数十 $\mu\text{m}$ や数百 $\mu\text{m}$ になったときに密着性に関する取扱はどのように変わりますか？
- ・樹脂材料を用いた場合に使われる接着力と薄膜での密着力とは同じもののでしょうか？

### ●成膜プロセス

- ・プラズマを利用して成膜でのプラズマパラメータの測定はどのようにしたらよいのですか？
- ・プローブ法でグロー放電プラズマを評価した場合にはどのような情報が得られるのですか？
- ・アーク放電の特徴とプラズマの評価について教えてください
- ・低ダメージスパッタ成膜にはどのようなものがありますか？
- ・酸化物膜などの反応性スパッタリングにおける膜質の不安定性はどうしておこるのですか？その対策？
- ・成膜速度はどのような成膜パラメータと関係しているのでしょうか？成膜速度は膜応力へどのような影響をおよぼしますか？
- ・応力や密着力のバラツキをなくするような品質管理の手法はありますか？

### ●応力・密着力測定

- ・X線応力測定の実際について具体的に教えてください
- ・3点曲げ試験による密着力評価について教えてください
- ・基板曲率法で応力の温度変化を測定したデータの再現性が乏しいのですがどのような原因が考えられますか？

### ●剥離・密着性改善

- ・薄膜にクラックが生じた。どのように対処すればよいのでしょうか？
- ・金属スパッタ膜間の密着性のバラツキはどうしておこるのでしょうか？
- ・薄膜を熱処理する場合の膜応力に関連して注意すべき点について教えてください
- ・スパッタ成膜したときに、基板を変えてもいつも特定の場所で剥離するのですがどのような原因が考えられますか？

### ●その他トラブル

- ・ヒロックとウイスキーは同じものと考えていいのでしょうか？
- ・ヒロックやウイスキーが発生するとデバイスの機能に悪影響を及ぼすことはないのでしょうか？
- ・蒸着などの気相形成法において真空チャンパー内に付着した堆積物の剥離脱落の要因とその対策について教えてください
- ・膜応力によってデバイス特性や膜特性が変化することがありますか？
- ・薄膜がいつもと違う色になりました。どうすればよいのでしょうか？
- ・気相形成膜で膜厚分布を均一化するのにはどうしたらよいですか？
- ・Stoneyの式はどのように導出するのでしょうか？

10,450円  
(税込(消費税10%))  
普及価格にて  
ご提供！

## ★書籍申込書

FAX : 03-5740-8766 または → <http://www.johokiko.co.jp> にて

(書籍申し込み要領)

◎右記記入の上、FAXでお申込を承ります。  
FAX:03-5740-8766まで！

◎お申込書を確認次第、書籍、請求書および振込要領をお送りいたします。

◎未発刊の書籍をお申込の場合、申込書を確認次第、受領書をお送りいたします。

発行時に弊社より書籍、請求書および振込要領をご送付いたします(送料は弊社負担)

◎お支払いは請求日翌月末日までに、銀行振込にてお願いいたします。原則として領収証の発行はいたしません。

◎振り込み手数料はご負担ください。

★<http://www.johokiko.co.jp/>の申込みフォームからも承ります！

書籍名HP 【BB071001】	冊数	住所〒
薄膜応力 ハンドブック		
会社名	TEL	FAX
所属部署・役職等	申込者名	
E-MAIL	上司役職・氏名	
今後ご希望の案内方法にレ印を記入下さい(複数回答可) <input type="checkbox"/> e-mail <input type="checkbox"/> FAX <input type="checkbox"/> 郵送 <input type="checkbox"/> 不要		

※FAX番号はお間違いの無い様くれぐれもご注意ください。

ご連絡頂いた、個人情報は弊社商品の受付・運用・商品発送・アフターサービスのため利用致します。今後のご案内希望の方には、その目的でも使用致します。  
今後のサービス向上のため「個人情報の取扱に関する契約」を締結した外部委託先へ、個人情報を委託する場合があります。個人情報に関するお問合せ先policy@johokiko.co.jp

# 構成及び内容

## 第1章 薄膜の応力

はじめに

1. 薄膜における応力の考え方
  - 1.1 薄膜が薄膜たる所以
  - 1.2 歪みと応力の関係
  - 1.3 薄膜におけるマクロな変形：引張応力と圧縮応力
  - 1.4 マクロな変形量と膜応力との関係：Stoneyの式
2. 固有応力と外部応力
3. 薄膜応力の発生要因
4. ミクロな欠陥導入や歪みと薄膜形成初期の応力発生メカニズム
  - 4.1 結晶性材料における構造欠陥
  - 4.2 薄膜／基板界面の歪み構造
  - 4.3 薄膜の成長機構
  - 4.4 核形成と初期過程における応力の発生メカニズム
  - 4.5 島状成長（多結晶薄膜）の初期形成過程での応力発生メカニズム
  - 4.6 カラム成長に移行した段階での応力発生メカニズム
5. ミクロ・マクロな体積変化と応力発生メカニズム
6. 熱応力とマクロな寸法変化のメカニズム
  - 6.1 熱歪みとマクロな変形
  - 6.2 熱応力を生じるプロセス
7. 応力緩和とそのメカニズム
  - 7.1 薄膜形成時における応力緩和とその挙動
  - 7.2 薄膜形成時に支配的な応力
8. マクロな薄膜構造の膜応力への影響
  - 8.1 パターン加工された薄膜でのエッジ効果
  - 8.2 積層膜における膜応力

まとめ

## 第2章 薄膜の密着力

はじめに

1. 薄膜の密着力とは：表面・界面に働く力と界面の構造
  - 1.1 界面の形態および構造
  - 1.2 表面粗化の効果
  - 1.3 表面エネルギーと密着力
  - 1.4 密着力の実体
  - 1.5 現実の界面構造の直接観察
2. 板と薄膜の密着および剥離の考え方
  - 2.1 密着性へのアプローチ方法
  - 2.2 どこで剥離がおこなわれるのか：結合力とエネルギー解放率
  - 2.3 密着力に影響を与える要因
  - 2.4 膜厚効果について
3. 種材料界面における結合状態
  - 3.1 金属／無機材料と樹脂材料との密着性
  - 3.2 界面での結合解析：異種材料界面に結合はあるのか
  - 3.3 表面改質と密着性

まとめ

## 第3章 薄膜形成プロセスと応力・密着性制御

はじめに

1. 薄膜材料を作成する過程
2. 各種薄膜形成法の特徴と比較
  - 2.1 薄膜の形成方法
  - 2.2 スパッタ法と蒸着法の相違
  - 2.3 スパッタ法とメッキ法の成膜パラメータ比較
  - 2.4 成膜方法の選択
3. 薄膜の形成過程：スパッタリング成膜を例として
  - 3.1 スパッタリング法における薄膜形成
  - 3.2 ターゲットがスパッタリングされる過程
  - 3.3 基板に到着するまでの輸送過程
  - 3.4 基板表面での付着過程
4. 成膜パラメータと薄膜応力への影響
  - 4.1 成膜過程の制御パラメータ
  - 4.2 成膜パラメータと薄膜応力との関係
5. 成膜時の照射効果と膜質・膜応力への影響
  - 5.1 イオン・高エネルギー粒子源と照射の効果
  - 5.2 照射時の表面現象
  - 5.3 照射効果による膜質・膜特性の変化
6. 成膜前の基材処理と密着力
7. プロセス最適化と応力制御の考え方

まとめ

## 第4章 膜質の分析評価

はじめに

1. 分析評価をおこなう場合のポイント
  - 1.1 なぜ膜質を分析評価するのか
  - 1.2 薄膜の分析解析における障害
  - 1.3 分析解析を実施する場合の一般的注意
2. 薄膜の膜質の評価技術
  - 2.1 プローブを利用した分析手法
  - 2.2 表面・界面の評価
  - 2.3 構成物質の評価
  - 2.4 マクロな構造の分析評価
  - 2.5 超微細構造の分析評価

まとめ

## 第5章 膜応力・密着力の評価方法と測定におけるポイント

はじめに

1. 応力測定の意味
2. 膜応力の評価方法の実際と測定上の注意点
  - 2.1 直接的測定法：線回折法
    - 2.1.1 測定の概略
    - 2.1.2 測定上の注意点
    - 2.1.3 界面近傍における応力測定
  - 2.2 間接的測定法：ラマン分光法
    - 2.2.1 測定の概略
    - 2.2.2 測定上の注意点
    - 2.2.3 薄膜形成により基板に生じる応力分布の測定例
  - 2.3 マクロな測定法：基板曲率法
    - 2.3.1 測定の概略
    - 2.3.2 測定上の注意点
3. 密着力の評価方法と測定におけるポイント
  - 3.1 剥離仕事と密着力の測定法
  - 3.2 引張テスト
  - 3.3 せん断テスト
  - 3.4 スクラッチ(Scratch test)法
  - 3.5 測定された密着力の意味
  - 3.6 膜厚の影響

まとめ

## 第6章 薄膜の剥離について

はじめに

1. 膜剥離と破壊の形態
2. 離要因と原因の追究手法：ケーススタディ
  - 2.1 剥離要因の解析手法
  - 2.2 アモルファスカーボンの剥離の問題
  - 2.3 観察される剥離現象
  - 2.4 密着力に影響を与えている因子と改善の経緯
  - 2.5 どこで剥離したかの観察
  - 2.6 なぜ剥離したかの解析
  - 2.7 密着性改善指針の策定
3. 密着性改善手法の背後にある考え方
4. 密着性改善のための具体的方策
  - 4.1 表面の清浄化・活性化
  - 4.2 表面修飾剤
  - 4.3 中間層
  - 4.4 構造改質

まとめ

## 第7章 薄膜におけるその他のトラブル：薄膜表面の微小欠陥

はじめに

1. ピンホールの発生要因と対策
  - 1.1 形態と特徴
  - 1.2 発生要因
  - 1.3 対策
2. パーティクルの発生要因と対策
  - 2.1 形態と特徴
  - 2.2 発生要因
  - 2.3 対策
3. ヒロック・ウイスキー・ボイドの発生要因と対策
  - 3.1 形態と特徴
  - 3.2 Al合金膜にみるヒロック・ウイスキーの形成過程
  - 3.3 Alヒロックの形成機構

まとめ

Q & A 集（内容は左頁を参照下さい。）