

工業分野を含めたプリント基板 分野への電解水利用の説明

～ 環境負荷低減技術としての利用 ～

JIPCM LLC

ジプコム保有の電解水技術の説明

旧新日本製鐵(株)が開発した電解技術を継承し、発展させている

- 1980年代に 旧新日本製鐵(株)(旧新日鉄)がお米の長期備蓄をするために開発した電解水技術を継承し、発展させている。
 1. お米の長期備蓄の基本は除菌であり、その除菌技術として開発した電解水生成技術を、更に進化させて使い易くしている。
 - * サニーハイ電解装置 & 高濃度サニーハイシステム
 2. 電解の基礎技術の再検討により、プリント配線基板の洗浄を始めとして、金属の脱脂洗浄、シリコンウエハー洗浄、銅加工品の洗浄等、工業分野の洗浄用途を開発している。
 - * espax(エスパックス)電解装置

電解水開発の経緯

～ 旧新日鉄の関わりなどの歴史 ～

(株)材尚－旧ジプコム(株)／伊藤仁一元社長よりの説明

昭和55年('80) 農政審議会の答申に基づき、食品流通システム協会(会長: 稲山嘉寛)が「食品の流通システムと保存技術について調査研究開発」を受託。 → 主に「お米の長期備蓄」に関する研究

昭和63年('88) 1月 強酸性電解水特許の申請

昭和63年('88) 11月 弱酸性電解水特許の申請 ⇒ 共に2008年に失効

その後、電解水による脱脂洗浄特許出願。



(P4009385/1999年)



販売当時の旧新日鉄カタログ

除菌用高濃度サニーハイ＝次亜塩素酸水(HClO)の 簡単な説明(開発:旧新日鉄)

参考

工場で生産した「高濃度次亜塩素酸水(塩素濃度1500～2000ppm)パック」を、使用現場で水道水、井水等で希釈して利用する。

誰でも、水さえあれば使用できるのでメンテナンス不要で使い易い。

(滋賀県食品衛生協会の手洗い推奨品)

希釈装置との接続方法



高濃度パック



蛇口取り付け型希釈装置#1

蛇口取り付け型希釈装置#2



海外の電解水事情

除菌分野

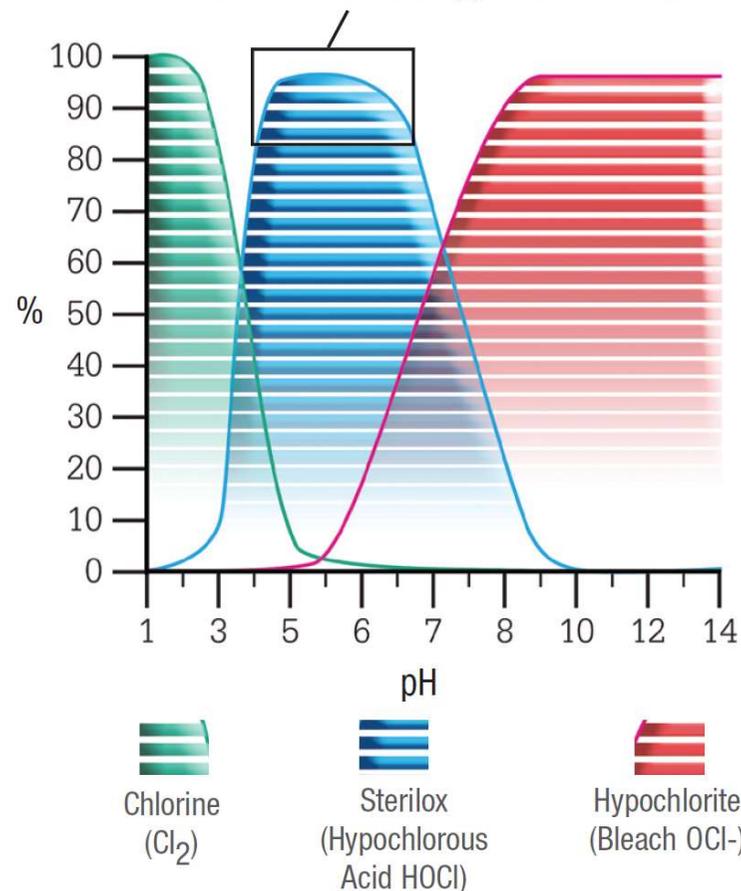
- 欧米では次亜塩素酸が衛生分野で利用認可されており、歯科医療分野では、弱酸性電解水が多く利用されている。



Puricore 社 Strilox Dental
(これ以外にFOOD: Strilox frsh等あり)

Chlorine Species Curve

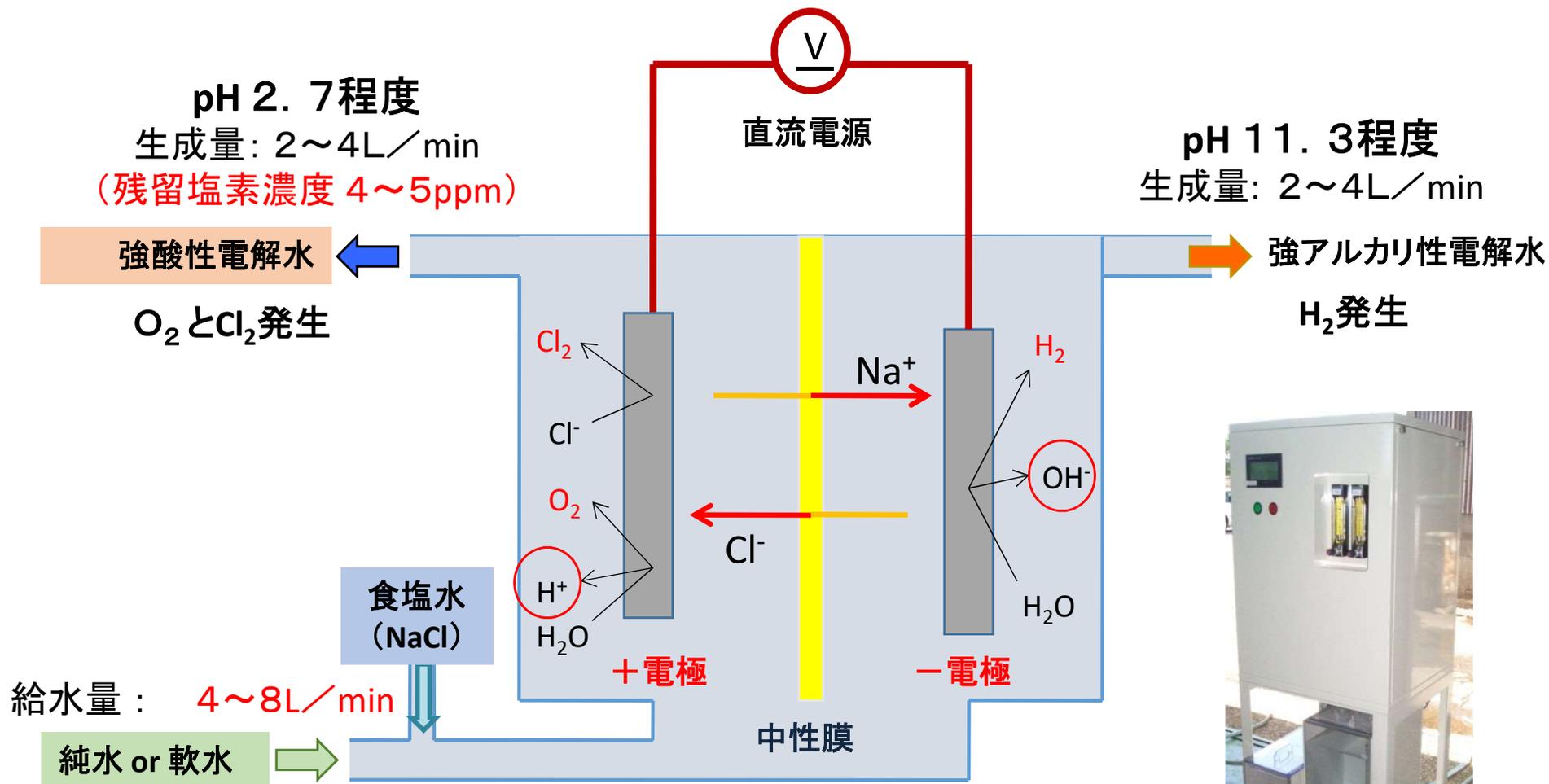
Sterilox has 85-98% hypochlorous acid



工業用洗淨に利用される電解水

espax電解水の説明

espax電解水の生成原理



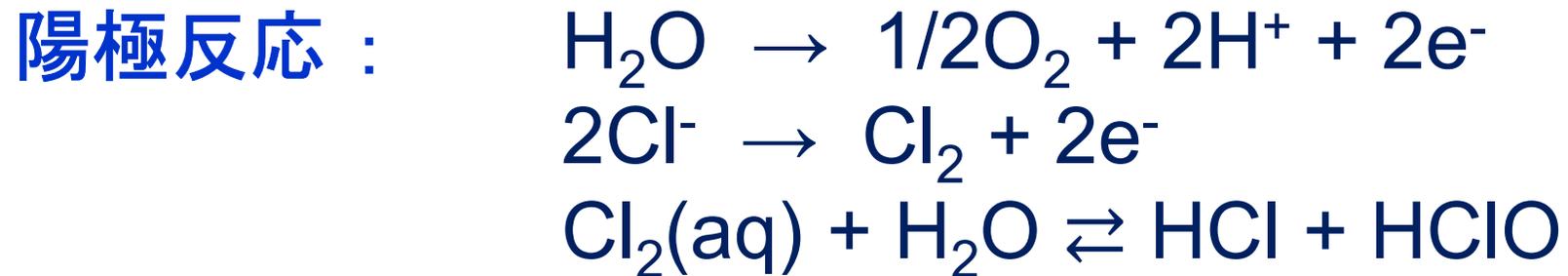
水(H₂O)の電気分解を行う



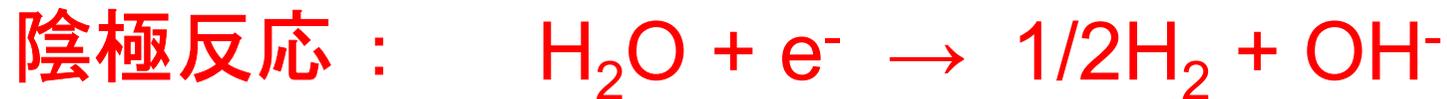
J-02B-GS型の外観

電解反応式

(NaCl 電解の場合)



(水溶液中に Na^+ と Cl^- が存在)



(水溶液中に Na^+ と Cl^- が存在)

- ★ 陽極反応は電解質によって異なる化学種が形成されるが、陰極反応は基本的に変わらない

工業分野での電解水の利用
アルカリ性電解水の利用

～ 主に金属の脱脂洗浄分野で利用 ～

1. 脱脂洗浄用途での利用

* 主に金属加工品での切削油、プレス油除去洗浄や、電子部品の洗浄に実用化されている。

cf.1995年頃には東北大、山形大、オルガノ、フロンテック等がTFTガラスの表面処理で技術開発をされており、大日本スクリーン製造も半導体分野での利用での取組をされていた。

* 電子部品の洗浄では残留する油分、総イオン量が規定され、高い清浄性が要求される。

※ 規格（一般的な電子部品の場合の**基準値**）

★ 残留油分 $0.4\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 以下

★ 残留総イオン量 $40\text{ng}/\text{cm}^2$ 以下

アルカリ性電解水の効果

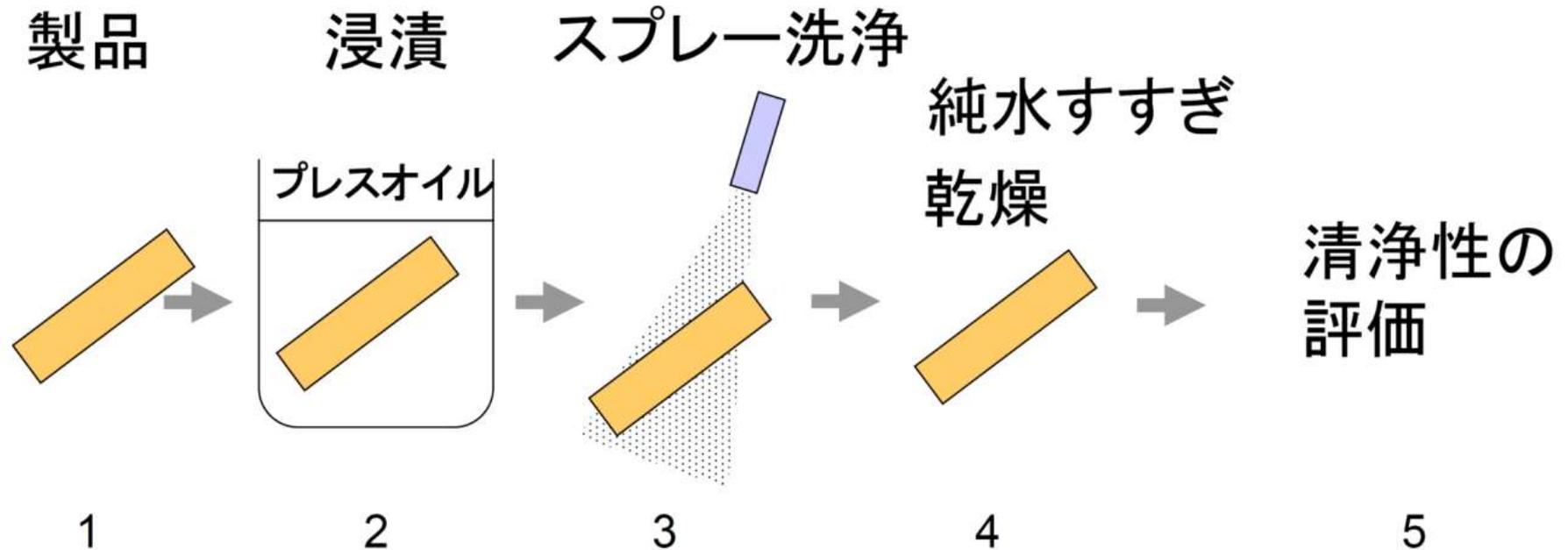
新光電気工業(株)竹ノ内研究員の研究

洗浄性の評価方法

分類	超精密洗浄	精密洗浄	一般洗浄
対照物	ウェハ 液晶基板	電子部品	ネジ, 筐体
評価手法	レーザー光散乱法 X線光電子分析法 全反射蛍光X線分析法	油分量測定 イオンクロマトグラフ法 オージェ電子分光分析法 ワイヤーボンディング法	水濡れ性 墨汁濡れ性

洗浄試験の実施方法と条件

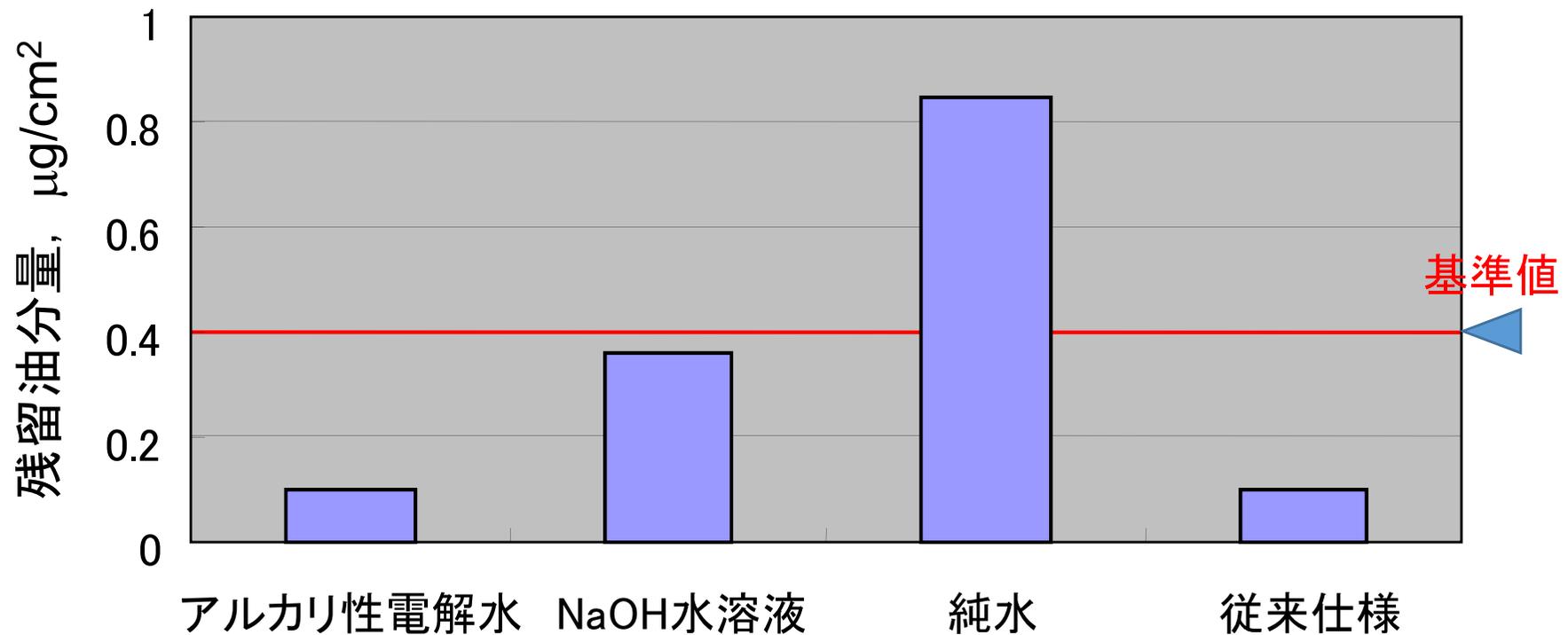
下記工程で、プレスオイルに一日浸漬後、洗浄試験を実施



洗浄結果 #1

試料の残留油分量

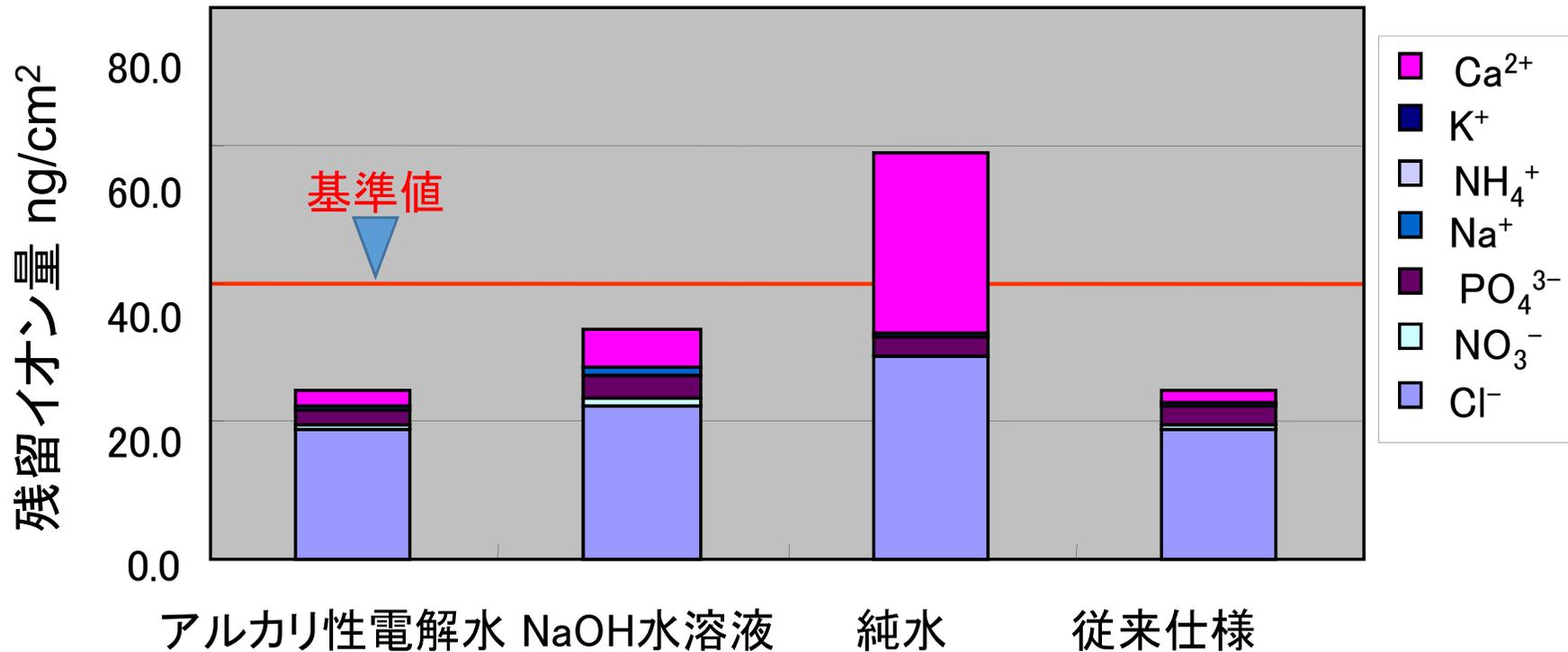
油分定量方法：CFCで抽出後 3.4 μm のIR吸収による定量



★ アルカリ性電解水は溶剤と同等の脱脂洗浄力がある。

洗浄結果#2

試料の残留総イオン量

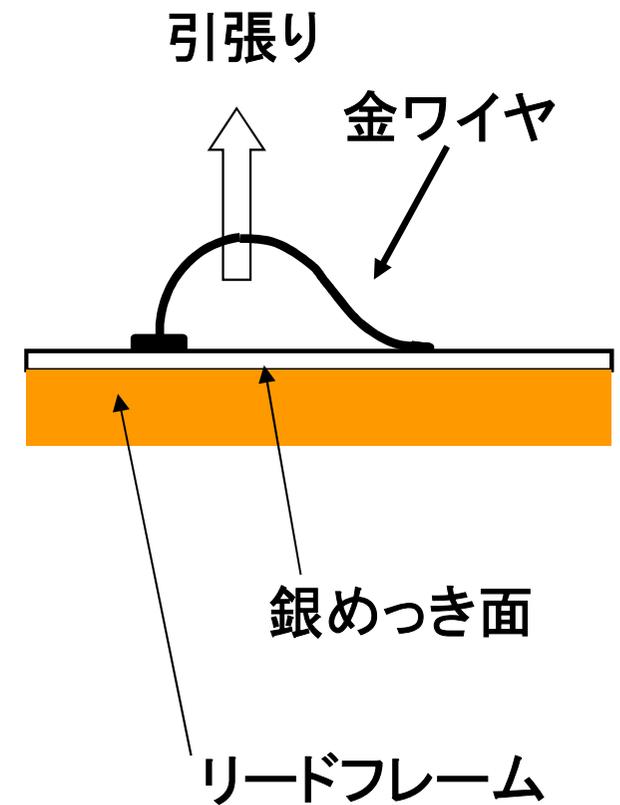
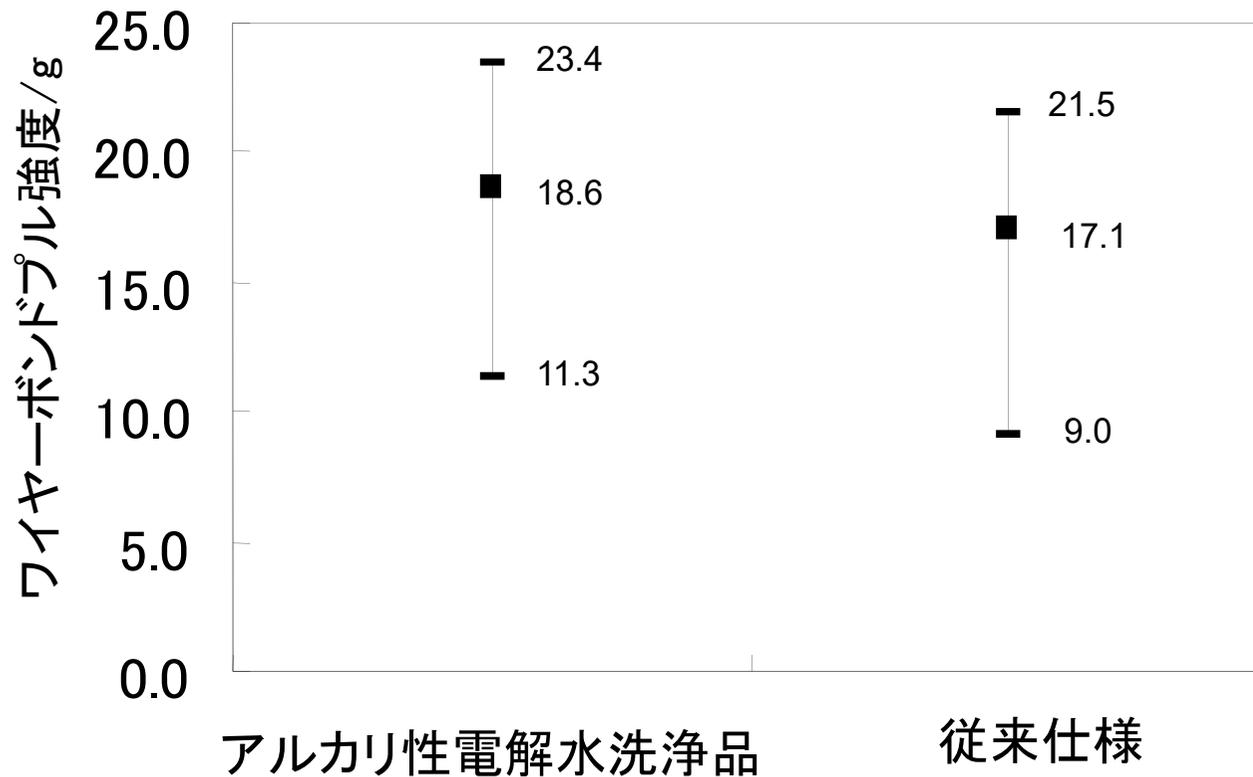


定量方法：イオンクロマトグラフ法

- ★ アルカリ性電解水は溶剤と同等のイオン残渣除去能力がある。
- ★ アルカリ性電解水は化学式が同一の薬液と何が異なるのか？

洗浄結果 #3

ワイヤーボンディング性の比較

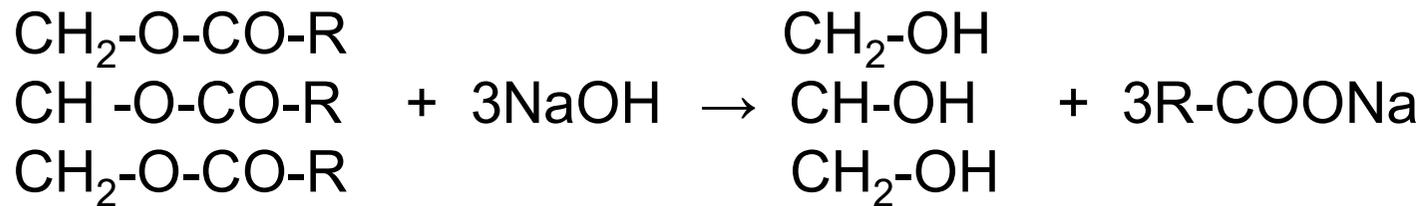


★ アルカリ性電解水は表面清浄化能力により接着性が向上する。

アルカリ性電解水による洗浄メカニズム

★旧新日鉄：特許出願時／**金属石鹼生成説**

* アルカリによる脂肪のけん化 と生じた金属石鹼によるオイルのミセル化が起こり脱脂が出来る

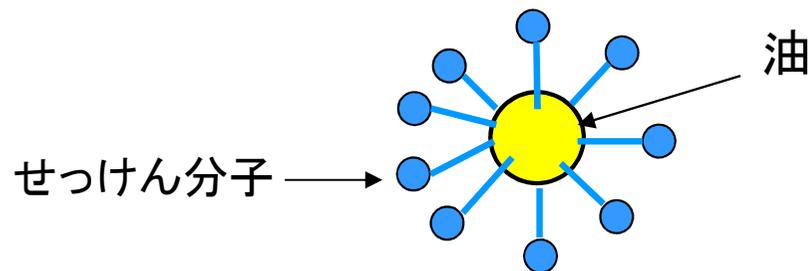


脂肪

アルカリ

グリセリン

せっけん



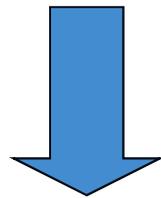
オイルのミセル化



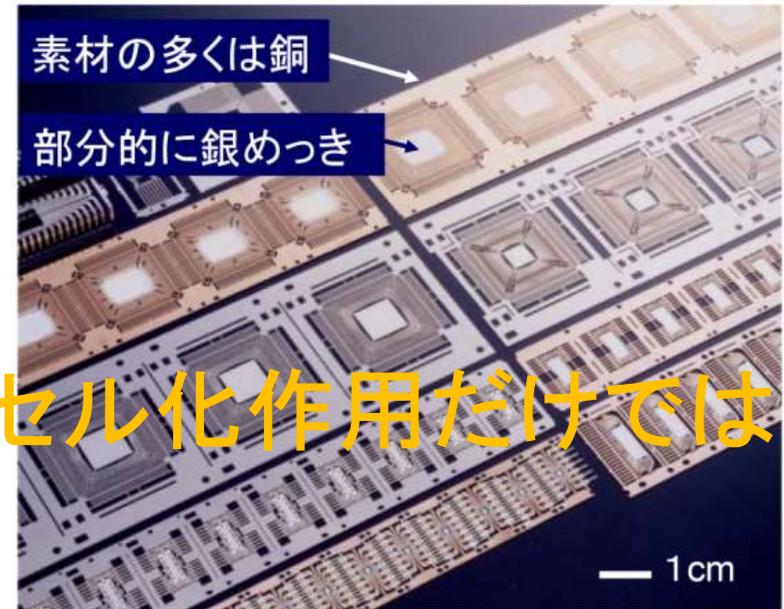
脱脂洗浄機から採水したアルカリ性水／2年経過しても分離しない

油脂を含まないオイルでは脱脂はできないのか？

シリコンオイル等の油脂を含まないプレスオイルを用いた場合でも、アルカリ性電解水による清浄作用は変わらない



アルカリ性によるケン化，ミセル化作用だけでは説明ができない



アルカリ性電解水の特徴的な事項は何か？

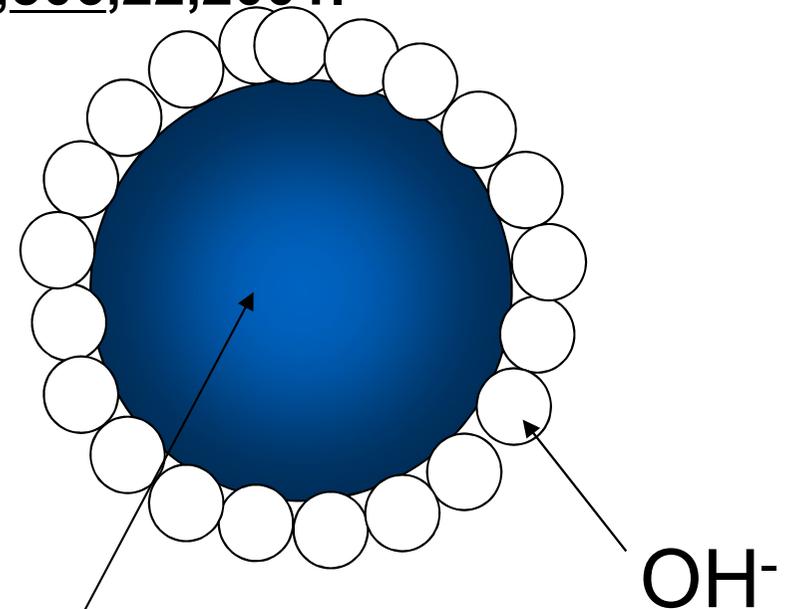
＝液中に水素気泡が存在する

竹ノ内氏説：アルカリ性電解水中の水素気泡(ナノバブル)が脱脂洗浄効果をアシストしている

アルカリ性電解水における水素には，飽和濃度以上では分子状に溶解している溶存水素とコロイド状の微小水素気泡が共存する

* K. Kikuchi et. al., J. Electroanal. Chem., 506,22,2001.

アルカリ性電解水中の化学種



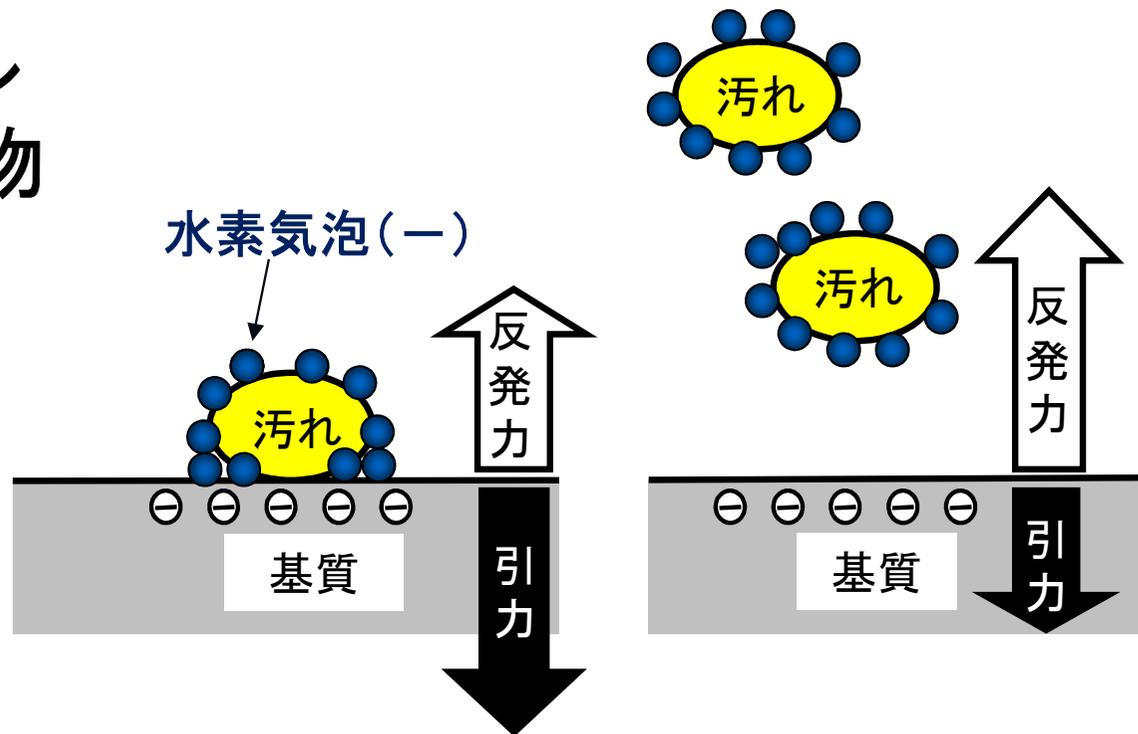
nmサイズ(100 - 300 nm)の気泡

=水素ナノバブル モデル図

水分子の大きさ: 0.28 nm

考察：アルカリ性電解水中における水素気泡の作用

微小水素気泡がオイルに吸着したり、被洗浄物とのすきまに入り込み、オイルをひきはがす。



負に帯電した微小水素気泡と被洗浄物の反発力による離脱作用も働く

アルカリ性電解水を脱脂洗浄に 利用する上での留意事項

★ 脱脂洗浄特許が成立している：特許No. 4009385
(1999年3月出願)

この特許の記述を旧新日鉄が行い、かなり広範囲の特許として出願しているため、単純に考えると逃げるのは困難。

しかし、前述の写真のように油水分離が出来にくい欠点がある。

油水分離が出来にくい欠点を補う方法＝特許を避けられる可能性がある。

ヒント：お湯洗浄後にアルカリ性電解水で洗浄する。

(お湯洗浄部で油水分離を行う事で油水分離が容易になる)。

※ 当然、油水分離方法の開発、又は技術導入は必要。

★ アルカリ性電解水で脱脂洗浄は可能であり、油水分離技術が確立されれば、極めて環境負荷の無い脱脂洗浄が可能となる。

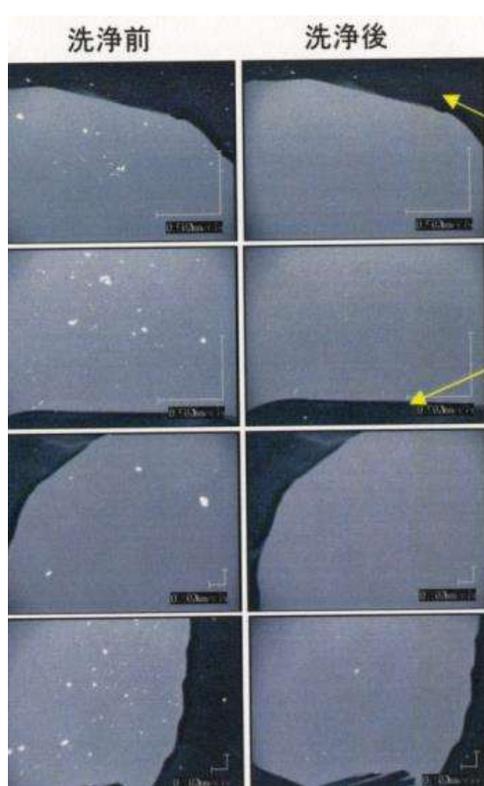
脱脂洗浄以外の利用提案

～ アルカリ性電解水の利用開拓 ～

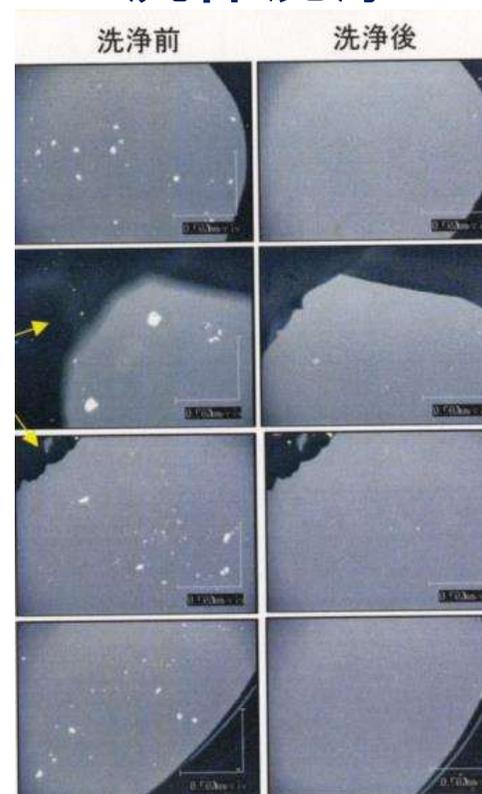
アルカリ性溶液を利用されている工程があれば、全て対応となる。

※ ポイント : 薬品ではないので、洗浄方法に工夫が必要となる。

1) ガラス基板の洗浄 / 洗浄方法 : 二流体洗浄

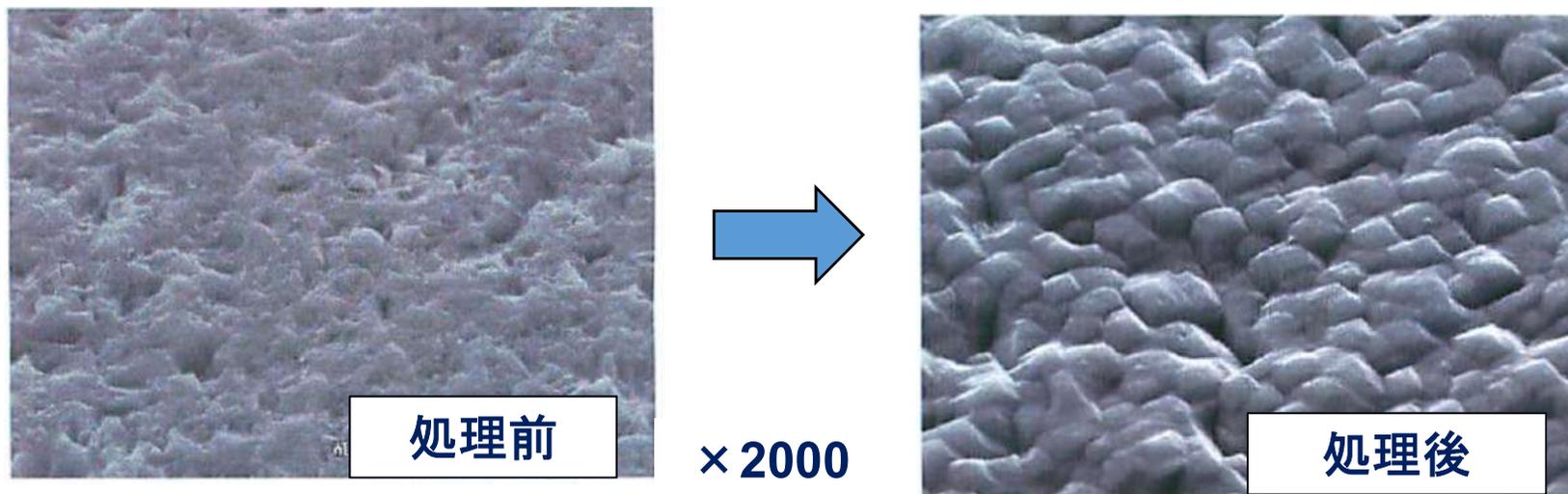


PDPガラス基板 2.5mmt

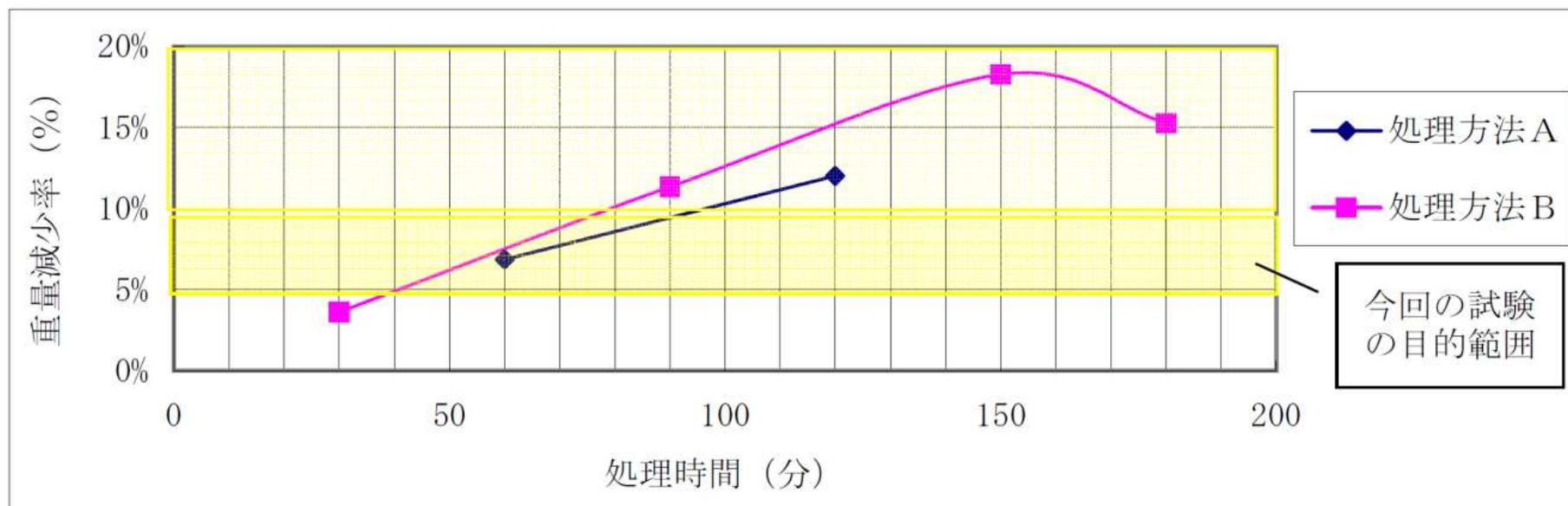


TFTガラス基板 0.7mmt

2)ソーラグレードシリコンウエハの洗浄／浸漬＋揺動洗浄



重量の減少率のグラフ



★ アルカリ性電解水にはシリコンを溶解する能力がある。

3) 切削加工油(クーラント液)代替

★ アルカリ性電解水のみで、金属等の無機物質の加工を行う方法 (竹ノ内氏と信州大学・佐藤運海教授の研究 & 提案)

● アルカリ性電解水によるクーラント液代替研究／特開:2005-255770

日本機械学会論文集

1. 「電解還元水を用いた炭素鋼のエンドミル加工」71巻710号C編(H17.10)
2. 「電解還元水を用いたステンレス鋼のエンドミル加工」72巻718号C編(H18.6)
3. 「電解還元水を用いたアルミニウム合金のエンドミル加工」72巻718号C編(H18.10)
cf.共同研究：新光電気工業(株)／富士通の関連会社

● アルカリ性電解水によるCMP研磨液代替研究／特許出願:No.2005-330362 No.2006-280840

- *「電解還元水を用いたシリコンウエハーの精密研磨(CMP)」
cf. 共同研究：不二越(株)／信越化学の関連会社

★ 以上の1)～3)の対象について、アルカリ性電解水の代替利用が可能であると思われるので、研究開発を推進する事が求められる。
→ JICPMは取り組み中

アルカリ性電解水を利用する上での留意点

- 1) 洗浄時に空気中の炭酸ガスにより徐々に中和される
 - ・ 電解水を貯留して利用する場合は注意が必要。
 - ・ pHを維持するための補充量の管理が必要。
- 2) pH12以上のアルカリ性電解水では、蛋白質の加水分解が激しくなるので、取扱いには留意が必要。
 - ・ pH11.9以下での利用を推奨。
 - ・ pH12以上のアルカリ性電解水では水での中和が難しいので、酸性電解水にて中和する事を推奨。

※ アルカリ性電解水は、水酸化ナトリウム(苛性ソーダ)生産が電解によって行われている事からも推察出来るように、pH12以上の高いpHは薬液と同じであり、取扱いには留意が必要

工業分野での電解水の利用
espax酸性電解水の利用

～ 主にプリント配線板業界で利用 ～

espax酸性電解水の特徴

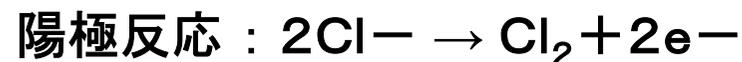
1. 安全性が高い

- 酸性電解水はお米を傷めない除菌水として旧新日本製鉄(株)により開発された(安全性が高い)



※ 酸性電解水は一定の基準を満たせば食品添加物である

- 酸性電解水は次亜塩素酸(HClO) = 食品添加物を生成する



壊疽の治療事例 (JIPCMのボランティア対応)

事例1



事例2



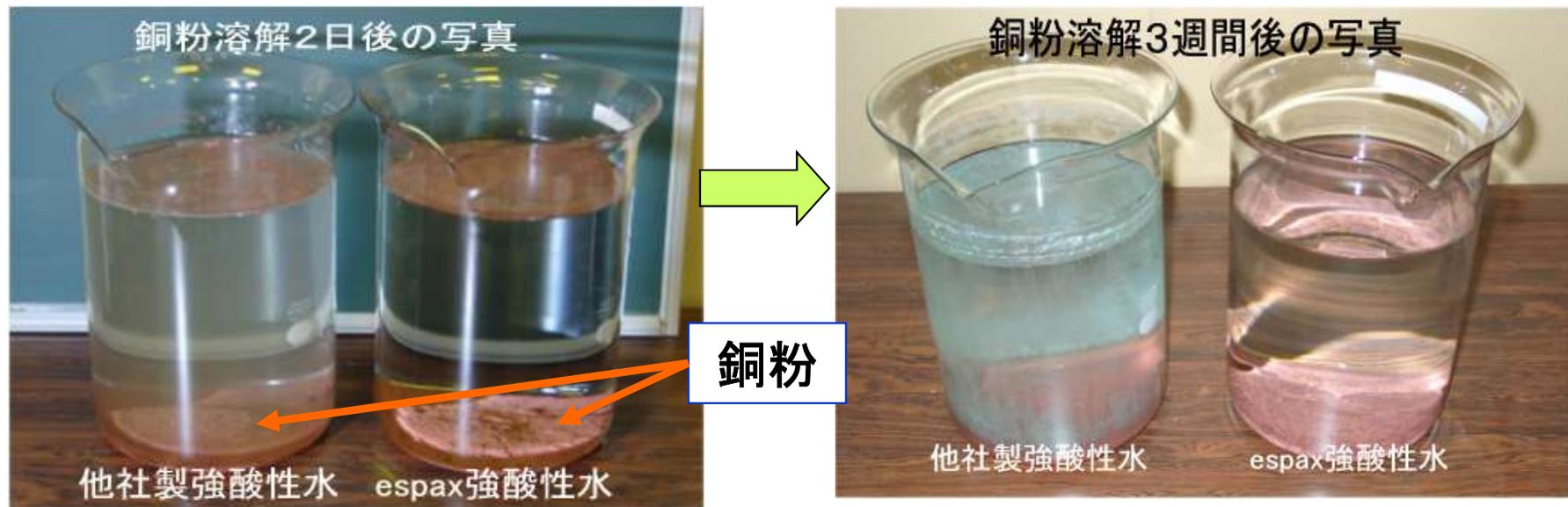
近畿医大の治療事例



図4 1症例の治療経過 (50歳, 男性, 透析歴2年7ヵ月)

2. 銅を溶解しても緑青を形成しない(特許)

- * 銅の酸化膜除去をしても、espax酸性電解水液中では
緑青(塩基性炭酸塩)を形成しない



- * espax酸性電解水は洗浄タンク内で循環利用が出来る。
(pH維持のため、定期的に補充 / 毎分1L程度は必要)

3. 銅の溶解速度は同一pHの薬液より3～4倍速い

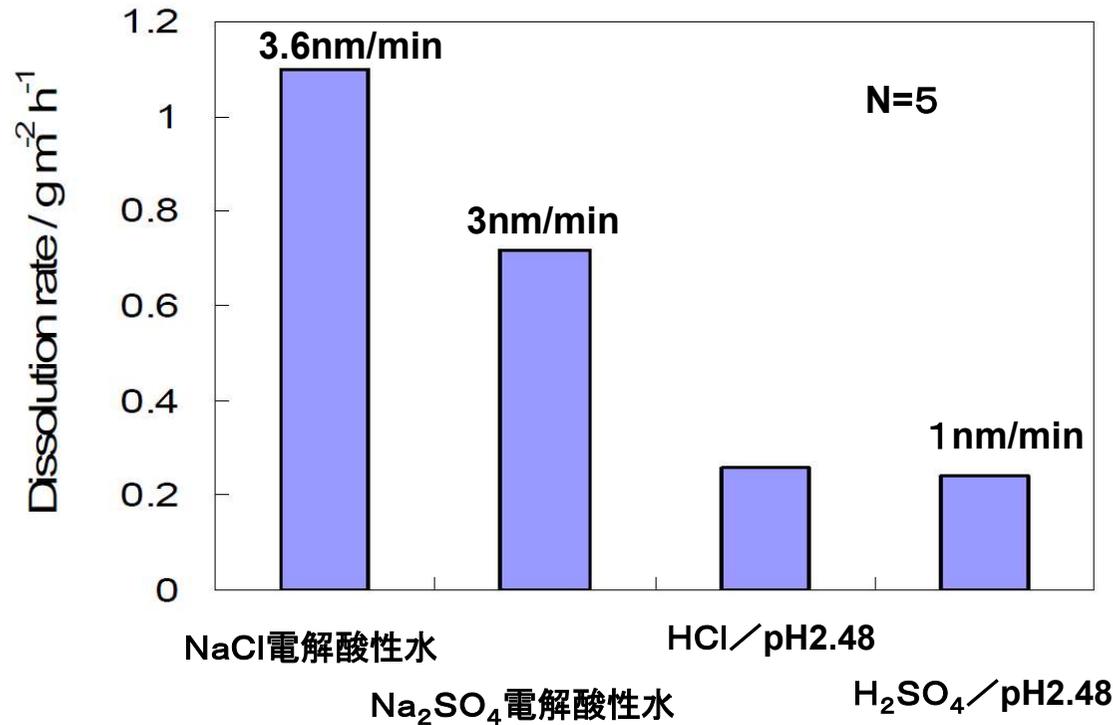


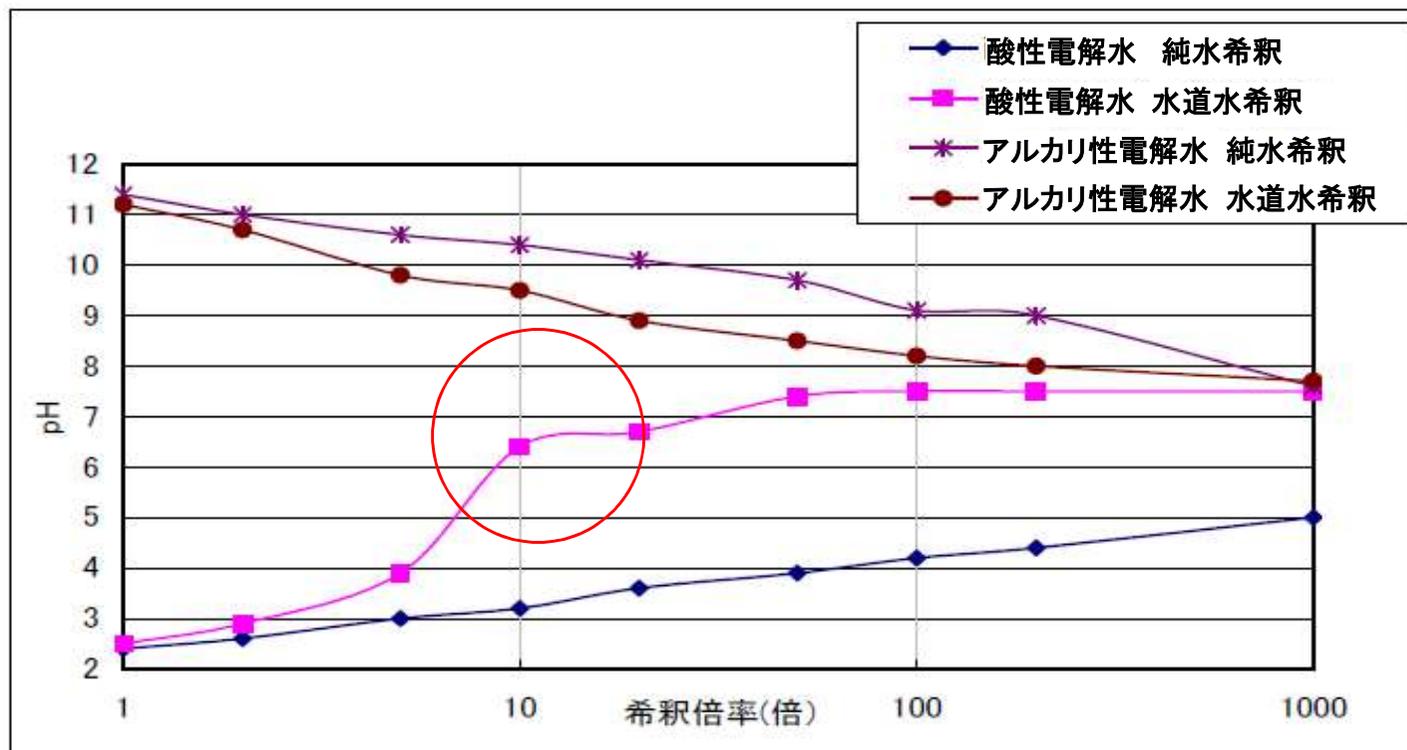
Fig.3 に銅の溶解速度(試料数 n=5)を示す。NaCl 酸性電解水に浸漬した場合は 1.10 g/m² h (標準偏差 s.d.=0.18), 塩酸では 0.26 g/m² h (s.d.=0.08) であった。NaCl 酸性電解水は同じ pH の塩酸に比べて 4.2 倍溶解速度が大きい。Na₂SO₄ 酸性電解水では 0.72 g/m² h (s.d.=0.21), 硫酸では 0.24 g/m² h (s.d.=0.11) となり, 同じ pH の硫酸に比べて 3.0 倍大きい。

★ **注意点:** 酸性電解水は、硫酸過水液のように金属銅を溶解する程の力は無い。

4. 次亜塩素酸(HClO)は有機物と反応して死活するので、環境負荷が殆ど無い

- 電気分解は食品添加物(食塩/NaCl)を利用して行い、生成された電解水は水道水等と反応すると死活する。

＝環境負荷(BOD)低減



★ 酸性電解水は排水処理に負荷をかけない

espax電解水の プリント配線基板生産での 利用実績と留意事項

主に希薄NaCl水の電気分解による
espax酸性電解水の具体的利用

1. 前処理工程

・ DFRラミネート前、PSR前、水溶性フラックス前処理

(Dry Film Resist)

(Photo Solder Resist)

1) 研磨(化学&物理)後の酸性電解水利用

- ・目的： 研磨後の銅粉、薬品残渣(スマット等)の除去
- ・効果： 銅表面の清浄化が可能＝処理面の変色が無い
- ・処理条件： 40℃加温・15秒程度のスプレー洗浄

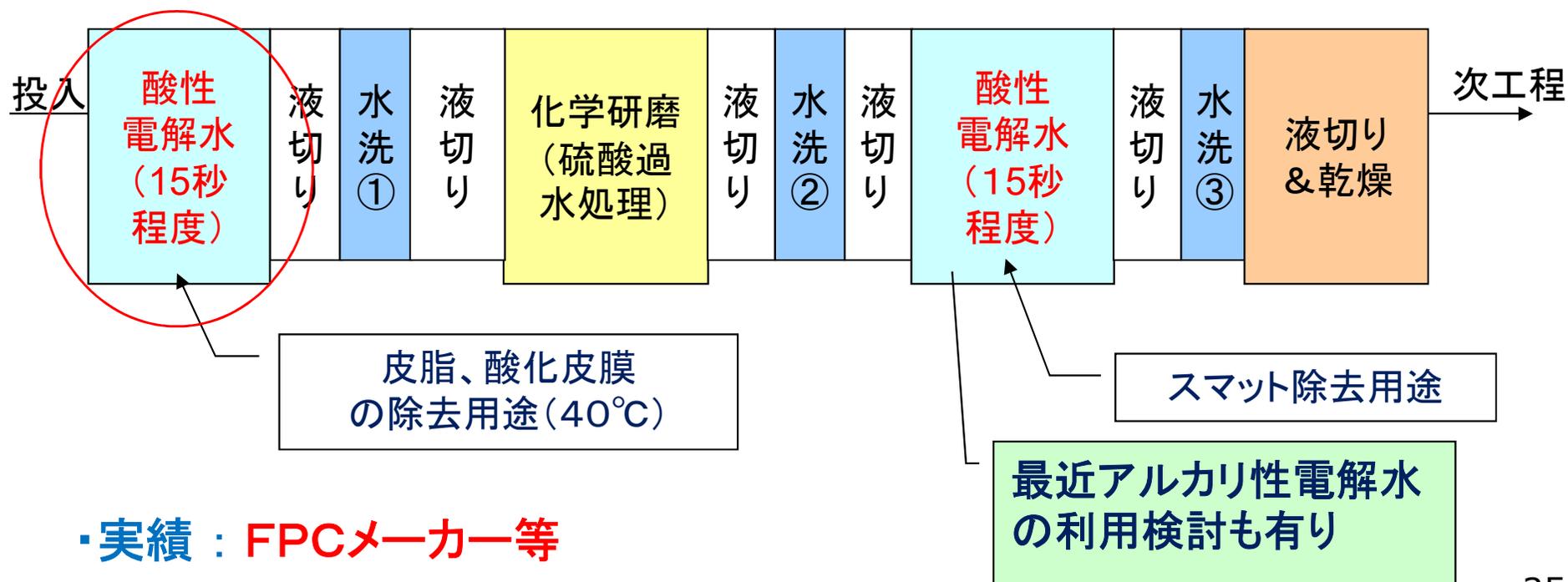


- ・実績： パッケージ基板、FPC基板、両面印刷基板など

2) FPCやセミアディティブ法(SAP)生産基板での利用

* DFRラミネート前の硫酸過水処理工程での利用

- ★ 処理前利用：銅表面の酸化膜除去と皮脂の除去を行う
(目的：硫酸過水による銅粗化処理を均一に行うため)
- ★ 処理後利用：前述1)と同様にスマット除去を行う。
(目的：酸化防止)



酸化膜除去の様子

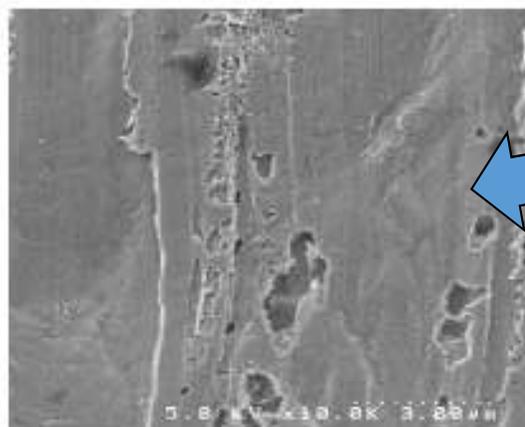
- 180°C 90min で酸化膜を形成した基板の処理



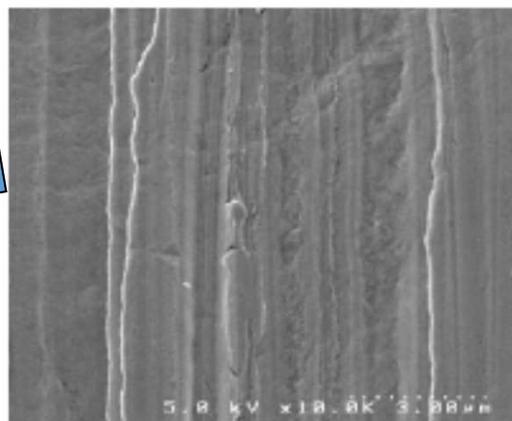
銅の酸化被膜除去効果

酸性電解水処理による銅の表面状態

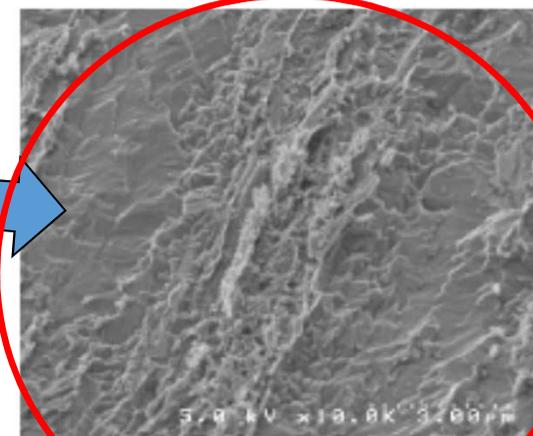
(密着性向上理由の参考)



NaCl酸性電解水浸漬10分



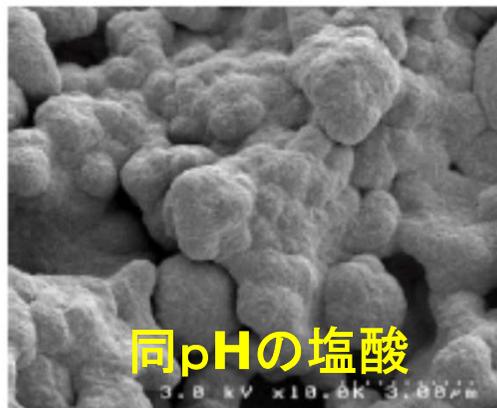
無酸素銅板



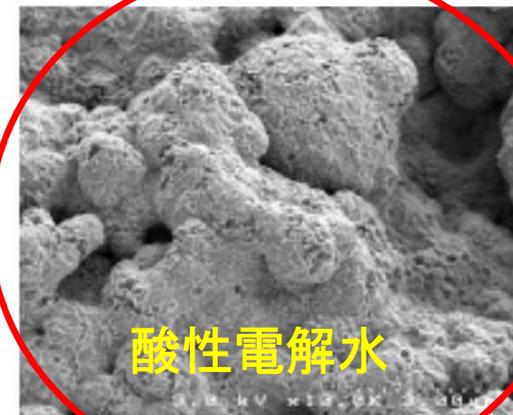
40°CNaCl-酸性電解
水スプレー



オリジナル



同pHの塩酸



酸性電解水

X 10000 無電解銅めっき 左:めっき後、中:塩酸浸漬後、右:酸性電解水浸漬後

NaCl-酸性電解水に10分間浸漬した電解、無電解銅めっきの外観

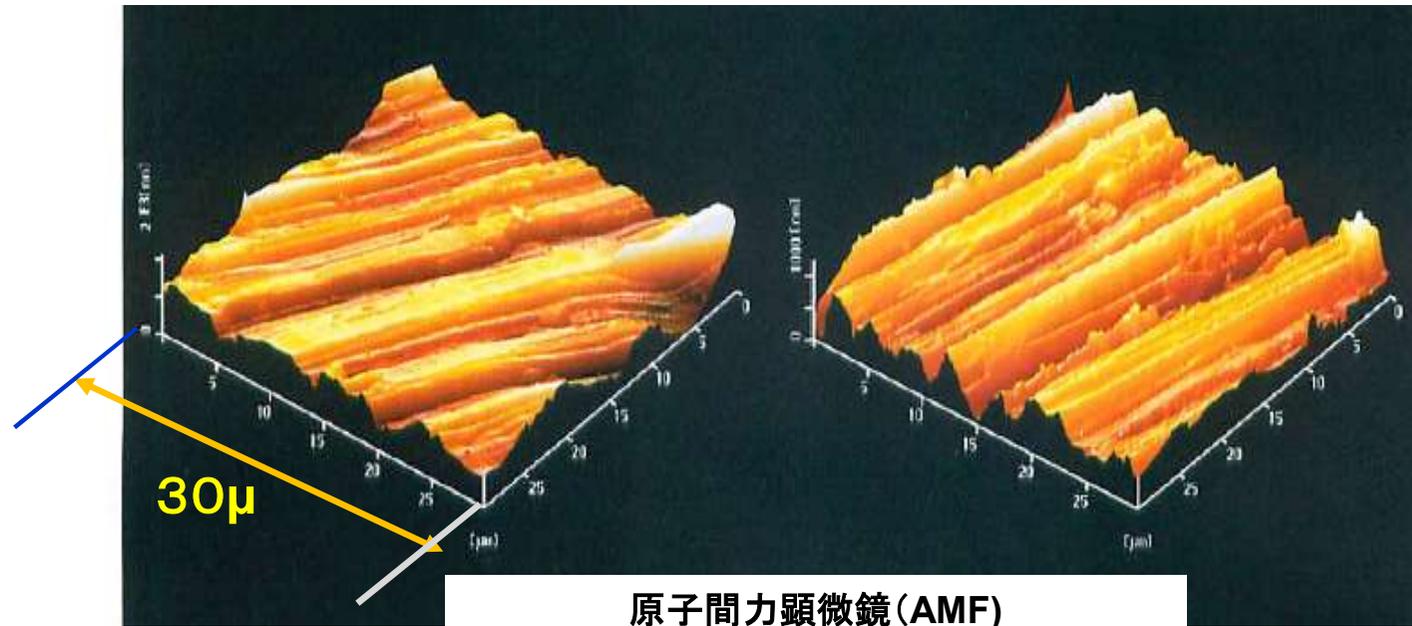
酸性電解水は遊離塩素により、微細粗化が出来る。

前処理に関するユーザー評価

1. DFRラミネート前のバフ研磨後での利用(印刷法もあり) 一番最初の頃(2003年)の評価

バフ研磨+酸性電解水

バフ研磨+水洗のみ



★ バフ研磨後の銅粉除去、微細なバリ等の除去が可能

2. DFRラミネート前処理における「硫酸過水液」代替(2014年)

★ 試験時の前処理ラインの概要／パネルメッキ後



メッキのツブ・ザラの除去

銅面の粗化処理

★ 試験結果／サブトラクティブ法(エッチング後の評価)

パターン残存率

研磨条件① バフ研磨＋化学研磨

確認箇所 [mm]	上面		下面	
	縦 向き	横 向き	縦 向き	横 向き
0.05/0.05	0%	0%	0%	0%
0.06/0.06	80%	68%	100%	96%
0.07/0.07	100%	100%	100%	100%
0.08/0.08	100%	100%	100%	100%

0.20/0.20	100%	100%	100%	100%
集計	92.5%	91.8%	93.8%	93.5%
総計	92.9%			

パターン残存率

研磨条件③ バフ研磨＋電解水

確認箇所 [mm]	上面		下面	
	縦 向き	横 向き	縦 向き	横 向き
0.05/0.05	0%	0%	0%	0%
0.06/0.06	64%	64%	100%	100%
0.07/0.07	100%	100%	100%	100%
0.08/0.08	100%	100%	100%	100%

0.20/0.20	100%	100%	100%	100%
集計	91.5%	91.5%	93.8%	93.8%
総計	92.6%			

★ 殆ど遜色が無いので代替となった(大きなコストダウン)

※ 参考：前ページのラインでの処理後の基板表面の状態

1. 表面観察結果(×3000倍)

「表面」の茶色は酸化変色

「高さ」表示の赤色は高く、青色は低いことを示す

#	A		B	
	表面	高さ	表面	高さ
1				
2				
3				
4				

#1. 電気銅メッキ基板(オリジナル)

#2. #1の基板をバフ研磨したもの

#3. #2の基板を硫酸/過酸化水素混合液で処理したもの

#4. #2の基板をespax NaCl酸性電解水で処理したもの

★ 硫酸過水処理後の
スマット除去は必要

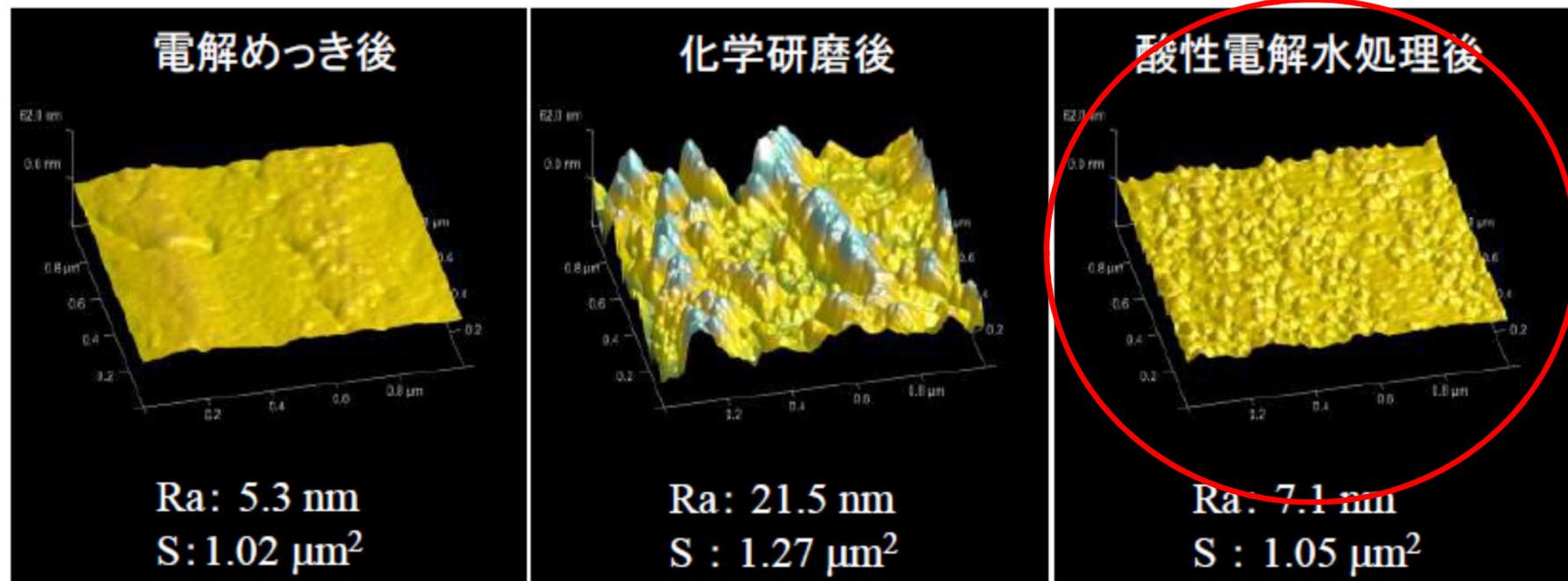


SAPのDFRラミネート前処理対応の評価試験

espax酸性電解水を利用し、洗浄方法を工夫すれば、銅の微細(ナノレベル)粗化と清浄化を同時に実現出来るので、**SAP**の基板生産のDFRラミネート前処理で硫酸過水代替が出来ないか。

★ 弊社内での試験資料

1. 表面状態の比較

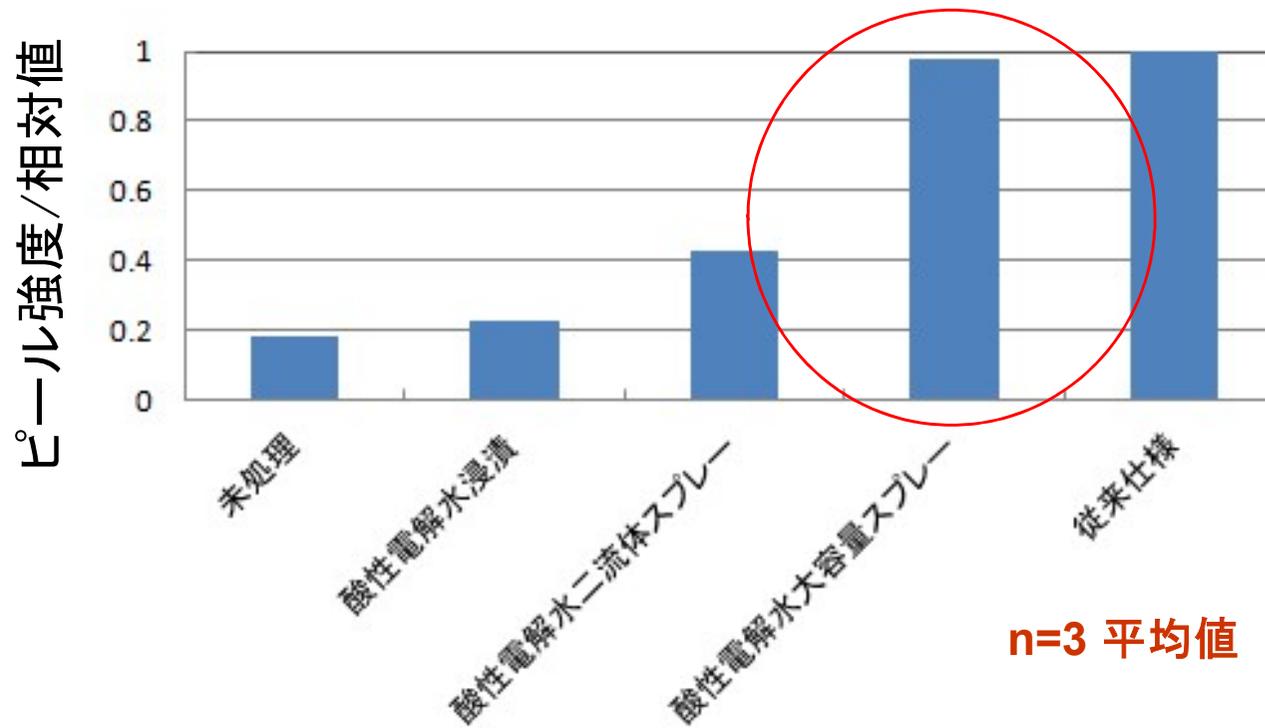


espax酸性電解水で、極微細(ナノレベル)粗化が出来る。

➡ 密着性はどうか？

2. 処理別の密着性の比較

＜硫酸過水処理による処理を 1 とした場合の相対評価＞



テスト条件：espax II による酸性電解水、処理時間 40秒、液温45℃でのスプレー試験

★ SAPのDFRラミネート前処理工程で、酸性電解水は従来の硫酸過水処理の代替が可能だと思われる。

※ 実ラインでの評価協力をお願いしたい

硫酸過水処理等の薬液洗浄槽を利用して 酸性電解水を評価する場合の留意事項

(既設の酸洗浄槽を利用して酸性電解水を評価する場合)

1) 利用槽を事前にお湯洗浄する必要がある

- ・ 旧酸処理槽内、及び配管内に固着している硫酸銅結晶の除去が必要
- ・ 作業方法：40°Cのお湯で1時間洗浄を2回実施

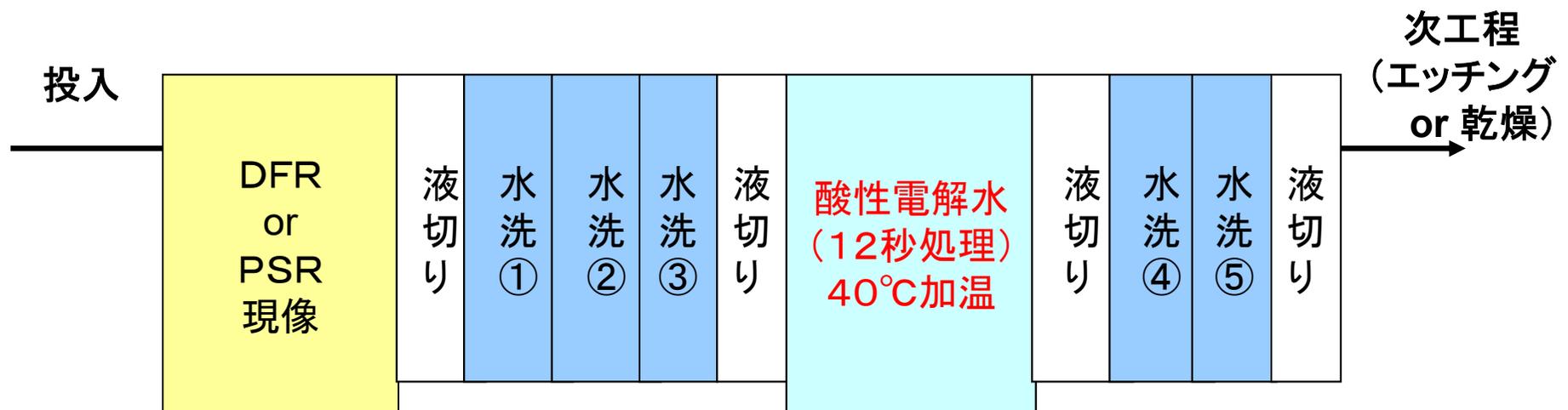
2) 酸性電解水利用条件／酸化膜除去の場合

- ① 処理時間：15秒程度～
- ② 処理液温：40°C
- ③ 酸性電解水pH管理：pH3.1以下
 - * 水洗水の持ち込み防止と酸性電解水の補充
- ④ 早く中和させ、基板の変色を防ぐ

2. 現像工程 (DFR現像、PSR現像) / 酸性電解水利用

- ・目的 : 裾引き改善と現像残渣除去 (Desucm) と金メッキ未着不良の低減
(10 μ 以下の微細スカム除去に有効 / ユーザー評価)
- ・条件 : 処理時間 最低限12秒以上必要
(処理時間が確保出来ない場合は効果が見込めない)

処理液温 40 $^{\circ}$ C

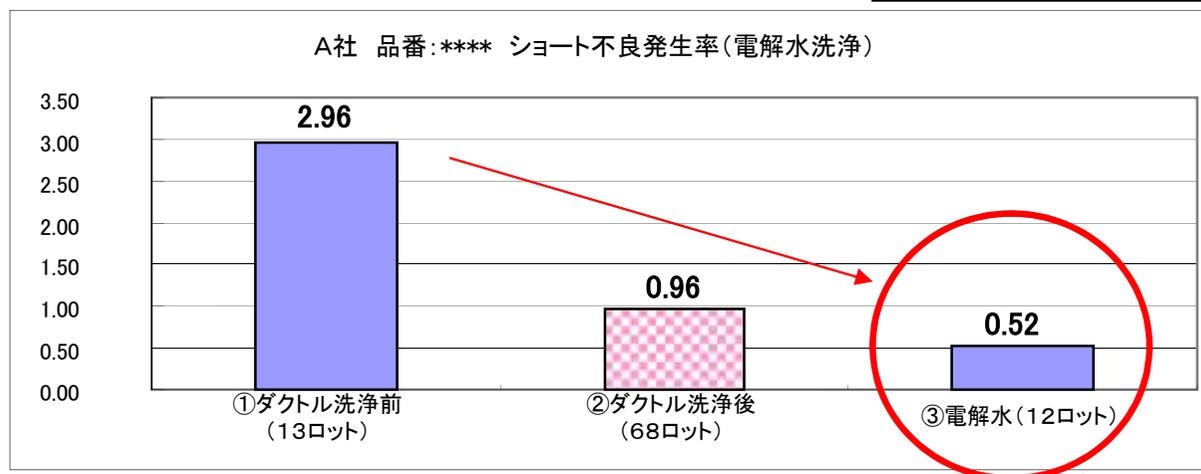


- ・実績 : パッケージ基板メーカー

DFR現像工程の水洗部でのScum除去効果



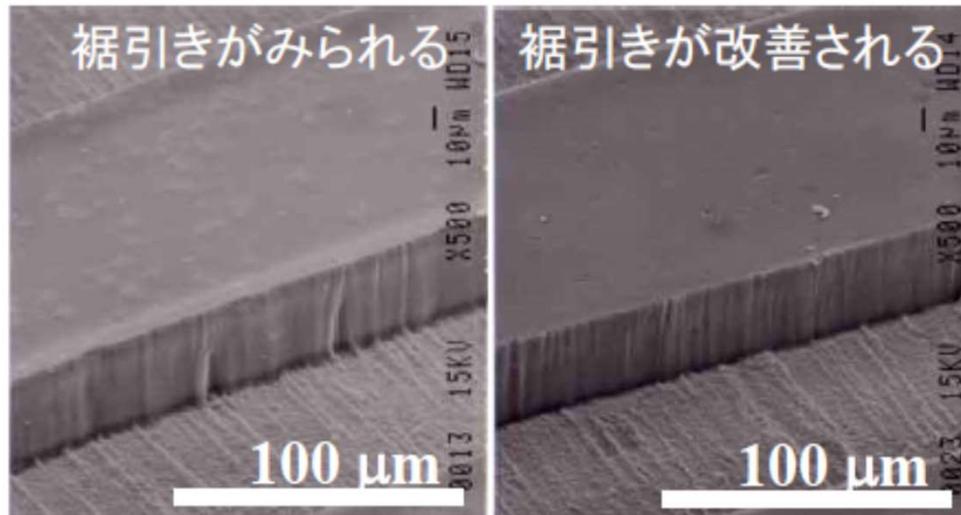
利用結果(1ヶ月のデータ)



不良率が、%オーダーからppmオーダーになった／L&S135μ以下で有効

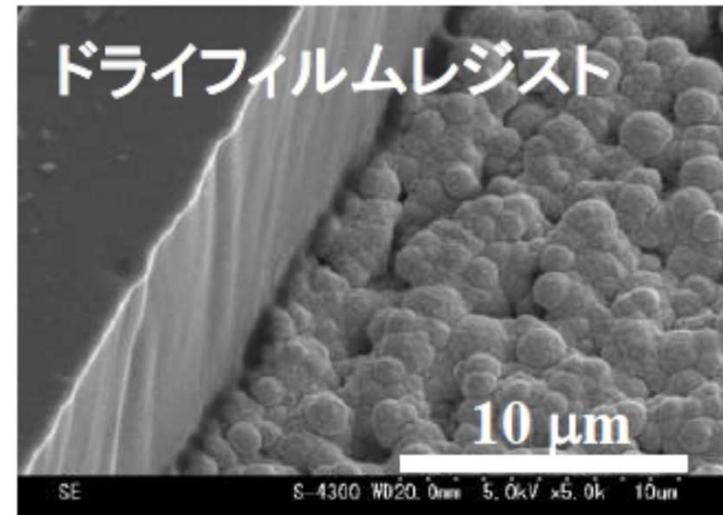
現像工程の水洗部での裾引き改善効果

★ パターン精度の向上＝裾引きが改善される



サブトラ法
純水洗浄

サブトラ法
酸性電解水洗浄



セミアディティブ法
酸性電解水洗浄

- ・ DFR現像工程で酸性電解水を利用すると、瞬時に中和されるため 未露光の感光性樹脂溶出(ダレ)が止まり、画像精度が向上する。

★ 電解水利用により、裾引きが除去出来るとの誤解がある。

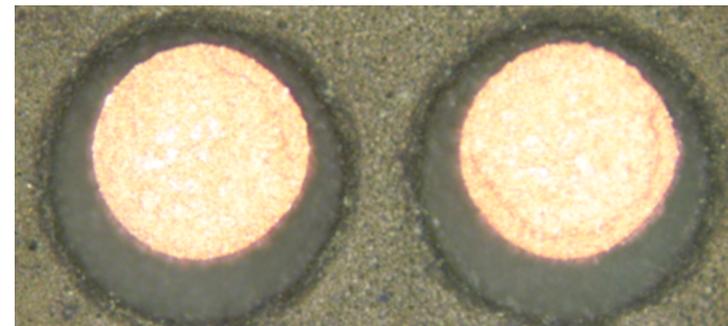
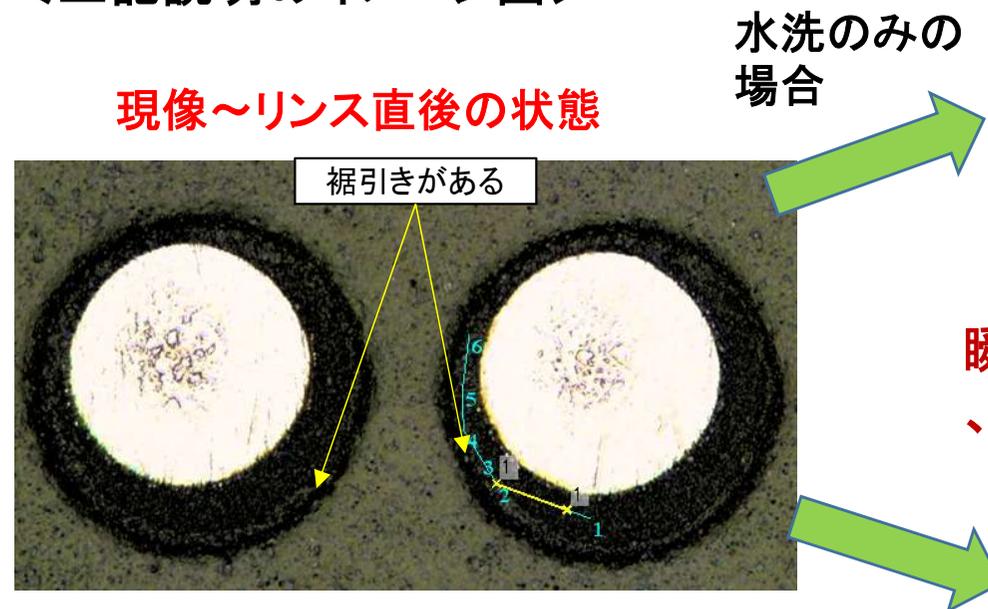
間違いで、逆に使い方を誤ると、裾引きが多発する事があるので留意が必要。→どういう事か？

現像工程での誤解について

- 酸性電解水利用は、現像後の裾引きが除去出来るのではなく、未露光の樹脂溶出を防ぐ事により、画像精度の向上が出来るメリットがある。
- つまり、現像が不完全の場合は、酸性水により中和されて、裾引きがそのまま残ってしまう(裾引き多発)。

アルカリ膨潤しているため水洗槽でも現像が進行する。

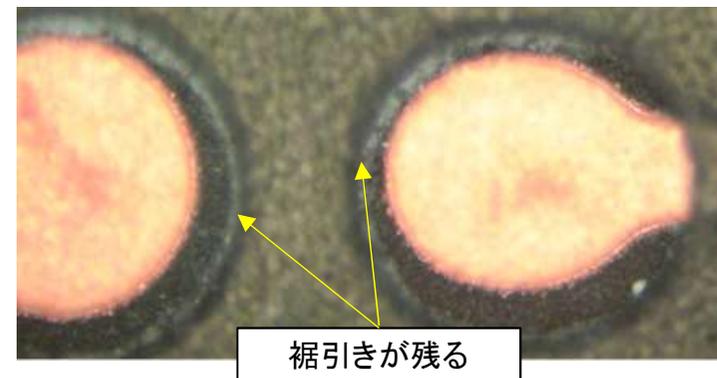
＜上記説明のイメージ図＞



瞬時に中和されるので現像が停止し、残渣となる。

★ 現像完了ポイントの確認が必要

酸性電解水利用の場合



現像で残渣が残るのであれば電解水は不要では？

But 銅表面にScumが残る

1. DFR現像

- 1) サブトラ法：マイクロショート&欠けの多発
- 2) SAP：ボイドの発生と密着不良の発生

2. PSR現像

- ・金メッキの未着不良の発生

酸性電解水を利用するためには

1. ブレークポイントを確認して現像を完全に行ってから酸性電解水を利用する。
2. 酸性電解水の処理時間を確保してから利用する。
3. 中和され易いので、水の持ち込みを防止する(&電解水補充)。
4. 早く中和する。(処理後、酸化膜を形成しないようにする)

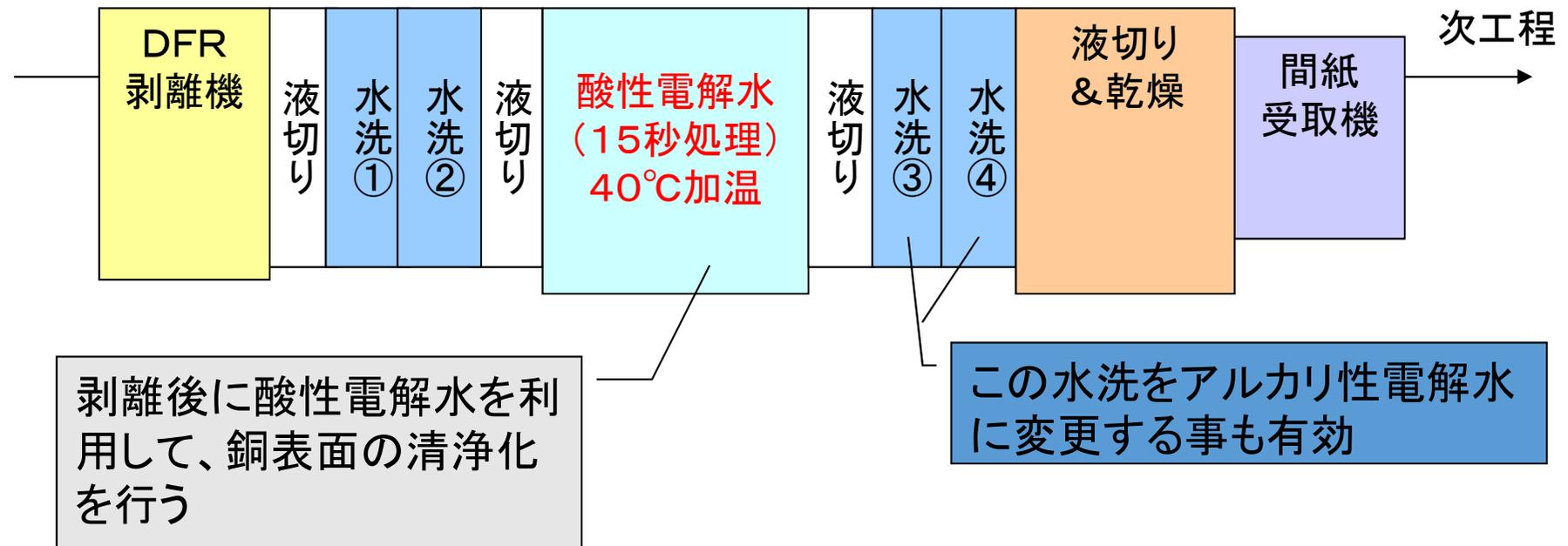
3. DFR剥離後／酸性電解水（一部アルカリ性電解水）

- ・目的：アルカリ焼けの除去と剥離残渣除去
- ・効果：AOI擬似エラーの防止（簡易防錆効果）

※ 硫酸、硫酸過水処理と異なり、処理後の変色が無い



ライン構成(実績)



実績：パッケージ基板 & FPC基板、多層基板など

4. 仕上げ処理(フラックス前処理)／酸性電解水

- ・目的：硫酸過水系薬品の全廃



導入効果実績のまとめ

1. DFRラミネート前処理

① 化学研磨の前後

② サブトラ法のバフ研磨後の硫酸過水代替

・ 硫酸及び硫酸過水処理槽のお湯洗浄(硫酸銅結晶の除去)が必要

※ 提案：SAPのDFRラミネート前処理での化学研磨代替

2. DFR現像 及びPSR現像工程の水洗部

・ ブレークポイントの確認と、処理時間の確保が重要

3. 剥離後の残渣除去及び防錆効果(AOI疑似エラーの防止)

・ 硫酸及び硫酸過水処理槽のお湯洗浄(硫酸銅結晶の除去)が必要

4. 水溶性フラックス前処理

5. 仕上げ処理(金メッキ後の酸洗浄)

6. メッキ工程(SAPの無電解銅メッキ後の酸洗浄)

7. その他

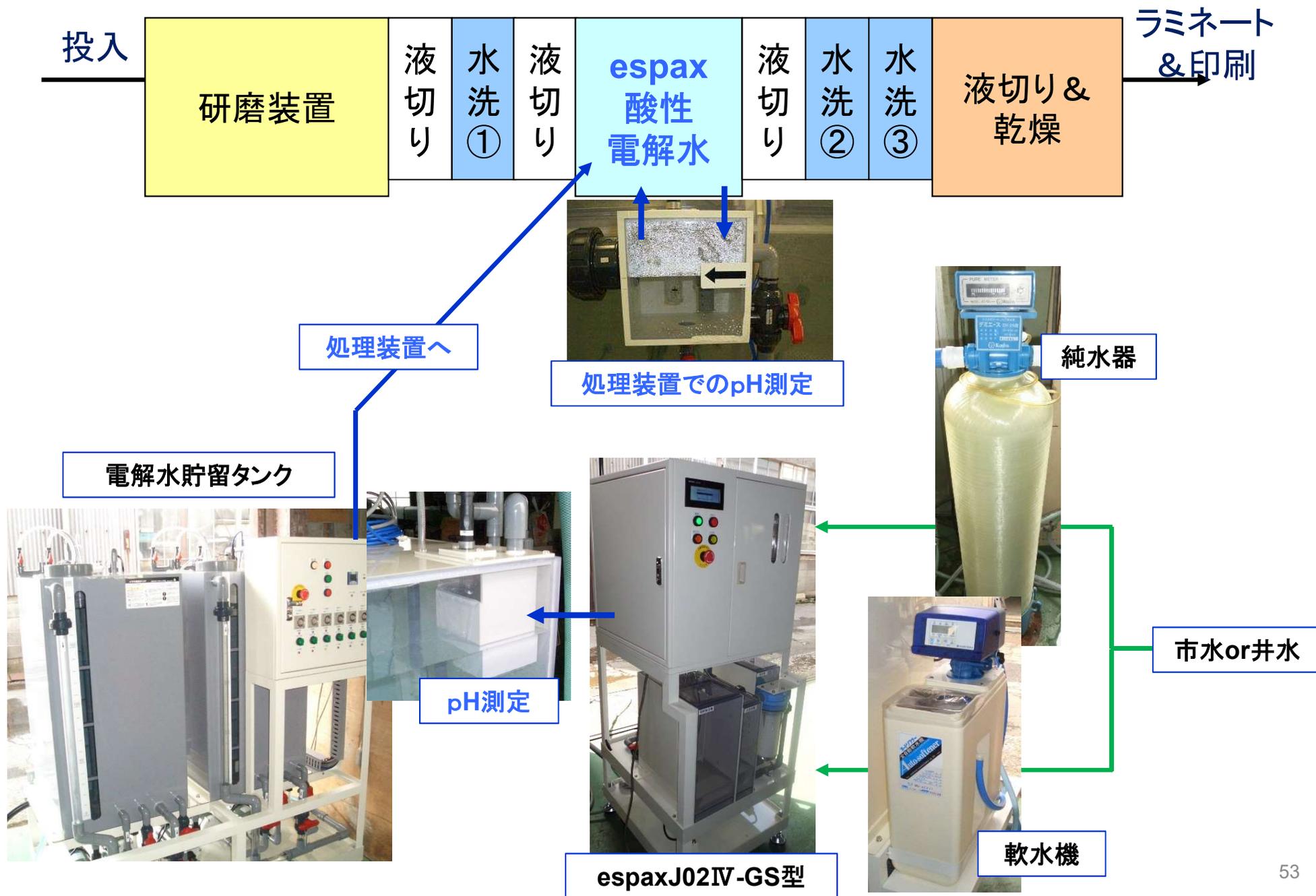
① 節水

② 排水処理負荷低減(BOD低減)

電解水利用の基本的な処理条件

- 処理時間：12秒以上（推奨15秒程度）
 - * 粗化処理の場合は40秒以上を推奨
 - 処理温度：40℃
 - 水圧：0.1Mpa以上
 - ノズル：5L/minに変更（多量にかける）
 - * ポンプ能力のUPが必要。
 - 管理方法：pH3.1以下（酸性電解水の補充）
 - 早く中和させる（水洗する）
- ★ 処理時間が確保出来ない場合は、効果が殆ど無い。

電解水の設置 & 管理事例



導入後のコスト試算

現像工程でのランニングコスト事例



<一ヶ月のコスト費用：4L機・8.2時間/日 運転の場合>

1. 水道水使用量(軟水化して利用)

・ 3,840L/日 約691円/日 × 30日 = **20,736円/月**

2. 食塩使用量

1) 軟水器再生用食塩：20kg/月 約**2,000円/月**

2) 電気分解塩：20kg/月 約**2,000円/月**

合計 25,000円/月 程度(電気代除外)

Cf. J02IV-GS型電気容量：2.2Kwh

導入に際しての注意事項

1. 酸性水は多量に使用する(多量にシャワーする)
5L/minのノズルに変更し、100L/min以上多量にシャワーする
 2. 洗浄処理時間は最低限12秒以上で推奨は15秒以上
 3. 利用液温40°Cを推奨
 4. 液の持込みと持出しが多い洗浄機の場合は、それを防止する改造が必要＝酸性電解水は中和され易い／概説
 5. 電解用原水は純水又は軟水利用が必須事項
(陰極へのCa化合物付着の防止)
 6. 酸性電解水の補充量は0.8～1.0L/min程度が良い
(水洗水の持ち込み状況や銅表面の状態による)
- **注意:** 硫酸過水薬品や硫酸を使用した洗浄機に酸性電解水を導入して評価する時は、事前にお湯洗浄を行い、硫酸銅結晶を除去してから電解水を入れる事が重要。

試験等の評価での留意事項

1. 電解水を薬品のように浸漬で評価するのは無意味
 - 電解水を利用するには物理的な力が必要。
2. 酸性電解水利用の銅酸化膜除去の場合は、40℃加温が効果的
 - 加温により効果が向上する。
3. 酸性電解水によるDFR&PSR現像での評価は、インラインで実施する必要がある。
 - DFR、PSR共にスカムが一旦乾燥すると除去出来なくなるので、現像ライン中のウエット状態での評価が必要。
 - ブレークポイントの確認が必要

電解装置利用上の注意事項

1. SUS製部品の錆（酸性電解水利用の場合）

接液した部分は錆びないが、気層の部分は錆びる
（気層部の金属はチタンを推奨）

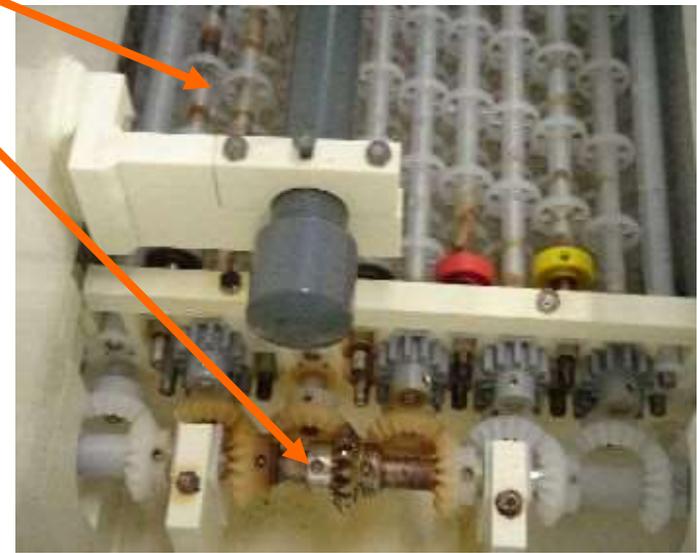
電解水処理槽写真



錆は発生していない



液切り部の錆発生部分



気層部分で錆が発生

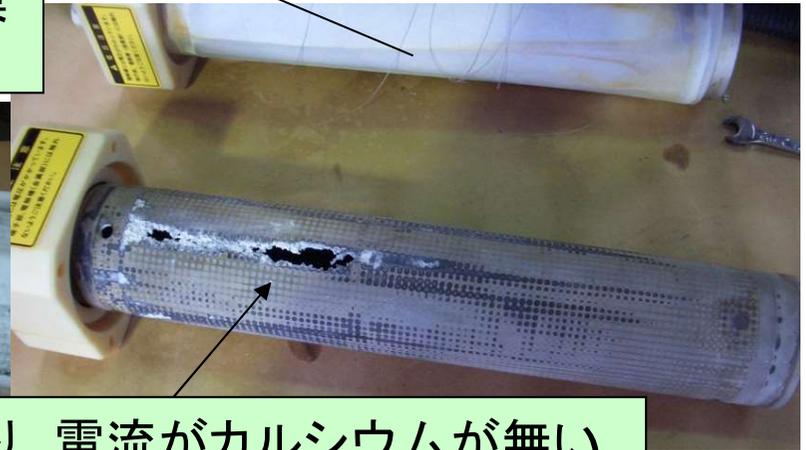
2. 電解槽の交換

電気分解の心臓部である電解槽は、3000時間程度(水質による)で交換が必要。



電解槽の外観

正常な中性膜
の状態



カルシウム付着により、電流がカルシウムが無い部分に集中してチタン管に孔が空いた。



中性膜が破れたため、電流が破れた部分に集中して白金メッキが剥がれた。(5400時間使用後)

まとめ

今後、プリント基板製造をはじめとした電子機器業界や産業機器業界で環境対応型システムとして有効に利用していただきたい。

<環境対応商品である>

- ⇒ 薬品使用量の低減(代替も可能)
- ⇒ 水使用量の低減 = 節水効果
- ⇒ 排水処理量の低減
- ⇒ 環境負荷の低減