塗膜やめっき膜等の表面皮膜密着性を簡便かつ正確に測定するテープ剥離試験装置

福井大学　産学官連携本部
教授　米沢　晋

令和2年9月8日

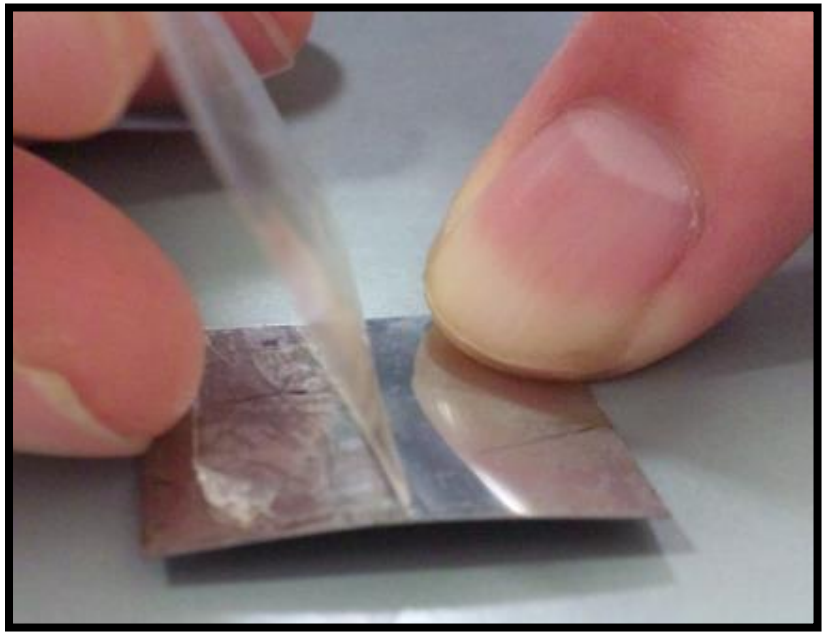
背　景

ナノめっき技術の展開を考える中で、皮膜の密着性を定量的に評価したい。

フッ素化ポリプロピレンへのNiめっき

（2013年頃紹介）

テープ試験の正確さ、定量性担保に関する疑問、工夫



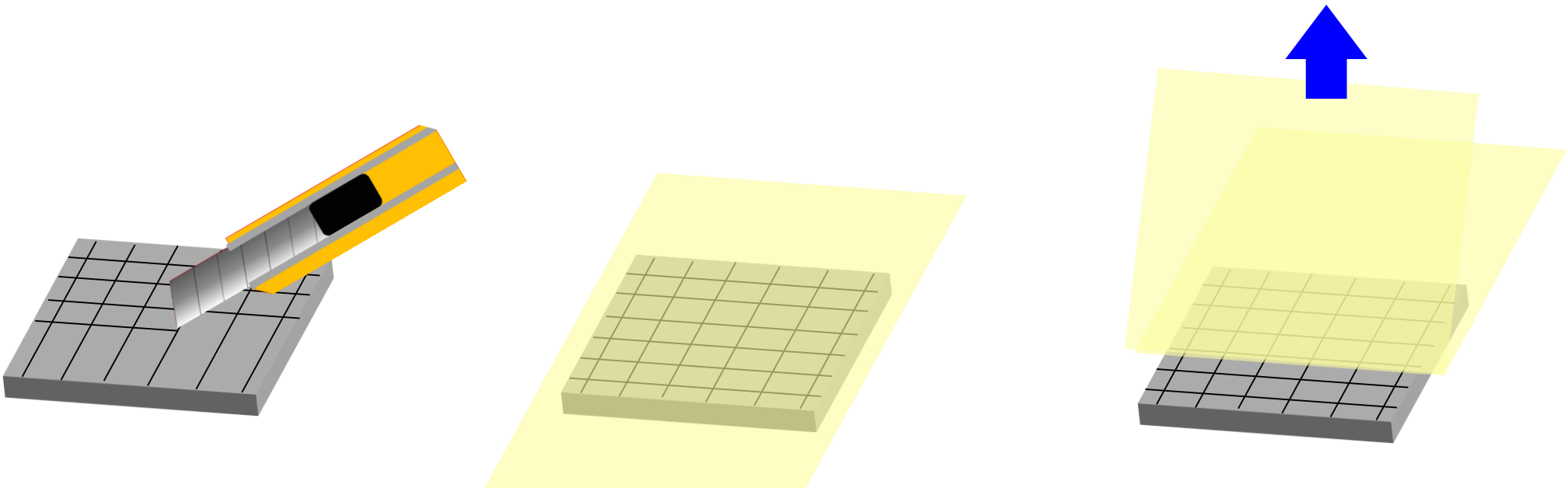
従来技術とその問題点

・テープ試験は3工程よりなる

①試料表面に条痕(切れ目)を形成する

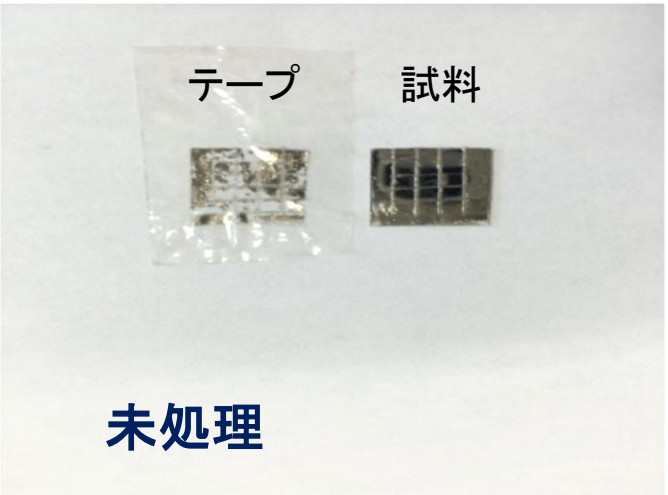
②試料表面にテープを張り付ける

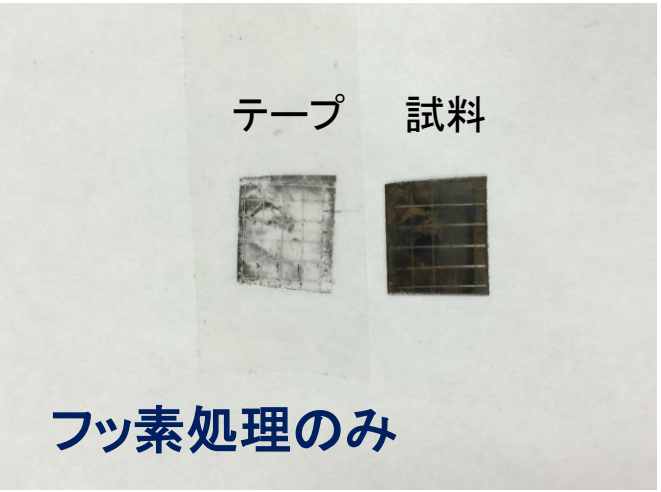
③試料表面に貼り付けたテープを引き剥がす

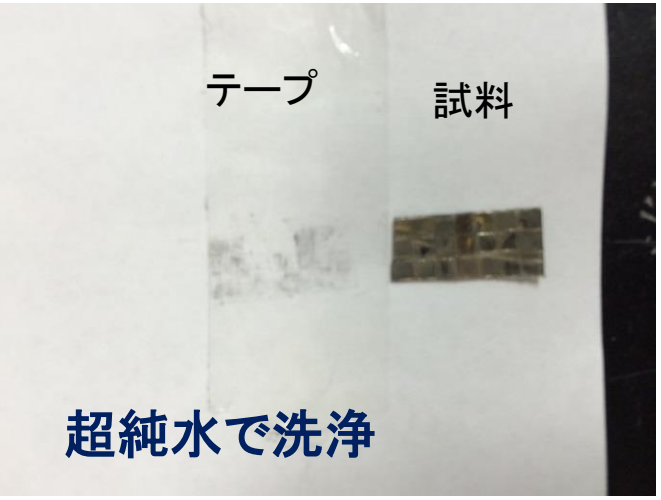


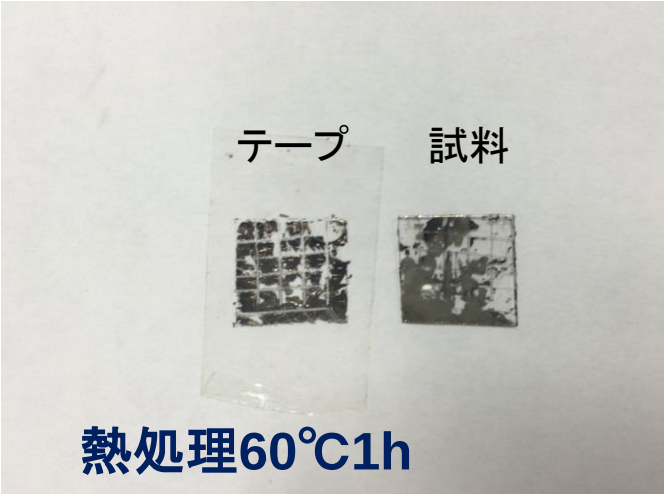
従来技術とその問題点

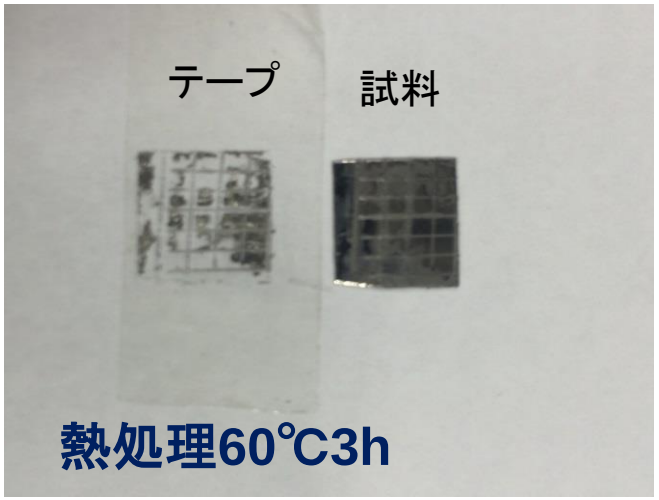
テープ剥離試験実施例（ポリカーボネートの例）

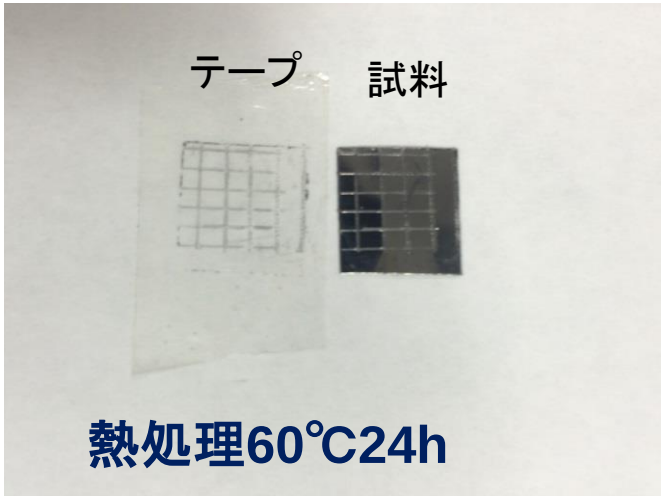






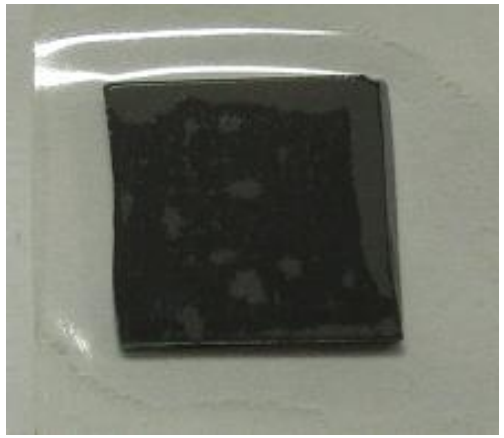




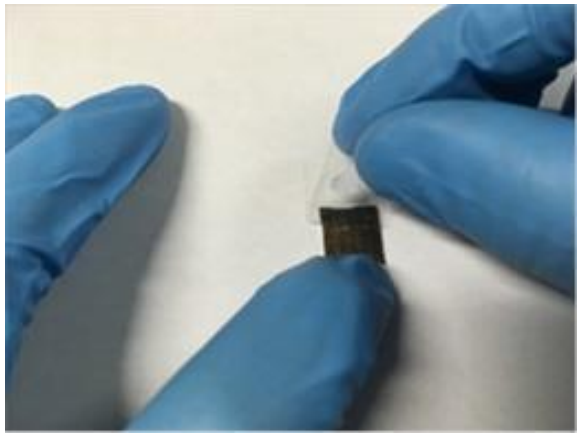


従来技術とその問題点

条痕が歪んだり

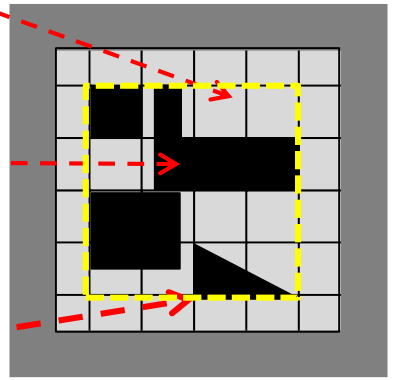


テープに気泡が入ったり



テープを剥がす際に
垂直に剥がせなかったり

計測と解析の両作業
に「工夫」したい点
が多数存在する



めっき密着割合(黄色破線内)は
一部剥離した部分（▙や◣）を含めると12/16マス，含めなければ5/16マスになる。

□のみ数える

この方法は非常に簡便である反面、全てを人の手で行うために
測定者個人に依存する誤差が生まれやすい。

従来技術とその問題点

・試料表面に条痕(切れ目)を形成する方法

（現状）カッターガイド、多重刃カッター等の治具はある

（課題）**形成した条痕が歪む、マス目が直角にならない**

(ガイドの固定やカッターの保持が手動のため)

・試料表面にテープを張り付ける方法

（現状）独立式テープ貼り付けローラーはある

（課題）**テープをまっすぐ貼り付けられない**

(ローラーの役割は気泡なくテープを貼り付けるために特化)

従来技術とその問題点

・試料表面に貼付けたテープを引き剥がす方法

（現状）手作業

（課題）測定者ごとに引き剥がし速度等が違う

or

（現状）一部の引張試験装置には専用アタッチメントをつける
ことで、テープ剥離を実施できるものもある

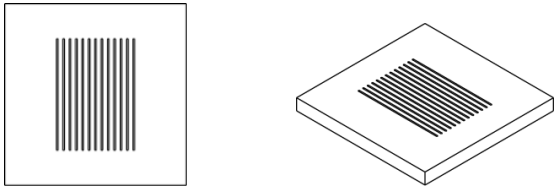
（課題）**試料のサイズが限定される**
(測定領域に収めるための加工が必要)

以上の3工程のうち、**いずれかを補助する治具・装置**は存在する。

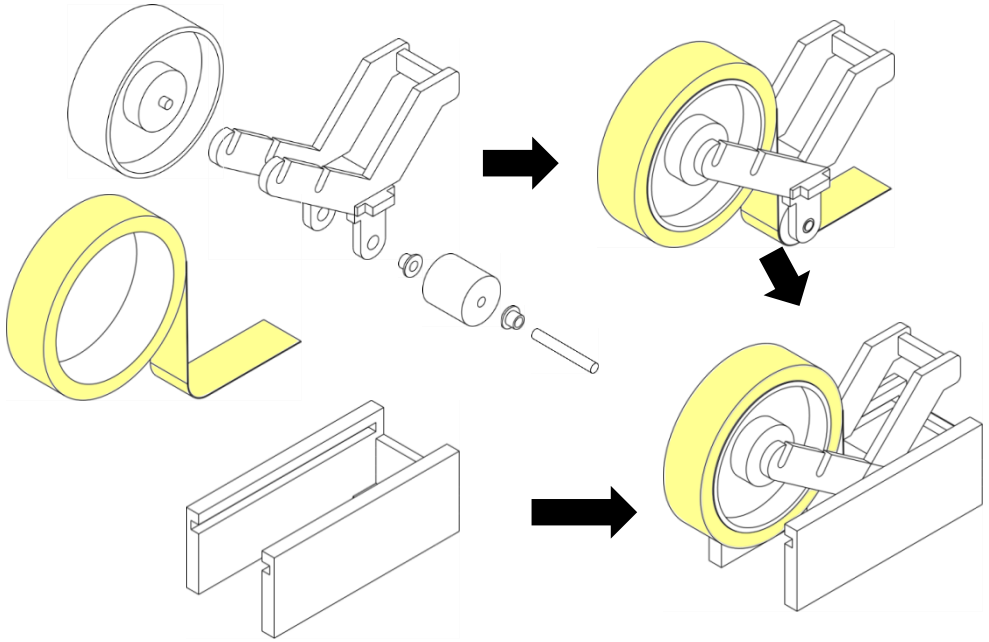
しかし、すべての工程を包括的に補助する装置は存在しない。

新技術の説明

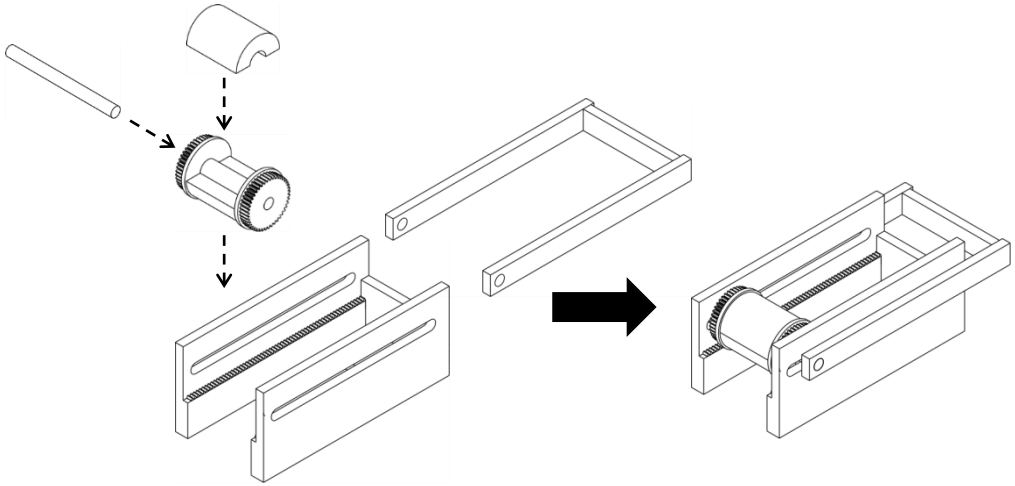
全てを統合して、正確に作業できる器具の作製



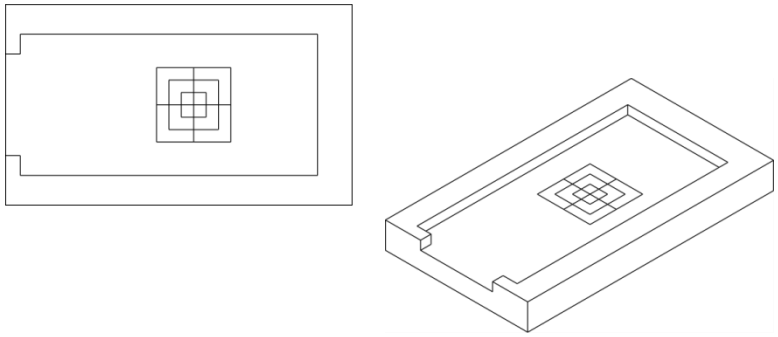
図a1. カッターガイドユニット



図a2. テープ貼付けユニット



図a3. テープ剥離ユニット



図a4. ユニットホルダ

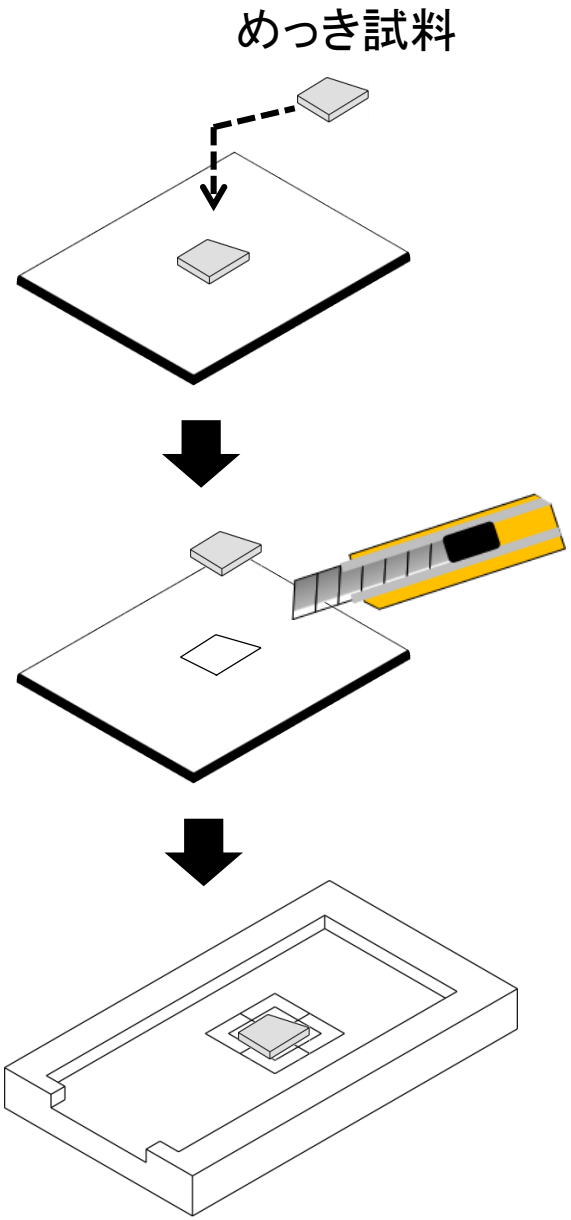
新技術の説明

手順その①
試料のセット

①テストする面を上にしてめっき試料を両面粘着シートに貼りつける。

②両面粘着シートからめっき試料をナイフ等で余分無く切り離す。

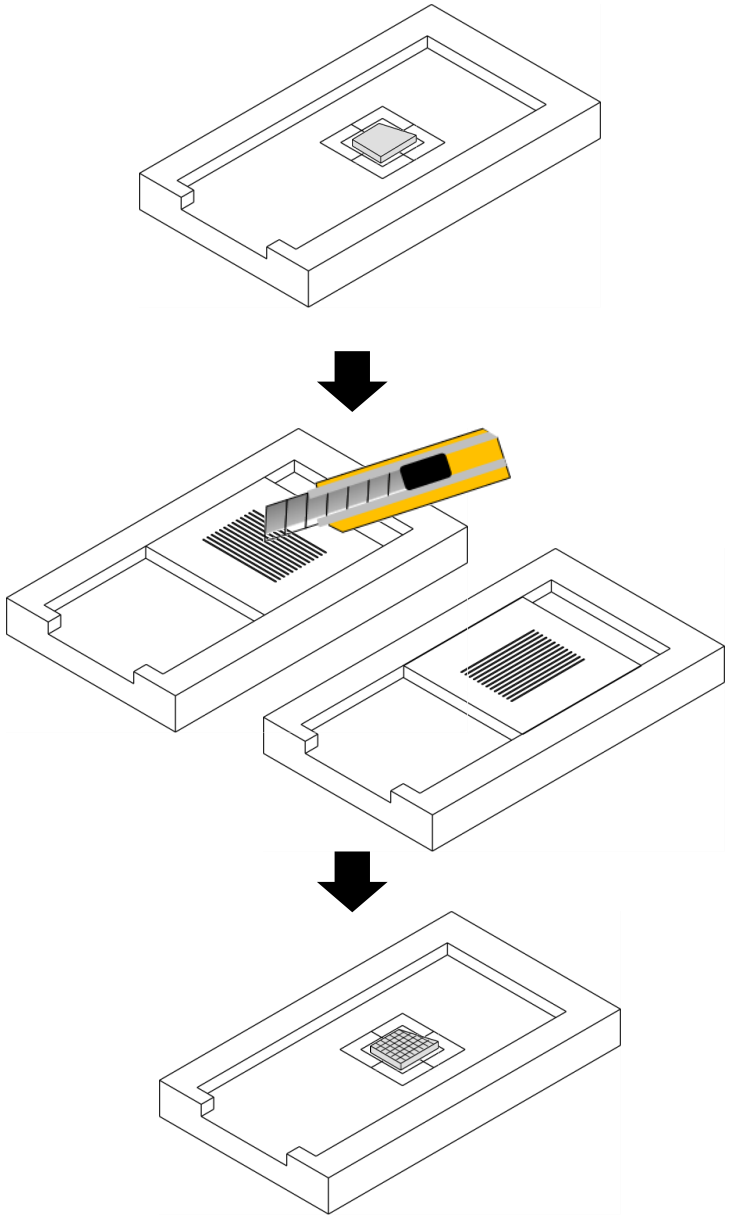
③めっき試料をユニットホルダに固定する。



新技術の説明

手順その②
クロスカット

①カッターガイドをユニットホルダに装着し、ナイフを用いてめっき面に条痕を刻む。



②カッターガイドを90度回転させ、①と同様にしてめっき面に条痕を刻む。

③めっき面に2mm角の条痕が刻まれる。

新技術の説明

手順その③
テープ貼付け

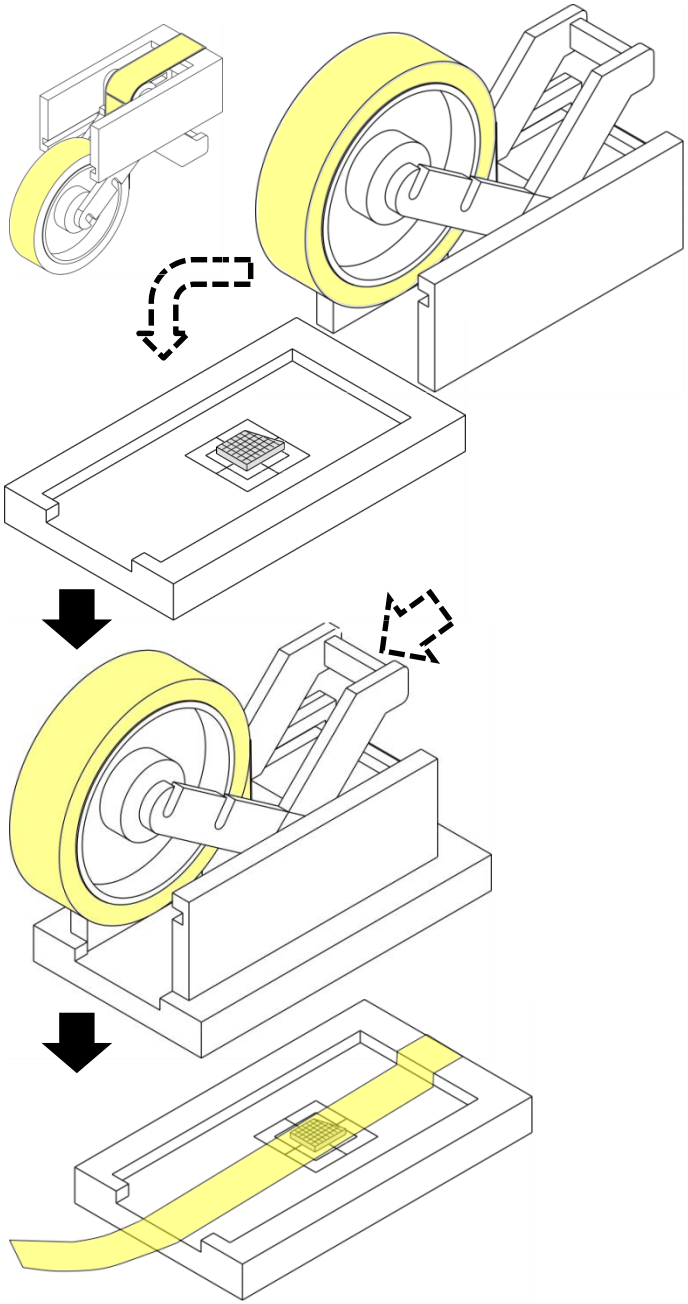
①テープ圧着ユニットをユニットホルダに装着する。

⬇

②テープローラーを前に押し出し、めっき面にテープを貼りつける。

⬇

③テープの端を100mm程度残して切る。



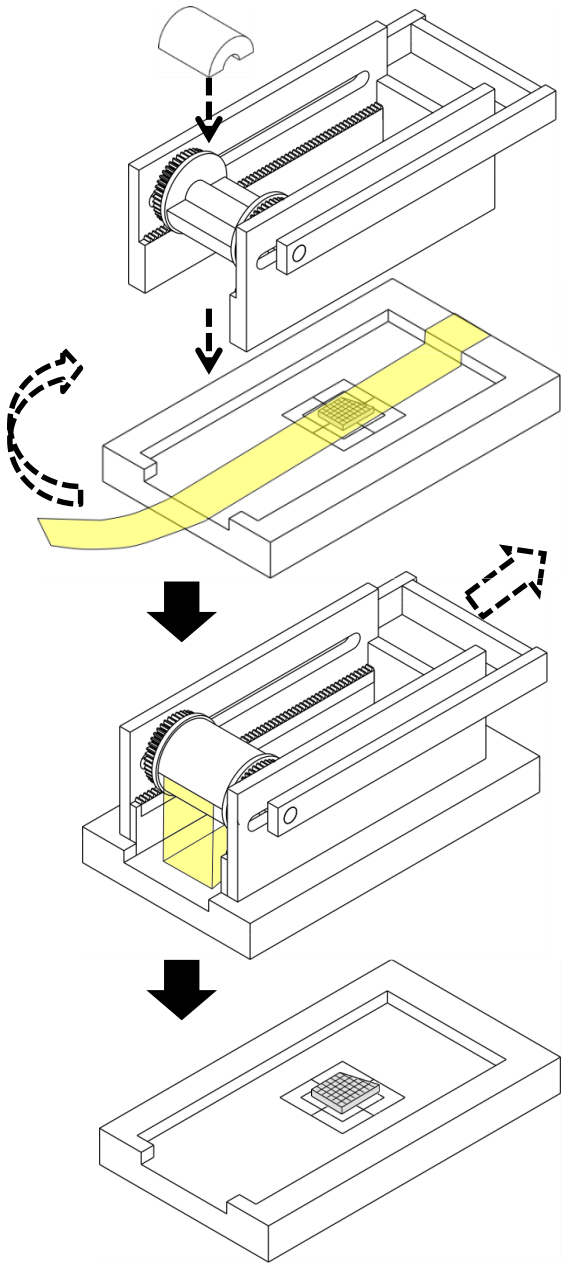
新技術の説明

手順その④
テープ引剥がし

①テープ剥離ユニットを、ユニットホルダに装着し、ホルダから出ているテープの端を剥離ローラーに挟み込む。

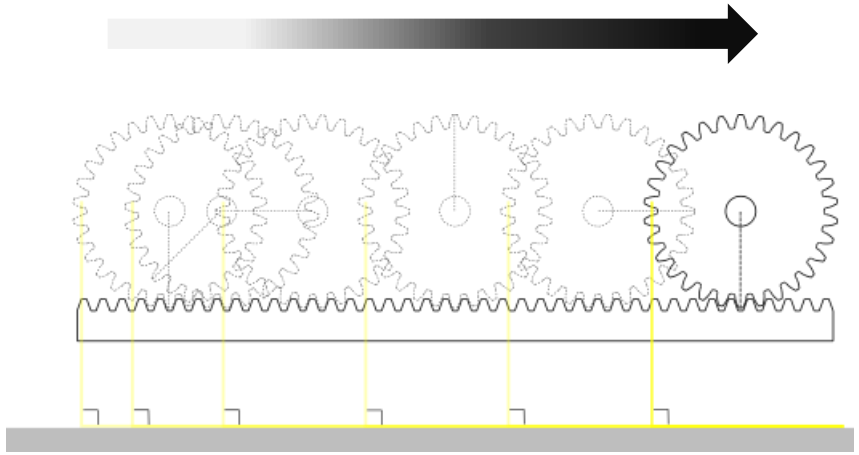
⬇

②ハンドルを引張り、連動している剥離ローラーを定速で動かすことで、テープを引き剥がす。



新技術の説明

◇テープをめっき面から垂直に引きはがすことが出来る。



・ギアのピッチ円半径と同じ半径のローラーがテープを巻き取るので、ラック上を動くギアの移動量と同じ長さ分テープを引きはがす。

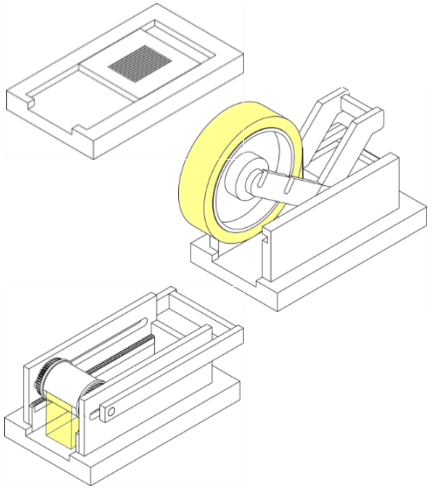
→　テープをめっき面から
垂直に引きはがすことが出来る。

◇各ユニットをユニットホルダに嵌め込んで使用する。

→ ・試料を動かさずに、全ての工程(条痕の作成, テープ貼付け, テープ引き剥がし)を行うことが出来る。

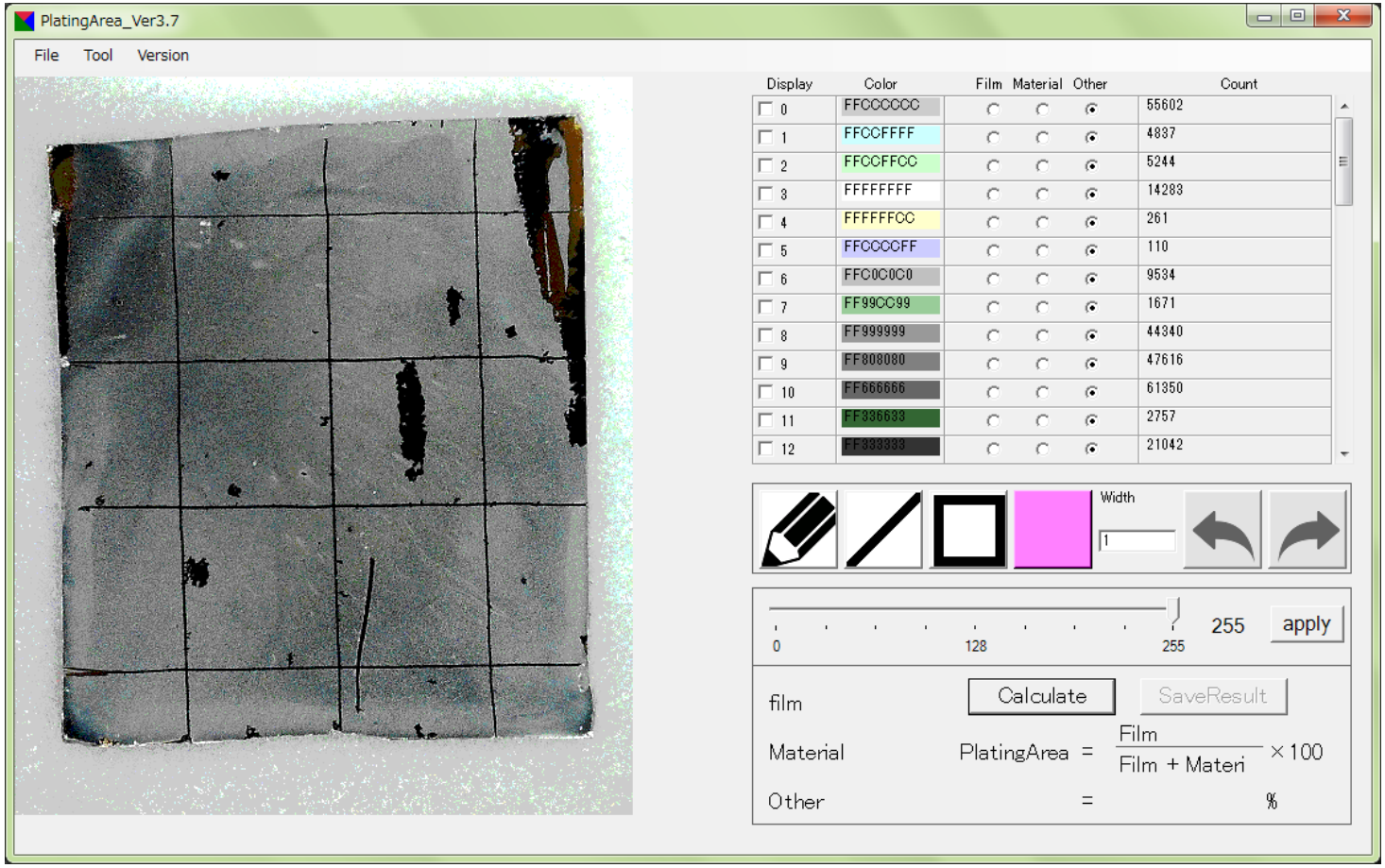
・条痕の作成時にカッターガイドがズレ動くことが無いので、歪みの無い正方形の条痕が作成できる。

・めっき面上の条痕の線に対して並行・垂直にテープを貼りつけることが出来る。



新技術の説明

画像解析ソフト

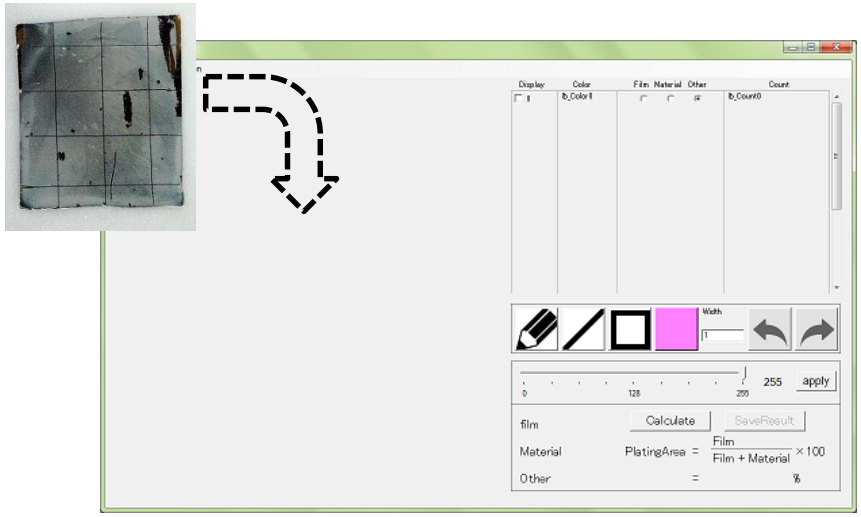


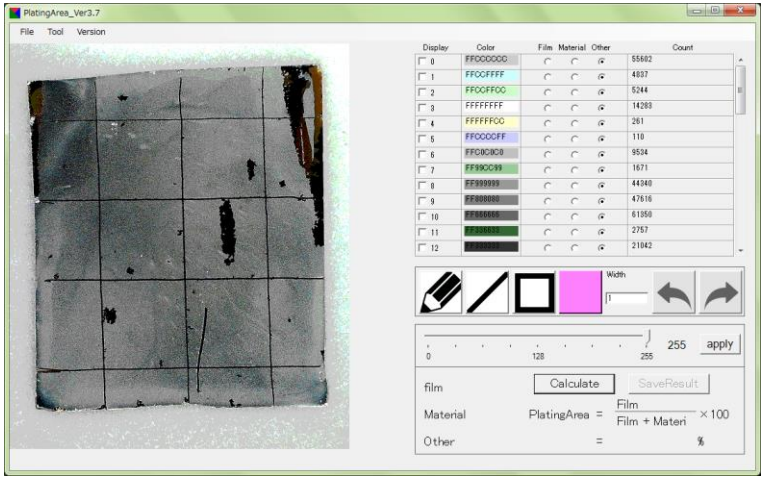
動作環境　：　.Net Flamework3.5以上
Pixel Format　：　256色ビットマップ
画像表示領域　：600×600px (画像スクロール有り)
対応画像形式　：　Bitmap, Jpeg, Png, Gif

新技術の説明

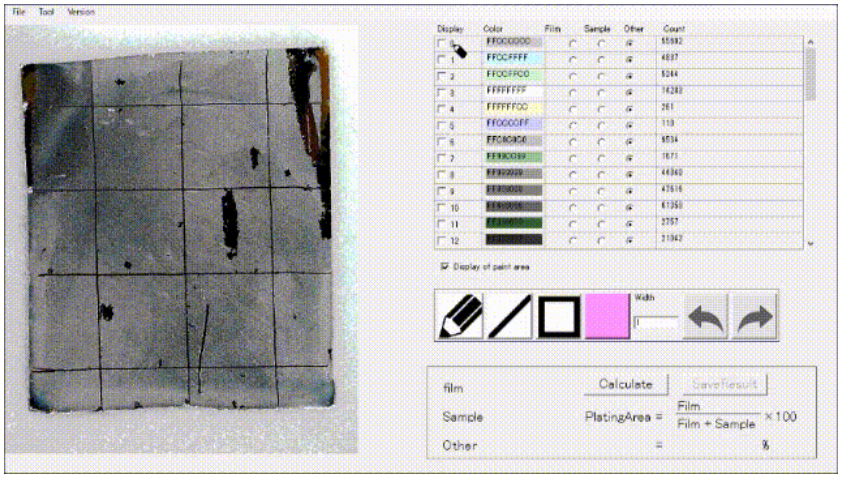
画像解析ソフト　使用手順

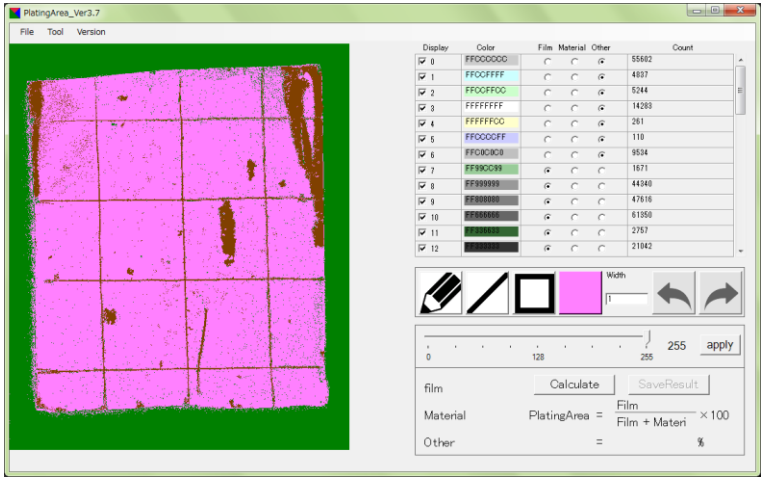
①テープ試験後めっき試料画像の読み込み





②HTMLカラーコードによる画像のクラスタリング

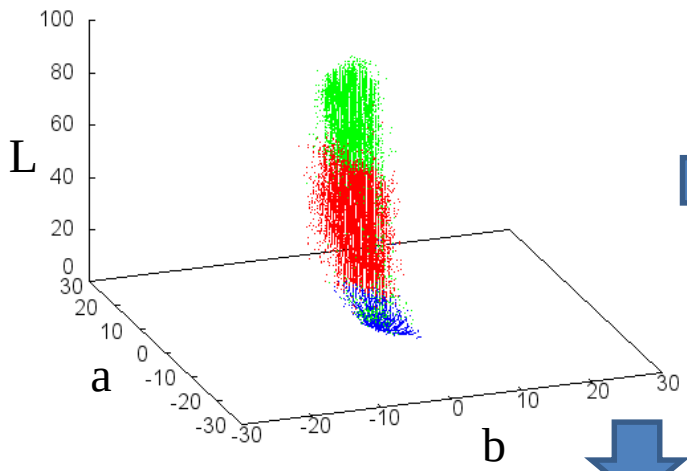




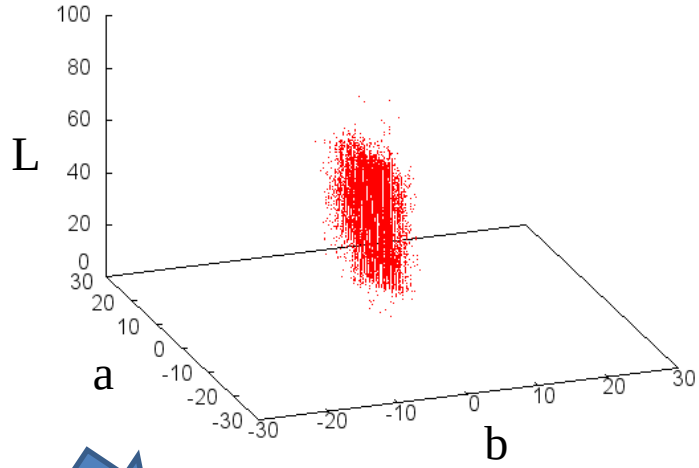
新技術の説明

画像解析ソフト（寄り道）

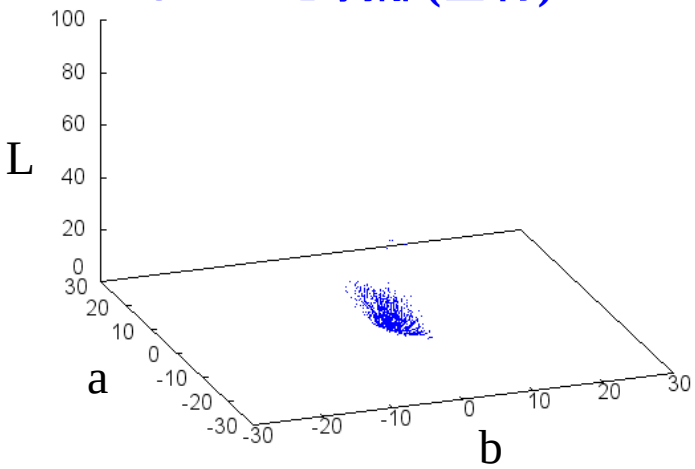
Lab色空間



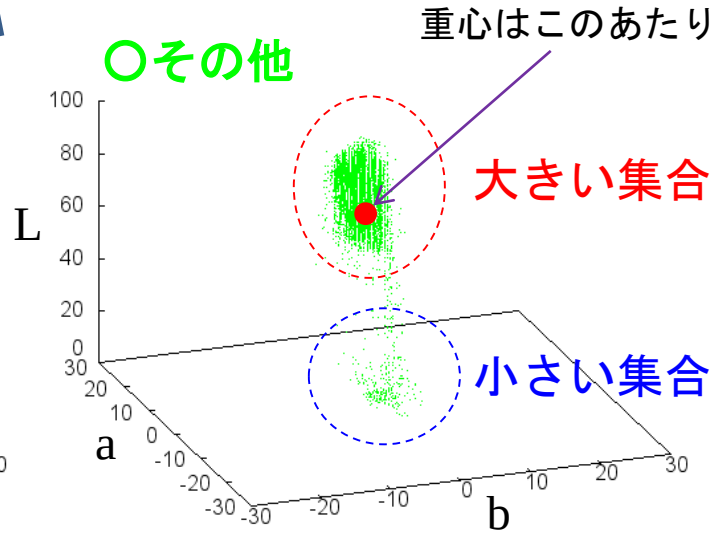
○めっき密着



○めっき剥離(基材)



○その他



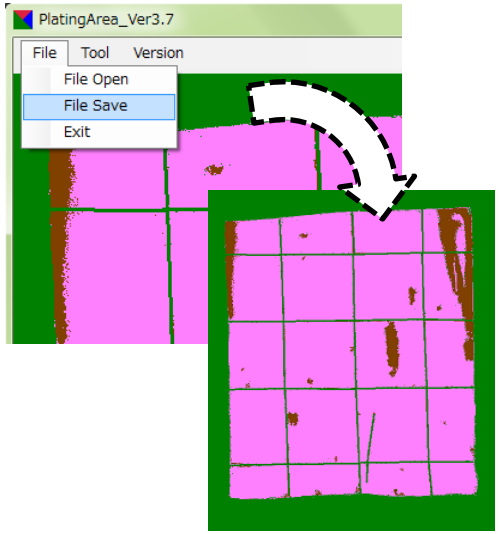
- ● めっき密着
- ● めっき剥離(基材)
- ● その他

新技術の説明

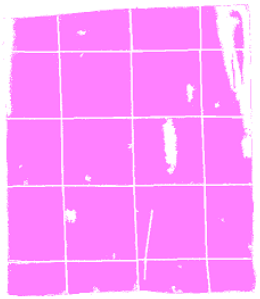
画像解析ソフト　使用手順

◇解析結果の出力

・クラスタリング画像の出力

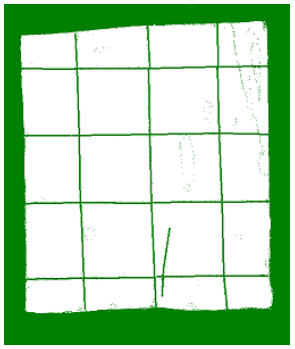


合成



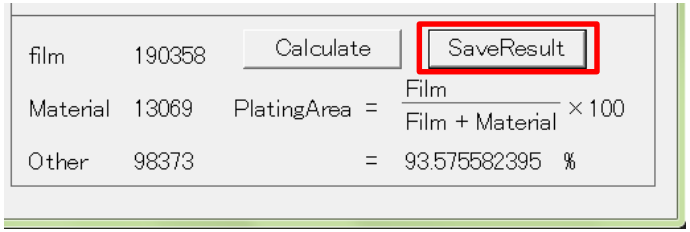
めっき密着部分

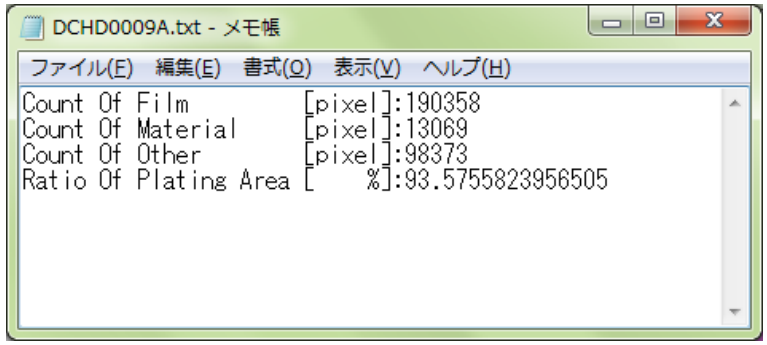
めっき剥離部分



その他部分

・めっき密着率解析結果の出力





新技術の特徴・従来技術との比較（まとめ）

従来技術	新技術
・刃物、直線ガイド、テープ等の道具を別々に用意する必要がある。 ・個々の道具の配置は計測者に依存。（条痕形成の繰り返しの再現性が低い）	・ワンセットで管理可能。（キット化も用意で、持ち運びも便利になる） ・専用躯体に一体化され、条痕の角度も高精度に調整可能。（条痕形成の繰り返しの再現性が高い）
・感覚的な引き剥がし。（ばらつきの原因）	・明確な条件の下での引き剥がし。（高再現性）
・目視判定。（主観が入る余地）	・画像解析で判定。（客観的）

想定される用途

テープ試験が現在一般的な試験方法として用いられている業界

・めっき業界や塗装業界での密着性試験

（オンサイトでの正確な評価も可能）

・太陽電池、LED、半導体などの製造工程管理

（シールやレジスト膜、積層膜等の密着性評価も可能）

実用化に向けた課題

- 安全性やデザイン面での改良
  （要求性能の確認）

- マス目に対する不完全な剥離をより正確に解析できるソフトウェアの開発

- 軽量化

企業への期待

実証試験および用途開発のパートナー

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：

テープ剥離試験装置及びこのテープ剥離試験装置を用いた付着性の評価方法

- 出願番号　　：特願2020-027276
- 出願人　　：福井大学
- 発明者　　：浪江将成、米沢　晋
  金　在虎

お問い合わせ先

福井大学
産学官連携本部

ＴＥＬ　０７７６－２７－８９５６
ＦＡＸ　０７７６－２７－８９５５
e-mail　office@hisac.u-fukui.ac.jp