薄膜密着強度測定機
Romulus(ロミュラス)装置の紹介

密着力(kg/cm^2, MPa)

＝荷重(kg, N)/面積(cm^2)

Adhesion = Force / Area

フォトテクニカ株式会社
金　南宰　(Kim NamJae)
Phototechnica Corporation

PHOTO TECHNICA
www.phototechnica.co.jp
フォトテクニカ株式会社
〒336-0017 埼玉県さいたま市南区南浦和 1-2-17
TEL:048-871-0067　FAX:048-871-0068
e-mail:voc@phototechnica.co.jp

他の密着強度測定方式との比較
（薄膜密着力測定は簡単に見えても簡単ではない）

Romulus方式

Romulus方式が一番現実的・実質的測定方法

Romulus方式　(垂直引っ張りテスト）
Stud Pin・接着剤方式、荷重（kg）,強度（kg/cm^2）と数値化可能

Peel Test
薄膜の様な薄い膜は不向き

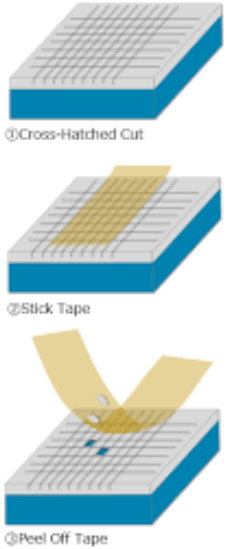
Scratch Test
ダイアモンド圧子を膜表面に引きはがして剥離深さや形を見て判断。
剥離後の密着力の解析が難しい

Cross Cutting
100升テープ引きはがし方法。
測定者によるバラツキ。
定量化不可

Cross Cutting (碁盤目テスト，塗装膜）

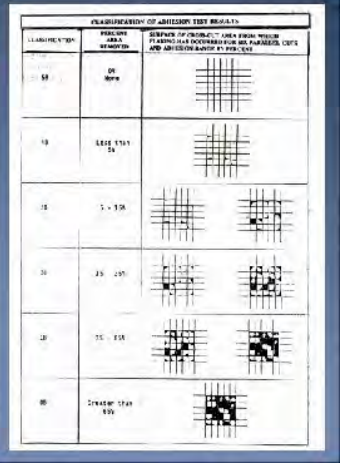
100升テープ引きはがし方法。

測定者によるバラツキ。　定量化不可



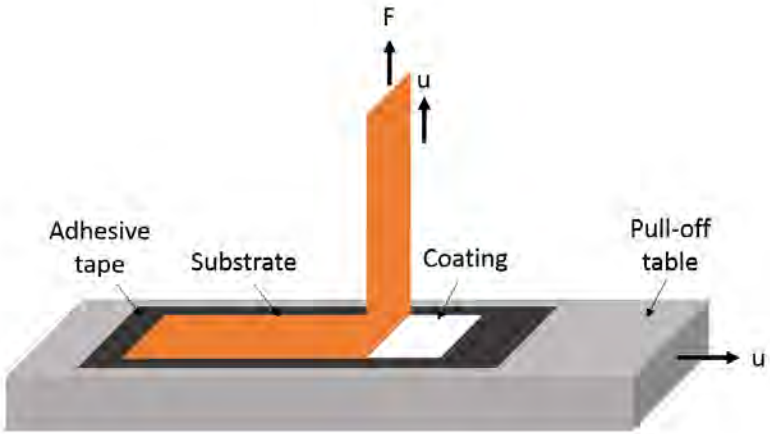
Measuring Adhesion By Tape Test Method B (Cross-cut)

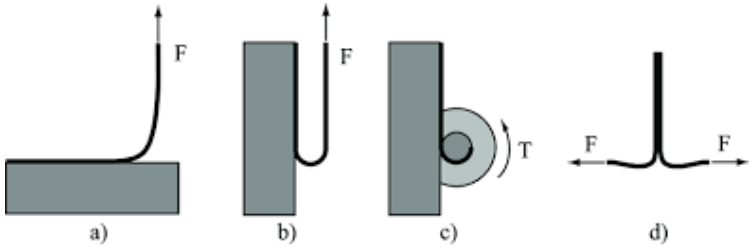
Rating	%	Description
5B	0%	Edges of cuts completely smooth
4B	<5%	Small flakes of coating detached at intersections
3B	6-15%	Small flakes of coating detached along edges & at intersections
2B	16-35%	Coating flaked along edges and parts of squares
1B	36-65%	Coating flaked along edges in large ribbons and whole squares detached
0B	>65%	Flaking & detaching worse than 1B



Peel Test（引きはがしテスト）

薄膜の様な薄い膜は不向き

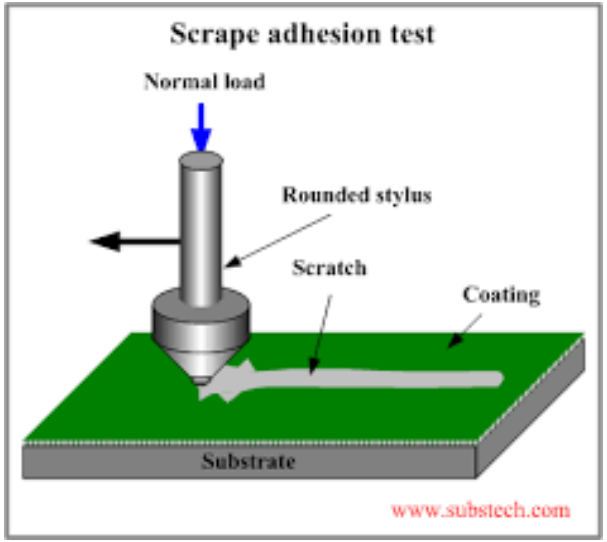


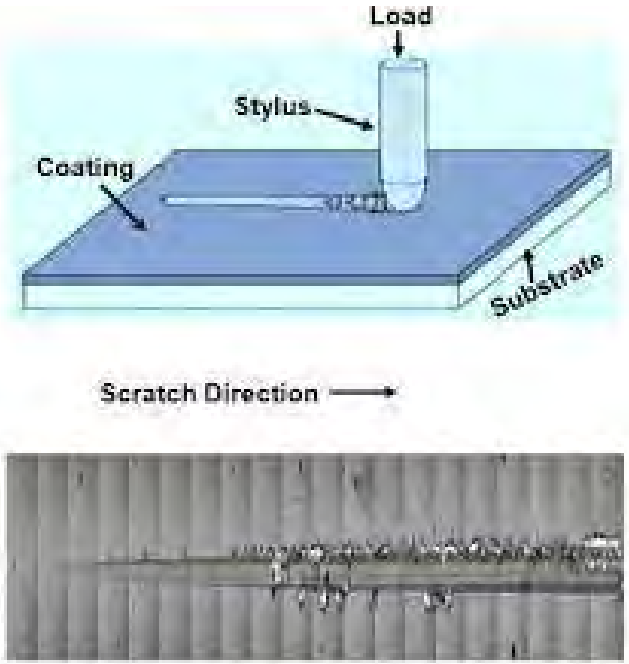


Scratch Test

ダイアモンド圧子を膜表面に引きはがして
剥離深さや形を見て判断。

剥離後の密着力の解析が難しい





Romulus方式測定の特徴

〇Romulus 「スタッドピンを用いた垂直・水平引っ張り試験」は

薄膜と基板間の密着力を引っ張り試験によって評価する装置。

（測定方法が簡単，装置が小型）

〇基本的に基板上の膜表面にスタッドピンが接着できるものであれば測定出来る。

○ 薄膜の密着性を定量化（数値）することが可能。

〇専用制御ソフトウェア（WinZeta）により、測定サンプルとスタッドが剥離した時の強度を表示し、データ保存することが出来る。

〇設定項目：最大荷重設定と引っ張り速度の設定を行うだけ。
〇保存データは、エクセルなどの表計算ソフトでの編集が可能。
〇モジュール化されており、追加オプションにより、様々な試験方法が可能である。

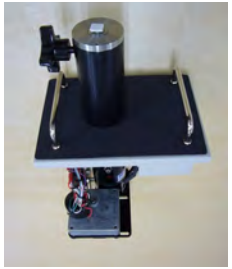
本体装置寸法： 305 (W)×330 (D)×340 (H)mm

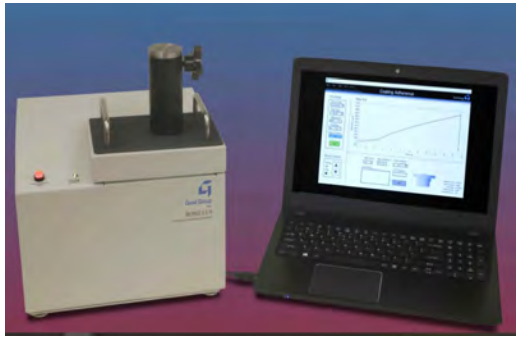
装置構成

(1) ワークステーション: Romulus

- Romulus ＋5VDC
  ＋12VDC,
  100V 1個口
- USB 3.0

(2) プラットフォーム: Pull Down Breaking Point Platform





(3) モジュール: Stud Pull Coating Adhesion

(4) 制御用ノートパソコン （専用制御ソフトウェアーインストール済み）

本体装置寸法： 305 (W)×330 (D)×340 (H)mm

設備仕様

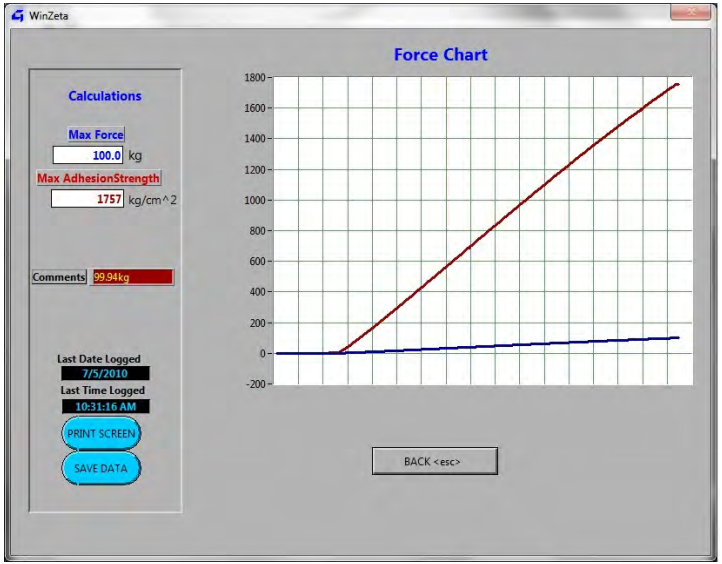
項目		Romulus
ロードセル能力	測定範囲 （荷重精度）	0-100kg 0-200kg （Option） **最大荷重±1%**
測定範囲	エポキシ接着剤の 接着強度	0-700kg/cm^2 （70MPa）
測定速度		0.1-10.5kg/sec
測定試料寸法	サイズ 厚み	Φ6-50㎜程度 0.1−5㎜程度 約1cm角が良い
スタッドピン径		Φ1.5-7.1㎜ 標準：Φ2.7㎜
測定制御記録方法	Windows 11	ノートパソコン
プラットホーム取替		簡単

校正確認が簡単

荷重精度　Full Scale :+1 %以下

CALIBRATION

The Metrolog enables customers to perform in-house calibrations without the need to send an instrument back to Quad Group. This option is ideal for customers who have multiple instruments or need to ensure that their testing capabilities are always on hand.



Romulusは100.0kgに対して校正器の荷重99.94kg

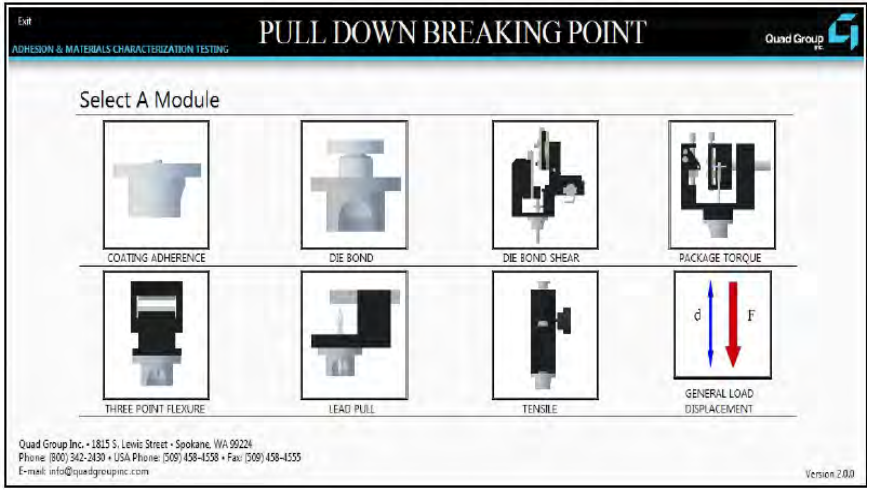
UNIVERSAL MECHANICAL STRENGTH TESTER

ROMULUS

WORK STATION	PLATFORM	STANDARD FORCE RANGE	MODULES	FIXTURES
ROMULUS	PULL DOWN BREAKING POINT	.01 - 100kg 200 lb. (500 lb. opt.)	STUD PULL COATING ADHERENCE	
			STUD PULL DIE BOND STRENGTH	PGA LEAD PULL
			DIE BOND SHEAR	HOT SHEAR 250° C
			QUAD PACK LEAD PULL	
			THREE POINT FLEXURE	
			TENSILE BREAKING POINT	LAP SHEAR ADHESION
			PACKAGE TORQUE	
		WITH THE STRAIN OPTION	THREE POINT FLEXURE STRESS/STRAIN	FUNCTIONAL COATING STRAIN EFFECTS
			TENSILE STRESS/STRAIN	
	PULL UP GALLOWS		STANDARD MACRO RANGE (0.5gms – 11 kg)	180° PEEL FLEX/RIGID SUBSTRATE
				90° PEEL - RIGID SUBSTRATE
				90° PEEL - FLEXIBLE SUBSTRATE
	STYLOMETER-DIAMOND SCRATCH	.5g - 22kg 50 lbs		INTEGRATED MICROSCOPE

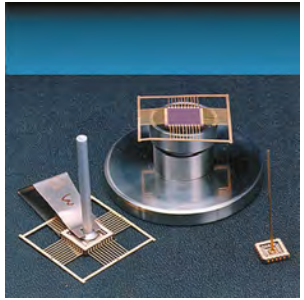
WINZETA SOFTWARE

Pull Down Breaking Point Main Menu

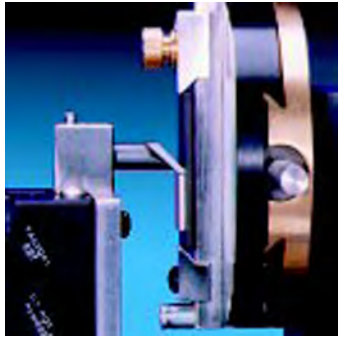


Stud Pull Coating Adherence Test
（薄膜密着強度測定）

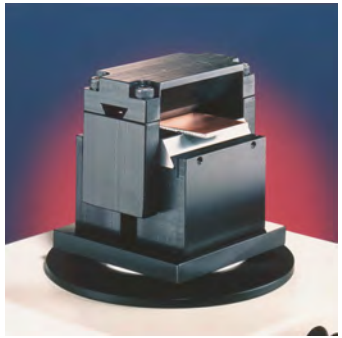
Stud Pull DIE Bond Strength Test
（張り合わせ強度測定）



Shear Test
（せん断力測定）



Flexure Breaking Point Test
（3点曲げ測定）



Pull Down Breaking Point Test (垂直引張力方法)

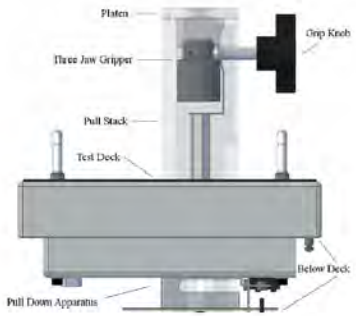
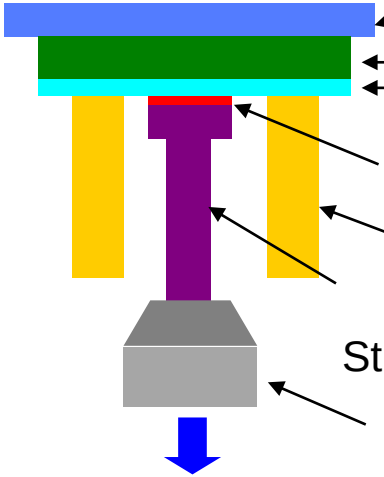


Figure 1-1: Functional Description of Breaking Point Platform



Backing Plate(補強版，**基板が割れる，撓む場合**)

Substrate(基板)

Thin Film(薄膜)

Epoxy Adhesive　(接着力約**700kg/cm²**以上)

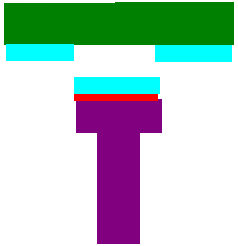
Platen(支持台,固定，内径4㎜，外径6㎜)

Stud Pin　(底面:Φ2.7～7.1mm, **kg/cm²**)

3-Jaw Gripper(掴む)

Force(kg) 下方向引っ張る (0.1～10.5kg/sec, 0～100kg)

剥離後



剥離場所：一番弱い場所から剥離する。

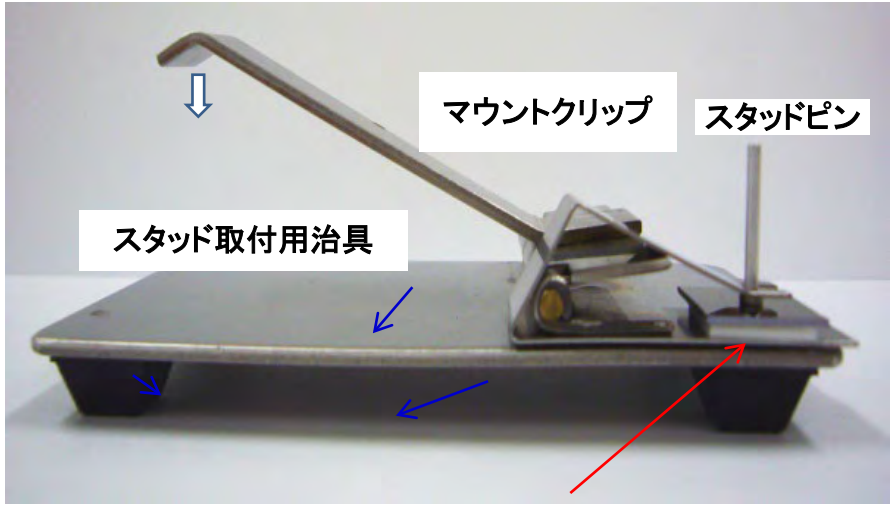
１．基板

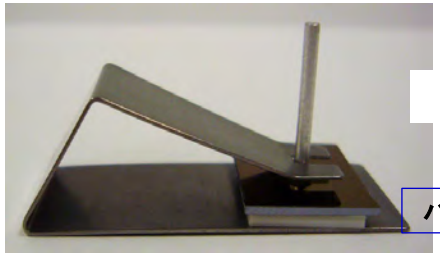
２．基板と薄膜との界面：そのサンプルの密着力

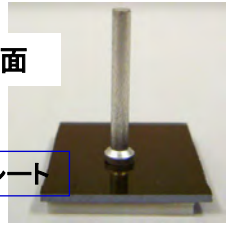
３．薄膜と接着剤の界面：サンプルは接着力以上の密着力を持つ。
（接着剤内部破壊，凝集破壊）

サンプル作成方法（薄膜にピンを接着する方法）

[スタッドピン、マウントクリップ、スタッド取付用治具、バッキングプレート]







＊エポキシ接着剤付きスタッドピン及びバッキングプレートは冷凍で保存（家庭用冷凍室可）する。

STEP 1 冷凍庫からスタッドピン、バッキングプレートを測定分だけ取り出し、常温で30分程度放置して水気を乾かして置く。

STEP 2 サンプル測定面からエアーブラシ等で埃を飛ばす。マウントクリップをスタッド取付治具で広げ、下からバッキングプレート、サンプル、スタッドピンの順で挟む。その時スタッドピンの平な面をサンプル測定面に密着させるように置く。

STEP 3 マウントクリップにサンプルを挟んだ状態でオーブンに入れて**150℃1時間加熱する。（Curing）** スタッドピンとバッキングプレートがサンプルと一体化になる。スタッドピンがサンプル表面に垂直に立つ。

STEP 4 加熱後に常温までゆっくり下げて、オーブンから取り出す。治具でマウントクリップを広げ、一体化したサンプルを外す。

STEP 5 装置にセットして測定する。

注意点

1.スタッドピンを試料面に対し垂直に接着させる

2.試料表面は基本曲面ではないこと

3.基板は固いこと（柔らかい基板は測定中に割れる撓む）

基板は測定面の裏側にバッキングプレートを張り付け補強する

1.薄膜であること（膜が厚いと基板の様になる）

2.試料が150℃、1時間の加熱に耐えること

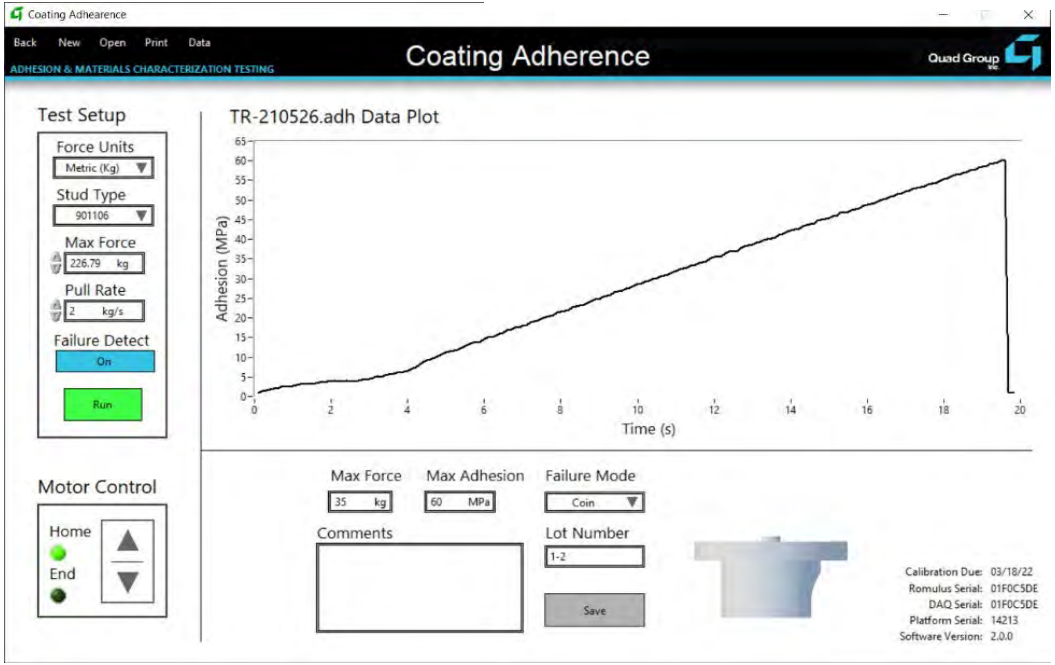
(加熱出来ないサンプル：アルミピンに適正の接着剤を使う）

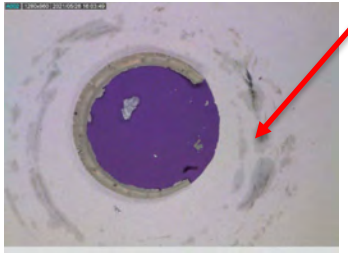
1.基板の厚さは最大5mm以下であること

測定例

WINZETA SOFTWARE

Pull Down Breaking Point Main Menu





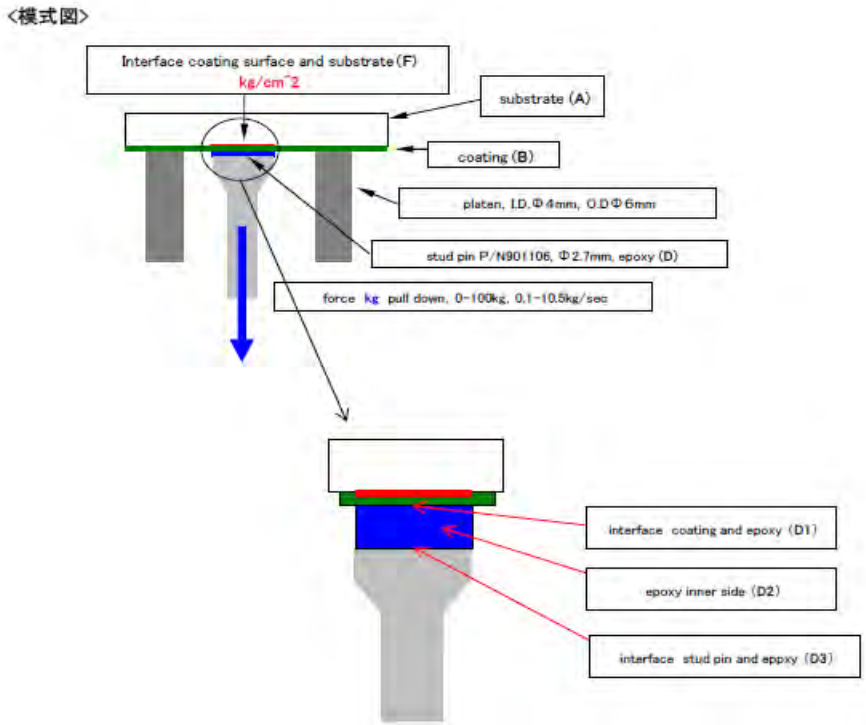
薄膜

・Romulusは荷重(kg)と密着力（kg/cm²)の時間変化のグラフと各最大値を記録します。
・剥離は一番弱い場所で起こります。
・スタッドピンの底面の面積が広い程多く荷重を掛けられる。（密着力弱いサンプル，づ太いピンを使う）

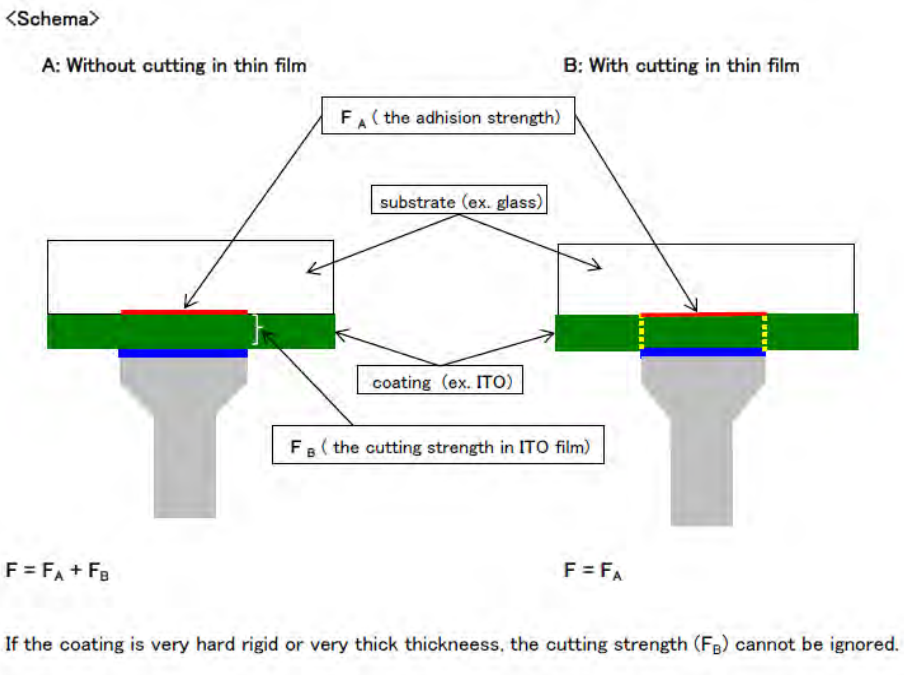
Stud Pullテストによる剥離界面

○基本一番弱い界面から剥離が起こる。

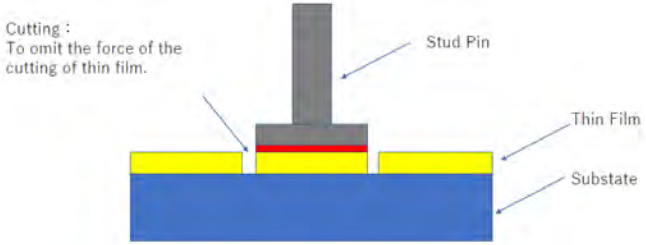
○剥離後どの界面から剥離が起こったか考察が必要。



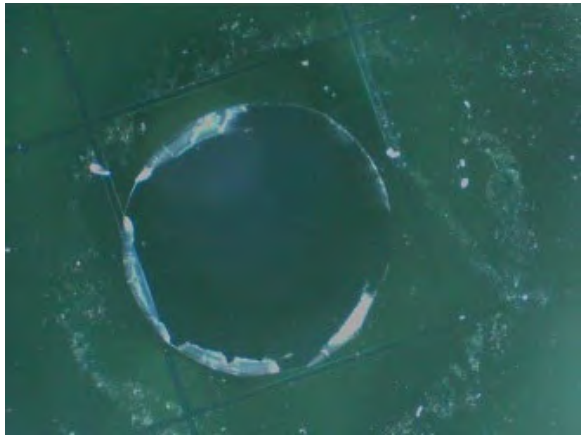
薄膜が硬い・厚い場合の対処方法　（島状・切れ目)
（膜厚み分を切る力が無視できない）



If the coating is very hard rigid or very thick thickneess, the cutting strength (F_B) cannot be ignored.

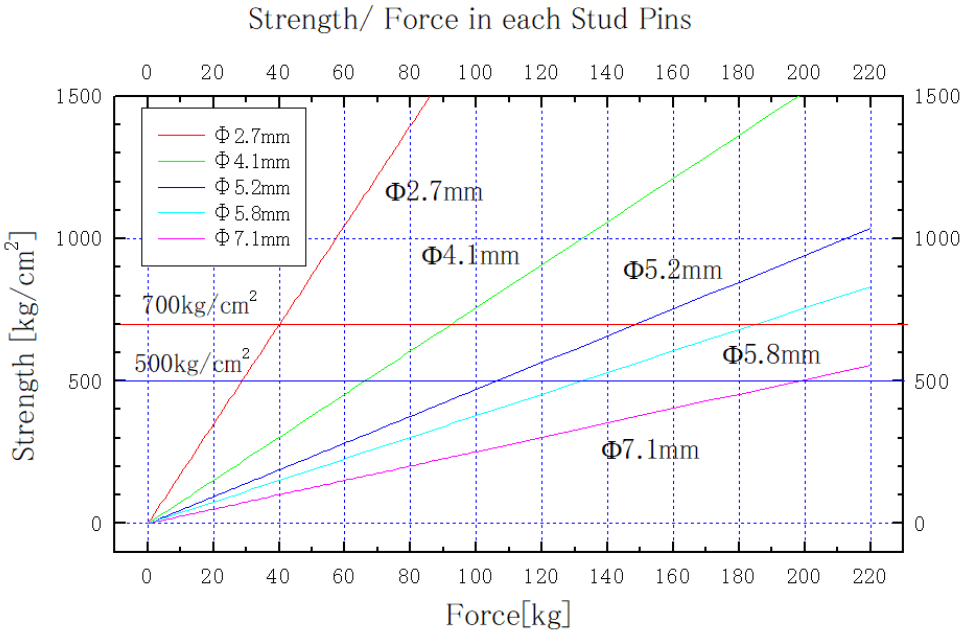


切れ目の例(50um幅)



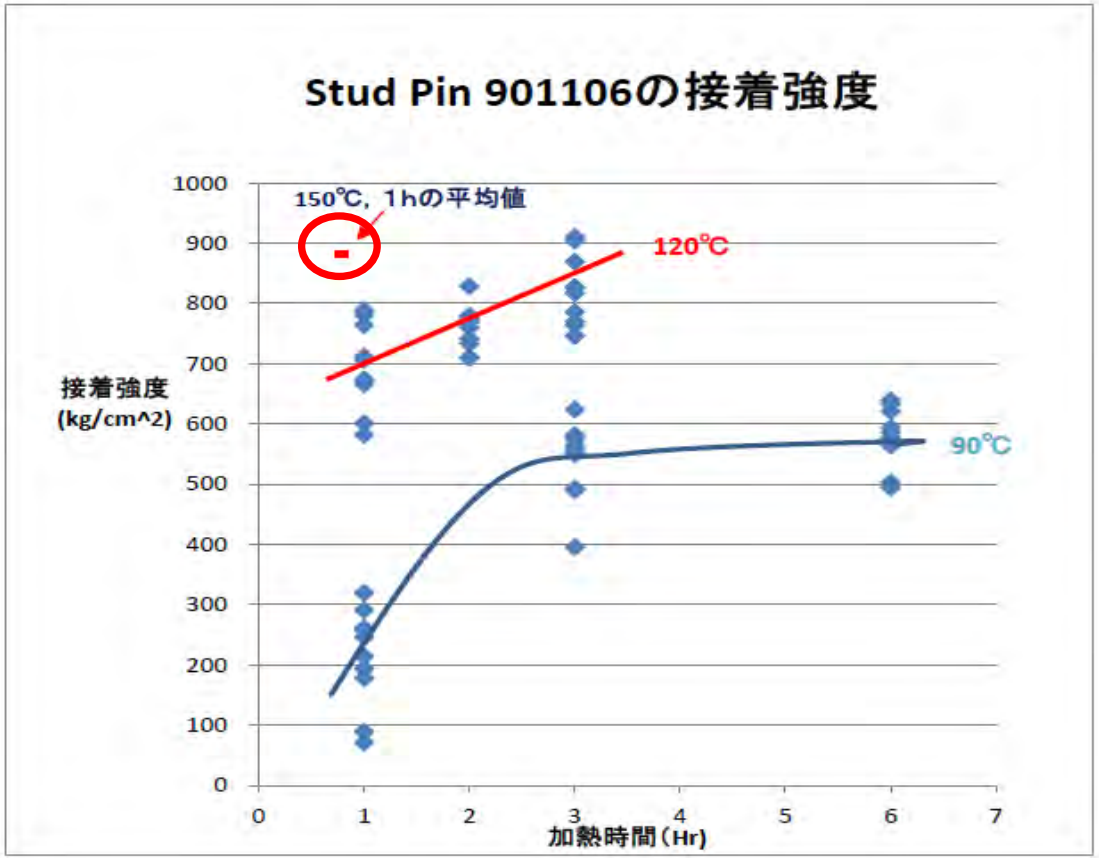
エポキシ接着剤の測定限界

Φ2.7㎜：約700kg/cm^2(70MPa), 荷重40-50kg
その他のスタッドピン：約500kg/cm^2(50MPa),
（接着する際内部応力を抑える為に弱くしている。）



エポキシ接着剤の温度と硬化時間による接着力変化

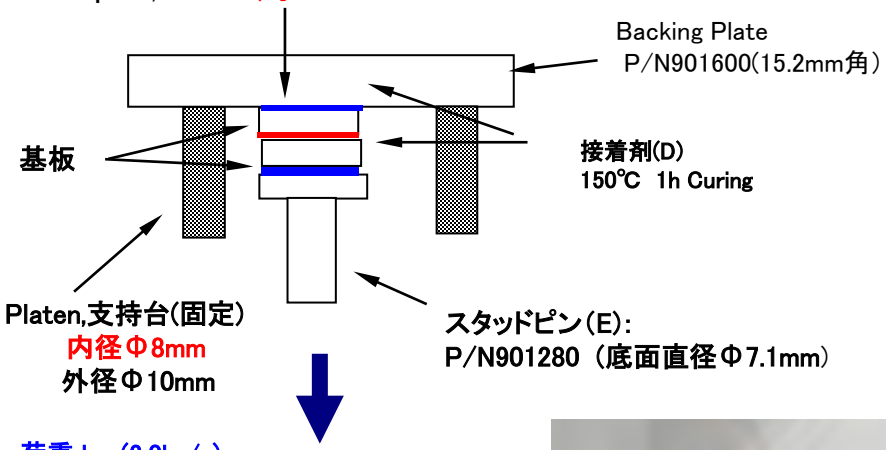
例えば
100℃1時間
約接着力
400kg/cm^2
程度でも測
定できる。



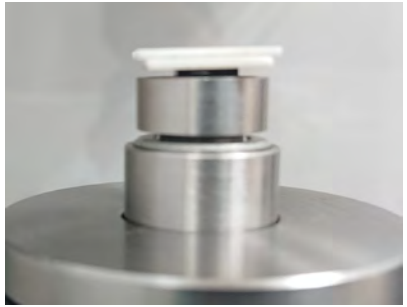
Die Bond Strength Test（基板張り合わせ強度測定）

膜と基板の境界面(F): 例:Si/Si, Si/Glass

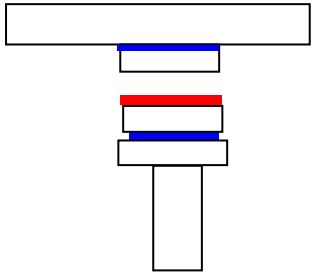
Sample， 5mm角



荷重 kg, (2.0kg/s)



剥離後



- 荷重(kg)
- 強度(kg/cm^2)

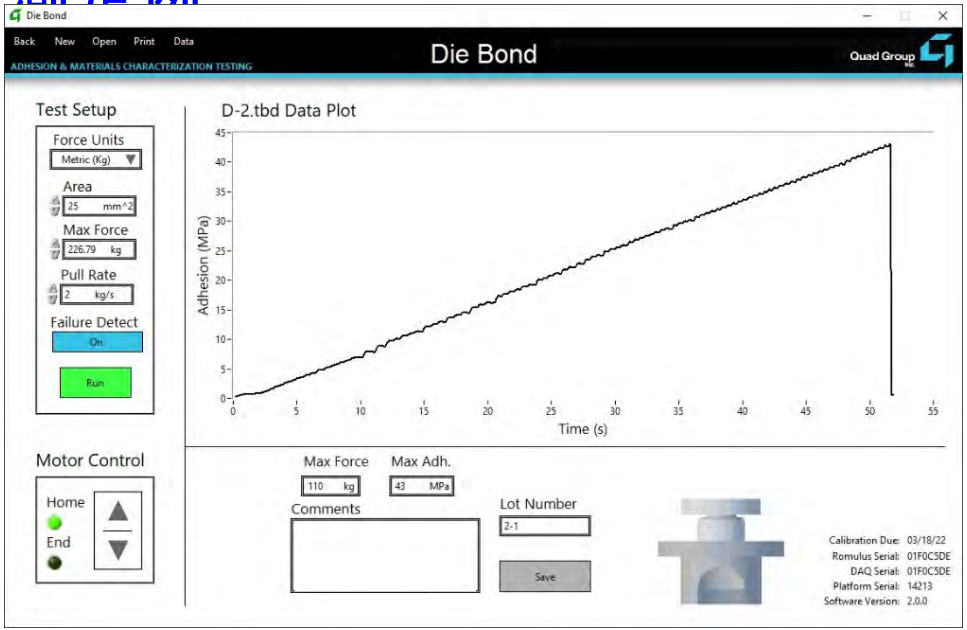
Ex) 荷重:10kg

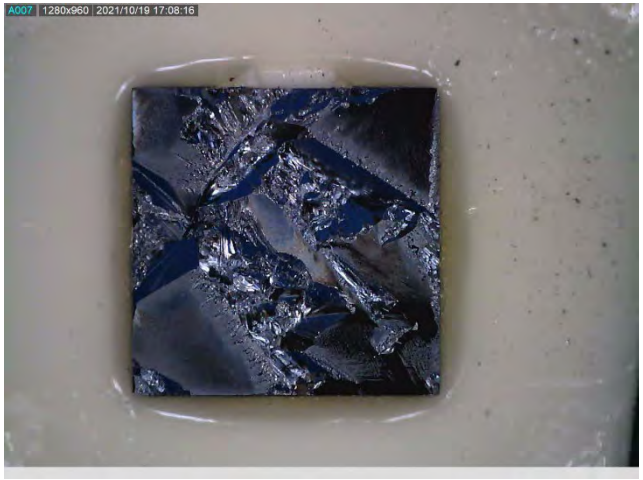
Sample area:

5mmX5mm=0.25cm^2

強度:40kg/cm^2

測定例





Ex) 荷重:10kg

Sample area:

5mmX5mm=0.25cm^2

強度:40kg/cm^2

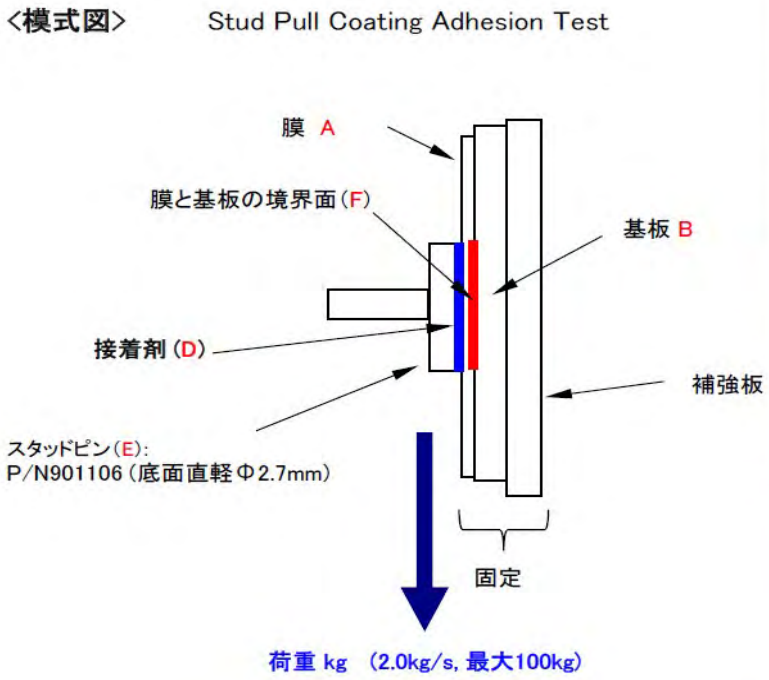
主に使われている用途

基本的に基板と薄膜の組合せであれば、測定出来る

1.FDP,LCD用Color Filter：材料Maker, LCD組立Maker
2.Semiconductor,酸化膜：材料Maker,研究所
3.Plating, 無電解，電解鍍金：鍍金Maker,研究所
4.商品の品質管理部門
5.各企業、大学の分析センター
6.基板同士の張り合わせ強度測定：張り合わせ装置Maker
7.　その他

Shear Test

(せん断・水平引張り測定： Φ2.7mmピンの場合)



連絡先　：

- 金　南宰 Kim NamJae　キム　ナムジェ
- 技術営業　フォトテクニカ株式会社
- 336-0017　埼玉県さいたま市南区南浦和1ー2ー17
- 携帯：070-3033-2206
- 電話 048-871-0067 FAX 048-871-0068
- nkimu@phototechnica.co.jp
- http://www.phototechnica.co.jp