



地方独立行政法人

岩手県工業技術センター

IWATE INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE

# 分子接合技術を用いた 次世代MIDの開発

文部科学省<イノベーションシステム整備事業>  
地域イノベーション・エコシステム形成プログラム  
令和元年度～令和5年度(現在3年度目)

担当者 機能材料技術部 目黒和幸、黒須恵美、石原綾子、  
三浦由美子、小野寺永人、樋澤健太、  
村松真希、鈴木一孝  
企画支援部 村上総一郎

令和3年7月15日 岩手県工業技術センター 成果発表会

# 1. 研究背景

## エレクトロニクス分野のニーズ

### モバイル機器等



Apple iPhone



Apple Watch

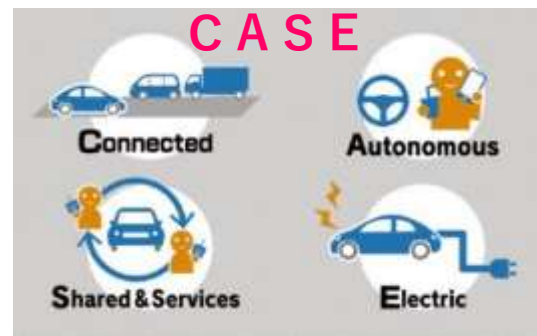


GoPro



SONY

### 自動車関連機器



nikkei.com



Toyota YARIS



KENWOOD

高機能化に伴う  
エレクトロニクス部品数の増加

ニーズ①

小型化・軽量化・省スペース化 技術

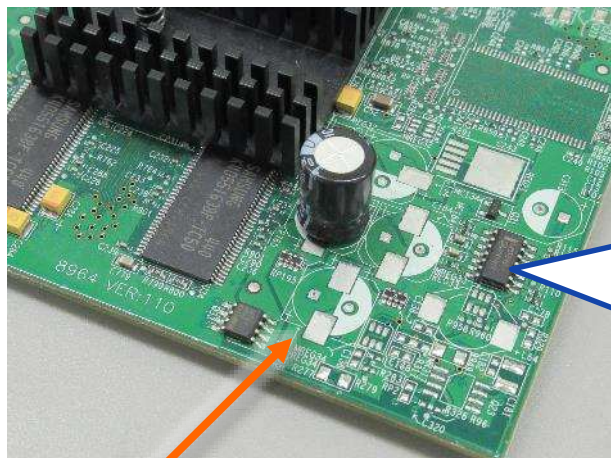
高速大容量通信(高周波)への対応  
5G, Beyond 5G, 6G ...

ニーズ②

平滑面への配線形成 技術

# 1. 研究背景

## エレクトロニクス部品の実装



プリント配線板



半導体

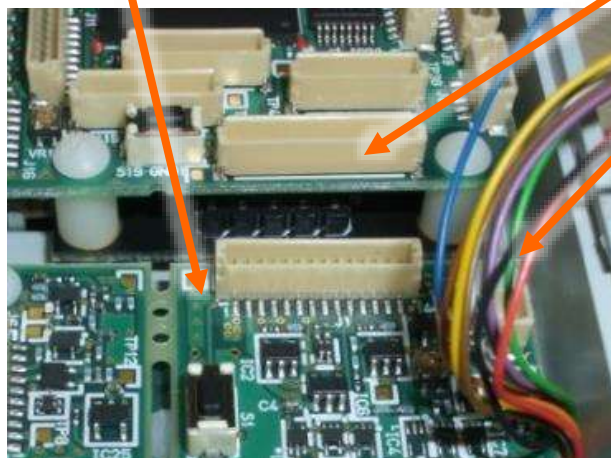


抵抗

LED



「プリント配線板」に部品をはんだ付けして固定



コネクタ端子 (金属インサート部品)

ワイヤーハーネス

外部スイッチやセンサ等と接続するために「コネクタ類」が必要

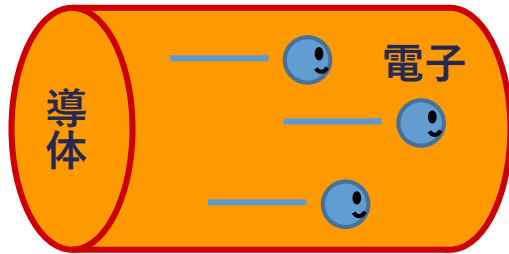
ニーズ①

**小型化・軽量化・省スペース化** には、「プリント配線板」や「コネクタ類」を小さくする必要がある。

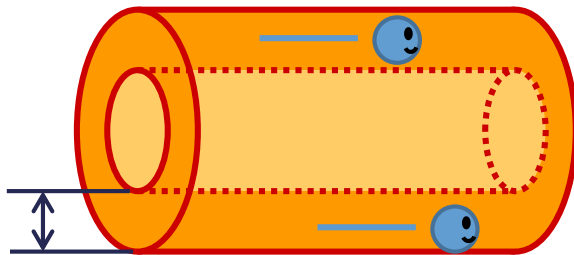
# 1. 研究背景

高周波では平滑配線形成が必要

周波数が低いときは、  
導体全体に電子が流れる



周波数が高くなると、  
電子は表面付近だけ流れる  
**表皮効果**



表皮厚さ

$$d = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$$

5G (3.7, 4.5, 28GHz帯) →  $d \sim 0.3 \mu\text{m}$

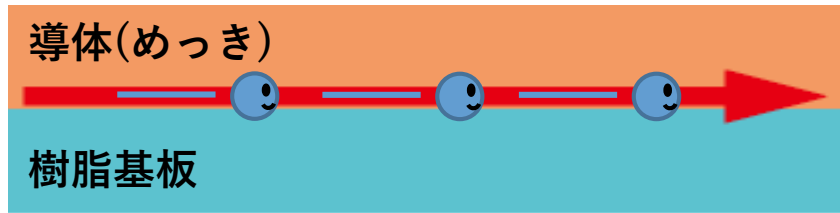
ニーズ②

高周波に対応するには

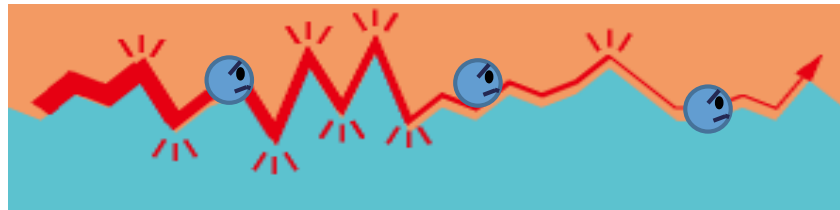
平滑面への配線形成

が必要

平滑(粗さ <  $d$ )なら、  
電子はスムーズに流れる



凸凹(粗さ >  $d$ )があると、  
電子が高速に進めない(信号の遅延)  
エネルギーを失う(抵抗)



## 2. 技術シリーズ① MID (成形回路部品)

**M**olded **I**nterconnect **D**evice または **M**echatronic **I**ntegrated **D**evice

- ・プラスチック射出成形体の表面に三次元的に電気回路を形成した部品
- ・機構部品と電気部品の両方の機能を併せ持った部品



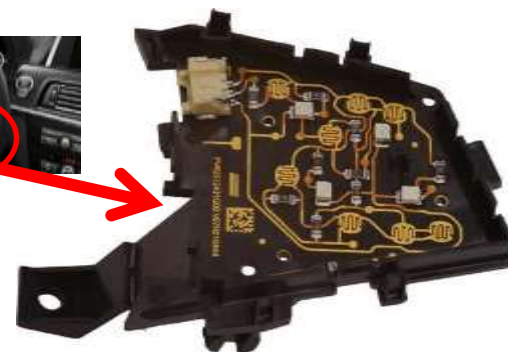
エビナ電化工業  
スマートフォンアンテナ



HTC J ISW13HT



BMW Z4 (E89)  
マルチファンクション  
ステアリング



- ✓ 立体的な構造により小型化・軽量化
- ✓ 空いたスペースを他の機能に活用
- ✓ 組立工数削減
- ✓ 自由度の高いデザインが可能

**MIDは**

**小型化・軽量化・省スペース化**

**に答える技術**

## 2. 技術シリーズ①

## MIDの製造方法

### SKW-L2工法 三共化成(株)と共同開発



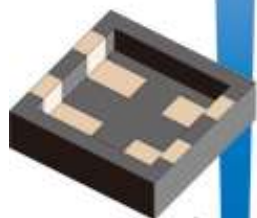
#### 成形加工工程

成形加工された樹脂部品の表面に、



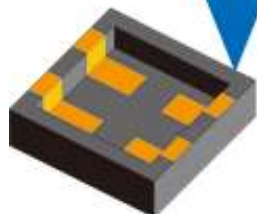
#### レーザー改質工程

レーザー光を照射して部分的に表面改質を施し、



#### 前処理工程

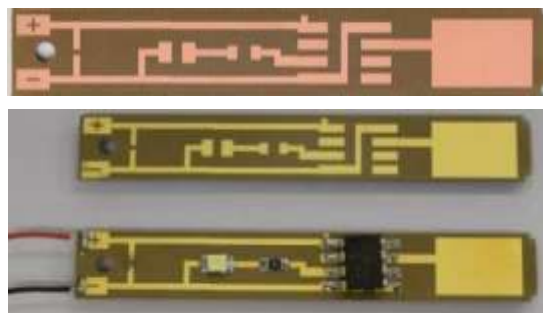
改質された部分に触媒を担持させて、



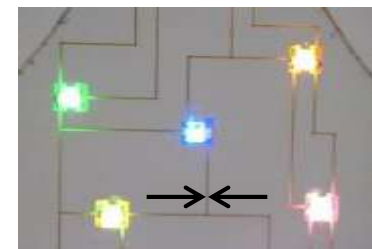
#### めっき工程

部分めっきによってパターン配線を形成する。

#### 【非めっきグレードPPS樹脂】

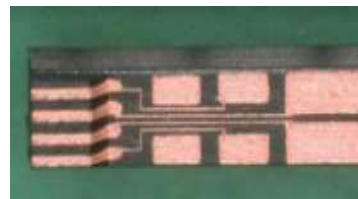


#### 【透明PC樹脂】



約120 μm

#### 【LCP樹脂】



L/S = 15 μm / 45 μm

#### 【PEEK樹脂】



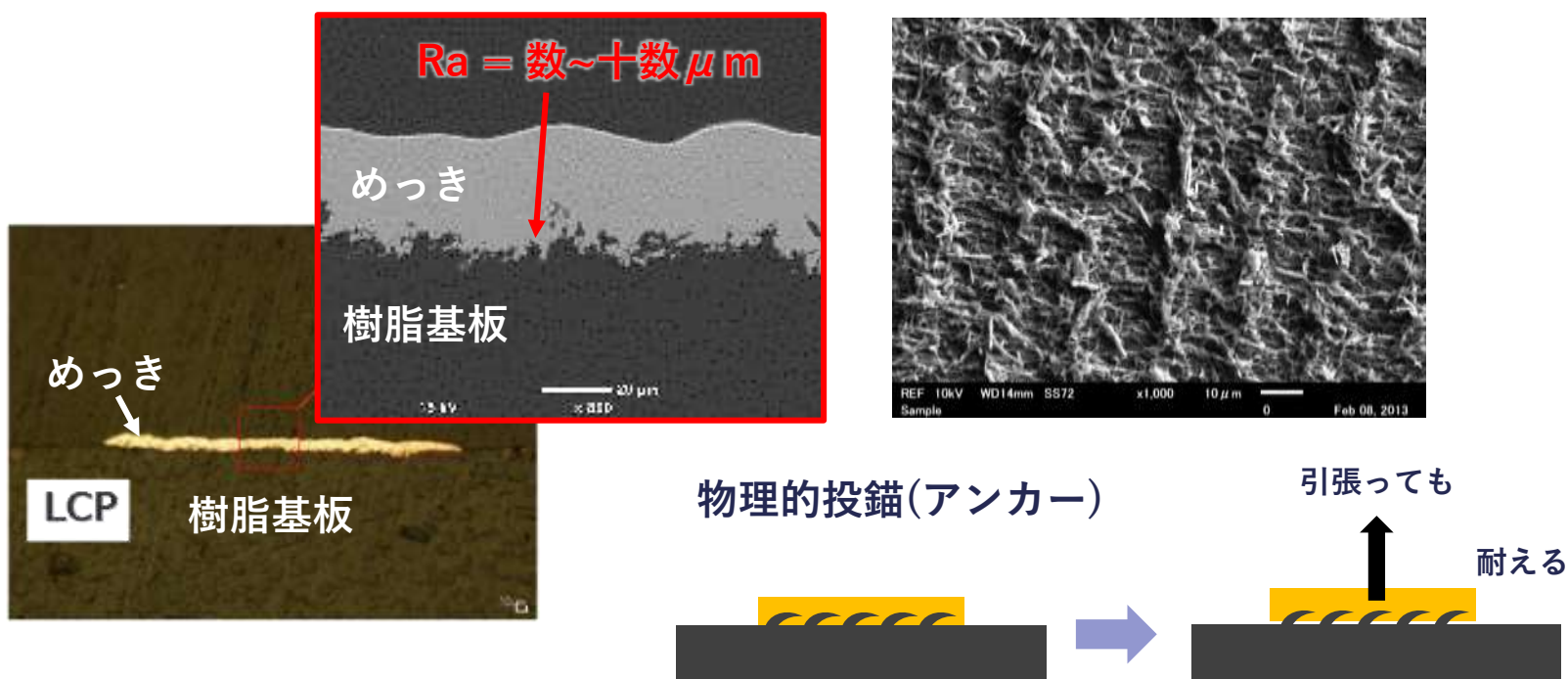
L/S = 10 μm / 30 μm



## 2. 技術シリーズ① SKW-L2工法によるMIDの表面粗さ

SKW-L2工法のめっき密着強度

LCP	PPA	PPS	PA9T
0.6 kN/m	0.8 kN/m	0.6 kN/m	1.1 kN/m

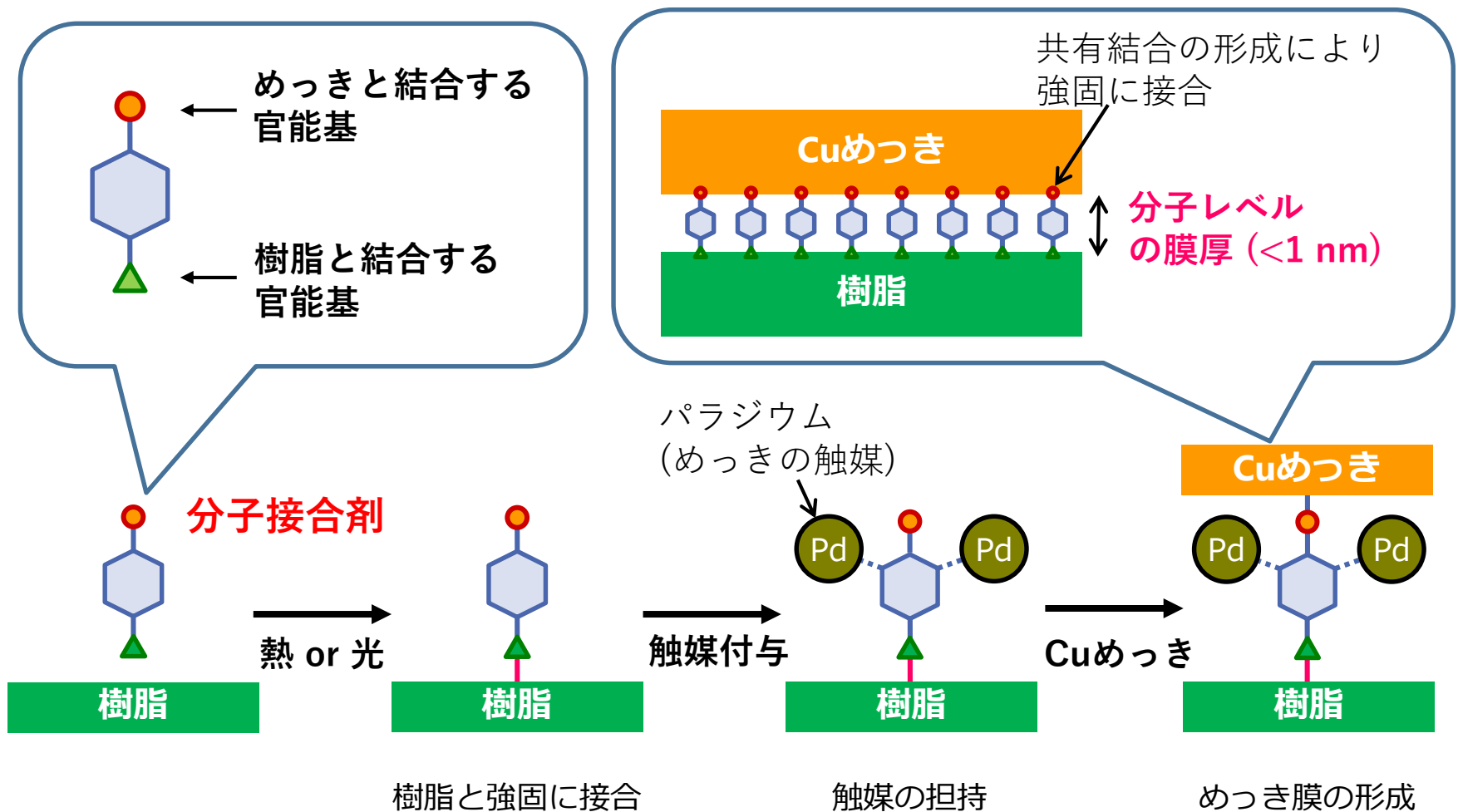


SKW-L2工法によるMIDのめっき密着メカニズムは、アンカー効果が支配的

→ 現状のままでは高周波用途に用いるのは難しい

## 2. 技術シリーズ②

## 分子接合技術



分子接合技術で

平滑面への配線形成

が可能



### 3. 研究のねらい

分子接合技術



MID



次世代MID

小型・省スペース化！

高周波対応！

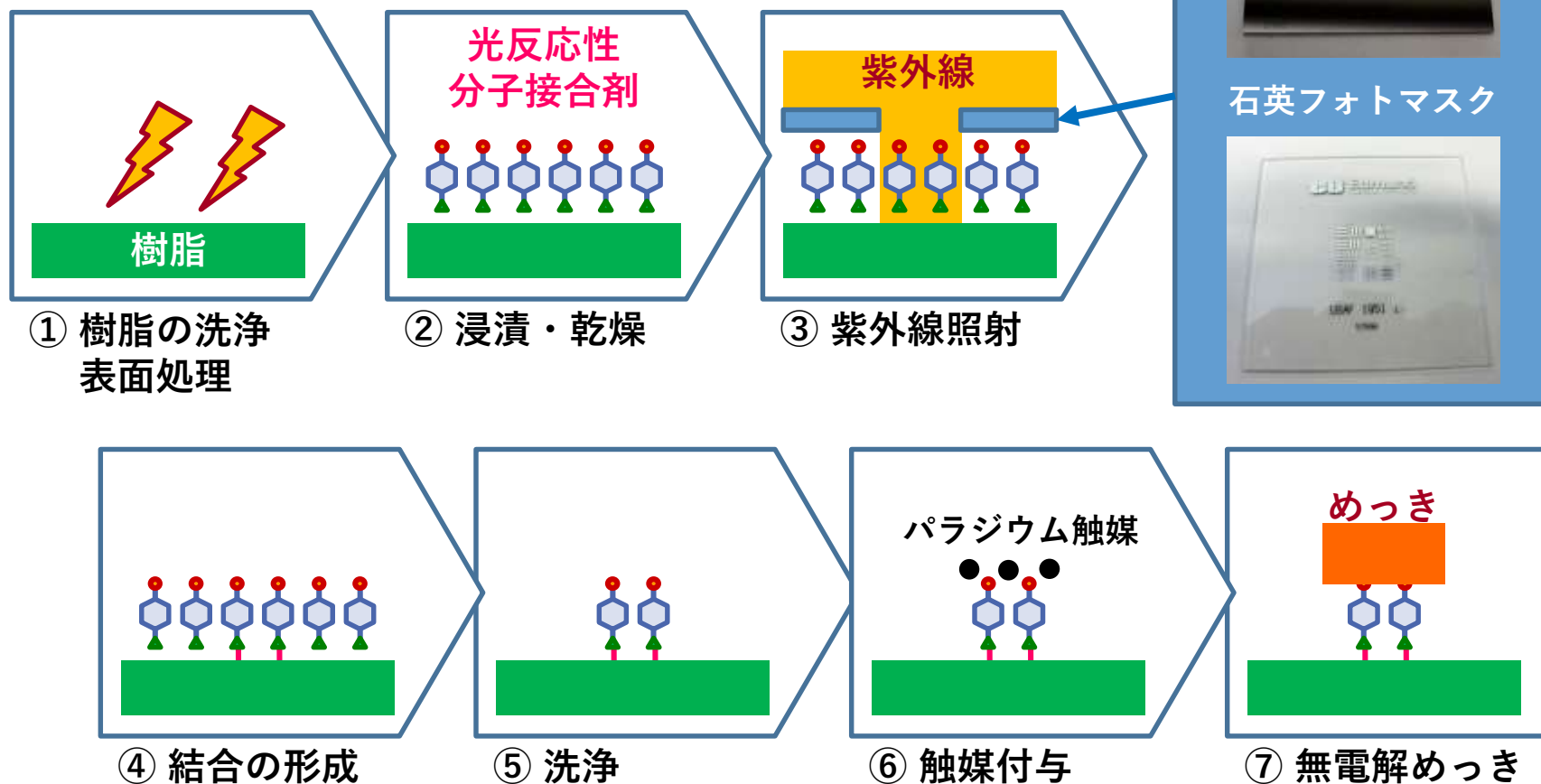
R2年度までの開発目標

平板試料へのめっきに対して、

- ① 表面粗さ **Ra 0.3  $\mu\text{m}$ 以下**
- ② 剥離強度 **0.5 kN/m以上**
- ③ **L/S = 50  $\mu\text{m}$ /100  $\mu\text{m}$ 以下**の微細配線パターン形成

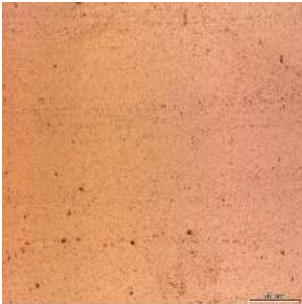
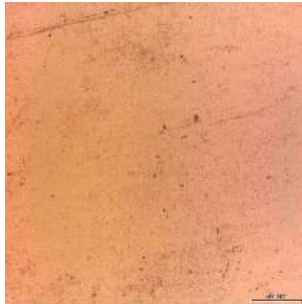

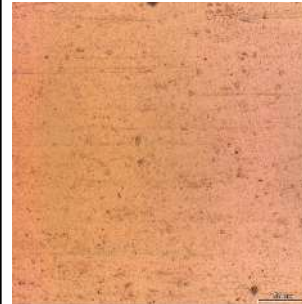
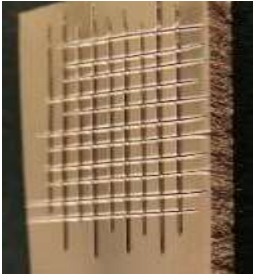
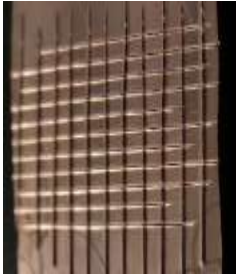
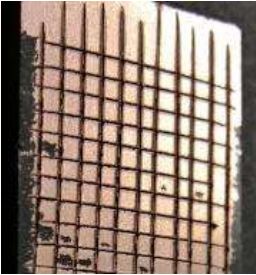
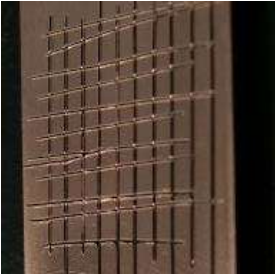
R3年度は立体成形体に対して、R4年度以降は事業化に向けて技術移転

# 4. 分子接合処理の手順



# 5. 実験結果

## 各種樹脂基板に対する全面めっき

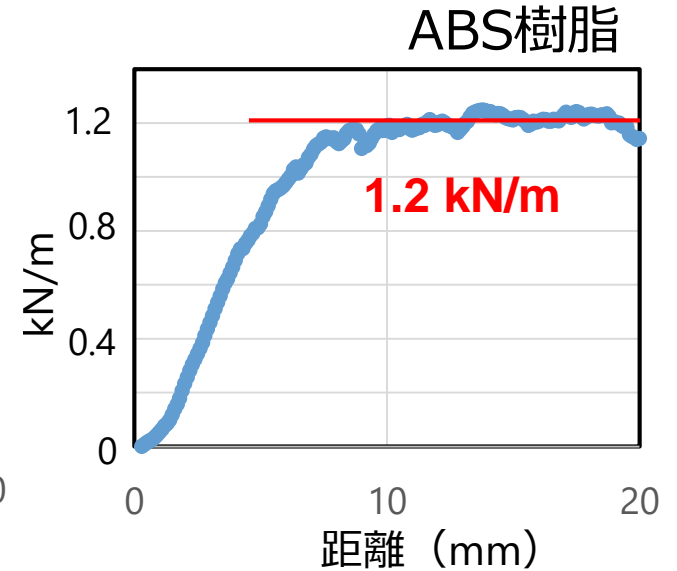
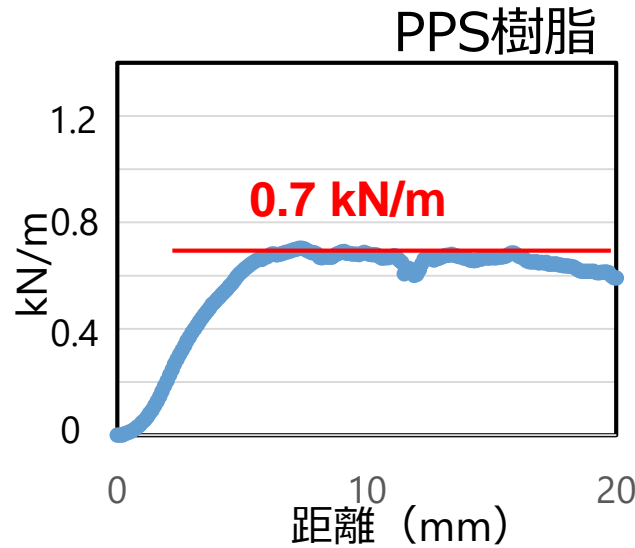
樹脂の種類	ABS	PP	LCP	PPS
表面の状態 (レーザ顕微鏡像) <b>100 <math>\mu\text{m}</math></b>				
表面粗さ Ra ( $\mu\text{m}$ )	0.03	0.07	0.16	0.13
クロスカット試験 の結果	 ○	 ○	 △	 ○

# 5. 実験結果

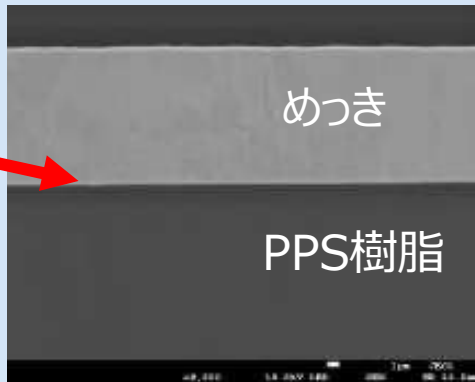
## 全面めっきの密着強度と表面粗さ



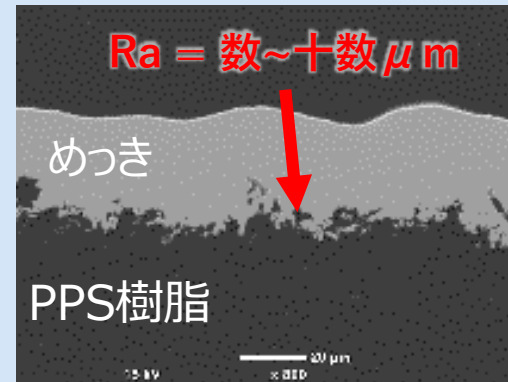
めっき密着性評価  
90° 剥離試験  
(JIS K 6854準拠)



Ra 0.13 $\mu$ m



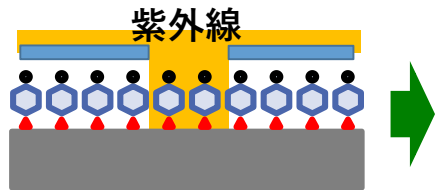
分子接合による平滑MIDの断面



従来のSKW-L2-MIDの断面

# 5. 実験結果

## 局所パターンめっき



紫外線照射された分子接合剤が樹脂基板と結合し、めっきされる

PPS樹脂

実測値: 28µm

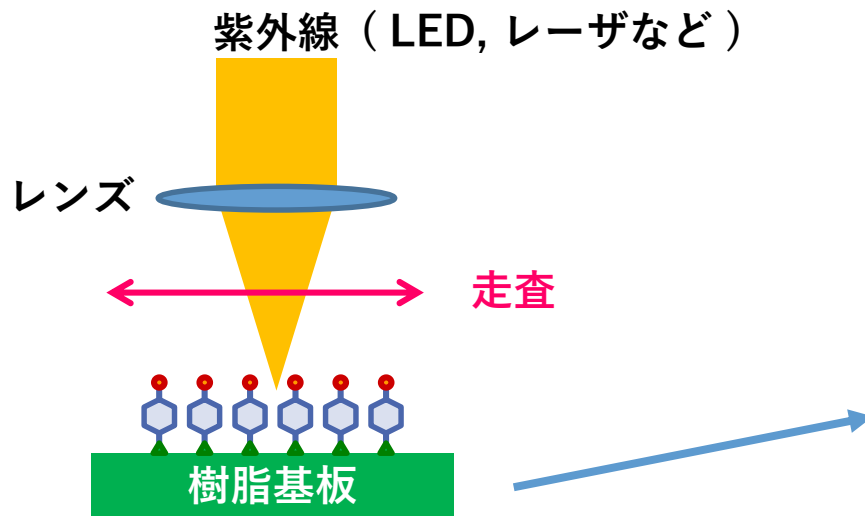
PPS樹脂

実測値: 26µm

## 6. 今後の計画

- ・ R3年度は立体成形体への回路パターンニングを目指す。

→ 立体物へはフォトマスクを密着させることができないため、  
レンズで絞った紫外光を走査して照射する**ダイレクトパターンニング**を試みる。



回転ステージにより  
試料の斜面に対応させる予定





## 7. まとめ

- 電子機器の省スペース化と高周波対応の両立を目指し、**分子接合技術を用いて次世代MIDの開発を進めている。**
- これまでに、各種樹脂平板試料へのめっきに対して、以下の目標を達成した。
  - ① 表面粗さ **Ra 0.3  $\mu\text{m}$ 以下**
  - ② 剥離強度 **0.5 kN/m以上**
  - ③ **L/S = 50  $\mu\text{m}$ /100  $\mu\text{m}$ 以下の微細配線パターン形成**
- R3年度は、立体成形体に対して**ダイレクトパターンニング**による回路パターン形成を目指す。