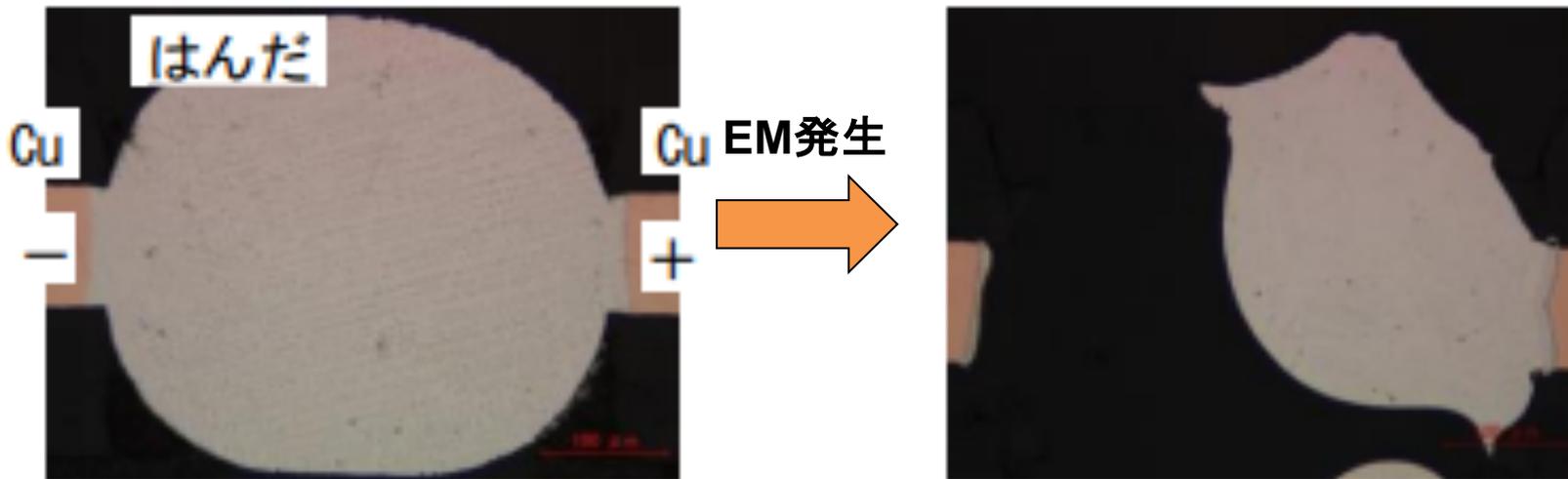


# はんだ部の溶断電流とその推定

－ EM(エレクトロマイグレーション)事前検討として－

# エレクトロマイグレーション ( Electro Migration )

電気伝導体の中で移動する電子と金属原子の間で運動量の交換が行われるために、原子が徐々に移動する ⇒ 材の形状に欠損が発生



回路の大電流化や高温動作化によりEMの影響が無視できなくなっている

EMが起きるかどうかの判断基準として温度と電流密度は重要  
(最近の経験からは : 150 °C , 5 kA / cm<sup>2</sup>以上)

- ・ 電流密度を高くするためには  
⇒① 接合面積を小さくする ② 電流を多く流す

### 問題点

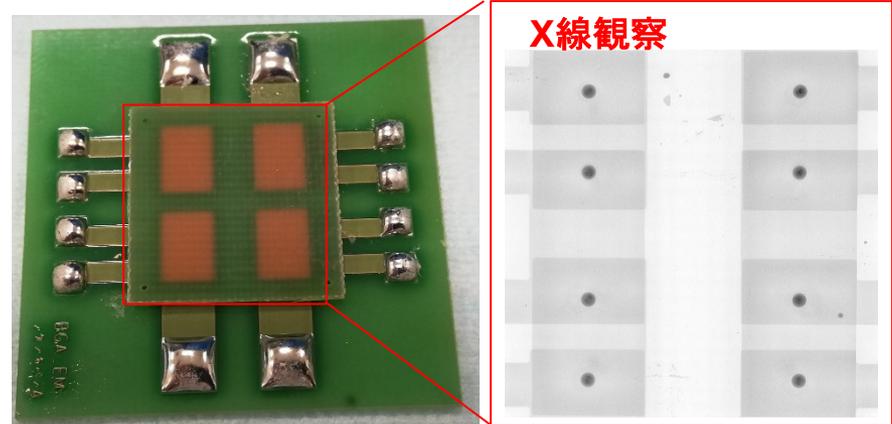
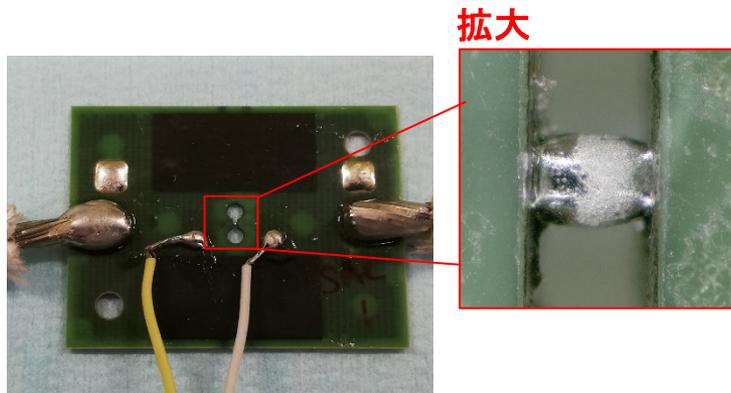
- ① サンプルを作りづらく、試験時に取り扱いにくい
- ② 発熱が大きくなりはんだが溶断する

試験条件の指標が不足している

## 目的

新型のEM試験基板を従来の基板と比較するとサンプル作製自由度が増したためこの問題について調査することが可能

- ・ 従来EM基板（左右をはんだ接続）
- ・ 新EM基板（上下基板をはんだ付け）



フェムトレザーで  
切り取り加工後はんだ付け

## 目的

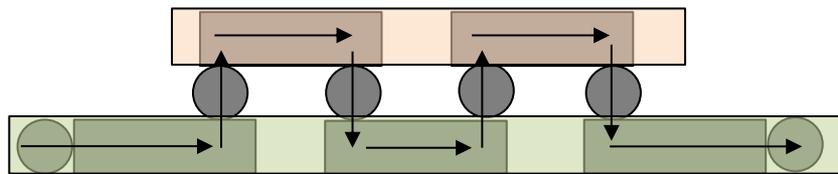
接合面積と溶断時の電流値の関係性を調査し、今後のサンプル作製に活用する。

## 実験概要

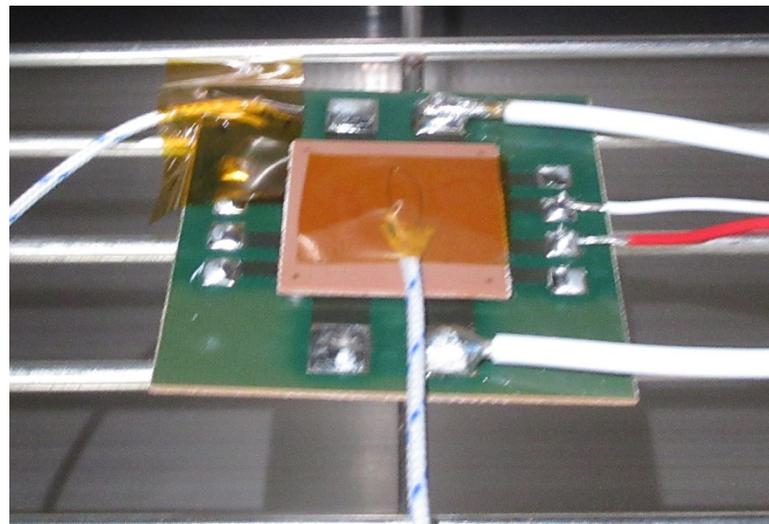
### パッド径と溶断電流値の調査

- ・  $\phi 0.2$ 、 $\phi 0.4$ 、 $\phi 0.6$ 、 $\phi 0.8$ 、 $\phi 1.0$ のパッド径でEMサンプルを作製
  - ・ 電流を少しずつ上げていき、 $220^{\circ}\text{C}$ （はんだの融点）となったときの電流値を溶断電流とする。
- ※溶断試験は室温で行った。

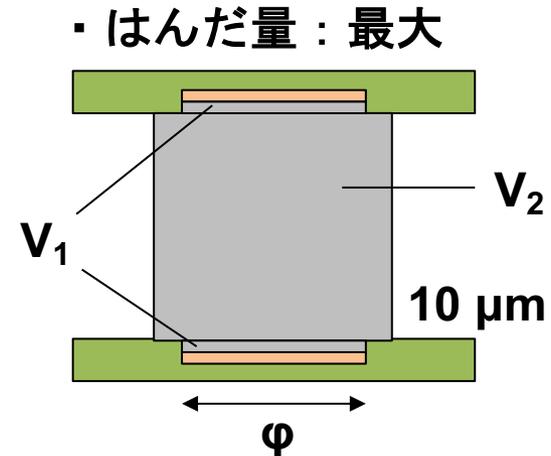
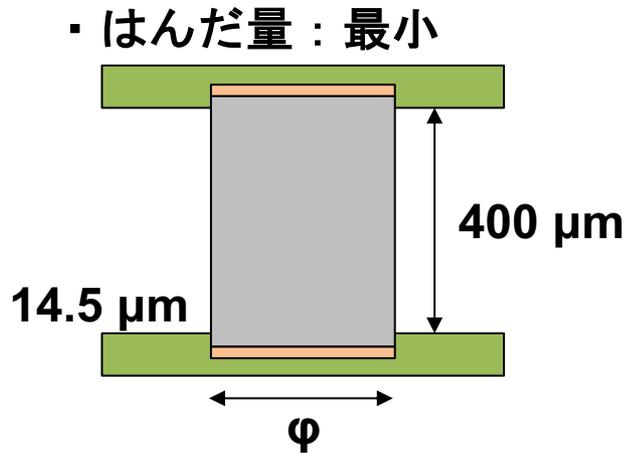
### 電流の向き



はんだ部の温度を確認



# サンプル作製時のはんだ量



はんだ狙い厚：400  $\mu\text{m}$

千住金属工業 はんだボール  
Sn -3.0 Ag- 0.5 Cu

直径 体積

0.1	0.000524
0.25	0.008181
0.3	0.014137
0.35	0.022449
0.4	0.335100
0.5	0.065450
0.6	0.113097

・ V min

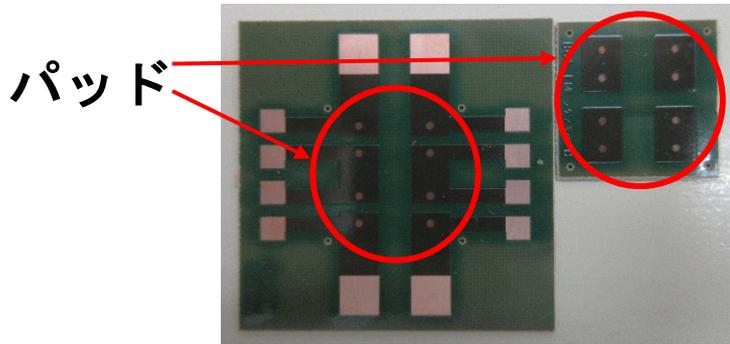
$\phi$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
S	0.031416	0.12566	0.28274	0.50265	0.78539
V	0.013509	0.054035	0.12158	0.21614	0.33772

・ V max

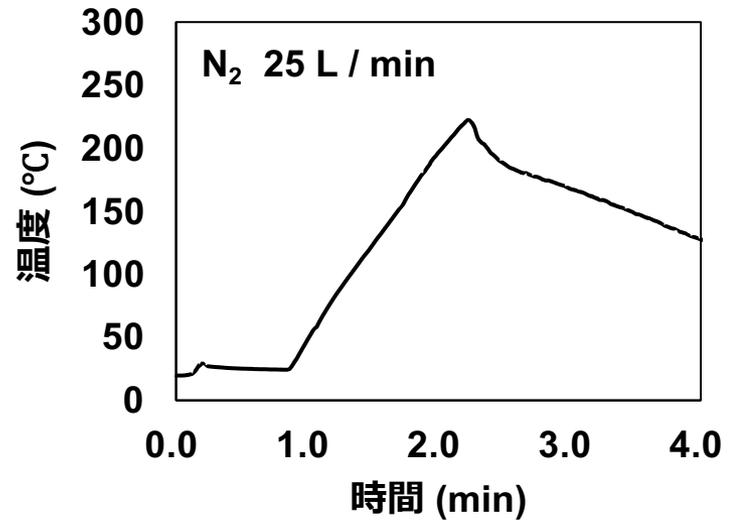
$\phi$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
S	0.031416	0.125664	0.28274	0.50266	0.7854
V1	0.000942	0.00377	0.00848	0.01508	0.02356
V2	0.015205	0.055418	0.12076	0.21124	0.32685
V	0.016148	0.059188	0.12925	0.22632	0.35041

# サンプル作製

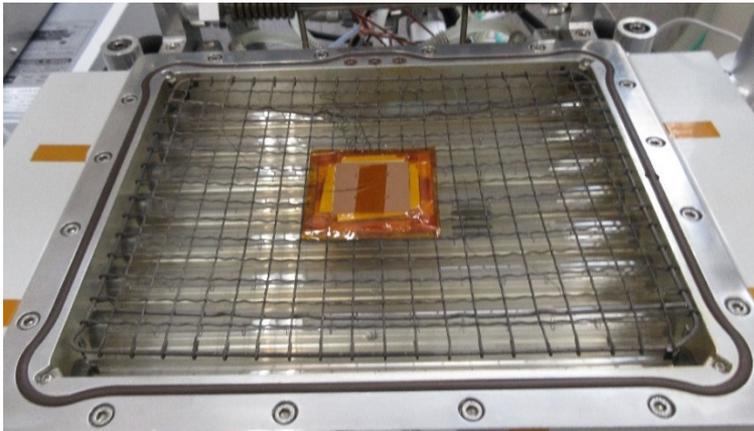
パッド径 (φ0.2, φ0.4, φ0.6, φ0.8,



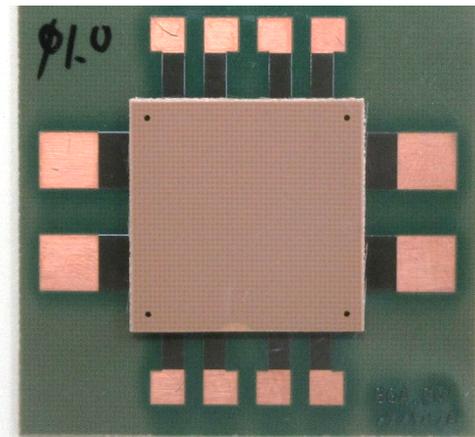
はんだ



リフローの様子



卓上型真空リフロー炉  
VSU2823pd



この後に配線用Cuパッドはんだ付け

# 測定機器



電源  
GWINstek PSW 30-72



デジタルマルチメータ  
KEITHLEY 2700

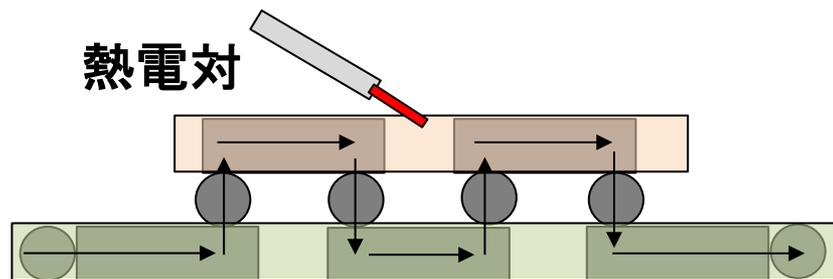


データロガー  
Midi LOGGER GL 800

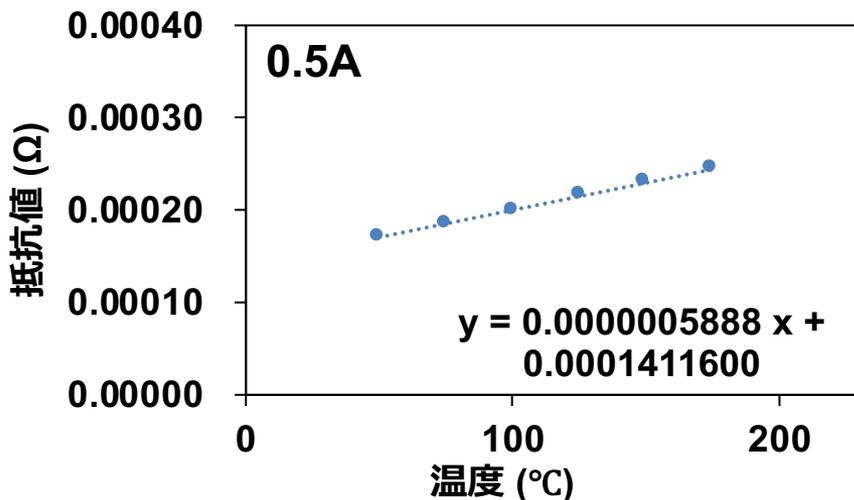
## 予備実験 ～ 温度特性評価～

温度特性評価 (はんだ部の温度を調べる)

- 50℃、75℃、100℃、125℃、150℃、175℃の恒温槽にサンプルを入れ、低電流を流しCu配線の抵抗値を測定 (測定サンプル: φ0.4)



実際のはんだ部の温度は不明 ⇒ 昨年の温度推定レポートを参考にした



$$y (\text{抵抗値}) = 0.0000005888x (\text{温度}) + 0.0001411600$$
$$\Rightarrow \text{温度} = (\text{抵抗値} - 0.0001411600) / 0.0000005888$$

溶断試験により得られた電圧と印加電流から抵抗値を求める。

上記の式に当てはめて温度へ変換可能

## 実験結果の予想 ～溶断試験～

パッド径を変えることで、はんだの融点に到達可能な溶断電流値はどのように変化するか

$$R = \rho \frac{l}{S}$$



$$V = IR$$



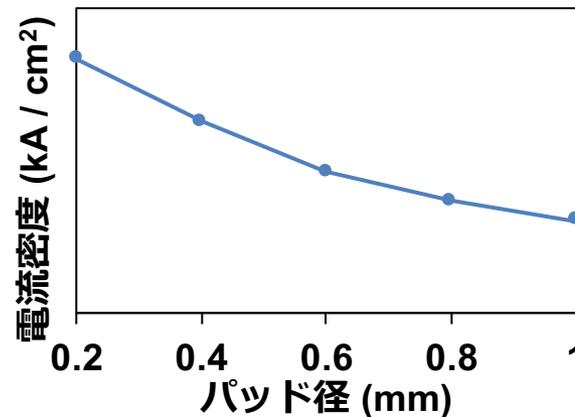
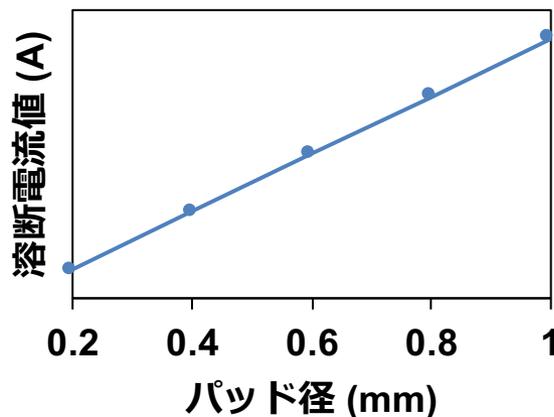
$$Q = IVt$$

パッド径が大きくなる  
⇒ 抵抗値が小さくなる

抵抗値が小さくなる  
⇒ 電圧が小さくなる

電圧が小さくなる  
⇒ 熱量が減少する

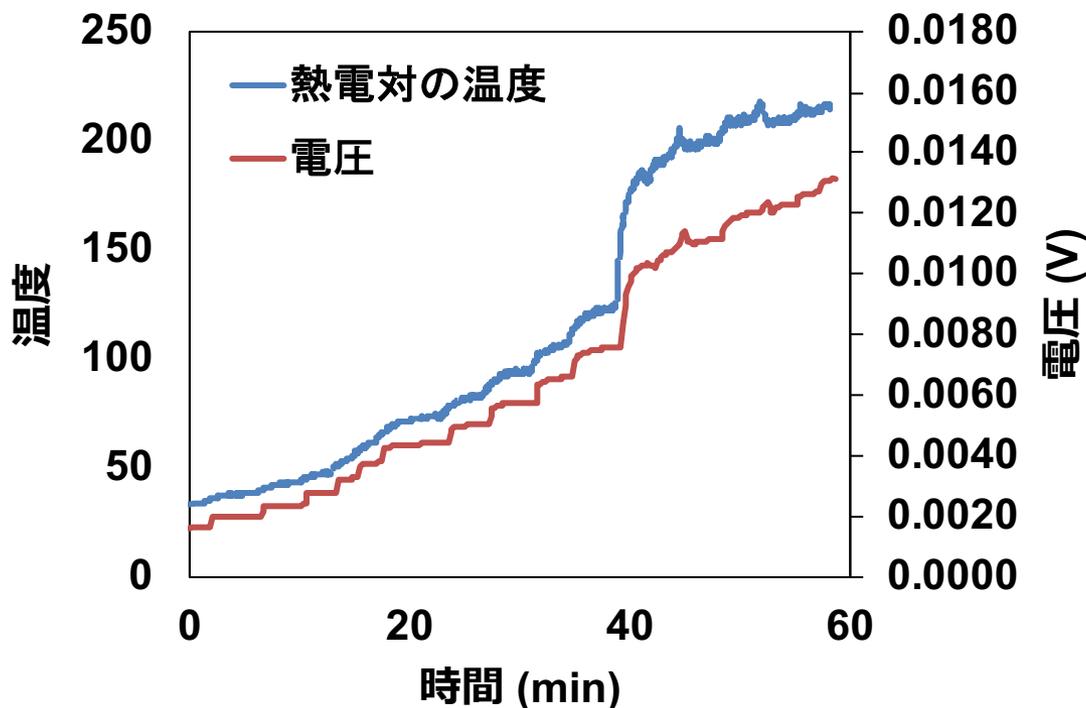
はんだの融点である220°Cに到達するための印加電流値が大きくなる



**溶断電流値が増大 電流密度が減少する傾向になると予想**

# 実験結果 ～ 溶断試験～

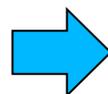
例) パッド径  $\phi 0.4$  mm 10Aから2A刻みで電流を印加



電圧値からの推定温度

電流	温度
10	32.32
12	40.77
14	49.9
16	57.82
18	68.27
20	81.77
22	101
24	116.9
26	137.3
28	159.9
30	187.8
32	305.1

32Aの電流を印加した際に  
急激な温度変化

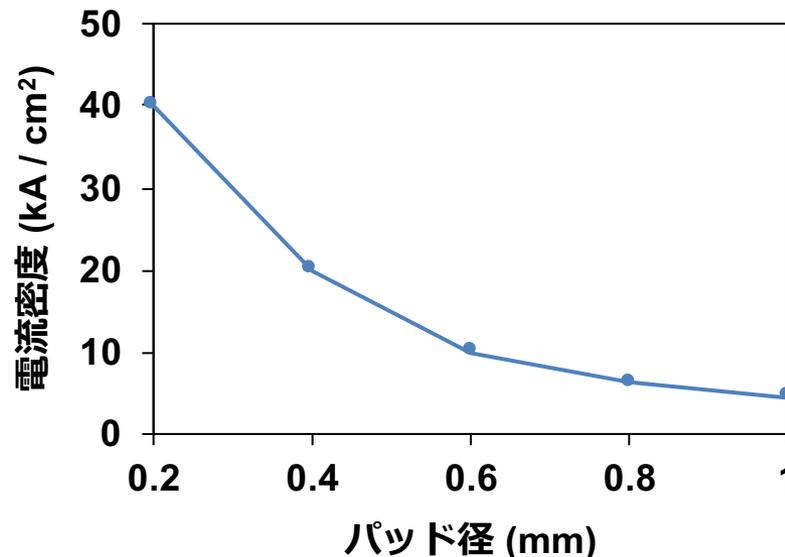
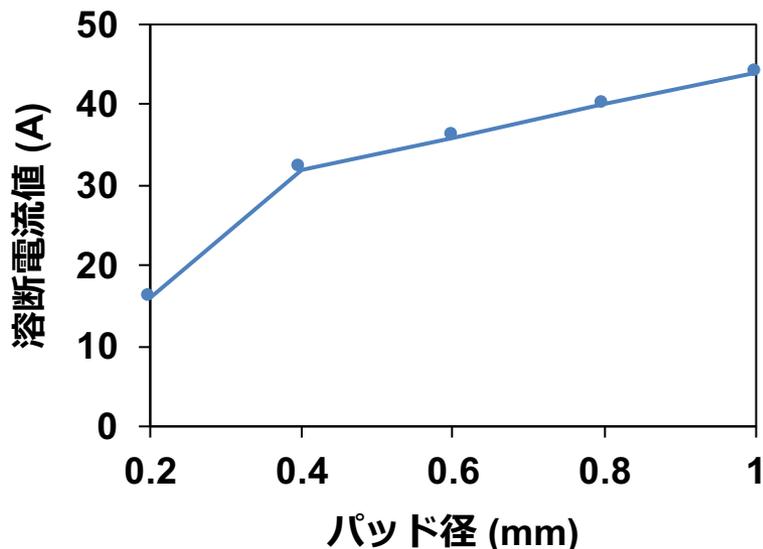


液相温度(220°C)で  
はんだが溶融し抵抗値が上昇

この時の電流を**溶断電流値**とする

# 実験結果 ～ 溶断試験～

## 各パッド径におけるはんだの溶断電流値と電流密度

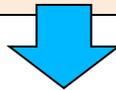


パッド径 (mm)	溶断電流値(A)	電流密度 (kA/cm <sup>2</sup> )
0.2	16	40
0.4	32	20
0.6	36	10
0.8	40	6.25
1.0	44	4.4

- ・パッド径が大きくなるほど溶断電流値が増加、電流密度は減少
- ・パッド径1.0 mmでは電流密度<5 kA / cm<sup>2</sup>で溶断する
- ・パッド径0.2 mmだけ他と相関性のない結果となっている

### まとめ

- ・ パッド径が大きくなるほど溶断電流値が増加、電流密度は減少
- ・ パッド径1.0 mmでは、150℃でのEM発生の目安にしている電流密度 5 kA / cm<sup>2</sup>まで上げることができない。



接合面積と溶断時の電流値の関係性を確認した

### 今後の課題

- ・ パッド径0.2mm の相関性についての追究  
(パッド径0.1, 0.3mmの溶断電流値を明らかにする)
- ・ 再現性確認