

EM試験におけるはんだ接合部温度の推定

EM : エレクトロマイグレーション

EM(エレクトロマイグレーション)試験

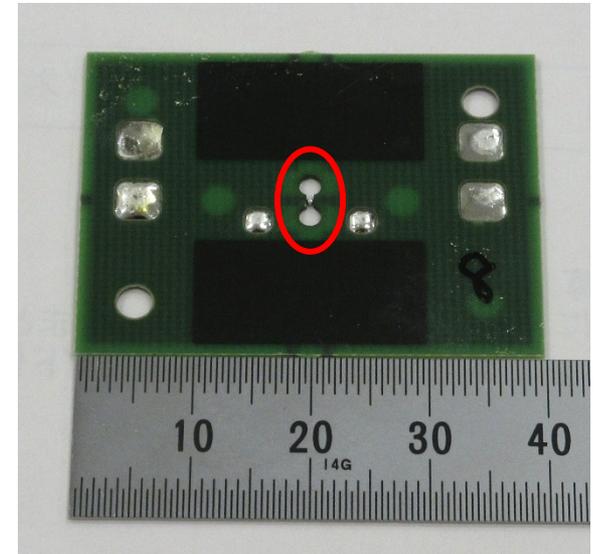
はんだ接合部の温度を測定したい

はんだ接合部の温度は断線寿命にかかわる重要な要素

課題

- はんだが小さい($\Phi 0.3 \sim 0.6$)ので熱電対をつけることが難しい
- 熱電対による放熱や電流変化など影響を受ける

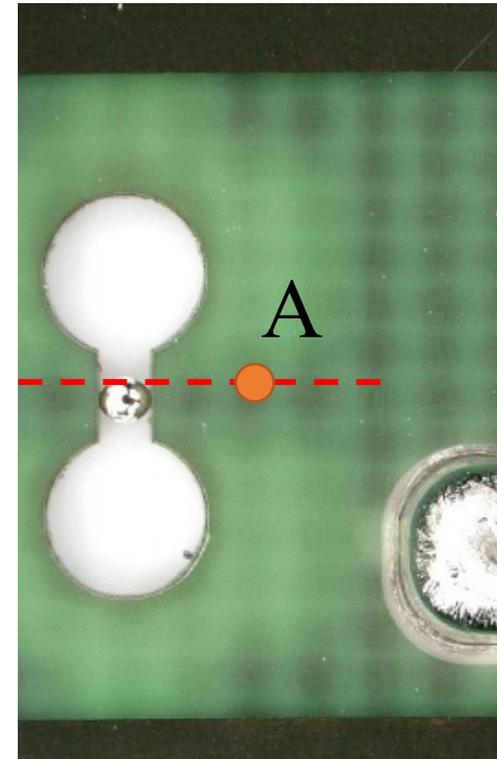
様々な文献で検討されているが、最適と言える方法は見つかっていない



目的

- ・ これまでは、「はんだ接合部付近の基板上の温度」を測定して「はんだ接合部の温度」とみなしていた。

→より質の高い結果・報告を行うためには
基板内部にある実際のはんだ接合部の温度を
測定、計算していく必要がある



**基板上の温度から基板内部のはんだ接合部の温度を
簡易的な計算で求めることを目的とした**

サーモグラフィー測定



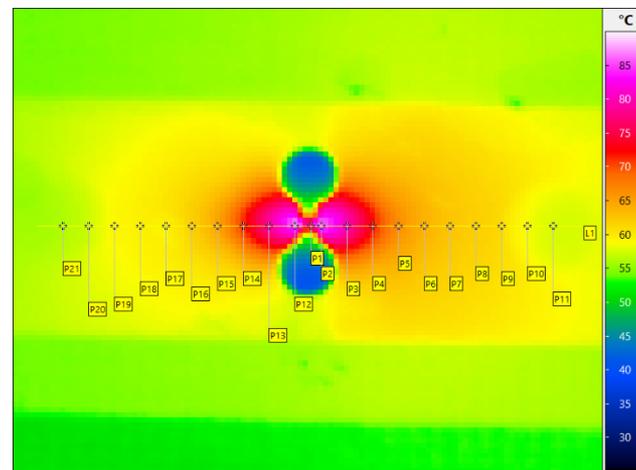
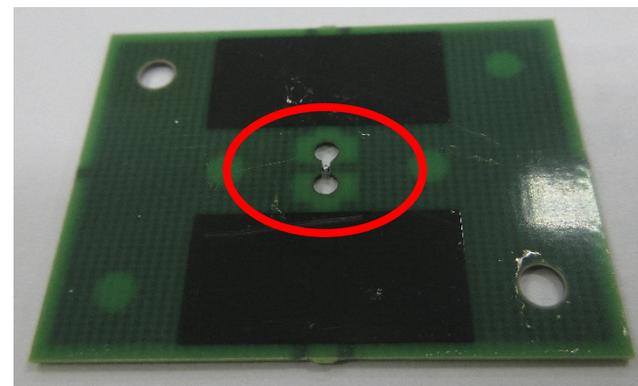
日本アビオクス社 InfReC H9000

実験条件

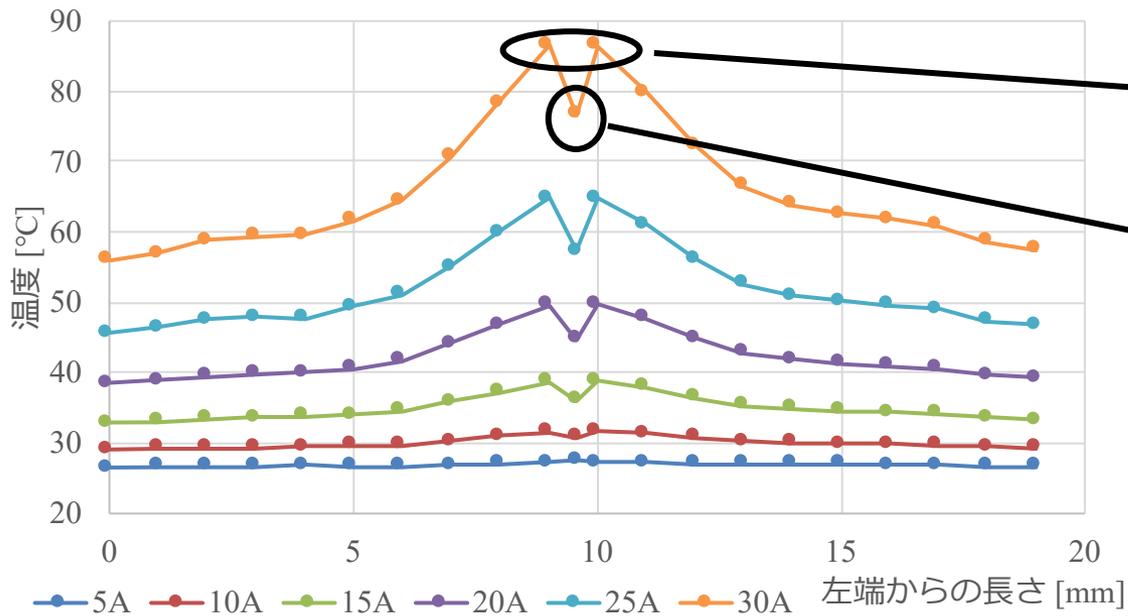
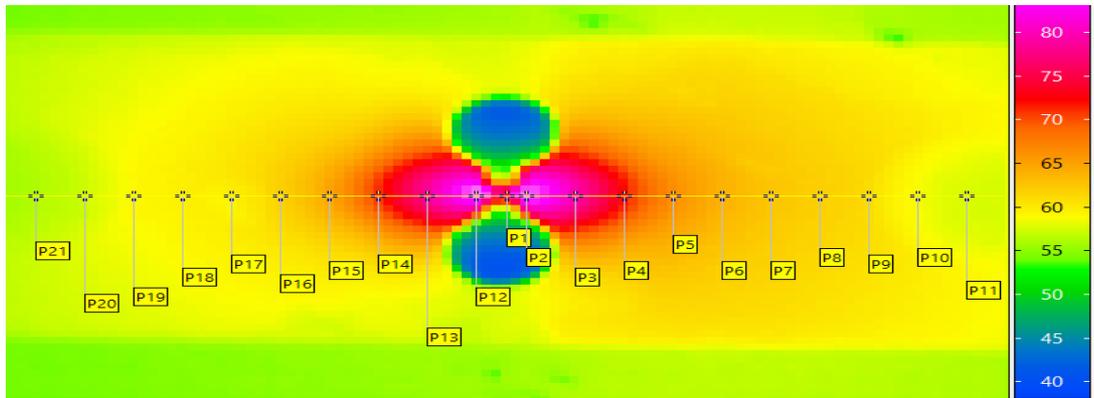
電流：5、10、15、20、25、30

測定点：1 mm間隔、21点

分解能：0.2 mm



サーモグラフィー測定結果

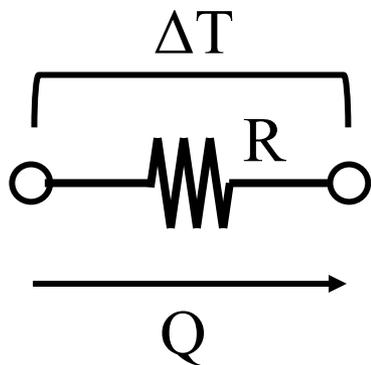


はんだ接合部の基板表面温度

はんだボール部
カプトンテープが貼られておらず、かつ空気層があるため温度が下がって見える

発熱部からの温度変化を測定した

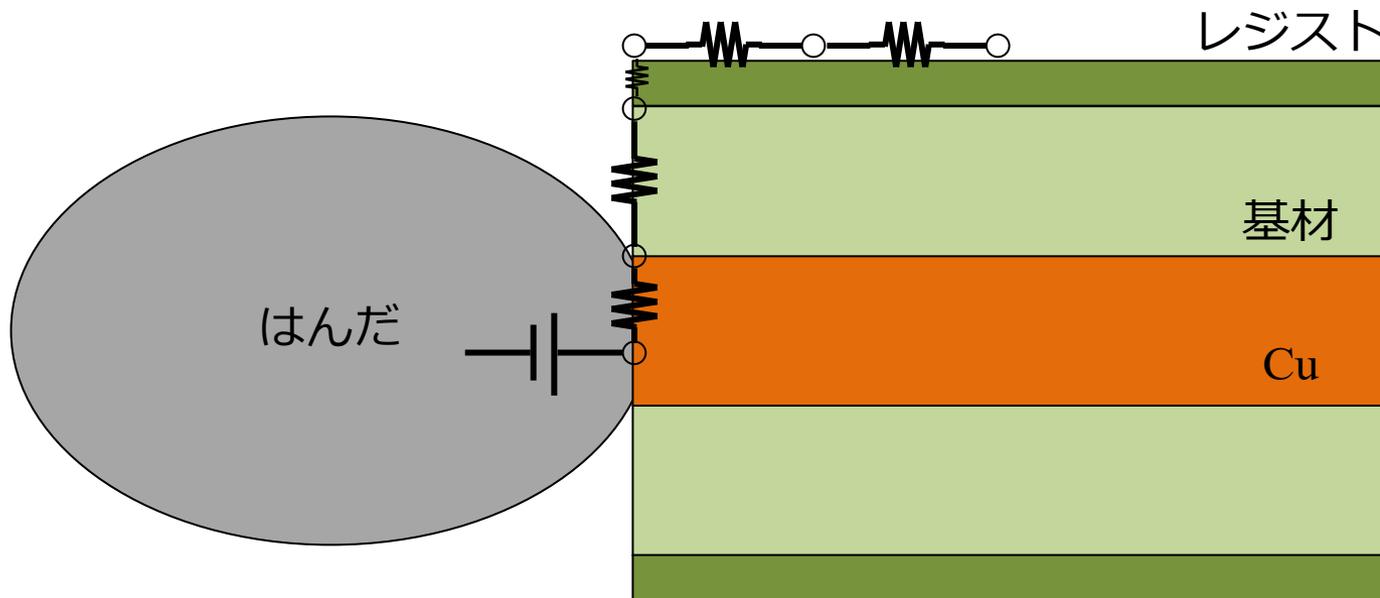
熱回路網法



$$\Delta T = RQ$$

ΔT : 温度差
 R : 熱抵抗
 Q : 熱流

熱回路でもオームの法則が成り立つ
二つの要素がわかっていればあと一つが算出できる



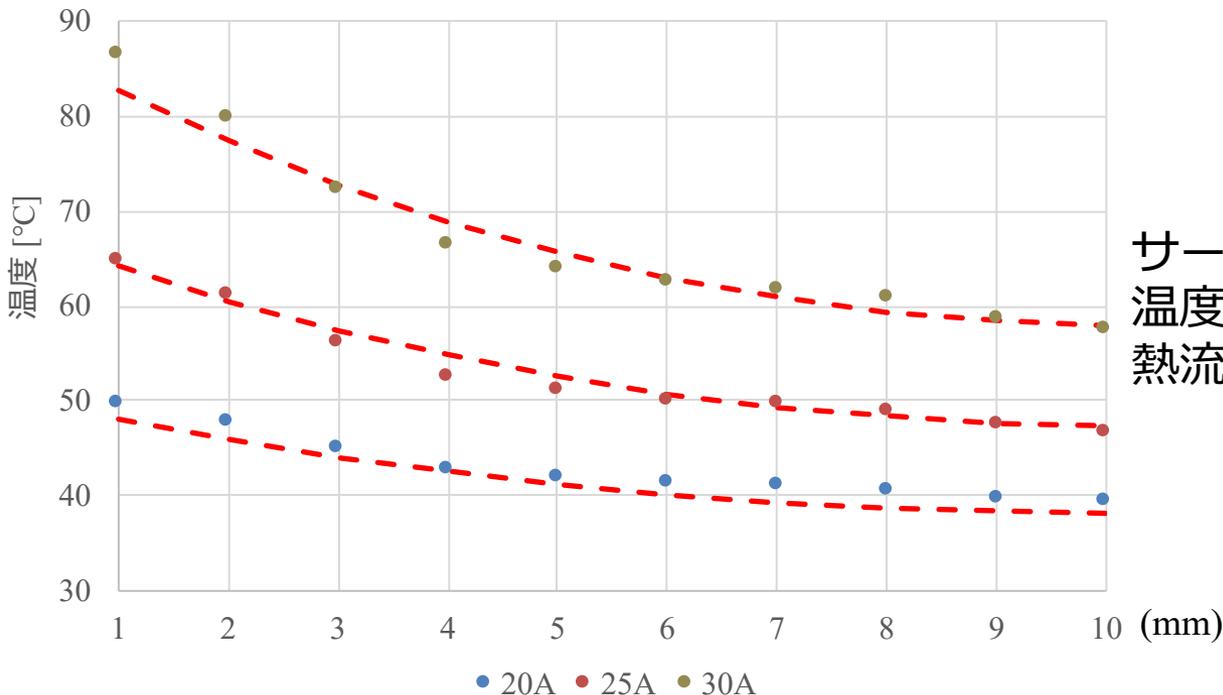
熱抵抗
レジスト : 5
基材 : 2.08
Cu : 0.00248
[mK/W]

基板断面

熱流の計算

- ・サーモグラフィー測定の結果よりレジスト表面の温度差 ΔT がわかっている
 - ・熱抵抗 R は理論値がわかっている
- ⇒ 熱流 Q が算出できる

$$\Delta T = RQ$$



サーモグラフィー測定で得られた温度に合うように近似式を書き、熱流を算出した

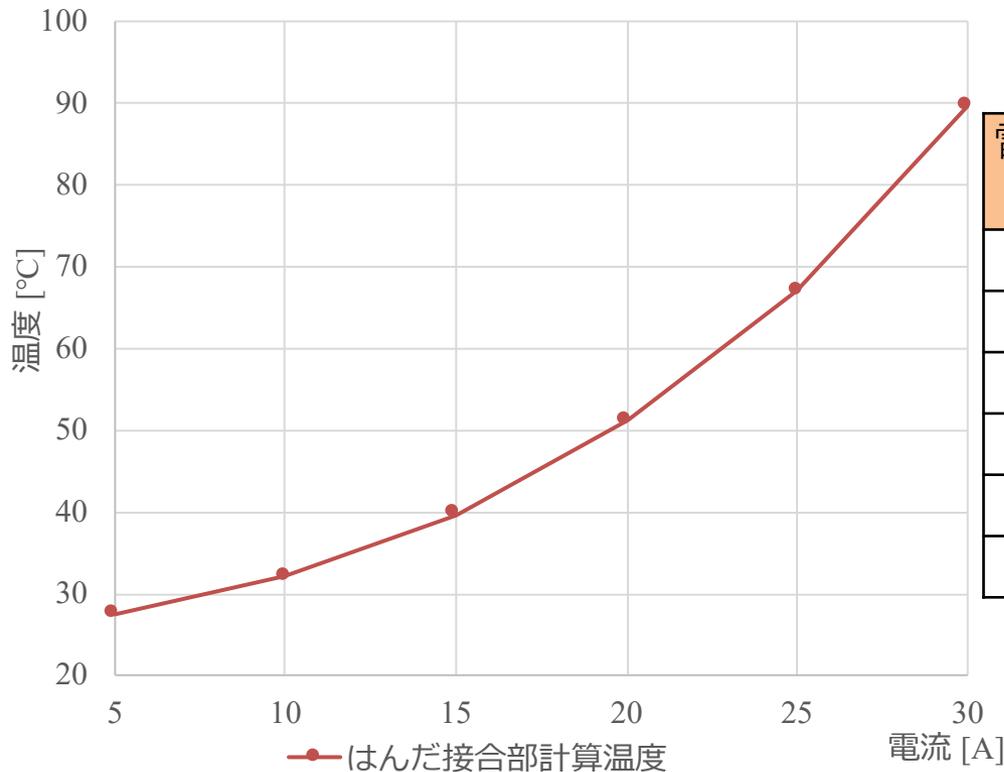
温度差の計算

- ・ 熱流がわかっている
- ・ 熱抵抗Rは理論値がわかっている



表面とはんだ接合部の
温度差を算出できる

$$\Delta T = RQ$$

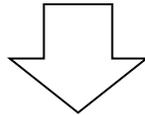


電流値 [A]	はんだ接合部表面温度 [°C]	温度差 [°C]	はんだ接合部計算温度 [°C]
5	27.32	0.13	27.4
10	31.72	0.39	32.1
15	38.89	0.78	39.7
20	49.76	1.29	51.1
25	64.84	2.20	67.0
30	86.41	3.23	89.6

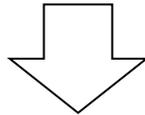
確認実験：概要

算出した温度の妥当性を確認するために抵抗値の温度特性よりはんだ部の温度を算出し比較する

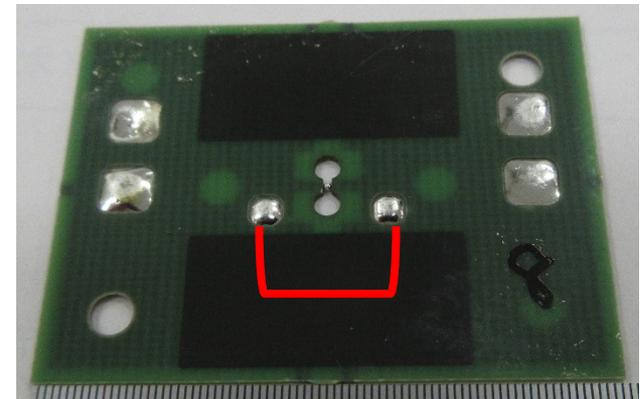
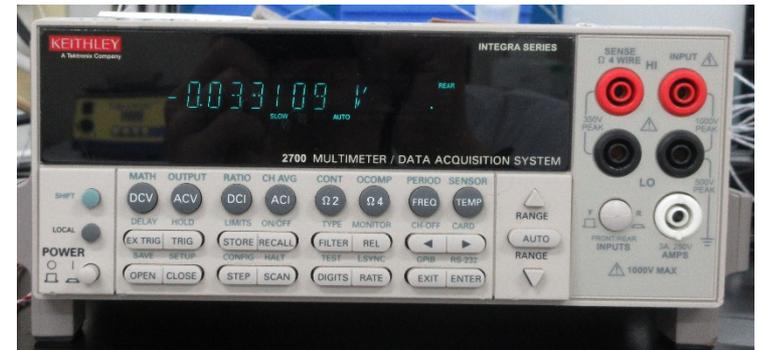
恒温槽で温度を変化させながら
はんだ部の電圧値を測定する



抵抗値と温度の関係式を算出

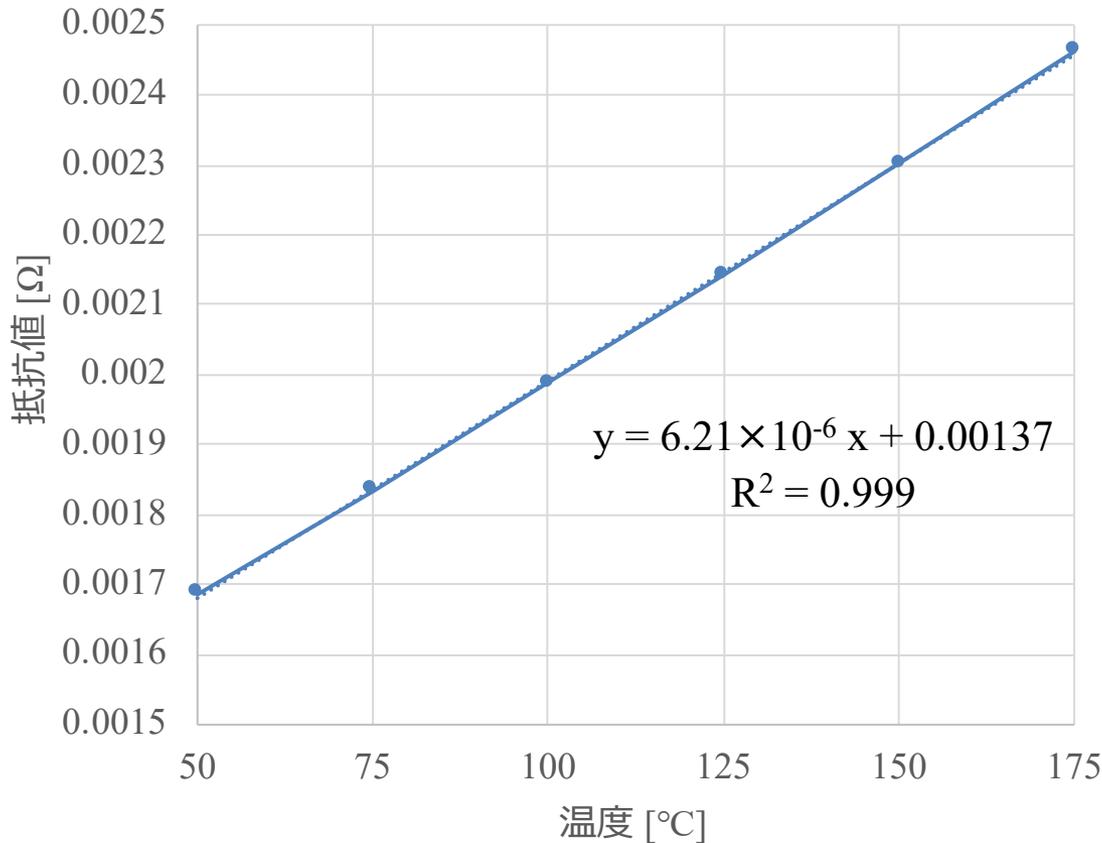


各電流値で通電した際の
はんだ部温度を算出



測定箇所

確認実験：結果



実験条件

温度：50、75、100、
125、150、175°C
電流値：0.5 A

温度[°C]	電流値[A]	抵抗[Ω]
50	0.000843	0.00169
75	0.000918	0.00184
100	0.000993	0.00199
125	0.001071	0.00214
150	0.001151	0.00230
175	0.001231	0.00246

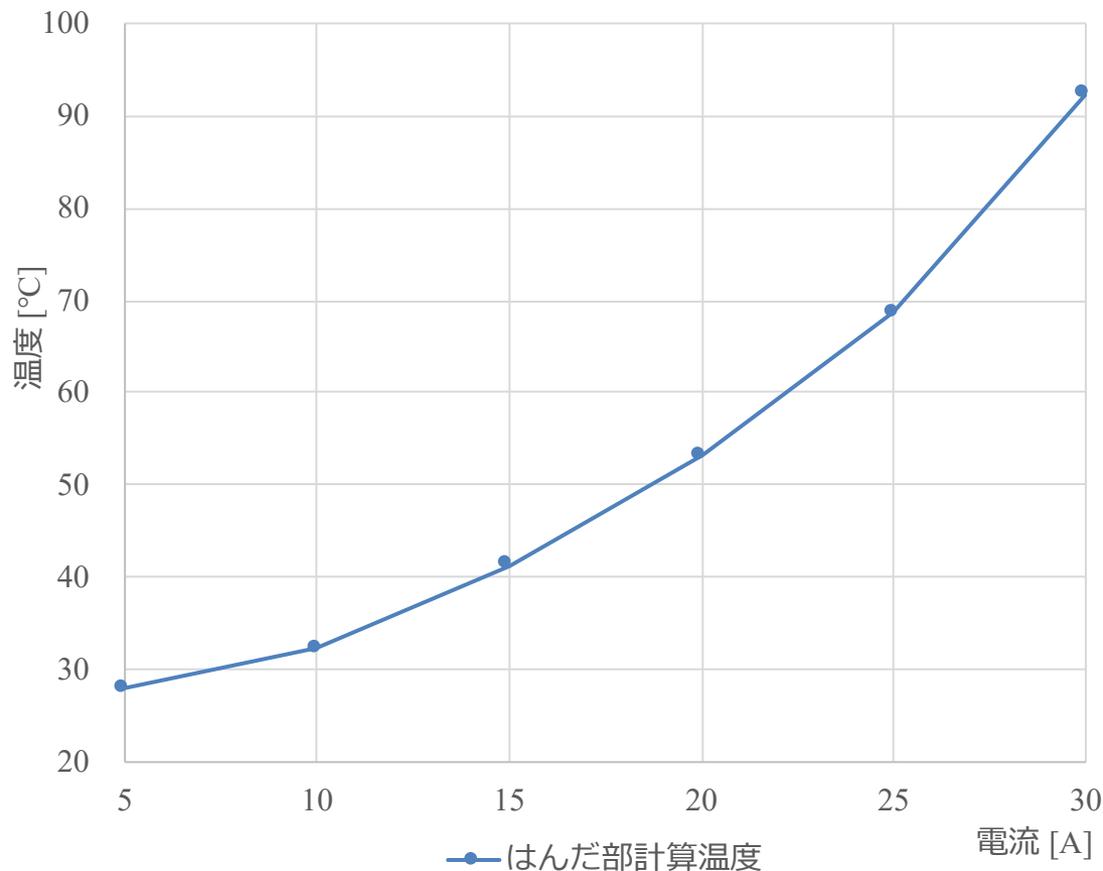
$y = 6.21 \times 10^{-6} x + 0.00137$ の式を用いることで抵抗値からはんだ部の温度を算出することが出来る

確認実験：はんだ部温度算出

実験条件

温度：25°C

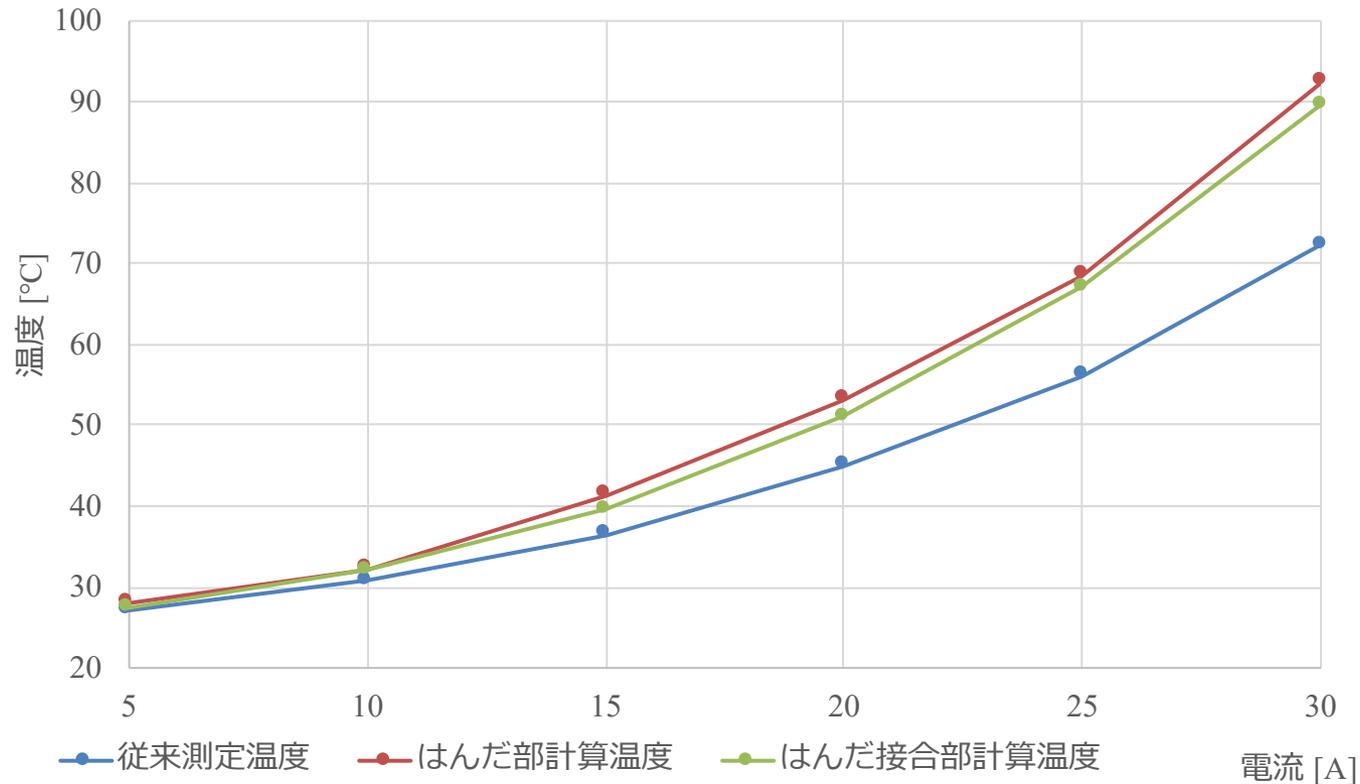
電流値：5、10、15、20
25、30 A



電流値 [A]	電圧値 [V]	抵抗値 [Ω]	計算温度 [°C]
5	0.0077	0.00154	28.0
10	0.0157	0.00157	32.2
15	0.0244	0.00163	41.3
20	0.0340	0.00170	53.1
25	0.0449	0.00180	68.6
30	0.0583	0.00194	92.3

各電流をかけたときの電圧を測定し、抵抗値に変換し温度を算出した

確認実験との比較



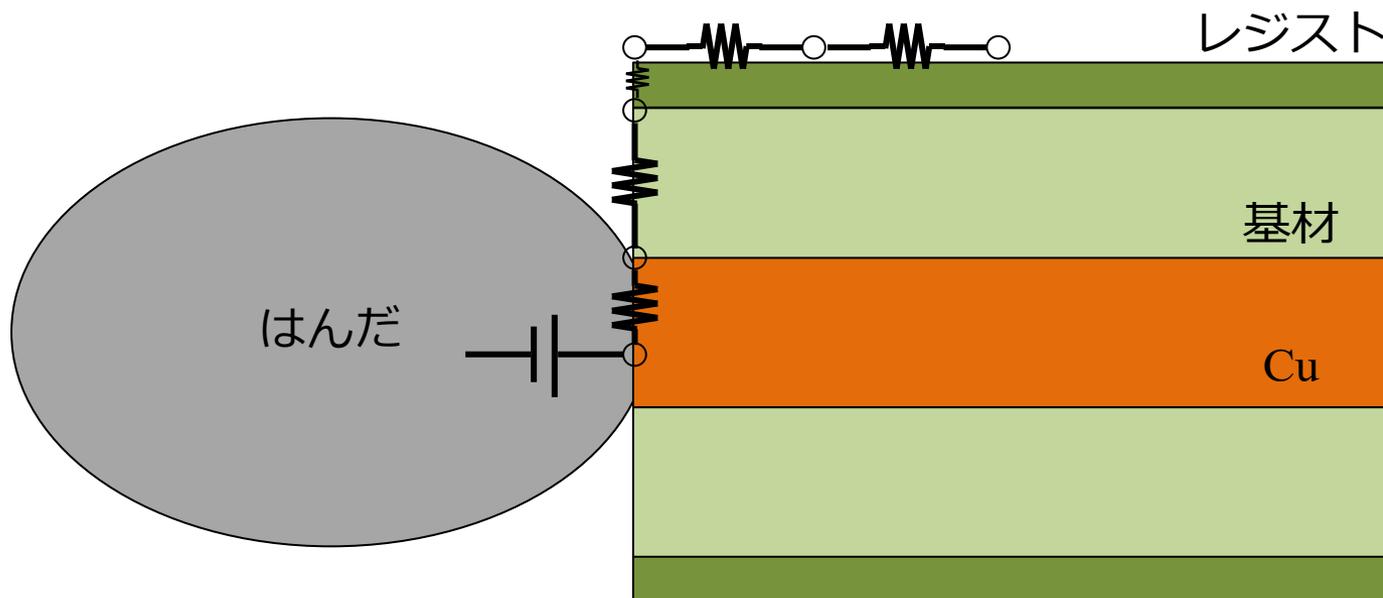
- 熱回路網法で算出したはんだ接合部の温度と、抵抗値の温度特性から算出したはんだ部の温度が近い値になっているのでこれらの温度は妥当なものと思われる。
- 従来の方法で測定した温度は低く出てしまうので補正する必要がある

まとめ

- 熱回路網法によってはんだ接合部の温度を算出することが出来た。
- はんだ部の温度と比較して近い値だったことから算出されたはんだ接合部の温度は妥当なものと考えられる。

今後の課題

- ・今回は簡易的に計算するためモデルを一次元にしたが、より精度を上げていくために二次元、三次元のモデルで計算する必要がある。
- ・従来の方法で測定した温度を補正する検討をする必要がある。



クオルテック
「受託研究」ページ

クオルテック
「お問い合わせ」