

# Comparison Evaluation of Bipolar Junction Transistors

CONFIDENTIAL



## はじめに



**KETI (韓国電子検査院) は、韓国政府支援により韓国電子部品・製品の発展のためその研究開発支援/部品評価支援を行う独立行政機関です。弊社 (J-chip) とは、2008年に業務提携を行っています。**

**今回の対象でありますバイポーラトランジスタ試験につきましては、下記の取り決めにより実施しております。**

- ・試験対象部品メーカーの中に韓国メーカーを含む事**
- ・試験方法については、KETI/J-chip双方にて協議する事**
- ・試験方法はブライド方式とする事 (公平性を維持するため)**
- ・KETIでは、試験実施/データ提供のみとする (考察は各自で実施する)**

**従いまして、報告文面途中にて弊社 (J-chip) の判定/コメントを加筆しています。ご理解の程宜しくお願ひします。**

# Table of Contents

**I. Introduction**

**II. Electrical properties**

**III. X-ray analyses**

**IV. Decapsulation analyses**

**V. Environmental tests**



# I. Introduction

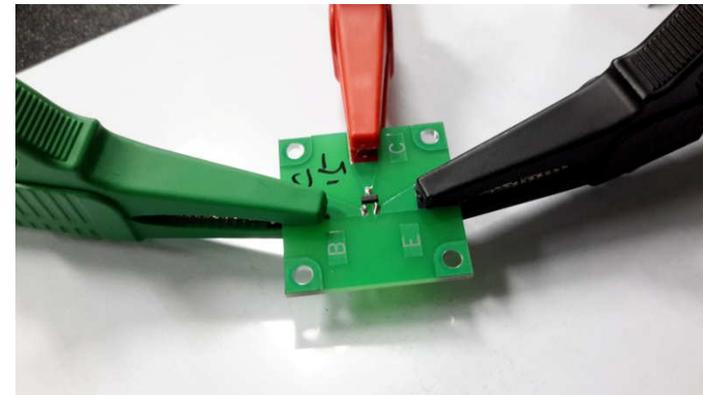


## Introduction

- **Specimen:** Bipolar Junction Transistor
- **Test:**
  - Electrical property measurements
  - Decapsulation analyses
- **Test term:** 2014. 12. 01 ~ 2105. 2. 16
- **Test environment:** (25 ± 5) °C, Below 75% room humidity
- **Test apparatuses:**
  - Curve tracer (CS-3300, IWATSU, Japan)
  - Decapsulation station (MD 2006A, MI Semiconductor, Korea)
  - Scanning electron microscopy (Quanta 3D DualBeam, FEI, Netherland)
  - Temperature and humidity environmental test chamver (Excal 5425H, Climates, France)
  - Solderability tester (6 sigma, Robotic Process System, USA)
- **Etc:** Blind test
- **Contact:** Lee, Ju Ho ☎ +82-31-789-7282 / [leejuho@keti.re.kr](mailto:leejuho@keti.re.kr)

# Introduction

- Test apparatuses:
  - Curve tracer (CS-3300, IWATSU, Japan)



## Introduction

- **Test apparatuses:**
  - Decapsulation station (MD 2006A, MI Semiconductor, Korea)



## Introduction

- **Test apparatuses:**
  - Scanning electron microscopy (Quanta 3D DualBeam, FEI, Netherland)



## Introduction

- **Test apparatuses:**
  - Temperature and humidity environmental test chamber (Excal 5425H, Climates, France)



## Introduction

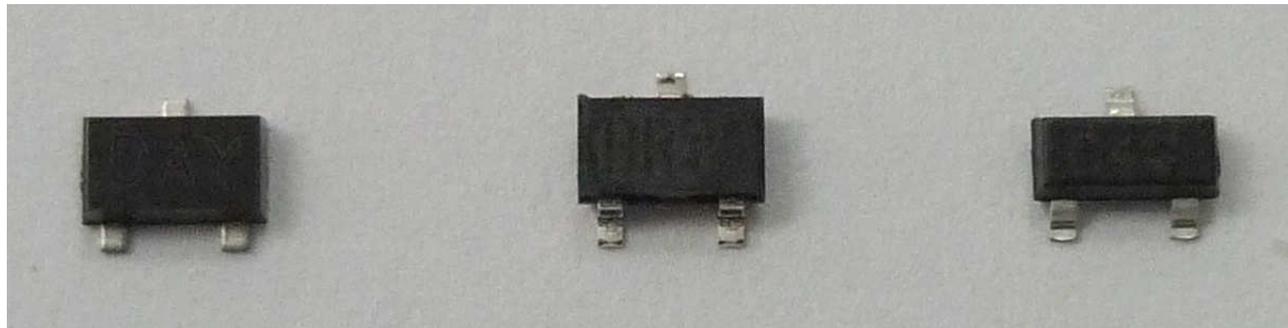
- **Test apparatuses:**
  - Solderability tester (6 sigma, Robotic Process System, USA)



## Max rating specs & Test conditions

Characteristic	Max rating specifications			Test conditions
	A	B	C	
$V_{CE(sat)}$ [V]	0.4	0.4	0.4	$I_C=100$ mA
$V_{CEO}$ [V]	50	50	50	$I_C=1$ mA
$V_{EBO}$ [V]	5	7	7	$I_E=10$ $\mu$ A
$G_I$	70~700	120~560	180~560	$V_{CE}=6$ V, $I_C=1$ mA, $I_B=10$ mA

Specimens. (Left from) Company A, B, and C



Closed company name

**A:AUK**

**B:ROHM**

**C:CYTECH**

※Should refer to page.51 as shown all of specs.

## II. Electrical properties



## Electrical properties

### ▫ Test result of Company A:

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vce(sat) [mV]	139.83	133.3	132.78	132.29	131.18	125.59	120.87	126.42	126.84	127.05
Vceo [V]	75.51	75.51	75.46	75.66	75.19	77.32	77.28	76.31	76.33	77.72
Vcbo [V]	137.21	143.50	142.89	143.56	141.93	142.58	143.21	129.63	143.58	142.81
Vebo [V]	8.167	8.183	8.169	8.149	8.146	8.111	8.001	8.149	7.776	7.956
Gi	161.9	166.2	172.8	175.1	198.9	161.9	190.4	185.6	178.0	165.5

### ▫ Test result of Company B:

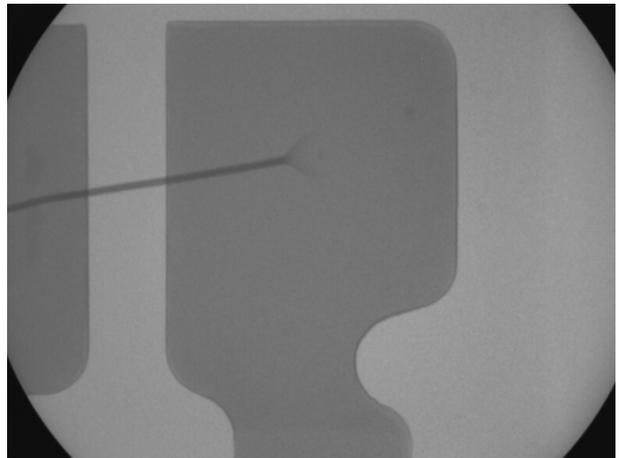
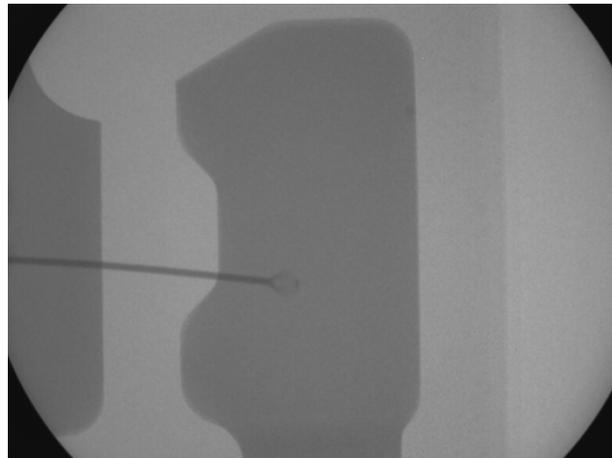
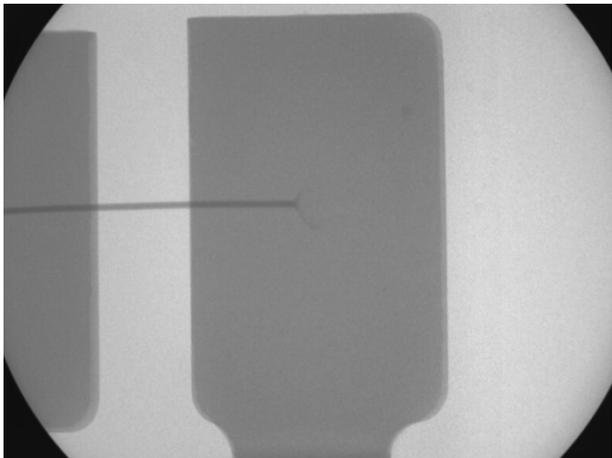
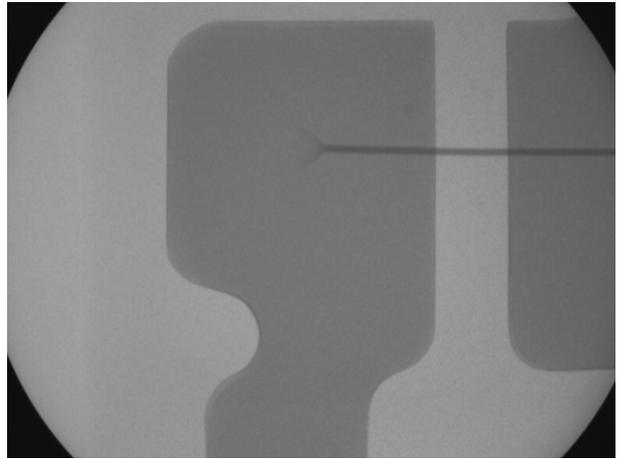
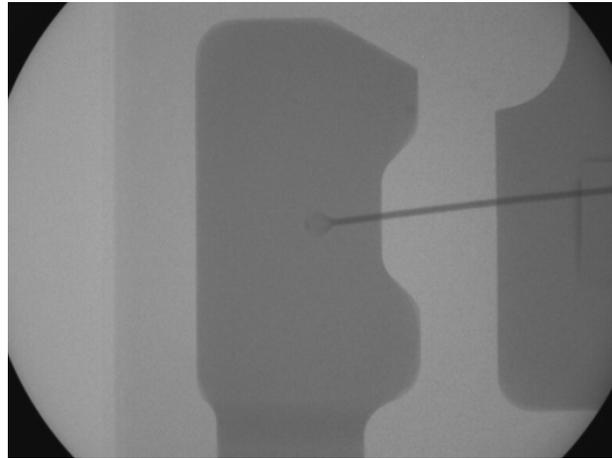
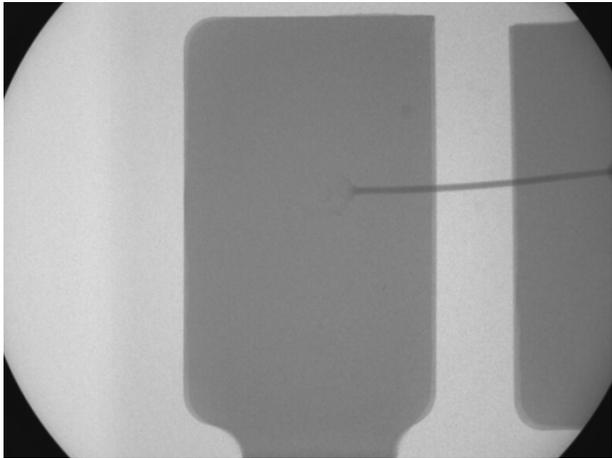
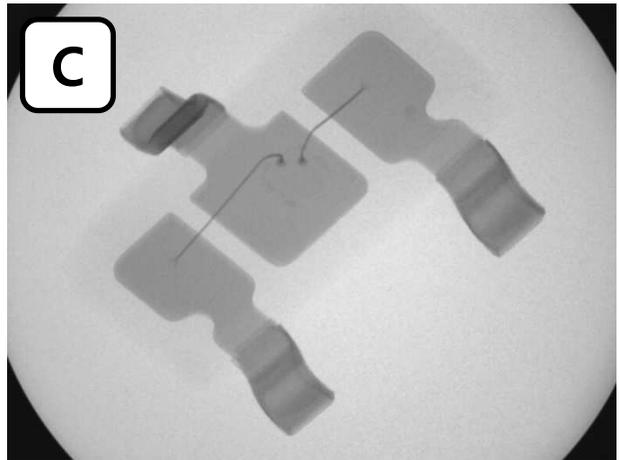
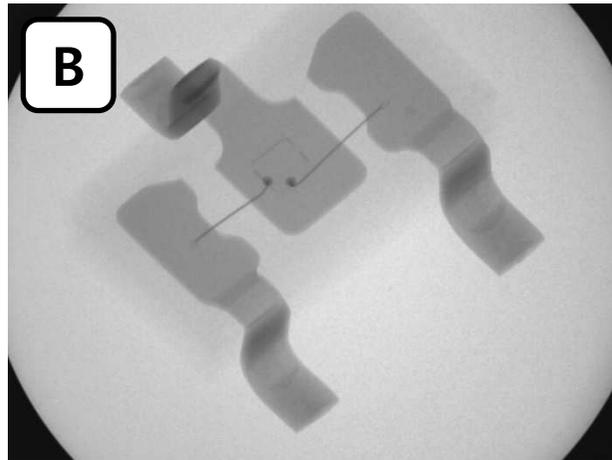
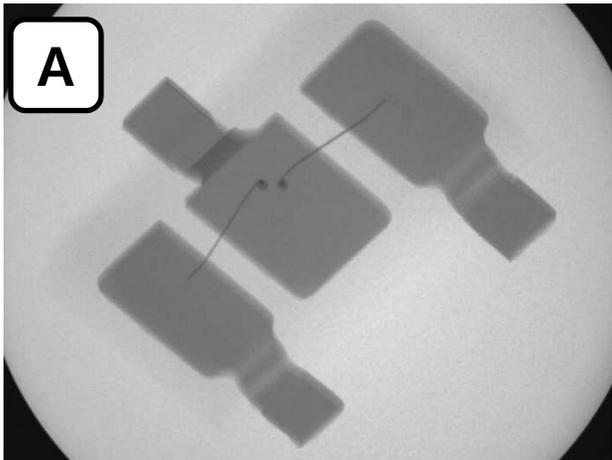
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vce(sat)	154.55	151.39	151.36	151.08	153.02	150.76	152.43	150.69	150.83	150.82
Vceo	70.85	70.02	70.08	70.87	71.50	71.28	71.85	70.92	70.48	71.42
Vcbo	148.28	148.22	148.18	147.88	147.54	148.86	148.90	148.79	147.85	148.47
Vebo	8.539	8.537	8.531	8.54	8.533	8.543	8.537	8.544	8.541	8.546
Gi	307.1	306.2	309.4	306.9	309.2	309.1	306.8	307.7	306.1	308.2

### ▫ Test result of Company C

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vce(sat)	130.01	130.45	131.42	132.36	127.74	126.04	128.78	129.79	129.83	128.47
Vceo	83.07	83.02	82.97	83.62	83.21	85.47	82.54	85.31	82.63	82.41
Vcbo	147.24	146.35	145.00	147.21	146.03	146.33	146.07	144.18	144.51	145.72
Vebo	7.427	7.437	7.431	7.428	7.441	7.435	7.432	7.440	7.431	7.431
Gi	278.1	278.2	277.5	282.7	284.6	281.1	283.3	284.6	277.7	286.6

# III. X-ray analyses

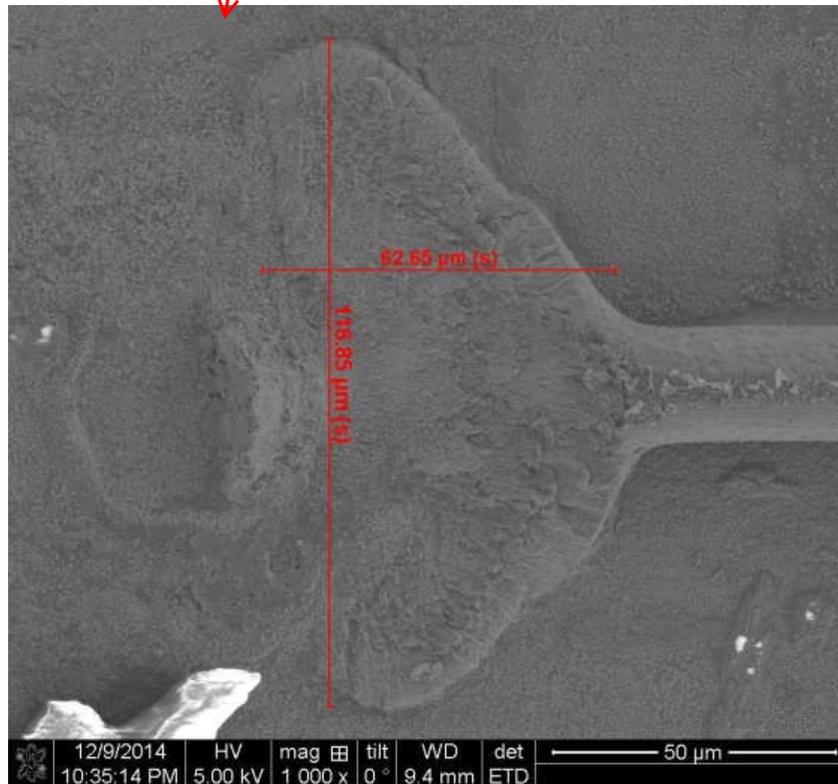
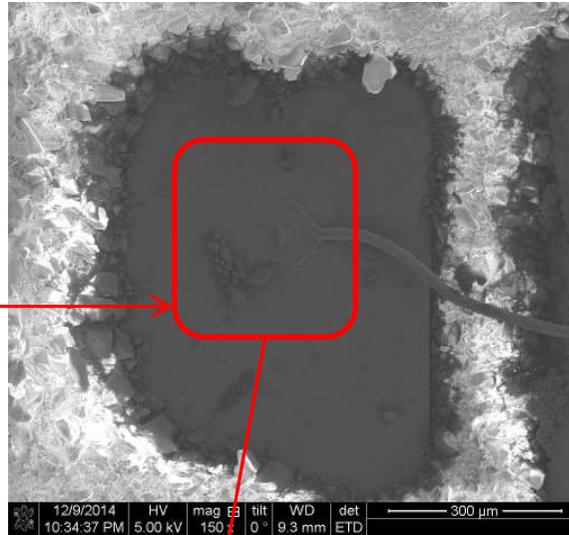
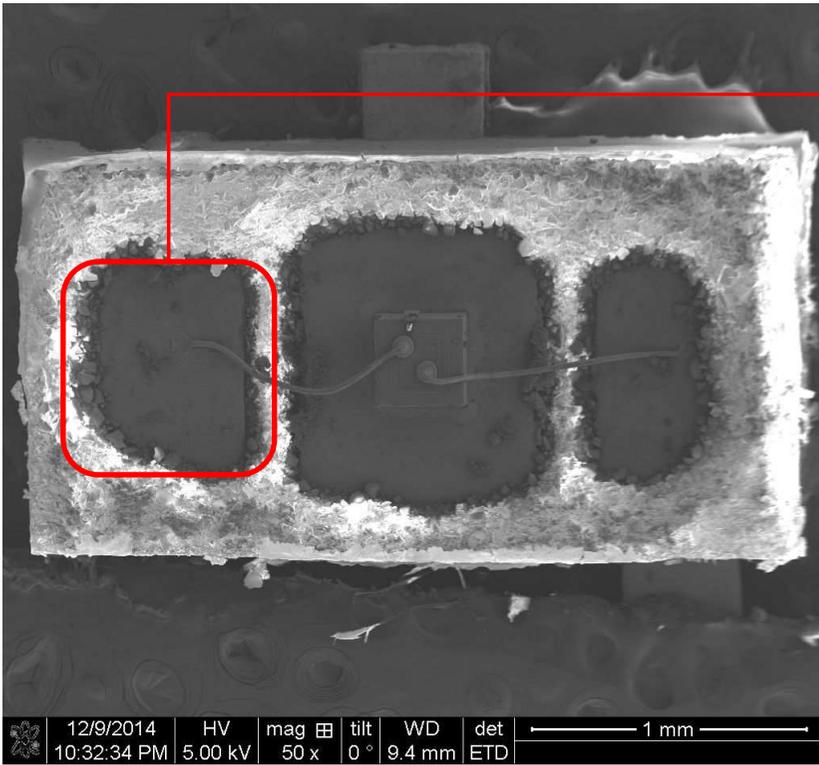




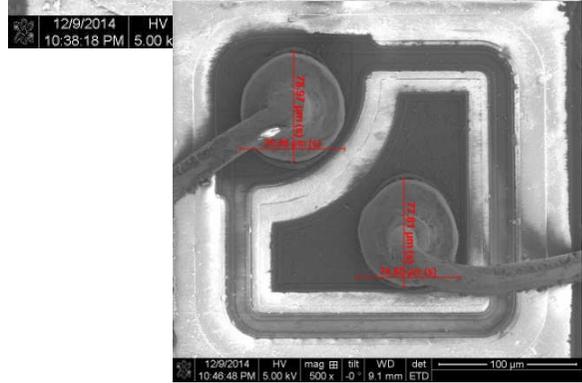
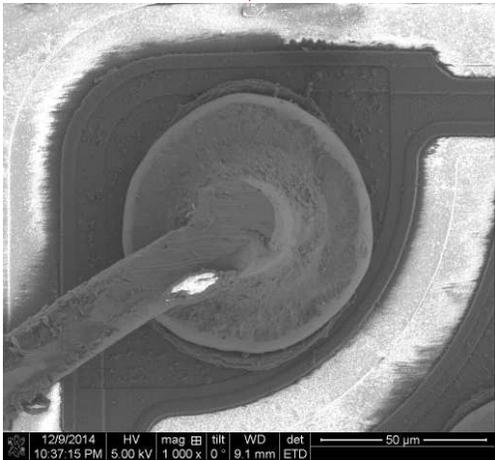
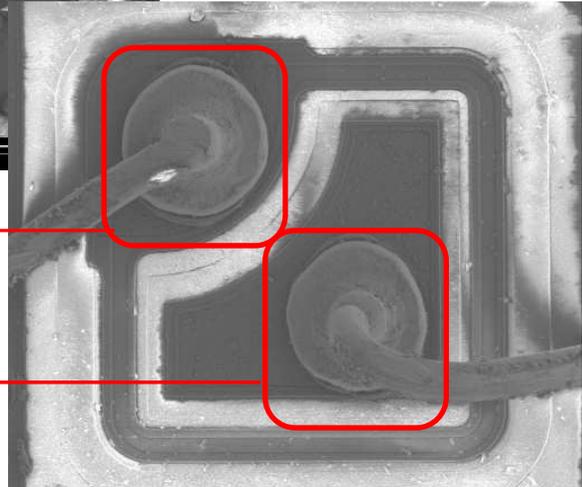
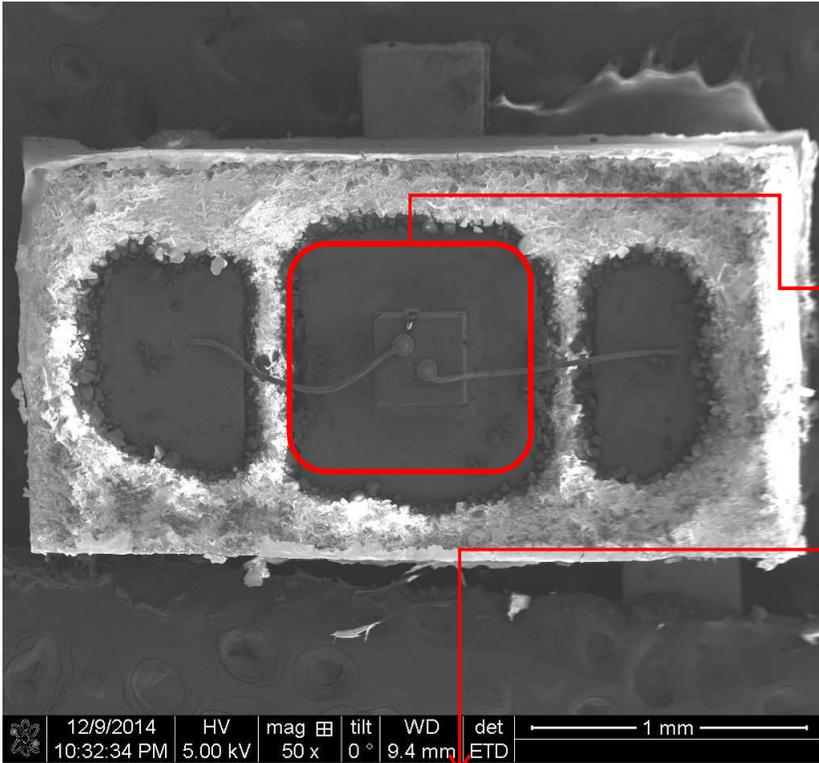
# IV. Decapsulation analyses



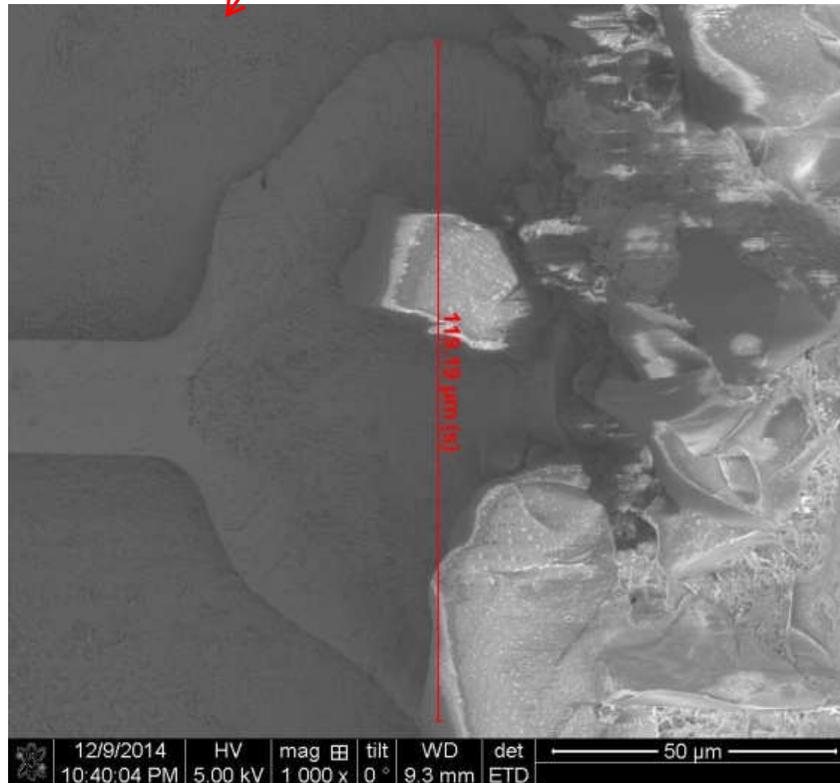
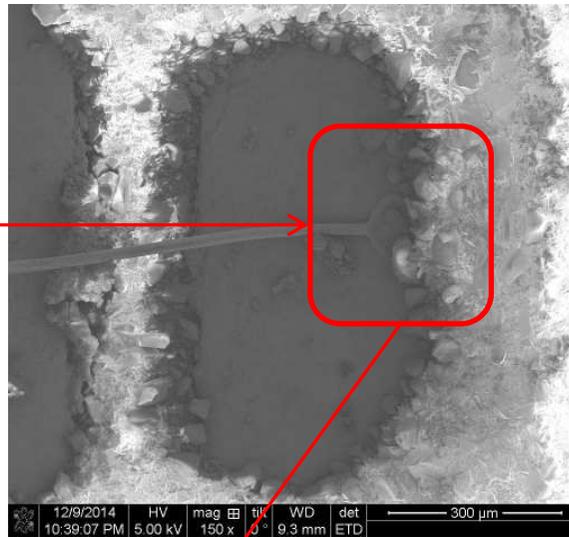
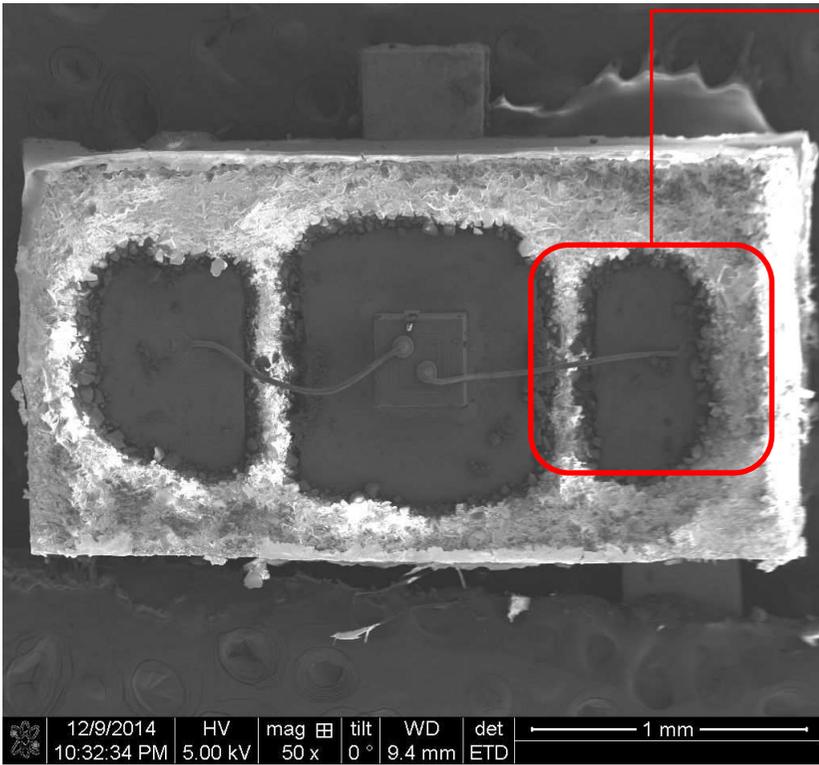
# Company A



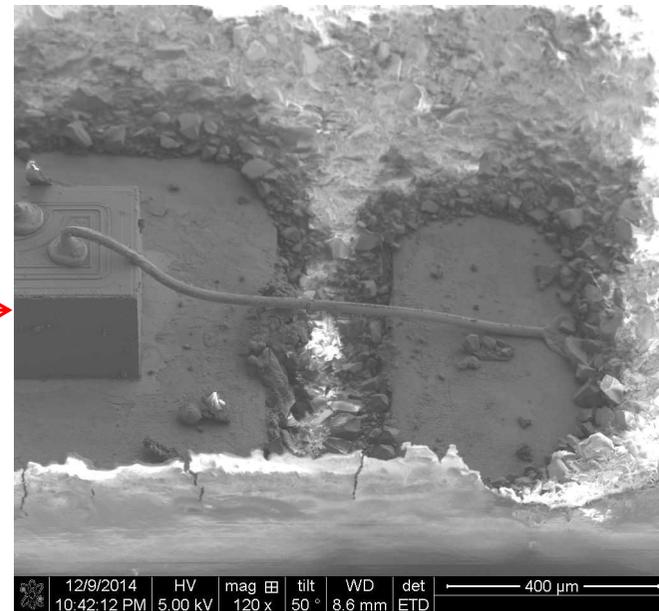
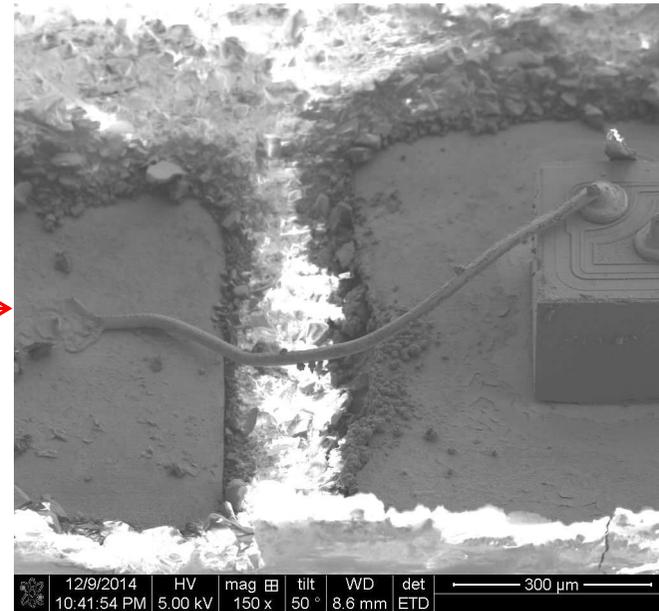
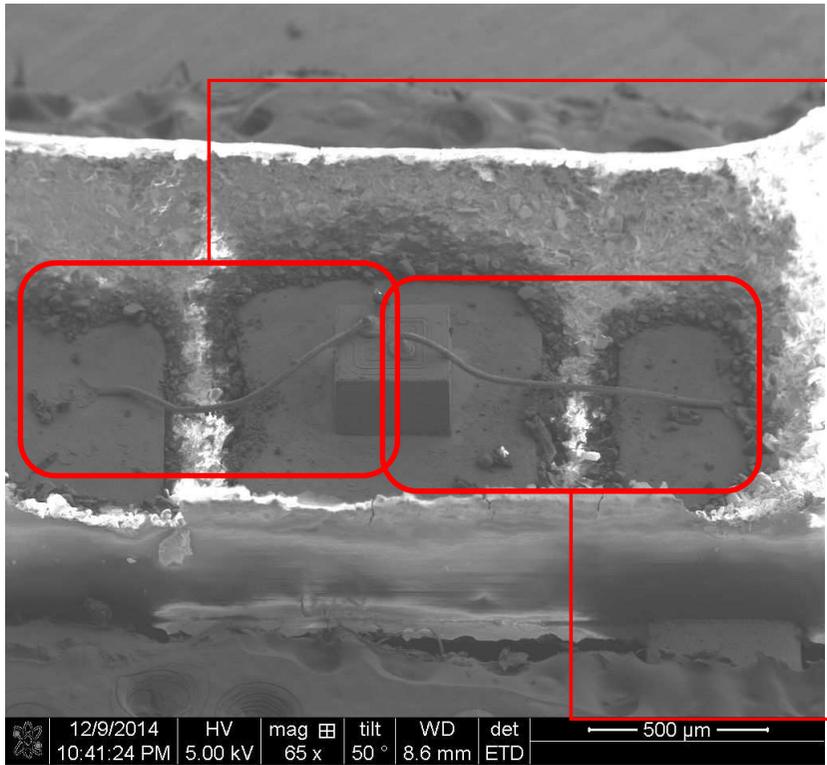
# Company A



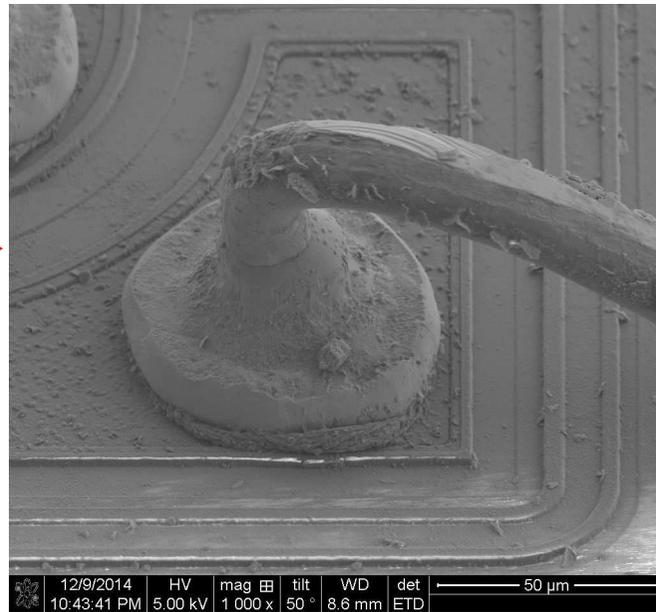
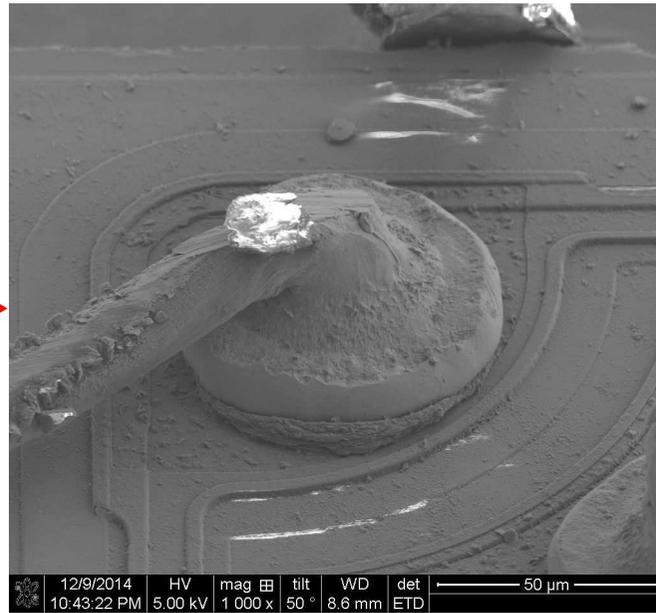
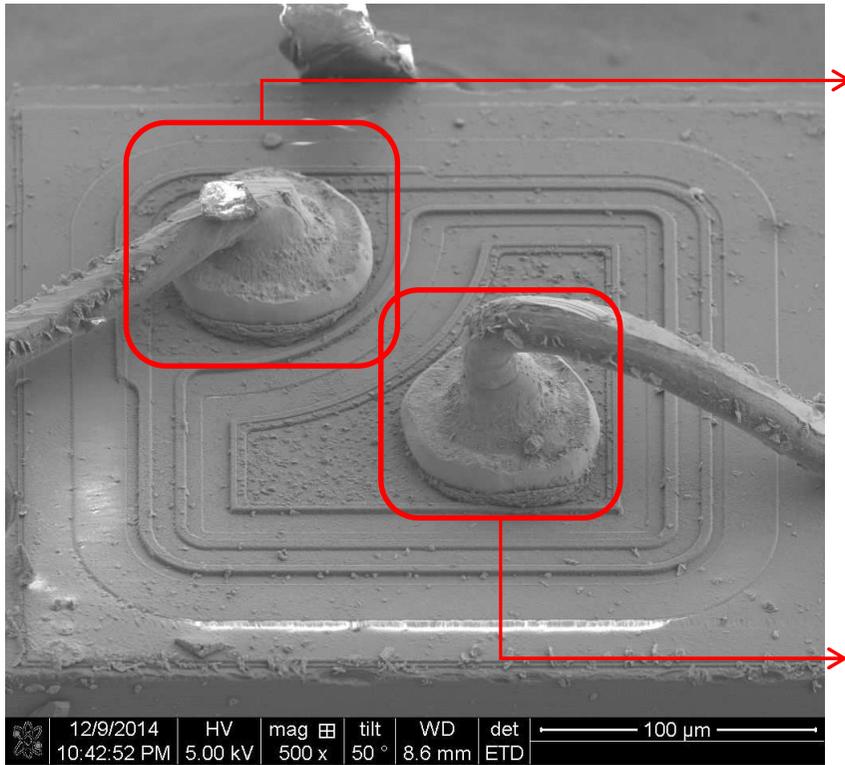
# Company A



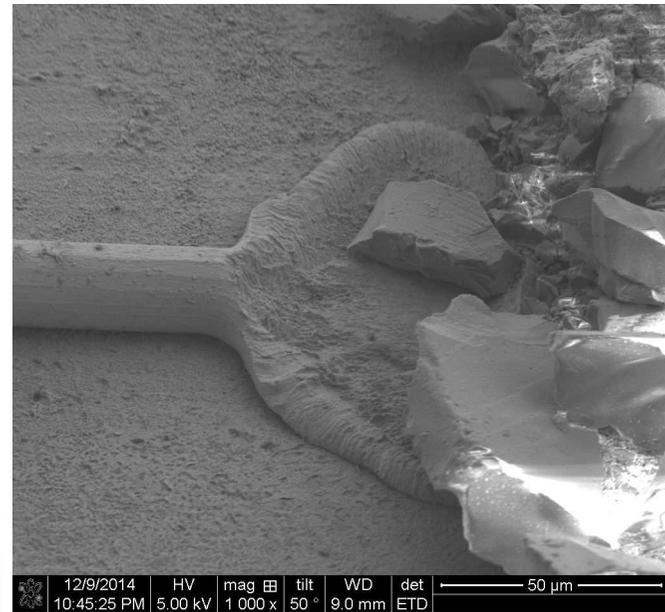
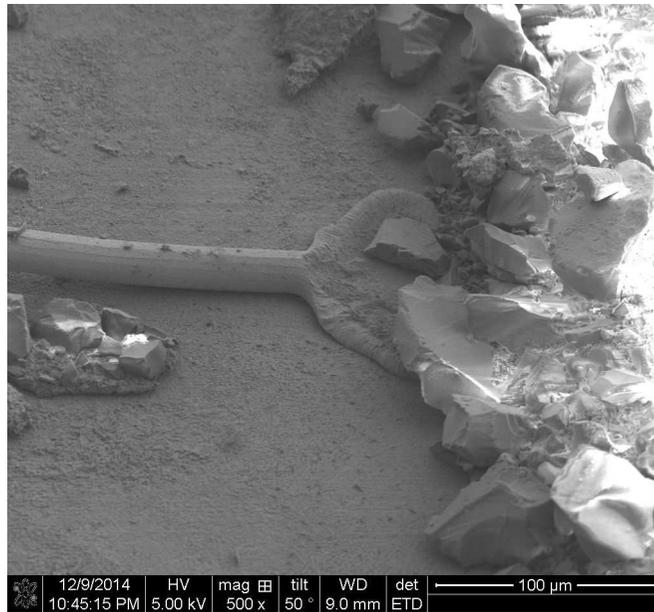
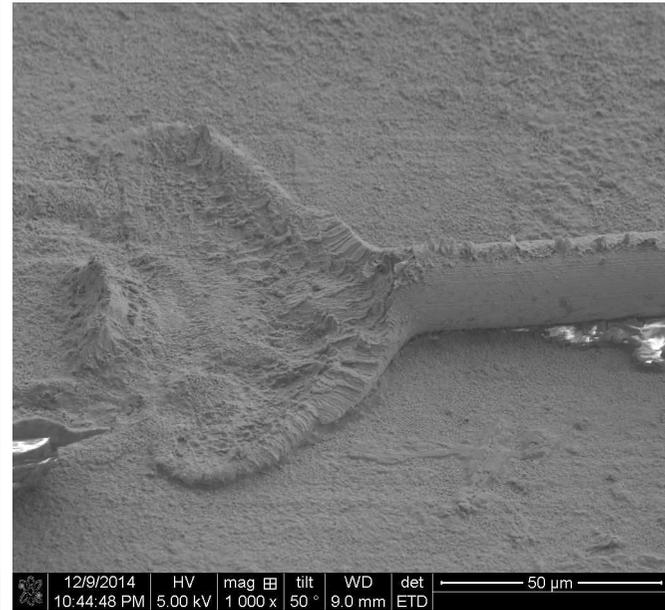
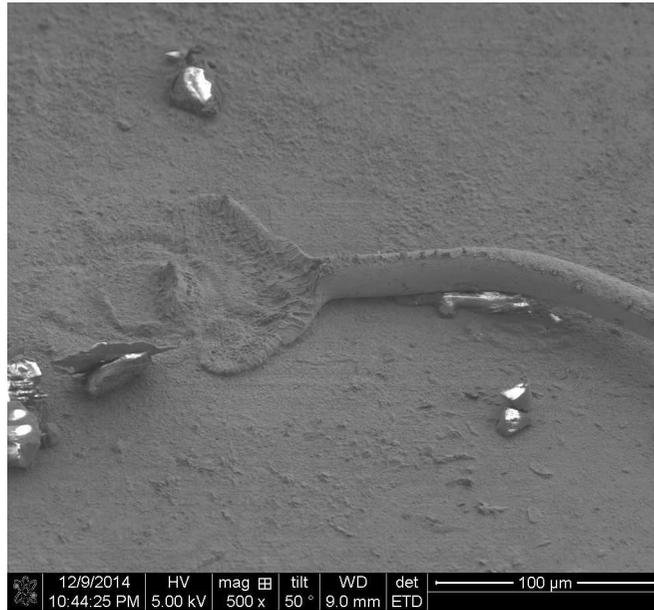
# Company A



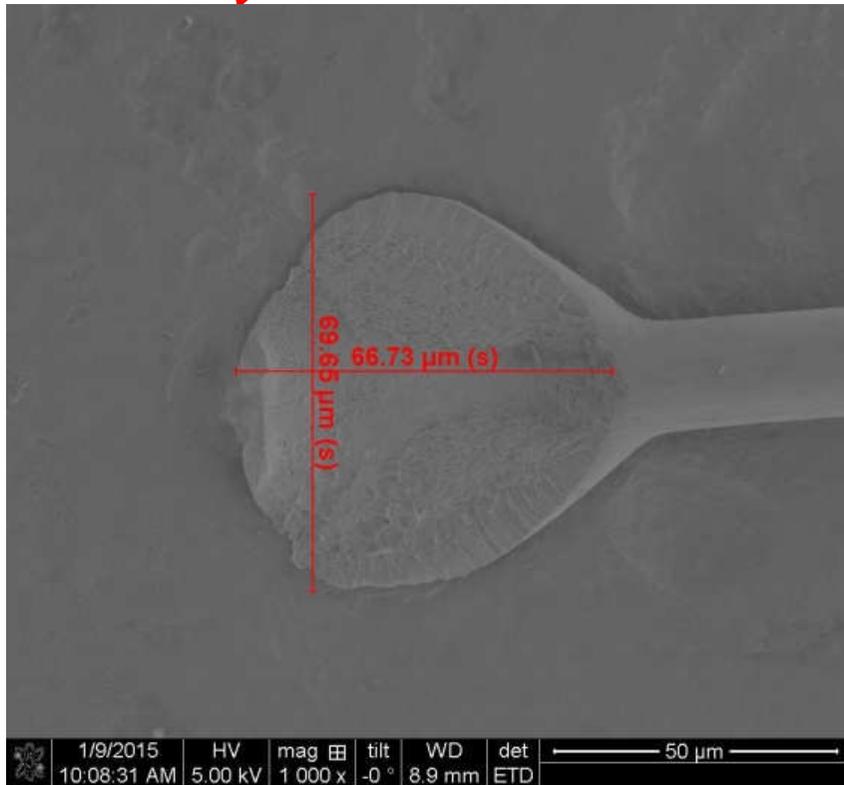
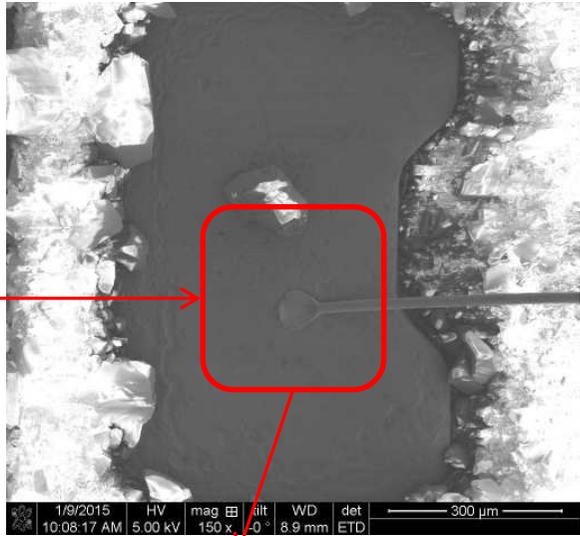
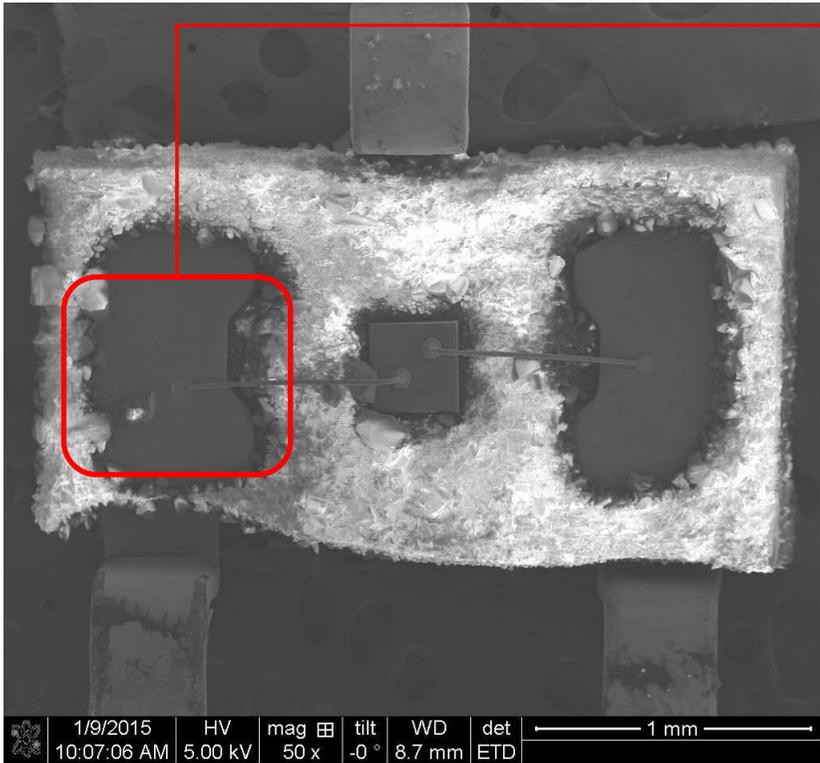
# Company A



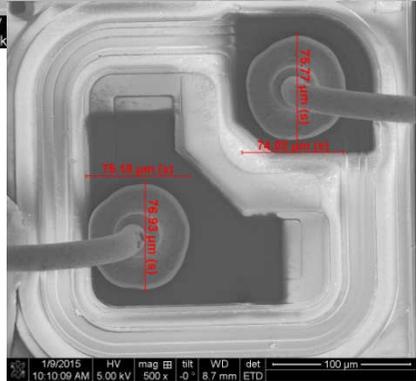
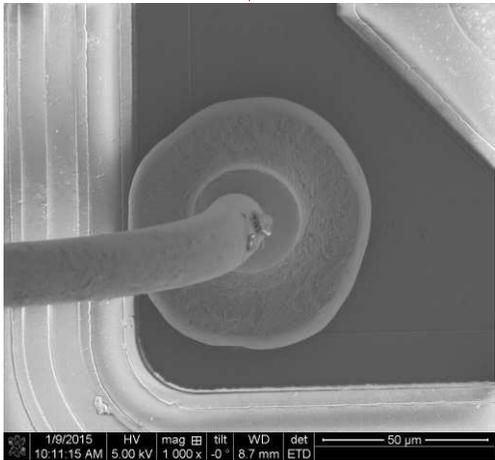
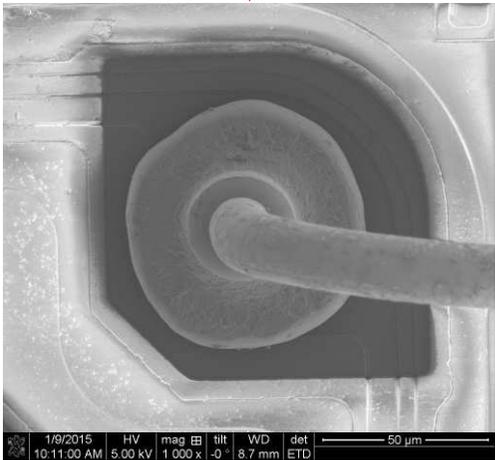
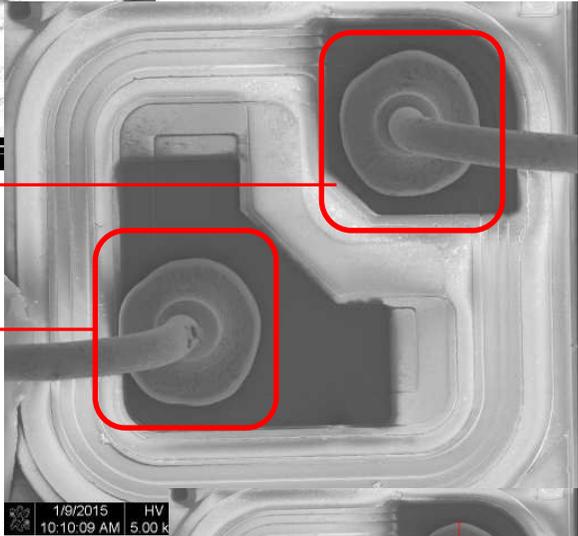
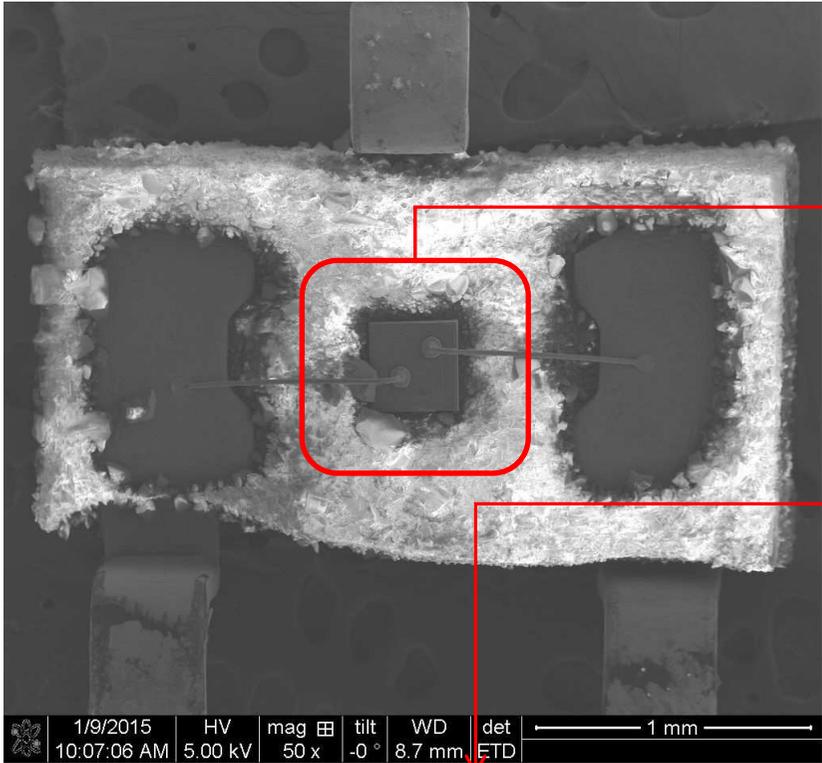
# Company A



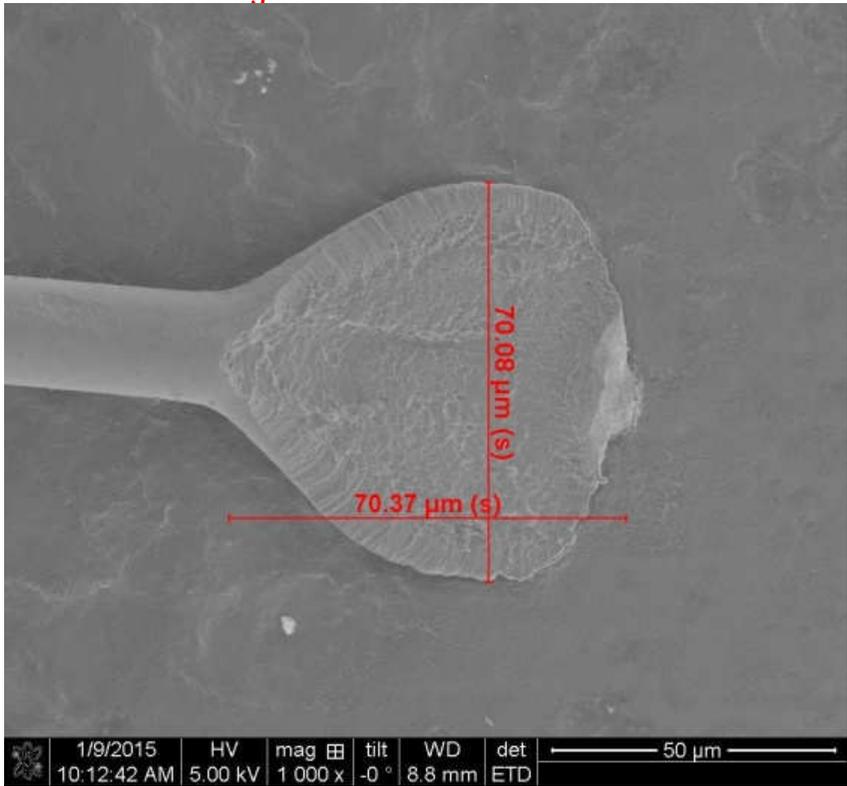
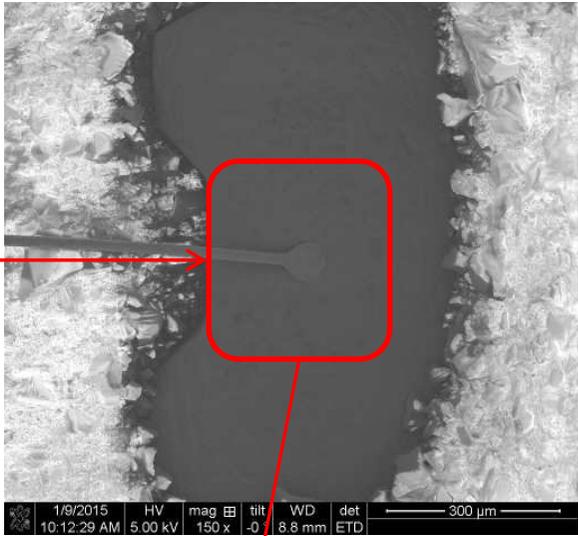
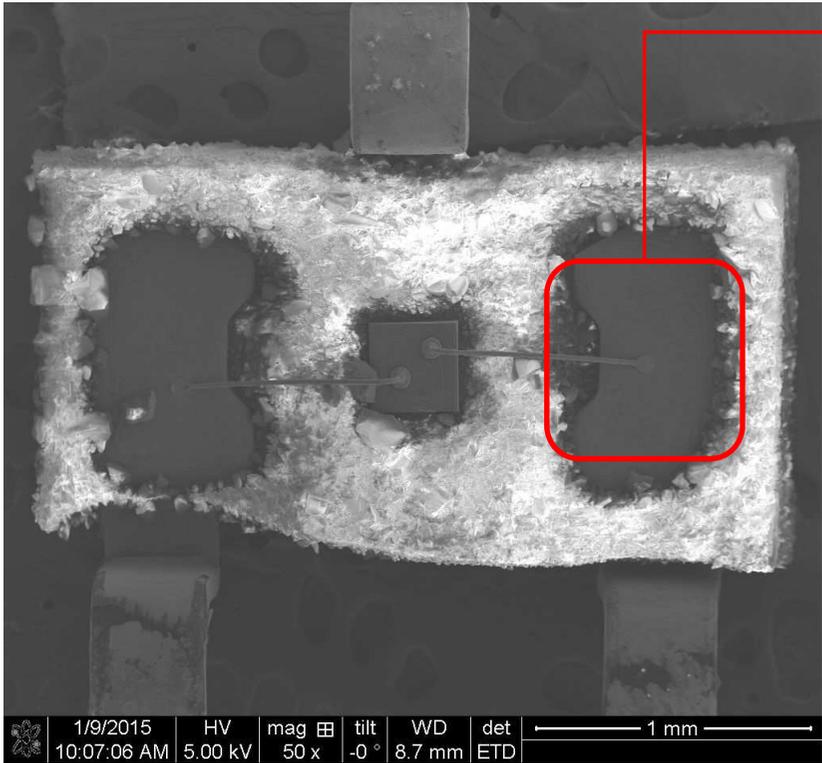
# Company B



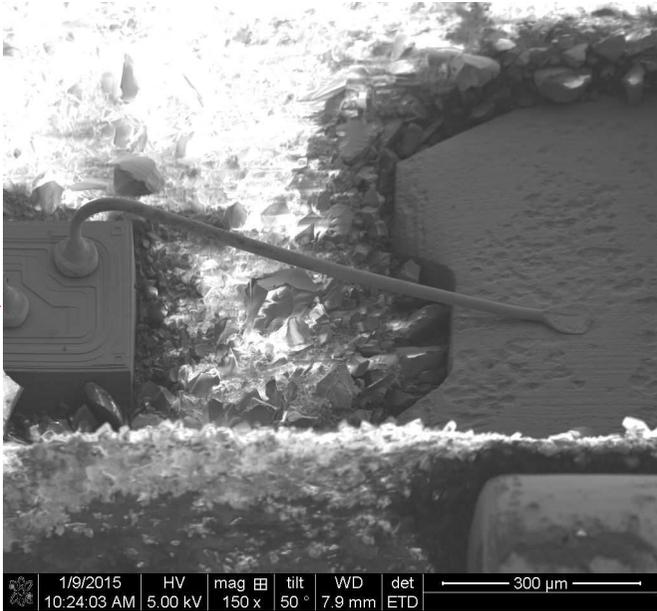
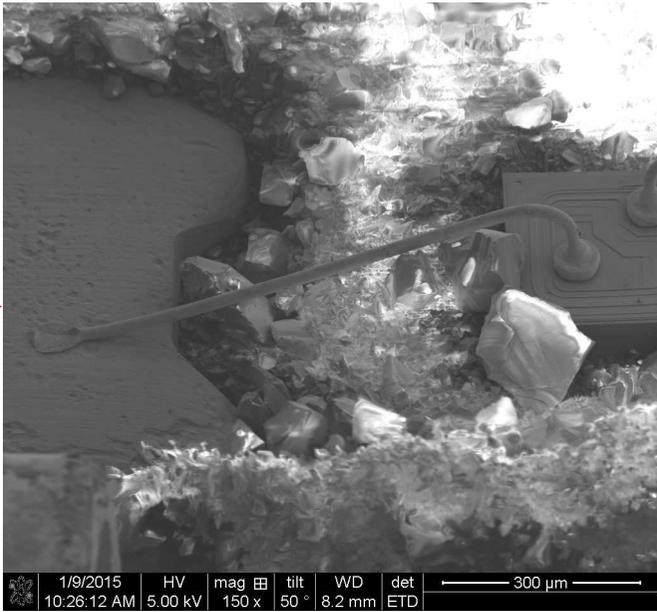
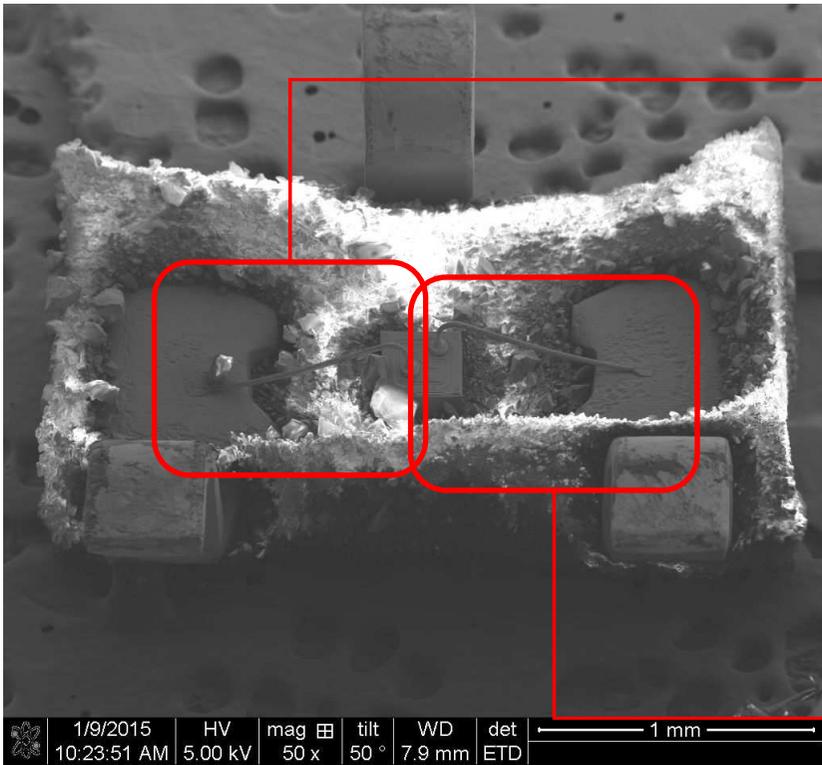
# Company B



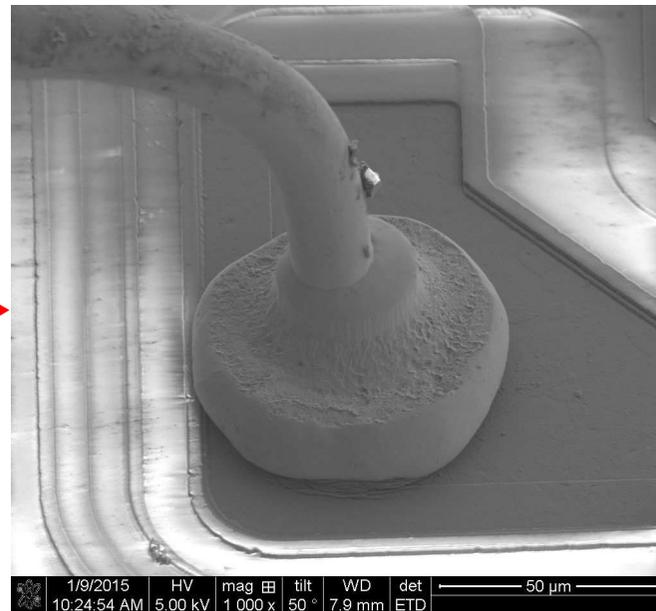
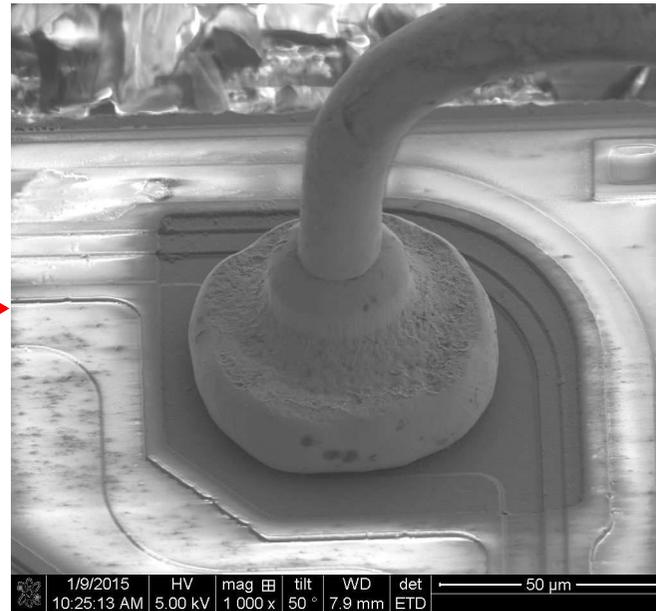
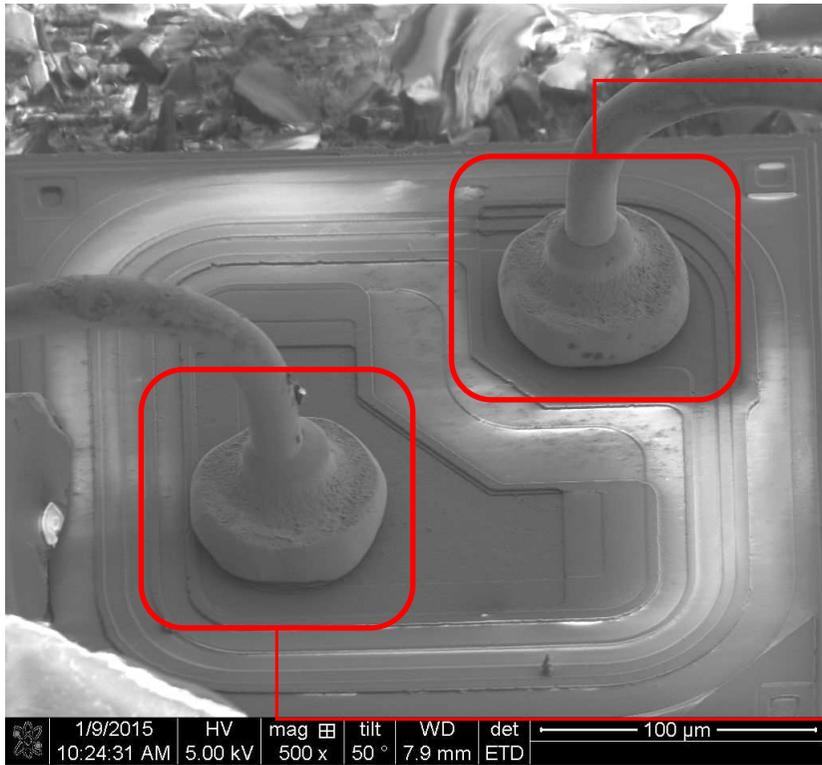
# Company B



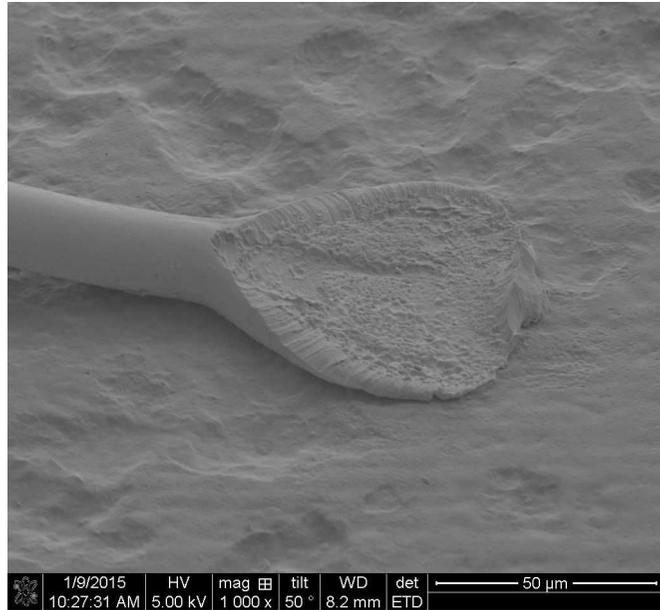
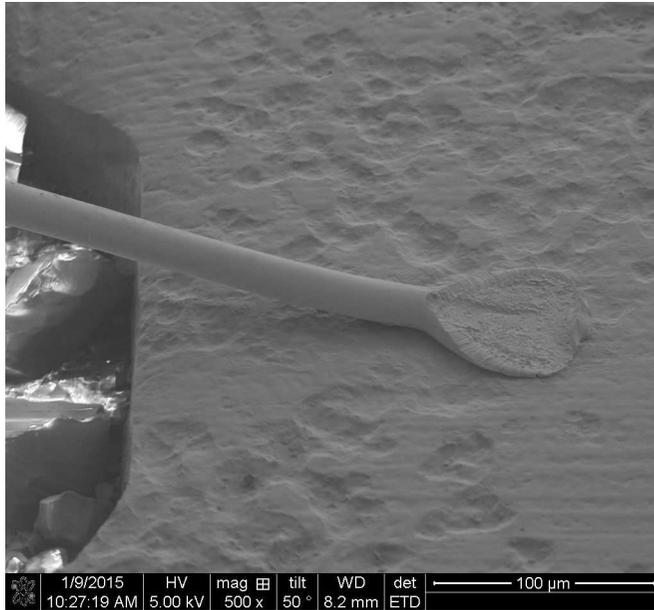
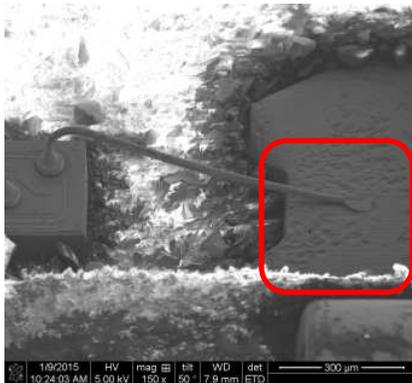
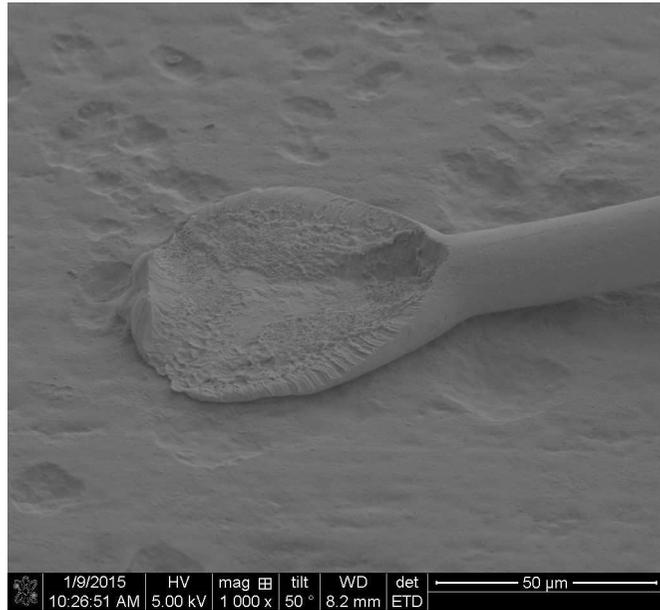
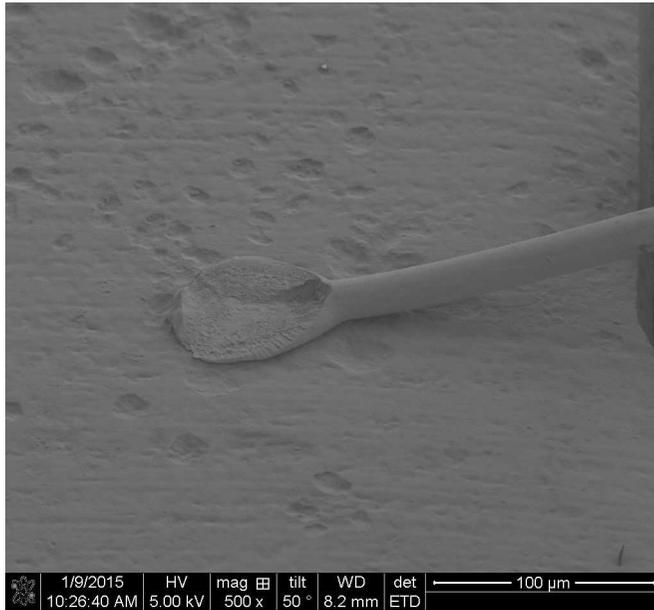
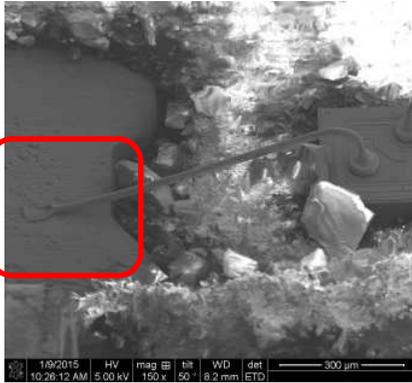
# Company B



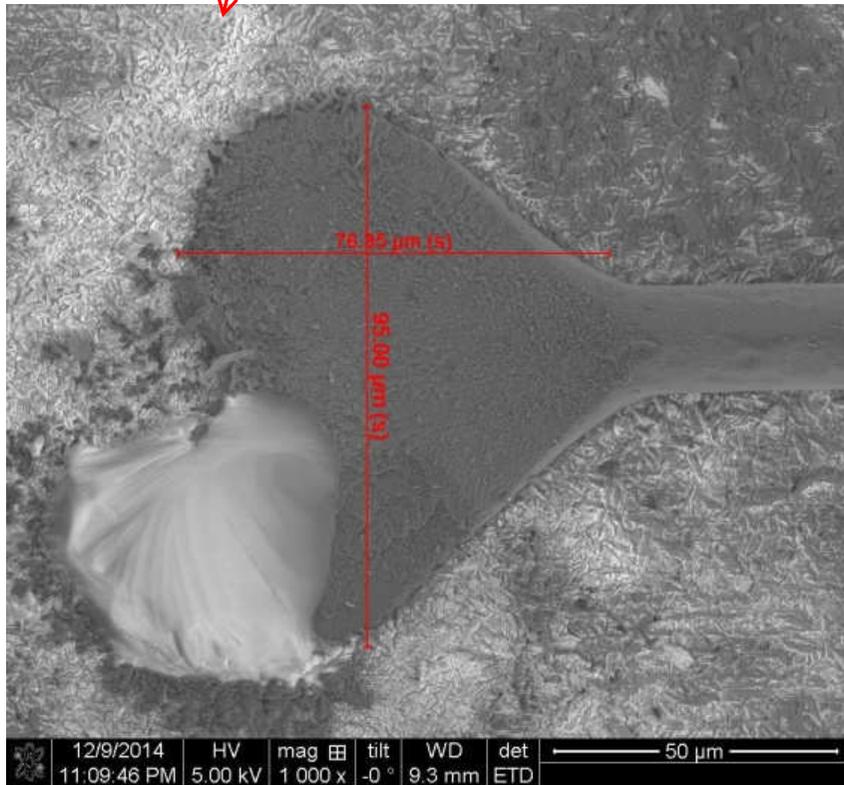
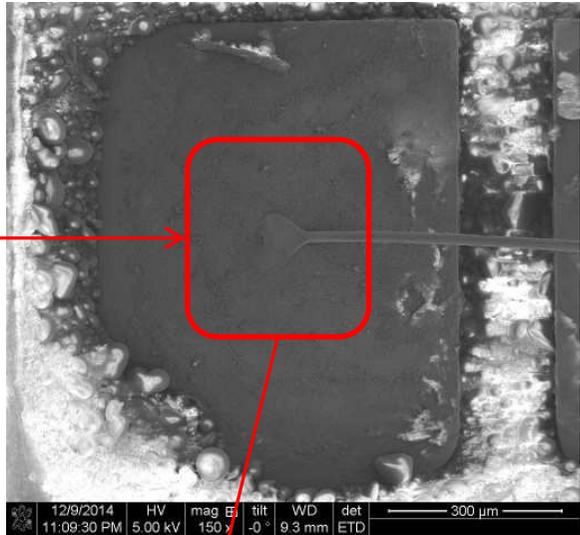
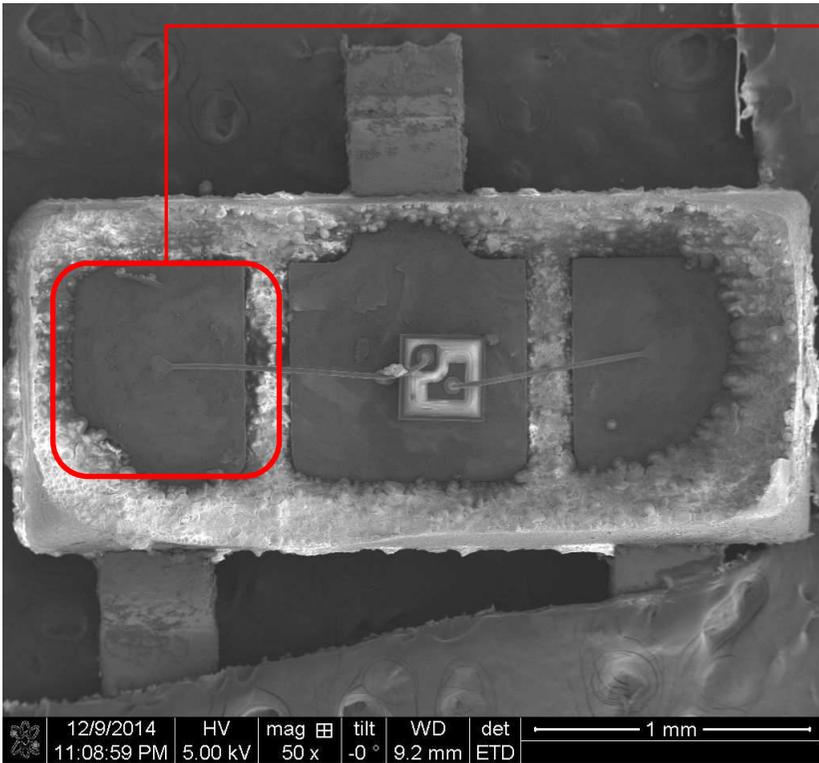
# Company B



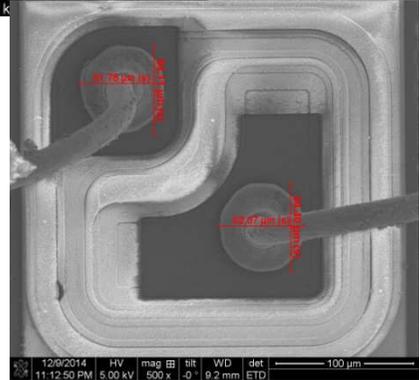
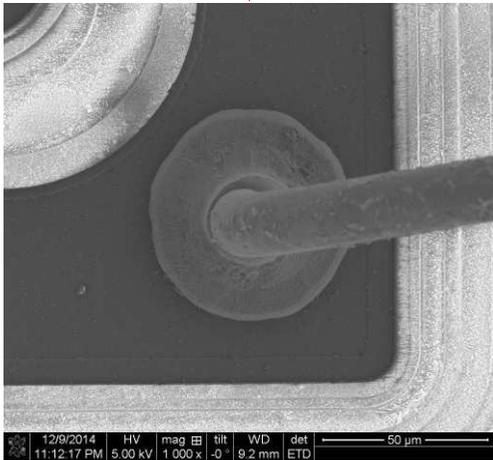
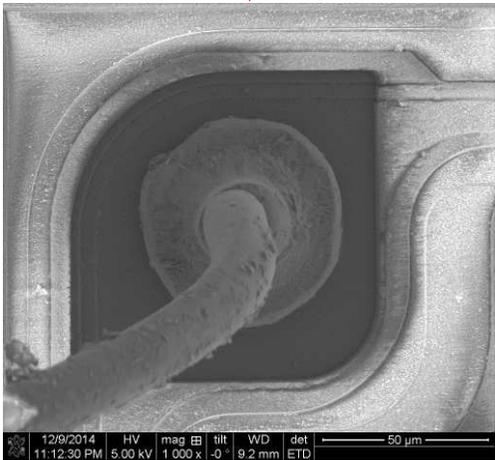
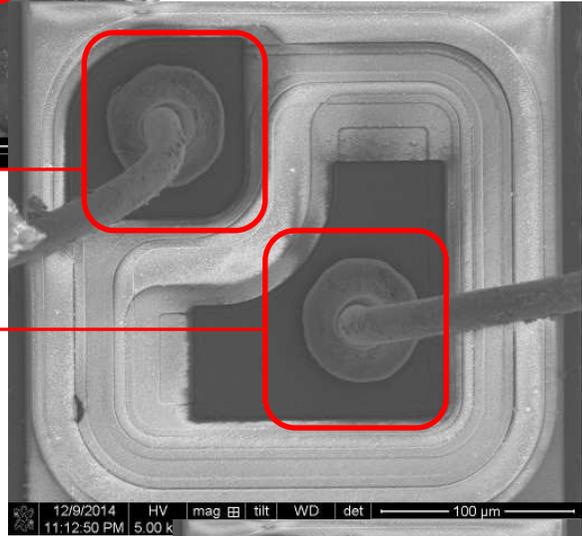
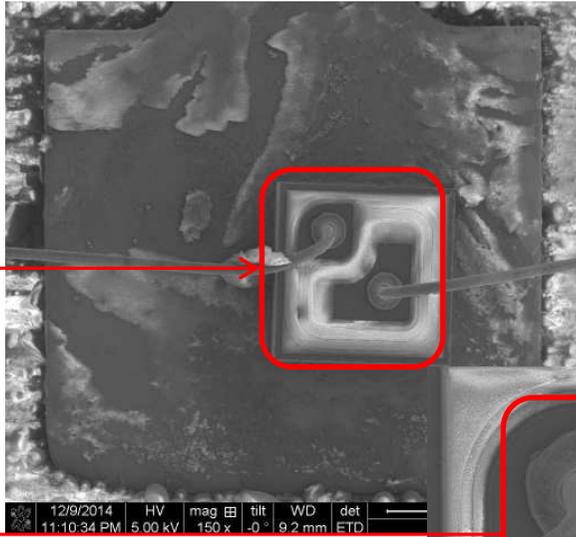
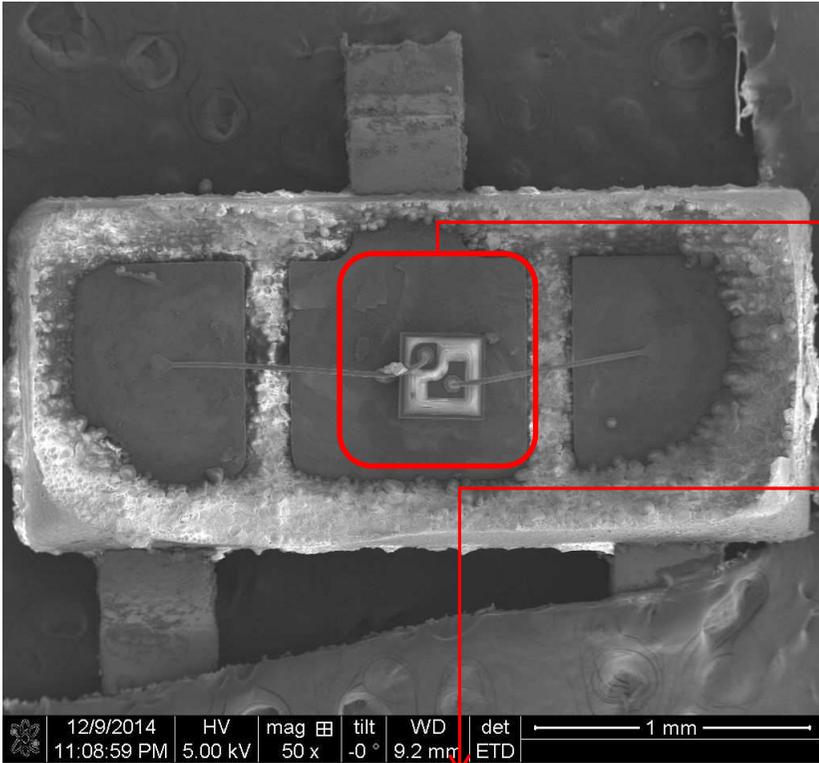
# Company B



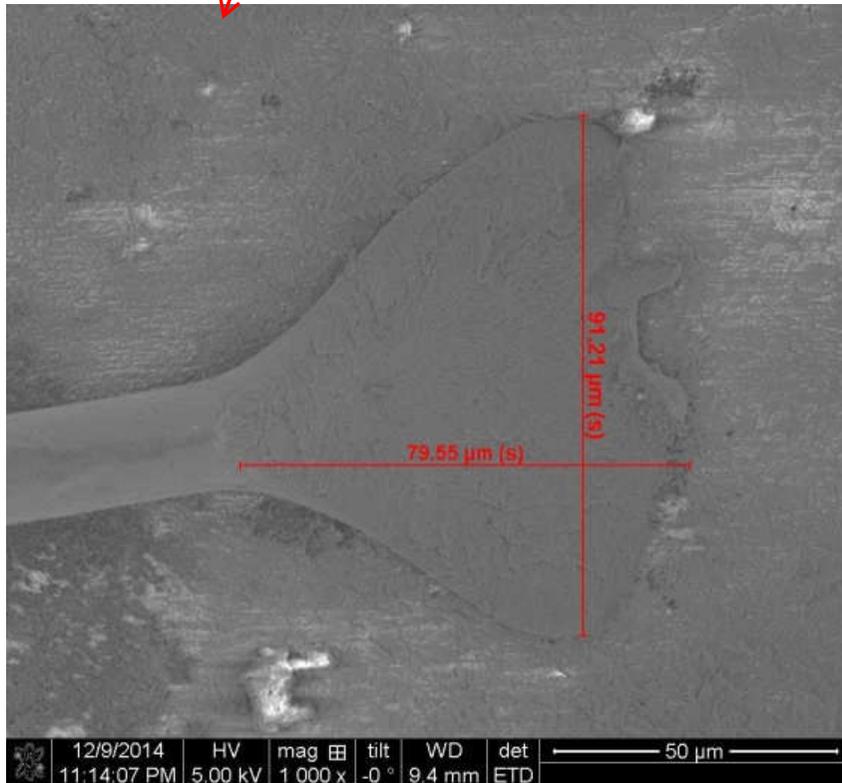
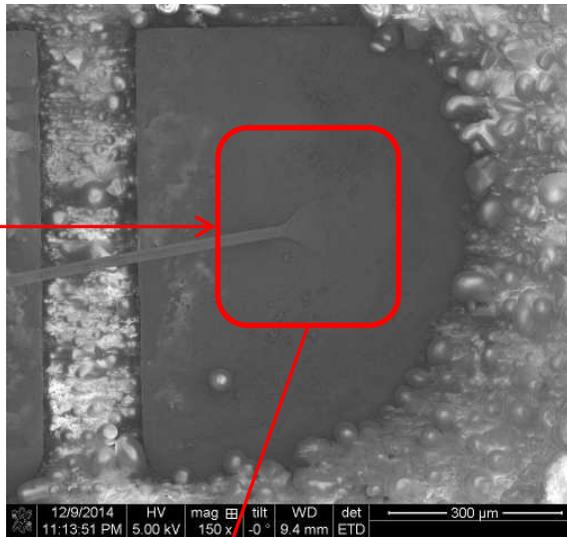
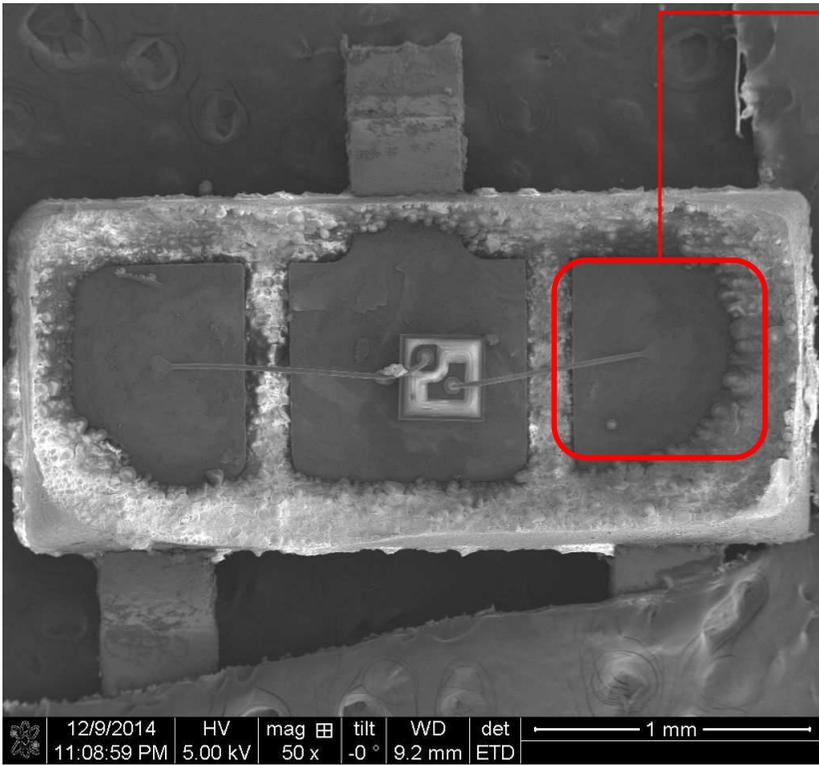
# Company C



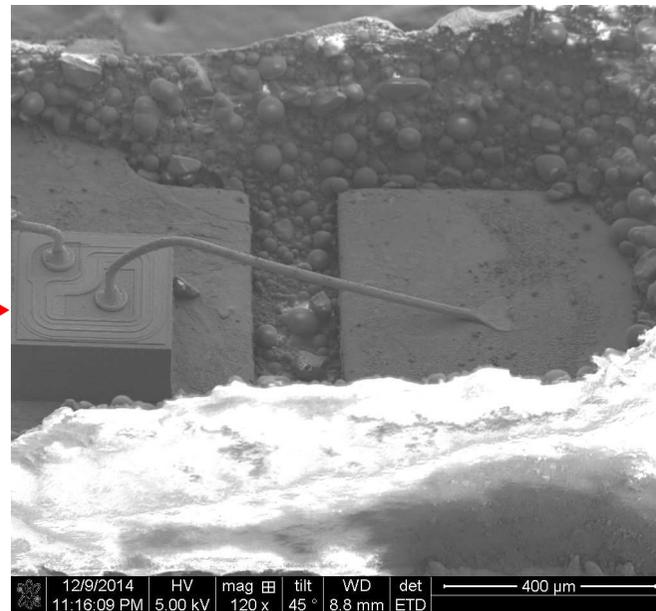
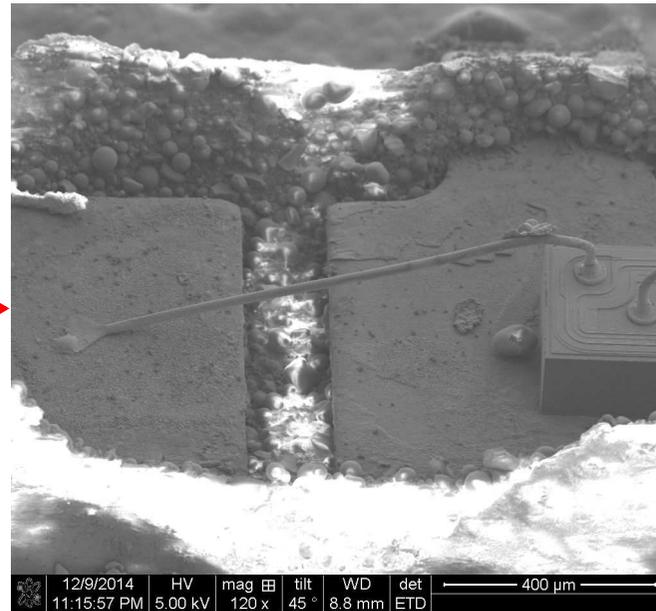
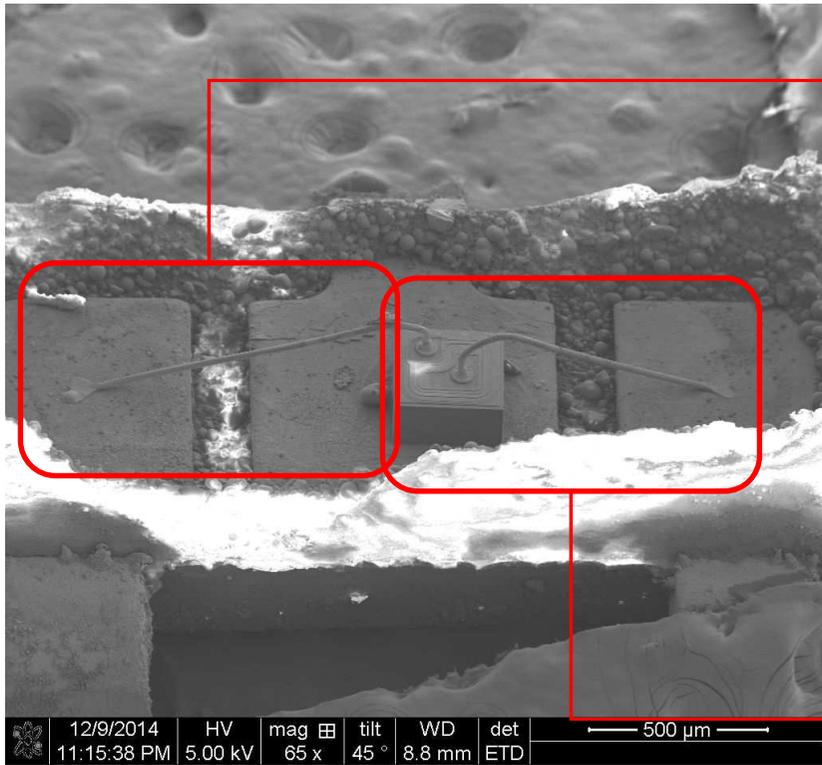
# Company C



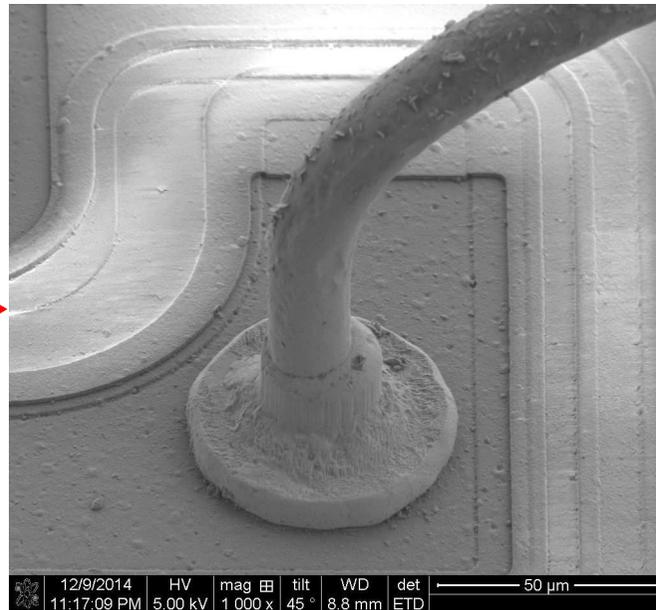
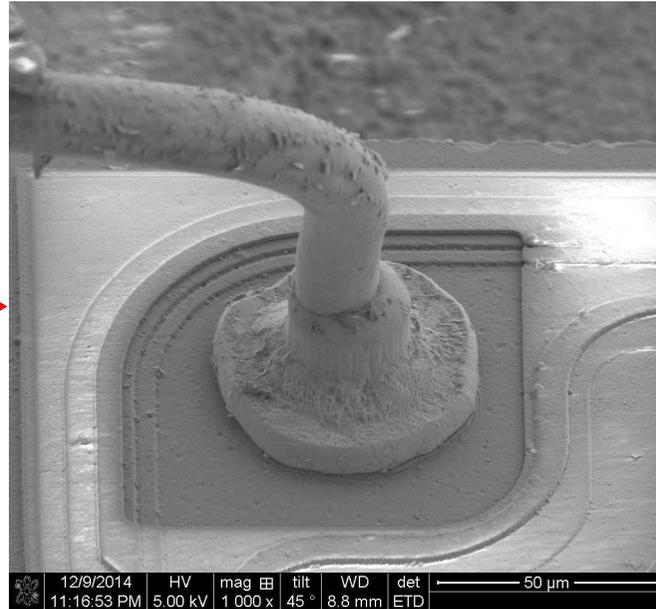
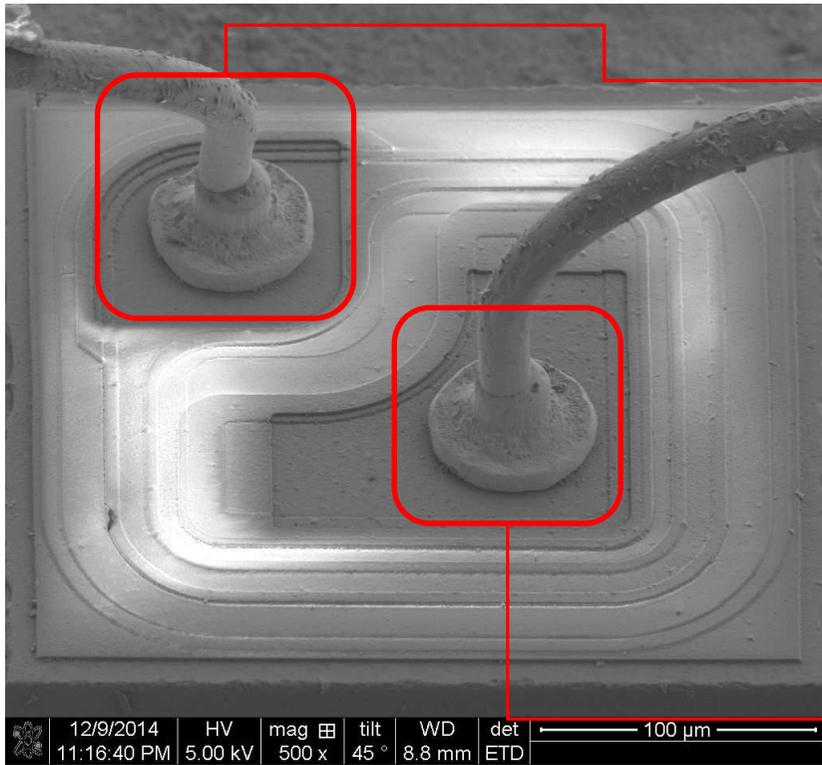
# Company C



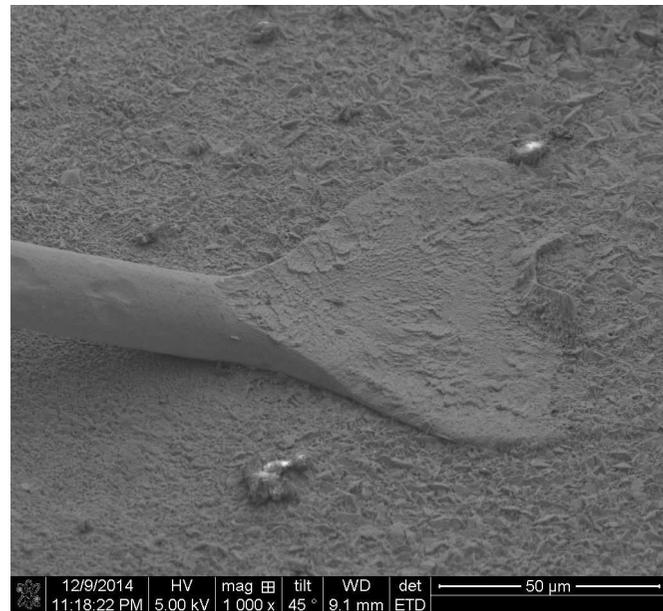
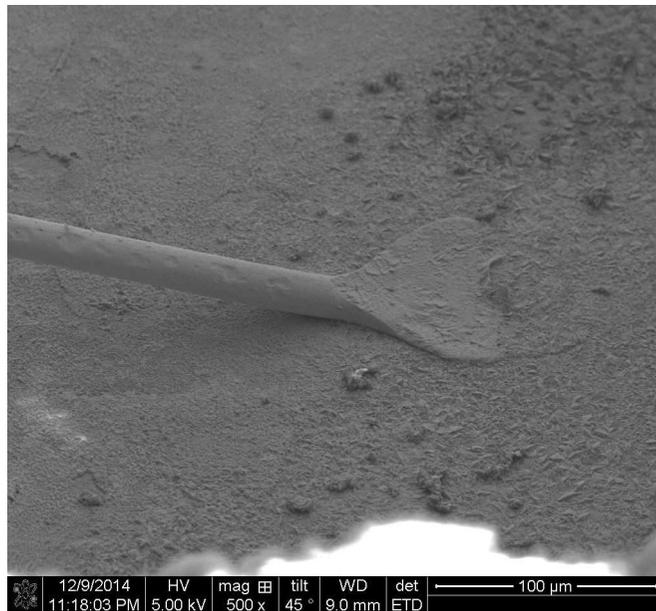
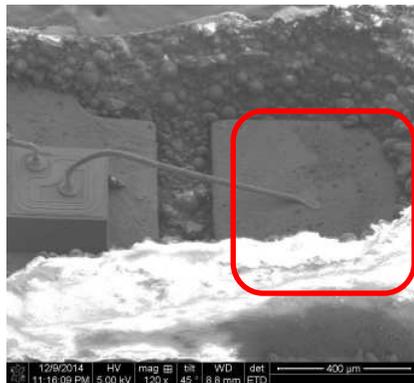
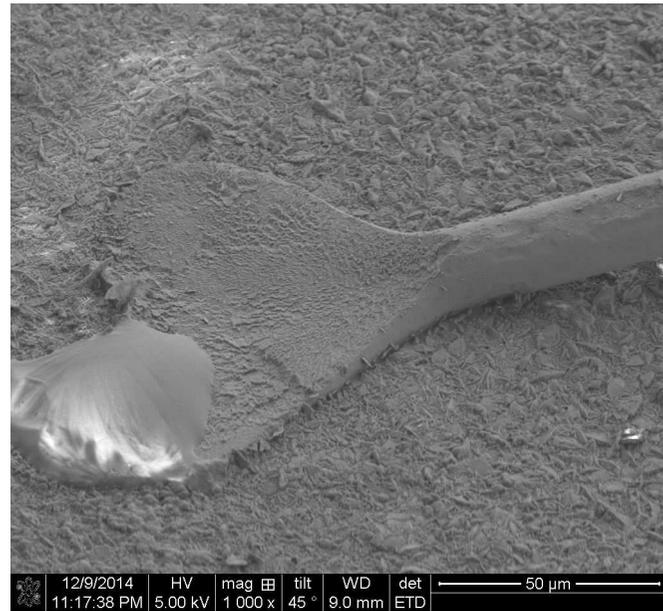
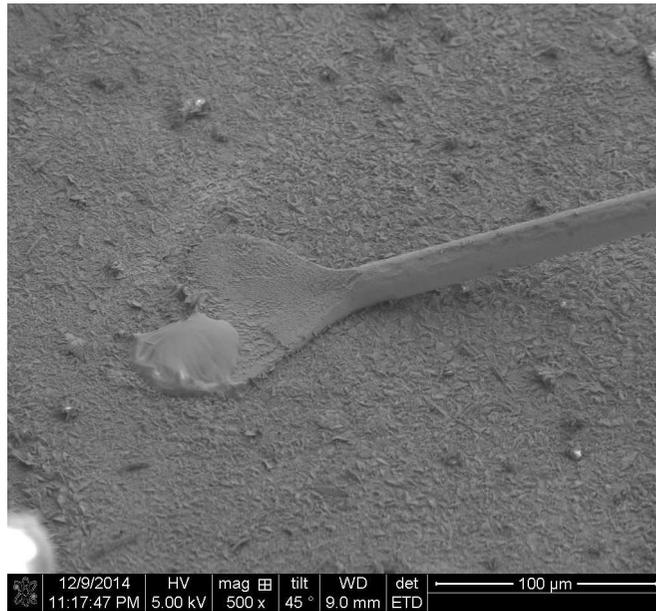
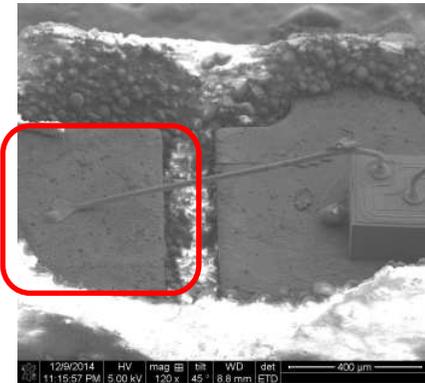
# Company C



# Company C



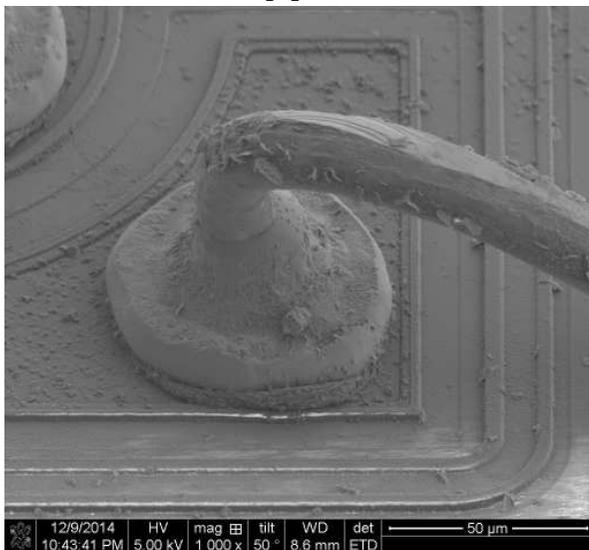
# Company C



# Summary

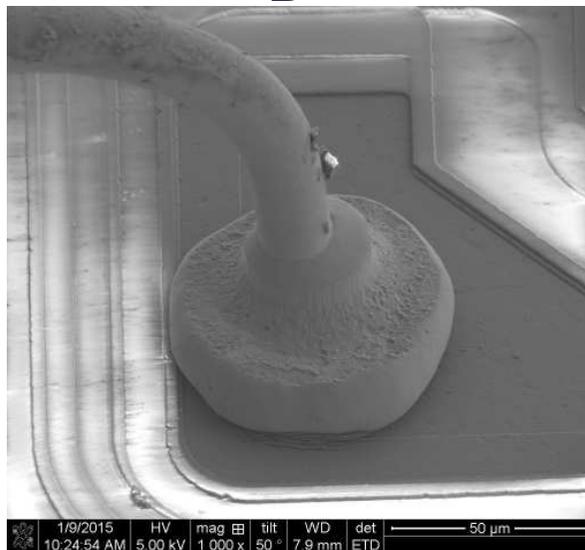
【1st Bonding process】

A



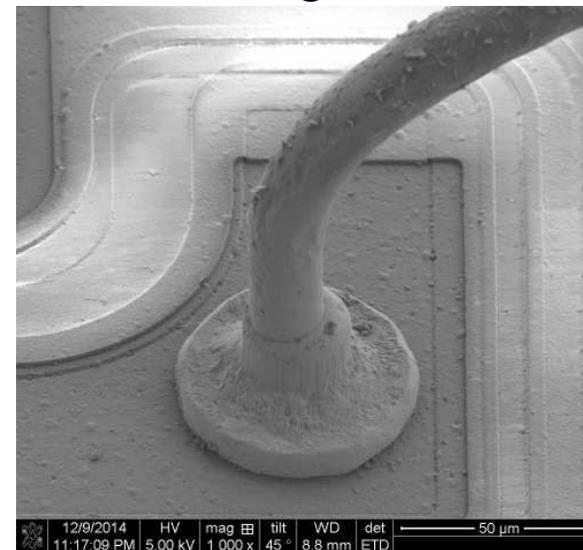
<J-chip comment: Good >

B



<J-chip comment: Good >

C

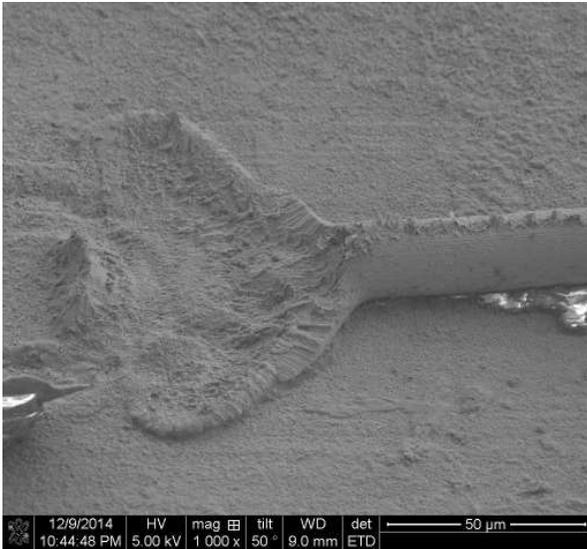


<J-chip comment: Good >

# Summary

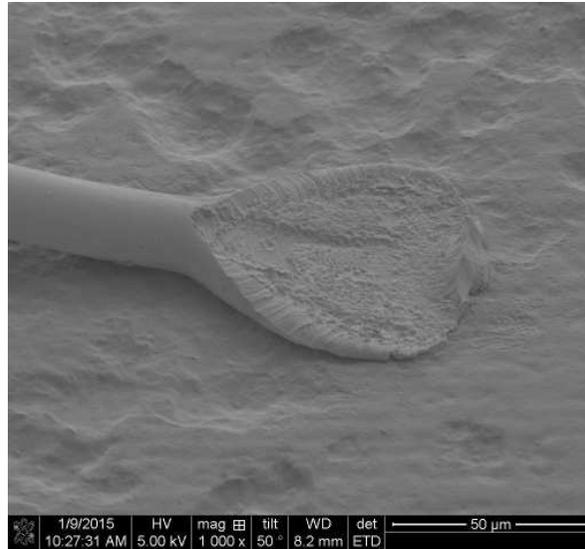
【2<sup>nd</sup> Bonding process】

A



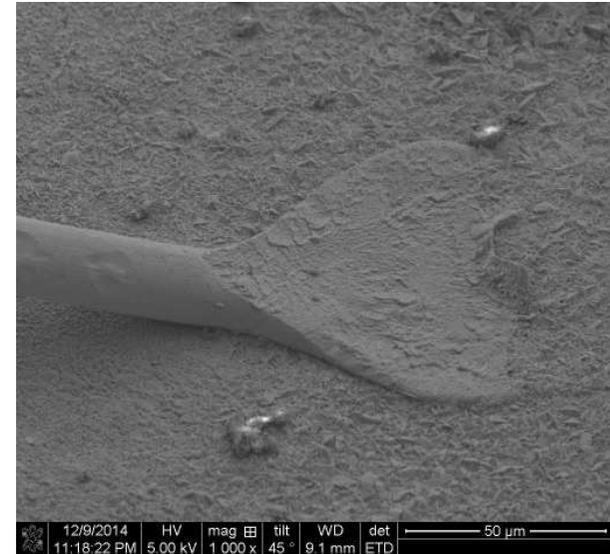
<J-chip comment: **No good** >

B



<J-chip comment: **Good** >

C



<J-chip comment: **Good** >

Due to press by over power,  
or equipment mismatching,  
bonding fit was **crushed**.

# V. Environmental tests



## Test conditions

- **Test:**

- High temperature test:  $(150 \pm 2)$  °C, 500 hr
- Low temperature test:  $(-40 \pm 2)$  °C, 500 hr
- Damp heat cycle test:  $(150 \pm 2)$  °C, 10 min ↔  $(-40 \pm 2)$  °C, 10 min, 200 cycles
- Solder wettability test:  $(245 \pm 5)$  °C, Sn3.0Ag0.5Cu,  $(3 \pm 0.1)$  sec, using flux

- **Test apparatuses:**

- Temperature and humidity environmental test chamber (Excal 5425H, Climats, France)
- Solderability tester (6 sigma, Robotic Process System, USA)

## Company A

## High temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#1	139.83	133.51	-6.32
#2	133.30	130.90	-2.40
#3	132.78	127.92	-4.86
#4	132.29	129.62	-2.67
#5	131.18	124.34	-6.84

Vceo [V]	Before	After	Change
#1	75.51	72.08	-3.43
#2	75.51	73.87	-1.64
#3	75.46	73.03	-2.43
#4	75.66	76.22	0.56
#5	75.19	73.81	-1.38

Vcbo [V]	Before	After	Change
#1	137.21	143.44	6.23
#2	143.50	144.56	1.06
#3	142.89	143.44	0.55
#4	143.56	144.07	0.51
#5	141.93	142.51	0.58

Vebo [V]	Before	After	Change
#1	8.167	8.177	0.010
#2	8.183	8.190	0.007
#3	8.169	8.173	0.004
#4	8.149	8.156	0.007
#5	8.146	8.145	-0.001

Hfe	Before	After	Change
#1	161.9	163.3	1.4
#2	166.2	163.1	-3.1
#3	172.8	171.7	-1.1
#4	175.1	175.0	-0.1
#5	198.9	197.4	-1.5

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company A

## Low temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#6	125.59	123.72	-1.87
#7	120.87	116.04	-4.83
#8	126.42	118.62	-7.80
#9	126.84	124.41	-2.43
#10	127.05	121.53	-5.52

Vceo [V]	Before	After	Change
#6	77.32	77.97	0.65
#7	77.28	74.85	-2.43
#8	76.31	75.32	-0.99
#9	76.33	76.21	-0.12
#10	77.72	77.44	-0.28

Vcbo [V]	Before	After	Change
#6	142.58	143.68	1.10
#7	143.21	143.50	0.29
#8	129.63	142.36	12.73
#9	143.58	143.82	0.24
#10	142.81	143.19	0.38

Vebo [V]	Before	After	Change
#6	8.111	8.112	0.001
#7	8.001	7.984	-0.017
#8	8.149	8.150	0.001
#9	7.776	7.776	0.000
#10	7.956	7.952	-0.004

hfe	Before	After	Change
#6	161.9	162.8	0.9
#7	190.4	189.2	-1.2
#8	185.6	185.5	-0.1
#9	178.0	177.4	-0.6
#10	165.5	166.4	0.9

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company A

## Damp heat cycle test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#11	136.18	131.18	-5.00
#12	134.69	130.28	-4.41
#13	126.32	123.23	-3.09
#14	138.58	116.60	-21.98
#15	131.22	129.69	-1.53

Vceo [V]	Before	After	Change
#11	77.58	74.55	-3.03
#12	73.53	72.46	-1.07
#13	78.24	75.81	-2.43
#14	75.53	75.50	-0.03
#15	76.43	77.34	0.91

Vcbo [V]	Before	After	Change
#11	141.93	142.28	0.35
#12	142.01	143.50	1.49
#13	143.36	143.74	0.38
#14	143.57	143.86	0.29
#15	144.75	143.63	-1.12

Vebo [V]	Before	After	Change
#11	8.153	8.155	0.002
#12	7.867	7.859	-0.008
#13	8.141	8.144	0.003
#14	8.156	8.158	0.002
#15	8.165	8.162	-0.003

hfe	Before	After	Change
#11	189.9	193.2	3.3
#12	179.5	181.1	1.6
#13	180.6	184.1	3.5
#14	180.5	184.7	4.2
#15	170.9	175.9	5.0

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation. However, Vce(sat) test sample **#14** result is critical ,if compare to others data.

## Company B

## High temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#1	154.55	149.24	-5.31
#2	151.39	149.17	-2.22
#3	151.36	148.82	-2.54
#4	151.08	149.24	-1.84
#5	153.02	148.75	-4.27

Vceo [V]	Before	After	Change
#1	70.85	71.52	0.67
#2	70.02	71.41	1.39
#3	70.08	71.90	1.82
#4	70.87	71.28	0.41
#5	71.50	71.72	0.22

Vcbo [V]	Before	After	Change
#1	148.28	149.08	0.80
#2	148.22	147.58	-0.64
#3	148.18	148.53	0.35
#4	147.88	147.96	0.08
#5	147.54	147.86	0.32

Vebo [V]	Before	After	Change
#1	8.539	8.551	0.012
#2	8.537	8.541	0.004
#3	8.531	8.543	0.012
#4	8.540	8.542	0.002
#5	8.533	8.539	0.006

hfe	Before	After	Change
#1	307.1	310.9	3.8
#2	306.2	313.7	7.5
#3	309.4	313.7	4.3
#4	306.9	312.8	5.9
#5	309.2	313.7	4.5

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company B

## Low temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#6	150.76	148.40	-2.36
#7	152.43	147.99	-4.44
#8	150.69	145.90	-4.79
#9	150.83	148.40	-2.43
#10	150.82	147.14	-3.68

Vceo [V]	Before	After	Change
#6	71.28	71.53	0.25
#7	71.85	72.49	0.64
#8	70.92	71.36	0.44
#9	70.48	71.81	1.33
#10	71.42	72.42	1.00

Vcbo [V]	Before	After	Change
#6	148.86	148.89	0.03
#7	148.90	148.22	-0.68
#8	148.79	148.56	-0.23
#9	147.85	147.79	-0.06
#10	148.47	148.21	-0.26

Vebo [V]	Before	After	Change
#6	8.543	8.547	0.004
#7	8.537	8.523	-0.014
#8	8.544	8.549	0.005
#9	8.541	8.553	0.012
#10	8.546	8.550	0.004

hfe	Before	After	Change
#6	309.1	312.3	3.2
#7	306.8	312.7	5.9
#8	307.7	310.2	2.5
#9	306.1	307.6	1.5
#10	308.2	313.3	5.1

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company B

## Damp heat cycle test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#11	151.88	146.94	-4.94
#12	151.60	148.40	-3.20
#13	151.56	146.11	-5.45
#14	152.43	147.26	-5.17
#15	155.07	148.44	-6.63

Vceo [V]	Before	After	Change
#11	83.42	71.26	-12.16
#12	71.06	72.34	1.28
#13	75.03	71.54	-3.49
#14	76.19	71.97	-4.22
#15	75.01	71.75	-3.26

Vcbo [V]	Before	After	Change
#11	148.64	147.64	-1.00
#12	148.56	148.21	-0.35
#13	148.53	148.24	-0.29
#14	147.92	148.22	0.30
#15	148.49	148.25	-0.24

Vebo [V]	Before	After	Change
#11	8.537	8.542	0.005
#12	8.542	8.536	-0.006
#13	8.547	8.538	-0.009
#14	8.547	8.544	-0.003
#15	8.540	8.537	-0.003

hfe	Before	After	Change
#11	305.7	315.6	9.9
#12	307.3	316.1	8.8
#13	308.1	315.4	7.3
#14	309.4	316.1	6.7
#15	309.1	315.1	6.0

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation. However, Vceo test sample **#11** result is critical, if compare to others.

## Company C

## High temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#1	130.01	127.64	-2.37
#2	130.45	127.74	-2.71
#3	131.42	129.17	-2.25
#4	132.36	126.74	-5.62
#5	127.74	122.71	-5.03

Vceo [V]	Before	After	Change
#1	83.07	83.45	0.38
#2	83.02	83.22	0.20
#3	82.97	82.08	-0.89
#4	83.62	82.91	-0.71
#5	83.21	83.31	0.10

Vcbo [V]	Before	After	Change
#1	147.24	147.29	0.05
#2	146.35	146.39	0.04
#3	145.00	145.72	0.72
#4	147.21	147.63	0.42
#5	146.03	146.26	0.23

Vebo [V]	Before	After	Change
#1	7.427	7.433	0.006
#2	7.437	7.422	-0.015
#3	7.431	7.432	0.001
#4	7.428	7.435	0.007
#5	7.441	7.444	0.003

hfe	Before	After	Change
#1	278.1	284.6	6.5
#2	278.2	280.7	2.5
#3	277.5	283.0	5.5
#4	282.7	284.8	2.1
#5	284.6	281.8	-2.8

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company C

## Low temp. test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#6	126.04	122.01	-4.03
#7	128.78	124.76	-4.02
#8	129.79	125.73	-4.06
#9	129.83	127.99	-1.84
#10	128.47	126.88	-1.59

Vceo [V]	Before	After	Change
#6	85.47	86.58	1.11
#7	82.54	85.06	2.52
#8	85.31	83.36	-1.95
#9	82.63	82.08	-0.55
#10	82.41	82.24	-0.17

Vcbo [V]	Before	After	Change
#6	146.33	146.43	0.10
#7	146.07	146.64	0.57
#8	144.18	145.75	1.57
#9	144.51	144.21	-0.30
#10	145.72	146.36	0.64

Vebo [V]	Before	After	Change
#6	7.435	7.442	0.007
#7	7.432	7.435	0.003
#8	7.440	7.442	0.002
#9	7.431	7.431	0.000
#10	7.431	7.434	0.003

hfe	Before	After	Change
#6	281.1	272.5	-8.6
#7	283.3	279.3	-4.0
#8	284.6	283.4	-1.2
#9	277.7	275.6	-2.1
#10	286.6	289.1	2.5

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

## Company C

## Damp heat cycle test result

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#11	129.31	125.97	-3.34
#12	128.06	124.83	-3.23
#13	132.29	127.19	-5.10
#14	130.69	127.67	-3.02
#15	131.84	126.32	-5.52

Vceo [V]	Before	After	Change
#11	85.80	83.91	-1.89
#12	83.78	83.79	0.01
#13	84.77	82.35	-2.42
#14	84.22	83.12	-1.10
#15	83.25	82.71	-0.54

Vcbo [V]	Before	After	Change
#11	146.65	147.14	0.49
#12	146.94	147.00	0.06
#13	142.93	143.49	0.56
#14	141.29	143.21	1.92
#15	145.86	146.33	0.47

Vebo [V]	Before	After	Change
#11	7.437	7.436	-0.001
#12	7.431	7.428	-0.003
#13	7.428	7.426	-0.002
#14	7.423	7.416	-0.007
#15	7.442	7.442	0.000

hfe	Before	After	Change
#11	274.0	278.0	4.0
#12	277.9	279.6	1.7
#13	283.2	290.4	7.2
#14	279.3	281.3	2.0
#15	281.9	287.7	5.8

### <Judgement>

The test results is satisfied with regulation.

# Summary

High temp. test data comparison & analysis: Rate of changing of spec.value

Test sample	V <sub>ceo</sub>		V <sub>cb0</sub>		V <sub>eb0</sub>		V <sub>ce(sat)</sub>		h <sub>fe</sub>	
	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value
A	0.70%	4.60%	0.35%	7.40%	0.002%	0.12%	1.80%	5.20%	0.76%	1.90%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○
B	0.30%	2.00%	0.05%	0.50%	0.05%	0.50%	1.20%	3.40%	0.05%	2.40%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○
C	0.12%	1.10%	0.03%	0.50%	0.01%	0.20%	1.80%	4.30%	0.74%	2.30%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○

Low temp. test data comparison & analysis: Rate of changing of spec.value

Test sample	V <sub>ceo</sub>		V <sub>cb0</sub>		V <sub>eb0</sub>		V <sub>ce(sat)</sub>		h <sub>fe</sub>	
	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value
A	0.15%	3.20%	0.17%	9.80%	0.001%	0.21%	1.50%	6.10%	0.05%	0.60%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.△	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○
B	0.35%	1.90%	0.02%	0.45%	0.05%	0.16%	1.70%	3.20%	0.49%	1.90%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○
C	0.20%	3.10%	0.07%	1.10%	0.00%	0.09%	1.20%	3.20%	0.42%	3.10%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○

Damp heat cycle test data comparison & analysis: Rate of changing of spec.value

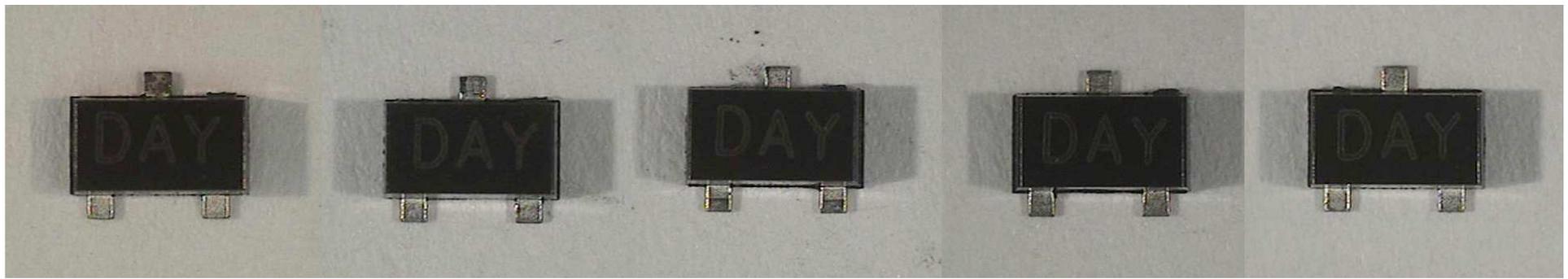
Test sample	V <sub>ceo</sub>		V <sub>cb0</sub>		V <sub>eb0</sub>		V <sub>ce(sat)</sub>		h <sub>fe</sub>	
	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value	Min.value	Max.value
A	0.04%	3.80%	0.02%	0.78%	0.020%	0.10%	2.50%	15.90%	1.70%	2.90%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.△	Judg.○	Judg.○
B	1.80%	14.50%	0.16%	0.67%	0.03%	0.10%	2.10%	4.30%	1.90%	3.20%
	Judg.○	Judg.△	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○
C	0.01%	2.90%	0.04%	1.40%	0.00%	0.09%	2.30%	4.20%	0.60%	2.50%
	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○	Judg.○

## <Total Judgement>

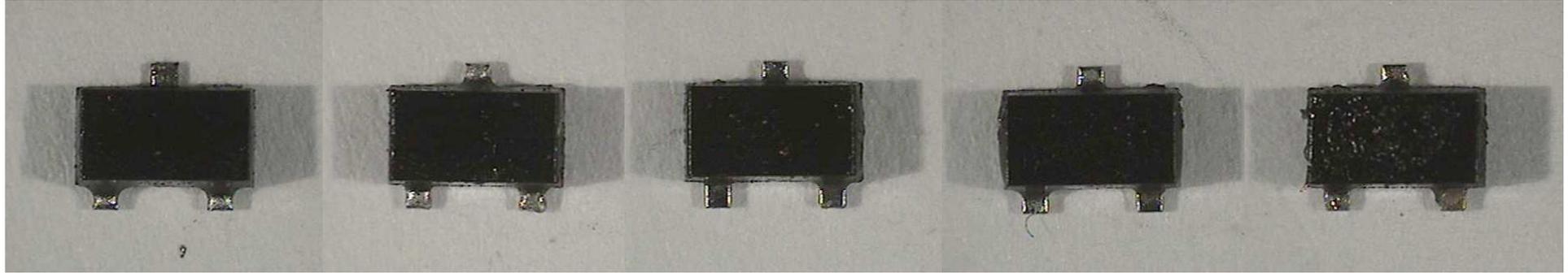
All of samples results are satisfied with regulation (**specification limit**). However, company A :(low temp.test &Damp heat test result) is a little bit critical. Also, company B:(Damp heat test result )is a little bit critical.

# Company A

Before

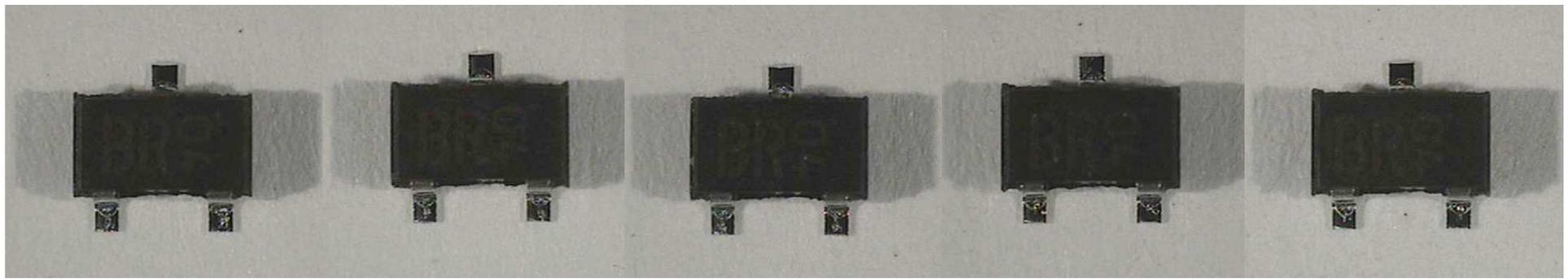


After



# Company B

Before

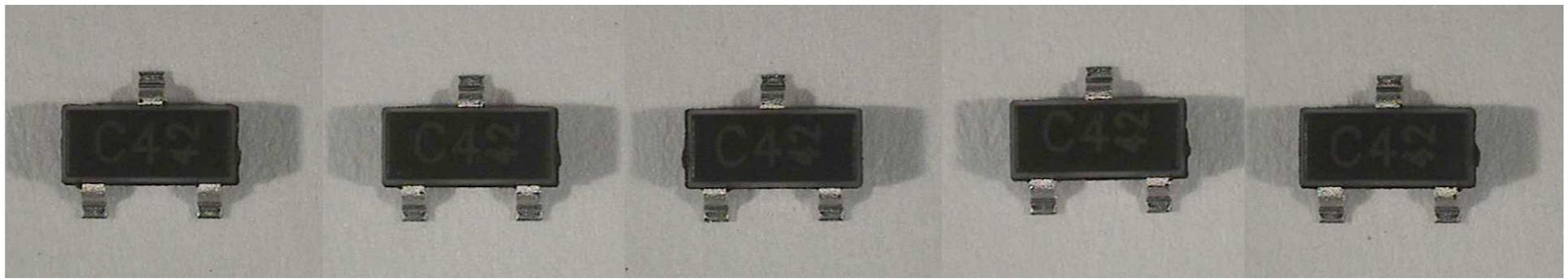


After

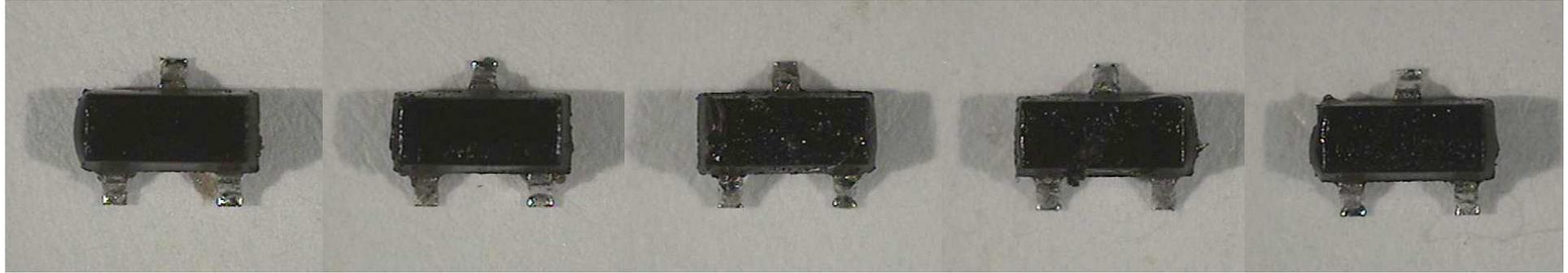


# Company C

Before

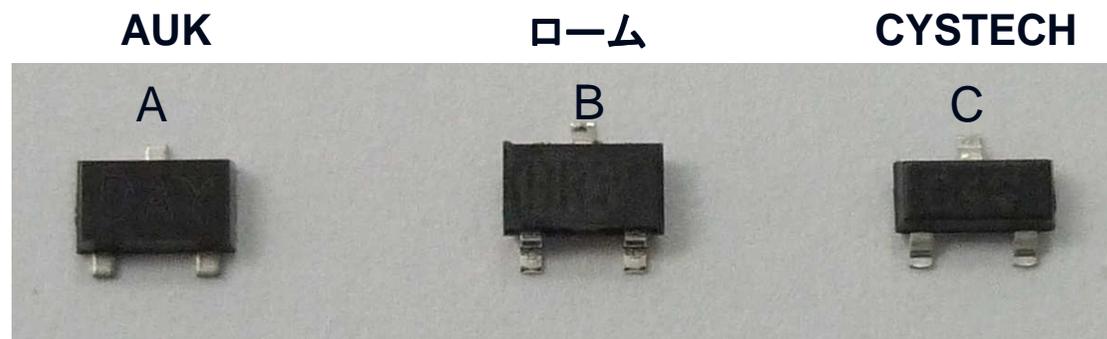


After



# KETI試験結果の考察

## ■試験サンプル詳細



サンプルコード	A	B	C		
Specification items	AUK 2SC5343F	ローム 2SC2412K	CYSTECH BTC2412N3	Condition	
V <sub>ceo</sub>	(V)	50	50	50	I <sub>c</sub> =1 mA
V <sub>cb0</sub>	(V)	60	60	60	I <sub>c</sub> =100uA
V <sub>eb0</sub>	(V)	5	7	7	I <sub>e</sub> =10uA
I <sub>c</sub>	(A)	0.15	0.15	0.2	
P <sub>c</sub>	(W)	0.2	0.2	0.225	
T <sub>j</sub>	(°C)	150	150	150	
h <sub>fe</sub>		70~700	120~560	180~560	V <sub>ce</sub> =6V
V <sub>ce(sat)</sub>	(V)	0.4	0.4	0.4	I <sub>c</sub> =100mA
f <sub>t</sub>	(MHz)	80(min)~	180	180	V <sub>ce</sub> =1.0V, I <sub>c</sub> =1 mA
C <sub>ob</sub>	(pf)	3.5	3.5	3.5	V <sub>cb</sub> =1.0V, f=1 MHz
PKG		SOT-23	SOT-23	SOT-23	

# KETI試験結果の考察



## ■バイポーラトランジスタ各種試験結果比較

KETIにて実施しました3社の各種試験結果を比較して纏めました。

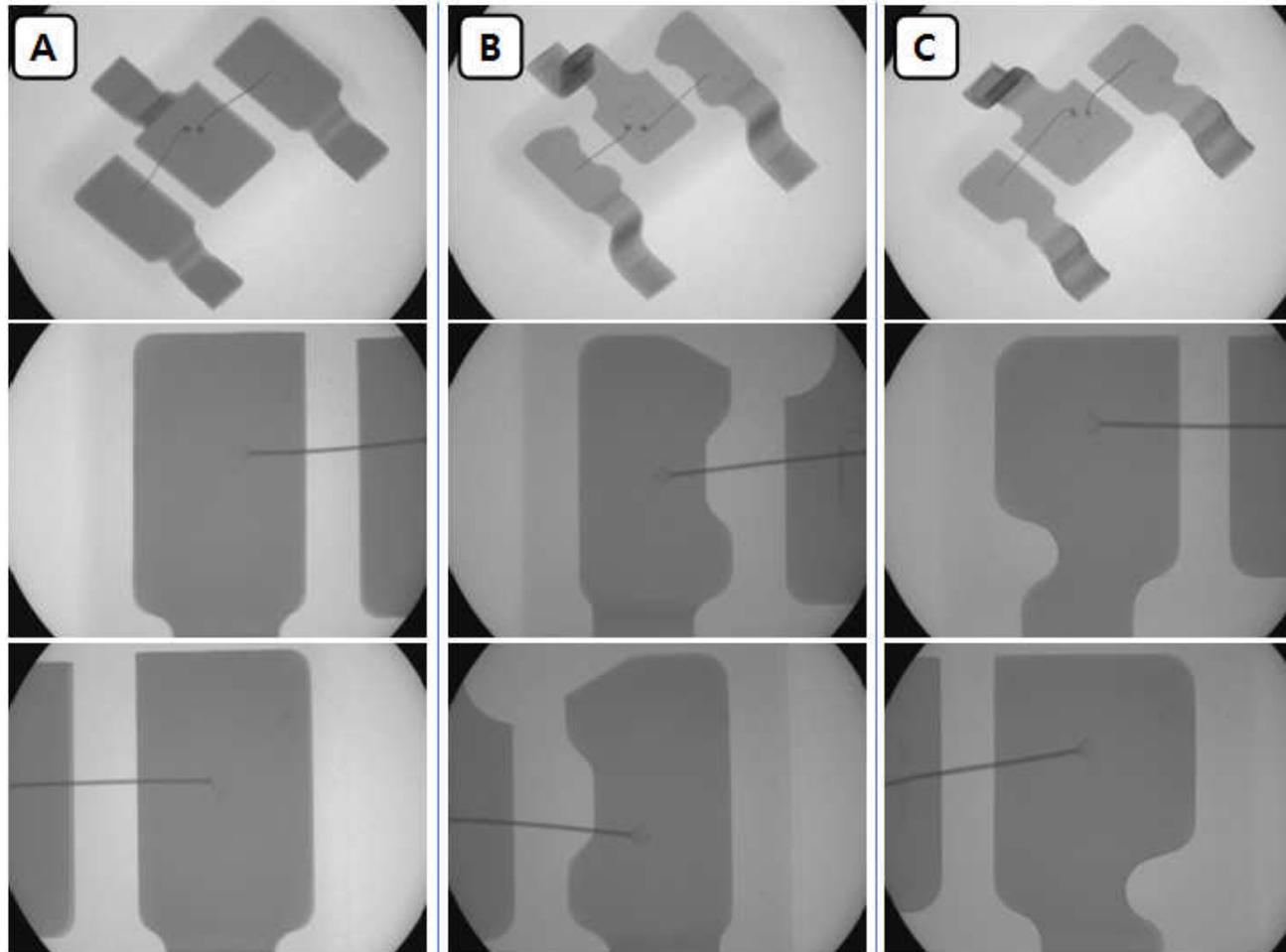
試験項目	A社(AUK)	B社(ローム)	C社(CYSTECH)
X線構解析 (構造/異物)	問題なし	問題なし	問題なし
SEM観察 (ボンディング)	2 <sup>nd</sup> ボンディング方法 に課題あり	問題なし	問題なし
高温保存試験	問題なし	問題なし	問題なし
低温保存試験	問題あり: レベル小	問題なし	問題なし
ヒートサイクル 試験	問題あり: レベル中	問題あり: レベル小	問題なし

# KETI試験結果の考察

## ■バイポーラトランジスタ部品試験結果の考察

### ①X線撮影による内部構造確認

撮影は一方向の限られたものではありませんが、内部に異物/ボイド等は確認が出来ません。よって3社サンプルに**異常はなし**と判断し、継続して静特性測定・環境試験を行いました。

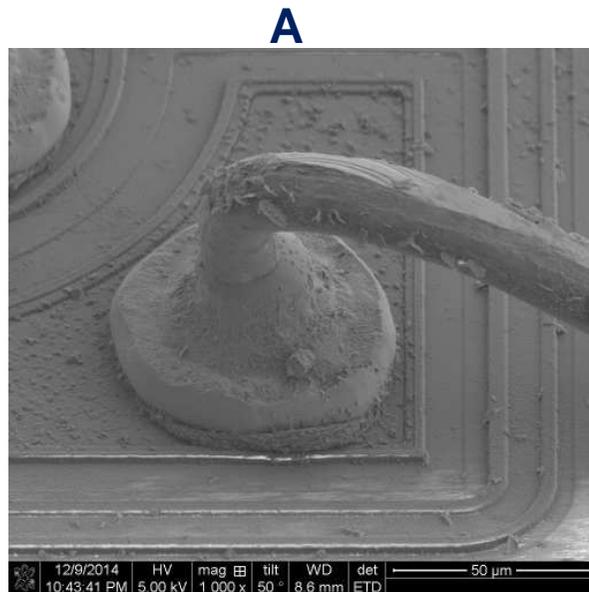


# KETI試験結果の考察

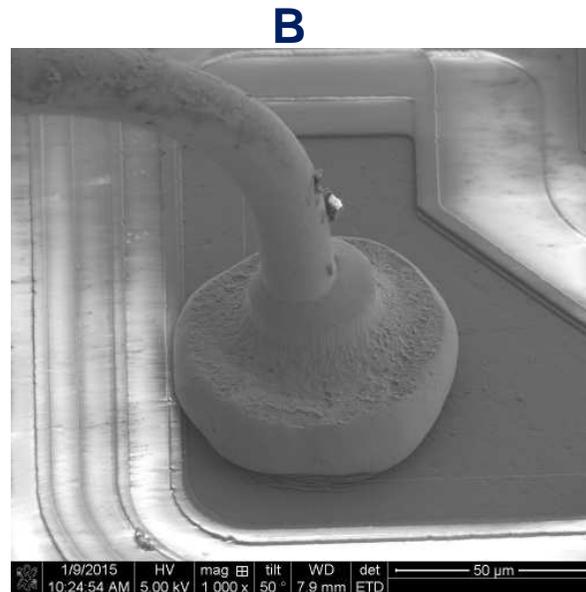
## ②SEMによるボンディング構造の解析

半導体で重要なワイヤー接続の状態を確認するためSEMによる構造解析を行いました。その結果、3社の製造方法には明確な**差異 (ポリシー)**がある事が判明しました。

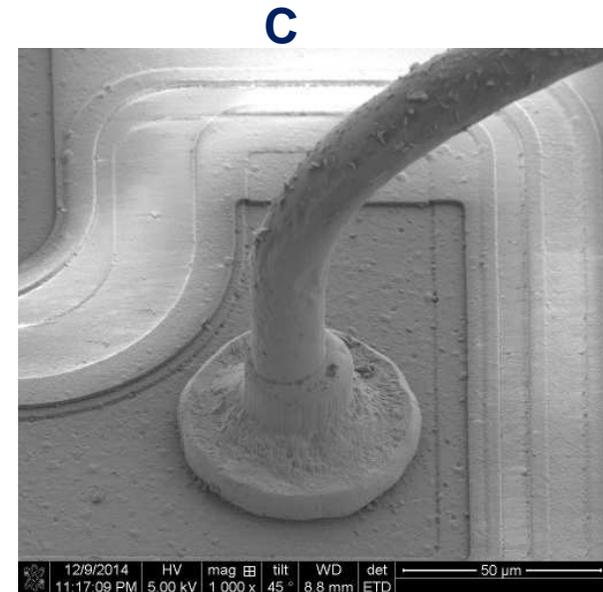
【1st Bonding接続状態】



<J-chip comment: Good >



<J-chip comment: Good >



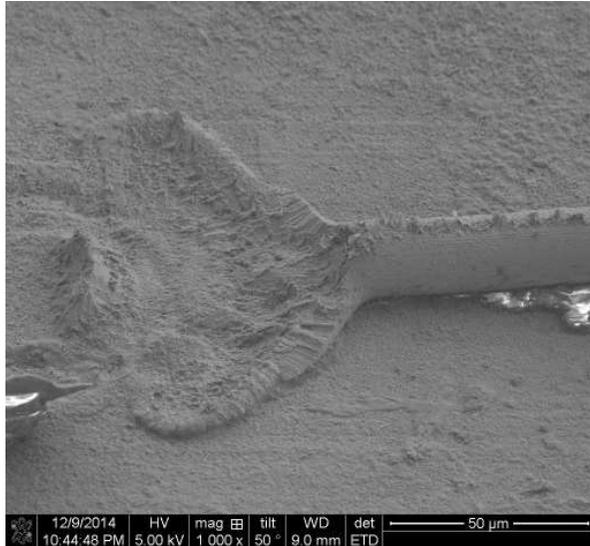
<J-chip comment: Good >

**3社で問題はありません。確実に接続されていると判断できます。**

# KETI試験結果の考察

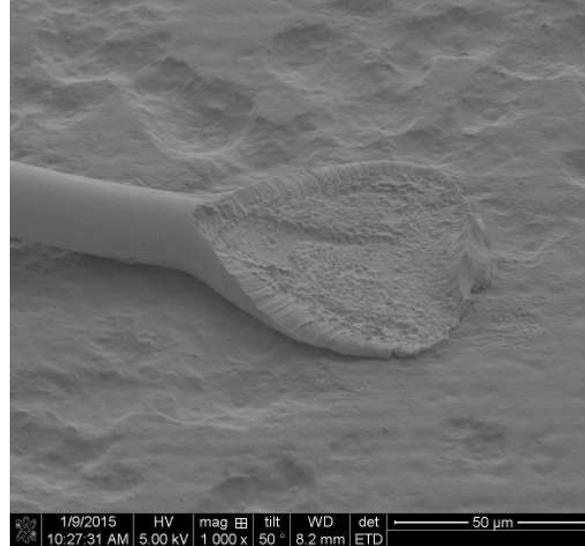
## 【2nd Bonding接続状態】

A



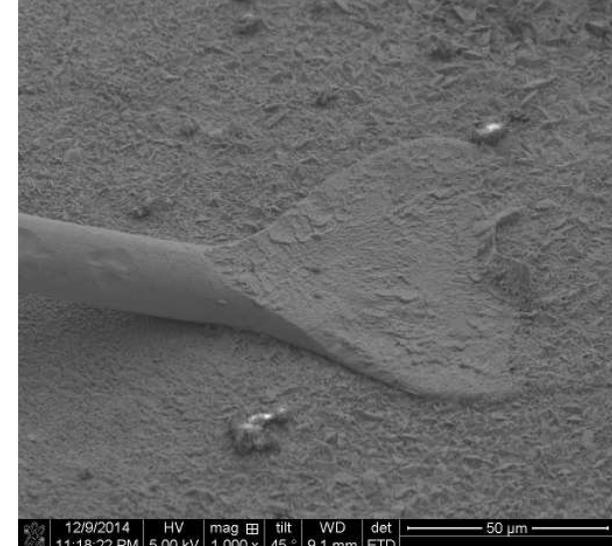
<J-chip comment: **問題あり**>

B



<J-chip comment: **良好**>

C



<J-chip comment: **良好**>

接続時に過剰な**圧力**を掛けて  
いるか、**装置のマッチング問題**  
により**ステッチが潰れ**かけてい  
る。

**A社 (AUK) のボンディング方法には問題がある**

# KETI試験結果の考察

## 【解説】

### ・1stボンディング工程

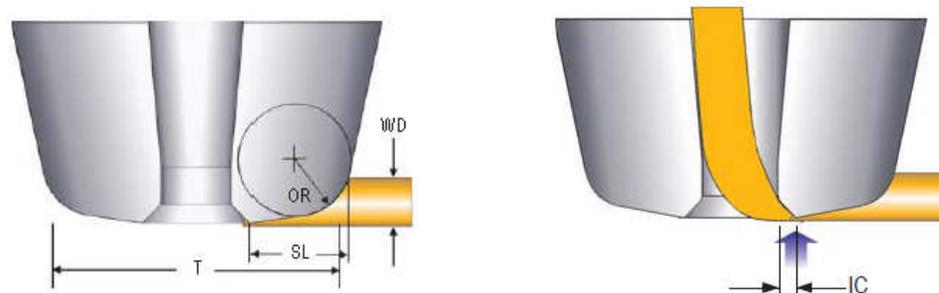
一般的に1stボンディングは**“ボールボンディング方式”**にて行われます。下記にその概念図を示します。装置の先端**（キャピラリー）**よりボール形状の線材を押し出して、更にそのボールを加圧して潰しながら溶接する方法です。線材（金/銅/アルミ）/線径等の差異に応じて**各パラメータを調節**する事で製造管理します。よって、それらのミスがない限り形状はほぼ均一となります。



＜ボンディング方法＞

### ・2ndボンディング工程

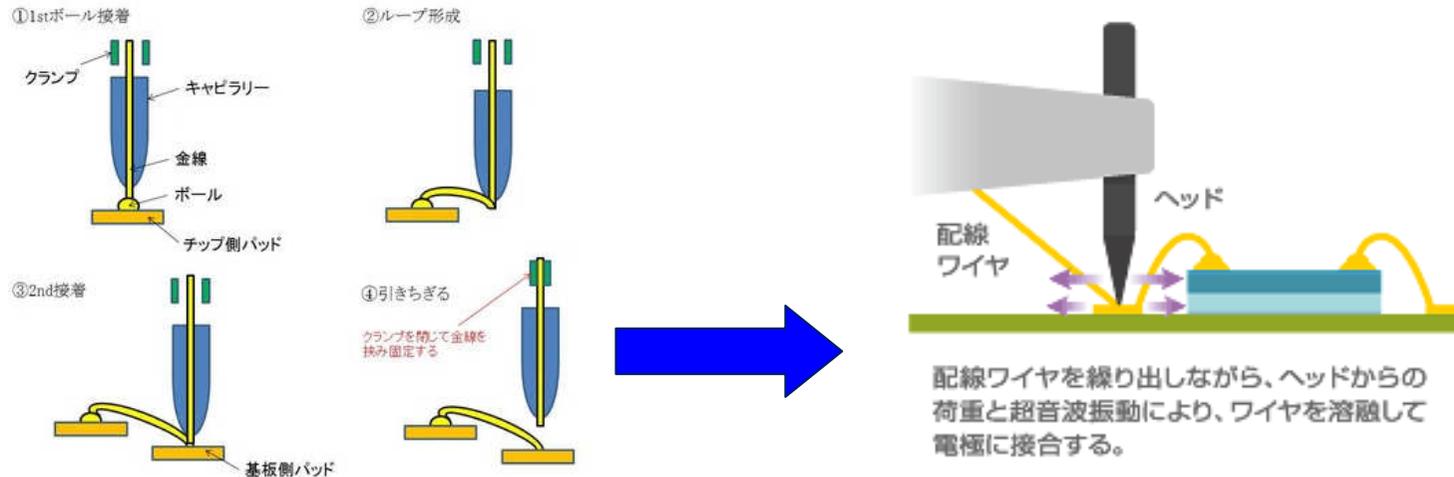
2ndボンディングは**“ステッチボンディング方式”**にて行われます。下記にその概念図を示します。装置の先端**（キャピラリー）**より線材を押し出して、その線材の途中部分を先端ヘッド部にて**加圧/切断/溶接**を行ないます。同時に複数の工程をこなすため**装置選定/調節の技術**が必要であります。これらは各社の製造ノウハウであり非公開です。



＜ボンディング方法＞

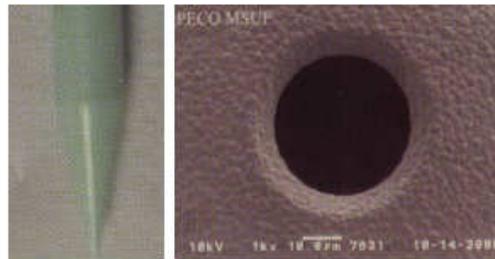
# KETI試験結果の考察

下記に、ボンディング工程の概要とキャピラリーの製品事例を示します。



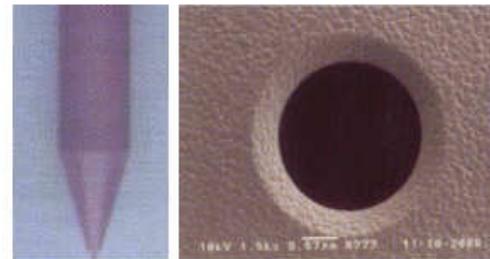
## GFC 金線/銅線用

GFCは銅線用に開発された超高密度のセラミックスキャピラリーです。  
硬度が非常に高く、耐久性に優れております。ロングライフキャピラリーとして金線にもご使用頂けます。



## OPTIMA 銅線用

GFCを更に改良して、銅線専用として開発されたのがOPTIMAです。  
密度・硬度ともにラインナップで最も高く、安定したボンディング性とロングライフを実現しました。



<キャピラリー製品事例:金/銅/アルミ等材料毎に専用の製品があります。  
日系メーカーだけでも**10社**以上あります>

# KETI試験結果の考察

よって、今回の試験対象であるA社 (AUK) 製品の2ndボンディング形状が良くない原因は幾つか考えられます。それらを検証して見ました。

<原因1:キャピラリーの先端形状 (球状OR値) が使用している線径とマッチしていない >

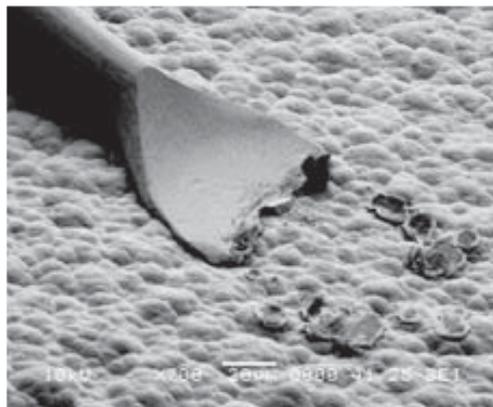
<原因2: 圧接力が強すぎる >

<原因3:キャピラリーを磨耗したまま耐久回数を越えて使用している> ※可能性大

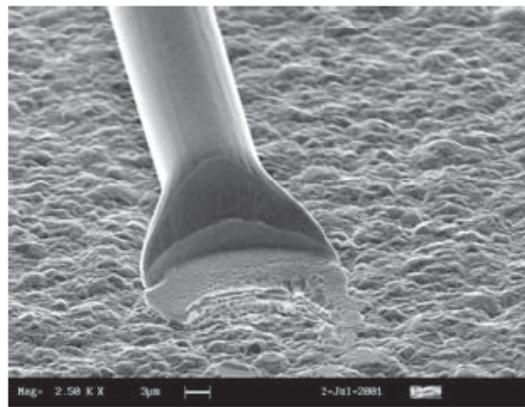
又、アジア系メーカーで良くある話としては、**製造工程 (時間) 短縮**のため、あえて先端ヘッドを変えずに複数の線径を同一装置で生産するとも聞きます。または、そもそも設備不足の場合も有ります。

尚、今回のAUK製品ではフイレット潰れであり**”断線”**はしていないので大問題とは言えません。経年変化で接点が劣化すると**”断線”**に到る可能性はあるとは言えます。

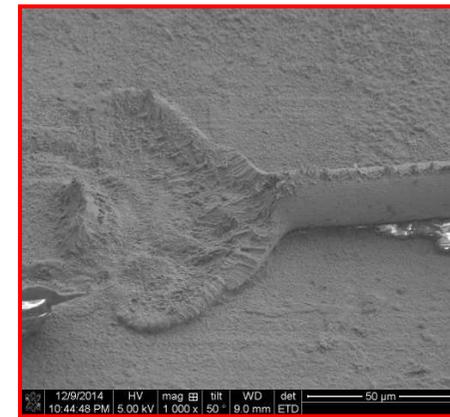
下記にご参考として、一般的なボンディング不良事例を添付します。



フイレットが途中で断線している



フイレットが過剰な圧接により断線している



AUKの状態:キャピラリー磨耗により接続部が潰れていると推測



# KETI試験結果の考察



・低温保存試験結果 (A社:AUK)

問題レベル: 小

A社製品では、低温保存前後にてVcbo耐電圧が**増加**する結果となりました。試験前後の数値自体は規格値以内であり問題は有りません。その試験前後数値を検証すると、5個のサンプル全てが試験後にVcbo耐圧値が上昇している事が解かります。なぜ、こうなるのか原因を推測して見ました。

<原因1:測定ミス>

サンプル # 8の試験前数値のみ**129.63V** と他数値を大きく異なる事が解かります。これより、単純にこの数値のみ**測定ミス**とも考えられます。

<原因2:ウェハーの性能に起因する>

ウェハー自体の物理的性能、特にドナー素材の選定 (設計) に問題があるためPN接合が不安定であり温度変化にて数値が変動する事も考えられます。

Vcbo [V]	Before	After	Change
#6	142.58	143.68	1.10
#7	143.21	143.50	0.29
#8	129.63	142.36	12.73
#9	143.58	143.82	0.24
#10	142.81	143.19	0.38

Vcbo規格値:60V (max)

全てのデータはこの規格値を越えているため製品としては問題はありません

# KETI試験結果の考察

・ヒートサイクル試験結果 (A社:AUK)

問題レベル: 中

A社製品では、ヒートサイクル試験前後にてVce (sat) 電圧が”減少”する結果となりました。試験前後の数値自体は規格値以内であり問題は有りません。しかし、Vce (sat) パラメータは回路的には**重要**な項目であり、温度変化にて特性が変化する事は良くありません。そこでなぜ、こうなるのか原因を推測してみました。

## <原因1:ウエハーの性能に起因する>

ウエハー自体の物理的性能に問題があると考えられます。特に、素子内部に**不純物**が含まれていてヒートサイクル試験により、その不純物が減少する事で数値が減少したと推測されます。高温保存試験結果でも試験後でVce (sat) の数値は減少しています。車載向け**AEC-Q100規格**では、これら高温試験(エージング)が義務化されています。

Vce(sat) [mV]	Before	After	Change
#11	136.18	131.18	-5.00
#12	134.69	130.28	-4.41
#13	126.32	123.23	-3.09
#14	138.58	116.60	-21.98
#15	131.22	129.69	-1.53

Vce (sat) 規格値:0.4V (max)

全てのデータはこの規格値以下のため  
製品としては問題はありません

# KETI試験結果の考察

## ・ヒートサイクル試験結果 (B社:ローム) **問題レベル: 小**

B社製品では、ヒートサイクル試験前後にてVceo耐電圧が”減少”する結果となりました。試験前後の数値自体は規格値以内であり問題は有りません。その試験前後数値を検証すると、5個のサンプル全てが試験後にVcbo耐圧値が減少している事が解かります。なぜ、こうなるのか原因を推測して見ました。

### <原因1:測定ミス>

サンプル # 8の試験前数値のみ”83.42V” と他数値を大きく異なる事が解かります。これより、単純にこの数値のみ**測定ミス**とも考えられます。

### <原因2:ウェハーの性能に起因する>

ウェハー自体の物理的性能、特にドナー素材の選定 (設計) に問題があるためPN接合が不安定であり温度変化にて数値が変動する事も考えられます。

Vceo [V]	Before	After	Change
#11	83.42	71.26	-12.16
#12	71.06	72.34	1.28
#13	75.03	71.54	-3.49
#14	76.19	71.97	-4.22
#15	75.01	71.75	-3.26

Vceo規格値:50V (max)

全てのデータはこの規格値を越えているため製品としては問題はありません

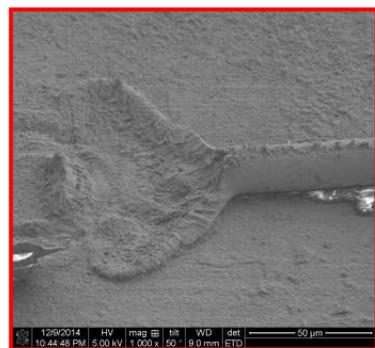
# KETI試験結果の考察

## ■まとめ・補足

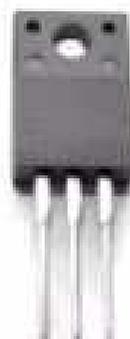
以上のKETI試験結果の詳細分析/考察より、3社のトランジスタについて**総合判定**と実際の使用時点での**注意点**について補足しました。

項目	A社(AUK)	B社(ローム)	C社(CYTECH)
構造	ボンディング方法に課題あり	問題なし	問題なし
電気性能	温度変化でVce(sat)変化値が大きい	問題なし	問題なし

### <補足>



ボンディング不良



<今回の試験サンプル:2SC5343F>

・仕様: Vceo:60V, Ic=0.15A, Pc=0.2W, SOT-23

※電流値は**最大150mA**であり、通常の使用状態であるならば経年変化しても**ワイヤー断線**となる可能性は**低い**と言えます。

<電力増幅製品: TO-220パッケージ製品>

・仕様: Vceo:60V, Ic=1A, Pc=2Wクラス

※電流値は**最大1A**でありワイヤーには常に負荷が掛っています。よって、経年変化より**ワイヤー断線**となる可能性は**高い**です。アジア系トランジスタの製品不良の多くが**ワイヤー断線/異物混入による絶縁不良/素子PN接合不良**です。