
Joint Group – Pollution Prevention (JG-PP) Lead Free Soldering Study SIR Test Results

John Kerr, Bart Monge Boeing - Anaheim

Lead-free Solder Project Number: S1-01-EM-026 (Cont.)

- **Boeing-Anaheim test plan**
 - Perform SIR per IPC-TM-650 2.6.3.3
 - 85 ° C, 85%RH, 100 VDC, 168 hrs
 - IPC-B-25A Test Vehicles (six boards each)
 - Reflow solder
 - SnAgCu solder alloy and no-clean flux (GRN360K)
 - SnAgCuBi solder alloy and no-clean flux (CL30-8467)
 - SnPb solder alloy and flux (Kester) Rosin
 - Wave solder
 - SnCu and no-clean flux (SN100C)
 - SnAgCu and Rosin flux (Kester)
 - SnPb and Rosin flux (R244)
 - No solder paste, bare copper finish processed simulated reflow and wave solder and cleaning procedures only
 - All coupons cleaned with semi-aqueous process using IONOX I3330

SIR test observations/recommendations

- **Tin lead samples (wave and reflow)**
 - (1 of 4) samples, W4 wave had dendritic growth and dendrites across multiple traces
- **Tin silver copper bismuth (reflow)**
 - (2 of 4) samples had black corrosion observed as well as a residual binder material between the traces dendritic growth on SACB 11 &13
 - Wettability was the poorest of materials tested
 - Different flux may improve soldering.
- **Tin Copper wave-** No dendrites (4 of 4 samples)
- **Tin silver copper (wave and reflow)**
 - No dendrites (4 of 4 samples)

Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- **Tray 1 test results**

Solder/Process*	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
Cu Control (No Bake)/None	1/1	4A	1.2×10^{13}	4.5×10^{11}	1.2×10^{12}	8.0×10^{11}
		4B	2.1×10^{11}	2.1×10^9	2.8×10^9	5.9×10^9
		4C	2.0×10^{11}	2.8×10^9	6.2×10^8	1.5×10^9
		4D	2.1×10^{11}	4.3×10^9	5.8×10^9	5.5×10^9
		5A	2.0×10^{11}	4.5×10^{11}	3.0×10^{12}	8.0×10^{11}
		5B	2.0×10^{11}	4.5×10^{11}	5.5×10^{11}	8.0×10^{11}
		5C	2.4×10^{12}	4.0×10^{11}	5.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		5D	2.8×10^{11}	6.0×10^{11}	5.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		1A	2.1×10^{11}	3.2×10^9	4.2×10^9	1.8×10^9
		1B	2.1×10^{11}	2.1×10^9	2.8×10^9	5.9×10^9
SAC/Wave	1/1	1C	2.0×10^{11}	2.8×10^9	6.2×10^8	1.5×10^9
		1D	2.1×10^{11}	4.3×10^9	5.8×10^9	5.5×10^9
		2A	5.2×10^{12}	1.1×10^{11}	1.8×10^{11}	2.8×10^{11}
		2B	7.2×10^{12}	9.5×10^{10}	1.4×10^{11}	2.0×10^{11}
		2C	1.8×10^{11}	4.5×10^{11}	6.5×10^{11}	1.0×10^{11}
		2D	5.2×10^{10}	1.4×10^{11}	1.5×10^{12}	4.0×10^{11}

* Wave or Reflow (solder only)

Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- **Tray 1 test results (Cont.)**

Solder/Process*	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
Cu Control (No Bake)/None	2/1	1A	6.0×10^{12}	1.0×10^{12}	1.2×10^{12}	6.5×10^{11}
		1B	5.0×10^{10}	9.0×10^{11}	1.2×10^{12}	1.5×10^{12}
		1C	2.0×10^{13}	1.0×10^{14}	2.0×10^{13}	3.0×10^{13}
		1D	2.0×10^{13}	1.0×10^{13}	3.0×10^{13}	2.0×10^{13}
		2A	1.4×10^{13}	6.0×10^{11}	9.0×10^{11}	1.0×10^{12}
		2B	1.0×10^{13}	5.5×10^{11}	7.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		2C	1.1×10^{11}	6.0×10^{11}	9.0×10^{12}	4.0×10^{12}
		2D	1.4×10^{11}	5.5×10^{11}	3.0×10^{12}	5.0×10^{12}
		3A	2.0×10^{12}	5.5×10^{11}	7.0×10^{11}	1.5×10^{12}
		3B	2.0×10^{12}	4.5×10^{11}	1.2×10^{11}	4.5×10^{12}
		3C	5.5×10^{12}	4.5×10^{11}	1.1×10^{11}	1.5×10^{12}
		3D	2.0×10^{12}	5.0×10^{11}	1.2×10^{12}	1.5×10^{12}
Copper Control (Baked)/None	2/1	4A	1.1×10^{13}	9.0×10^{11}	8.0×10^{11}	1.0×10^{12}
		4B	1.1×10^{13}	9.0×10^{11}	7.5×10^{12}	1.0×10^{12}
		4C	7.5×10^{10}	7.0×10^{12}	5.0×10^{12}	1.0×10^{12}
		4D	1.9×10^{11}	8.0×10^{12}	6.0×10^{12}	1.0×10^{12}

* Wave or Reflow (solder only)

Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- Tray 1 test results (Cont.)

Solder/Process*	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
SAC/Wave	3/1	3A	7.5×10^{12}	1.7×10^{11}	3.2×10^{12}	5.0×10^{11}
		3B	1.4×10^{13}	2.4×10^{11}	4.5×10^{11}	6.5×10^{11}
		3C	9.5×10^{10}	2.6×10^{11}	4.5×10^{11}	6.5×10^{11}
		3D	1.3×10^{11}	2.4×10^{11}	4.5×10^{11}	7.0×10^{11}
		4A	4.8×10^{10}	2.2×10^{11}	3.0×10^{12}	3.6×10^{12}
		4B	7.0×10^{10}	2.5×10^{11}	4.0×10^{12}	4.0×10^{12}
		4C	7.0×10^{12}	2.8×10^{11}	6.0×10^{11}	8.0×10^{11}
		4D	1.2×10^{13}	2.8×10^{11}	5.5×10^{11}	8.0×10^{11}
		5A	6.0×10^{12}	3.0×10^{11}	6.0×10^{11}	8.0×10^{11}
		5B	1.0×10^{13}	3.0×10^{11}	6.0×10^{11}	8.5×10^{11}
		5C	1.0×10^{11}	2.2×10^{11}	3.0×10^{12}	6.0×10^{11}
		5D	1.1×10^{11}	3.1×10^{11}	3.5×10^{12}	6.0×10^{11}
		6A	1.0×10^{13}	9.0×10^{11}	1.1×10^{12}	1.5×10^{11}
		6B	1.4×10^{13}	1.0×10^{12}	1.2×10^{12}	1.5×10^{11}
		6C	4.2×10^{10}	8.0×10^{10}	4.0×10^{12}	1.6×10^{11}
		6D	4.0×10^{11}	5.5×10^{11}	1.0×10^{13}	5.5×10^{11}
Copper Control (Baked)/None	4/1	1A	1.4×10^{12}	7.0×10^{11}	8.0×10^{11}	9.0×10^{11}
		1B	1.2×10^{12}	6.0×10^{11}	7.0×10^{11}	5.5×10^{12}
		1C	5.5×10^{11}	6.5×10^{11}	7.0×10^{11}	4.0×10^{12}
		1D	5.2×10^{11}	6.5×10^{11}	7.0×10^{11}	4.0×10^{12}
		2A	2.0×10^{13}	5.0×10^{11}	6.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		2B	2.0×10^{13}	4.0×10^{11}	7.0×10^{11}	9.0×10^{11}
		2C	2.6×10^{12}	4.5×10^{11}	7.5×10^{11}	9.0×10^{11}
		2D	1.4×10^{12}	6.5×10^{11}	7.5×10^{11}	9.0×10^{11}
		3A	1.2×10^{13}	6.0×10^{11}	7.5×10^{11}	8.5×10^{11}
		3B	1.2×10^{13}	7.0×10^{11}	7.5×10^{11}	9.0×10^{11}
		3C	2.6×10^{12}	6.0×10^{11}	7.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		3D	7.0×10^{11}	6.0×10^{11}	6.5×10^{11}	9.0×10^{11}
		5A	1.2×10^{13}	6.5×10^{11}	9.0×10^{11}	1.0×10^{12}
		5B	1.2×10^{13}	6.5×10^{11}	7.5×10^{11}	1.0×10^{12}
		5C	3.6×10^{12}	7.0×10^{11}	7.5×10^{11}	9.0×10^{11}
		5D	2.0×10^{12}	6.5×10^{11}	8.0×10^{11}	9.0×10^{11}

* Wave or Reflow (solder only)



Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- Tray 2 test results

Solder/Process*	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
SAC/Wave	1/2	1A	9.0×10^{13}	1.2×10^{10}	1.6×10^{10}	2.1×10^{10}
		1B	5.0×10^{13}	4.0×10^{11}	1.8×10^{10}	2.2×10^{10}
		1C	5.0×10^{13}	5.4×10^{10}	1.6×10^{11}	2.2×10^{10}
		1D	5.0×10^{13}	5.2×10^{11}	1.3×10^{11}	2.4×10^{10}
		2A	4.0×10^{13}	1.4×10^{10}	2.2×10^{10}	2.3×10^{10}
		2B	1.3×10^{13}	1.8×10^{10}	2.4×10^{11}	2.2×10^{10}
		2C	5.0×10^{13}	1.6×10^{10}	2.1×10^{11}	2.4×10^{10}
		2D	5.0×10^{13}	1.3×10^{10}	1.9×10^{10}	2.6×10^{10}
		3A	5.0×10^{13}	1.6×10^{10}	2.1×10^{11}	2.2×10^{10}
		3B	5.0×10^{13}	1.3×10^{10}	1.9×10^{10}	2.2×10^{10}
		3C	5.0×10^{13}	1.4×10^{10}	2.0×10^{10}	2.6×10^{10}
		3D	5.0×10^{13}	1.5×10^{10}	2.4×10^{11}	5.0×10^{10}
		4A	5.0×10^{13}	1.3×10^{10}	1.5×10^{10}	1.4×10^{10}
		4B	5.0×10^{13}	1.1×10^{10}	2.2×10^{10}	2.0×10^{10}
		4C	5.0×10^{13}	3.6×10^{10}	1.0×10^{12}	2.2×10^{10}
		4D	5.0×10^{13}	3.6×10^{10}	6.5×10^{11}	2.4×10^{10}
SAC/Reflow	2/2	5A	1.5×10^{13}	1.8×10^{10}	3.0×10^{10}	4.0×10^{10}
		5B	5.0×10^{13}	2.0×10^{10}	2.8×10^{10}	3.2×10^{10}
		5C	5.0×10^{13}	2.2×10^{10}	7.0×10^{10}	3.8×10^{10}
		5D	5.0×10^{13}	2.8×10^{10}	3.5×10^{11}	4.5×10^{10}
		6A	1.0×10^{13}	1.6×10^{10}	2.0×10^{10}	2.6×10^{10}
		6B	1.0×10^{13}	1.5×10^{10}	1.9×10^{10}	2.6×10^{10}
		6C	5.0×10^{13}	2.0×10^{10}	3.0×10^{11}	2.8×10^{10}
		6D	5.0×10^{13}	1.8×10^{10}	2.0×10^{11}	2.8×10^{10}
SNACB/Reflow		8A	5.0×10^{13}	1.1×10^{10}	1.6×10^{10}	1.5×10^{10}
		8	5.0×10^{13}	1.2×10^{10}	1.7×10^{10}	1.8×10^{10}
		8C	4.0×10^{13}	1.2×10^{10}	3.9×10^{11}	2.2×10^{10}
		8D	5.0×10^{13}	1.2×10^{10}	3.2×10^{11}	2.2×10^{10}
		11A	5.0×10^{13}	1.1×10^{10}	1.7×10^{10}	1.8×10^{10}
		11	3.0×10^{13}	1.1×10^{10}	1.6×10^{10}	1.8×10^{10}
		11C	3.0×10^{13}	9.5×10^{11}	3.9×10^{11}	1.6×10^{10}
		11D	3.0×10^{13}	1.2×10^{11}	3.8×10^{11}	1.8×10^{10}

* Wave or Reflow (solder only)



Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- Tray 2 test results (Cont.)

Solder/Process*	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
SACB/Reflow	3/2	12A	1.5×10^{13}	5.2×10^9	8.5×10^{10}	1.0×10^{10}
		12B	2.0×10^{13}	8.0×10^9	1.0×10^{10}	1.2×10^{10}
		12C	5.0×10^{13}	1.4×10^{10}	1.5×10^{11}	2.2×10^{10}
		12D	5.0×10^{13}	1.2×10^{10}	1.4×10^{11}	2.2×10^{10}
		13A	4.0×10^{13}	1.1×10^{10}	8.0×10^9	6.5×10^9
		13B	5.0×10^{13}	1.8×10^{10}	2.2×10^{10}	2.1×10^{10}
		13C	1.2×10^{12}	1.1×10^{10}	2.6×10^{11}	1.7×10^{10}
		13D	5.0×10^{13}	7.0×10^9	2.0×10^{11}	1.3×10^{10}
		14A	2.0×10^{13}	1.3×10^{10}	2.2×10^{10}	2.4×10^{10}
		14B	2.0×10^{13}	1.3×10^{10}	1.8×10^{10}	2.4×10^{10}
		14C	2.0×10^{13}	1.3×10^{10}	3.2×10^{11}	2.2×10^{10}
		14D	2.0×10^{13}	1.5×10^{10}	2.8×10^{11}	2.8×10^{10}
		100A	3.2×10^{12}	5.3×10^9	6.0×10^9	7.0×10^9
		100B	1.5×10^{13}	7.0×10^9	8.5×10^9	9.0×10^9
		100C	2.0×10^{13}	9.5×10^9	8.5×10^9	1.5×10^{10}
		100D	2.0×10^{13}	9.0×10^8	1.5×10^9	5.5×10^9
SnPb/Wave	4/2	1 A	2.5×10^{13}	8.0×10^9	1.3×10^{10}	9.0×10^9
		1 B	2.5×10^{13}	8.0×10^9	1.3×10^{10}	1.4×10^{10}
		1 C	2.5×10^{13}	1.2×10^{10}	1.1×10^{10}	1.8×10^{10}
		1 D	2.5×10^{13}	1.1×10^{10}	1.1×10^{10}	1.7×10^{10}
		2 A	1.5×10^{13}	4.0×10^9	1.3×10^9	1.2×10^8
		2 B	1.5×10^{11}	4.0×10^9	1.3×10^9	1.2×10^8
		2 C	1.5×10^{11}	7.0×10^9	5.0×10^8	9.0×10^9
		2 D	1.5×10^{11}	6.0×10^9	5.0×10^7	1.0×10^8
		3 A	5.0×10^{13}	7.5×10^{10}	1.5×10^{11}	1.5×10^{11}
		3 B	5.0×10^{13}	1.2×10^{11}	2.8×10^{11}	2.2×10^{11}
		3 C	4.0×10^{13}	6.5×10^9	1.1×10^{10}	1.3×10^{10}
		3 D	2.0×10^{13}	6.5×10^9	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}
		4 A	3.0×10^{13}	5.5×10^9	9.0×10^9	1.2×10^{10}
		4 B	3.0×10^{13}	5.5×10^9	8.5×10^9	1.1×10^{10}
		4 C	2.5×10^{13}	4.0×10^9	7.0×10^{10}	1.3×10^8
		4 D	2.5×10^{13}	2.2×10^9	3.2×10^{10}	1.2×10^{10}

* Wave or Reflow (solder only)

Tin Silver
Copper
Bismuth
boards 11 and
13 showed
evidence of
dendritic
growth



Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- Tray 3 test results

Solder/Process	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
SnPb/Wave	1/3	5A	5.0×10^{12}	2.0×10^9	2.6×10^9	4.5×10^9
		5B	2.4×10^{12}	2.6×10^9	3.4×10^9	4.5×10^9
		5C	6.0×10^{12}	7.0×10^{10}	4.0×10^9	5.0×10^9
		5D	6.0×10^{12}	7.0×10^{10}	4.0×10^9	5.0×10^9
		6A	5.0×10^{12}	5.5×10^9	6.0×10^9	7.0×10^9
		6B	2.0×10^{13}	5.2×10^{10}	6.5×10^{10}	6.0×10^{10}
		6C	7.0×10^{12}	2.8×10^{11}	1.0×10^{10}	1.0×10^{10}
		6D	6.0×10^{12}	2.6×10^{11}	7.5×10^{10}	8.0×10^9
SnPb/Reflow	2/3	3A	7.0×10^{12}	1.5×10^9	1.4×10^9	2.6×10^9
		3B	3.8×10^{12}	4.0×10^9	3.0×10^9	3.4×10^9
		3C	5.0×10^{12}	5.0×10^9	2.8×10^{10}	4.5×10^9
		3D	6.0×10^{12}	3.4×10^9	2.8×10^{10}	3.8×10^9
		4A	6.0×10^{12}	7.0×10^9	5.5×10^9	5.5×10^9
		4B	6.0×10^{12}	1.0×10^{10}	7.5×10^{10}	5.5×10^9
		4C	6.0×10^{12}	6.0×10^{10}	8.0×10^9	2.1×10^{10}
		4D	6.0×10^{12}	6.0×10^{10}	6.0×10^9	3.2×10^9
		5A	6.0×10^{12}	4.0×10^9	3.2×10^9	1.6×10^9
		5B	7.0×10^{12}	4.5×10^9	2.4×10^9	2.2×10^9
		5C	6.0×10^{12}	3.1×10^{10}	2.4×10^9	1.6×10^9
		5D	6.0×10^{12}	3.4×10^{10}	2.4×10^9	1.4×10^9
		6A	1.0×10^{13}	1.7×10^{10}	1.2×10^{10}	1.4×10^9
		6B	1.0×10^{13}	1.1×10^{10}	8.0×10^9	1.1×10^{10}
		6C	9.0×10^{12}	1.1×10^{10}	1.0×10^{10}	1.4×10^{11}
		6D	9.0×10^{12}	1.8×10^{10}	1.4×10^{10}	1.0×10^{10}

* - 10X

- Tin/lead W4 board showed evidence of dendritic growth



Surface Insulation Resistance (SIR) Test Results

- Tray 3 test results (Cont.)

Solder/Process	Tray/Batch	Serial Number	Surface Insulation Resistance (Ohms)			
			Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
Silver Copper/Wave	3/3	5A	6.0×10^{12}	1.3×10^{10}	6.50×10^9	4.5×10^9
		5B	7.0×10^{12}	4.5×10^{10}	3.0×10^9	2.4×10^{10}
		5C	4.0×10^{12}	7.0×10^9	5.5×10^9	3.6×10^9
		5D	5.0×10^{12}	3.8×10^{10}	3.2×10^{10}	2.2×10^{10}
		6A	6.0×10^{12}	1.5×10^{10}	1.4×10^{10}	1.1×10^{10}
		6B	8.0×10^{12}	1.0×10^{10}	8.5×10^9	7.5×10^9
		6C	6.0×10^{12}	1.0×10^{10}	9.0×10^9	7.5×10^9
		6D	7.0×10^{12}	1.6×10^{10}	1.5×10^{10}	1.5×10^{10}
		1A	7.0×10^{12}	8.0×10^{10}	9.0×10^9	6.0×10^9
		1B	6.0×10^{12}	5.5×10^9	7.0×10^9	5.5×10^9
Sn Pb/Reflow		1C	5.0×10^{12}	6.0×10^9	5.50×10^{10}	3.2×10^9
		1D	5.0×10^{12}	6.0×10^9	8.0×10^{10}	3.4×10^9
		2A	6.0×10^{12}	9.0×10^9	9.0×10^9	1.2×10^{10}
		2B	7.0×10^{12}	8.0×10^9	7.0×10^9	4.0×10^9
		2C	6.0×10^{12}	6.5×10^9	8.0×10^{10}	8.0×10^9
		2D	6.0×10^{12}	7.5×10^9	8.5×10^9	5.0×10^9
		1A	9.0×10^{12}	1.4×10^{10}	8.0×10^9	5.5×10^9
		1B	7.0×10^{12}	1.7×10^8	6.0×10^8	3.4×10^8
		1C	2.5×10^{12}	2.0×10^9	2.0×10^9	4.5×10^8
		1D	7.0×10^{12}	1.2×10^{10}	9.0×10^9	6.0×10^9
Sn Ag Cu/Wave	4/3	2A	2.6×10^{13}	9.0×10^9	8.0×10^9	6.5×10^{10}
		2B	5.5×10^{12}	8.0×10^9	7.5×10^9	7.0×10^{10}
		2C	6.0×10^{12}	7.0×10^9	6.0×10^9	5.0×10^9
		2D	5.5×10^{12}	6.0×10^9	5.5×10^9	4.2×10^9
		3A	6.0×10^{12}	2.8×10^{10}	2.1×10^{10}	1.8×10^{10}
		3B	6.0×10^{12}	2.8×10^9	2.8×10^9	1.4×10^9
		3C	9.0×10^{12}	3.2×10^8	5.5×10^8	5.5×10^8
		3D	9.0×10^{12}	2.4×10^9	4.5×10^9	2.6×10^9
		4A	6.0×10^{12}	1.2×10^{10}	7.5×10^9	8.0×10^9
		4B	6.0×10^{12}	9.5×10^9	6.5×10^9	6.5×10^9
		4C	6.0×10^{12}	2.0×10^{11}	3.6×10^9	2.2×10^9
		4D	6.0×10^{13}	1.8×10^{11}	5.5×10^9	4.5×10^9

* - 10X

SIR Test Observations/Recommendations

- **Dendritic growth observed on three boards**
 - Tin Silver Copper Bismuth SABC 11 and SABC 13
 - Tin/lead W4
- **Lead-free candidates performed comparable to SnPb materials**

Sample	Tray/Batch	Average Surface Insulation Resistance (Ohms)			
		Initial	72 Hours	120 Hours	168 Hours
Copper control (no bake)	1/1	7.6×10^{12}	4.3×10^{11}	1.3×10^{12}	8.3×10^{11}
SAC/Wave	1/1	1.6×10^{12}	9.8×10^{10}	2.8×10^{11}	6.6×10^{11}
Cu control (no bake)	2/1	7.7×10^{12}	9.7×10^{12}	5.9×10^{12}	5.6×10^{12}
Copper control (bake)	2/1	1.2×10^{13}	8.3×10^{11}	1.1×10^{12}	2.3×10^{12}
Copper control (no bake)	2/1	1.2×10^{13}	8.3×10^{11}	1.1×10^{12}	2.3×10^{12}
SAC/Wave	3/1	5.1×10^{12}	3.5×10^{11}	2.3×10^{12}	1.5×10^{12}
Copper (no bake)	4/1	8.1×10^{13}	9.8×10^{12}	1.2×10^{13}	2.6×10^{13}
SAC/wave	1 / 2	4.6×10^{13}	7.1×10^{10}	1.8×10^{11}	2.3×10^{10}
SAC/reflow	2/2	3.6×10^{13}	2.0×10^{10}	2.1×10^{11}	3.3×10^{10}
SACB/reflow	2/2	4.1×10^{13}	1.1×10^{10}	1.9×10^{11}	1.8×10^{10}
SACB/reflow	3/2	2.7×10^{13}	1.0×10^{10}	9.1×10^{10}	1.61×10^{10}
Sn Pb/Wave	4/2	2.3×10^{13}	1.7×10^{10}	3.7×10^{10}	2.9×10^{10}
AgCu/Wave	1/3	7.2×10^{12}	9.3×10^{10}	2.1×10^{10}	1.3×10^{10}
Sn Pb/Reflow	2/3	6.8×10^{12}	1.8×10^{10}	1.3×10^{10}	1.4×10^{10}
AgCu/Wave	4/3	6.1×10^{12}	1.9×10^{10}	1.5×10^{10}	1.2×10^{10}
Sn Pb/Reflow	4/3	5.4×10^{12}	7.1×10^9	3.2×10^{10}	5.9×10^9
SnAgCu/Wave	4/3	1.2×10^{13}	3.1×10^{10}	6.2×10^9	1.3×10^{10}

Summary and Conclusions

- **SIR Testing**

- Alloys performed comparable to Sn Pb materials in reflow and wave processes.
- Coupons with dendrites had resistance values comparable to coupons without dendrites.
- Cleaning effectiveness may vary with flux chemistry. All coupons were cleaned (identically) with a semi-aqueous process using IONOX I3330 in a Kaizen machine, except tin-copper wave which used a Corpane machine.

Dendrites

Wave solder 4/ Tin-Copper-Bismuth 11 &13

