

415 はんだ組織粗大化によるはんだ接合部クラックへの影響

(株) 本田技術研究所 栃木研究所

○大釜 俊洋

木村 知之

千住金属工業 (株)

小刀 禰 康

The Effects on Cracks in Soldered Joints due to Grain Growth
by Toshihiro Okama, Tomoyuki Kimura, Yasumi Kotone.

1. 緒言

自動車に使われている電装電子部品の信頼性を考える場合、最も重要な問題は、はんだ接合部に発生したクラックによる劣化である。ENG.ROOM内で使われていた電装電子部品のはんだ接合部のクラック事例をFig-1に示した。クラックが発生した場所の表面や断面を観察すると、クラックの近傍では必ずと言って良いほど、はんだ組織の粗大化が起こっている。はんだ組織の粗大化によって、はんだの物理的性質が変化し、接合部の寿命へ影響すると考えた。共晶はんだの場合融点が183℃と低く、再結晶温度が室温以下である。実際はんだ付けされたものは、100℃程度の高温下に長時間おかれたり、エンジンのON/OFFに伴い、-40℃から120℃の熱衝撃下に曝されることは珍しくない。このため、はんだ付け後の経時的推移により、高温下等では組織の変化は促進され、それと共に機械的強度も低下していくと考えた。

本報告では、Sn-Pb共晶はんだを用いて、はんだ組織の粗大化が接合部へ及ぼす影響を確認した。

2. 実験方法

はんだ接合部に熱衝撃を与えた時、粗大化したはんだ組織が、接合部寿命にどの様に影響するか実験を行った。Fig-2に示した試験片で、あらかじめ150℃、500時間恒温槽で保持したものと常温で500時間保持したもので、Fig-3に示した条件で、熱衝撃試験器によって試験を行い寿命を比較した。はんだ接合部の観察は、超音波探査装置を用いて行った。実験手順は、まず熱衝撃をかける前の状態を観察し、200、500、1000サイクル後でそれぞれ観察した。はんだ接合部剪断強度は、Fig-2に示す方向でSiを1mm/minの速度で測定を行い、試験片は、初期状態(常温放置×500hr保持後)、1000サイクル後(常温放置×500hr保持後、150℃×500hr保持後)の物を用いた。

3. 実験結果とその検討

はんだ組織の粗大化が、熱衝撃に対してはんだ接合部へ与える影響をFig-6に示した。さらに、熱衝撃前(初期)のはんだ接合部の面積に対して、熱衝撃サイクル後のはんだ接合部の面積が、クラックが発生した事によって減少していく変化量を、Fig-4に示す。その結果、熱衝撃1000サイクル後では、粗大化したもの(150℃×500hr保持後)が、粗大化していないもの(常温放置×500hr保持後)に対して、1.3倍クラックが進展した。次に、はんだ接合部の剪断強度測定結果をFig-5に示す。ここでも1000サイクル後では、粗大化したものでは、粗大化していないものに対して、1.6倍強度が劣化した。これにより α 相の大きさと熱衝撃に於けるはんだ接合部クラックの関係を本実験範囲内で確認できた。

この結果は、はんだ組織が粗大化するとはんだ接合部は、熱衝撃に対して明らかに寿命が減少する事を示している。この理由としては以下のことが考えられる。

- ～1粗大化が進行したはんだ接合部は、粗大化前より個々の α 相、 β 相の接触界面が大きくなり、 α 相に更に歪みを印加するとそこに歪みが集中して結晶粒端部に発生する歪み量が増大するため。
- ～2はんだ組織が粗大化した状態で繰り返し歪みを印加していくと、 α 相に塑性歪みが集中してマイクロクラックが発生、集積し破壊の進展速度が早くなるため。
- ～3はんだ組織が粗大化していくと転位が移動し易く、この転位の運動が一定量に達すると塑性変形によって破断に至る。

4. 結言

自動車に使用される電装電子部品のはんだ接合部について、実際に曝される環境に則した実験を行った際に、Sn-Pbはんだ組織の粗大化が及ぼす影響について以下の結果を得た。

はんだ接合部は、組織が粗大化すると熱衝撃に対して明らかに寿命が減少した。これよりはんだは、融点が低く常温でも再結晶し粗大化し易い材料であるため、はんだの使用環境、製造管理には、十分な検討、注意が必要となる。

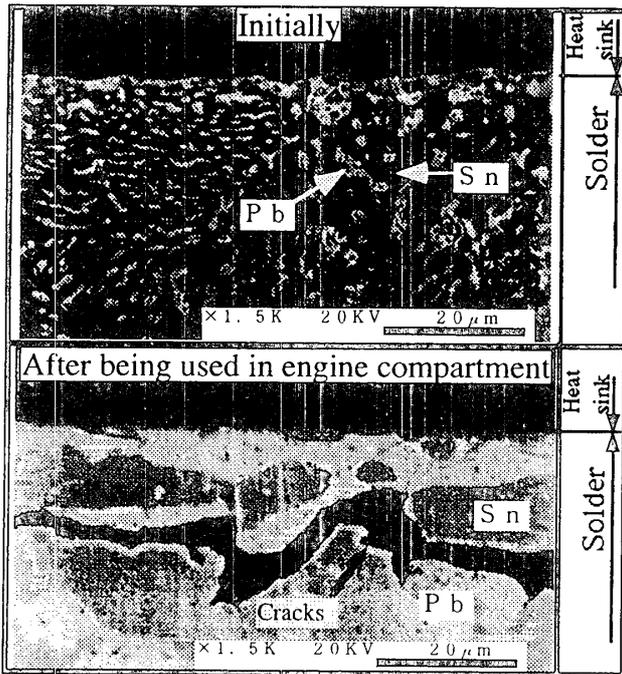


Fig-1 Cracks made in soldered area

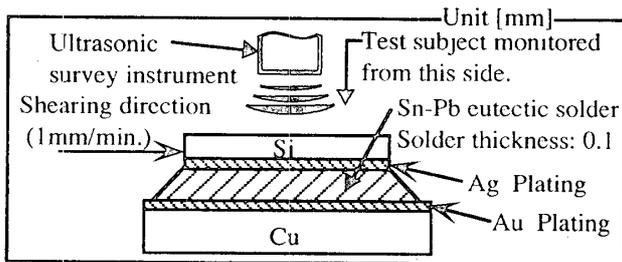


Fig-2 Specifications of test subject

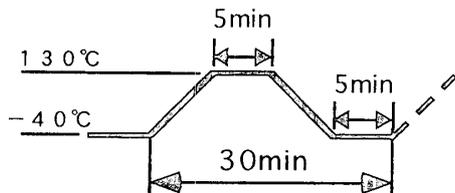


Fig-3 Conditions of Thermal shock test

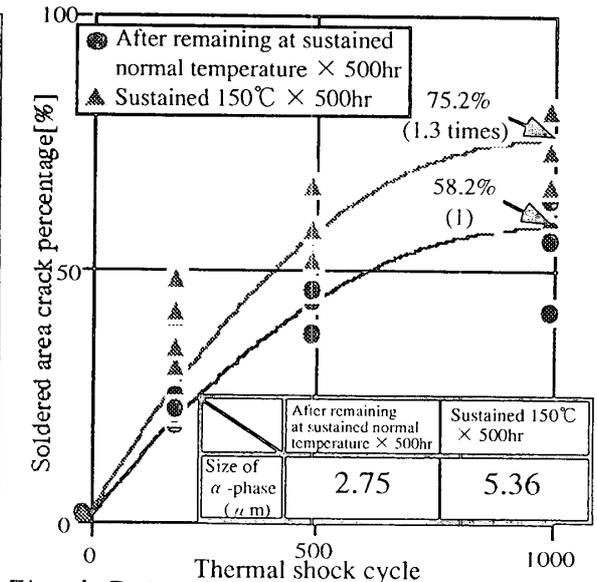


Fig-4 Rate of cracks made in soldered area due to Thermal shock

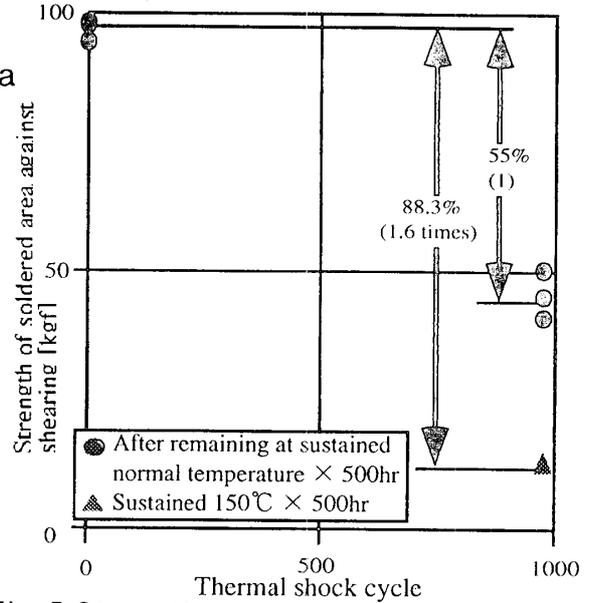


Fig-5 Strength of soldered area against shearing due to heat impact

	Thermal shock test conducted after sustained normal temperatures × 500hr					Thermal shock test conducted after sustained 150°C × 500hr				
Initial										
After 200 cycles										
After 500 cycles										
After 1000 cycles										

Fig-6 Cracks in soldered area due to heat impact (black areas represent cracks.)