

硬盘磁头焊点优化及可靠性分析

刘小康¹, 杨圣文¹, 蒋传文²

(1. 华南理工大学 机械工程学院, 广州 510640; 2. 广东东莞 新科公司, 523087)

摘 要: 研究了导致硬盘磁头焊点缺陷的主要原因, 将焊点缺陷分为两类, 并有针对性地提出了优化方案。针对第一类缺陷, 建立了锡球势能模型和能量控制方程, 通过 Surface Evolver 软件模拟优化了锡球大小和焊盘之间的相对位置对焊点成形的影响, 得到锡球大尺寸为 $120\mu\text{m}\pm5\mu\text{m}$, 焊盘相对位置 $D_{\text{M-S}}$ 与 $D_{\text{S-M}}$ 分别为 $2.5\sim5.0\mu\text{m}$ 和 $20\sim40\mu\text{m}$ 。针对第二类缺陷, 优化了磁头焊盘金属层结构、厚度和悬挂线焊盘引出线宽度, 金属层厚度由 $5\mu\text{m}$ 减为 $2\sim3\mu\text{m}$, 同时将悬挂线焊盘引线宽度变小。结果表明, 金属间化合物减少了, 同时避免了因悬挂线散热过快而出现金属间化合物沉降分层的现象; 优化后的焊点经 700 次循环测试, 缺陷出现率由 $7\%\sim8\%$ 减为 0.63% 。

关键词: 锡球焊接; 焊点; 缺陷; 磁头焊盘; 锡球大小

中图分类号: TN 305.94 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-360X(2006)08-083-05



刘小康

0 序 言

硬盘作为 PC 系统中数据容量最大, 保留时间最长的存储媒质。随着数据存储对硬盘容量和可靠性要求的提高, 在提高磁盘记忆密度的同时, 对磁头的焊点可靠性提出更高要求。磁头作为硬盘核心部件, 担负着数据信息的读、写任务。磁头飞行高度、润滑性能、磁头和磁片表面状态决定了硬盘的容量, 而磁头焊点的可靠性决定了整个硬盘的可靠性^[1]。Nokia 公司研究人员 Daya Perera 通过 X 射线研究了通讯设备的微细焊点, 发现受到周期性扭曲和弯曲应力作用等情况并不导致焊点的失效, 焊点失效主要是由于其本身缺陷^[2]。Tong Yan Tee 等通过有限元模拟分析了焊点疲劳寿命^[3], Reza Ghaffarian 在 $-55\sim125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下进行了芯片级封装 CSP (chip scale package), 球栅阵列封装 BGA (ball grid array), 倒装芯片球栅阵列封装 FCBGA (flip-chip ball grid array) 焊点性能测试^[4], 均认为在微电子领域, 焊点形态设计、可靠性分析、测试对产品的稳定性具有决定性作用。

硬盘磁头焊点的传统焊接采用接触式金球焊接 GBB (gold ball bonding) 技术, 焊点存在残余应力, 易导致磁头变形并改变磁头性能参数。而激光焊接 SBB (solder ball bonding) 是非接触性焊接, 具有热源

光斑尺寸小、加热快、变形小等优点。且焊点表面由激光熔化自由成形, 不易引发静电和磁头变形问题。文中研究了硬盘磁头激光锡球焊接时出现的主要缺陷及其优化方案, 通过建立锡球势能模型和能量控制方程, 用 Surface Evolver 软件模拟, 优化锡球大小、焊盘间相对位置关系、磁头焊盘金属层结构等参数, 解决了锡球脱落及开裂等问题。

1 激光锡球焊接原理

激光锡球焊接适合微电子器件的表面封装, 其原理是利用高能量密度 (约 $10^5\sim10^7\text{ W}/\text{cm}^2$ 或更高) 激光为热源, 熔化锡球形成焊点。应用该技术焊接的硬盘磁头焊点稳定可靠, 如图 1 所示。

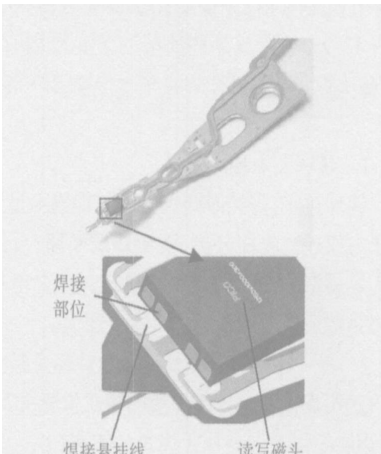


图 1 硬盘磁头及其焊接部位局部放大图

Fig 1 Picture of disk head and bonding location

焊接原理如图 2 所示。首先通过照相系统自动定位, 将锡球准确放到联接位, 激光逐个位置扫描, 熔融喷射, 完成焊接。整个焊接系统由 PacTech 公司的激光喷射系统和 TDK 公司的照相系统组成。在脉冲激光照射下, 锡球熔化, 同时在惰性气体流的保护下, 喷射气流将熔融的锡球喷射到焊接部位, 形成焊点。

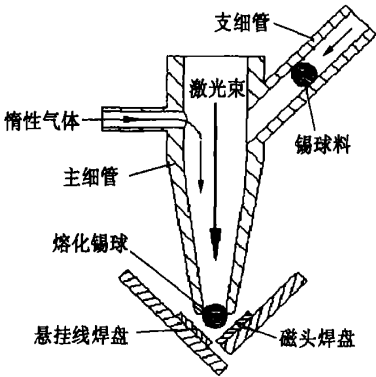


图 2 激光锡球焊接原理图
Fig. 2 Diagram of SBB principle

2 激光锡球焊接缺陷及影响因素

统计分析得出焊点缺陷主要有两类: 第一类主要由锡球大小、焊盘相对位置、焊接工艺参数选择不当而导致; 第二类缺陷主要由两焊盘表层金属及其厚度不合理而导致。

2.1 第一类缺陷分析

第一类缺陷主要表现为: 锡球断路(开路)、锡球过流、锡球分布不对称(磁头焊盘少锡或悬挂线焊盘少锡)、焊接处烧焦或锡溅、接头有气孔。统计分析发现锡球过流缺陷占 30.2%, 锡球断路占 21.7%, 锡球分布不对称、焊接处烧焦或锡溅占 35.5%, 其它占 12.9%。造成这些缺陷的主要原因有锡球大小、磁头焊盘与悬挂线焊盘相对位置、脉冲能量等因素。

2.1.1 锡球大小影响分析

锡球过小, 焊接时两焊盘上的焊锡不足, 焊锡表面张力使焊锡收缩分离, 造成锡球断路; 反之, 锡球过大容易造成焊点凸起出现锡球过流。可见, 锡球大小是造成第一类缺陷的最主要原因。

2.1.2 磁头焊盘和悬挂线焊盘相对位置影响分析

磁头焊盘与悬挂线焊盘的相对位置关系非常重要, 当磁头焊盘到悬挂线焊盘的距离(D_{M-S})和悬挂线焊盘到磁头焊盘的距离(D_{S-M})不合适时(这和两焊盘尺寸有关), 容易造成焊接后两焊接盘上的锡球

分布不均匀, 出现某个焊盘少锡; 距离太大时, 单位空间的焊锡量少, 造成锡球断路, 距离太小容易造成锡球过流。

2.1.3 焊接工艺参数影响分析

脉冲宽度、功率密度、焦距或离焦量三个参数影响锡球对脉冲能量的吸收。能量的吸收影响锡液温度及其化学势, 从而影响焊盘和焊料间的润湿性。脉冲能量过大时, 焊锡温度过高, 粘度小, 容易造成锡溅, 严重时造成焊接处烧焦。

2.2 第二类缺陷分析

第二类缺陷主要是由于两焊盘表层金属及金属层厚度不合理而导致, 表现为锡球完全脱离焊盘表面、锡球沿边缘开裂(凹陷)。

2.2.1 磁头焊盘金属表层结构的影响分析

磁头焊盘的材料结构如图 3 所示。分析发现, 锡和金容易发生反应形成金属间化合物(IMC) $AuSn_2/AuSn_4$ 。激光能量过大容易造成锡球同金层完全反应, 而锡和钽不反应, 当锡突破金层后, 锡以 $Sn/AuSn_2/AuSn_4$ 形态存在, 这些金属间化合物和钽无结合力不能附着在钽(Ta)层上, 同时磁头焊盘材料为 Al_2O_3 , 其导热性能差, 使得焊液降温困难, 导致金属偏析和残留过冷焊液, 与钽层金属形成液相隔离, 受冷热冲击后易产生剥离脱落^[9]。

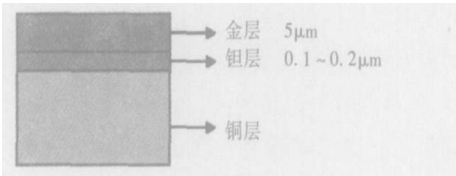


图 3 磁头焊盘金属表层结构
Fig. 3 Structure of pad

2.2.2 焊盘导热系数的影响分析

焊点分析发现, 几乎所有开裂都发生在焊点边缘凹陷处, 特别是悬挂线焊盘边缘更容易出现, 200 ~ 300 个循环冲击下就出现裂纹。原因是: ①磁头焊盘底层机体材料为 Al_2O_3 , 悬挂线焊盘的底层机体材料为铜, 它们传热性能差异大, 铜为 $360 W/(m \cdot ^\circ C)$, 而 Al_2O_3 为 $22.7 W/(m \cdot ^\circ C)$ 。锡液铺展焊盘时, 悬挂线焊盘冷却远快于磁头焊盘, 磁头焊盘传热、散热困难导致磁头焊盘上钎料形成残留液相隔离而出现脱落; ②锡—金金属间化合物和锡—铜金属间化合物的熔点不同, 如表 1 所示。焊点边缘冷却快, 散热条件好, 边缘容易先形成金属间化合物, 而焊点中心散热慢保持熔融状态, 锡液内部产生沉降偏析生成不同的金属间化合物, 锡液对金属间化合物的润湿性不好, 沉降

分层后的金属间化合物出现应力集中成为脆弱点, 出现凹陷^[5]。

表 1 不同金属间化合物熔化温度

Table 1 Melting point of different intermetallics

金属间化合物	Cu ₃ Sn	Cu ₆ Sn ₅	AuSn	AuSn ₂	AuSn ₄
熔点 $T/^\circ\text{C}$	676	415	419	309	252

从上面分析可知: 锡球大小、磁头焊盘与悬挂线焊盘的相对位置是焊接的关键。设计不当容易造成锡球短路、锡球过流和分布不对称等缺陷, 约占第一类缺陷的 74%。解决第二类缺陷的决定因素是焊盘熔覆金属层结构和材料种类。

3 焊点形态优化方案

锡球大小、焊盘相对位置关系及焊盘结构综合决定焊点形态。锡球大小和焊盘位置便于选用和直接调整; 而焊盘结构难于调整, 所以从优化锡球大小及焊盘相对位置关系入手, 先优化焊点形态, 后优化焊盘结构。

3.1 锡球大小及焊盘位置分析及优化

通过 Surface Evolver 软件模拟分析锡球大小及两焊盘的相对位置对焊点形态的影响。Surface Evolver 软件主要应用于材料领域中的晶粒生长拓扑结构分析模拟, 能源化工领域中液面、泡沫成形计算, BGA 封装焊点成形模拟等领域^[6~9]。该软件是由美国 Minnesota 大学国家科学与几何结构计算和可视化技术研究中心开发完成的通用软件。下面主要基于最小能量原理, 计算焊液的表面势能、重力势能之和, 给出焊点以该能量状态为最小能量时的液面三维平衡形态。

3.1.1 焊点能量控制方程

焊点形态是熔融焊料在磁头焊盘和悬挂线焊盘金属表面润湿铺展达到的准静平衡形态, 该形态由焊点的势能最小所确定。焊点体系的总势能(E)为表面势能(E_s)和重力势能(E_G)之和。

$$E = E_s + E_G,$$

(1)

式中: E_s 由气—液和固—液界面接触势能组成, 由杨氏能量方程 (Laplace—Young) 得:

$$E_s = \iint_0 \delta_0 dA + \iint_1 \delta_1 \cos \theta_1 dA + \iint_2 \delta_2 \cos \theta_2 dA,$$

(2)

式中: δ 为熔融焊锡自由表面张力; A_0 为自由液面面积; A_1 为锡液与悬挂线焊盘的接触面积; A_2 为锡液与磁头焊盘的接触面积; θ_1 为锡液与悬挂线焊盘的润湿角; θ_2 为锡液与磁头焊盘的润湿角。

$$\text{重力势能 } E_G = \iiint_V \rho g z dV = \oint F ds,$$

(3)

式中: ρ 为材料密度; g 为重力加速度; z 为高度坐标值; F 为单位重力势能 $F = \rho g z$ 。只有 z 方向的力进行积分变换: $\nabla \cdot F = \rho g z \nabla$, 哈密顿 (Hamilton) 算子为 $\nabla = (\frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j + \frac{\partial}{\partial z} k)$ 。

将锡球看作理想球, 体积一定, 得 $\nabla \cdot F = 1$ 。

$$\text{体积 } V = \iiint 1 dV = \oint F \cdot ds.$$

(4)

$$\text{能量控制方程: } \min E = \min (E_s + E_G).$$

(5)

能量控制方程初始参数包括: 磁头焊盘尺寸、悬挂线焊盘尺寸、锡球大小、焊盘的相对位置尺寸 D_{M-S} 、 D_{S-M} , 焊锡密度 ρ 、润湿角 θ 、锡球的表面张力 δ 。通过 Surface Evolver 软件, 根据最小能量原理, 由计算机计算表面自由能、界面接触势能、重力势能总和, 当体系处于稳定静态平衡时, 体系总是处于最低能量状态, 计算机模拟给出焊点形态。

3.1.2 参数确定

悬挂线焊盘尺寸、磁头焊盘尺寸及它们的空间位置如图 4 所示。

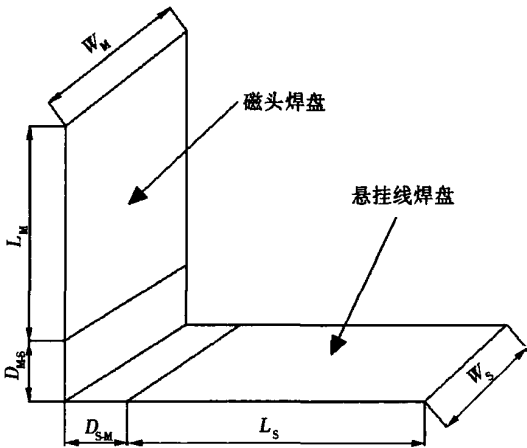


图 4 焊接部位空间位置示意图

Fig. 4 Space sketch map between slider and suspension

图中: W_M 为磁头焊盘的宽度; L_M 为磁头焊盘的长度; D_{M-S} 为磁头焊盘底线到悬挂线焊盘上表面的垂直距离; D_{S-M} 为悬挂线焊盘底线到磁头焊盘表面的垂直距离; L_S 为悬挂线焊盘的长度; W_S 为悬挂线焊盘的宽度。模拟采用的材料物理性能参数 (参考公司内部资料): 锡球的密度 ρ 为 7.4 g/cm^3 , 两焊盘表面均覆盖一层金, 所以焊锡对两焊盘的润湿角 θ 均为 12° , 锡球的表面张力 δ 为 0.0042 N/mm 。焊盘模型几何参数为: 磁头焊盘宽度 W_M 与悬挂线焊盘宽度 W_S 为 $138 \mu\text{m}$; 磁头焊盘长度 L_M 为 $158 \mu\text{m}$;

悬挂线焊盘长度 L_S 为 $130\text{ }\mu\text{m}$ 。磁头焊盘底线到悬挂线焊盘上表面的垂直距离 D_{M-S} 在 $-2.1\sim7.5\text{ }\mu\text{m}$ 变化, 悬挂线焊盘底线到磁头焊盘表面的垂直距离 D_{S-M} 在 $5\sim75\text{ }\mu\text{m}$ 之间。

先确定 D_{M-S} 为 $2.5\text{ }\mu\text{m}$, D_{S-M} 为 $40\text{ }\mu\text{m}$ 时, 模拟分析锡球大小对焊接质量的影响。后根据模拟得出的锡球最优直径模拟两焊盘相对位置 D_{M-S} , D_{S-M} 变化时的焊点形态。

3.1.3 锡球大小的模拟结果

模拟结果如图 5 所示, 据公司统计, 焊点对称中心形态为平直且略呈凹态时疲劳寿命最长, 接头可靠性最高。从模拟结果可以看到, 锡球直径为 $100\text{ }\mu\text{m}$ 左右时, 焊锡没有完全润湿焊盘, 焊点不饱满且呈严重凹态, 从中心向两侧, 曲率半径略有减少, 到边缘处急剧减少, 也容易出现边缘冷却过快, 形成焊点焊锡分布不对称缺陷, 导致裂纹; 锡球直径为 $120\text{ }\mu\text{m}$ 时, 焊点从中心向两侧, 曲率半径略有减少, 接头呈平直态, 此为接头的理想状态; 锡球直径为 $160\text{ }\mu\text{m}$ 时, 接头呈凸态, 从中心向两边曲率半径增加, 呈现焊锡过流缺陷。

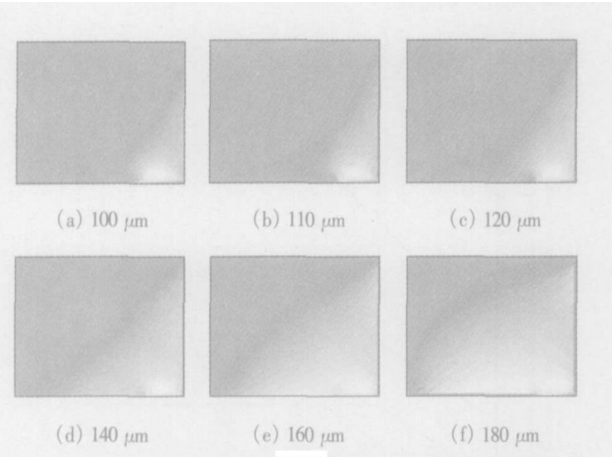


图 5 锡球直径不同时焊点表面形态

Fig 5 Joints surface state with different ball diameter

合适的锡球直径约为 $120\text{ }\mu\text{m}$, 考虑到锡球直径误差的存在, 推荐 $120\text{ }\mu\text{m}\pm5\text{ }\mu\text{m}$ 。

3.1.4 焊盘位置的模拟结果

锡球直径为 $120\text{ }\mu\text{m}$, 改变 D_{M-S} , D_{S-M} , 模拟结果如图 6 所示。从模拟结果来看 $D_{M-S}=5\text{ }\mu\text{m}$, $D_{S-M}=40\text{ }\mu\text{m}$ 时效果较好。随着 D_{S-M} 值的增加, 悬挂线焊盘上的锡量有逐渐减少的趋势, 随着该值继续增大, 两焊盘上的锡球分布不对称越来越明显。从图中可以看出当 $D_{M-S}=7.5\text{ }\mu\text{m}$, $D_{S-M}=75\text{ }\mu\text{m}$ 时, 两焊盘之间连接处的锡量已经很少, 焊接可靠性不高, 继续增大磁头焊盘与悬挂线焊盘的相对距离, 将造

成锡球短路。

随着 D_{M-S} , D_{S-M} 值增大, 要使焊点锡量充分, 所需的焊料也应有所增加, 焊接结构也会增大, 在微电子领域的磁头焊接中, 在保证焊接质量可靠的前提下, 焊点则越小越好。根据模拟结果, 锡球直径为 $120\text{ }\mu\text{m}\pm5\text{ }\mu\text{m}$, D_{M-S} 为 $2.5\sim5.0\text{ }\mu\text{m}$, D_{S-M} 为 $20\sim40\text{ }\mu\text{m}$ 即能满足工艺要求, 保证焊接质量的可靠性, 同时节约了焊料。

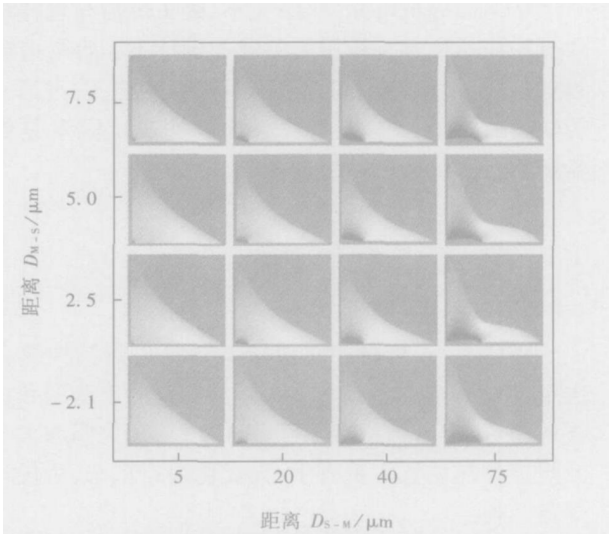


图 6 调整焊盘位置时的焊点表面形态

Fig. 6 Surface state of joint with different pad location

3.2 磁头焊盘表层结构及悬挂线焊盘引线优化

锡球脱离是由于锡与金反应而生成锡—金金属间化合物, 同时金层厚度较大, 反应并不充分, 且锡—金金属间化合物不和钽金属层发生结合力, 而且反应容易在焊接接头区域出现过冷液相, 使得焊点与焊盘在钽金属层出现液相分离而出现脱落^[8]。为此改变焊盘的金属种类, 同时调整金属层厚度, 金层由 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 减少为 $3.0\sim4.5\text{ }\mu\text{m}$, 通过减薄金层从而减少合金的形成。钽金属层厚度由 $0.1\sim0.2\text{ }\mu\text{m}$ 变为 $0.01\text{ }\mu\text{m}$, 同时引入镍—铁合金层, 厚度为 $0.05\sim0.1\text{ }\mu\text{m}$, 镍的作用是能和锡反应生成金属间化合物, 但不如金容易, 而且更主要的是由于镍—铁合金与钽层结合良好, 镍—铁合金的引入起过渡作用。

优化设计后悬挂线焊盘引出线变窄, 锡液流动受限制, 而凹陷缺陷主要原因就是悬挂线焊盘边缘冷却过快出现凹陷裂纹, 优化引出线, 效果良好。

试验发现磁头焊盘金属层厚度改进后, 焊点 500 次热冲击后, 放大 250 倍仍然看到悬挂线焊盘出现裂纹, 为此将金层厚度由 $3.0\sim4.5\text{ }\mu\text{m}$ 改为 $2.0\sim3.0\text{ }\mu\text{m}$, 以进一步减少金属间化合物, 减少了凹陷现象的发生。改进后产品在 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, 30 min, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$,

30 min 条件下, 600 次冲击循环无开裂现象, 700 个冲击循环后裂纹减少到 0. 63%。

4 结 论

- (1) 优化了焊盘结构, 减少了金属间化合物, 加强了层与层间的结合力, 解决了焊点和磁头焊盘脱落的问题。
- (2) 优化了悬挂线焊盘引线结构, 改善其导热条件, 解决了悬挂线焊盘凹陷开裂问题。
- (3) 建立了势能方程, 利用 Surface Evolver 软件模拟焊点形态, 得到焊料锡球大小为 $120\text{ }\mu\text{m}\pm5\text{ }\mu\text{m}$ 。
- (4) 分析模拟了磁头焊盘和悬挂线焊盘位置关系, 得到 $D_{\text{M-S}}$ 为 $2.5\sim5\text{ }\mu\text{m}$, $D_{\text{S-M}}$ 为 $20\sim40\text{ }\mu\text{m}$ 。

参考文献:

[1] Andrei Khurshudov, Robert J. Waltman. Tribology challenges of modern magnetic hard disk drives [J]. Wear, 2001, 251: 1124—1132

[2] Daya Perera U. Evaluation of reliability of μ BGA solder joints through twisting and bonding [J]. Reliability, 1999, 39: 391—399

[3] Tong Yan Tee, Zhaowei Zhong. Board level solder joint reliability analysis and optimization of pyramidal stacked die BGA packages[J]. Microelectronics Reliability, 2004, 44: 1957-1965.

[4] Reza Ghaffarian. Qualification approaches and thermal cycle test results for CSP BGA FCBGA[J]. Microelectronics Reliability, 2003, 43: 695—706.

[5] 曹沼克昭. 无铅焊接技术[M], 宁小山译. 北京: 科学出版社, 2004

[6] Marthinsen K, Huneri O, Ryum N. The influence of spatial grain size correlation and topology on normal grain growth in two dimensions[J]. Acta Materialia, 1996, 44(4): 1681-1689

[7] Helub I R, Pitarresi J M, Singler T J. Effect of solder joint geometry of the predicted fatigue life of BGA solder joints [A]. Inter Society Conference on Thermal Phenomena[C]. IEEE, 1996 187—191

[8] Zhao Xiujuan, Wang Chunqing Zheng Guanqun, et al. Desing of a visual system for predicting SMT solder joint shape[J]. China Welding, 1999, 8(1): 3-10

[9] 朱奇农, 王国忠, 罗 乐. 倒装焊中复合 SnPb 焊点形态模拟[J]. 电子学报, 2000, 28(5): 55-58.

作者简介: 刘小康, 女, 1959 年 10 月出生, 学士学位, 副教授。主要从事微热管等方面的微细加工技术研究。主持及参加科技计划项目、国家自然科学基金重点项目 2 项, 申请及获得专利授权 1 项, 发表论文 4 篇。

Email: liuxk58@scut.edu.cn

A DSP-based controller design for three-level flying capacitor invert welding supply converter BAI Zhifan, YU Fanhui, SHEN yue, YANG Yanjun (College of Materials Science and Engineering, Jilin University, Changchun 130025, China). p79—82

Abstract Three-level (TL) Pulse-Width-Modulate (PWM) converters has a number of applications and digital control enhances their performance. A Zero Voltage and Zero Current Switch (ZVZCS) TL DC \ DC converter was proposed by using phase-shift control with the flying capacitor in the primary side to achieve ZVS for the outer switches. The voltage value of the switches of the three-level leg is the half of the input voltage. Compared with other three-level topologies, the Flying Capacitor Voltage-Source Converter (FC-VSC) topology has a number of unique characteristics such as the Cascaded Converter and the Neutral-Point-Clamped one. A PWM controller suitable for three-level flying capacitor converters was designed by using a popular TMS320LF2407A DSP board for implementation.

Key words: three-level invert welding supply converter; zero-voltage and zero-current; flying capacitor converter; DSP

Joint optimization and its reliability analysis of hand disk magnetic head LIU Xiaokang¹, YANG Shengwen¹, JANG Chuanwen² (1. College of Mechanical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. Xinke Dongguan city Guangdong Province, Dongguan 523087, China). p83—87

Abstract: The soldered joint flaws were studied and the optimum solutions were given on the base of classifying the flaws into two kinds. For the first flaw, the energy control equation was established to simulate the effect of ball size and the relative position to the formation of soldered joint using the Surface Evolver software. The result shows that the optimum ball size is $120\mu\text{m} \pm 5\mu\text{m}$, and length of the slidered pad to the suspension pad D_{MS} is $2.5 \sim 5.0\mu\text{m}$, the distance of the suspension pad to the slidered pad D_{SM} is $20 \sim 40\mu\text{m}$. For the second flaw, the Au layer is optimized from $5\mu\text{m}$ to $2 \sim 3\mu\text{m}$ and the leading wire was shorten to avoid the formation of intermetallics deposit flaws. The optimum result shows that the soldered joint undergo 700 circle test circulate, the percent of flaws in the solder joint was shorten from $7\% \sim 8\%$ to 0.63% .

Key words: SBB (stannum ball bonding-SBB); soldered joint; flaw; slider pad; ball size

Effect of rare-earth on microstructure and performance of Fe powder covered electrode welded joint Han Yongquan, Li Jianguo, Yao Qinghu (College of Materials Science and Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Huhehaote 10062, China). p88—90

Abstract A new type of high efficiency Fe powder covered electrode contented rare-earth was researched. By analysis of fracture surface and metallic impurity in weld metal and impact charpy test in low temperature, it was confirmed that proper rare-earth can fined

the crystalline grain and purified the weld metal. The covered electrode can be used to weld the important structure and has good technological properties.

Key words: rare earth; high efficiency Fe powder covered electrode; mechanics property

Bonding of titanium alloy sheet and stainless steel web WANG Xiaojun^{1,2}, LIU Tianzuo^{1,2}, HE Chengdan³ (1. Laboratory of Non-ferrous Metal Alloys, the Ministry of Education, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; 2. State Key Laboratory of Gansu Advanced Non-ferrous Metal Materials, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; 3. Lanzhou physical institute, Lanzhou 730000, China). p91—94

Abstract The seam resistance welding and vacuum diffusion welding of Ti6Al4V titanium alloy and 00Cr18Ni13 stainless steel with different welding parameter were investigated and the micro-structure of joints were analyzed by scanning electron microscope and X-ray energy dispersive analysis. The results showed that the occurrence of tension stress and brittle intermetallics phase are inevitable in joints and microcracks will be observed. Seam resistance welding and low parameter can not eliminate the welding defects but decrease them. Vacuum diffusion welding with high parameter can result in poor fusion, cracks. Joint with titanium as transition layer which physical grip possesses good properties.

Key words: vacuum diffusion bonding; titanium alloy; heterogeneous joint; brittle phase

Butt welding and measurement system of twin-wire submerged arc welding of thick A105 steel plate XU Jijin¹, CHEN Ligong¹, ZHANG Min², WU Youjing² (1. School of Materials Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China; 2. Shanghai Neles-Jamesbury Ltd., Shanghai 200092, China). p95—98

Abstract: The measurement systems of welding current, voltage, temperature, deformation and the residual stresses were introduced. Butt welding program of twin-wire submerged arc welding of thick A105 steel plate were designed. During welding, welding current, voltage, temperature, deformation and the residual stresses were measured by using measurement systems. The stability and reliability of measurement systems were proved. The results show that single power source twin-wire submerged arc welding, which is one of alternative methods of submerged arc welding with high deposition rate and low heat input, can meet manufacturing requirements of large diameter full welding ball valve. The measurement systems are stable and the results of current, voltage, temperature, deformation can be obtained by real-time dynamic measurement in welding process and the measurement of residual stress after welding provide experimental judgment for appropriate design of valve's structure.

Key Words: single power source twin-wire submerged arc welding; from the west-to-east natural gas transmission; valve; measurement system