

参 考 文 献

- [1] C. K. N. Patel, *Phys. Rev.*, **136**, №5A (1964).
- [2] J. B. Brinton Jr., *Microwaves*, **5**, №8 (1966).
- [3] *Electronics*, **39** №3, 26 (1966).
- [4] *Electron. News*, **11** №533, 1, 58 (1966).
- [5] P. Bakchewitz, L. Dorbec *et al*, *C. R. Acad. Sc.*, **260**, №13 (1965).
- [6] C. K. N. Patel, *Phys. Rev. Lett.*, **13**, №21 (1964).
- [7] G. Moeller, J. D. Rigder, *Appl. Phys. Lett.*, **7**, №10 (1965).
- [8] C. K. N. Patel, *Phys. Rev. Lett.*, **12**, №21 (1964).
- [9] J. A. Howe, *Appl. Phys. Lett.*, **7**, №1 (1965).
- [10] C. K. N. Patel, P. K. Tien, J. M. McFell, *Appl. Phys. Lett.*, **7**, №11 (1965).
- [11] C. Frapard *et al*, *Phys. Lett.*, **20**, №4 (1966).
- [12] C. Frapard, P. Lanres, *C. R. Acad. Sc.*, **262**, №1, Ser. B (1966).
- [13] W. J. Witteman, *Phys. Lett.*, **18**, №2 (1965).
- [14] С. А. Тонгуков, *Опт. и спект.*, **20**, №6 (1966).
- [15] Н. Н. Соболев, В. В. Сокольников, *ЖЭТФ, Письма в редакцию*, **4**, №8 (1966).
- [16] T. J. Bridges, C. K. N. Patel, *Appl. Phys. Lett.*, **7**, №9 (1965).
- [17] C. K. N. Patel, *Appl. Phys. Lett.*, **7**, №1 (1965).
- [18] W. J. Witheman, *Philips Research Report*, **21**, №2 (1966).
- [19] T. J. Bridges, *Appl. Phys. Lett.*, **9**, №4, (1966).
- [20] G. W. Flynn, M. Kovacs, *et al*, *Appl. Phys. Lett.*, **8**, №3, (1966).

(雷仕湛、刘振堂编写)

激 光 焊 接

迅速发展的激光焊接技术已达到这种阶段，可以认真考虑它在生产中的连接问题上的应用。虽然不是一切连接都可以用激光，但激光的独特性能，使它在有些特殊的应用方面是理想的。在微型化电子学的紧装设计方面、计算机、电表、传感器和其他器件等方面，激光焊接将能做出较大的贡献。它可以精确地、重复地焊接千分之一吋或更小直径的线，工业上的小型化很需要这种精细焊接。

用激光可以成功地焊接许多种金属及不同成份的合成金属，如铜、镍、钽、不锈钢、杜美、可法、铝、钨、钛和铌。

激光焊接的分类

1. 金属线的焊接 金属线的连接方法有四种(图1)。(1)对接——将两金属线的端面磨平，对合后，用激光焊接。用这方法可将0.03吋直径的不锈钢线和0.025吋直径的钽线焊接

在一起。(2)并焊——两金属线有一段重合并放在一起。用激光照射后就形成焊结。用这种方法焊是比较牢固的,可焊较细的线,能将0.010吋的两条铜线焊在一起。(3)交叉焊接——被焊的两条线交叉成十字形。用这种方法曾将两根0.02吋的镍线焊在一起。(4)T形焊接——一线垂直于另一线,构成T形。用这方法曾将0.015吋的钽线与0.020吋的镍线焊在一起。

焊接金属线所需的能量与金属的物理性能如吸收系数、热传导率、热容量和熔点有关。也与激光脉冲时间有关系。表面反射率高的要多一些能量,良导热体也要多一些能量;所以黑色铁片比银片容易熔化。一般金属线焊接所需的激光能量与线的直径关系见图2。这只能作为初步参考用。

2. 电路板的焊接 用激光可以焊接各种金属膜层的电路板,而不会损及衬板*。曾用激光试焊过铜、镍、可法和多层金属制的电路。其中最好的是用镍,铜次之。为激光焊接用的较好的衬板材料是环氧纤维玻璃和聚苯化合物,前者更妙一些。将集成电路器件焊到电路板上的方法是,将集成电路器件放在电路板上,用夹子固定好,将集成电路的引线与电路板上的导线接头对齐后焊接,焊点的接合方式有三种(图3):(1)中心焊接——引线压在电路板导线接头之上。激光通过引线才能到达导线接头,所以两者必须紧密贴着,否则热量不易传导而焊不牢。但是这方法最省事。(2)穿孔焊接——引线与导线接头已预先打好小孔,小孔对齐。激光束的截面大于小孔,激光可通过小孔直接到下面的导线,使两者熔合在一起。这方法没有热传导的要求,所以两者间略有孔隙也可以焊住。(3)端接——引线压在导线接头之上,激光恰好照在引线终端,所以光束一半通过引线后

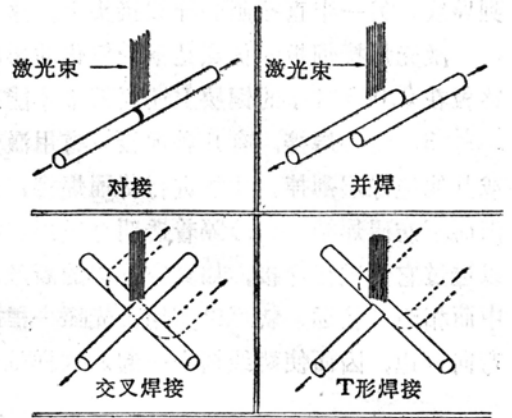


图1 线与线焊接的几种方式。

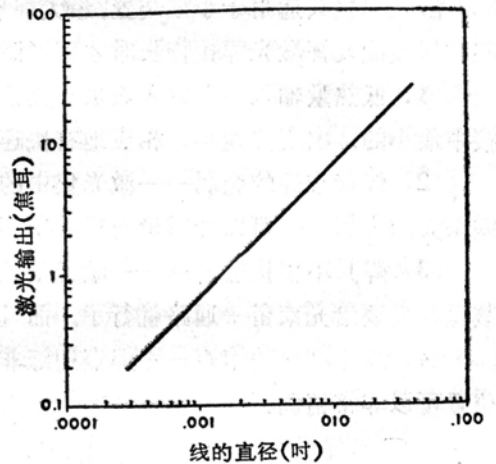


图2 焊牢各种直径的金属线所需的激光输出。

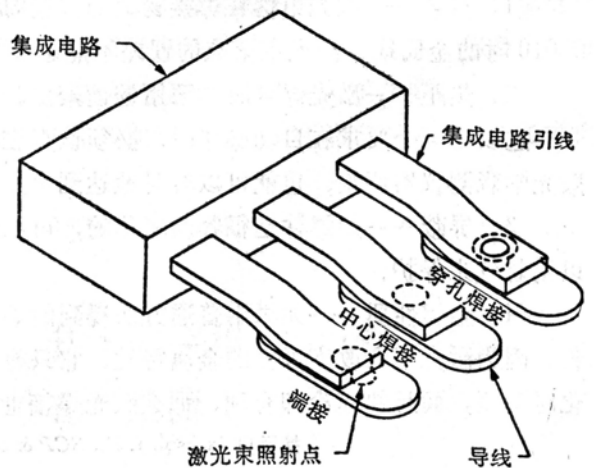


图3 焊接集成电路时焊点的接合方式。

* 半导体收音机多数采用电路板的接线方式——译注

到导线，另一半直接照到导线接头上。这也避免了热传导的问题，而将两者焊接在一起。

激光焊接铜板的优点是不受氧化的影响。而用普通焊接法最怕“氧化”，所以通常用的电路板在0.003吋厚的铜层上还要镀金才能用。用激光操作可以免去镀金。

3. 特种焊接 有几种焊接只有用激光才能实现，现举两例：(1)绝缘线——必须将漆或其他绝缘层刮掉，才能进行普通焊接；但是用激光时，绝缘层会完全蒸发掉，不会留下渣，因而不妨碍焊接。(2)隔着透明介质层焊接——如玻璃或石英是不吸收光的，这样激光就可以透过它们进行焊接，如真空管中的断丝，栅极等，如果打算焊接的两根线密封在玻璃器件中而相距又较远，就可以先用激光照一根的一侧，使其一半熔化，在再凝固时的拉力可使线弯向一边，因而使两线搭在一起。这样就可顺利进行焊接。

激光焊接的特性

激光焊接只适用于小型装置，最大焊珠只有1/32吋，一般焊接零件的厚度在0.02吋之下。某种焊接能发挥激光焊接特长时才可用激光，否则是一种浪费，激光焊接的4种特性如下：

1. 低热量输入——输入热量比其他焊接小得多，焊点附近的受热范围和热破坏都是焊接中最小的。由于热量小，相应地有快速冷却，这也会对某些应用带来好处。

2. 焊接难焊的金属——激光集中的高功率可以熔化高熔点金属，可以焊接物理性质相差很大的金属，也可以焊质量与尺寸很不同的两个物体，以及难焊的电阻丝。

3. 焊具不用接触金属——激光是光束。光束达到的地方就可以焊接，不必用什么辅助装置，只要给光束留一通路就行了。而且可以穿过介质和在不同气氛中进行激光焊接。

4. 微小型化的熔点——焊点边缘非常明确，焊点尺寸小到千分之一吋以下，所以焊点位置可以非常精确。

焊接的基本要求

1. 重合——激光束落在焊接物上的位置的误差，不能超过焊件尺寸的20%，例如焊0.010吋的金属线，激光束落点的误差不能超过0.002吋。

2. 焦距——激光焊接时，要用透镜聚焦，调焦的误差不能超过该透镜焦距的2%。

这以上两个要求在自动操作时，必须认真在设计方面保证达到。当人工操作时，借用一般光学观测仪器调整，也就可以容易地达到上述要求。

3. 屏蔽——如焊件是很容易氧化的，可在惰性气氛中进行激光焊接。如钛和锆合金可以用氩气来保护。

4. 金属性质——如果用普通方法得到的焊接点是脆的；那么换用激光也不会得到改善，因为激光不会改变焊件的金属特性。它只能是提供焊接的能源的一种特殊方法。如果熔化时间短，而且快速冷却有利，那么激光焊接也会带来一些好处。

摘译自 Jackson J. E., *SCP & Solid State Technol.*, 1966, 9, № 5, 21~28