

国内外半导体 专用设备发展动态

· 键合工艺专辑 ·

上海无线电专用机械厂
上海市仪表电讯技术情报所 编译

目 录

第一章	半导体及集成电路制造中使用的键合方法	(1)
	一、有引线键合法.....	(1)
	二、无引线键合法.....	(3)
	三、激光焊接.....	(6)
	四、电子束焊接.....	(8)
	五、各种键合(焊接)方法的比较.....	(8)
第二章	国外热压工艺设备发展动态	(1 1)
	一、美帝热压工艺设备发展动态.....	(1 1)
	二、日本热压工艺设备发展动态.....	(1 2)
第三章	国内外超声波点焊工艺设备发展动态	(1 4)
	一、国内超声波点焊工艺设备发展动态.....	(1 4)
	二、国外超声波点焊工艺设备发展动态.....	(2 1)
	1. 美帝超声波点焊工艺设备发展动态.....	(2 1)
	2. 苏修超声波点焊机发展动态.....	(2 2)
	3. 日本超声波点焊机发展动态.....	(2 3)
第四章	国内外集成电路面键合工艺设备发展动态	(2 4)
	一、国内面键合工艺设备现状.....	(2 4)
	二、国外面键合工艺设备发展动态.....	(2 8)
	1. 国外面键合工艺.....	(2 8)
	2. 美帝面键合工艺设备发展动态.....	(3 0)
	3. 日本面键合工艺设备发展动态.....	(3 3)
第五章	国外半导体键合工艺设备与装配自动化进展	(3 5)
	一、关于集成电路键合工艺设备中的自动对准方法.....	(3 5)
	二、一种确定微小图形位置的方法.....	(3 6)
	三、美帝国际商业机械公司采用“固体逻辑技术”的混 合集成电路自动生产线.....	(3 9)
	四、关于硅平面管的自动化装配.....	(4 2)
	五、日本电气公司微盘型晶体管的自动化生产.....	(4 4)
	六、晶体(整流)二极管引线的自动装配.....	(4 7)
	七、关于面键合中的光学对准装置.....	(5 0)

第一章 半导体及集成电路制造中使用的键合方法

所谓半导体及集成电路制造中的键合工艺，是指将硅平面管管芯或集成电路晶片上的电极图形与外引线相连接的过程。目前，国外采用的键合方法有热压、单点超声焊接、热压面键合、超声面键合、梁式焊接、星形键合、激光焊接和电子束焊接等种。国内采用的键合方法主要有热压、超声单点焊接和超声面键合等三种。在介绍设备之前，我们先扼要叙述各种键合方法及其特点。

一、有引线键合法

现今，半导体工业中使用的键合工艺分有引线键合法和无引线键合法两大类。前者是指用尺寸在数十 μ 量级的金或铝质细引线连接管芯图形和管脚的一种键合方法，因为用了细的引线，故称有引线键合法。属于有引线键合法的有热压和超声单点焊接二种。

1. 热压法

I 热压机理

热压法原理如图1——1所示。工作时，先将晶体管衬底加热至300℃左右，然后把管芯置于衬底上，籍双目显微镜观察，将数十 μ 粗细的引线置于管芯电极图形的相应位置上，再移动具有一定垂直压力的劈刀对准引线和电极后垂直下降，压在引线头上，维持1—数秒时间。则二种紧密接触的固体材料，在键合温度下因垂直压力的作用，在键合界面上产生一定的塑性变形，借助于范德华尔斯或化学键合的牢固粘合作用，从而使键合强度有可能超过金属引线本身的抗拉强度。由此可见，热压的过程，是固——固粘合，无液相形成。由实验和实践可知，键合强度与压力及二种键合材料的摩擦系数成正比，对于一定的材料对，摩擦系数又是压力和选用温度的函数。影响热压强度的主要因素是压力、温度和时间。有时，为了防止工件氧化和保证热压质量，需在键合处通以保护气体（例氮）。

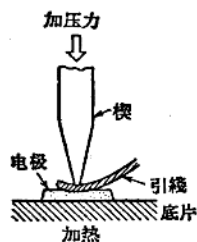


图1—1

II 热压的种类

热压的种类或形式往往是按劈刀形状与断丝方法来划分的。国内外常用的热压方法有楔形热压（图1—1）、钉头热压（或球形热压见图1—2a）、夹剪状热压（图1—2b）和

雀咀状热压（图1—2c）四种。

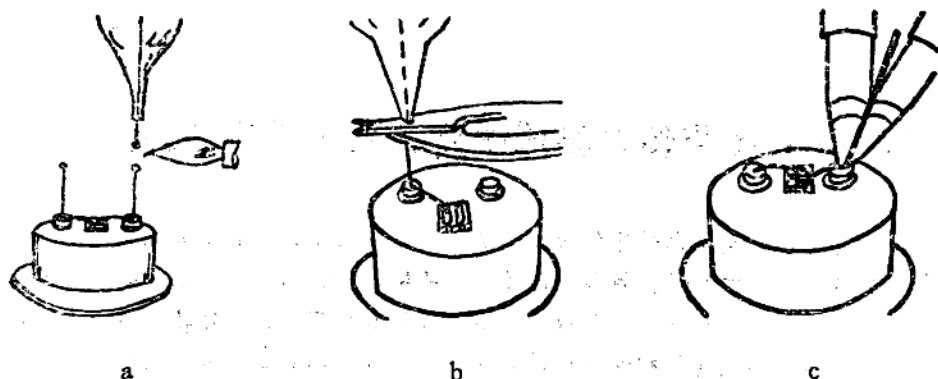


图1—2

国内除少数单位采用过钉头热压外，绝大多数单位采用楔形热压和夹剪状热压法二种。热压用劈刀常用钨棒（针）按需磨制而成，或用小号注射针头作空心劈刀使用，个别地方还采用玻璃毛细管作为空心劈刀。

II 热压的优缺点

热压的最大优点是方法简单，设备结构不复杂，因而成本较低而且对于Au—Au键合系统其键合强度很高。但其致命缺点是，对于Au—Al键合系统来说，在高温贮存时，易产生金与铝的金属间化合物（ Al_2Au 和 $AlAu_2$ ），即所谓“紫斑”。实践证明，这种脆性化合物将大大降低键合强度，使正在工作的器件失效。此外，热压的工艺稳定性较差，可靠性不高亦是其缺点之一。

2. 超声波键合法

I 超声键合的优缺点

超声键合具有能键合Au—Au、Au—Al、Al—Al和AlSi—Al四种键合系统；克服热压产生的“紫斑”现象，键合强度高、工艺稳定性好；不用加热，以致对器件的电子和理化性能无多大影响；可用Al—Al系统，以节省昂贵的金；可以键合大直径（或大尺寸）的铝丝（带）等一系列优点。但设备较复杂，焊机性能较难掌握则是其主要缺点。

II 超声键合机理

超声键合如图1—3所示。图中1是反馈式超声波发生器，2是换能器，3是变幅杆，4是劈刀，5是固定螺钉，6是待键合Al丝，7是待键合管芯的金属化电极铝膜，8是固定管座的夹具，9是外加的键合压力。

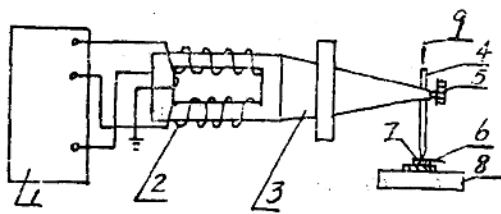


图1—3

由上图可知，超声键合是在作纵向振动的劈刀4的作用下，使夹持在劈刀与管座8之间

的铝丝与管芯电极薄膜作相对摩擦，当振动达到临界温度，即达到铝丝的弹性极限时，一方面由于被焊金属表面因摩擦而破坏了其表面的潮气吸附层和固有氧化膜而挤出键合区，至靠近内表面的材料产生塑性变形。同时，由于键合区内强应力部分的弹性滞后，将在键合区内造成瞬时温升，这种温升可暂时增加铝丝的延展性，促进材料的塑性变形。另外，由于金属晶体内表面的塑性变形，亦即在被挤出的键合区内，同时凹凸不平铝膜和铝丝表面在大面积内相互交错，使这两个具有非饱和键的原子的净金属表面紧密接触，而形成牢固的真正的冶金键合，即达到了键合目的。

二、无引线键合法

所谓无引线键合法，是指不用细引线，而在衬底上直接蒸上作为引线的金属化电极，然后使管芯电极面向下与金属化电极对准，借热压或超声波使之键合。因为作为引线的金属化电极与管芯图形均在一个平面上，键合过程在该平面上产生，故称这种工艺为面键合，或面向下键合、或倒装焊接。属于无引线键合法的各种方法基本上都属于面键合的范畴。无引线键合是键合工艺的一大革新，它具有许多潜在的优点：

1. 每次可键合数十个点，它比单点互连的效率提高了键合点数/2。
2. 键合强度高，工艺重复性好。
3. 衬底和管芯可以标准化生产，工艺简单，易于实现自动化装配。
4. 因不使用细引线和生产效率高，成本大大降低。
5. 器件结构紧凑，有利于器件朝高包装密度和高频组件发展。属于无引线键合的方法很多，常见的有面键合（狭义的）法、LID法和梁式引线等数种，典型的方法示图1—4。

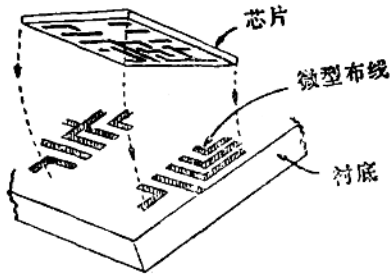


图 1—4

I 面键合法

从使用的工艺结构来分，它可分为在管芯上有凸点（或金属球）的方法（图1—5b.c）和在玻璃（或陶瓷）衬底上蒸上金属化电极的方法（图1—5a和图1—4）二种。

从完成键合过程的工具来分，它可分为热压面键合和超声面键合两种。前者在国外，特别是美帝一些公司中使用较普遍。它适用于在管芯（或衬底）上有凸点（或金属球）並加焊料的方法。后者在国内外获得了普遍的采用。

面键合法是一个新生事物，它一出现已显示出其很大的优越性，但它还存在相当的缺点（或不足），

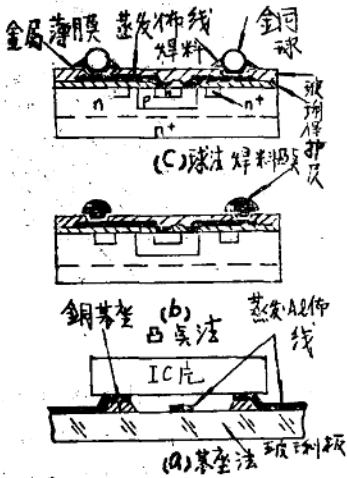


图 1—5

最主要的是凸点（或金属球）与金属化电极的高度公差难于控制在均匀的范围內，以致影响某些键合点的键合强度，甚至因没有接触而完全没有键合上。但是，我们只要遵照毛主席“认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去”的伟大教导，认真总结经验，那么一定可以克服这个缺点，使面键合技术更好地为无产阶级政治服务。

I LID法

在无引线键合和面键合法中，是把管芯直接键合在玻璃（或陶瓷）衬底（或管座）上，如果管芯数量和引线数目增多，整体的成品率就要显著降低。因此，为了改善成品率和获得

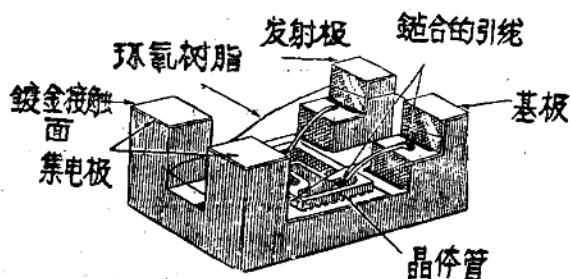


图 1—6 LID法

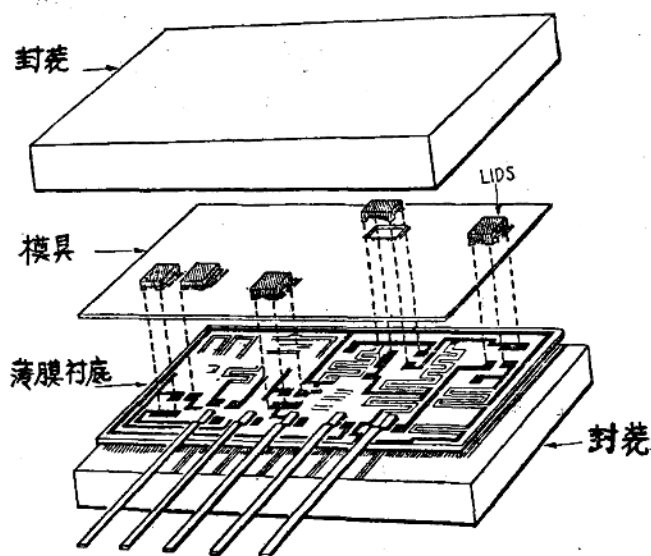


图 1—7 LID法的装配方法

均匀的特性，采用LID法是较为有利的。此法是事先把集成电路管芯焊到如图1-6所示的集成电路专用的陶瓷微槽上，然后加以固定，再分别进行测试，将合格的带片子的陶瓷微槽用模具如图1-7所示将其键合在衬底上。此法的优点是：

1. 能用现有的集成电路片，在单体的状态下进行挑选，尤适用于混合集成电路的装配。

2. 排列好的陶瓷微槽能够原封不动地从管芯的键合, 直至安装在测试衬底上为止, 一系列的工艺都能实现自动化。

3. 因管芯直接固定在陶瓷微槽上, 故散热性能很好。

4. 由上列优点可知, 它特别适用于制作具有特殊元件的大规模集成电路。

但此法同时存在陶瓷槽形状特殊, 成本较高和增加了管芯的装配工序和键合点数量等缺点。

II 梁式引线键合法

据外刊声称, 该项技术是美帝贝尔电话实验室于 1964 年发明的, 后被英帝马可尼——伊略特微电子学公司在其惠特汉工厂建立了全部梁式引线设备。

据我们了解, 国内有些单位亦正在从事该项技术的研究和发展工作。

① 梁式引线的概念

采用梁式引线的硅高频晶体管结构示意图 1—8。

由图可知, 三根金属引线从管芯处向外延伸, 其一端分别与基极、发射极和集电极实现欧姆接触, 其另一端与外部电路实现电接触。因引线形状恰如一根梁悬挂在天井里, 故取名此种引

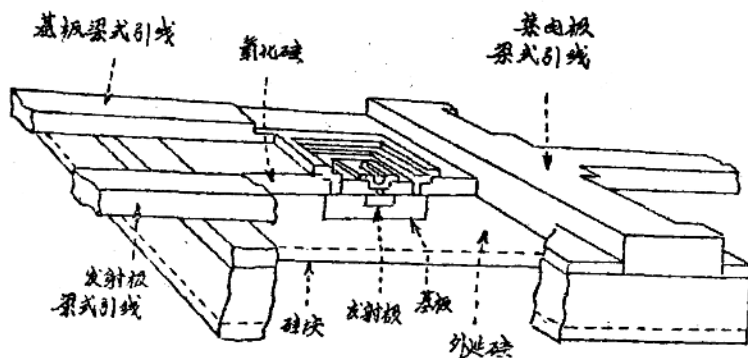


图 1—8 梁式引线晶体管结构

线为梁式引线。对集成电路来说, 当梁式引线和铝或氮化硅钝化表面连接时, 在片子表面可形成一密封电路, 电路的外引线伸出片子外面, 与小型扁平管相象。在该种技术中, 普通的铝金属化由多层金属系统代替, 其中最上面的金属引线象悬梁般伸出硅片的边缘, 形成梁式引线。

② 梁式引线结构

已装配好的梁式引线晶体管外型示意图 1—9。由图可知, 引线的外形正好被金属图形围住, 底座则用陶瓷材料制成。引线

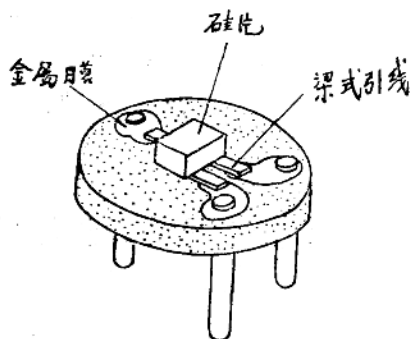


图 1—9 梁式引线晶体管固定在管座上的外形

陶瓷底座上的图形和引线热压处的材料均用金制成。因此热压温度在 300°C 左右即可，且可靠性甚高。梁式引线的内部结构如图1—10所示，图中列举的是一种硅平面管的结构。在以往的结构中，铝蒸发在作为欧姆接触的电极开孔处。而在梁式引线技术中，在这种开孔处使用多种金属，例如在右图，使用了白金硅化物层（第一层是金，它是第二层），钛层是第三层，第四层是很薄的白金层，金层的厚度约在 12μ 。即作为梁式引线采用钛—白金—金材料。然后籍光刻，刻出梁式引线区，经一系列工序制成梁式引线，然后用背面腐蚀工艺划片。最后用热压或超声键合将其键合在陶瓷底座上。归结起来，梁式引线技术主要分钝化、金属淀积，刻出电路图形和分片四大工序，即在制造管芯的同时制成引线。

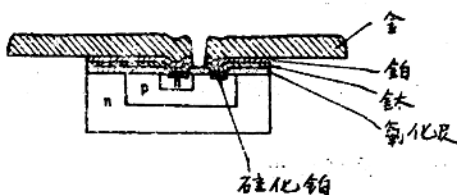


图1—10 梁式引线晶体管剖面图

③ 梁式引线技术的特点：

其特点主要是：因在 SiO_2 层上加了一层硅化铂层，稳定性好，以至不需对器件进行封装，而仅需防止管芯的机械损伤；不使用多引线的管壳封装，降低了成本；每个管芯的键合时间与外部接点数无关；可靠性好；便于自动化装配和适宜于大规模集成电路的研制和生产等。

三、激光焊接

激光器是1960年出现的，而激光焊接的研究工作直至1962年才开始，到1964年刚刚付之实用。激光器的制成和应用，是半导体和固体物理在六十年代的重大进展之一。由于激光技术的独到之处，因此，它一经问世，就引起了许多国家的注意。目前，大约有二十个国家从事此项技术的研究，投入了大量人力物力。穷凶极恶的美帝国主义，出于它反革命全球战略的需要，对激光器在军事上的应用作了较多的研究。据美刊透露，1970年美帝用于激光器研究的经费预算为二亿美元。据不完全统计，美帝从事激光研究的研究所和实验室已有五百多家。其中生产激光焊机的主要厂家有休斯飞机公司、威斯汀豪斯公司、激光应用化学公司、林德公司、雷锡昂公司和斯佩斯雷公司等。

1. 激光焊机的工作原理

激光焊机主要包括电源、贮能器、脉冲形成电路、激光源和光学系统等部分，其结构简

图示图 1—11。激光源通常是一种螺旋状的电容放电激励的氙气体光源。强光能源则供给激光材料（例合成红宝石），红宝石吸收了光能的一部分而产生激光作用，从而产生非常强的平行光束，由于光束是单色的且很平行，所以这种光很容易聚焦于一个点上（约在 $0.127-1\text{ m/m}$ ），在该焦点上可产生高达 10^7 瓦/厘米^2 的能量密度，以此来焊接微型组件（或器件）。

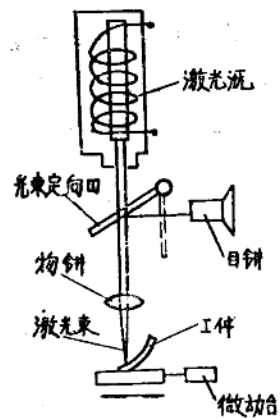


图 1—11

2. 对激光焊接的要求

1) 对准 (X·Y向)

激光点在焊件上的位置误差不能超过焊件尺寸的20%，例焊0.25%的金属丝，激光束落点误差应小于0.05%。

2) 焦 距

应用激光焊接时，其束应用透镜聚焦，调焦误差不能超过透镜焦距的2%。

3) 保 护

由于焊接时的高热易使焊件氧化，故应在保护气体中进行操作，即所谓“保护”。

4) 焊接规范

应考虑金属的性质和热量输入的均匀性以选择最佳焊接规范。

3. 激光焊接的优缺点

其主要优点是：

1. 激光束能聚焦到极小的光点尺寸。
2. 焊接时，对工件和周围区域的沾污很小。
3. 因其主要参数是脉冲宽度、能量和光点尺寸，故对材料、清洁度、电阻率或与常规的电极压力改变无关。
4. 输入到工件上的总热量接近于理论上的最小值，且在极短时间内传输，故热影响区窄。
5. 具有快速冷却的性能。
6. 可完成用一般方法难完成的焊接、例细丝、不同性质的材料、尺寸相异很大的另件及绝缘物的焊接。
7. 可在任何透明环境中、例空气、惰性气体、真空或某些液体中工作。但是激光焊接还存在光点直径不如电子束小、不能加工透明物质、设备不能连续操作、光束控制困难等缺点，还有待进一步研究付之实用。

四、电 子 束 焊 接

电子束焊接技术是电子学的新技术。它具有热能密度高，焊接速度快，加热范围小，可以焊接微细工件和难熔金属以及能源可控等优点。美、英、日、法、德等帝国主义和苏修社会帝国主义出于反革命需要都在拼命发展电子束焊接技术。据外刊报道称，第一台电子束焊接机是西德卡尔·蔡司公司于1958年发明的。日本在1960年才制成第一台样机。目前，国外从事电子束焊机制造的厂家，日本有日立公司、日本电子光学公司、日本电子公司等；美帝有从事飞机制造的汉弥顿标准公司、NRC公司、RCA公司及阿洛德公司等；日趁没落的英帝有HaWKer SiddeLy DyDamieS公司；法帝有西阿基公司；苏修有巴顿公司；西德有卡尔·蔡司公司。国外，广泛地将电子束焊接技术应用于电子元件制造、汽车、飞机及宇宙航空工业中。

电子束焊接由于其独特的优点，展望在集成电路制造中大有前途。但目前国外将该项技术应用于集成电路引线连接方面尚无先例。设备的造价高可能是影响它尽快应用到集成电路生产中去的一个重要因素。

伟大领袖毛主席教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”在国内外一片大好形势下，我国一定能在半导体键合技术的各个领域把帝、修、反远远抛在后面，走在世界各国的最前列，为中国革命和世界革命作出应有的贡献！

五、各种键合(焊接)方法的比较

为便于比较参考，兹将各种键合(焊接)方法的特点列成如下数表：

键合方法	冶金学(材料)			键合系列
(1)梁式引线法	晶片	凸点		热压
	Si Pt Ti Pt Au	Au	Cr (Ti) Au	
(2)熔融凸点法 (尺寸可控的)	Si Al Cr—Cu Au	Pb/Sn 95/5	Ag/Pd 80/20 Pb/Sn 90/10	焊料烧结法
(3)非熔融凸点法	Si Al	Al	Al	超声键合
	Si Al	W, Cr 或MO, Au	Cr Au	热压
(4)扁平蜘蛛网法	Si Al	Al	Al箔	超声键合
(5)嵌埋法	Si	各种	Cr—Au Cu Au	将管芯埋在 塑料中，蒸Al
(6)细引线法	Si Au或Al	没有	各种	热压 或超声键合

表1—1，各种键合方法及所属范畴

在表 1—1 所列各种方法中, 方法(3)实际上就是常称的倒装焊接或面键合。使用上述几种方法, 在管芯方面的主要特性比较见表 1—2。

表 1—2 管 芯 特 性 的 比 较

方 法 项 目	梁 式 引线法	熔 融 凸点法	非熔融 凸点法	扁 平 蛛网法	嵌埋法	细引线法
管芯的装配		易	易		中 等	易
自动化程度	中 等	好	中 等	好	中 等	尚 可
成本 管 芯 附 属 物	低 低	中 等 低	低 低	低 低	低 低	低 高
管芯的置换性	中 等	中 等	中 等	尚 可	尚 可	尚 可
散 热	高	中 等	中 等	低	中 等	高
视 力 检 查	好	差	差	好	好	差
产 量	高	中 等	中 等	高	有发展	低
电 路 密 度	高	高	高	高	高	中 等
压 力	要	不 要	要	要	不 要	要
焊 剂	不 要	要	不 要	不 要	不 要	不 要
对清洁度要求	清 洁	一 般	一 般	一 般	一 般	特别清洁 或一般
引线材料选择	极有限	有 限	极有限	有 限	有 限	极有限
工 作 频 率 (千兆周)	>10	1	1	10	10	0.5
使用价值	差	有希望	有希望	差	有发展	好

使用上述方法的键合可靠性见表 1—3

表 1—3 键合可靠性比较表

项 目 \ 方 法	梁 式 引线法	熔 融 凸点法	非熔融 凸点法	扁 平 蛛网法	嵌埋法	细引线法
键合强度	中 等	好	中等~好	好		尚 可
键合点数	中 等	中 等	中 等	尚 可	中 等	尚 可
容许温度	好	尚 可	好	好	不清楚	好
合金组成 单 一 性	中 等	尚 可	好	好	好	好
工序损坏率	中 等	低	中 等	不 明	中	低
键合点柔软性	好	中 等	尚 可	不 明		好
键合成效	中 等	尚 可	尚 可	中 等	尚 可	中 等
整体可靠性	好	好	中 等	中 等	中 等	尚 可

第二章 国外热压工艺设备发展动态

美帝国主义为了挽救它无可指望的失败命运，在侵越战争泥坑中越陷越深的窘况下，正在拼命发展电子工业以适应其扩军备战的需要。日本军国主义步老法西斯东条英机的后尘，把自己紧紧缚在美帝扩军备战的战车上，亦在拼命发展电子工业。据外刊透露，美日帝国主义在研究超声波点焊、热压和超声面键合技术的同时，研究和生产了一些热压工艺设备。据有关资料分析，美日等国制造的热压设备较多的属于钉头和楔形空心劈刀热压两种方式。现分别将美日等国的热压工艺设备水平简述于后。

一、美帝热压工艺设备发展动态

据不完全统计，美帝从事热压设备生产的厂家主要有考立克——索发公司、Unitek公司、Lindberg Hevi—Duty公司、精密设备公司、Kasper公司和D. P. Veen公司等。

1. 考立克—索发公司

该公司是美帝制造半导体专用设备的专业工厂之一。该公司最近制成一种484型热压机（参看Solid State Technology简称S.S.T.下同。1970.Vol.13No. 3.P92照片）。据称该机每小时能焊接4000根晶体管引引线。每焊接一次化0.833秒。

2. Unitek 公司

据称，该公司先后制成过8—146—02型和8—152—01型热压机。其中8—146—02型热压机为一种钉头热压机，设备上采用了一种加热控制器。

3. Lindberg Hevi—Duty 公司

该公司称，最近制成2212型钉头热压（照片见日文电子材料1970.11.P96）。该机的主要特点是采用了一种带式上料机构，该机构由料仓和运载体组成，每个料仓可置四只运载体，而每只运载体中则可放16只引线盘；它可压25 μ 的金丝并用氢火焰断丝；对有14根引线的集成电路生产率达80~100只/小时。

4. 精密设备公司

该公司制造过N—121系列的热压机(见S. S. T. 1969. Vol. 12. No. 8. P31)。该机适用于压 $12.5 \sim 120\mu$ 的晶体管引线。

5. Kasper 公司

最近该公司制造了一种DB—1000型晶片热压机,它每小时能将6000—7200只晶片键合到晶体管座上。

6. D.P.Veen 公司

制造了一种1500—02—00型热压机,设备上采用了1:6的微动机构,工件可在 $25 \times 25\%$ 范围内移动。

7. 休斯公司

生产了HPB360型热压机,可压 $0.125 \sim 0.175\%$ 的金丝,工件在xy向的移动距离达28%。

二、日本热压工艺发展设备动态

日本从事热压机生产的主要厂家有东京测范株式会社和共和理研公司等。后者生产的热压机我国进口过,水平十分低劣。

1. 共和理研公司

制造了一种称为电动式K207J型钉头热压机,该机热压时间可在1—12秒内调节,加热温度在 $150 \sim 400^\circ\text{C}$ 范围内选择,并采用火焰断丝装置。

2. 东京测范株式会社

该公司先后生产过T4201(电子材料1967.12.P90页照片)、T4205和T4206(照片见电子材料1969.1)型热压机和T6061型晶片热压机(电子材料1969.12)。

T4201型钉头热压机可压 $25 \sim 50\mu$ 金丝,使用玻璃劈刀,压力在 $0 \sim 70$ 克范围内调节,微动机构缩比为1:9,劈刀在X向移动距离为7%,在Y向为10%。并采用氢火焰断丝。

T4205型钉头热压机采用自动送丝方式,可压 25μ 的细引线,微动机构缩比为1:6,劈刀在XY向移动距离为20%,使用玻璃或加热式超硬合金材料制成的劈刀。在第一、三压点上使用的压力为 $10 \sim 70$ 克,在第二压点上使用的压力为 $5 \sim 35$ 克。

T4206型钉头热压机亦采用自动送丝方式，可压 $25-50\mu$ 金丝，微动机构缩比 $1:4$ ，劈刀移动距离 $\Phi 40\%$ ，用氢火焰自动断丝。劈刀由玻璃或硬质合金制成。

T6061型晶片热压机采用二只350瓦的加热器，微动机构缩比为 $1:4$ ，劈刀移动距离 $\Phi 34\%$ 。据外刊称，晶片的吸牢位置与热压位置均位于显微镜的焦距内，且微动机构与晶片（上料盘）是连动的。该机主要用于划片后制成管芯的晶片压在晶体管（或集成电路）的管座上。

由于超声键合的优点，现在逐渐倾向于用以替代热压机。

第三章 国内外超声波点焊工艺设备发展动态

一、国内超声波点焊工艺设备发展动态

在毛主席“独立自主、自力更生”伟大方针指引下，我国电子工业战线广大革命职工发扬敢想敢干的革命精神，大搞技术革新和技术革命的群众运动，为我国半导体工业提供了许多种具有先进水平的超声波点焊机。特别是许多小厂在设备差，经验不足的不利条件下，他们认真学习毛主席的光辉哲学思想，化不利因素为有利因素，制成了各种型号的超声波点焊机，为发展我国的电子工业作出了贡献。

在大力发展面键合技术的同时，单点超声波点焊机仍将在相当长的时间内广有前途。目前，我国各种类型的超声波点焊机在机械结构、发生器性能方面已经达到了先进水平，但是在推广和超声空心劈刀的大量生产方面还是一个薄弱环节，有待进一步改进和推广。

1. SZB07.01.00型可携式超声波点焊机

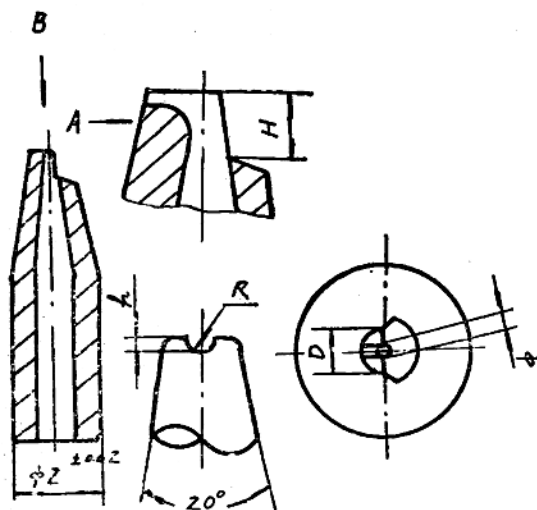
该机是上海无线电专用机械厂广大革命职工在党的九大“团结、胜利”路线指引下，在有关单位的协助下，发扬了自力更生、艰苦奋斗的革命精神，在短短的一个月时间内，自行设计制造成功的。该机综合了国内外同类型产品的优点，具有操作方便，轻便，十分美观等一系列优点，达到了先进水平。

整机由机械微调、发生器和光学观察系统三大部分组成。工件的移动藉比例尺微调机构实现。工件夹具采用双弹簧式一次夹紧机构，可方便地夹持圆形、菱形、六角形等不同型号的晶体管（或集成电路）底座。设备上采用空心劈刀自动送丝，大大提高了生产效率。

设备主要参数：

- | | |
|-------------|--------------------|
| 1. 发生器输出电功率 | 10W |
| 2. 发生器工作频率 | 45Kc |
| 3. 工作时间 | 0—3Sec 连续可调 |
| 4. 微动机构缩比 | 1:6 |
| 5. 显微镜倍率 | 10—60X |
| 6. 整机体积和重量 | 370×300×450mm 15Kg |
| 7. 可焊接器件 | 250mW—50W平面管或集成电路 |
| 8. 焊接压力 | 25—350g 可调 |

该机使用碳化钨空心劈刀，其设计与结构尺寸如下：



若设被焊细引线直径为 d ，则上图所标尺寸可列成下表：

参 数	Φ	D	R	h	H
d	$d+0.01$	$d+0.02$	$d-0.01$	$d-0.015$	$d+0.03$

由上图可知，为了便于穿丝，劈刀内孔的锥度和光洁度应尽可能大和高。

2. CFS—D—3 型超声波点焊机

该机是常州无专厂发扬“独立自主、自力更生”精神，在设备条件很差的情况下试制成功的，现已成批生产。设备外貌见照片 3—1。