

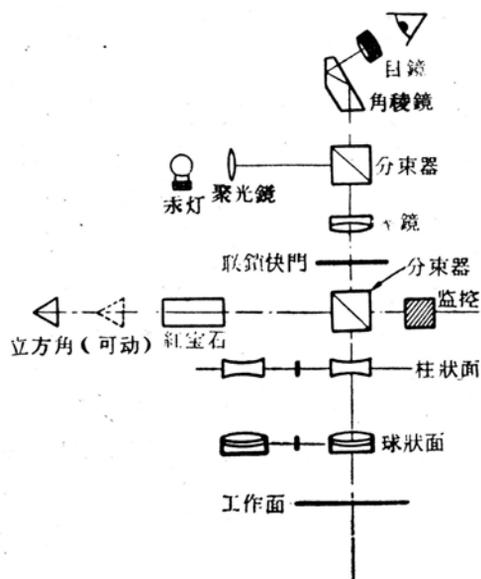
微型焊接采用激射光束还是电子束

T. 梅 盖 尔

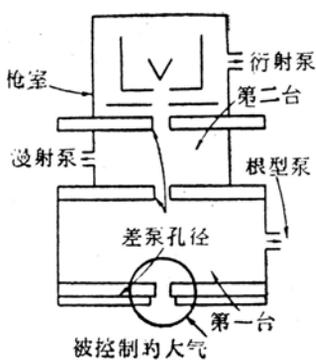
以激射光束焊接难熔金属及优质合金导线的受激光束熔接装置今夏将广泛进行工业性能试验。

红宝石光受激辐射熔接器应空军空间系统部 (Aerorautical Systems Div. of the Air Force) 的需要正在技术研究集团 (TRG) 公司生产。完成后将转给格鲁曼 (Grumman) 飞机公司进行广泛的试验。

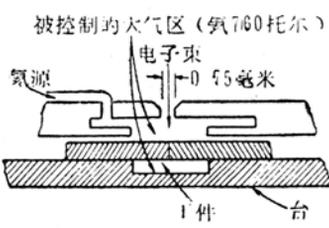
在第五次电子束会议上, 人们指出, 在此新领域中一个空白点是光受激辐射焊接的强度——这是有待检验的一方面⁽¹⁾。



(A)



(B)



(C)

图1. 光激射器焊接光学系统(A)系统使用几个泵浦台(B)将电子束耦合至被控制器(B与C)

快速淬火可望得到高强度焊接点。

光激射器焊接的优点之一是在短时间内提供高强度的焊接。不像许多电子束焊接装置那样, 它必须在封闭于真空中的工作面上进行焊接。

在微型电子线路和整体回路的焊接中, 使用光激射焊接器可十分可靠地得到针尖大小的点加热。利用它, 没有空间电荷的问题, 也没有真空的问题, 光束通过的瞬间可以忽略并且热循环的速度又减去了惰性气体屏蔽的那些问题。这种焊接器实际可以是自动化的。

效率和总功率是基本的限制。灯和宝石棒的低泵浦效率限制了平均功率。泵浦灯不可能得到很高的脉冲重复速度。另外, 晶体逐渐被加热, 因此, 脉冲重复速度及功率就受到系统冷却宝石棒的能力的限制。

在技术研究集团的系统中, 按机械和热学的耐久性、有效性、低价格、功率输出的可能性以及热学性质来选择红宝石光激射器。掺铈的钨酸钙或氟化钙工作物质对于焊接应用也是有效的。

整个系统包括带有光激射器头的工作台, 相应的光学系统放在其上方。(图1 A 光学系统) 工作样

品在光激射器头下移动，当焊接連續的直縫时光束脉冲地射在工件上。

脉冲形網路在相当长的周期內累积能量，而在可控制形狀的短爆发中將能量傳給光激射器头上的光泵灯。網路可造成0.45—18毫秒的脉冲。它累积的能量可从2,000焦耳到极大电压8000伏时的60,000焦耳。

对光激射器所要求的最低輸出功率，平均是10瓦。脉冲峰值有5,000瓦。最初这种系統以每秒一个脉冲工作，平均每脉冲有10焦耳的輸出能量。

輸出光束形狀为点或綫。点的直径或綫的寬度介于0.005吋到0.040吋之間。綫的长度变化从0.060吋到0.64吋之間。

灯和宝石用水冷却以增加可靠性。改变紅宝石棒全反射端的稜鏡位置，可以改变光束的发散度。这是一种用透鏡系統控制光点大小的方法。

系統还可以用于鑽孔和切割。

电 子 束

这种在空气中或在直接包围电子束的可控制的气氛中焊接，避免了应用很大的真空室。

圖1B及1C所示的一个实验性装置，业經証明有可能在真空中发射电子束，然后將其引出至大气中而到达工件⁽²⁾。目的是要焊接，而这种焊接具有电子束真空过程的一般特性：很高的深度—寬度比，极小的热作用或重結晶帶，以及极小的有害杂质污染。

基本的問題是电子散射，电子束通过从真空到大气的压强差而傳輸，以及通过控制直接包围出現于其中的电子束的大气以获得最大功率密度。

当电子束經過近于大气压强区时，由于散射而产生（密度）梯度。抵消它的方法包括增加电压以及利用分子量低的气体。

沿电子束路径，采用不同的抽气孔径（圖1B及C）。利用限制气体流出的小孔，和利用二級真空泵，这系統限制了进入真空区的气体流。还注意到，若电子束路径太长就有很大的能量損失和散射。

降低沿电子束路径的气体密度可以减少色散。紧接大气的室，連接一真空系統以在最低压强下工作。

若欲达到最大可得功率，除不同的抽气系統外对焊接还要求可控大气的設備。电子被气体分子散射是主要因素，而且若电子束通过He，这种散射可以减少。可控制气体室（圖1C）使得比周围大气有稍大的压强。

調制結構設計 (Modular Design)

英国制造的調制設計电子束系統，有不同的結構，用于两个主要的領域。交变圓柱（可变电子束的圓柱体）可用于点源仪器或象放大器，可將原来的象放大和記錄下来。

交变圓柱包括末端有电子枪及一套电子透鏡的电子光学柱体，工作室及垂直装于电子枪上的中間台。

这种点光源的应用之一是微型电路的蚀刻，为此还需要附加扫描发生器，电子束調制和控制系統，投影出平面圖，以便观察結果。这时，交变圓柱在5仟伏—30仟伏电压，最大电流2.5毫安下进行工作。扫描面积为 2×2 厘米²时其焦平面在透鏡上方4厘米处，光点的大小

依赖于必须的扫描速度和物质，但可以小至10微米。在10仟伏或更低的电压下若保持高电流密度，则可能去掉试料的极薄的一层，如图2 B和C所示。比之在高电压下电子穿透物质能力要小很多。

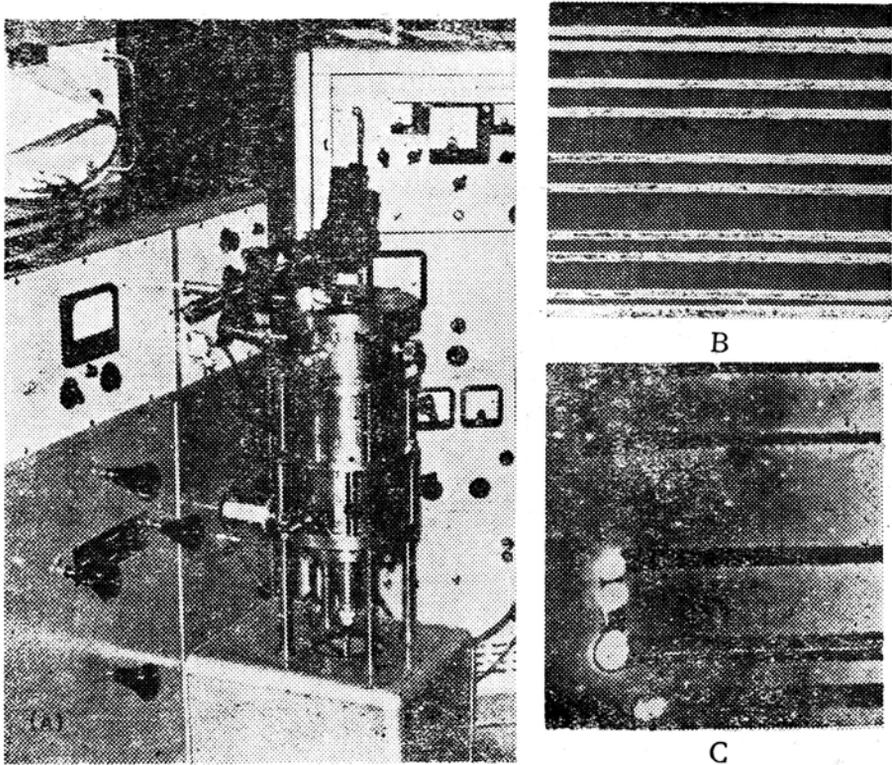


图2. 电子枪在电子光柱的底部 (A)。可变稜鏡、工作室与中间台垂直装于枪上。腐蚀照片表明20微米厚的线 (B) 与在透射光中的部分腐蚀 (C)。

等离子体源

空心阴极放电，来自等离子阴极的电子加速和分离形成的热源提供了用于熔化、退火、焊接及真空冶金的其它许多方面的电子束设备，它具有低电压，强电流，大功率的特点。

空心阴极放电用等离子阴极做为电子源。在阿洛伊德 (Alloyd)⁽⁴⁾ 创制的装置能给出高达1000安培的电流。电子约以30—50伏电压加速射到工件上；电子束有总功率约40千瓦。

射频激发氩，以产生等离子体的技术被应用着。当射频与气体交合时，在空心阴极中间造成低压等离子体，气体的离解出现了。电子被所加的电压梯度离开等离子区，加速到达阴极或工作物上。

200—300高斯轴向磁场可防止因空间电荷力产生的电子束的漫散。

电子离去将留下一个多余的正电荷，这正电荷反向被加速到阴极，增高了它的温度，结果造成热离子发射，并且由热的阴极发射的电子，加到从等离子区出射的电子中。当阴极工作温度约为2400°K时，会有可靠的阴极寿命，功率传送有70—80%的效率。不同形状和大小的阴极也可被应用。

参 考 文 献

所有的文献皆发表在波士顿召开的第五届电子束会议上。

- (1) R.H.Fairbanks Jr., The Use of a Laser Beam for Welding.
- (2) L.H.Leonard, Electron Beam Welding at Atomspheric Pressures.
- (3) W.C.Nixon, R.V.Ely and C.R.E.Legg, The Intercol Electron Beam System Used for Microcircuit Etching.
- (4) John R.Morley, The Hollow Cathode Discharge.

譯自 Electronics July 5, p.23 (1963) .

苟毓龙譯 沃新能校