

· 半导体器件生产自动化专辑 ·

國外 集成电路键合自动化

上海科学技术情报研究所



半导体器件生产自动化专辑
国外集成电路键合自动化

上海科学技术情报研究所出版
新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 3.75 字数: 96,000

1977年8月第1版 1977年8月第1次印刷

印数: 1—5,200

代号: 151634·355 定价: 0.50元

(限国内发行)

前 言

在以华主席为首的党中央一举粉碎“四人帮”的伟大胜利鼓舞下，在高举毛主席的伟大旗帜，贯彻执行华主席提出的抓纲治国的战略决策，深入揭批“四人帮”，推动工业学大庆群众运动深入开展的大好形势下，为了更好地做好科技情报资料服务工作，遵照伟大领袖毛主席“**洋为中用**”的教导，我们组织了有关单位编译了国外半导体器件生产自动化专辑资料，供半导体器件战线的广大工人、技术人员和干部参考。

专辑共分四册，包括硅片加工处理自动化、集成电路光刻制版自动化、集成电路键合自动化和集成电路测试自动化。本册主要介绍国外集成电路键合自动化情况，由上海科技情报研究所编译。

由于水平有限，文中一定有不少差错之处，至希批评指正。

上海市半导体器件科技情报协作网

1977 年 1 月

目 录

国外半导体集成电路自动焊接技术概况.....	(1)
引线在软性薄带上的集成电路.....	(8)
薄带载体在集成电路大批量生产中的应用.....	(19)
薄带载体集成电路封装系统.....	(29)
带式自动焊进入到生产阶段.....	(36)
自动引线丝焊接的发展趋势.....	(45)
自动焊接机——降低生产成本的新组装技术.....	(50)
小片焊和引线丝焊工艺的自动化.....	(53)

国外半导体集成电路自动焊接技术概况

在集成电路制造中,大量的劳动力用于焊接封装工序。据报道,目前国外集成电路制造工序的劳动力分配,有一半以上的劳动力是集中在焊接工序,因此,采用各种自动化焊接封装工艺,以求提高生产效率、节省劳动力、降低成本,并提高器件合格率和可靠性,是当前国外集成电路各制造厂商迫切需要解决的课题。

目前,国外集成电路焊接大量采用的还是手工引线丝焊接法。这种焊接方法由于要逐点焊接,每一连接要焊两次、切断一次,因而不仅很费时间,工作效率低,成本高,成品率低,可靠性差;而且要求熟练工人操作。据报道,一台手工操作的引线丝焊机,每小时只能焊六十块单片集成电路。相比之下,一台高速的自动引线丝焊机每小时能加工六百块电路,而采用薄膜载体式的自动连动焊接机,现在已达到每小时至少加工一千块,最高可达二千五百块以上。由此可见,实现自动焊接可以大大提高焊接效率。在焊接成本方面,据报道,美国采用引线丝焊接法的一块双极型中规模电路的总成本为 67.8 美分,花费在焊接上的劳动力的成本即达 23.20 美分,相比之下,采用自动引线丝焊接,其劳动力成本仅为 10.40 美分,加上较高的设备成本,一块电路的总成本可降至 62.1 美分;而采用薄膜载体式的自动连动焊接,其劳动力成本则大大降低,一块中规模电路的劳动力成本只有 4.33 美分,虽其材料成本较贵,但总成本还要比自动引线丝焊接法低。在成品率和可靠性方面,国外也做过多次考核,例如在可靠性方面,引线丝焊的焊接点拉力强度只有 15 克左右,而且焊点附近还有腐蚀,影响器件的可靠性;此外由于引线丝较细,器件的散

热性能差,经不起功率负荷开关试验,也一定程度影响器件的可靠使用;而薄膜载体自动连动焊接,焊点的拉力强度一般能达 60~100 克,而且这种方法采用专门的金属阻挡层来保护焊接点,防止了焊接金属对焊点内部的侵蚀,此外这种引线较宽、较厚,散热性能好,可靠性高。

近年来,国外正在发展和采用的集成电路自动焊接新工艺主要有:自动引线丝焊接法、自动梁式引线法、面键合和薄膜载体自动连动焊接法等,尤其是自动引线丝焊和薄膜载体自动连动焊技术已被广泛采用。自动或半自动引线丝焊是使集成电路焊接实现自动化的可靠过渡技术。据报导,这几年国外还介绍了一些自动焊接控制器,适用于对现有手动引线丝焊机进行改造,实现自动焊接。对薄膜载体连动焊技术的发展则更为重视,进展很快,并已开始进入生产阶段,各国主要半导体厂商都在从事这种技术的研究和实际应用。现将各主要自动焊接工艺分别介绍如下。

自动引线丝焊接

国外引线丝焊大致可以分成二种方法,一种是把半导体芯片直接焊到衬底上的小片焊接法,这是一种最基本的方法,另一种方法则是引线丝焊接法,这种方法是用引线丝把芯片上的电极连接到衬底的接点上。

从引线丝焊的焊接方式来看,国外用得最多的还是热压焊和超声压焊,而金热压焊是目前最大量采用的工艺,对塑料封装的集成电路来说,尤为这样。但近年来,国外对金超声压焊和铝楔焊也颇感兴趣,因为金超声

压焊容易实现自动化,而且所要求的焊接温度低,预期会得到更广泛的应用。

1. 自动小片焊接机

这种小片焊接机在国外已投入实际应用。这类焊接机一般附有载送器件的衬底,可自动递送芯片,设定芯片的位置,实现自动焊接。有些自动焊机还能预制金箔和焊料箔,图1所示的是一台全自动的并已投入实用的小片焊接机。这种焊机能焊接的芯片尺寸范围是0.4毫米×0.4毫米至4毫米×4毫米。由于小的芯片要求焊接操作十分小心,为了提高器件的焊接效率,通常采用较大的芯片。自动小片焊接机的焊接方式不仅有采用金热压焊式的,也有用金超声压焊的,而采用改进型低温化学合成树脂的胶焊法也已开始流行,通常用来焊接发光二极管。

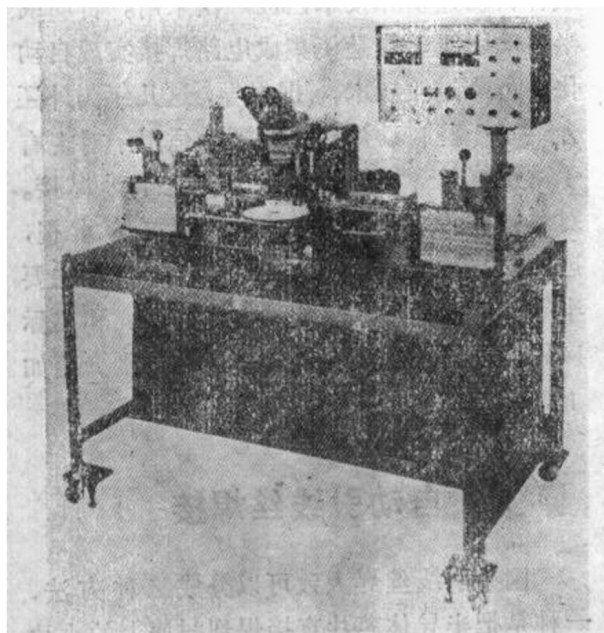


图1 已投入实际应用的全自动小片焊接机

2. 自动引线丝焊接机

实现自动引线丝焊接有多种方案,但主要有二种。一种是对现有的手动焊接机进行改造,加上一只自动焊接控制器,从而实现自动焊接,这种设备费用最省。据称 Gaiser 工具公司已开始向用户介绍自动焊接控制器,这是使焊接由手动到自动的一种可靠过渡办

法。另一种介绍得较多的是由微型处理机控制的自动引线丝焊机。这种焊接方法是将焊机的焊接操作编制成程序,在操作前先读入唯读存贮器中,然后由微型处理机根据指令自动完成焊接操作。这种自动焊机可以对不同型号、不同尺寸的芯片实现自动焊接,它只要通过更换唯读存贮器来改变程序,每一种芯片准备一只唯读存贮器,即可实现一机多用。同时国外也已出现用一台微型处理机控制多台焊机的复式系统。

国外集成电路设备制造厂商正在致力于提供各种自动引线丝焊接设备,并已形成系列产品。例如 GCA/Sunnyvale 公司向用户提供了 1100 系列的自动焊机。其中有 1100 型可编程金热压球焊机,这种焊机是用来把芯片同引线框焊接起来的自动单片集成电路焊接机;1120 型是在 1100 型焊机上附加一只马达驱动的 XY 工作台和扩展随机存取存贮器,适用于混合电路组装焊接;1130 型是在 1100 型焊机上配有超声装置,也是用于混合电路;1140 型是 1100 型的复式系统,这种复式系统使一个操作者通过复式工作台操作三至四台焊机。据称,若操作三台焊机,则在七小时可以自动焊接 5000 只十六根引线的器件。据报道, Kulicke & Soffa 公司也

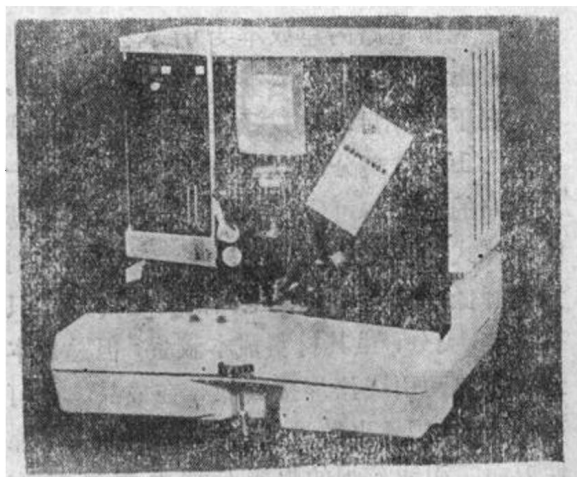


图2 GCA/Sunnyvale 公司的 1100 型自动焊机

这台机器是用卡式唯读存贮器编制器件程序,并自动编制小片位置误差的校正程序。

为用户提供各种自动引线丝焊机,其中有用
来焊接十四根引线或十六根引线的集成电路
双组合式热压焊机,一个操作人员可操作二
个焊头;另一种是用来组装单片、三十六根引
线手表显示电路的双组合式热压焊机;此外
该公司还设计制造了组装混合电路的自动超
声球焊机,这台焊机能适用于多片焊接,可操

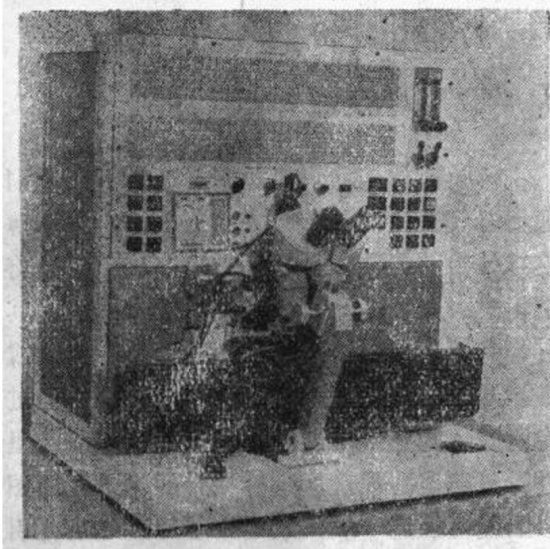


图3 Tacmatie 1000型自动引线丝焊机

该机有二十五只脚,每小时内能焊470只十四根引线的器件。

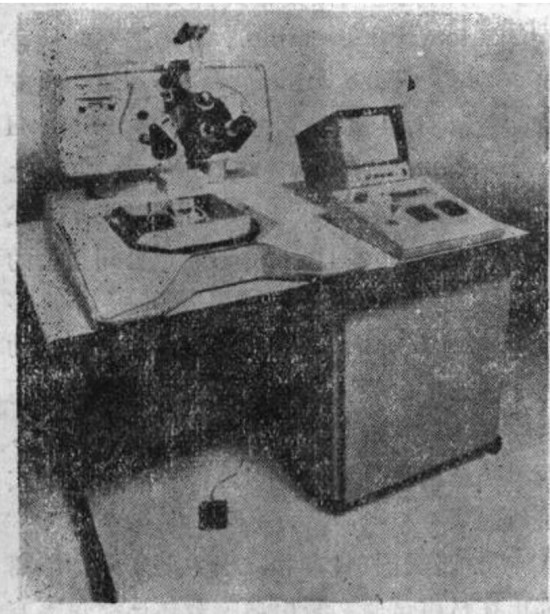


图4 HCC-3001型计算机控制引线丝焊接系统

这种系统可控制四台从属焊机,具备2500个焊点的程序能力。

作的最大衬底尺寸为 2.5×4 (英吋),最多的
引线数为二百五十根。目前国外自动引线丝
焊正在朝进一步提高自动化程度,提高生产
效率,降低成本,改善可靠性方向发展,预计
随着图象识别系统的进一步推广应用,将会
实现无人操作的自动引线丝焊接。

自动梁式引线焊

梁式引线法是1964年由美国贝尔实验室最先发表,目前国外已有许多公司生产梁式引线器件。在梁式引线焊接的设备方面,正在向适应于大规模集成电路和自动化方向发展。但是,由于梁式引线法成本较高,在实现自动焊接方面还有一些问题尚待解决,因此自动梁式引线焊还没有大量实用。

同小片焊和引线丝焊相比,梁式引线法采用的不是引线丝,而是带式引线梁。这种梁是在硅片加工时通过蒸发和布线工艺制作在芯片的电极边缘,同衬底上的接点形成互连。为了实现自动梁式引线焊,其关键性的三个机械动作是抓起、送入和传递。在组装单片集成电路芯片时,衬底和芯片必须精确对准好,并放置在盘上,当位置匹配好时,则盘自动送入,一次完成所有梁的焊接。这种自动梁式引线焊同自动引线丝焊的焊接速度差不多,但比较困难的是衬底和梁的位置匹配问题。组装多片集成电路时,由电气匹配图形来引导位置匹配,然后通过数控来控制焊接位置。自动梁式引线焊的焊接方式可根据芯片的形状,选择采用依从法、超声抖动法或滚动机法把梁热压到接点上,这种自动焊机能否实用的关键是取决于位置对准、焊接可靠和成本能否进一步下降等问题。据报道,国外已有每小时可焊400块芯片的自动梁式引线焊接机。图5所示的是一台梁式引线焊机,采用光学方法将芯片上的梁式引线和管壳对准,对准后单个焊头垂直下降,一次完成所有梁同管壳之间的互连。

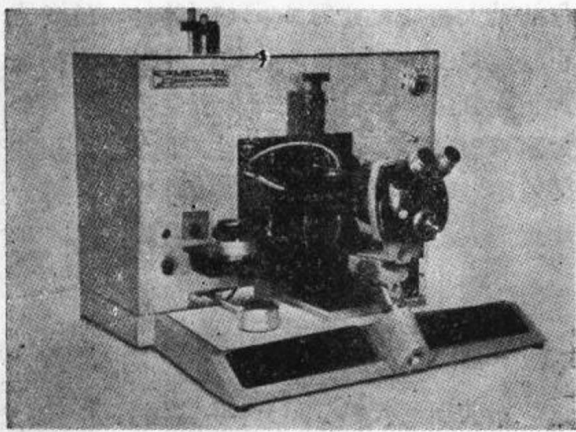


图5 梁式引线焊机

面 键 合

面键合又称倒装焊或扣焊法，它是将集成电路芯片的面朝下，把芯片上的焊接点对准衬底金属化图形的焊区，同时将芯片上所有焊接点一次就焊在衬底上面。这种方法最早是由美国国际商业机器公司研制的铜球焊法，用于组装混合集成电路，适于大量生产。但是这种方法也有一定的局限性，只能应用于焊接点在五个以下的硅片。后来国际商业机器公司又将这种方法加以改进，研制了可控塌扁法。这种方法是将铜球焊法的硬性铜球改成真空沉积的软铅/锡焊接凸点，此外在衬底的锡焊区周围形成不可锡焊的阻挡层，从而使焊接时焊料不会无限制地塌扁。这种方法不仅具备铜球焊的优点，而且具备焊接可靠，适应于较为复杂的、尺寸较大、多焊点器件，易实现自动化等优点。此外在面键合焊方面国外还发展了多金属层凸点法等。目前国外采用面键合实现焊接自动化已取得了相当好的效果，并已开始大量投产使用。美国国际商业机器公司采用这种方法生产固态逻辑技术(SLT)和MST电路，应用于该公司生产的TB360计算机系列中，这种电路的生产量已达数十万。虽然这种方法的芯片和衬底位置之间的对准是困难的，但是可以用玻璃层来改善在芯片和衬底上焊料的回流。

若采用超声焊，则用支架法可以有效地夹住芯片和衬底，实现自动焊接。

最近国外在焊接自动化方面最感兴趣和寄予最大希望的是薄膜载体连动自动焊，这种方法将集成电路芯片正向或倒装连动焊接在刻蚀有金属引线图形的薄膜载体上，然后再将它焊到单片集成电路引线框上或直接焊到混合电路衬底上。

薄膜载体连动焊

薄膜载体连动焊最早起源于1960年美国通用电气公司发展的微式封装(minimod)薄膜载体自动焊技术。这种微式封装技术是将链轮式、非导电的薄膜和刻蚀成蜘蛛网状或其它形状的集成电路互连图形的铜箔，层压成带状薄膜载体；然后把这种薄膜载体和经过专门处理的集成电路芯片一起送到焊接机里进行自动连动焊接，这样在带的每一互连图形上就可互连一块集成电路芯片；最后外引线焊机将它直接焊到双列直插式管壳里或混合电路衬底上。这种薄膜载体连动焊的名称很多，有的把它叫做梁带式自动组装(Beam-tape automated assemble)，有的把它叫做带式自动焊(Tape automated bonding)也有的称之为自动微型互接技术(Automated microinterconnection technology)。实际上美国莫托洛拉公司于1968年报道的蜘蛛式焊接(Spider bond)以及后来仙童公司报道的一次焊接(Uni-bond)、通用公司所谓的多点焊(Multi-bond)都是同属于薄膜载体自动连动焊技术范畴。这些方法的共同点是采用薄膜连动的方法将芯片上所有的接点同时，而不是依次地焊到互连点上，即所谓的梁式引线上。

目前，美国、日本和欧洲主要半导体厂商都正在从事试验和采用薄膜载体连动焊接方法，有些厂商已开始大批量投产(见表1)。在美国，用这种薄膜载体技术生产的大多数产

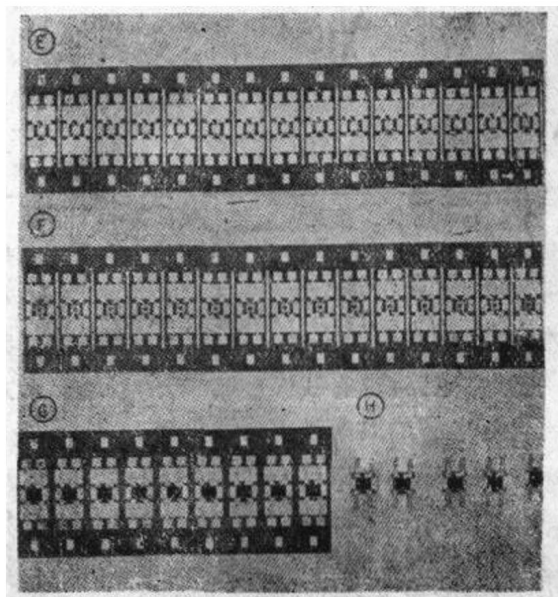
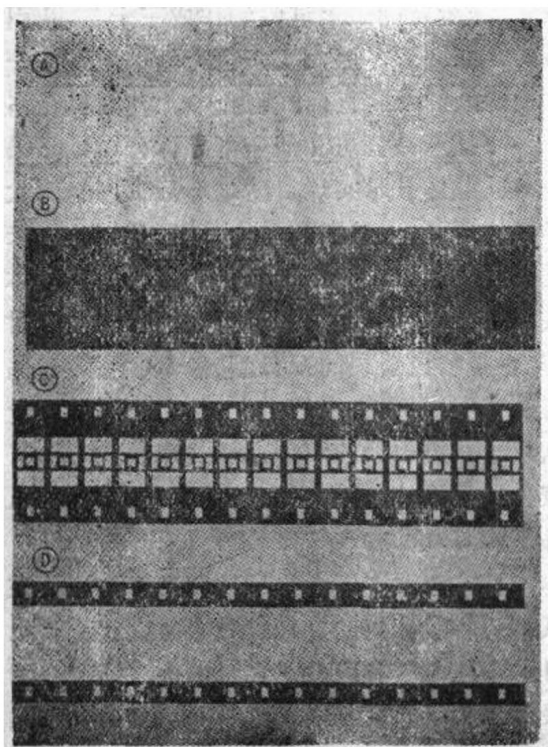


图6 微型封装的生产工序

- A—铜箔
- B—聚酰亚胺薄膜
- C—聚酰亚胺薄膜进行打孔
- D—铜箔层压在打过孔的聚酰亚胺薄膜上
- E—铜箔进行光刻腐蚀并镀锡
- F—小片进行焊接
- G—环氧树脂密封
- H—剪开

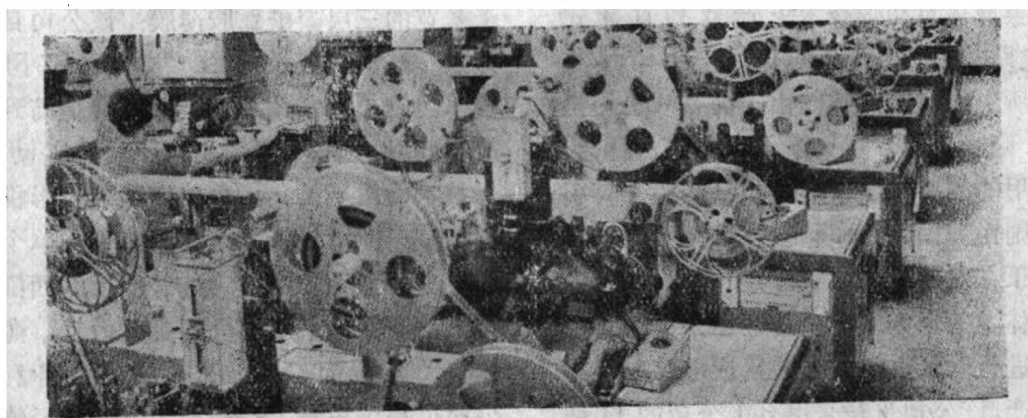


图7 德克萨斯仪器公司的薄膜载体自动连动焊设备

表 1 各厂商采用薄膜载体连动焊接技术情况

公 司	美国的相对产量	薄膜宽度(毫米)	薄膜带结构
德 克 萨 斯	第一位	35	三 层
国家半导体	第二位	11	二 层
仙 童	第三位	16	三 层
美国无线电	第四位	11	二 层
莫 托 洛 拉	第五位	16	三 层
霍 奈 韦 尔	—	35	三 层
西 门 子	—	8	三 层
菲 利 浦 斯	—	16	二 层
日 本 电 气	—	35	三 层
东 芝	—	35	三 层

品是塑料封装十四根引线的双列直插式小规模TTL电路；各国际公司还生产部分MOS电路，现在国际市场上出售的薄膜载体电路有数字电路，也有线性电路；有的以卷盘形式出售，也有的以薄膜带形式出售。

美国通用电气公司于1971年终止集成电路生产后，将微式封装薄膜载体技术出售给德克萨斯仪器公司。几年来，德克萨斯仪器公司不断研究和改进薄膜载体焊接工艺，并自行制作三层、35毫米宽的聚酰亚胺薄膜带，连动焊接机等。目前该公司采用薄膜载体连动焊接工艺生产各种十四只脚的TTL电路，生产效率达每小时2000块；最近该公司正在研制新型焊机设备，预计生产效率可达每小时4000块。美国国家半导体公司是采用薄膜载体自动焊技术生产双列直插式TTL电路的第二大生产厂商。该公司梁带式焊接所用的薄膜载体是由美国3M公司提供的11毫米宽的双层聚酰亚胺薄膜，而薄膜焊接所用的附有热压头的内引线焊机和外引线焊机则由美国杰德(Jade)公司提供。据说该公司正在发展自动微型互连技术，采用铜来作载体。美国无线电公司已采用薄膜载体技术进行双列直插式封装集成电路的小规模试生产，该公司也是采用3M公司的11毫米宽薄膜载体，将制有金凸点的芯片热压到刻蚀好该公司专用互连图形的薄膜载体上，所用的焊机也是由杰德公司提供。至今为

止，美国无线电公司已成功地把双极型线性电路和互补MOS电路芯片制作在带上，并在11毫米宽的带上试验制作成三十二根引线的互连图形，然而大多数产品仍组装在十四根引线的双列直插式管壳中。美国莫托洛拉半导体产品公司和仙童半导体公司也是采用薄膜载体技术实现自动化焊接生产的两大半导体厂商，这两家公司均采用三层16毫米宽的薄膜载体。贝尔实验室采用薄膜式载体技术进行电路自动焊接生产也有二年多时间，它是将该公司的双极型或MOS型电路组装在双层11毫米的带上，然后再组装到十六或十八根引线的双列直插式塑料管壳中，该公司采用的薄膜载体和自动焊接设备均从外厂购买。

日本和欧洲不少半导体制造厂商也正在从事薄膜载体自动连动焊技术方面的工作。日本东芝电气有限公司和日本电气有限公司采用改进型的微式封装已有一、二年时间。东芝公司采用三层35毫米的聚酰亚胺薄膜带，所用的焊接设备均自行制作。采用这种技术自动焊接生产的电路有：模拟电子手表的振荡器电路，频率驱动器电路和脉冲马达驱动器电路。目前该公司的生产效率为每小时500块左右，并以薄膜带的形式出售所生产的各种电路。日本电气公司也是采用35毫米宽的三层聚酰亚胺薄膜；该公司自行设计制作连动焊接设备，生产效率为每小时400块，但据报道，预期生产效率会提高到每小时1000块。该公司采用薄膜载体自动连动焊技术所生产的集成电路产品有摄影机用的双极型线性电路等。现已以薄带或单个器件形式出售这种产品。在欧洲，西德的西门子公司和法国的霍奈韦尔公司都大力从事薄膜载体自动焊技术的研制工作，荷兰的飞利浦公司也是以积累了这种技术方面的经验而闻名的。1975年以来，西门子公司开始在市场上出售薄膜载体带结构的二十四根引线的双极型线性电路样品，适用于摄影机、测试仪器

和混合电路。西门子公司采用的是特制 8 毫米三层聚酰亚胺带式载体, 生产效率达每小时 1000 块以上。据报道, 该公司在近期内准备将这种技术转入全面投产, 并以卷盘形式出售包含 1000 块芯片的成品。法国的霍奈韦尔公司在薄膜载体连动焊方面也积累了大量的经验, 该公司采用 35 毫米宽的三层结构聚脂薄膜载体, 并用镀锡的铜梁制作集成电路的互连图形, 据称采用聚脂薄膜来取代聚酰亚胺作载体可使成本大大下降。该公司用这种技术已自动焊接生产各种集成电路, 以及多层厚膜混合电路, 例如由双极型逻辑电路芯片组成的中央处理机混合组件, MOS 存贮器和可编程序唯读存贮器组件。据称, 该公司还要把薄膜载体自动焊技术应用于互补 MOS 电路中去, 将包含四十至六十个接点的芯片一次焊接到衬底上去。

自动焊接技术的展望

近年来, 随着资本主义世界的经济危机和劳动力成本的日趋高涨, 对实现集成电路自动焊接越来越迫切。在上述的几种主要自动焊接方法中, 采用得最多和最引起人们重视的是自动或半自动引线丝焊接和薄膜载体连动焊技术。关于这二种方法各半导体制造厂商持有不同的观点。一种观点认为自动引线丝焊接, 技术上比较成熟, 引线可靠性较好, 设备成本较低, 灵活性强, 适用于经常改

变型号的集成电路生产。因此, 认为在今后数年内, 自动引线丝焊仍将被集成电路制造厂商所选用, 特别在对有一定灵活性的器件进行焊接方面, 自动引线丝焊仍保持其占优越的地位。持有这种观点的厂商认为薄膜载体自动连动焊在工艺上有一定的局限性, 有些工艺技术还没有完全过关, 而且薄膜载体在尺寸上有一定限制, 难于实现更高集成度的焊接封装, 再加上薄膜载体的材料成本较高, 因此对于薄膜载体自动连动焊抱有观望的态度。然而, 大多数半导体制造厂商, 特别是大型厂商不同意这种观点, 除了继续从事各种自动焊接的研制外, 大力投入薄膜载体自动焊技术的研究, 并把这种技术投入于试生产或大规模投产中去, 起到了预期的效果。持有这种观点的厂商认为自动引线丝焊由于采用的是机械定位, 因此定位精度和机械磨损往往造成较低的合格率和经常性的维修问题, 再加上焊接周期较长, 从而使生产效率相对来说较低, 而薄膜载体自动焊则完全解决了这些难题, 而且能实现自动检验和自动测试。但就目前来说, 这种焊接方法仍只有在一定的范围内广泛采用, 即用在生产的批量大, 引线脚数较少和固定设计的集成电路器件焊接封装上。不过, 国外有人认为, 这种自动焊接技术有希望最终淘汰其它集成电路自动焊接法, 并预言: 在到 1977 年的两年内, 美国集成电路制造厂商将全部转而采用薄膜载体连动焊接方法。

引线在软性薄带上的集成电路

集成电路和外部世界

在现有的电子设备中, 集成电路已占据了关键性的位置, 有些设备几乎全部由集成电路组成, 例如计算机的存贮器; 也有些设备是由集成电路和其它元件一起组成, 收音机和电视机是属于这类“混合”电路的例子, 这些“混合”电路除了包括集成电路外, 还容有许多电容、电感和电阻等等。

在几乎所有设备中, 集成电路和其它一些元件都是组装在布设导线的印刷电路板上, 而由这些导线将各元件相互连接起来, 并连接到外部世界。印刷电路大多是由树脂粘结纸组成。最近薄膜或厚膜布线的陶瓷板也已投入了使用。

众所周知, 集成电路有一个明确的未来, 它的发展将是越来越复杂。所以, 将集成电路和外部世界连接起来的问题将是越来越困难。现在, 通常所采用的密封封装结构是比较大的, 因此对于目前的发展趋势来说并不理想。密封的主要作用是起到保护晶片, 防止机械损伤和空气沾污。但是密封也是一项十分昂贵的工艺, 现在密封的成本往往要超过集成电路本身的成本。因此就这点而言, 必须寻找一种新的方法, 以耗用较少的材料并能较好地采用自动的方法来制取, 从而导致制造成本的降低。

图1表示我们对这个问题的解决方法。示意图给出了这种技术及其应用的大致概念。卷在卷盘上的是软性塑料薄带或胶卷, 在它的上面镀有导电引线的图形, 这些引线可以通过焊接方法同集成电路的接点互连起来。在薄带和集成电路之间用专用漆来保护

集成电路芯片这一面。这种导电引线在较宽的范围内扇出引线脚点, 这种脚点是用来焊接的, 然而, 通过焊接方法将这种较宽的引线脚点焊到印刷电路板上, 从而实现把薄带上的集成电路组装到外部电路中去。这种新技术也提供了集成电路晶片的另一面(即背面)接地的可能性, 从而使集成电路的散热性能适合于要求。这一特点是十分重要的, 因为目前集成电路正在向高频、大功率方向发展。

为了比较起见, 首先看一下通常集成电路的组装和互连方法可能是有益的。在集成电路外部世界系统中, 主要的困难是尺寸的不一致性。一块集成电路的各接点之间只相隔0.1至0.2毫米的间距, 而印刷电路板的接点孔之间至少相隔几毫米, 这种在尺寸方面的失配约是十倍。通常解决的方法对于在双列直插式封装情况如图2a所示。在这种新技术中, 尺寸的失配是通过在塑料薄带上的辐射扇形导线图形来解决。显而易见, 这种新技术将导致生产成本的降低。

在双列直插式封装中, 集成电路可以拥有4至48个接点, 这些接点是通过非常精细的金丝或铝丝连接到非常大的导电引线的内端, 而这些导电引线是扇出在塑料或陶瓷衬底上。整个完整的单元是容纳在塑料或陶瓷材料的方框中。硬性的互连插脚在方框的二排伸出。这些插脚向下弯曲并插到印刷电路板的导电孔中, 通过焊接将它们互连在一起。显而易见, 为什么双列直插式封装这样普及, 其原因是: 它保护集成电路不受机械损伤或空气沾污, 它允许一定的热耗散和容易操作。直到近几年, 对于这种封装才有一些重新评价, 即认为这种封装要耗用相当多的材料, 而

材料:

1. 正规生产的集成电路和薄带
2. 使集成电路芯片所增加的成本降至最小, 而对其应用的适应性来说仍保持不变

技术:

1. 可以实现自动化
2. 大量生产

成品可以组装在
—印刷电路板上
—无孔的衬底上
—经改进的双列直
插式管壳中

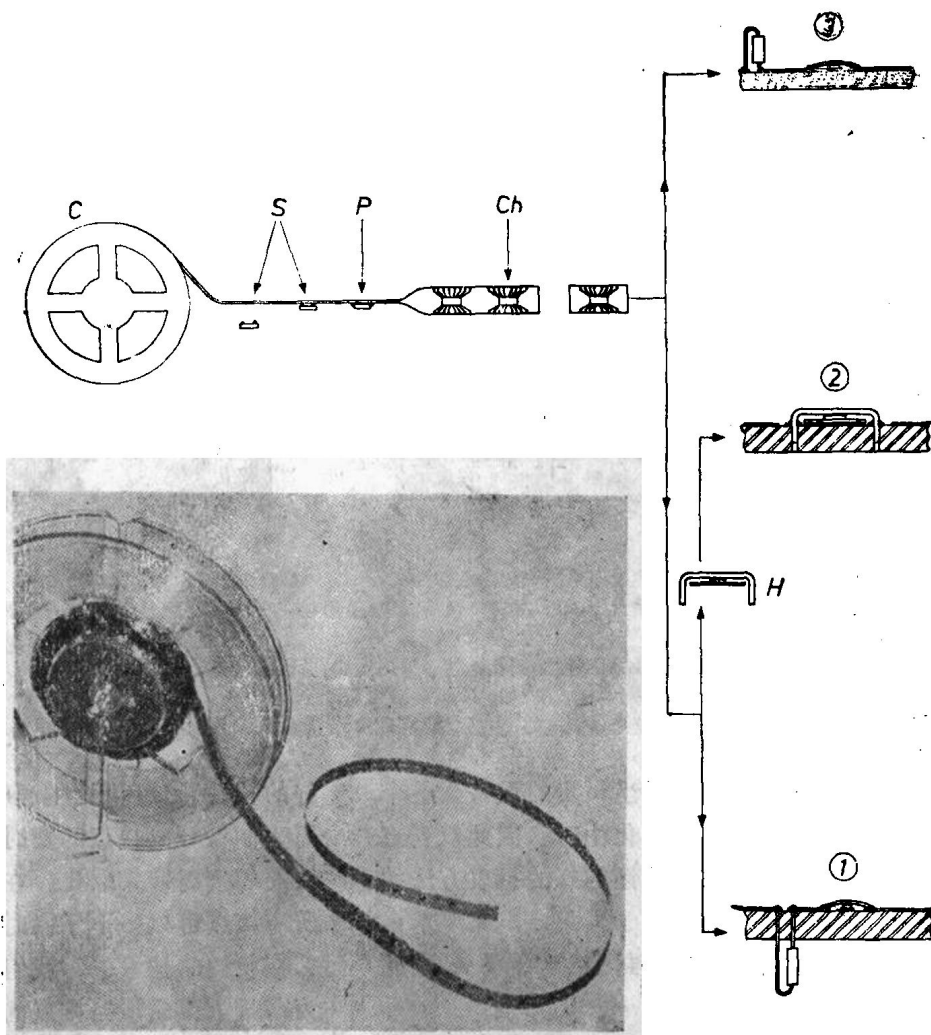


图1 薄带集成电路技术的概述

照片表示使集成电路和外围电路之间形成互连的解决方法。方框图说明这种技术和它的三种应用;在图中也提到一定的特性。载有铜导电引线图形的薄带(6毫米宽、25微米厚)是卷在卷盘C上。制有铅-锡凸焊点的集成电路是同薄带上的引线焊接起来。P是指对芯片进行密封(起到对芯片有源面的机械保护和防空气沾污作用)。Ch是对薄带上的分立集成电路进行测试。1、2、3表示这种新技术的三种应用例子。1. 是将薄带集成电路焊在印刷电路板上,晶片的背面用一种导电粘剂粘接到印刷电路板的一导体上,以保证电接触和一定的热耗散。2. 组装在印刷电路板上,适用于大的热耗散情况,在这种薄带集成电路中,散热片H(集成电路是粘结在散热片上)是固定在印刷电路板(请参看图12b和c)。3. 是组装在无孔的一块陶瓷衬底上。

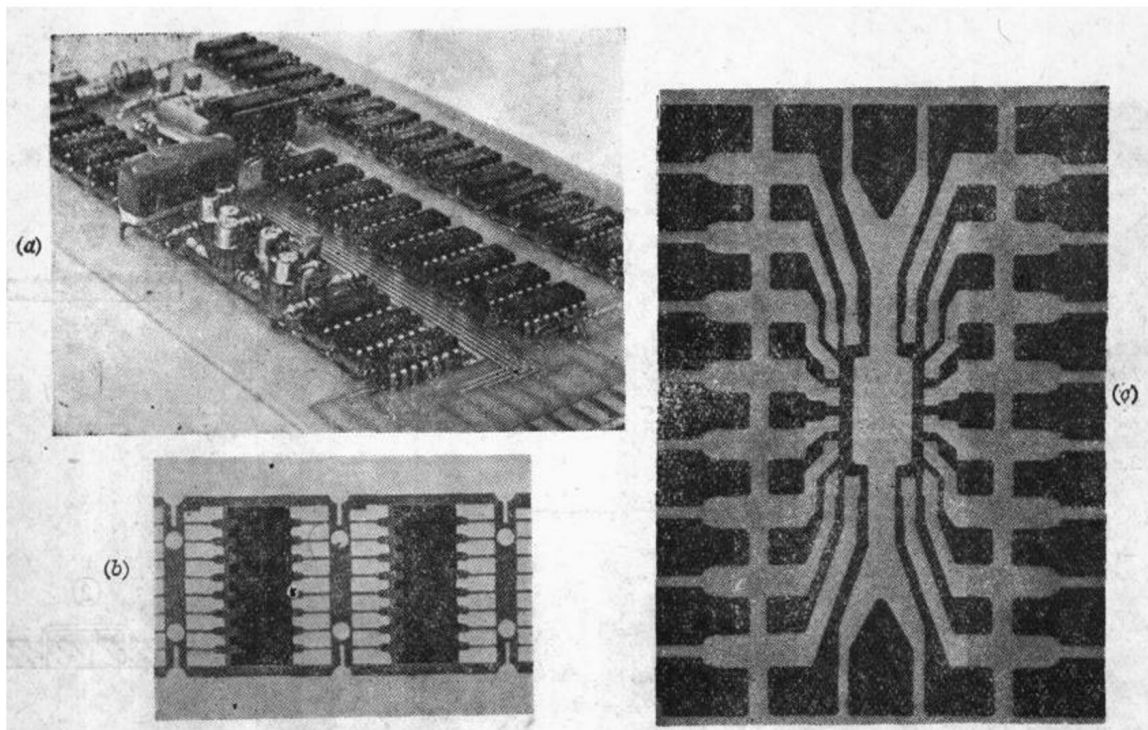


图 2

(a) 在一块电路中,互连集成电路的一般方法。

照片表示 20 只双列直插式管壳(每只容有一块集成电路)组装在一块板上,板上还组装一些其它电子元件。

(b) 一段接触脚仍互连在一起的双列直插式管壳。

接触脚必须精确地对准印刷电路板的插孔。然后采用浸焊进行互连。

(c) 组装在双列直插式管壳中集成电路的 X 射线放大照片。

可以看到 16 根微观的金丝把集成电路连接到接触脚上。完整的双列直插式管壳比集成电路本身成本贵得多。

且实现这种组装要用相当昂贵的设备。整个系统特别不适用于自动化生产。因此双列直插式封装已逐步从受欢迎的好的折衷方法的地位而下降,主要是由于当集成电路要求良好的散热性能时,这种封装会出现各种问题。

在这里所阐述的技术并不象其它方法那样会带来尺寸上的减小。在其它方法中,设法将管壳减小至刚好能放置具有玻璃保护层的集成电路芯片那样大小,在玻璃保护层上再设置焊料凸点或梁式引线作为接点。这些产品获得了尺寸的减小,但这些方法是以牺牲了易于操作和对于测试来说易于接入,以及接地和散热性能好的优点。进一步的发展常常涉及到专门应用,很少适合于比较通常的应用。

焊料凸焊点的使用本身具备这样一个良

好的特性,它可以使生产成本下降,也就是将原来制备分离接点的费时工艺革掉,而由暂短的焊接周期来取代。在这个焊接周期里,所有接点可以一下子同时制取。这就是为什么在我们的技术中,我们采用焊料凸焊点作为薄带上集成电路接点的理由之一。

载有金属引线的塑料胶卷是足够柔软的,以使能绷紧小的位移;同时胶卷在它自己的平面中要足够硬,以保证接点的良好位置对准。目前已实用的塑料的型号,能经受约 400°C 的高温,这样在完成焊接工艺时这种塑料不会受到损伤。

为了把引线连接到塑料胶卷上,在我们的处理工艺中,我们是采用物理显影(PD)照相金属化工艺——一种适用于大量生产的技术。物理显影工艺有非常高的清晰度,因此它对目前集成电路正朝着小型化以及接点区

越来越小的趋势来说,将继续是有效的。

载有金属引线的塑料胶卷还有另外一些优点,它可以用来做软性连接电缆,例如可以用这种软性电缆将一块集成电路焊接到金属衬底上,当连接引线的宽端焊到相隔一定距离的另一块平板上时,它具有良好的散热性能。在这种方法中,不同的高度也可以互连起来。这些特点意味着薄带上的集成电路对于在电子学中建立高级集成块(多级集成),一种新型的快速发展领域是十分有用的。

至于集成电路测试,新型组装技术提供有许多方法。一块集成电路作为一只成品往往可以只作功能测试,因此当集成电路的互连和密封封装成本是相当低廉时,一块集成电路的废次只涉及较小的损失。新组装技术的第二点优点是整批集成电路是组装在一根连续的绝缘带上,这样比较适合于自动化生产。

从薄带集成电路新技术的摸索体会,可以看出:这种技术非常适用于将集成电路直接组装到印刷电路板或陶瓷衬底上。它也能把薄带上的集成电路密封在稍加改进的双列直插式管壳中。然而,从经济上来看,后者这种过渡性的方案可能是不合时代的发展,我们将不去讨论这种方案的今后能力。由于这种技术很少出现封装设计和所容纳的元件之间相互矛盾的要求,所以新技术将允许电子设备迅速地发展并可以降低成本。

下面我们将首先讨论在塑料胶卷上制作接触引线的金属化工艺以及对胶卷的要求;随后我们将讨论集成电路和接触引线之间的互连——焊接工艺,以及集成电路的密封;同时也将讨论集成电路上的凸焊点的结构;最后我们将讨论薄带集成电路的应用,特别是将它们组装在电路中的各种方法。对这种新技术的全自动化也将作一些评论。

塑料薄带的金属化

由飞利浦斯公司发展的照相金属化机已能在塑料胶卷上连续制作银的互连引线图

形。胶卷带的最大宽度为 300 毫米,任意长度的胶卷被送入机器,这样连续通过物理显影工艺的各道工序过程。胶卷以每小时 180 米的速度移动,假定我们设想每块集成电路的接触引线图形的尺寸为 15×6 (毫米),则这台机器每小时可以生产 50 万块集成电路的引线图形,这对于目前所要求的速度来说是足够快的。

这种机器是设计成对胶卷进行连续曝光的,而不必采用断续式的工艺过程,即将行进中的胶卷中停、随后进行曝光,最后再传送。载有所要求接触引线图形的照相底片(图 3)其长度约 1200 毫米,将其一端与另一端连接起来,组成对图形有精确对准的无端卷筒,这种卷筒式的照相底片是围绕着一只透明圆柱筒和一根作为绷紧用的滚轴旋转。圆柱筒是连续旋转传送胶卷的,通过一根橡皮空转带使胶卷同底片卷筒保持良好的光学接触。在这种方法中透明圆柱筒的里边组装一些灯,因此只有同底片接触的胶卷才进行曝光。底片卷筒十分容易更换,这对于要快速和简便地更换生产品种是十分重要的。

同通常的以卤化银为基体的照相机不同,物理显影工艺在基体上形成包含连续银层的图象,尽管这层图象非常薄,但图象仍具

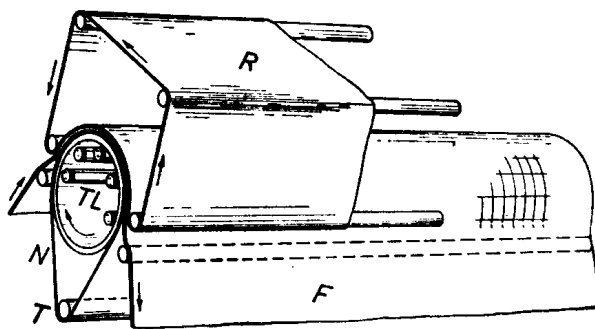


图 3 照相金属化机的曝光圆柱筒

底片 N 围绕着这种透明聚丙烯圆柱筒,以无端滚筒形式旋转。绷紧滚筒 T 保持底片在圆柱上绷紧。曝光的胶卷 F 是通过橡皮带 R 压住底片。这种橡皮带在四根滚柱上空转。在圆柱筒内部,有许多日光灯 TL , 这些日光灯发出的光仅照在同底片接触的那部分胶卷上,圆柱筒连续旋转传送胶卷。在这种方法中,胶卷是连续曝光的。

有导电性。这就意味着它可以通过电镀方法来加厚这层金属的厚度。较厚的金属层对于我们现有的要求来说是十分必要的,因此对于薄带集成电路技术来说,其设备还包括电镀设备,以作为物理显影工艺设备的辅助装置。

塑料胶卷和互连引线

对于塑料胶卷和它的互连引线图形的一切要求是以必须将集成电路焊接到互连引线上这点作为基本前提的。在下面我们将要讨论实现这些互连所选用的方法,而这种互连方法的选择很大程度上是取决于具有凸焊点的集成电路是否已能实用。如果考虑到成本问题的话,那末这种新技术必须借用现已建立标准生产线的集成电路工艺和选用已商品化的薄膜塑料型号。胶卷所用的材料是Kapton H' (是一种均苯型聚酰亚胺,一般称之为聚酰亚胺)。这种材料可以加热到400°C以上,而不会产生化学分解或物理失真,因此这种材料能承受软性焊接所要求的温度。这种胶卷具有良好的绝缘性能和抗湿性能。

图4表示一种互连引线图形的例子。在这种互连引线图形中,有两排八根共十六根引线,其终端脚是在矩形的二长边上的较宽的区域里。这些脚必须同外部电路的接触点对准。在靠近图形的中心部位的引线是非常狭的(0.1毫米),引线之间也非常靠近。在组装时,要对集成电路进行非常精确的定位,这样凸焊点才能精确地对准在引线的这些中

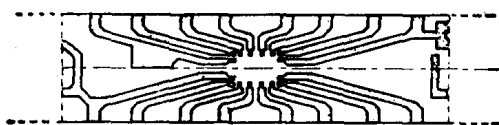


图4 在薄带上互连引线的设计

在这个实例中,矩形的长边上有八根引线脚,这些宽的引线脚是用来把集成电路连接到外部世界。而靠近矩形中央的16根狭引线脚同集成电路凸焊点对应起来,薄带的宽度约为6毫米。

心部位。为了实现在组装时的自动定位,互连引线图形显然必须精确对准,因此对于无端卷筒底片来说,在连接处必须保持图象的完整性和重复的对准精度。

如上所述的物理显影工艺是通过电镀的方法来增强图象。因此所有这些分立引线图形必须相互连结起来,这样胶卷上的全部引线图形可以通过足够均匀的电镀来增强,从而完成引线图形的制备。显然,在底片上的图象也是相应互连的。制有金属化互连图形的胶卷在以后的工艺处理过程中,即在将胶卷切开成薄带时(图1),这些互连引线可以十分方便地被切断。

电镀金属层的厚度是在一些相矛盾的厚度要求之中取其折衷值。在二接触点之间导电引线的电阻一般取小于0.1欧姆较好,我们所用的导电引线,其长度平均比其宽度大十倍以上。对于铜来说,为了使引线有足够的机械强度,铜层不能太薄,一般取它的厚度为几个微米左右;另一方面,要保持薄带的柔软性,电镀层不能太厚,厚度为7微米将是一个较好的折衷方案。

电镀

经过上述工序后,塑料胶卷上已有一排排银图形,胶卷从物理显影机卷出,卷在一卷筒上。然后,把胶卷连续地送到电镀机里(图5),在原有的银图形上电镀铜,接着在铜引线上再电镀一层薄的镍层,最后电镀一层薄的金层。这两层金属层起到保护铜不受腐蚀的作用,正如我们将要在下面所阐述的那样,电镀镍层和金层对于实现良好的“可靠焊接”是必不可少的工艺步骤。图6绘出这些金属层厚度的各层截面情况。

为了保证所有引线和所有图形电镀的一致性,在电镀液里的胶卷上的电流分布必须尽可能地保持一致。为了达到这一点,阳极采用扁平的铜板,将它放置在电镀缸的底部。阴极即由带有银图形的胶卷组成。如上所述,胶卷上的所有图形和引线是连接在一起

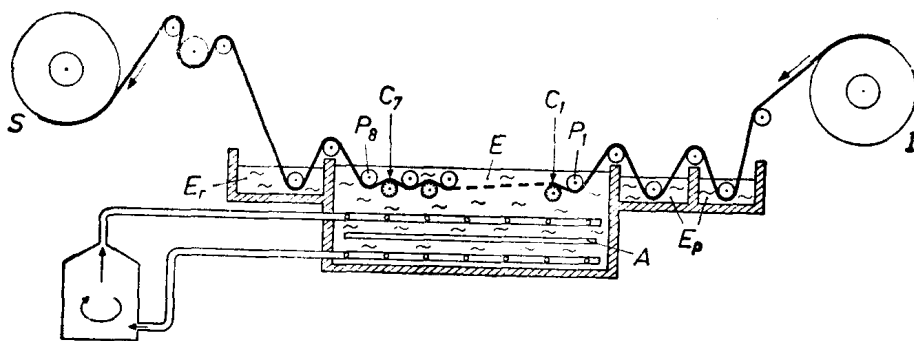


图5 电镀机的简化方框图

导电引线的银象在这台机器里用镀铜、镀镍和镀金来增强。 E 是电解质槽，在胶卷上的互连引线构成阴极， A 是阳极。 $C_1 \sim C_7$ 是旋转的接触滚筒， $P_1 \sim P_8$ 是绷紧滚筒，是把从物理显影金属化机过来的胶卷卷起来再喂送出去的馈送滚筒， D 是提取滚筒， E_0 是对银象进行预处理的槽， E_1 是漂洗槽，从漂洗槽出来后，由热气进行干燥，为了实现高质量电镀，电解液必须较好地混合，以保证电镀的均匀性，这点可以通过使电解液循环来达到，这种机器是由飞利浦斯塑料和金属工厂制备的。

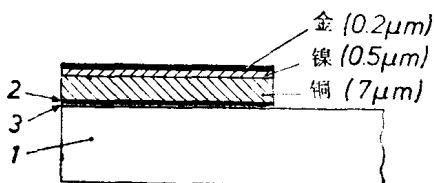


图6 经电镀后胶卷的横截面图

1. 塑料胶卷(聚酰亚胺) 2. 由物理显影照相金属化工序制取的银象 3. 粘结剂，其它各层是通过电镀来形成，铜层是用来提供足够的导电性和机械强度，镍层和金层可使导电引线被焊接时，用铅-锡焊料，而不用助焊剂。

的。这种用非常薄的银层所形成的电接触不能采用简单的滑动接触，因为这种滑动接触将会损伤图象。因此一般采用滚动接触（图5）。在接触滚筒的附近，有一些绷紧滚筒，这种绷紧滚筒将保证胶卷和接触滚筒之间的良好接触。这种接触滚筒使整块胶卷在全部宽度上一起旋转，以保证在这个方向上电流分布的一致性。纵向的电流分布的一致性是由采用七根相互靠得较近的接触滚筒和在缸的整个长度内放置八根绷紧滚筒来保证。

接触滚筒本身当然不能被金属电镀，为了防止这种电镀，接触滚筒（图7）是由绝缘材料组成，在这种绝缘材料滚筒上再镶有12根金-银合金嵌带，这些导电的嵌带在滚筒表面上稍微凸出来一些。在这种方法中，塑料胶卷在滚筒上运行，只有最上面的金属嵌带能同银象接触。电流接通后，这些最上面的

金属带传送电流，因此其它金属带就不会被电镀，而传送电流的金属带因为胶卷的覆盖也不会被电镀。

在图5中所示的机器是设计用来电镀一种金属的，当然完全可以在一台机器里依次地进行铜、镍和金的所有三种金属的电镀处理。然而在每只电镀缸里的电镀电流必须精确地调整好，以至同胶卷在每只缸内的全部运行时间相匹配。

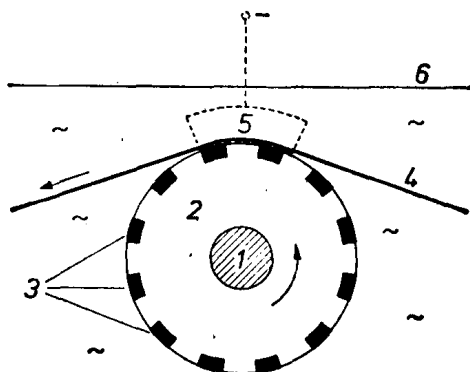


图7 在电镀机里七个接触滚筒之一

1是滚筒的钢轴，箭头表示旋转方向。2是绝缘材料。3是金-银合金带。4是胶卷。胶卷上的银象是电镀槽的阴极，银象同在最上面的二根金属带保持良好接触，只有这二根带传送电流。6是电解液表面。银象在每二个接触滚筒之间进行增强。金属带3在它们传送电流时总是受到胶卷的保护，因此这些金属带不会被电镀。

在薄带上焊接集成电路

焊接和超声熔接已被研究来作为将集成