

# 集成电路真空覆膜封装装置的结构设计

陈昌太

(安徽大华半导体科技有限公司 安徽 合肥 230001)

**摘要:** 超薄超大的 QFN、BGA 塑封产品采用传统的模封工艺时, 不仅会发生型腔排气的不畅, 导致充填不满, 也会因为塑封体太薄导致开模时顶裂的缺陷, 造成浪费。因此, 为改善集成电路高端芯片封装的合格率, 提高模具寿命, 本文研究了一种采用真空覆膜的塑封工艺, 薄膜厚度  $50 \sim 100 \mu\text{m}$ , 封装时薄膜平整无皱褶的与上模型腔完全贴附, 可以大幅降低产品不良率。

**关键词:** QFN; BGA; 集成电路; 覆膜装置

## 1 我国高端芯片封装现状

随着半导体技术创新发展, 封装产品如高速宽带网络芯片、多种数模混合芯片、专用电路芯片等需求不断提升, 半导体行业持续进步。当前, 全球封装行业的主流处于以第三阶段的 CSP、BGA 为主要封装形式, 并向第四、第五阶段的 SiP、SoC、TSV 等先进封装形式迈进。国内封装企业大多以第一、第二阶段的封装技术为主, 例如 DIP、SOP 等, 产品定位中低端。随着我国封测技术创新步伐加快, QFN、BGA、WLP、SiP、TSV 等先进集成电路封装形式逐渐进入批量化生产阶段。

高端芯片封装主流采用基板式“无凸起”键合结构, 可大幅提升芯片的封装密度和散热效果, 如果使用常规封装形式, 模具磨损程度大、寿命短, 薄顶杆会顶裂塑封体, 型腔排气不畅导致注塑不完全充填, 造成高端芯片的浪费。为解决此传统封装形式的缺陷, 目前基板类高端芯片封装采用真空覆膜封装工艺, 覆膜的厚度一般在  $50 \mu\text{m}$  左右, 封装时薄膜需平稳、无皱褶的传送, 并能完全和模具型腔贴附, 对薄膜的传送机构及控制要求非常严格; 再辅助于型腔抽真空, 实现注塑时的快速排气, 解决塑封体充填不完全、金丝冲弯等缺陷。

## 2 集成电路高端芯片封装的真空覆膜装置技术要点

薄膜的传动方式为滚筒传送形式, 每封装一膜后, 需把已使用过的薄膜收集起来, 再重新在模具表面覆上一层新的薄膜。薄膜传送过程要平整可靠, 机械结构要使用等张力控制方式, 确保覆膜平整一致。

真空回路设计, 真空回路主要用于薄膜的吸附、基板吸附、型腔快速排气抽真空, 其中基板吸附、薄膜吸附主要通过模盒抽真空实现, 型腔快速排气通过模架抽真空实现。合模前把薄膜均匀吸附到上模型腔内, 不能使薄膜在吸附过程中产生任何皱褶偏移; 下模把基板吸平在下模盒上, 通过在上下模具型腔均匀设置多个吸附孔来实现吸附要求。合模后对整个模架进行抽真空, 从而完成注塑时整个型腔的快速排气, 减小注塑阻力, 实现大型腔的快速充填。

具体设计方法:

根据先进封装的特点, 产品的塑封体型腔在上模, 下模为平面, 覆膜机构有放卷装置和收卷装置组成, 放卷装置

安装在压机的后侧, 收卷装置安装在压机的前侧。生产过程中, 用户把薄膜安装在放卷侧, 并把薄膜穿过张紧轮, 通过模具后缠绕在收卷滚筒上, 每次封装完成后, 放卷侧和收卷侧同时工作, 确保薄膜不打皱, 更换一段新的薄膜, 并又重新吸附到上模表面进行工作, 如图 1 所示。

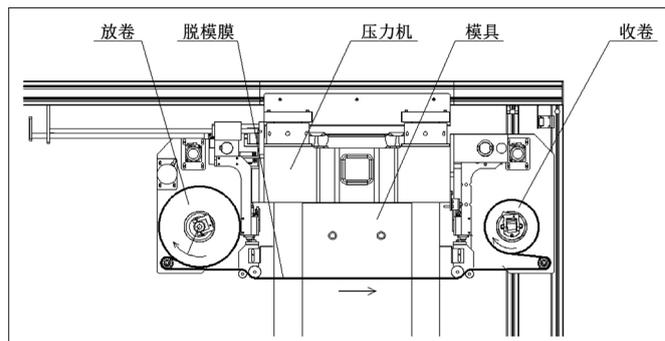


图 1 覆膜传动机构原理图

### 2.1 放卷装置的设计原理

把薄膜安装在滚筒上, 滚筒设计为 3 段, 其中中间安装 2 个橡胶弹簧, 橡胶弹簧在锁紧机构的作用下, 会沿直径方向膨胀, 这样滚筒和薄膜的内筒壁产生张力摩擦, 当滚筒转动时从而带动薄膜放卷, 滚筒有伺服马达驱动, 可以进行张力控制; 因为薄膜的外径会实时的变化, 所以需要设计一个测长滚轮, 薄膜绕过测长滚轮, 当薄膜移动时会带动测长滚轮转动, 测长滚轮同轴安装凸轮编码器, 可以进行每次传送薄膜的长度控制。另外, 为了方便薄膜的安装和维护, 可以把放卷装置设计成两个部件, 一部分固定在压机上不动, 另一部可以前后移动, 当需要更换薄膜时, 可以把滚筒移动到靠近压机后门部, 方便薄膜的拆卸和更换, 当更换好新的薄膜时, 再把滚筒移动到固定部位置, 然后通过弹簧锁扣和固定部连接好, 从而完成薄膜的更换, 如图 2 所示。

### 2.2 收卷装置的工作原理

把薄膜缠绕在滚筒上, 滚筒设计为 2 个半圆柱体, 2 个半圆柱体的内壁设计成楔形, 2 个半圆柱体通过 3 个弹簧套在传动轴上, 传动轴上也设计有楔形面, 当滚筒在锁紧机构作用下时, 2 个半圆柱体涨成一个同心的圆柱体, 并通过楔形面和传动轴紧密固定在一起, 当滚筒转动时从而带动薄膜

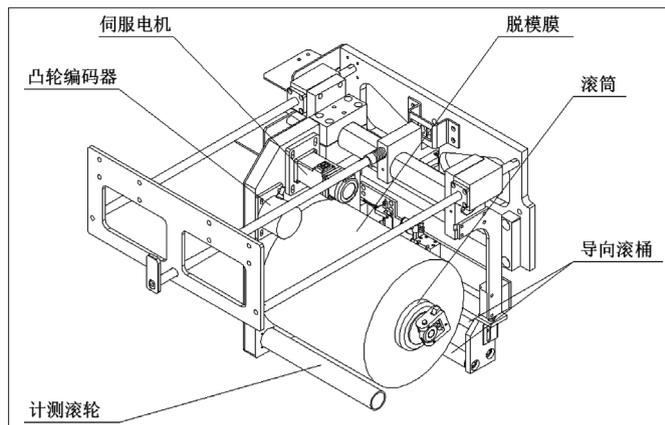


图2 放卷装置示意图

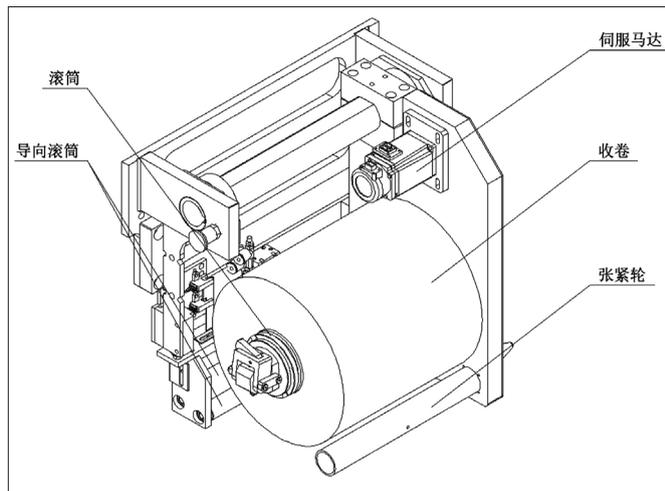


图3 收卷装置示意图

收卷，滚筒有伺服马达驱动，可以和放卷装置的伺服马达进行跟随控制运动，从而确保薄膜在传输过程中保持一定张力平稳传送，如图3所示。

另外，因收卷装置安装在压力机的正面，为了方便模盒的更换拆卸，收卷装置设计成2个部件，1个部件固定在压机上，收放卷部分设计成可以绕一个转轴旋转，当需要更换模盒时，把收放卷部分转动一个角度，从而让出模盒的拆卸空间，更换完模盒后，再把收放卷转动到正常的工作位置。

放卷装置和收卷装置的导向滚轮，有气缸驱动上下运动，方便薄膜和上模的分离和贴附。在薄膜的传送过程中，导电膜和滚筒及导向滚轮之间是摩擦传动，可能会产生静电，为了消除静电对芯片的影响，在放卷装置中还需设计离子吹，消除薄膜上的静电。

### 2.3 真空回路设计

抽真空气动回路设计，实现真空快速建立和快速释放，需要设计可靠的真空回路系统，同时考虑自动封装系统压力机有2-4台拼装而成，采用4个真空泵的独立真空系统，每台压机配置一个独立的真空回路，如图4所示。

具体设计如下：

真空泵出口外接一个三通出口，产生三路独立的真空

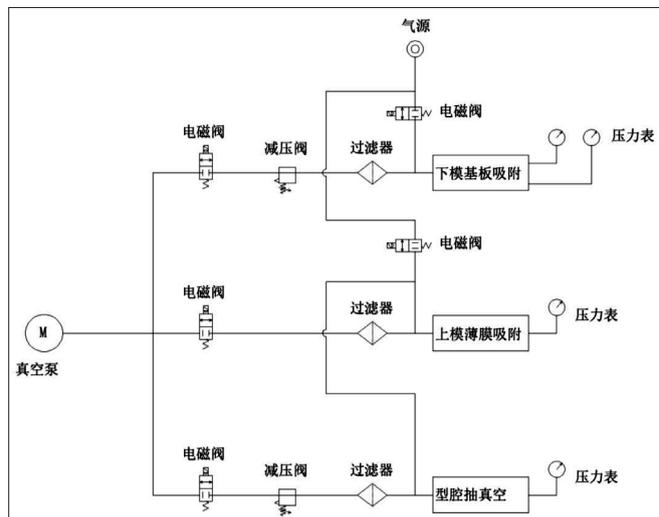


图4 抽真空系统回路原理图

回路，根据真空覆膜封装的真空时序要求，第一真空回路完成下模基板吸附，第二真空回路完成上模薄膜吸附，第三真空回路完成型腔抽真空，其中每个真空回路设计单独的通断电磁阀，可实现单个回路的真空通断；回路系统还设计了两路真空破坏回路，第一真空回路真空破坏回路独立控制，第二真空回路和第三真空回路共用一路真空破坏回路。第一真空回路还设有真空减压阀、过滤器、真空检测压力表，当系统进行基板吸附时，第一真空回路电磁阀打开，进行抽真空，当基板吸附在规定时间内达到真空度要求时，电磁阀关闭此真空回路，此时真空处于保持状态。第二真空回路设有过滤器、真空检测压力表及真空破坏回路，当系统进行薄膜吸附时，第二真空回路电磁阀打开，进行抽真空，当薄膜吸附在规定时间内达到真空度要求时，电磁阀关闭此真空回路，此时真空处于保持状态。第三真空回路设有真空减压阀、过滤器、真空检测压力表，当系统进行型腔抽真空时，第三真空回路电磁阀打开，进行抽真空，当型腔抽真空在规定时间内达到真空度要求时，系统开始注塑，当注塑完成时电磁阀关闭此真空回路。开模之前，真空破坏回路电磁阀打开，真空得到破坏，便于产品薄。

### 3 结语

集成电路高端芯片封装的真空覆膜装置，配置在自动封装上，作为设备选用配件，其根据产品的正封装或反封装，还可以扩展至覆膜在模腔内和基板表面，可适用于QFN、DFN、BGA类超薄超大胶体外形产品类，封装产品几乎零缺陷，可以很好地保证产品品质，提高了生产效率高和企业的效益。

### 参考文献：

- [1] 项玮, 李建辉. LTCC在SiP中的应用与发展[J]. 电子与封装, 2015(5):1-5.
- [2] 车羿. 失效分析在半导体制造中的原理及应用[D]. 天津: 天津大学, 2009.

作者简介: 陈昌太(1978.11-), 男, 汉族, 安徽合肥人, 学士, 高级工程师, 研究方向: 半导体设备。