

FPC 工艺介绍

2023.11.28

目录

01

FPC介绍

02

FPC基本结构

03

刚挠结合板

04

FPC设计要点

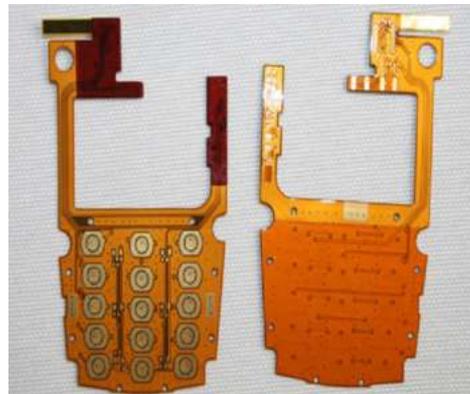
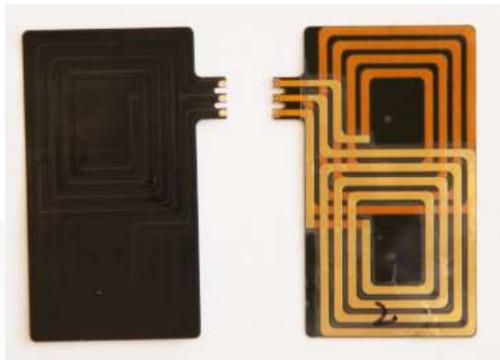
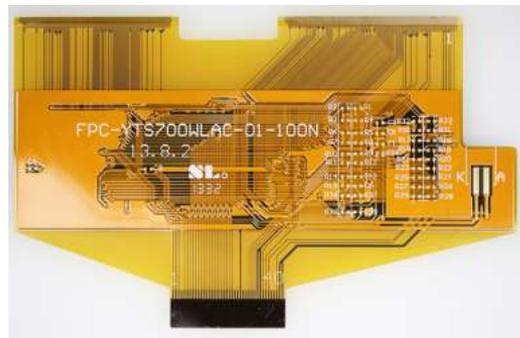
05

FPC在无人机中的应用

FPC介绍

FPC: Flexible Printed Circuit

柔性电路板, 挠性电路板, 软板



FPC介绍

FPC: Flexible Printed Circuit

柔性电路板, 挠性电路板, 软板



和硬板相比的优点:

- 柔性, 可满足三维立体组装
- 厚度薄, 体积小, 重量轻
- 加工成本低, 组装方便

和电缆相比的优点:

- 机械特性、电气特性一致性高
- 高密度
- 良好阻抗控制能力

不足:

- 难以维修
- 尺寸受限
- 操作不当易损坏

FPC基本结构——叠层

| | | |
|------|-------------------|---------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | |
| | Adhesive | |
| 表面铜 | Conductor | } 双面无胶铜 |
| 基材 | Polyimide Film | |
| 底面铜 | Conductor | |
| 覆盖膜 | Adhesive | |
| | Polyimide Film | |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | |

双面无胶基材FPC



FPC基本结构——叠层

| | | |
|------|-------------------|---------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | |
| | Adhesive | |
| 表面铜 | Conductor | } 双面无胶铜 |
| 基材 | Polyimide Film | |
| 底面铜 | Conductor | |
| 覆盖膜 | Adhesive | |
| | Polyimide Film | |
| 补强 | Stiffner | |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | |



双面无胶基材加补强
FPC

FPC基本结构——叠层

| | | |
|------|-------------------|---------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | |
| 屏蔽膜 | Shield Film | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | |
| | Adhesive | |
| 表面铜 | Conductor | } 双面无胶铜 |
| 基材 | Polyimide Film | |
| 底面铜 | Conductor | |
| | Adhesive | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | |
| 屏蔽膜 | Shield Film | |
| 补强 | Stiffner | |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | |



双面无胶基材加补强加屏蔽银膜
FPC

FPC基本结构——叠层

| | | | |
|------|-------------------|------|-------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | 12.5 | } 0.1 |
| | Adhesive | 15 | |
| 表面铜 | Conductor | 18 | |
| 基材 | Polyimide Film | 12.5 | |
| 底面铜 | Conductor | 18 | |
| | Adhesive | 15 | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | 12.5 | |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | | |

| | | | |
|------|-------------------|------|---------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | | |
| 屏蔽膜 | Shield Film | 16 | } 0.135 |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | 12.5 | |
| | Adhesive | 15 | |
| 表面铜 | Conductor | 18 | |
| 基材 | Polyimide Film | 12.5 | |
| 底面铜 | Conductor | 18 | |
| | Adhesive | 15 | |
| 覆盖膜 | Polyimide Film | 12.5 | |
| 屏蔽膜 | Shield Film | 16 | |
| 补强 | Stiffner | | |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | | |

FPC基本结构——基材

Polyimide, 简称PI, 聚亚酰胺

有胶基材: PI+胶+铜箔

无胶基材: PI+铜箔

无胶基材的优点:

- 耐热性较好
- 尺寸稳定性好

FPC基本结构——覆盖膜

覆盖膜：PI+胶

覆盖膜：

- 优点：弯折性能好
厚度较厚，保护、绝缘性能好
- 缺点：对部分应用场景来说，厚度较厚

阻焊油墨：

- 优点：厚度薄
印刷方式加工，工艺简单
颜色多样
- 缺点：绝缘强度差
弯折性能差

FPC基本结构——补强

补强板作用：

- 元器件焊接的支撑
- 便于装配
- 散热

主要材料：PI, FR4, 铝片, 钢片

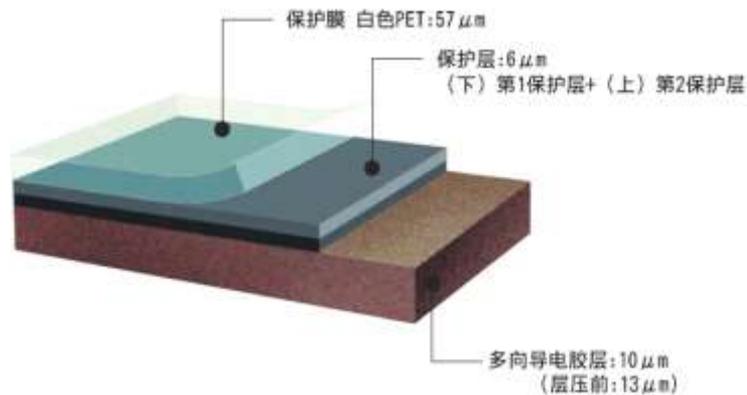


FPC基本结构——屏蔽膜

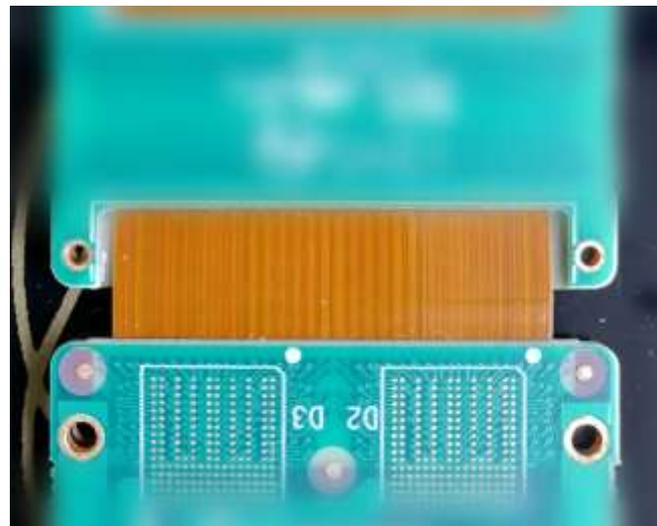
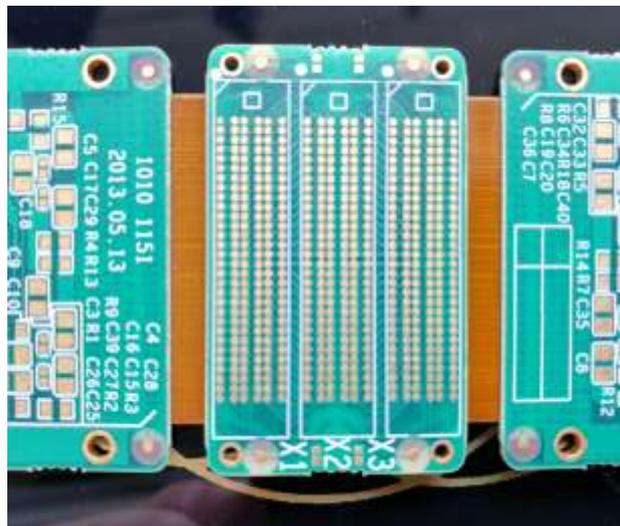
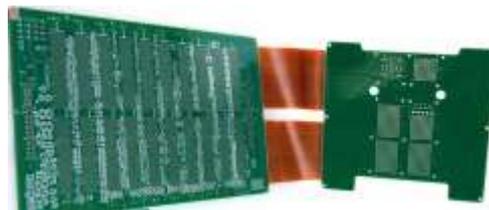
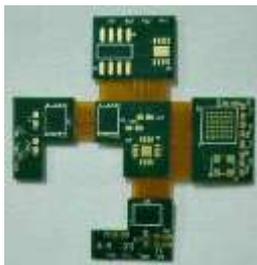
常用FPC屏蔽材料：

- 银浆 （成本低，耐弯折性不好）
- 黑色银膜 （耐弯折，导电性好，成本高）

目前主要是用日本TATSUTA公司的SF-PC5000/5500/6000系列



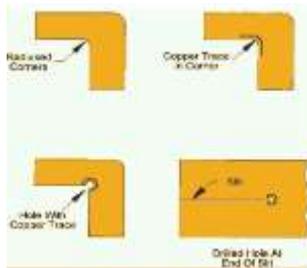
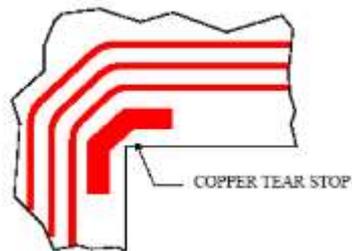
刚挠结合板



刚挠结合板

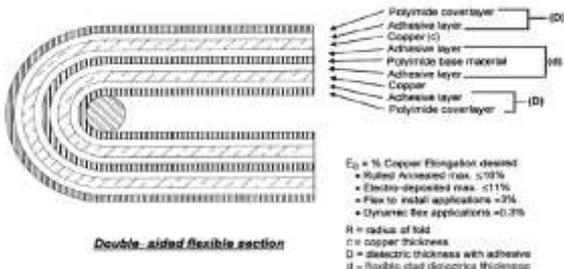
| | | | | |
|----------|-------------------|----------------|----------|-------------------|
| 表面字符 | Top Silkscreen | | | Top Silkscreen |
| 表面阻焊 | Top Soldermask | | | Top Soldermask |
| Layer_1 | Conductor | | | Conductor |
| 半固化片 | Prepreg | | | Prepreg |
| Layer_2 | Conductor | | | Conductor |
| 硬板基材 | FR4 Core | | | FR4 Core |
| Layer_3 | Conductor | | | Conductor |
| 屏蔽膜 | | Shield Film | | |
| 覆盖膜 | | Polyimide Film | | |
| | | Adhesive | | |
| Layer_4 | | Conductor | | |
| 软板基材 | | Polyimide Film | | |
| Layer_5 | | Conductor | | |
| | | Adhesive | | |
| 覆盖膜 | | Polyimide Film | | |
| 胶 | Adhesive | air gap | Adhesive | |
| 覆盖膜 | | Polyimide Film | | |
| | | Adhesive | | |
| Layer_6 | | Conductor | | |
| 软板基材 | | Polyimide Film | | |
| Layer_7 | | Conductor | | |
| | | Adhesive | | |
| 覆盖膜 | | Polyimide Film | | |
| 屏蔽膜 | | Shield Film | | |
| Layer_8 | Conductor | | | Conductor |
| 硬板基材 | FR4 Core | | | FR4 Core |
| Layer_9 | Conductor | | | Conductor |
| 半固化片 | Prepreg | | | Prepreg |
| Layer_10 | Conductor | | | Conductor |
| 底面阻焊 | Bottom Soldermask | | | Bottom Soldermask |
| 底面字符 | Bottom Silkscreen | | | Bottom Silkscreen |

FPC设计要点



- 过孔不能设计在弯折区域
- 屏蔽膜的接地孔不能设计在弯折区域
- 弯折区域走线尽可能走直线，如果无法走直线，拐角处做倒圆弧处理

防撕裂设计



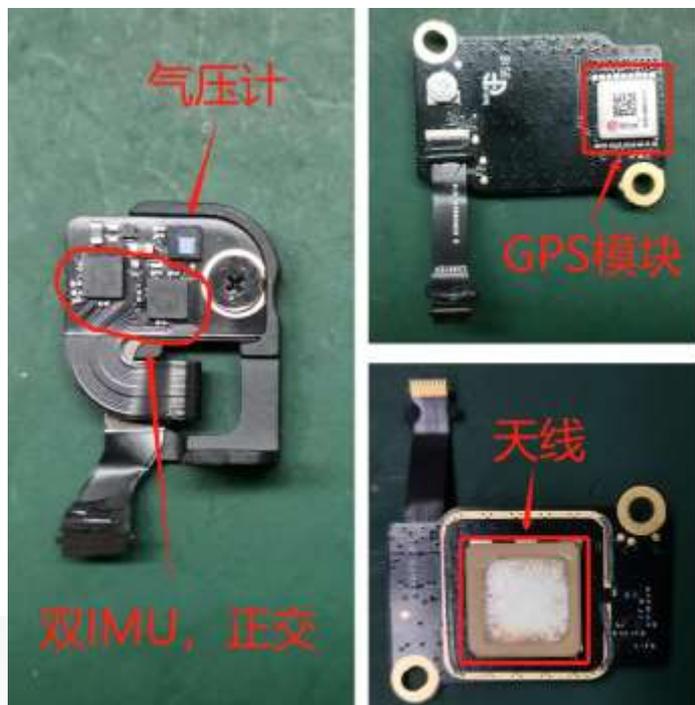
弯曲半径: $R = (d/2 + c)[(100 - E_B)/E_B] - D$

粗略估算: $R = 10 \text{倍板厚}$

FPC在无人机中的应用



FPC在无人机中的应用



FPC在无人机中的应用

给无人机带来的优势：

- 体积小，重量轻。
- 接口连接器体积较小，电路板集成度可以做到很高。
- 组装方便。
- 整机装配比较规整，没有复杂凌乱的各种线缆。

需要关注的点：

- 需要结构设计时全盘考虑。
- 需要关注震动带来的可靠性问题。
- 需要考虑合理的操作和测试方法。

Thanks
