

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

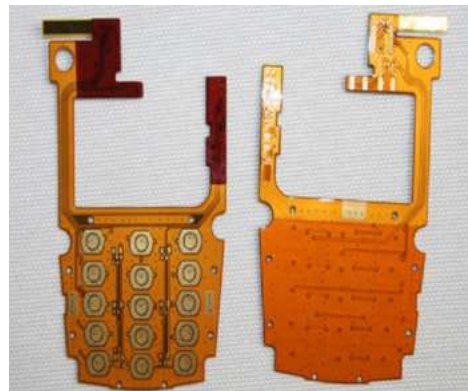
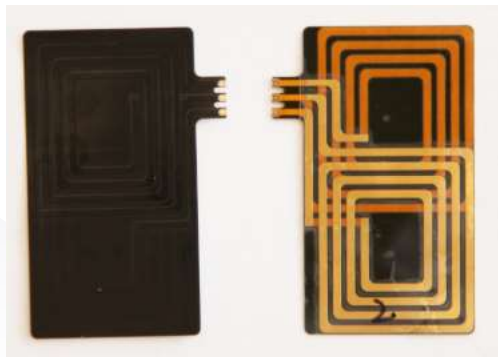
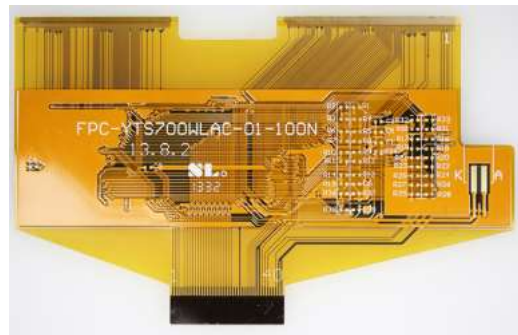
05

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

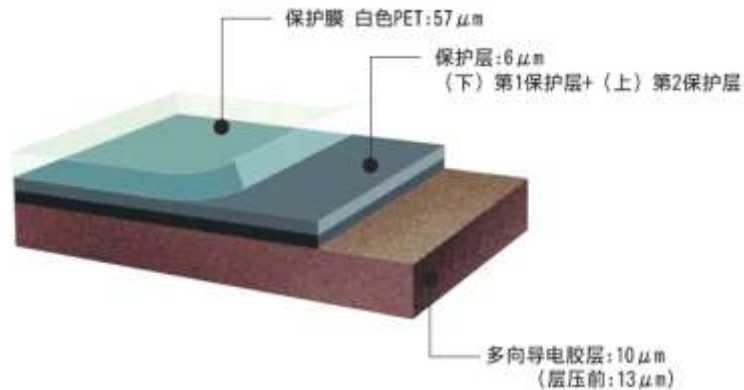


FPC基本结构——屏蔽膜

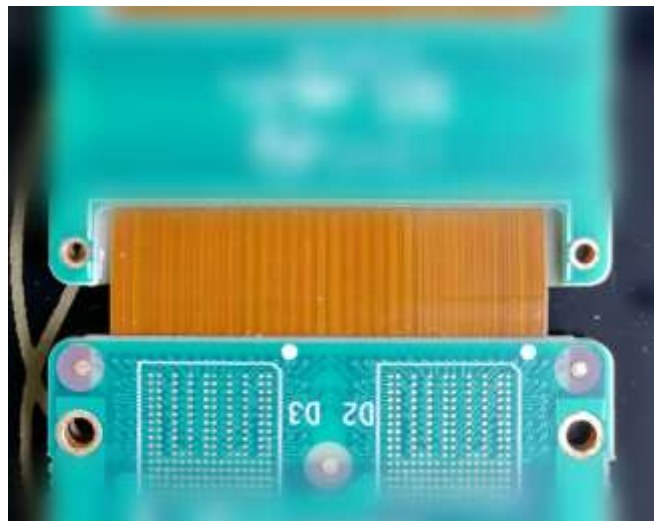
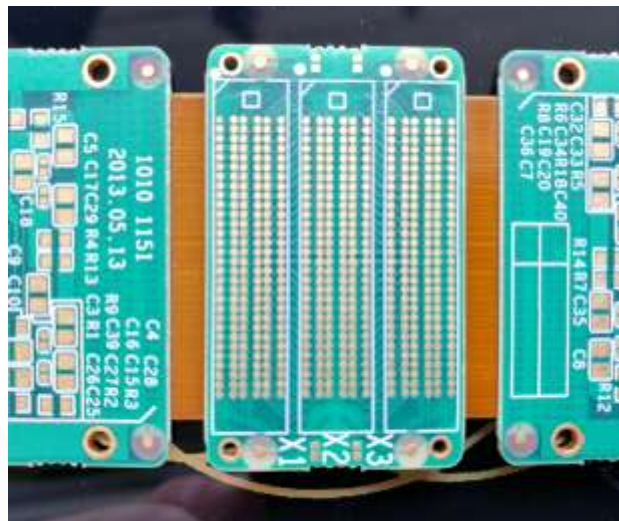
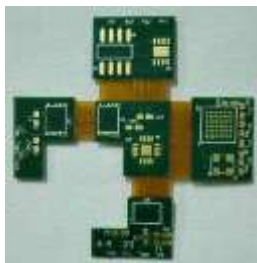
常用FPC屏蔽材料：

- 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



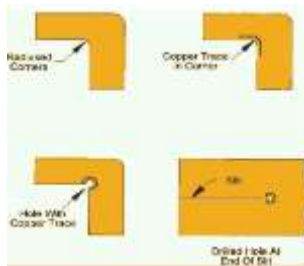
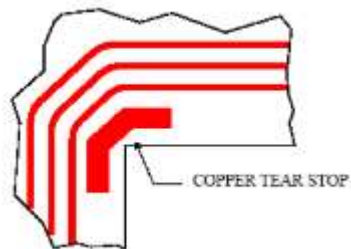
刚挠结合板



刚挠结合板

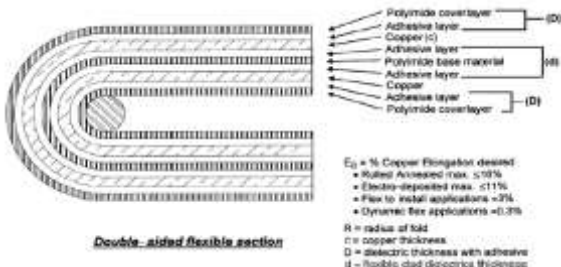
表面字符	Top Silkscreen			Top Silkscreen
表面阻焊	Top Soldermask			Top Soldermask
Layer_1	Conductor			Conductor
半固化片	Prepreg			Prepreg
Layer_2	Conductor			Conductor
硬板基材	FR4 Core			FR4 Core
Layer_3	Conductor			Conductor
屏蔽膜		Shield Film		
覆盖膜		Polyimide Film		
		Adhesive		
Layer_4		Conductor		
软板基材		Polyimide 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



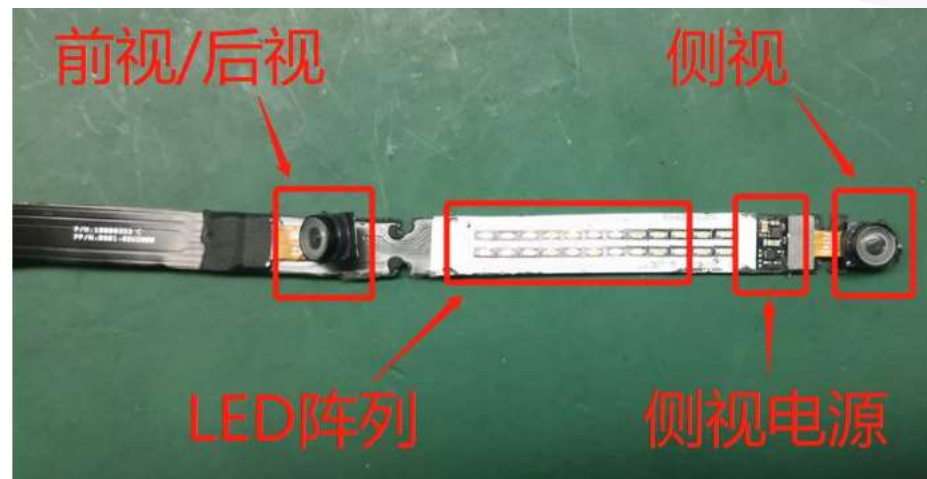
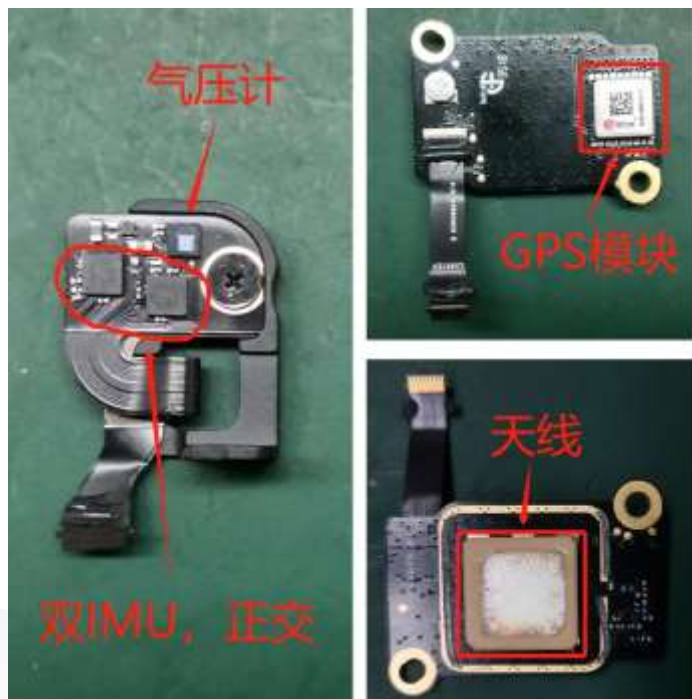
弯曲半径： $R = (d/2 + c)[(100 - E_B)/E_B] - D$

粗略估算： $R = 10$ 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
