

# 模切法RFID天线制造技术

蒋青青，安兵，张加波，吴懿平

(武汉光电国家实验室，湖北 武汉 430074；  
华中科技大学材料学院连接与电子封装中心，湖北 武汉 430074)

**摘要：**现有被动式RFID标签天线制造技术存在着不足：主流的蚀刻法工艺繁琐，产出速度慢，对环境有污染；印刷法使用的导电银油墨的成本居高不下，而且天线可靠性也存在问题；电镀法在大批量生产时才有成本优势。为此，提出了一种基于模切技术的天线制造方法：针对一款图案精细的超高频RFID天线，用两次模切排废的方法，得到了天线图形。天线与RFID芯片之间的连接依靠芯片模组完成。

**关键词：**RFID；天线制造；模切

**中图分类号：**TN605 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3474(2011)05-0255-04

## RFID Antenna Manufacturing Technology by Die-Cutting

JIANG Qing-qing, AN Bing, ZHANG Jia-bo, WU Yi-ping

(Wuhan National Laboratory for Optoelectronics, Wuhan 430074, China)  
(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** The main technologies on manufacturing the passive RFID tag antenna have some shortages: The etching process is cumbersome, low productive and environmentally unfriendly; by using the silver conductive ink, the printing method is of high cost, and the printed antenna has some reliability problems; the electroplating process is cost feasible in the high-volume production. To this end, propose a novel technique based on die cutting to manufacture the RFID antenna. A kind of UHF RFID antenna with fine pattern is fabricated by twice die-cutting and exhaust. The die module was employed to connect antenna to form a RFID tag.

**Keywords:** RFID; antenna fabrication; die-cutting

**Document Code:** A **Article ID:** 1001-3474(2011)05-0255-04

RFID (Radio Frequency Identification, 射频识别) 是一种透过无线电波实现非接触的资料存取的技术。它一般由阅读器和标签（应答器）组成。RFID系统的工作原理是：(1)阅读器通过发射天线发送一定频率的射频信号；(2)当标签进入阅读器的作用区域时，标签中的天线产生感应电流，从而使标签中的芯片获得能量而被激活；(3)芯片通过改变标签内的天线的RCS (雷达截面积) 将自身编码的信息反射发送出去；(4)阅读器接收天线可接收到从标签反射来的信号，进而阅读器对接收的信号进行解调和解码，得到物体的相关信息。RFID通信原理图如图1所示。

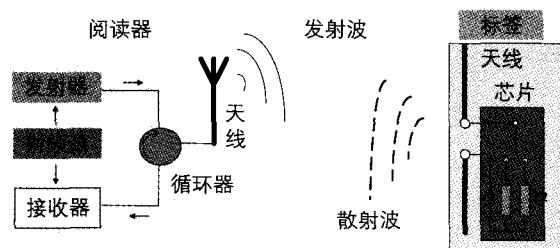


图1 RFID通信原理图

与条形码相比较，RFID通信优势在于：由于是无接触非光学读取，所以不怕表面粘污；可以远距离读取，UHF频段读取距离一般在几米；一次可以读

基金项目：国家自然科学基金项目(项目编号：60976076和60876070)。

作者简介：蒋青青（1987-），男，硕士，主要研究方向为RFID UHF天线设计。

安兵（1969-），男，博士，副教授，毕业于华中科技大学，主要研究方向为LED封装、RFID制造工艺开发。

取多个物体，所以识别和读取的时间更短，可以节约人工；同时RFID的存储量更大，不仅可以识别到单件物体，而且可以存储物体相关的信息；因此被认为将逐渐取代现在广泛流行的条形码系统。但是现在阻碍它大规模应用的一个主要原因就是成本比较高，现在一个普通的UHF频段的RFID标签的价格在1元钱左右，而条形码是几分钱。

RFID标签的成本基本上是芯片、天线制造、芯片互连与层合各占三分之一。随着RFID芯片的产量增大及尺寸减小，其成本将持续下降；对于芯片互连，业界的主流是高产量、高可靠性和低成本的各向异性导电胶（ACA）互连方式<sup>[1]</sup>；对于天线制造，蚀刻技术由于其性能可靠和工艺成熟成为主流工艺，但它存在工艺繁琐、成本高、生产速度慢和环境污染的缺点。

本文提出一种新的模切天线制造技术，希望能够提供一种成本低廉、海量生产和环保的天线制造技术。

## 1 天线制造技术

目前主流的天线制造技术主要有蚀刻法、电镀法和印刷法三种主流技术。

### 1.1 蚀刻法

一般由于精度和成本不同而分为印刷蚀刻法和光刻蚀刻法。印刷蚀刻法工艺是：先在塑料薄膜片材上覆金属（如铜和铝等）箔，然后在金属箔上印刷抗蚀油墨（抗蚀油墨印在需要保留铜箔即天线图案的部分，用以保护线路图形在蚀刻中不被溶蚀掉），最后显影，得到天线图案。印刷法的成本较低，但精度不太高，适用于加工制作线宽0.2 mm以上的导电图形。光刻法是在覆铜薄膜表面预先涂布光敏抗蚀膜，并用相应的掩膜曝光，经过显影腐蚀，除去板上残留抗蚀膜，得到天线图形。光刻法的成本较高，但能加工0.2 mm以下线宽的精细图形<sup>[2]</sup>。蚀刻法天线制造流程如图2所示。

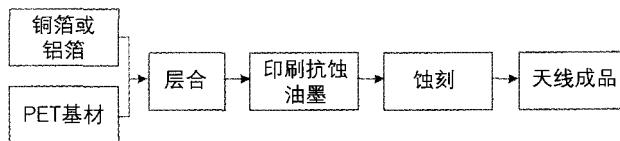


图2 蚀刻法天线制造流程

蚀刻法优点是：制造良率较高，天线性能优异且稳定。缺点是：制程繁琐，生产速度较慢，且大部分金属箔均被蚀刻剥离而浪费掉，所以成本昂贵；此外生产过程中需要用到化学药品，会造成环境污染。

### 1.2 印刷法

用导电油墨将天线图案直接印刷在基材上，再经烘烤或紫外固化，形成天线，如图3<sup>[3]</sup>所示。该法优点是：生产速度极快，适于海量生产。缺点是：

(1) 导电油墨的导电性比不上铜和铝（大概为其1/20），导致天线性能不如蚀刻天线；(2) 导电油墨是利用导电粉体片与片之间的物理接触或隧道效应导电，一来使得每片天线之间的导电性有偏差，使读距有偏差，二来揉折可破坏粉体连接，使导电特性可能发生变异；(3) 银导电油墨仍是最好的印刷天线油墨材料，而最近银价大涨，导致原材料成本昂贵。

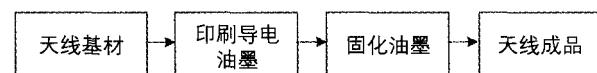


图3 印刷天线制造流程

### 1.3 电镀法

首先用导电油墨（厚度薄于印刷法）将天线图案直接印刷在基材上，固化成导电膜，然后电镀铜箔加厚，如图4所示。该法优点是：结合了蚀刻法与印刷法的优点，生产速度快，天线性能好，可靠性高。缺点是：小量生产成本比较贵，需要大批量生产，设备投资大。

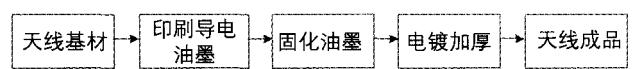


图4 电镀天线流程图

## 2 模切工艺

由于主流的蚀刻法工艺繁琐，产出速度慢，对环境有污染，而印刷法用的导电银油墨成本也不低，天线可靠性也存在问题，所以开发一种新的低成本和高可靠的天线制造方法非常有必要。于是，我们提出了基于模切技术的RFID天线制造方法。

模切技术是印刷品后期加工的一种裁切工艺，通过刀模对印刷品进行裁切，直接得到所需要的图形，如图5所示。我们将这种模切加工技术移植用来加工RFID标签天线图案，开发以纸为基材、模切金属箔为天线、性能优越的UHF频带标签。在RFID芯片和天线的粘接上，通过贴装芯片模组的方式完成。

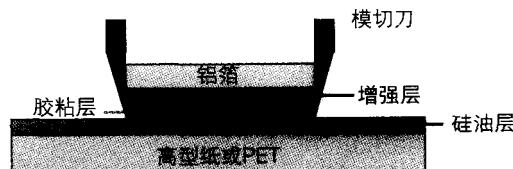


图5 模切原理图



- [1] isotropic conductive adhesives [J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2000, 20: 189–193.
- [2] 孙健, 李芝华. 银粉形貌对导电胶电阻率的影响[J]. 粉末冶金材料科学与工程, 2009, 14 (6) : 427–431.
- [3] 范太炳. 合成胶粘剂从书(第九册)特种胶粘剂[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 152–153.
- [4] 黄丽娟. 各向同性铜粉导电胶的制备及性能研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- [5] 黄耀鹏. 低熔点合金掺杂银粉导电胶的研究[D]. 长沙: 中南大学, 2009.
- [6] Wu H P, WU X J, Ge M Y, et al. Properties investigation on isotropically conductive adhesives filled with silver coated carbon nanotubes[J]. Composites Science and technology, 2007, 67 (6) : 1182–1186.
- [7] 吴懿平, 吴大海, 袁忠发, 等. 镀银铜粉导电胶的研究[J]. 电子元件与材料, 2005, 24 (4) : 32–35.
- [8] Myung Jin Yim. Oxidation prevention and electrical property enhancement of copper-filled isotropically conductive adhesives[J]. Journal of Electronic Materials, 2007, 36 (10) : 1431–1437.
- [9] 熊胜虎, 杨荣春, 吴丹菁, 等. 银粉形貌与尺寸对导电胶电性能的影响[J]. 电子元件与材料, 2005, 8 (24) : 14–16.
- [10] 柯于鹏. 微电子组装用高性能银粉导电胶研究[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [11] Lu D, Tong Q K, Wong C P. A Study of lubricants on silver flakes for microelectronics conductive adhesives [J]. IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, 1999, 22 (3) : 365–371.
- [12] 章利球. 银粉导电胶及其制备方法: 中国, CN1939999[P]. 2007-04-04.
- [13] Li Y, Moon K S, Wong C P. Electrical property improvement of electrically conductive adhesives through in-situ replacement by short-chain difunctional acids[J]. IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, 2006, 29 (1) : 173–178.
- [14] Li Y, Moon K S, Wong C P. Enhancement of Electrical Properties of Electrically Conductive Adhesives (ECAs) by Using Novel Aldehydes [J]. IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, 2006, 29 (4) : 758–763.
- [15] Chen Dapeng, Qiao Xueliang. Effect of silver nanostructures on the resistivity of electrically conductive adhesives composed of silver flakes [J]. Mater Electron, 2010, 21: 486–490.
- [16] HJ Jiang, Moon K S, Li Y, et al. Surface functionalized silver nanoparticles for ultrahigh conductive polymer composites[J]. Chemistry of Materials, 2006, 18 (13) : 2969–2973.
- [17] 万超, 王宏芹, 王玲, 等. 低熔点SnBi合金对导电银胶性能的影响[J]. 电子元件与材料, 2011, 3 (30) : 55–57.
- [18] 谈发堂. 银填充导电胶中表面与界面研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [19] Lu Daqiang, Wong C P. A study of contact resistance of conductive adhesives based on anhydride-cured epoxy systems[J]. IEEE transactions on components and packaging technologies, 2000, 23 (3) : 440–445.
- [20] 马振彦. 高性能环氧导电银胶的研究与开发[D]. 大连: 大连海事大学, 2009.
- [21] Tan Fatang, Qiao Xueliang, Chen Jianguo, et al. Effects of coupling agents on the properties of epoxy based electrically conductive adhesives[J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2006, 26 (6) : 406–413.
- [22] Zhang Rongwei, Lin Wei, Kevin Lawrence, et al. Highly reliable, low cost, isotropically conductive adhesives filled with Ag-coated Cu flakes for electronic packaging applications[J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2010, 30: 403–407.
- [23] 陈元灯. LED制造技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [24] 吴丰顺, 郑宗林, 吴懿平, 等. 倒装芯片封装材料—各向异性导电胶的研究进展[J]. 电子工艺技术, 2004, 25 (4) : 139–142.
- [25] Sung K, Purushothaman S. Development of conducting adhesive materials for microelectronic applications [J]. Journal of Electronic Materials, 1999, 28 (11) : 1314–1318.

收稿日期: 2011-08-24

(上接第257页)

### 3.5 环境友好性

蚀刻法产出大量的化学废水, 需要处理和回收; 模切法直接用物理方法切断, 金属箔废料可以直接回收, 对环境更加友好。

## 4 总结

RFID市场潜力巨大, 目前大多数开发商采用金属刻蚀方法来制造天线, 但这种技术工艺较为复杂, 生产速度慢, 成本较高, 对环境也有很大的污染。相比较, 模切天线技术生产速度快, 技术也较为成熟, 生产成本低, 有望成为新型的RFID天线制作工艺。

**致谢:** 感谢无锡邦普光电数码科技有限公司的合作, 感谢NXP提供天线图案。

## 参考文献:

- 陶军磊, 安兵, 蔡雄辉, 等. 各向异性导电胶倒装封装电子标签的可靠性[J]. 电子工艺技术, 2010, 31 (5) : 249–252.
- 章峰勇. RFID电子标签及其天线制造技术[J]. 信息记录材料, 2008, 9 (6) : 44–49.
- 林其水. RFID标签天线的三种制作方法[J]. 印制电路信息, 2010 (3) : 30–35.

收稿日期: 2011-07-10

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…

---



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

---

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>

---



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>