

GaAs 高速动态分频器在片测试研究

孙 伟 田小建 孙建国 贾 刚 衣茂斌

(吉林大学电子工程系 集成光电子学国家重点联合
实验室吉林大学实验区 长春 130023)

马振昌 王国全

(电子工业部第 13 研究所 石家庄 050051)

摘要 本文研制出多触头微波探针,建立了微波探针在片检测系统.针对 GaAs 高速集成电路——动态分频器电路芯片进行了在片测试和筛选.

EEACC: 2220, 2570

1 引言

共面微波探针芯片测量技术^[1]是八十年代发展起来的,它的出现标志着半导体芯片在片(on-wafer)检测技术有了划时代进步,微波探针在片检测技术,适用于所有共面集成电路和器件,不受衬底的限制.根据测量需要,它可以直接给出芯片的时域或频域的性能参数.

不能准确测量芯片的高频特性并模拟之,是阻碍高速集成电路和器件发展的一个重要因素.目前国内尚无一种能在封装前对 GaAs 高速集成电路芯片和动态特性进行测试的方法,只能根据芯片的静态参数,凭经验装架后进行高频测试.评价芯片性能时,就必须剔除键合丝、封装、测试盒的影响,这是十分困难的.这样做既浪费时间,又浪费人力,而且管壳的浪费也很大.

GaAs 动态分频器是利用 GaAs 电路中的传输延迟和输入电容的存储效应等动态过程,以及 GaAs 传输门的开关作用,来实现逻辑状态暂存的一种分频器.与相同逻辑功能的静态电路相比,动态电路具有速度快、功耗低、电路结构简单和集成度高等特点.动态分频器 1981 年问世,现已广泛应用于频率合成源、射频计数器、射频存储器等系统中.

在本文中,我们根据 GaAs 动态分频器电路芯片输入输出压点的排布和尺寸,设计并研究出相应的微波探针.建立了微波探针在片检测系统,对 GaAs 动态分频器电路芯片进行了

孙 伟 男,1963 年生,副教授,目前主要从事的专业是高速光电子学
田小建 男,1957 年生,副教授,目前主要从事的专业是电子学
1994 年 9 月 6 日收到初稿,1995 年 2 月 20 日收到修改稿

在片测试和筛选.

2 微波探针

微波探针是实现微波同轴测试系统到待测集成电路芯片压点之间的直流到微波频率范围信号匹配传输的过渡器. 它能提供电气和机械上的联接, 是一种微波无源元件. 普通探针(例如钨探针)在微波频率下使用, 将引入严重的寄生阻抗, 使微波信号无法正常传输. 微波频率的电探针必须进行特殊的设计和制作.

2.1 微波探针的设计

微波探针设计在电气上要求的是频带宽、插入损耗小、反射损耗低, 特性阻抗与测试系统一致, 为 50 欧姆. 共面高速集成电路芯片的压点数目多、尺寸小, 一般在 $60\sim120\mu\text{m}$ 范围, 所以相应的微波探针应是多触头、小型化的.

为了同时满足电气和小型化的需要, 探针板是由在高介电常数 ϵ_r 的微波介质基片上制作的共面波导(CPW)微波传输线构成的. 在探针板上制作触头, 完成同轴连接器到共面波导传输线之间的转换和共面波导传输线至待测电路芯片外接传输线即信号压点间的过渡, 将信号由同轴连接器过渡传输给芯片压点, 驱动待测芯片使之处于正常工作状态.

共面波导传输线的传输模式是准 TEM 波, 不具有下限截止频率, 可传输直流至微波频率范围内的信号, 特性阻抗与传输线具体结构尺寸有关. 对于共面波导传输线, 当中心条宽度 S 一定时, 随着槽宽 W 的增加特性阻抗增大; 槽宽 W 一定时, 特性阻抗随着中心条宽度 S 的增加而变小.

图 1 是共面波导传输线中心带条宽度 S 及槽宽 W 与特性阻抗 Z_0 之间的关系曲线. 从图 1 可以看出, 在共面波导传输线尺寸由大到小渐变过程中, 保持特性阻抗传输恒定不变. 我们利用共面波导传输线的这种特性, 采用了渐变结构, 使共面波导在阻抗匹配的情况下完成了尺寸过渡, 同时实现了减小驻波比的要求.

2.2 微波探针的制作和校准

微波探针由同轴连接器、探针板和导电金属模块三部分构成. 其中导电金属模块固定同轴连接器和探针板, 并起着同轴传输线和共面波导传输线的共同地的作用.

我们在微波介质基片上, 用光刻的办法制作渐变共面波导传输线, 以适应同轴连接器和芯片压点之间的尺寸过渡.

微波探头上的触头是探针与待测样品芯片直接接触的部分, 因此探针与芯片接触技术是微波探针技术的重要部分. 要实现良好的微波匹配接触, 除了要求待测芯片的压点间有标准的平整度外, 还必须保证多个接触点分布均匀, 位于同一平面内, 这就是要求有严格精密的制作工艺.

转换部分接触不良将导致微波探针高频参数变

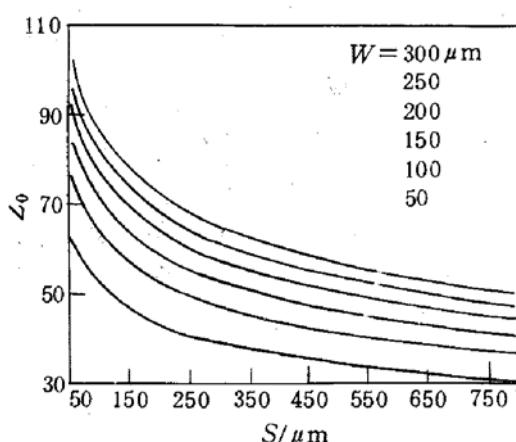


图 1. 是共面波导传输线中心带条宽度 S 及机理宽 W 与特性阻抗 Z_0 之间的关系曲线

坏,不利于微波及高速信号传输,采用精确的机械结构和精密加工工艺有利降低转换处的损耗.

使用微波探针进行在片检测之前,需设计并制作与微波探针触头排布和尺寸相同的共面波导校准样片,对之进行校准后才能使用.

3 在片测试研究

在对高速集成电路芯片在片检测研究中,不同种类、不同型号、不同的压点个数、排布和尺寸的芯片,所使用的微波探针也不同. 我们根据 GaAs 动态分频器电路芯片输入、输出压点的个数、排布方式和尺寸,设计并研制出相应的多触头微波探针和共面波导校准样片. 微波探针的插入损耗 S_{21} 随频率变化,3dB 带宽为 14GHz; 反射损耗 S_{11} 在 0.1~15GHz 范围内小于 -12dB, 经过校准后用于在片测试, 研究电路芯片的高频动态特性^[2].

所测试的 GaAs 高速动态分频器电路^[3]采用 MESFET 传输门结构, 不能在直流状态下工作, 因而存在上限和下限工作频率.

图 2 是在片测试系统框图, 用内照明双目立体显微镜观察微波探针和集成电路芯片压点. 集成电路工作时的时钟信号及直流供电都是通过微波探针输送到芯片上的. 对于高速数字集成电路的在片检测, 一般关心的是信号波形和幅度, 因此我们用 Tek7104 示波器(带 S4 采样头, 3dB 带宽为 14GHz)观测电路芯片的输出信号, 判断芯片优劣, 并进行在片筛选.

图 3 是 GaAs 动态分频器电路芯片在片测量的四分频波形, 曲线 a 是芯片的输入波形, $f_{in} = 2.72\text{GHz}$, $P_o = 4\text{mV}$; 曲线 b 是芯片的输出波形, $f_{out} = 680\text{MHz}$, $V_{out} = 60\text{mV}$.

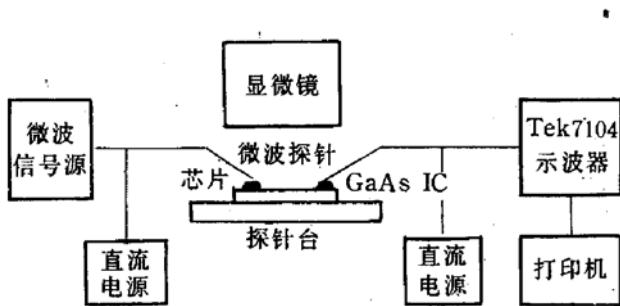


图 2 在片测试系统框图

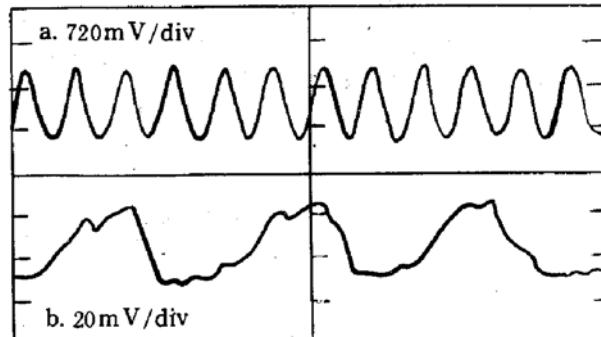


图 3 GaAs 动态分频器电路芯片在片测量的四分频波形

4 结束语

我们已具备设计和制作各种多触头微波探针的能力. 用建立的微波探针在片检测系统, 对 GaAs 动态分频器超高速集成电路芯片进行了在片测试和筛选.

微波探针是高速数字集成电路在片检测技术的重要工具. 发展这种技术, 可在解理、封装前就能了解电路芯片的高频特性参数, 对芯片的优劣做出判断, 进而解决 GHz 级高速数字集成电路研制和生产过程中间测试的难题, 这将促进我国高速数字集成电路发展的.

参 考 文 献

- [1] E. W. Strid and K. R. Gleason, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., 1982, 30(7):969.
- [2] 孙伟, 田小建, 孙建国, 贾刚, 马振昌, 衣茂斌, 1994 光电子器件与集成技术年会论文集, 杭州: 1994 年, 346~349.
- [3] 王国全, 马振昌, 第七届全国半导体化合物材料微波器件和光电器学术会议论文集, 下册, 北戴河: 1992 年, 85~87.

On-Wafer Testing of High-Speed GaAs Dynamic Frequency Divider

Suu Wei, Tian Xiaojian, Sun Jianguo, Jia Gang and Yi Maobin

(Department of Electronic Engineering, Jilin University, National Integrated Optoelectronics
Laboratory, Jilin University region, Changchun 130023)

Ma Zhenchang and Wang Guoquan

(13th Institute of Electronic Ministry, Shijiazhuang 050051)

Received 6 September 1994, revised manuscript received 20 February 1995

Abstract The on-wafer testing system with microwave probe has been made and used to test the GaAs high-speed dynamic frequency divider chips on wafer.

EEACC: 2220, 2570