中华人民共和国工业和信息化部

工业和信息化部人才交流中心

比利时微电子研究中心 IMEC

关于举办“微纳电子器件和 MEMS 可靠性（BEOL）高级培训班”的通知

各有关单位：

为贯彻落实《国家集成电路产业发展推进纲要》，培养一批掌握核心关键技术，处于世界前沿水平的中青年专家和技术骨干，以高层次人才队伍建设推动共性、关键性、基础性核心领域的整体突破，促进我国软件和集成电路产业持续快速发展，工业和信息化部人才交流中心和比利时微电子研究中心 IMEC 定于 2015 年 12 月 1-2 日在复旦大学共同举办“微纳电子器件和 MEMS 可靠性（BEOL）高级培训班”，**邀请 IMEC 首席科学家、IEEE 高级会员、比利时鲁汶大学教授 Ingrid De Wolf 授课。**

本课程聚焦于电气互连可靠性、封装可靠性和 MEMS 可靠性，以及可靠性测试方法和失效分析。课程首先重点介绍后道工序，探讨电迁移、电介质击穿、机械应力诱导失效、3D 堆叠等内容。然后讲解 IC 封装、MEMS 及其封装的可靠性、应力加速可靠性测试。最后讲述故障模式及影响分析，并介绍可靠性中的失效分析，探讨和解释其原理和典型应用。

现将有关事宜通知如下：

一、 主办单位

工业和信息化部人才交流中心

比利时微电子研究中心（IMEC）

二、协办单位

复旦大学（微电子学院）

上海市集成电路行业协会

长三角 IC 设计与制造协同创新中心

三、参加对象

本次课程面向相关集成电路企业、科研院所和高等院校从事相关领域的工程师和研究人员。课程采用全英文授课，不配备翻译，要求学员具备相应英语水平。

四、培训安排

培训时间：2015 年 12 月 1-2 日（2 天）

培训地点：复旦大学（张江校区）

上海市浦东新区张衡路 825 号

日程安排：11 月 30 日 15:00-17:00 报到

12 月 01 日 8:30 举行开班仪式

12 月 02 日 17:00 举行结业仪式

其余为上课时间： 上午 09:00-12:00

下午 14:00-17:30

结业仪式将颁发工业和信息化部人才交流中心和比利时微电子研究中心（IMEC）共同证书，参加培训者可推荐参加国家“软件和集成电路人才培养计划”评选。

五、培训费用

本次课程培训费 2850 元/人（含授课费、教室租赁费、资料费、证书费、培训期间午餐），学员交通、食宿等费用自理。请于 2015 年 11 月 26 日前将课程培训费汇至：

户　名：工业和信息化部人才交流中心

开户行：工商银行北京公主坟支行

帐　号：0200004609004626666

六、报名方式

请各单位收到通知后，积极选派人员参加。报名截止日期为 2015 年 11 月 26 日，请在此日期前将报名回执表传真或发送 Email 至工业和信息化部人才交流中心。

邮件题目格式为：报名微纳电子器件和 MEMS 可靠性（BEOL）高级培训班+单位+人数

工业和信息化部人才交流中心：

联系人：曲来军、王浩、王喆

电　话：010-68207879、68207883、68208717

传　真：010-68207863

E-mail：icplatform@miitec.cn

附件：1. 报名回执表

2. 课程大纲

3. 授课专家简介

4. 主办单位介绍

工业和信息化部人才交流中心

2015 年 10 月 8 日

附件 1：

“微纳电子器件和 MEMS 可靠性（BEOL）高级培训班”报名回执表

<table>
<tr><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">通讯地址</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="6">单位联系人</td></tr>
<tr><td colspan="2">姓　名</td><td>工作部门及职务</td><td>电话/传真</td><td>手　机</td><td>Email</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">参加培训人员名称</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td>拼音</td><td>工作部门及职务</td><td>电话/传真</td><td>手　机</td><td>Email</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

注：姓名拼音用于制作证书，请学员仔细填写，格式要求为全拼、姓和名分开、首字母大写，如张三拼音为 Zhang San

附件 2：

Table of Contents 课程目录

1. Back-end-of-line reliability 后道工序可靠性

The back-end-of-line (BEOL) of a chip consists of several layers of interconnected Cu metal lines build on top of the silicon. The aim of these metal lines is to make electrical connections between the transistors and also to bring signals from and to the external world. The Cu lines are electrically isolated from each other by low-k dielectrics. After a short introduction the main reliability issues of the BEOL, i.e. electromigration, stress induced voiding and time-dependent-dielectric-breakdown (TDDB), are discussed. New technologies using porous low-k dielectrics and 3D stacking of thinned chips bring new failure mechanisms, mainly mechanical stress related. These problems, commonly referred to as chip-package-interaction (CPI) , are described in the last part.

芯片的后道工序由硅片上数层互连铜金属线组成。这些金属线的目的是实现晶体管之间的电气连接，传递信号给外部世界和接收外部世界的信号。通过低介电材料使得铜线彼此间实现电气隔离。课程首先将进行简要介绍，随后将探讨后道工序主要的可靠性问题，即电迁移、应力诱导空洞和经时绝缘击穿(TDDB)。最后将讲述到利用多孔低介电材料和减薄芯片的 3D 堆叠的新技术带来新的失效机理，主要是与机械应力有关。这些问题通常被称为芯片封装相互影响(CPI)。

(1) Electromigration 电迁移

(2) Stress induced voiding and Time Dependent Dielectric Breakdown
应力诱导空洞和经时绝缘击穿

(3) Mechanical issues, chip-package-interaction
机械故障，芯片封装相互影响

2. MEMS and Packaging related Reliability MEMS 和封装相关可靠性

For both MEMS and microelectronics packages, in addition to the typical electrical failure mechanisms, many material related and mechanical problems can occur. After a brief introduction on reliability demands and test methods for MEMS, and some explanation about MEMS packaging, the typical failure mechanisms that can occur in MEMS and their package are presented, and explained using various examples. Also some dedicated methods to test this reliability are discussed. In a second part, the failure

mechanisms that can occur in IC chip packages are reviewed and also some typical test standards and associated problems are introduced.
对于 MEMS 和微电子封装，除了典型的电气失效机理，可能会出现很多材料相关和机械问题。首先将介绍 MEMS 的可靠性要求和测试方法并阐述 MEMS 封装、随后将讲解 MEMS 及其封装中可发生的典型失效机理，讲解中将提供多种示例。此外还将讨论一些测试该类可靠性的专门方法。在第二部分中，将回顾 IC 芯片封装中可能发生的失效机理，并介绍一些典型的测试标准及相关的问题。

(1) MEMS+MEMS Packaging Reliability and Test
MENS+MEMS 封装可靠性和测试
(2) Packaging Reliability 封装可靠性

3. Failure analysis 故障分析

Failure mode and effect analysis (FMEA) is a very useful methodology to critically assess potential problems that can occur in a device during fabrication, testing and during life. This course starts by explaining the FMEA methodology in detail. It is very useful for any engineer who wants to develop new devices, but in addition it teaches that a critical assessment before fabrication can safe cost and time and increase the reliability of the final product. When the product still fails, failure analysis has to be performed. This is explained in the 2nd part of this course, with a detailed discussion of various failure analysis techniques that can be used for microelectronics failure analysis. A detailed list of tools based on electrical, optical, e-beam, acoustic, X-ray and magnetic principles is discussed. The basic principles of the techniques are given and examples are shown.
失效模式与影响分析（FMEA）是严格评估存在于器件制造、测试和生命周期中潜在问题的有效方法。本节课程从详细讲解 FMEA 方法学开始，对于任何想要开发新器件的工程师来说，它是非常有用的，并且它告诉我们一个在制造前的关键评估，能以安全的成本和时间，提高最终产品的可靠性。当产品失效时，需要进行失效分析，在第二部分中，通过详细讨论可用于微电子失效分析的多种失效分析技术，已经讲解了这部分内容。同时将讨论一系列基于电气、光学、电子束、声学、X 射线和磁学原理的工具，并展示这些技术的原理和示例。

(1) FMEA 失效模式与影响分析
(2) Failure analysis and techniques
故障分析和技术

附件 3：

授课专家简介

Ingrid De Wolf　英格丽·德沃

IMEC 首席科学家

IEEE 高级会员

比利时鲁汶大学教授

Ingrid De Wolf 在比利时鲁汶大学获得博士学位。从 1999 到 2014 年，她是 IMEC REMO 团队带头人，主要研究可靠性、3D 技术测试和建模、互连、MEMS 和封装，并参与了 IMEC 内部的多个重要项目 (3D、互连、光学 IO、氮化镓、光刻、PV、MEMS、STT-MRAM 等)。她独著或合著有 14 篇书籍章节，并发表了 350 余篇出版物，其中至少 30 篇是受邀出版。她还获得了 10 项专利。

她多次在大会中获得最佳论文奖（ESSDERC、ESREF、ISTFA、EOS/ESD symposium、IEDM），同时数次担任会议主席和技术委员会成员，并且是 ESREF 指导委员会成员。她还担任了许多高质量期刊的审稿人。她的 web-of-science 的 h 指数的为 26，引用文章(不包括自引文)超过 2600 篇。她在谷歌学术搜索的 h 指数为 35，引文达 5320 篇。她任教课程有非破坏性测试、MEMS 可靠性和失效分析、表征技术和 FMEA。作为一名教授，她指导过超过 20 篇的学生论文、超过 20 篇访问学生论文、担任超过 40 篇外部博士论文的陪审员，并指导超过 15 篇的博士生论文。

附件 4：

主办单位介绍

工业和信息化部人才交流中心（**国家 IC 人才培养平台**）是工业和信息化部负责人才培养、国际交流合作、智力引进、人才战略研究和咨询等工作的直属一类事业单位，围绕国家和工业和信息化部的重大工程和重点领域开展相关工作。目前承担国家“软件和集成电路人才培养计划”和“高端装备人才培养计划”的组织实施工作。中心与世界顶尖科研机构和著名跨国公司、高校如比利时 IMEC、德国弗朗霍夫研究院、美国麻省理工学院计算机中心、斯坦福大学、IBM、MICROSOFT、CISCO、芬兰 NOKIA、瑞士洛桑国际学院、西班牙 IESE 商学院等长期开展合作。

比利时微电子研究中心(**IMEC**)，成立于 1984 年，位于比利时鲁汶市，是全球最先进的独立微电子研究机构。研究方向主要集中在信息和通信技术、医疗保健和能源等领域，领先产业界 3 至 10 年的技术需要，在全球半导体界备受推崇。IMEC 目前拥有来自 75 个国家和地区的员工超过 2000 名，其中包括超过 600 名产业界的常驻研究员和客座研究员。合作伙伴包括英特尔，台积电，三星，高通，应用材料等世界知名公司。除总部在比利时鲁汶外，IMEC 在荷兰、台湾、中国、印度、美国及日本均设有分部。