



中华人民共和国国家标准

GB/T 26111—2010

微机电系统(MEMS)技术 术语

Micro-electromechanical system technology—Terms

2011-01-10 发布

2011-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 综合性术语 1

 3.2 科学与工程术语 2

 3.3 与材料相关的术语 3

 3.4 与设计相关的术语 4

 3.5 与加工工艺相关的术语 7

 3.6 封装与组装术语 10

 3.7 测量技术术语 13

 3.8 与器件相关的术语 15

参考文献 22

索引 23

汉语拼音索引 23

英文对应词索引 27

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国微机电技术标准化技术委员会(SAC/TC 336)提出并归口。

本标准主要起草单位：中机生产力促进中心、中国电子科技集团第 13 研究所、清华大学、上海交通大学、中北大学。

本标准主要起草人：丁红宇、刘伟、张苹、崔波、杨拥军、叶雄英、陈迪、石云波。

微机电系统(MEMS)技术 术语

1 范围

本标准规定了微机电系统领域所涉及的材料、设计、加工、封装、测量以及器件等方面的通用术语和定义。

本标准适用于微机电系统领域的研究、开发、评测和应用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2900.66—2004 电工术语 半导体器件和集成电路(IEC 60050-521:2002,IDT)

3 术语和定义

3.1 综合性术语

3.1.1

微机电系统 micro-electromechanical systems, MEMS

微系统 microsystem

微机械 micromachine

关键(部件)特征尺寸在亚微米至亚毫米之间,能独立完成机电光等功能的系统。

注1:微机电系统一般包括微型机构、微传感器、微执行器、信号处理和控制在、通讯接口电路以及能源等部分。

注2:微机电系统通常需要多学科领域技术的综合应用,例如机、电、光、生物等多种领域。

注3:MEMS主要在美国使用,微系统主要在欧洲使用,微机械主要在日本使用。

3.1.2

微机电系统技术 micro-electromechanical system technologies

MEMS技术

实现微机电系统的技术。

3.1.3

微科学与工程 micro-science and engineering

针对于微机电系统的微观科学与工程。

注:随着微机电系统构件尺寸的减小,许多物理特性发生了变化。主要有两类情况:1)这些变化有时可以由宏观世界的变化推断出来;2)随着微观效应的增强,使得这种推断变得不可能。对于后者,我们不仅要建立新的理论和经验公式来解释微观世界的现象,而且需要研究新的工程分析和归纳方法。可以针对微机电系统开展材料学、流体力学、热力学、摩擦学、控制工程、运动学等微观科学的系统研究。

3.1.4

生物 MEMS bio-MEMS

与生物或生物医学技术相结合的 MEMS。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.8.1]

3.1.5

射频 MEMS radio frequency MEMS, RF MEMS

与无线通信技术相结合的 MEMS。

3.1.6

微光机电系统 micro-optical-electronicmechanical systems, MOEMS

与光学技术相结合的 MEMS。

3.2 科学与工程术语

3.2.1

尺寸效应 scale effect

由于物体尺寸的变化而导致各方面的性质和特性发生改变的现象。

3.2.2

表面效应 surface effect

由于物体尺寸变小,表面积与体积比增大,而导致物体表面的性质和特性发生改变的现象。

3.2.3

粘附 stiction

因表面张力或静电力等使微结构附着于基底或其他结构体的现象。

3.2.4

防粘附 antistiction

避免发生粘附现象。

3.2.5

亲水性 hydrophilicity

物质对水有较高的亲和能力,即可以吸引水分子,或溶解于水。

注:亲水固体材料的表面,易被水所润湿。

3.2.6

疏水性 hydrophobicity

物质与水相互排斥的现象。

注:对固体,疏水表现为浸润性差;对液体,表现为与水之间不相溶。

3.2.7

静电驱动 electrostatic actuation

利用结构间的静电场力进行的驱动。

3.2.8

电磁驱动 electromagnetic actuation

利用电磁力进行的驱动。

3.2.9

压电驱动 piezoelectric actuation

利用外电场使压电材料产生伸缩形变进行的驱动。

3.2.10

电热驱动 electrothermal actuation

利用材料在电流产生的热能作用下升温膨胀进行的驱动。

3.2.11

光热驱动 photothermal actuation

利用材料在光照产生的热能作用下升温膨胀进行的驱动。

3.2.12

声波驱动 sound wave actuation

利用声波振动特性进行的驱动。

3.2.13

形状记忆合金驱动 shape memory alloy actuation

利用形状记忆合金进行的驱动。

3.2.14

表面张力 surface tension

作用于液体表面单位长度上使表面收缩到最小的力。

注1：表面张力是分子力的一种表现。

注2：表面张力的方向与液面相切。

3.2.15

范德华力 Van der Waals force

存在于分子间的一种吸引力。

注：范德华力作用能的大小一般只有每摩尔几千焦至几十千焦，比化学键弱得多。

3.3 与材料相关的术语

3.3.1

功能材料 function material

在力、电、磁、声、光和热等方面具有特殊性质，或在其作用下表现出特殊功能的材料。

3.3.2

压电材料 piezoelectric material

在外力作用下发生极化而在两端表面间出现电位差，或在外电场作用下发生形变的材料。

3.3.3

压阻材料 piezoresistive material

在应力作用下电阻率发生明显变化的材料。

3.3.4

形状记忆合金 shape memory alloy

发生塑性变形后，在某一温度下能恢复原来形状的合金材料。

注：材料在某一温度下受外力变形，去除外力后能保持其变形后的形状，但当温度上升到某一温度，材料会自动恢复到变形前原有的形状。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.3.1]

3.3.5

单晶硅 monocrystalline silicon

硅的一种形态，具有完整的点阵结构且晶体内原子都是呈周期性规则排列的硅晶体，是 MEMS 用作衬底的主要材料。

3.3.6

多晶硅 polycrystalline Silicon

硅的一种形态，晶体内各个局部区域里原子呈周期性排列，但不同局部区域之间原子排列无序。在微机电系统中多用于结构层和电极导电层。

3.3.7

非晶硅 amorphous silicon

硅的一种形态，是晶体内分子不呈空间有规则周期性排列。

3.3.8

N 型硅 N type silicon

在硅中掺入微量的 V 族元素,能形成以电子导电为主的半导体。

3.3.9

P 型硅 P type silicon

在硅中掺入微量的 III 族元素,能形成以空穴导电为主的半导体。

3.3.10

二氧化硅 silicon dioxide

硅的一种氧化物。一般是指通过热氧化或沉积等方法而成的薄膜材料,在 MEMS 中多作为绝缘层、掩膜或牺牲层使用。

3.3.11

氮化硅 silicon nitride

硅的一种氮化物,一般是指通过气相沉积而成的薄膜材料。在 MEMS 中多作为绝缘层、掩膜或支撑结构层使用。

3.3.12

碳化硅 silicon carbide

硅的一种碳化物,一般是指通过气相沉积而成的薄膜材料。在 MEMS 加工中,常在结构表面沉积一层碳化硅以防止被高温破坏或氧化。

3.3.13

光刻胶 photoresist

用以产生抗蚀膜的感光树脂,通过见光和不见光的选择性去除,实现图形化。

注:光刻胶通常分为负性光刻胶和正性光刻胶。

3.3.14

聚酰亚胺 polyimide

分子链中含有酰亚胺环状结构的环链高聚物,具有耐高温等特性。

注 1:在 MEMS 中通常做厚结构使用。

注 2:光敏聚酰亚胺可作为光刻胶用。

3.3.15

聚二甲基硅氧烷 polydimethylsiloxane, PDMS

分子链中含有硅氧结构的聚合物,具有较高的透明、生物相容等特性。

3.3.16

聚甲基丙烯酸甲酯 poly methyl methacrylate, PMMA

由甲基丙烯酸甲酯组成的聚合物。在微加工中多指对 X 线或电子束敏感的一种光刻胶。

3.4 与设计相关的术语

3.4.1

MEMS 系统级设计 MEMS system level design

按照系统的角度将要设计的 MEMS 系统划分成不同的功能模块,采用系统级的分析方法和工具对设计的系统进行分析,确定各模块的功能和结构。

3.4.2

MEMS 器件级设计 MEMS device level design

采用解析和数值计算的方法对 MEMS 器件的具体材料、结构参数和性能进行分析,从而得到器件的最终结构。

3.4.3

MEMS 工艺级设计 MEMS process level design

考虑系统和器件的具体结构以及可以采用的工艺设备和条件,结合工艺之间的相关性、条件限制等引述,得到具体的工艺过程。

3.4.4

MEMS 版图级设计 MEMS layout level design

采用版图设计工具,对结构和工艺过程进行具体化、参数和图形化的设计,得到加工中所需要的掩膜版图图形。

3.4.5

自上向下的设计 top-down design

指在 MEMS 设计过程中从系统级、器件级到工艺级的自顶向下设计。

3.4.6

自下向上的设计 bottom-up design

指在 MEMS 设计过程中从工艺级、器件级到系统级的自底向上设计。

3.4.7

MEMS 计算机辅助设计 MEMS computer aided design, MEMS CAD

运用 MEMS 计算机辅助设计软件,在计算机终端以人机交互的方式进行设计。

3.4.8

微模具设计 micro-mould design

指用于各种微模塑成型的微模具设计。设计微模具需要在常规模具设计的基础上,充分应用微纳设计方法,考虑到微尺度因素影响,提高微小塑件填充率和表面质量、微模具寿命和可复用性等。

3.4.9

降阶模型 order-reduced model

用状态空间方法表达的数学模型,采用模型集结的方法降低状态空间模型的阶数,所获得的低阶模型,或对于用微分方程、差分方程或时间序列分析等方法建立的模型,忽略其高阶项而获得的低阶模型。

3.4.10

集总参数模型 lumped parameter model

集总参数是描述系统内在本质特性模型的简化,通过单点参数描述空间场分布,早期多应用在电路设计中,并拓展到由多部件组成的微机电系统的设计。利用集总参数求解,计算量和计算复杂度显著下降。

3.4.11

硬件描述语言 hardware description language

用于描述数字系统的结构、行为、功能和接口等硬件特征的语句。

3.4.12

分布参数模型 distributed parameter model

不能用电阻、电容和电感或阻尼、质量和弹簧等“集总”元件参数来描述传输线路的特性或机械系统特性,而必须用连续地分布在系统各处的元件参数来描述,这类参数称为分布参数。

3.4.13

等效电路 equivalent circuit

具有电路参数的电路元件的排列,在所考虑的范围,与某特定的电路或器件参数电气等效。

注:为了便于分析,用等效电路替代更复杂的电路或器件。

3.4.14

空气阻尼 air damping

由空气介质产生阻尼效应。空气阻尼是借助于联接到可动部件的阻尼叶片交替地压缩箱子上部和下部的空气,将动能转换空气的压缩热和摩擦热。

3.4.15

品质因子 quantity factor

振动系统存储的总能量与在振动一周期内损失的能量之比乘以 2π 。

3.4.16

噪声 noise

物质中微粒的无规则运动就产生噪声。在电路中指由于电子的持续杂乱运动或冲击性的杂乱运动所形成的频率范围比较宽的干扰。

3.4.17

瞬态响应 transient response

系统在某一典型信号(如脉冲、阶跃、谐波信号等)输入作用下,其系统输出量从初始状态到稳定状态的变化过程。

3.4.18

动态分析 dynamic analysis

研究系统在快速变化的载荷作用下或在系统在不平衡状态下的特性,称为动态分析。

注:系统的最小基频小于载荷的变化频率。

3.4.19

静态分析 static analysis

研究系统在恒定载荷或缓变载荷作用下或在系统平衡状态下的特性,称为静态分析。

注:系统的基频远高于载荷的变化频率。

3.4.20

模态分析 modal analysis

运用计算或实验分析取得结构固有振动特性参数(如频率和振型)的过程,称为模态分析。模态分析是系统辨别方法在工程振动领域中的应用。

3.4.21

耦合场分析 couple-field analysis

指在有限元分析的过程中考虑了两种或者多种工程学科(物理场)的交叉作用和相互影响(耦合)。

3.4.22

有限元方法 finite element method, FEM

将求解域看成是由许多称为有限元的小的互连子域组成,对每一单元假定一个合适的(较简单的)近似解,然后推导求解这个域总的满足条件(如结构的平衡条件),从而得到问题的解。

3.4.23

MEMS 结点化模型 MEMS nodal model

将 MEMS 系统视为由若干个同一能量域或不同能量域的基本单元组成的,每个单元为一个结点,与电路中基本元件如电阻、电容等相对应,运用 AHDL 语言将上述 MEMS 结点与真实电路连接在一起形成网络,建立系统的微分方程,运用系统级的分析工具(如 SABER 或 SPICE)进行系统仿真和分析。

3.4.24

多尺度模型 multiscale model

指用于描述微纳器件中跨原子、纳米、亚微米、微米尺度现象的数学模型,通常由分子动力学模型、量子物理模型、连续介质模型组成,体现了理论与试验关系的新认知方法,是多学科的交融与渗透结果。

建立多尺度模型的核心问题是多过程耦合和跨尺度关联。

3.5 与加工工艺相关的术语

3.5.1

微加工技术 micromachining

实现微结构的加工技术的总称。

注：微加工技术主要包括硅加工技术、LIGA 技术、超精密与特种加工技术。

3.5.2

硅加工工艺 silicon process

硅微加工技术。

注：虽然硅工艺一般分为表面微加工和体硅微加工，但其中的许多技术是相同的。

3.5.3

光刻 photolithography

运用曝光的方法将精细的图形转移到光刻胶上的技术。

注：光刻时使用有预定图形的玻璃板作为掩膜，掩膜放在涂有光刻胶的基底上，然后用紫外线或可见光使光刻胶基底部分曝光。曝光会改变光刻胶在显影液中的溶解性，掩膜上图形通过显影工艺转移到了光刻胶上。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.7]

3.5.4

光刻掩模 photomask

有预定图形的部分透明的玻璃板或胶片。

3.5.5

电子束刻蚀 electron beam lithography

利用电子束在衬底上生成高精度图形的技术。

3.5.6

X 射线光刻 x-ray lithography

运用 X 射线将高精度的图形转移到光刻胶上的技术。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.14]

3.5.7

接触式曝光 contact printing

掩模板直接与光刻胶层接触的曝光方法。

3.5.8

接近式曝光 proximity printing

掩模版与光刻胶层略微分开的曝光方法。

3.5.9

投影式曝光 projection printing

在掩模版与光刻胶之间使用光学系统实现曝光。

3.5.10

表面微加工工艺 surface micromachining

在基底表面逐层淀积不同材料并进行刻蚀，形成微结构的微机械加工工艺。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.6]

3.5.11

气相沉积 vapor deposition

将物质由气体状态沉积到固体表面的技术。

注：气相沉积是利用加热或电子束照射将固体物质（通常为金属）气化，并将衬底暴露在气体中进行沉积，从而得到薄膜的技术。薄膜的纯度依赖于腔体内的压力，由于薄膜仅靠附着力黏附，所以，附着力较小且晶体结构不完

整。因此,为了提高附着力并改善晶体结构,有时将衬底进行预热来促进沉积后的化学反应。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.29]

3.5.12

物理气相沉积工艺 **physical vapor deposition process, PVD**

利用热能或等离子体能量将沉积靶材料从固态变为气态,并再变成固态沉积在基底的过程。

注:物理气相沉积工艺主要包括原子的真空蒸发,和惰性或反应气氛下的单靶或多靶溅射沉积(例如 RF 磁性溅射、离子束溅射、分子束外延、激光消融)。

3.5.13

化学气相沉积工艺 **chemical vapor deposition process, CVD**

把含有构成薄膜元素的气态反应剂或液态反应剂的蒸汽及反应所需其他气体引入反应室,在衬底表面发生化学反应生成薄膜的过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.31]

3.5.14

刻蚀工艺 **etching process**

用化学和(或)物理方法有选择的去除部分薄膜或者基底材料的加工工艺。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.18]

3.5.15

牺牲层刻蚀 **sacrificial etching**

在几种不同材料的多层组合结构中,选择性地去一层材料的工艺。

3.5.16

体微加工工艺 **bulk micromachining**

通过选择性去除部分基底材料实现微结构的微机械加工方法。

注:体微机械工艺是通过化学方法刻蚀去除基底不需要部分的加工方法。通过使用 SiO_2 或 Si_3N_4 掩模可以保护表面不被刻蚀。硼掺杂层也可以停止表面层以下部分的刻蚀。

3.5.17

湿法刻蚀 **wet etching**

利用与待刻材料可产生化学反应的溶液对薄膜或器件结构进行腐蚀的技术。

注:在进行湿法刻蚀时,将不需要腐蚀的一部分掩模,暴露其余的部分,然后将材料浸入反应溶液中。可分为各向同性刻蚀和各向异性刻蚀。

[IEC 62047-1:2005,2.5.19]

3.5.18

干法刻蚀 **dry etching**

利用可产生物理和/或化学反应的气体或等离子体进行刻蚀的技术,通常又称为干法刻蚀。

注:电子能量所产生的可反应气体与衬底反应并移除材料,形成所需的形状或尺寸。干法刻蚀可分为利用化学反应的各向同性腐蚀(等离子刻蚀)和利用物理反应的直接刻蚀(离子刻蚀)。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.20]

3.5.19

各向同性刻蚀 **isotropic etching**

刻蚀速度不随晶向或能量束方向改变的腐蚀过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.21]

3.5.20

各向异性刻蚀 **anisotropic etching**

随晶向或能量束方向不同,刻蚀速度不同的刻蚀过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.22]

3.5.21

停蚀 etch stop

防腐蚀层,停止过多的腐蚀。

注:对于硅的腐蚀,停蚀主要利用在硅中掺杂其他元素(例如硼)来实现。硅的氮化层或氧化层同样可以实现停蚀。

3.5.22

圆片去除工艺 lost wafer process

一种利用选择性刻蚀来去除大部分衬底材料而留下部分扩散层的工艺技术。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.24]

3.5.23

化学机械抛光 chemical-mechanical polishing

化学腐蚀和机械磨削相结合的工艺技术。

3.5.24

LIGA 工艺 LIGA process

利用基于 X 射线(同步辐射)和电铸成型的深层光刻获得微观结构的工艺。

注 1: LIGA 是德语中的光刻、电铸成型和注塑成型,即:Lithographie、Galvanoformung、Abformung 的首字母简写。

注 2: LIGA 加工的特点包括可以大量生产宽度在 $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ 、深度为几百微米的高深宽比的结构,LIGA 技术可用于硅半导体、陶瓷、金属和塑料等各种材料。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.12]

3.5.25

UV-LIGA

利用极紫外线代替 X 射线的 LIGA 技术。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.13]

3.5.26

电铸成型 electroforming

通过在模型或模具上电镀,模型或模具随后与淀积的物体分离,进行的物品的生产或复制。

注:通过非电镀使树脂或其他模具具有导电性,该模具作为电镀中的阴极,快速进行厚金属的电镀,通过分离模具得到产品。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.31]

3.5.27

热压加工 hot embossing process

将硬模挤轧在加热软化后的衬底上,从而将模具的微结构复制到衬底的加工过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.33]

3.5.28

微注成型 micromoulding

将液化后的材料注入模型,从而得到希望的细微零件形状的加工过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.34]

3.5.29

微电火花加工 micro-electrodischarge machining

利用在微电极和材料之间进行放电而实现的加工过程。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.5.32]

3.5.30

能量束加工 beam process

利用高密度能量束进行的加工技术。

注:在微机械加工中使用的高密度能量束包括:激光束、电子束、离子束(典型的离子束是聚焦离子束,也就是 FIB)和分子或原子束。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.15]

3.5.31

聚焦离子束加工 focused ion beam machining

利用加速并聚焦的离子溅射,将材料表面的细微部分去除的技术。

注:利用直径大约在 $0.1\ \mu\text{m}$ 的聚焦离子束,可以加工高精度的微孔,加工各种探针,或加工、修改非球面透镜面。

通过测量从材料反射的次级电子或离子的强度的变化,可以精确的控制加工的深度。缺点是加工的速度很慢,另外,为了获得高真空环境,需要相对复杂的设备。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.17]

3.5.32

扫描隧道显微镜加工 scanning tunneling microscope machining

利用扫描隧道显微镜(STM)进行的原子和分子级的表面加工(原子操作)。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.5.35]

3.5.33

键合 bonding

将两层或多层硅片(或其他材料)叠放在一起,用一定外界手段促使其在接触面结合为一体的技术。

3.5.34

晶圆键合 wafer bonding

硅膜或者带玻璃的硅膜整体表面相连接的一种技术。

3.5.35

粘接键合 adhesive bonding

利用聚合物材料作为粘合剂,将两片材料键合在一起的技术。

3.5.36

阳极键合 anodic bonding

利用含有可移动离子的玻璃衬底和硅、金属等衬底进行的键合的技术。将晶片加热,并以硅作为正极,在两片衬底间施加高压,产生静电引力从而完成键合。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.6.3]

3.5.37

扩散键合 diffusion bonding

加热到熔点之下,通过原子间的相互扩散将处于固体状态的材料粘结在一起的技术。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.6.4]

3.5.38

硅熔融键合 silicon fusion bonding

硅、氧化硅等亲水衬底通过表面间氢键键合在一起,当高温退火后,变为 Si-O-Si 键键合的技术。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.6.5]

3.5.39

超声键合 ultrasonic bonding

一种使用超声能量和压力焊接两种材料的工艺。

3.6 封装与组装术语

3.6.1

封装 packaging

为了保护元器件,将其安装在具有连接端子的外壳的操作。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.6.8]

3.6.2

圆片级封装 wafer level packaging

在划片前完成的封装。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.6.9]

3.6.3

多芯片封装 multichip package

指能装载若干块芯片并通过几个导体图形层将它们互连在一起的一种电子封装。

3.6.4

封装延迟 package delay

与完成组成逻辑电路的元件间的互连有关的时间延迟、它的量值取决于材料和距离。

3.6.5

可键合性 bond ability

当用超声或热压引线键合其中任何一种方法时,为使互连材料达到满意的键合,键合面必须具有的表面特性和洁净度。

3.6.6

引线键合工艺 wire bonding

为了使半导体元件互连或与封装引线连接,常采用金属丝将它们互连的方法。

3.6.7

芯片粘接 die attach

整个芯片背面与一个涂有粘结胶的封装面进行粘接。

3.6.8

芯片间的连接 interchip wiring

为实现某种功能把一块芯片上的电路与另一块芯片上的电路用导线连接成通路。

3.6.9

微组装 microassembly

微技术结构单元和具有封装面的微结构元件进行的组装,或将这些元件安装在带有外壳且有电信号接触的其他产品上进行的连接。

3.6.10

非接触操作 non-contact handling

采用非接触方式抓取并转移物体。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.6.7]

3.6.11

微操纵器 micromanipulator

用于操纵微小零件和微小工具、基因、细胞等细小物体的器械。

注:微操纵器可以由机械、气动、液压(油压或水压),电磁或压电执行器或电动马达进行驱动。用于对细胞进行操纵的微操纵器一般由两个独立驱动组成:距离的微调和粗调方式。大部分微操纵器通过显微镜或摄像系统的视频图像来手动调节距离。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.6.6]

3.6.12

附加镀 additive plating

混合电路板通过掩模依次镀涂导体、电阻和绝缘材料的工艺,由此确定线条、焊盘和元件的区域(部位)。

3.6.13

钎焊 **braze**

两种不同材料通过在其界面形成液相而形成连接。

3.6.14

载带自动焊 **tape automated bonding, TAB**

一种采用热压键合技术将硅芯片与聚合物载带上带图形的金属(如覆铜的聚酰亚胺)焊接在一起,然后用外引线键合技术焊接到基板或电路板上的工艺。诸如测试、包封、老炼等中间工艺可用带状形式完成,然后从带上切下每个封装。

3.6.15

带凸焊点的载带 **bumped tape**

用于 TAB 工艺的一种载带,即把内引线键合区上的金属凸焊点做在带上,而不是做在芯片上。这就保证了内引线键合和被焊芯片的无焊点区之间的机械和电气隔离。

3.6.16

片式载体 **chip carrier**

封装半导体器件的一种专门的包封或封装形式,其电端点排布在它的周边,或是在四周的下面排布焊盘,而不是扩展的引线框架或插脚。

3.6.17

芯片 **chip**

管芯 **die**

晶片的一部份(或整体),可完成一种或若干功能。

[GB/T 2900.66-2004,定义 521-05-30]

3.6.18

板上芯片 **chip-on-board**

用引线键合的方法把一块芯片直接粘接到电路板或基板进行的电连接。

3.6.19

已测合格芯片 **known good die**

封装前已测试的芯片,其功能符合要求。

3.6.20

倒装芯片 **flip Chip**

包含有电路元件的一种无引线单片结构,通过适当数量的凸焊点,在这些焊点上面再覆盖导电粘接剂,使其电气或机械互连到混合电路上。此外,也可以带接触焊盘的芯片面朝下用焊料进行焊接。

3.6.21

导电胶 **conductive adhesive**

粘接材料,通常是环氧,其中添加金属粉以增加其电导率,常用的添加材料是银(Ag)。

3.6.22

共面引线 **coplanary leads**

从电路封装的侧面引出的带状引线,为了便于表面安装,所有的引线均在同一平面上。

3.6.23

包封 **encapsulation**

密封或涂覆元件或电路的工艺,以便于机械及环境保护。

3.6.24

共晶 **eutectic**

应用于两种或两种以上物质的混合物的术语,该混合物具有这些组分之间可能的最低熔点。

3.6.25

玻璃釉烧结 frit

把玻璃组分研磨成粉末,作为厚膜组分,烧结熔化,使其与基板粘接,并与导体组分固着在一起。

3.6.26

玻璃化温度 glass transition temperature

在聚合物和玻璃化学中,相应于玻璃向液相转变的温度。在该温度以下,热膨胀系数较小,而且接近常数;在该温度以上,热膨胀系数很大。

3.6.27

接地面 ground plane

基板上或埋置在基板中的导体层,它连接许多点到一个或多个接地电极上。

3.6.28

混合模块 hybrid module

混合微电路和其他元件互连成一体或是互连成电子子系统的一个部件的模块,这里所说的混合模块也叫做含有厚膜和薄膜的复合型模块。

3.6.29

激光焊接 laser soldering

通常是用长波长 YAG 或 CO₂ 激光器将焊料加热到再流焊温度,使其进行焊料互连的技术。这种焊接方法具有依次加热、迅速冷却的特点。

3.6.30

引线框架 lead frame

一种在其上进行芯片粘接,引线键合,然后模塑封装的片状金属框架。

3.6.31

无引线片式载体 leadless-chip carrier

一种周边带有金属化触点(而不是金属引线)的表面安装型封装。这些金属化触点可与印制板或基板上的金属化触点相焊接。

3.6.32

硅片效率 silicon efficiency

所有硅芯片的总面积与总的封装面积之比。

3.6.33

烧结 sintering

对金属或陶瓷粉末加热,使它们的颗粒粘接在一起而形成一种单体结构。

3.7 测量技术术语

3.7.1

光学显微镜 optical microscope

利用光学原理,把人眼所不能分辨的微小物体放大成像,以供人们提取微细结构信息的光学仪器。

3.7.2

干涉显微镜 interference microscope

采用通过样品内和样品外的相干光束产生干涉的方法,把相位差(或光程差)转换为振幅(光强度)变化的显微镜。

3.7.3

体视显微镜 stereomicroscope

一种具有正像立体感的目视仪器。

3.7.4

荧光显微镜 fluorescence microscope

以紫外线或其他光为光源,测量具有荧光特性的物体的显微镜。

3.7.5

工具显微镜 tool microscope

工具显微镜又称工具制造用显微镜,是一种工具制造时所用高精度的二次元坐标测量仪。

3.7.6

扫描探针显微镜 scanning probe microscope

利用原子尺寸的探针针尖在靠近样品表面的光栅图形内进行扫描,根据测得的探针与样品表面的物理量获得图像的显微镜。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.7.1]

3.7.7

原子力显微镜 atomic force microscope

悬臂梁顶端与被测物之间产生原子力,造成悬臂梁的移动。通过检测悬臂梁的位移得到被测物体表面几何形状的一种显微镜。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.7.2]

3.7.8

扫描隧道显微镜 scanning tunneling microscope

保持探针与被测物之间的隧道电流为一常量,通过检测探针来获得物体表面几何形状的显微镜。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.7.3]

3.7.9

近场显微镜 near-field microscope

近场显微镜利用距待测物体非常接近的针孔测量电磁和超声辐射强度,并通过检测针孔内的光栅获得高解析图像。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.7.4]

3.7.10

扫描电子显微镜 scanning electron microscope

通过收集电子束与样品相互作用所激发出的各种信息,经电子线路处理后得到样品表面结构图像的电子光学仪器。

3.7.11

透射电镜 transmission electron microscope

透射电镜是以电子束透过样品经过聚焦与放大后所产生的物像,投射到荧光屏上或照相底片上进行观察。

3.7.12

表面轮廓仪 surface profilometer

通过触针或光学探针对被测表面形貌进行测量的仪器。

注:表面轮廓仪一般分为接触轮廓仪和非接触轮廓仪。

3.7.13

纳米压痕仪 nano indenter

通过触针以一定压力接触被测表面进行测量的仪器。

3.7.14

深宽比 aspect ratio

立体结构的垂直尺寸(高)与水平尺寸(宽)的比例,该参数用来表征结构的相对厚度。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.7.5]

3.7.15

面内测量 in-plane measurements

对平行于底层表面(或 x-y 表面)进行的测量。

3.7.16

离面测量 out-of-plane measurements

对离面结构在 z 轴方向(就是指,垂直于底层结构的方向)上进行的测量。

3.7.17

片上测试 test on chip

将测试结构同测试装置集成在一块芯片上的测试方法,称为片上测试。

3.7.18

片外测试 test out-of-chip

测试结构独立于测试装置的测试方法,称为片外测试。

3.7.19

测试结构 test structure

为了测量材料性能或微结构的性能专门制作的微结构(例如,悬臂梁或者是固定梁)。

3.7.20

锚点 anchor

悬空结构与基底连接的点。

3.7.21

双端固支梁 fixed-fixed beam

一种机械结构,它由两端固定的梁构成。

3.7.22

结构层 structural layer

完成 MEMS 工艺后,作为机械结构最终留下且含有 MEMS 结构的层。

3.7.23

支撑区 support region

由锚点组成的区域。

3.7.24

底层 underlying layer

当移除牺牲层后直接位于结构层之下的层。

3.7.25

牺牲层 sacrificial layer

在结构层和底层之间最终被移除的那个层。

3.8 与器件相关的术语

3.8.1

MEMS 器件 MEMS devices

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的器件。

3.8.2

微传感器 microsensor

用于测量物理或化学量的 MEMS 器件。

注:微传感器包括机械量传感器(用于测量压力、加速度、触觉、位移等)、化学量传感器(用于测量离子、氧气等)、电

学量传感器(用于测量磁力、电流等)、生物传感器和光学传感器。微传感器通常具有以下特点:1)不易受环境破坏,2)可以对微小局部状态进行测量,3)与电路集成,4)低功耗。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.10]

3.8.3

压阻式微传感器 piezoresistive microsensor

利用半导体材料的压阻效应进行测量的微传感器。

3.8.4

电容式微传感器 capacitive microsensor

利用电容的变化进行测量的微传感器。

3.8.5

隧道式微传感器 tunneling microsensor

利用隧道电流进行测量的微传感器。

3.8.6

场发生式微传感器 field-emissive microsensor

利用场发生电流进行测量的微传感器。

3.8.7

压电式微传感器 piezoelectric microsensor

利用压电材料的压电效应进行测量的微传感器。

3.8.8

谐振式微传感器 resonant microsensor

利用机械结构谐振频率的变化进行测量的微传感器。

3.8.9

磁敏微传感器 magnetic sensitive microsensor

利用磁场的变化进行测量的微传感器。

3.8.10

光学微传感器 optics microsensor

利用光学原理进行测量的微传感器。

3.8.11

离子敏感场效应微传感器 ion sensitive field effect transistor

利用场效应原理将离子敏感电极和场效应管(FET)集成的微传感器。

注:离子敏感电极的表层电压根据 pH 值或血液二氧化碳的压力等因素的波动而产生变化。离子敏感场效应晶体管是利用与载流垂直的电场来控制多数载流子形成的电流通路。离子敏感场效应晶体管基于硅微加工技术将探测器与放大器集成在一片硅衬底上。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.13]

3.8.12

压力微传感器 pressure microsensor

用于测量外界压力的微传感器,主要有压阻式和电容式。

3.8.13

惯性微传感器 inertial microsensor

用于测量惯性参量的微传感器,主要包括加速度微传感器与陀螺仪。

3.8.14

加速度微传感器 acceleration microsensor

微加速度计 microaccelerometer

用于测量加速度的微传感器。

注:加速度微传感器典型结构包括软弹簧和质量块。加速度微传感器感受加速质量块受运动惯量作用而产生的位

移,或测量消除这一位移需要的力来检测加速度。目前,加速度微传感器有:电容式、隧道式、压阻式、压电式。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.14]

3.8.15

微型惯性测量组合 macro inertial measure unit

可以同时测量 X、Y、Z 轴的线加速度与角加速度的集成微传感器。

3.8.16

微陀螺仪 microgyroscope

用于测量角速度或角速率的微传感器。

注:微陀螺仪被期望用作导航、姿态测量等。主要有转动与振动陀螺,基于科里奥利力。

3.8.17

触觉微传感器 tactile microsensor

用于测量固体的接触压力或剪切力的微传感器,也是一种压力传感器。

3.8.18

声微传感器 sonic microsensor

用于检测声音引起的声压变化的压力微传感器,也叫做微麦克风。

3.8.19

微流传感器 microflow sensor

用于测量流速/流量的微传感器。

3.8.20

生物微传感器 bio-microsensor

对生物物质敏感并实现对生物物质的分析和检测的微器件。

注:典型的生物传感器利用,如:酶、抗体等可以鉴别被测目标的生物学特殊材料。器件测量与鉴别与反应有关的物理与化学量的变化。利用硅微加工工艺制备的半导体传感器或各种电极中的一种(如:ISFET、微氧电极和荧光探测光学传感器)可作为该器件。生物传感器用于血液分析系统、葡萄糖传感器等。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.11]

3.8.21

化学微传感器 chemical microsensor

用于测量化学物质种类或含量的微传感器。

3.8.22

气敏微传感器 gas microsensor

用于测量特定气体的化学微传感器。

3.8.23

红外微传感器 infrared microsensor

用于测量物体红外辐射的微传感器。

3.8.24

微执行器 microactuator

将电能、化学能等各种能量转化为运动能量用于执行机械动作的 MEMS 器件。

注:例如,微静电执行器由微静电场驱动,微磁执行器由微磁场驱动,微压电执行器靠微压力场来传递位移或能量。

3.8.25

静电微执行器 electrostatic microactuator

利用静电力驱动的微执行器。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.7]

3.8.26

梳齿驱动微执行器 comb drive microactuator

由一系列平行排列的固定梳齿和与其交叉布置的第二组活动梳齿组成的静电微执行器。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.8]

3.8.27

微电机 micromotor

产生旋转或线性运动的微执行器,主要包括旋转运动微电机和线运动微电机。

3.8.28

静电微电机 electrostatic micromotor

利用静电力驱动的微电机。

3.8.29

旋转微电机 wobble micromotor

转子在偏心定子上产生旋转运动的变间隙静电微电机,主要包括线运动微电机合旋转运动微电机。

注:摇动电机又叫做谐波电机。这种电机包含的一个转子和一个定子。转子和定子都带有产生静电力的电极。转子或定子表面有一层绝缘层。转子绕旋转方向相反的方向进行旋转。摇动电机的特性包括:1)当转子周长与定子周长非常接近时,易于提供较低的转速和较高的转矩。2)不存在滑动件,所以不会出现摩擦和磨损现象。3)可以采用不同的材料。4)方便的增加转速比。另一方面,电机的旋转会导致不必要的振动。应用实例为:利用弹性连接支撑转子的摇动电机和利用 IC 工艺制成的转子在支点转动的摇动电机。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.9]

3.8.30

电磁微执行器 electromagnetic microactuator

利用电磁力驱动的微执行器。

3.8.31

热微执行器 heat microactuator

利用热产生运动和(或)力的微执行器。

3.8.32

压电微执行器 piezoelectric microactuator

利用压电材料产生运动和(或)力的微执行器。

注:压电执行器可分为单压电晶片元件、双压电晶片元件等各种类型。主要的压电材料是锆钛酸盐(PTZ)。其特点如下:1)响应快,2)单位体积应力输出大,3)结构简单,易于小型化,4)由于移动范围有限,易于实现微距控制,5)能量转换效率高。压电器件可用作微执行器,例如超声微电机、微位移环节、泵、扬声器。典型的应用是利用双压电晶片元件的谐振式移行式压电机构,和放大通过杆连接的若干压电器件的微位移的压电执行器。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.4]

3.8.33

形状记忆合金微执行器 shape memory alloy microactuator

利用形状记忆合金产生运动和(或)力的微执行器。

3.8.34

溶胶-凝胶转化微执行器 sol-gel conversion microactuator

用溶胶状态(液态)与凝胶状态(固态)相互转化而实现驱动的微执行器。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.6]

3.8.35

光驱动微执行器 light drive microactuator

以光作为控制信号或能量源的微执行器。

[IEC 62047-1:2005,定义 2.4.3]

3.8.36

微谐振器 micro resonator

产生谐振运动的微执行器,主要以交流静电驱动实现谐振。

3.8.37

微开关 microswitch

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的开关。

注:微开关的主要应用是微继电器。

[IEC 62047-1;2005,定义 2.4.21]

3.8.38

光微开关 optical microswitch

直接实现光的开与关的微器件。

[IEC 62047-1;2005,定义 2.4.22]

3.8.39

射频微开关 FR microswitch

实现射频信号的开与关的微器件。

3.8.40

微泵 micropump

通过压力变化实现少量流体输送的微器件。

注:微泵的关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间。

3.8.41

微阀 microvalve

控制液体在微通道中流动的微器件。

注:微阀的关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间。

[IEC 62047-1;2005,定义 2.4.25]

3.8.42

微夹具 microgripper

可以抓取微观尺度物体的微器件。

注:微夹具的关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间。

[IEC 62047-1;2005,定义 2.4.23]

3.8.43

微齿轮 microgear

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的齿轮。

3.8.44

微轴承 microbearing

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的轴承。

3.8.45

微弹簧 microspring

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的弹簧。

3.8.46

微悬臂梁 microcantilever

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的悬臂梁。

注:微悬臂梁经常用于如原子力显微镜等高解析率的显微镜。

3.8.47

膜结构 diaphragm structure

可产生变形的膜。

注：在微观领域，单晶硅、多晶硅、氮化硅、聚合物等材料用于制作膜结构。该结构通常利用各向异性刻蚀、聚合物微加工等得到，根据应用不同，结构的厚度可以控制在几微米到几十微米。

3.8.48

微通道 microchannel

关键特征尺寸在亚微米至亚毫米之间的通道。

注1：微通道的宽度一般在几微米到几百微米。

注2：微通道经常用于如片上实验室等流体器件。微通道中的流动与宏观意义上是不同的，微流体的计算方法是微科学工程研究中的关键问题之一。

注3：微通道可以用于声音、光、气体、液体等传导。

3.8.49

微反射镜 micromirror

可以控制反射角度的微镜。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.4.19]

3.8.50

扫描微镜 scanning micromirror

用于扫描光束的微镜。

注：扫描镜可以用于激光打印机、光学传感器的扫描部分、显示屏等。可以利用微加工工艺将扫描镜阵列与执行器做在一片硅晶片上。扫描镜可望成为微机械技术的一项实际应用。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.4.20]

3.8.51

微电极 microelectrode

一种利用微加工工艺制作的可用于对生物组织进行电刺激或记录生物组织电活动的微型电极。

3.8.52

微电极阵列 microelectrode array

一种利用微加工工艺制作的能实现对多点生物组织进行电刺激或生物电活动进行记录的电极结构，它具有二维平面结构和三维立体结构。

3.8.53

微型燃料电池 micro-fuel cell

通过电化学过程直接将化学能转化为电能的 MEMS 器件。

[IEC 62047-1:2005, 定义 2.4.27]

3.8.54

生物芯片 bio-chip

在固体表面有序排列微阵列测试点，允许多种生物测试物质（多靶标）在同一时间被测试，以实现高通量和快速检测的集成微器件。

3.8.55

细胞芯片 cell chip

将细胞按照特定的方式固定在载体上用于生物监测的微型器械或观察细胞间相互作用的微器件。

3.8.56

组织芯片 tissue chip

将组织切片等按照特定的方式固定在载体上用于研究免疫组织化学反应的微器件。

3.8.57

芯片实验室 lab on chip

一种将加热器、微泵、微阀、微电极等微器械在芯片上进行集成,能实现生化反应、样品制备、监测和分析的微系统。

参 考 文 献

[1] IEC 62047-1;2005 Semiconductor devices Micro-electromechanical devices Part 1; Terms and definitions

索 引

汉语拼音索引

B

板上芯片	3.6.18
包封	3.6.23
表面轮廓仪	3.7.12
表面微加工工艺	3.5.10
表面效应	3.2.2
表面张力	3.2.14
玻璃化温度	3.6.26
玻璃釉烧结	3.6.25

C

测试结构	3.7.19
场发生式微传感器	3.8.6
超声键合	3.5.39
尺寸效应	3.2.1
触觉微传感器	3.8.17
磁敏微传感器	3.8.9

D

带凸焊点的载带	3.6.15
单晶硅	3.3.5
氮化硅	3.3.11
导电胶	3.6.21
倒装芯片	3.6.20
等效电路	3.4.13
底层	3.7.24
电磁驱动	3.2.8
电磁微执行器	3.8.30
电热驱动	3.2.10
电容式微传感器	3.8.4
电铸成型	3.5.26
电子束刻蚀	3.5.5
动态分析	3.4.18
多尺度模型	3.4.24
多晶硅	3.3.6
多芯片封装	3.6.3

E

二氧化硅	3.3.10
------------	--------

F

范德华力	3.2.15
防粘附	3.2.4
非接触操作	3.6.10
非晶硅	3.3.7
分布参数模型	3.4.12
封装	3.6.1
封装延迟	3.6.4
附加镀	3.6.12

G

干法刻蚀	3.5.18
干涉显微镜	3.7.2
各向同性刻蚀	3.5.19
各向异性刻蚀	3.5.20
工具显微镜	3.7.5
功能材料	3.3.1
共晶	3.6.24
共面引线	3.6.22
管芯	3.6.17
惯性微传感器	3.8.13
光刻	3.5.3
光刻胶	3.3.13
光刻掩模	3.5.4
光驱动微执行器	3.8.35
光热驱动	3.2.11
光微开关	3.8.38
光学微传感器	3.8.10
光学显微镜	3.7.1
硅加工工艺	3.5.2
硅片效率	3.6.32
硅熔融键合	3.5.38

H

红外微传感器	3.8.23
化学机械抛光	3.5.23
化学气相沉积工艺	3.5.13
化学微传感器	3.8.21
混合模块	3.6.28

J

激光焊接	3.6.29
集总参数模型	3.4.10
加速度微传感器	3.8.14
键合	3.5.33
降阶模型	3.4.9
接触式曝光	3.5.7
接地面	3.6.27
接近式曝光	3.5.8
结构层	3.7.22
近场显微镜	3.7.9
晶圆键合	3.5.34
静电驱动	3.2.7
静电微电机	3.8.28
静电微执行器	3.8.25
静态分析	3.4.19
聚二甲基硅氧烷	3.3.15
聚甲基丙烯酸甲酯	3.3.16
聚焦离子束加工	3.5.31
聚酰亚胺	3.3.14

K

可键合性	3.6.5
刻蚀工艺	3.5.14
空气阻尼	3.4.14
扩散键合	3.5.37

L

离面测量	3.7.16
离子敏感场效应微传感器	3.8.11
LIGA 工艺	3.5.24

M

锚点	3.7.20
面内测量	3.7.15
模态分析	3.4.20
膜结构	3.8.47
MEMS 结点化模型	3.4.23
MEMS 计算机辅助设计	3.4.7
MEMS 版图级设计	3.4.4
MEMS 工艺级设计	3.4.3
MEMS 器件	3.8.1

MEMS 器件级设计	3.4.2
MEMS 系统级设计	3.4.1

N

纳米压痕仪	3.7.13
能量束加工	3.5.30
N 型硅	3.3.8

O

耦合场分析	3.4.21
-------------	--------

P

片上测试	3.7.17
片式载体	3.6.16
片外测试	3.7.18
品质因子	3.4.15
P 型硅	3.3.9

Q

气敏微传感器	3.8.22
气相沉积	3.5.11
钎焊	3.6.13
亲水性	3.2.5

R

热微执行器	3.8.31
热压加工	3.5.27
溶胶-凝胶转化微执行器	3.8.34

S

扫描电子显微镜	3.7.10
扫描隧道显微镜	3.7.8
扫描隧道显微镜加工	3.5.32
扫描探针显微镜	3.7.6
扫描微镜	3.8.50
烧结	3.6.33
射频 MEMS	3.1.5
射频微开关	3.8.39
深宽比	3.7.14
生物 MEMS	3.1.4
生物微传感器	3.8.20
生物芯片	3.8.54
声波驱动	3.2.12

声微传感器	3.8.18
湿法刻蚀	3.5.17
梳齿驱动微执行器	3.8.26
疏水性	3.2.6
双端固支梁	3.7.21
瞬态响应	3.4.17
隧道式微传感器	3.8.5

T

碳化硅	3.3.12
体视显微镜	3.7.3
体微加工工艺	3.5.16
停蚀	3.5.21
投影式曝光	3.5.9
透射电镜	3.7.11

W

微泵	3.8.40
微操纵器	3.6.11
微齿轮	3.8.43
微传感器	3.8.2
微弹簧	3.8.45
微电火花加工	3.5.29
微电机	3.8.27
微电极	3.8.51
微电极阵列	3.8.52
微阀	3.8.41
微反射镜	3.8.49
微光机电系统	3.1.6
微机电系统	3.1.1
微机电系统技术	3.1.2
微机械	3.1.1
微加工技术	3.5.1
微加速度计	3.8.14
微夹具	3.8.42
微开关	3.8.37
微科学与工程	3.1.3
微流传感器	3.8.19
微模具设计	3.4.8
微通道	3.8.48
微陀螺仪	3.8.16
微系统	3.1.1
微谐振器	3.8.36

微型惯性测量组合	3.8.15
微型燃料电池	3.8.53
微悬臂梁	3.8.46
微执行器	3.8.24
微轴承	3.8.44
微注成型	3.5.28
微组装	3.6.9
无引线片式载体	3.6.31
物理气相沉积工艺	3.5.12

X

牺牲层	3.7.25
牺牲层刻蚀	3.5.15
细胞芯片	3.8.55
谐振式微传感器	3.8.8
芯片	3.6.17
芯片间的连接	3.6.8
芯片实验室	3.8.57
芯片粘接	3.6.7
形状记忆合金	3.3.4
形状记忆合金驱动	3.2.13
形状记忆合金微执行器	3.8.33
旋转微电机	3.8.29
X射线光刻	3.5.6

Y

压电材料	3.3.2
压电驱动	3.2.9
压电式微传感器	3.8.7
压电微执行器	3.8.32
压力微传感器	3.8.12
压阻材料	3.3.3
压阻式微传感器	3.8.3
阳极键合	3.5.36
已测合格芯片	3.6.19
引线键合工艺	3.6.6
引线框架	3.6.30
荧光显微镜	3.7.4
硬件描述语言	3.4.11
有限元方法	3.4.22
原子力显微镜	3.7.7
圆片级封装	3.6.2
圆片去除工艺	3.5.22

Z		粘接键合	3.5.35
		支撑区	3.7.23
载带自动焊	3.6.14	自上向下的设计	3.4.5
噪声	3.4.16	自下向上的设计	3.4.6
粘附	3.2.3	组织芯片	3.8.56

英文对应词索引

A

acceleration microsensor	3.8.14
additive plating	3.6.12
adhesive bonding	3.5.35
air damping	3.4.14
amorphous silicon	3.3.7
anchor	3.7.20
anisotropic etching	3.5.20
anodic bonding	3.5.36
antistiction	3.2.4
aspect ratio	3.7.14
atomic force microscope	3.7.7

B

beam process	3.5.30
bio-chip	3.8.54
bio-MEMS	3.1.4
bio-microsensor	3.8.20
bond ability	3.6.5
bonding	3.5.33
bottom-up design	3.4.6
braze	3.6.13
bulk micromachining	3.5.16
bumped tape	3.6.15

C

capacitive microsensor	3.8.4
cell chip	3.8.55
chemical microsensor	3.8.21
chemical vapor deposition process	3.5.13
chemical-mechanical polishing	3.5.23
chip carrier	3.6.16
chip	3.6.17
chip-on-board	3.6.18
comb drive microactuator	3.8.26
conductive adhesive	3.6.21
contact printing	3.5.7
coplanary leads	3.6.22
couple-field analysis	3.4.21

CVD	3. 5. 13
-----------	----------

D

diaphragm structure	3. 8. 47
die attach	3. 6. 7
die	3. 6. 17
diffusion bonding	3. 5. 37
distributed parameter model	3. 4. 12
dry etching	3. 5. 18
dynamic analysis	3. 4. 18

E

electroforming	3. 5. 26
electromagnetic actuation	3. 2. 8
electromagnetic microactuator	3. 8. 30
electron beam lithography	3. 5. 5
electrostatic actuation	3. 2. 7
electrostatic microactuator	3. 8. 25
electrostatic micromotor	3. 8. 28
electrothermal actuation	3. 2. 10
encapsulation	3. 6. 23
equivalent circuit	3. 4. 13
etch stop	3. 5. 21
etching process	3. 5. 14
eutectic	3. 6. 24

F

FEM	3. 4. 22
field-emissive microsensor	3. 8. 6
finite element method	3. 4. 22
fixed-fixed beam	3. 7. 21
flip Chip	3. 6. 20
fluorescence microscope	3. 7. 4
focused ion beam machining	3. 5. 31
FR microswitch	3. 8. 39
frit	3. 6. 25
function material	3. 3. 1

G

gas microsensor	3. 8. 22
glass transition temperature	3. 6. 26
ground plane	3. 6. 27

H

hardware description language	3. 4. 11
heat microactuator	3. 8. 31
hot embossing process	3. 5. 27
hybrid module	3. 6. 28
hydrophilicity	3. 2. 5
hydrophobicity	3. 2. 6

I

inertial microsensor	3. 8. 13
infrared microsensor	3. 8. 23
in-plane measurements	3. 7. 15
interchip wiring	3. 6. 8
interference microscope	3. 7. 2
ion sensitive field effect transistor	3. 8. 11
isotropic etching	3. 5. 19

K

known good die	3. 6. 19
----------------------	----------

L

lab on chip	3. 8. 57
laser soldering	3. 6. 29
lead frame	3. 6. 30
leadless-chip carrier	3. 6. 31
LIGA process	3. 5. 24
light drive microactuator	3. 8. 35
lost wafer process	3. 5. 22
lumped parameter model	3. 4. 10

M

macro inertial measure unit	3. 8. 15
magnetic sensitive microsensor	3. 8. 9
MEMS	3. 1. 1
MEMS CAD	3. 4. 7
MEMS computer aided design	3. 4. 7
MEMS device level design	3. 4. 2
MEMS devices	3. 8. 1
MEMS layout level design	3. 4. 4
MEMS nodal model	3. 4. 23
MEMS process level design	3. 4. 3
MEMS system level design	3. 4. 1

micro-electromechanical system technologies	3. 1. 2
micro resonator	3. 8. 36
microaccelerometer	3. 8. 14
microactuator	3. 8. 24
microassembling	3. 6. 9
microbearing	3. 8. 44
microcantilever	3. 8. 46
microchannel	3. 8. 48
microelectrode array	3. 8. 52
microelectrode	3. 8. 51
micro-electrodischarge machining	3. 5. 29
micro-electromechanical systems	3. 1. 1
microflow sensor	3. 8. 19
micro-fuel cell	3. 8. 53
microgear	3. 8. 43
microgripper	3. 8. 42
microgyroscope	3. 8. 16
micromachine	3. 1. 1
micromachining	3. 5. 1
micromanipulator	3. 6. 11
micromirror	3. 8. 49
micromotor	3. 8. 27
micro-mould design	3. 4. 8
micromoulding	3. 5. 28
micro-optical-electronicmechanical systems	3. 1. 6
micropump	3. 8. 40
micro-science and engineering	3. 1. 3
microsensor	3. 8. 2
microspring	3. 8. 45
microswitch	3. 8. 37
microsystem	3. 1. 1
microvalve	3. 8. 41
modal analysis	3. 4. 20
MOEMS	3. 1. 6
monocrystalline silicon	3. 3. 5
multichip package	3. 6. 3
multiscale model	3. 4. 24

N

N type silicon	3. 3. 8
nano indenter	3. 7. 13
near-field microscope	3. 7. 9
noise	3. 4. 16

non-contact handling	3. 6. 10
-----------------------------------	----------

O

optical microscope	3. 7. 1
optical microswitch	3. 8. 38
optics microsensor	3. 8. 10
order-reduced model	3. 4. 9
out-of-plane measurements	3. 7. 16

P

P type silicon	3. 3. 9
package delay	3. 6. 4
packaging	3. 6. 1
PDMS	3. 3. 15
photolithography	3. 5. 3
photomask	3. 5. 4
photoresist	3. 3. 13
photothermal actuation	3. 2. 11
physical vapor deposition process	3. 5. 12
piezoelectric actuation	3. 2. 9
piezoelectric material	3. 3. 2
piezoelectric microactuator	3. 8. 32
piezoelectric microsensor	3. 8. 7
piezoresistive material	3. 3. 3
piezoresistive microsensor	3. 8. 3
PMMA	3. 3. 16
poly methyl methacrylate	3. 3. 16
polycrystalline Silicon	3. 3. 6
polydimethylsiloxane	3. 3. 15
polyimide	3. 3. 14
pressure microsensor	3. 8. 12
projection printing	3. 5. 9
proximity printing	3. 5. 8
PVD	3. 5. 12

Q

quantity factor	3. 4. 15
------------------------------	----------

R

radio frequency MEMS	3. 1. 5
resonant microsensor	3. 8. 8
RF MEMS	3. 1. 5

S

sacrificial etching	3. 5. 15
sacrificial layer	3. 7. 25
scale effect	3. 2. 1
scanning electron microscope	3. 7. 10
scanning micromirror	3. 8. 50
scanning probe microscope	3. 7. 6
scanning tunneling microscope	3. 7. 8
scanning tunneling microscope machining	3. 5. 32
shape memory alloy	3. 3. 4
shape memory alloy actuation	3. 2. 13
shape memory alloy microactuator	3. 8. 33
silicon carbide	3. 3. 12
silicon dioxide	3. 3. 10
silicon efficiency	3. 6. 32
silicon fusion bonding	3. 5. 38
silicon nitride	3. 3. 11
silicon process	3. 5. 2
sintering	3. 6. 33
sol-gel conversion microactuator	3. 8. 34
sonic microsensor	3. 8. 18
sound wave actuation	3. 2. 12
static analysis	3. 4. 19
stereomicroscope	3. 7. 3
stiction	3. 2. 3
structural layer	3. 7. 22
support region	3. 7. 23
surface effect	3. 2. 2
surface micromachining	3. 5. 10
surface profilometer	3. 7. 12
surface tension	3. 2. 14

T

TAB	3. 6. 14
tactile microsensor	3. 8. 17
tape automated bonding	3. 6. 14
test on chip	3. 7. 17
test out-of-chip	3. 7. 18
test structure	3. 7. 19
tissue chip	3. 8. 56
tool microscope	3. 7. 5
top-down design	3. 4. 5

transient response	3. 4. 17
transmission electron microscope	3. 7. 11
tunneling microsensor	3. 8. 5

U

ultrasonic bonding	3. 5. 39
underlying layer	3. 7. 24
UV-LIGA	3. 5. 25

V

Van der Waals force	3. 2. 15
vapor deposition	3. 5. 11

W

wafer bonding	3. 5. 34
wafer level packaging	3. 6. 2
wet etching	3. 5. 17
wire bonding	3. 6. 6
wobble micromotor	3. 8. 29

X

x-ray lithography	3. 5. 6
-------------------------	---------

