原子层沉积（ALD）

百科名片

是一种可以将物质以单原子膜形式一层一层的镀在基底表面的方法。原子层沉积与普通的化学沉积有相似之处。但在原子层沉积过程中，新一层原子膜的化学反应是直接与之前一层相关联的，这种方式使每次反应只沉积一层原子。

简介

原子层沉积（Atomic layer deposition)是一种可以将物质以单原子膜形式一层一层的镀在基底表面的方法。原子层沉积与普通的化学沉积有相似之处。但在原子层沉积过程中，新一层原子膜的化学反应是直接与之前一层相关联的，这种方式使每次反应只沉积一层原子。

单原子层沉积（atomic layer deposition，ALD），又称原子层沉积或原子层外延（atomic layer epitaxy），最初是由芬兰科学家提出并用于多晶荧光材料ZnS:Mn以及非晶Al2O3绝缘膜的研制，这些材料是用于平板显示器。由于这一工艺涉及复杂的表面化学过程和低的沉积速度，直至上世纪80年代中后期该技术并没有取得实质性的突破。但是到了20世纪90年代中期，人们对这一技术的兴趣在不断加强，这主要是由于微电子和深亚微米芯片技术的发展要求器件和材料的尺寸不断降低，而器件中的高宽比不断增加，这样所使用材料的厚度降低值几个纳米数量级 [5-6]。因此原子层沉积技术的优势就体现出来，如单原子层逐次沉积，沉积层极均匀的厚度和优异的一致性等就体现出来，而沉积速度慢的问题就不重要了。以下主要讨论原子层沉积原理和化学，原子层沉积与其他相关技术的比较，原子层沉积设备，原子层沉积的应用和原子层沉积技术的发展。

原理

原子层沉积是通过将气相前驱体脉冲交替地通入反应器并在沉积基体上化学吸附并反应而形成沉积膜的一种方法（技术）。当前躯体达到沉积基体表面，它们会在其表面化学吸附并发生表面反应。在前驱体脉冲之间需要用惰性气体对原子层沉积反应器进行清洗。由此可知沉积反应前驱体物质能否在被沉积材料表面化学吸附是实现原子层沉积的关键。气相物质在基体材料的表面吸附特征可以看出，任何气相物质在材料表面都可以进行物理吸附，但是要实现在材料表面的化学吸附必须具有一定的活化能，因此能否实现原子层沉积，选择合适的反应前驱体物质是很重要的。

原子层沉积的表面反应具有自限制性（self-limiting），实际上这种自限制性特征正是原子层沉积技术的基础。不断重复这种自限制反应就形成所需要的薄膜。

原子层沉积的自限制特征 ：根据沉积前驱体和基体材料的不同，原子层沉积有两种不同的自限制机制，即化学吸附自限制（CS）和顺次反应自限制（RS）过程。

化学吸附自限制沉积过程中，第一种反应前驱体输入到基体材料表面并通过化学吸附（饱和吸附）保持在表面。当第二种前驱体通入反应器，起就会与已吸附于基体材料表面的第一前驱体发生反应。两个前驱体之间会发生置换反应并产生相应的副产物，直到表面的第一前驱体完全消耗，反应会自动停止并形成需要的原子层。因此这是一种自限制过程，而且不断重复这种反应形成薄膜。

与化学吸附自限制过程不同，顺次反应自限制原子层沉积过程是通过活性前驱体物质与活性基体材料表面化学反应来驱动的。这样得到的沉积薄膜是由于前驱体与基体材料间的化学反应形成的。

技术应用

原子层沉积技术由于其沉积参数的高度可控型（厚度，成份和结构），优异的沉积均匀性和一致性使得其在微纳电子和纳米材料等领域具有广泛的应用潜力。就目前已发表的相关论文和报告可预知，该技术可能应用的主要领域包括：

1） 晶体管栅极介电层（high-k）和金属栅电极（metal gate）

2） 微电子机械系统（MEMS）

3） 光电子材料和器件

4） 集成电路互连线扩散阻挡层

5） 平板显示器（有机光发射二极管材料，OLED）

6） 互连线势垒层

7） 互连线铜电镀沉积籽晶层（Seed layer）

8） DRAM、MRAM介电层

9） 嵌入式电容

10） 电磁记录磁头

11） 各类薄膜（<100nm）

上述领域并不代表原子层沉积技术的所有可能应用领域，随着科技的发展在不远的将来将会发现其越来越多的应用。根据该技术的反应原理特征，各类不同的材料都可以沉积出来。已经沉积的材料包括金属、氧化物、碳（氮、硫、硅）化物、各类半导体材料和超导材料等。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/baike/2426.html