

# 化学机械抛光工艺

霍军朝

2017.3.8

成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值

# 内容



- 化学机械抛光简介
- 化学机械抛光机
- 化学机械抛光垫
- 化学机械抛光液

成就客户

追求卓越

实现价值

# 1、化学机械抛光



□ 随着**大规模集成电路**的发展，器件特征尺寸不断缩小，为了满足集成电路半导体制造中**平坦化技术**需求，发明了**化学机械抛光**技术



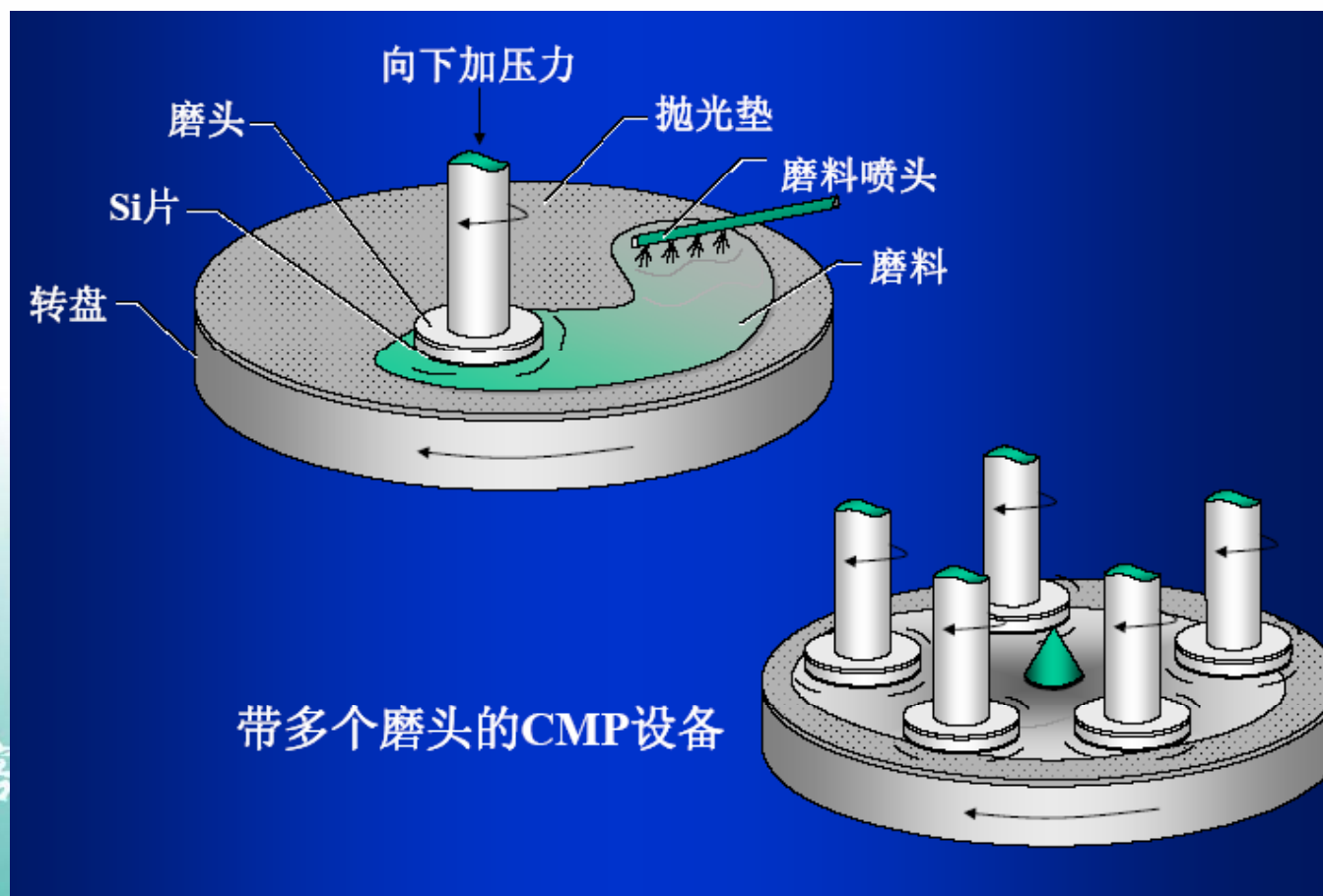
- ▶ 化学机械抛光是最常用的**全局平坦化技术**
- ▶ 化学机械抛光主要应用于**半导体行业**（抛光片和分立器件）、**集成电路行业**和**电子信息产业**。
- ▶ 在化学机械抛光过程中，**抛光液**与晶片之间发生化学反应，在晶片表面形成一层钝化膜，然后由抛光液中的磨料利用机械力将反应产物除去

成就客户 开拓创新  
追求卓越 抛光液对抛光效率和加工质量有着重要影响

# 1、化学机械抛光



CMP的原理图



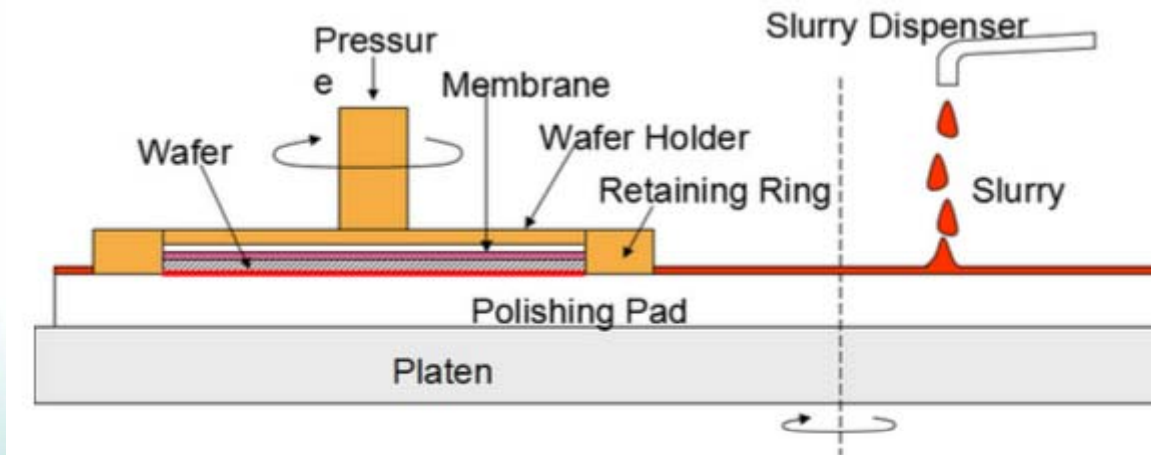
成就客

追求卓越

实现价值



- **CMP**的机理



化学过程：研磨液中的化学品和硅片表面发生化学反应，生成比较容易去除的物质；

成就 物理过程：研磨液中的磨粒和硅片表面材料发生机械物理摩擦，去除化学反应生成的物质

追求卓越

实现价值

# 1、化学机械抛光



## CMP相比其他方式的抛光的优点

1

避免了由单纯机械  
抛光造成的表面损伤

2

避免单纯化学抛光  
易造成的抛光速度  
慢、表面平整度和  
抛光一致性差等缺  
点。



# 1、化学机械抛光



- **CMP**技术的缺点
  1. 新技术，工艺窗口窄，工艺变量控制相对较差。
  2. 厚度及均匀性的控制比较困难加强终点检测。
  3. 设备昂贵。

成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值



## CMP的应用

- STI 氧化硅抛光
- LI 氧化硅抛光
- LI 钨抛光
- ILD 氧化硅抛光
- 钨塞抛光

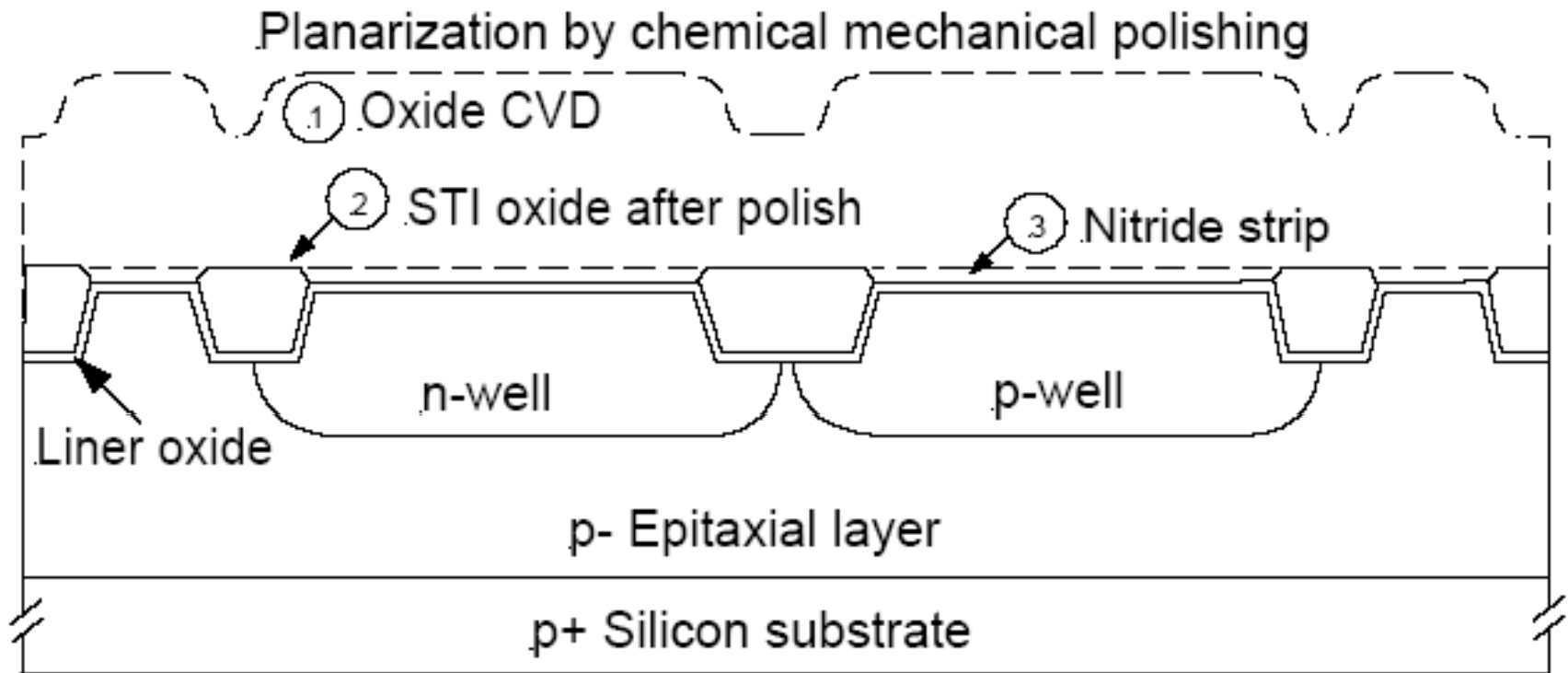
成就 ( ) **CMP** 扩展应用 拓创新

追求卓越

实现价值

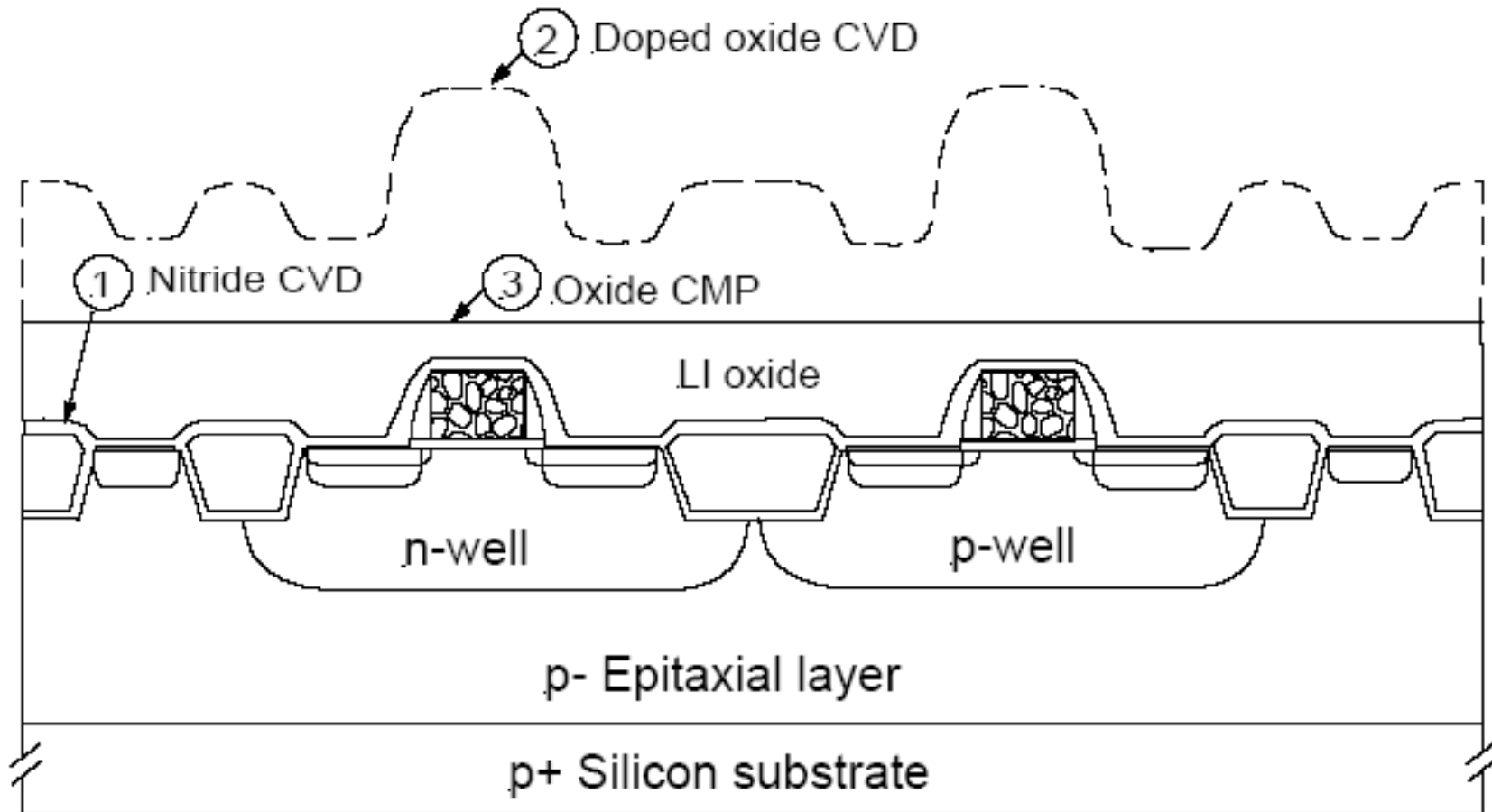


- **STI 氧化硅抛光**





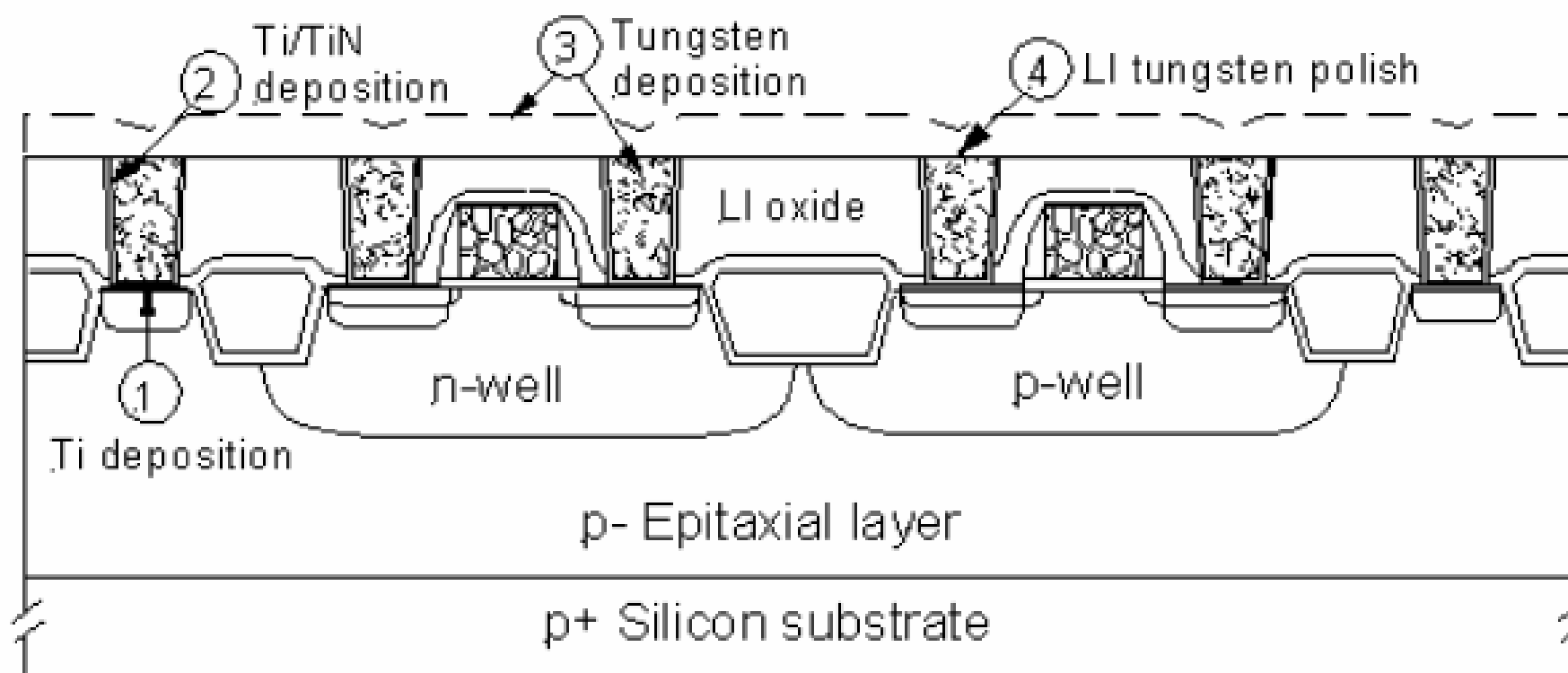
- **LI 氧化硅抛光**



# 1、化学机械抛光



- LI 钨抛光



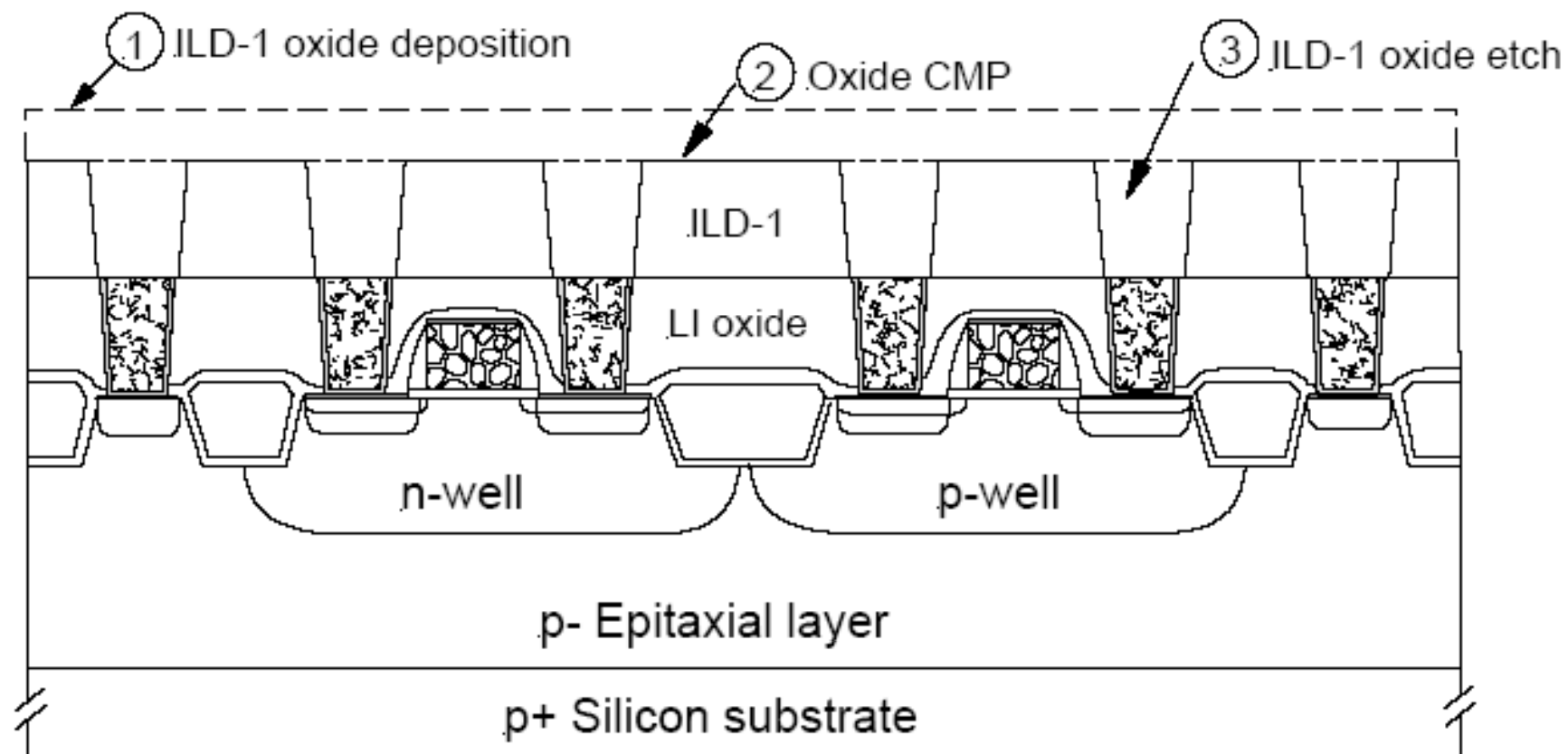
追求卓越

实现价值

# 1、化学机械抛光



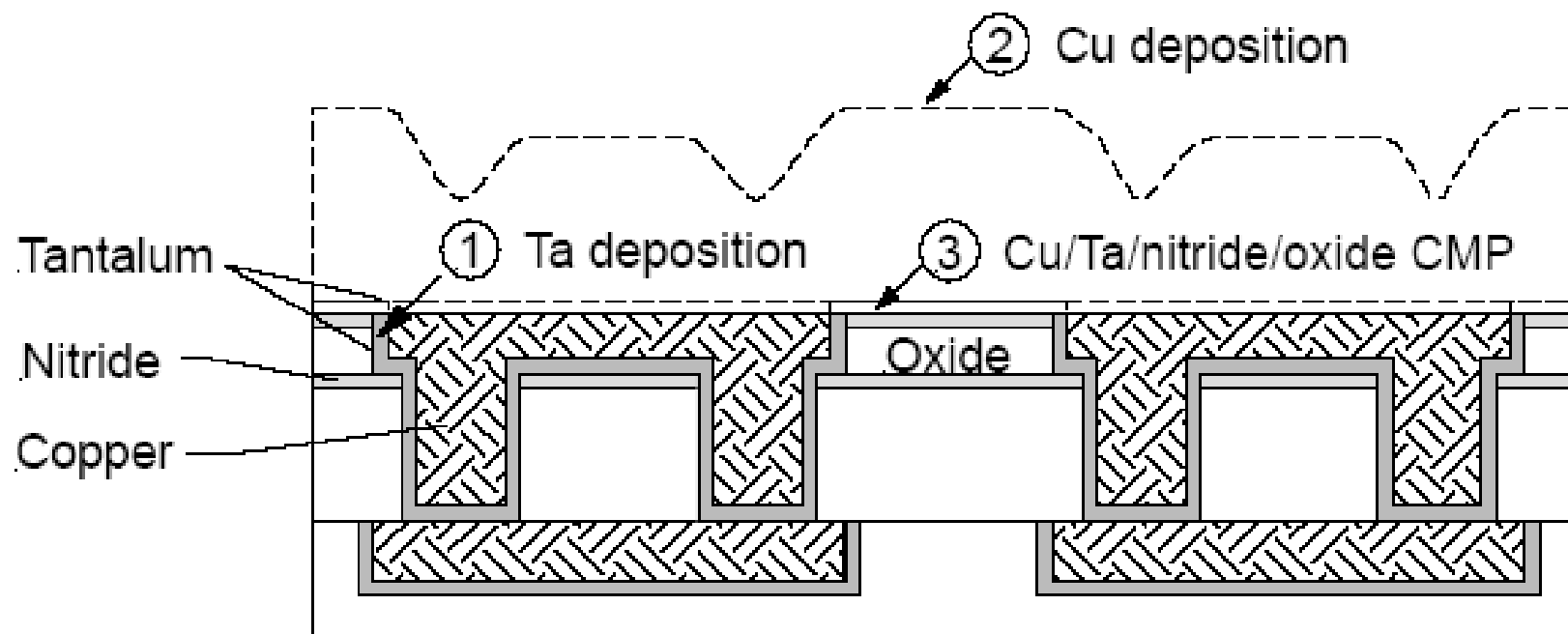
- **ILD 氧化硅抛光**



# 1、化学机械抛光



- 双大马士革铜抛光

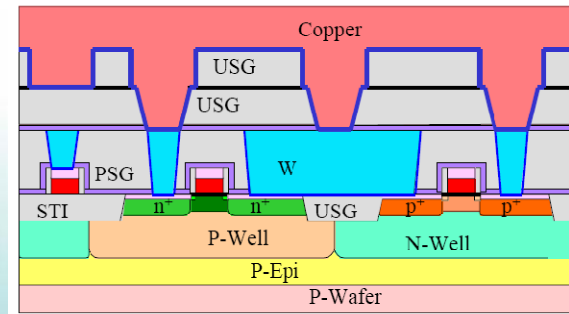
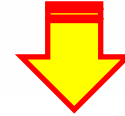
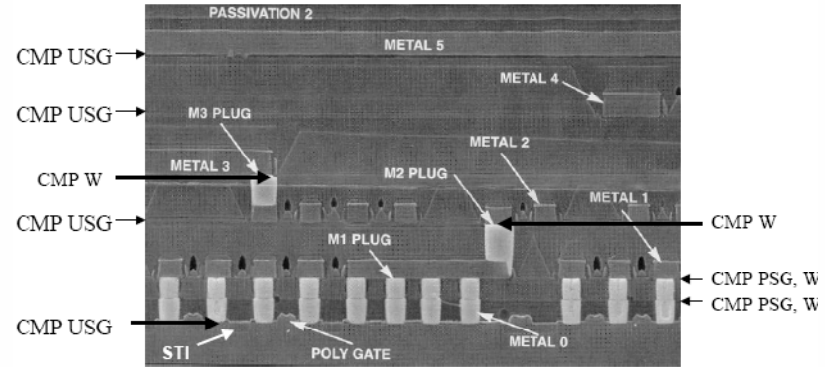
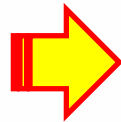
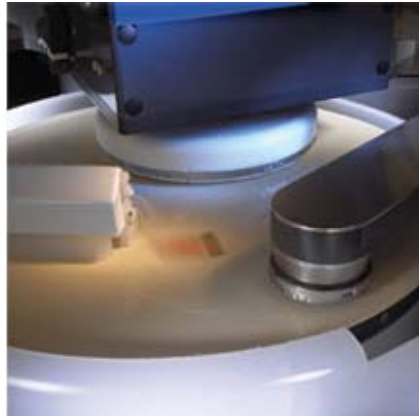


# 1、化学机械抛光



■ CMP扩展应用领域

硅片，蓝宝石，金属等



成就客

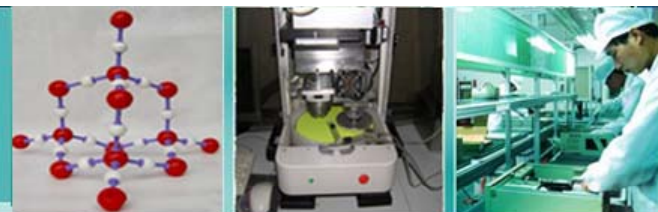
新

追求极致 实现价值  
不锈钢、铝板等金属表面的抛光

铜、铝多层互联线，钨插塞等



## 2、化学机械抛光机



### CMP主要影响参数

设备参数	研磨液参数	抛光垫/背垫参数	CMP对象薄膜参数
抛光时间	磨粒大小	硬度	种类
研磨盘转速	磨粒含量	密度	厚度
抛光头转速	磨粒的凝聚度	空隙大小	硬度
抛光头摇摆度	酸碱度	弹性	化学性质
背压	氧化剂含量	背垫弹性	图案密度
下压力	流量	修整	
	粘滞系数		

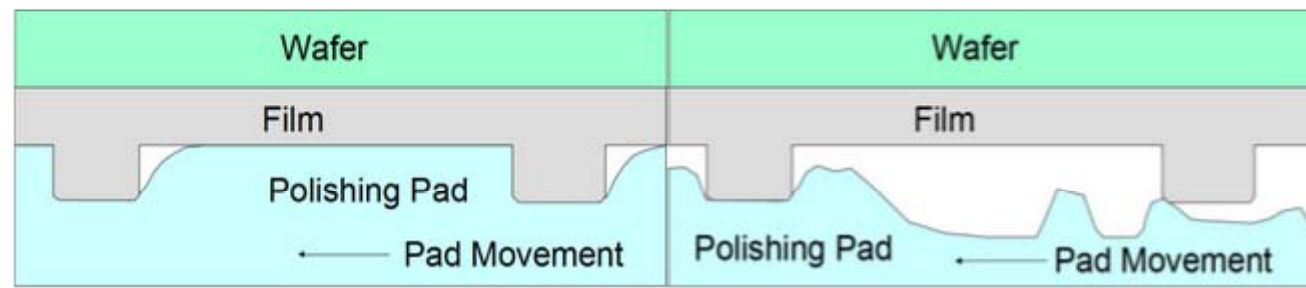
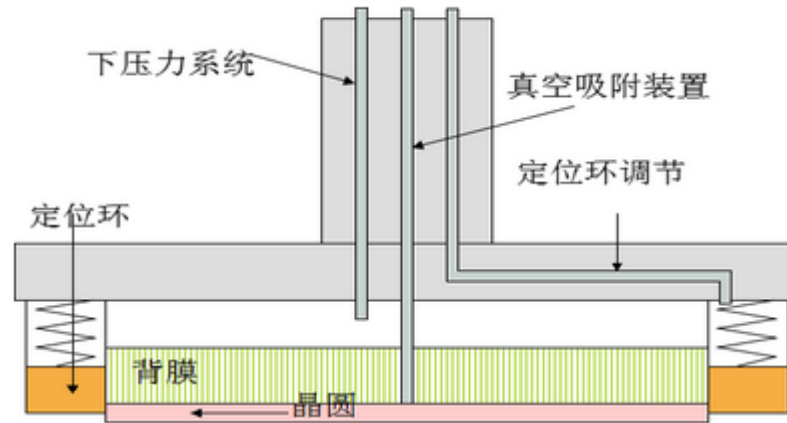
成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值

## 2、化学机械抛光机



成就

追求卓越

实现价值



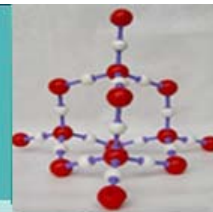
### 抛光垫的研究现状

3-3-1 目前主要的研究抛光垫以下3方面:

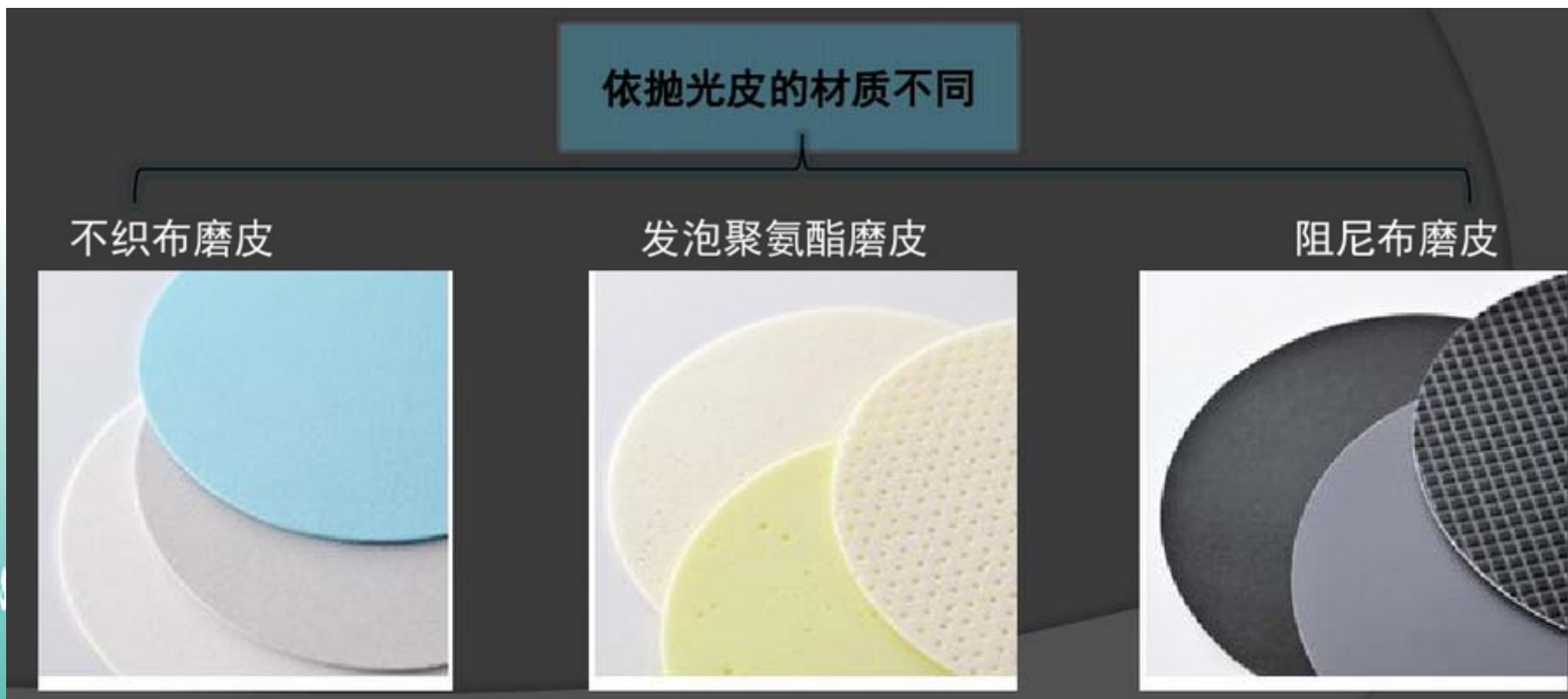
- 1、材料种类（软性和硬性的或复合材料的），
- 2、材料性质(如硬度,弹性和剪切模量、孔隙的大小和分布、粘弹性)，
- 3、表面的结构和状态对抛光性能的影响。

其中通过改变表面结构的沟槽结构是改变抛光垫性能的最主要途径。





## 抛光垫的分类

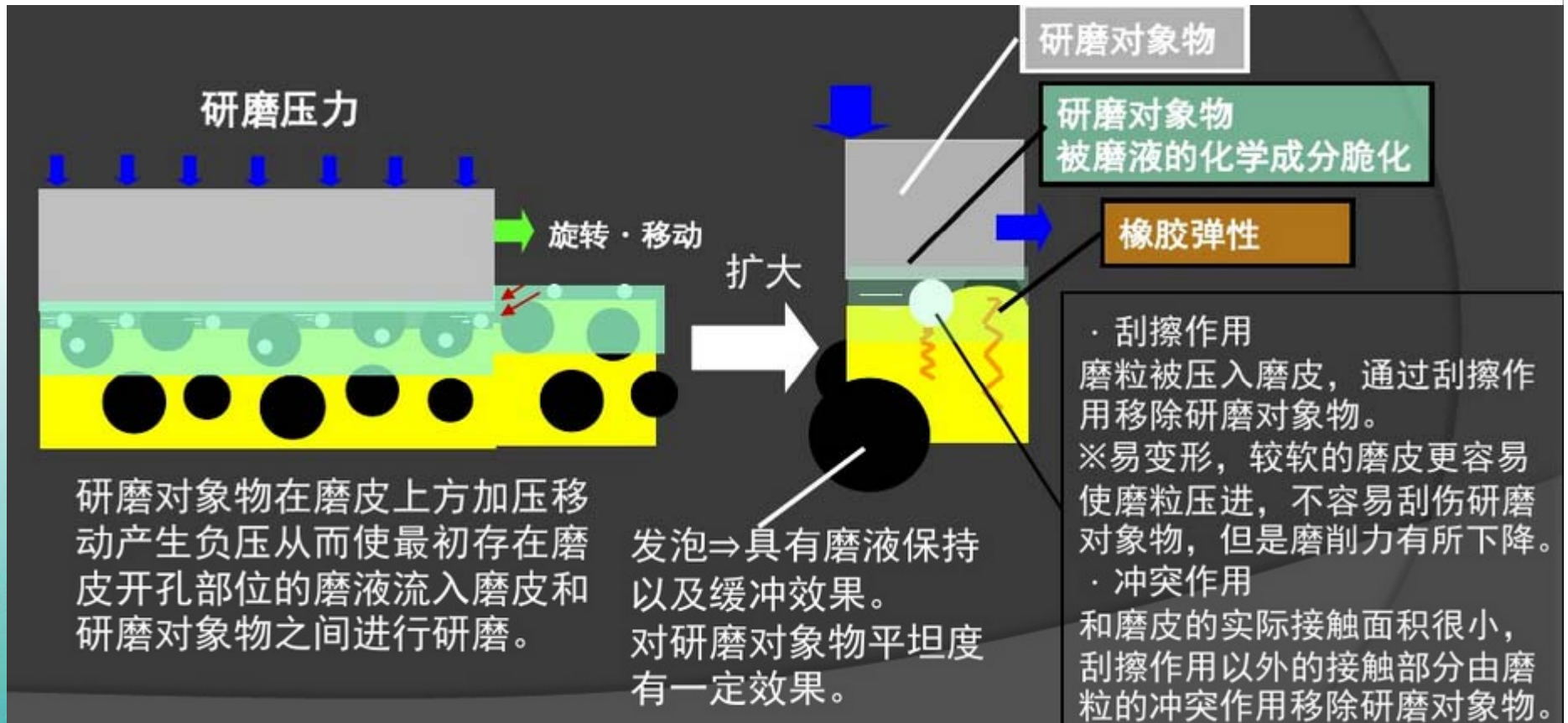


追求卓越

实现价值



## 抛光垫的作用机理



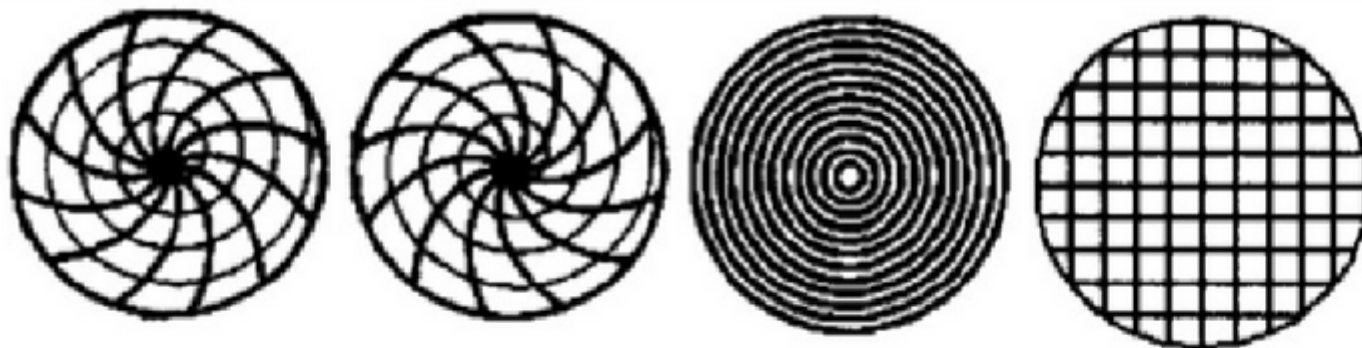


## 抛光垫的开槽现状

### ◇ 抛光皮开槽的作用

抛光皮开槽能提高抛光皮自身的追从性，抛光皮沟槽形状对抛光液的运送及均匀分布、化学反应速度、反应产物及其浓度，材料去除速率会产生重要影响，是改变抛光垫性能的最主要途径。

### ◇ 抛光皮开槽的种类

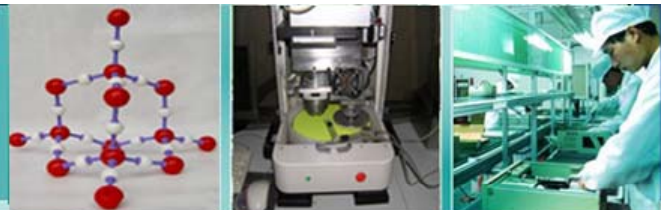


(a) 正螺旋对数型

(b) 负螺旋对数型

(c) 圆环型

(d) 网络型

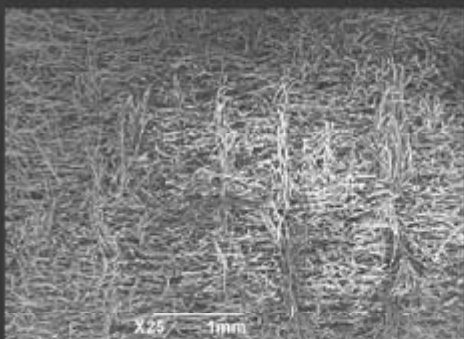


## 抛光垫的制造工艺

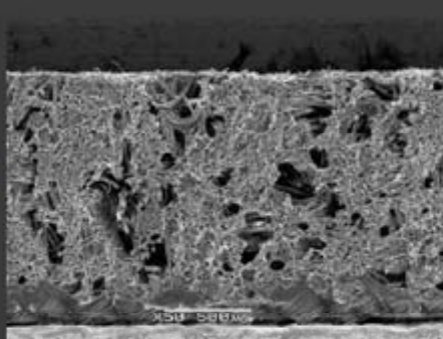
### ① 不织布磨皮

薄状聚酯纤维层叠后，用针反复撞击使纤维结合在一起使其成为毛毡状，并把它浸在聚氨树脂或乳胶（SBR NBR等橡胶）中，然后切片，抛光，完成最终产品。

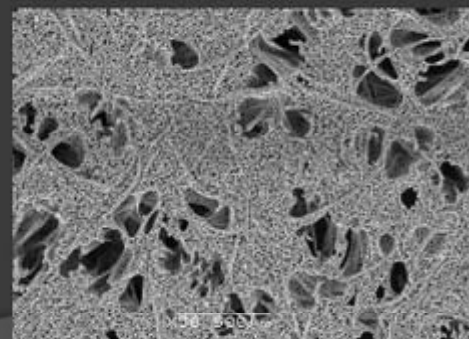
断面 毛毡



浸过树脂后断面



浸过树脂后表面



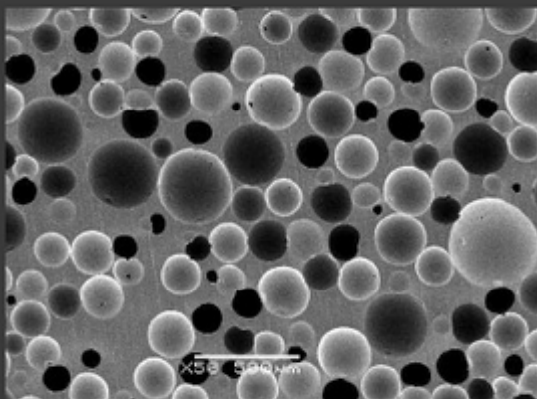


## 抛光垫的制造工艺

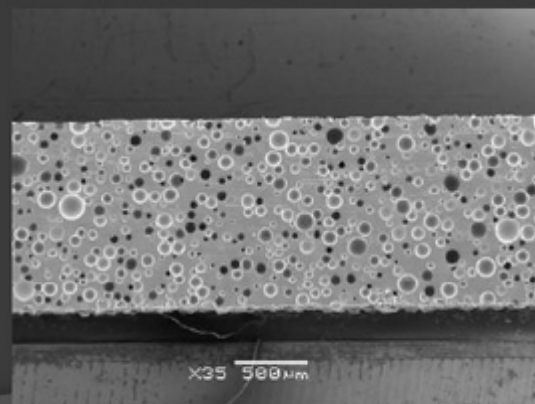
### ② 聚氨酯硬质磨皮

聚氨酯预聚物和硬化剂（增链剂）、发泡剂按照规定量混合后，注入定型容器中做成块状，然后通过切片机加工成最终片状磨皮。

表面 ×50



断面 ×35



追求卓越

实现价值



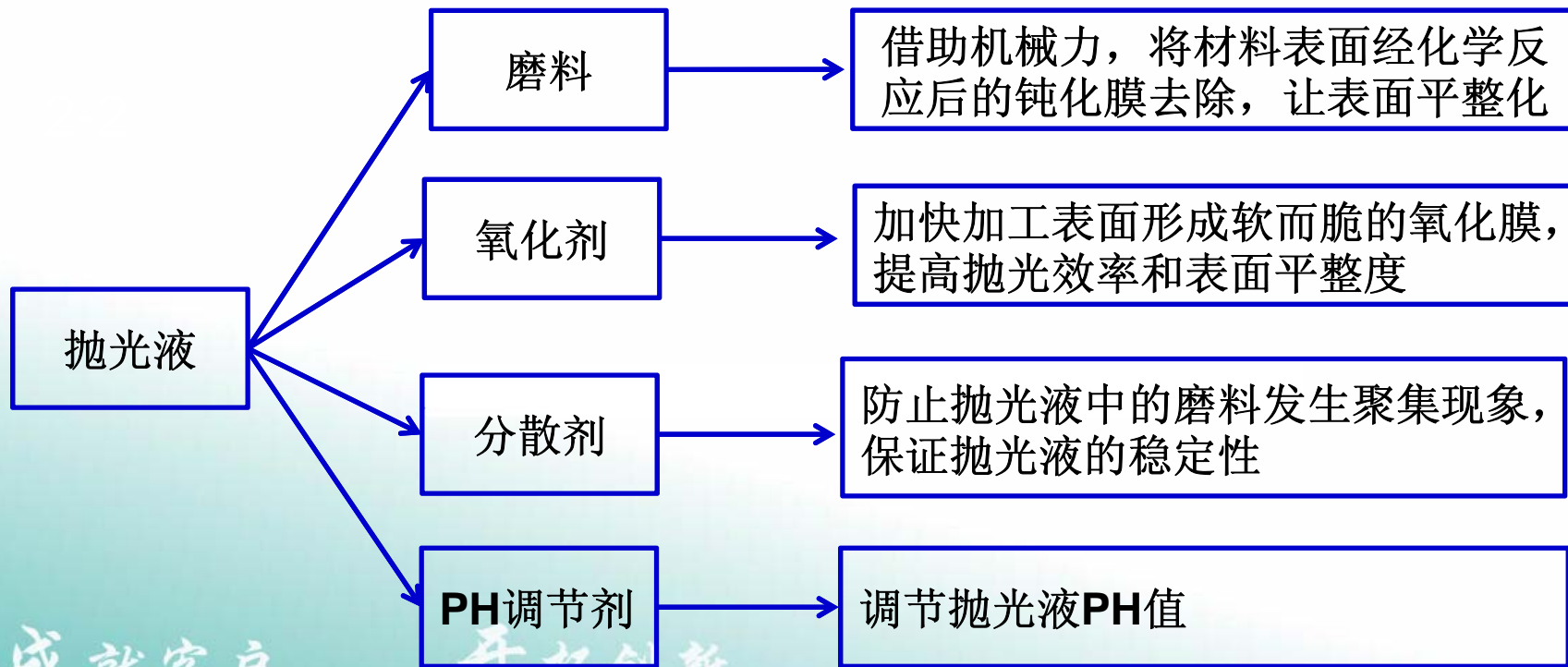
## 抛光垫的性能影响因素

1. 硬度—抛光皮的硬度决定保持面形精度的能力；
2. 压缩比—压缩比反映抛光皮的抗变形能力；
3. 涵养量—抛光皮的涵养量是单位体积的抛光皮存储抛光液的质量；
4. 粗糙度—表面粗糙度是抛光皮表面的凹凸不平程度；
5. 密度—密度是抛光皮材料的致密程度。

## 4、化学机械抛光液



磨料、PH调节剂、氧化剂、分散剂、润滑剂、缓蚀剂、稳定剂、去离子水等组成



成就客户

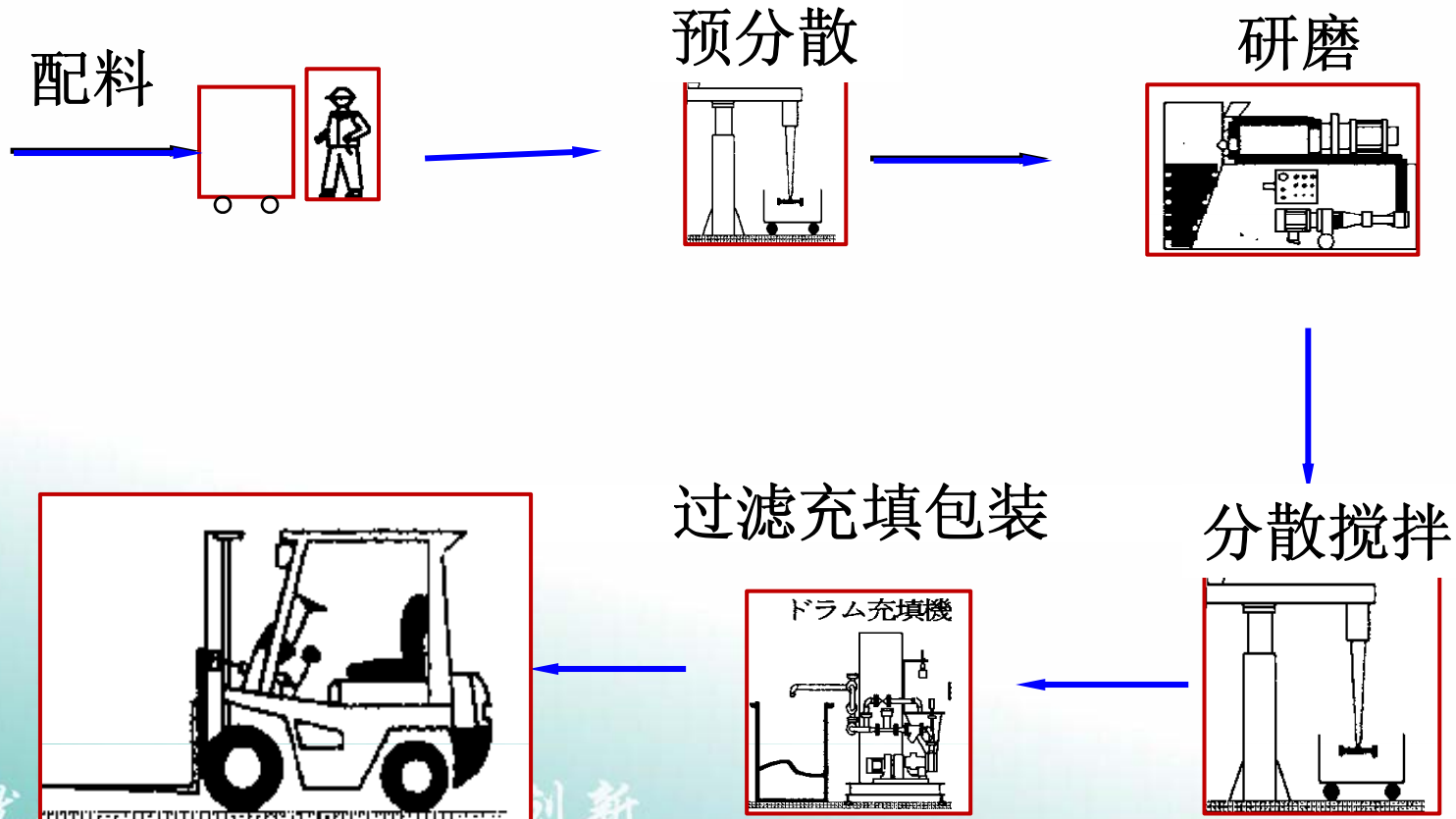
开拓创新

基本要求：流动性好、不易沉淀和结块、悬浮性能好、无毒、低残留、易清洗。

追求卓越

实现价值

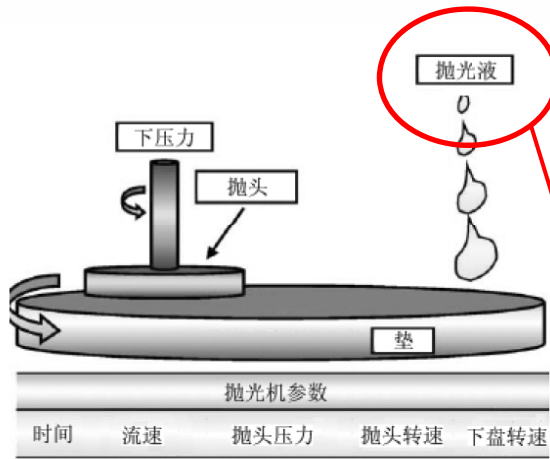
# 4、化学机械抛光液



成就名，

追求卓越

实现价值



化学性能

磨料

粒径、硬度、形状、浓度、分散性、流动性

氧化剂

氧化性、浓度、种类

PH值

酸性（金属）、碱性（硅、氧化物等）

分散剂

浓度、种类、提高稳定性

物理性能

粘度

接触模式，均布方式等

流速

抛光温度，抛光速率等

温度

化学反应速率，粘度等

成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值

## 4、化学机械抛光液



### ■ 国外抛光液生产厂家

- 美国Rodel公司
- 美国Dupon公司
- 美国Cabot公司
- 美国Eka公司
- 美国Ferro公司
- 日本Fujimi公司
- 日本Hinomoto公司
- 韩国ACE公司

### ■ 国内抛光液生产厂家

- 北京国瑞升科技有限公司
- 上海安集微电子有限公司
- 深圳力合材料有限公司
- 天津晶岭电子材料科技有限公司
- 南通海迅天恒纳米科技有限公司
- 浙江湖磨抛光模具有限公司
- 上海杰信抛磨材料有限公司
- 广东三和研磨材料有限公司

成就客户 开拓创新

抛光液行业主要集中在美国、日本和韩国，虽然国内现已发展到有几十家的企业，但**抛光液的配方**一直是**商业机密**。无论是**产品质量**上、还是在**市场占有率**方面，国内企业都表现出与国外厂家具有相当的差距。

## 4、化学机械抛光液



1

### 化学机械抛光的抛光液开发

- 如何提高抛光性能
- 如何避免碱金属离子的沾污
- 如何避免对环境的沾污
- 如何保持抛光浆液的稳定性
- 如何保持抛光浆液的适用性



2

### CMP机理还有待进一步研究

成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值



## 4、化学机械抛光液



磨料主体：二氧化硅水溶胶

### 磨料改性

表面接枝官能团—甲基，乙基等有机官能团，羟基，羧基等无机官能团。

亲疏水改性—KH 570， KH 550等

### 磨料复合

包覆结构

$\text{SiO}_2@PS$ 、 $\text{CeO}_2@SiO_2$ 等

掺杂结构

无机/有机掺杂—PS，聚甲基丙烯酸，丙烯酰胺等掺杂

无机/无机掺杂—二氧化铈，氧化铝，金刚石等

成就客户

追求卓越

实现价值

## 4、化学机械抛光液



### 助剂选择

氧化剂—双氧水、磺酸、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{HClO}$ 、 $\text{KOCI}$ 、 $\text{KMnO}_4$ 等

PH调节剂—酸性（有机酸、无机酸）碱性（有机碱、无机碱）

表面活性剂—离子表面活性剂（阴离子、阳离子），非离子表面活性剂

均蚀剂—乙酸，丙酸等

抗蚀剂—苯并三唑（BTA）等

### 主要技术指标：

去除速率、腐蚀电流密度、选择性、抛光片平整度、粗糙度、缺陷

### 主要测试仪器：

抛光剂、酸度计、千分表、原子力显微镜、电化学工作站、激光粒度仪等

分析抛光性能和抛光前后抛光液的变化

成就客户  
追求卓越

开拓创新  
实现价值

## 4、化学机械抛光液

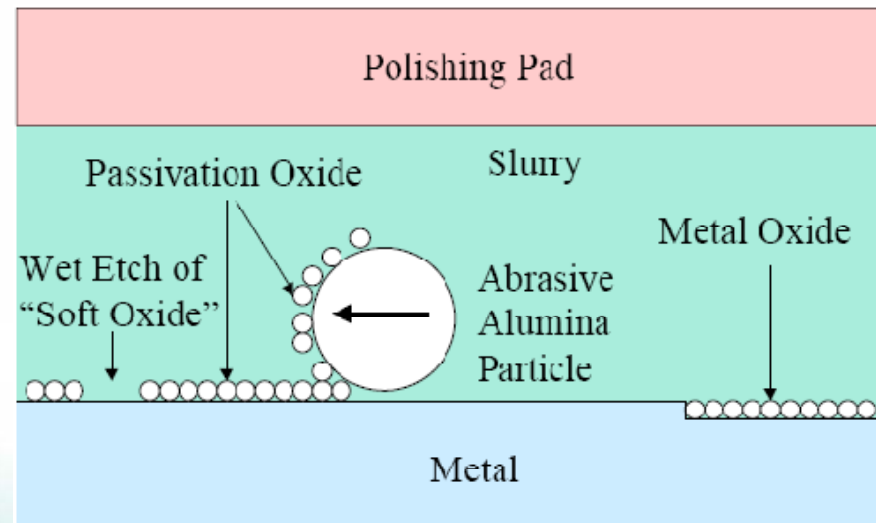


化学机械抛光作为一门独立技术，系统的理论还基本未形成。该技术涉及到的理论基础覆盖很多学科，过程机理也非常复杂，例如腐蚀电化学、流体力学、磨擦磨损、溶液化学、纳米技术等。

### ◆ CMP接触模型

### ◆ 流体理论模型

### ◆ 润滑理论模型



成就 建立化学机械抛光的抛光过程模型，模拟抛光过程中抛光液中各组分的作用过程及机理，为将来抛光液的开发提供理论依据。

追求卓越

实现价值

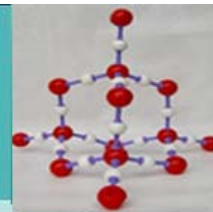
## 5、化学机械抛光液



- 化学机械抛光技术是最常用的**全局平坦化**技术，并且已经广泛到**金属表面抛光**，**抛光液**在CMP过程中起着至关重要的作用
- 化学机械抛光，是一个复杂的过程，设计机械作用和化学作用，受多方面因素影响，主要有抛光机、抛光垫、抛光液和工艺参数等。
- 我国的抛光液生产与国外相比有**很大差距**，急需**高效无污**  
成就卓著的**抛光液**的研究和开发

追求卓越

实现价值



谢谢！

成就客户

开拓创新

追求卓越

实现价值