

一、填空

硅酸盐结构：岛状结构 层状结构 组群状结构 链状结构 架状结构

晶格能影响因素：离子半径 离子电荷 电子层构型

固溶体种类：填隙型 置换型

决定离子晶体结构的基本因素：球体最紧密堆积 配位数 离子的极化 电负性

固溶体影响因素：离子尺寸 晶体的结构类型 电负性

非化学计量化合物：阴离子空位型 阳离子填隙型 阴离子填隙型 阴离子空位型

位错类型：刃位错 螺型位错

熔融三种冷却过程：结晶化 玻璃化 分相

玻璃冷却速率的影响因素：过冷度 熔体黏度 晶核形成速率 晶核成长速率

玻璃在熔点的黏度越高越易形成玻璃， $T_g/T_m > 2/3$ 时易形成玻璃

3T 图中 3T：时间 温度 转变

分子引力：定向力 色散力 诱导力

热缺陷：弗伦克尔缺陷 肖特基缺陷

固体表面影响因素：表面粗糙度 表面微裂纹

晶界：小角度晶界 大角度晶界

润湿现象：附着润湿 铺展润湿 浸渍润湿

润湿的影响因素：粗糙度 吸附膜

熔体黏度的影响因素：温度 熔体组成

扩散机制：直接易位 环形易位 间隙扩散 准间隙扩散 空位扩散

由点缺陷（肖特基和弗兰克尔缺陷）引起的扩散为本征扩散，空位来源于掺杂而引起的扩散为非本征扩散。

黏附的影响因素：润湿性 黏附功 黏附面的张力 相容性和亲和性

固相反应速率：化学反应速率 扩散速率

烧结气氛：还原性 氧化性 中性

固态相变：一级相变 二级相变

从熔体中析晶的过程分二步完成，首先是成核，然后就是晶体生长过程。均匀成核的成核速率由受核化位垒影响的成核率因子和受原子扩散影响的成核率因子所决定的。

固体质点扩散的推动力：化学位梯度

液 - 固相变过程的推动力：过冷度

烧结过程的推动力：粉料表面能的降低

二、名词解释

晶格能：在 0K 时 1mol 离子化合物的各离子拆散成气体所需的能量

配位数：与一个原子或离子直接相邻的原子或离子数

离子极化：离子正负电荷的重心发生偏离产生偶极矩的现象

同质多晶：物质在不同温度、压力等热力学条件下呈现不同的晶体结构

点缺陷：在空间各方向上的尺度远小于晶体、晶粒尺度的缺陷

热缺陷：由晶体内部质点热运动而形成的缺陷

肖特基缺陷：原子离开平衡位置迁移至晶体表面格点位置，晶体内仅留有空隙的缺陷

弗伦克尔缺陷：原子离开平衡位置进入晶格间隙形成的缺陷

杂质缺陷：杂质原子进入晶格形成的结构缺陷

固溶体：固体作为溶剂溶有其他数量可变的杂质原子，形成的单一均匀的晶态固体

位错：晶体的一维晶格缺陷

刃位错：滑移方向与位错线垂直的位错

螺位错：滑移方向与位错线平行的位错

非化学计量化合物：化合物中不遵循整数比，同种物质组成在一定范围内变动的化合物

晶子学说：玻璃中有大量微晶的存在，晶子仅在内部有晶体结构，晶子分散在无定形介质中，向无定形介质过渡中无明显界限

无规则网络学说：原子在玻璃和晶体中都形成了连续、三维空间网络结构，它们结构单元为三面体或四面体，但玻璃中的网络无周期性和规则性

单键强度：化合物解离能比化合物的配位数的商

网络形成剂：单键强度 $>335\text{KJ/mol}$ 的可形成玻璃的氧化物

网络变性剂：单键强度 $<250\text{KJ/mol}$ ，不能单独形成玻璃的氧化物

固体表面能：产生单位新表面所消耗的等温可逆功

松弛：表面表面质点通过电子云极化变形来降低表面能的过程

晶界应力：在晶界上由于质点排列不规则使质点距离不均匀而形成的微观机械应力

气体在固体表面的吸附：气体分子在固体表面上发生的浓集现象，物理吸附无电子转移，化学吸附有电子转移，形成化学键

表面张力：由表面层分子引力不均引起的作用于物质表面使表面积缩小的力

接触角：固固之间或固液之间接触时产生的夹角

晶界结构：不同生长方向的晶粒在相遇时形成的具有一定特征的边界结构

润湿角：固液接触时，固相水平线与液相的切线相交的夹角

孪晶界：两个晶体沿一个公共晶面构成镜面对称的位向关系

扩散通量：单位时间内垂直通过扩散方向 x 的单位面积的物质流量

无序扩散：原子或离子的无规则扩散迁移运动

晶界扩散：沿边界或界面发生的扩散

表面扩散：在晶体表面发生的

本征扩散：仅仅由本身的点缺陷作为迁移载体的扩散

非本征扩散：由杂质引起的缺陷进行的扩散

自扩散：纯组分晶体中，不依赖浓度梯度的扩散

互扩散：两种组分扩散通量大小相等，方向相反的扩散方式

稳定扩散：扩散物质的浓度不随时间变化的扩散过程

不稳定扩散：扩散物质的浓度随时间变化的扩散过程

扩散活化能：

一级相变：临界温度下自由能关于温度、压力的一次导数不连续的一类相变

二级相变：临界温度下自由能一次导数连续而二次导数不连续的一类相变

玻璃析晶：当玻璃熔体冷却在析晶温度范围时，由于晶核形成速率和晶体生长速率较大而导致玻璃析出晶体的过程。

玻璃分相：均匀的玻璃相在一定的温度和组成范围内分成两个互不溶解的或部分溶解的玻璃相（或液相）并相互共存的现象

均态成核：不稳定核胚在均匀介质中形成稳定晶核的过程

非均态成核：不稳定核胚在异相界面上形成稳定晶核的过程

马氏体相变：是一种通过材料的一个分立体积的剪切作用而以极快的速度进行的相变过程

亚稳分解：液相通过成核—生长的方式使不混溶的第二相从母液中析出的过程

不稳分解：液相通过浓度的波形起伏的方式迅速分为两个不互溶的液相的过程

亚稳区：理论上应发生相变的但实际上未发生相变的温度范围称为亚稳区

烧结：固体粉料成型体在低于其熔点温度下加热，使物质自发填充颗粒间的空隙，得到具有一定性能和外形的整体。

烧成：烧结过程的工艺

液相烧结：在烧结温度下有液相参与的烧结过程

固相烧结：只有固相参与的烧结过程

晶粒生长：平均晶粒尺寸在不改变其分布的情况下连续增大的过程

二次再结晶：较大尺寸的晶粒越过气孔或夹杂物而进一步吞并小晶粒不断生长，直到与邻近大晶粒接触为止

晶粒极限尺寸：晶粒生长过程中由于杂质离子对晶界移动的阻碍使晶粒大小不超过一定的尺寸，该生长极限尺寸即为晶粒的极限尺寸

三、简答

1、鲍林规则：

- (1) 配位多面体规则：每个正离子都被包围在负离子所形成的多面体中
- (2) 静电价规则：每个负离子电价近似为它周围正离子形成的静电键总和
- (3) 配位多面体连接方式规则：在离子晶体中，阴离子配位多面体以共棱，特别是共面的方式存在时，结构的稳定性下降。

2、玻璃的通性：

- (1) 各向同性，且短程有序
- (2) 介稳性 (3) 熔融态向玻璃态转化的可逆性和渐变性
- (4) 熔融态向玻璃转化中物化性质变化的连续性、渐变性
- (5) 玻璃性能的可设计性

3、玻璃形成的热力学、动力学和结晶化条件。

热力学：系统中玻璃态和结晶态的内能相差不大时，析晶驱动力小，容易形成玻璃

动力学：急速降温；晶核形成速率和晶体成长速率的极大值所在温度范围距离较远时易形成玻璃； T_g/T_m 越大，越易形成玻璃， T_g 为玻璃转变温度， T_m 为熔点

结晶化：单键强度 $>335\text{kJ/mol}$ ；具有极性共价键和非金属共价键

4、固体表面特征：

- (1) 表面原子不规则性，存在大量晶体缺陷
- (2) 固体表面性质与内部性质相差较大
- (3) 表面原子具有较大的能量

5、影响扩散系数的因素：

- (1) 温度：温度升高，扩散系数增大
- (2) 杂质：杂质使空位浓度保持不变
- (3) 外电场和离子电导率的影响
- (4) 键性的影响： $D(\text{金属}) > D(\text{离子晶体}) > D(\text{共价化合物})$
- (5) 晶体结构缺陷的影响：表面扩散大于内部扩散
- (6) 热历史的影响：淬火处理的结构的扩散能力更好

6、马氏体相变的特征：

- (1) 有习性平面的存在，马氏体与母相不改变结晶学方位
- (2) 转变中无扩散产生
- (3) 转变往往以非常快的速率进行
- (4) 当母相冷却时，马氏体相变通常在一个特定的温度 M_s 下进行

7、固相反应特点：

- (1) 固相反应属于非均相反应，先决条件是反应物的固相相互接触
- (2) 固相反应开始温度远低于反应物的熔点或系统的低共熔点

8、影响固相反应的因素：

- (1) 反应物的化学组成与结构
- (2) 反应物的颗粒尺寸及分布
- (3) 反应温度、压力和气氛的影响
- (4) 矿化剂，可对固相反应起到特殊的作用

9、杨德尔方程与金斯特林格方程

假设方程	杨德尔方程	金斯特林格方程
假设条件	(1)反应物 B是半径为 R 的等径球体，并且半径不变；(2)反应物 A 是扩散相，A作单向扩散	(1)产物层为一个球壳； (2)扩散量随产物层厚度增大而变化
反应模型	A成分包围 B颗粒表面，接触反应和扩散，形成 AB层，然后 A通过 AB层扩散到 B—AB层继续反应，扩散截面不变	A、B均匀混合后，反应生成球体，A在外壁上，且浓度不变，扩散到内壁时立即与 B反应生成 AB
适用范围	适用于转化率不大的反应初期	适用于固相反应前、中期

10、各种传质机理的比较

传质方式	原因	条件	特点	工艺控制
蒸发—凝聚传质	压力差 P	P：1—10Pa R<10微米	1、凸面蒸发，凹面凝聚； 2、线收缩率 L/L=0	温度 粒度
扩散传质	空位浓度差 c	颈部表面空位浓度大于正常区域的平衡空位浓度 r<5 微米	1、空位与质点相对扩散； 2、中心距缩短	温度 粒度
流动传质	应力—应变	黏度小	1、流动同时引起颗粒重排； 2、致密化速率最高。	黏度 粒度

溶解—沉淀传质	溶解度差 c	液相量较大； 固相在液相中溶解度较大； 固—液润湿。	1、接 触 点 溶 解到平面上沉 积，小晶粒溶 解到大晶粒处 沉积 2、传 质 同 时 晶粒也在生长	粒度 温度 黏度 液相数量
---------	--------	----------------------------------	--	------------------------

11、影响烧结的因素：

- (1) 原始粉料的粒度，力度越小越均匀有利于烧结进行；
- (2) 外加剂的作用，外加剂可与原料形成固溶体、液相、化合物等促进烧结；
- (3) 烧结温度和保温时间；
- (4) 盐类的选择及煅烧条件；
- (5) 气氛的影响，阴离子扩散速率控制的应在还原性气氛中烧结，反之也是；
- (6) 压力的影响，适当的压力可促进生成物颗粒的致密化

12、典型二元化合物结构

离子类型	结构
NaCl型	氯离子作立方面心堆积， 钠离子填入全部八面体空隙
Na ₂ O 型	氧离子作立方面心堆积， 钠离子填入全部四面体空隙
闪锌矿 (—ZnS)	硫离子作面心立方堆积， 锌离子填入一半的四面体空隙
纤锌矿 (—ZnS)	硫离子作六方密堆积， 锌离子填入一半的四面体空隙
CdI ₂ 型	碘离子作立方最紧密堆积， 镉离子填入一半的八面体空隙
TiO ₂ 型	氧离子作六方密堆积， 钛离子填入一半的八面体空隙
刚玉 (—Al ₂ O ₃) 型	氧离子作六方密堆积， 铝离子填入 2/3 的八面体空隙
CsCl型	氯离子作简单立方堆积， 铯离子填入立方空隙中
萤石 (CaF ₂) 型	氟离子作简单立方堆积， 钙离子填入一半的立方体空隙

13、固溶体、化合物、机械混合物的比较。

比较项	固溶体	化合物	机械混合物
组成	无固定比例，组成存在一定变化	有固定整数比	由多组分混合
相	均匀单相	单相	多相混合，每相各自保持原有性质和结构

14、分析温度对相变热力学及动力学影响。

当温度降低，过冷度增大，成核势垒下降，成核速率上升，直至最大值；当温度继续下降，液相粘度增加，原子或分子扩散速率下降，所以温度过高与过低对成核与生长都不利，只有在一定温度下范围下才有最大成核与生长速率，该温度范围即为系统的最大析晶倾向区。

15、吸附膜对表面结构和性质的影响

- （1）吸附膜降低了表面能，使固体表面难以润湿和吸附
- （2）显著降低材料的机械强度
- （3）降低材料的功函数

16、晶体的成核生长机理。

当温度低于晶体的熔点温度时，晶体内部出现核化，可分为均匀核化与非均匀核化，接着新生成的核以更快的速率生长，晶体的生长速率与原子、分子加到晶核速率和固—液界面的扩散速率有关。

17、亚稳分解与不稳分解

项目	亚稳分解	不稳分解
热力学		
成分	第二相组成不随时间变化	第二相组成随时间变化直至达到平衡
能量	分相存在位垒	不存在位垒
时间	较长	较短
界面	有界面突变	界面开始弥散，后逐渐明显
形貌	第二相分离成球形颗粒	第二相分离成连续的非球形颗粒
扩散	正扩散	负扩散
有序	颗粒在母液中无序	第二相分布有序

18、固相烧结与液相烧结的比较

相同点：烧结的推动力都是表面能； 烧结过程均由颗粒重排、 气孔填充和晶粒生长组成。

不同点：液相烧结过程中有液相参与； 液相烧结为流动传质， 固相烧结多为扩散传质；液相烧结致密化速率比固相烧结高；液相烧结的影响因素比固相更复杂。

四、判断题

- 1、Fick 第二定律仅适用于稳态扩散过程。（ × ）
- 2、在硅酸盐熔体中，当以低聚物为主时，体系的粘度低、析晶能力大。（ ）
- 3、浓度梯度是扩散的推动力，物质总是从高浓度处向低浓度处扩散。（ × ）
- 4、一般来说，晶界是气孔通向烧结体外的主要扩散通道。（ ）
- 5、固溶体是一种溶解了杂质组份的非晶态固体。（ × ）
- 6、液相析晶过程中过冷度的大小会影响材料的显微结构。（ ）
- 7、晶胚的临界半径 r_k 随着 T 的增大而减小，相变愈易进行。（ ）
- 8、一般来说二次再结晶对材料的性能有利。（ × ）
- 9、液 - 液相变的不稳分解过程不存在位垒。（ ）
- 10、在烧结后期，提高温度总是可以促进气孔的排除。（ × ）
1. 非化学计量化合物的组成与配料时称量的精度有关。（ × ）
2. 临界冷却速度大，则意味着析晶困难，容易形成玻璃体。（ × ）
3. 浓度梯度是扩散的推动力，物质总是从高浓度处向低浓度处扩散。（ × ）
4. 液 - 液相变的不稳分解过程不存在位垒 （ ）
5. 相变过程是一个化学变化过程。（ × ）
6. 粉体颗粒直径越小，其所对应的溶解度和蒸汽压也越大。（ ）
7. 扩散传质中压应力区空位浓度 < 无应力区空位浓度 < 张应力区空位浓度。（ ）
8. 晶粒长大源于小晶体的相互粘结。（ × ）
9. 在烧结后期，提高温度总是可以促进气孔的排除。（ × ）
10. 一般来说，晶界是气孔通向烧结体外的主要扩散通道。（ ）