变色玻璃原理

光致变色材料：光致变色材料，是指受到光源激发后能够发生颜色变化的一类材料。

常见变色玻璃类型：

1. **AgX-CuO**：玻璃中掺杂卤化银和少量氧化铜，光照下AgX接受可见光中光子的能量发生分解，生成Ag和X原子，其中纳米级的银显现黑色，使得玻璃在光照下变为不透明的深色。在黑暗环境中，在CuO的催化作用下，Ag和X原子发生化合再生成透明的AgX，恢复透明。

此过程：光下**AgBr**=**Ag**+**Br** 黑暗中**Ag**+**Br**=**CuO**=**AgBr**

1. **WO3**：在紫外光的作用下，价带中电子跃迁到导带，形成电子空穴。随后光电子被W（VI）捕获，W被还原到5价。同时掺杂的还原性物种产生正离子M+，双注入到WO3晶格中形成MxWO3（0＜x＜1）。其中W(V)和W(VI)的混合晶体称为钨青铜，为不透明的深色。（M+一般为氢离子）

光下：**WO3**+x**e-**+x**M+**==**MxWO3**

不透光的原理：在混合价态的晶体中，认为光电子被局限于W（V）上，而极化子跃迁过程W（V）+W\*(VI)=hv=W(VI)+W\*(V)是吸收光谱的来源

在无光的环境中，电子和M+正离子从WO3晶体中被双抽出，再次形成无色WO3晶体。

反应为：**MxWO3**=**WO3**+x**M+**+x**e-**

1. **有机变色材料**：以偶氮材料为例。偶氮基团-N=N-有顺反异构体，顺式和反式的摩尔消光系数差别很大（即吸收光的能力差别很大）。例如i-Pr-C6H4-N=N-Pr-i为一种光致变色材料，它的顺式异构体无色，在光照下，π键断裂，生成反式异构体（蓝黑色）。此时玻璃变为不透明状态。若将该不透光物质加热，它又会恢复为热力学稳定的顺式状态（玻璃恢复透明）。又如光反应2+2环加成生成不透明物质，黑暗/加热下恢复稳定透明。

关键成分：光致变色材料。要求：能发生可逆的氧化-还原反应。氧化态/还原态中有一种是不透光的。能在光照作用下发生该氧化还原反应。

其他玻璃不变色的原因：主要成分为SiO2和硅酸盐，在光下是稳定的，即不会发生氧化还原反应而生成有色物质。

怎样让变色更为明显：

1. 以有机变色材料为例，使光照下的分子的摩尔吸光系数更大，即吸收光的能力更强，此时同等光照下显色更深。
2. 使得发生光化学反应所需的能量减少，比如吸收红光区的光即可发生光化学反应而显色，这样几乎全部可见光区的光都可以使得材料变色。现有的WO3半导体材料吸收的是紫外光区的光，即能量低于此的光照将不会导致明显变色。
3. 考虑半导体如WO3的双注入-抽出模型，显然除了WO3还需要一种还原性材料，在光下提供光电子而变为氧化状态。如果此种物质满足如下性质：还原形态（正常情况）为透明状态，给出光电子变为氧化态后，显现不透光的深色(光照下)。这样两种变色材料的叠加使得光致变色更加明显。

物质表观颜色和物理化学性质的关系：

物质显色原理：当一束光穿过某种物质后，该物质吸收了这束光中的某些波段，使得该波段光的互补色不能完全互补，从而显现出所互补的光的颜色（例：Cu（H2O）42+吸收黄光，使得蓝色光不能与黄色光完全互补，从而显现蓝色）

显色方式①：共价键电荷跃迁

原因：成键电子吸收hv跃迁到反键轨道

显色方式②：过渡金属配合物中配位场轨道跃迁

原因：在配位化合物中，d电子在配位场中由t2g轨道吸收hv跃迁到eg轨道上

显色方式③：焰色反应

原因：原子轨道跃迁

与物质性质的关系：有能量合适（吸收可见光可以发生跃迁）的轨道，且满足其他限制条件（如自旋禁阻等）。

举例：

KMnO4显色（①）

CuSO4 显色（②）

钠的焰色反应（③）

Mn2+的无色 自旋禁阻

Zn2+的无色 没有合适的轨道