

玻璃译丛

第十一輯

上海市硅酸盐学会編

上海市科学技术編譯館

玻 璃 译 丛

第十一辑

上海市硅酸盐学会编

上海市科学技术出版社 出版

(上海南昌路5号)

上海市印刷六厂印刷 书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 3 1/16 字数 45,000
1966年5月第1版 19 第1次印刷
印数

编号 15·381 定价(科七) 0.55 元

目 录

不透明(黑色)玻璃及其半导体器件	1
颜色石英玻璃制造法	3
低熔点玻璃	6
多色料池炉与浓缩着色剂	7
适用于多色料池炉的玻璃组成和玻璃制造方法	12
熔制 HC-1 中性玻璃的鼓泡措施	16
玻璃液澄清过程的研究	17
玻璃的热化学处理方法	19
降低硼酸含量熔制玻璃	24
药用玻璃容器的检验方法	25
制造双层玻璃保温容器的设备	28
无抽气尾管的保温瓶胆制造法	30
有色离子的着色	31
艺术玻璃制品的透明颜色釉和金属氧化物涂层	34
铜红玻璃的合理组成	37
红色、橙黄色及黄色乳浊玻璃	39
琥珀色医药用玻璃	40
玻璃模具的表面保护	41
瓷釉密着测试方法的探讨	46
文摘	57
123 用高炉炉渣制造玻璃瓶罐	
124 玻璃中着色离子相互作用的評價	
125 垂直引下片玻璃的方法和装置	
126 玻璃釉彩的化学稳定性	
127 氟对易熔玻璃性质的影响	
128 搪瓷制品“鱼鳞”缺陷的研究	
129 超声波在搪瓷工业生产中的应用	
130 如何制造低温(单搪)搪瓷制品	

不透明(黑色)玻璃及其半导体器件

許多电子元件已經采用把晶体鍺或硅紧密封接于玻璃壳中,以防止同大气中有害成分(如水蒸汽)反应而致损坏。在此以前,所用的玻璃总是完全透明的,选择成分时是根据玻璃膨胀性能上的需要,能让导綫穿过于其中,同时,要求玻璃具有足够高的电阻率,以防止元件短路。然后,在此种玻璃封壳上涂上一层厚的黑漆,以防止晶体暴露于从紫外区经过可见区进入近紅外区間介于0.2~2.0微米波长的光波中时引起特性的变化。过去人們还不相信可能产生一种适用于其他一切有关方面的玻璃(这种玻璃甚至在极薄的切片中仍具一定深度的不透明性,以吸收有害的光波),而今天人們不难看到,不透明玻璃将可节省工时,且不必再在制品組件上涂黑漆了。况且,涂漆所产生的被膜是不能經受砍削和摩擦的。

本文介紹一种在薄到0.5毫米甚至更薄时对0.2~2.0微米之間的光波事实上还是透明的玻璃,它在350°C时所具有的电阻率为大于100,000欧姆/厘米,而在250°C时則大于3,000,000欧姆/厘米。在0~300°C之間,膨胀系数为 $45\sim 55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$,在420~490°C之間为它的等当固化点*。在液化温度时,粘度至少为15000泊;因此,可在自动机上拉成管子。

还将介紹一种对不透明玻璃和0~300°C範圍內膨胀系数約为 $50\sim 60 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 的金属鉬或“科伐”合金二者之間玻璃-金属封接剂。

此外,本文还将介紹一种带有密封不透明玻璃

SiO ₂	B ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	Fe ₂ O ₃	Co ₃ O ₄	Al ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	S	C
59.1	18.3	1.2	3.2	0.8	8.8	3.8	2.8	1.0	1.0	0.4	2.7

以上所說的氧化物数量总计为100%,而加上硫和碳的数量即超过100%。这里所示为最后留在玻璃中的数量范围,它們可能以阴离子形式存在。

玻璃必須在还原气氛下熔制。这个条件可通过选用由非氧化性的物质和还原性物质的配合料来获得。显然,对含硫的成品玻璃來說,元素硫可能作为配合料中的还原剂。不过,硫化铁是一种有效的还原剂,也是硫的来源之一。铁也可以单独以硫化铁剂

壳的半导体器件。

能达到上述目的玻璃組成为(重量%): SiO₂—56~64; B₂O₃—15~21; Na₂O—0~4; K₂O—0~6; Li₂O—0~1.0; 总硷金属氧化物—4~6; Al₂O₃—2~5; 以 Fe₂O₃ 計算的氧化铁—2~10; 以游离硫計算的硫—0.05~0.5; 以 Co₃O₄ 計算的氧化鉬—2~5。此外,还可将含有3%以上的 TiO₂ 和2%以上的 V₂O₅ 以及3%按游离碳計算的还原碳加入配合料,以增加黑色的深度。

制备玻璃时成分必須維持在上述限值範圍內,以获得生产此种玻璃的一切必需条件与性能。因此,为了制得可熔的玻璃,硷性氧化物和 B₂O₃ 含量必須不少于所示的最小值,而当这些成分大于所說的最大值时,那就会使膨胀系数上升至要求范围之外。

氧化铁、氧化鉬和硫的数量必須恰当,这些成分的每一种必須維持在所說範圍內,以制成有用的产品。因此,这三种成分的任一种少于最小值时,都会使玻璃在0.2~2.0微米之間的光波全然不具有所希望的透明度。当这些成分在玻璃熔体中已經认为是合适时,这时它們即以特定的比例存在。如果这些中間任一个或一个以上的成分超过了特定的范围,結果在玻璃中将有金属鉬沉淀出来,从而使玻璃不均匀。这种金属鉬在熔化过程中会从玻璃中分离出来,随后迅速地侵蚀耐火材料,从而导致熔化池或坩埚的毀損。

根据坩埚熔料按照配合料計算而提出的玻璃組成如下:

入,但因为要正确保持还原程度,通常也可以在硫化铁或另一种有效还原剂草酸铁之外在配合料中加入磁铁矿(但要与硫結合使用)。此外,外加的还原剂可用碳质物质(如灯黑,石墨或粉煤)的形式加入配

* 等当固化点是用来描述玻璃与金属封接时变为剛性的假想温度,在《美国陶瓷学会会志》1950年第33卷第224頁上《玻璃-金属封接中的应力》一文中有进一步

合料。

用 96% 硅氧坩堝在电热炉中熔化玻璃, 所提出的配合料组成以重量计算为:

硅砂	240
无水硼砂	21
无水硼酸	82
透锂长石(Petalite)	88
碳酸钾	25
草酸铁	105
氧化钴	20
二氧化钛	5
五氧化二钒	5
硫	2

配合料在坩堝中经 1550°C 熔化 16 小时即可得到所提出的玻璃组成。

这样制得的玻璃具有膨胀系数为 $49 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ($0 \sim 300^{\circ}\text{C}$), 等当固化点为 478°C , 并具有其他适合于其用途的物理性质。这种玻璃在厚度为 18 密尔 (1 吋的千分之一——译者注) 时, 对 $0.2 \sim 2.0$ 微米之间所有波长的光照射至少 99.5% 是不透明的。

配合料在坩堝炉中熔制是不适宜的, 因为氧化钴会被还原成熔融金属, 从而会侵蚀坩堝使之毁损。不过, 有一种适宜的配合料可在闭口坩堝中熔制, 其中氧化钴的还原量约为 $0.1 \sim 0.2\%$ 。因此, 在熔制过程中, 由于挥发而从闭口坩堝中损失的硫比开口坩堝中为少, 因而在配合料中硫的总量即可降低。当熔制过程中遇到硫呈硫化物或游离硫时, 随着温度升高, 它易被氧化, 于是, 留在玻璃中的硫的数量就比配合料中计算的数量为少。与此相似, 当配合料中引入的碳是还原碳时, 有些碳即氧化成 CO_2 而从玻璃熔体中挥发掉, 因此, 留在玻璃中的碳的数量也就比按还原碳作为计算基准而加入配合料的数量为少。

这里所提到的几种玻璃, 特别适合于半导体晶体封壳的成型, 因为它们对波长为 $0.2 \sim 2.0$ 微米的光照射是不透明的。“不透明”是指在上述厚度时, 任何特定波长的光透射都少于 1%。此外, 这些玻璃所具有的粘度特性可允许用惯用的拉管设备将玻璃成

型为薄壁的管子。同时, 玻璃所具有的膨胀特性和其他要求的性质(如固化点)也允许它们同用作穿过壳壁而与封壳中晶体通电接触的钼或“科伐”合金直接封接。

图 1 是一种密封半导体器件的剖面。其中, 半导体元件 10 (如锗或硅的晶体)、点接触元件 11、导体 12 与点接触元件通电接触; 第二个导体 13 则与半导体元件成点接触。12 和 13 两个导体是钼丝或“科伐”丝。电负荷元件均密封入不透明的玻璃壳 (它包括外壳管 14 和玻璃珠 15 和 16) 中。所说的每个玻璃元件基本上包含下述玻璃组成 (重量%): SiO_2 — $56 \sim 64$; B_2O_3 — $15 \sim 21$; Na_2O — $0 \sim 4$; K_2O — $1 \sim 6$; Li_2O — $0 \sim 1.0$; 总碱金属氧化物— $4 \sim 6$; Al_2O_3 — $2 \sim 10$; 以 Fe_2O_3 计算的氧化铁— $2 \sim 10$; 以 Co_3O_4 计算的氧化钴— $2 \sim 5$; 以游离硫计算的硫— $0.05 \sim 0.5$; TiO_2 — $0 \sim 3$; V_2O_5 — $0 \sim 2$; 以游离碳计算的还原碳— $0 \sim 3$ 。有孔玻璃小珠 15 和 16, 分别与导体 12 和 13 相封接。每个小珠都与外玻管 14 相封接。

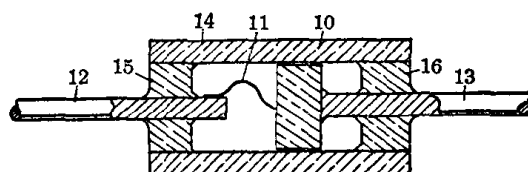


图 1

使玻璃与金属封接的方法是利用从特定组成的玻管上切下中央有一比金属丝直径稍大的有孔小珠。将小珠套进金属丝, 很快地加热到 1000°C , 再很快地使小珠与金属丝熔接起来。将小珠加热的适宜方法是用中性氢氧焰。

在制作密封的半导体时, 部件的结合包括小珠与具有点接触元件导体的焊接以及其他的结合, 还包括小珠对导体和对外壳的封接。这些最好先行装配好, 以供完整器件的装配。随后的装配就只需将玻璃珠与半导体元件紧密关联的外玻壳封接而成。

諸培南譯

原載英國專利 917, 037

更 正

《玻璃譯叢》第六輯文摘 072 的內容更正如下:

“为了防止片玻璃的表面在儲存期間产生虹彩薄膜, 当玻璃装箱时, 可以在片玻璃之間夾上浸透硫酸氫鈉(NaHSO_4)的紙, 其用量为 $0.05 \sim 2$ 克/米², 最好为 $0.3 \sim 0.5$ 克/米²。”

顏色石英玻璃製造法

已知的顏色石英玻璃製造法主要有三種，即：

1. 用硅酸盐金属（金属的原子序为 22~29）。
2. 用金属的化合物（不包括硅酸盐金属），主要为硫化物或硒化物。
3. 用一种元素，主要为銅、銀、金、硫、硒。

色泽范围随添加剂的氧化状况和熔融物的酸度而定。

以淨化的砂或石英晶体粉为原料，其中至少加一种元素，其原子序为 22~29, 58~60, 62, 68, 74 或 92, 或至少加上上述一种元素的化合物，总加入量按投入原料重量計，不超过 1%，然后置于炉內熔融。

上述元素或其化合物的加入能改善石英玻璃的性质。在某种情况下，加入一定量的鋁（鋁最好以 Al_2O_3 加入）化合物能起补救作用。

假使操作便利，最好将添加物和砂或石英晶体粉先充分混和，然后再置于炉內熔融。

由于熔融时的高温以及加入的元素或化合物和大气中一种或数种气体可能起化学反应，所以在大气中熔融所得的結果与真空中熔融的結果是不同的。假使需要在真空中熔融，压力最好小于 5 毫米汞柱。

自上述元素中选 5 种，以本文所述方法制造顏色玻璃，所产生的色泽見表 1。

表 1

元 素	原 子 序	色 泽 特 征
鈦	23	藍 色
鉻	24	綠 色
鈷	27	灰 藍 色
鎳	28	灰 色
鈷	32	淡黃棕色

一般地讲，假如以上述元素中的两种混合使用，則能产生下列效果之一：

a. 添加物中含两种有色元素时，产生的色泽为两种色泽的混合。

b. 添加物中含一种有色元素、一种无色元素时，有色元素产生的色泽能为无色元素所影响。

c. 添加物中所含两种元素能互相起作用时，产生的色泽与两种元素单独使用时所产生的色泽的混合不同。

属上述情况 a 的具体例子为：加入鈦（藍色）以改善铁的棕黑色，而得深黑色。属上述情况 b 的具体例子为：加入 0.1% 氧化鋁（无色）于鉻（綠色）而得藍色；加入于鈦（藍色）而得紫紅色。二氧化鈷（无色）加 0.02% 二氧化鈦即得象牙色。錳加少量鈦，藍色即变为橄欖綠色。多量鈦加錳，即变为黑色。鈷加錳，藍色即变为深藍色。

按下述各例制顏色玻璃，所得的色泽可以复現。加入的物质全部都为粉状，粒度小于 0.05 毫米篩目，加于原料（淨化的砂或石英粉）中后，在混料器內混和 2 小时。下述各例列举了添加物的名称、加入量、产生的色泽，有些例子还列举了同大气接触时熔融所产生的变化。

〔例 1〕——鈦

真空中熔融：

0.1% TiO_2 紫紅色斑点。

鈦也可与鈷、錳共用，作为添加物。

〔例 2〕——鈦

真空中熔融：

0.02% V_2O_5 淡藍色；

0.1% V_2O_5 藍色；

1.0% V_2O_5 海軍藍色。

鈦的特性为：透射光譜在可見（藍色）光譜內 480 毫微米处呈現吸收峰；在紫外光譜內 240 毫微米处全部断裂；在紅外光譜內約 1 微米处又開始出現，至 3.5 微米处可达高峰。

鈦和鋁

真空中熔融：

0.1% V_2O_5 + 0.1% Al_2O_3 紫藍色；

加氧化鋁后产生色泽变化的原因为透射光譜在可見光譜內（橙色）增至 620 毫微米。

鈦和錳

真空中熔融:

0.1% V_2O_5 +0.1% MnO_2 海軍藍色;

0.5% V_2O_5 +0.5% MnO_2 黑色;

0.075% V_2O_5 +0.25% MnO_2 橄欖綠色;

0.05% V_2O_5 +0.5% MnO_2 淡綠色。

二氧化錳似能改变鈮的氧化作用状态, 使綠色能透射(藍色和紅色則較少)。假使有一种物质存在, 能透射过量的藍色(綠色和紅色較少), 則根据相对的濃度可得黑色、海軍藍色或藍綠色。

鈮和铁

真空中熔融:

0.1% V_2O_5 +0.1% Fe_2O_3 棕藍色。

在大气中 1000°C 加热 18 小时后, 二氧化硅即变为黑色。含铁的物质在空气中加热产生深色是正常的。

大气中熔融:

0.13% V_2O_5 深藍色;

0.02% V_2O_5 淡藍色;

0.13% V_2O_5 +0.13% Al_2O_3 紫藍色;

0.06% V_2O_5 +0.06% Al_2O_3 紫藍色;

0.65% V_2O_5 +0.13% MnO_2 黑色;

0.13% V_2O_5 +0.7% Fe_2O_3 黑色。

加入鈮后, 熔融物难以操作。补救的办法为加氧化铝, 但色泽有所影响。

[例 3]——鉻

真空中熔融:

0.06% Cr_2O_3 棕綠色;

0.06% Cr_2O_3 +0.1% Al_2O_3 藍色;

0.03% Cr_2O_3 +0.05% Al_2O_3 藍色;

0.1% Cr_2O_3 +0.1% B_2O_3 綠色;

0.05% $Cr(OH)_3$ +0.05% Fe_2O_3 棕綠色。

加氧化铝能改善产品的透明度。透射光譜吸收峰自 570 毫微米变为 520 毫微米。加硼能增加产品的不透明度, 透射光譜吸收峰轉变为 550 毫微米。

大气中熔融:

0.33% $Cr(OH)_3$ H_2O 綠色;

0.16% $Cr(OH)_3$ H_2O 淡綠色;

0.16% $Cr(OH)_3$ H_2O +0.13% Al_2O_3 藍色。

加鉻后, 熔融物难以操作, 加氧化铝能予补救, 但对色泽有影响。熔融的砂比熔融的石英晶体色泽更藍, 可能因砂中含氧化铝之故。

以三氧化二鉻代氢氧化鉻, 鉻元素的当量不变, 可得更深的綠色。

[例 4]——錳

真空中熔融:

0.1% MnO_2 无色;

0.5% MnO_2 淡橙棕色;

1.0% MnO_2 乳色淡橙色;

0.1% MnO_2 +0.01% TiO_2 不透明奶油色。

砂加二氧化錳在大气中熔融, 无色。

[例 5]——铁

真空中熔融:

0.1% Fe_2O_3 透明淡稻草黄色, 带紅(在空气中 1000°C 加热 18 小时, 变为棕黑色);

0.1% Fe_2O_3 棕黑色。

大气中熔融:

0.13% Fe_2O_3 棕黑色;

0.6% Fe_3O_4 黑色。

[例 6]——鈷

真空中熔融:

0.1% Co_3O_4 灰藍色;

0.1% Co_2O_3 +0.1% MnO_2 藍色;

0.1% Co_2O_3 +0.1% Al_2O_3 藍色;

0.1% Co_3O_4 +0.1% MnO_2 深藍色。

大气中熔融:

0.13% Co_3O_4 藍灰色。

[例 7]——鎳

真空中熔融:

0.1% Ni 灰色;

0.3% Ni 灰色;

1.0% Ni 黑色。

大气中熔融:

0.4% Ni 灰色;

0.26% Ni 灰色。

[例 8]——銅

真空中熔融:

0.01% CuO 无色(在空气中 1000°C 加热 18 小时, 变为紅色);

0.1% CuO 淡稻草黄色(在空气中 1000°C 加热 18 小时, 变为紅色);

0.1% Cu_2Se 不透明珊瑚紅色;

0.1% Cu_4Si 淡銅紅色(加热可使色泽轉深);

0.01% CuO +0.05% Fe_2O_3 紅色;

0.01% CuO +0.1% Fe_2O_3 棕紅色;

0.01% CuO +0.1% Fe_3O_4 棕灰色;

0.1% CuO +0.1% Al_2O_3 淡稻草黄色(即使延长加热時間, 仍不能得到銅

的色泽);

0.001% CuO+0.05% V₂O₅ 藍色 (在空气中 1000°C 加热 18 小时后,变为紫紅色)。

假使以銅或氧化亚銅代氧化銅, 色泽无变化。

大气中熔融:

0.005% Cu 深紅色;

0.05% Cu+0.06% CuO₂ 紅灰色;

0.06% Cu₄Si 紫醬色;

0.3 % Cu₂Se 紫醬色。

[例 9]——鈰

真空中熔融:

0.1% CeO₂ 无色;

0.1% CeO₂+0.01% TiO₂ 淡奶油色;

0.1% CeO₂+0.02% TiO₂ 不透明奶油色;

0.5% CeO₂+0.05% TiO₂ 灰奶油色。

[例 10]——鐳

真空中熔融:

0.1% Pr₂O₃ 极淡的淡紫色;

1.0% Pr₂O₃ 淡紫色。

[例 11]——釹

真空中熔融:

0.1% Nd₂O₃ 极淡的綠色;

1.0% Nd₂O₃ 綠色。

[例 12]——鉕

真空中熔融:

0.1% Er₂O₃ 极淡的玫紅色;

1.0% Er₂O₃ 玫紅色。

[例 13]——鎢

真空中熔融:

0.1% WO₃ 淡烟灰色。

大气中熔融:

0.13% WO₃ 淡烟灰色。

[例 14]——鈾

真空中熔融:

0.1% U₃O₈ 棕色;

0.1% U₃O₈+0.1% Al₂O₃ 无色;

0.05% U₃O₈+0.025% V₂O₅ 棕藍色。

大气中熔融:

0.1% U₃O₈ 淡黃棕色(心为綠色)。

[例 15]——鈔

真空中熔融:

1.0% Sa₂O₃ 不透明黃棕色;

0.3% Sa₂O₃+0.1% Al₂O₃ 透明橙棕色。

以上各例, 大气中熔融时, 炉中投料为淨化的砂; 真空中熔融时, 炉中投料为石英粉。

居宗雍譯 叶方舒校

原載法国专利 1,370,013

(上接第 6 頁)

表 1 至表 3 所示的各种組成都有比电阻为 10¹² 欧姆厘米的高絕緣性能, 而且是稳定的。

下面就各組成比率的結果加以說明。PbO 含量在 90% 以上时, 玻璃易失透, 且极不穩定。B₂O₃ 含量在 3% 以下时, 也是易失透而不稳定的玻璃。B₂O₃ 在 8% 以上时, 軟化溫度可达到 320°C 以上。很明显, Bi₂O₃ 有使軟化溫度降低的作用, 且置換大量的 PbO 时, 軟化溫度的变化小, 形成玻璃的范围极广。在本研究中, 当 Bi₂O₃ 在 5% 以下时, B₂O₃ 有时有易失透的傾向。Bi₂O₃ 在 30% 以上时, 玻璃不穩定, 軟化溫度不降低, 且 Bi₂O₃ 比 PbO 的价格貴,

因此, 用大量的 Bi₂O₃ 是不經濟的。一般說来, 在上述三元系統玻璃中, 仅根据 B₂O₃ 的增減, 也易变动軟化溫度。以 Bi₂O₃ 置換大量的 PbO, 仅少許变动軟化点。在配料时, 若只注意 B₂O₃ 的量, 也是极易操作的。

基于以上理由, 本研究决定采用下述成分和配比:

B₂O₃ 3~8% PbO 60~90% Bi₂O₃ 5~30%

这种低融点玻璃比原来的融着溫度低, 且具有高絕緣性能, 形成的玻璃是稳定的。

楊慰椿譯 張綬庆、馬英仁校

原載日本特許公報昭 39-23837

低 融 点 玻 璃

池田法一

本文介紹一种低融点玻璃的組成。低融点玻璃，一方面可以用来进行半导体組件的气密封接，它又可用于金属或陶瓷等制成的半导体封接容器的封接，以保证絕對的气密。低融点玻璃的用途是非常广闊的。

这种低融点玻璃可以用作半导体制品的气密封接材料。因此，它的融着溫度(这里指的融着溫度是在該溫度下保溫 10 分钟玻璃湿润銅的最低溫度，以下簡称融着溫度)在 400°C 以下，且必須有良好的絕緣性能。現在已发表的低融点玻璃有康宁的 #7570 玻璃，耶那的 #8468 玻璃，鷹木的 $\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 玻璃及 Beltareben 研究所的鈣质玻璃等。其中，除鈣质玻璃外，其余四种玻璃都是絕緣性高的。康宁的低融点玻璃的膨脹系数为 84×10^{-7} ，軟化溫度(这里指的軟化溫度是玻璃的粘度为 $10^{7.6}$ 泊时的溫度)为 440°C ，融着溫度为 520°C 。耶那的低融点玻璃的膨脹系数为 124×10^{-7} ，軟化溫度为 330°C ，融着溫度为 400°C 。鷹木的低融点玻璃的膨脹系数为 $70 \sim 120 \times 10^{-7}$ ，軟化溫度为 $340 \sim 480^{\circ}\text{C}$ ，融着溫度为 $420 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 。直接用作半导体的气密封接材料，融着溫度需要高一些。另一种鈣质玻璃的膨脹系数为 $168 \sim 345 \times 10^{-7}$ ，軟化溫度为 $240 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，融着溫度 $280 \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，这是一种融着溫度低的玻璃。作为气密封接材料，它的膨脹系数过大，其缺点是不能在空气中操作。此外，还有钒酸盐系統及磷酸盐系統的玻璃，它們的融着溫度低，絕緣性能差。称为 $10^6 \sim 10^8$ 欧姆厘米的半导体玻璃，不能用作絕緣性良好的气密絕緣材料。

本研究的目的是为了减少这些玻璃的各种缺点，使融着溫度保持在 400°C 以下，并具有高絕緣性和稳定性。

在本研究的各二元系的玻璃成分中，最低軟化溫度在 $\text{PbO}:\text{B}_2\text{O}_3=87.5:12.5$ 时为 330°C ， $\text{Bi}_2\text{O}_3:\text{B}_2\text{O}_3=10.2:89.8$ 时为 407°C ，在 $\text{PbO-Bi}_2\text{O}_3$ 系統中不能形成玻璃。

但在本研究的 $\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ 三元系統中，

得到的軟化溫度低到 $290 \sim 320^{\circ}\text{C}$ ，融着溫度也低到 370°C ，且具有比电阻在 10^{12} 欧姆厘米以上的高絕緣的稳定玻璃。

作者作了如下配合範圍內的實驗，并把膨脹系数和軟化溫度的測定結果記錄于下(各成分的含量以重量百分数表示)。

表 1

(B ₂ O ₃ 的含量不变, 变动 PbO 和 Bi ₂ O ₃ 的含量)				
PbO	B ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	膨脹系数 ($\times 10^{-7}$)	軟化溫度 ($^{\circ}\text{C}$)
80%	5%	15%	138.5	299.4
75%	5%	20%	138.4	301.7
70%	5%	25%	143.7	300.4

表 2

(PbO、B ₂ O ₃ 的含量不变, 变动 PbO+B ₂ O ₃ 和 Bi ₂ O ₃ 的含量)				
PbO	B ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	膨脹系数 ($\times 10^{-7}$)	軟化溫度 ($^{\circ}\text{C}$)
79.6%	11.4%	9%	116.7	337.5
76.4%	10.6%	15%	121.9	331.1
69.1%	9.9%	21%	122.4	328.3
66.5%	9.5%	24%	125.0	329.7
61.25%	8.75%	30%	123.2	326.5

表 3

(Bi ₂ O ₃ 的含量不变, 变动 PbO 和 B ₂ O ₃ 的含量)				
PbO	B ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	膨脹系数 ($\times 10^{-7}$)	軟化溫度 ($^{\circ}\text{C}$)
87.5%	7.5%	5%	124.5	323.1
85%	10%	5%	116.7	322.4
80%	15%	5%	107.5	361.1
75%	20%	5%	89.8	446.7

(下接第 5 頁)

多色料池炉与濃縮着色剂

美国欧文-伊里諾斯玻璃公司最近发展了一种制造顏色玻璃的新方法，預期将对包装界带来很大的影响。这种方法，称为“光譜玻璃”(Spectraglas)，就是在池炉供料槽內的无色熔融玻璃中加入着色剂，使之成为在光譜範圍內的顏色玻璃。

該方法所用的着色剂是一种濃縮着色剂熔块。当它被引入供料槽的无色熔融玻璃中时，就能很快地扩散与混和，并經強力地攪拌均匀后，进入供料器。

原来慣用的生产顏色玻璃的方法，是把玻璃配合料和着色剂一起熔融。因此，一座池炉只能生产一种顏色玻璃。当需要更換另一种顏色时，就必须进行釉洗池炉，少则要停炉几天，多則几星期。这是一种又貴又費時間的方法。但是，应用“光譜玻璃”的新方法，就能同时在同一座池炉內生产几种顏色。例如，欧文-伊里諾斯玻璃公司的一座容量为 120~150 吨的池炉，可以同时供应六台制瓶机，生产六种不同顏色的玻璃器皿，而且当它需要更換供料槽的玻璃顏色时，只需 1 小时就够了。

图 1 为顏色玻璃习惯制造法的示意图。着色剂是在进入池炉前加入玻璃配合料內的。图 2 为制造顏色玻璃的 O-I 新方法。着色剂是在供料槽內加入的。濃縮着色剂在供料槽內的引入、熔融与混合，是本方法最主要的阶段。所以在槽內装有一連串的攪拌器。这些攪拌器必須彻底混合濃縮着色剂和熔融的无色基础玻璃，这样才能避免可能发生的顏色斑点。装在供料槽內的攪拌器的位置以及攪拌的速度，对最終得到的玻璃器皿质量有很大的影响。气氛和

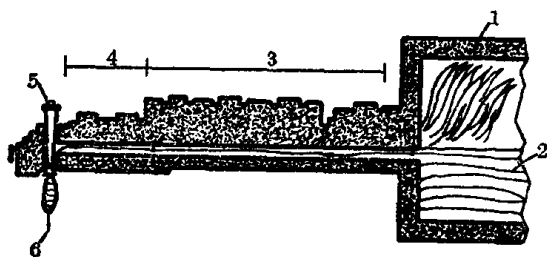


图 1

1—池炉； 2—原料預先与着色剂混合； 3—冷却部分； 4—調節部分； 5—供料器； 6—成型机

溫度也必須小心地控制。同时，濃縮的玻璃着色剂配方必定要完全适合于熔融基础玻璃。这样，才可保证圓滿地溶解濃縮着色剂熔块，并防止不希望发生的析晶的后果。

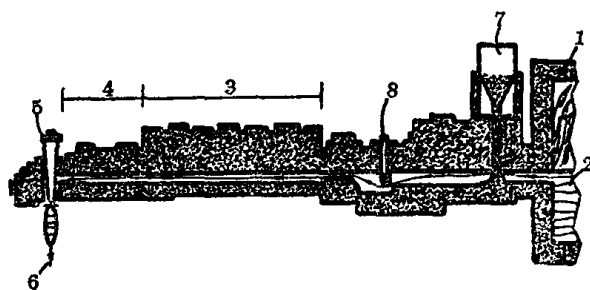


图 2

1—池炉； 2—基础玻璃(明料)； 3—冷却部分；
4—調節部分； 5—供料器； 6—成型机； 7—濃縮着色剂熔块； 8—攪拌器

现将多色料池炉与濃縮着色剂分別介紹如下：

多色料池炉

用“光譜玻璃”法制造顏色玻璃用的池炉，称它为多色料池炉。它的主要特点就是在池炉前面接出几条供料槽。一般供料槽每天的平均出料量約为：深色 45 吨，淡色 60 吨(出料多寡視顏色深淡而定)。

濃縮着色剂加入供料槽后就需进行強力攪拌。攪拌方法有两种。一种是豎式攪拌器，比較簡單，但是易在槽底上流成一条顏色帶，因而不能均匀地将玻璃体混合好(見图 3)。另一种是臥式攪拌器，能产生“頂-底和底-頂”的強力攪拌作用，着色剂由此而混遍了玻璃体，生产一种顏色均匀又无斑点与条痕的玻璃。现将具有后一种攪拌器的多色料池炉概述如下：

这种臥式攪拌器由一个水平旋轉軸組成。它橫切地延伸于供料槽內的水平面下。軸上排列着桨叶状的攪拌桨。攪拌器由一个馬达驅動，可带动玻璃表面部分通过玻璃体向下，而达到供料槽的底部；同时又可将底部的玻璃帶上来，就在这样的情况下，进行着強力攪拌与彻底混合。

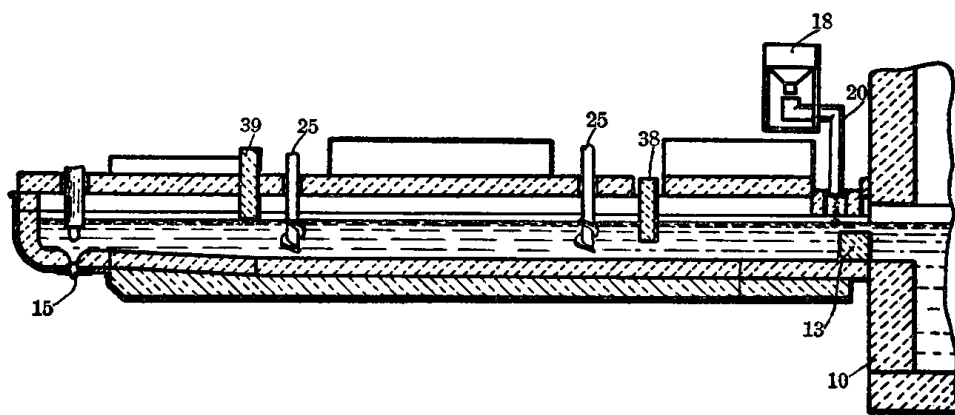


图 3

玻璃配合料在池炉 10 内熔融与澄清后从池炉内流出, 通过池炉墙壁 12 中的出口 11, 越过挡墙 13 而达供料槽 14。当玻璃流经供料槽而达供料器出口

15 时, 玻璃可进一步地澄清, 其温度可用普通方法调节(见图 4)。

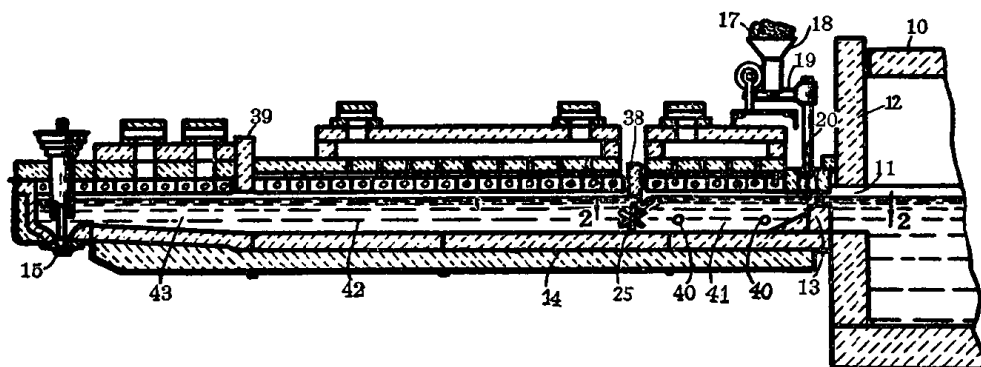


图 4

浓缩着色剂 17 装在一个漏斗 18 中。可用一个马达驱动喂料器来加料, 并控制其流量。漏斗外面有一水冷外套, 以保持着色剂的固体性能。根据供

料槽的宽度, 设置若干垂直的管子 20。浓缩着色剂就通过这些管子投到槽内液面上, 与基础玻璃一起熔融混合。

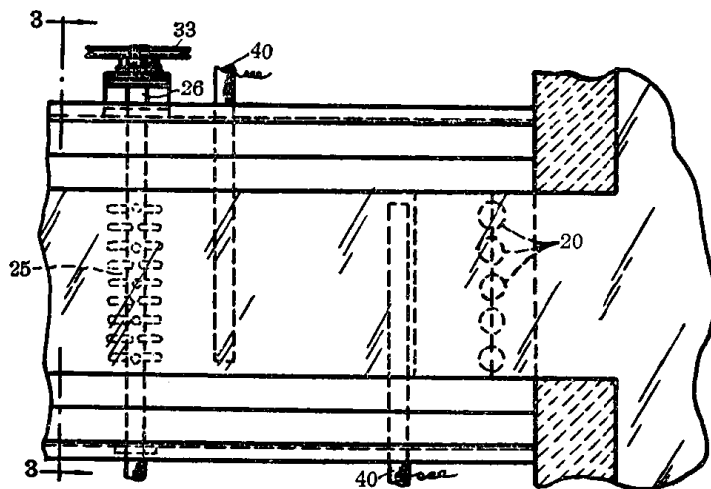


图 5

攪拌器 25 裝在供料槽內離投遞濃縮着色劑處有一段距離的位置上。根據資料介紹，攪拌器主要由一個裝在軸承 27 上旋轉的水平旋轉軸 26 組成。軸承 27 安置在供料槽兩邊的側牆內。旋轉軸 26 對槽內玻璃引伸成垂直的流動方向。軸承可由石墨耐火材料或水冷材料制成。帶動負載的外裝軸承 28，被安置於離封接處相適應距離的位置上。旋轉軸 26 的連續轉動是靠一個與其相連結的馬達 30 而驅動的。

馬達 30 通過減縮齒輪和一條傳動皮帶 32 及拴在旋轉軸上的皮帶盤 33 而旋動旋轉軸。

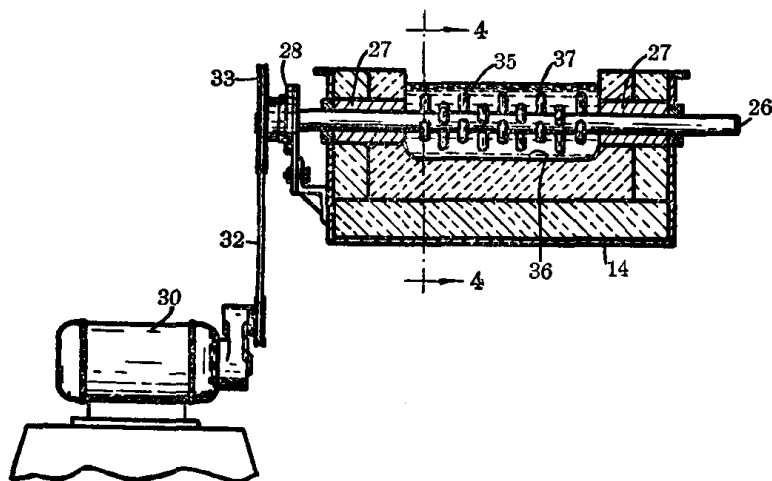


图 6

攪拌組件 35 連結在旋轉軸 26 上，並由此徑向引伸。這些攪拌組件可以形成風標狀、螺旋狀或葉槳狀，也可以以前後交叉狀排列在整個旋轉軸上。旋轉軸浸入玻璃液內，使其攪拌葉槳在旋轉過程中能下面接近於供料槽的底面 36，上面臨近玻璃液的表面 37。

攪拌器 25 的旋轉使葉槳或攪拌組件 35 壓迫表面部分玻璃向下，而帶到供料槽的玻璃體底部，同時也迫使玻璃體沿底面向上流至表面。攪拌器驅動的速度要能造成強力地攪拌和混合整個流經供料槽的玻璃體。

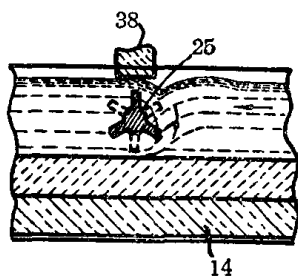


图 7

擋磚 38 和 39 從供料槽的頂部下垂，寬度正巧達到玻璃的水平面上。這樣就形成了溫度控制室 41、42 和 43。假使需要調節玻璃從一個分隔室到另一個分隔室去的通路，可以使這些擋磚伸入玻璃體。這樣的結構可以使任何一個分隔室內都能完備地控制溫度，不會直接影響其他分隔室內的溫度。例如，在 41 分隔室內的溫度可能高到足夠快速熔融加入的濃縮着色劑（約 2500°F），而在其他兩個隔室 42 與 43 內，可以使玻璃的溫度降低到逐漸接近於出口 15 處所要求的操作溫度。根據資料介紹，120 噸容量池爐的供料槽長度，比原來的供料槽增長 9 呎。

電極 40 插入 41 室內的玻璃體內。它能在電路中增加熔融玻璃體整個寬度的熱量，因而產生了对流運動。对流運動不僅能混合玻璃與着色劑，而且由於電極與燃燒器（裝在供料槽側壁上）共同發熱而加熱了更大量的玻璃。所以要採用內外兩種加熱方法，一方面是為了加速濃縮着色劑的熔融，另一方面是為了使規定時間內通過着色區的玻璃大大增加容量。內外聯合加熱可以加速和加強对流運動，加速濃縮着色劑徹底地混和於玻璃體中。

此外，所提供的攪拌機械，最好以一定速度和一定方向旋轉，以便保持或減慢玻璃從 41 區流出的流動速度。事實上，玻璃流經 41 區的表面流動性很慢，使加入的濃縮着色劑在達到攪拌器前完全熔融。總之，電極、燃料加熱器的聯合裝置，能確保玻璃（尤其是濃縮着色劑）在流到攪拌器之前達到完全熔融，以便制得理想的均勻一致的顏色玻璃器皿。

濃縮着色劑

用於多色料池爐的濃縮着色劑，美國歐文-伊里諾斯公司到目前為止已發展到 21 種顏色。其中 13 種為綠色，5 種為藍色，1 種藍綠色，1 種煙灰色與 1 種琥珀色。該公司聲稱，任何種光譜顏色玻璃（包括紅色與黃色在內）都能用此法製造，目前只由於紅色與黃色着色劑太貴，尚未製造。但是，他們正在尋求一種經濟的方法來生產這兩種顏色的玻璃。

濃縮着色劑熔塊，如前所述，是在供料槽內加入的。所以要求能與槽內的熔融無色基礎玻璃迅速地

混和与均化。因此，它除了必須具有与基础玻璃同一成分外，还应具备低粘度与低表面張力的性能。根据专利介紹，加入的濃縮着色剂“基本上”是无鋁的，因为消除鋁能降低着色剂的粘度与表面張力。“基本上”无鋁，应被解釋为氧化铝不作为一种成分被引入，而只作为一种微量杂质出現于配合料中，即配合料中可以殘留 0.2% 工业上还不能提純的鋁（虽然还能进一步用特殊方法来提純）。

濃縮着色剂的制备方法：在与基础玻璃成分基本相同的配合料中加入着色物料。經熔融后再使此熔融玻璃液通过一对滾筒而进入一噴射器，噴成顆粒；或者使熔融玻璃液通过滾筒后进入水中驟冷，再由螺旋输送机送入煤气干燥器干燥。最合适的顆粒大小約为 25~100 目(英国标准篩)。至于加入供料槽的濃縮着色剂分量，只占基础玻璃的一小部分，其比例可依据其成分和所希望得到的最終制品的顏色深淡或其他因素而定。

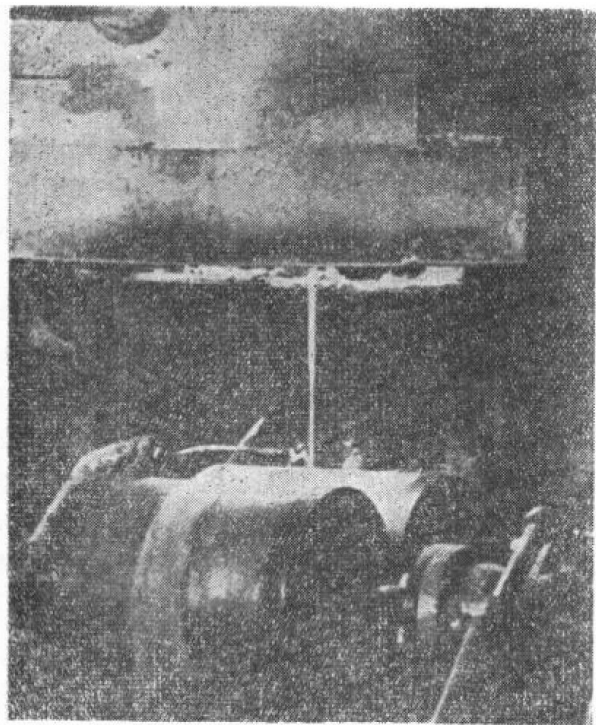


图 8 濃縮着色剂流經滾筒的情况

該公司的一条供料槽一天能供料 45~60 吨，每小时加 25~100 磅，即 1.9~2.5 吨內加 25~100 磅濃縮着色剂。

减少濃縮着色剂配合料中的氧化铝，是用其他氧化物来代替。一般选用 SiO₂ 取代 Al₂O₃，这样既能减小粘度与表面張力，而又不会很大地改变热膨胀，可以达到避免玻璃发生条痕的危險。

表 1 是两种以 SiO₂ 代替 Al₂O₃ 的典型成分。

这些都是用以制造玻璃器皿的很普通的成分。根据一般习惯，对粘度的影响是由溫度达到 log 3 粘度来表示的。这种粘度也是合理地接近于玻璃平时在供料槽內的粘度。

表 1 以 SiO₂ 取代 Al₂O₃ 的影响

	A	B	C	D
SiO ₂	64.5	73.5	71.5	74.5
Al ₂ O ₃	9.0	—	3.0	—
CaO	9.0	9.0	11.0	11.0
Na ₂ O	15.5	15.5	12.5	12.5
K ₂ O	2.0	2.0	2.0	2.0
表面張力 (达因/厘米)	327	303	320	312
log η = 10 ³	2205°F	2060°F	2195°F	2160°F
热膨胀 (× 10 ⁻⁷)	98.4	98.8	90.1	90.0

上表中，A 栏的成分可用作基础玻璃。B 栏所不同于 A 栏者，就是无 Al₂O₃，而代之以等量的 SiO₂。在 B 栏成分中加入着色原料，就可作 A 栏基础玻璃的濃縮着色剂配合料。C 与 D 栏的情况与 A、B 栏相同。

被用作綠色濃縮着色剂的配合料，更有利于使用无鋁或低鋁成分，因为低鋁成分将能溶解和保持更大量的 Cr₂O₃，使它制备成具有更大着色能力的濃縮着色剂。它的另一个优点是，增加 Cr₂O₃ 的含量就能减低濃縮着色剂的表面張力，促使它易于与基础玻璃混合。但是，MgO 被引入 Cr₂O₃ 的濃縮着色剂內，也会降低 Cr₂O₃ 的溶解和含量。所以最好将 MgO 降低到最低限度。低氧化铝和低氧化鎂对 Cr₂O₃ 的溶解度示于表 2。

表 2 Cr₂O₃ 的溶解度

	A	B	E	F
SiO ₂	64.5	73.5	72.0	72.0
Al ₂ O ₃	9.0	—	1.5	1.5
CaO	9.0	9.0	7.3	12.4
MgO	—	—	5.2	—
BaO	—	—	0.5	—
Na ₂ O	15.5	15.5	13.5	13.5
K ₂ O	2.0	2.0	—	—
Cr ₂ O ₃ 能溶解 和含量的%	1.0	2.0	1.0	1.5

上表中, A 栏与 B 栏所示的成分和表 1 内相同。可以看出, 当消除 Al_2O_3 而代之以 SiO_2 后, 能溶解和含有的 $\text{Cr}_2\text{O}_3\%$, 分别增加 1 倍和 1~2%。从 E 栏与 F 栏成分的比较可以看出, 消除 MgO 到 0 后, 并代之以等量的 CaO , 氧化铬%在事实上增加了。

表 3 是用来制造绿色玻璃器皿的理想浓缩着色剂成分和三种典型硅石玻璃。

表 3

着色剂的玻璃成分		典型硅石基础玻璃成分		
		A	B	C
SiO_2	72.5	72.5	72.5	71.5
CaO	12.5	12.5	7.3	11.0
Na_2O	13.5	13.5	13.5	12.5
Cr_2O_3	1.5	—	—	—
Al_2O_3	—	1.5	1.5	3.0
BaO	—	0.5	0.5	2.0
MgO	—	—	5.2	—

再介绍一下英国联合玻璃有限公司所公布的几种浓缩着色剂配方。这些着色剂用简单的垂直搅拌机也能得到圆满成果。因为它具有低于 400 泊 (1100°C 时) 的粘度, 所以能既无应变裂缝又不延长混合时间。

表 4 浓缩着色剂的组成

Na_2O 、 K_2O 和/或 Li_2O	20~40%
SiO_2	30~60%
B_2O_3 和/或 PbO	5~35%
着色原料	
金属氧化物(例如 CoO 或 Cr_2O_3)	5~15%
硒(含或不含氧化砷)	~ 3%

着色“钠-碱”的基础玻璃时, 浓缩着色剂通常含有 Na_2O 、 SiO_2 、 B_2O_3 以及着色原料。当着色“钾-铅”基础玻璃时, 则着色剂含有 K_2O 、 SiO_2 、 PbO 、 B_2O_3 以及着色原料。粘度可以低于 100 泊 (在 1100°C 时)。现将淡蓝、淡绿、粉红等浓缩着色剂分述如下:

(1) 用钠-碱玻璃作基础玻璃制造淡蓝或淡绿色器皿玻璃:

淡蓝色浓缩着色剂成分		淡绿色浓缩着色剂成分	
Na_2O	31.6%	Na_2O	31.6%
SiO_2	54.0%	SiO_2	54.0%
B_2O_3	5.4%	B_2O_3	5.4%
CoO	9.0%	Cr_2O_3	9.0%

(2) 用钾-铅玻璃作基础玻璃制造淡蓝色器皿玻璃:

Na_2O	33.5%
SiO_2	41.5%
PbO	17.0%
CoO	9.0%

(3) 用白色的氟化物-钠-碱玻璃作基础玻璃制造粉红色不透明玻璃:

Na_2O	34.7%
SiO_2	57.5%
B_2O_3	5.5%
Se (理论上)	2.0%
As_2O_3 (理论上)	1.0%

上述例(1)的基础玻璃成分为:

Na_2O	12~16%
CaO	9~13%
Al_2O_3	0~ 2%
SiO_2	70~75%

例(2)的基础玻璃成分为:

PbO	30~35%
SiO_2	50~55%
K_2O	10~15%

例(3)的基础玻璃成分和例(1)相同, 唯多加 2~6% (重量) 的氟。这些基础玻璃还可以含有其他品种和数量的原料(例如, MgO 、 BaO 、 B_2O_3 和/或 K_2O 可达 5%)。

至于着色原料, 可以用氧化钴、氧化铬、硒、氧化镍、氧化钒、氧化铁或氧化锰。这些原料可以各种形式引入。例如, 氧化钴, 硫酸钴, 硝酸钴; 重铬酸钠和钾; 硒, 硒酸钠, 亚硒酸钠, 硒化钠; 氧化镍, 硫酸镍或硝酸镍; 钒酸钠, 钾或铵, 硫酸氧钒, 氧化铁或硫酸铁; 二氧化锰, 高锰酸钠或钾。其他着色原料也同样可以应用。

参考文献

- [1] «American glass Review» November p. 10~11 (1964)。
- [2] «Ceramic Industry» August p. 42~48(1965)。
- [3] USP 2, 115, 408。
- [4] USP 2, 593, 197。
- [5] USP 2, 817, 191。
- [6] BP 816, 161。
- [7] BP 920, 174。
- [8] 日本特許公报昭 36-15628。

周馥媛編譯

适用于多色料池炉的玻璃組成和玻璃制造方法

本文介紹一种在供料槽中将高度濃縮着色剂熔块加入熔融无色基础玻璃內以制造顏色玻璃的方法。加入基础玻璃中的濃縮着色剂熔块为粉状。当它被基础玻璃熔融并經一起攪拌后,就产生均质玻璃。

某些商业上的主要綠色玻璃(如乔其亞綠,酒綠,翡翠綠及香檳酒綠),其主要着色剂是氧化鉻,着色熔块必須是“高度濃縮”的。只有这样,才能有足夠的着色性能,以得到所期望的顏色玻璃制品。熔块与熔融基础玻璃必須在流过供料槽較短的长度內混合。同时,为了不使所混合成的玻璃与最初設計玻璃的化学組成不符,必須限制着色剂熔块的用量。基础玻璃及熔块較好的混合比范围是400~1到40~1,該比率是容易操作的范围。

确定“高度濃縮”着色剂熔块的顏色濃度时,将它均匀分散混入熔融基础玻璃,便能得到所希望的着色濃度。

在熔块中不用氧化鋁,可以降低表面張力,使它容易混合和扩散到基础玻璃成分中,还可使熔块含有更多量的氧化鉻。降低氧化鎂的含量,更能溶解及容納在熔块中的氧化鉻含量。因此,熔块中的氧化鎂含量应保持在尽可能低的水平。

制造高度濃縮着色剂熔块的組成,不用氧化鋁(Al_2O_3),或者氧化鋁和氧化鎂(MgO)两者都不用,而代之以 SiO_2 和 CaO ,这样既能降低表面張力,又能增加鉻溶解性,从而可以保持大量的氧化鉻。

假使濃縮着色剂熔块沒有氧化鋁和氧化鎂,其中有2%以上的氧化鉻作着色剂, CaO 和 BaO 的总重量不超过5%,既可使熔融玻璃的表面張力进一步降低,熔块中就会含有更大量的氧化鉻,又能获得低于200达因/厘米的表面張力值。

本文所談的制造顏色玻璃的方法还包括加到含氧化鋁的基础玻璃中的濃縮着色剂熔块,它沒有 Al_2O_3 和 MgO 以及含有2%以上氧化鉻作着色剂,但 CaO 、 BaO 总含量不超过5%,氧化鉻含量在2%以上而不超过7%。这种熔块在熔融状态具有低于300达因/厘米的表面張力。

将固体熔块加入熔融料槽內流动的无色基础玻

璃中时,熔块具有比熔融基础玻璃更低的表面張力,在混成玻璃时为含有氧化鉻40~400倍。熔块在基础玻璃中熔化混和后,可获得所要求的混合玻璃。

在表1~3中,R是鈉、鉀或其混合物。M是鈣、鋇或其混合物。

濃縮着色剂熔块主要是由 SiO_2 ,总量不超过5%的碱土金属氧化物,0~20% B_2O_3 ,15~30% K_2O 、 Na_2O 或其混合物,以及2%以上的氧化鉻組成的。

另一种濃縮着色剂熔块主要由二氧化硅,15~

表 1 典型的濃縮着色剂熔块的成分

配合料成分	重 量 %
SiO_2	55~75
R_2O	15~30
B_2O_3	0~20
MO	0~5
氧化鉻	2 以上
Fe_2O_3	0~2
CoO	0~1
NiO	0~5

表 2 特殊濃縮着色剂熔块的組成

配合料成分	重 量 %
SiO_2	55~75
Na_2O	0~20
K_2O	0~30
B_2O_3	0~20
CaO	0~5
BaO	0~5
氧化鉻	2 以上
CoO	0~1
NiO	0~5
Fe_2O_3	0~2
R_2O 合計	15~30
MO 合計	0~5

表 3 特別有效熔块的組成

配合料成分	重 量 %
SiO ₂	58~70
R ₂ O	19~26
B ₂ O ₃	1~20
MO	0~5
氧化鉻	3 以上
Fe ₂ O ₃	0~2
CoO	0~1
NiO	0~5
R ₂ O+B ₂ O ₃ 合計	至少 23

30% K₂O、Na₂O 或其混合物，2% 以上的氧化鉻組成，并附加一种选自氧化鉄、氧化鈷、氧化鎳或其混合物的着色剂。

任何一种濃縮着色剂熔块都是主要由下列成分重量%組成的：(其中R是鈉、鉀或其混合物)

配合料成分	重量%
SiO ₂	55~75
R ₂ O	15~30
氧化鉻	2 以上
Fe ₂ O ₃	0~2
CoO	0~1
NiO	0~5

有一种更为濃縮的着色剂熔块，含氧化鉻在7%以上。該熔块的配合料与着色氧化物不同，主要由二氧化硅，不超过5%的氧化鈣或氧化鋇，0~20% B₂O₃，15~30% K₂O、Na₂O 或其混合物組成。基

表 4

氧 化 物	重 量 %
SiO ₂	60~75
Al ₂ O ₃	0.3~10
CaO+MgO	6~15
Na ₂ O	12~18
K ₂ O	0~5
BaO	0~5
Se	0.00025~0.00035

础玻璃可应用慣用的无色或粉紅色奶瓶玻璃制造，其氧化物百分率的范围如表4所示。

表4所列基础玻璃組成范围可与本文所介紹的各种濃縮着色剂熔块一起应用。

表5中的例I和II是鈉-鈣-硅系配合料，可用作熔融基础玻璃的明料。

基础玻璃从熔池或澄清池流入供料槽的溫度約

表 5

	例 I (%)	例 II (%)
SiO ₂	72.01	71.45
Al ₂ O ₃	1.74	1.32
Fe ₂ O ₃	0.039	0.37
TiO ₂	0.029	0.013
CaO	11.38	8.32
MgO	1.15	5.58
碱	13.65	13.28
硒	0.00025~0.00035	0.00025~0.00035

为2300~2600°F。在此溫度下，适宜于加入濃縮着色剂。在某些場合，可以提高供料槽溫度，以增加熔块散布。例如，当熔窑的溫度为2280°F时，供料槽加料处可升到2350°F，然后沿供料槽长度到出料口再降低溫度为2070°F。

基础玻璃組成中含有的硒，应作为无色或“粉紅色”硅石玻璃組成中的一般成分，而亚鉄离子(Fe²⁺)則当作杂质。全部鉄含量以Fe₂O₃計算。FeO往往是由硅砂杂质引入，如作质量控制限制，則不应超过0.02%。

在顏色玻璃制造工艺中，顏色标准常用“純度”“主波长”及“透明度”等术语来表示。

玻璃的“純度”用于表示各个玻璃顏色主波长的透射百分率。玻璃要吸收其余波长的光。以商业上乔其亚綠玻璃为例，波长515~545毫微米的光是“主波长”范围内顏色的光，假使指出“純度”5%，即是5%的光在主波长范围内透射，剩余的95%則被玻璃吸收。

“透明度”是指玻璃总透射百分率。假使乔其亚綠玻璃有75%“透明度”，它就是透射全部波长中75%的光。

濃縮着色剂熔块与基础玻璃的混合工序，极大部分依靠熔块具有低粘度或低表面張力。这些熔块的低数值能改进相互間混合和扩散，由此可选择适用的熔块組成。熔块中氧化鋁及氧化鎂含量必須保持在最低限度內，应低于基础玻璃中的含量；由于熔块和基础玻璃混合，它們的含量也要低于最終的玻璃成分总量。要有較低的表面張力，必須限制熔块中的BaO和CaO百分率，这样才容易改进着色熔块与基础玻璃的混和。为取得很低的表面張力，必須限制它的含量不超过5%。

表 6 混合玻璃的工业光学标准

乔其亚綠		酒 綠		翡翠綠	
主波长	515~545 毫微米	主波长	542~555 毫微米	主波长	550~562 毫微米
純 度	2~5%	純 度	6~8%	純 度	55~80%
透明度	70~80%	透明度	67~70%	透明度	26~42%

表 7 混合玻璃的着色剂成分

标准的乔其亚綠		标准的酒綠	
铁总重量	0.04~0.06% (如 Fe_2O_3)	铁总重量	0.05~0.07% (如 Fe_2O_3)
Cr_2O_3	0.015~0.021%	Cr_2O_3	0.031%
CrO_3	无	CrO_3	无
CoO	0.0009~ 0.00011%	CoO	0.0013%

标准的翡翠綠		标准的香檳綠	
铁总重量	0.175~0.25% (如 Fe_2O_3)	铁总重量	0.07~0.09% (如 Fe_2O_3)
Cr_2O_3	0.16~0.24%	Cr_2O_3	0.07~0.09%
CrO_3	无	NiO	0.06%
CoO	无	CoO	0.004%

吸收紫外綫玻璃

乔 其 亚 綠		酒 綠	
Fe_2O_3	0.054%	Fe_2O_3	0.07%
鉻总重量	0.021% (如 Cr_2O_3)	鉻总重量	0.037% (如 Cr_2O_3)
CrO_3	痕 量	CrO_3	痕量~0.001%
CoO	0.0009%	CoO	0.0013%
FeO	无	FeO	无

翡 翠 綠		香 檳 綠	
Fe_2O_3	0.093~0.125%	Fe_2O_3	0.05~0.08%
鉻总重量	0.140~0.170% (如 Cr_2O_3)	鉻总重量	0.06~0.10% (如 Cr_2O_3)
CrO_3	痕量~0.02%	CrO_3	痕量~0.02%
CoO	0.002~0.006%	CoO	0.004~0.013%
FeO	无	FeO	无
		NiO	0.04~0.06%

在减少氧化鋁的濃縮着色剂熔块中，需以別的氧化物取代(可用二氧化硅取代氧化鋁)，以便既能降低粘度，又能降低表面張力。热膨胀則沒有較大的改变。为了减少玻璃条紋，在許多場合要尽可能避免熔块和基础玻璃之間的热膨胀有很大的差距。如两种組成在热膨胀上有很大差別，就会造成这种

缺陷。但如在供料槽內进行有效的混和，則着色熔块和基础玻璃基本上能达到充分地均匀混和，那末，热膨胀則成为不必要密切配合的因素。

着色熔块用作綠色料加入基础玻璃中时，其組成中如能含低量氧化鋁或不含氧化鋁是更有利的。曾經发现低氧化鋁玻璃組成将溶解和含有更大量的 Cr_2O_3 。氧化鉻在大多数綠色玻璃中是有效的綠色着色氧化物。 Cr_2O_3 的溶解性增加，含有高量 Cr_2O_3 会使熔块具有很强的着色力，因此只需小量的着色熔块加入基础玻璃即能生产所規定的顏色。而且增加 Cr_2O_3 本身就是减少熔块的表面張力，可以使它更容易与基础玻璃混合。

在制备含 Cr_2O_3 熔块中， MgO 会降低 Cr_2O_3 的溶解性和含量，因此，在含 Cr_2O_3 熔块制造过程中，为使 Cr_2O_3 成为有效原料， MgO 必須保持在最低範圍內。在表 8 所列特殊高度濃縮着色剂熔块例子中，說明了其他的熔块組成都具有低的在 300 达因/厘米以下的表面張力。着无色或奶瓶粉紅色基础玻璃时(例如表 4、5 所列的玻璃)，要注意在这些組成中完全不能含氧化鋁和氧化鎂。同时， CaO 和 BaO 含量要低于 5%，这样就能降低表面張力。在某些成分中， B_2O_3 的摻入对于降低表面張力更有效果。在許多成分中， Na_2O 和 K_2O 含量高，也对于降低表面張力有益处。

根据本文介紹所加入的着色熔块的表面張力都低于基础玻璃，在数值上熔块表面張力是低于 312 达因/厘米，但最好低于 300 达因/厘米。

氧化鉻在每一种着色熔块中規定“ Cr_2O_3 ”用作測定氧化鉻总含量。最好在熔块中加入的“ Cr_2O_3 ”至少有部分是六价鉻(如 CrO_3)。熔块中 CrO_3 的含量取决于两个因素，即：(1)以重鉻酸鉀为熔块中的鉻向配合料中的引入量。(2)熔块的配合料应在氧化气氛下熔融。例如，3、6 和 7 全部鉻用重鉻酸盐引入；而 1、2、4 的鉻是以等量的鉻铁矿(含 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$)和重鉻酸鉀引入的。在制造吸收紫外綫玻璃过程中，最好在熔块配合料中含有六价鉻，并且选用氧化剂硝酸鉀来保持强氧化气氛。

熔块是由配合料熔融而成。熔融过的配合料直接投入水中冷却炸裂，然后磨成粉状或粒状。熔融温度要比基础玻璃配合料低得多。基础玻璃从池炉中流出，熔块是小部分加入供料槽中。基础玻璃与熔块的比例要根据最后产品色度要求、熔块組成或其他可变因素而定。如上以述，基础玻璃与熔块之比，一般为 40:1 到 400:1。