



Title	硝子の主原料と各原料の働き及び硝子工作技術
Author(s)	黒田, 紀夫; 太田, 隆夫
Citation	北海道大学電子科学研究所技術部技術研究報告集, 2, 60-63
Issue Date	1994
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1455
Type	departmental bulletin paper
File Information	KJ00000697032.pdf



硝子の主原料と各原料の働き及び硝子工作技術

黒田 紀夫, 太田 隆夫

1. まえがき

多くの液体は冷却すると一定の温度で凝固して結晶体となる。しかし、ある種の液体は冷却すると次第にその粘性を増してゆき、ついに結晶することなく硬い固形物となる。このような物質は常温から加熱すると次第に軟化して、ふたたび液体となるが、結晶物において現れるような一定の溶融点を示さない。このような非結晶性の凝固物はガラス状態にあるといい、このような状態にある物質をガラスという。……と物の本にガラスの概念と記されている。

硝子の主原料と各原料の役割について話したり調べたりすることがあまりないので、今回の技術研修のこの機会に一つのきっかけとして知っておくのも損ではないと思います。

約65の元素が、主としてその酸化物の形でガラスとして形成するとある。又、まぜ具合でさまざまな硝子ができるのも不思議である。

種々な硝子が出来、我々は用途によって硝子管を Handwork で各々の形にします。気持ちもガラス張り夢もある大いなる仕事です。

2. 硝子の主原料

硝子の原料で103の元素のうち、65の元素が硝子の原料となり、全元素の約12% 14元素(Al, B, Ba, Ca, F, Fe, K, Mg, Na, O, P, Pb, Si, Zn)が主な原料として用いられます。

以下に、主原料とその特性について説明します。

● SiO₂(珪酸)

珪砂又は珪石で、良くあるのは海浜や砂丘である。外国の産地は、ベルギー、フランス、イギリス、アメリカ、ベトナムなどで、日本の産地は、愛知県瀬戸市陣屋、静岡県加茂郡宇久須村などである。

● B₂O₃(硼酸)

アメリカが世界の95%を産出しています。これは硬質硝子の成分として重要で、硼酸の多い硝子は膨張係数が小さく、耐熱性に優れている。

● B₂O₅(燐酸)

屈折率が高く、工学硝子として使用され、紫外線を良く通し弗酸に侵されがたい。

● Na₂O (ソーダ)

ソーダ分の多い硝子は柔らかい、軟質硝子(並)で、瓶、板硝子などに利用される。

● K₂O (カリ)

粘性を高める性質がある。鉛硝子など

● CaO (カルシウム, 石灰)

SiO₂, NaO と同様に硝子の重要な成分である。硝子の失透を減少させる性質がある。

● MgO (マグネシウム)

失透傾向を低下させる性質がある。

表1 ガラスの主な成分と用途

		ソーダ石灰ガラス (ソーダガラス)	鉛クリсталガラス (クリсталガラス)	硼珪酸ガラス (耐熱ガラス)	ガラスセラミックス (超耐熱ガラス)	アルミ珪酸塩 ガラス	カリガラス
主 な 成 分 (%)	珪酸	72	55	80	70	58	75
	酸化ソーダ	15		4			5
	酸化石灰	8					6
	酸化マグネシウム	4			3	6	
	アルミナ			2	18	15	
	酸化鉛		24				
	酸化カリ		15			15	
	硼酸			12		6	
	酸化リチウム				3		
	酸化チタン				5		
その他	1	6	2	1			
溶解温度	1550°C	1400°C	1600°C	1500°C	1600°C	1450°C	
用途	*日常食器 *びん *板ガラス	*高級食器 *工芸品 *カットガラス *光学用ガラス	*オープン・電子 レンジ用食器 *コーヒーポット *理化学用品	*鍋 *電磁調理器 用天板	*食器 *放電管 *電子管	*食器 *化学用品 *光学機器 *模造宝石	
特徴	*最も一般的なガラスで多様性、汎用性、量産性をもつ	*屈折率大 *光沢、透明度よい *比重大 *柔らかく、解け易い	*熱膨張率小 *耐熱、耐酸 *電気絶縁性大 *誘電損失が低い	*結晶化しており、機械的強度大 *熱膨張率が非常に小さく、耐熱耐酸性 *誘電損失が低い	*耐アルカリ、耐薬品、耐熱性が高い *熱膨張率が非常に小さく、耐熱、耐酸性 *誘電損失が小	*屈折率大 *機械的強度が高い *耐薬品性が強い	

主な成分・溶解温度は一例です。

表2 ガラスの色と着色剤

紫色	酸化マンガン、酸化マンガンと少量のコバルト、酸化ニッケルと微量の酸化コバルト
青色	酸化コバルト、酸化銅
緑色	酸化第一鉄、酸化銅、酸化クロム、酸化ウラニウム
黄色	酸化第二鉄、酸化セリウム、酸化ウラニウム、硫黄、銀、炭素
赤色	酸化第一銅、金、セレン

● BaO (バリウム)

光学硝子の重要な成分の一つで、TV用の硝子にも利用される。

● PbO (鉛)

BaOと同様、光学硝子の一つである。屈折率が大きく、カットしやすい。また艶が優れている。

● ライムクリスタル

Na₂O 17.7, CaO 4.3,
SiO₂ 74.2

● ボヘミアクリスタル

K₂O 15, CaO 8, SiO₂ 76

● 鉛クリスタル

Na₂O 12.7, CaO 2,
PbO 7.1, SiO₂ 73.1

● クリスタル

CaO 1.7, PbO 17.3,
SiO₂ 63.1

3. 工芸硝子について

工芸硝子には、

- (1) 透明度が優れている。
- (2) 表面光沢や輝きが美しい。
- (3) 加工しやすい。
- (4) 打音が清澄である。

などの特性が要求される。これらの条件を満たすものとして鉛クリスタル硝子がある。

工芸硝子はカットや研磨加工を施す事が、多いのでガラスの質が、適度に柔らかいことが特に要求される。多量の酸化鉛を硝子の成分として加えると、硬度が下がり、また屈折率が大きくなり、輝きが増して優美な工芸硝子が出来る。

工芸硝子の主な種類とその主原料としては、以下のものがある。

特に鉛が多い硝子として、以下のものがある。

● 高鉛クリスタル

K₂O 13.9, PbO 33.8,
SiO₂ 52.3

表1～3に硝子の成分、特性、用途を示した。

4. 硝子細工の主な製品

硝子細工の主な製品としては、以下の様なものがある。

一般理医化学品 冷却器, 真空コック,
ヒックマンポンプ, その他
セル 石英, パイレックス

表3 ガラスの特性と用途

名 称	No. 記号	膨張係数	軟化点	作業温度	歪 点	徐冷温度	社 名
石英硝子		5.4 × 10 ⁻⁷	1500-1700°C		990°C	1,050°C	東栄石英硝子KK 日本石英硝子KK そりんりん硝子社 (アメリカGE社) 石英セル等, その他
一般硬質硝子							
PYREX	7740	32.5 × 10 ⁻⁷	820°C	1,240°C	520°C	565°C	岩城硝子 一般実験装置, 加工等
ハリオ	K-250	35.5 × 10 ⁻⁷	790°C				柴田硝子 一部の金属封入に使用
二級硬質硝子							
ハリオ	F-34	45.0 × 10 ⁻⁷	760°C				柴田硝子 セル等の一部分と一部の金属封入に使用
タングステン (W) 硝子 (ウグイス)	3320	40.0 × 10 ⁻⁷	780°C	1,115°C	495°C	540°C	コーニング タングステン線, その他の金属封入 硬質1級硝子とコパール硝子との中間硝子として使用
コパール硝子	KB	46.0 × 10 ⁻⁷	720°C	1,135°C	450°C	490°C	日電硝子 コパール管, 線の封着, 封入 その他の金属の封入
軟質硝子 (並)	0080	90 × 10 ⁻⁷	700°C	1,000°C	470°C	500°C	コーニング 白金の封入
鉛硝子 (放射線遮蔽用)	LC	104 × 10 ⁻⁷	379°C	461°C	309°C	323°C	コーニング ビスマスを混入して使用

デュアー	液体窒素用デュアー He ガスフロー型 回収クライオスタット
研磨	平面, 曲率, プリズム, レンズ
超音波加工	各種任意の穴, 円, 角
メッキ	各種デュアー
硝子成形	四角, 三角, 円柱
切断	硝子管, 板
排気	真空

5. 金属とガラスとの封着

金属とガラスとの封入や封着には,

Mo, KOVAR, W, Au, Ag, Pt, Cu, Pd, Rh,
Ir, Ta, Ti, Ni, Si, グラシーカーボン

などの金属や合金とガラスとが封着され使用されている。

金属, (非金属) の封着, 封入には高真空と溶液中での使用とがある。

5.1 主に高真空用封入, 封着用

モリブデン, コパール, タングステンなどの金属や合金が使用されている。(図1)

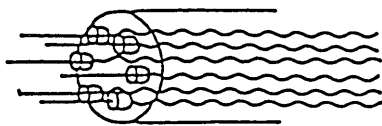


図1 高真空用の封入・封着

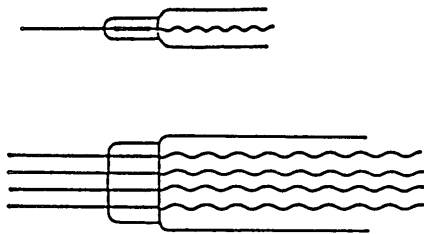


図2 電気化学反应用電極

5.2 電気化学反応の電極用

金, 銀, 白金, 銅, ロジウム, イリジウム, タンタル等がガラスに封入され使われている。

制作に当たっては出来る限りステム先端の金属と同じ金属箔を封入しているが, 不可能な場合には高真空用金属の中から1つを選んで制作している。(図2)

5.3 面板の封着

以下の面板をガラスで包み, 一面を研磨した電極を制作している。

シリコンの場合は図3(a)のように, 金, 銀, 白金, パラジウムなどは図3(b)のようにして封着した。グラシーカーボンの場合は図3(c)のようにして封着した。

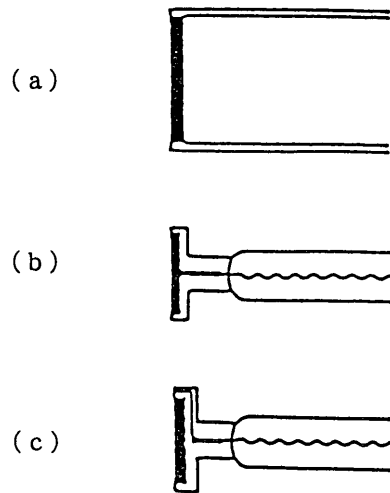


図3 面板の封着

6. むすび

以上, 硝子の主原料とその特性及び硝子工作技術について述べた。表1~3に硝子の主な成分と用途, 硝子の色と着色剤, 硝子の特性と用途などをまとめて示しました。なお, 5項の記述にあたっては, 触媒化学研究センター技術部の清野和夫氏および土生哲三氏から提供を受けた資料を参考にしました。快く図の転載を許可して頂いた両氏に感謝いたします。