

# 無アルカリガラスの電気抵抗に就て

澤井 郁太郎

飯田 敏行

## 緒 言

ガラスの電気伝導度は約 300°C 以上に於ては非常に大になる。之は電気伝導が主として Na-Ion の移動によるものであると云はれて居るからでアルカリを全然含有せざる硝子が温度の變化により如何に變化するかを知る事は興味ある事實である。

故にアルカリを全然含有せざるガラスを熔融しその高温度に於ける電気抵抗を測定し温度上昇により如何に變化するかを知る爲此の實驗を行つたのである。

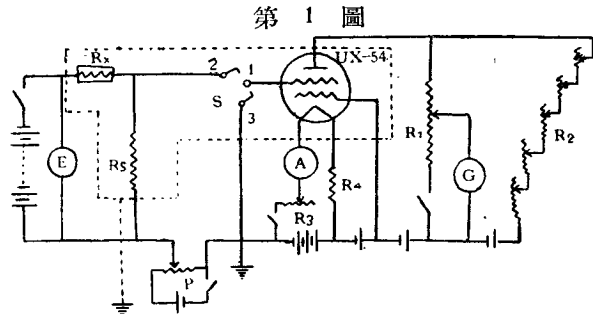
尙パイレックスガラス及曹達石灰珪酸ガラスのそれをも測定して比較した。

測定には制御格子電流の小さい 約 $10^{-15}$  amp. の特殊の四極真空管 UX-54 (マツダ) を用ひて組立てた真空管電位計を使用した。<sup>1) 2)</sup>

## 測定回路

第1圖は本實驗に使用した測定回路である。

制御格子回路である試料、標準抵抗 (理化學研究所製 Rikenohm を使用した。) 及真空管は何れも金属箱中に入れて遮蔽し箱は接地してある。真空管は豫めアルコールでぬぐひ鹽化カルシウムで乾燥し又切替ス



- |   |               |
|---|---------------|
| $R_1 = 2000 \Omega$                             | $R_x =$ 試料    |
| $R_2 = 20000, 2000, 2000,$<br>$400, 400 \Omega$ | $R_s =$ 標準抵抗  |
| $R_3 = 50 \Omega$                               | G = ガルバノメーター  |
| $R_4 = 10 \Omega$                               | P = ボテンシオメーター |
|   | A = ミリ・アンメーター |
|   | E = ボルトメーター   |
|   | ⏏ = 接 地       |

キッチは封蠟を用ひそれに水銀溜を作つて白金線を接觸せしむる様にした。尙真空管は使用前約 1~2 時間織條を加熱し平衡状態に達した後測定を行つた。

測定は先づ切替スキッチ S を 1-3 の位置に置き  $R_1, R_2$  を動かして  $R_1$  を全部除きたる時にガルバノメーターの指針が零点にある様に  $R_2$  を調節し次で E を加へ S を 1-2 とすれば E は  $R_x, R_s$  上に次の如く分配される。

$$E_x = \frac{R_x}{R_x + R_s} \cdot E \quad (1)$$

$$e_s = \frac{R_s}{R_x + R_s} \cdot E \quad (2)$$

E を加へると此の  $e_s$  の爲にガルバノメーターの指針が振れるからポテンシオメーターを動かして指針を零點に戻しその時の讀みを  $e$  とすれば

$$e = e_s$$

であるから  $R_x$  は (3) 式で示した如く計算し得る。

$$R_x = R_s \left( \frac{E}{e} - 1 \right) \quad (3)$$

又試料の長さを  $L$ , 徑を夫々  $D, d$  とすれば  $R_x$  は (4) 式にて表はされるから比抵抗  $\rho$  は (5) 式により求められる。

$$R_x = \rho \cdot 4L / \pi \cdot D \cdot d \quad (4)$$

$$\rho = 1/4 \left( \frac{E}{e} - 1 \right) R_s \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot d}{L} \quad (5)$$

尤も此の數値は表面抵抗を含んだものなる事は云ふまでもない。

#### 試 料

無アルカリガラスの熔融に使用したる原料はすべて化學用藥品を使用し又マンガンは硝酸マンガより自製せるものを使ひ研究室に於て瓦斯爐にて約 1 時間を要し原料を漸次補給し後約 3~4 時間約 1600°C にて加熱を續け全く熔融するを待ち熔融物の中央部のみを白金棒の先にて糸に引きたるものである。

尙パイレックスガラス及曹達石灰珪酸ガラスは何れも市販のものを用ひた。

それ等の分析結果は第 1 表の様である。

第一表 試料の分析

	無アルカリガラス	パイレックス ガラス	曹達石灰珪酸 ガラス
SiO <sub>2</sub>	58.38%	79.86%	70.90%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.16	2.80	2.64
CaO	12.32	0.23	7.34
MnO	9.58	—	1.24
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.45	12.26	—
Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O	—	4.09	17.74
MgO	Spur	Spur	Spur
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.48	—

斯くして得たる試料は長さ 1 cm 徑 0.2 cm 内外のものとしそれ等の兩端に白金線を封入し

て兩極となし徐冷したるものを使用した。

試料の加熱は管状電気爐を用ひ温度の上昇降下は毎分  $5^{\circ}$  の割合にて行つた。試料を装置したる爐は温度を上昇し所要温度附近に漸次保ち試料表面及爐内の濕氣を成るべく除きたる後所要温度にして測定を初めた。

測定は低温度より高温度に及ぶ場合と高温度より低温度に及ぶ場合とを行つた。而して各温度に於て時間的に一定値を測定する迄その温度を保ち測定を進めた。

尙負荷電流は D. C. を用ひ  $10^{-8}$  amp. 程度の電流を負荷せしめた。

### 實 驗 結 果

ガラスに D. C. を負荷せしむる時は傳導電流が時間的に變化し測定が一定値に達する迄に相當時間を要する。<sup>3) 4)</sup>

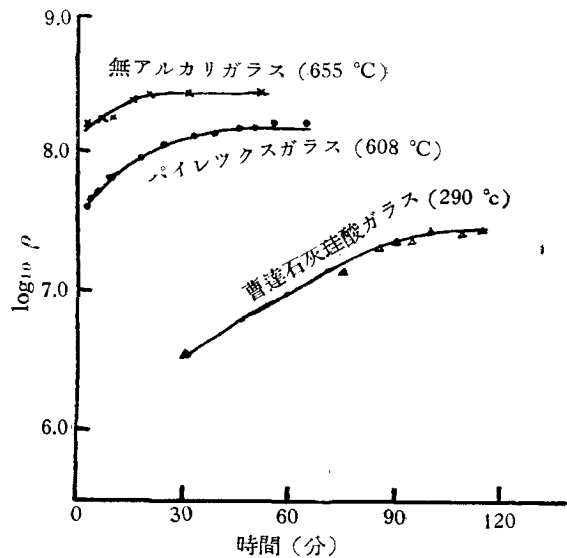
それで本實驗に於ては田端氏等の實驗された如く各温度に於ける測定値が時間に對して一定となりたる時の値をその温度に於ける抵抗値とした。

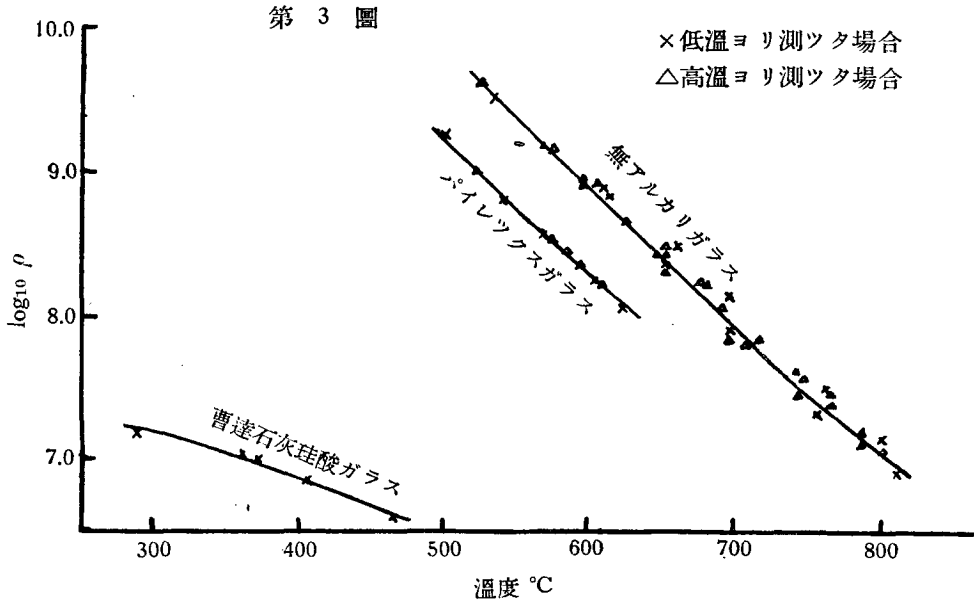
無アルカリガラス及パイレックスガラスに於ては測定前暫時電流を負荷せし後測定を初めたところ測定加熱装置による温度の變動の範圍内に於てはかなり短時間に一定値を示したるも曹達石灰珪酸硝子に於ては尙かなりの時間を要した。第2圖はその1例である。

而して各温度に於ける抵抗値は低温度より漸次高温度に及ぶ場合も高温度より漸次低温度に及ぶ場合もほぼ近似の値を示した。

各ガラスに於て比抵抗の對數値の温度による變化は第3圖の如くで第4圖は比抵抗の對數値と絶對温度の逆數との關係を示すもので之を見ると兩者の關係は何れも直線にて示されるが唯1ヶ所に於て屈曲點がある。

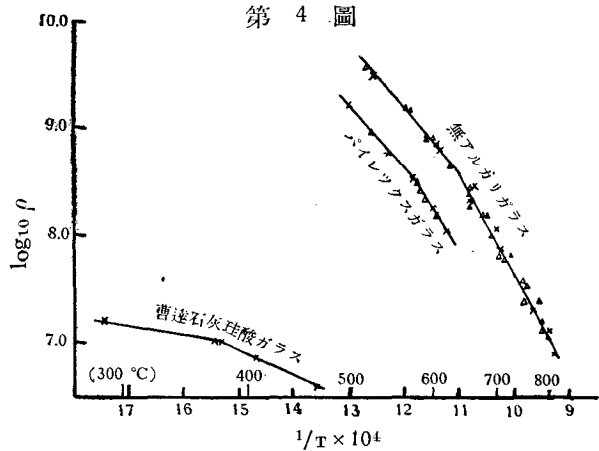
第 2 圖





結 言

制御格子電流の小さい特殊の四極真空管 UX-54 を用ひ真空管電位計を組立て、無アルカリガラスの高温度に於ける電気抵抗を測定し之をパイレックスガラス及曹達石灰硅酸ガラスと比較して見たるに無アルカリガラス最も良好なる値を示しパイレックスガラスが之に次ぐ。



抵抗値の對數値と絶對温度の逆數との關係は何れも直線にて示されるが唯一ヶ所に於て屈曲點がある。

本實驗は喜多研究室に於て喜多先生の御援助を得て行つた。殊に測定回路の組立に就いては本學醫學部吉村講師より多大の御助言を得た。

茲に諸先生に感謝する次第である。

- 1) 濱田成徳, マツダ研究時報, 8, 31, 1933
- 2) 丸山謙次, 理化學研究所彙報, 9, [15], 951, 1936
- 3) 田端耕造, 森谷太郎, 旭工業獎勵會研究報告第一輯, 第二輯
- 4) J. T. Littleton and W.L. Wetmore, Am. Ceram. Soc., 19, 243, 1936