

紫外線照射によるガラスの電気的特性の変化

大岡 一夫*・岸井 眞**

(東京芝浦電気株式会社 * 硝子技術部 ** 材料研究所)

Changes of Electrical Properties in Glass Caused by Ultra-Violet Irradiation

By

Kazuo ŌOKA and Tōru KISHII

(Tokyo Shibaura Electric Co.)

著者らは、紫外線照射によって硼酸塩または硼珪酸塩ガラスが収縮し、照射された表面層内に応力を発生させることを見出した。ガラス構造の収縮は、非架橋酸素イオンが架橋酸素イオンに変換すること、およびその酸素イオンの近くにアルカリイオンが捕獲ないし固定されることを仮定して説明された¹⁾。このような構造変化がガラスの電気的性質に影響するであろうと予想して、照射されたガラスの電気特性を測り、照射されないガラスのそれと比較した。

テックス・ガラス (SiO₂ 80, B₂O₃ 13, Al₂O₃ 2, Na₂O 4.5, K₂O 0.5 wt%) の 0.2×30×30 mm の板を使い、30×30 mm の二面を光学研磨し、各面 1000 時間ずつ、合計 2000 時間にわたり紫外線をあてた。この処理は板全体に収縮を起させるのに十分であった²⁾。比較のために、照射されないままの板も作った。

図-1 は、複素誘電率の実数部 ϵ' および虚数部 ϵ'' を、周波数の関数として示した。これらは電気試験所 並河洋氏により測定された。方法は文献³⁾に報告されている。 ϵ'' は直流伝導の寄与を除いて算出された。図-2, 3, 4 はそれぞれ直流比抵抗、誘電率、 $\tan \delta$ であり、後二者はシェリング・ブリッジで測定された。図-3中の $\epsilon'_{r.t.}$ は常温での ϵ' を表す。

アルカリを含有するガラスの場合、直流電気伝導はアルカリイオンの移動による。抵抗値は、可動アルカリイ

オンが多く、その易動度が大きいほど小さい。また 10⁶ Hz 以下の低周波で ϵ'' が増加するのは、イオン緩和現象の寄与のためである⁴⁾。すなわち、印加される交流電圧に応じてイオンが位置を変え、あるいはイオンを

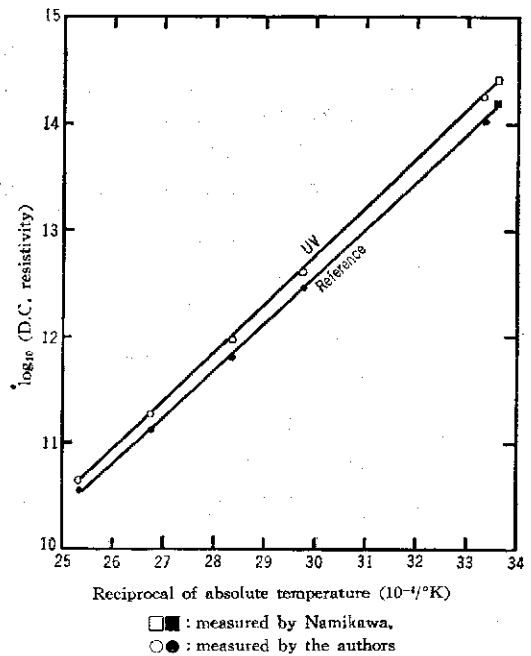


Fig. 2. Volum resistivity as functions of the reciprocal of absolute temperature.

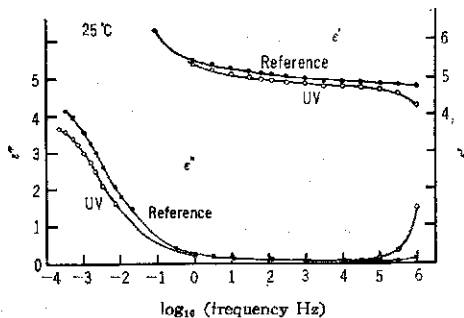


Fig. 1. Dielectric constants ϵ' and ϵ'' as functions of frequency.

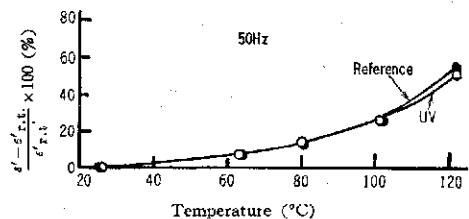


Fig. 3. Percent change of dielectric constant ϵ' at 50 Hz as functions of temperature. The subscript r.t. indicates "room temperature".

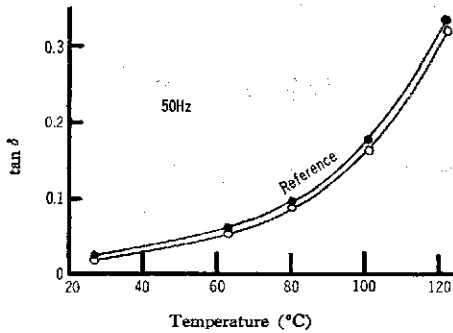


Fig. 4. Change of $\tan \delta$ at 50 Hz as functions of temperature.

んで作られた電気双極子系が配向を変えること、およびこれらの変化には、電圧の周期と近似した緩和時間が必要であることが、誘電損失を発生させ、 ϵ'' を緩和時間に対応する周波数の近くで増大させる。

紫外線照射による比抵抗の増加とイオン緩和損失の低下（低周波での ϵ' の低下）とは、いずれもガラスの網目構造が緊密化（収縮）し、かつアルカリイオンの一部が捕獲、固定されたため、可動アルカリイオンの数と易動度が低下したからだと説明できる。 ϵ'' の低下もまた、イオン緩和現象の寄与が減ったためとして説明でき、比抵抗増加や ϵ'' の低下と同じ原因をもっている。比抵抗増加および ϵ'' の低下は、図-4 の $\tan \delta$ の低下の

一要因でもあろう。周波数- ϵ'' 曲線に見られるはずのイオン緩和損失のピークの位置は、実験できる周波数域の制限のために、確定されなかった。 ϵ' および $\tan \delta$ の温度依存性には、紫外線照射の影響はほとんどなかった（図-3,4）。

ϵ' と ϵ'' の顕著な変化は、図-1 の高周波域にも見られる。紫外線照射により ϵ' が減り、 ϵ'' がかなり増大する。これに対する一つの可能な説明は、非架橋酸素イオンが架橋イオンに変わるため、網目構造の連結度が増し、その固有振動の周波数が低下したので、 10^6 Hz 以上の高周波域にある変形損失のピーク位置が低周波側へずれ、ピークの裾が 10^6 Hz 以下の周波域へ現われたというものである。 10^6 Hz 付近では、網目変形の振動形態の一部は、交流電界に追いつかなくなり、 ϵ' へ寄与しなくなるため、 ϵ' が減る。

われわれのガラス試料の誘電特性を測定し、また結果について貴重な見解を示された電気試験所並河洋氏に深く謝意を表す。

文 献

- 1) 大岡一夫, 岸井貫, 窯協 76 [1] 6 (1968).
- 2) 同上, 同 76 [9] 305 (1968).
- 3) 並河洋, 熊田虔, 同 76 [3] 64 (1968).
- 4) A.E. Owen, "Progress in Ceramic Science" Volume 3 (1963), p. 155. Published by Pergamon Press.
(10/27/1969 受付)