

結晶化ガラスの特徴と基板としての応用

(株)オハラ 研究開発部 八田 比佐雄
後藤 直雪
岸 和之

Characteristics of glass-ceramics and their application to substrates.

Hisao Yatsuda, Naoyuki Goto and Kazuyuki Kisi
OHARA Inc., R & D Division

1. はじめに

結晶化ガラスは、従来より耐熱器具、高強度製品等として一般に広く利用されている。しかし、近年、結晶化ガラスの特徴である耐熱性、高強度の物性の他に、熱膨張および硬度の適性化、さらに化学的耐久性の改善等が行なわれている。また、成形加工性が容易で、優れた平面をつくり出せる、均質微細な組織を有する結晶化ガラスが強く望まれている。このため、ガラス組成、析出する結晶、その結晶粒径および結晶量を高度に調整することにより、通常ガラスやセラミックスでは得難い物性、表面状態をつくる研究およびその新しい用途開発が盛んに行なわれている^{1),2)}。用途は電子材料、機械部品および建築材料等非常に幅広い。

本報告では、磁気ディスク、磁気ヘッドおよび表示基板等の電子材料としての結晶化ガラスの特徴と基板としての応用について述べる。

2. 結晶化ガラスの特徴

磁気ディスクや磁気ヘッド等の電気機器分野では、機器の小型化、情報の高密度化および高精度化の要望が高まる中で、薄膜化技術と加工精度の向上により、急速に高性能、高品質を有する製品が開発されてきている^{3),4)}。これらは基板上に各種磁性材を薄膜化させてデバイス化するもので、基板に必要な特性は、その用途に適合した諸物性を

もつことが重要である。

結晶化ガラスは、ガラス組成と熱処理方法を調整することで、析出する結晶、結晶粒径および結晶量を変えることができ、そのため、種々の物性の違うものが得られている⁵⁾。しかし、上記の特性に対応する結晶化ガラスは、用途に見合った耐熱性、強度、硬度、摩耗性、熱膨張および化学的耐久性等物性の適性化が必要である。

Table 1 にはこの様な中で弊社で開発した結晶化ガラスの諸物性を示す。

Table 1 の ZGC-11 は $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 系の結晶化ガラスで、製造時の溶融性が良好で均質化し易く、また、熱膨張が高温まで直線的であると共に、無アルカリで化学的耐久性が優れ、ビッカース硬度が 950 と大きい結晶化ガラスである⁶⁾。

TS-11 は $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$ 系の結晶化ガラスで、熱膨張が安定につくれる様にガラス組成を調整し、ビッカース硬度を 600 とフェライト等に合致させている。

TRC-5 は $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ 系の透明な結晶化ガラスで、ガラス組成と熱処理方法を調整することにより微結晶 (約 100 Å) を析出させたもので、高い透明性と転移点 ($T_g=873^\circ\text{C}$) を有し、また、ビッカース硬度が 890 と大きい結晶化ガラスである。

これらの結晶化ガラスの特徴をまとめると下記

の通りである。

- 1) 緻密で気孔が全くない。
- 2) 高い耐熱性を有している。
- 3) 高強度、高硬度で耐摩耗性に優れている。
- 4) 直線的な熱膨張曲線を示し、磁性材やシリ

コン等の膨張率と合致する。

- 5) 化学的耐久性が良い。
(ZGC-11, TRC-5は無アルカリ)
- 6) 表面の平滑性に優れている。
- 7) TRC-5は可視域の波長で透明である。

Table 1 Properties of glass-ceramics

Properties		Name	ZGC-11	TS-11	TRC-5
Thermal Properties	Expansion Coeff.	[100~300°C] ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	110	114	50
	Transformation Temp.	Tg (°C)	—	—	873
	Yield Point	At (°C)	—	—	961
	Thermal Conductivity	(W/m · K)	3.2	2.5	1.4
	Max. Operating Temp.	(°C)	1000	780	850
Mechanical Properties	Vicker's Hardness	Hv(Kgf/mm ²)	950	600	890
	Abrasion(JOGIS10)	Aa	3	20	38
	Youngs Modulus	E(10 ⁹ N/m ²)	1291	889	1083
	Rigidity Modulus	G(10 ⁹ N/m ²)	551	375	451
	Poissons Ratio		0.171	0.186	0.201
	Bending Strength	(N/mm ²) (JIS1601, 4point)	300	280	180
	Specific Gravity		3.25	2.40	2.98
Chemical Properties (Powder test)	Water Resistance (JOGIS06)	[class]	[1]	[3]	[2]
	Acid Resistance (JOGIS06)	[class]	[1]	[1]	[1]
	Alkali Resistance [NaOH, N/10] Weight Loss (%)		0.05	0.28	0.02
Optical Properties	Refractive Index	nd	—	—	1.603
	Abbe Number	νd	—	—	48.1
Electrical Properties	Volume Resist.	(Ω-cm)DC, 1 min, 20°C	3.3×10 ¹³	9.1×10 ¹²	3.5×10 ¹³
	Dielectric Constant	ε(1MHz) 20°C	7.5	5.8	6.4
	Loss Tangent	tanδ(1MHz)20°C	3×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴	10×10 ⁻⁴

Table 2 Specifications of magnetic disk substrate

Specification	3.5 inch disk
Thickness	1.27 ± 0.02 mm
Outside Diameter	95.0 ± 0.1 mm
Inside Diameter	25.0 ± 0.05 —0 mm
Concentricity	$< 20 \mu\text{m}$
Chamfer Length	$0.2 \sim 0.6$ mm
Flatness	$< 5 \mu\text{m}$
Roughness (R_{max})	$< 200 \text{ \AA}$

上記の様な特徴を有する結晶化ガラスの主な用途は磁気ディスク基板、磁気ヘッド基板やIC用基板等が、また、透明な TRC-5 は光磁気ディスク、原盤、LCD 用基板や EL 用基板等がある。つぎに、用途を主に磁気ディスク基板に限定した結晶化ガラスについて述べる。

3. 磁気ディスク基板用結晶化ガラス

磁気ディスクは情報の高密度化にともない、磁気ヘッドの低浮上化が重要となり、そのため磁気ディスク基板に優れた平滑性、平坦性が要求されている。また、高速回転および衝撃に対する十分な強度が必要である^{3),7)}。

結晶化ガラスは前述の特徴を有するが、ZGC-11、TS-11 は結晶の微小化とガラス質部分の調整により、加工された表面は通常のガラスとはほとんど変わらない、そのために表面の平滑性および平坦性の優れたディスク基板にすることができる。

Table 2 には、3.5 インチディスク基板の主な仕様を示す。

ZGC-11、TS-11 は、共に Table 2 に示す寸法精度、平坦性および表面粗さ (R_{max}) 等、優れた形状特性を満し加工される。仕様によって、平坦性 $3 \mu\text{m}$ 以下、表面粗さ $100 \text{ \AA}$ 以下にすることも可能である。この様に優れた形状特性を有するので、高記録密度用ディスク基板として有望なものであり、従来より使用されているアルミニウム基

板より平坦性、表面粗さ共に優れている³⁾。

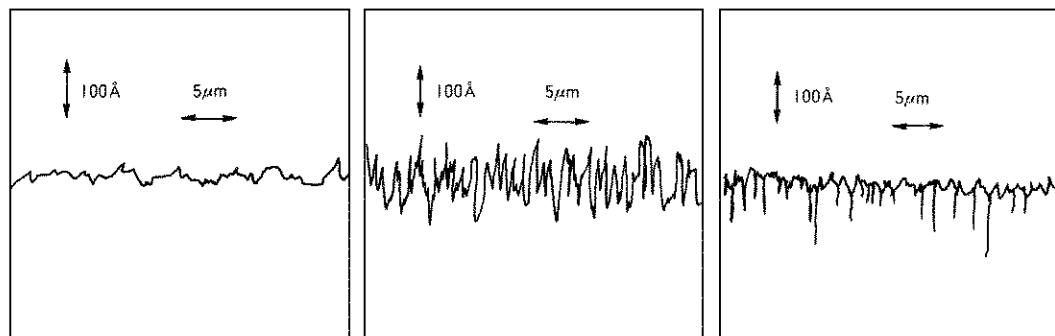
また、結晶化ガラスは通常のソーダライムガラスと比較した場合、その大きな違いは結晶化ガラスが、①高硬度で、耐摩耗性および耐傷性が良いこと、②高耐熱性で、高温での成膜化も可能なこと、③熱膨張率が磁性材と合致し、熱的安定性が高いこと等であり、さらに、④ガラスの結晶化が組織全体均質に行なわれており、強度に対する安全性が高いこと、および⑤無アルカリの結晶化ガラスもでき、経年変化も小さい等である。

Table 3 に、結晶化前の原ガラスと結晶化ガラスとの同一加工条件による曲げ強度 (4 点法) とそのワイブル係数を示す。Table 3 の様に結晶化ガラスはその原ガラスに対し、強度が約 3 倍位になっていると同時に、そのワイブル係数も 2 倍位大きくなっている。この様に結晶化ガラスは強度に対し安全性の高い品質特性をもっている。

一方、磁気ディスクとして結晶化ガラスを使用する場合、基板表面のテクスチャー処理が必要となるが、これは結晶化ガラス基板を化学処理することで、その表面に微小な凹凸を付与することが可能である。Fig. 1 には TS-11 の未処理品と、TS-11 および ZGC-11 の化学処理品との表面粗さを示す。化学処理による基板の面の状態は処理する液の濃度および処理時間を固定することで一定にすることができ、また、ある程度任意にその凹凸状態を選択することが可能である。上記の様な面

Table 3 Bending strength of glass-ceramics and glasses

Name	Bending Strength (N/mm ²) (JIS1601.4point)	Weibull Coeff.
TS-11	280	10.1
TS-11 Orig. glass	100	5.9
ZGC-11	300	11.7
ZGC-11 Orig. glass	120	6.9



A. TS-11(non treatment) B. TS-11(Treatment) C. ZGC-11(Treatment)

Fig. 1 Surface roughness of glass-ceramics by chemical treatment

にすることで磁気ヘッドとの吸着性を防止できる。

この様に、優れた特徴を有する結晶化ガラスは品質、形状特性および安全性が高く、高密度記録用磁気ディスク基板として有望である。

4. その他の応用

前記の様な特徴を有する結晶化ガラスは、磁気ディスク基板の他に、磁性材と熱膨張率が合致すること、耐熱温度が高いこと、高硬度であることおよび耐摩耗性が良いこと等の特性を生かし、磁気ヘッドのスライダ材や薄膜磁気ヘッド基板として利用できる。

また、透明な結晶化ガラスは、高強度および高硬度であることを利用し、前記同様の平坦性、平滑性が得られることから、光磁気ディスク基板や原盤として有用である。さらに、従来の耐熱ガラスより使用温度を約 200℃ 上げて、850℃ で使用で

きることを、シリコン等の半導体と熱膨張率が一致すること等から、成膜時に高温を必要とする LCD 用基板や EL 用基板等として用いることが可能である。

5. おわりに

結晶化ガラスの特徴と基板としての応用について、特に磁気ディスク基板を中心に、弊社で開発した結晶化ガラスを紹介しながら述べた。

結晶化ガラスは基板として、アルミニウム、通常のガラスおよびセラミックスにない、特徴的な物性を示す物質である。しかしながら、結晶化ガラスは、これらの新しい分野においては出発したばかりであり、今後、さらに特徴を生かした展開が生まれると思われる。また、我々素材メーカーとして、ユーザーとの対応の中で、品質、形状および価格のあった技術開発が重要である。

参考文献

- 1) 梅津理和；工業材料，Vol.35，No.17(1987)
P.66
- 2) 河村 励；工業材料，Vol.35，No.17(1987)
P.74
- 3) 石崎浩喜；工業材料，Vol.35，No.5 (1987)
P.89
- 4) 紙中伸征；エレクトロニクス・セラミックス
1989年5月号 p.30
- 5) 森谷太郎他編；ガラス工学ハンドブック
(1963) P.775
- 6) 後藤直雪，他；第30回ガラス討論会講演要
旨集 (1989) p.133
- 7) NIKKEI NEW MATERIALS, 1989年11
月20日号 p.125

〔筆者紹介〕



八田 比佐雄 (やつだ ひさお)
昭和38年 有田工業窯業科卒業
同年 (株)オハラ入社
昭和42年 東京理科大学理学部II
部化学科卒業
現在 同社研究開発部主幹

〔筆者紹介〕



後藤 直雪 (ごとう なおゆき)
昭和58年 長井工業化学工学科卒
業
同年 (株)オハラ入社
現在 同社研究開発部

〔筆者紹介〕



岸 和之 (かし かずゆき)
昭和60年 日本大学理工学部工業
化学科卒業
同年 (株)オハラ入社
現在 同社研究開発部副主任

〔連絡先〕

〒229 神奈川県相模原市小山 1-15-30
株式会社オハラ研究開発部
TEL 0427-72-2101

Abstract

Glass-ceramics have several attractive characteristics such as high heat durability, high mechanical strength, and high hardness, etc. We developed a glass-ceramics matching with the request of users for super-flat substrate by controlling their thermal expansion and abrasivity. Therefore, these glass-ceramics plates are considered to be one of the best candidate for the substrate of magnetic disk.

Furthermore, these glass-ceramics plates are also useful for substrates of magnetic head, optical magnetic disk and L. C. D., etc.