

磁気ディスク用ガラスセラミック

(株)オハラ 研究開発部 第一課

後 藤 直 雪

GLASS-CERAMIC FOR MAGNETIC DISKS

Naoyuki Goto

OHARA INC. R & D Division

Abstract

A fierce competition has been taking place in the development of glass substrates in regard to the down-sizing and improvement of the storage capacity of hard disk drives (HDD). When compared to aluminum substrates, glass substrates are superior in terms of flatness, smoothness of surface, and their ability to create a thin film, which greatly improve the storage capacity of magnetic disks. An american manufacturer has already marketed glass substrates.

当社は昭和10年(1935年)に創業し、今年で創立60周年を迎える。主に業種は二百数十種以上の光学ガラス、特殊ガラスを製造・販売しているメーカーである。私は昭和58年(1983年)から(株)オハラ 研究開発部で特殊ガラス、ガラスセラミックスの研究開発に専任するようになり、現在までに行ってきたテーマは、磁気ヘッド用ガラスセラミックス(ZGCシリーズ)¹⁾、磁気ディスク用ガラスセラミックス(TS-10)²⁾、高転移点透明ガラスセラミックス(TRCシリーズ)³⁾、分散メディア用ガラスセラミックスビーズ(ハイビーセラム)⁴⁾、零膨張透明ガラスセラミックス(クリアセラム)⁵⁾、等を手掛けてきた。ここでは、特に磁気ディスク用ガラスセラミックス(TS-10)について報告する。

1. 磁気ディスクの現状

パーソナルコンピュータのマルチメディア化

に伴い、動画や音声といったデータを扱うようになり、大容量の磁気ディスク装置(HDD)が必要となっている。現在のAl基板に比べガラス基板は、平坦性・平滑性・薄型化に優れ、ディスクの記録容量を格段に向上できるとされており、すでに米国のディスク装置メーカーでは、ガラス基板を搭載した装置が商品化されている。

2. 磁気ディスク用ガラス基板

現在磁気ディスク用として知られるガラス基板は、化学強化ガラスのアルミノシリケート・ソーダライム・ボロシリケートガラスであり、ガラスセラミックスは、カナサイト系・スピネル+エンスタタイト系・リシウムシリケート系ガラスセラミックスである。いずれのガラス基板・ガラスセラミックス基板も、今後の磁気ディスク基板材としての特性を備えているものである。また実用化にあたっては、磁気ディスク基板材への重要課題であるCSS特性(Contact Start Stop)において、磁気ヘッドの起動・

停止時に発生するヘッドとディスクの吸着, およびヘッドクラッシュに対して基板表面にÅレベルの微細な凹凸を形成させる技術(テクスチャリング)が必要となり, 研磨加工後の基板表面にケミカルエッチングやスパッタ法を採用し, 対処している。

3. 磁気ディスク基板への要求特性

- (1) 記録密度向上のため, ヘッド浮上高さ(Flying height)が, $0.1\mu\text{m}\sim 0.05\mu\text{m}$ と低浮上化の方向にあり, ディスク表面は平坦かつ平滑であること。
- (2) ディスクの CSS特性において, ディスクはヘッドとの吸着, およびヘッドの損傷やメディアの破壊を防止するため, ディスクの表面粗度(Roughness)を最適化, コントロールが可能であること。
- (3) ディスク基板材は, 材料に結晶異方性, 異物等の欠陥がなく, 組織が緻密で均質, 微細であること。
- (4) 高速回転やヘッドの接触および基板の薄型化に十分耐える機械的強度, 表面硬度を有すること。
- (5) 基板中にアルカリ成分, F 成分を含有すると, これらのイオンが成膜工程中に拡散し, 磁性膜の特性が悪化するため基本的に低含有であること。

- (6) 種々の薬品による洗浄やエッチングに耐え得る化学的耐久性を有すること。
- (7) 信頼性が高く, 品質性に優れ, 価格競争力があること。

4. OHARA 磁気ディスク用ガラスセラミックス (ハードセラム TS-10)

通常, ガラスは非晶質で結晶構造を持たないが, ガラスセラミックスは, 特殊な組成ガラスを結晶化熱処理し, ガラス内部から微細な結晶を多数析出させ得られる緻密な微細結晶の集合体である。このような微細結晶から構成されたガラスセラミックスは, 析出結晶の種類, 粒径, 結晶化度等を微妙に制御することで, 機械的, 熱的, 化学的, 電気的性質を元のガラスに比べ著しく向上させることが可能となる。これらの現象は, ガラスの変性技術として応用され, ニューガラスの製法として注目されている(Table 1)。

我々は, 磁気ディスク用基板材としてガラスセラミックスが有望と考え, 1985年より研究開発に着手し, $\text{ZnO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系, $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$ 系ガラスセラミックスの有用性を検討してきたが, いずれのガラスセラミックスにおいても最大のポイントである CSS特性に対する表面粗度のコントロールの点で化学的, 機械的テクスチャリングにおける再現性, およびコストの点で使用

Table 1. Glass-ceramics

Glass systems	Crystal phases	Characteristics
$\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$	Lithium monosilicate, Lithium disilicate	Chemically machinable
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Li}_2\text{O}$	β -Spodumene, β -Quartz s.s	Low expansion, Thermal resistance
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$	Cordierite	Low dielectric loss, Abrasion resistance
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-BaO-Na}_2\text{O}$	Nepheline	High mechanical strength
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$	β -Wollastonite	High mechanical strength
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$	α -Alumina, Zirconia	High thermal resistance
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-K}_2\text{O (Na}_2\text{O)-F}$	Fluormica	Machinable
$\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-MgO}$	Apatite	Bioglass
$\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O-F}$	Fluor-canasilite	High mechanical strength

条件に難を生じた。

そこで、我々は各種ガラスセラミックスの改良を重ね、従来のガラスセラミックスではあまり検討されていないガラス内部のミクロ構造に注目し、特に析出結晶の種類・粒子形態の制御技術を研究し、磁気ディスク用基板材に好適な New type のガラスセラミックス（ハードセラム

TS-10）を開発した。Table 2, Fig.1 に示した様に、従来の $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系ガラスセラミックスはその主結晶相が $\alpha\text{-Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ の針状結晶と $\alpha\text{-Cristobalite}$ の微細な粒状結晶からなるものであり、この結晶相のガラスセラミックスは各社・各分野に広く用いられ、ポピュラーな材料である。しかし、この系のガラスセラミックスは研磨加工における加工表面が通常のガラスとほとんど変わらず、表面粗度は比較的滑らか

なものであり、表面粗度をコントロールすることは不可能な材料である。さらに $\alpha\text{-Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ の針状結晶が研磨加工時に結晶の脱落を発生し、欠陥として検出されるのである。従って、磁気ディスク用基板材として使用する場合には研磨加工後、表面に $\text{\AA}$ レベルの微細な凹凸を形成させることが必要となる（テクスチャリング）。この様な結果から従来の $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系ガラスセラミックスは、表面粗度の再現性・コスト・欠陥等の問題が大きく実用上適さないと判断した。これに対し、New type (TS-10) はその結晶相を $\alpha\text{-Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ の微細な粒状結晶とすることにより欠陥問題を解消した。また $\alpha\text{-Quartz}$ の球状結晶（凝集粒子）を析出させ、結晶化条件の変更により、 $\alpha\text{-Quartz}$ 粒子径をコントロールすることで研磨加工後の表面粗度 (R_a 3~50

Table 2. New type Glass-ceramics

	Old type	New Type
OHARA Code	T S - 1 1	T S - 1 0
Glass systems	$\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-Na}_2\text{O-MgO}$	$\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-MgO-ZnO}$
Crystal Phases (Microstructure)	$\alpha\text{-Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ $\alpha\text{-Lithium disilicate}$ (Rod-like grain) $\alpha\text{-SiO}_2$ $\alpha\text{-Cristobalite}$ (Mono-spherical grain)	$\alpha\text{-Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ $\alpha\text{-Lithium disilicate}$ (Mono-spherical grain) $\alpha\text{-SiO}_2$ $\alpha\text{-Quartz}$ (Aggregated-spherival grain)
Characteristic		• Na_2O free • Changes of microstructure



5. TS-10 の製造工程とその代表的な基板特性

また、研磨加工された TS-10 の一般仕様の一部を Table 4 に示す。

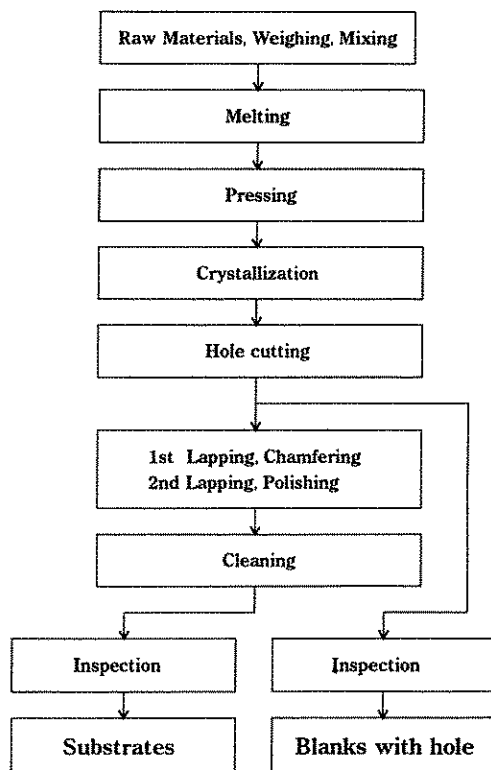


Table 3. Physical properties of TS-10

Item	Unit	TS-10		
		Type		
		A	Bu	Bo
Specific gravity	(—)	2.40	2.41	2.41
Young's modulus	($\times 10^8 \text{ N/m}^2$)	920	925	923
Poisson's ratio	(—)	0.20	0.20	0.20
Bending strength (JIS R1601)	(kg/mm^2)	20	24	24
Vickers Hardness	(kg/cm^2)	700	710	700
Specific heat capacity (JIS R1811)	($\text{KJ/kg}\cdot\text{K}$)	0.89	0.90	0.90
Thermal conductivity (JIS R1611)	($\text{W/m}\cdot\text{K}$)	1.91	2.01	2.01
Thermal expansion coefficient	($10^{-6}/\text{K}$)	8.0	9.1	9.2
Volume resistance	($\Omega\cdot\text{cm}$)	2.7×10^{13}	1.8×10^{13}	1.8×10^{13}
Roughness	Ra($\text{\AA}$)	10	20	25

Table 4. Specifications TS-10 Substrate

2.5 inch			
Outer Diameter (mm)		65.000±0.050	65.000±0.050
Inner Diameter (mm)		20.000±0.050/+0.015	20.000±0.050/+0.015
Thickness (mm)		0.381±0.020	0.635±0.020
Chamfering	θ (°)	45±5	45±5
	A (mm)	0.10±0.03	0.10±0.03
Flatness (μm)		≤ 5	≤ 5

6. 磁気ディスク用基板材 TS-10の特徴

Advantages

- Surface texturing not required (Surface roughness controllability)
Ra= 3~ 50Å Rp= 30 ~ 200Å
- Rigid non-buckling surfaces
- Low flatness values
- Thinner substrates
- Superior shock resistance (High surface hardness)
- Light weight
- Good CSS results
- Excellent glide height (to 1μinch)
- Excellent physical / mechanical properties
- Corrosion resistance material
- No outgasing
- Suitable for LASER texturing

7. まとめ

当社のハードセラム TS-10は、磁気ディスク用基板材として優れた特性・品質を有しており、国内・外のメディアメーカーより高い評価を受け認定段階である。現在は、年内を目標に穴付ブランク月産 200万枚、サブストレート月産 50万枚の量産化体制に入っている。

また、磁気ディスクは情報化時代の中、さらなる高容量、高速化が望まれると考えられ、次世代の磁気ディスク用基板材として、ランディングゾーン対応材・コンタクトレコーディング対応材の評価検討を行っている。

References

- 1) N.Goto ; United States Patent No.5,028,567
- 2) N.Goto ; United States Patent No.5,391,522
- 3) N.Goto ; Japanese Patent No.Hei6-67775
- 4) N.Goto ; Japanese Patent lide-open No. Sho 62-292646
- 5) N.Goto ; United States Patent No.5,336,643
- 6) K.Kishi ; Japanese Patent No.Hei 6-29152
- 7) IDEMA DISKON U.S.A. '94 September 28-29
- 8) IDEMA DISKON U.S.A. '95 September 5
Alternative substrates 111
- 9) N.Goto ; The 3rd New Glass Forum
research on the Glass substrates Februa-ry 6. 1995 New Glass Forum
- 10) N.Goto ; The 36th New Glass Forum New Glass seminar July 26. 1995 New Glass Forum
- 11) N.Goto ; The 5th International Symposium on New Glass October 17. 1995 New Glass Forum
- 12) N.Goto ; The 12th Ceramic seminar November 17. 1995 J. Ceram. Soc. Japan