BaO–ZnO–B₂O₃ 擬三元系の液相面と 973 K の等温状態図

佐藤 博

山梨大学教育人間科学部

J. Japan Inst. Metals, Vol. 70, No. 5 (2006), pp. 395–401
© 2006 The Japan Institute of Metals

Liquidus Surfaces and Isothermal Section at 973 K of the BaO–ZnO–B₂O₃ Pseudo-Ternary System

Hiroshi Sato

Faculty of Education and Human Science, University of Yamanashi, Kofu 400–8510

The liquidus surfaces and the isothermal section at 973 K of the pseudo-ternary BaO–ZnO–B₂O₃ system were determined using the thermal analysis and X-ray diffraction. The liquidus surface in equilibrium with ZnO spreads over a wide composition range and that in equilibrium with 5ZnO·2B₂O₃ extends long and narrow toward BaO·B₂O₃. The slope of the liquidus surface in equilibrium with ZnO is steep in the region of less than 20 mol% B₂O₃ but gentle when the B₂O₃ content exceeds 20 mol%. The liquidus surface in equilibrium with 3BaO·B₂O₃ widely extends and its slope is gentle in the region of less than 30 mol% B₂O₃ but steep when the B₂O₃ content exceeds 30 mol%. Pseudo-ternary BaO–ZnO–B₂O₃ compounds were not found in the composition range investigated. The ternary eutectic reactions are as follows: L→3BaO·B₂O₃+BaO·B₂O₃+ZnO, occurring at 1033 K at the composition 46.5 mol% BaO–14.5 mol% ZnO–39.0 mol% B₂O₃, L→BaO·B₂O₃+ZnO·B₂O₃+5ZnO·2B₂O₃, occurring at 1038 K at the composition 34 mol% BaO–21 mol% ZnO–45 mol% B₂O₃, L→BaO·2B₂O₃+BaO·4B₂O₃+ZnO·B₂O₃, occurring at 1008 K at the composition 19 mol% BaO–17 mol% ZnO–64 mol% B₂O₃.

(Received July 25, 2005; Accepted February 28, 2006)

Keywords: phase diagram, liquidus surface, BaO–ZnO–B₂O₃ system, isothermal section

1. 緒 言

近年鉛の持つ有毒性に関心が払われるようになり、PbO–B₂O₃–SiO₂ 系ガラスに代表される有鉛ガラスに代替可能な無鉛ガラスの開発が緊急の課題となっている。柁田らは PbO の代替酸化物として ZnO を選び、BaO–ZnO–B₂O₃ 系を取り上げ、この 3 成分系無鉛ガラスのガラス化範囲を示し、さらに物性を測定するとともに、Zn の酸素配位数変化に着目した構造解析を行い、ガラス構造における ZnO の挙動の組成依存性を報告している¹⁾。Kim らは BaO–ZnO–B₂O₃ 系において、熱分析と電気的性質についての報告をしている²⁾。これまでに SrO–Fe₂O₃–B₂O₃、BaO–Fe₂O₃–B₂O₃ および CaO–Fe₂O₃–B₂O₃ 擬三元系において、等温断面図と液相面状態図を作製した^{3–8)}。これらの擬三元系と同様に、BaO–B₂O₃⁹⁾ と ZnO–B₂O₃ 擬二元系状態図¹⁰⁾はあるが BaO–ZnO–B₂O₃ 擬三元系状態図の報告はない。これまで作成してきた擬三元系と同様に BaO–ZnO–B₂O₃ 擬三元系状態図を作製することは、基礎的研究のために必要と思われる。

そこで、本研究では BaO–ZnO–B₂O₃ 擬三元系において、広い組成範囲にわたる液相面状態図と等温断面図を熱分析および X 線回折により明らかにした。

2. 実験方法

試料用試薬としては、市販の特級の BaCO₃、ZnO、H₃BO₃ を用いた。これらの試薬を所定の成分になるように調合、十分に混合した。その試料を白金のつぼ内に挿入し、1723 K で 2.7 ks 熔融し、鉄板上に鋳込んで測定試料とした。さらに試料を 973 K で 3.6–108 ks 熱処理した。作製した試料組成を Fig. 1 に示す。BaO–B₂O₃⁹⁾ および ZnO–B₂O₃ 擬二元系の状態図¹⁰⁾も示してある。ZnO 濃度が 10 mol% 一定の (BaO)_{0.9}(ZnO)_{0.1}–(B₂O₃)_{0.9}(ZnO)_{0.1} 擬二元系の断面を A 断面、ZnO 濃度が 20 mol% 一定の (BaO)_{0.8}(ZnO)_{0.2}–(B₂O₃)_{0.8}(ZnO)_{0.2} 擬二元系の断面を B 断面、ZnO 濃度が 30 mol% 一定の (BaO)_{0.7}(ZnO)_{0.3}–(B₂O₃)_{0.7}(ZnO)_{0.3} 擬二元系の断面を C 断面、ZnO 濃度が 40 mol% 一定の (BaO)_{0.6}(ZnO)_{0.4}–(B₂O₃)_{0.6}(ZnO)_{0.4} 擬二元系の断面を D 断面、ZnO 濃度が 50 mol% 一定の (BaO)_{0.5}(ZnO)_{0.5}–(B₂O₃)_{0.5}(ZnO)_{0.5} 擬二元系の断面を E 断面、B₂O₃ 濃度が 20 mol% 一定の (BaO)_{0.8}(B₂O₃)_{0.2}–(ZnO)_{0.8}(B₂O₃)_{0.2} 擬二元系の断面を F 断面、B₂O₃ 濃度が 30 mol% 一定の (BaO)_{0.7}(B₂O₃)_{0.3}–(ZnO)_{0.7}(B₂O₃)_{0.3} 擬二元系の断面を G 断面、B₂O₃ 濃度が 40 mol% 一定の (BaO)_{0.6}(B₂O₃)_{0.4}–(ZnO)_{0.6}(B₂O₃)_{0.4} 擬二元系の断面を H 断面、B₂O₃ 濃度が 50 mol% 一定の (BaO)_{0.5}(B₂O₃)_{0.5}–(ZnO)_{0.5}

Fig. 1 Compositions in the pseudo-ternary BaO-ZnO-B₂O₃ system.

(B₂O₃)_{0.5} 擬二元系の断面を I 断面, BaO 濃度が 50 mol% 一定の (BaO)_{0.5}(ZnO)_{0.5}-(BaO)_{0.5}(B₂O₃)_{0.5} 擬二元系の断面を J 断面, BaO 濃度が 40 mol% 一定の (BaO)_{0.4}(ZnO)_{0.6}-(BaO)_{0.4}(B₂O₃)_{0.6} 擬二元系の断面を K 断面, BaO 濃度が 10 mol% 一定の (BaO)_{0.1}(ZnO)_{0.9}-(BaO)_{0.1}(B₂O₃)_{0.9} 擬二元系の断面を L 断面とした.

液相面と 973 K の平衡状態図は, 熱分析, 示差熱分析 (DTA) および X 線回折によって作成した. DTA は試作された炭化珪素炉を用いて行った. 試料量は約 10×10^{-3} kg, 昇温(降温)速度 0.17 K/s の設定で, 標準試料に Al₂O₃ を用いて空气中で測定した. 特に B₂O₃ の濃度が高い領域でガラス化してしまう場合に, $1.7 \times 10^{-2} \sim 1.2 \times 10^{-4}$ K/s の降温速度で徐冷し, ガラス化を阻止した. 熱分析方法は, 前報³⁾と同じである. すなわち各成分につき試料の熱分析および DTA 測定を繰り返し行い, 液相点温度を測定した.

化合物の同定は, 熱分析の結果に基づいて種々の熱処理を施した試料の X 線回折の結果を基にして行った. 3BaO·B₂O₃, BaO·B₂O₃, BaO·2B₂O₃, BaO·4B₂O₃, 5ZnO·2B₂O₃, ZnO·B₂O₃, BaO, ZnO は X 線回折の結果から JCPDS Powder diffraction file により確認した. X 線回折測定試料は粒度を 50 μm 程度に粉碎した. 使用した X 線は CuKα で, 加圧電圧 50 kV, 電流 180 mA で行った.

3. 実験結果および考察

3.1 熱分析

各組成につき試料の DTA 測定を行い, 液相点温度を決定した. 測定は繰り返し行い, 昇温時には熱反応のピークの温度を, 降温時には熱反応が始まる温度を液相点温度とした. 降温時に過冷却現象が認められた場合には, 昇温時の値を採用した. 60 mol% BaO-40 mol% B₂O₃ 組成の試料の結果を Fig. 2 に示す. この試料では, 再現性のある 2 つのピークが認められ, 高温側がこの組成の液相点温度, 低温側が第 2 相析出に伴う熱反応であると考えられる. 降温時には過冷却現象が認められたため, 昇温時の値を採用し 1346 K, 1188 K で熱反応が起こるとした. 降温時の熱分析中, 1073 K お

Fig. 2 Curves obtained by differential thermal analysis.

Fig. 3 Changing of X-ray diffraction patterns of samples containing 60 mol% BaO-40 mol% B₂O₃ after quenching.

よび 1043 K の各温度で試料をそれぞれ急冷し, X 線回折測定を行った. その結果を Fig. 3 に示す. 1073 K では BaO·B₂O₃ が, 1043 K では BaO·B₂O₃ と 3BaO·B₂O₃ が認められ, 1346 K で初相 BaO·B₂O₃ が析出し, 1188 K で 3BaO·B₂O₃ が第 2 相として析出したものと結論づけた. この温度は, BaO-B₂O₃ 擬二元系の状態図⁹⁾における BaO·B₂O₃ の液相点温度および BaO·B₂O₃ と 3BaO·B₂O₃ の共晶温度と一致した.

3.2 973 K の等温断面図

X 線回折の結果を基に 973 K 等温断面図を作成した. その結果を Fig. 4 に示す. 以下に示す三相の 7 つの組成域からなっている.

Fig. 4 The isothermal section at 973 K of the phase equilibrium diagram of the pseudo-ternary BaO-ZnO-B₂O₃ system.

3.3 各垂直断面における液相面

DTA と X 線回折の結果をもとにそれぞれ擬二元系断面の液相面を作成した。各擬二元系の共晶点が直接測定できない場合には、実験で得られた液相点を結び 2 つの液相線を外挿することにより決定した。また X 線回折により同定した各試料の強度比から存在量を推定し、共晶点決定の参考にした。さらに測定点が少ない断面では、他の断面から液相線を外挿し、三元系の液相面を作成する際に、矛盾が生じないように二元系の液相線の形(曲線)と液相線の頂点を決定した。

Fig. 5 に ZnO 濃度が 10 mol% で一定の A 断面における液相面を示す。図中の(○印)は本実験での測定点を示す。10 mol% ZnO という垂直面に沿って(BaO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (BaO·B₂O₃+L), (BaO·2B₂O₃+L), (BaO·4B₂O₃+L) および 2 液相(分相)の各相領域が存在している。2 つの化合物が存在する点が 4 つある。Table 1 の A 断面に、この 4 つの点の各組成、温度、化合物を示す。10 mol% BaO-10 mol% ZnO-80 mol% B₂O₃ 組成で 2 液相(分相)が確認できたが、液相点は測定できなかった。

Fig. 6 に ZnO 濃度が 20 mol% で一定の B 断面における液相面を示す。20 mol% ZnO という垂直面に沿って(BaO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (BaO·B₂O₃+L), (BaO·2B₂O₃+L), (ZnO·B₂O₃+L), (BaO·4B₂O₃+L) および 2 液相(分相)の各相領域が存在している。2 つの化合物が存在する点が 6 つある。Table 1 の B 断面に、この 6 つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 7 に ZnO 濃度が 30 mol% で一定の C 断面における液相面を示す。30 mol% ZnO という垂直面に沿って(BaO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (ZnO·B₂O₃+L) の各相領

Fig. 5 Liquidus surfaces at A section (10 mol% ZnO).

Table 1 Composition and temperature of eutectics of vertical pseudo-binary sections.

	Composition (mol%)			Temperature (K)	Compounds
	BaO	ZnO	B ₂ O ₃		
A section	72.5	10	17.5	1560 ± 10	BaO, 3BaO·B ₂ O ₃
	52.5	10	37.5	1054 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , BaO·B ₂ O ₃
	32.5	10	57.5	1115 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , BaO·2B ₂ O ₃
	20	10	70	1081 ± 10	BaO·2B ₂ O ₃ , BaO·4B ₂ O ₃
B section	65	20	15	1483 ± 10	BaO, 3BaO·B ₂ O ₃
	64.3	20	33.7	1038 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
	35.5	20	44.5	1033 ± 10	ZnO, BaO·B ₂ O ₃
	31.2	20	48.8	1078 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , BaO·2B ₂ O ₃
	20	20	60	1031 ± 10	BaO·2B ₂ O ₃ , ZnO·B ₂ O ₃
	15	20	65	1068 ± 10	ZnO·B ₂ O ₃ , BaO·4B ₂ O ₃
C section	57	30	13	1478 ± 10	BaO, 3BaO·B ₂ O ₃
	41.4	30	28.6	1043 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
	29	30	41	1043 ± 10	ZnO, ZnO·B ₂ O ₃
D section	47.5	40	12.5	1468 ± 10	BaO, 3BaO·B ₂ O ₃
	36	40	24	1053 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
	25	40	35	1048 ± 10	ZnO, ZnO·B ₂ O ₃
E section	39	50	11	1483 ± 10	BaO, ZnO
	19.5	50	30.5	1051 ± 10	5ZnO·2B ₂ O ₃ , ZnO·B ₂ O ₃
F section	75	5	20	1563 ± 10	BaO, 3BaO·B ₂ O ₃
	35.8	44.2	20	1158 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
G section	43	27	30	1042 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
H section	45.5	14.5	40	1035 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
	28	32	40	1046 ± 10	5ZnO·2B ₂ O ₃ , ZnO·B ₂ O ₃
I section	31	19	50	1084 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , BaO·2B ₂ O ₃
	27	23	50	1083 ± 10	BaO·2B ₂ O ₃ , ZnO·B ₂ O ₃
J section	50	12	38	1053 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , 3BaO·B ₂ O ₃
	50	37.5	12.5	1487 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , BaO
K section	40	16	44	1078 ± 10	BaO·B ₂ O ₃ , ZnO
	40	33	27	1045 ± 10	ZnO, 3BaO·B ₂ O ₃
	40	48.5	11.5	1511 ± 10	3BaO·B ₂ O ₃ , BaO
L section	10	59	31	1133 ± 10	ZnO·B ₂ O ₃ , 5ZnO·2B ₂ O ₃

域が存在している。2 つの化合物が存在する点が 3 つある。Table 1 の C 断面に、3 つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 8 に ZnO 濃度が 40 mol% で一定の D 断面における液

Fig. 6 Liquidus surfaces at B section (20 mol% ZnO).

Fig. 8 Liquidus surfaces at D section (40 mol% ZnO).

Fig. 7 Liquidus surfaces at C section (30 mol% ZnO).

Fig. 9 Liquidus surfaces at E section (50 mol% ZnO).

相面を示す. 40 mol% B₂O₃ という垂直面に沿って (BaO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (ZnO·B₂O₃+L) の各相領域が存在している. 2つの化合物が存在する点が3つある. Table 1のD断面に, 3つの点の各組成, 温度, 化合物を示す.

Fig. 9にZnO濃度が50 mol%で一定のE断面における液相面を示す. 50 mol% ZnO という垂直面に沿って (BaO+L), (ZnO+L), (5ZnO·2B₂O₃+L), (ZnO·B₂O₃+L) の各相領域が存在している. 2つの化合物が存在する点が2つある. Table 1のE断面, に2つの点の各組成, 温度, 化合物を示す.

Fig. 10にB₂O₃濃度が20 mol%で一定のF断面における液相面を示す. 20 mol% B₂O₃ という垂直面に沿って (BaO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L) の各相領域が存在している. 2つの化合物が存在する点が2つある. Table 1のF断面に, 2つの点の各組成, 温度, 化合物を示す.

Fig. 11にB₂O₃濃度が30 mol%で一定のG断面における液相面を示す. 30 mol% B₂O₃ という垂直面に沿って

Fig. 10 Liquidus surfaces at F section (20 mol% B₂O₃).

Fig. 11 Liquidus surfaces at G section (30 mol%B₂O₃). Fig. 13 Liquidus surfaces at I section (50 mol%B₂O₃). Fig. 12 Liquidus surfaces at H section (40 mol%B₂O₃).

Fig. 14 Liquidus surfaces at J section (50 mol%BaO).

(3BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (5ZnO·2B₂O₃+L)の相領域が存在している。2つの化合物が存在する点が1つある。Table 1のG断面に、この組成、温度、化合物を示す。

Fig. 12にB₂O₃濃度が40 mol%で一定のH断面における液相面を示す。40 mol%B₂O₃という垂直面に沿って(BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (5ZnO·2B₂O₃+L), (ZnO·B₂O₃+L)の各相領域が存在している。2つの化合物が存在する点が2つある。Table 1のH断面に、この2つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 13にB₂O₃濃度が50 mol%で一定のI断面における液相面を示す。50 mol%B₂O₃という垂直面に沿って(BaO·B₂O₃+L), (BaO·2B₂O₃+L), (ZnO·B₂O₃+L)の各相領域が存在している。2つの化合物が存在する点が2つある。Table 1のI断面に、この2つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 14にBaO濃度が50 mol%で一定のJ断面における液相面を示す。50 mol%BaOという垂直面に沿って(BaO·B₂O₃+L), (3BaO·B₂O₃+L), (BaO+L)の各相領域が存在

している。2つの化合物が存在する点が2つある。Table 1のJ断面に、この2つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 15にBaO濃度が40 mol%で一定のK断面における液相面を示す。40 mol%BaOという垂直面に沿って(BaO·B₂O₃+L), (ZnO+L), (3BaO·B₂O₃+L), (BaO+L)の各相領域が存在している。2つの化合物が存在する点が3つある。Table 1のI断面に、この3つの点の各組成、温度、化合物を示す。

Fig. 16にBaO濃度が10 mol%で一定のL断面における液相面を示す。10 mol%BaOという垂直面に沿って2液相, (ZnO·B₂O₃+L), (5ZnO·2B₂O₃+L), (ZnO+L)の各相領域が存在している。1つの化合物が存在する点が1つある。Table 1のI断面に、この点の組成、温度、化合物を示す。

3.4 BaO-ZnO-B₂O₃ 擬三元系の液相面

Fig. 5~16を基にBaO-ZnO-B₂O₃擬三元系の液相面を作成した。Fig. 17にBaO-ZnO-B₂O₃擬三元系の初晶面を示す。この組成域では、BaO-ZnO-B₂O₃擬三元系化合物は存

Fig. 15 Liquidus surfaces at K section (40 mol% BaO).

Fig. 16 Liquidus surfaces at L section (10 mol% BaO).

Fig. 17 Liquidus surfaces of the pseudo-ternary BaO-ZnO-B₂O₃ system.

在しなかった。L₁~L₁₂ では以下のような反応が起こっている。

- L₁ : L → ZnO · B₂O₃ + 5ZnO · 2B₂O₃
- L₂ : L → BaO + 3BaO · B₂O₃
- L₃ : L → 3BaO · B₂O₃ + BaO · B₂O₃
- L₄ : L → BaO · B₂O₃ + BaO · 2B₂O₃
- L₅ : L → BaO · 2B₂O₃ + BaO · 4B₂O₃
- L₆ : L → ZnO + 3BaO · B₂O₃
- L₇ : L → ZnO + BaO · B₂O₃
- L₈ : L → 5ZnO · 2B₂O₃ + BaO · B₂O₃
- L₉ : L → ZnO · B₂O₃ + BaO · B₂O₃
- L₁₀ : L → ZnO · B₂O₃ + BaO · 2B₂O₃

ただし、L は液相線を示す。

e₁~e₅, p₁ 点では以下のような反応が起こっている。ただし e₁, p₁ は Levin *et al.*⁹⁾ の値, e₂, e₃, e₄, p₅ は Harrison *et al.*¹⁰⁾ の値を示した。

Fig. 18 Phase diagram of the pseudo-ternary BaO-ZnO-B₂O₃ system.

本実験組成領域には三元共晶は三つあり、三元共晶点 (E_1) は $3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$, $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$, ZnO から成る共晶、三元共晶点 (E_2) は $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$, $\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$, $5\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ から成る共晶、三元共晶点 (E_3) は $\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ から成る共晶である。その E_1 の組成は 46.5 mol% BaO–14.5 mol% ZnO–39.0 mol% B₂O₃ 組成, E_2 の組成は 34 mol% BaO–21 mol% ZnO–45 mol% B₂O₃ 組成, E_3 の組成は 19 mol% BaO–17 mol% ZnO–64 mol% B₂O₃ 組成である。 $R_1 \sim R_5$ は本実験で得られた包晶点である。 R_1 は $(\text{BaO} + \text{ZnO} + 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{L})$ が, R_2 は $(\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 5\text{ZnO} + 2\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{L})$ が, R_3 は $(\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{L})$ が共存する。温度は以下のようにになっている。

$$R_1: 1466 \pm 10 \text{ K}$$

$$R_2: 1055 \pm 10 \text{ K}$$

$$R_3: 1073 \pm 10 \text{ K}$$

ZnO と平衡する初晶面が, $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ 側に拡っている。また $3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する初晶面, $\text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する初晶面は広範囲に拡っており, $5\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する初晶面は, $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ に向かって細長くなっている。

Fig. 18 に液相面の等温度線を示す。ZnO と平衡する初晶面は B₂O₃ 濃度が 20 mol% 以下で急な温度勾配になっているが, B₂O₃ 濃度が 20 mol% 以上ではゆるやかな温度勾配になっている。ZnO · B₂O₃ と平衡する初晶面はゆるやかな温度勾

配になっている。 $3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する液相面は大きく広がり, B₂O₃ 濃度が 30 mol% まではゆるやかな温度勾配になっているが, B₂O₃ 濃度が 30 mol% 以上では急な温度勾配になっている。 $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する液相面と $\text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ と平衡する液相面は比較的ゆるやかな温度勾配になっている。

4. 結 言

本研究は, BaO-ZnO-B₂O₃ 擬三元系において, 973 K 等温断面図と液相面を得た。この組成域では, BaO-ZnO-B₂O₃ 擬三元系化合物は存在しなかった。また, この組成域には三元共晶は三つあり, その三元共晶点での相変化は, $\text{L} \rightarrow 3\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$ (1033 K, 46.5 mol% BaO–14.5 mol% ZnO–39.0 mol% B₂O₃), $\text{L} \rightarrow \text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 + 5\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ (1038 K, 34 mol% BaO–21 mol% ZnO–45 mol% B₂O₃), $\text{L} \rightarrow \text{BaO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 + \text{BaO} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ (1008 K, 19 mol% BaO–17 mol% ZnO–64 mol% B₂O₃) であった。

文 献

- 1) H. Masuda, R. Kimura, N. Sakamoto and K. Morinaga: J. Japan Inst. Metals **63** (1999) 284–288.
- 2) D. Kim, J. Lee, J. Huh and H. Kim: J. Non-Cryst. Solids **306**.
- 3) H. Sato: J. Japan Inst. Metals **59** (1995) 593–598.
- 4) H. Sato: Mater. Trans. JIM **37** (1996) 1672–1678.
- 5) H. Sato: J. Japan Inst. Metals **60** (1996) 547–552.
- 6) H. Sato: Mater. Trans. JIM **38** (1997) 853–864.
- 7) H. Sato: J. Japan Inst. Metals **68** (2004) 125–157.
- 8) H. Sato: Mater. Trans. **46** (2005) 20–25.
- 9) E. M. Levin and H. F. McMurdie: Z. J. Reseach Natl. Bur. Standards **42** (1949) 131–138.
- 10) D. E. Harrison and F. A. Hummel: J. Electrochem. Soc. **103** (1956) 491–498.