

ホウ素と金属酸化物の反応

原 泰毅・松岡征訓・長田英世*

1. 緒 言

近年ロケット燃料の点火剤に用いる還元剤として金属ホウ素(以下B)が注目され研究の対称となつてゐるが、これは単位重量当りの燃焼熱が大きく、燃焼範囲が大きいので、高々度飛行に有利な事や、燃焼速度が速くまた逆に吹消し速度も速いので還元剤として用いれば点火剤等の設計を単純化し得るといわれている¹⁾。還元剤としてのBについての研究は緒についたばかりであり、特に金属酸化物との反応については殆んど研究されていないので、示差熱分析、熱天秤、X線分析、ガスクロ分析、発火待時間測定、伝導度測定によりB単独およびBと金属酸化物との熱反応性を検討しその反応機構について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

2.1 試 料

(1) B: American potash & Chemical corporation 製、常法²⁾で純度分析をおこなつた結果純度91.5%。なお蛍光X線分析および原子吸光分析により不純物としてMg約4%その他Mn, Fe, Zn, Cu, Pb及びCa等が微量検出された。

(2) 五酸化バナジウム(V_2O_5): 市販一級、純度99.0%

(3) 三酸化鉄(Fe_2O_3): 市販一級、純度95.0%

2.2 示差熱天秤分析法

長計量器製示差熱天秤装置を使用し昇温速度 $10^\circ C/min$ で空気中と N_2 中で測定した。

2.3 示差熱分析法

島津製マイクロ示差熱分析装置を使用した。

2.4 X線分析

理学電氣製のX線ディフラクトメーターを用い粉末法により測定した。測定条件は対陰極Cu、フィルターNi、電圧30~35kV、電流10~15mA及び対陰極Fe、フィルターMn、電圧30~15kV、電流10~15mAである。

2.5 ガスクロマトグラフ

島津製の熱分解ガスクロマトグラフを使用した。キャリアーガスはHe、充填剤はMS-5Aである。

2.6 発火待時間測定

試料を $250 kg/cm^2$ で加圧成型し、数mgの一定の大きさに碎き一定温度の炉中に投入し発火するまでの時間をストップウォッチで測定する。

2.7 伝導度測定

Fig.1のような装置を作り、温度及び雰囲気を変化させて抵抗の温度依存性を測定する。この際試料は一定量を圧力 $300 kg/cm^2$ で圧押し、空気中温度 $400^\circ C$ で1時間焼結させる。

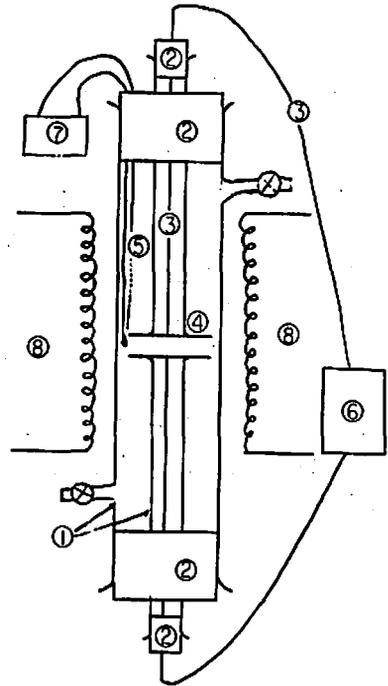


Fig.1 The apparatus of electrical resistance

- | | |
|------------------|--------------------------------------|
| ① quartz | ⑥ thermocouple |
| ② rubber stopper | ⑦ Apparatus of electrical resistance |
| ③ platinum wire | ⑧ pyrometer |
| ④ platinum plate | ⑧ electrical furnace |

3. 実験結果及び考察

3.1 Bの貯蔵性

Bの貯蔵安定性を検討するため、常温(約 $20^\circ C$)で相対湿度100%の恒温槽中におけるB及び酸化ホウ素

昭和45年4月3日受理

*九州工業大学工業化学科 北九州市戸畑区仙水町

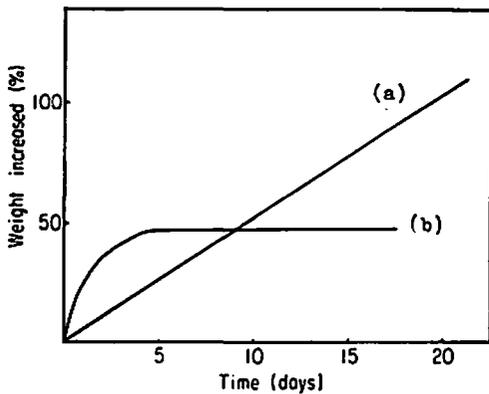


Fig. 2-1 Hygroscopicity of B and B_2O_3
(a): Boron (b): B_2O_3

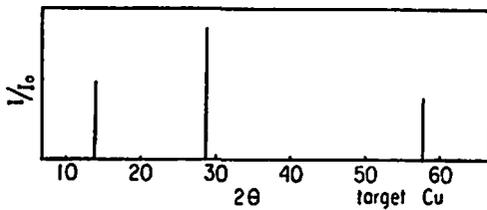


Fig. 2-2 X-ray diffraction pattern of B_2O_3 after 10 days in relative humidity 100 (%) (agree to that of H_3BO_3)

(以下 B_2O_3)の吸湿量の経時変化を求めた。これを Fig. 2-1 に示す。両者共吸湿性が大き、Bはほぼ直線的に吸湿を行うが、 B_2O_3 は常温では46%附近に平衡吸着量が存在するようである。 B_2O_3 は吸着後X線分析を行うと Fig. 2-2 に示すようにホウ酸(以下 H_3BO_3)に変る。したがってB及び B_2O_3 は水分吸着性を考慮して取扱う必要がある。

3. 2 B 単体の熱反応性

B単体の空気中における熱反応性を示差熱天秤で検討した結果が Fig. 3 である。ほぼ600°C附近より徐々に酸化発熱反応に入り、710°C 附近から急激な重量増加が見られる。Bが B_2O_3 になるとすれば理論増量は222%であるが、反応が終つていると考えられる800°Cでの重量増加は150%である。この反応生成物をX線回折図で検討した結果が Fig. 4 である。使用したBはX線図の基線状態から比較的結晶性がすくなく無定形の部分が多いものである。600°C までは回折ピークに変化はなくBであるが(3)、650°C になると新しい回折ピークが見られる。これを ASTM カードで検討した結果、この回折ピークは B_2O_3 の3水和物である $H_3BO_3(B_2O_3 \cdot 3H_2O)$ の回折ピークと一致したり。これは前述の実験の通り B_2O_3 は吸湿性が強い為、空

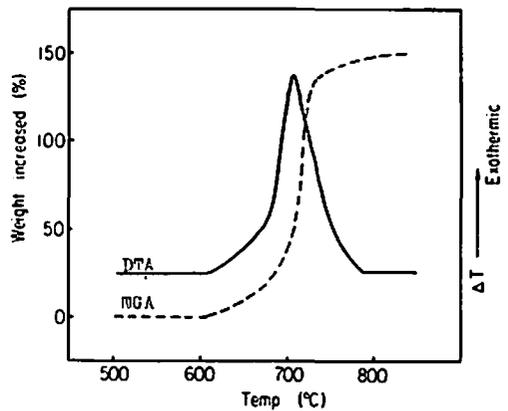


Fig. 3 DTA and TGA thermograms of Boron in Air

heating rate: 10°C/min
sample: DTA.....5mg
weight: TGA.....100mg

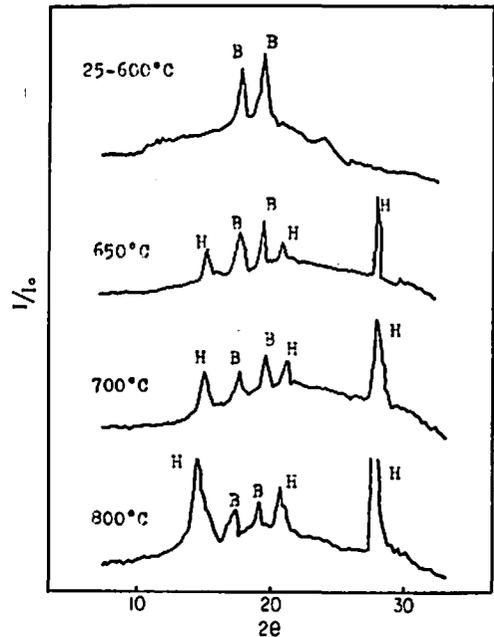


Fig. 4 X-ray diffraction patterns of oxidation products of B at various temperature

target: Cu
B: Boron
H: H_3BO_3

気中の水分と反応し H_3BO_3 になったものと考えられる。このピークは 700°C, 800°C になるにつれ増加しているが、800°C になつても未反応のBが確認される。理論増量は222%であるのに重量増加は150%であり、X線でも未反応のBが確認されるのは、生成した B_2O_3 の層を通しての酸素の拡散抵抗が大きい為完全に酸化

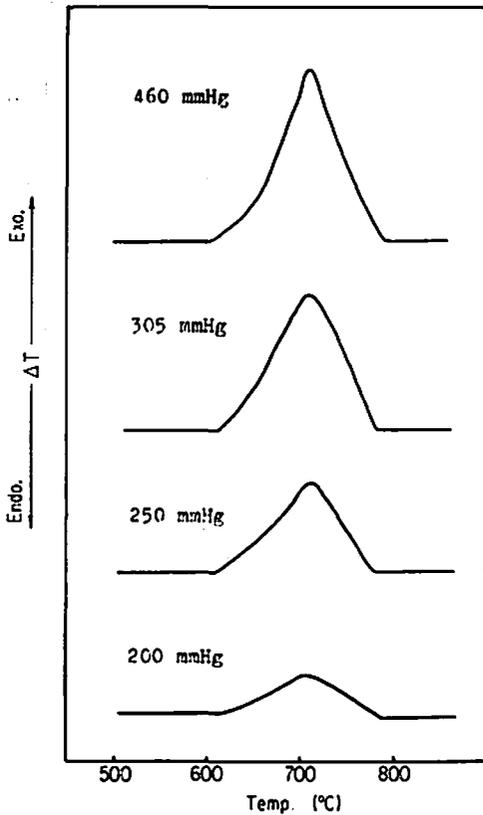


Fig. 5 DTA thermograms of Boron under reduced pressures
heating rate: 10°C/min

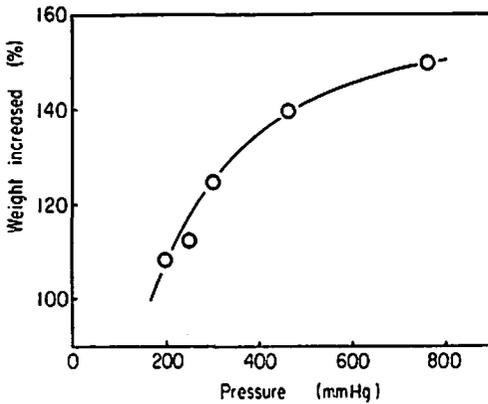


Fig. 6 Weight increased of B under various pressures

が行われないことによると考えられる。Fig. 5 は減圧下でのBの示差熱分析図である。減圧になるにつれて発熱ピークの面積が減少することから発熱反応量は減少し、この反応量を重量増加として外部空気圧力に対し図示すると Fig. 6 になる。反応量は圧力と共に増加

するが、外圧が高くなるに従ってその増加率は次第に少なくなり前述の酸素の拡散抵抗が大きくなることを裏付ける。さらに Fig. 5 の示差熱曲線の温度傾斜が一定加熱速度のもとでは、反応速度に関係することを示すと考えると、減圧にするに従いこの曲線の傾斜は減少してくることから反応速度も遅くなることを示すものでBの空気酸化はO₂の分圧によって影響されることが認められる。

3. 3 B と各種金属酸化物の熱反応性

Table 1 ΔH_{298}° and ΔG_{298}° for reactions of B with Metal oxides

reaction	ΔH_{298}°	ΔG_{298}°
$2B + 3NiO \rightarrow B_2O_3 + 3Ni$	-126.8	-127.9
$2B + Cr_2O_3 \rightarrow B_2O_3 + 2Cr$	- 32.3	- 32.8
$2B + 6CuO \rightarrow B_2O_3 + 3Cu_2O$	-199.9	-205.5
$2B + 3Fe_2O_3 \rightarrow B_2O_3 + 6FeO$	- 92.9	-102.1
$2B + 3V_2O_5 \rightarrow B_2O_3 + 3V_2O_4$	-215.0	-205.0

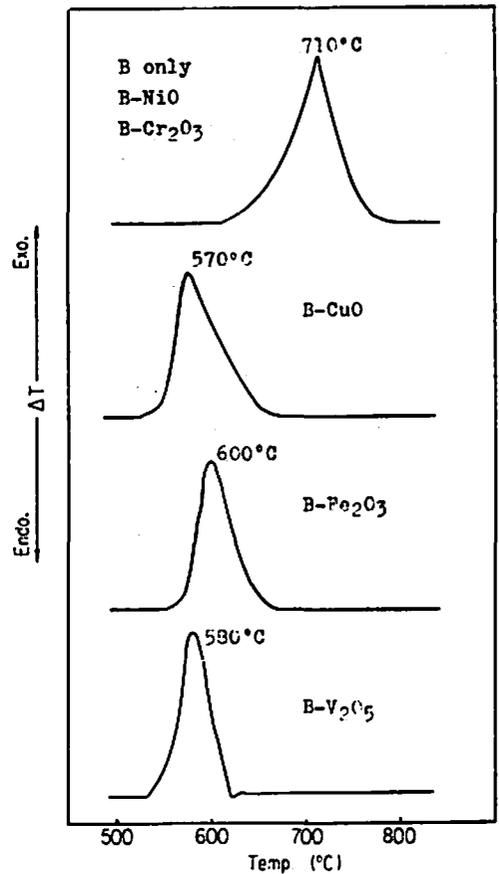


Fig. 7 DTA thermograms of mixtures of Boron and Metal Oxides
heating rate: 10°C/min, in air
sample: B/oxide=1/1 (mole/mole)

Table 1 に B と各種金属酸化物 (NiO , Cr_2O_3 , CuO , Fe_2O_3 , V_2O_5) の反応における標準エンタルピー変化 ΔH_{298}° , および標準フリーエネルギー変化 ΔG_{298}° を示す。ここで 25°C の ΔH° , ΔG° を求めたが、純固相反応の場合比熱の温度変化が小さいので高温での ΔH , ΔG もこの値とほとんど変わらないと考えられる。この ΔH , ΔG は負で大きく、従つてこれらの反応はいずれも生起し易く、しかも大きな発熱反応であると熱力学的には推論される。これを確認するため B とこれら金属酸化物物を 1:1 モル比で混合し示差熱分析を行なつた。この結果を Fig. 7 に示す。

B- NiO , B- Cr_2O_3 混合系は B 単体と変わらず熱反応に対する促進性は認められない。しかし B- CuO , B- Fe_2O_3 , B- V_2O_5 混合系は $570^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$ 附近に発熱ピークがあり促進性が認められる。ここで NiO , Cr_2O_3 は P 型半導体であり他の酸化物は n 型半導体である⁹⁾。

金属酸化物の P 型半導体は正孔移動或いは金属移動を示すものであり、n 型半導体は電子移動或いは酸素移動を示すものである。n 型半導体に対しては B は空気中の酸素と反応するよりも、酸化物層中を移動する活性に富んだ酸素と固相界面で酸化反応し、その高い反応熱により系の温度も上昇させ、固相酸化反応のみならず気相酸素との酸化反応が第二段の反応としておこるものと考えられる。

3. 4 B と V_2O_5 の反応

B- V_2O_5 (1:1 モル比) 混合物を N_2 気流中で示差熱天秤を用いて 700°C までその熱変化を測定し、加熱後急冷し常温にもどし、続いて空気中で再び示差熱分析、重量変化を測定した結果を Fig. 8 に示す。 N_2 気流中での 600°C 附近の発熱に対しては重量変化は見られず、空気中で再加熱すると 640°C すぎの発熱に対して増量が認められる。 N_2 中では B により V_2O_5 が還元されて VO_2 となり、再加熱によつて空気中では気相酸素によつて酸化されて再び V_2O_5 になると考えられる。この生成物を X 線分析すると Fig. 9 のような回折図が得られる。空気中で 700°C まで加熱し急冷した試料では (Fig. 9-a) V_2O_5 ¹⁰⁾ と VO_2 ¹¹⁾ の回折ピークが見られ、 N_2 気流中で 700°C まで加熱したものでは (Fig. 9-b) VO_2 のピークのみが認められる。これを空気中で再加熱すると V_2O_5 と VO_2 の回折ピークが得られるが (Fig. 9-c), 生成すると考えられる B_2O_3 (或は $\text{B}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) の回折ピークは観察されない。次に熱分解ガスクロにより V_2O_5 単独及び B- V_2O_5 混合系試料を 800°C まで加熱し酸素を同定しようとしたが酸素の発生は認められなかつた。 V_2O_5 が VO_2 に還元された際の酸素は B と結合して B_2O_3 になつたものと考えられ、 B_2O_3 或は $\text{B}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の X 線回折強度

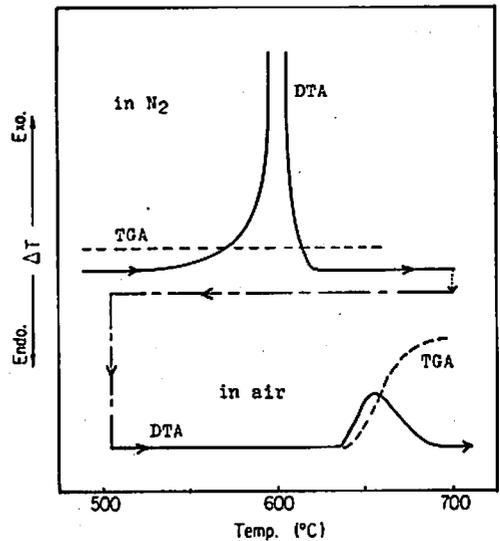


Fig. 8 DTA and TGA thermograms of the mixture B and V_2O_5
heating rate: $10^\circ\text{C}/\text{min}$
sample: $\text{B}/\text{V}_2\text{O}_5=1/1$ (mole/mole)

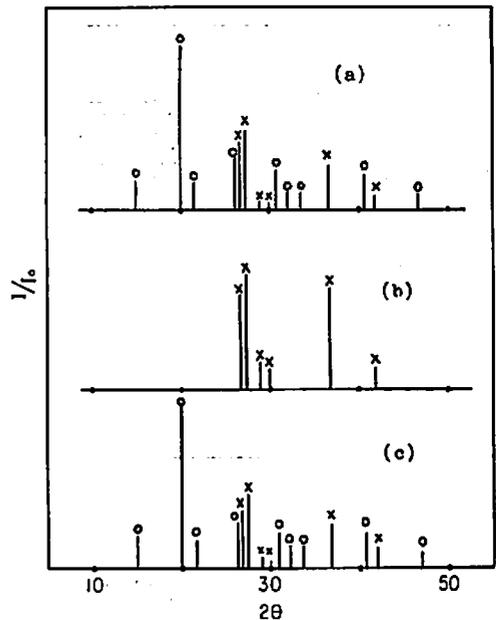


Fig. 9 X-ray patterns of the mixture of B and V_2O_5
sample: $\text{B}/\text{V}_2\text{O}_5=1/1$ (mole/mole)
(a): 700°C , in air, (b) 700°C , in N_2
(c): (b) heated in air at 700°C
target: Cu, O: V_2O_5 , x: VO_2

が V_2O_5 , VO_2 に比して弱く X 線ピークが確認できなかったものであろう。そこで B- V_2O_5 混合物を 700°C まで加熱し、反応生成物を熱湯に溶かし、pH 変化を

測定した所、酸性物質が生成していることが確認された。B 単体の空気酸化では B_2O_3 が認められることから、混合系でも空気中と同様な酸化反応により B_2O_3 が生成していると考えられる。

これより B- V_2O_5 混合系の空気中での熱反応機構としては、 V_2O_5 が自体内を移動する酸素原子 (O) によって B を酸化して B_2O_3 を生成し自体は VO_2 に還元され、同時に空気中の O_2 は VO_2 の O の欠陥をうめて、再び V_2O_5 にもどるような触媒的な働きをするものと考えられる⁹⁾。

次に減圧下と酸素気流中の B- V_2O_5 混合系の熱反応性を示差熱分析で検討した。これを Fig. 10 に示す。減圧下では、その反応性は 110mmHg 附近までは大気圧下と変わらないが、54 mmHg 以下になると反応は急激になり爆発的に反応する。酸素気流中では反応量も少く大気圧下より反応も遅いことがわかる。減圧にしていくと反応が急激になり、酸素気流中では反応が遅くなるのは V_2O_5 の酸素の動きと関係したものであると考え、 V_2O_5 の伝導度を測定した。

Fig. 11 は空気中における V_2O_5 の伝導度の対数と温

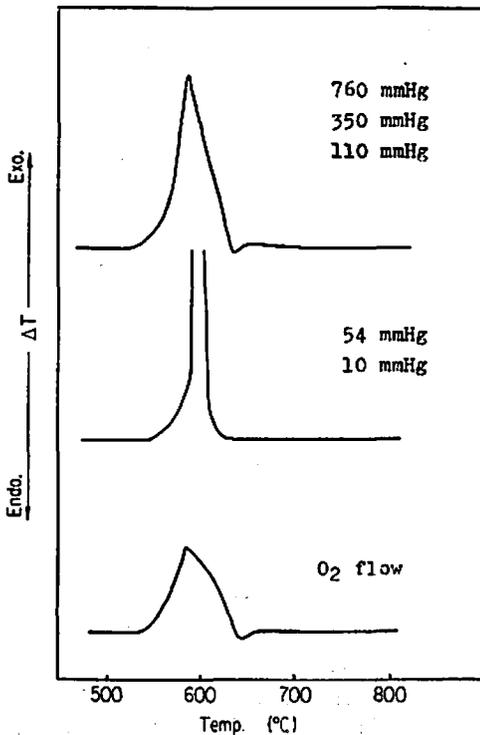


Fig. 10 DTA thermograms of the mixture of B and V_2O_5 at reduced pressures and in O_2 -flow

heating rate: $10^\circ\text{C}/\text{min}$
sample: 15.8mg (B=1mg)

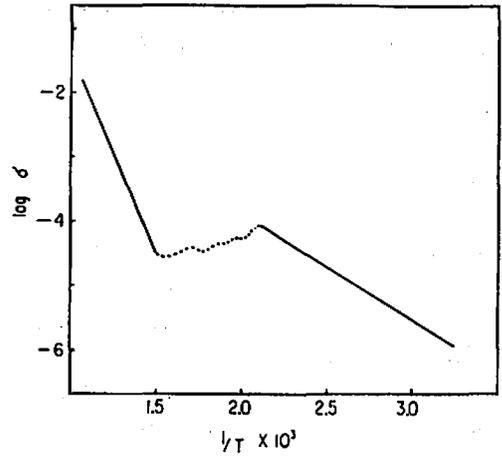


Fig. 11 Electrical conductivity of V_2O_5 ($\log \sigma$) vs $1/T$

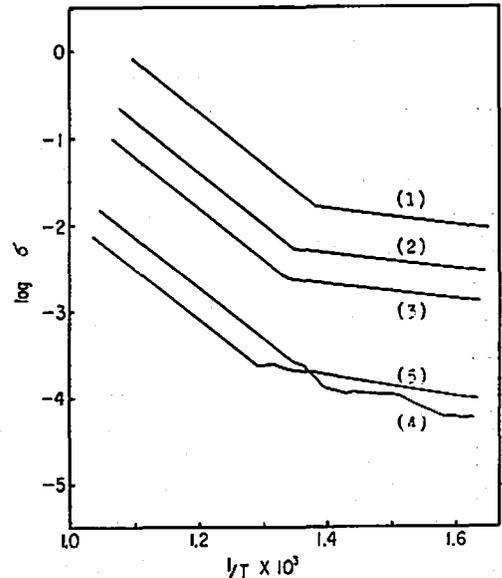


Fig. 12 Electrical conductivity of V_2O_5 under reduced pressures

(1): 10mmHg (2): 37mmHg
(3): 130mmHg (4): 760mmHg
(5): O_2 flow

度の逆数との関係である。200°C までは不純物領域、200°C~400°C は遷移領域、400°C 以上は真性領域と考えられる。伝導度の対数と $1/T$ の関係より活性化エネルギーを求めると、不純物領域に於ては 8.3 kcal/mol であり文献値⁹⁾ とほぼ一致する。真性領域では 28.8 kcal/mol である。B と V_2O_5 の反応は 500°C すぎから起こるので真性領域が問題となる。そこで減圧下、酸素気流中での伝導度変化を検討した結果が Fig.

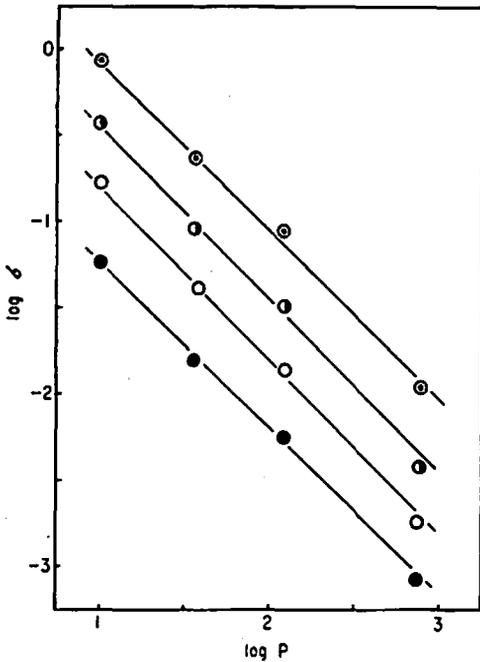


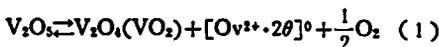
Fig. 13 $\log \sigma$ vs $\log P$

●: 500°C, ○: 550°C, ◐: 600°C, ⊙: 650°C

12である。活性化エネルギーは変わらないが、減圧度を増すにつれ伝導度は増加し、同じ一気圧では酸素分圧が高いと伝導度は小さいことがわかる。一定温度で伝導度の土力変化を図示すると Fig. 13 になる。横軸に圧力 (単位 mmHg) の対数 $\log P$, 縦軸に伝導度の対数 $\log \sigma$ を示す。

$\log P$ と $\log \sigma$ との間には直線関係が成立し、この勾配より圧力と伝導度の関係を求めると、伝導度は酸素分圧に逆比例するという関係が得られ圧力が増加するにつれ逆に伝導度は減少する。

V_2O_5 の固体内解離平衡式は次式で示されるので、



ただし¹⁰⁾ $[Ov^{2+} \cdot 2\theta]^0$: 酸素格子欠陥にある2個の電子荷電を示す。酸素分圧の増加につれて, carrier の移動は抑制され電気伝導度の減少が生ずると考えられる。

B と V_2O_5 の反応では、500°C をすぎるところより V_2O_5 中の酸素の移動が活発になり、この真性領域での移動酸素は通常エネルギー状態よりもその移動の活性化エネルギー分が過剰の反応性に富んだものでBは空気中の酸素と反応するよりも早くこの高いエネルギーの酸素と反応すると推論される。また減圧にすると活性化エネルギーは変わらないが伝導度が高くなり、それだけ反応速度が大きくなると考えられる。 O_2 圧

が高くなると V_2O_5 中の酸素の移動が抑えられ、B との反応性は減少するが、B を酸化してできた V_2O_5 のうち外圧酸素によって再び V_2O_5 にもどるものも存在する。 N_2 中では酸素の移動が容易であるので反応は急激であるが、生成された VO_2 は酸化されず生成物は VO_2 でとどまる。

3. 5 B と $\alpha\text{-Fe}_2O_3$ の反応

B と $\alpha\text{-Fe}_2O_3$ をモル比で 1:1, 7:1, 12:1 の混合系を作り、示差熱分析を行なった結果が Fig. 14 である。実線は空气中、破線は N_2 中あるいは減圧下である。B の割合が多くなるにつれて空気中での反応は激しく、12:1 モル比混合系では爆発的に進行する。しかし V_2O_5 と違って減圧下では反応性は減少する傾向を示す。

Fe_2O_3 と V_2O_5 との B に対する反応性を比較するために、種々な混合比におけるX線図を Fig. 15, Fig. 16 に示す。B- V_2O_5 系では、B 過剰の場合には VB_2 ¹¹⁾

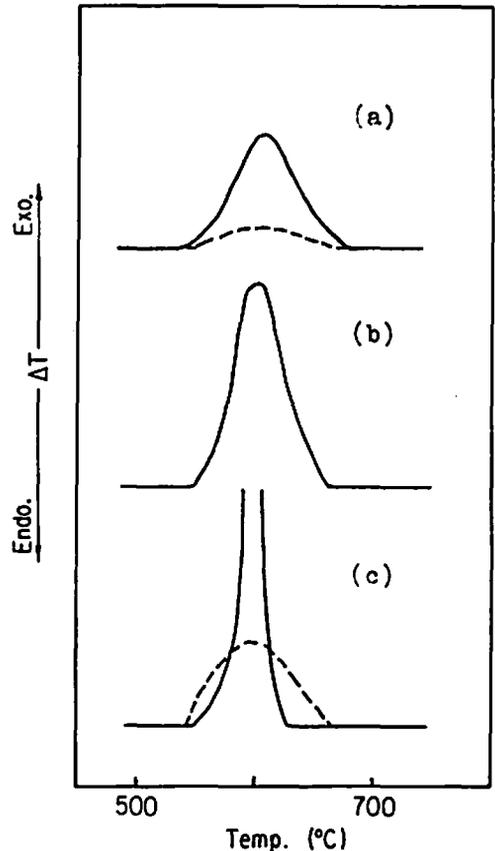


Fig. 14 DTA thermograms of the mixture of B and Fe_2O_3

(a): B- Fe_2O_3 (1/1 mole/mole) 15.8mg

(b): B- Fe_2O_3 (7/1 mole/mole) 3.1mg

(c): B- Fe_2O_3 (12/1 mole/mole) 2.2mg

—: in air, ---- in N_2

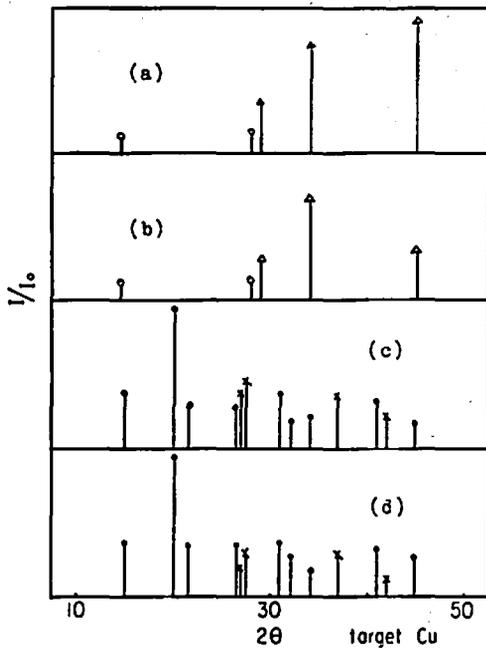


Fig. 15 X-ray patterns of mixtures of B and V_2O_5

- (a) B: V_2O_5 = 9:1 mole ratio ○ B_2O_3
 (b) B: V_2O_5 = 4:1 mole ratio △ VB_2
 (c) B: V_2O_5 = 1:1 mole ratio ● V_2O_5
 (d) B: V_2O_5 = 2:3 mole ratio × VO_2

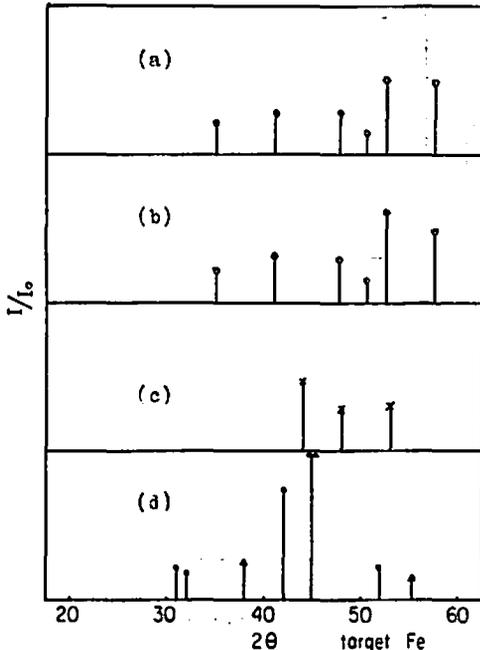


Fig. 16 X-ray patterns of mixtures of B and Fe_2O_3

- (a) B: Fe_2O_3 = 12:1 (mole/mole) ○ FeB
 (b) B: Fe_2O_3 = 5:1 (mole/mole) × Fe_2BO_3
 (c) B: Fe_2O_3 = 1:1 (mole/mole) ● $\alpha-Fe_2O_3$
 (d) B: Fe_2O_3 = 1:2 (mole/mole) △ $\gamma-Fe_2O_3$

および $B_2O_3 \cdot 3H_2O$ の生成が認められる, 1:1 以下では B の割合が減少するに従い VO_2 および V_2O_5 が存在するようになる。これに対して B- Fe_2O_3 系では, B 過剰場合に $FeB^{12)}$ が生成されるのは V_2O_5 の反応と同じであるが, 1:1 では $Fe_3BO_3^{13)}$ のようなホウ酸の鉄塩が生成され, 更に Fe_2O_3 が多くなると生成物として Fe_2O_3 のみが認められる。この Fe_2O_3 は一部 $\gamma-Fe_2O_3^{14)}$ などに変わり $\alpha-Fe_2O_3$ はやはり反応履歴を受けていることを示すものである。 V_2O_5 混合系でも B が過剰の場合には VB_2 のような反応生成物も認められるが, 前述の平衡反応式 (1) が V_2O_5 の熱挙動に対しては支配的で, 外圧の O_2 分圧の減少したときの発火性増加の原因を示すものと考えられる。 Fe_2O_3 混合系では, B が過剰の場合に FeB が生成されるが, Fe_2O_3 の増加につれて Fe_3BO_3 の生成が認められる。 F. J. Morin¹⁵⁾ によると Fe_2O_3 の伝導性は $Fe^{3+} + Fe^{3+} \rightleftharpoons Fe^{2+} + Fe^{4+}$ によって行なわれ, また Fe^{3+} と O^{2-} との間の電子移動によって伝導性が得られるといわれ, Fe^{3+} , Fe^{2+} , O^{2-} と B との間で電子移動が行なわれて FeB や Fe_3BO_3 が生成されるもので B の挙動は Fe_2O_3 に対しては V_2O_5 に対するよりも複雑である。この内部伝導性のために B_2O_3 の生成は主として外圧 O_2 によって影響を受けることになると考えられる。

この両者の熱反応性を比較するため発火待時間を空气中で測定し, Fig. 17 に示す。活性エネルギーは B

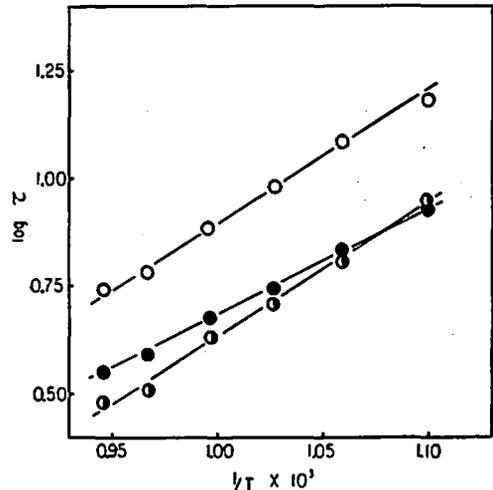


Fig. 17 Activated energy of mixtures according to ignition examination

- : B
 ●: B- V_2O_5 (1/1 mole/mole)
 ●: B- Fe_2O_3 (1/1 mole/mole)
 △: B- Fe_2O_3 (1/2 mole/mole)
 τ: ignition time

単体では 15 kcal/mol, B-V₂O₅ (1:1) では 11.2 kcal/mol, B-Fe₂O₃ (1:1) では 15.9 kcal/mol, で B-Fe₂O₃ 系では空気中の B 単体とほぼ同一の値が得られた。

B-V₂O₅ は固相反応による酸化が主として生じ, B-Fe₂O₃ は B 単体と同様気相 O₂ の影響を受けるものと考えられる。

4. 結 論

以上 B 単体および B と金属酸化物の混合系の熱反応性を検討した結果次の結論が得られた。

1) B および B₂O₃ は空気中の湿分を吸収し, B₂O₃ からは H₃BO₃ が生成される。

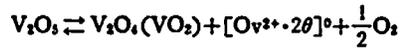
2) B は 600°C 附近より空気中の酸素により徐々に酸化発熱反応をおこし, 710°C 附近から急激な重量増加を起し B₂O₃ を生成する。この生成 B₂O₃ の層を通しての酸素の拡散抵抗が大きいので 800°C になっても理論量まで反応しない。

3) B と金属酸化物の熱反応性は二つに分けられる。P 型半導体の酸化物 (NiO, Cr₂O₃) では B の酸化反応に対して促進効果は認められないが, n 型半導体の酸化物 (CuO, V₂O₅, Fe₂O₃) では空気中の酸素と反応するよりも低い温度で発熱反応し反応性が大きい。

4) B と n 型半導体の V₂O₅ と Fe₂O₃ の反応では, B 過剰の場合には, B が還元されてボウ化物 (VB₂, FeB) が生成されるが, 混合系の酸化物が多くなると B は酸化されて B₂O₃ や Fe₃BO₃ が生成される。

5) B と V₂O₅, B と Fe₂O₃, 1:1 モル比混合系では, B は異なる反応性を示す。V₂O₅ に対して B は還元剤として働き B₂O₃ を生じ Fe₂O₃ に対しては Fe₃BO₃ のボウ酸塩を生成する。これは両酸化物の伝導機構の相違によるものと考えられる。V₂O₅ の伝導

性は次式の反応式で



行なわれ従って酸素分圧が低いと平衡は右に進み伝導性は増し B との反応は激しくなる。

これに対し Fe₂O₃ の場合は Fe²⁺ + Fe³⁺ ⇌ Fe³⁺ + Fe²⁺ あるいは Fe³⁺ と O²⁻ との間の α および SP 電子移動によつて伝導性が得られるのでこのため Fe³⁺, Fe²⁺, O²⁻, および B との間での電子移動によつて Fe₃BO₃ が生成される。B-V₂O₅ 系では主に固相反応が起り, B-Fe₂O₃ 系では主として気相酸素との反応がおこる。

文 献

- 1) 例え Frank B. Pollard and Jack H. Arnold, TR: Aerospace ordnance handbook 等
- 2) 加藤整治, 木村圭子, 都築洋次郎: 日化誌, 83, 1039 (1962)
- 3) ASTM Card No. 11-618
- 4) ASTM Card No. 9-335
- 5) 河口武夫: 半導体の化学, p. 27
- 6) ASTM Card No. 9-387
- 7) ASTM Card No. 9-142
- 8) J. Nováková, K. Klier and P. Jirů: Reactivity of Solids, 5th international Symposium on the reactivity of Solids, p. 269 (1965)
- 9) 河口武夫: 半導体の化学, p. 64
- 10) 河口武夫: 日化誌, 75, 835 (1954)
- 11) ASTM Card: No. 8-118
- 12) ASTM Card: No. 3-0957
- 13) ASTM Card: No. 13-572
- 14) ASTM Card: No. 13-458
- 15) F. J. Morin: Phys. Rev., 93, 1195 (1954)

Reaction of Boron with Metal Oxides

by Yasutake Hara, Yukinori Matsuoka
and Hideyo Osada

The reactions of boron with various oxides were studied by means of differential thermal analysis, thermogravimetric analysis, X-ray diffractometry and measurement of electrical conductivity, and several conclusions were obtained as follows:

(1) Boron and B_2O_3 absorb water from the air, and H_3BO_3 is produced from B_2O_3 and H_2O .

(2) Boron is oxidized in the air above $600^\circ C$ and B_2O_3 is formed, but it is not completely oxidized even at $800^\circ C$, for the diffusion of oxygen is prevented by produced B_2O_3 layer.

(3) Boron reacts with *n*-type semiconductor oxides (V_2O_5 , Fe_2O_3 , CuO) faster than oxygen in the air, but it reacts with oxygen in the air faster than *p*-type oxides (NiO , Cr_2O_3). And the reaction velocity of boron with V_2O_5 in nitrogen or under reduced pressure (2 mmHg) is faster than that in oxygen flow, but that of boron with Fe_2O_3 in nitrogen is slower than that in the air. Above reactions are explained by the difference of the mechanism of electric conduction.

(4) V_2O_5 is reduced by boron, and $V_2O_4(VO_2)$ and B_2O_3 are formed in the reaction between boron and V_2O_5 , and Fe_3BO_3 is formed from boron and Fe_2O_3 .

(Department of Industrial Chemistry, Kyushu Institute of Technology,
Sensui, Tobata, Kitakyushu)

ニュース

1000°Cに耐え軽量の「カーボ・グラス」

カーボ・グラスというFRP（繊維強化プラスチック）よりも強くて軽い新しい複合材料を、資源技術試験所が開発、各方面の注目を集めている。FRPと炭素を組合せて、1000°C以上の耐熱性があり、電導率が高いなどの特徴を持ち、面発熱体やパイプ建材などに需要が見込まれている。現在のFRPは、浴槽や屋根に使われており、鉄より強くアルミより軽いとのキャッチフレーズで売られている。宇宙工学、航空機材料にも利用できるのではないかと、関係業界では研究を進めている。しかしFRPは、ガラス繊維にエポキシ・エステルなどを混合して作つ

たものであるところから、耐熱性が200°C程度しかなく、この面の改良が望まれている。

一方炭素製品は耐熱性が高く4000°C程度とされており、資源技術試験所では、FRPの柔軟性と炭素の耐熱性の長所を組合わせて、耐熱性、耐薬品性の高いカーボ・グラスを開発した。製法は簡単で、ガラス繊維と炭素収率の高いフェノール樹脂あるいはフラン樹脂をまぜ合わせて、1000°Cの高温で焼成して作る。このようにして作られるカーボ・グラスは、浴槽、パイプ類はもとより面発熱体に見える見込みだという。

（日刊工業新聞 45.3.4）伊藤功一