

課 題 名 ベルヌーイ法による人口宝石の合成

発表者氏名 北村 春樹 嶋崎 翔馬 永見 大

指導教諭 鈴木 長寿

### 1. 目的

ベルヌーイ法を用いてコランダム系の単結晶を合成する。また、その単結晶を宝石として加工する。

### 2. 方法

ベルヌーイ法を用いて酸化アルミニウム： $Al_2O_3$ を原料とし、コランダム系の単結晶（ルビー・サファイア）の合成を試みた。

ベルヌーイ法とは、酸水素炎中に原料粉末を落としながら溶融し、結晶を生長させる方法である。（ほかにも、「引き上げ法」「水熱法」「フラックス法」などがある。）

- (1) 準備として調製した原料粉末を合成炉の上部の容器内に入れた。その後、種石を台座に入れ、台座を耐火棒に差込みセットした。
- (2) 水素ガスを出して点火し、その後酸素ガスを出して炎の温度を上げていった。
- (3) ハンマースタートスイッチを入れ、原料を落下させた。
- (4) その後2時間かけて徐々に酸素ガスの流量を少なくしていき温度を下げていく。
- (5) 2時間経過してところで完全に火を消し1～2時間放置し自然に冷めるのを待ち、大きさ・ヒビの入り具合を確認する。

### 3. 結果

ルビーは11回、サファイアは2回合成したが、すべての結晶にヒビが入っていた。また、多くの結晶は冷却時に割れた。時間をかけてゆっくりと温度を下げるという工夫をしたが解決しなかった。

<ルビーについて>



図3 2回目の合成



図4 8回目の合成



図5 11回目の合成



図1 ベルヌーイ製造炉

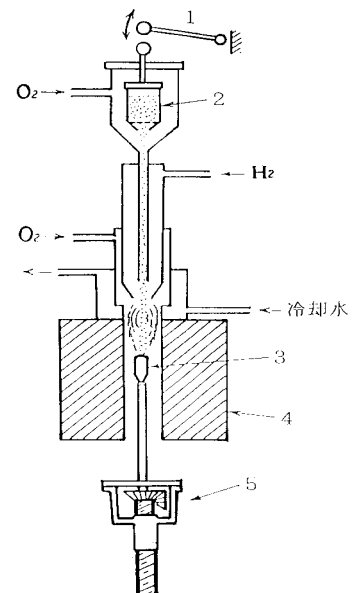


図2 ベルヌーイ製造炉

- 1.ハンマー 2.原料装置
- 3.結晶 4.マッフル
- 5.結晶降下装置

- ・ 図3は初めて結晶がしっかりと出来たときのものである。
- ・ 図4は8回目に合成した結晶で比較的大きな結晶が出来た。合成した中で一番大きなものである。
- ・ 図5は最後に合成したルビーで、このルビーには「アニール」をした。アニールとは一度高温で熱し、構造を少しずつ変化させて歪みが出てくるのを抑えて割れるのを防ぐ方法である。また、ヒビはあまり入らなくなり、酸素の流量を増やしたことでも出来た結晶の径が太くなった。



図5 加工したルビー（2種）

### <サファイアについて>



図6 サファイア(青) 図7 サファイア(無色)

- ・ 図6は初めて合成したサファイアである。アニールを行い、結晶は割れなかったが、色、ヒビともにあまり良いものとは言えなかった。また、図6は酸化アルミニウムに酸化鉄(II)と酸化チタン(IV)を添加した。

- ・ 図7は鉄やチタンなどの不純物を添加しない試料を用いて合成した結晶で、色は無色透明だった。

#### 4. 考察

- ・ 酸素の流量を増やしたことによって結晶の径が太くなったのは、酸素の量が増えることで酸素-水素ガスの炎の温度が上昇し、結晶化するのを遅らせることで径が広がるように広がることで太くなるのではないかと考える。
- ・ 時間をかけて温度ゆっくり下げることでヒビが入りにくくなるのではないかと考える。また、ゆっくり冷やすことで急激な温度変化が少なくなるので熱による歪みが少なくなるのではないかと考える。
- ・ アニールを行うことで結晶が割れなくなったのは高温で合成したことで結晶内にあった応力が緩和され、歪みが少なくなることで割れにくくなったと思われる。

#### 5. 今後の課題

- ・ どの結晶にもヒビが入っていたので、ヒビの入っていない単結晶を合成する。
- ・ より大きく、太い単結晶を合成する。
- ・ 色の良いサファイアが合成できていないので、より美しい青色のサファイアを合成する。

#### 6. 参考文献

- ・ 宝石のはなし 白水晴雄・青木義和 共著 技報堂出版
- ・ 図解雑学鉱物・宝石の不思議 近山晶 監修 ナツメ社