

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-39791

(P2001-39791A)

(43) 公開日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I     | テ-マコード* (参考) |           |
|---------------------------|-------|---------|--------------|-----------|
| C 3 0 B                   | 9/00  | C 3 0 B | 9/00         | 4 G 0 4 8 |
| C 0 1 D                   | 17/00 | C 0 1 D | 17/00        | 4 G 0 7 6 |
| C 0 1 F                   | 17/00 | C 0 1 F | 17/00        | 4 G 0 7 7 |
| C 0 1 G                   | 33/00 | C 0 1 G | 33/00        | A         |
|                           | 35/00 |         | 35/00        | C         |

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-150679(P2000-150679)

(22) 出願日 平成12年5月22日 (2000.5.22)

(31) 優先権主張番号 特願平11-178815

(32) 優先日 平成11年5月22日 (1999.5.22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 佐々木 孝友

大阪府吹田市山田西2-8

(72) 発明者 森 勇介

大阪府交野市私市8-16-9

(72) 発明者 吉村 政志

広島県福山市延広町2-10

(74) 代理人 100093230

弁理士 西澤 利夫

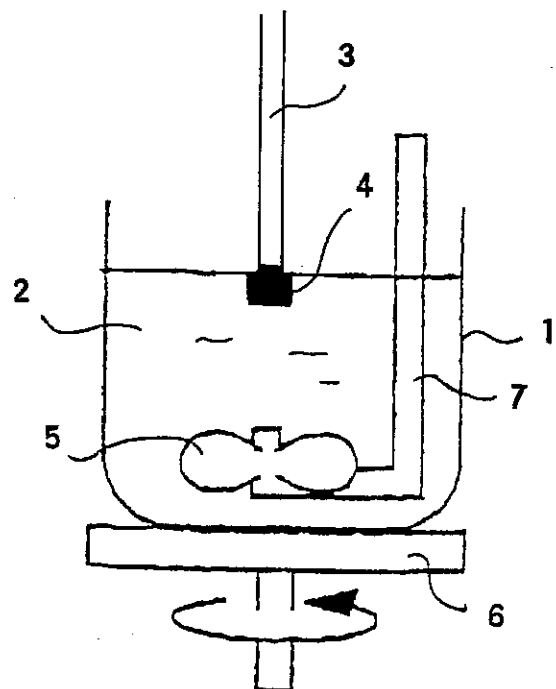
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高品質単結晶の育成方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成する方法を、高性能、高品質なものとして実現する。

【解決手段】 るつぼ内の原料溶液中に羽根体もしくはじゃま板体を配置し、るつぼを回転させながら引上げ育成することにより、CLBOをはじめとする各種の単結晶を、高粘性の原料溶液から、高品質、高性能な結晶として育成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成する方法において、るつぼ内の原料溶液中に羽根体もしくはじゃま板体を配置し、該羽根体もしくはじゃま板体は回転させることなくるつぼを回転させながら育成することを特徴とする高品質単結晶の育成方法。

【請求項2】 原料溶液に接触させた種子結晶を徐々に引上げることにより育成する請求項1の方法。

【請求項3】 種子結晶が接触する原料溶液の液面下を徐冷して種子結晶の表面に単結晶を析出させて育成する請求項1の方法。

【請求項4】 るつぼを回転させるとともに、種子結晶も回転させる請求項1ないし3のいずれかの方法。

【請求項5】 酸化物単結晶を育成する請求項1ないし4のいずれかの方法。

【請求項6】 酸化物単結晶がボレート系酸化物の単結晶である請求項5の方法。

【請求項7】 ボレート系酸化物が、 $CsLiB_6O_{10}$  またはこのもののCsおよびLiの少なくとも一方を他のアルカリ金属元素並びにアルカリ土類金属元素の少なくとも一種により部分的に置換した酸化物である請求項6の方法。

【請求項8】 AlおよびGaの元素の少なくとも一方がドーブされている酸化物である請求項7の方法。

【請求項9】 ボレート系酸化物が $Gd_xY_{1-x}Ca_4O(BO_3)_3$  ( $0 < x < 1$ ) で表わされ、引き上げ法により育成される請求項6の方法。

【請求項10】 酸化物単結晶が、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、酸化物高温超伝導物質または酸化物熱電変換物質である請求項5の方法。

【請求項11】 るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成するための装置において、るつぼ内の原料溶液中に配置される羽根体もしくはじゃま板体とともに、るつぼを回転させる回転体を備えていることを特徴とする高品質単結晶の育成装置。

【請求項12】 原料溶液に接触させた種子結晶を徐々に引上げる引上げ機構が具備されている請求項11の育成装置。

【請求項13】 種子結晶が接触する原料溶液の液面下を徐冷する例却機構が具備されている請求項11の育成装置。

【請求項14】 種子結晶を回転させる機構が具備されている請求項1ないし13のいずれかの育成装置。

【請求項15】 請求項11ないし14のいずれかの育成装置よりなる酸化物単結晶育成装置。

【請求項16】 ボレート系酸化物単結晶を育成するための請求項15の育成装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この出願の発明は、高品質単結晶の育成方法とその装置に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、高粘性の溶液原料であっても高品質な単結晶を育成することのできる新しい結晶育成方法とそのための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】従来より、酸化物等の単結晶の育成方法として、原料をるつぼ内で加熱融解した後、種子結晶を原料溶液に接触させ、この種子結晶を回転させながら丸棒状単結晶を引上げて育成する方法が知られている。この引上げ法は、大口径結晶を効率良く育成することができる方法として様々な単結晶の育成のために用いられてもいる。

【0003】また、原料をるつぼ内で加熱融解した後、種子結晶を原料溶液に接触させ、液面下で温度を徐冷して結晶を析出させて育成する方法（カイロポーラス法）等も知られている。

【0004】しかしながら、従来の種結晶との接触による単結晶の育成方法には、所要温度での育成時の原料溶液の粘性が高い場合には、るつぼ内の原料溶液の流れが悪くなるため、温度や過飽和度等の不均一性が生じ、結晶の品質が低下しやすいという問題があった。

【0005】たとえば、非線形光学結晶としての $CsLiB_6O_{10}$  (CLBO)等は高出力紫外レーザー光発生用のものとして注目がされているものであって、極高レーザー損傷耐力、極低光学損失、高均一性等の優れた性能と品質を持つものとして注目がされているが、ボレート系結晶であることからその融解溶液の粘性が高く、このことが高品質、高性能な単結晶を育成することを難しくしていた。実際の測定でも、たとえばセルフフラックス組成のCLBO溶液の粘性は、育成温度の840近傍において約1000CS（センチストークス）の高い粘度にあることが確認されている。

【0006】そして、たとえばCLBO冷却法でのシード棒回転による単結晶の育成では、図8に示したように原料溶液の温度分布が良好でなく、しかも結晶成長が速いため、どうしても高品質、高性能結晶を育成することが制約されていた。

【0007】そこで、この出願の発明は、以上のとおりの従来技術の問題点を解消し、高粘性の原料溶液であっても、高品質、高性能な単結晶を育成することのできる、改善された新しい方法と、そのための装置を提供することを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、第1には、るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成する方法において、るつぼ内の原料溶液中に羽根体もしくはじゃま板体を配置し、該羽根体もしくはじゃま板体は回転させることなくるつぼを回転させながら育成す

ることを特徴とする高品質単結晶の育成方法を提供する。

【0009】また、この出願の発明は、第2には、原料溶液に接触させた種子結晶を徐々に引上げることにより育成する方法を、第3には、種子結晶が接触する原料溶液の液面下を徐冷して種子結晶の表面に単結晶を析出させて育成する方法を、第4には、るつぼを回転させるとともに、種子結晶も回転させる方法を、第5には、酸化物単結晶を育成する前記方法を、第6には、酸化物単結晶がボレート系酸化物の単結晶である方法を、第7には、ボレート系酸化物が、 $CsLiB_6O_{10}$ またはこのもののCsおよびLiの少なくとも一方を他のアルカリ金属元素並びにアルカリ土類金属元素の少なくとも一種により部分的に置換した酸化物である方法を、第8には、AlおよびGaの元素の少なくとも一方がドーブされている酸化物である方法を提供する。そして、この出願の発明は、第9には、ボレート系酸化物が、 $Gd_xY_{1-x}Ca_4O(BO_3)_3$  ( $0 < x < 1$ ) で表わされ、引き上げ法により育成される方法を、第10には、酸化物単結晶が、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、酸化物高温超伝導物質または酸化物熱電変換物質である方法を提供する。

【0010】さらにこの出願の発明は、第11には、るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成するための装置において、るつぼ内の原料溶液中に配置される羽根体もしくはじゃま板体とともに、るつぼを回転させる回転体を備えていることを特徴とする高品質単結晶の育成装置を提供し、第12には、原料溶液に接触させた種子結晶を徐々に引上げる引上げ機構が具備されている育成装置を、第13には、種子結晶が接触する原料溶液の液面下を徐冷する冷却機構が具備されている育成装置を、第14には、種子結晶を回転させる機構が具備されている育成装置を、第15には、上記いずれかの育成装置よりなる酸化物単結晶育成装置を、第16には、ボレート系酸化物単結晶を育成するための上記育成装置をも提供する。

【0011】

【発明の実施の形態】この出願の発明は、上記のとおりの特徴を有するものであるが、以下にその実施の形態について説明する。

【0012】まず、この出願の発明の単結晶の育成方法においては、るつぼ内で加熱融解した原料溶液に種子結晶を接触させて単結晶を育成することを基本としている。そしてこの発明の育成方法においては、従来より知られている引上げ法、あるいは徐冷による冷却法（カイロポラス法）等の各種の態様が適宜に採用される。いずれの場合でも原料物質の融解により生成させた溶液（融液である場合を含む）に、種結晶を接触させて単結晶育成する点において共通している。

【0013】この発明の方法の実施においては、育成装

置は、るつぼと、このるつぼ内に入れた原料を加熱融解するための加熱手段と、加熱温度の検出・制御手段、そして加熱融解された原料溶液（融液を含む）に種子結晶を接触させる結晶支持手段とを基本的に備えている。そして、この出願の発明においては、たとえばその概要図を示した図1のように、るつぼ（1）内で加熱融解した原料溶液（2）に、シード棒（3）等の結晶支持手段により支持した種子結晶（4）を接触させて単結晶を育成するに際し、るつぼ（1）内の原料溶液（2）中には、羽根体（5）もしくはじゃま板体を配置し、るつぼ（1）を回転させながら育成することを特徴としている。このるつぼ（1）の回転のために、育成装置には、たとえばるつぼ（1）を載置した状態で回転する回転体（6）を備えてもいる。

【0014】引上げ法による場合には、シード棒（3）を回転しながら、もしくは回転しない静止した状態でシード棒（3）を上方へ引上げることになる。一方、冷却法による場合には、中空のシード棒（3）を用いて中空部に冷却ガスを供給し、液面下を徐冷して種子結晶（4）の表面に単結晶を析出させて育成する方法や、液面下の徐冷のために炉のヒーター全体の温度を徐々に下げる方法等が採用される。前者の方法は、種結晶を溶かさないようにするために用いられる。これらの場合もシード棒（3）等の支持手段は回転させてもよいし、あるいは回転しない静止状態にあってもよい。ただ、この出願の発明は、基本的思想として、以上のようなシード棒（3）、そしてこれに支持した種子結晶（4）の回転を必須とすることなしに、るつぼ（1）を回転させることを特徴としている。シード棒（3）と種子結晶（4）の回転は、このるつぼ（1）の回転に対する相対運動として適宜に必要なに応じて選択されることになる。

【0015】そして、この出願の発明では羽根体（5）もしくはじゃま板体は、原料溶液（2）内においてはそれ自身は静止状態にあってもよく、一方、るつぼ（1）は、たとえば図1のように、回転体（6）によって回転するようにしている。このような特徴のある羽根体（5）もしくはじゃま板の存在と、るつぼ（1）の回転によって、原料溶液の攪拌効果が高まり、育成の場合に問題となる拡散境界層（diffusion boundary layer）を薄くでき、原料物質の成長表面への供給量を増加させ、かつ過飽和度を均一にすることができる。このことによって、育成温度において高粘性の原料溶液であっても、高品質、高性能な単結晶を育成することが可能となる。

【0016】羽根体（5）もしくはじゃま板体については各種の形状のものとして、育成の対象となる単結晶や原料物質の組成、種類、そして原料溶液の組成や粘性、さらには、原料溶液（2）中への挿入深さや、るつぼ（1）の回転中心からの距離、原料溶液（2）の流れ方向と流れ速度等を考慮して配置することができる。好適

なものとしては、たとえば複数枚の羽根を放射状に配設してそれらの中心部において固定した。いわゆるスクリー形状のものとすることや、複数枚のじゃま板小片を配設したものと等が例示される。

【0017】これらの羽根体(5)やじゃま板体は、回転しない静止状態に置いているが、所望によっては、振動や、上下方向並びに水平方向の少なくともいずれかの往復運動等の動きを与えるようにしてもよい。また、羽根体(5)やじゃま板体は、図1のように、支持棒(7)により上方よりるつぼ(1)内に挿入し、かつ引上げできるようにし、原料溶液(2)中への配置深さを調整できるようにしてもよいし、るつぼ(1)の底部等に取付け固定できるようにしてもよい。より好ましくは前者のようにすることが考慮される。

【0018】回転体(6)によるるつぼ(1)の回転については、種子結晶(4)の回転方向に対して、正回転、あるいは正逆切替回転できるようにすることが考慮される。また、このるつぼ(1)の回転については、育成の過程において回転速度を変更制御できるようにすることも考慮される。回転方向や回転速度の変更制御は、たとえばるつぼ(1)中の溶液の流れ、温度や単結晶の育成の大きさ等の光学的検知や、あるいは溶液の流れ、温度等の羽根体(5)ないしは支持棒(7)での感圧、感熱検知等と関係したものとすることも考慮される。

【0019】そして、この発明が対象とする単結晶は、各種のものであってよく、育成温度における原料溶液が高粘性のものに対してこの発明はより効果的である。単結晶としては、たとえば各種の酸化物がある。特に、この発明は、高品質、高性能な単結晶が望まれているCsLiB<sub>6</sub>O<sub>10</sub>(CLBO)、あるいはその組成におけるCs, Liの他のアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属原子による部分的置換組成さらには、Al, Ga等の原子のドーパされたもの等の粘性の高いボレート系結晶の育成に好適である。後述の実施例においては前記CLBOの冷却法による育成を例として説明しているが、これに限られることはない。引き上げ法(チヨクラルスキー法:Cz法)によるGdYCOB、すなわちGd<sub>x</sub>Y<sub>1-x</sub>Ca<sub>4</sub>O(BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>の結晶育成においても、この発明の方法によって高品質な結晶が得られている。特に引き上げ法においてはじゃま板体の配置が有効でもある。

【0020】また、育成される酸化物としては、LiNbO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、そして、酸化物高温超伝導材料、Na<sub>x</sub>Co<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(xは約1)等の酸化物熱電変換材料も例示される。そこで以下に実施列を示し、さらに詳しくこの出願の発明について説明する。

【0021】

【実施例】実施例1

(育成装置)育成装置として、全体が図2の構成となる

ようにした。白金るつぼを用い、このるつぼをモーターにより回転できるようにしている。また、この装置では、シード棒(3)として中空のものを用い、その下端には種子結晶(4)を支持し、中空のシード棒(3)内へのシード冷却用ガスの供給により、種子結晶(4)を冷却できるようにしている。これによって、種子結晶(4)が溶け落ちるのを防止している。この装置によれば、従来では種子結晶が融解して困難であったメルト組成での育成も可能となる。

【0022】白金るつぼ内には、図3および図4に示した白金製のスクリー型羽根体(5)を支持棒(7)に取付けて配置した。羽根体(5)は、6枚の羽根を有し、羽根角度40°として配置している。羽根体(5)は、その羽根中心(A)が、るつぼの回転中心に相当する平面位置に配置され、るつぼの内底面からの羽根中心(A)の距離(H)が調整できるようにしている。なお、距離(H)についてはできるだけるつぼの内底面近傍に位置するようにした。

【0023】なお、図4に示しているアルシント管およびFKSパイプは、いずれも株式会社フルヤ金属(FURUYAMETAL CO., LTD.)から購入したものであって、アルシント管は、アルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が主原料とされているものであり、またFKSパイプは、白金(Pt)にZrO<sub>2</sub>を含有したものにより構成されている。

(単結晶育成)上記の育成装置を用いて、るつぼを回転させて冷却法によりCLBO単結晶の育成を行った。

【0024】シード棒は回転させず、同様に羽根体も回転しない静止状態において育成を行った。原料溶液はCLBOセルフフラックス組成としている。このセルフフラックスの成分組成は、Cs:Li:B:O=1:1:5.5:9.2とした。また、この組成は化学量論組成(メルト組成)とすることも良好であることが確認されている。

【0025】原料溶液の最高加熱温度は900とした。

【0026】温度降下とるつぼ回転の条件は次のとおりとした。

【0027】温度降下

0.1 / day

るつぼ回転

30 rpm

温度降下の側定点は、最初の基準は溶液の液面とし、その後、その液面の温度に対して0.1 / dayが降下させている。その際の温度測定は、図2に示した制御用センサにより行い、溶液全体に一樣に0.1 / dayで降下させるようにしている。

【0028】図5は、従来の通常法と比較した場合の結晶履歴を示したものであり、図6は、原料溶液の温度分布を示したものである。図6からは、るつぼ内の溶液の

温度分布が従来法に比べて液面からの高さ方向でより均一化され、結晶成長が均一となっていることがわかる。

【0029】この図6の原料溶液の温度分布の結果についてさらに検討したところ、液面からの高さ（深さ）が約10cmの位置までの間の温度差（ $\Delta t$ ）が $-0.5^{\circ}\text{C}$ までの範囲にあること、つまり $-0.5^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ であることが良質な単結晶の育成のために望ましいことが確認された。

【0030】また、図5に示されているように、従来の育成法では、最初の立ち上がりの成長は遅いが、途中で成長速度が上がり、最終的な成長速度はかなり速くなる。これは、結晶が小さい時はシード棒が回転しても攪拌効果あまりなく、結晶が大きくなると結晶自身が溶液を攪拌し、急に成長が速くなることを示している。

【0031】これに対し、この発明の方法による羽根体を挿入してのるつぼ回転による育成では、最初の立ち上がりの成長は、従来のシード棒回転による育成の場合よりも速い。なぜならるつぼの回転によって溶液の攪拌が十分行われているため、拡散境界層と呼ばれる育成速度を決定する層が薄くなるからである。さらに過飽和度が均一になるからである。

（結晶の評価）育成された結晶の品質を評価するため、結晶を厚さ1.5cmでウェハー状にカットし3面研磨を施したサンプルについてHe-Neレーザーにより結晶の内部散乱を観察した。品質の良い結晶では内部に散乱が起こり、内部が赤く光り散乱点が分かる。悪い場所については、パスが見える。

【0032】観察の結果、この発明の方法によって羽根体を挿入してのるつぼ回転により育成した結晶は品質に優れていることが確認され、わずかに種子結晶の下部においてパスが見られた。

【0033】一方、従来法により育成された結晶では、全体的にパスが見られ、結晶の品質において問題があった。

【0034】また、耐レーザー特性評価用試料として、上記と同じもの、および従来法で育成した結晶の10mm×10mm×15mmのサイズのものを用いた。損傷閾値の測定は(001)面について行った。レーザーの光源は縦、横シングルモードのQスイッチNd:YAGレーザーを用いた。評価は、Nd:YAGレーザーの第4高調波である発振波長266nmに対して行った。パルス幅は0.75nsである。

【0035】直径8mmの光を焦点距離100mmのレンズにより集光させた。ここでは、焦点部が入射表面から5mmになるように結晶の位置を調整し、1ショットごとに結晶を移動させた。この場合の集光条件では入射表面に損傷が生じてないことを確認している。Nd:YAGレーザーの同軸状に連続光のHe-Neレーザーを通し、移動ごとにレーザー照射部に散乱点があるかどうか

を確認するとともに、ショット後に新しく散乱点が発生するかどうかを目視によって調べ、損傷の有無を判断した。入射エネルギーが損傷閾値に比べて高い場合、集光部ではプラズマが観察される。閾値付近では散乱点の発生が確認されるだけである。レーザーパルスの強度は1/2板（偏光回転子）とポラロイズの組み合わせにより変化させた。入射エネルギーはカロリーメーターで較正を行ったパイラナフォトチューブとオシロスコープによりモニタしている。参照試料として熔融石英（10.4GW/cm<sup>2</sup>）を用いた。

【0036】このような手順でNd:YAGレーザーの第4高調波（266nm）により内部レーザー損傷閾値を測定した。この発明の方法によって羽根体を挿入してのるつぼ回転により育成した結晶の内部レーザー損傷閾値と、従来法で育成した結晶並びに熔融石英の内部レーザー損傷閾値を表1に示した。

【0037】

【表1】

| 方法   | ダメージ閾値<br>(GW/cm <sup>2</sup> ) |
|------|---------------------------------|
| 熔融石英 | 10.4                            |
| 従来法  | 8.8-8.9                         |
| 本発明  | 10.4-20.8                       |

【0038】表1で示されるように、従来の育成法により育成した結晶の内部レーザー損傷閾値は熔融石英に比べ低かったのに対し、羽根体を挿入してのるつぼ回転により育成したこの発明の方法による結晶の内部レーザー損傷閾値は、低いところでも熔融石英より高い値をもち、最も高いところでは熔融石英の2倍程度にもなることが確認された。

【0039】以上のように、従来法で育成した結晶とこの発明の方法により育成した結晶の内部レーザー損傷閾値を比較すると、この発明の結晶の方が従来のものよりかなり高くなることわかる。これは結晶性がかなり良くなったことを意味している。

#### 実施例2

GdYCOB結晶の引き上げ法（Cz法）による育成装置について、るつぼ内の原料溶液中に配置するじゃま板体を図7のように構成した。

【0040】じゃま板体（8）は、4本の垂下支持棒（9）により一対の上方への屈曲じゃま板（8A）（8B）が支持されたものとしている。垂下支持棒（9）の上端は、るつぼ（1）以外の育成装置部位に固定され、るつぼ（1）が回転可能とされている。じゃま板体

(8)は、イリジウム(Ir)金属によって形成した。  
 【0041】このじゃま板体(8)によって、るつぼ(1)の回転で、GdYCOB結晶が引き上げ法によって高品質なものとして育成されることが確認された。

【0042】

【発明の効果】以上詳しく説明したとおり、この出願の発明によって、CLBOをはじめとする各種の単結晶が、高粘性の原料溶液から、高品質、高性能な結晶として育成されることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の方法、装置の概要を示した構成図である。

【図2】実施例としての育成装置を示した断面図である。

【図3】羽根体を例示した平面図である。

【図4】羽根体の側面図である。

【図5】結晶成長の履歴を示した図である。

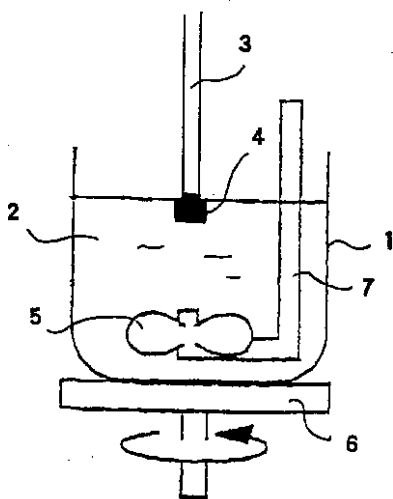
【図6】原料溶液の温度分布を示した図である。

【図7】じゃま板体を配置した装置例を示した部分断面図とじゃま板体の平面図である。

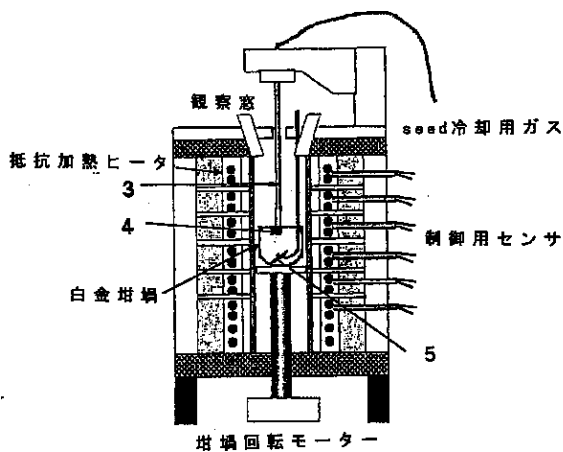
【図8】従来法の場合の溶液の温度分布を示した図である。

- 1 るつぼ
- 2 原料溶液
- 3 シード棒
- 4 種子結晶
- 5 羽根体
- 6 回転体
- 7 支持棒
- 8 じゃま板体
- 8 A, 8 B じゃま板
- 9 垂下支持棒

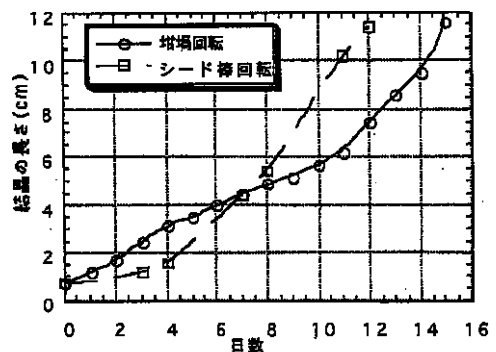
【図1】



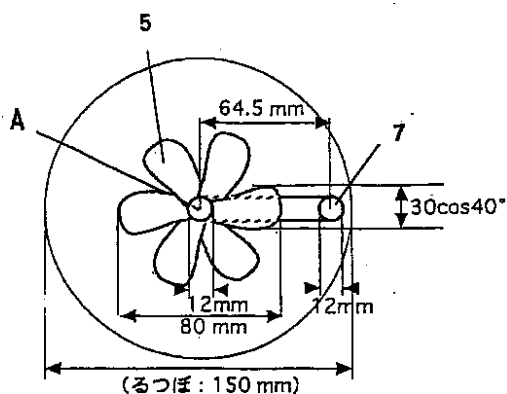
【図2】



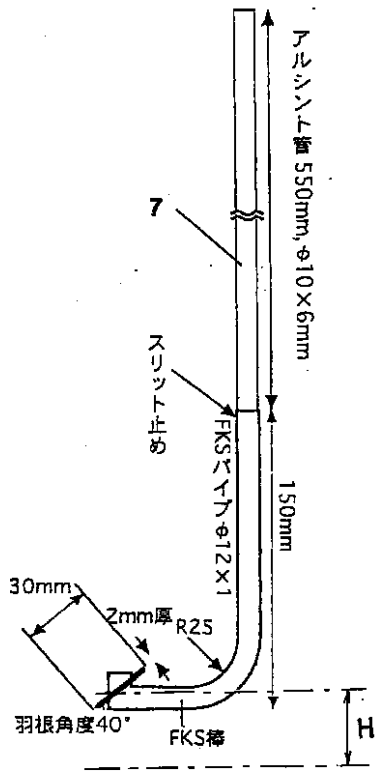
【図5】



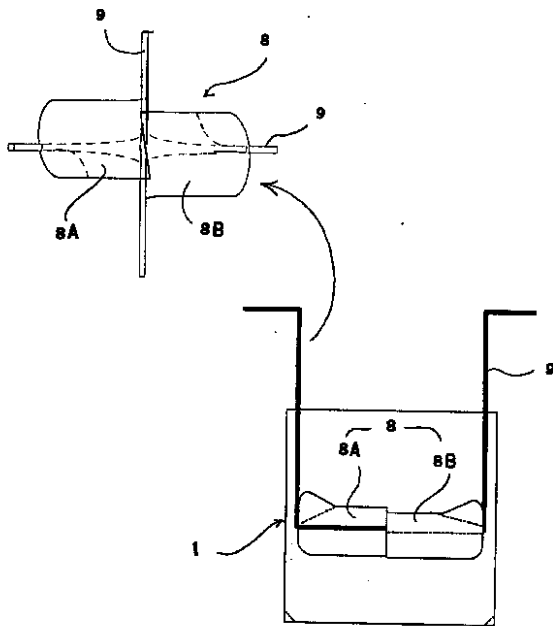
【図3】



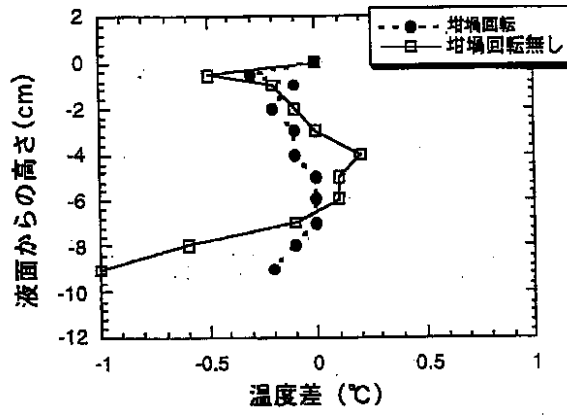
【図4】



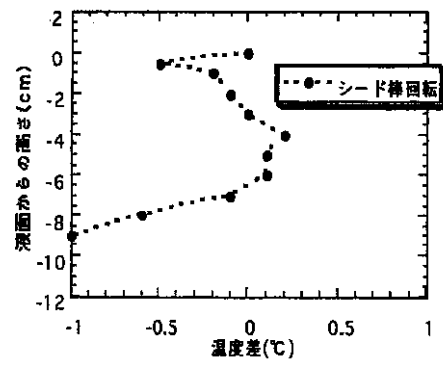
【図7】



【図6】



【図8】



## フロントページの続き

| (51)Int.Cl.7 | 識別記号  | F I     | ターム(参考) |   |
|--------------|-------|---------|---------|---|
| C 3 0 B      | 15/30 | C 3 0 B | 15/30   |   |
|              | 29/22 |         | 29/22   | C |
|              | 29/30 |         | 29/30   | A |
|              |       |         |         | B |

Fターム(参考) 4G048 AA04 AB02 AD07  
4G076 AA02 BA18 BB04 BC10 CA34  
4G077 AA02 BB10 BC32 BC37 BD07  
CF10 EG01 EG12 EG25 GA06  
HA02 HA05 HA08 PA08