

Title	クライオスタットシリーズ(2) 極低温光弾性クライオスタット
Author(s)	山田研究室
Citation	大阪大学低温センターだより. 1975, 10, p. 9-11
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/6957">https://hdl.handle.net/11094/6957</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# クライオスタットシリーズ(第2回)

## 極低温光弾性クライオスタット

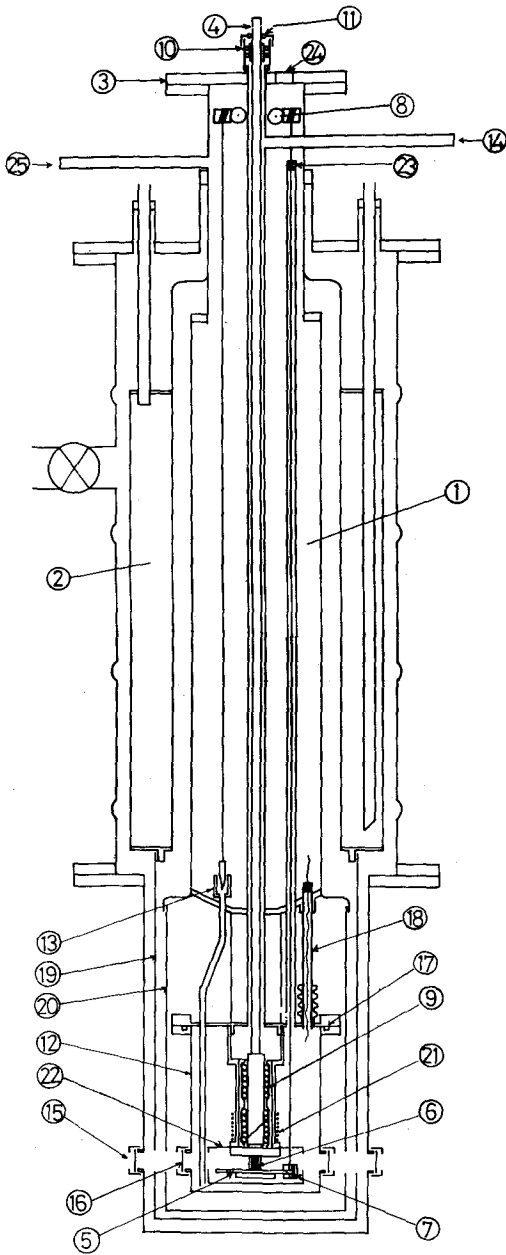
工学部 山田研究室 (吹田 4613)

結晶塑性はおもに転位の熱活性運動により支配されると考えられるが、これを実験的に明らかにし、さらに微視的な個々の転位の運動と巨視的な塑性変形を結びつける転位の集団としての運動を知るためには、極低温まで圧縮試験ができると同時に、転位の集団運動を光弾性効果によって観測できることが望ましい。

本装置はインストロン万能引張試験機と組合せることにより 1.6 K から 300 K の温度において一定歪速度圧縮試験、応力緩和などの通常の材料試験を行なえると同時に、偏光顕微鏡による光弾性像を動的に観測できるものである。

図の①は液体ヘリウム容器で容積は約 2.5 l である。ここには圧縮力が加わり容器の底は 2 mm 厚の円錐形として高荷重に耐えうるようにしてある。②は液体窒素容器で容積は約 5 l である。圧縮荷動は③のフランジをインストロンのクロスヘッド下面に取付け、④の引張棒を引き上げることにより、これにつながった⑤の試料交換歯車を引き上げて⑥の試料に加えられる。最大荷動は 100 Kg である。試料は  $2 \times 3 \times 10$  mm のイオン結晶で⑤へ接着剤により 13 個程度取付け、⑤を⑦の小歯車と⑧のウォームギアを介して外部より回転し順次試料を交換して圧縮する。摩擦による荷重誤差を小さくするために⑨および⑩のスライドベアリングを用いてこれを  $\pm 150$  g におさえてあるが、さらに小さくするためには⑪の O リングを取り除く工夫が必要となる。⑫の試料室には⑬のニードル弁を通して液体ヘリウムを導入でき蒸発ガスは引張棒を冷却しながら⑭の三方弁から回収される。ここでニードル弁の流出抵抗が大きいため、試料室に液体ヘリウムが溜まるのに若干時間(20分弱)を要するという欠陥がある。⑮⑯の石英窓を通して光弾性像を観測する。⑰および⑱のフランジはインジウムパッキンでシールしてあるが、これは超流動状態においても漏れない。⑲はリード線と熱電対の導入パイプであり、液体ヘリウムが漏れないように、リード線を通した後ヘリウム容器側をスタイキャストで固めてある。またここで熱電対の冷接点を液体ヘリウム温度に取っている。両端はウッズ合金付けとし、ベローは冷却時の熱応力を緩和させるためである。⑳、㉑は熱シールドで共にネジ止めとしてある。㉑は試料室を排気して 4.2 K 以下にするときのみ使用し、4.2 K 以上は㉒のヒーターにより加熱して得、温度を均一にするため、試料は㉓の銅シールドで囲んである。1 回に使用する液体ヘリウムは予冷を含めて 5 l 以下、液体窒素は 10 l 以下で、4.2 K での実験時間は約 10 時間である。20 K 以下はカーボン抵抗により測温

し、20 K以上は銅一金コバルト合金の熱電対を用いている。液面計はカーボン抵抗を使用している。  
 なお、装置の高さは約90 cmである。 (坂本正雄)



部 分 名

- ① 液体ヘリウム容器 SUS 27
- ② 液体窒素容器 銅
- ③ クロスヘッド取付部フランジ SUS 27
- ④ 引張棒 SUS 27
- ⑤ 試料交換歯車 黄銅
- ⑥ 試 料
- ⑦ 小歯車 黄銅
- ⑧ ウォームギア 黄銅
- ⑨ スライドベアリング (大) 銅
- ⑩ スライドベアリング (小) 銅
- ⑪ Oリング ネオプレンゴム
- ⑫ 試料室 SUS 27
- ⑬ ニードル弁 SUS 27 (針) 黄銅 (弁座)
- ⑭ 試料室排気用三方口弁
- ⑮ 石英窓 石英ガラス
- ⑯ 石英窓 石英ガラス
- ⑰ インジウムパッキン
- ⑱ リード線導入パイプ SUS 27
- ⑲ 熱シールド (77K) 銅
- ⑳ 熱シールド (4.2K) 銅
- ㉑ ヒーター ニクロム
- ㉒ 銅シールド 銅
- ㉓ Oリング ネオプレンゴム
- ㉔ 液体ヘリウム注入口
- ㉕ 液体ヘリウム容器排気用三方口弁 黄銅

(1ページより)

中之島の極低温実験室の果たした役割は極めて大きいものと理解している。一方近年エネルギー危機等のイムパクトによって超電導送電、超電導電動機、超電導マグネットのMHD発電、核融合、超高速列車への応用、LNGや水素エネルギーの利用などに代表される“低温工学”が極めて重要な国家的課題となり、本学においても工学部、基礎工学部、産研等でこれらの大規模プロジェクトを支えるための低温工学基礎分野の研究者数が飛躍的に増大してきている。

本低温センターとしてもこのような低温工学の著しい進歩と、それに伴う将来の本学内のニーズの拡大に対応することが迫られて来つつある。この点で従来の低温科学研究者へのサービスと異った面で前述の低温技術サービスが要求されるようになった。寒剤使用の面でも低温工学研究には大量の液体ヘリウム等を必要とし、液化設備全体の見直しを行わなければならない。

液化設備の信頼性の向上、大型装置の冷却技術の確立、液体水素の安全工学等低温センターの担うべき低温工学面の任務は多くあるが、これ等は現在の低温センターの陣容で遂行するにはあまりに大きすぎ、超電導応用と合せて近い将来大阪大学または他の国立大学に低温工学研究施設のできることが、国産技術確立のためにも望ましい。

以上思いつくままに課題を並べたが、私は本低温センターはあくまで学内の低温科学、低温工学研究者のためのサービス機関に徹すべきと考えており、基本的には利用者の意見が充分反映されるような体制で運営されるべきである。幸い吹田地区の利用委員会、豊中地区の利用者会議のような機関が存在するので、これを強化することによって公正な運営を確保して行きたい。

今後2年間豊中、吹田両地区の利用者、運営委員、関係部局長等の御協力によって吹田、豊中両地区での全学的な視点にたった協調を目標として低温センターの発展に精一杯努力するつもりである。

関係各位の忌憚のない御意見を直接随時いただけるようお願いして拙文を終る。

## 表紙写真説明

### 「塑性変形したKCl-KBr固溶体単結晶の光弾性像」

結晶塑性の問題は転位の運動を捕えることにより明らかとなるが、それには二つの面がある。一つは個々の転位の運動特性を知ることであり、いま一つは転位の集団としての動き、すなわちすべり帯の形成過程を知ることである。

光弾性効果を用いるとすべり帯の形成過程、分布等が変形中動的に観察することができるため、この方法は塑性の研究に対する有力な手段と言える。

写真は、本文9頁にあるクライオスタットを用いてKCl-KBr固溶体単結晶を1.6Kの温度において単軸圧縮したものの光弾性像である。明暗は塑性変形中に生じた転位の集積による内部応力場の分布を表わし、斜めに入った線はそれぞれすべり帯に対応している。

倍率 × 60

(工学部 精密工学科 山田研究室)