



Title	電子線照射用クライオスタット
Author(s)	福岡, 登
Citation	大阪大学低温センターだより. 1983, 41, p. 13-14
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/11217
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

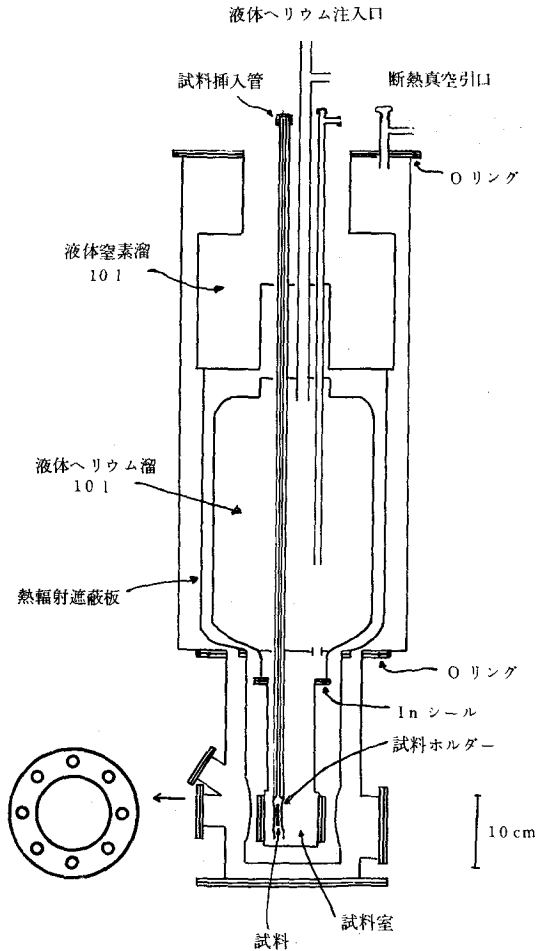
電子線照射用クライオスタット

教養部 福岡 登 (豊中 5235)

放射線を低温で照射することの出来る低温照射装置は、京大原子炉、東大炉¹⁾ 弥生²⁾等に設置されており、共同利用研究として我々も利用することが出来る。しかし常時使用できるものではなく、またいずれも中性子線照射用である。そこで、液体ヘリウム温度で電子線を照射することの出来るクライオスタットを試作した。このクライオスタットの使用目的は半導体結晶中に電子線照射によって生じる欠陥のうち、低温で移動・消滅するものの構造や焼鈍過程を調べることである。この研究に必要なクライオスタットとしての条件をまとめると次の様になる。

- 1) 4.2 Kで電子線が照射出来ること。——電子線照射時には試料附近で1 W近くの熱の発生があるので、冷却能力を大きくとらねばならない。
- 2) 照射後4.2 K~100 Kの温度領域で焼鈍実験が行なえること。——焼鈍実験では試料の温度を一定時間上昇させた後、4.2 Kに冷却して測定を行なうという操作を繰り返す。この操作が簡単に行なえること。
- 3) 4.2 Kに保ったまま試料(クライオスタット)の長距離の移動が可能なこと。——他研究所の電子線発生装置を借りて照射を行い、照射後、液体ヘリウム温度に保って試料を大学の研究室に持ち帰り測定を行なう。
- 4) 電子線の当たる可能性のある部分には液体窒素が入っていない事。——液体窒素中に空気中から凝縮した酸素が、電子線照射によってオゾンになる。このオゾンが液体窒素の蒸発とともに濃縮され、ついには有機物などの介在によって爆発を起こす。このオゾンの爆発によると思われる低温照射装置の事故は過去にいろいろ起っている。

上記のような条件をみたす、電子線照射用クライオスタットとして図に示したものを試作した。試料附近からみると、試料の左側に電子線の入射窓が2つある。1つの窓は、加速器より水平に出て来た電子線を照射するのに使い、45°上向の窓は、クライオスタットを45°傾けて、加速器から下向きに出て来た電子線を照射するのに使う。電子線の入射窓を正面から見た図が左下に示されている。加速器からの電子線が、散乱されることなく、試料に照射されるように、窓の材質はアルミニウムで中心部(直径12 mm)は0.1 mmの厚さに削られている。試料室の窓は40 μ mのアルミニウム箔をInシールで張ったものである。試料の後側の窓も前側と同様のアルミニウムの窓である。加速器より水平に出て来た電子線を照射する場合は、試料を抜けて来た電子がこの窓を通して外に出る。これはクライオスタットの中で電子が止まり、熱を発生するのを防ぐためである。試料はホルダーに付け、電子線ビームの中心にくるように上下に移動させ調整する。試料の測定用導線、温度測定用カーボン抵抗及び熱電対の線はホルダーについている細い管を通して外に取り出す。試料ホルダーのまわりには、ニクロム線をまき、



焼鈍時の炉の役割もするようにしてある。液体窒素溜は条件 4) をみたとように場所と形状を選んだ。液体窒素溜及び熱輻射遮蔽板のまわりは全て、スーパー・インシュレーションが張り付けてある。照射及び測定は試料を液体ヘリウムに浸けた状態で行なう。焼鈍実験は試料ホルダーを挿入管にそって引き上げ、ホルダーのまわりに巻いてあるヒーターの電流を制御して行なう。なお将来 4.2 K 以下での実験も出来るよう改良することを考えたため、図には現在不必要なものも付いている。

このクライオスタットの液体ヘリウム消費量の一例を示す。液体ヘリウム 10 l を汲み、豊中キャンパスより自動車で堺市にある大阪府立放射線中央研究所まで運び、電子線の照射を行なったのち、豊中キャンパスまで持ち帰った。この間 10 時間 30 分を要し、液体ヘリウムの消費量は 6 l であった。連続フロー型（熱伝導で試料を冷却）のクライオスタット（Oxford・CF-100 型）を使った場合には、電子線による発熱のため 6 K 以下での照射は出来ず、焼鈍実験では測定の温度定点の再現に時間がかかった。また液体ヘリウムの消費量も多く 1 時間約 3 l であった。このような点は今回のクライオスタットの使用で解決された。しかし、このクライオスタットの欠点は、運搬のための強度を考えたため、重量が空の状態でも 57 kg と重いこと、液体ヘリウム溜に液体窒素を直接入れて予冷しない場合は 10 l の液体ヘリウムを汲むのに 5 l 近くの液体ヘリウムが蒸発することである。