

低温フォトルミネッセンス測定装置の構築

Development of a Photoluminescence Measuring System at Low Temperature

小森清之郎¹⁾

指導教員 黒木雄一郎¹⁾

1)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 電子セラミック研究室

キーワード：低温，フォトルミネッセンス，赤外発光

1. はじめに

フォトルミネッセンス (Photoluminescence: PL) は、光刺激により物質中の電子が基底状態から励起状態に遷移し、再び基底状態に戻る際に光を放出する現象である。本研究室では常温から低温域までのPLを測定することで各種発光材料の発光メカニズムを解析している。しかし測定を行う粉体試料は空隙が多いため熱伝導が低く、これまでは30Kまでの測定にとどまっていた[1]。

本研究では粉体試料の測定台を改良することで、より低い温度でのPL測定を行うことを目的とする。

2. 方法

(1) 粉体試料測定用ステージの製作

改良を行う測定台は、低温装置であるクライオスタット (岩谷瓦斯株式会社, CRT-006-2000) に取り付けられるステージと、ステージに取り付け粉体試料を保持するプレートで構成されている。加工し易く熱容量の小さな材質として快削黄銅 C3604 を選定した。また熱伝達を高めるためにクライオスタットとステージとの熱結合媒体としてインジウム箔を用いた。

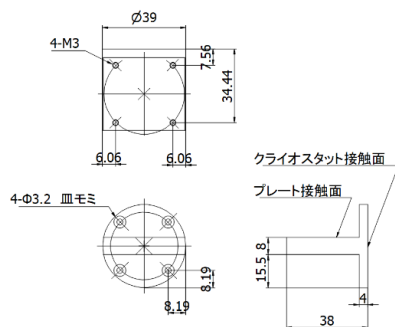


図1 粉体試料測定用ステージの三面図

(2) 粉体試料測定用プレートの製作

プレートは粉体試料を抑え込むために3枚で構成されている。PL測定に用いる励起光を透過させるために石英ガラスを用いた (図2)。ステージとの熱結合媒体は低温用グリース (Apiezon Products, Apiezon N) を使用した。

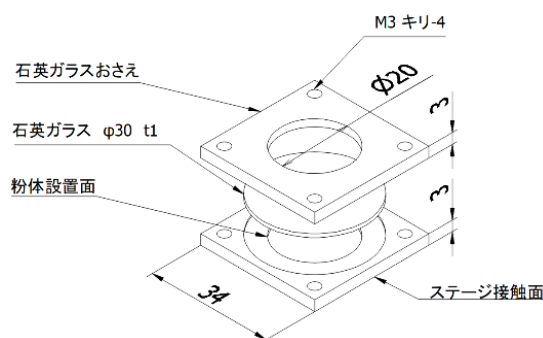


図2 粉体試料測定用プレートの概略図

(3) 温度評価

測定台の温度評価を行うためにクライオスタットを稼働させて温度を測定した。過去の研究において使用されていた測定台と比較をすることで評価を行った。

温度は各測定台に熱電対 (岩谷瓦斯株式会社, 金+0.07%鉄対クロメル熱電対) の先端を銅テープで取り付け、端点の起電力を極低温熱電対起電力表 (氷定点) に照らし合わせて算出した。

3. 結果

図 3 は過去の研究において使用されていた既存の測定台(A)である。図 3 のように測定台表面に銅テープを用いて温度測定用の熱電対を張り付けた。図 4 は本研究において製作した測定台(B)である。図 5 にこれらの温度測定を行った結果を示す。測定台(A)の最低到達温度は 53K であったのに対し、測定台(B)は 16K に達した。また、測定台(A)は最低温度に到達以降一度温度が上昇したのに対し、測定台(B)は 16K で安定した。

更なる到達温度の低下を目指して、ステージにおけるプレートとの設置面の厚みを 8mm から 6mm にして体積を減少させた測定台(C)を製作した(図 6)。他の測定台と同様に温度特性を測定したところ、最低到達温度は 12K となった。

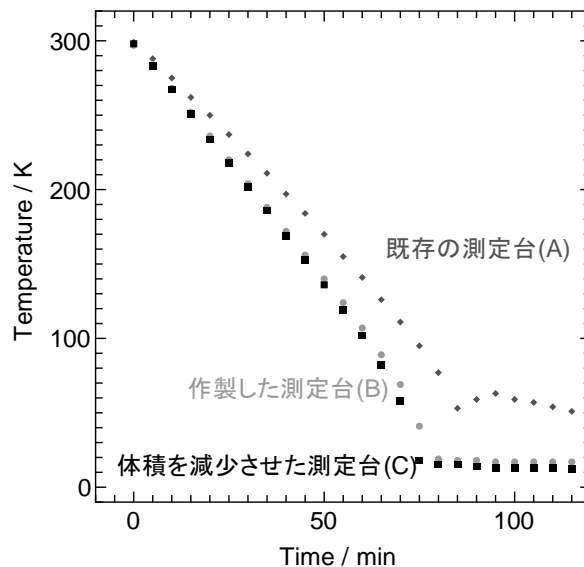


図 5 粉体測定台の到達温度比較

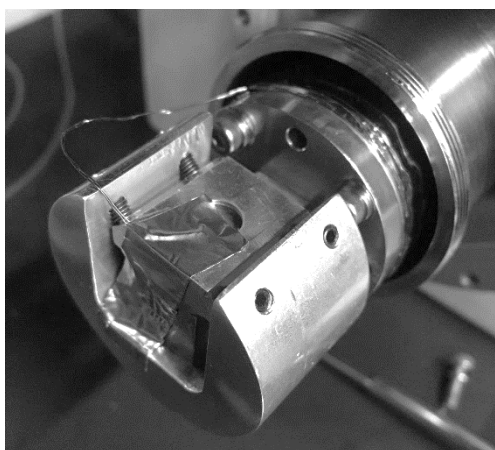


図 3 既存の測定台(A)



図 6 体積を減少させた測定台(C)

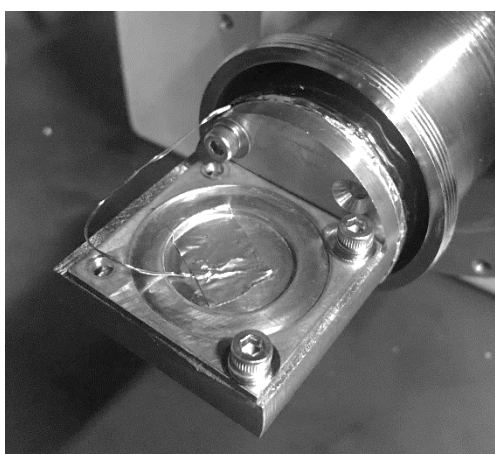


図 4 製作した測定台(B)

4. まとめ

測定台に用いていた素材をアルミニウムから真鍮に変え、ステージの体積を減少させた測定台を作ることによって、粉体試料の測定台を 12K まで冷却することに成功した。

5. 今後の展望

製作した粉体試料測定台を用いて、赤外発光を示す TiO_2 の温度依存性 PL 測定を行う。

6. 参考文献

[1] 澤蒔音, 熱処理した酸化チタンにおける発光メカニズムの検討, サレジオ工業高等専門学校, (2018)