

技術ノート

超極細温度センサの開発とその特性

尾出 順^{*1)} 童子 俊一^{*2)}

Developments of Super Fine Mineral Insulated Thermocouples

Jun ODE and Shunichi DOUJI

1. はじめに

微小物体や細線の温度を高速かつ正確に測定したいというニーズに対応するため、シース外径が0.25mmの極細温度センサを数年前に開発した。¹⁾

しかし、最近では、1ms オーダの高速での温度特性を測定し、製品の性能評価をしたいという産業界からの要望がある。

これに対応するには、シース外径0.25mmでは数msの応答時間がかかるため、より極細のシース線材が必要となる。

より細いシース外径0.15mmのシース線材開発において課題であったシース内に封入する絶縁物粒子の微細化が解決され、サンプル出荷されたのを機に、これを利用した超極細温度センサを開発し、シース外径0.25mmより高速の応答特性が期待される超極細温度センサの製造技術の開発と、その性能を評価するため2,000時間の長時間温度ドリフト特性実験と高温耐久実験を行った。これらの内容について報告する。

2. 超極細温度センサの製造方法

既開発したシース外径0.25mmと比較し、シース外径0.15mmは断面積比で約1/3となり、より高度な微細加工技術が必要となるため、新しい製造方法について検討し、特に以下の事項は重要な研究課題となった。

- (1) 温接点作製のための専用治具の開発。
- (2) 超極細熱電対素線への絶縁物封入技術の開発。
- (3) レーザ溶接による温接点の接合のための、レーザーパワーの最適値の選定実験。
- (4) 温接点部の封入技術の開発。
- (5) 補償導線との接続用基板の開発。

図1は、レーザー溶接によって温接点を接合した状態であり、試作品全数について接合状態をX線透過装置で検査し、レーザーパワーと温接点の接合状態を確認した。

次に温接点部を封入するため、絶縁物の微量のアルミナを温接点部に盛り、シース材を屋根部に取り付け、この部分を溶接し、仕上げ加工したものが図2である。

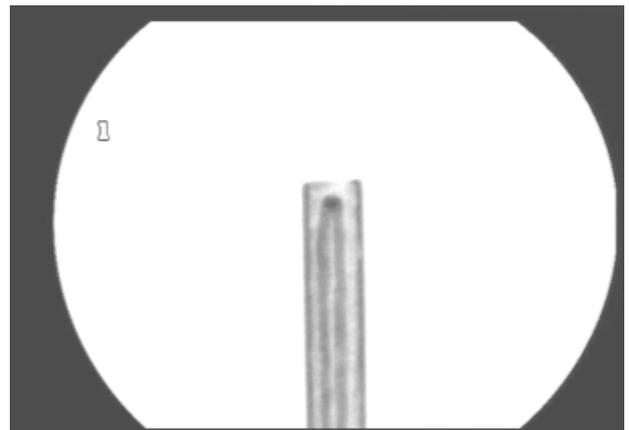


図1 X線による温接点の接合状態の確認

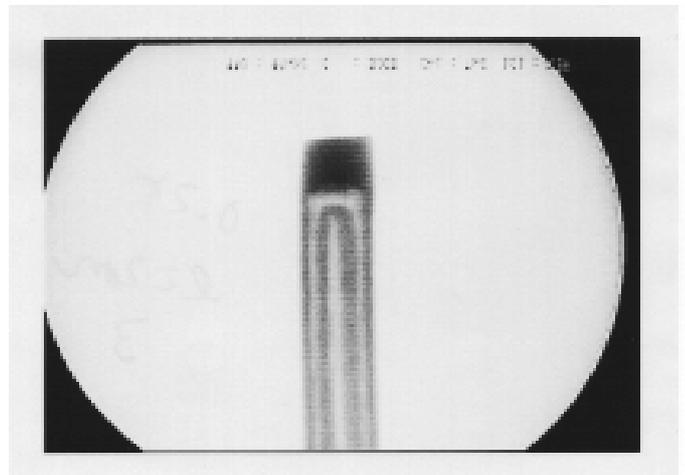


図2 温接点部を封止したX線写真

3. 性能評価実験

3.1 長時間熱起電力安定度実験

実験試料を表1の仕様により、作製した。

表1 実験試料の仕様

項目	仕様
熱電対	外径0.15mm、長さ800mm、4本
保護管	高純度Al ₂ O ₃ 管、外径8mm、長さ700mm
端子部	補償導線接続用スリーブ(30mm)

*1) 技術試験室^{*2)}(株)日本熱電機製作所

シース外径 0.15mm の超極細温度センサの熱起電力安定度を評価するための試験温度は、既に開発した外径 0.25mm は JIS C1605 の外形 0.5mm の常用温度 600 に準じて決めたが、今回は線径がより細いため、試験温度は 500 とした。また、素線の機械的な強度が弱いため、図 3 に示すように端子部をホルダーで固定した。

最初に 4 本の試料の 500 での初期特性を熱電対自動校正装置で標準 R 熱電対との比較により測定した。次に炉内温度を 500 に設定した 3 ゾーン方式の横型電気炉内に先端部から 400mm 炉内に挿入し、連続 100 時間加熱した。

100 時間加熱後、初期特性と同様な方法で連続加熱後の校正を行う。これを 20 回、計 2,000 時間までの連続加熱後の特性を測定し、その熱起電力ドリフト特性を評価した。

図 4 に測定結果を示す。初期校正から最初の 100 時間の加熱で熱起電力値が全体的に上昇し、その後は 2,000 時間までは 500 度の加熱では大きな変動は無く、±1 以内の範囲で安定している。

3.2 高温暴露実験

500 で 2,000 時間の加熱実験後、暴露温度を 600、700、800 と 100 時間ごとに暴露温度を上昇させ、より高温での特性を測定した。その結果、700 の暴露後に熱起電力がマイナス方向に下がり始め、試料 No.4 は大きく下がり始めた。この結果から 600 までの使用ならば問題はないものと考えられる。

3.3 応答特性の測定

応答特性は、超極細温度センサを 0 の氷点槽から 90 の温槽に瞬時に移した時に変化する微小信号を差動増幅器で増幅し、この信号をデジタルオシロスコープで測定した。

図 5 は、その結果で応答時間()は約 200 μs であった。

4. まとめ

シース外径が 0.15mm の超極細温度センサの開発を行い、その性能を評価した。センサの製造技術の確立には超微細加工技術とレーザによる微小部分の溶接技術が基本であり、本研究で多く課題を解決し、製品化への道をつけた。

本温度センサはこれまで測定が困難であった微小物体や細線ヒータ等の温度測定を可能とする他、優れた応答特性から高速での温度測定を実現できるものと期待される。

1) Jun ODE, Shunichi DOUJI and Miyoshi OGAWA; High Temperature Characteristics of the Ultra fine Metal-Sheathed Thermocouples, 8TH Temperature Symposium, 2002

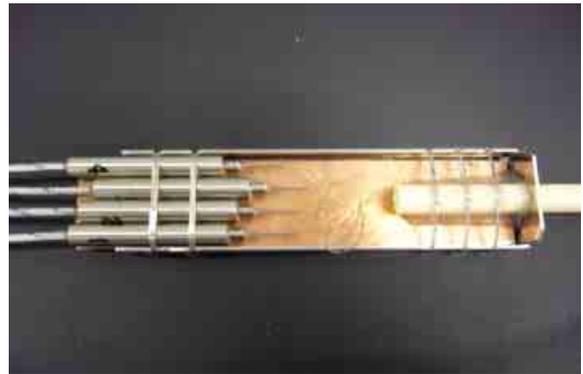


図 3 超極細温度センサの端子部のホルダー

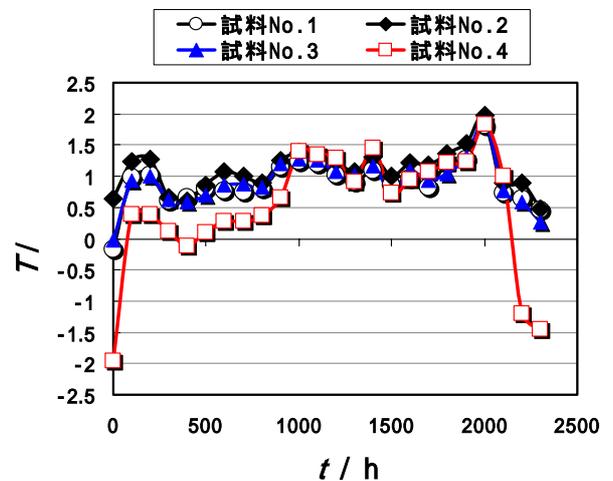


図 4 長時間熱起電力の安定度特性および高温暴露結果



図 5 デジタルオシロでの応答特性の測定

(原稿受付 平成 16 年 8 月 9 日)