

超薄型薄膜熱電対の 製品化開発

川口寛樹

かわぐち ひろき 熱産ヒート(株) 技術グループ

1. はじめに

近年の目覚ましい技術開発により、半導体は小型化・高集積化が進んでいる。全体的な消費電力は減じているものの、高機能化・多能化により個々の素子の消費電力は逆に増えており、それに伴い熱問題が発生している。また、電子部品だけではなく、燃料電池、屈曲面等狭い隙間や空間に温度センサーを組み込む必要性に迫られ、自動車部品、半導体、測定機器メーカー等の産業界からもその実用化への要望が寄せられている。

そこで、弊社で超薄型薄膜熱電対（以下、薄膜熱電対）の開発を行い、銅-ニッケルを脚とした薄膜熱電対の製品化に成功し、その金属膜厚は数 100 nm であり、基板のポリマーを含めても全体の厚さを 10 μm 以下にする事が可能である。従来の温度センサーと異なり、形状に凹凸がない上に、極めて薄いため、センサーを測定対象に外部から挿入して、機器内部の温度計測が可能であり、現在世界最薄級である。

2. 研究開発概要

研究開発を行うにあたり、必要となる項目を下に記す。

- ① 超薄型薄膜熱電対の製作手順の確立
- ② 薄膜熱電対の校正手順の確立
- ③ その他製品化にあたって必要な開発

詳細は別項に記すが、上記 3 点を最重要研究課題として、開発を行い、実用化を目指す。

3. 研究開発手法

3.1 超薄型薄膜熱電対の製作手順の確立

3.1.1 高周波加熱式真空蒸着装置の設計・製作

金属薄膜型熱電対の製作は、弊社所有技術である、高周波誘導加熱を利用した真空蒸着方式を用いて行う。真空蒸着装置は、真空容器の設計、製作を行い機能は 10^{-5} Torr の真空状態とする。高周波加熱に於いて、当社製の高周波誘導加熱装置を使用し、ハンドヘルドトランス、加熱コイルの設計・製作、銅及びニッケル材が溶解出来る機能を持ち、ポリイミドフィルムに蒸着出来る構造とする。真空蒸着の製作手順は、温度測定対象が室温より 1°C 上昇すると 20 μV 程度の電気信号を出力させ、出力精度は 0.5 級 (0.5%) とする。

3.1.2 原料の分量、ヒーター加熱条件の確立

薄膜熱電対の形状を検討し、この薄膜熱電対製作条件を満足する為、原料の分量、加熱方法、加熱量の条件の確立を行う。

3.1.3 基板温度、真空度等の条件のチェック

薄膜熱電対の出力精度を 0.5 級 (0.5%) に維持するため、基板温度、真空度の条件のチェックを行い明確にする。

3.2 薄膜熱電対の校正手順の確立

3.2.1 校正装置の設計・製作

製作した薄膜熱電対の校正をおこなうため、熱電対の一方を氷点とし、熱電対の測温部の温度を正確に制御する装置の設計・製作をする。測温部の温度は、熱電対よりもさらに測定精度が高い白金測温抵抗体によって測定する。

3.2.2 校正手法の確立

薄膜熱電対の熱容量は非常に小さいため、大気中で校正した場合、測温接点の温度を一定に保つことが困難である。そこで、 10^{-5} Torr 程度の真空度に保つと気体への熱伝達が極めて小さくなるので、真空度の下で正確に校正できる、手法を確立する。

3.2.3 薄膜型熱電対試作品の評価

金属薄膜型熱電対の出力精度を 0.5 級 (0.5%) とし、第一段階は、200°C 程度迄の温度計測を目標に開発を行い、試作品の評価をおこなう。第二段階では 500°C 付近で使用できる温度センサーを開発する。

3.3 製品化にあたって必要な開発

3.3.1 市販コネクタへの接続形状及び熱電対取り付け方法の検討

製作した金属薄膜型熱電対と外部計測器との接続を簡単にするため市販コネクタへの接続方法として電気抵抗式摩擦接続法、圧着接続法を用いて接続方法を確立する。又、熱電対取り付け方法は、エポキシ系接着材やアルミナ系接着材を用いて測温対象物に熱電対取り付け方法を確立し製品化にあたる。

3.3.2 ユーザーからの要望収集と対応

家電製品やノートパソコンなど電子部品業界及び自