

800°C で動作可能な耐熱 AE センサの開発

田原 竜夫 (たばる たつお) (独)産業技術総合研究所
 野間 弘昭 (のま ひろあき) (独)産業技術総合研究所
 秋山 守人 (あきやま もりと) (独)産業技術総合研究所

要約 アコースティック・エミッション (AE) とは塑性変形や亀裂の発生・成長等に付随して生じる弾性波放出現象であり、材料の劣化や各種プロセス異常などの検知に利用できる。筆者らは、通常は容易に手の届かない高温環境で使用されている材料の劣化状態を把握できるようにすることを旨とし、800°C でも利用可能な AE センサの開発を進めてきた。本稿では、今回試作した耐熱 AE センサで AE 検出子として利用している窒化アルミニウム薄膜圧電体のもつ高温用圧電体としてのポテンシャルや、試作センサの高温での動作検証試験等の結果について紹介する。

1. はじめに

AE (Acoustic Emission) は、固体材料中に蓄積されたひずみエネルギーが、塑性変形や亀裂の発生・成長等に付随して解放される過程で生じる弾性波放出現象である。この AE によって生じた波動を検出し、その特徴を分析することによって、AE の発生位置や規模を推定することができる。またその発生頻度等の情報とあわせて利用すれば、材料内の特定個所の劣化具合を評価することも可能になる。

AE による材料評価 (あるいは部材診断) の対象は、材料研究のための試験片をはじめ、機械加工により製造される小型部品や加工用冶工具、さらには船舶、航空機、橋梁、パイプライン、発電プラント、化学プラントといった大型構造物に至るまで多岐に渡る。また利用目的に応じて分類するならば、設備や機器それ自体の劣化診断 (ヘルスマニタリング) に利用される場合と、製品異常やプロセス異常の検出に利用される場合とに大別される。どちらも重要な産業技術の一つとして位置づけられるが、特に前者については、著しく進行した劣化の見落としが人命にも係わる重大事故につながる危険をもたらすことを考えると、設備・機器の劣化状態をより正確に把握し、確かな診断結果を提示できるよう努めることは社会的にも極めて重要な課題である。

ところで、製造業で発生した産業事故に関して経済産業省が取りまとめた資料¹⁾からは、設備上の問題により発生した事故の場合、設置後ある程度以上の年数

を経た設備の定常稼働中に、その従属部品の劣化に起因して突発的に発生したものが多いたことがわかる。したがってそのような事故を未然に防ぐには、設備保全の一環として通常実施される定期検査等に加え、突発事故を引き起こす懸念のある箇所の劣化を設備稼働中も常時監視し、突発事故へとつながる予兆を確実に検出することが必要である。

AE を利用した診断技術は、このような突発事故防止のための予兆検出に有用な手段になると考えられるが、そのためには従来を上回る高温域で動作する AE センサが不可欠である。そこで筆者らは、AlN (窒化アルミニウム) 薄膜圧電体を検出子とすることにより、800°C でも利用できる AE センサの開発に取り組んだ。本稿では、AlN 薄膜圧電体の耐熱性評価や試作センサの動作検証、高温での AE 検出実証などの試験ならびにその結果を通じて、この耐熱 AE センサの特長を紹介する。

2. 高温用圧電体

AE 検出子となる圧電体として通常利用されるジルコニウム酸チタン酸鉛 (PZT) の使用上限温度は高々 250°C 程度である。これを上回る高温で利用できる主要な圧電体として、表 1 に示す酸化物単結晶を挙げることができる²⁾。表中には、結晶構造が変化する相変態温度 (T_T) あるいはキュリー温度 (T_C) などの圧電性の消失に関連する温度とともに、分極軸方向に沿った圧電定数を示している。

PZT の圧電定数が数百 pC/N^{-1} のオーダーであるこ