

## 新機能性材料の探索に挑戦するボンド技術

東海大学工学部応用物理学科  
教授 内田 裕久

希土類と鉄、ニッケル、コバルト等の遷移系金属が形成する金属間化合物には大変興味深い性質をもつものが多い。SmCo<sub>5</sub>の優れた磁気特性が1960年代半ばに発見された時、この化合物が真空熱処理時に多量の水素を放出するため、しらべたところ、合金中の水素密度は液体水素を上回るものであることがわかり、水素吸蔵合金が誕生した。

水素吸蔵合金はクリーンな水素エネルギーシステムを支える材料であり、工場地帯の廃熱で合金中の水素を発生させ、パイプラインで輸送された水素を住宅地域の合金で吸放出させ、生じる発熱・吸熱反応でヒートポンプを作動させるエコエネルギー都市ネットワークが進行中である。また希土類系水素吸蔵合金はニカド電池に替わる新しい充放電型ニッケル水素電池の負極として利用されている。正極との組み合わせの関係から、電気容量はニカド電池の1.5倍程度である。ビデオカメラ、小型コンピュータ電源として利用されている他、電気自動車用電池としても注目されている。水素吸蔵合金は水素化物を形成すると、10数%から20%以上もの体積膨張を生じ、数 $\mu\text{m}$ 以下の微粉体になってしまう。そのため合金微粉体をプレスまたはボンド電極にする必要がある。

自動車用高容量型ニッケル水素電池や水素吸蔵合金型燃料電池電極の研究開発では、機能性有機材によるボンド技術が検討されている。水素吸蔵合金微粉体を有機材でボンドした成型自由なフレキシブル水素吸蔵材料やペーパー型水素吸蔵材料もある。

商品化されたものの、電極特性には未だ不明な点が多く、特に集電材、電極支持材として重要なボンド材料の選択やボンド条件が電気化学的寿命特性に及ぼす影響を含め、特性評価方法のJIS化作業が現在進められている。

希土類系金属間化合物にホウ素を添加したNd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B磁石、窒素を添加したSm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>N<sub>3</sub>窒化磁石にみられるように、近年の永久磁石の組成はSmCo<sub>5</sub>やSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>といった二元系から三元系へと変化している。通常の

焼結プロセスが適用できない窒化磁石材料の場合、主としてボンド磁石としての利用が検討されている。最近確立されたセラミクス系ボンド技術の適用により、窒化磁石がもつ本来の高キュリー温度特性が生かせるボンド磁石の研究開発も鋭意行われており、高温環境下における小型モータへの利用が大いに期待されている。

水素吸蔵合金や永久磁石材料に限らず、侵入型元素を金属間化合物の母格子に導入し、新機能を引き出す方法は興味深い。1994年にハワイで本協会後援で開催された窒化磁性学に関する国際会議ICN'94では、活躍する世界の研究者が一同に集い、侵入型原子の侵入挙動、強磁性発現機構、巨大磁気モーメントについて活発に討論した(J. Alloys & Compounds, Vol.222特集号掲載)。同時期、アムステル大学のBuschow教授等は侵入型元素が誘因する新機能性に関するNATOセミナーをイタリアで開催し(NATO ASI Series-E, Vol.281, ISBN 0-7923-3299-7)、この分野の重要性が国際的に注目されている。

1960年代末に発見された希土類と鉄のラーベス相希土類系金属間化合物(RFe<sub>2</sub>)は、室温でも数1000ppmという巨大磁歪を示し、超磁歪材料と呼ばれる。主として単結晶バルクに関する研究開発が行われ、当初は欧米先進国を中心に、ステルス化されたソ連の潜水艦探知用超強力ソナーの開発という軍事的研究であった。現在では深海調査艇「しんかい6500」用超強力ソナー、ポンプ、精密測定用免振機構や種々のアクチュエータ、振動素子として広く利用研究されている。最近は大深度地下資源探索用センサー、超高層ビルの対地震用免振アクチュエータ等の土木建築分野での応用研究も進んでいる。近年、薄膜化超磁歪材に関する研究成果も多く報告されるようになり、磁気表面弾性波(M-SAW)素子への応用や、ナノクリスタル制御によるバルクレベルの磁歪を呈する薄膜化材料も現れており、マイクロマシンへの応用研究も進んでいる。また成型自由な