

イットリウム系酸化物超電導線材の安価・高速製造法に目処

昭和電線ケーブルシステム株式会社
財団法人国際超電導産業技術研究センター

このたび、昭和電線ケーブルシステム(株)(取締役社長:島津正明、本社:東京都港区)*¹は(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長 荒木浩)*²と共同で、イットリウム系酸化物超電導線材*³を安価で高速に製造することを可能とする電熱バッチ式熱処理製造法に世界で初めて成功しました。これにより、2007年度末の目標であった超電導線材の製造速度5メートル/時を大きくしのぐ、10メートル/時を達成致しました。

この成果は、(財)国際超電導産業技術研究センター及び昭和電線ケーブルシステム(株)が(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)*⁴より受託している、「超電導応用基盤技術研究開発プロジェクト」(H15FY~H19FY、プロジェクトリーダー:塩原融 超電導工学研究所*⁵ 副所長)において達成したものです。

今回開発した超電導線材は、超電導層を溶液塗布熱分解法で作製しています。塗布熱分解法は、金属元素を混ぜ込んだ溶液を基板上に塗り、これに熱処理を施すことによって超電導層を形成するため、製造工程が簡単であるばかりでなく、これまでの薄膜作製工程で多用されてきた真空プロセスが不用、原料のロスが極めて少ない、安価で高速製造が可能である、等の長所を兼ね備えた、工業化に適したプロセスです。また、電熱バッチ式熱処理炉は、炉内が密閉空間であるため安定した炉内環境を保つことが可能で、製造条件が一旦最適化されれば再現性良く製造できる、量産向きの電気炉として知られています。

今回、塗布熱分解法において混ぜ込む金属元素の比率を調整したうえで厚膜化することで、大電流が流せる技術を開発(1本当たり735A通電:世界最高値:超電導工学研究所)し、この技術を長尺線材作製に適用しました。長尺線材作製では、処理工程における製造速度を上げるため、一度に長尺(200m長)の超電導線材を処理することができる大型の電熱バッチ式熱処理炉を導入するとともに、炉内でのガスの流れを工夫して投入した線材の全長にわたる均一な反応を実現しました。これにより、世界で初めて超電導線材の一括製造に成功することができました。これらの特長によって、これまで発表されている気相プロセスを使ったものに比べて超電導層の作製にかかるコストを下げることができるようになり、酸化物超電導線材の実用化を加速することが期待されます。

今回作製に成功した線材の仕様

基板: イオンビームアシスト蒸着法による配向中間層付きハステロイ基板(SRL名古屋製)
線材長: 200m 臨界電流値*⁶: 200A (塗布熱分解法による線材での世界記録)
製造速度: 10m/時 (プロジェクト目標値の2倍の高速製造速度)

また、もう一つのプロジェクト目標である臨界電流値 300 アンペアかつ 500メートル長に向けては、上述の短尺での高特性条件を用いた更なる厚膜化を行うと共に、電熱バッチ式熱処理炉の大型化で対応する予定です。これに成功すれば製造速度20メートル/時が可能となる予定です。

現在、超電導線材を用いた送電ケーブル、モーター、変圧器、電力貯蔵装置等の実現が期待されており、低コストかつ量産性に優れた製造プロセスの開発に目処が付いたことは、今後のイットリウム系酸化物超電導線材の機器応用への進展に寄与するものと考えられます。

以上

- * 1 昭和電線ケーブルシステム(株) : <http://www.swcc.co.jp/cs/>
- * 2 (財)国際超電導産業技術研究センター : <http://www.istec.or.jp/index-J.html>
- * 3 イットリウム(Y)系酸化物超電導体、ビスマス(Bi)系酸化物超電導体 : 高温超電導体の一種。高温超電導体とは、77ケルビン(−196℃)以上の温度でも超電導状態となる物質のこと。ビスマス系超電導体は、ビスマス(Bi)・ストロンチウム(Sr)・カルシウム(Ca)、銅(Cu)、酸素(O)から構成される酸化物であり、イットリウム系超電導体は、イットリウム(Y)・バリウム(Ba)・銅(Cu)・酸素(O)から構成される酸化物。
イットリウム線材は臨界電流密度が大きく、安価な液体窒素中(マイナス 196℃)で大電流が流せ、磁場中での通電特性も良好であることからあらゆる超電導機器への応用が可能であり、機器の小型化や省エネの観点から実用化が期待されている線材です。また、この線材は従来のビスマス系酸化物超電導線材と比較して、被覆材として使われている銀の使用量が極めて少ないことから、特性の高さと共に低コストの酸化物超電導線材として期待されています。
- * 4 (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 : <http://www.nedo.go.jp/>
- * 5 超電導工学研究所 : (財)国際超電導産業技術研究センターの研究部門。Superconductivity Research Laboratory の頭文字を取って SRL と略す。東京の東雲の本所のほか名古屋に線材開発センターを持つ。
- * 6 臨界電流値 : 超電導状態を維持しつつ流し得る最大の電流値を臨界電流といい、この値は温度、磁場の強さに依存する。これを、単位断面積あたりに流れる電流値として算出したものを臨界電流密度という。

今回開発した線材は 200m 長で1センチメートル幅換算で 200 アンペアの臨界電流値を持ちます。この値は単位面積(1平方センチメートル)あたりに2百万アンペアの電流値を流していることに相当し、従来のビスマス系超電導線材と比べて 100 倍の電流密度を持つことを意味します。線材の構成は金属テープの基材の上に $Gd_2Zr_2O_7$ (ガドリニウムとジルコニウムの酸化物)と CeO_2 (セリウム酸化物)の 2 層の中間層を備え、その上に作られた 1 ミクロンの酸化物超電導層から構成されています。

【報道関係お問合せ先】

○昭和電線ホールディングス株式会社
総務統括部 広報課 担当：菅井
〒105-0003 東京都港区虎ノ門1丁目1番18号
TEL : 03-5532-1911 (直通) FAX : 03-3503-4506

【技術に関するお問合せ】

○昭和電線ケーブルシステム株式会社
技術開発センター 超電導プロジェクト 担当：青木
〒229-1133 神奈川県相模原市南橋本4丁目1番1号
TEL : 042-773-7163 (直通) FAX : 042-773-7291

○財団法人国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所 担当：和泉
〒135-0062 東京都江東区東雲一丁目10番13号
TEL : 03-3536-5703 (代表) FAX : 03-3536-5717