

タングステンの高効率リサイクル技術を開発

回収システムにおけるイオン交換時の状態を解析

成果

- イオン交換カラム*を用いてタングステン**を回収する技術を開発
- イオン交換時のタングステンの状態変化を解析
- 吸着・溶出の条件を最適化して、プロセス全体で高効率回収(95%)を実現し、エネルギー消費を40%削減

研究・開発機関: 住友電気工業(株)

※ 本研究は、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)の支援を受け、実施されました。

*イオン交換カラム カラムにイオン交換樹脂を充填し、そこに試料を添加して目的の物質を樹脂に吸着させます。その後、溶出用の緩衝液を流し、吸着した物質を樹脂から引き離すことで、目的の物質を分離することができます。

**タングステン もっとも融点が高い金属で、産出量が少なく、中国に偏在しているレアメタルの一つ。元素記号はW。炭化タングステンは非常に硬いため、超硬工具の主原料などとして使われています。

タングステンが含まれる使用済みの超硬工具やチップ



使用済みチップ類



都市開発工具



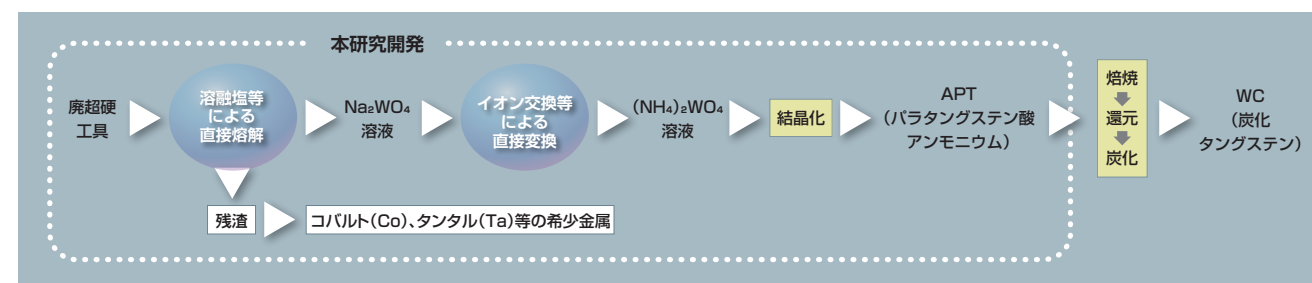
使用済みドリル/エンドミル類



耐摩工具等

タングステンの回収ステップ

廃超硬工具を溶融塩などで溶かし、水溶化した Na_2WO_4 溶液を得ます。これをイオン交換樹脂に通して、タングステンイオンを $(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4$ 溶液として回収し、加熱・濃縮してAPT (パラタングステン酸アンモニウム) に結晶化します。APTを酸化焙焼して WO_3 にした後、還元してタングステンにし、炭化することでWC (炭化タングステン) として再利用することができます。



SPring-8 の活用

Before

タングステンは、地球上の埋蔵量が少ない一方で、需要が増えています。安定した供給を保つには、使用済みの超硬工具などからタングステンを効率的に回収・再生する技術の開発が求められます。

タングステンの回収にはさまざまな方法がありますが、イオン交換カラムを用いる方法は、従来法と比べて小規模で、環境負荷の低い方法として期待できます。効率的にイオン交換をおこなうには、タングステンがイオン交換樹脂により多く吸着し、これがすべて溶出されるのが理想です。しかし実際には、結晶が析出してカラムに詰まってしまい、きれいに溶出することができないという問題がありました。

After

SPring-8の放射光を用いたXAFS測定では、試料中に存在する物質の電子状態や化学構造を知ることができます。そこで、タングステン(W)の3つのイオン種、 WO_4^{2-} 、 $\text{HW}_6\text{O}_{21}^{5-}$ 、 $\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$ をそれぞれカラムに通して吸着・溶出をおこないXAFSを測定しました。すると、W原子を多く含む $\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$ の場合、樹脂中に未溶離の吸着イオンがあることがわかりました。さらに詳しく調べると、 $\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$ は、一部が分解して各イオン種が一定の割合で残っていることが明らかになりました。

この結果から、吸着と溶出の最適な条件を導き出し、タングステンの回収効率を向上させることに成功しました。

SPring-8でのXAFS測定

細長い筒がイオン交換カラム。オレンジ色のフィルムの部分に放射光を当てます。



$\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}^{6-}$ としてイオン交換したときの未溶離の吸着イオンに対するXAFS測定結果

白い丸が実測値。3つのイオン種の標準試料のスペクトル (オレンジ、青、緑) を用いて分析すると、それぞれのイオン種の割合が32%、13%、55%のとき、未溶離の吸着イオンのスペクトル (白い丸) に等しくなります。このことから、各イオン種の残存の割合がわかりました。

