

Industrial Catalyst News

触媒学会工業触媒研究会

アンモニア電解合成

1. はじめに

人類の持続的繁栄をもたらしたアンモニア合成触媒の発明はハーバーボッシュ法として確立され現在でも用いられている。アンモニア合成触媒の最近の動向については ICN No.78 で取り上げられているので省略する。一方、エネルギー利用の面では、変動の大きな再生可能エネルギーの大量投入に向けて、より簡便に再生可能電力を化学物質に変換する技術開発が望まれている。そこで、電力を利用したアンモニア電解合成法が注目されている。水と窒素から電気分解によってアンモニアが得られれば、再生可能電力からのアンモニア直接合成が可能となる。この反応の理論電圧は 1.17 V (600K)であり水の電気分解より低電圧で合成できる。アンモニア電解合成法は電解質の種類により熔融塩法と固体電解質法に大別できる。

2. 熔融塩電解質

熔融塩を用いた方法は、京都大学名誉教授の伊藤靖彦らにより LiCl-KCl-CsCl 系熔融塩を用いた方法が見出されている¹⁾。この方法では陰極で窒素が電子を受け取り窒化物イオンを形成し、これが熔融塩に溶解して水蒸気と反応した時にアンモニアを生成するとしている。副生する酸化物イオンは陽極で酸素となる。現状では陰極の電極材料にポーラスニッケルを用いており、電極触媒の改良が性能向上につながると期待される。

3. 固体電解質

固体電解質を用いたアンモニア合成研究例は、Amor らの総説にまとめられている²⁾。固体電解質はプロトン伝導体と酸化物イオン伝導体の 2 種類に大別できる。プロトン伝導体はさらに電解質の種類により高温型、中温型、低温型の 3 つに分類され、ペロブスカイト型酸化物を用いた高温型とポリマーを用いた低温型に興味が集まっている³⁾。アンモニア合成研究例としては SrCeO₃ や BaCeO₃ などのセリア系や CaZrO₃ や SrZrO₃ などのジルコニア系を用いた例が多い。他にもパイロクロア型酸化物や蛍石型などを用いた例もある。高温型電解質を用いたセルでは電極は主として Ag-Pd 合金を用いた例が多く、480~650°C の温度領域でアンモニア合成行っている。低温型電解質としてはナフィオンを用い 80°C でアンモニアを電解合成した報告例がある。また、酸化物イオン伝導体として YSZ を電解質に用いた研究例もあるがプロトン伝導体よりさらに高温が必要なため報告例は少ない。

4. 今後の展望

アンモニア電解合成技術は電極材料の検討を行った例が少なく、触媒研究による性能向上が期待できる分野だと思われる。

1) T. Murakami *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **125**, 334-335 (2003). 2) A. Amar *et al.*, *J. Solid State Electrochem.*, **15**, 1845-1860 (2011). 3) K.D. Kreuer, *Solid State Ionics*, 97, 1-15 (1997).

文責 里川重夫 (成蹊大)