



## 粗ネオンガス中の不純物除去技術の開発

### Development of Impurity Removal Technology for Crude Neon Gas

中川 祥一\*

NAKAGAWA Shoichi

#### 1. はじめに

ネオンはエキシマーレーザの希釈ガスとして半導体製造プロセスで広く使用されている。主要供給国であったウクライナに対するロシアの侵攻により、世界的な供給不安が顕在化したことを受け、日本政府は経済安全保障の観点より日本国内におけるネオンの生産体制強化を進めている。当社は本取組に係る助成金を受け、君津サンソセンターにネオン精製装置を設置する方針を決定した。本装置は当社で初めて採用する方式のネオン精製装置である。

本報告では、当社が新たに開発したネオン精製プロセスの概要<sup>2-4)</sup>、および、本装置で窒素などの不純物の除去に用いる常温吸着、真空再生方式のVPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) 装置の設計について紹介する。ネオン精製プロセスにおいて、窒素などの不純物を除去するために常温VPSA装置を採用するのは、当社が初である。

#### 2. ネオンガスの精製方法

##### 2.1 原料

ネオンは、空気中に約 18vol.ppm 含まれており、この空気を液化蒸留して酸素、窒素、アルゴンを製造する際、窒素、ヘリウム、および、水素などと共に凝縮されないガスとして精留塔から得られる粗ネオンガスを基に精製される。粗ネオンガスの組成の一例を表1に示す。

表1 粗ネオンガスの組成 (一例)

成分	濃度	沸点 (1atm)
ネオン	49vol.%	-246 °C
水素	2vol.%	-253 °C
ヘリウム	15vol.%	-269 °C
窒素	34vol.%	-196 °C

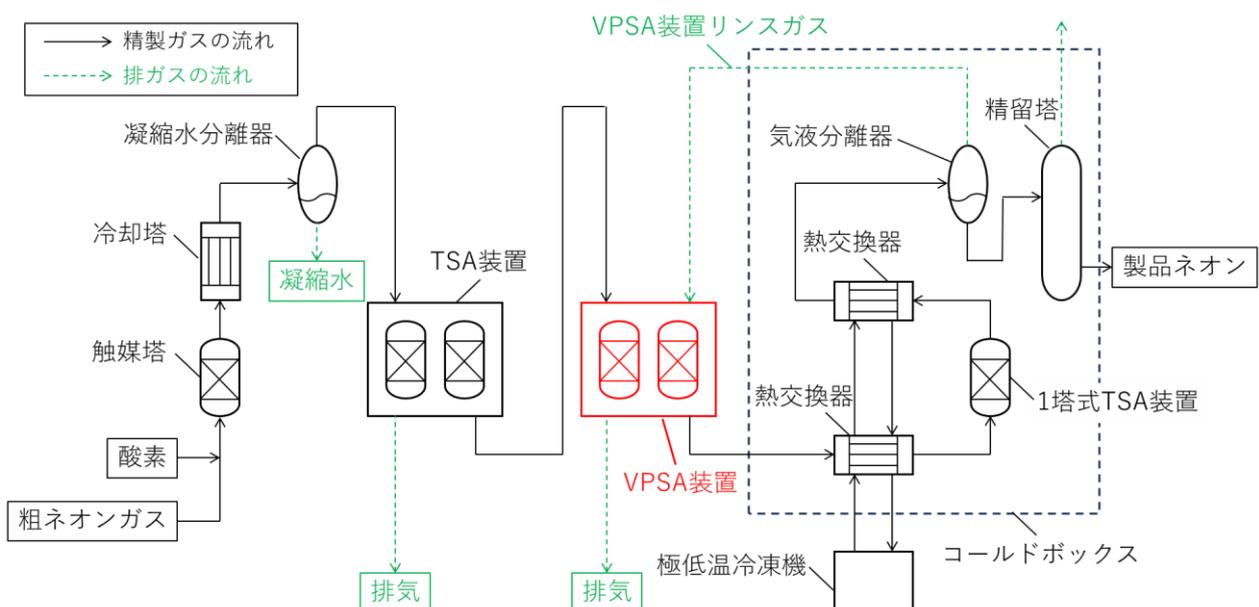


図1 当社が開発したネオン精製プロセス

\* 技術開発ユニット 山梨ソリューションセンター ガス分離開発部 吸着開発課

## 2.2 当社が開発したネオン精製プロセス

図1に当社が開発した精製プロセスを示す。本プロセスでは、常温で水素と大部分の窒素を除去し、コールドボックス内の低温でヘリウムと残留した窒素を除去する。

以下、各工程について詳細に説明する。第1の工程は、水素を除去する。粗ネオンガスに酸素を添加した後、水素を酸化するための触媒塔に導入する。これにより、水素と酸素が反応し水分に変換される。

第2の工程は、水素と酸素の反応により生成した水分を除去する。第1の工程の精製ガスは反応熱で高温となっているため、冷却塔に導入して冷却した後、凝縮水分離器で凝縮水と精製ガスを分離する。次いで、温度差により吸着と再生を繰り返す TSA (Temperature Swing Adsorption) 装置により水分を除去する。

第3の工程は、第2の工程の精製ガスより、窒素、酸素、および、酸素に同伴して導入されるアルゴンの大部分を除去する。ここでは、前述の VPSA 装置を用いる<sup>2)</sup>。吸着剤の再生を行う際に吸着剤から不純物成分の脱着を促進するリンスガスとして、後述する第5の工程で得られる、ネオン濃度が低く窒素を含まないガスを用いる。これにより、ネオン回収率の向上が可能となる<sup>3)</sup>。また、この工程で酸素やアルゴンも除去することで、後述する第4の工程における TSA 装置の負荷が小さくなり、コールドボックスを小型化することができる<sup>4)</sup>

第4の工程は、第3の工程の精製ガスに残留している微量の窒素、酸素、および、アルゴンを除去する。本工程以降はコールドボックス内で操作を行う。コールドボックスに精製対象のガスを導入する際は、極低温冷凍機から供給される循環冷媒と熱交換することで 100K 以下の温度に冷却する。本工程における不純物の除去は、1塔式 TSA 装置を用いる。この吸着塔は、定期点検時など装置全体を常温に戻す際に再生処理を行うことで、その性能を維持することが可能なように設計する。

第5の工程は、第4の工程の精製ガスよりヘリウムの大部分を除去する。本工程はネオンが液化する温度で操作を行うため、第4の工程でも用いた循環冷媒との熱交換を再度行い 44K 以下の温度に冷却した後、気液分離器に導入する。この気液分離器により、ネオンが濃縮した液と、ヘリウムが濃縮したガスが得られる。このヘリウムが濃縮したガスは通常系外に排気されるが、窒素を含まないため前述の第3の工程のリンスガスとして用いることができる。

第6の工程は、第5の工程で得られたネオンが濃縮した液を更に精製し、純度 99.99vol.%以上の製品ネオンを得る。この工程では精留塔を用いる。

なお、図1では記載を省略しているが、各工程に必要な昇圧は適宜実施する。

## 2.3 従来プロセスとの差異

窒素などの不純物除去を行う方法として、沸点差による気液分離と TSA 装置による精製の両方をコールドボックス内で行う方法が知られている<sup>5)</sup>。この方法では、TSA 装置に流入する不純物濃度が高く、再生時の昇温と吸着開始前の冷却が頻繁になり、極低温冷凍機の動力が増加する。加えて、内部機器が増加しコールドボックスが大型化する課題もある。

常温 VPSA 装置を用いるプロセスは、通常、精製ガスの一部をリンスガスとして用いるため、ネオン回収率の点で不利となる。一方で、当社が開発したプロセスでは、通常排気するガスをリンスガスに用いることでネオンの損失を抑制し<sup>3)</sup>、省動力かつ小型コールドボックスでの精製を実現している。

## 3. VPSA 装置の設計

各種吸着剤の窒素吸着等温線を測定し(図2)、最も有効吸着量の多い吸着剤 A を本装置で用いる吸着剤として選定した。また、切替時間や再生圧力、环境温度、不純物成分の濃度を変更して実施した VPSA プロセス試験の結果を元に、必要な吸着剤量などの設計を行った。本装置ではネオンの回収率を高めるため、多段の均圧工程を含むネオンの損失が少ないプロセスを採用した。

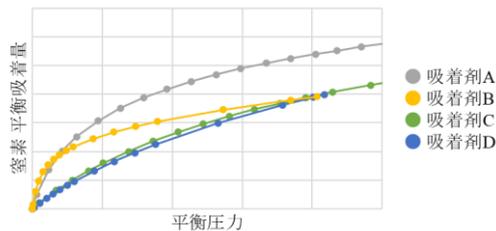


図2 吸着等温線 測定結果

## 4. まとめ

窒素などの不純物除去に常温 VPSA 装置を用いたことで、従来方式に比べてコールドボックスを小型化、かつ、省動力で粗ネオンガスからネオンを精製するプロセスを開発した。

参考文献

- 1) ガスジオラマ 2025. ガスレビュー, 2024, 188p
- 2) 大陽日酸株式会社. ネオン精製装置及びネオン精製方法. 特許第 7733204 号. 2025-9-2
- 3) 大陽日酸株式会社. ネオン精製装置及びネオン精製方法. 特許第 7599050 号. 2024-12-12
- 4) 大陽日酸株式会社. ネオン精製装置及びネオン精製方法. 特許第 7634762 号. 2025-2-21
- 5) Air Liquide. Device and Method for Purifying a Gas Mixture. 欧州特許公報 EP3406993B1. 2023-8-2