



窒素ガス精製ユニット

Nitrogen Gas Extraction Unit

上野 都砂子 Misako Ueno

桑名 伸好 Nobuyoshi Kuwana

私たちの周りには空気は窒素78%、酸素21%、アルゴン0.9%、その他0.1%で構成されている。空気の大半を占める上位3種のガスは産業用ガスと呼ばれ、鉄鋼や化学、半導体、食品向けなど幅広い産業で使用されている。その中でも、不活性ガスの窒素は分析機のキャリアガス、食品の鮮度保持、金属材料の酸化防止やタイヤへの充填など、様々な用途で使われ、ガス市場全体で最も多い約26%を占めている。現状、窒素を用いる場合、ガスボンベや、大型の窒素ガス精製装置など、手軽に必要な分だけ入手可能なものは少ない。また、今後製造現場においては、集中製造から分散製造化によるリスク回避が進むと予想され、手軽に窒素ガスを精製可能なユニットの需要は増えると考えられる。本稿では、当社のスーパードライヤ(SD)の中空糸膜を活用した技術を応用して開発した窒素ガス精製ユニットを紹介する。

The air around us consists of 78% nitrogen, 21% oxygen, 0.9% argon, and 0.1% other gases. The top three gases that make up the majority of the air are called industrial gases and are used in a wide range of industries including steel, chemical, semiconductor, and food. In particular, nitrogen is commonly used as an inert gas in various applications such as for carrier gas in analyzers, keeping food fresh, preventing metals from corroding, and inflating tires. It accounts for the largest share in the gas market at about 26%. At present, there are only a few devices (for example, gas cylinders for small-scale use and large nitrogen extraction devices for large-scale use) that can produce nitrogen easily and as much as needed. In addition, it is expected that risk reduction by shifting from centralized manufacturing to decentralized manufacturing will be implemented in production sites in the future and demand for devices that can easily extract nitrogen gas will increase.

This paper will introduce a nitrogen gas extraction unit CKD has developed by applying the hollow fiber membrane technology used in our Super Dryer (SD).

1 はじめに

窒素ガスの供給方法は、

- ①空気中から分離して精製
- ②ガスボンベに充填
- ③液体窒素をタンクローリーにて配送し、ガス化

の大きく3つが挙げられる。高純度の窒素ガスを安定して供給できるボンベの使用が一般的だが、高压ガス安保法の対象となるため、許可が必要である点と、ガス会社によるボンベの交換のため、残量の管理が必要になる。分離法は空気から窒素を取り出すため、純度はボンベよりも劣るが、必要な時に必要な分だけの窒素を得ることができる。当社では、スーパードライヤ(SD)の中空糸膜を活用した技術を応用し、窒素ガス精製ユニットを開発した。本稿ではその技術を紹介する。

2 ガス精製方法

空気の中から窒素を分離する方法は、大きく3つに分けられる。

- ①圧力変動吸着法(P S A法)
- ②膜分離法
- ③深冷分離法

①圧力変動吸着法(P S A法) Fig. 1

窒素の圧力変動吸着法は、吸着剤にモレキュラーシービングカーボンを使用し、酸素と窒素の吸着速度の差を利用して分離する。図中A槽の加圧下で吸着剤に空気中の酸素分子を吸着させて窒素分子を取り出す。B槽では大気圧まで減圧し、A槽で精製された窒素ガスでパージすることで、吸着された酸素分子を脱着し、吸着剤を再生する。脱着された酸素分子は排気ガスとして排出する。この動作を連続して行うために、吸着槽を二つ用いて加圧と減圧の圧力変動を交互に繰り返して窒素を取り出す。

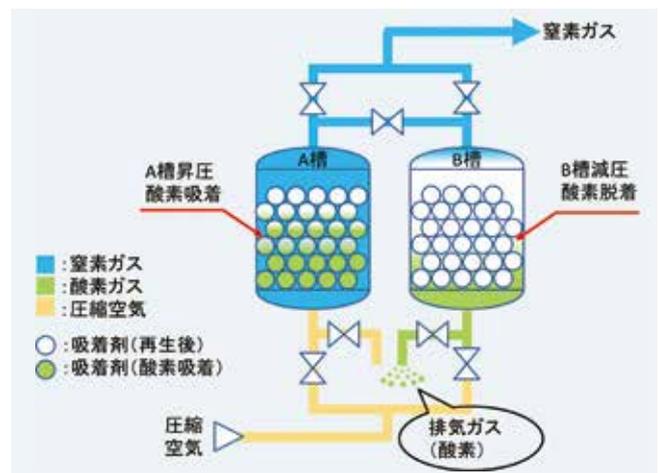


Fig. 1 圧力変動吸着法 (P S A法)

②膜分離法 Fig. 2

窒素の膜分離法は膜に対する酸素と窒素の透過速度の差を利用して分離する。中空糸膜の分離膜に圧縮空気を流すと、中空糸の内側を流れていく間に、酸素が選択的に膜を透過し、中空糸膜出口に窒素を多く含んだガスが得られる。

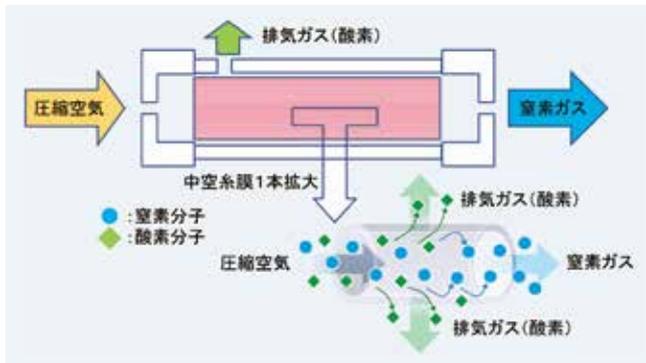


Fig. 2 膜分離法

③深冷分離法 Fig. 3

窒素の深冷分離法は空気をマイナス200℃近い極低温まで冷却し、空気中の他の主成分である酸素、アルゴンとの沸点の差を利用して窒素を取り出す。高純度ガスを大量に生産する際に適した空気分離方法である。

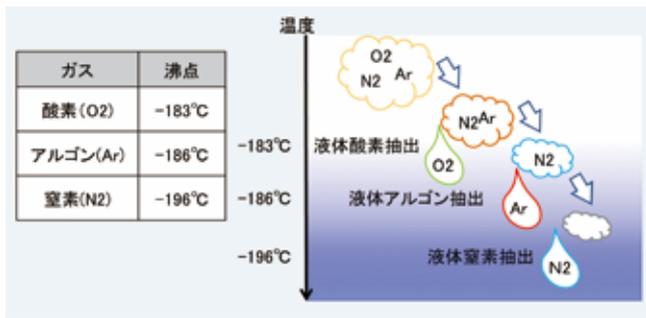


Fig. 3 深冷分離法

3 開発課題

窒素ガスは様々な用途で広く使われているが、少量使用の場合は、ガスボンベ、大量使用の場合は大型の窒素精製装置を使うなど、必要な分だけ入手可能なものが少ない。また、窒素精製装置として主流の圧力変動吸着法(PSA法)は吸着剤に加圧・減圧を繰り返すため、吸着剤が擦れて発塵する問題がある。食品業界では、食品の酸化防止の封入用に窒素ガスを使用しているが、高い純度は要求されず、95~99.9%程度であることと、異物を嫌う業界である。そこで、ターゲット市場を食品業界とし、手軽にクリーンな窒素ガスを精製可能なユニットを次にあげる製品イメージのもと開発を行った。

- ・設置場所を選ばない:小形化、モジュール設計、電源不要

- ・低コスト:ランニングコストが安い
- ・メンテナンスが容易:配管したままで交換可能、長寿命

4 窒素ガス精製ユニット(NS)の構造

前述の課題を解決する膜分離法による窒素ガス精製ユニット(NS)を開発した。給気ポートから入った圧縮空気は筒状の膜モジュールの中空糸1本1本の中をFig.4図中の上から下に向かって流れ、その間に膜を透過した酸素は正面より排気される。そして、窒素を多く含んだガスが筒の中心を下から上に向かって流れ、製品ガスとしてOUTポートに送られる。膜モジュールが長ければ、ガスを分離する中空糸膜の中を長い間流れる為、多くの酸素を分離でき、より高い濃度の窒素を大流量で得ることができる。NSシリーズでは、膜モジュールが最も長いNS-4Lを8本まで連結できる複筒タイプを揃えており、最大で窒素濃度99.9% 244.8L/minの大流量の窒素ガスを供給できる(Fig.5)。NSシリーズにおける窒素ガス流量と、濃度のグラフをFig.6に示す。小形・低流量から大流量まで用途に応じて使い分けの事が出来る。

また、食の安心・安全を守るCKD独自の食品製造工程向け商品規格であるFP1に対応し、潤滑油による汚染リスクを低減している。

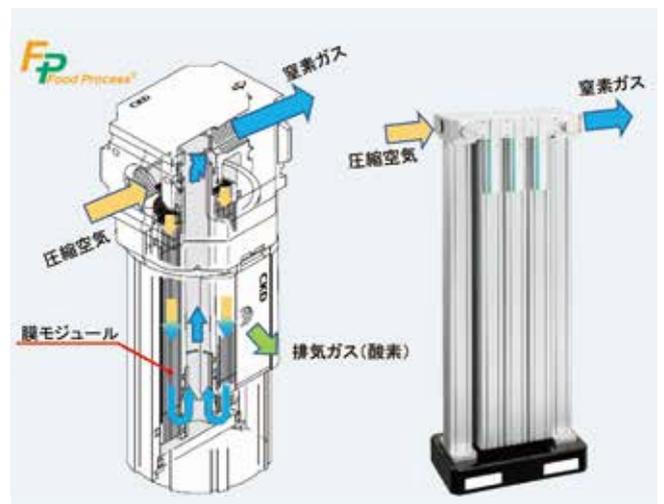


Fig. 4 NSの内部構造

Fig. 5 複筒タイプ(NS-4L6)

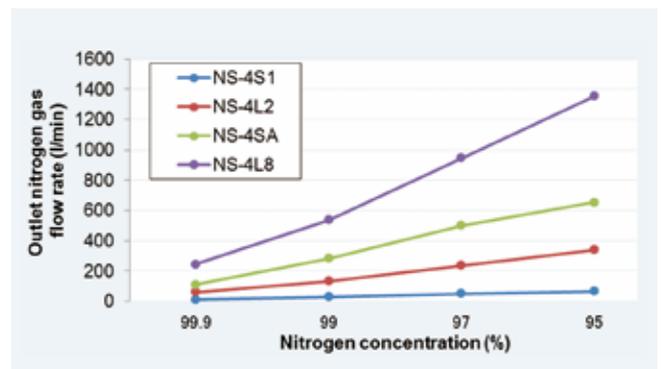


Fig. 6 窒素ガス発生量

5 システム商品 (NSU)

窒素ガス精製ユニットに必要なエア質を供給できるフィルタや、窒素ガスの圧力を調整するレギュレータ、窒素濃度(流量)を調整するニードルバルブを一体化したNSU (Fig.7)は、空気圧源に直結するだけで手軽に窒素ガスを得ることができる。更に、現在当社で開発中の酸素濃度計を組み込めば、窒素の濃度監視や調整の目安にすることが可能となる。また、モジュール設計なので、NSの上流に除菌・抗菌フィルタを組み込むことができるため、食品の酸化防止でパッケージ内に封入する場合でも、清浄な窒素ガスを供給できるので、安心して使用できる。



Fig. 7 NSU

の鮮度維持や変色防止、香気保存などに有効であるため、大手メーカーに採用されるようになってきた。しかし、食品業界には小規模なメーカーも多いため、より手軽に採用いただける小形・低コスト化の実現に向けた開発を引き続き行う。

6 おわりに

窒素ガス精製ユニットは2017年9月発売以来、電源不要で省スペース、ランニングコスト低減などの優位点から、電子部品業種において採用されている。ターゲット市場としている食品業界においても『食の安全と安心』に関心が高まる中、窒素置換による食品

執筆者プロフィール



上野 都砂子 Misako Ueno
コンポーネント本部
FAシステムBU 第2技術部
Engineering Department No. 2
FA System Business Unit
Components Business Division



桑名 伸好 Nobuyoshi Kuwana
コンポーネント本部
FAシステムBU 第2技術部
Engineering Department No. 2
FA System Business Unit
Components Business Division