

# 中空系膜式ドライヤ「チューブドライヤ」

株式会社 コガネイ 開発部

## Introduction of New Membrane dryer 「Tube dryer」

Keywords : membrane, Air dryer, Hollow fiber, Energy Saving

### 1. はじめに

近年、高機能化、緻密化が進む半導体、電子部品等の製造、検査工程は、より清浄度の高い環境であることが望まれると同時に、環境内の乾燥度への要求が高まっている。作業エリア全体の乾燥度を目的の乾燥度まで高めることは、その清浄度を高める事と同様に難しい。従って、乾燥度が「必要なところ」に閉空間をつくり、そこに「必要な量」の乾燥エアを提供する、局所的な空間の乾燥を行うことが有効である。

空気の効果的な除湿方法の一つとして、圧縮空気を利用する方法が挙げられる。大気を圧縮することにより大気中水分の一部は凝集、液化するので、気体として残る水分量は低下する。その圧縮空気をエアドライヤによって除湿すれば、更に効率的に乾燥度が高まる。大気に開放した際の水分量は、圧縮前の大気と比較して大幅に減少する。その一方、エアドライヤは、除湿能力維持のために、除湿した圧縮空気の一部をパージエアとして排出しなければならないので、エネルギーロスも大きい。

さらに、従来より除湿能力が高いとされている吸着方式や分離膜方式のエアドライヤは大形であるため、エア配管の上流に設置されるケースが多い。その場合以下の様なデメリットが挙げられる。

#### a) 無駄な容積分の圧縮エア除湿

エアドライヤより下流側は、不要であっても乾燥エアが供給される。エア漏れ分や配管の容積分まで無駄な除湿を行うこととなる。

#### b) 生成された乾燥エアの乾燥度の変化

生成された乾燥エアは条件により乾燥度の低下が起こる可能性がある。

#### c) 常時稼働させなければならない。

ライン下流側で乾燥エアが必要であれば、その使用量に関わらず、常にエアドライヤを稼働させなければならない。稼働すれば必ず一定量のパージエアが排出される。

省エネルギー化の動きが活発になる中、除湿のためにエア消費を常に行うエアドライヤのエア消費量削減に注目が集まっている。



図1 チューブドライヤ  
FDH-030-J6(上)/FDH-015-L-J6(下)

そこで当社では、「必要なところ」に、「必要な量」の乾燥空気をリアルタイムに生成する、新しい考え方のエアドライヤ「チューブドライヤ」を開発した。本稿では当社新開発製品「チューブドライヤ」について紹介する。

### 2. 局所的な乾燥に求められる エアドライヤの要素

「必要なところ」に、「必要な量」の乾燥空気をリアルタイムに生成するため、エアドライヤに求められる特性として、以下の2項目が挙げられる。

#### a) 除湿能力が高いこと。

乾燥度を高めなければならない閉空間は、大気圧露点で-40、若しくはそれ以下の乾燥度が必要な場合が多い。従って、閉空間へ導入すべき乾燥エアは-40を下回る大気圧露点であることが望ましい。

#### b) 小形であること。

除湿された圧縮エアを大気開放して、乾燥エアを得る場合、乾燥エアが必要なのは必然的にエア配管の末端である。特に末端のみに乾燥エアを使用する場合にエアドライヤをエア配管上流に設置してしまうと、前述のデメリットの影響度が大きい。従って、エアドライヤはエア配管の末端に配置可能なサイズであることが望ましい。また、エアドライヤを各末端に設置すれば、エアドライヤの稼働を個別にコントロールすることも可能となる。

これらの特性を持ったエアドライヤが実現できれば、必要な工程に必要な乾燥度を的確に与えることが可能となるばかりでなく、除湿のために必要となるパージエアの消費量を大きく削減することが可能となる。

### 3. 従来の技術

除湿能力が高いエアドライヤには、主に以下の2方式がある。

#### 「吸着方式(ヒートレス式)」

圧縮空気内の水分を吸湿性の高い多孔質吸着剤に吸着させる。吸着剤を充填した吸着塔を2塔用意し、1塔で吸湿し、圧縮空気を乾燥させ、その乾燥エアの一部をもう1塔に開放し、パージエアとして溜まった水分を外部へ放出する。これを交互に繰り返す。

#### 「膜分離方式」

水分の透過性の高い分離膜に圧縮空気を接触させ、分離膜を隔てた外部に水分を透過させる。一般的に、分離膜は中空糸形状のものをを用いる。水分分離に用いる中空糸膜は非多孔質(外壁に孔の無い)形状のものをを用い、中空糸の内部に湿潤な圧縮エアを通過させ、中空糸膜と接触した水分を中空糸膜外部に透過させる。この場合、透過の駆動力は中空糸の内外の水分の濃度差(分圧差)であるので、中空糸の外側には生成した乾燥エアを導入して常に乾燥状態にし、パージエアとして外部に排出する。

当社は、内部機構が比較的シンプルな「分離膜方式」を応用して、小形のエアドライヤの開発に取り組んだ。

一般に、膜分離方式では、圧縮空気中の水分を分離膜に接触させるほど、また分離膜の内外の水分の濃度差が大きいほど除湿能力が向上する。従って、現状の膜分離機構では除湿能力を高めようとするほど「小形化」、「省エネ化」に反する欠点があった。

そこで、当社では「自己パージ」という独自の水分排出機構を考案し、「高能力」「小形」「省エネ」の分離膜方式のエアドライヤを開発することに成功した。

### 4. 自己パージシステム搭載の 新型エアドライヤ「チューブドライヤ」

従来の非多孔質膜を用いた膜分離では、膜内外の水分濃度差に応じて透過が促進されるため、除湿が進み、水分濃度差が小さくなると、除湿効率が低下してくる。

そこで当社では、水分透過性が高く微多孔質の中空糸除湿膜を開発した。従来どおりの水分の透過に加え、

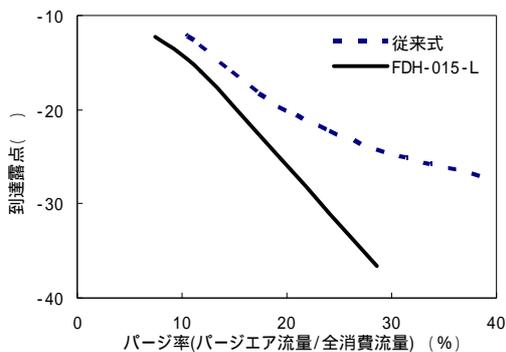


図2 パージ率(パーシユエア流量/全消費流量)と到達露点(大気圧)の関係(入気:0.7MPa/25 飽和)

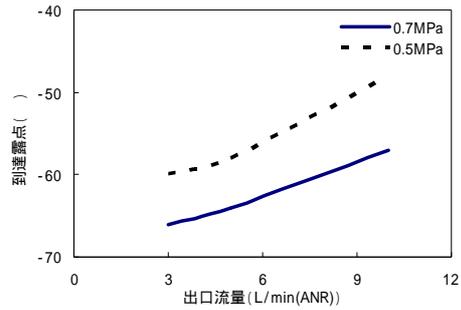


図3 各出口流量におけるFDH-030-J6の到達露点(大気圧)  
入気:冷凍式ドライヤ通過後(大気圧露点-20度)

膜表面に開いた孔から他の空気成分も一定の割合で中空糸外部へ排出する。このことにより、膜内外の水分濃度差(分圧差)以上の物質移動の推進力が加わるため、従来方式より高効率で除湿が行われる。

このシステムによって、従来方式のエアドライヤより大幅に小形で高い除湿能力を達成した。

以下に、「チューブドライヤ」の特長を示す。

1.少ないパージエア消費量(目に見える省エネ)

「チューブドライヤ」は、独自の水分排出方式「自己パージシステム」により、パージエア消費量に対し、高い除湿効率を実現した(図2参照)。従って同一性能に対して、パージ排出量が少ない。

2.高い除湿能力

「チューブドライヤ」は、製品出口流量を小さくすることによって除湿能力が急激に向上する。これは従来方式の分離膜方式のエアドライヤには見られない、「自己パージシステム」の大きな特徴である。(図2参照)その結果、低露点域では、同一性能を有する従来方式のエアドライヤに比べ大幅な小形化を達成した。

3.エア乾燥度の可視化「露点インジケータ」

大気圧露点-20~-10 程度の乾燥度で運用されるエアラインは、露点計等による水分監視設備が無いケースが多い。したがってエアドライヤを設置していても実際のエアの乾燥度を把握する事はできない。そこで、大気圧露点-20~-5 の範囲の乾燥度を把握できるよう、「チューブドライヤ」には、エア乾燥度で色相変化する「露点インジケータ」を標準搭載している。

### 5. 「チューブドライヤ」 によって達成可能な省エネ

以上の通り、「チューブドライヤ」は、低露点エアを生成する既存のエアドライヤに対し圧倒的な小形化を達成した。乾燥エアが「必要などころ」に「チューブドライヤ」を分散して設置すれば、ライン上流で除湿を行うデメリットを解消し、エア消費量を削減することができる。また、工場レイアウトも自由となり、装置スペックアップにも簡単に対応可能である。チューブドライヤは、省エネに大きく貢献する製品である。