

排 気 装 置

電気電子工学科 石野 健英

1.はじめに

排気装置は、真空を作るという意味に置いて基本的な装置です。

最近、実験装置の中には真空用排気装置は必要不可欠な物になっています。今回は、真空という事の概念的な意味と、排気装置の中でポンプについて報告しました。

1) 真空の概念

真空とは、大気圧より低い圧力状態と定義されます。そこで最初に、真空に対しての概念的で、圧力別にその性質を簡単に述べます。

①低真空及び中真空

この圧力では、まだ気体は科学的にも物理的にも連続流体としての性質を持っている。

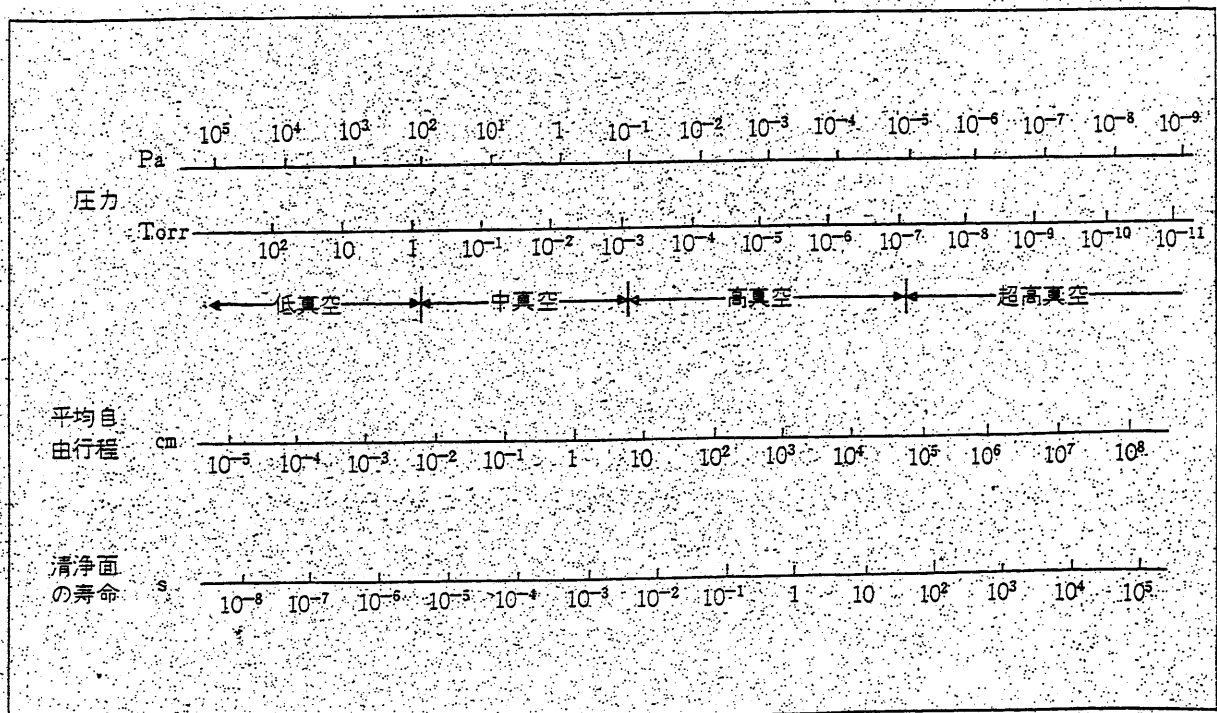
②高真空

この圧力では、気体の連続流体としての性質はなくなり、気体個々の運動の集合体つまり分子のクラスターが、散乱しているような状態になっている。

③超高真空

気体分子密度が充分小さいために、固体表面において、分子レベルで考えられるほどの空間環境、つまり清浄さを維持できる状態になっている。

表-1 真空の分類と特徴づける物理量



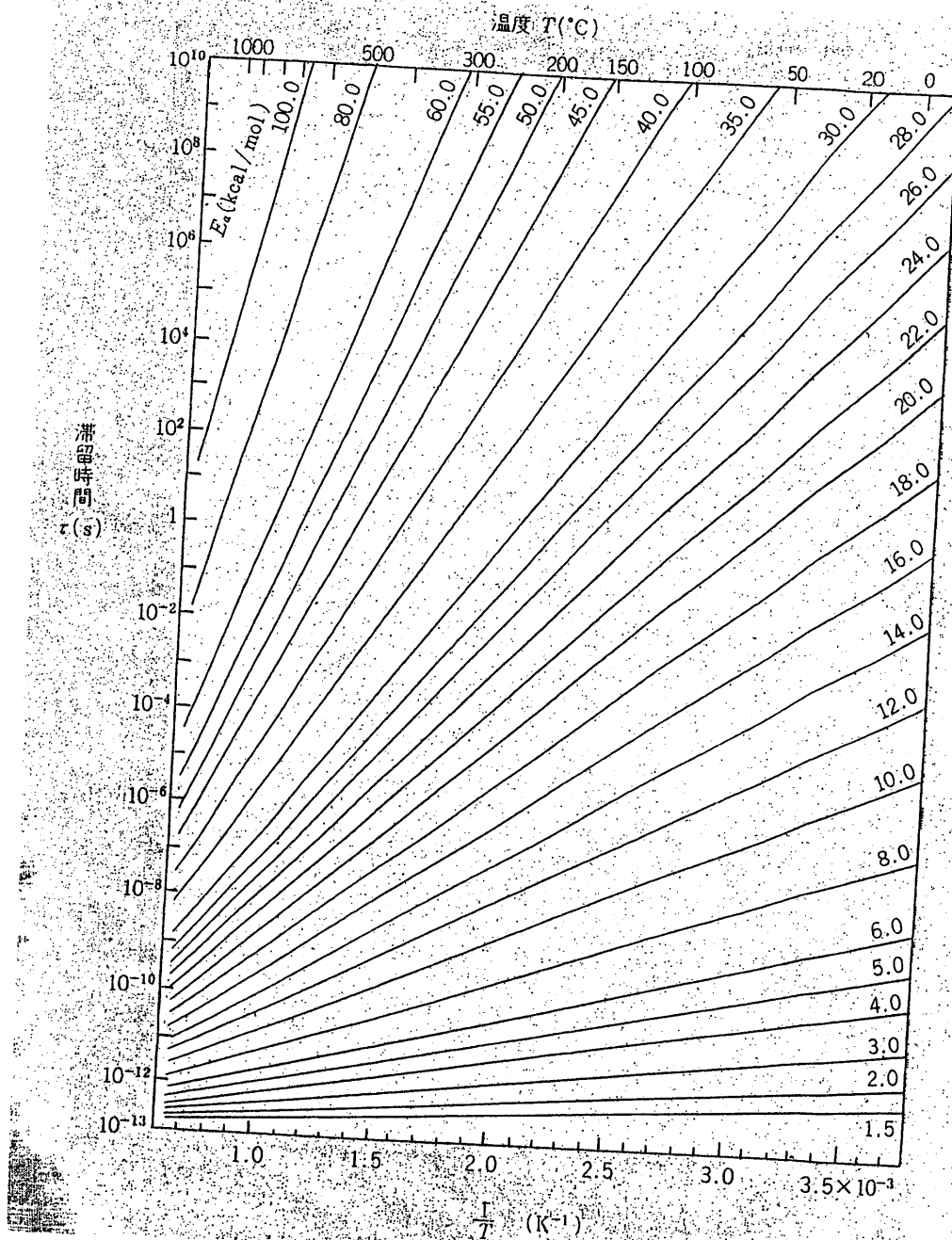


表-2 気体分子の固体表面における滞在時間

真空の分類と物理量について表-1 がありますが、これは、高真空になるほど平均自由行程が装置サイズ以上になり、超高真空には、清浄表面の寿命が30秒以上になる範囲をあらわしています。

また、気体分子の滞在時間のグラフ表-2は、気体分子の固体表面にとどまる時間をあらわしていて、分子の脱離の活性化エネルギーと温度によって与えられています。

次に、放出ガス量、圧力、排気速度の関係を簡単に式にまとめました。

(1)固体表面のガス放出について

ガス放出量：Q、単位面積当たりのガス放出量：q、容器表面積：A

$$Q=qA$$

(2)圧力について

圧力：p、排気速度：S、ガス放出量：Q

$$p=Q/S$$

ガス放出量というのは、個体の表面積に比例して大きくなり、いかに装置内表面が重要であるかという事が言えます。

2.ポンプ

表-3 真空の圧力と主な応用及びポンプ

区分	圧力 (Pa)	主な応用	主なポンプ
低真空	$10^5 \sim 10^2$	吸引 真空乾燥 CVD	ドライポンプ 油回転ポンプ ルーツポンプ ソープションポンプ
中真空	$10^2 \sim 10^{-1}$	蛍光灯、放電管スパッタリング、プラズマエッチング、CVD 核融合	ドライポンプ 油回転ポンプ ルーツポンプ ソープションポンプ
高真空	$10^{-1} \sim 10^{-5}$	ブラウン管 電子顕微鏡 薄膜製作：蒸着 スパッタリング	油拡散ポンプ クライオポンプ イオンポンプ ゲッタポンプ ターボ分子ポンプ
超高真空	$10^{-5} \sim$	粒子加速器 表面分析 MBE	油拡散ポンプ クライオポンプ イオンポンプ ゲッタポンプ ターボ分子ポンプ

次に、主な真空の圧力領域とポンプの表-3です。

低真空、中真空領域と、高真空、超高真空領域では、ポンプの種類は同じです。この中で、ドライポンプが最近多く使われるようになってきました。が、やはり油回転ポンプが安価で、小型の物の種類が多いことから低真空領域に関しては、まだ油回転ポンプが主流になっています。また、ルーツポンプ、メカニカルブースターポンプなど大排気量のポンプもあります。

ターボ分子ポンプ：タービンを高速回転することによって排気する。

閉じられた系で使用するポンプ

(排気量が有限で有るために、故障の原因になるリスクが高い。)

ソープションポンプ：吸着型のポンプで、荒引き系に用いられている。

液体窒素温度に冷却して吸着させる。マントルヒーターなどによって加熱しリフォームできる。

クライオポンプ：吸着型のポンプで、極低温に冷却し吸着させている。高真空、超高真空に用いられる。コンプレッサーを使う事によって、低温にしている為に停電時などの異常時には、吸着ガスの再蒸発による真空層の汚染を考慮する必要がある。

イオンポンプ：金属をスパッタリングする事によって気体分子を吸着させている。中真空領域での使用は、ポンプ寿命を縮める事もある。

・油回転ポンプ

ベルト型と直結型があり、それぞれ長所短所は、ベルト式は、音が静かだがベルトが切れる危険性がある。直結型は、ベルトの切れる危険性はないが、音が大きい。また、ポンプ選定で考慮すべき点は、メンテナンスの容易さで、オプション類の豊富なものがメンテナンスを容易に出来る。またオイル交換時のフラッシングに灯油を使って、1~2回、5~6分回転させることによって、ポンプ内の汚染物を除去できる。

・ドライポンプ

オイルフリーで排気できるポンプです。

スクロール型、スクリュウ型、ピストン型の3種類があり、下記にスクロール型の模式図を示します。

・油拡散ポンプ

拡散オイルと呼ばれる油の蒸発と凝縮の繰り返しによって排気される。ポンプ性能は、動作液と背圧に依存している。中真空から超高真空域まで各種のポンプがある。

・ターボ分子ポンプ

ローターを高速で回転させることにより排気させるポンプで、ローターの製造方法によっては、ダイナミックバランスがずれやすいものもある。

まとめ

排気装置といってもポンプの紹介になりましたが、何を排気するかとか、どの程度の真空圧力が必要なのかによって、ポンプの選定が変わってきます。たとえば、同じ油回転ポンプでも、排気するものによってそれぞれ違いがあります。どの場合には、どんなものが必要なのかを考えて選定して使用すればトラブルの少ない排気装置として使えると考えます。