

窒素パーズラインの最適化による 超高真空領域への高速排気

Quick Pumping to UHV by Optimizing the Nitrogen Purge Line

北野精機株式会社¹

高エネルギー加速器研究機構²

○山崎 孝¹ 四家 淳一¹ 山形 基¹ 北野 雅裕¹

西脇 みちる² 加藤 茂樹²

平成21年4月1日 筑波大学



KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

研究背景

高速排気システム開発によるメリット

- ・ 高速排気による待機時間の削減
- ・ 真空コンポーネントの消費電力の削減
- ・ 二酸化炭素ガスの排出削減



真空排気に関するこれまでの研究

- ・ 真空排気を妨げる主な原因は表面に吸着したガスの脱離である
- ・ 超高真空領域までの排気では水の脱離が深刻に影響する

KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

研究目的

『チェンバー表面に吸着する水の由来』

パージに使用するガス中の『水分』に着目

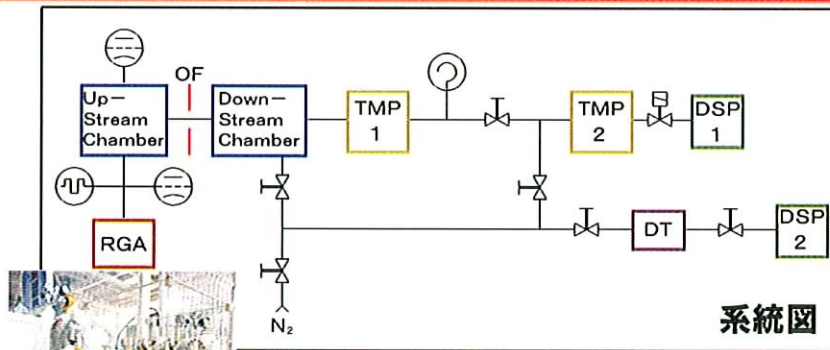


水分含有量を低減

室温排気のみで超高真空領域への高速排気

KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

装置構成



DT : 露点計 DSP : スクロールポンプ
RGA : 四重極子型質量分析計 OF : オリフィス

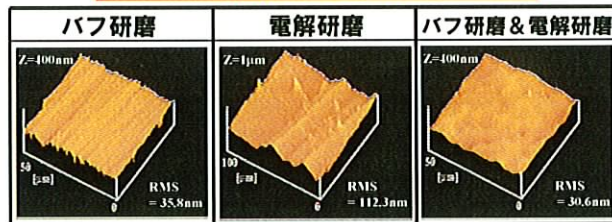
KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

表面処理状態

表面研磨していない状態
RMS=7.1 μm



バフ研磨及び電解研磨処理後
RMS=30 nm



ステンレス鋼 (SUS304) における
各表面処理後のAFM像

KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

実験方法

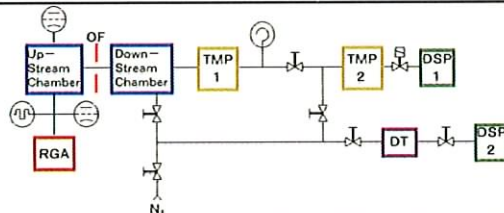
実験手順

- ① 窒素ガス (4N) をバージラインへ導入し、水分含有量を測定
- ② 窒素ガスをチェンバーへ大気圧まで導入
- ③ 窒素を封入した状態で1時間待機、又は10分間大気開放
- ④ 10分大気開放時は、開放中に窒素フロー、又は排気前にサイクルバージ
- ⑤ DSPの1及び TMPの1・2を起動し真空排気開始

ガス放出速度の測定

オリフィス法： $5.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 、297 K

導入ガス種類： 窒素または大気 (圧力測定：窒素換算)



KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

パージガス中の水分含有量

ガス種	パージラインの材質	水分含有量 (vol. ppm)
窒素	ステンレス配管	0.065
		2.6
		12
	ポリウレタンチューブ	160
大気	ステンレス配管	12000

チェンバーへ導入される窒素ガス中の水分量は
パージラインに吸着している水に影響

KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

ガス放出速度 & 高速排気

ガス放出速度

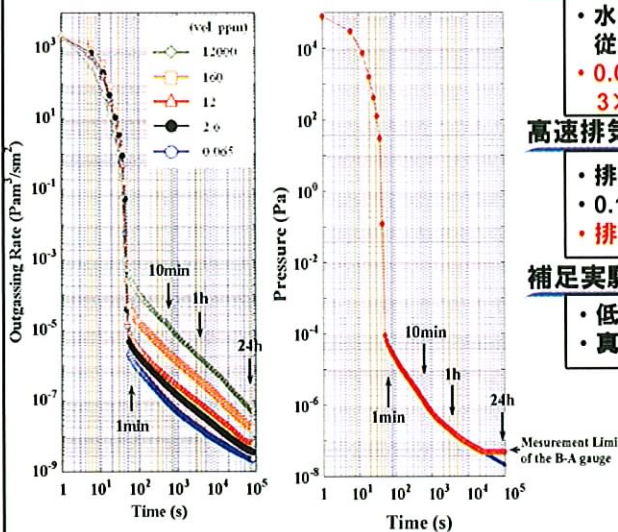
- 水分含有量が低下するに従い顕著に低下
- 0.065 vol.ppmの時
 $3 \times 10^{-9} \text{ Pam}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}$ を記録

高速排気（オリフィス無し）

- 排気速度：300 L/s
- 0.11 vol.ppmの窒素を導入
- 排気開始24時間で $3 \times 10^{-8} \text{ Pa}$

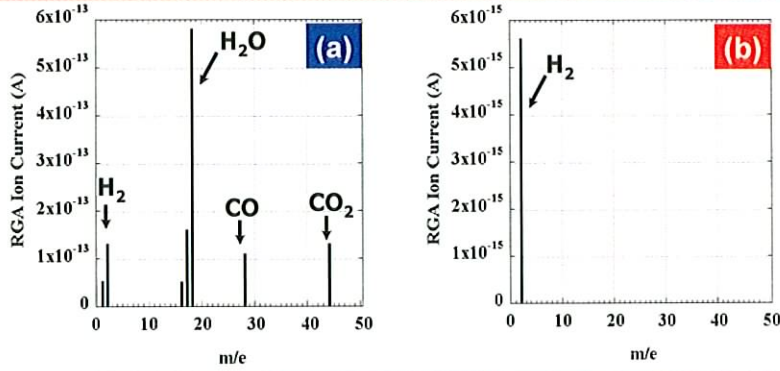
補足実験（10分大気解放）

- 低水分量の窒素をフロー
- 真空排気前にサイクルバージ



実験条件	圧力比
大気開放のみ	1
サイクルバージ	4/10
窒素フロー	3/10

残留ガス分析



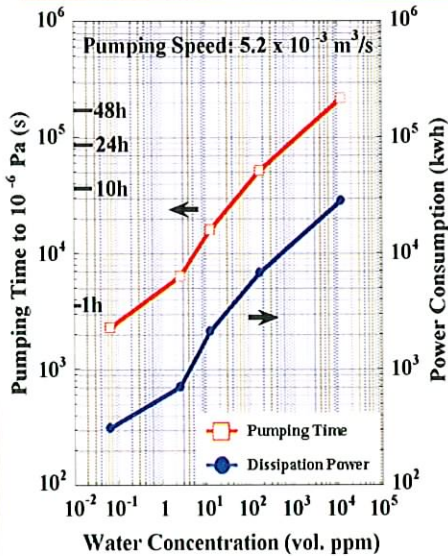
	(a)	(b)
水分含有量	12000ppm (大気)	0.065ppm (窒素ガス)
主な残留ガス種	H ₂ O	H ₂

ベーキングしたチェンバーと同等の真空環境

KITANO SEIKI

MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

排気時間の短縮と省エネ効果



水分含有量 (vol.ppm)	縮小率	
	排気時間	消費電力
0.065	1/90	1/100
160	1/4	1/20
12000	1	1

窒素ガスを導入する場合

水分含有量の削減



排気時間が12時間から
1時間弱に大幅に短縮!

KITANO SEIKI

MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958

結 論

窒素ガス中の水分が真空排気に及ぼす影響について検討を行った。

- ・ 窒素ガス中の水分量によって排気時間に大きく差が生じる。
- ・ 低水分含有量の窒素ガスを導入する事で、室温排気のみでベーキングしたチェンバーと同等の真空環境が得られる。

パージラインの低水分化によって、排気時間を1/10に短縮し、ベーキングすることなく超高真空領域への高速排気が可能



KITANO SEIKI
MADE WITH QUALITY AND PRIDE
SINCE 1958