

# 0.2%BeCu合金製チャンバー

ベーク無しで $10^{-8}$ Pa台に到達！

NEGとNEGサポートポンプで封じ切って $10^{-10}$ Pa台を保持！

■: 0.2%BeCu合金チャンバ(緑色)

(表面不動態化処理)

全容積=約4リットル

ICF 203.....1カ所

ICF 152.....1カ所

ICF 114.....5カ所

ICF 070.....8カ所

ICF 034.....1カ所

■: 取付コンポーネント

3Bゲージ

EXゲージ(魔法ニップル)

NEGポンプ(GP100)

NEGハウジング

NEGサポートポンプMIP01

ICF114ビューポート

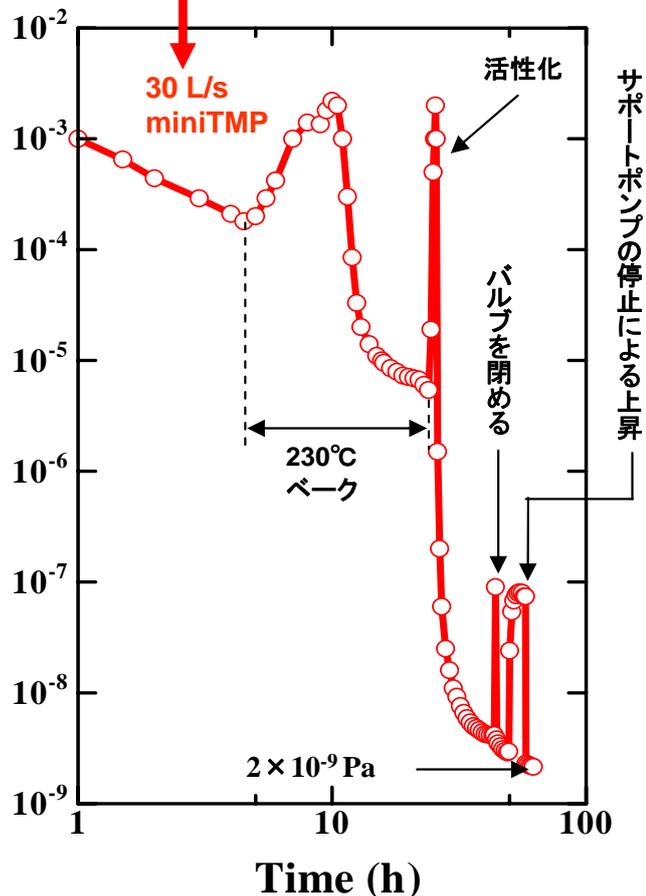
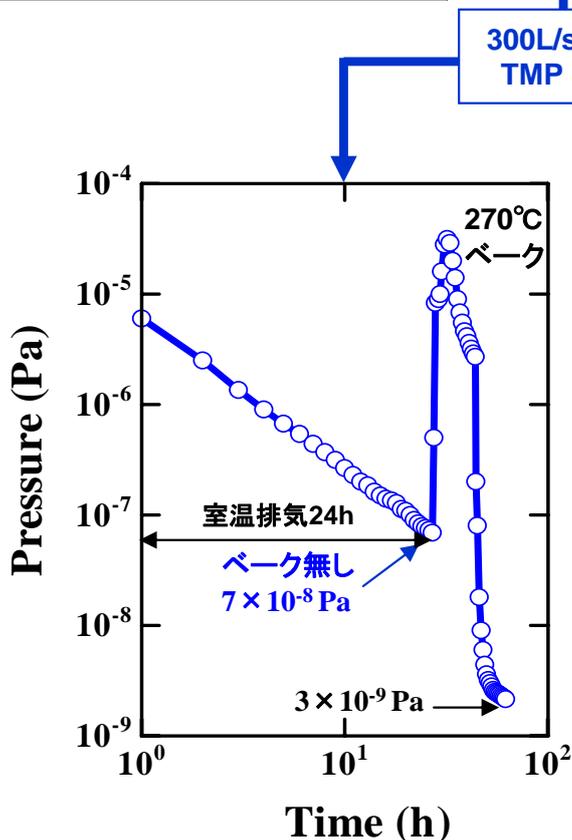
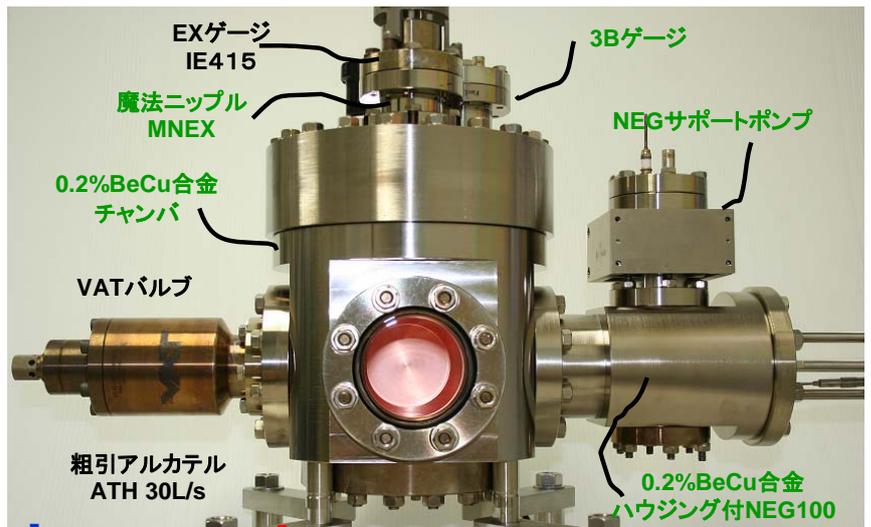
メタルアングルバルブDN40

ミニ-TMP (ATH)30

■: ゲージコントローラ

IM540×2

オール0.2%BeCu合金製チャンバーに既存(SUS)コンポーネントを組み合わせた極高真空システム



製造・販売: (有)真空実験室

# 0.2%BeCu合金とは

**0.2%BeCu銅合金**は、弊社が独自に開発した**超低ガス放出の真空構造材**です。本材料を用いて真空排気装置を作ると、**バーク無しで24h以内に $10^{-8}$ Pa台を、バーク後には $10^{-10}$ Pa台を容易に発生することが可能です。**

## ■一般的なコンフラットシールが可能

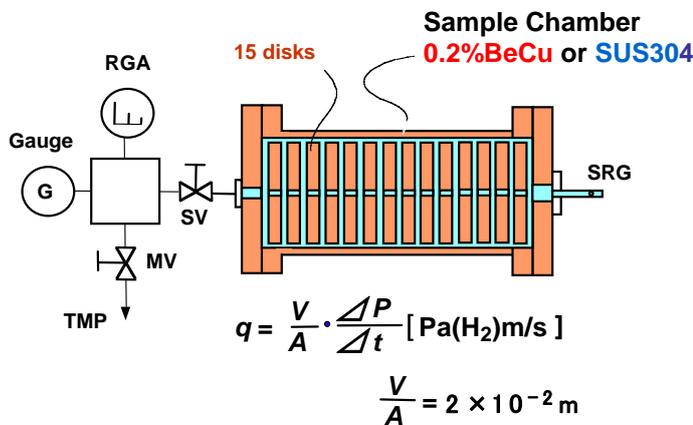
0.2%BeCu合金の硬度はステンレス鋼より固く、熱膨張係数は銅とステンレスに一致しており、一般的なコンフラットシール用の銅のガスケットを用いて既存のステンレスコンポーネントと高温のバークに耐えうる信頼性の高い真空シールが可能です。

## ■真空熱処理による特殊な不動態化処理（特許申請中）

高真空状態で0.2%BeCu材の温度を上昇させると、バルクから拡散してくる水素によって銅表面の酸化層が還元消失され、純銅表面が現れます。脱水素の妨げになる酸化膜が無くなり、バルク内の水素は一層脱水素が進行します。その後も加熱を続けると、ゆっくり**Be金属が表面に拡散し、表面を覆います**。表面が100%Be金属で覆われたところで、降温してから酸素ガスに曝し、BeO薄膜を形成します。この**BeOの膜厚は約5nmで薄く緻密**で、大気に曝したとき、再溶解水素を抑え、理想的な真空表面を維持します。不動態化処理を施した0.2%BeCu合金は“その場バーク”後のガス放出速度は **$5 \times 10^{-13} \text{Pa(H}_2) \cdot \text{m/s}$** （窒素水素換算圧では約1桁小さい $10^{-14}$ 台になる）と言う驚異的な低い値を示します。この結果は、材料から放出されてくる水素を溜め込んでスピニングロータージュで測って求める方法(装置 図左側)で、現在世界的に一番正しい水素放出量測定法として認知されている方法で得られたものです。比較のために、全く同一寸法のステンレスのサンプルも試験しました(図右側青の曲線)。

## ■ダラダラといつまでも水素を出し続けるステンレス

ステンレスの水素ガス放出は酸化膜の透過律則に従い、蓄積開始後1時間程度で一定な水素ガス放出速度になります(1時間でステンレス表面の水素吸着サイトが飽和する)。時間の経過に対する圧力上昇は45°の直線ですから、**ステンレスはいつでも水素ガス放出速度が一定**でこの値は永遠に変わらないと言われていています(50年間は同じと計算した人がいます)。



## ■ほとんどバークフリーになる0.2%BeCu合金

一方、0.2%BeCu合金(赤の曲線)は、使用すれば使用するほどガス放出が小さくなり、使い込むほど低い真空が得やすくなります。“枯れた”銅合金固体内部からの拡散する水素の量が少ないので、その場バークは水を排除するための作業だけで済み、**長時間のバークは不要です**。0.2%BeCu合金(図右の赤の曲線)は、合金の表面吸着サイトが水素原子で完全に覆われるまで、3週間も時間が必要です。ステンレス表面も銅合金表面も、吸着サイトの数は大差有りませんから、この時間差は0.2%BeCu合金の水素放出(原子)が非常に小さいことを意味しています。そして、3週間経てからようやく一定な直線で水素ガスが上昇始めます。その上昇の仕方は、時間に $\sqrt{t}$ の形です。これは放出されてくる、水素ガスが拡散律速になっていることを意味しています。即ち、バルク内の水素の濃度が、真空表面に近いほど薄くなっているということです。そして**ガス放出は $1/\sqrt{t}$ の形で徐々に減って行きます**。

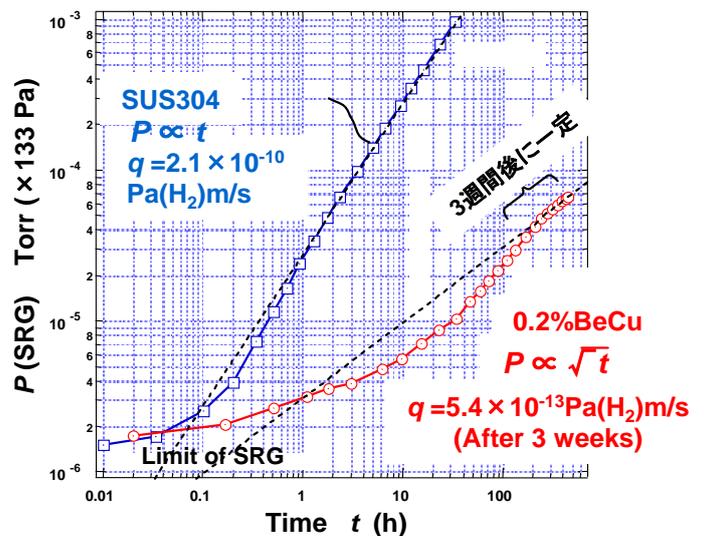
## ■その日のうちに実験まで

また、昇温後数10分程度でヒータを切った場合でも、降温後は、容易に超高・極高真空に到達できます。ですから、電子顕微鏡、表面分析装置を始め、大気開放を繰り返す超高真空排気装置を0.2%BeCu合金に適用すれば、短時間で超高真空、極高真空を達成することが可能です。

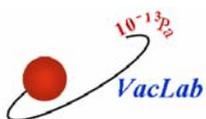
## ■シンプル、ローパワー、高効率

0.2%BeCu合金は、ステンレス鋼に比べて熱輻射率では1/4まで小さく、熱伝導率は210W/m/kで逆に13倍も大きく、純アルミニウムと同等です。そして高電気伝導材料です。また、切削加工性に優れ、複雑な構造物を高精度で製作することが可能です。これらの物理的特長から、**0.2%BeCu合金**は、ステンレスやチタンでは全く考えられなかったような極めて**ローパワーなシステムの設計や、シンプルで高効率な加熱システム**のデザインが可能です。

水素ガス圧力上昇曲線 (20°C室温)



<参考文献> JVST A22, (2004) 181 with 739.



特殊真空計測器の開発及び販売、受諾ガス分析、真空に関するコンサルタント

株式会社 **真空実験室**

〒305-0035 茨城県つくば市松代 2-10-2, SOHO103  
 TEL:029-861-8833 FAX:029-861-8859  
 Email:info@vaclab.co.jp  
 URL http://www.vaclab.co.jp