

極低温機器用冷媒候補物質 N₂O の 磁気浮上密度計を用いた熱力学性質測定

SATテクノロジー・ショーケース2020

■ はじめに

近年、地球温暖化などの環境問題に対する取り組みとして、パリ協定やモントリオール議定書キガリ改正において地球温暖化の原因となる物質の削減が求められている。そういった背景の中で、ルームエアコンや給湯器などについて低GWP(地球温暖化係数)冷媒の開発や評価が行われているが、業務用冷凍庫などの極低温機器の作動流体として主に用いられているHFC系冷媒のR23はGWPがCO₂の14800倍と高く、将来的に代替物質が必要となる。

そこで、本研究ではGWPがR23より低く、沸点、三重点が低いことから、極低温域での利用が期待される亜酸化窒素(以下、N₂O)に着目し、その熱力学性質を測定することを目的とする。

■ 活動内容

1. 測定方法

本研究では熱力学性質の中でも、機器の性能評価、設計等に幅広く用いられるPVT性質の測定を、磁気浮上密度計を用いて行った。

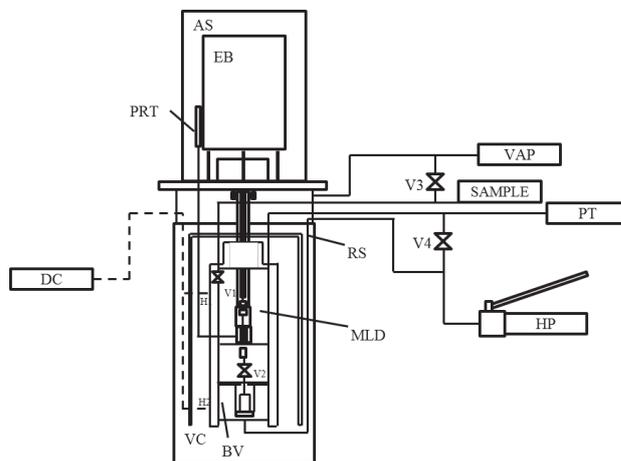
実験装置の外観をFigure 1に示す。測定セル内に冷媒を充填し、温度および圧力を制御、測定する。この際の密度を電子天秤で測定する。温度はクライオスタット内のヒータを加熱により制御を行い、圧力はサンプルボンベから圧力コントローラを介して直接制御する。密度は以下の式を用いて算出する。

$$\rho = \rho_{Si} \frac{M_{Si} - \Delta M + C_B(B_2 - B_3) - (f_2 - f_3)/g}{M_{Si}}$$

測定の結果をFigure 2に示す。

2. 蒸気圧測定

気液の相変化を伴う冷凍サイクルに対象としたN₂Oを実装することを鑑みると、実際の作動温度である低温域での蒸発、凝縮時の熱物性を正確に把握することが必要である。そのため、蒸気圧の測定ならびにデータの蓄積が重要である。国際基準で定められた蒸気圧の状態方程式における許容不確かさは0.2 %¹⁾であり、この値を下回る信頼性の高いデータが求められる。



MLD: Magnetic Levitation densitometer cell, BV: Bellows Vessel, EB: Electric Balance, AS: Air Shield, PRT: Standard Platinum Resistance Thermometer, RS: Radiation Shield, AB: Aluminum Block, DC: DC power supply, H1, 2: Heater, VC: Cryostat, V1-4: Valve, PT: Quartz oscillation Pressure Transducer, HP: Booster Pump

Figure 1 Magnetic levitation densitometer

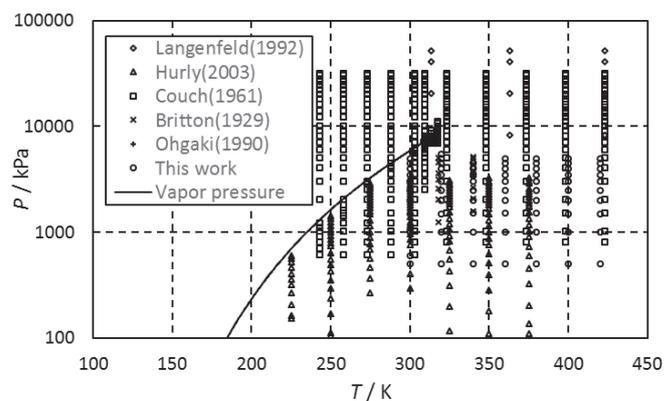


Figure 2 PVT property of Nitrous oxide

■ 参考文献

- 1) E. W. Lemmon: Short Fundamental Equations of State for 20 Industrial Fluids: J. Chem. Eng. Data 2006 51, (2006)

■キーワード: (1) PVT性質
(2) ヒートポンプ
(3) 極低温機器

■ 共同研究者:

粥川洋平(かゆかわ ようへい)
産業技術総合研究所計量標準総合センター工学計測標準研究部門
藤田佳孝(ふじた よしたか)
産業技術総合研究所計量標準総合センター工学計測標準研究部門
山口誠一(やまぐち せいいち)
早稲田大学基幹理工学部機械科学・航空学科
齋藤潔(さいとう きよし)
早稲田大学基幹理工学部機械科学・航空学科

代表発表者 寺石 遼馬(てらいし りょうま)
所属 早稲田大学基幹理工学研究科
機械科学専攻 齋藤・山口研究室
問合せ先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 58-212
TEL:03-5286-3259 FAX:03-5286-3259