

目次

- 0. はじめに
 - 緊急昇温/冷却モード
 - 制御ループと制御システムの構成
 - 2-9 運転形態と運転体制
- 1. 冷凍の原理と基本的な冷凍サイクル
 - 1-1 超伝導と液体ヘリウム
 - 1-2 寒冷の発生
 - 気化線熱による冷却 (凝縮冷却機)
 - 断熱仕事膨張による冷却 (膨張エンジン)
 - 断熱自由膨張による冷却
 - 1-3 理想的な液化サイクルと冷凍サイクル
 - 理想的な液化サイクル
 - 理想的な冷凍サイクル (カルノー-サイクル)
 - 1-4 基本的な実用の液化サイクル
 - ジュール-トムソン液化サイクル
 - クロード液化サイクル
 - 1-5 ヘリウム冷凍装置
 - 液化機と冷凍機
 - 液化冷凍混合モード
 - 1-6 代表的なヘリウム冷凍機
 - クロード型ヘリウム冷凍機
 - 分離ブライトン型ヘリウム冷凍機
 - 実用のヘリウム冷凍機
- 2. ヘリウム冷凍機の実際
 - 超伝導加速空洞ヘリウム冷凍装置 (6.5 kW at 4.4 K)
 - 2-1 超伝導加速空洞
 - 2-2 冷凍負荷とヘリウム冷凍装置の冷凍能力
 - 2-3 超伝導加速空洞ヘリウム冷凍装置のシステム構成
 - 2-4 ヘリウム冷凍装置の冷凍サイクル
 - 2-5 超伝導加速空洞ヘリウム冷凍装置の主要構成機器
 - ヘリウム循環圧縮機
 - 熱交換器
 - 膨張タービン
 - 液化窒素循環装置
 - 2-6 超臨界タービンによる冷凍能力の向上
 - 2-7 ヘリウム冷凍機の効率
 - 2-8 冷凍システムの運転モードと制御
 - 冷凍システムの運転モード
 - 初期冷却モード
 - 液化運転モード
 - 定常運転モード
- 3. 超流動ヘリウム冷凍機
 - 3-1 超流動ヘリウム冷凍機の必要性
 - 3-2 超流動ヘリウムの性質と生成
 - 3-3 超流動ヘリウム冷凍機の構成
 - 3-4 実用の超流動ヘリウム冷凍機
 - 室温排気ポンプ
 - 低温排気ポンプ
- 4. SSC ヘリウム冷凍システム
 - 4-1 SSCヘリウム冷凍システムの構成
 - ヘリウム液化サイクル
 - 4 K ヘリウム冷凍サイクルと液化ヘリウム循環サイクル
 - 20 K 輻射シールド冷凍サイクル
 - 4-2 超伝導マグネットの冷却方式
- 0. はじめに

近年、超伝導技術の高エネルギー加速器、核融合装置等の大型装置への応用が本格化しており、これらを液化ヘリウム温度まで冷却保持するための大型ヘリウム冷凍/液化装置が世界中に数多く建設されている。米国フェルミ国立加速器研究所 FNAL では世界で最初の直径 2km の超伝導陽子シンクロトロン Tevatron (1000 GeV) を完成させ 1983 年より営業運転を行なっている。旧西独の電子シンクロトロン研究所 DESY では直径 1.6 km の陽子-電子衝突リング HERA (820 GeV x 30 GeV) の陽子用の超伝導加速器が完成し試運転を開始している。本研究所の電子-陽電子衝突リング TRISTAN (32 GeV x 32 GeV) でもビームエネルギーの増強用に超伝導高周波加速空洞、衝突点でのビームの収束用に超伝導四極マグネットが建設され稼働している。土岐の核融合研究所では超伝導ヘリカル装置の建設が、米国のテキサスではリング周約 87 km 超伝導大型加速器 SSC (Superconducting Super Collider) (20 TeV x 20 TeV) の建設が進められている。またスイスにあ