

Title	部品信頼性評価に基づく製品設計手法とそれを用いた 冷蔵庫用往復動式圧縮機の小型化に関する研究
Author(s)	野崎, 務
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48700">https://hdl.handle.net/11094/48700</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていない ため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利 用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文につい て <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	野崎 務 <small>の ざき つとむ</small>
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 22095 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科ビジネスエンジニアリング専攻
学位論文名	部品信頼性評価に基づく製品設計手法とそれを用いた冷蔵庫用往復動式 圧縮機の小型化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 座古 勝  (副査) 教授 豊田 政男 教授 佐藤 武彦 准教授 倉敷 哲生

#### 論文内容の要旨

機械構造を小型化するために各要素の機能を明確化し、さらに必要な寸法及び材料の決定、組立を勘案した部品機能の評価と評価に応じた対応策が必要であることから、その手法の体系化を図った。そして、その手法を冷蔵庫用往復動式圧縮機に適用し、その有効性を示した。

地球環境保護の観点から冷蔵庫に使用される冷媒が代替フロン R134a からノンフロン冷媒 R600a に変更されることに伴い生じる技術的課題として、冷媒物性の違いによる行程容積の増加が挙げられる。一般に行程容積の増加はシリンダボア径の拡大により行われ、シリンダの剛性低下を防ぐためにシリンダが大型化する。一方、冷蔵庫の内容積確保の観点から圧縮機の小型化が求められ、技術的矛盾が生じている。また CO<sub>2</sub> 排出量の削減のため、冷蔵庫の消費電力の大半を占める圧縮機の効率向上が求められている。また、冷蔵庫は電源投入後、7～10 年間は連続運転され、高い信頼性が求められるとともに、近年の価格競争の激化に伴い低コスト化が必要な製品である。

かかることから、冷蔵庫用往復動式圧縮機の小型かつ高効率とすることを目的とし、シリンダを大型化することなく組立変形を低減する手法について、実験及び解析により検討した。更に、圧縮機を小型化する構造として、ピストンとコネクティングロッドをボールジョイントにより連結した構造を取り上げ、その信頼性を確保するために、疲労及びトライボロジーについて実験及び解析により検討した。

論文は 6 章構成とし、第 1 章では緒言として家庭内で消費電力が多い家電品のひとつである電気冷蔵庫に着目し、その開発の経緯について概観しさらに主要部品である密閉型レシプロ圧縮機の開発の経緯と課題について概観した。

第 2 章では冷蔵庫用圧縮機を高効率化・高信頼性化する際に検討すべき案件について記述し、冷蔵庫用圧縮機を構成する上で必要となる概念について記述した。

第 3 章では圧縮機を組み立てるときに生じるシリンダ変形に着目し、その変形の発生要因について記述した。さらに、シリンダの高剛性化と小型化を両立する手法について検討した。

第 4 章では冷蔵庫用圧縮機で多用される焼結材に着目し、その疲労特性及び評価方法について記述した。

第 5 章では小型化に必要なボールジョイントの信頼性確保について記述し、組立の容易さと高信頼性を両立する手法を提案した。

第 6 章では各章で得られた知見をまとめ、結言とした。そして、部品機能及び使用する材料を考慮に入れた部品一

体化手法の有効性を示した。さらに、組立容易なボールジョイント構造の採用により、加工精度を向上することなく部品一体化を可能であることを示した。

## 論文審査の結果の要旨

一般家庭で使用される家電製品の中で最も消費電力量の多い製品の一つである冷蔵庫を対象に、内容積拡大のために必要である、圧縮機の小型化を研究課題としている。冷蔵庫は7～10年間連続運転される機器であるため、冷蔵庫に使用される圧縮機は非常に高い信頼性が要求される。従来、冷蔵庫の冷媒としては代替冷媒である R134a が使用されてきたが、国内では地球環境保護の観点からオゾン破壊係数及び地球温暖化係数の低い、ノンフロン冷媒 R600a に順次切り替えられている。ノンフロン冷媒 R600a を冷蔵庫の冷媒として使用するためには代替冷媒 R134a と比べて圧縮機の行程容積を 1.8 倍程度に拡大しなければならず、適用するためには圧縮機の大型化が必要であり、冷蔵庫内容積拡大のための圧縮機の小型化と相反する技術的課題を抱えている。また、冷蔵庫の省電力化のために圧縮機の体積効率及び圧縮機効率が高効率である必要がある。

本論文では上記事由を鑑みて、小型化を具現化するために、材料を念頭に置いた部品統合化手法の提案と、それを実現するための手法を構築することを研究目的としている。具体的には、部品の統合と必要機能の明確化に基づいた再配置により、圧縮機の信頼性確保と効率向上に影響が大きいシリンダボアの組立変形に着目し、シリンダヘッドを取付ける際の締結により得られる機能と、その機能と小型化を両立するためのボルト位置の適正化を行っている。また、シリンダとフレームの統合によりシリンダボアの変形要因を無くし、シリンダの高剛性化と小型化の両立を図っている。また、シリンダとフレームを一体化するためには、ピストンとコネクティングロッドの連結機構をボールジョイントとしたコネクティングロッド機構が有効であることを示している。ボールジョイントを構成するためにはピストンとコネクティングロッドを複雑形状としなければならないため、ニアネットシェイプが可能な焼結材の適用が有効である。そして、強度部材に適用する場合に必要な焼結材の疲労特性の把握方法について、ばらつきの発生要因の把握及びその評価手法を提案し、実証している。さらに、寸法精度を向上することなく部品の一体化を可能とする、ピストン-コネクティングロッド連結機構部のボールジョイント化に際し、ゾンマーフェルト数が低く摺動信頼性の確保が厳しい状態を克服する耐荷重性の高いボールジョイント構造とするための信頼性確保手法を提案し、実証している。

本論文は、冷蔵庫用往復動式圧縮機を対象として、部品統合化手法の提案と、その方策としてボールジョイント機構の採用による圧縮機の小型化について纏めたものである。提案手法により、寸法精度を向上することなく圧縮機を小型化可能となった。また、取り上げたボールジョイント構造は、冷蔵庫用圧縮機のみならず、高負荷となる連結機構を有する多くの製品に適用できることから、汎用性の高いものとする。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。