



Title	CRT(Cathode Ray Tube)用バルブの構造強度特性に関する研究
Author(s)	伊藤, 順子
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42092">https://hdl.handle.net/11094/42092</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	伊 藤 順 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 14994 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 11 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 精密科学専攻
学 位 論 文 名	CRT (Cathode Ray Tube) 用バルブの構造強度特性に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 片岡 俊彦 (副査) 教 授 芳井 熊安 教 授 森田 瑞穂 教 授 青野 正和 教 授 森 勇藏 教 授 広瀬喜久治 教 授 梅野 正隆 助教授 中野 元博

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、CRT (Cathode Ray Tube) の外囲器であるバルブと称するガラス製真空容器の構造強度特性に関する評価技術の確立を目的としている。静的・動的荷重下での CRT 用バルブの構造強度特性に関する実験と解析を行い、定量的な安全性評価の手法を提案し、その成果をまとめて軽量化バルブの開発に成功したもので、次の 7 章から構成されている。

第 1 章では、高度情報化社会の発展を支える情報端末機器として CRT や LCD (Liquid Crystal Display)、PDP (Plasma Display Panel) などの表示装置の進展を概観し、CRT ディスプレイの現状について整理するとともに、本論文の構成を述べている。

第 2 章では、CRT の基本構造を示すとともに、CRT の“爆縮”、すなわち、“CRT は内部が真空のため、衝撃等により破壊するとガラス破片が一旦内部に吸い込まれ、その後外部に飛散する現象”を防止するための各種防爆構造と、その安全性を評価・判定するための各国の安全規格について整理し、問題点を明らかにしている。

第 3 章では、バルブガラスの強度特性について論じている。ガラスは表面傷により強度が低下するため、傷の有無について通常の静的強度特性、および、長時間の遅れ破壊強度特性を把握し、バルブの長期信頼性を定量的に評価する上で必要なガラスの強度特性を明らかにしている。

第 4 章では、バルブの静的構造強度について論じている。CRT 用バルブは製品状態で周囲からの大気圧と防爆のためのバンド締め付け力を受けており、10 年間の製品保証期間において十分な強度信頼性を有する必要がある。そこで、バンド締め付けがバルブ真空時の変形・応力に及ぼす影響を実験と解析により明らかにし、これらのシミュレーション技術と前章のガラスの長期強度特性を用いて、CRT 用バルブの長期信頼性を保証する設計が可能となることを示している。

第 5 章では、バルブの動的構造強度について論じている。バルブの衝撃強度特性の定量化を図るために、計装化落重試験機を用いてバルブに重錐を衝突させたときの衝撃荷重やひずみを計測するとともに、実験に対応した衝撃解析を行い、重錐の衝突速度や打撃点の影響を明らかにしている。さらに、実験と解析の比較検討により、爆縮に至るか否

かの強度を考察し、衝撃荷重に対するバルブの強度設計指針を明らかにしている。

第6章では、3、4、5章で述べたガラス強度特性、静的・動的シミュレーション技術、および、強度設計基準を、フラットフェースバルブの開発に適用し、大幅な軽量化を達成するとともに、安全規格試験に対しても十分な耐衝撃性を有する構造であることを事前予測し、試作により実証することで製品化した事例を示している。

第7章では、本研究を総括し、得られた成果をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

CRT (Cathode Ray Tube) は、LCD (Liquid Crystal Display) や PDP (Plasma Display Panel) などの新しい表示装置と比較して高い画質性能を低価格で実現し、最もコストパフォーマンスにおいて優れているので、今日、ディスプレイの代表の座を占めている。しかし、CRTの外囲器であるガラスバルブは重いという欠点を持っており、その軽量化はディスプレイの大型化に対して重要な課題となっている。軽量化のための限界設計を達成するには、CRT用バルブに対し、ガラス製真空容器として大気圧荷重下での長期信頼性を含めた静的構造強度特性、および、万一の衝撃荷重による破壊事故を防止するための動的構造強度特性の定量的評価技術を確立する必要がある。本論文の目的は、このようなCRT用バルブの構造強度特性を評価するための実験と解析技術を確立することにある。主な成果をあげると次の通りである。

- (1)ガラスの静的強度に及ぼす表面傷の影響を破壊力学的手法により定量的に評価し、さらに、ガラス強度の時間依存性について検討を行い、 $10^4$ 時間以上の遅れ破壊強度が静的強度の約0.45に漸近することを明らかにしている。
- (2)遅れ破壊強度特性の確率分布は静的強度の分布で近似できることを示し、バルブガラスの強度設計基準は、遅れ破壊強度特性の破壊確率50%の値と静的強度特性の確率分布形態から推定できることを明らかにしている。
- (3)大気圧や防爆用バンド締め付け等の静的荷重下でバルブに生じる変形・応力をシミュレーションする技術を確立し、バルブの長期信頼性 ( $10^5$ 時間、信頼度99.999%) を保証するための適切な防爆構造設計手法を明らかにしている。
- (4)各国の安全規格試験ではCRT破壊時のガラス破片の飛散量により合否判定が行われ、バルブの衝撃強度を定量的に評価できないので、安全規格試験に対応した計装化落重試験法とその衝撃応力解析を新たに提案し、CRTのフェース中心よりフェース角部の方を打撃される試験の方が厳しい条件であることを定量的に示している。
- (5)これまでに実施例のないバルブの衝撃解析に関して、本研究でそのシミュレーション技術を確立し、爆縮を引き起こす際の応力を明らかにすることにより、バルブの安全性評価において重要な爆縮に至るか否かの衝撃強度設計基準を初めて提示している。
- (6)以上で述べた評価技術の成果を、最新のフラットフェースバルブの軽量化に適用し、GA (Genetic Algorithms) を用いた独自の最適化手法により、20%の大幅な軽量化を図るとともに、衝撃解析により耐衝撃性を事前予測し、試作により実証している。
- (7)最新の軽量化されたフラットフェースバルブは、現在、21型ディスプレイモニタ用CRTとして製品化が行われている。

以上のように、本論文は、CRT用バルブの構造設計上必要不可欠なガラスの強度特性を測定するとともに、静的・動的荷重下での高精度なシミュレーション技術を確立して、強度設計基準を明らかにしており、これらのガラス構造体に関する強度評価技術は、今後、CRTの他、LCDやPDPなどの新たな表示装置の安全性評価と構造強度設計に応用発展できるものと考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。