



Title	Nonlinear System Identification and Control Based on the Wiener Model
Author(s)	田, 才忠
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43544
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	でん さい ちゅう 田 才 忠
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 1 1 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学 位 論 文 名	Nonlinear System Identification and Control Based on the Wiener Model (ウィナーモデルに基づく非線形システムの同定と制御)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤 井 隆 雄 (副査) 教 授 田 村 坦 之 教 授 潮 俊 光

論 文 内 容 の 要 旨

近年、非線形制御への関心の高まりとともに、非線形システムの同定問題がその重要性を増している。特に、非線形性が強く現れる実システムの制御問題では、非線形システムのモデリングと制御技術に対し実用的な手法の確立を望む声が高まっている。本研究では、ウィナーモデルに基づく実用性が高い非線形システムの同定と制御手法を提案した。

ウィナーモデルに基づく非線形システムの同定については、種々のパラメトリックな同定法が提案されているが、1) 非現実的な制約が多い、2) モデルパラメータの変動に対応できない、3) モデルパラメータの収束性、などの問題点がある。これに対し、本研究では従来研究でも用いられていた部分空間同定法にモデルパラメータの最適化手法を組み合わせて、上記の問題点を解決すると同時に、同定コストが低く実用性の高い同定法を開発した。

一般の非線形システムに対する制御器の構造は Van der Shaft らにより非常に概念的な結果が得られているが、実際の設計の際には見通しが悪い。本研究では、Extended Kalman Filter と ILQ 制御で構成する制御系構造を用い、今までの線形システムに有効な制御理論と設計手法をそのままウィナー型非線形システム制御に拡張できた。その結果、設計手順と実装が容易となった。

本研究で提案した手法を半導体製造装置における熱プロセスシステム RTP の同定と制御へ応用した。RTP プロセスが大きい温度範囲で非線形性を有するため、従来研究では、線形近似により線形システム同定と制御が行われたが、同定手順の複雑、有効範囲が小さいなどの問題点がある。本研究では、広い非線形システムを表現できるウィナーモデルを用いることにより、直接非線形システム同定と制御を行うから、従来研究より高精度な予測モデルと制御が得られた。今後、一般製造プラントやロボットなど知能システムを含む広い分野への応用も期待している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

近年、非線形制御への関心の高まりとともに、非線形システムの同定問題がその重要性を増している。特に、非線形性が強く現れる実システムの制御問題では、非線形システムの同定と制御に対し、実用的な手法の確立を望む声が高まっている。このような背景のもと本論文では、ブロック指向モデルの一つであるウィナーモデルに着目し、このモデルに基づく非線形システムの同定と制御問題を実用的な観点から考察している。

非線形システムの同定法は、用いる非線形モデルによりその手法が大きく異なる。中でもブロック指向モデルは、現実の非線形システムに多く見られる動的線形部と静的非線形部の結合で構成されるため、同定コストが軽減できる等の様々な実用上の利点がある。その代表であるウィナーモデルに基づく非線形システムの同定については、これまでに種々のパラメトリックな同定法が提案されているが、(1)非現実的な制約が多い、(2)モデルパラメータの変動に対応できない、(3)モデルパラメータの収束性が保証されていない、などの問題点がある。これに対し、本論文では従来からの部分空間同定法にモデルパラメータの最適化手法を組み合わせることで、上記問題点を解決すると同時に、同定コストが低いなど実用性の高い同定法を提案している。

一方、一般の非線形システムに対する制御器の構造については、非常に概念的な結果も得られているが、実際の設計では見通しが悪いなどの欠点がある。本論文では、従来の線形制御理論がウィナー型非線形システムにそのまま適用できる点に着目して拡張 Kalman Filter と ILQ 制御を組み合わせることで制御系を構成し、従来の線形サーボ系設計法を自然な形でウィナー型非線形システムに拡張した。その結果、設計手順と実装が大幅に容易になった。

本論文では、さらに提案手法を半導体製造装置での RTP 熱プロセスシステムの同定と制御へ応用している。RTP プロセスは広い温度範囲で非線形性を有するため、線形近似モデルに基づく従来研究では様々な実用上の問題があった。本論文では、広い非線形システムを表現できるウィナーモデルを用いて非線形システムの同定と制御を直接行う結果、従来よりも高精度な予測モデルと制御結果が得られている。

以上のように、本論文はウィナーモデルに基づく非線形システムの同定と制御手法を提案し、それを半導体熱プロセスシステムに応用してその有効性を確認したものである。その理論上の意義はもとより、実用上の意義は大きく、博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認める。