

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 氏名(本籍)  | 中野公一(東京都)                     |
| 学位の種類   | 博士(工学)                        |
| 学位記番号   | 博甲第6468号                      |
| 学位授与年月日 | 平成25年3月25日                    |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当                  |
| 審査研究科   | システム情報工学研究科                   |
| 学位論文題目  | 粒子分散系材料のカーテンコーティングに関する流体力学的研究 |

|    |         |        |      |
|----|---------|--------|------|
| 主査 | 筑波大学教授  | 工学博士   | 京藤敏達 |
| 副査 | 筑波大学教授  | 博士(工学) | 阿部豊  |
| 副査 | 筑波大学教授  | 工学博士   | 武若聡  |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 工学博士   | 文字秀明 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士(工学) | 榊原潤  |

### 論文の内容の要旨

本研究では、機械振動、基材凹凸などの外乱の影響が排除可能な塗布方式であるカーテンコーティングを高精度・粒子分散系薄膜製品の製造に用いる際の課題である粒子濃度の不均一性、塗布欠陥発生の予測方法の開発を目的とした。

新規解析手法の開発として、近年増加している粒子分散系材料を用いた製品を想定し、生産時課題となる金型分配室内部の粒子沈降に対して、1次元流れの運動方程式、粒子沈降モデルおよび粒子濃度分布の数値計算法を導出すると共に、製品品質を保証するために、スリットから流出する粒子濃度モデルを新たに拡張した。また、より均一濃度で塗工可能とするため、分配室内部流動は1次元流れ、スリット内部は2次元流れの運動方程式で導出する手法を開発し、吐出量偏差を検証した結果、多種のプロセス条件の変動に対して、頑健な手法であることを確認した。さらに、スリット内部への粒子材料の付着などによる塗工欠陥予測へ応用した。上記結果から、押出し金型による液膜形成に関する吐出流量偏差の抑制および粒子分散系材料での課題を解決した手法が開発できた。さらに、落下液膜が薄膜化することにより生じる波の発生について、塗布欠陥要因である Varicose mode の解析を進め、外乱による波の発生を高精度の予測できることを確認した。また、塗工欠陥予測へ応用した。最終的に、コーティング実験を実施し、落下液膜が破れる臨界ウェーバー数前後の挙動を確認すると共に、コーティング実験を実施し、薄膜での塗工可能領域が確保できることを確認した。

### 審査の結果の要旨

粒子分散系材料の薄膜カーテンコーティングは、コーター分配室内粒子の不均一性、カーテンの欠陥およびカーテン流れの不安定性が問題となっている。本研究では、粒子分散系材料のコーター内部における濃度を予測することで粒子の均一性を保つための条件を提示し、さらに薄膜製品製造時の欠陥発生の原因を特定する方法を提案している。また、高精度薄膜を生成する際にカーテンに現れる流れの不安定性に関連して塗

布可能領域を実験的に求めた。さらに、カーテンコーティング方式の新たな応用に向けた課題を提示した。実用面に沿った研究内容であり、粒子分散系液体のコーター内部流れからカーテンの生成と内容の幅が広い。一方で、個々の課題に対しては研究の深さに欠けるが、博士論文として十分な内容を有する。

平成 25 年 1 月 29 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。