

氏名(本籍)	杉田 栄彦		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 7295 号		
学位授与年月日	平成 27 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	同期絞りスピニング加工に関する研究		
主査	筑波大学 教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	荒井 裕彦
副査	筑波大学 教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	神徳 徹雄
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	相山 康道
副査	筑波大学 准教授	博士(情報科学)	望山 洋
副査	筑波大学 准教授(連携大学院) (産業技術総合研究所)	博士(工学)	原田 研介

論文の要旨

本論文では、板材から異形断面形状を有する筒形状を成形できることを特徴とした、同期絞りスピニング加工を扱う。スピニング加工とは、板材や管材を回転させながらローラを押し付け、逐次的に所望の形状に成形する塑性加工で、少量多品種生産に適している。近年、異形断面形状のスピニング加工が研究されているが、その中で電池ケースや液体容器、電気機器の筐体などのニーズに応えるため、底付箱型形状の成形を目標とする。板材から円筒形状を成形できる絞りスピニング加工と、主軸の回転に同期した工具軌道で異形断面形状の成形を行う同期スピニング加工を組み合わせた同期絞りスピニング加工を開発し、その評価を行った。絞りスピニング加工では加工ローラを金型表面付近から素板外周まで往復させる必要があるが、異形断面形状の成形には主軸の回転に同期した3次元の非常に複雑な工具軌道が必要になる。この問題に対し本加工法の工具軌道は、絞りスピニング加工の工具軌道を、異形断面形状の金型や板材の外周形状に合わせて補正することにより算出する。この方法により異形断面形状の筒形状の成形に成功した。また、同期絞りスピニング加工の加工限界の調査を行った。3種類の基本となる工具軌道を設定し、円筒形状および角筒形状の加工限界を調査して、工具軌道や金型形状などの加工条件と成形性の関係性を明らかにした。さらに、工具軌道の自動算出を目指し、金型高さ方向に過不足ない工具軌道を算出するため、素板直径と金型形状の関係から成形可能な寸法を算出する方法について検討した。最後に、得られた知見をまとめ、今後の課題を考察した。

審 査 の 要 旨

【批評】

ロボット分野と塑性加工分野の境界領域において、ロボット技術に基づく運動制御を導入することにより、塑性加工分野でも従来は不可能だったスピニング加工による箱型形状の成形を初めて実現した点で新規性が認められた。また本研究の成果が加工機メーカーとの産学連携にも活用されている事実から有用性が認められた。加工実験を繰り返して加工限界に関する数多くの実験データを積み上げた努力が高く評価された。これらの研究成果が塑性加工国際会議 ICTP2014 において論文賞を受賞し、塑性加工分野の権威ある論文誌 Journal of Materials Processing Technology に採択されたことは研究の意義の大きさを示していると評価された。プレゼンテーションの面では、最初に立てた理想に対してどこまで到達したか、そのために何が必要かというような道筋が分ると良かったという批評を受けた。成形高さの算出の部分がやや物足りない点もあるので、軌道の自動生成に向けて今後の展開を期待したいというコメントがあった。また理論的解析的なモデルから成形結果を予想する方法はないか、様々なパラメータ設定があるが、色々な加工の条件から、ある程度最初に設定するパラメータの見通しがつけられないかなどの質問があった。これらに関しては、スピニング加工については成形結果を正確に予測する数理モデルが必ずしも確立していないこと、有限要素法などによるシミュレーションも試みられているが、計算が膨大で長時間かかるため現状では実物による加工実験の方がむしろ効率的なこと、そのためある程度はボトムアップ的に問題点を地道につぶしていくアプローチを取らざるを得ないことなどが説明され、妥当であると判断された。

【最終試験の結果】

平成27年2月4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。

【結論】

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。