

氏 名	Mohsen Abdel-Naeim Hassan Mohamed
学位(専攻分野)	博 士 (工学)
学位記番号	博甲第277号
学位授与の日付	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規程第3条第3項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学位論文題目	Studies on the Developments of New Stereocontrolled Synthetic Methods for α-Fluoro-β-Hydroxy Carboxylates and Their Synthetic Application to Monofluorinated Heterocyclic Compounds.
審査委員	(主査) 教授 山口 克彦 教授 土屋 八郎 教授 中西 博 助教授 高倉 章雄

### 論文内容の要旨

本論文は、深い容器の多品種少量生産、低グレード材や極薄板のような難成形板材料の成形を容易にするための新しい深絞り加工法（摩擦援用深絞り加工法）の開発に関するものであり、9章から構成されている。

第1章は緒論であり、金属板のプレス成形における現状と問題点、既存の深絞り加工法に関する文献調査、摩擦援用深絞り法を考案するに至った経緯など、本研究の背景について述べている。

第2章では、摩擦援用深絞り法の基礎として重要となる工具一材料間の摩擦状態を把握するために、帯板の張力曲げ摩擦試験装置を試作し、ポンチ、ダイス、しわ抑え板などの成形工具と金属板間の摩擦係数の評価を行っている。

第3章～第5章では、深絞りを促進させる摩擦援用圧力媒体として中心部に穴を有するウレタンパッドを使用した場合について、スラブ法とエネルギー法による解析を行い、絞り機構および成形が可能となる加工条件を明らかにしている。また、この摩擦援用深絞り法を、慣用の深絞り法では成形が困難な極薄板に対して適用し、その有効性を示している。

しかし、摩擦援用圧力媒体としてウレタンパッドを使用した場合には、発生する圧力（摩擦力）に限界があるためその適用は変形抵抗が小さい板材に限られること、また工具であるウレタンパッドの寿命が短いこと、さらにフランジ部に材料とウレタンパッドの半径方向速度が等しくなる無すべり点が存在し、この点を境にして板に半径方向の引張応力が作用するためフランジ部破断が生じることなど、不都合な問題が生じる。

第6章では、以上のようなウレタンパッド方式の欠点を克服するために、慣用の鋼製しわ抑え板を4つまたは8つの扇形セグメントに分割した可動式分割しわ抑え板を用いる摩擦援用深絞り法を新たに考案している。そして、絞り機構の解析、材料の絞り変形挙動、耳の発生、成形可能領域、成形高さに及ぼす補助ポンチの効果等について検討している。

第7章では、第6章で述べた可動式分割しわ抑え方式の改良型として、テーパー付き4分割しわ抑え板の使用を提案し、その有効性を示している。すなわち、可動式分割しわ抑え板を用いた場合対向する一对のセグメントが内向きに移動するときには、もう一对のセグメントは外側に移動しなければならないが、その際の外向きの摩擦抵抗をゼロにするために、しわ抑え板の裏面に

テーパーを設けるという新しいしわ抑え装置を試作している。そして、容器高さの向上に対するしわ抑え力、しわ抑え板の変位、補助ポンチ力の影響などを明らかにしている。

第8章では、ウレタンパッドを用いた摩擦援用深絞りを対象にして、成形圧力をコントロールするためのファジーモデルを構築し、絞りが可能となる成形圧力の下限、およびフランジ部破断が生じない圧力の上限を予測する方法を提案している。

第9章は結論であり、以上の検討によって得られた知見がまとめられている。

### 論文審査の結果の要旨

金属板の深絞り加工では、1回の絞り加工によって得られる製品の深さに限界が存在する。このため、深い容器が必要な場合には、さらに再絞り加工やしごき加工を施さねばならない。このような多工程の成形では各工程ごとに金型が必要になるので、特に多品種少量生産の場合には金型費が割高になるという問題がある。また最近、プレス成形品の軽量化やコストの低減を図るために、できるだけ薄い板あるいは低グレード材の使用が要求されている。薄板化や材質の低グレード化は成形性の劣化を招くので、これらの要求に対応していくためには新しいプレス成形技術の開発が必要である。

本論文では、このような問題点を克服するための方法として、摩擦援用深絞り法の開発を試み、絞り機構の解明と成形特性の把握を行っている。一般に、板材の成形においては、工具一材料間の摩擦は好ましくないが、逆にこの摩擦を積極的に利用して深い容器の深絞り加工を可能にしていることが本論文の独創的な点である。具体的には、まず摩擦援用圧力媒体として中心部に穴を有するウレタンパッドを使用した場合について、スラブ法とエネルギー法による解析を行い、絞り性評価パラメーターを導出していること、およびウレタンパッドの代わりに鋼製の可動式分割しわ押え工具を用いた摩擦援用深絞り法を新たに考案し、この深絞り法の可能性を確かめていることが高く評価される。また、絞り変形と加工条件の関係、補助ポンチの効果など基礎的事項を明らかにしていることも工業的に寄与するところが大きい。

本論文の基礎となっている学術論文は下記の8編である。これらの論文はいずれもレフェリーシステムの確立した学術雑誌に公表あるいは公表予定（掲載4編、掲載決定1編、投稿中2編、投稿準備中1編）であり、申請者が筆頭著者である。

1. M. A. Hassan, M. G. El-Sebaie and K. Yamaguchi, “An Improved Punch Friction Test in Sheet Metal Forming”, Journal of the Japan Society for Technology of Plasticity, (JSTP), 42-480 (2001) 31~37.
2. M. A. Hassan, N. Takakura and K. Yamaguchi, “Friction Aided Deep Drawing of Sheet Metals Using Polyurethane Ring and Auxiliary Metal Punch: Part 1, Experimental observations on the deep drawing of aluminum thin sheets and foils”, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 42-5 (2002), 625-631.
3. M. A. Hassan, M. Hino, N. Takakura and K. Yamaguchi, “Friction Aided Deep Drawing of Sheet Metals Using Polyurethane Ring and Auxiliary Metal Punch: Part 2, Analysis of the drawing mechanism and process parameters”, International Journal of Machine Tools and

- Manufacture, 42-5 (2002), 633-642.
4. M. A. Hassan, N. Takakura and K. Yamaguchi, “A Novel Technique on Friction Aided Deep Drawing Using Blank-holder Divided into Four Segments”, Journal of Materials processing Technology (in press).
  5. M. A. Hassan, N. Takakura and K. Yamaguchi, “Friction Aided Deep Drawing Using Newly Developed Blank Holder Divided into Eight Segments” International Journal of Machine Tools and Manufacture (under reviewing).
  6. M. A. Hassan, N. Takakura, R. Suenaga and K. Yamaguchi, “A Novel Process on Friction Aided Deep Drawing Using Tapered Blank Holder Divided into Four Segments” Journal of Materials processing Technology (under reviewing).
  7. M. A. Hassan, K. Yamaguchi and N. Takakura, “A Fuzzy Model for Prediction of Material Flow-stress in Metal Forming”, Proceeding of the 7<sup>th</sup> International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes- NUMIFORM 2001, Toyohashi, (2001) 303-308.
  8. M. A. Hassan, K. Yamaguchi and N. Takakura, “Fuzzy Model for Prediction and Control of Forming Pressure in the Maslennikov Process”, JSME International Journal (to be submitted).