

圧延による微細表面形状の転写技術の改良

理化学研究所 素形材工学研究室

前任研究員 池 浩

(平成6年度外国人技術者養成援助助成 AF-94048)

1. 研究の背景

申請者はこれまで材料の微細表面形状を3次的に制御し、新しい性質や優れた性質を有する材料を開発する研究を展開してきた。具体的には半導体工業において発達してきたイオンビームエッチングの技術を応用し、超硬合金工具表面を加工し、それにより圧印加工/圧延加工することにより、従来実用化されている技術より高い自由度をもって微細表面形状を制御することに成功した¹⁾⁻⁴⁾。しかしこれら微細表面形状の加工を工業的に実用化可能とするためには、特殊な圧延加工により均一な加工を連続的に行うことが必要であり、そのため種々の精度要因を検討することが一番必要となっている。

そこで本研究では従来と異なった構造の圧延機で実験的に均一な微細表面形状の加工をおこないうる圧延機の企画・設計を行うことを試みた。

2. 研究方法

微細表面形状の圧延による転写という課題を考えたとき、微細表面形状の均一な転写を可能にする方法が第1義的に必要となる。圧印加工の場合、例えば巨視的に軸対象な加工を考えれば、円錐台形状の被加工材を用意して、その円錐頂角を適当な範囲に収めることにより接触円が拡大していく過程で接触円の外周で塑性ひずみ速度を高くすることにより、逐次加工となり均一加工が実現しやすい。(図1参照)ところが圧延加工では接触面がほぼ線状となり圧延方向へは逐次加工であっても幅方向は同時加工となり、幅方向の均一性は確保しにくい。(図2)

微細表面形状の加工、特に板材の表面に微細突起を形成する加工においてはある接触圧力から上では工具面の微細穴に材料が充満し飽和 (fill) することにより微細表面形状の形成は上限に達し、微細表面形状の差は(バルクの材料流れの影響を除けば)小さい。しかしながら圧延のように板厚減少の平行して生じる加工では板厚分布(あるいは板厚ひずみ)を均一に制御することが必要である。

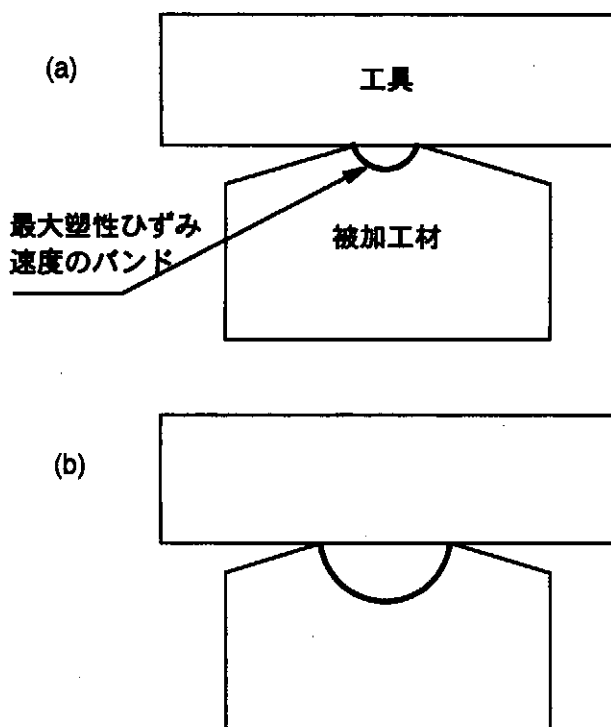


図1 圧印加工の逐次性(例)

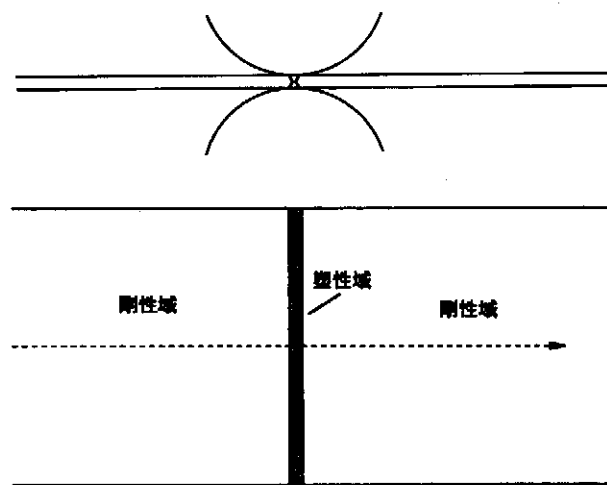


図2 圧延加工の特徴.ロール幅方向の同時加工と圧延方向の逐次加工の組み合わせ

そこでミルの圧下力/ロール間隙・板厚関係図(図3)においてミルの剛性を制御することにより、適当な圧下特性をもち、微細表面形状の均一な転写が可能な圧延型微細表面形状転写装置を構成することを考える。図3で通常の剛性を有するミルをR1とすればロール軸方向のロール間隙のばらつきS1とS2に対して板厚はh1, h2が予想される。R1より小さな剛性をもつミルR2では同じロール間隙S1, S2に対して板厚m1, m2が予想されその差はR1の場合より小さい。さらにもしR3のようなミル剛性を考えれば圧下率は

小さいがロール間隙S1, S2に対してほぼ等しい板厚nが予想される。このようにミル剛性を制御することにより板厚の均一性を制御しやすい圧延機が構築できそうである。

また入側の板厚がH1, H2とロール軸方向で異なる場合を想定した図4では、その板厚差はミル剛性R3の場合、微細表面形状の転写加工後も保存される。圧延ではなく微細表面形状の転写を主眼とした加工の場合、この特性は有効に利用できる可能性が高い。

さらに特殊な状況ではロールの左右のミル剛性を意図的

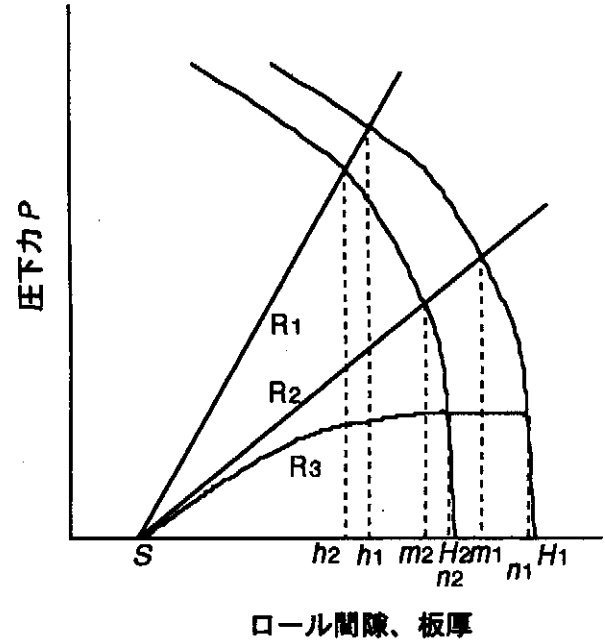
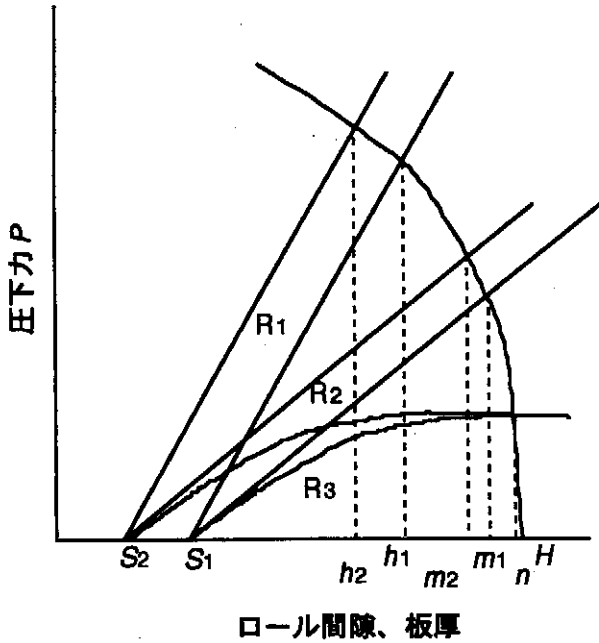


図3 ロール幅方向(軸方向)のロール間隙変動に対する出側板厚変動

図4 ロール幅方向(軸方向)の入側板厚変動に対する出側板厚変動

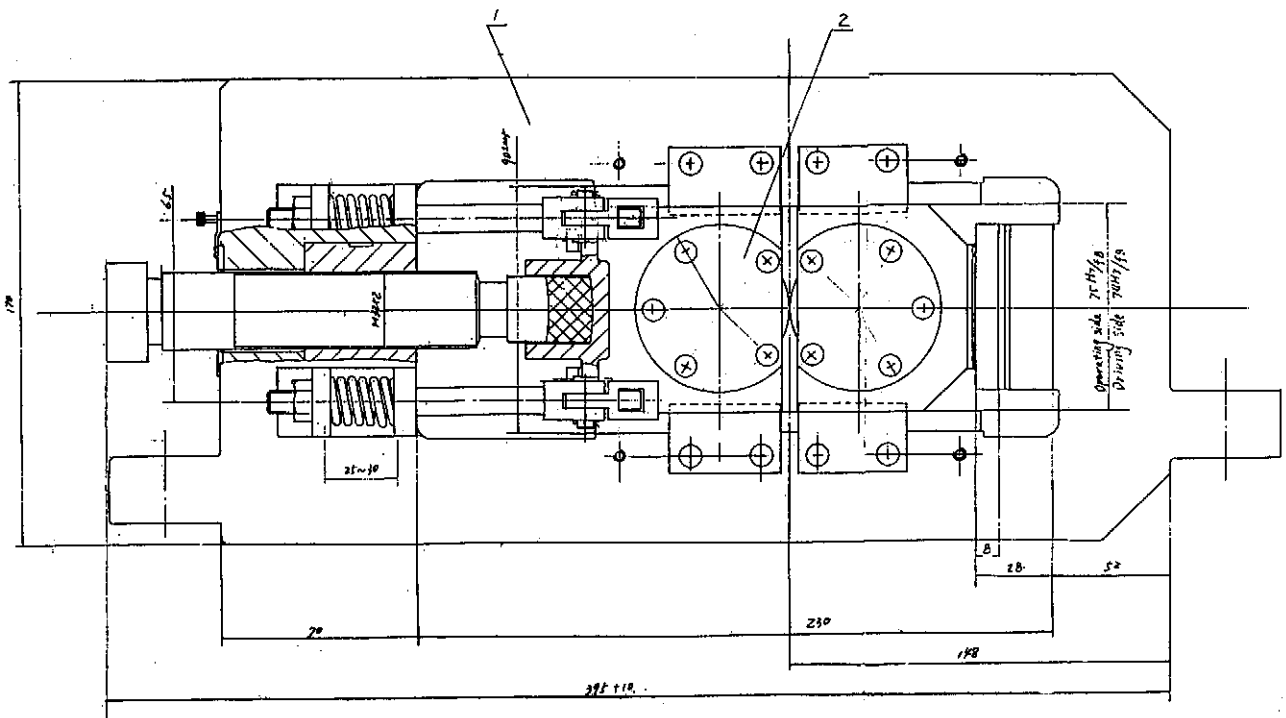


図5 微細表面形状転写用特殊圧延機 組立図

に変化させ上記図3、図4の特性を組み合わせて加工に供することも当然考えられる。

本研究では上記の観点から、圧延における微細表面形状の転写特性をミル剛性との関係で検討できる特殊小型圧延機を設計した。

3. 研究成果

小型特殊微細表面形状圧延機の諸元

- ① 微細表面形状の加工を容易とするためロールは小型なものとし、ロール径50mm、ロール胴長60mmを採用した。
- ② 圧延速度は特に制限はないが一応低速(20mm/s以下)を想定する。
- ③ 圧延荷重は40kN以下とする。
- ④ 左右のロールギャップの調整は独立な2本のスクリューによる。
このスクリューの先端に各種の力学特性を有する材料を挿入することにより、ミル剛性を制御する。
- ⑤ 全体は400×170×180mmのフレームに収まる小型なものとし、従動圧延を可能にするものとする。

以上の思想のもとに設計した特殊圧延機の組立図を図5に示す。重量は65kg程度である。

4. 結 言

微細表面形状転写用特殊圧延機を設計することができた。本機は非常にコンパクトで従動圧延も可能であり、材料試験機など1方向の変位装置との組み合わせで使用可能である。現在製作の準備を進めている。

謝 辞

本研究は微細表面形状の転写に関する基盤技術の開発に関わるものであり、地味な仕事であるが、中国北京冶金設備研究院の艾 幼林技師との協力により大きく前進することができた。この事業に貴財団の外国人技術者養成援助助成をいただいたことを厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Ike, H.: "Fabrication of 3-D Controlled Surface Microgeometry by The Technology of Plasticity", Advanced Technology of Plasticity 1993-Proc. 4th Int. Conf. on Technol. of Plasticity, Edited by Z. R. Wang, (1993), 55-60. International Accademic Publishers.
- 2) Ike, H.: "Metal Sheets with Designed Surface Microgeometry", Proc. First International Conf. on Processing Materials for Properties, Ed. by H. Henein and T. Oki, (1993), 975-978, The Minerals, Metals & Materials Society.
- 3) 池浩:"イオンビームエッチングと圧印を結合した微細表面形状の創製"、塑性と加工、36-411 (1995), 369-376.
- 4) 池浩・銭文軍:"イオンビームエッチングを応用した微細表面形状を有する小型圧延ロールの作成と従動圧延加工"、塑性と加工、36-411 (1995), 377-383.