OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	EEM (Elastic Emission Machining) による超精密数値制御加工法の研究
Author(s)	奥田, 徹
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32040
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

【21】

氏名・(本籍)	奥田(おくだ) 徹(とおる)
学位の種類	工学博士
学位記番号	第4273号
学位授与の日付	昭和53年3月25日
学位授与の要件	工学研究科 精密工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**EEM (Elastic Emission Machining) による超精密数値制御加工法の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 井川 直哉 (副査) 教授 築添 正 教授 川辺 秀昭 教授 牧之内三郎 教授 津和 秀夫 教授 中川 憲治 教授 山田 朝治

論文内容の要旨

本研究は，極微小量弾性破壊現象を利用して，あまり精度の高くない加工機を用いて任意の形状の加工物を高精度に加工でき，しかもその加工面が物性的に極めて乱れが少なく，かつあらさがÅオーダであるような超精密数値制御加工法を開発しようとするものである。

本研究の目的と意義を述べた第1章につづき，第2章では，0.1μm程度の微細粉末粒子懸濁液中で，加工物に近接したポリウレタン回転球によって粉末粒子を加工物にほぼ平行に衝突させて行う本加工法の概念を示すとともに，加工量の数値制御理論を導き，必要な加工条件を明らかにしている。次に，この条件を満足する加工装置を試作し，制御変数として送り停止時間を用いることにより±0.01μm以上の制御精度が得られることを示している。また試作したシステムによる実物の加工において±0.1μmの加工精度を確かめている。

第3章では，任意曲面の加工での加工量制御の考え方について述べ，その妥当性を実験的に証明している。次に，前加工面の形状が点群で与えられたときの必要加工量ならびに送り停止時間の計算手法を示すとともに，加工装置の姿勢を前加工面に対して一定に保つための姿勢制御理論を導いている。

第4章では，工具として用いた粉末粒子の運動解析を行い，工作物との相互作用を考慮して加工機構を明らかにしている。本加工法では，流体中の粉末粒子をポリウレタン回転球と工作物との間隙における流体軸受的流れを利用して加速しているため，まず流体の挙動を弾性流体潤滑の立場から数値計算により求め，次に流体内での粉末粒子の運動を数値計算して工作物への衝突状態を明らかにし，さらに粉末粒子—工作物間の界面現象を考慮して衝突後の運動をも解析している。このときのエネルギ収支から加工量を求めると現実の値にほぼ一致することから，加工機構として原子オーダでの弾性

破壊を考えるのが妥当であるとしている。また各加工条件（荷重，ポリウレタン球回転速度，液温，粉末濃度，工作物の面方位）の加工量への影響は，理論と実験がよく対応することを確かめている。

第5章では，加工面の幾何学的評価としてシリコン単結晶加工面の電顕観察，微小段差測定器（タリステップ）による測定を行い，加工面は幾何学的にあらさ20Å以下の鏡面であることを確かめている。また，結晶学的評価として，シリコン単結晶加工面の反射率スペクトルの測定，ひ化ガリウム単結晶加工面のフォト・ルミネッセンス・スペクトルの測定を行い，本加工表面層の結晶の乱れは化学研摩面よりも少ないことを明らかにしている。

第6章では，本加工法の特徴を生かすために開発した新しい形状精度測定法について述べている。本測定法は比較の対象としての基準面を用いないで，2個の触針の相対変位信号を計算処理することによって形状を求めるものであり，測定精度と被測定物ならびに触針系の運動精度との関係の解析をもとに試作した測定器は，$\pm 0.1\mu m$以上の精度を有することを示している。

第7章では，本研究で得た結果を総括している。

論文の審査結果の要旨

サブミクロンの寸法精度で，物性的に乱れの極めて少ない固体表面を得るいわゆる超精密加工法は，最近の機械，電子，光学工業などにおいて不可欠の先端技術になりつつある。本論文は，$0.1\mu m$程度の微細粉末粒子を懸濁させた加工液中の加工表面に，数μm程度に近接したポリウレタン回転球によって，その粒子をほぼ平行に衝突させ，$\pm 0.01\mu m$程度の再現性をもつ微細局所加工を行う新しい加工法を開発し，これと数値制御手法とを組み合せて任意曲面の超精密仕上げを実現した研究をまとめたものである。

とくに，加工液中の懸濁粒子の詳細な挙動解析に基づき，極微小量弾性破壊による加工現象（Elastic Emission Machining）の存在を推論したこと，それをふまえて加工条件の指導原理を確立したこと，任意曲面の加工のための数値制御理論を示したこと，シリコン，ひ化ガリウムなどの電子材料を実際に加工して10Åオーダの面あらさで，物性的にも化学研摩にまさる加工面を得たこと，本加工法の基礎となる表面形状測定について，基準面を用いない新しい測定法を提案したことなど，基礎から応用にわたる研究によって将来への展望をも与えている点が注目される。

以上のように本論文は固体の機械的加工法に関して多くの新知見を得ており，精密加工学に重要な貢献をなすものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。