

Title	Elastic Emission Machiningの基礎研究
Author(s)	杉山, 和久
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1125
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	杉 ^{すぎ} 山 ^{やま} 和 ^{かず} 久 ^{ひさ}
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 3 9 2 5 号
学位授与の日付	昭和 52 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	Elastic Emission Machining の基礎研究
論文審査委員	(主査) 教授 井川 直哉 (副査) 教授 川辺 秀昭 教授 津和 秀夫 教授 山田 朝治 教授 築添 正 教授 牧之内三郎 教授 中川 憲治 教授 中井 順吉

論 文 内 容 の 要 旨

本研究の目的は加工単位の極限である数 Å 単位の破壊にもとづく加工を機械的方法により実現し、幾何学的、結晶学的に乱れの無い完全鏡面を得ようとするものである。

本研究の目的と意義をのべた第 1 章につづき、第 2 章では、原子単位の弾性破壊の可能性を材料学的観点から推論し、その証拠として、固体表面上で水平振動する粉末粒子によって除去加工が進行し、その際ほとんど表面層に塑性変形を生ぜしめないことを確かめている。

第 3 章では、粉末粒子が工作物表面に衝突した時の材料内部の応力場の計算より、転位に関し、発生の可能性、運動の確率、運動によるエネルギー消費を求め、理想的な加工条件を理論的に示し、一方、それにもとづく加工実験により、小粉末粒子径、小衝突角度では加工表面層での結晶の乱れが少ないこと、また、粒子径 $0.1\mu\text{m}$ の粉末粒子を工作物表面にほぼ水平に衝突させる方法ではシリコンのみならずアルミニウムでも塑性変形をとみなわずに加工できることを確かめている。これらの加工特性はさきの理論からよく説明できるとしている。

第 4 章では、固体表面での光の反射率を測定することにより、表面の幾何学的ならびに結晶学的構造を精密かつ定量的に調べ得ることを明らかにし、本加工法により得られた加工面は、 10Å 以下の表面あらさを有し、表面層の結晶の乱れは転位または原子空孔にもとづくものとみなせば、それらの分布密度はそれぞれ $10^3/\text{cm}^2$ 、 $10^{19}/\text{cm}^3$ と求まり、化学研摩面と同等であることを示している。

第 5 章では、フォト・ルミネッセンス・スペクトル測定により、固体表面層に存在する格子欠陥の種類を識別できることを利用し、本加工法による結晶の乱れは原子空孔にもとづいていることを明らかにし、さらに、粒径 $0.1\mu\text{m}$ 程度以下の粉末粒子を用いてシリコン、ひ化ガリウムを加工する場合

には、ほとんど空孔の発生をともなわずに加工を進行させうること確かめている。

第6章では、表面層の格子欠陥がMOSバラクタのC-V特性に影響を及ぼすことを利用し、本加工法による表面層の電子物性的評価をおこなっている。この方法によって、粒子径 $0.02 \mu\text{m}$ の粉末粒子を用いて加工したシリコン単結晶の表面層の原子空孔と酸素不純物との複合欠陥に起因する表面準位密度は化学研磨面のそれより低いことを明らかにしている。

第7章では、本加工法の工業的応用としてシリコン・プレーナ・トランジスタの特性改善をこころみている。すなわち、従来の工程に本加工法による表面加工工程を加えて製作したトランジスタは、 $10\text{Hz} \sim 100 \text{kHz}$ にわたりその雑音周波数特性を改善することができ、特に $1/f$ 雑音は化学研磨により表面加工されたものよりも優れていることを確かめている。

第8章は、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

幾何学的に 10\AA 単位の平坦さを持ち、かつ結晶学的にも乱れのないいわゆる完全鏡面を得る方法は、単に先導的加工技術としてばかりでなく加工学、表面工学、材料物性をむすぶいわゆる学際的研究対象としてその重要性がよよく認識されてきた。本研究は上にのべた一種の理想表面を得る方法として、粒径 $1 \mu\text{m}$ またはそれ以下の微細粉末粒子を工作物表面にほぼ水平に機械的に衝突させることにより、塑性変形をともなわないで数 \AA 単位の弾性破壊を生ぜしめて加工を行なう、Elastic Emission Machining (EEM) と名付ける加工法を新たに提唱し、その可能性の理論的、実験的検討を行い、さらにその実証としての応用例を示したものである。

主な成果は、1) 数 \AA 以下の加工面あらさをもち、かつ結晶学的にも、化学研磨による場合と同等またはそれ以上に乱れの少ない加工面を得る基本的方法を、材料物性とよく関連づけて示したこと、2) いわゆる鏡面の評価法として、光の反射率スペクトル法を考案し、またフォトルミネッセンススペクトル解析を導入することにより従来なし得なかった数 \AA の加工面あらさの測定や、極表面層の低密度格子欠陥の同定を行うなど新しい加工面測定法を確立すると同時にEEM法の実証を行ったこと、3) EEM法で加工されたMOSバラクタのC-V特性、同シリコン・プレーナ・トランジスタの雑音性をしらべ、ともに化学研磨工程を用いた場合にくらべて特性改善がみられることを確かめ、本加工法の実用的応用における有効性を示したこと、などで、表面の加工、計測、物性の分野で多くの新知見を得ている。

以上の結果から、本論文は工学上また工業上貢献するところが大きく、博士論文として価値あるものと認める。