



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 粉末粒子の静電加速による特殊加工法の研究                                                                                                                            |
| Author(s)    | 井出, 徹                                                                                                                                           |
| Citation     | 大阪大学, 1977, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/31845">https://hdl.handle.net/11094/31845</a>                                                             |
| 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、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>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

|               |                                           |
|---------------|-------------------------------------------|
| 氏 名 ・ ( 本 籍 ) | 井 出 徹                                     |
| 学 位 の 種 類     | 工 学 博 士                                   |
| 学 位 記 番 号     | 第 3 9 7 6 号                               |
| 学位授与の日付       | 昭 和 52 年 5 月 12 日                         |
| 学位授与の要件       | 学位規則第 5 条第 2 項該当                          |
| 学位論文題目        | 粉末粒子の静電加速による特殊加工法の研究                      |
| 論文審査委員        | (主査)<br>教 授 井 川 直 哉                       |
|               | (副査)<br>教 授 築 添 正 教 授 津 和 秀 夫 教 授 山 田 朝 治 |
|               | 教 授 裏 克 巳                                 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、微細粉末粒子を帯電させ、静電加速し、材料表面に高速で衝突させる新しい特殊加工法を開発し、極微量弾性破壊現象に基づく超精密加工を行なおうとしたものである。

本研究の目的および意義を述べた序章につづき、第 2 章では、高速の粉末粒子を得る上で不可欠な高帯電を得るための基礎として、単純化した帯電系のモデルについて、接触帯電量の影像法概念に基づく理論的解析とその実験的証明、電界放射に起因した帯電量の接触帯電理論からみた定量化と過渡的帯電過程の解析を行ない、また材質間における帯電挙動の相違についても検討を加えている。

第 3 章では、実際の粉末粒子を種々の帯電方式で帯電させ、帯電量を飛行時間法あるいはファラデーケージ法で測定することにより高帯電を得る実際的方法を模索するとともに、帯電量とこれを規定する諸因子の関連を第 2 章の知見に照らして考察し、高電界中における粉末粒子の帯電現象を明らかにしている。

第 4 章では、本加工装置の基本構成要素の一つである粉末粒子ビーム銃において、初期加速される粒子が一般的なエネルギー則を定量的に満足することを、個々の粒子の速度、帯電量および加速電圧の関係を吟味することにより実証し、また速度およびその分布に及ぼす帯電条件と粒子径分布の影響を定量的に考察している。

第 5 章では、ビーム集束用静電単一レンズにおける集束粉末粒子ビームの密度とスポット形状を測定し、その結果を電子幾何光学理論に基づく結像作用と対照することにより評価するとともに、最適集束条件を示して高密度化の方法を明らかにしている。

第 6 章では、以上の諸機能を統合することにより確立した新加工法の一具体例を述べている。すな

わち、タングステン粒子をシリコン単結晶表面に衝突させたところ、斜め衝突時には微小量破壊による除去加工が、また垂直衝突時には粒子の付着加工が進行するという特異な加工現象を見出している。除去加工については、加工表面の幾何学的形状および結晶学的性質を吟味することによって超精密加工の可能性を評価し、一方付着加工については、付着粒子形状の観察から付着機構の一面に検討を加えている。

第7章は総括で、本研究を通観して主要な事項を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

回体表面への粒子の衝突を利用する加工法は、条件の選び方によって各種の特長ある加工面が得られるので、内包する現象をふくめて工学的にも工業的にも非常に興味深い。本論文は微細粉末粒子を帯電させ、それを静電的に高速に加速、衝突させて固体表面を加工する新しい方法を提案し、その理論的、実験的解析並びに応用上の可能性について記述したものである。

主な成果は、1) 粉末粒子の帯電機構の理論的、実験的解析を行い、それに基づき各種の実用的粉末について静電加速に不可欠な高帯電法を示したこと、2) ミクロンサイズの各種粉末粒子を500m/sec程度に加速、集束可能な粉末粒子ビーム銃、静電レンズより成る新しい加工装置を試作したこと、3) タングステン粒子を用いたシリコン試料表面の加工において、斜め衝突では微小破壊の集積としての除去加工が、垂直衝突では粒子の付着加工が進行するという特異な加工現象を見出し、新しい加工法としての可能性を示したことなどで、特殊加工学、表面工学などに関連した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であり、博士論文として価値あるものと認める。