

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電子機器部品の高精度微細加工プロセスの研究
Title(English)	
著者(和文)	大塚 泰弘
Author(English)	Yasuhiro Otsuka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4102号, 授与年月日:2014年6月30日, 学位の種別:論文博士, 審査員:大竹 尚登,平田 敦,水谷 義弘,斎藤 義夫,吉野 雅彦,戸倉 和
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4102号, Conferred date:2014/6/30, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

論文 要 旨 (和文2000字程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	大塚 泰弘
(要 旨) 本論文は「電子機器部品の高精度微細加工プロセスの研究」と題し、以下の6章より構成されている。 第1章「緒論」では、電子機器部品の製造がリソグラフィ技術を核とした半導体微細加工技術に大きく依存している現状を概観して、多品種少量加工にも対応できる高精度微細加工プロセスが要求されていることを指摘し、機械的加工方法の微細加工ポテンシャルを高めることで、上記2つの要求を満足する新規の高精度微細加工プロセスを創出できる可能性があることを提示した。そして、微細加工ポテンシャルを高めた除去加工、変形加工、付加加工のそれぞれに対応した3種の新規加工プロセスを提案し、その加工特性を明らかにするとともに、実際の製品加工に適用することより、その実用性を検証して半導体微細加工技術を代替できることを明らかにすることが本論文の目的であると述べた。 第2章「摩耗現象に着目した精密加工用工具設計の指針」では、機械的加工方法による高精度微細加工プロセスの実現に大きく影響を与える工具摩耗に関し、工具摩耗と共通する複数の摩耗機構により損耗が進行するドットインパクトプリンタ印字ワイヤの摩耗を取り上げ、その摩耗機構の解明を行った。繰り返し衝撃荷重を受ける印字ワイヤでは、摩耗初期には疲労領域に相当する大きな衝撃荷重を受けて疲労摩耗とアブレシブ摩耗の混合により摩耗が進行すること、定常摩耗領域ではワイヤ先端面のエッジ部に作用する応力が低下して疲労摩耗は抑制されてアブレシブ摩耗が主体となることを明らかにした。そして、これらの知見により精密加工用工具を設計することで高精度微細加工プロセスを実現できると述べた。 第3章「定圧切込み法による10nmオーダ深さの微細溝切削加工」では、除去加工による高精度微細加工プロセスに関し、半導体微細加工技術以外では実現できなかった10nmオーダ深さの微細溝加工を切削加工により実現することを試み、背分力に釣り合う垂直荷重を単結晶ダイヤモンド工具に作用させて切込み量を制御する定圧切込み方式を採用することで、研磨したガラス基板上に形成した軟質金属膜に10nmオーダの深さで5kmを超える長さの微細溝を形成することに成功した。そして、本加工法で作製した光ディスク原盤を使用して得られた光ディスクは良好な記録再生特性を有していることを確認し、除去加工による高精度微細加工プロセスを実現できることを示した。 第4章「ピエゾ駆動システムによる100 μ m領域へのマイクロプレス加工」では、変形加工による高精度微細加工プロセスに関し、ポンチとダイスを加工点に移動可能なピエゾ駆動によるマイクロプレスヘッドを開発し、3次元形状材料の100μm角程度の微小領域への数十 μ mオーダの凸部形成および貫通穴加工を実現した。さらに、				

この加工方法をフォトエッチング法以外の手法では実現が困難であった幅数十 μm で片持ち梁構造の電子部品接続用リード部材先端への凸部接続接点加工に適用することで、高生産性を有する高精度なマイクロプレス加工であることを確認し、変形加工による高精度微細加工プロセスを実現できることを示した。

第5章「半球状工具による超音波援用マイクロボンディング」では、付加加工による高精度微細加工プロセスに関し、半導体の電極パッドと接続リードとの接合では、接合部材の役割を果たすAuバンプの形成が不可欠であったことに対し、超音波接合方式によるバンプ形成工程を不要とした接続リードと電極パッドの直接接合方法を提案した。直接接合を実現するためには電極パッドの損傷を抑制する必要がある、電極パッドの損傷メカニズムを解明した上で、硬い銅製リード材と電極パッドを直接接合しても損傷を発生させない新規な半球状ボンディングツールおよび同ツールを用いたボンディングプロセスである。本技術をTAB (Tape Automated Bonding) インナーリード実装に適用することにより、十分な強度を有する信頼性の高い接合を従来法に比べ低コストかつ狭ピッチで実現し、付加加工による高精度微細加工プロセスを実現できることを示した。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果を総括している。

以上を要するに本論文は、定圧切込み法の導入等により機械的加工方法の微細加工ポテンシャルを高め、電子機器部品の多品種少量加工にも対応可能な高精度微細加工プロセスを提案実現したものである。

(論文博士)

論 文 要 旨 (英 文)

(300語程度)

報告番号	乙 第	号	氏 名	大塚 泰弘
(要 旨) The purpose of this study is to develop a novel machining process which can satisfy both a high potential of micro-fabrication and many kinds & small quantity aptitude and to verify that machining process has the capability of replacing semiconductor manufacturing process by improving minute processing. In Chapter 1, the purpose and background of this study are described. With the rapid progress of ICT, in addition to the requirements of small, thin and lightweight characteristics, customization has been increasing demands for electronic devices. In order to satisfy these demands, processing technology of having both a high potential of micro-fabrication and many kinds & small quantity aptitude is required. However, there is no appropriate processing technology which can satisfy both demands. Semiconductor micro-fabrication process has excellent features in micro-fabrication, but it is inferior in terms of many kinds & small quantity aptitude. On the other hand, machining process has excellent features in many kinds & small quantity aptitude, but it is inferior in terms of minute processing. In this study, three kinds of novel machining processes, which correspond to a removal processing, a plastic processing and an additional processing, have been developed. In Chapter 2, the guidance for precision machining tool design that focuses on the wear phenomenon is described. In Chapter 3, as a removal processing, a novel constant pressure diamond cutting method which can produce fine grooves with 10nm order depth has been developed. In Chapter 4, as a plastic processing, a novel micro-press processing using newly developed piezoelectric drive system is described. This can achieve pressing an extremely minute region of about less than 100μm square. In Chapter 5, as an additional processing, a novel direct micro-bonding process which can eliminate complex bump formation processes using newly designed hemispherical bonding tool was developed. Chapter 6 describes the conclusion of this study. By applying these novel three processes to real products, it was confirmed that excellent device characteristics equivalent to current products could be achieved and machining process has the capability of replacing semiconductor manufacturing process.				