

特集 自動車部品製造における精密・マイクロ加工の 現状と動向*

Current Status and Future Outlook of High Precision & Micro Processing Technologies in Automotive Parts

加納 史義

Fumiyoshi KANO

小嶋 久稔

Hisatoshi KOJIMA

The requirements for automotive parts, such as low-cost, high quality, high performance, reduced environmental impact, etc. are becoming more severe. In order to realize these requirements, it is important that high precision and micro processing are developed with more efficiency and accuracy. In this paper we will describe the features of automotive parts processing at DENSO, explain the technologies that have been used to realize high precision and micro processing based on the functional requirements of products, and introduce some examples of these new technologies

Key words : High precision, Micro processing

1. 序論

日本の製造業はグローバル化と厳しい競争の中で安価な労働力を求めて海外への生産拠点の移転が“空洞化を承知の上”であたり前のように盛んに行われており、近年、自動車部品製造においても取り巻く環境は、グローバルなコスト競争、製品品質、環境、ニーズへの柔軟な対応力などが要求されており海外生産も拡大している。今回紹介する精密・マイクロ加工は、自動車部品加工の中でも製品の品質や機能を左右する重要な工程であり、これまで当社では独自または市販技術を応用した新しい加工技術の開発や製造上の技術、技術の蓄積と伝承に取り組んできた。

幸いこれらの精密・マイクロ部品加工はその高い品質レベル・高度な技術・豊富な技能により、その多くは競争力を失うことなく日本国内での生産を行っているものである。高精度加工に向けた技術開発は、空洞化を阻止するだけでなくその技術により新たな製品付加価値をより高いレベルで創造できることから止まることなく様々な取り組みを行ってきた。特に、より滑らかなしゅう動面加工、より高い密閉シール面加工、マイクロ孔加工などは製品性能向上に有効でありキーテクノロジーとなっている。本稿では自動車部品の精密・マイクロ加工について、当社製品における加工技術、開発技術、製造ラインに導入した事例を中心に紹介する。

2. 自動車部品の特徴

当社は、電装品、熱交換器、精密、セラミック、電

子、ICまで非常に幅広い製品群をもつOEM自動車部品メーカーであり、製品の特徴に幅広い加工・組立技術分野を扱うとともに、低コスト (Cost) な製造、高レベルの品質保証 (Quality) および厳格な納期遵守 (Delivery) が求められ、それらに対応する最適な生産技術を追求してきた。自動車部品ではFig. 1に示すように部品のサイズ・形状・生産量のバリエーションが多く、耐熱・耐磨耗・耐食等の品質維持のため、使用する材料も様々な高機能材料が用いられるが、精密・マイクロ加工の対象の多くはHRC60以上の難削材

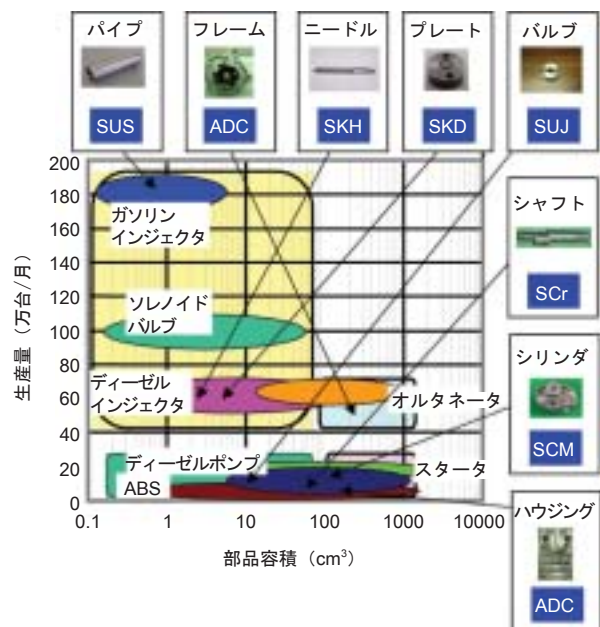


Fig. 1 Characteristics of metallic parts in DENSO

*2006年8月25日 原稿受理

であることが多くいずれの部品もそのサイズ・量・材質にかかわらず要求精度を低コストで実現することが求められている。加工精度だけを求めるのであれば電子・光学部品等さらに高い精度での類似加工例もあるであろうが、材質・能率・コスト等の条件が加わると全く異なった加工法からのアプローチが必要なこともあり、難加工・低コスト加工へのこだわりが自動車部品加工の宿命であるともいえる。

3. 自動車部品の精密・マイクロ加工へのニーズ

部品加工において精密・マイクロ加工が必要となるのは、多くは製品性能（例えば燃費、騒音、排出ガス等）にかかわる部分でありFig. 2に示すように機能別に見てみると、より滑らかなしゅう動性、より高い密閉シーリング性、より微粒な噴霧を求めて高い形状精度が要求されている。

近年の自動車部品においてはさらに高い安全性能や排出ガス規制への対応および小型軽量化のため、部品サイズは年々小型化が進んでいる。小型化に伴い加工寸法は小径化・深孔化・薄肉化が進み従来と同等の設計公差であっても工具剛性や製品剛性が低下するため同等以下のコストで加工精度を維持することは困難を極めており既存技術の延長線上でない新技術開発の重要性がますます高まっている。またディーゼル関連製品では高圧化に伴い加工面品位向上やエッジ部のR仕上げ加工、耐高圧材料の加工技術等が求められている。

4. 精密・マイクロ加工の取り組み（事例紹介）

先にも述べたように自動車部品加工では加工能率、コスト、加工精度いずれも高いレベルで満足させる必要があり加工技術開発も多岐にわたっている。特に製品ニーズから密閉性・噴射性にかかわるFig. 3に示す



Fig. 2 Requirement of products function

ような精密、マイクロ加工技術開発には注力しており最近のトレンドから高精度交差孔加工、高精度プロファイル加工、薄肉部品高精度加工、マイクロ孔加工に大きく分類され、各製品機能に対応した技術開発を進めてきている。この中から今回は幾つかの加工事例について紹介する。

4.1 事例：高精度切削加工

薄肉部品においてはチャック長さが極端に短かったり、強くチャックさせるとワークが歪んでしまうことから外径切削の高精度加工ではチャック剛性が確保できずにびびりによる精度劣化が起こる場合がある。スリーブの加工ではFig. 4に示すように従来の外径チャックから内径チャックにすることでチャック剛性向上

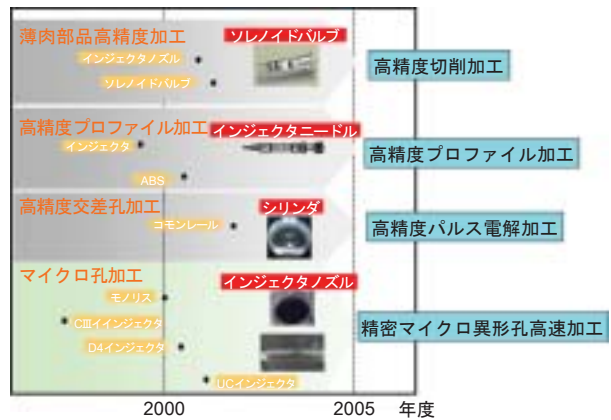


Fig. 3 History of precision & micro process developments

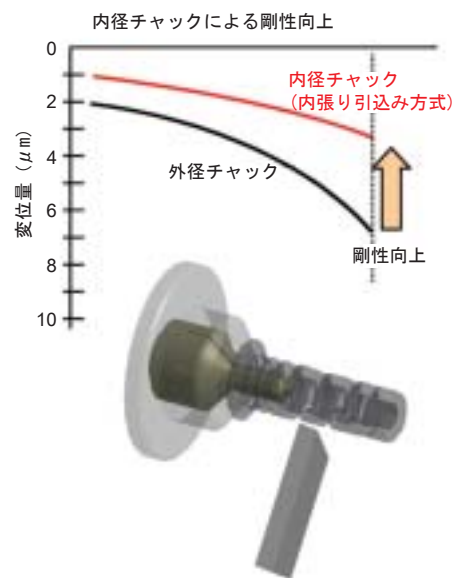


Fig. 4 Effect of inner diameter chucking

とFig. 5に示すような刃具形状，剛性を実験と解析の両面から見直し，加工抵抗を低減させることでFig. 6のように高精度化を達成している。

4.2 事例：高精度パルス電解加工

ディーゼル関連部品では噴射圧力の増加に伴い部品の耐高圧化が必要とされており交差孔部のエッジ形状の高精度化がキーとなっている。交差孔加工にはパルス電解加工が用いられているが，加工の阻害要因とし

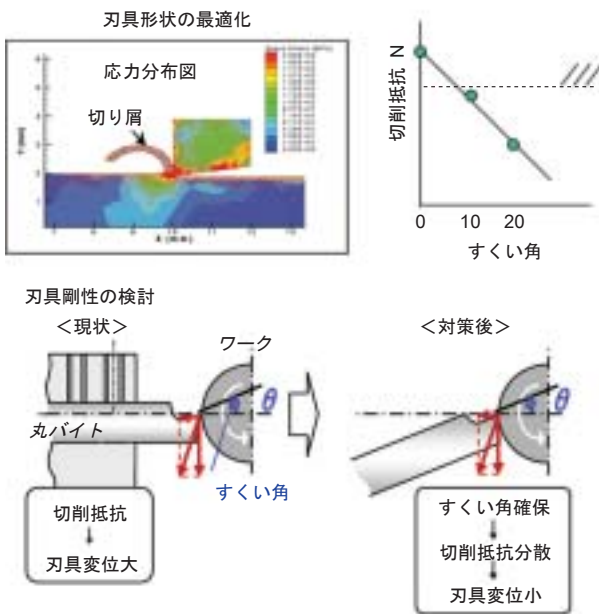


Fig. 5 Development of tooling technology

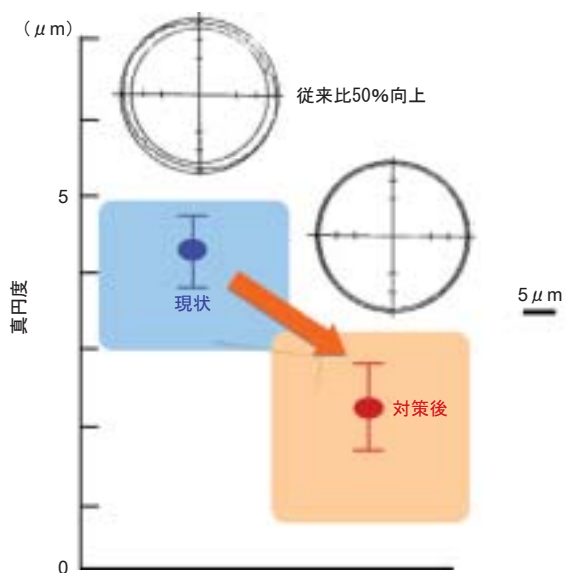


Fig. 6 Effect of chucking method and force reduction

てスラッジや酸化絶縁膜がありこれらをFig. 7に示すメカニズムで除去，破壊させるためパルスの波形を最適にコントロールすることで高精度なR付け加工を達成している。

4.3 事例：高精度プロファイル加工

ディーゼル・ガソリン関連部品であるインジェクタ部品は通常車両1台当たり3～6台のインジェクタが搭載されるため生産量が多く，加工時間として許容されるのはせいぜい数秒であり非常に高効率での仕上げ加工が要求されている。Fig. 8に示すようなニードル部品のマルチフォーム研削ではバー材から総型研削し多数個取り加工することで高効率に加工を行っている。

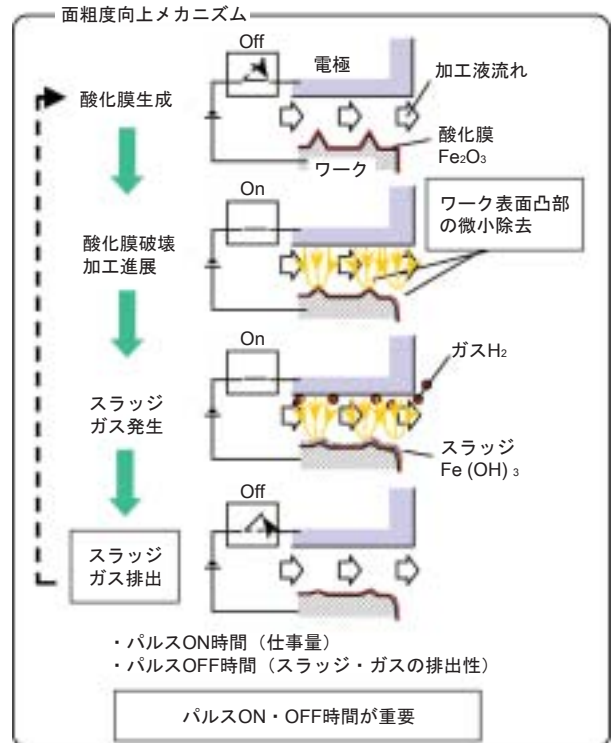


Fig. 7 Mechanism of pulse ECM process

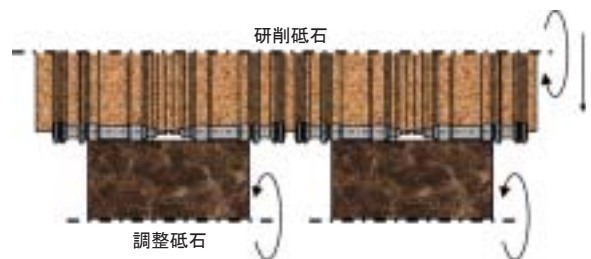


Fig. 8 Multi-form grinding

4.4 事例：マイクロ異形孔高速加工

燃料噴射ノズル孔の加工では燃料をより微粒にするため、マイクロ孔加工を行っている。これらノズル部品は製品1個に対して複数の噴射孔を持っていることが特徴であり、単にこれらの高精度・マイクロ孔をあけるだけではなく、いかに高能率で加工するかが勝負となる。また、最近ではFig. 9に示すように従来の丸孔だけではなくUCインジェクタのようなテーパ形状やD4インジェクタのような扇状の異形孔形状が要求されており、Fig. 10のようにD4インジェクタノズル噴孔の扇状スリット加工では従来開発技術の高速インチワーム放電加工やミーリング加工、シェーパー加工、レーザ加工の単一の加工技術では一長一短があるが、インチワーム放電とレーザ加工との複合加工技術により品質とコストを両立しうることを見出しFig. 11に示す工法によりマイクロ異形孔の高速加工を実現している。

5. 結言

我々は、モノづくり技術を変革し、コスト、機能に優れた魅力的な商品開発に貢献することが使命だと考えている。その一つの手段である精密・マイクロ加工は技術部、製造部、試作部等社内のみならず、設備・計測器・工具メーカーの協力が不可欠であり、従来の延長ではない革新技术開発のため総知総力を切望するものである。

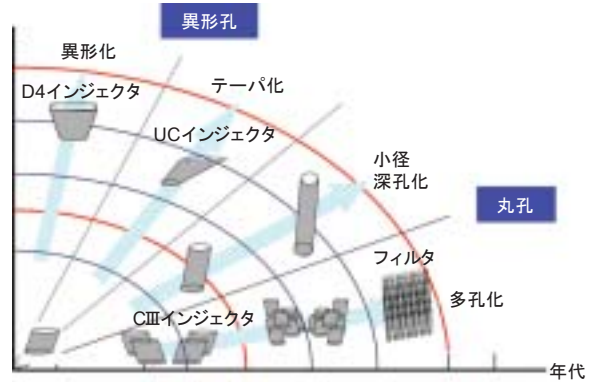


Fig. 9 Trend of micro hole

噴孔形状	総型工具で形状転写加工		単純型工具でスキヤニング加工		
	放電	切削	ミーリング	シェーパー	レーザ
精度	●	△	△	△	×
能率	△	×	×	×	●
工具消耗	○	×	×	×	●
加工例	高速インチワーム放電加工技術 (デンソー)				

Two cross-sectional images of the processed holes are shown below the table, with a 0.5mm scale bar. The left image shows a fan-shaped hole, and the right image shows a circular hole.

Fig. 10 Characteristic of each processing method

<参考文献>

- 1) 第34回工作機械関連技術者会議講演集 (2004)

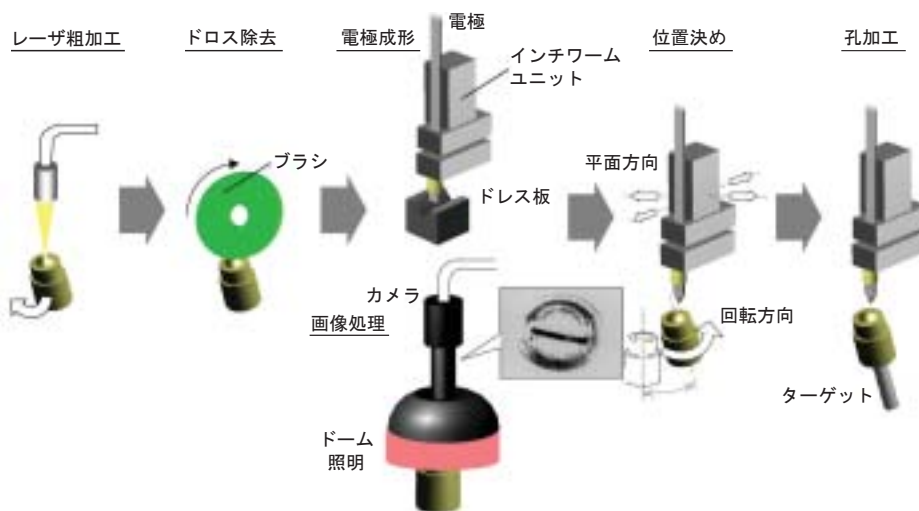


Fig. 11 Processing method of micro fan-shaped slit



<著 者>



加納 史義
(かのう ふみよし)
生産技術開発部
除去加工の要素技術開発に従事



小嶋 久稔
(こじま ひさとし)
生産技術開発部
除去加工の要素技術開発に従事