



미세특수가공기술

기술의 개요

IT산업의 발달로 인해 정밀·소형화하는 기술은 전자, 통신 및 기계, 자동차 등의 부품제조 산업에 영향력이 크다. 특히 미세특수가공은 고생산성을 위한 초정밀 고속 가공기술의 필요성이 이슈가 됨에 따라 기술개발의 주요한 테마가 되고 있다.

방전가공

미세특수가공분야나 광전자 공학 분야, 그리고 반도체 제조분야 등은 형상 정밀도가 우수하면서 높은 세장비(High Aspect)의 미소 구멍을 필요로 한다. 그 예로 마이크로 펀치용 다이, 잉크젯 프린터의 박막 노즐, 그래픽 화면 처리를 위한 전자총, 고속 컴퓨터의 마이크로 연결부, 광학 부품 등을 들 수 있다. 이러한 미소 구멍은 일반적인 절삭공정으로는 가공하기 어렵기 때문에 특수가공법을

이용하여 가공한다. 특수가공법 중에서도 미세방전 가공기술은 비접촉 가공특성을 지니므로 가공력이 다른 가공법에 비해 극히 작아 미세특수가공에 매우 적합한 방법이다.

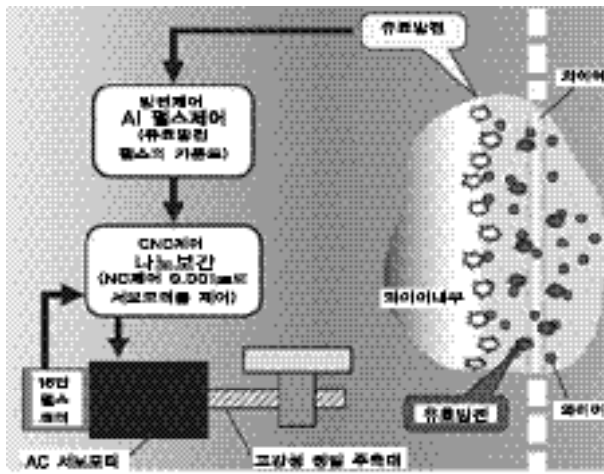
전해 가공

전해가공은 전기 화학적 가공 전체를 포함하고 있으나, 협의적으로는 전기 화학적 제거가공을 일컫는다. 전기화학 가공기술은 그 기본 원리상 버의 제거, 표면 잔류응력의 제거, 피가공물(Workpiece)의 기계적 성질에 제한을 받지 않으며, 공구의 마모가 전혀 없기 때문에 자동차, 항공기, 터빈 등의 산업 분야에 응용되고 있다. 특히 고속회전을 요구하는 레이저 프린트, 하드 디스크 드라이브, 스캐너 등의 회전부에 작용되는 차세대 공기 동압 베어링의 미세 홈(Groove)은 경제성 및 가공 정도를 고려할 때 전해가공의 적용이 바람직하다.

초음파 가공

미래 지향적인 첨단 산업의 급속한 발전과 함께 모든 부품들이 소형화됨에 따라서 고인성, 고내열성, 고강도의 특성을 가지는 난삭재 등의 고부가 가치 부품의 소재 등에 매우 높은 정밀도의 부품 제작이 요구되고 있고, 부품 가공에 있어서도 기존의 절삭에 의한 정밀 부품의 제작으로부터 반도체 산업과 LCD와 같은 전자 산업의 발달에 따라서 특수한 가공 방법을 요구하게 되었다.

초음파 가공법은 복합재료, 세라믹, 수정과 같은 취성재료에 가장 일반적으로 사용되는 가공법으로, 공구의 상·하 진동을 이용하여 공구와 가공물 사이에 공급되는 지립(SiC, 다이아몬드) 등을 가공물에 충돌시켜, 고경도 취성 재료에 구멍 또는 형상을 가공하는 방법이다. 초음파 가공법은



[그림 1] 미세와이어방전기 신기술의 예

충격 파쇄 가공법이기에 때문에 단단하고 부서지기 쉬운 재료 등 비전도성 취성 재료의 가공법으로 가장 일반적으로 사용되고 있다.

미세특수가공의 신기술 예

[그림 1]은 미세방전가공에서 최근에 나타나고 있는 미세방전기술의 한 예로, 단위시간당 유효한 방전 펄스 수를 정확히 카운트하여 유효방전펄스 수에 따라 속도를 제어함으로 에너지 밀도나 방전 갭이 일정하게 유지되어 방전속도를 40% 이상 높일 수 있는 기술이다. 또한 이동축의 오차가 누적되는 것을 해소하기 위해 나노미터(nm)의 보간을 사용하는 CNC제어장치를 설치하여 고정밀 가공이 가능하다.

특허정보분석

방전가공

방전가공에 대한 연도별로 출원(등록)된 특허 동향을 분석하여 보면 1983년 이후 연평균 약

254.1건을 특허출원(등록)하고 있으며, 연평균 3.2% 정도의 출원(등록)건의 증가를 보이고 있다.

1983년부터 1990년까지의 연평균 출원건수는 약 356.1건으로 전체특허의 연평균 특허 출원(등록)건수에 비해 높은 특허 출원(등록)을 하고 있으나, 1991년부터 2001년까지의 연평균 출원건수가 약 215.8건으로 전체특허의 연평균 특허 출원(등록)건수에 비해 낮은 특허 출원(등록)을 하고 있다. 이러한 결과는 1980년대 다양

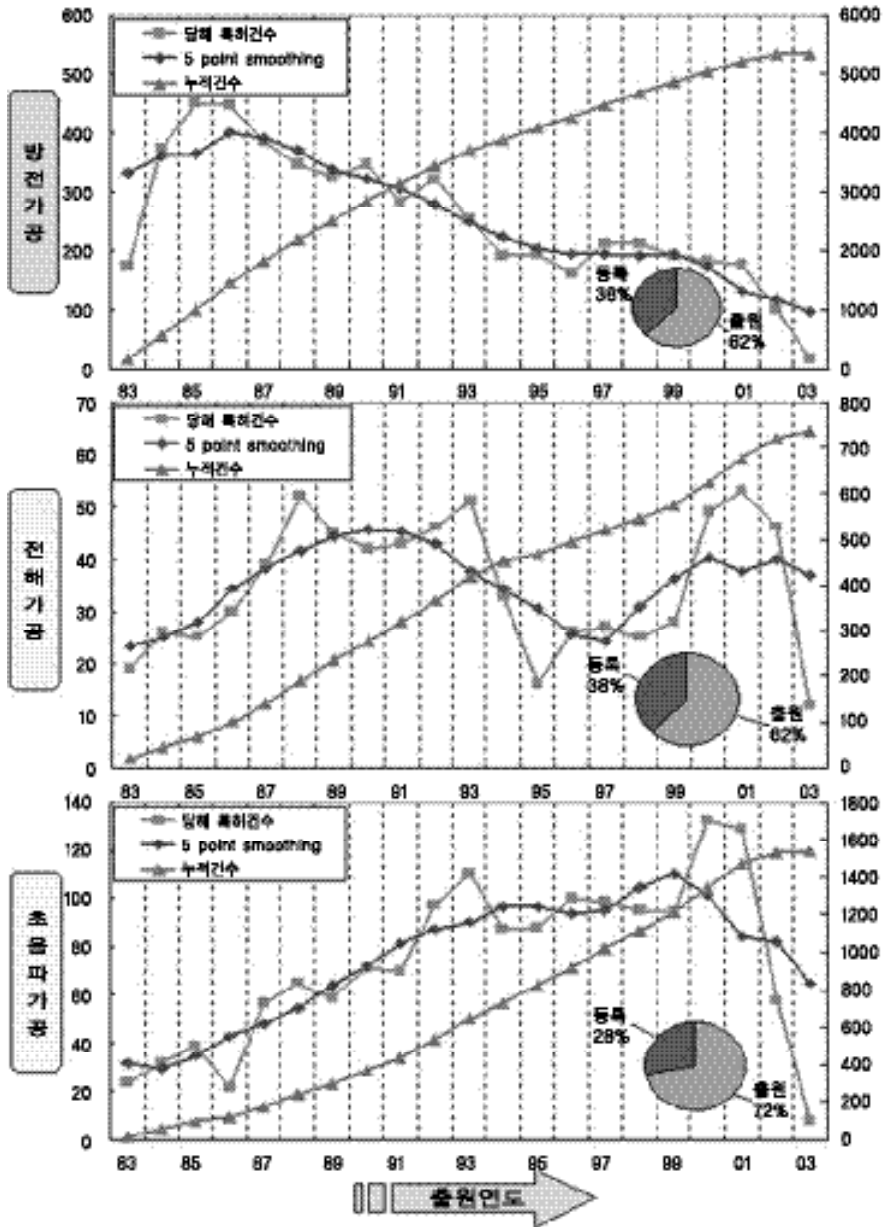
한 기법으로 방전가공에 대한 기술이 상

당수 출원된 것으로 사료되며, 1990년대에는 관련기술에 대한 성숙도가 최고에 이른 것으로 사료된다. 특히, 1980년 초반부터 1980년 중반까지는 방전가공에 대한 특허 출원(등록)이 급격한 증가를 보이고 있으며, 1990년대 초반에는 출원(등록)의 건수가 감소하고 있고 1990년대 중반 이후에도 계속해서 특허 출원(등록)이 감소하는 것으로 나타났다.

전해가공

전해가공에 대한 연도별로 출원(등록)된 특허 동향은 1983년부터 2003년까지 약 34.9건의 출원(등록)을 하고 있으며, 연평균 약 9.7%의 출원(등록)건의 증가를 보이고 있다. 1983년부터 1992년까지는 연평균 약 36.7건의 지속적인 출원(등록)이 이루어졌으나 1992년부터 1999년까지 연평균 약 25.8건의 출원(등록)건으로 약간의 출원(등록)의 감소가 발생하였으나, 1997년 이후부터는 다시 연평균 약 34.7건의 관련기술에 대한 특허 출원(등록)을 하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는

[그림 2] 전체 연도별 출원동향



약간의 보합세를 보이는 1992년부터 1999년까지의 기간을 제외하고는 지속적인 특허 출원(등록)이 이루어진 것으로 사료되고 아직 기술적 성숙기에는 미치지 못한 것으로 생각되며, 앞으로도 많은 기술적 발전이 이루어질 것으로 전망된다.

초음파기공

초음파기공의 연도별 출원(등록)된 특허동향은 1983년 이후 연평균 약 73.2건을 출원(등록)하고 있으며 특허 출원(등록)건이 연평균 14.4% 정도로 늘어나고 있는 추세를 보이고 있다. 1983년부

터 1997년까지의 연평균 출원(등록)건수는 약 68건으로 나타났으며 1998년부터 2001년까지의 연평균 출원(등록)건수는 약 112.8건으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 초음파 가공에 관련된 특허의 출원(등록)은 1983년부터 1997년까지는 1997년부터 2001년까지의 특허출원보다는 활성화되지 않았으나 꾸준한 수준의 출원(등록)을 보이고 있었으며, 1997년부터 2001년까지의 특허 출원(등록)건의 동향은 조사범위 전반부보다 더욱더 활성화된 것으로 사료되고 이는 아직까지 초음파 가공에 대한 기술적 성숙 정도가 기술적 성장기에 있는 것으로 전망된다.

결론

향후 미세가공 요구(형상, 재질, 정밀도)가 다양화 되어갈 것이고, 이에 대응하기 위해서는 단순화, 전문화, 표준화와 다기능화(多機能化) 등 고정도화가 꾸준히 추진해야 할 것이다.

특허분석을 중심으로 미세특수가공기술의 향후 기술동향을 분석정리하면 다음과 같다

1. 방전가공

- 무소모 전극재 및 전극교환의 최소화 기술개발
- 제거효율의 향상
- 전극형상의 3차원 데이터를 활용한 공정수감소 기술의 개발
- 에너지 소모를 최소화(배출되는 에너지의 재이용)하는 고정밀도 방전가공장치의 개발
- 공구전극의 이송을 고응답, 고속·고정밀도로 실행할 수 있는 이송장치의 개발
- 저비용 고정밀도·고속에도 공작물의 재료에 영향이 없는 와이어전극의 개발
- 방전안전성 및 가공속도를 향상시키는 기능별 와이어 전극선의 개발

- 와이어의 단선을 신속히 검출하고, 최단시간 내에 자동결선하는 기술의 개발
- 방전가공 모든 공정을 그래픽화하여 표시할 수 있는 방전가공 시뮬레이션 기술
- 적응제어 기술을 적용한 고효율·고정밀 제어기 기술의 개발
- 축이동의 누적오차를 해소할 수 있는 나노급 보간NC
- 위치결정을 자동적으로 실행할 수 있는 NC개발
- 인공지능 등을 활용하여 최적의 가공조건을 간단히 설정할 수 있는 기술의 개발
- 와이어 전극과 가공물과의 방전상태를 미감하게 인지하기 위한 검출기의 개발
- 고정밀도 전류검출, 고응답 서보 제어의 개발
- 무인화/자동화를 지원하는 네트워크, 표시장치 등의 적용기술개발

2. 전해가공

- 전해부식을 방지하는 고품위 가공방법의 개발
- 전해부식방지, 방청, 방식 효과가 우수한 고속 무전해 가공 기술의 개발

3. 초음파가공

- 초음파 진동 절삭법 적용요구 증가
 - 폴리브텐, 인코넬, 코바 등 난삭재의 가공에 적용
 - 마이크로 가공을 초월한 나노가공
- 이상의 내용을 토대로 향후 미세특수가공기술의 발전방향은 가공면적이 크더라도 경면(鏡面)에 가까운 면을 얻을 뿐만 아니라 고속가공이 가능하도록 하는 가공방법이 계속 개발되어 갈 것으로 판단된다.

향후 가공속도를 향상시킨 시펄스제어 기술, 나노급 보간 NC제어기, 와이어의 수중결선 및 초고속 자동결선(12초 이내) 등의 기술이 실용화되고 있다.