

21C 첨단기술과 Milli-Structure 생산기술

이 글에서는 고전적인 매크로 스케일(Macro scale) 구조체와 MEMS 같은 마이크로 스케일(Micro scale) 구조체 중간에 존재하는 차세대 자본재 핵심부품의 생산을 위한 혁신적인 미세 성형기술 개발을 목표로 하고 있는 Milli-Structure 생산기술개발 사업을 소개한다. **조 남 선**

최 근 선진국들의 산업기술정책은 큰 변화기에 있다. 즉 21C의 지식기반경제에 적합한 기술혁신형 산업구조로의 전환기에 있으며, 정보통신(BT)과 생명공학(BT) 등을 지식집약의 주력산업으로 육성하기 위한 전략이 기술개발정책의 핵심이다. 이들 신산업의 경쟁력을 확보하기 위한 핵심산업 기반기술로서 전자, 메카트로닉스, 마이크로가공기술 또는 나노기술 등의 중요성이 인식되기 시작하였다.

Milli-Structure 생산기술개발의 중요성

우리나라 자본재산업의 기술낙후는 상품의 수출경쟁력 약화의 근원적인 원인이 되어 결국 지속적으로 선진국의 기술중속을 심화시키고 있다. 이러한 자본재 산업의 문제는 현재의 주력 수출상품의 핵심요소 부품 생산기술의 미비가 큰 원인이

며, 같은 논리로 새로운 첨단 상품의 개발도 이에 필요한 핵심요소부품의 생산기술이 받쳐주지 못한다면 결국 10년 후에도 현재와 같은 악순환이 되풀이될 것은 분명하다.

이러한 핵심요소부품 중에서 구동 특성을 갖는 mm 단위의 미소 기구물(Kinematic Milli Structure)은 제품의 경박·소형화의 핵심기술이라 판단되며, 이 분야의 기술력이 궁극적으로 차세대 상품의 경쟁력을 좌우할 것으로 예상된다. 이러한 측면에서 국내는 물론 선진국에서도 오래 전부터 초소형부품의 생산기술에 관련한 연구가 진행되어 왔다. 이 기술 분야 중 하나인 MEMS에 대한 집중적인 연구 및 가시적인 결과가 실제 산업적으로 일부 응용되고 있으나(Micro-Pump, Micro-Reactor, Micro-Motor 등) 현재의 MEMS 기술만으로 Kinematic-Milli-Structure가 요구되는 분야의 일부에 극히 제한적으로 응용되고 있으며(주로 LIGA

공정을 이용함), 다양한 삼차원 형상의 기구물에 적용을 위해서는 앞으로도 상당한 시간이 요구되고 있는 실정이다.

우리나라가 21세기에 세계시장을 주도해야 할 제품으로는 휴대형 통신단말기, PDA, Palm-top PC, 각종 저장기기 등 전자정보기기분야의 제품이 가장 유망한 것으로 예측되고 있다. 그러나 이러한 분야의 제품경쟁력을 제고하기 위하여서는, milli-structure형 부품을 양산할 수 있는 독자적이고 우월적인 기술의 확보가 반드시 필요하다. 그러므로 국가차원의 체계적인 기술개발지원이 필수적인 분야이다.

Kinematic-Milli-Structure 관련 기술은 선진국에서조차 아직 초보적인 단계인 점을 고려할 때, 지금이야말로 이들 Micro 성형기술개발에 투자할 적절한 시기라고 판단된다. 지금까지의 국내 거의 대부분의 기술개발이 선진기술의 모방이나 이전에 의한 방식으로 이루어진 것이라고 볼 때 향후 독자적인 기술개발에 의한 기술선점효과 및 산업으로의 파급효과는 매우 클 것으로 확신하며, 차세대 상품의 실질적인

• 조남선 / 한국생산기술연구원, Milli-Structure 생산기술개발과제 총괄책임자 /
e-mail : chens@kitech.re.kr

제품경쟁력 확보차원에서 정부차원의 기술개발투자는 매우 중요하다고 판단된다.

국외의 관련 기술 동향

최근 일본을 비롯한 미국, 독일 등 일부 선진국에서는 전통적인 가공방식에 의한 미세 구조물의 생산

그러나 KMS(Kinematic-Milli-Structure) 부품의 경제성 있는 생산기술 즉 기계가공 방식이 아닌 성형기술(Forming/Molding 등)의 분야는 많은 기술적인 어려움으로 인해 선진국에서조차 거의 연구가 진행되지 않은 미개척 기술개발 분야로서, 일본의 경우도 최근에서야 관련 연구가 시작되고 있다. 그 한 예

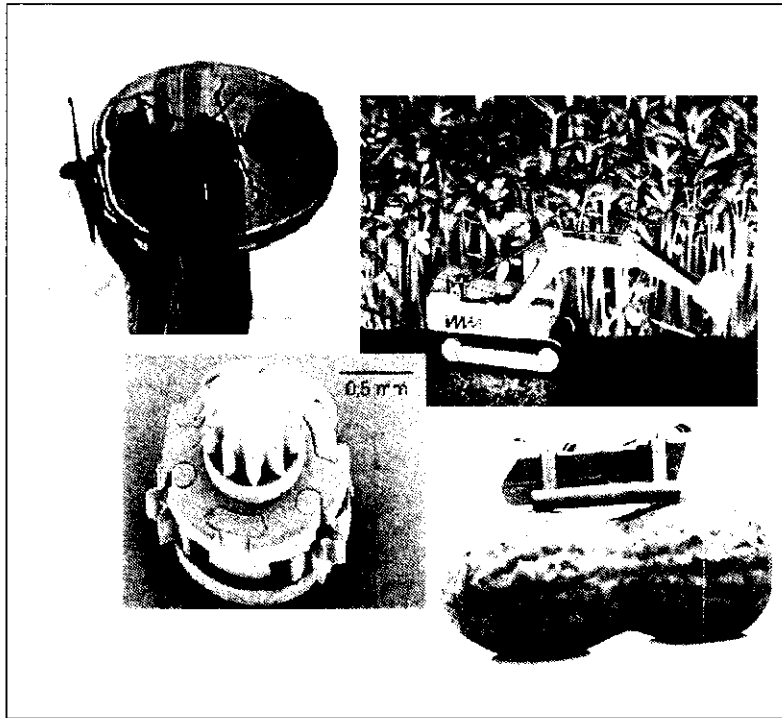
낮출 수 있다는 연구결과가 1996년에 일본에서 보고되고 있다.

따라서 Micro 성형기술에 의한 KMS 부품의 대량생산방식은 기술개발의 위험도가 매우 큼에도 불구하고, 성형가공방식이 지니는 고유의 특성으로 인해 최근 일본, 독일 등지에서 정부차원에서의 연구개발 투자가 크게 증가하고 있다. 일본에서는 Micro-Fabrication이라는 이름으로 이화학연구소(RIKEN) 등에서 연구개발사업을 수행하고 있으며, 미국에서는 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency) 등의 주도로 연구가 수행되어 성과를 거두고 있다.

연구사업 추진배경

Milli-Structure는 제품의 경박단소화 추세에 따라 전자정보기기뿐 아니라 장비제조, 자동차, 의료기기, 심지어 완구에 이르기까지 그 적용범위가 급팽창되고 있어, 이러한 부품 및 시스템의 양산기술 확보는 기존 제품을 더욱 첨단화할 수 있고 공학적 활용도는 무궁무진할 것이다. 우리나라가 21세기에 세계 시장을 주도해야 할 제품군으로는 전자화폐용 IC 카드, 휴대형 통신 단말기, PDA, Palmtop PC, 각종 저장기기 등 기술융합형 산업인 전자정보 통신기기분야 등의 제품군(Fine Mechanism System)과 21세기의 대표적인 신산업으로 엄청난 새로운 시장이 예견되는 의료, 환경, 복지 분야 등의 제품군(Fine Fuilidic System)이 가장 유망한 것으로 예측되고 있다.

Fine Mechanism은 정보기기, 전자 및 통신기기의 소형화 및 고기능



외국의 연구 개발 사례

왼쪽 위 : 첩보용 비행체, DARPA 미국,

오른쪽 위 : 초소형 굴삭기(길이 63mm, 무게 12g), IMM 독일

왼쪽 아래 : 미세 기어 시스템, IMM 독일

오른쪽 아래 : 초소형 헬기(길이 24mm, 무게 0.5g, 회전익 속도 4만 rpm), IMM 독일

기술 개발에 대해 관심이 크게 증가하고 있으며, 일부 Micro 기계가공의 경우 많은 기술개발 결과가 제품의 경박·소형화에 응용되고 있다. 결국 일본의 Camcorder 등 가전, 통신 관련 제품 가격경쟁력의 핵심이 여기에 있다고 볼 수 있다.

로 아직 상용화되지는 않았지만 내시경용 Jaw의 경우, 현재의 기계가공방식에 의해 한 개의 생산시간이 수십 분 정도 요구되고 있으나, Micro-Forming 방식으로 생산공정을 대체할 경우 생산시간은 약 1/10 정도, 생산원가는 약 1/100 정도로

화 추세에 따라 제품의 고정밀화 및 고성능화에 요구되는 기계적 시스템의 통칭하고, Fine Fluidic System은 초소형 첨단 진단기기, 인체 이식형 첨단 의료기기, Biotechnology 관련 고성능 분석기기 등의 개발에 요구되는 핵심 기술로 고도의 재연성과 정밀도로 극미량의 액체와 기체를 흘려주는 기계적 시스템을 지칭한다.

사업내용 및 추진체계

미소기구(milli-structure)생산기술의 필요성과 중요함을 인식하고 산업자원부에서는 1999년 12월부터 milli-structure 생산기술개발 연구과제를 추진하고 있다. 정부가 250억 원을 지원하고 참여기업이 280억 원을 투자하여 9년간 수행하게 될 이 과제는 한국생산기술연구원의 총괄주관 하에 국가출연 연구기관(한국기계연구원, 전자부품연구원 등), 대학(강원대, 고려대, 국민대, 부산대, 서울대학교, 연세대, 포항공대, 한양대, KAIST)과 함께 기업들이 참여하게 된다.

1단계에서는 3년간 차세대 생산기반 기초기술 및 milli-structure급

구분	Micro-Structure	Milli-Structure	Macro-Structure
부품크기	10mm 이상	—	10 μ m 이하
주요공정	Conventional Process	미세소성가공 미세사출가공 미세금형가공 미세조립, 측정 성능평가	MEMS
적용소재	Conventional Material	Metal, Polymer, Ceramic	Silicon, Glass
제품 예	정밀기계부품 소형전자부품 광학부품	가전 및 OA 기기(Camcorder, Desk부품, HDD, DVD, PDA 등) FA 및 공작기계(초소형모터, 센서, 액츄에이터, 산업용 Robot 등) 통신장비 및 시스템(광콘넥터, cellular phone 등) 의료장비(미세 혈액분석기, 보청기, 수술장비 등) 군사 및 첩보용 Insect, 비행체	반도체 마이크로 센서류 마이크로 액츄에이터류

Milli-Structure의 분류

단품 개발기술 개발을 목표로 미세 박판성형기술, 미세체적성형기술, 미세사출성형기술 및 미세금형가공 기술과 더불어 새로운 개념의 공정과 소재를 연구하게 된다.

2단계에서는 3년간 차세대 생산기반기술의 고도화 및 하이브리드(hybrid)형 milli-structure 부품개발을 목표로 1단계에서 개발된 기술을 고도화하여 상용장치를 개발하게 되고 의료용 분석시스템 개발에도 착수하게 된다.

마지막 3단계에서는 3년 동안 milli-structure 부품의 양산기술을 개발하게 된다.

기대효과

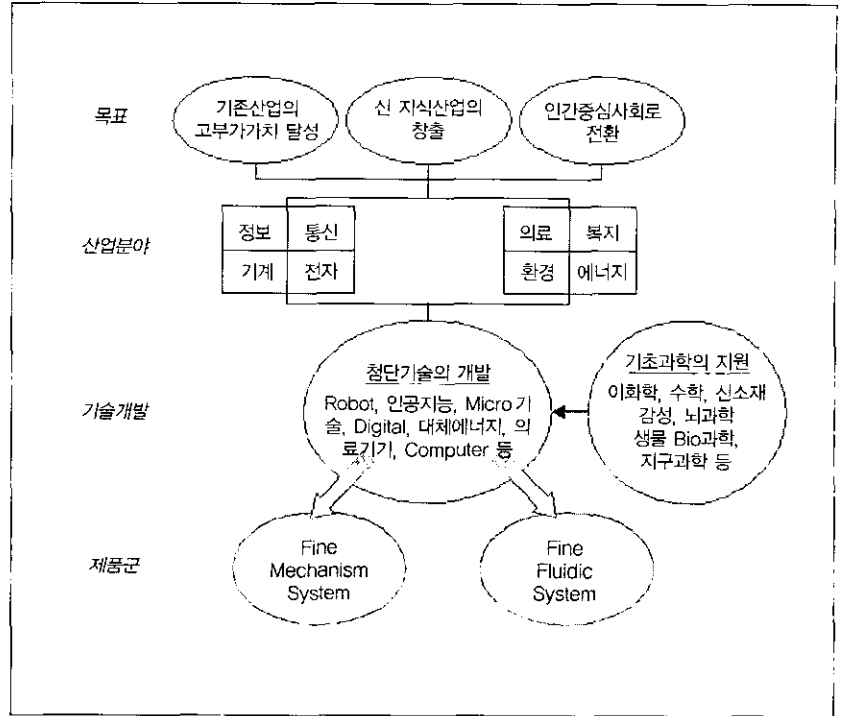
1) 본 사업은 21세기 고부가가치

산업인 의료, 환경, 정보, 통신 사업 분야의 핵심 제품 및 부품을 대량 생산하는 생산 기술 개발을 목표로 하고 있다. 이는 “기존 산업의 고부가가치화”, “신 지식산업에의 대처”, “인간 중심사회로의 전환”이라는 국가 개발 정책의 방향을 실현하는 데에 핵심적으로 필요한 생산 기술을 개발, 확보함으로써 선진국에 대한 경쟁력을 확보하는 데에 그

목표가 있음을 의미하며, 개발된 생산기술은 국가와 민간이 주도하는 다양한 R&D 과제의 성공적인 수행을 가능하게 할 것으로 예상된다.

2) 본 사업에서 개발하고자 하는 핵심 요소 기술들은 정보, 통신, 기계, 전자, 의료, 환경 등의 다양한 분야에 폭 넓게 응용될 수 있는 생산기반기술이다. 특히, 21세기의 모든 제품들이 경박단소화함을 생각하면 milli-structure 생산기술의 시급한 확보가 요구되는 바이다. 실리콘 소재로 활용하는 MEMS 기술과 함께, 금속재료, 플라스틱에 대한 미세가공 기술이 본 사업을 통해서 확보된다면 이를 근간으로 해서 아주 다양한 신제품의 고부가가치의 창출이 가능해진다.

3) 본 사업에서 개발하고자 하는 첨단 미세 가공 기술들은 기술 집약적이며, 중소기업 지향적이므로, 많은 venture 기업들이 창출될 것이다. 또한 기술을 바탕으로 한 건전한 중소기업의 육성으로 우리 산업의 바람직한 구조조정에 일익을 담당할 수 있을 것이며, 이를 바탕으로 개발된 제품들은 해외시장에서도 높은 경쟁력을 확보할 것으로 기대된다.



Milli-Structure 생산기술개발의 목표

Milli-Structure란?

Camcorder의 Deck 부품이나, DVD의 Optical Head처럼, 수 mm의 크기에 수 μm 의 정밀도를 갖는 기계요소 부품 또는 그것들의 조립체를 지칭하는 것으로서 일반적 기계구성품의 크기인 수십 mm 이상의 Macro structure와 MEMS(Micro Electro Mechanical System)기술에 의한 submillimeter 크기의 Micro structure에 대응되는 개념이다.

Milli-structure는 그 내부에 μm 단위의 미세 구조물을 포함하며, 특정 목적을 수행하기 위하여 정보 및 물질의 전달, 작동 및 취급이 가능하도록 일정한 정도 이상의(mm 단위 정도의) 크기를 갖고 있는 작동 가능한 전체 시스템을 의미한다.

정의상의 Milli-Structure는 기존의 MEMS 혹은 반도체기술을 이용하여 가공한 Micro-structure(초소형 구조물)를 포함하면서도 일정한 크기 이상의 정보 전달부, 취급 혹은 작동부, 계측 분석부로 이루어지며, 이러한 전체 시스템의 가공에서는 기존의 여러 가지 기계가공이 사용될 수 있지만, 내부의 초소형 구조물 정도의 생산성과 저렴한 생산 비용 조건을 충족시켜야 한다. 또한 내부의 미세 구조물을 실질적으로 보호할 수 있어야 하며, 외부의 충격 혹은 압력에도 버틸 수 있거나 혹은 내부 미세 구조물에 실질적으로 전달할 수 있어야 한다.

현재 국내외적으로 기계적 방법에 의한 초정밀, 초소형 가공기술과 반도체 제조 공정을 이용한 Micro-Machining에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 산업체 응용 측면에서 기능성 Milli-Structure에 대한 중요성이 매우 커지고 있기에 이 분야에 대한 집중적인 연구 투자가 이루어지기 시작하고 있다.