

Milli-Structure 생산기술개발 (차세대 생산기반기술개발)

2001. 6. 28

발표자: 조 남 선

소속기관: 한국생산기술연구원



한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

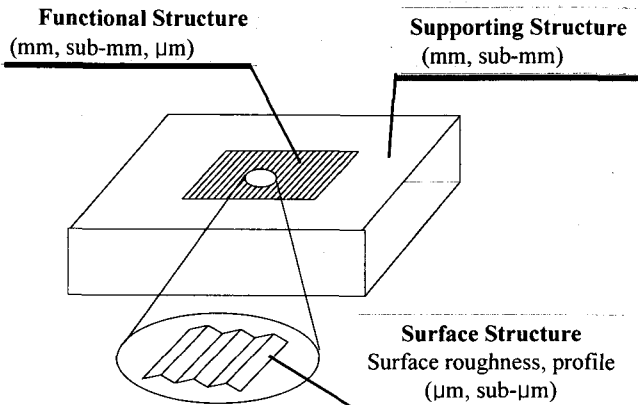


Milli-Structure 정의

- Milli-Structure는 크기면에서 일반적 기계구성품의 크기인 수십mm 이상의 Macro-Structure와 MEMS기술에 의한 Sub-millimeter 크기의 Micro-Structure에 대응되는 개념으로 그 중간 정도에 위치함.
- Milli-Structure는 수 mm의 크기에 수 μ m의 정밀도를 갖으며 상대운동이 가능한 기계 요소품 또는 그것들의 조립체인 미소 기구물(Kinematic Milli-Structure)로 정의함.
- Milli-Structure는 그 내부에 μ m order의 미세 구조물을 포함하며, 특정한 목적을 수행하기 위하여 정보 및 물질의 전달, 작동 및 취급이 가능하도록 일정한 정도(mm단위 정도)이상의 크기를 갖고 있는 작동 가능한 시스템을 의미함.

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

Milli-Structure의 Scale



한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

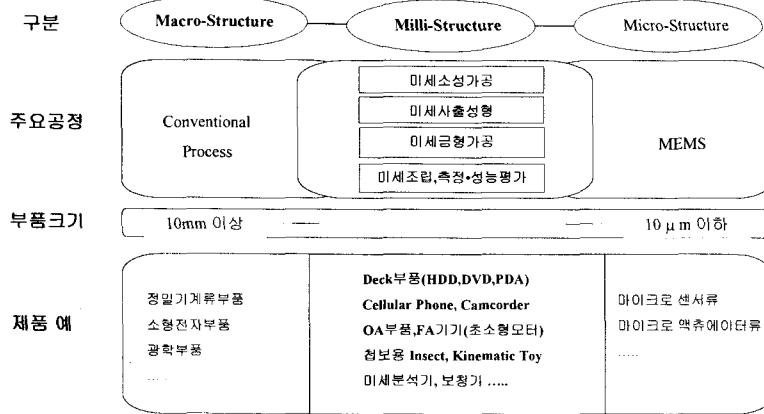
Milli-Structure와 MEMS와의 비교

Item	Milli-Structure	MEMS
Scale	mm order	μm order
Material	Metal, Polymer, Ceramic	Silicon, Glass
Process	Forming, Molding, Conventional machining -Mechanical process based-	Photolithography, Etching, Deposition - IC process based -
Function(power)	Mechatronics 동력전달량이 큼	Electro-Mechanical 전자회로, 동력전달량이 작음
Cost (Material & Maintenance)	Low	High
Dimension	3 D, 자유곡면	2 & 2.5 D
Application	Fine Mechanism product(Deck 부품) Kinematic Functional product	Micro-Sensor, Micro-Actuator 류

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



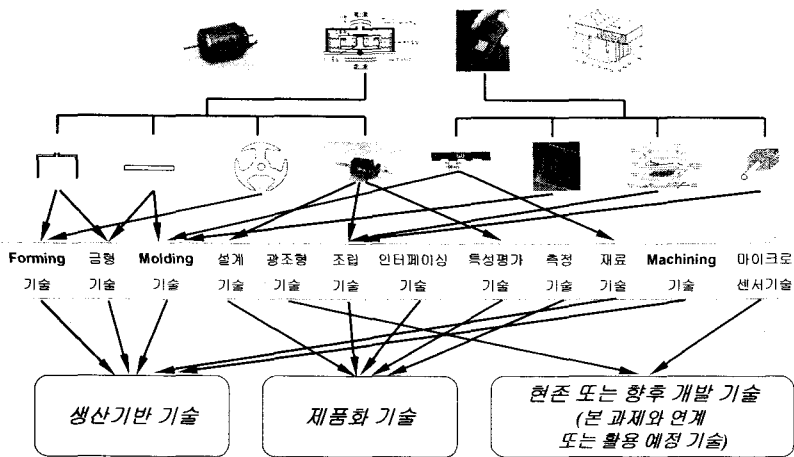
Milli-Structure의 산업 연관도



한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



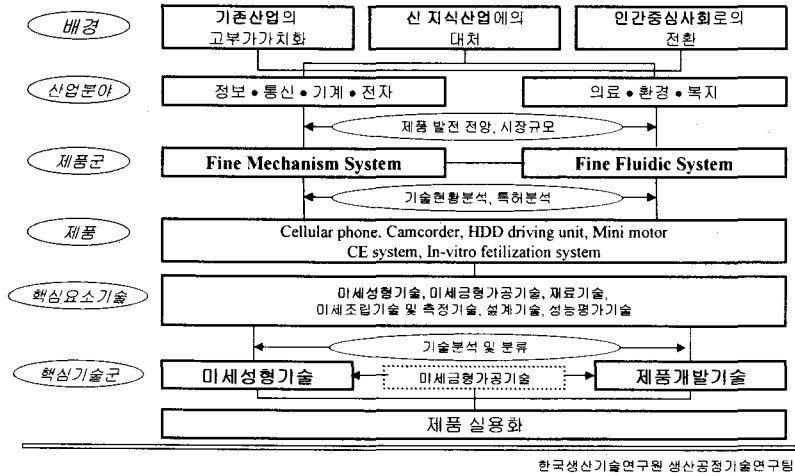
Milli-Structure 기술 분류도



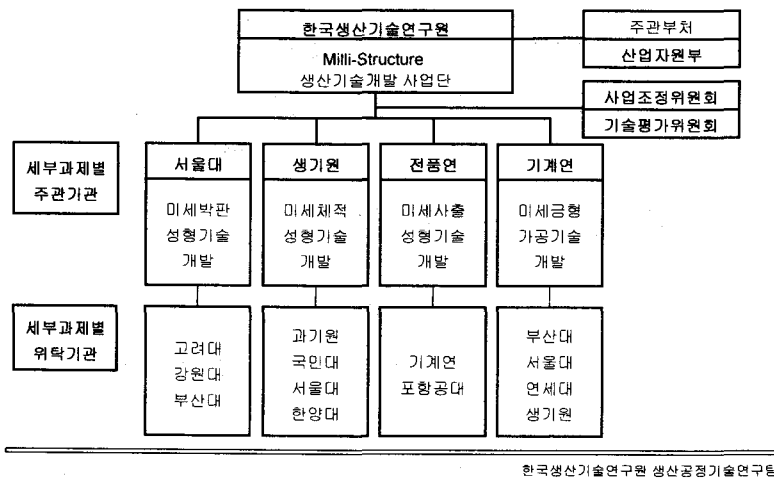
한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



연구과제도출 배경 및 체계

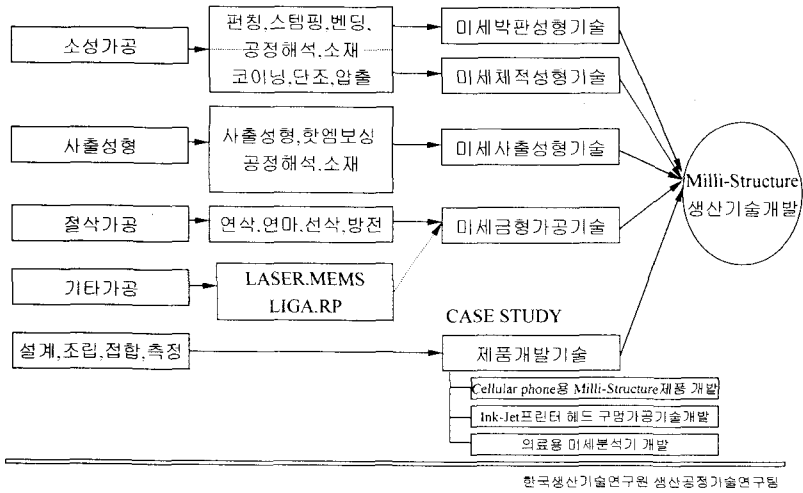


연구 추진 체계

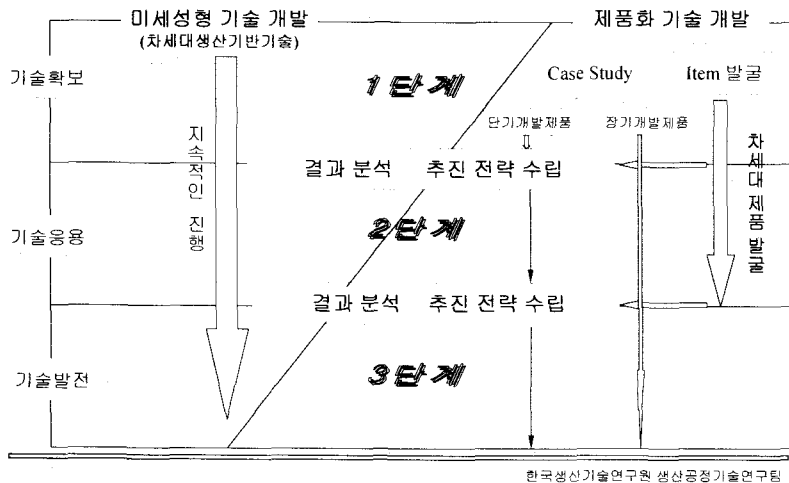




Milli-Structure 요소기술 연관도



기술개발 추진전략





Fine Mechanism System

- Fine Mechanism System

정보기기, 전자 및 통신기기의 소형화 및 고기능화 추세에 따라 제품의 고정밀화 및 고성능화에 요구되는 기계적 시스템의 통칭

- Fine Mechanism System 관련기술



한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



개인이동통신장비에서의 Milli-Structure 성형 부품의 시장성

		연간 생산량 (만대/년)	Milli-Structure Forming 부품 단가 (원)	연간 시장 규모 (억원/년)
현재	국내	4,320	4,300	1,860
	세계	30,000		13,000
2005년 (예상)	국내	1,860	20	5,554
	세계	13,000		39,000

국내 개인이동통신 장비 연간 생산량 (만대/년)				개인이동통신 장비내 Milli-Structure Forming 부품		
사명	생산량	사명	생산량	부품	단가 (원)	수입의존도 (%)
삼성	2,400	현대	240	Vibration Motor	2,000	70
Motorola	720	한화	240	Electro-Magnetic Buzzer	1,000	30
LG IC	600	합계	4,320	Dynamic Speaker	700	50
				Condenser Microphone	600	50
				합계	4,300	

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀















전자통신기기의 기술변화 추세

시 대	대표적 전자기기	기술 동향
1st Generation • Portable • 1980년대	-Desktop computer -Camcorder (Analog type, 16mm) -Wired communication equip.	-Analog type -16mm tape -중량 : 수 kg
2nd Generation • Portable • 1990년대	-Laptop computer -Camcorder (Analog type, 8mm) -Cellular phone (pocket size)	-1990년대 -Analog type, 8mm tape -중량 : 1 kg -기능 : 8배 zoom -1/2" CCD 사용 -실장 밀도 : 10개/cm ²
3rd Generation • Portable • 2000년대	-Wearable computer -Camcorder (Digital type, Memory storage) -Wrist-set, Head-set type phone	-2000년 - 2005년 -Pocket size -Digital과 Analog 공존 -중량 : 500g 대 -기능 : 20배 zoom -1/4" CCD 사용 -Tape/Disk 공존 -실장밀도 : 40개/cm ² -2005년 - 2010년 -신체부착 각면 size -Digital type -통신기능, 3D 영상기 능 등 Digital system 융합제품화 -중량 : 300g -DVD-ROM 저장 -실장밀도 : 80개/cm ²

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

개인 휴대용 통신장비

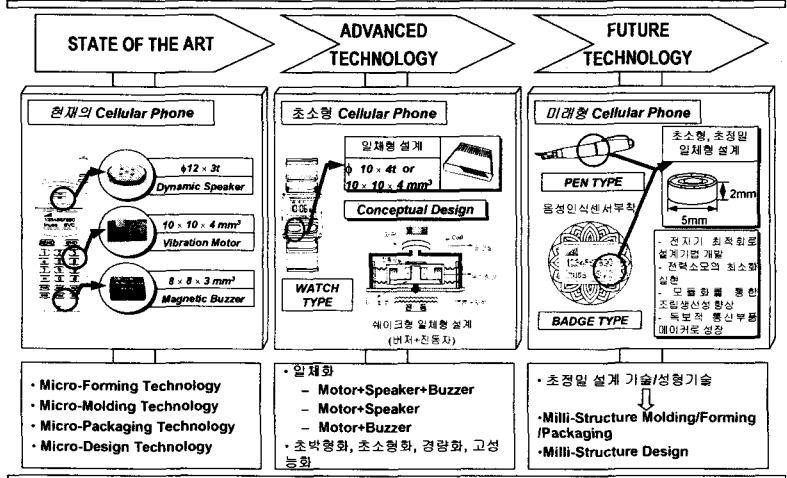


Mill-Structure 기계적 부품	부품 스케치	부품 규격 (mm)	핵심 부품 스케치	핵심 기술
Vibration Motor		10 x 10 x 4t		Micro Blanking
Electro-magnetic Buzzer		8 x 8 x 3t		Micro Forming (Stamping + Drawing)
Dynamic Receiver		12φ x 2.5t		Micro Molding
Condenser Microphone		4φ x 2t		Micro Coining
일체형 1 (Vibrator + Buzzer)		10 x 10 x 4 (계획)		Micro Stamping
일체형 2 (Vibration motor + Buzzer)		10 x 10 x 4 (계획)		Micro Packaging
일체형 3 (Vibration Motor + Buzzer + Receiver)		10 x 10 x 4 (계획)		Micro Stamping + Banding

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



정보통신기기의 기계적 부품(Cellular Phone)

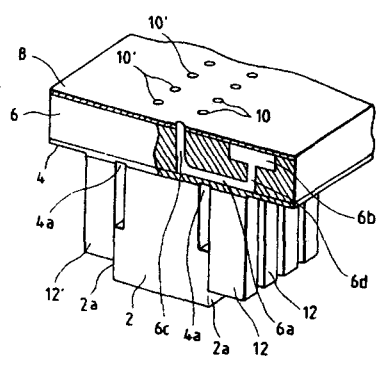


한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



OA기기 부품 (Piezo type InkJet Printer Head)

(EPSON Stylus Model)



Nozzle Plate(8)
 - thickness : 50 μm
 - Hole size : 25 μm
 - pitch : 141 μm

Material	Manufacturing
SUS	Micro punching
Polyimide	Excimer Laser
Nickle	Electro forming
Silicone	Chemical etching

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



잉크젯 카트리지의 Nozzle Plate 개발 효과

3년 후 예상 개발 효과						
내수	카트리지 수입가 (만원)	카트리지 개발시 재료비 (만원)	카트리지중 Nozzle Plate 재료비비율 (%)	Nozzle Plate 당 개발효과 (만원/개)	수요량 (만개/년)	년간 개발효과 (억원/년)
	3	1.8	17	0.2	1,600	320
수출	세계시장 규모 (만개/년)	예상 시장점유율 (%)	예상 수출량 (만개/년)	Nozzle Plate 당 개발효과 (만원/개)	년간 개발효과 (억원/년)	
	70,000	5	3,500	0.2	700	
잉크젯 카트리지 수요						
	현재 (만개/년)	년간 성장률 (%)		5년 후 (만개/년)		
국내	1,000	10		1,600		
세계	46,000	10		70,000		

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

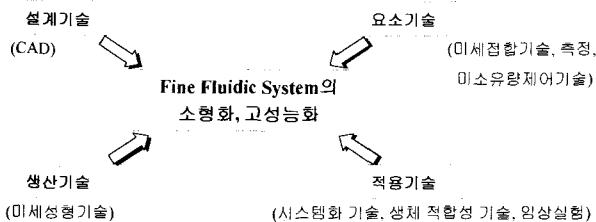


Fine Fluidic System

• Fine Fluidic System

초소형 첨단 진단 기기, 인체 이식형 첨단 의료 기기, Biotech 관련 고성능 분석 기기 개발에 핵심기술로, 고도의 재연성과 정밀도로 극미량의 유체와 기체를 흘려 주는 기계적 시스템의 통합. 최근에는 이러한 기계적 시스템을 이용하는 첨단 제품을 지칭하는 것으로 확대되고 있음.

• Fine Mechanism System 관련기술



한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



Fine Fluidics Systems for Medicine

미세 사출 성형 기술

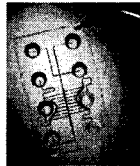


기술 및 가공



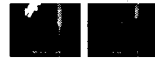
미세 사출된 plate

의료용 미세 분석 시스템



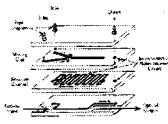
Capillary Electrophoresis system
MicroTAS / MicroELIZA
Micro fertilization system

측정 및 분석 기술



시약의 분리 검출 및 분석 기술

시스템 결합 기술



시스템 integration 기술
미세 조립 기술



미세 요소 결합 기술



소자-Capillary, 소자-소자
소자-튜브 연결 기술



시스템 세부 설계 기술



주변 장치 설계 및 제작

시스템 패키징 기술



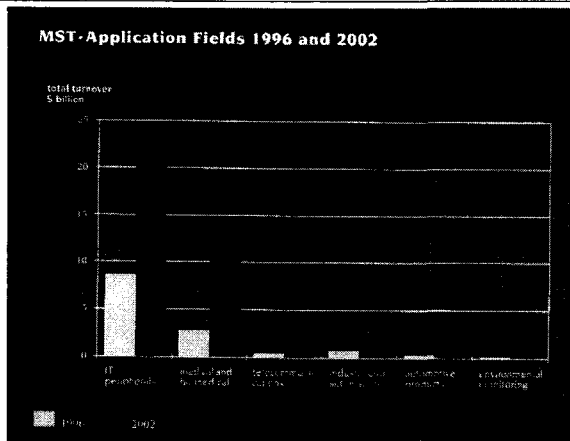
미세 사출 성형 기술
미세 금형 설계 및 가공 기술
미세 조립 기술
밀봉 기술
사용 가능한 디자인
환경 친화적 디자인

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



Fine Fluidics System의 시장분석

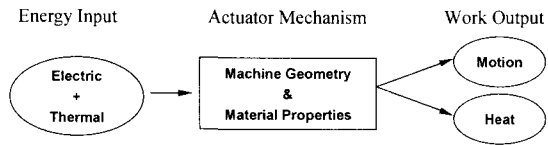
MST-Application Fields 1996 and 2002



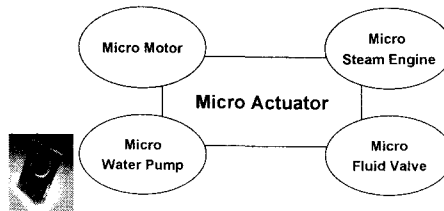
Market Analysis from NEXUS! Task Force Team

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

Principle



Principal Components



한국생산기술연구원 생산공정기술연구원

Micro Pump

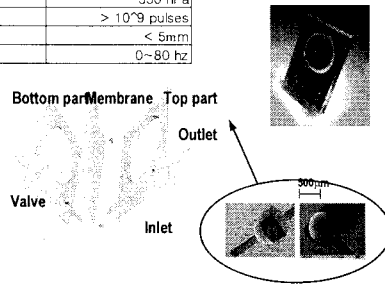
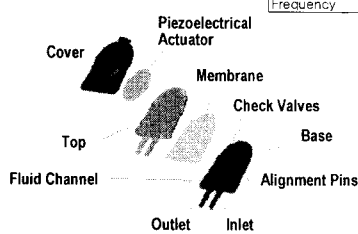


Specifications

Item	Specifications
Driving voltage	-100 ~ 340 Volts
Dimensions	12x12x3 mm ³
Max. flow rate(water)	400ml/min
Max. flow rate(air)	3.5ml/min
Max. back pressure(water)	2000 hPa
Max. back pressure(air)	275 hPa
Max. vacuum(air)	350 hPa
Life cycle	> 10 ⁹ pulses
Particle tolerance	< 5μm
Frequency	0~80 hz

- 열경화성수지(PMMA)
- 미세사출성형

Components of Micro Pump



한국생산기술연구원 생산공정기술연구원



응용분야(Micro robot, 미국[MIT])

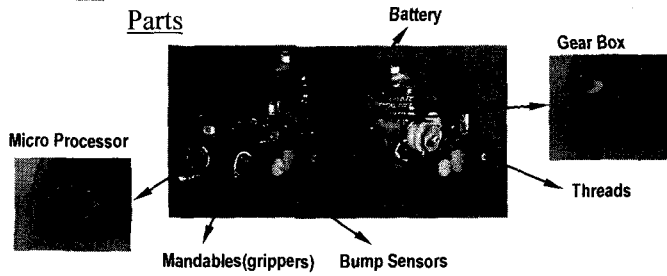
Micro robot(Ant)



Specification

규격: 35mm x 35mm x 30mm
 중량: 33 g
 기능: 물체 감지 및 습득
 가격: 300\$

Parts



한국생산기술연구원 생산공정기술연구원

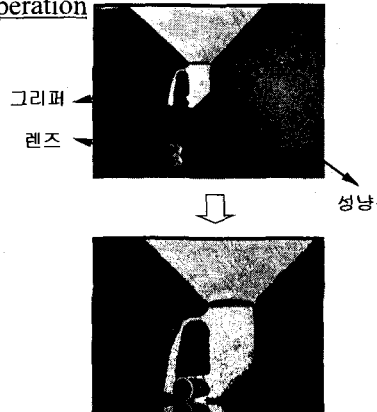


응용분야(Micro Gripper, 스위스 [EPFL])

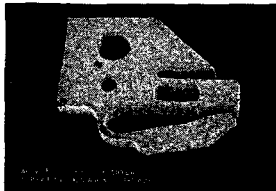
Summary

- 성형 방법: Laser cutting 성형
- 소재: NiTiCu cold-rolled sheet (Shape Memory Alloy)
- 크기: 1mm x 1mm
- 두께: 170 μ m
- 동작범위: 160 μ m
- 기능: 극소형 렌즈(직경 0.35mm 이하) 집게

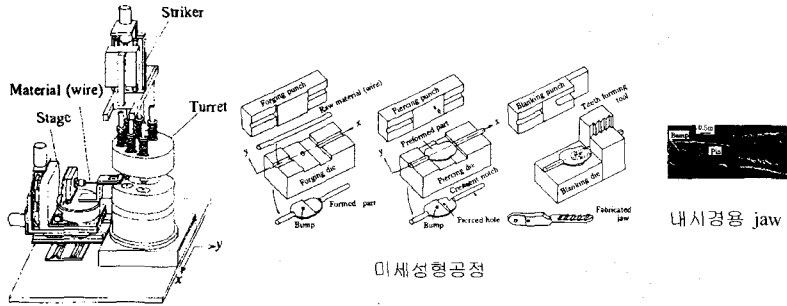
Operation



Shape



한국생산기술연구원 생산공정기술연구원



미세성형 프레스

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

미세편칭 프레스(서울대)



프레스

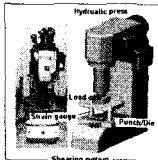
- 전직도: 0.001mm/20mm
- 편치와 금형 동심성
 - 조립공차: $\pm 10\mu\text{m}$
 - 거울, 비전 시스템, 정밀이송기구 이용
- 다이 위치 제어
 - 반복정도: $\pm 0.1\mu\text{m}$, 절대정도: $+5\mu\text{m}$
- 편치 위치 제어
 - 반복정도: $\pm 1.3\mu\text{m}$, 절대정도: $\pm 10\mu\text{m}$



편칭 성형 예

- 소재
 - 재질: 황동박판
 - 두께: 100 μm
- 임크젯 프린터의 노즐 플랫폼 성형기 반 기술

미세전단 프레스(강원대)



Shearing system

- TFT의 Reflector 가공용
- 전단날 소재: 초경합
- 전단 클리어런스: 10 μm
- 실험 대상 소재
 - 황동박판
 - 두께: 0.2 - 0.5 mm

극세선 압출기(한국생산기술연구원)



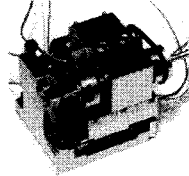
- 장수압 압출 방식
- 최대가압하중: 90 ton
- 펌 최대 속도: 25mm/s
- 이중구동축식의 수직형
- 컨테이너: 광선적출방식
- 적용대상: 의료용 극세선, 초탄성합금 미세 튜브

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



미세기계가공 예(일본[MEL])

미세 선반

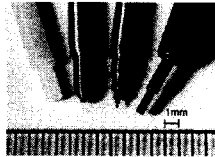


Specification(괄호안은 일반 선반 대비)

규격	중량	소요전력
32mm x 25mm x 30.5mm (1/50)	100g (1/10000)	1.5W (1/1000)

- 세계적으로 가장 작은 선반(1999년)
- Laminated Piezo Actuator 방식
- XY 구동 유닛과 마이크로 모터에 의한 주축 디바이스
- 가공 가능한 최소 직경: 60 μm

미세 선반 가공예(아세탈 레진 봉)



cf) MEL 중점 연구 사항

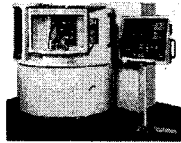
- 미소기능요소기술
- 에너지 공급 기술
- 시스템 제어 기술
- 평가 기술
- 마이크로 공장 실현을 위한 기초 연구

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀



미세기계가공 예(일본)

미세 밀링 가공(FANUC)



ROBOnano Ui Micro Machine

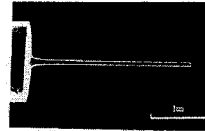
- 선삭에서 3차원 형상의 복합 가공까지 가능
- 회절격자나 비구면 렌즈의 금형 가공
- 이송거리: 200mm
- 이송서버모터 트랙 채용(오차 범위: 2nm)
- Non-friction Servo system(분해능: 1nm)



미세밀링 가공 예

- 재료: 황동
- 직경 1mm, 높이 30 μm
- 가공조건
 - 공구회전속도: 50,000rpm
 - 가공속도: 5mm/min
 - 가공소요시간: 약 2시간
- 가공후 표면조도: 58 nm Rmax

미세 연마 가공



- 축대칭 형상 미세 연마가공
- 소재: 고속도강, 초경합금
 - 길이: 1 - 3 mm
 - 직경: 50 - 250 μm



기어 형상 미세 연마 가공

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

외국의 연구동향

구분	종류	총매출액	Milli-Structure 관련 사업 내용
Riken(일)	정부연구소	800억₩/년 (연구비)	초정밀 경면 가공기 (Venture 회사 설립)
Jenoptic(독)	기업	31억 DM	광콘넥터, 청정요소 및 시스템
IMT(독)	민간연구소		의료용 초소형 Pump, Valve
IMM(독)	민간연구소		초소형 부품, 장난감
TMP(네)	기업		LIGA, μ -Molding, Hot Embossing

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀

기대효과

- λ 차세대 핵심자본재산업분야의 국가 경쟁력 확보
- λ 차세대 생산기술 Infra구축을 위한 자원, 인력 및 자금분배의 효율성 제고
- λ 시장 및 개발 추세 예측을 통한 고부가가치 개발 제품군의 확보 및 시장 선점
- λ 전통기술과의 접목을 통한 동반자적 발전의 유도
- λ 원천기술개발 의욕 고취 및 자신감 부여
- λ 기술선진국의 기술개발투자 및 신기술에 대한 대처

한국생산기술연구원 생산공정기술연구팀