

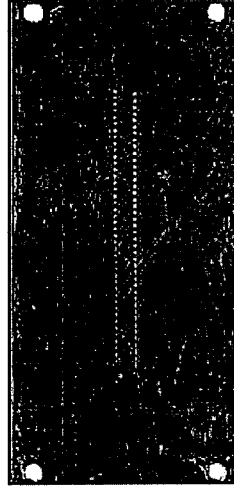
미세구멍 성형을 위한 초정밀 금형가공기술 개발
- Ink Jet Printer 용 Nozzle Plate 개발사례를 중심으로



2002. 2. 27 (수)

함영치*, 박근, 최상련

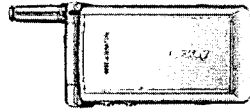
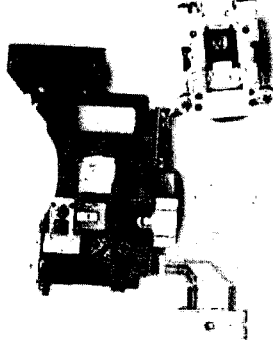
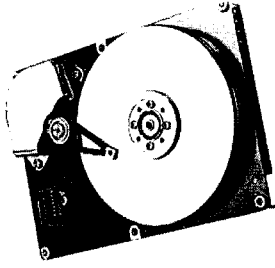
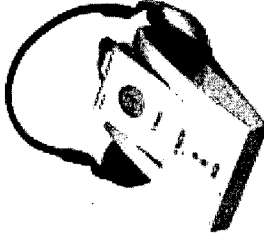
(삼성전기(주) 금형개발실)



전자제품의 변화



- 개성화 및 다양화
- 제품의 복합화
- 경박단소화
- 제품 Life Cycle의 단축
- 다품종 소량생산



당사에서 추진중인 미세 금형가공기술



ELECTRO-MECHANICS

□ Ink-Jet Printer용 Head의 Nozzle plate

▶ 미세구멍 가공기술: $\phi 32 \rightarrow \phi 25 \rightarrow \phi 20$

□ 비구면 Plastic Lens

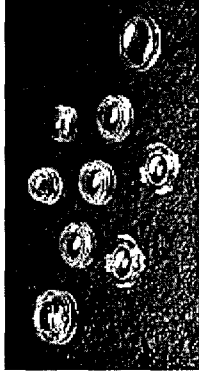
▶ 형상정밀도 0.1, 표면거칠기(Rt) 0.01 이하

□ 미세 Plastic Gear

▶ 0.001g \rightarrow 0.0001g \rightarrow 0.00001g

□ TFT-LCD의 Backlight用 도광판

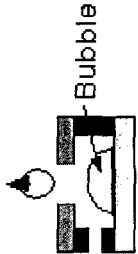
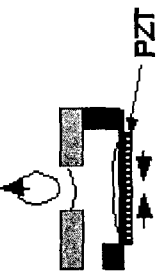
▶ 인쇄 Type \rightarrow 인쇄-less Type \rightarrow Prism sheet-less



Ink-Jet Printer Type 고찰



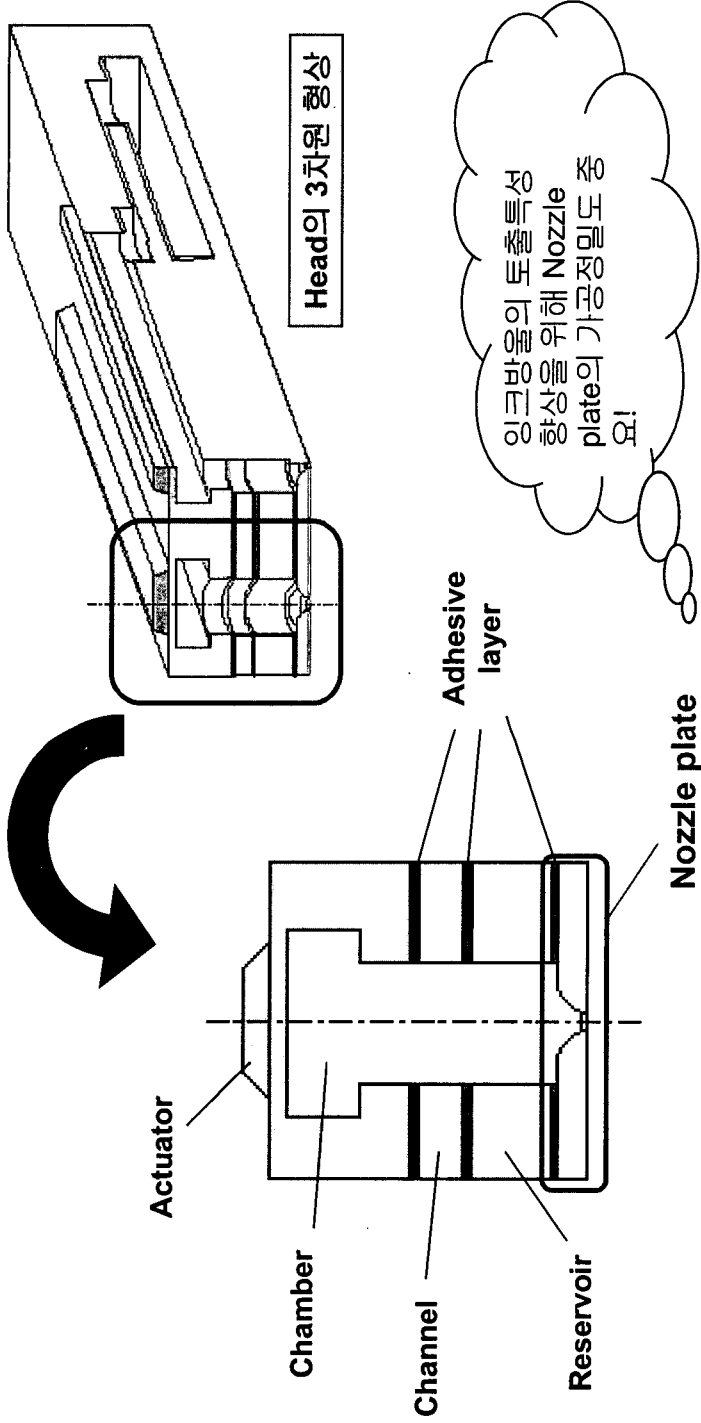
ELECTRO-MECHANICS

Type	Bubble Jet 방식	압전 방식
구조		
동작 원리	<ul style="list-style-type: none"> 기열에 의한 Bubble 발생 Bubble의 팽창에 의한 잉크 분사 	<ul style="list-style-type: none"> 압전효과에 의한 변위 발생, 변위에 의한 체적변화로 잉크 분사
특징	<ul style="list-style-type: none"> 생산성 우수하며 생산원가가 저렴 발열에 의한 잉크의 화학변화로 잉크 선택 폭에 한계 열충격으로 인한 내구성 한계 	<ul style="list-style-type: none"> 잉크 선택폭이 넓다. 동작주파수가 높다. 액츄에이터의 양산성 저하
수명	일시적 (카트리지가 교체시 Head도 교체)	영구적
적용 업체	HP, CANON	EPSON

Ink-Jet Printer Head의 기본구조






ELECTRO-MECHANICS

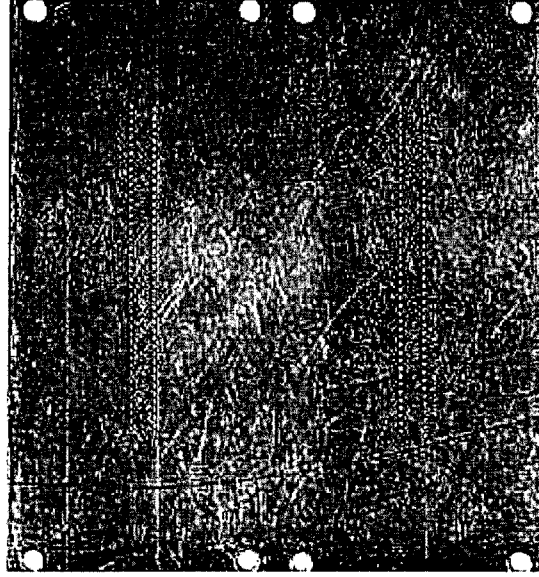
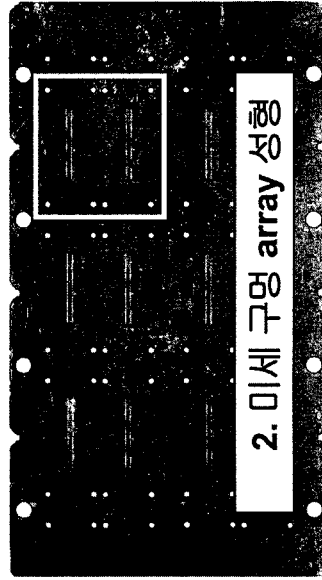
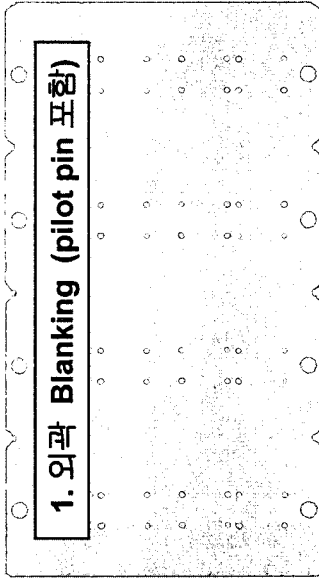


Nozzle Plate 제조방식 비교

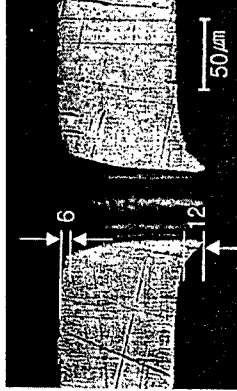


제조방식	Excimer Laser	Electro Forming	Micro Punching	비 고
Material	Polymer	Ni	SUS	
형상정밀도	×	△	○	
위치정밀도	△	○	△	
부품(1ot)간 치수 편차	△	×	○	양산성
노출 수명	×	○	○	
토출 안정성 및 직진성				직선부가 있는 Punching이 유리
발수 처리의 용이성	×	△	○	
소재의 선택의 자유도	△	×	△	소재의 두께가 부품 형상에 영향을 끼친다
적용회사	HP, LEXMARK, CANON, XAAR	HP, LEXMARK	삼성전기 SEIKO EPSON	

마이크로 펀칭에 의한 Nozzle Plate 제조공정



□ Piercing 가공에 의한 미세 구멍 성형



□ 잉크젯 프린터 Nozzle plate 양산가공 적용시의 문제점

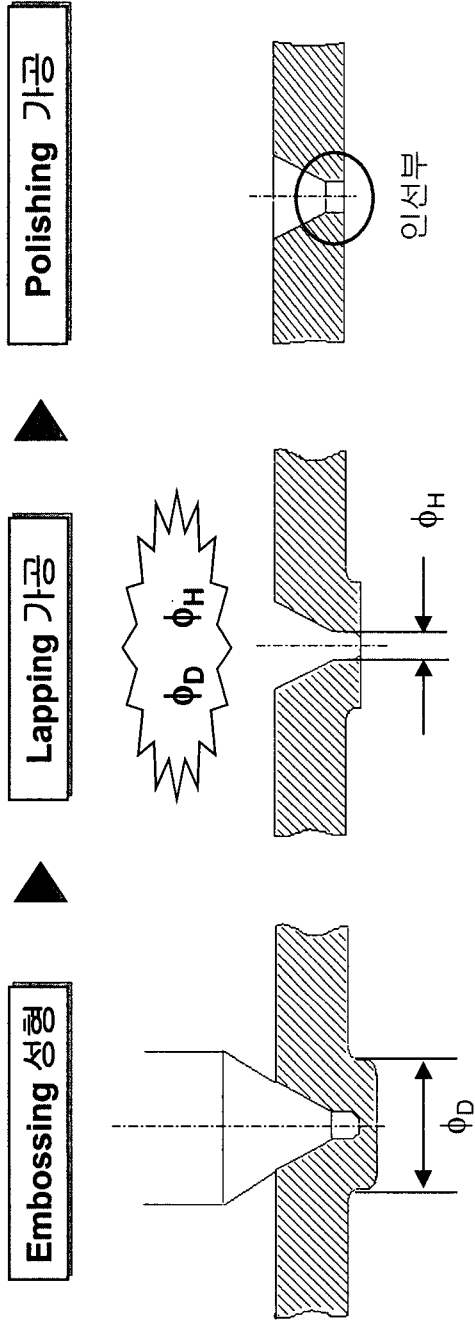
- ▶ 가공부 파단면 및 Burr의 발생
- ▶ 금형 가공의 어려움 (φ 32 미세구멍 가공기술 필요)
- ▶ 연속작업시 스크랩 처리 문제
- ▶ 미세구멍 전단가공을 위한 펀치 인선부가 상대적으로 길어져야 함
 - 펀치 세장비가 길어짐에 따라 수명저하 우려

마이크로 편칭방식 고찰 - Embossing 방식

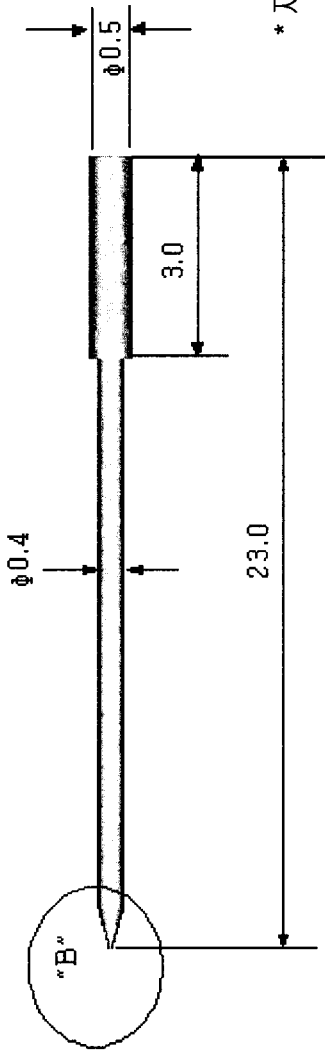


□ Embossing 가공에 의한 미세구멍 성형

- ▶ 금형(Die plate) 가공시 상대적으로 큰 구멍의 가공
- ▶ 인선부 표면상태 우수 (파단면이나 Burr 없음)

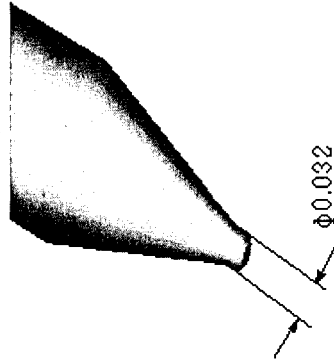


미세구멍 성형을 위한 펀치형상

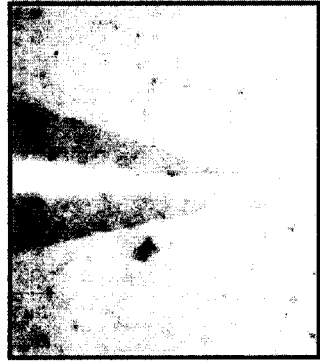


* 재질: 초미립자 초경합금

DETAIL "B"



제작된 펀치 형상

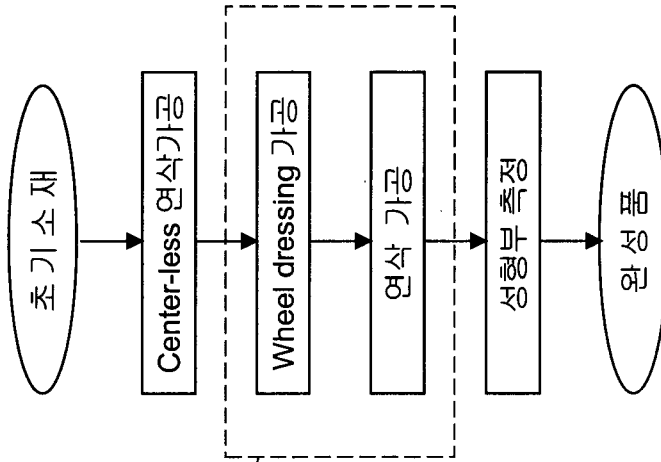


마이크로 편치 가공

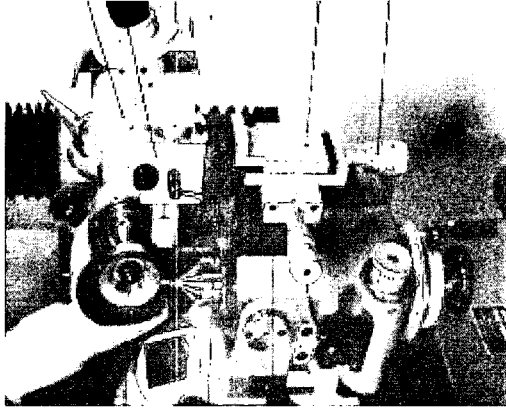
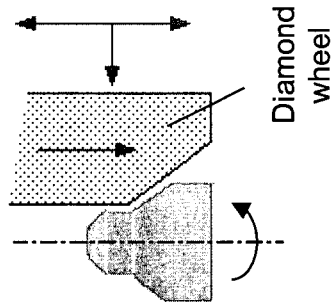


ELECTRO-MECHANICS

□ 마이크로 편치 가공순서



성형부 가공과정

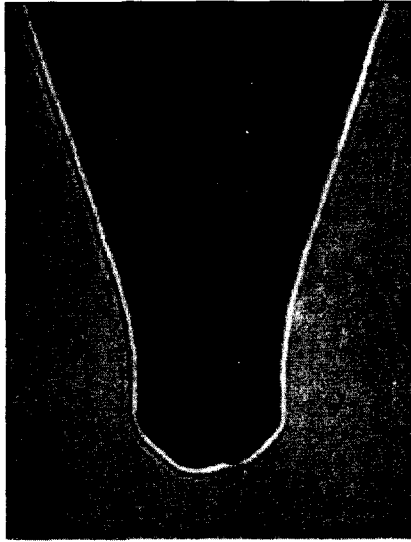


마이크로 편치 정밀측정



□ 광학 현미경을 사용한 형상측정

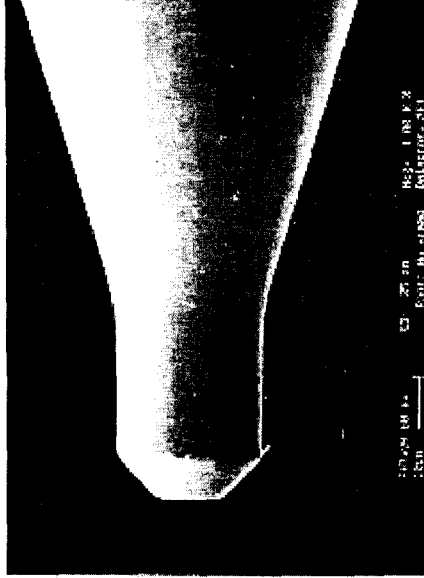
- ▶ 빛의 회절로 인한 난반사 발생
- ▶ 원형단면의 형상측정에는 적합하지 않음



편치부 측정형상 (난반사 발생)

□ 주사전자 현미경(SEM)을 사용한 측정

- ▶ 입사 열전자 Beam을 사용
- ▶ 난반사가 발생하지 않음 → 측정기 선정



편치부 측정형상

마이크로 편치 가공조건 설정을 위한 실험계획 (1)



□ 편치의 가공정밀도 향상을 위한 가공조건 선정

- ▶ DOE factors: wheel 절입량, wheel 입도 (2 factors)
- ▶ 실험계획 실시후 통계적 분석에 의해 최적의 가공조건 선정

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	WHEEL 입도	절입량	치수 1	치수 2	치수 3	치수 4	가공시간 (MIN)	판정
3	1	1	1	1,600	0.0010	0.03096	0.03662	0.01104	0.00067	35	NG
2	2	1	1	3,000	0.0005	0.03134	0.04114	0.00943	0.00098	45	GOOD
5	3	1	1	1,600	0.0005	0.03134	0.03825	0.00956	0.00055	40	NG
4	4	1	1	3,000	0.0010	0.03134	0.04114	0.00992	0.00098	35	GOOD
1	5	1	1	1,600	0.0010	0.03134	0.04114	0.00815	0.00112	40	GOOD
6	6	1	1	3,000	0.0005	0.03134	0.04138	0.00906	0.00087	45	GOOD
8	7	1	1	3,000	0.0010	0.03134	0.03186	0.00928	0.00067	40	NG
7	8	1	1	1,600	0.0010	0.03134	0.04114	0.01030	0.00098	40	NG

합격율 0% → 76%

마이크로 펀치 가공조건 설정을 위한 실험계획 (2)



ELECTRO-MECHANICS

□ 펀치의 수명 향상을 위한 가공조건 선정

- ▶ DOE factors: 직선부 길이, 타발유 사용여부, 위치정밀도 (3 factors)
- ▶ 실험계획 실시후 통계적 분석에 의해 최적의 가공조건 선정

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	직선부길이	타발유	위치정밀도	Tool Life
6	1	1	1	0.02mm	사용	13.4917	21,080회
4	2	1	1	0.02mm	미사용	6.9206	16,361회
8	3	1	1	0.02mm	미사용	13.4917	11,412회
7	4	1	1	0.02mm	사용	13.4917	31,988회
5	5	1	1	0.02mm	사용	13.4917	48,173회
1	6	1	1	0.02mm	미사용	6.9206	73,195회
3	7	1	1	0.02mm	미사용	6.9206	46,193회
2	8	1	1	0.02mm	사용	6.9206	41,853회

펀치수명 300회
→ 70,000회 이상

* 현재 120,000 회 이상 가공 가능

DIE PLATE 가공



ELECTRO-MECHANICS

- Nozzle plate의 성형특성 고찰
 - ☛ 다수개의 구멍 성형(44 x 4열)
 - ☛ 양산성을 고려한 성형방법 필요
- Nozzle plate 성형을 위한 생산기술 고찰
 - ☛ Die plate에 다수개의 구멍을 가공하는 방법
 - ☞ 미세 펀치가공 , 미세 구멍가공
 - ☛ Die plate를 이송하는 방법(XY table 활용)
 - ☞ 미세 펀치가공 , 미세 구멍가공
- ☛ 금형을 고정하고 소재를 이송하는 방법
 - ☞ 미세 펀치가공 , 미세 구멍가공
- Die plate 의 가공방법
 - ☛ 미세 방전가공 → 미세 와이어 가공



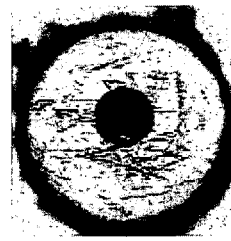
Polishing 조건에 따른 정밀도 분석



□ Polishing 시간에 따른 표면조도 변화 분석

구분	5분	6분	7분	8분	9분	10분
표면조도						
Rt	0.56	0.47	0.31	0.18	0.11	0.14

Polishing 이전



Polishing 이후



진원도 0.3~0.5

