

비철 합금(시합금)의 정밀 단조 기술

최상호¹, 김상우², 이정환²

¹광호정밀
²한국기계연구원

 Kwang Ho Precision Co.

광호정밀 소개


 광호정밀

단조금형 설계&제작전문
(냉간, 온간, 알미늄)

경남 창원시 팔용동 26-2번지
TEL : 055)292-0399, 292-0360
FAX : 055)256-8930
http://www.khtools.co.kr
E-mail : chsh1515@hanmail.net

회사연혁

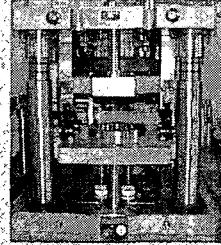
- 1995. 8. 1 회사설립
- 1995. 9. 20 대우자동차 부품개발 (C.V.J, Air Manifold)
- 1996. 2. 20 기아자동차 및 쌍용자동차 부품개발 (C.V.J, Air Con Compressor)
- 1996. 4. 20 현대자동차 부품개발 (Air Con Compressor, Stator Motor 부품)
- 1999. 1. 19 산업자원부 유망중소기업 선정
- 1999. 5. 12 중소기업청 유망선진기술기업지정
- 2000. 8. 1 산업기반기술교제 수행중 (알루미늄 합금의 폐쇄단조 기술개발)
- 2002. 1. 한국소성가공 학회 단조분과 소속사 선정
- 2002. 3. Steering Pinion 금형개발
- 2003. 11. 본사 및 공장 이전 확장 (창원시 팔용동)
- 2004. 7. 29 QS-9000에 등록
- 2004. 8. 스크롤 배압성형단조 기술특허 획득
- 2004. 11. 냉간 단조 관련 특허획득 (냉간단조에 의한 일체형 더블 평치차의 제조방법)

 Kwang Ho Precision Co.

광호정밀 소개

개발내용 및 납품처

- ◆ 냉간 단조 금형개발 (30 %)
- ◆ 온간 단조 금형개발 (20 %)
- ◆ 알루미늄단조 금형개발 (20 %)
- ◆ 프레스 금형개발 (기타 20 %)
- ◆ 냉·온간 단조용 Die Set 자체설계 및 제작



○ Prototype제작 및 양산화 지원

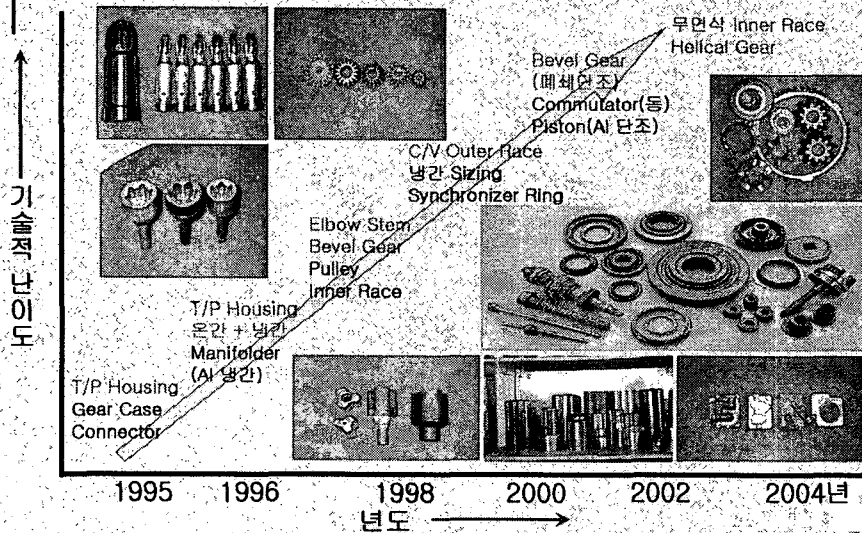
◆ 주요 납품처


센트랄㈜, 두원중공업㈜, 대림 MTI㈜, 한일단조㈜, 성용하이테크㈜, TAK㈜, 대연정공㈜, 포징테크㈜, 상광공업㈜, 후성정공㈜, 삼성공업㈜, 신진금속㈜, KAIST, 경상대, 아주대, 한국기계연구원, KMC㈜, 세원금속, 일광금속

 Kwang Ho Precision Co.

광호정밀 소개

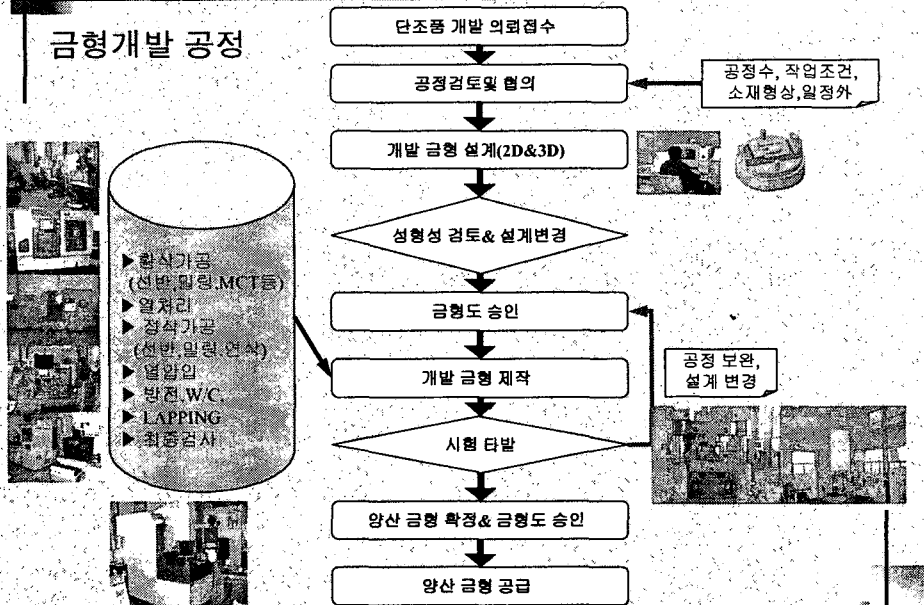
광호정밀 개발부품 추이도



 Kwang Ho Precision Co.

광호정밀 소개

금형개발 공정



Kwag Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

▶ 알루미늄의 일반적 성질

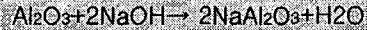
- 은백색의 부드러운 금속으로, 전성(展性)·연성(延性)이 풍부.
- 비중이 적고(2.7), 강도가 크다.
(항공기·자동차·선박·철도에 사용)
- 전기 및 열의 전도도 우수(송전선 등에 사용)
- 내식성이 높으며, 독성이 없다 (식품공업·식기류 등에 사용)
- 용점이 낮아(660℃), 주조하기 용이하다.
- 전성(展性)·연성(延性)이 풍부하여,
소성가공등의 소성가공등의 형태 가공이 용이하다
(판재(板材)·박재(箔材)·봉재(棒材)·선재(線材)·관재(管材) 등)

Kwag Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

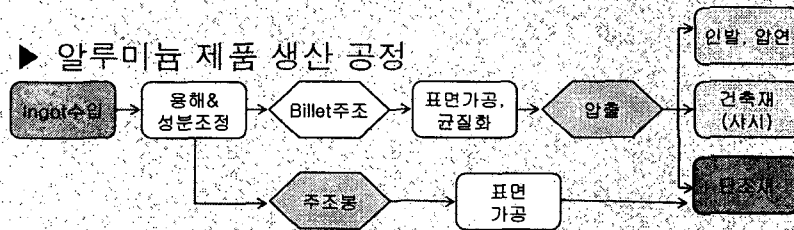
▶ 알루미늄의 제련

- 보오크사이트 광물에서 추출후 BAYER법으로 산화 Al생성



- $\text{Al}(\text{OH})_3$ 를 1,100 °C 에서 산화 Al_2O_3 생성
- Al_2O_3 을 용융빙정석(cryolite)에 용융후 전해(Hall법)으로 Al 제조

▶ 알루미늄 제품 생산 공정



공정 감소로 원가 절감
조직미세화(성형성개선)
압출성 나쁜 합금 작업 용이(A390등)
초기 설비비 높고, 별도의 기술필요

KH Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

▶ 알루미늄의 기계적 성질

기호	인장강도	내력	연신율 %
	N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)	
A1100	74(7.5)이상	20(2.0)이상	-
A1200			
A2014	471(48)이상	412(42)이상	7이상
A2017	343(35)이상	216(22)이상	12이상
A2024	481(49)이상	363(37)이상	10이상
A3003	94(9.5)이상	34(3.5)이상	-
A3203			
A5052	177(18)이상	69(7.0)이상	-
A5454	261(22)이상	84(8.5)이상	12이상
A5083	275(28)이상	108(11)이상	12이상
A5086	240(24.5)이상	93(9.5)이상	12이상
A6061	265(27)이상	245(25)이상	8이상
A6N01	245(25)이상	206(21)이상	8이상
A6063	157(16)이상	108(11)이상	8이상
A7003	284(29)이상	245(25)이상	10이상
A7N01	333(34)이상	278(28)이상	10이상
A7075	539(55)이상	481(49)이상	7이상

KH Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

▶알루미늄의 조질처리

☞ 조질(調質) : 냉간가공, 열처리 등에 의해 강도, 성형성 등을 조정하는 것

■기본조질 기호

F : 가공한 상태 그대로 변형경화된 양을 조정하지 않음
 O : 어닐링하고 재결정시킴, 강도가 가장 낮고 연성을 갖는 기질
 H : 변형경화
 T : F 또는 O와는 다른 안정된 기질을 갖도록 열처리함

■변형경화 세분화

H1: 가공경화만 한 것,
 소정의 기계적 성질을 얻기 위한 추가 열처리를 하지 않은,
 가공경화만 한 것
 H2: 가공경화 후 일부 어닐링처리
 요구되는 강도보다 높게 냉간 가공된 재료를, 일부 어닐링으로
 연화시킴
 H3: 가공경화 후 안정화 처리
 가공경화된 재료를 저온에서 가열하여, 연성을 증가시키고,
 기계적 성질 안정화


 Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

▶알루미늄의 조질처리

■열처리 세분

T1	높은 온도에서 가공한 다음 냉각하고, 자연시효 처리하여 안정화시킨 상태.
T2	높은 온도에서 가공한 후 냉각하고, 다시 냉간 가공한 후, 자연 시효 처리 하여안정화 시킨 상태
T3	용체화 처리후 냉간 가공하고 자연 시효한 상태.
T4	용체화 처리한 후 자연 시효 처리하여 안정화시킨 상태.
T5	높은 온도에서 가공하고 냉각한 다음 인공 시효한 상태.
T6	용체화 처리한 후 인공 시효한 상태.
T7	용체화 처리한 후 과시효에 의해서 안정화시킨 상태.
T8	용체화 처리한 후 냉간 가공하고 인공 시효한 상태.
T9	용체화 처리한 후 인공 시효하고 냉간 가공한 상태.
T10	고온 가공 온도에서 냉각하고 냉간 가공한 다음, 인공 시효한 상태

 Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 소재 특성

▶ 알루미늄 합금 표준 열처리 조건(JIS규격)

기호	열처리	용제화 온도	냉각	시효처리 온도	시효처리 시간	비고
2014	T4	495~505℃	수냉			
	T6	495~505℃	수냉	165~175	10시간	
2018	T6	505~520℃	熱湯	165~175	10시간	
2218	T6	505~520℃	熱湯	165~175	10시간	
2024	T6	490~500℃	수냉	185~195	9~16시간	
4032	T6	505~520℃	60~80℃	165~170	12~20시간	
6151	T6	510~525℃	수냉	165~175	10시간	
6061	T6	515~550℃	수냉	170~180	8시간	
6063	T6	515~525℃	수냉	205	8시간	
6N01	T5			170~180	8시간	
	T6	525~535℃	수냉	205	8시간	
7075	T6	460~475℃	수냉	115~125	24~28시간	
	T73	460~475℃	수냉	115~125 +170~180	6~8시간 6~8시간	
7N01	T4	약450℃	공냉, 로냉	실온 1개월 이상		
	T6	약450℃	공냉, 로냉	120	24시간	

현장 작업시는, 제품 제조공정 및 현장 특성에 따른 작업조건 조정 필요

 Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 열간 단조시 필요한 조건

1. 이형재

▶ 종류

- 수용성 : 금형의 냉각효과는 매우크나, 이형윤활 효과 감소
- 비수용성(OIL DAG) : 이형 윤활효과는 크나 금형냉각에는 비효율

▶ 이형재 사용시 주요 검토사항


- 열간단조는 윤활재의 선택이 금형의수명, 불량을, 작업성, 작업환경과 직결
- 좋은 윤활재가 양질의 제품을 만들고,
- 양산에 따른 이득을 높여주므로, 생산비를 절감 할수 있다

▶ 이형재 사용 목적

- 이형을 좋게하여 작업성이 용이
- 금형마모를 감소시키고 피가공물의 유동성을 좋게하여,
- 금형의 각부에 금속을 충전시킴
- 금형의 온도상승을 감소
- 피가공물의 변형지향을 억제

▶ 조건

- 윤활이 형성이 우수할것
- 소재와 금형과의 윤활막을 유지할것
- 고온에서 안정할것
- 금형의 냉각성이 좋을것
- 무독성으로 발연, 발화, 악취가 없을것

 Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 열간 단조시 필요한 조건

2. 금형온도

- ▶ 금형예열 온도는 200~ 250℃ 를 유지
- ▶ 금형온도 200 ℃ 이하-소재결속및 소착
" 250 ℃ 이상-소재압축응력시 금형의 항복점을 넘어 파손
- ▶ 금형온도 유지및 제어 방법
 - 전기로 : 전체 가열후 금형장착
 - 전기카트리지사용 : 금형에 구멍을 뚫어 카트리지를 삽입, 가열
 - 전기가열판 : 금형옆에 붙여 가열
 - 산소토오차사용 : 수동으로 토치 움직이며 가열

3. 단조재온도

- ▶ 단조소재 온도는 400~ 450℃
- ▶ 가열방법
 - INDUCTION HEATER : 소형이면서 복잡한 형상물
 - 전기로 : 대형급 단조시 사용
 - 고주파 가열로 : 대량생산및 소형물 단조시 사용, 급가열

 Kwang Ho Precision Co.

알루미늄 열간 단조시 필요한 조건

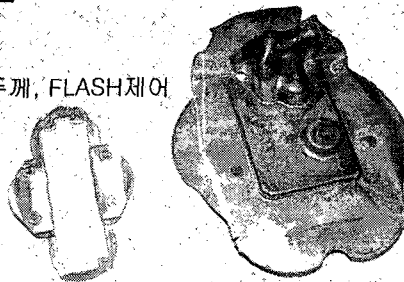
4. 금형의 재질 선택


▶ 재질 및 경도

SKD61	HRC45~52
KCW1	HRC55~60
KDAIS	HRC45~54
SKT4	HRC45~53
DH32	HRC45~53
YXR3	HRC55~62

5. FLASH 형상

- ▶ LAND길이, LAND량, FLASH두께, FLASH제어



 Kwang Ho Precision Co.

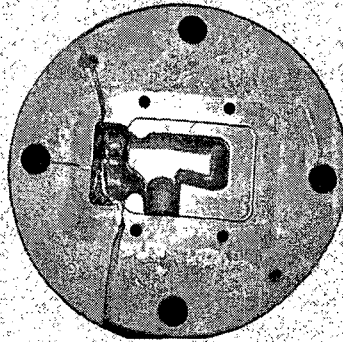
일부미분 일간 단조시 필요한 조건

6. 원소재 BLANK형상

- ▶ 겹침, 결육, 소재회수율 : 70~90%


7. 이형재 분사방법및 분사량

- ▶ 분사방법
 - 토오치 이용 수동분사
 - 로봇분사
 - 금형에 고정 분사
 - 자동 FEEDER에 부착 분사
- ▶ 분사량
 - 금형 하형에 이형재가 고이지 않을것- 결육원인



8. AIR-VENT

- ▶ 단조시 금형 오목부위에 가스및 AIR가 폭발하여, 결육및 금형크랙으로 이어지는 불량원인
- ▶ $\phi 0.5$ 이하로 가공 ($\phi 0.5$ 이상시 형상이 나타나므로 제거필요)

 Kwang Ho Precision Co.

일부미분 일간 단조시 필요한 조건

9. K/O 위치및 형상


- ▶ K/O 위치는 완제품에 나타나면 외관불량이므로, 가공후 없어지는 곳에 지정
- ▶ K/O시 휨발생을 고려하여 설계
- ▶ FLASH형상변화 고려, 소재결육에도 영향
- ▶ 제품이 상부 소착시, 하부 K/O hole에 소재 압출 유도

10. 빼기구배및 ROUND처리

- ▶ 보통 $0.5 \sim 7^\circ$ 설계
- ▶ 상하 형상이 같을때, 상부는 각도 크게, 하부는 각도 적게 설계
- ▶ 공차 허용시, 최대한 크게 줄것(구배및 ROUND)

11. Computer Simulation

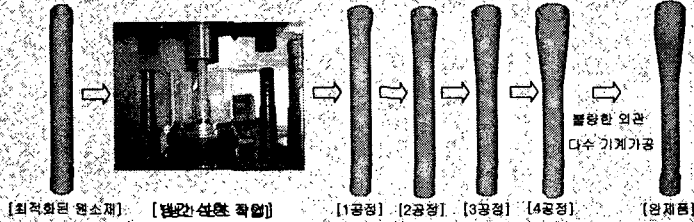
- ▶ 상업용 S/W : Deform 2D, 3D SUPERFORGE
- ▶ 소재 유동상태, 금형 온도, 압력 분포, 소재의 결함여부, 단조재의 Strain, Stress 파악

 Kwang Ho Precision Co.

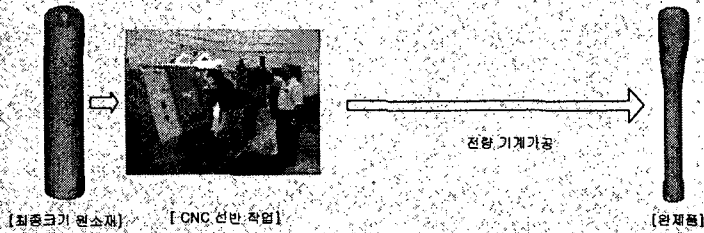
부분 가열법에 의한 Si합금 온간 튜브 성형 기술

기존의 냉간 튜브 성형 기술

▶ 다단계 냉간 성형



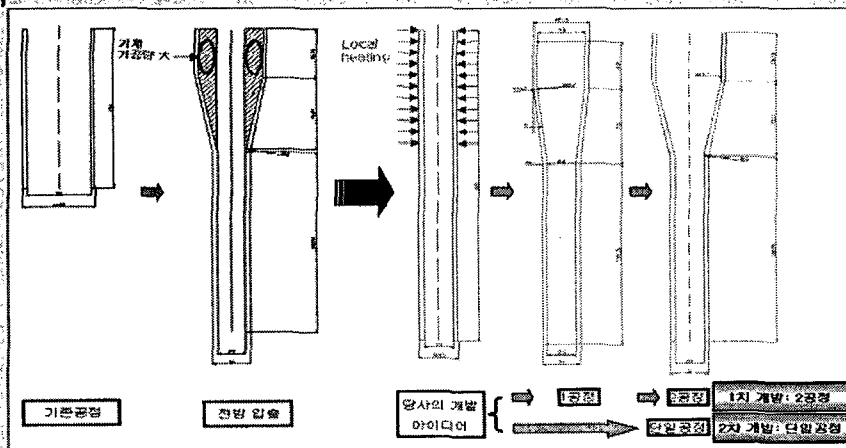
▶ 기계가공 생산



KH Kwang Ho Precision Co.

부분 가열법에 의한 Si합금 온간 튜브 성형 기술

부분 가열법에 의한 온간 튜브 성형 기술



KH Kwang Ho Precision Co.

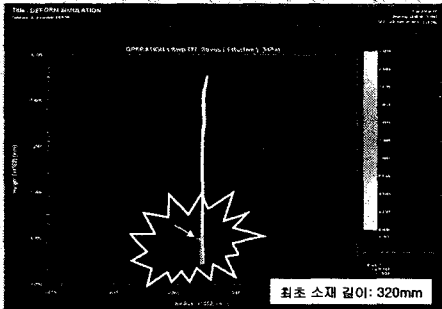
부분 기열법에 의한 시합금 온간 튜브 상킹 기술

냉간 및 온간성형 공정 기술 성형해석 결과

냉간 가공 Simulation

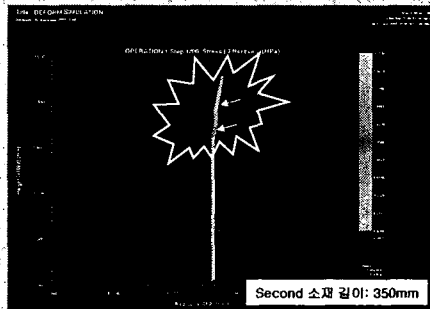
소재와 Punch&Die의 간섭의 결과

1차 성형 공정해석




하부 Folding시 결함 발생

2차 성형 공정해석



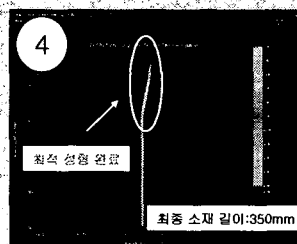
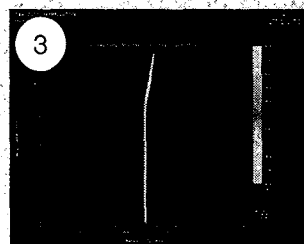
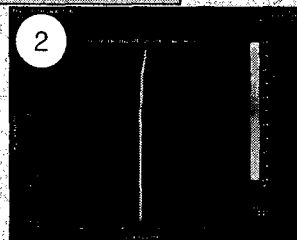
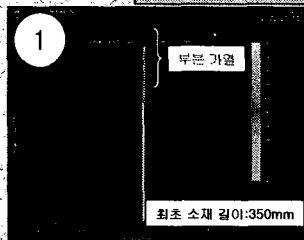
상부 Folding시 결함 발생


 Kwang Ho Precision Co.

부분 기열법에 의한 시합금 온간 튜브 상킹 기술

온간 가공 Simulation

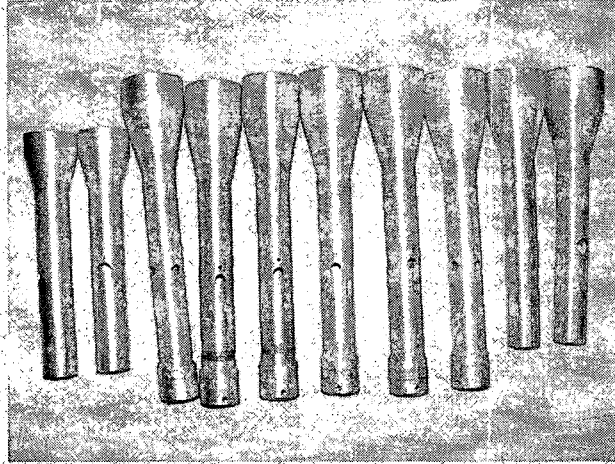
최적조건을 이용한 성형공정 Simulation 수행 결과



 Kwang Ho Precision Co.

부분 기압법에 의한 Si합금 온도 튜브 상킹 기술

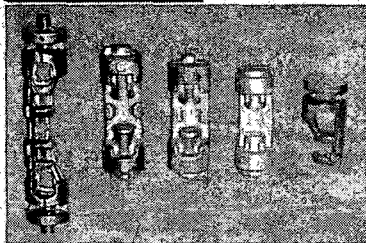
마무리 가공 후의 최종 제품 형상



 Kwang Ho Precision Co.

비철(非鐵)재료 온도 단조물

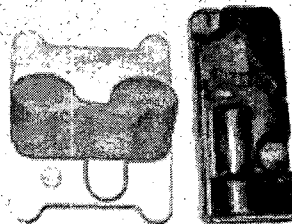
Comp. Piston



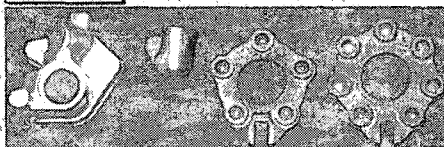
Scroll




Flange

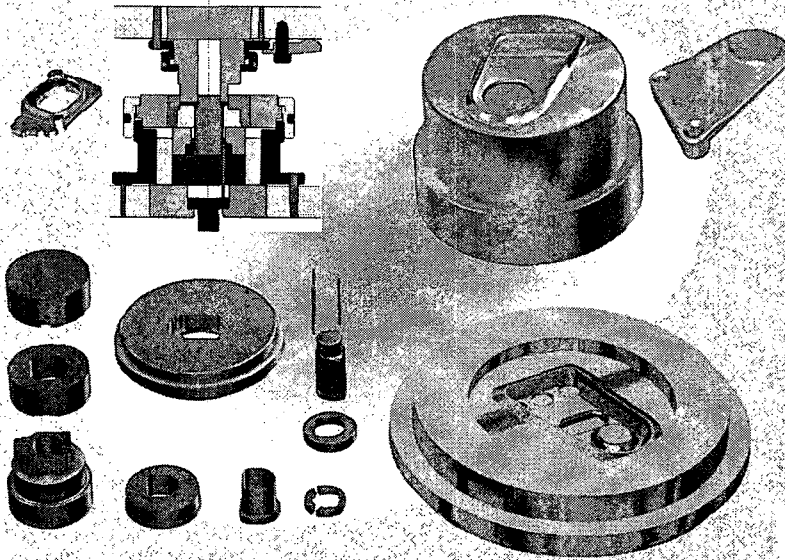


Socket



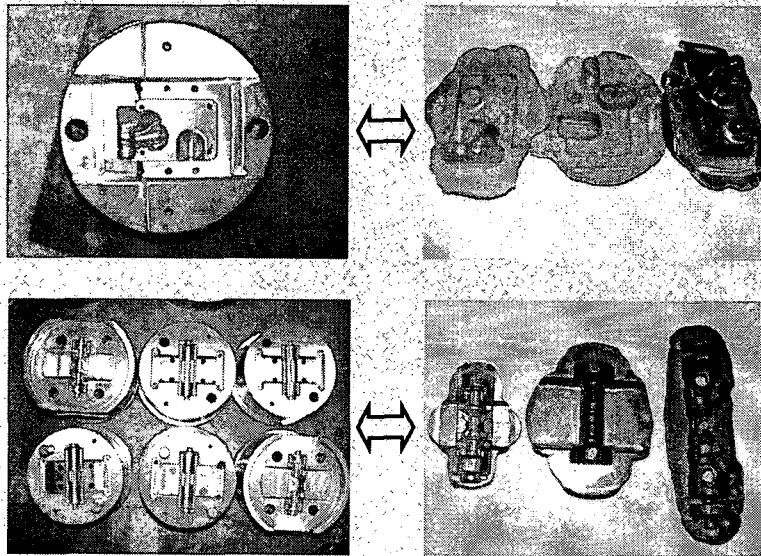
 Kwang Ho Precision Co.

비철(非鐵)재료 온도 탄조 금형



 Kwang Ho Precision Co.

비철(非鐵)재료 온도 탄조 금형



 Kwang Ho Precision Co.