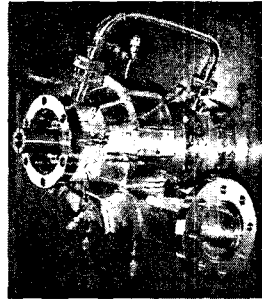


<b>Rotem</b> VITZRO TECH	<b>Rotem</b> VITZRO TECH
<b>목차</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 산화제펌프 개발                     <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 개발개요</li> <li>2. 제작공정 개발</li> <li>3. 조립공정 개발</li> <li>4. 결과 및 향후 개선 사항</li> </ol> </li> <li>● 터빈로터 개발                     <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 개발개요</li> <li>2. 제작공정 개발</li> <li>3. 결과 및 향후 개선 사항</li> </ol> </li> <li>● 결과 토의</li> </ul>	2 2005 유체기계 연구개발 발표회 2005.12.1~2, 창원대학교

<b>Rotem</b> VITZRO TECH	<b>Rotem</b> VITZRO TECH
<b>고압 터보펌프용 산화제펌프 및 터빈로터 개발</b>	
2005.12	
<b>Rotem</b> VITZRO TECH	
1 2005 유체기계 연구개발 발표회	2 2005.12.1~2, 창원대학교

<b>Rotem</b> VITZRO TECH	<b>Rotem</b> VITZRO TECH
<b>산화제펌프(LOX Pump) 개발</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 개발개요                     <ul style="list-style-type: none"> <li>● 개발목표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>KSV 고압 터보펌프 산화제펌프 성능 검증용 시제 및 국내 독자 개발 능력 확보</li> </ul> </li> <li>● 소요일정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제작 상세설계 : 05.5 ~ 05.6</li> <li>- 제작, 조립, 단품 시험 검사 : 05.6 ~ 05.9</li> </ul> </li> <li>● 참여기관 및 업무분장 (사업주관 : 한국항공우주연구원)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 항공우주연구원 : 개발설계, 기본설계, 상세설계, 최종성능평가</li> <li>- 로템 : 제작상세설계, 시험 일정, 제작 및 공정 관리</li> <li>- 비츠로테크 : 제작설계, 부품제작 및 조립, 단품 수력학 시험 및 검사</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	3 2005 유체기계 연구개발 발표회 2005.12.1~2, 창원대학교

<b>Rotem</b> VITZRO TECH	<b>Rotem</b> VITZRO TECH
<b>산화제펌프 (LOX Pump)</b>	
3 2005 유체기계 연구개발 발표회	4 2005.12.1~2, 창원대학교



Variables	Value
Mass flux (kg/s)	64.1
Inlet total pressure (MPa)	0.43
Outlet total pressure (MPa)	9.81
Inlet total temperature (K)	95
Density (kg/m <sup>3</sup> )	1117
RPPI	20,000

\* 본 시상은 예시표 임.

## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 2. 제작공정 개발

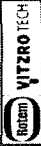
- BOM 구성  
Sub ass'y 7종, part(3level 이하) 48종

NO.	LEVEL	PART NO.	PART NAME	Q'TY	MAT'L
1	1	13534410000	LOX PUMP	1	
2	1	13534411000	PUMP CASING	1	
3	1	13534411100	JULET BRANCH	1	
4	1	13534411110	PISTON CASING	1	
5	1	13534411112	PISTON CAP	1	515216L
6	1	13534411112	PISTON CAP	1	515216L
7	1	13534411100	INDUCER CASING	1	515216L
8	1	13534411100	COLLECTOR	1	515216L
9	1	13534411140	PIPE ORIFON	1	515316L
10	1	13534411150	STUD BOL T M10x1.25	1	515330
11	1	13534411100	STATIC SEAL (O-RING)	3	515316L

52	1	13534417400	SCREW ISOX 35	2	구 격
53	1	13534417500	BRAZING SUPPORTING RING	1	5152911
54	1	13534417600	SCREW M4X0.5	33	구 격 용
55	1	13534417700	SCREW ISOX 8	1	구 격 용

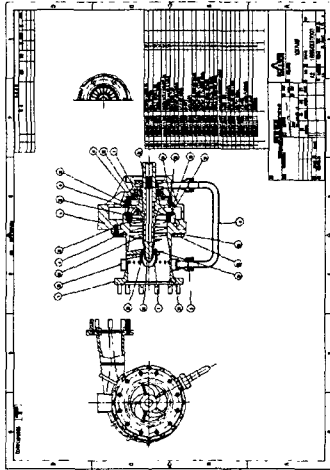
2005 유체기계 연구개발 발표회 5 2005.12.1-2, 창원대학교

## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



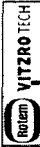
### 2. 제작공정 개발 (계속)

- 상세/제작 설계



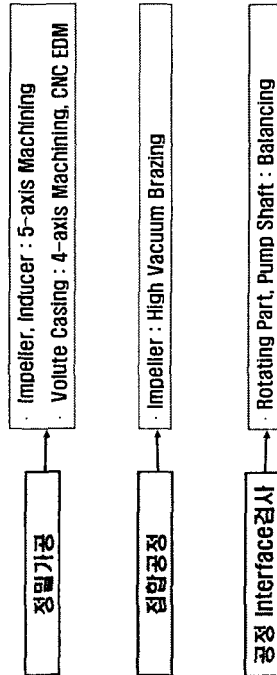
2005 유체기계 연구개발 발표회 6 2005.12.1-2, 창원대학교

## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



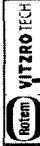
### 2. 제작공정 개발 (계속)

- 핵심 제작공정 및 적용기술



2005 유체기계 연구개발 발표회 7 2005.12.1-2, 창원대학교

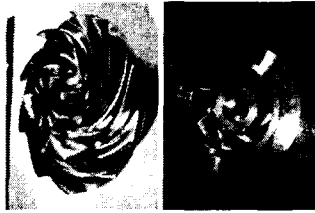
## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 2. 제작공정 개발 (계속)

- 핵심 구성품 개발 현황

- Impeller
  - 5축 가공  
임펠러 블레이드 각각의 형상 Data를 근거로 한 정밀 기계가공 및 3차원 측정용 통합 제품 검증
  - Brazing 접합  
임펠러 블레이드와 임펠러 허브의 접합 면에 대한 상호 맞춤 가공 및 모재에 적합한 Insert Metal 선택, (Ni base Filler Metal)



2005 유체기계 연구개발 발표회 8 2005.12.1-2, 창원대학교

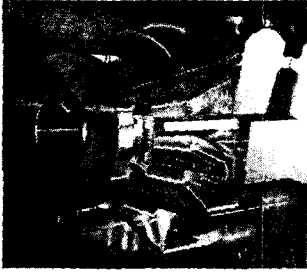
## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 2. 제작공정 개발 (계속)

#### ● 핵심 구성품 개발 현황 (계속)

- Volute Casing
  - 외측 형상가공
  - Volute 내측 형상 가공
  - Diffuser Welding
  - Volute 내측면 EDM
  - Welding 및 EDM 공정 후 회전체 중심 축에 대한 변형을 고려하여 Post Machining 실시
  - 가공 시 치수 및 형상에 대한 여유 구간 확보



2005 유체기계 연구개발 발표회

9

2005.12.1-2. 창원대학교

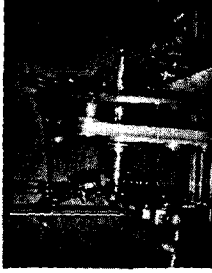
## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 2. 제작공정 개발 (계속)

#### ● 회전체 balancing 검사

- Impeller, Inducer, Shaft, Impeller Seal assembly
- Rating Speed (n) : 20,000rpm
- Testing Speed : 2,000rpm
- Grade of Balance Quality( $\nu$ ) : G 2.5 (2.5mm/s)
- Acceptable Unbalance
  - $e = 9550 \times \nu / n = 1.19_{\mu m}$
  - $mr = \text{weight} \times e$  (g·mm)
- ※ example 1
  - 산화제펌프 회전체 : 무게 5Kg
  - $e = 9550 \times \nu / n = 1.19_{\mu m}$
  - $mr = \text{weight} \times e$  (g·mm)
  - $mr = 5 \times 1.19 = 5.97$  (g·mm)



2005 유체기계 연구개발 발표회

10

2005.12.1-2. 창원대학교

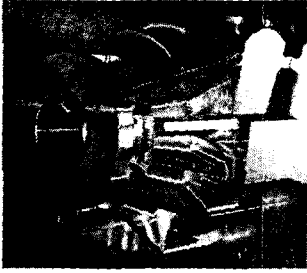
## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 2. 제작공정 개발 (계속)

#### ● 핵심 구성품 개발 현황 (계속)

- Volute Casing
  - 외측 형상가공
  - Volute 내측 형상 가공
  - Diffuser Welding
  - Volute 내측면 EDM
  - Welding 및 EDM 공정 후 회전체 중심 축에 대한 변형을 고려하여 Post Machining 실시
  - 가공 시 치수 및 형상에 대한 여유 구간 확보

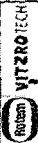


2005 유체기계 연구개발 발표회

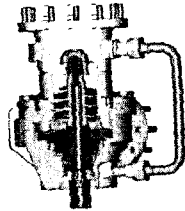
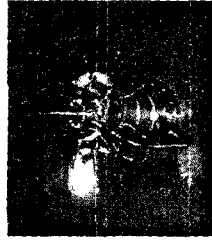
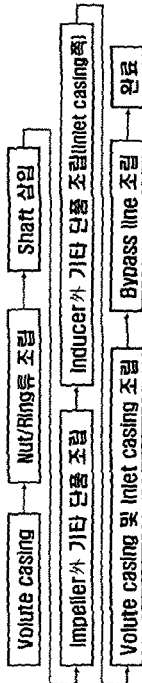
9

2005.12.1-2. 창원대학교

## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 3. 조립공정 개발

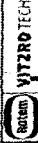


2005 유체기계 연구개발 발표회

11

2005.12.1-2. 창원대학교

## 산화제펌프(LOX Pump) 개발



### 4. 결과 및 향후 개선 사항

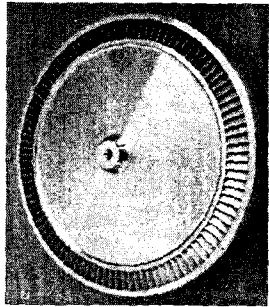
- 개발 결과
  - 터보펌프 산화제펌프 시제 2기 개발 완료
    - 1호기: 2004년 4월
    - 2호기: 2005년 9월
- 향후 개선 사항
  - 적정 소재의 선정 및 개발
    - 동축 조립부에 기존 동종소재에서 이종소재로의 변경
    - 기계적 특성조건을 충족할 수 있는 수급 용이 소재로의 변경
  - 가공치수 및 가공 방식의 결정
    - 회전체 조립부 및 회전체에 대한 상호 맞출 및 부 가공 설계
    - Assembly Unit(Bolt, Nut) 의 표준규격화(2호기에 적용된 규격들은 실제 부품 수급이 용이하지 않음)
  - 현 조립공정을 반영하는 설계 피드백

2005 유체기계 연구개발 발표회

12

2005.12.1-2. 창원대학교

# 터빈로터 (Turbine Rotor)



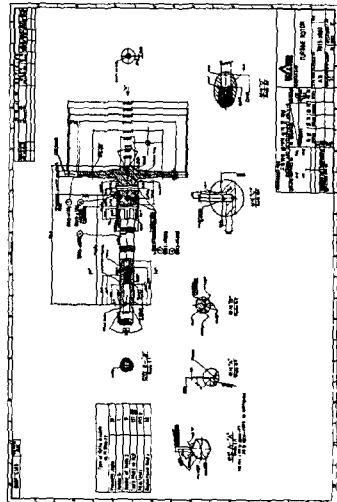
Variables	Value
Type	Axial / Inhouse
Stage	1
mm	20,000
Inlet total temperature (K)	500
Inlet total pressure (Mpa)	5.76
Outlet total pressure (Mpa)	0.4
Mass flux (kg/s)	4.4

※ 본 사양은 예시표 형

# 터빈로터(Turbine Rotor) 개발

## 2. 제작공정 개발

- 상세/제작 설계
  - Ass'y 1종, part 4종



# 터빈로터(Turbine Rotor) 개발

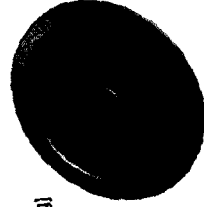
## 1. 개발개요

- 개발목표
  - KSLV 고압 터보펌프 터빈로터 성능 검증용 시제 및 국내 독자 개발 능력 확보
- 소요일정
  - 제작 상세 설계 : 05.1 ~ 05.3
  - 제작, 조립, 단품 시험 검사 : 05.4 ~ 05.7
- 참여기관 및 업무분장 (사업주관 : 한국항공우주연구원)
  - 항공우주연구원 : 개념, 기본설계, 상세설계, 최종성능평가
  - 로템 : 제작상세설계, 시험 일정, 제작 및 공정 관리
  - 비즈로테크 : 제작설계, 부품제작 및 조립, 제품 시험 및 검사

# 터빈로터(Turbine Rotor) 개발

## 2. 제작공정 개발

- 핵심 제작 공정
  - 적용 기술
    - 정밀 가공 기술 (일체형 터빈디스크)
      - 5-axis Machining
      - CNC EDM (Electrical Discharge Machining)
    - 접합 기술 (Brazing형 터빈디스크)
      - High Vacuum Brazing
- 개발 품목
  - Brazing 형 터빈 디스크 1식
  - 일체형 터빈 디스크 1식
  - 기타 시험용 지구

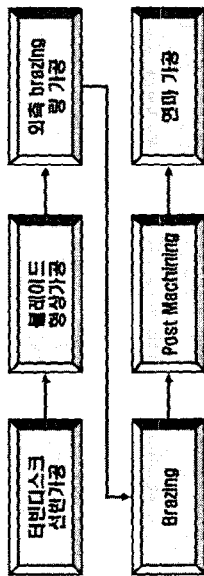


**터빈로터(Turbine Rotor) 개발** 

2. 제작공정 개발 (계속)

- 핵심 제작 공정 (계속)
- Brazing 형 터빈 디스크

■ 제작 공정



2005 유체기계 연구개발 발표회

17

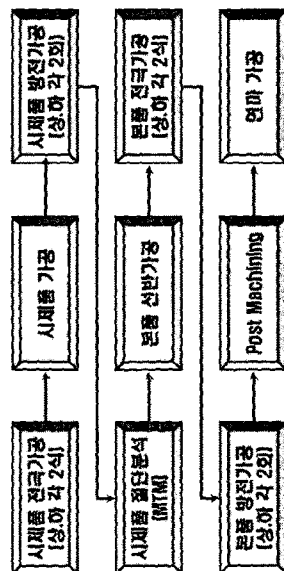
2005.12.1-2. 창원대학교

**터빈로터(Turbine Rotor) 개발** 

2. 제작공정 개발 (계속)

- 핵심 제작 공정 (계속)
- 일체형 터빈 디스크

■ 제작 공정



2005 유체기계 연구개발 발표회

19

2005.12.1-2. 창원대학교

**터빈로터(Turbine Rotor) 개발** 

2. 제작공정 개발 (계속)

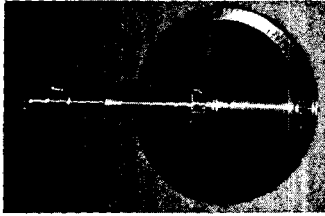
- 핵심 제작 공정 (계속)
- Brazing 형 터빈 디스크 (계속)



블레이드 용융가공



Brazing setting



브레이징 터빈로터

2005 유체기계 연구개발 발표회

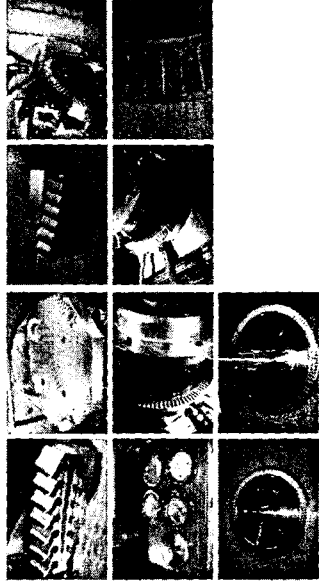
18

2005.12.1-2. 창원대학교

**터빈로터(Turbine Rotor) 개발** 

2. 제작공정 개발 (계속)

- 핵심 제작 공정 (계속)
- 일체형 터빈 디스크

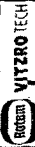


2005 유체기계 연구개발 발표회

20

2005.12.1-2. 창원대학교

### 터빈로터(Turbine Rotor) 개발



#### 3. 결과 및 향후 개선 사항

- BRAZING 형 터빈 디스크
  - 장점 : 기계가공으로 블레이드 형상가공이 가능함
  - 단점 :
    - 블레이징 후 Filler Metal과 외측 Ring의 조립 공차에 의해 Balance 불균형이 발생할 우려가 있음
    - 제품의 기계가공으로 생성된 표면 가공경화가 고온 진공 brazing으로 인한 풀림 처리가 되어 블레이드 edge 부위가 심원 중 변형 우려
- 일체형 터빈 디스크
  - 장점 : Brazing 형 터빈 디스크의 단점이 없음
  - 단점 :
    - 제작에 많은 시간 소요 (진공가공 : 3주, 부품가공 : 5주)
    - 전극 (5-axis Machining), 방전 (DMC방전기) 가공을 위한 전용 장비 필요

2005 유체기계 연구개발 발표회

21

2005.12.1-2, 창원대학교

### 결과 토의



- 산화제점프
  - 단품 및 조립품 설계 시 가공/조립 공정 절차를 반영하는 feedback 시스템 도입
  - 제작 공정을 반영한 Casting류 내부 형상 설계
  - 조립용 볼트, 와셔류의 범용 표준품 선정
- 터빈로터
  - 일체형 터빈디스크 개발을 궁극적 목표로 제품 영상 설계 및 제작 공정 수립
  - Fire test를 위한 제품 소재 선정 및 시제 개발

2005 유체기계 연구개발 발표회

22

2005.12.1-2, 창원대학교