



## 다수 전극의 동시가공 방법에 관한 연구



김 경 수\*, 조상훈\*, 정태성\*, 유승환\*, 양진석\*\*

재영솔루텍\*  
한국생산기술연구원\*\*

## 연구 배경 및 목적

□ 전극생성 : 금형제작시 Rib, Boss, 방열홀, 스피커홀등의 미세 가공이나 깊은 홈등과 같은 가공 중 공구 및 제품 파손이 발생 할 수 있는 부위를 위해 전극 생성

전극 프로세스



□ 금형제작시 전극과 관련된 공정은 전체 금형생산에 차지하는 비율에 50%이상이며, 애로공정으로 인식

## 연구 배경 및 목적

□ 금형 생산시 많은 양의 전극을 필요로 하고 있다.

금형크기	종류	수량(EA)	비고
대형	TV금형	180	금형2벌
	Aircon금형	550	금형5벌
중형	Manifold금형	53	금형3벌
	청소기금형	276	금형3벌
소형	휴대폰금형	600	금형4벌

자료출처 : 재영솔루텍㈜

□ 전극은 가공형상이 상대적으로 단순하기 때문에 가공시간도 많이 소요되지 않는 반면, 많은 개수로 인하여 Fixing 및 원점 조정등 작업 준비시간에 소요되는 시간이 상대적으로 매우 크다.

3

## 연구 배경 및 목적

□ 여러 개의 전극을 Jig에 동시에 장착을 하고 ATC를 이용하여 순차적으로 가공 한다면 반복적인 작업으로 인한 생산성 저하를 방지한다.

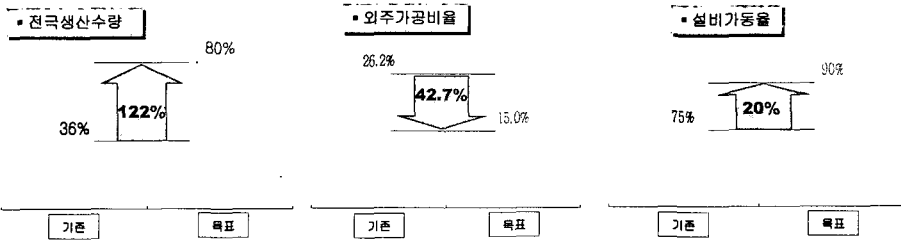
□ 주·야간무인 가동을 통한 기계 가동률의 극대화와 설비 생산성의 제고를 기할 수 있다.

4

## 연구 목표

□ 재영솔루텍(주) 부품사업부 전극가공을 대상으로 수립

내용	기존	목표	비고
전극생산수량	36개/일	80개/일	122% 향상
외주가공비율 절감	26.2%	15.0%	42.7% 절감
설비가동률 향상	75%	90%	20% 향상



5

Y Solntec

## 연구 내용

연구 내용	세부사항	Check항목
표준화 적용	전극사이즈, 사용공구	
Hardware 개발	Jig 조사 & 분석	> 기존 EROWA, System3R의 Jig 사양 비교 > 여러가지 크기의 전극 배열방법 > Jig 경밀도 > 현장의 상황을 반영 할 수 있는 새로운 개념의 Jig고안
	Jig 구상설계	
	Jig 상세설계	
	Jig 제작	
	Jig 검수	
	Jig 조립	
	Jig 테스트	
Software 개발	알고리즘 구현	> NC data 상태 조사 및 분석 > Directory 관리 > Jig 초기원점 Setting에 대한 좌표변환 > 간섭 Check > 공구가공조건 과 ATC사용으로 인한 NC Data수정
	소프트웨어 설계	
	GUI 구현	
	CORE 구현	
	GUI & CORE 통합개발	
Hardware & Software 통합 및 현장적용	Jig & Software 통합	> 측정시스템과의 연계고려
	Jig & Software 테스트	

6

Y Solntec

# 연구 내용(표준화)

## □ 표준화

### ▶ 전극 사이즈 표준화

전	후
15X15, 25X25, 20X30, 20X40, 20X50, 20X60, 30X30, 30X40, 30X50, 30X60, 35X35, 45X45, 50X90, 60X100, 60X110	25X25, 20X40, 30X50, 60X110

### ▶ 공구 표준화

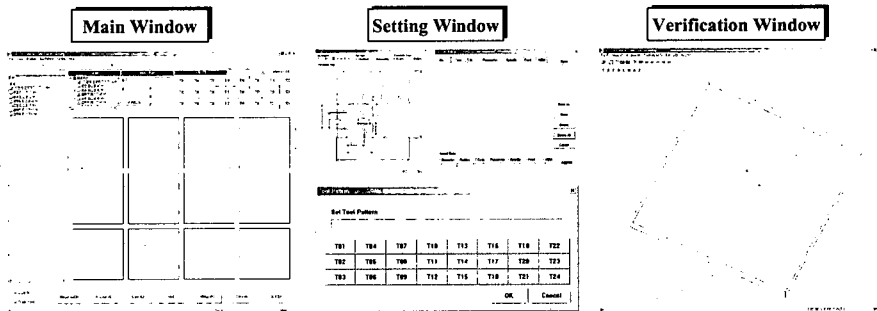
T Code	공구종류	기장	구분
T02	φ8 x R0.5	30	황삭가공
T03	φ8F	30	정삭가공
T04	φ4B	16	중삭가공
T05	φ4B	16	정삭가공
T06	φ4x R0.3	20	중삭가공
T07	φ4x R0.3	20	정삭가공
T08	φ4F	12	정삭가공
T09	φ3B	16	중삭가공
T10	φ3B	16	정삭가공
T11	φ3F	12	정삭가공
T12	φ2B	10	중삭가공
T13	φ2B	10	정삭가공
T14	φ2 x R0.3	10	중삭가공
T15	φ2 x R0.3	10	정삭가공
T16	φ2F	8	정삭가공
T17	φ1.5B	8	중삭가공
T18	φ1.5B	8	정삭가공
T19	φ1.5F	8	정삭가공
T20	φ1B	6	중삭가공
T21	φ1B	6	정삭가공
T22	φ1F	6	정삭가공
T23	φ0.8B	4	정삭가공

7.

# 연구 내용(소프트웨어 개발)

## □ 소프트웨어 개발

- ▶ 개발환경 : Visual C++6.0, C, OpenGL
- ▶ 구성 : Main Window, Setting Window, Verification Window



8

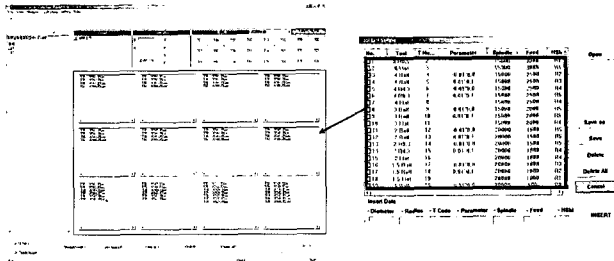
# 연구 내용(소프트웨어 개발)

## ▶ NC Data Editing

- G,M,T 코드(Tcode/Spindle Speed/Feed) 자동 삽입

표준화 공구리스트 적용

Drag & Drop으로 폴더 이동 시 자동으로 삽입



- Jig의 초기원점 Setting에 대한 좌표변환 - Jig원점으로 부터 각각의 전극중심위치를 계산하여 NC Data 좌표값을 변환

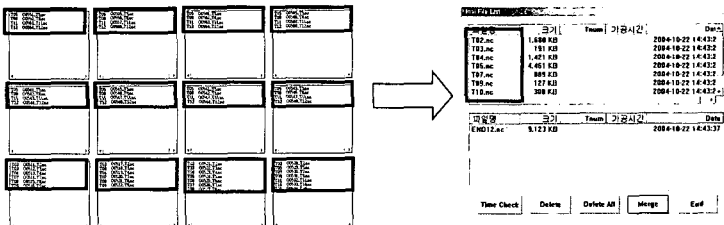
9

Solvtec

# 연구 내용(소프트웨어 개발)

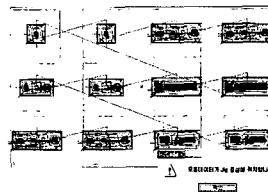
## ▶ NC Data Merging

- 전극별 NC Data => 공구별 NC Data Merging (가공시간단축)



## ▶ NC Data Verification

- Jig 중심에 NC Data 위치 확인



10

Solvtec

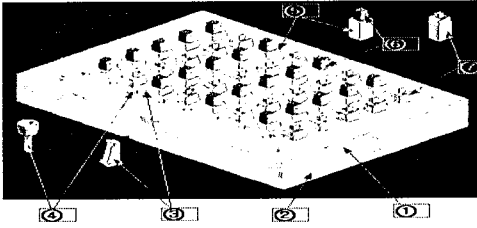
# 연구 내용(Jig 개발)

## □ Jig 개발

- Erowa 치구에 의존 => 대체가능한 Jig 제작
- 전극의 소형크기에 대해서는 전극생산량을 고려하여 Jig제작

구분	SIZE(mm)	정밀도(mm)	비고
전극삽입	25 X 25	직각도 및 평면도 0.01(Max)	사용공구 표준설정 (Diameter, 길이 별)
Base	260 X 140	평면도 0.01(Max)	

PLATE형 NC MULTI 가공 JIG 주요 부품 구성도



【Table 1. 부품별 제작수량, 애로공정】

품번	부품명	제작수량 (EA)	애로공정 (부품)
①	PLATE(上)	1	SB, WC, 1#
②	PLATE(下)	1	#1
③	SLIDE 면 CORE	40	작업성
④	고정용 BOLT	40	작업성 양산성
⑤	사각 SHANK (15mm x 15mm)	40	작업성
⑥	용건극(15mm x 15mm 사각 인발재료)		전극 가공성
⑦	용건극(25mm x 25mm 사각 인발재료)		

11

Solmate

# 연구 내용(Jig 개발)

## ➢ 문제점 요약

### ■ 설계부문

부품 명	애로공정 (부품)	주요 문제점
Slide 면 Core	작업성	전극 가공 완료 후 가공품 취출 시 및 Air 청소 시 Slide 면 Core가 상 면 및 측면으로 밀리는 현상 발생
고정용 Bolt	작업성 양산성	고정용 Bolt Head부 높이가 낮아 가공시 발생하는 Chip이 Bolt Head 상단부에 쌓이는 관계로 Air 청소시간이 길어지며 또한 Head 부 육각 Wrench부가 M4용으로 설 계되어 있어 Bolt 고정시 체결력이 약함.
사각 Shank (15X15mm )	작업성	가공 모재가 원형(Erowa社 지름 15mm)인 관계로 모재 고정 후 기 계 가공시 간혹 모재가 헛도는 현 상이 발생. 또한 사각형 모재 대비 가공 가능 면적 효과가 1/1.4 배로 줄어드는 단점 발생

### ■ 제작부문

부품 명	애로공정 (부품)	주요 문제점
PLATE (上)	평면 연삭 (SG)	가공재로 모재 Size(500 X 350 mm) 가 크고 재료 두께(t35mm)가 얇은 관계로 평면 연삭시 평면도가 Spec 인 0.01mm(Max)를 벗어남.
	와이어 커팅 (WC)	WC 가공부위 진전도가 부분적으로 Spec(5µm Max)를 벗어남. 160 Points 중 1 Point라도 벗어나면 불량
PLATE (上) PLATE (下)	HH	Multi 가공 JIG를 장기간 사용 후 Jig 치수변화(+, -)가 예상 됨.




12

Solmate




## 연구 내용(Jig 개발)

### 문제점 개선

#### 설계부문

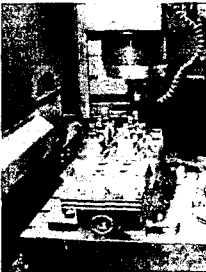
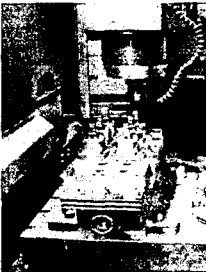


부품명	애로공정(부문)	개선내용
Slide 편 Core 	작업성	편 Core Design 변경 - 밀림 방지턱 2개소 추가(상, 하)
고정용 Bolt 	작업성 안산성	고정용 Bolt Head부 Design 변경 - Head부 높이(15mm → 19mm) - 육각 Wrench부 : M4 → M8
사각 Shank (15X15mm) 	작업성	모재 Profile을 원형 → 사각으로 Design 변경 후 사각 Shank 자체 제작 완료 - Erowa사는 원형 Type만 판매

#### 제작부문

부품명	애로공정(부문)	개선내용
PLATE (上) 	평면 연삭	평면연삭시 Magnet Table에 재료 세팅시, Magnet 부착기능을 사용하지 않고 Table에 신문지를 부착 후 습식 가공
	와이어 커팅	W/C 공정에서 1차, 2차, 3차 가공 공정을 배제하고 1차 Cutting 후 Final 치수는 JG 공정으로 대체하였음
PLATE(上)  PLATE(F) 	HH	장기간 사용에 따른 JIG 치수변화 방지를 위해 열처리 공정 개선 - 서브제로 열처리 공정 후 등력제거 열처리 공정 추가

13

## 연구 내용(Jig 개발)

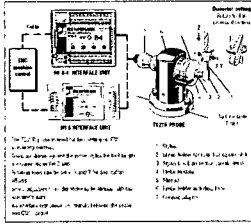
구분	연구 전	1차제작	최종제작완료
JIG 사진 			
설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EROWA 치구 사용</li> <li>• 1회 전극 6EA 동시 가공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EROWA 치구 사용 안함</li> <li>• TEST용 전극가공 JIG</li> <li>• 1회 전극 6EA 동시 가공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EROWA 치구 사용 안함</li> <li>• 다중 전극 가공용 JIG</li> <li>• 1회 전극 40EA 동시 가공</li> </ul>

14

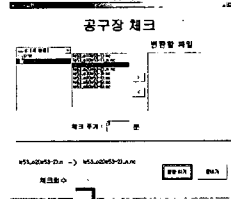
# 연구 내용(측정시스템연계)

## □ 측정시스템 연계

- ▶ 야간 무인가동시 공구 마모 및 공구 충돌에 의한 후 공정 공구들의 파손 및 제품 불량 방지
- ▶ 초기 공구 셋팅시 작업자의 잘못된 공구 경 및 장 보정에 따른 제품 불량 방지
- ▶ Jig와 공구장 측정장치 연계
- ▶ 측정 시스템 구동을 위한 Macro 프로그램의 자동삽입 프로그램 개발



반복 허용 오차	1μm
Stylus trigger force	1.3N - 2.4N
Disc stylus	Tungsten carbide, Rockwell 75C (φ 12.7 X

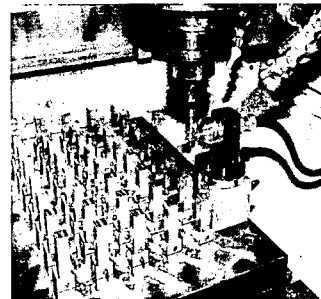
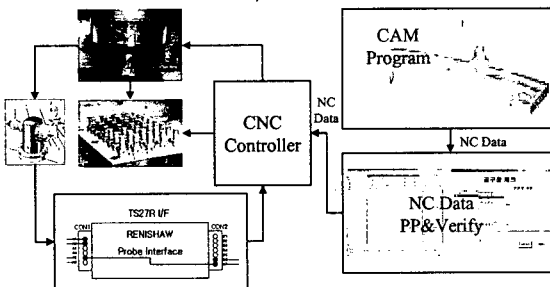


삽입 코드  
G65 P9853 B1 T1

# 연구 내용(측정시스템연계)

## ▶ Schematic Diagram

## ▶ 측정





## 연구 결과

□ 금형 단납기의 애로공정으로 인식되어 왔던 전극가공의 주 야간 가동률을 극대화

구분	연구 전	연구 후
1회 Setting 및 가공시간 Setup Time + 가공시간	120분	544분
주간작업	전극 총 30개생산	전극 총 32개 생산
야간작업	전극 총 6개생산	전극 총 40개 생산
총 생산량	36개생산(일) 900개생산(25일/ 달)	72개생산(일) 1800개생산(25일/월)

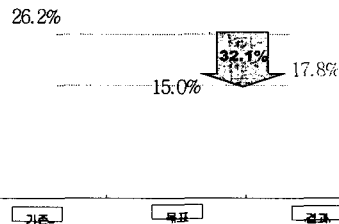
17.

MSI Sinter

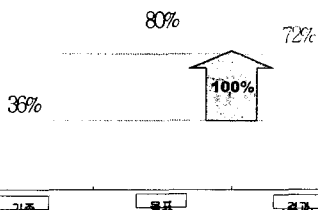
## 연구 결과

- 전극 생산 수량(목표 대비 90% 달성)
  - 36EA → 72EA(100% 향상)
- 외주가공비율(목표 대비 84.3% 달성)
  - 26.2% → 17.8%(32.1% 절감)
- 설비가동율(목표 대비 103.6% 달성)
  - 75.5% → 93.2%(23.4% 향상)

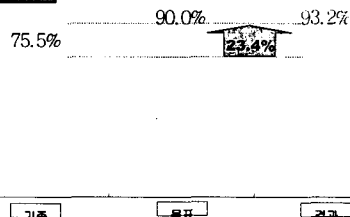
### • 외주가공비율



### • 전극생산수량



### • 설비가동율



18

MSI Sinter

## 연구 결과

- 금형단납기 및 가격경쟁력의 우위를 확보
- 고 효율 가공기술기반을 확립하였으며, 지적 재산권인 특허출원 및 프로그램 등록
  - 프로그램 등록번호 : 2004-01-12-375
  - 특허 출원번호 : 2002-86708
- 기반기술을 상품화로 진행중에 있으며, 휴대폰 금형제작업체에 판매

19

## 향후 연구 계획

- 소형금형에 국한되었던 전극 사이즈의 다양한 크기에 대해서도 연구를 진행
- EDM(Electric Discharge Machining)의 생산성을 고려하여 전극 가공의 생산량을 조절 할 수 있는 생산관리와의 연계를 추진
- 기상측정시스템과의 연계를 통한 제품품질을 향상
- 전극가공 과 방전가공의 자동화 구축

20