

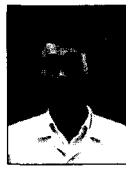
特輯 : 저항 접용접의 재료 및 장비 개발 동향

Servo Gun의 개요

문태예

Concept of Servo Gun

Tae-Ye Moon



문태예/한국화낙(주)
/1955년생/로봇용 응용

1. 개요

Servo Gun은 기존의 일반적인 Spot용접Gun에서 가압 및 개방에 사용되는 Air Cylinder를 Servo Motor로 대체한 신개념의 Spot용접Gun으로 여러 가지의 우수한 기능과 특징을 가지고 있어 적용범위의 확대가 기대되고 있다.

2. 기본 구성

- Servo Gun을 장착한 Robot System의 기본적인 구성형태를 아래 Fig. 1에 나타내었다.

3. 특징

Servo Gun의 구조적 특징과 기능적 특징으로 구분

Table 1 Air Cylinder 구동 Gun과 Servo Gun의 차이점

항 목	Air Gun	Servo Gun	관련효과
구동 원	압축공기	Servo motor	소음발생
가압력 제어	- 고정 (Air Pressure) - 비례제어Valve	- 연속제어 - Profile제어	용접품질 Spatter발생 Cycle Time
Stroke제어	고정 (1단 Or 2단)	무단위치제어	Cycle Time
가압/개방속도제어	고정	무단속도제어	Cycle Time
용접 점의 위치	Equalizer	Soft-Touch	Panel변형 소음발생
가압력 도달/안정시간	길다	짧다	Cycle Time Spatter발생
Tip마모보정	Equalizer	마모량 측정	Panel변형
가압에 의한 Arm처짐보정	불가	수치Data로 보정	Panel변형
Tip 용착검출	외부장치 필요	고감도Torque검출	

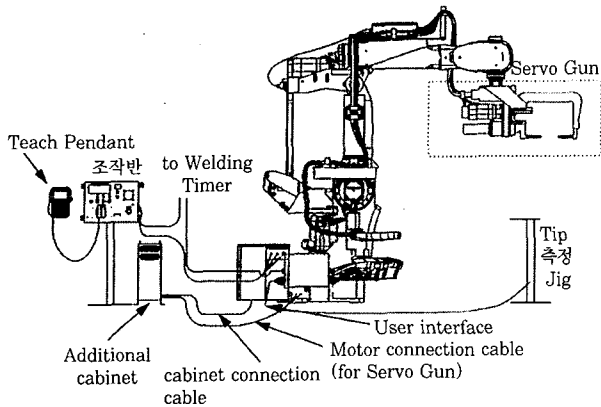


Fig. 1 Servo Gun의 System 구성

하여 간단히 요약하여 표시하였다.

3.1 구조적 특징

3.1.1 구동기구

Servo Gun의 가장 핵심적인 특징으로 가압력을 발생하는 구동 원으로 임의로 Torque제어가 가능한 Servo Motor와 Ball Screw를 조합한 고속/고정도/고효율/고신뢰성의 직선운동기구를 채용하고 있어 가감속, 속도, 위치, Torque를 Software에 의하여 제어한다.

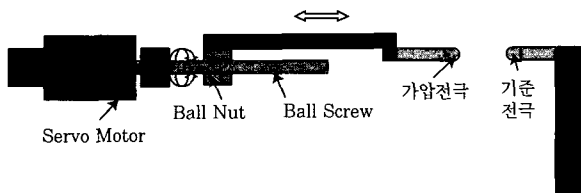


Fig. 2 Servo Gun의 구동개념도

3.1.2 Robot와의 협조동작

Servo Gun은 가압/통전 시 용접대상Panel에 접촉하기 위하여 Air Gun에서 사용하는 Floating (Equalizing)기구가 없고 Robot로 Gun의 기준Tip을 용접점부근에 위치결정 후, Robot에 의하여 기준Tip을 용접 점에 접근(Soft Touch)시키는 동시에 가압축Tip을 설정된 속도 및 압력으로 가압방향으로 이동시켜서 설정 가압력에 도달하면 통전한다.

통전 후 개방동작은 상기 동작의 역 방향으로 실행되며 개방동작과 다음 용접 점으로의 이동을 동시 동작으로 실행할 수도 있다.

그러므로, Robot의 동작과 Gun의 가압/개방동작은 동기제어 된다.

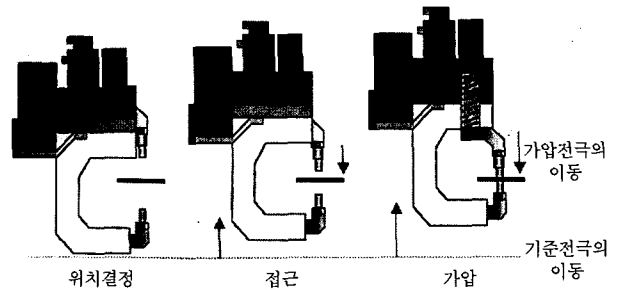


Fig. 3 Robot와 가압/개방동작의 동기제어

3.2 기능적 특징

3.2.1 가압/개방Stroke제어 및 Robot와의 동기동작

- Gun축의 Stroke를 필요에 따라 임의로 변환
- Robot와 Gun축의 동시동작으로 Gun개방동작과 타점 이동동작을 동시에 실행

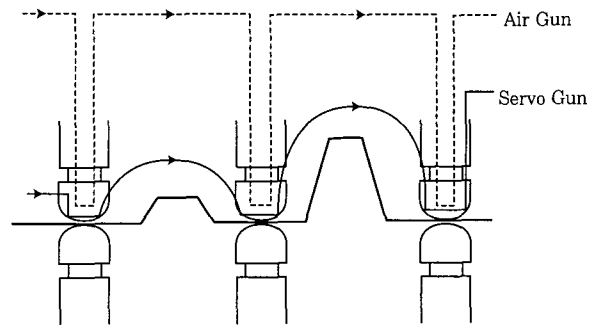


Fig. 4 Stroke 제어와 동기동작

3.2.2 가압력 및 가감속제어

- 가압/개방충격에 의한 Equalizing기구 안정시간 없이 즉시 이동
- Air Gun에 비해 설정 가압력 도달속도가 빠르고 용접시간 단축이 가능

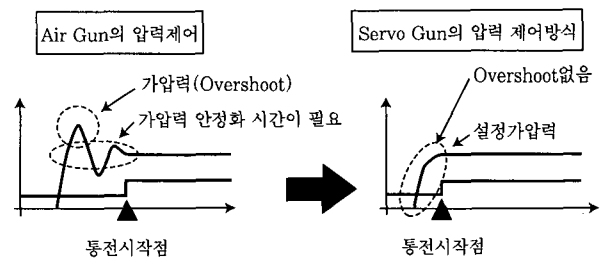


Fig. 5 가압 및 가감속제어 특성

3.2.3 Soft Touch동작 (Fig. 3 Robot와 가압/개방 동작의 동기제어 참조)

Servo Gun에서는 Equalizing기구가 없고 용접점

부근에 Gun의 기준Tip을 이동한 후에 Gun의 가압동작과 동기하여 Robot동작에 의해 기준Tip을 용접점(공간상의 좌표 점)에 위치시킨다. 이 기준Tip의 동작을 Soft Touch라고 부르며 Servo Gun의 가장 큰 기능상 특징이다.

Equalizing기구가 없으므로 이동시의 흔들림이 적어 Gun의 안정시간이 필요 없다.

Soft Touch기능을 사용함으로써 용접 점은 공간좌표로 결정되어 용접대상물에 외력을 가하지 않으므로 변형이 최소화 되어 용접물의 형상정도가 향상되고, Jig & Fixture의 Locator나 Clamp Unit를 최소화 함으로써 비용절감과 동시에 간섭물회피를 위한 Air Cut시간을 최소화하여 Cycle Time단축이 가능하다.

4. Servo Gun의 주요기능

Servo Gun의 주요기능과 그 용도를 간단히 요약한다.

4.1 Spot 용접을 위한 기능

4.1.1 가압제어

Servo Gun은 Servo Motor의 속도, 위치, Torque제어기능을 이용하여 가압속도, 가압위치, 가감속, 가압력 등을 임의값으로 설정하고, 아래의 Fig. 6과 같이 고속으로 Overshoot가 없이 제어하므로 가압시작에서부터 통전시작까지의 시간이 단축되고 Spatter발생이 억제된다.

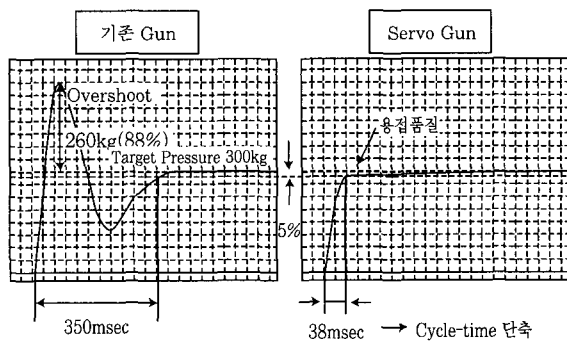


Fig. 6 Servo gun의 가압력 제어기능

4.1.2 Profile 가압

Servo Gun은 가압Profile을 설정하여 제어함으로써 Nugget의 상태나 용접점의 표면상태를 제어할 수가 있다.

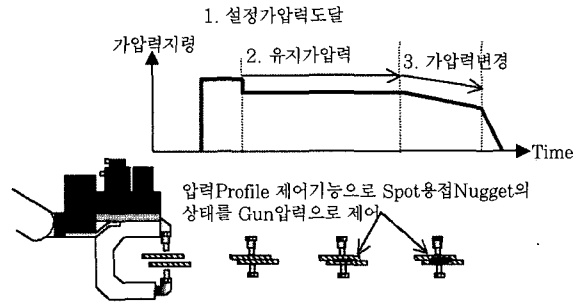


Fig. 7 Profile가압제어

4.1.3 Stroke 제어

Servo Gun은 개방/접근/가압/도피Stroke 및 속도를 각각 설정하여 제어함으로써 용접 및 Panel조건에 따라 최적의 Stroke 및 속도로 용접조건을 설정하게 된다.

각 단계의 위치/속도는 Data Table로 관리된다.

아래 Fig. 8의 각 단계는 가압/용접단계를 제외하고는 Skip할 수도 있다.

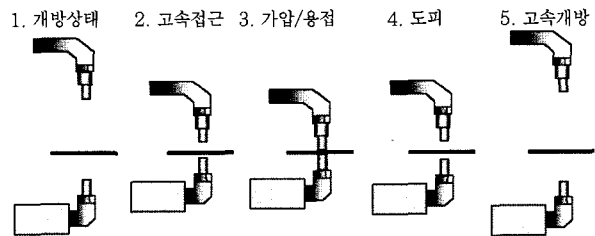


Fig. 8 Stroke 및 속도제어 단계

4.1.4 Tip 마모보정 및 처짐보정

Servo Gun은 Software에 의하여Tip의 마모량을 측정하여 보정하는 기능과 가압에 의하여 발생하는 Arm의 처짐을 보정하는 기능을 갖고있어 Panel의 변형을 최소화하는 고정도의 용접이 가능하다.

Tip 마모량은 간단한 측정용Jig와 Robot의 Program에 의해 자동측정하여 Data관리하고 가압에 의한 Arm의 처짐량은 Data로 Register관리한다.

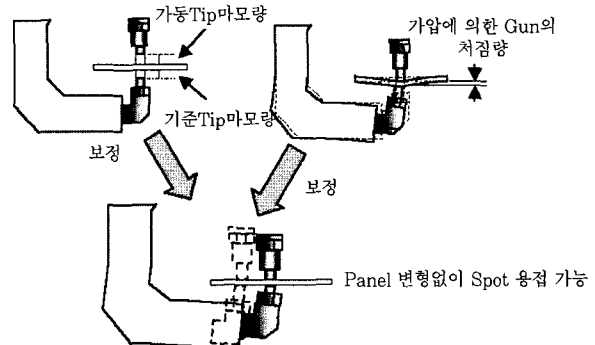


Fig. 9 Tip 마모보정 및 처짐보정 개념도

4.2 부가기능

4.2.1 Tip의 용착검출

Robot가 간섭물과의 충돌이나 접촉상태를 검출하는 기능으로 각 Servo Motor의 전류를 Monitor하여 제어장치내의 실시간 Simulator가 연산한 Data와 비교하여 이상전류를 고감도로 검출하는 고감도충돌검출 기능이 있다.

Servo Gun에서도 이 기능을 이용하여 Gun의 개방시에 각 Servo Motor의 전류를 고감도로 Monitor하므로써 Tip의 용착상태를 검출할 수가 있다.

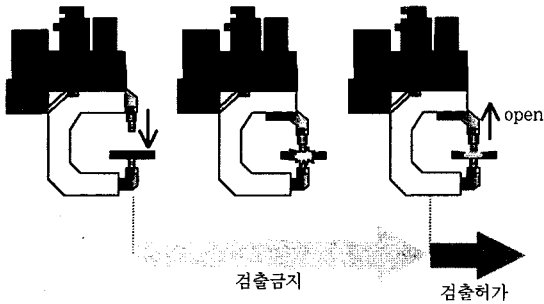


Fig. 10 고감도 Torque Monitoring에 의한 용착 검출

4.2.2 수동가압/용접

Servo Gun을 사용한 경우에도 용접조건을 설정하기 위해서나 시험용접을 위하여 수동가압/용접이 필요하므로 기존의 Air Gun과 같이 간단한 조작으로 수동가압/용접이 가능해야 한다.

이때를 위하여 가압력, Stroke, 용접조건등을 설정하고 One Touch조작으로 가압 및 용접 Cycle을 실행하는 일종의 Macro Program이 있다.

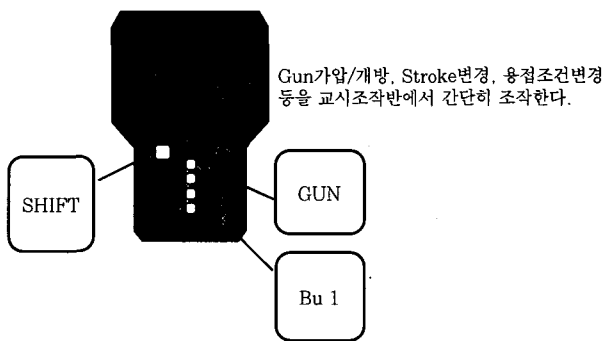


Fig. 11 Servo Gun의 수동조작

4.2.3 Gun 교환

Servo Gun을 사용한 경우에도 자동공구교환장치 (ATC, AHC)를 적용하는 경우가 있으므로 이에 대응하기 위하여 제어장치의 전원을 차단하지 않고, Gun

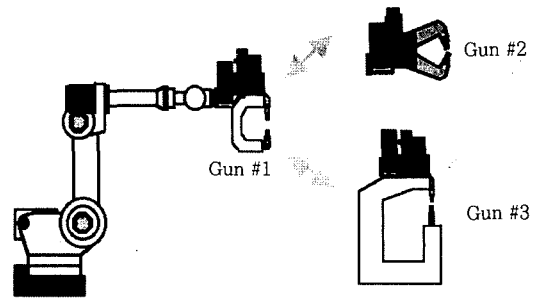


Fig. 12 Gun 교환기능

측 Servo Motor의 동력선과 신호선을 임의로 분리/결합할 수있도록 하는 기능이다.

5. Servo Gun의 적용시 고려사항

5.1 적용시 검토사항

Servo Gun은 특성 및 기능으로 분석하면 Spot용접의 고정도/고품질 목적과 Cycle Time단축 목적으로 구분되고 있다. 물론 두 목적을 동시에 추구할 경우도 있으나 비중을 어느 쪽으로 크게 하는가를 명확히 해야 Robot나 주변장치, Jig & Fixture System 및 용접대상물의 구성/구조/형태 및 정밀도를 결정할 수가 있게 된다.

이해를 쉽게 하기 위하여 차체용접의 경우를 예로 들어서 간단히 기술한다.

5.1.1 고정도/고품질 이 목적인 경우

이 경우에는 용접후에 요구되는 결과는 아래와 같다.

- 1) 용접에 의한 차체의 변형을 최소화 하여 조립된 차체의 형상정밀도 향상
- 2) 용접점의 함몰이나 Panel의 변형, 용접자국(압흔, Spatter자국)의 극소화

위 1)항의 요구사항을 만족하기 위해서는

- Panel의 형상정밀도 유지
- Jig & Fixture의 정밀도 확보 (대차형 Jig & Fixture인 경우에는 각 대차간 절대위치편차에 대한 대책 필요)
- Robot의 반복위치 정밀도 확보
- Tip의 마모보정 및 Arm처짐보정의 정밀도 확보
- 각 용접점을 공간상의 절대좌표로 Programming (예: Off-Line Programming)

위 2)항의 요구사항을 만족하기 위해서는

- 1)항의 조건을 최대한 만족하고
- Tip관리를 엄밀히 하고

(형상, Dressing 방법 및 주기, Tip 마모 측정 정밀도 확보)

- 용접조건 정밀설정

(가압력 및 가압 Profile, 전압, 전류, 통전시간 및 통전 Profile 등의 Data 관리가 요구된다.)

5.1.2 Cycle Time 단축이 목적인 경우

이 경우에 요구되는 결과는 아래와 같다.

1) 용접점 1점당 용접시간 단축

2) 용접점간의 이동시간 최소화

위 1)항의 요구사항을 만족하기 위해서는

- 가압속도 증대 및 Overshoot 최소화

(Gun의 강성 강화가 필요)

- 통전시간을 최적화

(용접장치의 Parameter 정밀설정)

위 2)항의 요구사항을 만족하기 위해서는

- Robot의 강성 및 가감속능력 확보

(특히 단 Pitch-50mm 이하-이동능력이 중요)

- Jig & Fixture에서 Locator, Clamp Unit 등의 간섭물 최소화

- Gun의 개방/가압조건 정밀설정

(Stroke, 동기조건, Soft Touch 조건, 속도 등) 등의 정밀검토가 필요하다.

6. 마무리

Servo Gun System은 Gun 단독의 기능이 아니고, Robot에 부가된 기능으로 엄밀히 보면 Robot System으로 구분되어야 좋을 것 같다.

현재로는 국내에서 일반화되어 있지 않고 시험용이나 연구용으로 일부 사용되고 있으나, 사용자(주로 자동차업체)의 입장에서는 실제 적용을 위하여 준비 중이며, Robot Maker에서는 실제 적용에 전혀 문제가 되지 않을 정도로 준비가 완료된 상태이다.

외국에서는 실제 적용실적이 충분히 있으므로 적용 사례를 연구하고 새로운 방향으로의 용도개발이 필요하므로 용접관련 Engineer, 연구원과 Robot Maker 간의 긴밀한 정보교환이 품질과 생산성 향상에 기여할 수 있는 바탕이 될 것으로 사료된다.