미세부품 조형용 분말 소결 적층 조형장치의 연구개발

Research & Development of Laser Sintering Apparatus for manufacturing Small Mechanical Parts

#* 세이지 하야노[1], 마사시 하지와라[2]
#* Seiji Hayano(jakisoo@denken-eng.co.jp)[1], Masashi Hagiwara[2]
[1]Aspect Inc, [2]Aspect Inc

Key words: Laser Sintering, Rapid Prototyping, Micro Mechanical Parts

1. 서론

당사는 1997 년 12 월부터 2002 년까지 3D Systems 사 (구, DTM 사)의 분말소결적층 조형장비 Sinterstation 의 일본 총 대리점이었다. 그리고 현재까지 동 장비의 메인터넌스 제공함과 동시에 서비스 뷰로의 활동도 지속적으로 진행하고 있다. 또한 2000 년 이후에는 분말소결재료 개발과 분말소결 조형장비의 금속부품 조형이나 정밀주조 등의 어플리케이션 개발 등도 진행중이다. 그 때문에 Sinterstation 의 조형 사이즈가 조형장비에 비해 극단적으로 작다는 것과 온도센서가 원인이 되어 발생되는 멜트 다운 등의 트러블을 다수 경험하였다. 그리하여 분말소결장비의 근본적인 개조/개선이 필요하다는 것을 절실히 느끼게 되었다. 그로 인하여 2003 년부터 분말소결적층조형 장비의 개발에 착수하여 2006 년 부터 판매를 개시한 장비가 SEMPlic 550 이다.해당 장비는 미세성이나 고속성에 관한 과제가 남아있었다.

이후, 문부과학성의 산학관 연계촉진사업에서 요코하마 대학과의 공동개발에 의해 2007 년부터 마이크로기계부품이 제조가능한 분말소결적층조형장치의 개발을 실시하였다. 장비의 개발과제는 3 가지로 요약할 수 있다.

① 레이져 빔 경의 미세화와 재료분말의 미세화
② 고 정밀도, 고 세밀도
③ 고속조형(하드웨어)

2. 분말소결적층조형장비의 개요

당사가 2006 년부터 개발한 SEMPlich 550 은 안정된 온도환경과 조형 정밀도를 감안하여 아래에서 설명하는 여러가지의 점을 개선하였다. 분말소결적층 장비 (SEMPlice) 의 개요도를 Figure1 에서 보여주고 있다.

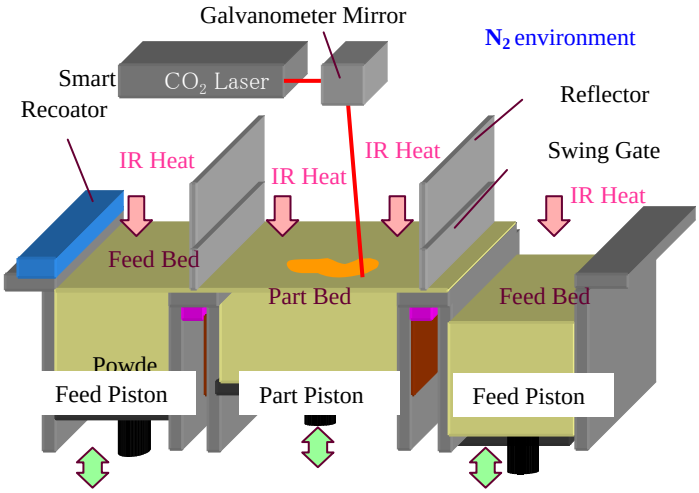

Figure1. Laser Sintering Apparatus

2.1 온도 측정과 온도 제어

Figure1 에서 조형을 실행하는 파트 베드부와 재료를 공급하는 피드베드부의 온도를 측정하는 센서로서 SEMPlice 에서는 IR센서와 Pt 측온체를 파트베드 주변에 배치하여 IR센서에만 의존하지않고 가열온도 제어를 행하고있다. 또한SEMPlice에서는 IR센서의 표면에 기화한 재료가 부착되지 않도록 질소가스로 보호하는 대책(StableTemp)을 실시하고 있다.

2.2 가열과 열전도에 의한 냉각

SEMPlich 에서는 직접 대기에 접촉하는 부분을 단열재로 씌우고, 열원을 베이스 플레이트부 등의 적절한 위치에 배치하여 Curl 현상을 일으키는 열량을 최소화 했다. 또한, 분말마다 적절한 조형온도와 공급되는 분말온도가 있기 때문에 SEMPlice 에서는 반사판이나 스윙게이트에 의해 공급되는 재료를 파트베드와 독립된 온도관리를 실행하고 있다.

2.3 레이져 조사노광

레이져 조사시에 가속과 감속부의 시종점은 불균일 노광이 발생한다. 그래서 SEMPlice 에서는 CES (Constant Exposure Scanning)방식과 ECE (Edge Controlled Exposure)방식의 2 가지 방식을 채용하고있다. CES 방식은 레이져 조사속도가 최고속도에 도달해서부터 레이져 노광을 개시하여 레이져 노광을 종료한 후에 감속하고 정지한다. 따라서, 조형물의 전역에 대한 균일한 노광이 가능하게 된다. 그 결과, 조형물은 경계부분과 내부가 동일하게되어 옵셋치를 고정할 수가 있어 과열에 의한 선 수축만을 고려하면 고 정밀도의 조형이 가능하게된다. 종래 기종에서 발생한 작은 구멍이 과다 노출로 인하여 구현되지 않는 문제도 해결가능하다. 그러나 CES 방식은 레이져조사는 가속부와 감속부만큼의 레이져 조사 거리가 길어지게 되어 조형시간은 길어지는 과제가 있다. CES 방식에 비해 ECE (Edge Controlled Exposure)방식은 시종점의 노광량을 프린터기판에 의해 하드웨어로 제어하는 방식이다. 이 방식과 아웃라인 노광을 조합하면 CES 방식에는 약간 못 미치지만 고 정밀도와 고속도의 노광이 가능하다. SEMPlice 에서는 CES 방식과 ECE 방식을 선택가능하도록 하고 있다.

2.4 재료의 적층과 오버플로우

SEMplice 에서는 광조형장비와 비슷한 미세화를 노리고 있으며, 미세화한 분말을 사용가능한 장비가 될 수 있도록 적층구조에는 플레이트형상의 리코터를 선택하였다.

그래서 당사에서는 Smart Recoating 시스템을 개발하였다. 이 방식은 좌측에 피드 피스톤이 상승해서 재료를 공급하면 우측의 피드 피스톤이 하강하여 오버플로우된 재료를 우측의 피드 카트리지에 떨어뜨리게 한다. 역으로 우측의 피드 피스톤이 상승하여 재료를 공급하는 경우에는 왼쪽의 피드 피스톤이 하강한다. 요약하면 좌우의 피드피스톤이 동작을 하므로써 오버플로우의 재료를 흡수한다. Smart Recoating 시스템은 분말 재료를 오버플로우 시키지 않음으로서 재료의 유효이용을 실현하여 런닝코스트를 절약한다. 또한, 재료공급 방법으로서 카트리지 방식을 채용하고 있어서 재료교환이 간단하고 사용하지 않을 때는 카트리지 상태로 보관이 가능하다.

3.마이크로 분말소결적층조형의 실현을 위한 사전조사

마이크로분말 소결적층조형장비의 실현을 위하여 개발 전에 다음과 같은 기초 실험을 실시하였다.

- **미세분말적층 리코터 방식 평가**
  미세분말적층조형장비에 가장 적합한 리코터방식의 평가를 실시.
- **파이버 레이져 채용방식평가**
  근적외의 파장을 출력하는 파이버 레이져용의 수지 분말의 시제품 제작과 평가.
- **레이져 노광량 제어 시스템의 평가**
  주사속도에 따라서 레이져 노광량을 제어하기위한 회로 설계와 평가를 실시.

4. 분말소결적층조형 장비 SEMplice 300

기초실험을 기초로하여 개발된 마이크로 분말 소결 적층 조형장비가 SEMPlice 300 이다.

Figure2. SEMplice 300

SEMplice 300 은 현행 재료를 사용하였고 CO2 레이져를 채용하였다. 이 경우의 레이져 빔의 경(径) 은 약 350μm 이다. 또한, SEMplice 300 에서는 분말의 리코팅 기구에 역회전 롤러시스템과 블레이드가 병용 가능한 기구를 채용했다. 역회전 롤러 시스템의 장점은 작은 Curl 의 일그러짐이 발생하여도 조형 실패를 하지 않고 간단하게 적층가능하다. 분말입자의 평균입자 20μm 까지는 롤러 역회전에 의해서도 적층이 가능하다는것을 실험을 통해서 확인이 되었기때문에 채용을 결심했다.

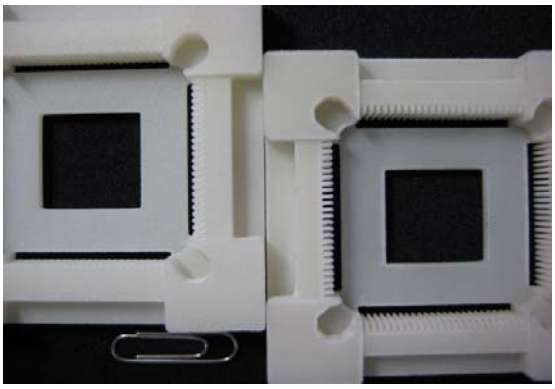

Figure3. Sample Parts

시제품화 된 장비를 이용하여 조형 실험을 실행하였다. 그 결과를 Figure3 에서 보여준다. Figure3 의 좌측은 빔 경 450μm 의 부품은 당사가 소유하고 있는 미국제 제품을 사용하여 조형한 것이다. 우측의 빔 경 350μm 의 제품이 SEMplice 300 을 이용하여 조형한 부품이다.

명확하게 미세부분의 형상이 일그러지지 않고 조형이 되어있다. 그러나 Figure3 의 우측 부품의 가장 얇은 부분의 한 얇은 벽의 한계치는 500μm 정도로 보면될 것이다.

SEMplice 300 의 기본사양은 아래의 표 1 에 보여준다.

표 1. SEMplice300 의 기본 사양

항목		내용
장 비 본 체	유효 조형 범위	X : 300 × Y : 300 × Z : 400 mm
	최소적층피치	0.05mm
	조형베드구동기구	AC 서보모터 + 볼나사구동
	분말적층기구	롤러 (옵션으로 블레이드 방식도 가능)
	분말재료공급방식	전용 카트리지 탈착방식
	재료가열	적외선 히터
레이져 광학계	탑재 레이져	수냉식CO_2 레이져 30W (옵션으로 파이버레이져 50W 선택가능)
	레이져 빔 조사	갈바노미러방 (리니어트랜스레이터 부착)
제어부	기계제어장치	Programable Controller
	데이터 처리장치	Desktop PC Intel Core2Duo E4500 이상 Windows XP Professional 17 inch 액정 모니터
	어플리케이션 소프트웨어	소프트웨어 SEMware
	입력데이터	STL 포맷

5. 결론

분말소결적층조형장비에 의한 기능평가는 자동차업계를 중심으로 퍼지고있다. 그러나 장비의 시장가격이 너무 고가이면서 아직 런닝 코스트가 비싸고 리사이클성이 낮아 기능 평가모델로서의 용도는 한정되어 사용되어지고 있다.

그리고 분말소결조형장비는 자동차 업계나 중공업 업계의 이미지가 있지만 SEMplice 300 의 목표 시장은 가전이나 전자기기· 컴퓨터· 휴대전화의 시장이다. 재료분말의 평균입자의 크기는 20μm 로서 파이버 레이져를 채용하여 레이져 빔을 미세화 할 수 있고, 게다가 50μm 두께의 적층을 실시함으로써 마이크로 부품이 조형가능 하도록 장비 개발을 진행중이다. 중형분말소결장비조형장비의 데뷰를 계기로 Rapid Prototyping 시장을 새롭게 활성화시킴과 동시에 Rapid Manufacturing 의 시장을 개척하고자 한다.