

광조형법을 구현하기 위한 장치구성 및 조형에 관한 연구(제 1 보)

이원정, *김준안, 홍삼열, 양남열, 박종환
LG전자 생산기술센터

백인환
부산대학교

3차원 CAD시스템의 보급 및 설계단계에 적용이 확대되어 가면서 CAD 시스템에 의한 3차원 입체모형제작 기술에 많은 관심이 주목되고 있다. 특히 최근에는 광조형장치가 상품개발사이클의 단축화와 Concurrent Engineering 실현의 중요한 도구로써 자리매김을 하고 있으므로 본 논문에서는 광조형장치의 구성 및 조형사례에 대하여 기술하고자 한다.

1. 서론

빛을 이용하여 형상을 제작하는 방법이라는 의미의 광조형법은 지난 80년대초에 이론적인 원리는 개발되었으나 실현되지 못하다가 80년대말부터 상용화된 장치가 등장하면서 조금씩 알려지기 시작하였다. 이것은 3차원CAD 보급이 확대되면서 CAD로 모델링한 형상을 실물로 직접, 빠르게 제작할 수 있는 도구로 활용되어, 설계한 것을 바로 실물로 만들어 설계오류를 확인하므로 설계완성도를 향상시키고, 상품개발기간을 단축시킬 수 있는 도구로 확인되어 사용인원 및 적용분야가 널리 확대되고, 최근들어서는 Concurrent Engineering을 실현하는 도구로써 산업계에서는 필수적인 장치로 되고있다.

2. 광조형원리와 방법

2.1 광조형원리

김광성수지에 빛을 비추면, 수지에서 빛에너지를 받아들인 부분은 수지내에 함유되어 있는 광개시제끼리 축중합반응을 일으켜 경화현상이 발생한다.

광원인 레이저로부터 비추어진 빛이 수지표면에 닿으면 이 부분에 경화가 일어나며, 레이저로부터 비추어지는 위치가 달라짐에 따라 경화되는 위치도 변하게 된다. 즉, 원하는 위치에 빛을 비추면 수지표면에서 빛이 비친 부분만 경화되어 일정한 두께를 가지는 한층의 경화층이 만들어지며, 이것을 한층씩 반복해서 쌓으면 결국 원하는 입체형상이 만들어진 다(그림 1).

한층씩 경화되는 경화층을 만들기 위해 3차원 CAD에서 정의된 모델링데이터를 이용하여 적층할 두께만큼 수평방향으로 절단하여 층(slice)데이터군을 작성한다. 이 층데이터를 따라서 광경화성수지위에 레이저빛을 비추어 모델링데이터와 일치하는 박관형상의 경화층을 형성하고, 이것을 순차적으로 적층함으로써 입체모형을 제작한다. 이렇게하여 조형된 입체모델의 예는 사진 1과 같다.

2.2 레이저 주사(走査)방법

레이저빛에 의해 한층씩 비추는 방법으로써 크게 라스터(RASTER)주사법과 벡터(VECTOR)주사법이 있다. 라스터주사법은 기계가공에서 지그재그가공법과 유사하게 광조형물의 내부를 근접한 평행방향으로 레이저빛을 주사하고, 주사중에 레이저빛을 셔트(SHUTTER)로 ON/OFF시켜 임의의 2차원형상을 제작하는 방법이다. 이 방법은 복잡한 형상도 간단히 처리할 수 있다는 장점이 있지만 대형구조물의 경우, 제작시간과 비용이 많이 들며, 표면이 깨끗하지 못하다

는 단점이 있다. 이에반해 벡터주사법은 가공하고자 하는 물체의 윤곽을 따라서 주사하는 방법으로써, 형상의 내부는 경화되지 않지만 가공시간과 비용을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이때 만들어지는 벽의 두께는 레이저빔이 수지표면에 닿을때 발생하는 빛의 확산과 열전달때문에 통상 레이저의 초점두께보다 조금 두꺼워진다. 라스터주사법과 벡터주사법에 대해서는 그림 1에 나타내었다.

현재 대부분의 상용시스템에서는 이 두가지방법을 함께 사용하고 있으며, 본 연구에 적용된 형상도 형상조형시 두가지 주사방법을 함께 사용하였다.

3. 특 징

3.1 광조형법의 장점

광조형법은 기존의 가공법과는 다른 가공프로세스를 가지므로 다음과 같은 장점이 있다.

- 1) 절삭공구가 필요하지 않으므로 복잡한 내부구조를 가지는 형상도 하나의 프로세스에 의해 가공이 가능하다.
- 2) 비접촉가공이므로 공구관리가 없으며, 공구의 교환, 마모 등을 고려할 필요가 없다.
- 3) 진동과 소음이 없다.
- 4) 주어진 명령에 의해 연속작업이 가능하다.
- 5) 이상에 의해 완전 무인화운전, 야간운전이 가능하며 비용의 절감 및 제품개발기간의 단축이 가능하다.
- 6) 칩이 발생하지 않으므로 사무실내에 설치 및 작업이 가능하다.

3.2 광조형법의 문제점

광조형법은 많은 장점을 가지고 있는데 비하여 다음과 같은 단점도 가지고 있다.

- 1) 한층씩 적층해서 형상을 만들기때문에 외측표면에는 반드시 계단모양의 적층자국이 남는다.
- 2) 3차원 CAD 데이터를 활용해야하므로 CAD 없이 장치단독으로는 사용하기 곤란하다.
- 3) 장치자체의 가격이 고가이다.

4) 조형에 사용되는 것이 수지종류이므로 아직 열에 약한 단점이 해결되지 못하였다.

5) 수지자체가 아직 인체에 좋지 못하므로 별도의 환기시설을 필요로 한다.

4. 장치구성

본 연구를 수행하기 위하여 광조형장치를 개발하였다. 본 장치의 구성은 크게 광학부인 레이저와 운동부인 X,Y,Z축 로봇트, 광경화성수지를 저장하는 저장용기, 제어를 위한 제어용 컴퓨터로 구성되며(장치구성 그림 3), CAD 모델링정보를 STL(StreoLithography) 파일로 변환시키고, STL 파일을 이용하여 각층의 정보및 가공정보를 생성시켜, 이 정보를 이용하여 형상을 조형하였다. 여기에 사용되는 소프트웨어는 자체개발하였다(그림 4).

5. 형상조형실험

위와같이 구성된 장치를 이용하여 입체형상을 제작하였다. 제작한 형상은 측정용시편, CUP, 세탁기 부품의 하나인 FLOAT, 컴프레서의 CHAMBER등의 형상을 제작하였고 그 예는 사진 1과 같다. 제작된 형상은 모두 한층의 두께를 0.2mm로 하였고, 레이저 scan path 간격은 시편에서 0.2mm, 나머지는 모두 0.3mm로 하였다. 주사방법은 모두 벡터주사법으로 외곽을 먼저 경화시킨뒤, 내부를 지그재그방식으로 경화시켰는데 홀수번째 층은 X방향의 지그재그, 짝수층은 Y방향으로 지그재그주사를 하여 적층시 발생하는 응력을 분산시켰다.

사용한 레이저는 자외선영역의 He-Cd 레이저이고, 수지는 우레탄 아크릴레이트계열의 광경화성수지를 사용하였으며, 조형후 자외선등아래에서 후경화를 실시하였다.

6. 조형결과

본 연구에서 제작한 형상은 모델링데이터와 오차가 $\pm 0.2\text{mm}$ 이내로 양호하게 성형되었다. 그렇지만 레이저의 주사시 로봇트에서 곡선보간은 사용하지 않고

직선보간만 사용한 결과 주사방향이 바뀔때는 반드시 로봇가 한직선의 종점에서 정지하였다가 다시 움직이므로 이 지점에 빛의 노출시간이 길어져서 작은 용이형상이 발생하였다. 이것을 방지하기 위하여 각 점에서 빔셔트를 실시간으로 열고 닫지만 로봇 특성상 점주위가 가감속구간에 해당하므로 이 부분에서 조형정도가 떨어지는 결과가 발생하였다.

7. 결론

본 연구에서는 광조형법을 이용하여 여러가지 입체형상을 제작하였다. 본 연구에서 입체형상제작을 실험한 결과는 다음과 같다.

- (1) 한층의 두께를 0.2mm로 하였을때 형상은 제작되었지만, 측면에 단진부분이 등고선으로 두렷이 나타났다.
- (2) 형상제작시 한층의 두께가 비교적 두꺼운 관계로 층사이에 완전히 붙지않아 조형중 형상의 일부분에서는 수지면위로 말려올라가는 curl이 발생하여 형상조형에 악영향을 발생시켰다.
- (3) 수지면보다 조금위에서 조형할 경우, 레이저빛이 형상의 가장자리를 비출때 빛이 난반사하여 형상정도에 악영향을 가져왔다.
- (4) STL 데이터를 이용하여 NC 데이터를 생성시킨 관계로 곡면의 외곽이 정확하게 재현되지 않았다.
- (5) 그렇지만 어떤 형상이라도 3차원CAD에서 모델링 즉시, 이것을 가지고 광조형으로 형상을 조형하여 원하는 입체형상을 신속히 만들어 보는것이 가능하였다.

- 4. 형기술협회, 제6회 일본 광조형시스템 심포지움 자료, 1994.
- 5. 植原弘之, 光造形法の立體形成機構に関する基礎研究, 박사논문, 1995.

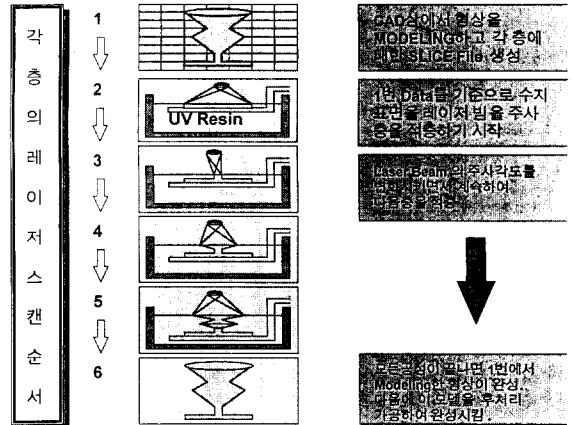


그림 1. 광조형원리

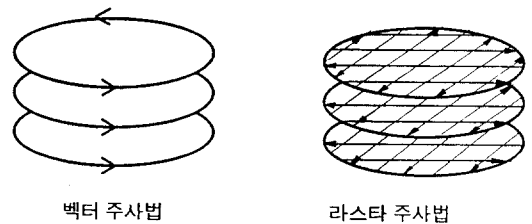


그림 2. 벡터주사법과 라스터주사법

< 참고문헌 >

- 1. 丸谷洋二, 大川和夫, 早野誠治, 中井 孝, 光造形法 -レーザによる3次元プロッター- 日刊工業新聞社, 1990.
- 2. Paul F.Jacobs, Ph.D. Rapid Prototyping & Manufacturing, SME, 1992.
- 3. 안대건, StereoLithography의 레이저 조사경로생성에 관한 연구, 석사논문, 1995.

