

쾌속조형기를 이용한 방향기의 개발

주영철* · 이창훈

Development of Aroma Diffuser Using Rapid Prototyping System

Youngcheol Joo* and Changhoon Lee

요 약 제품 개발 초기부터 3차원 CAD를 이용하여 설계를 하고 쾌속조형기를 이용하여 시제품을 제작한 후 이를 이용하여 제품의 성능시험을 하는 새로운 개발공정을 제시하였다. 이 공정을 방향기 개발에 적용함으로써 기존의 시작금형을 이용한 공정보다 제품의 개발기간과 개발비용을 획기적으로 절감할 수 있었다. 또한 설계단계부터 3차원 CAD를 이용함으로써 제품개발의 시행착오 횟수를 크게 줄일 수 있었다.

Abstract A new product development procedure that uses a rapid prototyping and 3D CAD has been suggested. By applying this procedure to the development of an aroma diffuser, considerable amount of development time and cost were reduced. Moreover, by using 3D CAD from the early design stage, the number of trial and error can be reduced.

Key Words : Aroma Diffuser, Rapid Prototyping, 3D CAD, Mold

1. 서 론

산업이 발달함에 따라 소비자가 요구하는 제품의 사양이 빠르게 변하고 있으며 이에 대응하기 위하여 제품 개발의 주기가 점점 더 짧아지고 있다. 과거의 전통적인 제품 개발 절차는 제품을 구상하고 이를 구체화하여 설계를 마친 후 AutoCad 등 2차원 CAD 프로그램을 이용하여 도면화한다. 이 도면을 금형업체에 넘겨서 시작금형을 만들고 시작금형을 이용하여 몇 개의 시제품을 제작한다. 이 시제품을 이용하여 여러 가지 시험을 한 후 설계 변경을 하고 이를 시작금형에 반영하여 다시 시제품을 제작한다. 몇 번의 과정을 반복하면서 최종적인 제품설계를 완성하며 이 설계에 의해서 양산금형을 제작하고 양산품 제작에 들어간다. 그러나 이 과정은 시작금형을 제작하는데 주로 수작업에 의존하기 때문에 많은 제작 기간과 비용이 소요되고, 설계변경이 이루어지면 금형을 다시 수정해야하며 수정폭이 클 때에는 시작금형을 다시 제작하기도 하여야 하는 등 비용과 제작기간면에서 불리한 점이 많았다.

최근에 쾌속조형기가 많이 보급되어 산업체 전반에 사용되고 있으며, 쾌속조형기를 이용하여 제품개발에 이용하려는 다양한 노력이 이루어지고 있다[1-5]. 그러

나 대부분의 활용처가 자동차 회사나 전자회사와 같은 대기업에서 시제품을 제작하는 용도로 활용될 뿐 아직 중소기업이나 벤처기업에서 제품개발에 이용하는 사례는 보기 힘들다. 이는 대기업에 비하여 중소기업이 쾌속조형기에 대한 정보의 파악이 늦으며 3차원 CAD의 보급도 늦어서 쾌속조형기를 이용하는데 어려움이 있기 때문이다.

본 연구에서는 한 벤처기업이 제품을 개발하는데 기존의 2차원 설계와 시작금형을 이용하여 시제품을 제작하지 않고 3차원 설계와 쾌속조형기를 이용한 시제품 제작을 하여 제품개발의 비용과 기간을 단축하였다. 이 연구 결과는 쾌속조형기에 대한 이해가 부족하고 3차원 설계 능력이 없는 많은 중소기업이나 벤처기업의 제품 개발에 좋은 모델이 될 것으로 사료된다.

2. 방향기의 설계요구조건

연구에 참여한 업체는 화학공학 전공자 2~3명이 모여서 설립한 벤처업체로서 향료 자체에 대한 특허와 노하우를 갖고 있다. 그러나 이 향료를 이용하여 방향기를 개발하고 제품화하기 위한 능력과 인력이 부족한 형편이었다. 우선 이 업체에서는 방향기 개발을 위하여 다음과 같은 설계요구조건을 제시하였다.

(1) 방향물질은 젤(gel)형태로서 케이스에 주입된 후 굳게된다. 방향물질의 주입과 소모된 후 교체의 편리성

*순천향대학교 기계공학과
Tel: 041-530-1551, e-mail: ychjoo@sch.ac.kr

을 위하여 독립적인 형태의 케이스인 향료 컵이 필요하다. 방향물질은 약 200cc가 주입된다.

(2) 효율적인 향기의 발산을 위해 가능한 넓은 면적의 발향면을 확보해야 하며, 국제규격의 팬(40×40×10 mm)을 사용하여 강제대류를 통해 향기를 발산시켜야 한다.

(3) 방향장치의 가장 중요한 기능으로서 향기의 차단 기능을 만족해야 한다. 인간의 후각은 향기에 오랜 시간 노출되면 감각이 둔해져서 방향물질의 낭비가 초래되며 방향효과 또한 감소되게 된다. 즉 전자적인 제어를 통해 장치의 작동 주기를 설정하여 자동으로 켜지고 꺼질 수 있도록 하여야 한다.

(4) 팬을 이용하게 되므로 방향기를 통과하는 공기의 유량이 커지게 된다. 따라서 공기의 청정·여과 기능을 담당할 필터를 장착하여야 한다.

(5) 팬과 제어회로의 전원을 위한 건전지의 장착도 고려해야 하는데 1.5V AA형 건전지 3개를 직렬연결하여 사용한다.

(6) 이상의 설계조건 외에 장치의 부품을 만들어낼 금형의 제작을 고려해야 하며, 또한 생산의 효율성도 고려하여 생산비용을 최대한 낮추어야 한다.

그림 1은 업체가 설계요구조건과 함께 제시한 방향기의 대략적인 개념도를 재구성 한 것이다. 이 설계조건과 개념도가 방향기 설계의 시발점이 된다.

3. 3D CAD를 이용한 방향기 설계

장치가 정지하는 때에 향기를 차단하기 위해 다양한 방법을 고려하였다. 물리적으로 향기를 차단하기 위해서는 향기의 분출구를 열고 닫는 수밖에 없는데, 개폐기를 열고 닫을 추가적인 동력을 장착하기에는

생산비용의 상승, 장치의 부피증가, 복잡화 등 비효율적인 점이 많다. 그러므로 추가적인 동력을 장착하지 않기 위하여 팬이 작동할 때의 바람의 힘을 이용하였다. 즉 팬이 작동할 때는 팬이 일으키는 바람의 압력으로 열리며 작동하지 않을 때는 개폐기의 자중으로 스스로 닫히게 하였다. 팬의 규격이 40×40 mm이므로 개폐기의 크기도 이와 동일하게 하였으며, 팬이 일으키는 바람의 압력으로 움직이는 부분인 베인(vane)을 임의로 4개로 나누었다. 베인에 작용하는 바람의 압력에 의한 회전 모멘트와 자중에 의한 회전 모멘트를 고려하여 베인의 열림 각도를 계산한 결과 베인의 갭에 상관없이 항상 일정한 각도로 열리며 본 캐속조형기의 재질을 사용하였을 경우에 27°의 각도로 열린다는 결과가 나왔다. 그림 2는 방향기 케이스에 베인을 포함한 개폐기를 조립한 모습이다.

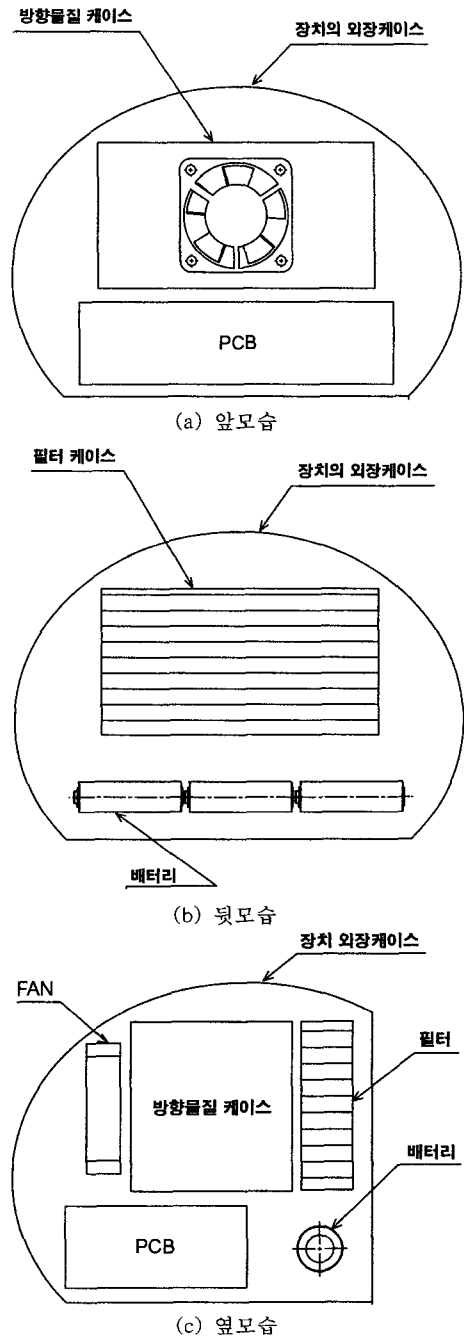


그림 1. 방향기의 개념도.

그림 3(a)는 외장케이스의 전면부이다. 가운데 원형 부분은 향기가 외부로 분출되는 통로이고 ①은 PCB 보드의 조작 스위치 및 LED 등을 외부로 노출시키기 위한 부분이다. 그림 3(b)는 외장케이스의 뒷부분의 내부 모습이다. 설계진행 도중 전원의 공급방식을 건전지에

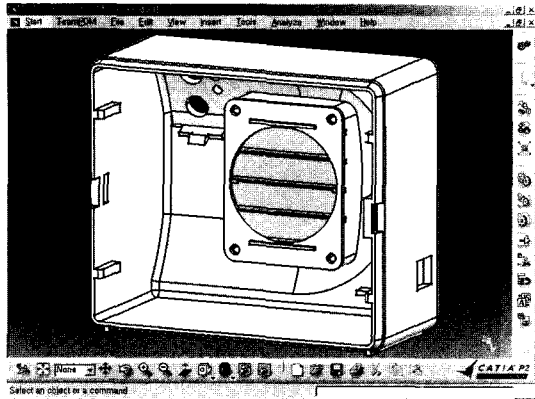
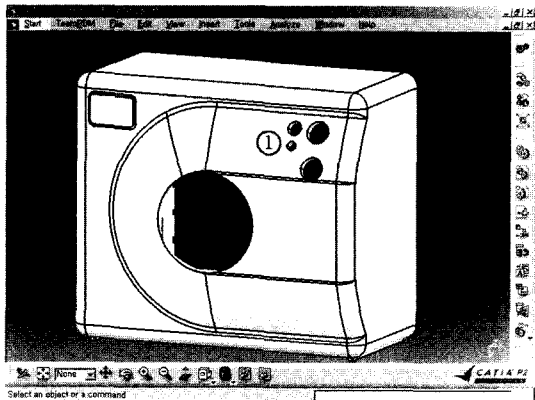
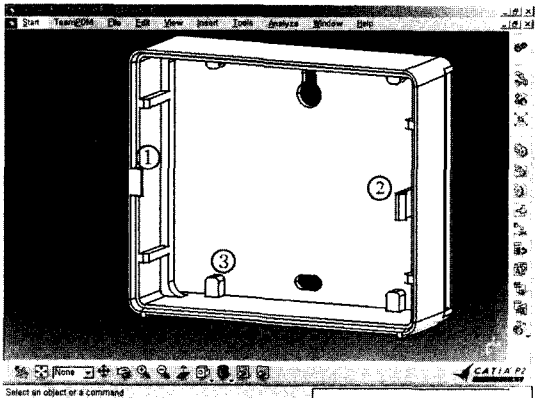


그림 2. 개폐기를 조립한 모습.



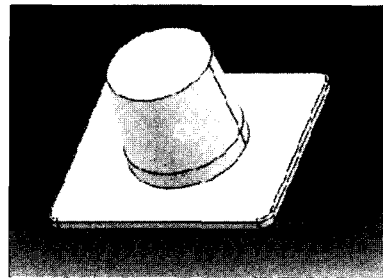
(a) 전면부



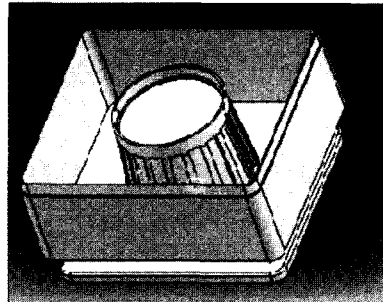
(b) 후면부

그림 3. 외장케이스.

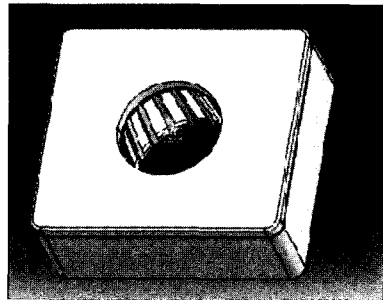
서 외부 전원공급으로 바뀌어서 건전지의 장착부분이 생략되었다. ①과 ②는 앞부분 외장케이스와 결합하기 위한 부분이며 ③은 뒷부분 외장케이스에 필터가 장착될 때 공기흡입 통로를 확보하기 위한 부분이다.



(a) 향료 응고 보조부품



(b) 방향물질 주입

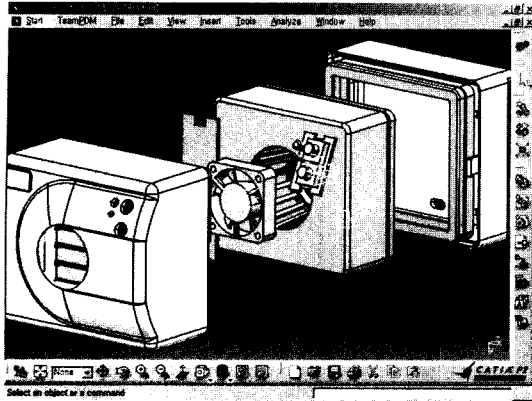


(c) 완성된 향료 킷

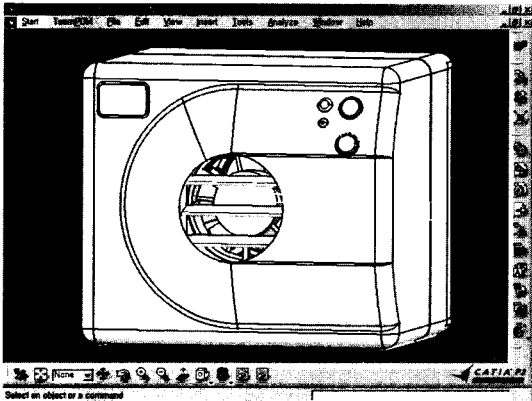
그림 4. 향료 킷 제작과정.

향료 킷은 향기의 발산부분을 막은 후 액체상태의 방향물질을 주입하여 응고시킨다. 그 후 향기의 발산부분을 막은 부분을 제거하여 완성한다. 그림 4에 향료 킷의 조립과정을 나타내었다. 그림 4(a)는 액체상태로 향료를 주입한 후 굳어지기 전까지 향기를 발산하는 구멍으로 향료가 새지 않도록 막는 부품으로 방향기에 장착되는 부품은 아니다. 그림 4(b)와 같은 상태에서 방향물질을 주입한 후 그림 4(c)와 같이 완성한다.

그림 5(a)는 설계가 완료된 방향기의 부품들을 나열한 모습이다. 그림 5(b)는 조립이 완료된 후 방향기가 작동될 때의 모습으로 개폐기가 열려있는 상태이다. 완성된 방향기의 크기는 폭 110 mm, 높이 94 mm, 깊이 100 mm이다. 설계에는 상용 3차원 CAD 프로그램인 CATIA를 이용하였다.



(a) 방향기의 부품



(b) 방향기가 작동이 될 때의 모습

그림 5. 완성된 방향기의 3차원 설계.

4. 시제품 성형 및 시험

완성된 3차원 설계 데이터를 stl(stereo lithograph) 파일로 변환한 후 쾌속조형기를 이용하여 시제품을 제작하였다. 제작에는 그림 6과 같은 SLS(selective laser sintering) 방식의 쾌속조형기(Sinterstation 2500^{plus}, 미 DTM사)를 사용하였다. 먼저 제작에 사용되는 분말을 분말 카트리지에 넣고 제작 공간 내부를 질소로 충전시키면서 155°C 내외의 분위기를 만든다. CATIA로 설계한 제품의 단면 형상에 따라 25W CO₂ 레이저가 지름 50 μm의 레이저빔을 조사하면 분말은 딱딱하게 소결된다. 이 위에 0.1 mm의 분말을 고르게 쌓고 다시 단면 정보에 따라 레이저빔을 조사하여 한 개의 층이 더 쌓이게 한다. 이와 같은 작업을 되풀이하여 설계된 제품의 시제품을 제작한다. 제작에 사용한 분말은 듀라폼 분말로서 기계적 강도가 뛰어나고 제품의 정밀도가 우수하여 일반적인 SLS형 쾌속조형기의 소재로 많이 이용되고 있다. 제품을 쾌속조형기 안에서 소결한 후 열

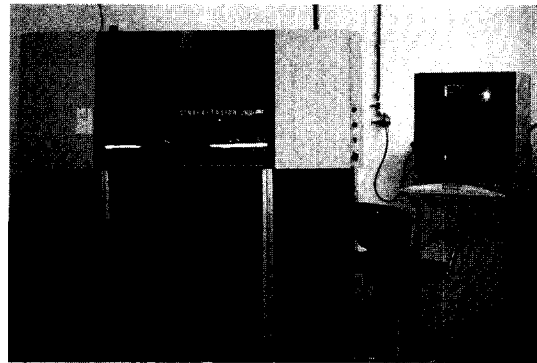


그림 6. SLS형 쾌속조형기(Sinterstation 2500^{plus}).

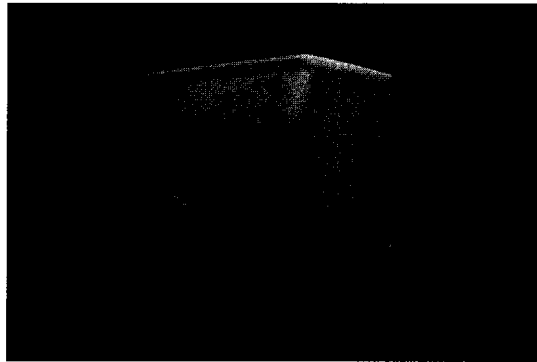


그림 7. 쾌속조형기로 성형한 시제품.

변형을 막기 위해 10시간 정도의 충분한 냉각 시간을 주고 꺼내어 후처리를 하였다. 그림 7은 이와 같은 제작과정을 거쳐 제작한 시제품의 모습이다.

사용한 쾌속조형기의 오차는 이론상 ± 0.1 mm이지만 재료를 재활용하거나 장비의 작업환경을 어긋나게 설정하였을 경우 오차는 증가하게 된다. 방향기 시제품의 경우 최대 오차는 ± 0.5 mm로서 만족할 만한 수준

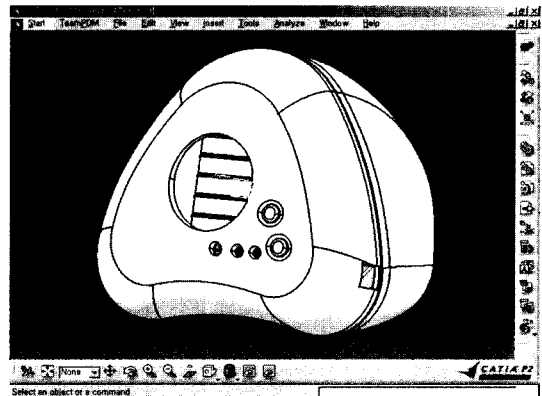


그림 8. 방향기의 설계 개선.

이었다.

쾌속조형기로 성형한 시제품에 여러 전자부품과 향료 킷을 장착하고 성능시험을 하였다. 향기의 발산효과는 만족할 만큼 뛰어났으며, 개폐기는 계산치 보다는 약 5° 적은 각도로 열렸으나 만족할 수 있는 수준이었고 올바른 작동을 하였다.

시제품 평가에서 제품의 성능은 만족할 만한 결과를 얻었지만 제품의 외관이 투박하여 상품성이 떨어질 우려가 있다는 지적이 있었다. 이를 해결하기 위해 소비자가 더 친근감 있게 느낄 수 있도록 곡선을 많이 사용하여 외관의 디자인을 개선하였다. 그림 8은 설계를 수행하여 최종적으로 결정된 방향기의 외관이다.

이와 같이 쾌속조형기를 이용함으로써 설계 초기부터 제품 개발자의 요구사항을 반영시켜 시행착오의 횟수를 크게 줄였다. 또한 통상 시작금형 제작에 60일이 소요되는데 이를 쾌속조형기를 이용함으로써 2일만에 원하는 시제품을 제작할 수 있었다. 시작금형 제작에 약 1000만원가량 소요되지만 쾌속조형기를 이용함으로써 100만원으로 절감할 수 있었다. 그리고 무엇보다도 큰 장점은 시작금형을 이용하였다면 1차 시제품이 제작된 후에 설계변경을 할 수 있는 여유가 적었을 터이나 쾌속조형기는 아무런 제한조건 없이 설계변경을 하여 2차 시제품 제작이 가능하였다.

5. 결 론

제품개발의 초기부터 3차원 설계를 도입하고 쾌속조형기를 이용하여 시제품을 제작함으로써 제작비용과 기간을 크게 단축할 수 있었다. 이 연구의 모델은 쾌속조

형기에 대한 이해와 3차원 설계 능력이 부족한 중소기업에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지역협력연구센터사업(과제번호: R-12-2002-007-04003-0) 지원으로 수행되었으며, (주)아로마케어에서 기술적인 협력을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 주영철, 이창훈, 송오성, “주얼리용 마스터패턴의 쾌속 제작에 관한 연구”, 산학기술성공학회논문지, Vol. 3, No. 2, pp. 110-114, 2002.
- [2] 주영철, 김태완, “쾌속조형기를 이용한 정밀주조물의 쾌속제작에 관한 연구”, 산학기술성공학회논문지, Vol. 3, No. 2, pp. 136-140, 2002.
- [3] 엄태준, 주영철, 민상현, “쾌속제작을 위한 적층 및 이송장치 개발”, 산학기술성공학회논문지, Vol. 3, No. 2, pp. 126-130, 2002.
- [4] 주영철, 송오성, “쾌속조형 듀라폼 성형체에서의 배치 각 변화에 따른 주얼리주조모형의 형상요소변화”, 한국주조공학회지, Vol. 21, No. 5, pp. 290-295, 2002.
- [5] Taijoon Um, Youngcheol Joo, Sehyung Park, Sanghyun Min, “Agile Fabrication of a Sample by a Solid Freeform Fabrication System”, The 2002 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, Vol. 3, pp. 1740-1743, Phuket, Thailand, July 16-19, 2002.