간극 조절 가능한 메탈젯 시스템의 설계에 관한 연구

이택민(KIMM), 조정대(KIMM), 김현섭(KIMM), 함영복(KIMM), 김광영(KIMM)

주제어: 인쇄지항 정보 저장, 메탈릿, 3차원 프린팅, 기능성 프린팅

프린팅 기법은 크게 케팅(Jetting) 기법과 코팅(Coating) 기법으로 나눌 수 있는데, 이중 케팅 기법은 액체 상태의 재료를 노즐을 통하여 분사하는 기법을 말하며, 그 방식으로는 전자기형, 확산형, 자성 앵크형 등의 연속 방식, 파워시형, 전기형, 변형형, 고정형, 정전형영형 등의 DOD 방식, 잉크 미스트형, 스프레이형 등의 기타 방식으로 나누어 볼 수 있다. 케팅 공정을 이용하여 물리적 계열을 적용하기 위해서는, 기존의 잉크젯 분사시스템을 수정 보완하는 것으로 기술적으로 개발하다. 하지만, 전자 장치에 필요한 전도성 물체인 메탈 페이스트 혹은 유용매달의 경우는 점도가 높고, 외양이 높으므로, 기존의 잉크젯 방식이 아닌 새로운 개념의 메탈렛 시스템이 반드시 필요하다. 본 연구의 목적은 이러한 메탈렛 시스템을 설계하여 3차원 적층 프린팅기술을 개발하고 이를 통하여, 앞으로 다가오는 유비쿼터스의 세계에 대응하기 위한 전자 회로를 프린팅 기술을 이용하여 저거로 대량 생산하는 장비로 사용될 수 있도록 한다.

Fig.1은 본 연구에서 개발한 메탈렛 시스템의 개략도이다. 메탈렛 시스템의 설계에 있어서 중요한 요소는 노즐과 PZT 액추에이터에 연결되어 있는 피스톤간의 간극과 주파수를 어떻게 제어하느냐는 것으로 본 연구에서 개발, 적용한 간극제어가 가능한 노즐 시스템은 Fig.2에 나타내었다. 간극이 큰 경우에는, 피스톤을 구동하여도 구동의 효과가 적어서 노즐로 빠져나오는 유체의 양도 적고, 속도도 느리므로 1 방울의 액체(droplet)을 받아들이기 위해서 여러번의 피스톤 구동이 필요하고, 각각의 액체의 크기는 전 공정에 의해 영향을 받기 때문에 다양하게 된다. 간극이 작을 경우에는 첫 번째의 구동에는 액체가 잘 토출되지만, 다음번 세이클에서는 미치 용기에 용액이 차지 않게 되어 여러번의 세이클 후에 액체가 나오게 되거나, 액체의 크기가 다양하게 된다. 따라서 가변간극 메탈렛 시스템을 적용하게 되면 간극이 적절하지 못하여 원하는 액체가 떨어지지 않는다고 판단이 될 경우, 구동을 정지하고 다시 위의 과정을 다시 반복하여 간극을 조절한다. 또한 용융 메탈의 종류, 외양과 다른 공정 변수가 바뀌더라도 설계 사양을 바꾸지 않고 피스톤을 다시 설계하지 않아도 되는 장점이 있다.

본 연구에서는 메탈렛 시스템의 최적 설계를 위하여 수치해석을 실시하였다. 수치해석은 노즐 내부에서 대기로 분사되는 유체의 경계면을 추적하여 낙하하는 액체를 모사, 이를 통하여 균일한 액체를 형성할 수 있는 설계인자를 찾고자 이 VOF모델을 사용하였다. 또한Navier-Stokes 방정식을 유형계적으로 이용하여 공바로 차원을 upwind scheme를 사용, 시간차원 차원은 4단계 Runge-Kutta 방법을 적용하였다. 본 연구 결과 공기의 설계 기법을 이용할 메탈렛 시스템의 개발설계를 기초로 하여 메탈렛 시스템을 설계하고 PZT를 이용한 케팅 구동 시스템을 설계하였으며 수치적 해석을 통하여 액체공정변수 간의 관계를 규명, 노즐 설계 및 해석 기술을 개발하였다.

---

Fig. 1 Schematic diagram of metal jet unit  Fig. 2 Variable gap nozzle system