

간극 조절 가능한 메탈젯 시스템의 설계에 관한 연구

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

주제어 : 인쇄지향 정보장비, 메탈젯, 3차원 프린팅, 기능성 프린팅

프린팅 기법은 크게 젯팅(Jetting) 기법과 코팅(Coating) 기법으로 나눌 수 있는데, 이중 젯팅 기법은 액체 상태의 재료를 노즐을 통하여 분사하는 기법을 말하며, 그 방식으로는 전하제어형, 확산형, 자성 잉크형 등의 연속 방식, 피에조형, 전기열 변환형, 방전형, 고체잉크형, 정전흡입형 등의 DOD 방식, 잉크 미스트형, 스프레이형 등의 기타 방식으로 나누어 볼 수 있다. 젯팅 공정을 이용하여 폴리머 계열을 2차원 혹은 3차원 형상으로 제작하는 것은, 기존의 잉크젯 분사시스템을 수정 보완하는 것으로도 기술적으로 가능하다. 하지만, 전자 장치에 필요한 전도성 물체인 메탈 페이스트 혹은 용융메탈의 경우는 점도가 높고, 온도가 높으므로, 기존의 잉크젯 방식이 아닌 새로운 개념의 메탈젯 시스템이 반드시 필요하다. 본 연구의 목적은 이러한 메탈젯 시스템을 설계하여 3차원 적층 프린팅기술 개발하고 이를 통하여, 앞으로 다가오는 유비쿼터스의 세계에 대응하기 위한 전자 회로를 프린팅 기술을 이용하여 저가로 대량 생산하는 장비로 사용될 수 있도록 하며, 고온의 용점을 갖는 메탈계열의 3차원 조형할 수 있는 장비로 사용될 수 있도록 한다

Fig.1은 본 연구에서 개발한 메탈젯 시스템의 개략도이다. 메탈젯 시스템의 설계에 있어서 중요한 요소는 노즐과 PZT 액추에이터에 연결되어 있는 피스톤간의 간극과 주파수를 어떻게 제어하느냐하는 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 액적(droplet)을 떨어뜨리기 위해서 여러번의 피스톤 구동이 필요하고, 각각의 액적의 크기는 전 공정에 의해 영향을 받기 때문에 다양하게 된다. 간극이 작은 경우에는 첫 번째의 구동에는 액적이 잘 토출되지만, 다음번 싸이클에는 미처 용기 하부에 용액이 차지 않게 되어 여러번의 싸이클 후에 액적이 나오게 되거나, 액적의 크기가 다양하게 된다. 따라서 가변간극 메탈젯 시스템을 적용하게 되면 간극이 적절하지 못하여 원하는 액적이 떨어지지 않는다고 판단이 될 경우, 구동을 정지하고 다시 위의 과정을 다시 반복하여 간극을 조절한다. 또한 용융 메탈의 종류, 온도와 다른 공정 변수가 바뀌어도 설계 사양을 바꾸지 않고 피스톤을 다시 설계하지 않아도 되는 장점이 있다

본 연구에서는 메탈젯 시스템의 최적 설계를 위하여 수치해석을 실시하였다. 수치해석은 노즐 내부에서 대기로 분사되는 유체의 경계면을 추적하여 낙하하는 액적을 모사, 이를 통하여 균일한 액적을 형성할 수 있는 설계인자를 찾고자 이 VOF모형을 사용하였다. 또한Navier-Stokes 방정식을 유한체적법으로 이산화하여 공간상 차분에는 upwind scheme을, 시간상 차분에는 4단계 Runge-Kutta 방법을 적용하였다. 본 연구 결과 공리적 설계 기법을 이용한 메탈젯 시스템의 개념설계를 기초로 하여 메탈젯 시스템을 설계하고 PZT를 이용한 젯 구동 시스템을 설계하였으며 수치적 해석을 통하여 액적공정변수간의 관계를 규명, 노즐 설계 및 해석 기술을 개발 하였다.

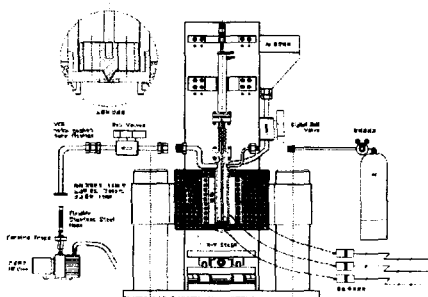


Fig. 1 Schematic diagram of metal jet unit

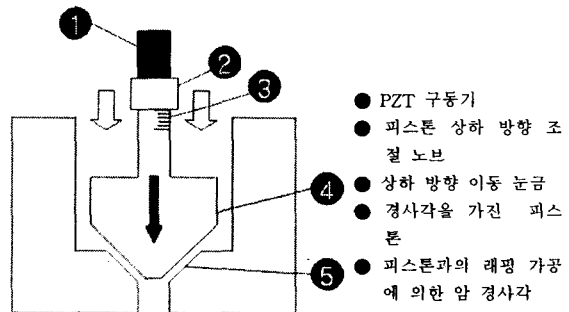


Fig. 2 Variable gap nozzle system