

나노 입자 적층 시스템에서의 공정조건에 따른 Al₂O₃ 세라믹 입자의 적층 특성 변화 연구

Study of the effect of process parameters in nano particle deposition system (NPDS) for Al₂O₃ powder deposition

*천두만¹, 김민생², 이종천², 최정오², 안성훈^{1,2}

*D. M. Chun¹, M. S. Kim², J. C. Lee², J. O. Choi², S. H. Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)^{1,2}

¹서울대학교 정밀기계설계공동연구소, ²서울대학교 기계항공공학부

Key words : Nano particle deposition system(NPDS), Process parameter, Ceramic deposition

1. 서론

최근 유연 디스플레이, 유기소자 등의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 여기에 사용되는 재료인 폴리머나 유기물은 온도에 민감하고 내화화성이 좋지 않다. 따라서, 활용할 수 있는 제작방법은 공정온도가 낮고, 솔벤트를 사용하지 않는 건식공정이 적합하다 [1]. 기존의 저온 건조 적층 공정인 저온 분사 적층(Cold spray)과 에어로졸 적층(Aerosol deposition method)이 이를 만족시킨다. 하지만 저온 분사 적층은 고압의 사용으로 크기가 큰 입자만 사용이 가능하여 금속재료 위주의 적층이 이루어지고, 에어로졸 적층의 경우 아음속 노즐의 사용으로 고속의 충돌속도를 요구하는 금속 분말 적층에는 적합하지 않아 주로 세라믹 적층에 대한 사례가 주로 보고되고 있다. 따라서 이러한 한계를 극복하여 상온에서 나노 또는 마이크로 크기의 입자를 가속시켜 금속과 세라믹을 한 공정에서 동시에 적층할 수 있는 나노입자적층 시스템(Nano particle deposition system, 이하 NPDS)을 개발하였다. 현재까지 금속으로는 Ni와 Sn 등의 적층 및 세라믹에서는 TiO₂ 등이 보고되었다 [2-3].

본 연구에서는 이렇게 개발된 NPDS 공정 조건의 영향을 평가하기 위해 주요한 공정인자인 기관과 노즐사이의 거리, 스테이지 이송속도에 대한 영향을 실험을 통하여 살펴보았다.

2. 적층 조건

그림 1은 NPDS의 구성도이다. 그림과

같이 압축공기를 이용하여 분말공급기에서 분말을 운반한다. 분말은 초음속 노즐을 통하여 진공상태인 챔버안에서 고속으로 분사되어 적층이 이루어진다. 본 연구에서 사용된 초음속 노즐은 노즐목이 1 x 1mm²이고 노즐 출구가 1 x 3mm²인 사각형 축소-확대 노즐을 사용하였고 적층시 스테이지는 노즐 출구의 3mm 방향과 평행하게 움직여 약 1mm 폭을 가지는 라인을 적층하였다.

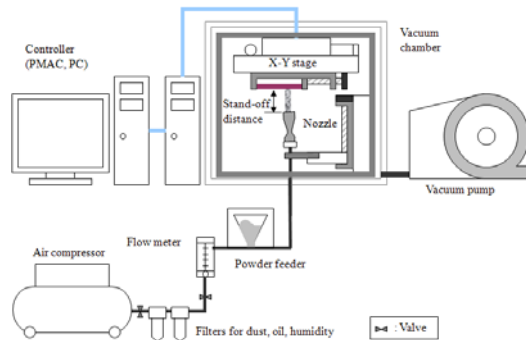


Fig. 1 Schematic view of nano particle deposition system

NPDS 공정조건 중에서 쉽게 조절이 가능하면서 적층에 큰 영향을 주는 노즐과 기관사이의 거리(Stand-off distance, 이하 SoD)와 스테이지 속도에 대한 평가를 실시하였고, SoD는 1, 3, 5, 7mm로 변경하면서 적층을 시도하였다. 이때 스테이지 속도는 0.05mm/s로 설정하였다. 그리고 스테이지 속도를 변경할 때에는 SoD를 3mm로 고정하였다. 공정조건은 표 1에 정리하였다.

Table 1 Process parameters

Parameters	Values
Air pressure (MPa)	0.4
Vacuum (MPa)	0.02-0.05
Air flow rate (L/min)	20-30
Powder material	α -Al ₂ O ₃
Substrate materials	Sapphire wafer

3. 적층 결과

적층된 라인을 평가하기 위하여 접촉식 표면형상 측정기(Surface profiler)를 이용하여 적층 라인의 두께를 측정하였다. 그림 2 는 SoD 가 5mm, 스테이지 스피드가 0.05mm/s 일 때 적층된 라인의 표면형상 측정 결과이다. 분사적층의 특징으로 노즐 중간에서 가장 적층이 높게 되고 가장자리에서는 두께가 0 이 된다.

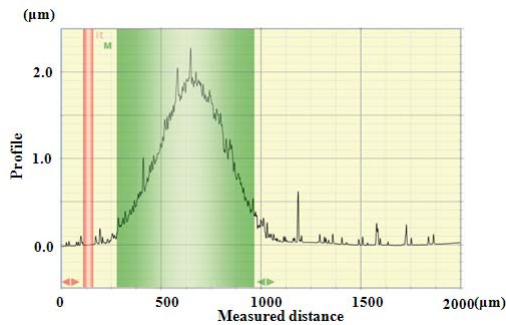


Fig. 2 Surface profile result fabricated with 3mm SoD and 0.05mm/s stage speed

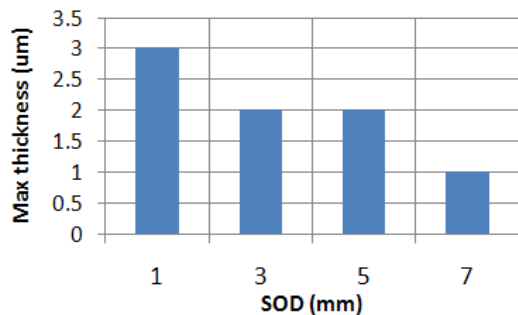


Fig. 3 Relationship between deposition thickness and stand-off distance

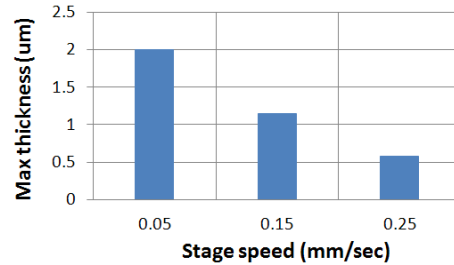


Fig. 4 Relationship between deposition thickness and stage speed

표면에서의 경향성이 없는 값을 제외하고 가장 높은 두께를 이용하여 비교 그래프를 그림 3, 4 에 정리하였다. 결론적으로 SoD 가 짧을수록, 스테이지 속도가 느릴수록 두꺼운 적층이 가능하였다.

4. 결론

본 연구를 통하여 나노 입자 적층 시스템의 주요 공정조건인 기관과 노즐사이의 거리와 스테이지 이송속도의 영향을 실험적으로 분석하였다. 향후 물성비교 및 공정조건을 물리적인 의미도 함께 연구를 진행할 계획이다.

후기

논문은 2009, 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2009-0087380, No.2010-0029227).

참고문헌

- Choi, M. C., Kim, Y., and Ha, C. S., "Polymers for flexible displays: From material selection to device applications," Progress in Polymer Science, **33**, 581-630, 2008.
- Jung, K., Song, W., Chun, D. M., Yeo, J. C., Kim, M. S., Ahn, S. H. and Lee, C.S., "Coating of Ni powders through micronozzle in a nano particle deposition system," Metals and Materials International, **16(3)**, 465-467, 2010.
- Chun, D. M., Kim, M. H., Lee, J. C., and Ahn, S. H., "A Nano-particle Deposition System for Ceramic and Metal Coating at Room Temperature and Low Vacuum Conditions," IJPEM, **9(1)**, 51-53, 2008.