

유한요소 해석을 이용한 패턴화 몰딩 된 단일 QFN Strip 구조 휨 해석

Finite Element Analysis of Warpage for Patterned Molding Matrix Single-Die QFN Package

*정훈선¹, #좌성훈¹, 김경호¹, 이미경¹

*H. S. Jung¹, #S. H. Choa(shchoa@seoultech.ac.kr)¹, K.H. Kim¹, M.K. Lee¹

¹서울과학기술대학교 NID융합기술대학원

Key words : Warpage, QFN, Strip structure, Single package

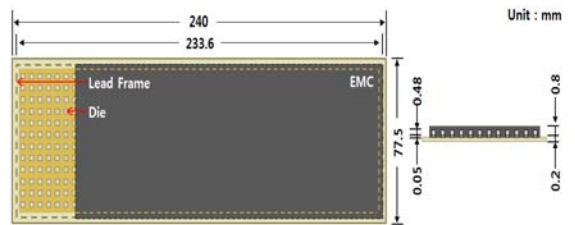
1. 서론

반도체 패키징 공정 중에 발생 하는 휨 현상(warpage)은 패키지의 생산성과 신뢰성을 저하 시키는 주요 원인이며, 휨 현상을 감소시키기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다[1]. Strip 구조에서 휨 현상은 패키지의 EMC 몰딩 과정에서 큐어링(curing)과 냉각 공정 중에서 관찰 할 수 있으며, 이종재료간의 CTE mismatch와 패키지의 형태에 주로 영향을 받는다.[2] 휨 현상은 패키지에 응력을 발생시켜 수율에 영향을 미칠 수 있고, 패키징 후의 다이 개별화(singulation)와 SMT(Surface Mounting Technology)공정을 어렵게 하여 불량률의 원인이 될 수 있다. 본 논문에서는 실제 패키징 공정에서 사용되는 전체 strip구조에 대하여 EMC의 종류와 몰딩 방법에 따라서 발생하는 warpage를 분석하고, 각 몰딩 방법에 따른 warpage 감소 효과를 연구하고자 한다.

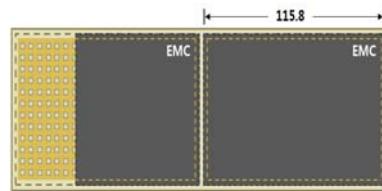
2. 해석 조건 및 모델링

Fig. 1은 strip 구조 QFN 패키지의 개략도이다. Fig. 1 (a)에서 1up이란 lead frame 위에 다이를 위치시킨 후 전체를 EMC로 몰딩 한 것이고, (b)에서 2up은 lead frame을 두 영역으로 나누어서 다이를 위치시킨 후에 EMC를 나누어 몰딩 한 것이다. (c)의 패턴화 몰딩은 lead frame에 위치시킨 다이를 EMC 패턴화하여 개별적으로 몰딩 한 것이다. [3] Table 1은 각 모델에서 패키징되는 다이의 수량을 보여준다. 유한요소 해석에서 각 모델의 열 하중 조건은 초기 온도 175°C (mold cure temperature)에서 25°C로 감소시켰으며, 이 때 175°C는 stress-free 상태라고 가정 하였다. 범용 수치해석 소프트웨어인 ANSYS V12를 사용 하였고 node 수는 302,796 개이며, element 수는 251,872

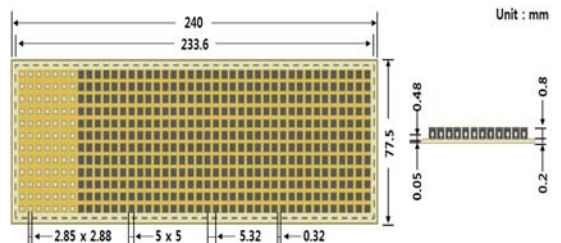
개로 구성 되었다. 3D model은 symmetric 구조이기 때문에 1/4만을 모델링 하였다. 각 재료들은 탄성 영역 내에 있다고 가정하였으며, 해석에 사용된 물성을 Table 2에 명시 하였다. 두 종류의 EMC와 세 가지 타입의 몰딩 방법을 이용하여, EMC의 종류와 각 몰딩 방법에 따른 warpage 감소 효과에 대해 분석 하였다.



(a) 1 up EMC molding model



(b) 2 up EMC molding model



(c) Patterned EMC molding model

Fig. 1 Schematic of matrix single-die QFN package

Table 1 Quantity of chips for each model

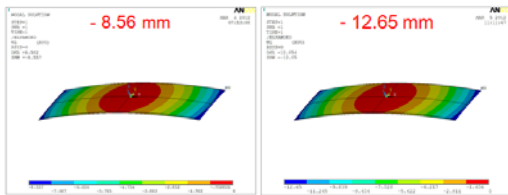
models	row	column	segment	quantity of chips
1 up	42	12	1	504
2 up	20	12	2	480
patterned	42	12	-	504

Table 2 Material properties of matrix single-die QFN package

Materials	Young's modulus (GPa)	Poison's ratio (ν)	CTE α1, α2 (ppm/°C)	Tg (°C)
Die	112.4	0.28	2.49	-
Lead Frame	110.0	0.34	16.4	-
Adhesive	3.9	0.28	70 / 140	36
EMC_1	29.0	0.3	7 / 34	135
EMC_2	28.0	0.3	7 / 25	115

3. 해석 결과 및 검토

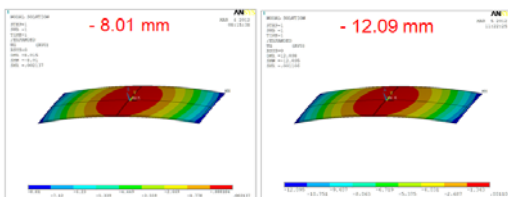
Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 는 각 모델의 warpage 형태를 보여준다. 모든 모델이 위로 볼록한 crying 형태의 warpage가 관찰되었다.



(a) EMC_1

(b) EMC_2

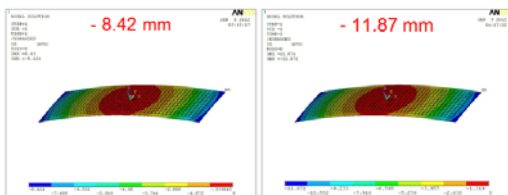
Fig. 2 Warpage contour plot of 1 up molding model



(a) EMC_1

(b) EMC_2

Fig. 3 Warpage contour plot of 2 up molding model



(a) EMC_1

(b) EMC_2

Fig. 4 Warpage contour plot of patterned molding model

Table 3은 몰딩 방법과 EMC 종류에 따른 해석 결과이다. Table 3에서 볼 수 있듯이 본 논문에서 사용된 모델의 경우 EMC의 종류에 따라 비교했을 때 상대적으로 탄성계수(E)와 CTE가 큰 EMC_1을 사용한 strip에서 더 적은 warpage가 관찰되었다. EMC_1을 사용한 경우 세 가지 몰딩 방법 중 2 up 몰딩 방법이 가장 좋은 warpage 감소 효과를 보인 반면 EMC_2를 사용한 경우에는 패턴화 몰딩 방법에서 가장 적은 warpage가 확인되었다

Table 3 Results of warpage for each model

EMC	Warpage of matrix single-die QFN package (mm)		
	1 up	2 up	Patterned
EMC_1	- 8.56	- 8.01	- 8.42
EMC_2	- 12.65	- 12.09	- 11.87

4. 결론

본 연구에서는 QFN 패키지의 strip 구조에 대한 휨 현상을 분석하였다. 본 논문에서 사용된 세 가지 몰딩 방법의 패키지 모두 crying 형태의 휨 현상이 관찰되었고, 각 EMC에 따라 가장 크게 warpage가 감소되는 몰딩 방법이 다르다는 것을 확인 하였다. 이 연구 결과를 통하여 몰딩 방법에 따라 EMC 종류를 다르게 하여 패키지에 발생하는 warpage의 양을 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Zhang, X., Yan, T. and Zhou, J., "Novel Process Warpage Modeling of Matrix Stacked-Die BGA", IEEE TRANSACTIONS ON ADVANCED PACKAGING. Vol. 29, NO. 2, pp. 232~239, 2006.
2. L. Yip and A. Hamzehdoost, "Package Warpage Evaluation for High Performance PQFP", Proc. 45th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 229 (1995)
3. Jupyong Hong, Shan Gao, S. Park, S. Moon, J. Baek, S. Choi and S. Yi., "Practical Design Study for Minimized Warpage of WL-CSP", IEEE 2nd Electronics System Integration Technology Conference Greenwich, UK, 187 - 192, 2008