한국산학기술학회논문지
Vol. 12, No. 1, pp. 15-18, 2011

3차원 질감표현 스마트폰 케이스 제작을 위한 금형 및 성형기술 개발

김종덕[1*]
[1]한국생산기술연구원 금형성형연구부

A Study on the Mold Fabrication and Molding Technology with Three-dimensional Surface Textures for Smart Phone Case

Jong Deok Kim[1*]
[1]**Molding & Forming Technology R&D Department, KITECH**

요 약 현재까지 제품의 표면 질감을 얻기 위해 단순히 도장과 인쇄 같은 방법으로 2차원적인 표면처리 공정을 이용해 왔다. 그러나 밀리 스케일의 자연물 표면에 마이크로 스케일의 3차원 표면 구조를 성형해야만 보다 자연물과 유사한 질감을 얻을 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이와 같은 3차원 표면 구조를 가지는 사출성형품을 제작하기 위해 전주 기술을 이용한 자연물 표면 복제 기술, 전주에 의해 제작된 평면 stamper를 제품 표면 형상과 같은 곡면으로 제작하는 프레스 기술, 곡면의 stamper를 장착하여 사출 성형할 수 있는 금형 및 성형 기술을 개발하여 3차원 질감을 가지는 스마트폰 케이스를 제작하였다.

Abstract Up to now the incomplete texture have been manufactured through the 2D surface treatment like simple painting process or printing process. But in order to obtain 3D texture like natural object, micro scales' 3D surface structure on the surface of plastic part must be formed. In this study plastic smart phone case with 3D texture was produced by developing the surface duplication technology of natural object used electro-forming technology, by developing the press forming technology converted plane stamper to curved surface stamper and by developing the injection mold and molding technology which have been installed the curved surface stamper.

Key Words : Texture, Stamper, Injection mold, Injection molding, Smart phone case

1. 서론

1590년경 Janssen 부자에 의해 처음으로 망원경 모양의 광학현미경이 발명된 후 현재의 전자, 원자 현미경의 발달함에 따라 자연물 표면을 관찰 결과, 자연물의 형상 및 색깔 차이에 따라 사람에게 받아 드려지는 시각적 효과, 질감, 촉감의 차이가 발생한다는 사실이 발견되었다. 이와 같은 시각적 효과및 질감, 촉감 차이는 사람이 접촉 대상을 평가하는 중요한 요소로 받아들여지고 있으며, 근래에 들어 가전제품 및 생활용품을 고급화하기 위해 대상물의 시각적 효과와 질감, 촉감을 높이려는 시도가 많이 이루어지고 있다.

하지만 현재의 제품 외장을 고급화하기 위한 시도는 주로 그림 1과 같이 도색(증착 포함) 및 인쇄 필름을 접착하는 방식으로 이루어져 시각적 효과가떨어지고 특히 질감 및 촉감의 표현은 불가능한 실정이었다.

따라서 본 논문은 이와 같은 단순한 2차원적인 표면처리 기술로는 달성이 어려운 질감 및 촉감 표현을 위해

본 논문은 한국생산기술연구원의 신성장 기업육성을 위한 생산기반혁신 기술지원사업(과제번호 : 10-JB-1-0001)의 지원으로 수행되었음
*교신저자 : 김종덕(jdk@kitech.re.kr)
접수일 10년 12월 07일 수정일 10년 12월 21일 게재확정일 11년 01월 13일

제품 표면에 자연물과 유사한 마이크로 미터 이하의 3차원 표면 구조를 직접 성형하여, 자연물과 유사한 질감 및 촉감을 얻을 수 있는 기술을 개발하려고 한다[1]. 이와 같은 기술을 개발하기 위해 본 논문에서는 밀리 스케일의 곡면 제품 표면에 마이크로 스케일의 3차원 표면 구조를 성형하기 위한 stamper 제작 기술과 이 stamper를 이용하여 제품을 성형하기 위한 사출 금형 및 성형 기술개발을 목적으로 한다[2-4].

(a) (b)

[그림 1] 자연물 표면 모사 제품(나무표면 질감의 시계(a), LG 전자 샤인폰(b))

2. 3차원 표면 구조를 가지는 평면 stamper 제작

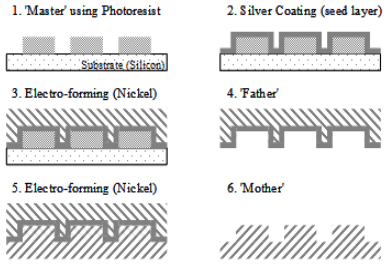
자연물과 유사한 3차원 표면 구조를 갖는 제품 표면을 얻기 위해서는 먼저 자연물의 3차원 표면 구조를 복제하는 작업이 필요하다. 본 논문에서는 전주 공정을 이용하여 이와 같은 복제 공정을 이루어 냈고, 복제를 하는 대상물은 주위에서 흔히 쓰이고 있는 천이 선택되었다.

자연물의 3차원 표면 구조 복제에 적용한 전주 공정은 기본적으로 전기 도금과 유사한 공정으로 복제 대상물이 통전되어야만 한다. 그러나 복제 대상물로 선택한 천의 경우 부도체이기 때문에 본 논문에서는 부도체인 천에 통전이 가능하도록 그림 2와 같이 silver 스프레이를 이용하여 seed layer를 형성하였다.

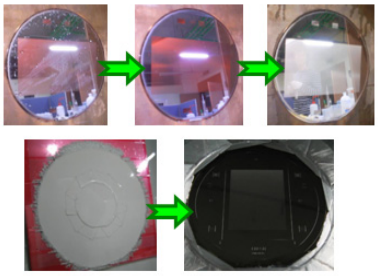
silver 스프레이에 의해 천 표면에 seed layer가 형성되면 그림 3과 같이 일반적인 전주 공정을 실행시킬 수 있다. 전주 공정으로는 그림 4와 같이 초기에 Ni의 성장을 안정시키기 위해 5 Amps의 전류를 공급하여 전주를 시작하여, 15분 후 10 Amps, 30분 후 15 Amps, 45분 후 20 Amps로 전류를 높여 전주를 진행하였으며, 최종적으로 40 Amps의 전류를 공급하여 전주를 진행 시켰다. 총 공급된 전류량은 250 Amps hour를 공급하여 0.5 mm 두께의 평면 Ni stamper를 제작하였다.

이와 같은 전주 공정을 통해 그림 5와 같이 천의 표면 구조가 복제된 평면의 Ni stamper를 얻을 수 있었다.

[그림 2] 스프레이법을 이용한 seed layer 형성



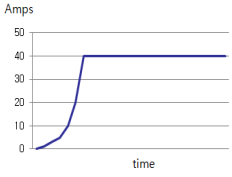
(a)



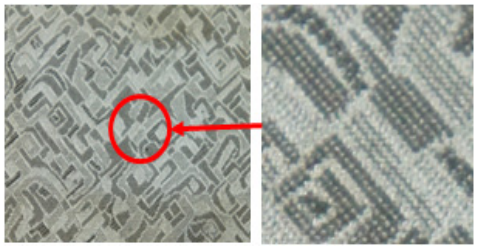
(b)

[그림 3] 전주 공정 개념도(a) 및 각 공정별 결과(b)

Amp-Hour Setting	
250 Amp-hours	
Ramp time	Amps
15:00	5
15:00	10
15:00	15
15:00	20
15:00	40
15:00	40



[그림 4] 전주 공정 조건

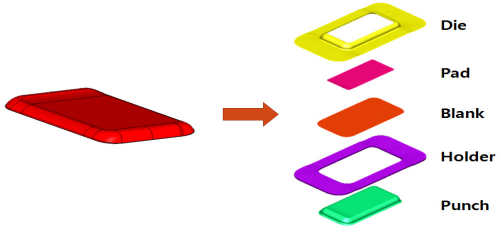


[그림 5] 천의 표면 구조가 복제된 평면의 Ni stamper

3. 곡면 stamper 제작

대부분의 가전제품 및 생활용품의 외장은 디자인 및 기능성 때문에 평면이 아니라 곡면으로 되어 있다. 따라서 본 논문에서도 평면의 Ni stamper를 제품 표면과 같은 곡면으로 만들기 위해 평면 Ni stamper를 프레스 가공하여 곡면으로 만드는 공정을 적용하였다.

그림 6은 본 논문에서 사용한 프레스 공정 개념도이다. 개념도 중 프레스 다이 사이에 pad는 프레스 가공시 발생하는 프레스물의 주름을 개선하기 위해서 적용하였다. 또한 본 프레스 공정을 이용하여 그림 7과 같이 곡면의 Ni stamper를 제작하였다. 프레스 공정의 경우 CAE를 이용하여 제품부 변형량이 최소로 발생하는 blank-holding force은 10kN으로 프레스 공정을 수행하였다.

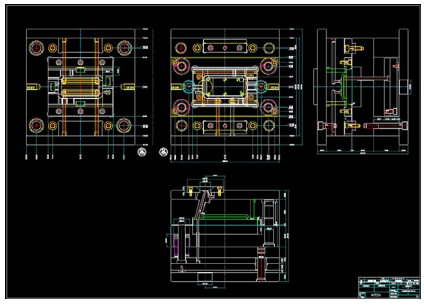


[그림 6] 프레스 공정 개념도

[그림 7] 프레스 가공에 의해 제작된 곡면 Ni stamper

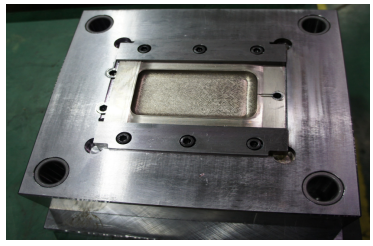
4. 금형 제작

프레스 가공에 의해 제작된 곡면 Ni stamper를 적용하여 사출성형을 시행하기 위해서 그림 8과 같은 금형을 설계하였다. 본 금형은 곡면 Ni stamper를 안착 시킬 수 있도록 곡면 Ni stamper 형상을 금형 베이스에 포켓 가공하였다. 또한 금형 사이즈는 300 mm x 320mm x 251mm, 사출기 사양은 100 ton급, 성형 수지는 ABS (black), Mold Base는 S55C, 상 core 재질은 전주된 Ni, 하 core 재질은 KP1, Gate 타입은 side gate을 적용하였다.

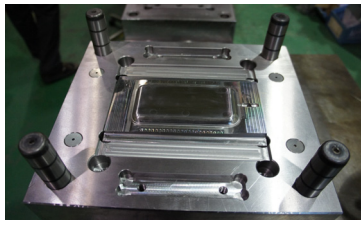


[그림 8] 금형 설계도

이와 같은 금형 설계로 그림 9와 같이 금형이 제작 되었다.



(a)



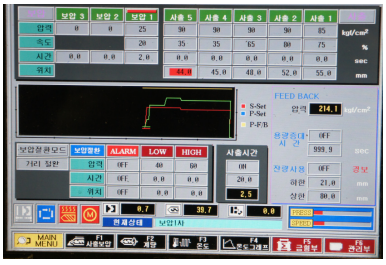
(b)

[그림 9] 전주에 의해 제작된 곡면 Ni 전주 stamper 장착된 상측 금형 (a), 하측 금형 (b)

5. 사출 성형

제품을 성형하기 위해 본 논문에서는 사출성형을 적용하였다. 사출성형기는 그림 10 (a)와 같이 현대종합기계의 SPE-70을 사용하였으며, 성형 수지는 LG화학의 ABS HF380P, 금형 온도는 50도, 사출온도는 220도, 사출속도는 50 mm/s로 설정하였다.

(a)



(b)

[그림 10] 사출성형기 및 (a) 사출성형 공정(b)

그 결과 그림 11과 같이 3차원 표면 구조를 가지는 휴대폰 케이스의 제작이 가능하였다.

[그림 11] 3차원 표면 구조를 가지는 휴대폰 케이스

6. 결론

본 논문에서는 3차원 표면 질감을 가지는 스마트폰 케이스를 제작하기 위하여 다음과 같은 기술이 개발되었다.

첫째 전주 기술을 이용한 천(실크)의 3차원 표면 구조를 가지는 평면 Ni stamper 제작 기술이 개발되었으며 둘째 프레스 성형 기술을 이용하여 평면 Ni stamper를 곡면 Ni stamper로 제작하는 기술이 개발되었고 세째 곡면 Ni stamper를 장착한 사출 금형 설계 및 제작 기술이 개발되었으며 네째 3차원 표면 구조를 가지는 스마트폰 케이스를 사출 성형으로 제작할 수 있는 기술이 개발되었다. 이와 같은 기술을 바탕으로 향후 마이크로/나노 패턴을 가지는 대면적 성형품 개발도 진행될 예정이다.

참고문헌

[1] 김완두, 조영삼 “자연모사기술의 공학적 응용”, 섬유기술과 산업, 제10권, 제2호, pp. 115-119, 2006.

[2] 김영균, 김동학, “금형가열방식을 이용한 사출성형금형의 온도분포 측정과 E-MOLD금형을 이용한 도광판 사출품에 대한 성능 평가”, 한국산학기술학회 2008년 추계학술대회, pp. 358-361, 2008.

[3] 장지은, 허용정, “유동해석을 통한 0.3mm 극박판 성형 제품/금형 설계의 최적조건 도출에 관한 연구”, 한국산학기술학회 2004년 추계학술대회, pp. 87-89, 2004.

[4] 김동학, 류지원, 손영곤, “전열을 이용한 금형가열코어의 제작 및 이를 이용한 성형품의 제조와 평가”, 한국산학기술학회지, vol. 7, no. 4, pp. 738-742, 2006.

김 종 덕(Jong Deok Kim) **[정회원]**

- 1981년 2월 : 서울대학교 기계공학과 (학사)
- 1982년 3월 : 한국기계연구원 (연구원)
- 1989년 10월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 (수석연구원)

<관심분야>
micro 금형 및 성형 기술, rapid tooling 기술 fine blanking 금형 및 판재 성형 기술