

A study on the manufacture of dissimilar metal jewelry using 3D printer

Jung-Soo Lee and Kyung-Chul Cha^{*,†}

Program of IT-Design Fusion, Graduate School of NID Fusion Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

^{*}Department of Metal Art & Design, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

(Received January 18, 2016)

(Revised February 4, 2016)

(Accepted February 12, 2016)

Abstract In the late 1990's implementation of CAD/CAM systems in 3D printer has been led to many changes in the jewelry industry. Low cost 3D printer has been started advertising in the jewelry in 2009 after expiration of key patents of FDM scheme. Mass jewelry production process will vary in appliance with direct production process of 3D printer production line. The studies presented in this variation is the jewelry manufacturing process using a 3D Printer and the different metals with different colors were also produced for bonding the prototype jewelry. Increasing the possibilities of 3D printer through them, presents a variety of jewelry mass production methods.

Key words 3D printer, Dissimilar metal jewelry, Jewelry mass production

3D printer를 이용한 이종금속 주얼리 제작에 관한 연구

이정수, 차경철^{*,†}

서울과학기술대학교 NID융합기술대학원, IT·디자인융합프로그램, 서울, 01811

^{*}서울과학기술대학교 금속공예학과, 서울, 01811

(2016년 1월 18일 접수)

(2016년 2월 4일 심사완료)

(2016년 2월 12일 게재확정)

요약 1990년대 후반 3D Printer를 활용한 CAD/CAM 시스템의 도입은 주얼리 산업에 많은 변화를 가져오게 되었다. 2009년 FDM방식의 특허 만료를 시작으로 주요 특허가 풀리면서 저가의 3D Printer가 주얼리 산업에 보급되었다. 주얼리 대량생산프로세스는 3D Printer가 생산라인의 한 부분을 차지하는 직접제조 프로세스로 변화할 것이다. 이러한 변화에 본 연구는 3D Printer를 활용한 주얼리 제조 프로세스를 제시하고, 다른 색상의 이종금속이 접합된 주얼리 시제품을 제작하였다. 이를 통하여 3D printer의 활용범위를 높이고, 주얼리 대량생산 방법의 다양성을 제시하였다.

1. 서론

1.1. 연구배경

주얼리 산업 분야에서 CAD/CAM 시스템의 도입은 1990년대 후반 시도되어 2000년대 이후 큰 규모의 주얼리 업체들의 3D Printer을 이용한 제조 방식을 도입하였다[1].

국내에 지금까지 다양한 3D Printer가 소개되었지만 주얼리산업에 사용된 주요 장비를 살펴보면 Fig. 1과 같다.

1999년 미국 Solidscape사의 Modelmaker모델이 국내 대학의 주얼리관련 학과에 보급이 되었으며, 이후 독일 EnvisionTec사의 DLP프로세스인 Perfactory모델이 보급되면서 급속도로 활용비중이 높아졌다[2, 3].

이후 Perfactory, Digital Wax, ProJet CPX 등의 고가의 장비가 보급되었으며, 2009년 FDM(Fused Deposition Modeling) 특허 만료, 2014년 2월 SLS(Selective Laser Sintering)의 주요 핵심 특허 만료로 인하여 다양한 업체들이 3D printer를 공급함에 따라 가격 경쟁으로 인하여 저가의 장비들이 시장에 확산되었다.

이와 같은 변화는 주얼리 산업에서 원본제작에 주로 사용하던 3D Printer를 Table 1와 같은 생산라인의 한 부분을 차지하는 직접제조 프로세스로 점차 확대되고 있다.

[†]Corresponding author

Tel: +82-2-970-6698

Fax: +82-2-977-5985

E-mail: cha@seoultech.ac.kr

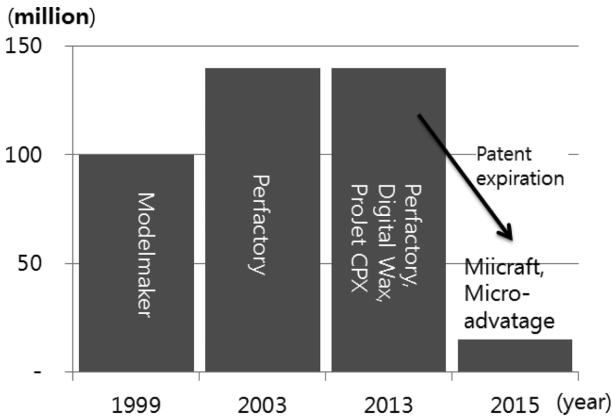


Fig. 1. Evolution of 3D printer equipment in the jewelry industry.

Table 1
3D Printer production line change in development

3D Modeling	3D Modeling
3D printer	3D printer
Casting	
Metallic pattern	
Wax Injection	
Investing, Burning out	Investing, Burning out
Casting	Casting
Assembly and finishing	Assembly and finishing
Plated	Plated

1.2. 연구의 목적 및 범위

본 연구에서는 국내 주얼리 산업에서 주로 사용되는 대량생산 프로세스를 목적으로 하는 다른 색상의 이중(異種)금속이 접합된 주얼리 제조 프로세스를 제시하고자 한다. 이를 통하여 3D printer의 활용범위를 높이고, 대량생산 방법의 다양성을 제시하는데 그 목적이 있다.

연구범위는 주얼리 산업에 많이 사용되는 장비 중 서포트 제거가 용이한 MJP(Multi Jet Printing) 방식의 ProJet CPX 3510 Plus 모델을 사용하였으며, 기존의 주얼리 캐스팅 방법을 기초로 제조방식을 개선하였다. 주조 시 사용재료는 주얼리 제조에 많이 사용하는 정은(Ag 92.5%)과 황동(구리, 아연 6:4)을 사용하여 대량생산을 위한 시제품을 제작하였다.

2. 본 론

2.1. 주얼리 대량생산 프로세스

일반적으로 주얼리산업에서는 대량생산이 가능한 정밀

Table 2
The process of Jewelry mass production using a jewelry casting

1. Making an metallic pattern	Make a metallic pattern model before producing Jewelry (rings, necklaces, medals, bracelets, etc.) on a large scale.
2. Rubber Mold	With the metallic pattern model produced at the former stage, make a rubber mold.
3. Wax Injection	After injecting some waxes in the inner space at the rubber mold, freeze the mold to make the wax patterns
4. Investing	Attach some wax patterns at the huge wax tree and cover a flask on it. Afterwards, perform the investing and vacuuming process to fill the plaster.
5. Burning out	Loading the flask on an electric or a gas bumout furnace and heat it to burn it out.
6. Casting	Once the buming completed, and when it reaches the casting temperature of mold, take the flask from the furnace and put it on a casting machine (vacuum inhalation or centrifugal casting machine) to fill the metals.
7. Decomposition	At the next stage, disassemble the plaster to get a casting
8. Finishing	After several processes such as assembling, setting, polishing before getting a complete product.

주조기법을 사용한다. 주얼리 대량생산과정은 일반적으로 Table 2와 같이 디자인 > 원본제작 > 고무주형 > 왁스 시출 > 주물(매몰, 소성, 주조, 탈포) > 피니싱(현장조립, 광, 표면처리)을 거친다[4].

시중에서 유통되는 핑크골드 + 화이트골드와 같은 이중의 색상을 가진 주얼리 제품은 각각의 금속을 따로 주조하여 조립하는 제조 프로세스를 취하고 있다.

현재 판매를 목적으로 하는 주얼리 제작에 있어 서로 다른 금속 유닛을 연결하려면 한쪽 금속 일부분을 잘라 끼운 후 땀하는 프로세스를 취하고 있다. 금속제작에 있어 땀한 부분은 시간이 지남에 따라 색깔이 변하거나 응력부식균열로 인해 접합부분이 떨어지는 현상이 일어나기도 하며 땀한 부분이 정교하지 못하며 기포가 발생하는 등의 문제점이 생겨 작업자의 높은 숙련도를 요구된다.

2.2. 3D printer를 이용한 이중금속 주얼리 제작프로세스

일반적으로 체인과 같은 형태의 주얼리를 제작할 때에는 각각의 부속들을 주조한 후 조금씩 조립한 후 레이저 용접 혹은 산소용접을 통하여 이루어진다. 하지만 본 연구에서는 이중의 색상을 가진 주얼리 제품에 있어 기존의 수작업을 탈피하고 CAD/CAM을 활용하여 직접주조

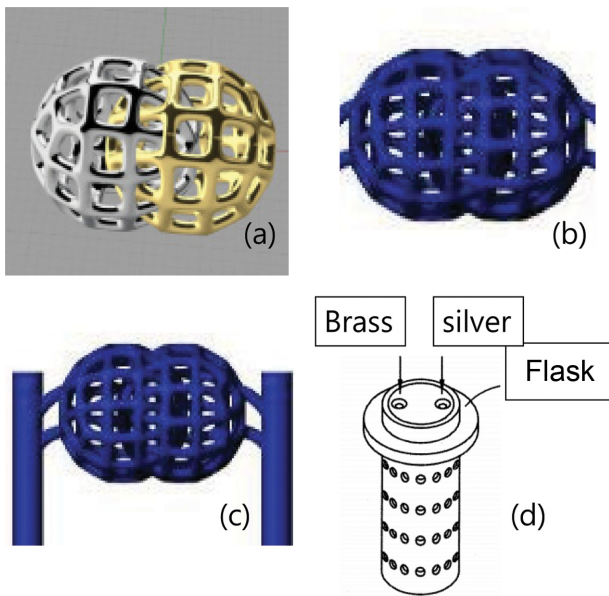


Fig. 2. Dissimilar metal jewelry fabrication methods: (a) Modeling by CAD (b) printing a wax (resin) through 3D printer (c) wax tree production (d) casting.

프로세스를 통하여 제작과정을 줄이는 동시에 제품의 품질을 향상시키고자 Fig. 2와 같은 방법으로 체인과 같은 형태의 흔들리는 주얼리 시제품을 제작하였다. Fig. 2는 주얼리 대량생산방법 Table 2의 1, 2, 3 단계에 해당되는 단계로 3D Printer를 활용하여 제작하였다.

Fig. 2(a)는 CAD 프로그램을 활용하여 일정 공간을 유지한 형태로 흔들리는 망사형태의 디자인을 모델링한 모습이다.

Fig. 2(b)는 디자인 형태를 고려하여 서포트 제거가 용이한 CPX 3510 Plus을 이용하여 출력한 후 서포트를 제거한 것이다.

Fig. 2(c)는 출력물의 양쪽에 물줄기를 붙여 이중의 금속을 주조할 수 있도록 트리작업을 한 것이다.

Fig. 2(d)는 플라스크 매물 시 Silver, Brass의 용탕이 유입될 수 있도록 통로를 확보하기 위한 석고가 매물 된 플라스크의 모식도이다.

이후 과정은 일반적 주얼리 캐스팅과 동일한 방법을 취하며, Table 2의 4~8단계인 주조(매물, 소성, 주조, 탈포) 후 피니싱(현장조립, 광, 표면처리)을 거쳐 시제품제작을 제작하였다[5].

3. 3D 프린팅을 이용한 이종금속 결과물 분석

이종금속제작을 기존의 프로세스인 조립이 아닌 주물 프로세스를 채택하여 제품 제작단계를 획기적으로 축소하였으며, 제조 시 레이저 용접이나 산소용접과 같은 결합단계를 거치지 않기 때문에 제조시간 또한 상당부분



Fig. 3. Dissimilar metals results using 3D printing. (a) Decomposition (b) finishing (c) polishing and metal surface treatment (5NaClO₂ : 1NaOH).

단축이 가능하였다. 본 연구에서는 2개의 물줄기로 테스트를 하여 소정의 결과물을 얻었다.

이후 시제품 제작공정은 Fig. 3과 같으며, 같은 프로

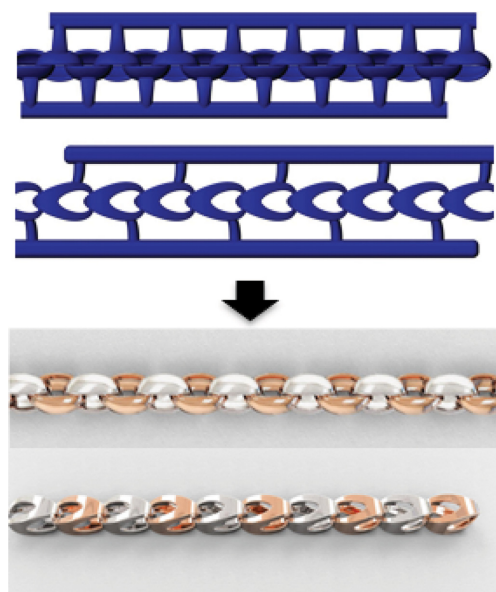


Fig. 4. Prototype: Dissimilar metal jewellery using a 3D printer.

세스를 거쳐 Fig. 4와 같은 시제품을 제작하였다.

Fig. 3(a)는 주조 결과물로 이중 금속 간 석고가 그 틈을 지탱하여 소정의 주조물을 얻을 수 있었다.

Fig. 3(b)는 주조물로부터 물줄기 제거한 모습으로 물줄기를 제거한 후 물줄기 부분을 제거하고, 피니싱 과정을 거쳤다.

Fig. 3(c)는 광작업을 거친 후 Silver, Brass의 색감차이를 극대화하기 위하여 동착색용액($5\text{NaClO}_3 : 1\text{NaOH}$)을 이용하여 표면처리를 하였다.

본 제조 과정 시 이중 금속 간 이격 차이가 최소 0.2 mm 이상 공간이 유지되어야 원만한 주조가 이루어졌으며, 그 이하 시 일부 부분이 접합되는 현상이 일어났다.

본 연구에서는 Silver, Brass를 사용하여 시제품을 제작하였다. 이와 같은 제조 프로세스는 현재 귀금속산업에서 많이 사용되는 다양한 색상의 금합금제품 생산에도 적용이 가능하리라 사료되며, 향후 연구가치가 충분하다고 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 Silver, Brass를 대상으로 3D프린터를 이용한 이중금속 주얼리 제조 프로세스를 채택하여 펜던트를 제작하였다. 원본은 3D Printer를 활용하여 왁스를 제작한 후 Silver, Brass 소재를 주조하여 제작하였다. 왁스트리 제작 시 기존의 프로세스는 왁스기둥이 1개인 반면 본 연구의 프로세스는 왁스 기둥이 재료의 수량에 맞추어 2개인 것을 특징으로 한다.

본 연구의 제조 프로세스의 특징을 정리 하면 다음과 같다.

- 1) 형태적인 면에서 디자인의 제한이 적다.

주조 금속 간에 접촉면이 있으면 주물시 원하는 형태의 주조가 불가능 하지만, 기존의 고무몰드 형태의 제한적인 부분을 해소시킬 수 있다.

- 2) 차별적 디자인 창출이 가능하다. 디자인적으로 한계가 있는 반면 기존의 방법으로 제작이 어려운 새로운 형태의 디자인이 가능하다.

- 3) 3D Printer의 활용 영역을 확대할 수 있다. 이중금속 주얼리 제작에 있어 3D프린터를 접목한 양산제품의 제작이 가능하다.

3D프린터를 이용한 이중금속 제조 프로세스는 새로운 디자인의 창출이 가능하며, 다른 브랜드와 차별화를 가져다주는 중요 요소 중의 하나가 될 수 있다고 판단된다.

본 제조 프로세스가 주얼리 산업에 바로 사용되기 위해서는 조금 더 연구가 필요하다고 사료되며, 이와 같은 제조 프로세스의 개선연구들을 통하여 불황속의 국내 주얼리 산업이 지속가능한 산업으로 변화되기를 기대한다.

References

- [1] J.Y. Koh, O.S. Song, J.H. Ryu and S.G. Shin, "Jewelry design automatization using a 3D CAD", J. Academia-industrial Technol. 2 (2001) 95.
- [2] S.G. Choi, "RP equipment and samples for making jewelry", Cad & Graphics (2006) 114.
- [3] S.C. Park, "About Korean precious metal industrial activation plan research", J. Korea Contents Asso. 9 (2009) 619.
- [4] J.S. Lee and H.S. Kim, "A study on jewelry-making using a multi-casting", J. Korean Cryst. Growth Cryst. Technol. 22 (2012) 224.
- [5] J.H. Lee, "A study on quality improvement of silver jewelry in lost wax casting", Graduate School of Techno Design Kookmin University (2014) 13.