



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년01월25일
 (11) 등록번호 10-0938451
 (24) 등록일자 2010년01월15일

(51) Int. Cl.
B29C 41/02 (2006.01) *B29C 71/02* (2006.01)
G06F 17/50 (2006.01) *G06F 19/00* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2004-7016608
 (22) 출원일자 2003년04월04일
 심사청구일자 2008년04월01일
 (85) 번역문제출일자 2004년10월15일
 (65) 공개번호 10-2004-0106350
 (43) 공개일자 2004년12월17일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2003/010220
 (87) 국제공개번호 WO 2003/089218
 국제공개일자 2003년10월30일
 (30) 우선권주장
 60/373,186 2002년04월17일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US5143663 A
 전체 청구항 수 : 총 25 항

(73) 특허권자
스트래티시스, 인코포레이티드
 미국 미네소타 에텐 프레어리 커머스 웨이 7665
 (우: 55344)
 (72) 발명자
프리드만 주니어 윌리엄 알
 미국 미네소타주 55344-2020 에텐 프레어리 마틴
 드라이브 1 4950 스트래티시스, 인코포레이티드
스미스 데이비드 토마스
 미국 미네소타주 55344-2020 에텐 프레어리 마틴
 드라이브 1 4950 스트래티시스, 인코포레이티드
 (74) 대리인
신정건

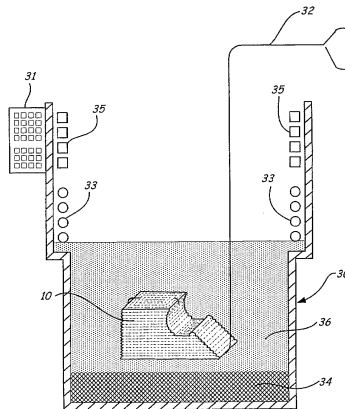
심사관 : 조흥규

(54) 층상 증착 모델링용 평활법

(57) 요약

층상 제조용 쾌속 조형법을 이용하여 폴리머 또는 왁스 재료로 제작된 물체의 표면을 평활하게 하는 방법이 개시되어 있다. 제작된 물체를, 예컨대 증발기에서 물체 표면을 역류시키기에 충분한 노출 시간 동안 기화된 용제에 노출시킨다. 용제는 물체를 형성하는 재료를 일시적으로 연화시키는 능력을 기초로 하여 선택되며, 그 후에 물체에서 증발된다. 물체를 용제로부터 제거하여 건조시켜 평활한 완성품을 생산한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

3차원 물체의 제조 방법으로서,

층상 제조용 쾌속 조형법을 이용하여 폴리머 또는 왁스 모델링 재료로부터 물체를 제작하는 단계로서, 제작된 물체는 모델링 재료로 구성되는 물체 표면을 갖는 것인 물체 제작 단계와,

상기 물체 표면에서 모델링 재료를 일시적으로 연화시키는 용제 증기에 상기 물체를 노출시키는 노출 단계와,

연화된 모델링 재료를 역류시켜 물체 표면을 평활하게 하는 역류 단계

를 포함하는 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 층상 제조법은 융합 증착 모델링법을 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 모델링 재료는 열가소성 수지를 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 ABS, 폴리카보네이트, 폴리페닐설폰, 폴리설폰, 폴리스티렌, 폴리페닐렌 에테르, 비정질 폴리아미드, 아크릴, 폴리(2-에틸-2-옥사졸린) 및 그 혼합물로 이루어지는 군에서 선택된 비정질 열가소성 물질을 적어도 50 중량% 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 용제는 염화메틸렌, n-브롬화프로필 용액, 퍼클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌 및 하이드로플루오로카본 유체로 이루어지는 군에서 선택되는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 노출 단계 전에 용제 증기의 농도 함수로서 물체가 용제 증기에 노출되는 시간의 길이를 선택하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 물체를 용제 증기에 노출시키는 단계 전에, 물체 표면의 소정 부분을 이 소정 부분의 평활을 제지하는 물질로 차폐하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 차폐 물질은 분사 공정 및 융합 증착 모델링법으로 이루어지는 군에서 선택된 자동 공정을 이용하여 도포되는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 물체 표면의 소정 부분을 보호될 표면 영역의 디지털 표현을 생성하는 소프트웨어 알고리즘을 이용하여 식별하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

제1항에 있어서, 촉각 입력 인터페이스를 이용하여 평활을 원치않는 물체 표면의 소정 부분의 디지털 마스크를 생성하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 물체 제작 단계는 물체의 특정 외형을 전치 왜곡시켜 상기 외형이 노출 단계 후에 원하는 기하학적 형태를 얻게 하는 단계를 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 표면의 기하학적 형태를 갖는 초기 물체 표현을 디지털 형식으로 제공하는 단계와, 상기 초기 물체 표현을 표면의 기하학적 형태의 특정 외형을 전치 왜곡시키도록 변경하여 변경된 물체 표현을 생성하는 단계를 더 포함하고, 상기 물체 제작 단계에서 제작된 물체는 변경된 물체 표현에 따라 정해진 기하학적 형태를 가지며, 상기 노출 단계 후에 달성된 원하는 기하학적 형태는 초기 물체 표현의 기하학적 형태와 대략 합치하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 21

3차원 물체의 제조 방법으로서,

물체 표면을 갖는 물체를 제작하도록 층상 제조용 쾌속 조형법을 이용하여 모델링 재료로 복수 개의 층을 형성하는 단계로서, 상기 복수 개의 층은 물체 표면에서 표면 효과를 생성하며, 상기 표면 효과는 계단 효과, 거칠기 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 것인 층 형성 단계와,

상기 물체 표면에서 모델링 재료를 일시적으로 연화시키는 용제 증기에 상기 물체를 노출시키는 노출 단계와,

연화된 모델링 재료를 역류시켜 물체 표면에서 표면 효과를 감소시키는 단계

를 포함하는 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 모델링 재료는 열가소성 수지를 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 ABS, 폴리카보네이트, 폴리페닐설폰, 폴리설폰, 폴리스티렌, 폴리페닐렌 에테르, 비정질 폴리아미드, 메틸 메타크릴레이트, 폴리(2-에틸-2-옥사졸린) 및 그 혼합물로 이루어지는 군

에서 선택된 비정질 열가소성 물질을 적어도 50 중량% 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

제21항에 있어서, 상기 표면을 역류시키는 단계 전에, 물체 표면의 소정 부분을 이 소정 부분의 평활을 제거하는 물질로 차폐하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 차폐 물질은 분사 공정 및 용합 증착 모델링법으로 이루어지는 군에서 선택된 자동 공정을 이용하여 도포되는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

제28항에 있어서, 상기 물체 표면의 소정 부분을 보호될 표면 영역의 디지털 표현을 생성하는 소프트웨어 알고리즘을 이용하여 식별하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

3차원 물체의 제조 방법으로서,

표면의 기하학적 형태를 갖는 초기 물체 표현을 디지털 형식으로 제공하는 단계와,

상기 초기 물체 표현을 표면의 기하학적 형태의 특정 외형을 전치 왜곡시키도록 변경하여 변경된 물체 표현을 생성하는 단계와,

상기 변경된 물체 표현에 의해 규정된 물체를 층상 제조법을 이용하여 모델링 재료로부터 제작하는 단계와,

상기 물체의 표면을 증기로 평활하게 하여 완성품을 생산하는 증기 평활 단계

를 포함하고, 상기 완성품은 초기 물체 표현과 대략 합치하는 표면의 기하학적 형태를 갖는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 37

제36항에 있어서, 상기 표면의 기하학적 형태의 외형을 그 곡률 반경에 따른 전치 왜곡을 위해 식별하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 38

제36항에 있어서, 상기 층상 제조법은 융합 증착 모델링법을 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 39

제36항에 있어서, 상기 모델링 재료는 열가소성 수지를 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 ABS, 폴리카보네이트, 폴리페닐설폰, 폴리설폰, 폴리스티렌, 폴리페닐렌 에테르, 비정질 폴리아미드, 아크릴, 폴리(2-에틸-2-옥사졸린) 및 그 혼합물로 이루어지는 군에서 선택된 비정질 열가소성 물질을 적어도 50 중량% 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 41

제36항에 있어서, 상기 증기 평활은 염화메틸렌, n-브롬화프로필 용액, 퍼클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌 및 하이드로플루오로카본 유체로 이루어지는 군에서 선택되는 용체를 이용하여 수행되는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

청구항 42

제36항에 있어서, 상기 증기 평활 단계 전에, 물체 표면의 소정 부분을 이 소정 부분의 평활을 제지하는 물질로 차폐하는 단계를 더 포함하는 것인 3차원 물체의 제조 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 쾌속 조형법 분야에 관한 것으로, 구체적으로는 층상 제조법에 의해 제작된 시제품에서 표면 평활도를 달성하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 광범위한 산업에 있어서, 신규 제품, 장치 및 프로세스를 개발하는 데에 시제품의 제작 및 시험 단계가 일반적으로 이용되고 있다. 3차원 시제품을 형성하기 위한 다양한 층상 제조법이 알려져 있으며, 이 방법은 컴퓨터 제어 하에 지오메트릭 컴퓨터로부터 값싸고 빠르게 시제품을 개발한다. 이들 쾌속 조형법은 일반적으로 원하는 물체의 디지털 표현[컴퓨터 이용 설계(CAD)]을 수평층으로 나누고, 즉 분할한 다음, 재료를 반복적으로 부착하여 층상 물체를 생산한다. 전형적인 쾌속 조형법으로는 층상 증착 모델링법, 선택적인 레이저 소결법 및 스테레오리소그래피(stereolithographic) 프로세스가 있다.

<3> 층상 증착 모델링법의 일례로는 Stratasys®FDM®모델링 장치에 의해 수행되는 융합 증착 모델링법이 있다. 융합 증착 모델링법은 물체의 각 층의 특정 형태에 대응하는 설계 데이터를 기초로 하여 예정된 패턴, 즉 층상으로 압출 헤드로부터 고형화 가능한 모델링 재료에 의해 3차원 물체를 제작한다. 3차원 물체를 제조하기 위한 압출 기반 장치 및 방법은 Crump의 미국 특허 제5,121,329호, Crump의 미국 특허 제5,340,433호, Danforth 등의 미국 특허 제5,738,817호, Batchelder 등의 미국 특허 제5,764,521호 및 Dahlin 등의 미국 특허 제6,022,207호에 개시되어 있으며, 이들 모든 특허는 본 발명의 출원인인 Stratasys사에게 양도되어 있다.

<4> 현재 기술의 Stratasys®FDM®모델링 장치에서, 모델링 재료는 통상 미국 특허 제5,121,329호에 개시된 바와 같

이 공급 릴 상에 권취된 가요성 필라멘트로서 장치에 로딩된다. 고형화시에 적절한 접착제에 의해 이전 층에 부착되어 가요성 필라멘트로서 공급될 수 있는 고형화 가능한 재료가 모델링 재료로서 사용된다. 필라멘트의 스트랜드는 압출 헤드에 탑재된 액화기로 모터 구동식 이송 롤러에 의해 전진된다. 액화기 내에서 필라멘트는 유도 가능한 온도로 가열된다. 유도 가능한 모델링 재료는 액화기의 먼 단부에 있는 노즐 밖으로 가압되어 액화기로부터 베이스 상에 증착된다. 노즐로부터 압출되는 재료의 유량은 필라멘트가 압출 헤드를 향해 전진하는 속도와 상관한다. 제어기는 수평 x , y 평면에서 압출 헤드의 운동을 제어하고, 수직 z 평면에서 베이스의 운동을 제어하며, 이송 롤러가 필라멘트를 전진시키는 속도를 제어한다. 이들 처리 변수를 동기 제어함으로써, 모델링 재료는 CAD 모델로부터 규정된 공구 경로를 따라 층상 "비드"에 증착된다. 압출된 재료는 이전에 증착된 재료와 융합하고 고형화되어 CAD 모델과 유사한 3차원 물체를 형성한다.

- <5> 현재 기술의 층상 제조법으로 형성된 물체의 표면은 그 층상 형성으로 인해 무늬가 있고, 즉 꺼칠꺼칠하다. 만곡되고 각이 진 표면은 일반적으로 정방형 에지 프로파일을 갖는 횡단면 형태의 적층에 의해 야기된 "계단" 외관을 갖는다. 그 계단 효과는 층의 두께가 증가함에 따라 더욱 뚜렷해진다. 상기 계단이 물체의 강도에 영향을 미치지 않는 않지만, 미적 감각을 나쁘게 한다.
- <6> 층상 제조법에 의해 생성된 물체의 표면 거칠기는 또한 조립 프로세스에서의 어려움으로부터 비롯된다. 예컨대, 현재 기술의 융합 증착 모델링 시스템에서는, 부분적으로 불균일한 압출 유량으로 인해 에러가 생길 수 있다. 예컨대, 특히 공구 경로의 시작점 및 종료점(즉, 폐쇄 루프 공구 경로의 시작점과 종료점), 예컨대 "시입" 지점에서 발생한다. 이들 에러는 결과적인 모델의 형태에 바람직하지 못한 불일치를 초래할 수 있다.
- <7> 3차원 물체의 쾌속 조형법은 시제품의 생산을 포함할 뿐만 아니라 몰드의 제작을 포함할 수도 있다. 쾌속 조형법에 의해 생성된 몰드의 전형적인 용도는 미국 특허 제5,189,781호에 개시된 바와 같이 사출 성형 공구 인서트를 생성하는 데 사용되는 몰드를 형성하는 것과, 미국 특허 제5,824,250호 및 미국 특허 제5,976,457호에 개시된 바와 같이 소결 전에 그린 세라믹 피스(green ceramic piece)를 위한 일시적인 몰드를 형성하는 것을 포함한다.
- <8> 현재의 기술은 과도한 재료를 제거하기 위해 층상 제조법에 의해 형성된 물체를 수동으로 트리밍하거나, 기계 가공하거나 연마하는 것을 교시하고 있다. 천, 사포 또는 용액성 연마제에 의한 버핑이 물체를 평활하게 하거나 폴리싱하는 현재의 방법이다. 예컨대, Hull 등의 미국 특허 제5,059,359호(스테레오리소그래피에 의해 3차원 물체를 제조하는 방법 및 장치)는 정확한 크기의 부품을 생산하기 위하여 샌딩에 의한 평활에 이상적인 시제품을 개시하고 있다. 추가 프로세스 기법으로 제조된 모델의 수동 마감질에 대한 필요성은 또한 평활한 모델을 달성하기 위하여 감산 모델링 기법을 이용하는 미국 특허 제6,021,358호에서 인지하고 있다. 층상 제작한 시제품을 편리하고 비교적 값싸게 후처리하는 방법의 급속 조형 시스템이 요구되고 있다.
- <9> 이전에 개발되어 플라스틱의 제조에 사용되는 기법은 플라스틱의 표면을 역류시킴으로써 평활하게 하는 화학적 증기 또는 액체의 사용을 포함하며 이를 용제 폴리싱이라 칭한다. 용제 폴리싱은 플라스틱 산업에 있어서 물품의 부착 또는 제작에 극도의 배려를 행할 필요없이 표면의 평활 수준 및/또는 고광택 코팅을 개발할 목적으로 20년 전에 개발되었다. 예컨대, 미국 특허 제3,437,727호는 전화 회사로 반환되는 전화기들을 재생하는 방법으로서 그 전화기들을 다시 마감질하기 위해 화학적 증기를 이용하는 방법을 개시하고 있다.
- <10> 물품을 용제 폴리싱하기 위한 표준 방법으로는 2가지가 있다. 1번째 방법은 플라스틱 물품 전체를 액체 플라스틱 용제 베스 내에 용제와 플라스틱 종류에 기초하여 소정 기간 동안 침지하는 것이다. 이 방법은 용제가 플라스틱의 외층에 침투하게 함으로써, 용제를 역류시킬 수 있다. 역류는 플라스틱 물품의 외부면이 평활하게 되고 /되거나 광택을 띠게 한다.
- <11> 용제 폴리싱의 2번째 방법은 플라스틱 물품을 기화된 용제에 노출시키는 것이다. 플라스틱 물품을 노출시키는 데에는 미국 특허 제4,260,873호에 도시된 포켓용 기화기를 사용할 수 있다. 별법으로서, 미국 특허 제3,737,499호에서처럼, 아래에 있는 가열된 베스로부터 발생하는 기화된 용제가 채워진 챔버 내에 물품을 위치시킬 수 있다. 기화 챔버의 이점은 용제를 수용하여 재생할 수 있음으로써 잠재적인 환경 오염을 최소화할 수 있다는 것이다.
- <12> 예컨대, 미국 특허 제4,976,813호에 개시된 바와 같이, 기관의 표면을 용융시키거나 가소화하는 데에 고온의 용제 증기를 사용하는 것은 인쇄된 회로의 전사를 용이하게 하기 위해 회로 기관 제조 영역에서 이용되었다. 다른 예가 미국 특허 제4,594,311호에 개시되어 있는데, 이 특허에서 용제 증기는 인쇄된 패턴을 강화하고 그 패턴을 표면에 강하게 고정하기 위하여 인쇄 회로 기관을 유지하는 플라스틱 기재의 비화상 영역을 처리하는 데

이용되었다. 미국 특허 제5,045,141호에서는, 기관, 통상적으로 회로 기관을 처리하여 이 기관에 인쇄된 회로의 전사를 용이하게 할 수 있다.

액체 또는 증기를 이용하는 용제 폴리싱은 또한 통상적으로 제조 프로세스에서, 특히 도포 전에 탈지 또는 세척 단계로서 이용되고 있다.

<13> 편리하고 저렴한 표면 마감질 기법을 위한 쾌속 조형법의 필요성에도 불구하고, 출원인은 층상 제조용 쾌속 조형법에 의해 형성된 물체의 평활에 증기 폴리싱 기법을 사용하는 것을 종래 기술에서는 어떠한 기법이나 제안도 알고 있지 않다.

발명의 상세한 설명

<14> 본 발명은 층상 제조용 쾌속 조형법을 이용하여 폴리머 또는 왁스 재료로 제작한 물체의 표면을 평활시키기 위한 방법이다. 물체를 제작한 후에, 물체 표면을 역류시키기에 충분한 노출 시간 동안 기화된 용제에 노출시킨다. 용제는 물체를 형성하는 재료를 일시적으로 연화시킨 후에 물체에서 증발하는 능력을 기초로 하여 선택된다. 상기 물체를 용제로부터 제거하고 건조시켜 평활한 완성품을 생산한다. 선택적으로, 물체 표면의 일부는 물체의 정교한 상세부를 보호하기 위하여 용제에 물체를 노출하기 전에 차폐될 수도 있다. 별법으로서, 물체 표면의 일부는 이 표면 부분이 증기 평활을 따르는 원하는 기하학적 형태를 달성하도록 물체를 용제에 노출하기 전에 전치 왜곡(pre-distort)될 수도 있다.

실시예

<22> 본 발명의 방법은 층상 제조용 쾌속 조형법을 이용하여 폴리머 또는 왁스 재료로 형성된 물체에 대해 채택할 수 있다. 전형적인 층상 제조법은 미국 특허 제5,121,329호에 개시된 유형의 것이고, 이 특허에서 압출 헤드는 예정된 형태의 층에 용융 재료의 "진로"를 증착하고, 이 재료는 온도 강하시 고형화되어 고형 모델을 형성한다.

<23> 도 1은 층상 제조용 쾌속 조형법에 의해 형성된 전형적인 물체(10)를 도시하고 있다. 상기 물체(10)에는 각이진 표면(12), 만곡 표면(14), 2개의 수평 표면(16) 및 3개의 수직 표면(18)이 있다. 다른 실시예에서, 상기 물체는 발명의 명칭이 "층상 증착 브릿지 툴링(Layed Deposition Bridge Tooling)"이고 본 출원과 동일한 날짜에 출원되었으며 동일한 양도인에게 양도된 S.Crump와 J.Hanson의 국제 특허 출원 제PCT/US03/____호에 개시된 바와 같이, 플라스틱 사출 성형된 시제품을 제조하는 데에 사용하기 위한 몰드 공구일 수 있다. 상기 물체(10)는 폴리머 또는 모델링 재료로 제조되고, 또한 충전제 및 기타 첨가제 뿐만 아니라 분산된 입자상 재료를 포함할 수도 있다. 본 발명에 사용하기 위해서는 비정질 열가소성 물질, 예컨대 ABS, 폴리카보네이트, 폴리페닐설폰, 폴리설폰, 폴리스티렌, 폴리페닐렌 에테르, 비정질 폴리아미드, 아크릴, 폴리(2-에틸-2-옥사졸린) 및 그 혼합물이 특히 적합하다. 본 발명은 또한 유리 충전된 나일론, 분사 왁스, 소결된 열 플라스틱 분말 및 폴리머 바인더 내에 분산된 그린 금속 또는 그린 세라믹을 비롯하여 기타 폴리머 및 왁스 재료를 포함하는 것이 사용에 유리할 수도 있다.

<24> 도 1에 도시된 바와 같이, 물체(10)는 "원 물체"이고, 즉 후처리 평활을 받지 않았다. 본 발명에 따른 증기 평활 전에, 표면(12, 14)은 계단 효과를 보인다. 표면(16, 18)은 줄모양 및 거칠기를 보인다.

<25> 물체(10)의 표면을 평활하게 하기 위하여, 물체(10)는 증발기 내에 위치되고, 여기에서 용제(34)의 증기에 노출된다. 이것은 도 3에 도시되어 있다. 적절한 증발기로는 미국 미시간주 사우스필드 소재의 Detrex사에서 시판하는 유형인 모델 VS-2000이 있지만, 당업자들은 많은 다른 증발기가 본 발명을 실시하는 데에 사용될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 증발기(30)는 이 증발기의 작동을 제어하는 제어판(31)과, 일차 냉각 코일(33) 및 이차 냉각 코일(35)을 갖는 것으로 도시되어 있다.

<26> 용제(34)는 물체(10)를 형성하는 모델링 재료와 용화할 수 있도록 선택된다. 적절한 용제는 모델링 재료와 반응하여 물체 표면에서 재료를 연화시켜 유동시킨다. 용제는 또한 물체가 변하지 않게 손상시키지 않은 상태로 물체의 표면으로부터 증발할 수 있어야 한다. 광범위한 비정질 열가소성 물질에 사용하기 위한 바람직한 용제는 염화메틸렌이다. 기타 적절한 용제, 예컨대 n-브롬화프로필 용액(예컨대, Abzol®), 퍼클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌 및 상표명 Vertrel®하에 판매되는 하이드로플루오로카본 유체가 당업자에게 인지될 것이다.

<27> 도 3에 도시된 바와 같이, 증발기(30)는 증기 영역(36) 내의 용제(34)를 비등시키고, 그 용제 증기는 용제의 비등점 이상으로 유지되어 냉각 코일(33, 35)에 의해 수용된다. 물체(10)는 증기 영역(36) 내에 현수되어 와이어 꼬챙이(32)에 의해 유지되는데, 이 꼬챙이는 만곡되어 물체 둘레에 끼워맞춰진다. 다른 유지 수단, 예컨대 바

스켓, 네트 또는 메시 플랫폼이 사용될 수도 있다. 물체(10)는 기화된 용제(34)에 노출되어, 용제(34)의 증기가 물체(10)의 표면(12, 14, 16, 18)을 침투하게 한다. 용제(34)의 침투는 물체 표면의 모델링 재료를 연화시켜, 표면의 재료가 역류할 수 있게 한다. 재료의 역류는 물체의 표면을 평활하게 한다.

- <28> 물체(10)는 원하는 표면 마감질이 달성될 때까지 용제(34)의 증기에 노출된 상태를 유지한다. 노출 시간은 용제의 종류와 모델링 재료, 물체 외형의 조도, 용제 증기의 농도를 기초로 하여 선택된다. 노출 시간은 물체 상에 용제 증기의 응축을 관찰함으로써 측정되거나 공식에 따라 미리 선택될 수 있다. 응축은 물체 표면의 온도가 용제를 비등시키는 온도에 도달하면 중지하게 된다. 이것이 용제 침투가 일어났다는 징후이다. 용제(34)로서 열화메틸렌을 사용하면, 단시간에, 통상 약 0.1 초 내지 5 분의 노출 시간 내에 비정질 열가소성 모델링 재료가 연화하여 역류하게 된다. 물체의 평활이 짧은 노출 시간 내에 발생할 것이라고 예상되면, 노출 시간을 연장시킬 수 있도록 용제 증기의 농도를 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 노출 시간이 길수록 작업자가 평활 프로세스를 더 오랜 시간 관찰하게 되어 용제 증기로부터 물체를 제거하는 데 실수의 여지가 많게 된다.
- <29> 노출 시간이 경과하면, 물체(10)를 증기 영역(36)으로부터 제거하여 건조시킨다. 바람직한 실시예에 있어서, 물체(10)는 증기 영역(36)으로부터 제거한 후에 용제(34)가 물체(10)에서 증발할 때까지 수초 내지 수분 내에 건조된다. 이어서, 물체가 들러붙거나 연화되거나 습윤되지 않기 때문에 물체를 처리할 수 있다. 예컨대, 용제 노출 시간이 길거나 용제의 농도가 매우 높은 몇몇의 경우에는, 물체(10)를 오븐 내에서 건조하여 잔류 용제를 제거하는 것이 바람직할 수도 있다. 오븐 건조는 용제의 비등점보다 큰 온도에서 행해야 한다.
- <30> 증기 평활 프로세스 후에, 물체(10)의 표면(12, 14, 16, 18)에 있는 계단이 상당히 감소되거나 제거된다. 본 발명의 방법을 이용하여 소정 물체에 달성되는 평활 정도는 노출 시간, 용제, 모델링 재료 및 물체의 초기 표면 조건에 의해 좌우된다. 도 2는 증기 평활에 의해 달성되는 물체(10)의 계단과 거칠기의 상당한 감소를 도시하고 있다.
- <31> 필요에 따라, 물체의 선택된 외형(예컨대, 0.25 인치보다 작은 외형, 박벽, 코너, 블록 에지 및 오목 에지)을 상기 선택된 부분의 평활을 제지하는 물질로 차폐하거나, 그렇지 않으면 상기 선택된 외형의 용제 증기에 대한 노출을 방지할 수 있다. 예컨대, 물체(10)의 코너가 둥글게 되는 것을 방지하기 위해 상기 코너를 차폐하는 것이 바람직할 수도 있다. 유사하게, 주변 재료의 유입을 방지하기 위해 물체의 오목면을 차폐할 수 있다. 적절한 용제 차폐 물질로는 인쇄 회로 기판 제조시 사용되는 것, 예컨대 고무풀, 왁스, 페이스트, 접착제 또는 차폐 테이프를 포함하고, 이들은 수동 또는 자동으로 도포될 수 있다. 차폐는 또한 가스로 외형을 둘러싸으로써 달성될 수도 있다.
- <32> 차폐 물질의 자동 도포는, 예컨대 당업계에 알려진 바와 같이 층상 증착 프로세스에서 선택된 물체 외형의 표면에 차폐 재료를 분사함으로써 행할 수 있다. 차폐 물질은 또한 Stratasys®FDM®모델링 장치에 의해 수행되는 바와 같이 용합 증착 모델링법을 이용하여 차폐 재료의 진로를 증착함으로써 도포될 수도 있다. 당업자라면 본 발명을 구현하는 데에 적용될 수 있는 당업계에 알려진 추가 차폐 기법을 인지할 것이다.
- <33> 자동 차폐 기법이 사용되면, 차폐될 외형은 보호될 표면 영역의 디지털 표현을 생성하는 소프트웨어 알고리즘을 이용하여 식별될 수도 있다. 보호되는 영역은 물체의 디지털 표현으로, 예컨대 CAD 시스템, 그래픽 픽셀 시스템 또는 복셀(Voxel) 시스템을 이용하는 .stl 확장자 파일의 기하학적 형태로 식별될 수도 있다. 별법으로서, 차폐될 표면 영역은 촉각 입력 인터페이스, 예컨대 SensAble Technologies사에서 시판 중인 FreeForm™을 통해 사용자에게 의해 식별될 수도 있다. 상기 촉각 입력 시스템은 평활을 원치않는 영역의 디지털 마스크를 생성한다.
- <34> 차폐 기법에 대한 변형예로서, 물체 표면의 기하학적 형태는 증기 평활을 예상하여 전치 왜곡될 수도 있다. 전치 왜곡은 물체의 디지털 표현(예컨대 물체의 CAD 모델 또는 .stl 확장자 파일에서처럼 물체의 분할된 표현)을 변경시키는 소프트웨어 알고리즘을 사용하여 달성된다. 전치 왜곡 소프트웨어 알고리즘을 이용하면, 외형 상세부가 코너와 에지를 오버빌딩하고 포켓을 언더빌딩하도록 왜곡되어 후속하는 그러한 외형의 증기 평활이 대략 원하는 기하학적 형태를 달성하게 된다. 보다 구체적으로, 전형적인 전치 왜곡 알고리즘은, (1)분할 높이(즉, 층의 높이) 이하의 곡률 반경을 갖는 기하학적 외형을 식별하고, (2)양의 곡률 반경을 갖는 식별된 외형(예컨대, 코너 또는 에지)에 대해, 알고리즘이 그러한 외형에서 초기 물체 표현을 증강시키고, (3)음의 곡률 반경을 갖는 기하학적 외형(예컨대, 포켓 또는 평면 사이의 조인트)에 대해, 알고리즘이 그러한 외형 근처에 물체 표현을 오목하게 만든다. 따라서, 전치 왜곡 소프트웨어 알고리즘은 변형된 물체 표현을 생성하여, 식별된 기하학적 외형이 추가 재료를 증착하거나 최종 평활된 물체에서 최종 원하는 재료보다 적은 재료를 증착함으로써 왜곡되게 한다.

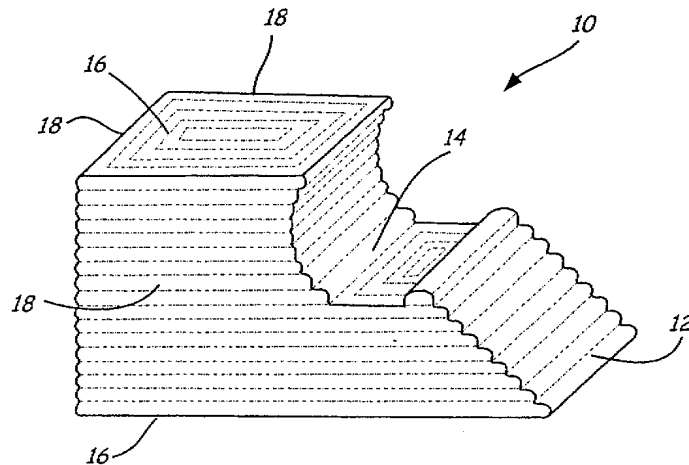
- <35> 전치 왜곡 알고리즘에 따르면, 외형이 분할 높이 이하, 예컨대 분할 높이의 절반만큼 증강되어야 한다. 융합 증착 모델링에 의해 제조된 전형적인 부품의 표면 거칠기는 분할 높이의 약 0.3배이다. 양의 외형의 전치 왜곡에 추가되는 추가 재료는 대략 이 표면 거칠기의 두께일 수 있어, 역류된 재료를 제거하면, 남겨진 고품 재료가 원하는 물체의 기하학적 형태를 취하게 된다. 음의 곡률 영역의 경우에, 주위 영역으로부터의 유입이 제거된 재료를 채우는 전치 왜곡 알고리즘에 의해 충분한 재료가 제거될 필요가 있다.
- <36> 물체의 기하학적 형태의 전치 왜곡이 도 4a와 4b 및 도 5a와 5b에 도시되어 있다. 도 4a와 4b는 전치 왜곡되지 않고 물체(40)의 원하는 최종 표면 물체의 기하학적 형태(즉, 변형되지 않은 물체 표현)를 도시하는 윤곽(42)으로 중첩된 물체(40)의 일부의 횡단면도이다. 도 4b에 도시된 바와 같이, 증기 평활의 결과로 원하는 윤곽(42)으로부터 멀리 볼록 코너(44)가 둥글게 되고 원하는 윤곽(42)을 지나서 에지(46)가 둥글게 된다. 도 5a 및 5b는 물체(40)와 동일한 원하는 최종 표면 기하학적 형태를 갖는 물체(40')의 일부를 도시하고 있다. 물체(40)와 달리, 물체(40')는 본 발명의 전치 왜곡 알고리즘에 따라 전치 왜곡되어 있다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 물체(40)의 전치 왜곡된 표면의 기하학적 형태는 코너(44)와 오목 에지(46)에 원하는 윤곽(42)을 지나서 연장된다. 증기 평활 후에, 도 5b에 도시된 바와 같이, 전치 왜곡된 물체(40)의 코너(44)와 에지(46)는 물체(40)의 코너(44)와 에지(46)보다 원하는 윤곽(42)에 더욱 가깝게 추종한다.
- <37> 본 발명을 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어남이 없이 형태 및 상세부에 변화가 이루어질 수 있다는 것을 알 것이다.

도면의 간단한 설명

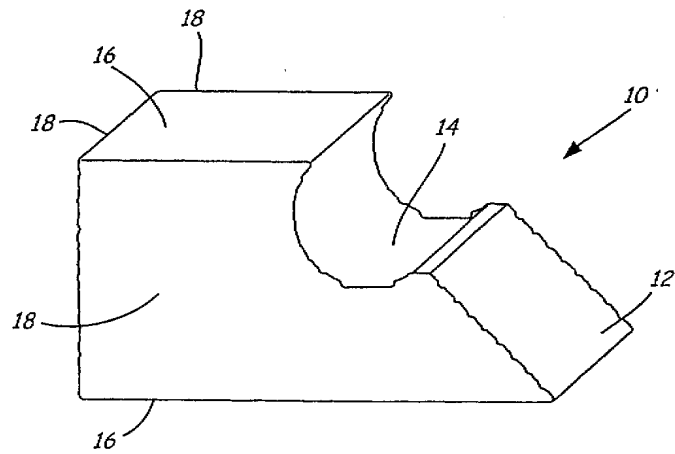
- <15> 도 1은 증착 제조용 캐속 조형법에 의해 형성된 원 물체를 도시하는 확대 사시도.
- <16> 도 2는 증기 평활을 받은 후에 도 1에 도시된 물체의 확대 사시도.
- <17> 도 3은 본 발명에 따른 물체의 증기 평활 프로세스를 도시하는 개략도.
- <18> 도 4a는 융합 증착 모델링에 의해 형성된 원 물체의 일부의 횡단면 상세도.
- <19> 도 4b는 증기 평활 후에 도 4a의 물체의 횡단면도.
- <20> 도 5a는 도 4a에 도시된 물체 부분의 횡단면 상세도로서, 증기 평활을 위해 물체의 기하학적 형태가 전치 왜곡되어 있다.
- <21> 도 5b는 증기 평활 후에 도 5a의 물체의 횡단면도.

도면

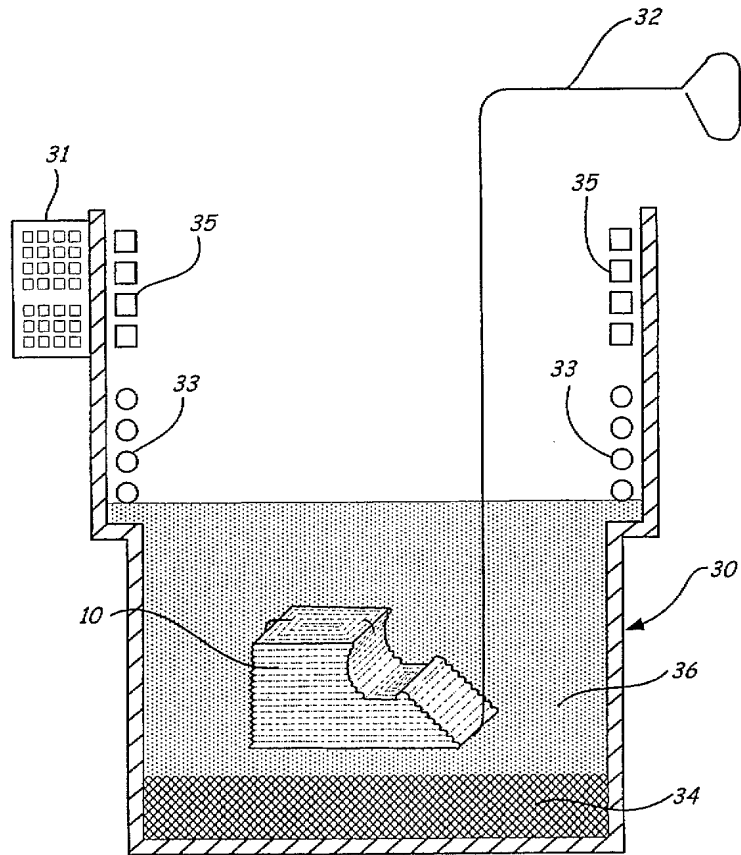
도면1



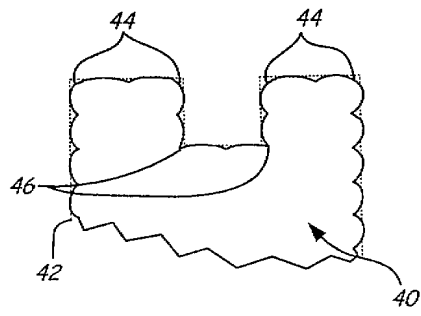
도면2



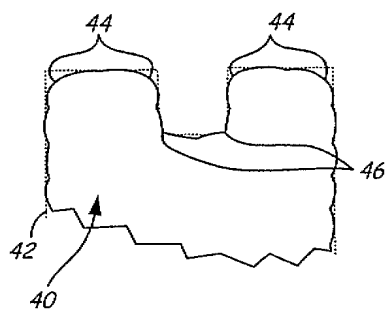
도면3



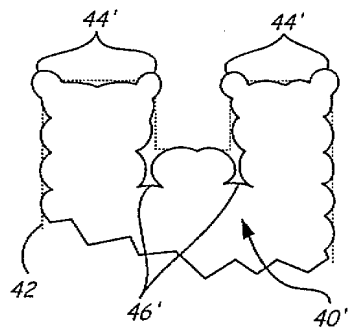
도면4a



도면4b



도면5a



도면5b

