

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012H1B8A2026133
 부처명 교육과학기술부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 지역혁신인력양성사업
 연구과제명 나노소재로 표면개질된 다기능성 탄소섬유 열가소성 복합재 연구
 기여율 1/2
 주관기관 울산과학기술대학교 산학협력단
 연구기간 2013.04.01 ~ 2014.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2.130079.01
 부처명 교육과학기술부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 울산과학연구단지육성사업
 연구과제명 자동차 부품용 사출 금형의 전자빔 표면처리 방법 연구
 기여율 1/2
 주관기관 울산과학기술대학교 산학협력단
 연구기간 2013.03.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) PMMA 소재의 표면에 전자빔이 조사될 수 있도록 상기 PMMA 소재를 작업대에 배치시키는 단계와;
- (b) 상기 PMMA 소재의 표면에 상기 전자빔이 조사될 수 있도록 전자빔이 방사되는 전자빔장치를 배치시키는 단계와;
- (c) 상기 전자빔장치를 동작시켜 상기 PMMA 소재 표면에 전자빔을 조사하여 상기 PMMA 소재 표면을 폴리싱하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 에너지 강도는 $4J/cm^2$ 이상인 것을 특징으로 하는 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 조사는 4회 이상 실시하는 것을 특징으로 하는 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 펄스 지속시간은 $2\mu sec$ 이하인 것을 특징으로 하는 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 PMMA 소재 표면에 대면적 전자빔을 조사하여 PMMA 소재의 투명도를 개선하기 위한 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] PMMA(polymethylmethacrylate, 폴리메틸메타크릴레이트)는 메타크릴수지라고도 하며, 가장 중요한 열가소성 플라스틱 중 하나이다.
- [0003] 이러한 PMMA는 많은 플라스틱 중에서도 내후성 및 광학적 성질, 특히 투명성이 대단히 우수하여, 유기유리, 조명기구, 광학렌즈, 건축자재, 간판, 표식판, 의치 등에 널리 이용되고 있다.
- [0004] 이와 같이 PMMA는 다양한 산업분야에서 유용한 소재로 사용되고 있지만, 특히 PMMA는 양호한 생체적합성(biocompatibility)과 높은 신뢰성이 있고, 상대적으로 취급이 용이하며, 유독성(toxicity)이 낮고, 광학적 투명도(optical clarity)가 높아, 다양한 치과 기기(dental device)에 사용할 수 있다.
- [0005] 그런데, 상기한 PMMA를 이용하여 복잡한 형태의 예컨대, 치과 기기로 사용할 수 있으나, PMMA 소재 표면에 가공 흔적(toolmark)이 발생된다.
- [0006] 상기한 가공 흔적은 PMMA의 투과도 또는 투과율을 떨어뜨리게 되고, 결국 PMMA의 상기한 이점을 잃게 한다.
- [0007] 한편, 후술하는 본 발명의 기술과 관련한 기존의 선행기술문헌으로, 대한민국 공개특허 제2012-0077151호(2012. 07. 10, 이하 인용문헌1이라 함)에는 '이온빔을 이용한 금속소재표면의 연마방법'이 개시되어 있다.

- [0008] 상기한 인용문헌1의 '이온빔을 이용한 금속소재표면의 연마방법'은, 이온빔을 사용하여 비 접촉식으로 사출 금형의 표면을 연마하되, 이온빔 조사를 30 내지 60 분 동안 연속적으로 수행한 후 10 내지 60 분 동안 조사를 중지하고 이온빔을 30 내지 60분 동안 연속적으로 조사하는 공정을 반복적으로 수행하는 상변태로 인한 취성을 방지하는 기술이다.
- [0009] 그리고 일본 공개특허 제1993-100101호(1993. 04. 23, 이하 인용문헌2라 함)에는 렌즈 성형용 수지가 개시되어 있다.
- [0010] 상기한 인용문헌2의 '렌즈 성형용 수지'는, 적어도 1개의 열가소성 수지에 전리성 방사선을 소정량 조사하고, 연마성 및 연삭성을 부여한 기술이다.
- [0011] 또한 대한민국 공개특허 제2011-0080226호(2011. 07. 13, 이하 인용문헌3이라 함)호에는 '이온빔을 이용한 고분자 소재 표면의 고광택 개질 방법'이 개시되어 있다.
- [0012] 상기한 인용문헌3의 '이온빔을 이용한 고분자 소재 표면의 고광택 개질 방법'은, 특정 가스를 이온화하여 고분자 소재로 된 자동차 내외장 부품에 조사하여, 고광택 표면을 가지도록 개질하는 기술이다.
- [0013] 상기한 인용문헌1의 경우에는 금속소재인 사출금형의 표면을 이온빔을 조사하여 연마하는 방법을 제공하기 위한 기술이고, 인용문헌2의 경우에는 연마 및 연삭성이 우수한 렌즈 성형용 수지를 제공하기 위한 기술이며, 인용문헌3의 경우에는 자동차의 내외장용 플라스틱 부품 표면에 이온빔을 조사하여 상기 표면을 광택 나게 개질하는 방법을 제공하기 위한 기술이다.
- [0014] 하지만, 후술하는 본 발명은 PMMA 소재 표면에 대면적 전자빔을 조사하여 PMMA 표면을 폴리싱하는 기술이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, PMMA 소재 표면에 대면적 전자빔을 조사하여 PMMA 표면을 폴리싱함으로써, PMMA 소재의 투명도가 개선되도록 한 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법은, (a) PMMA 소재의 표면에 전자빔이 조사될 수 있도록 상기 PMMA 소재를 작업대에 배치시키는 단계와; (b) 상기 PMMA 소재의 표면에 상기 전자빔이 조사될 수 있도록 전자빔이 방사되는 전자빔장치를 배치시키는 단계와; (c) 상기 전자빔장치를 동작시켜 상기 PMMA 소재 표면에 전자빔을 조사하여 상기 PMMA 소재 표면을 폴리싱하는 단계;를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 에너지 강도는 $4J/cm^2$ 이상이고, 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 조사는 4회 이상 실시하며, 상기 단계 (c)에서 상기 폴리싱이 실시되기 위한 상기 전자빔의 펄스 지속시간은 $2\mu s$ 이하이다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시예에 따르면, PMMA 소재의 표면에 전자빔을 조사하여 폴리싱함으로써, PMMA 소재의 표면의 투명도를 획기적으로 개선할 수 있게 되었다.
- [0019] 따라서 투명도를 필요로 하는 다양한 전자부품(예컨대, 투명기관)에 널리 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법이 적용된 전자총의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법을 순차적으로 설명한 순서도이다.
- 도 3은 PMMA 소재에 조사되는 전자빔의 형태를 나타내 보인 개념도이다.

도 4의 (a) 내지 (d)는 전자빔을 조사해서 폴리싱한 각각의 PMMA 소재의 사진이다.

도 5는 PMMA 소재에 대한 자외선(UV) 투과율 시험 결과 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0022] 도 1에는 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법이 적용된 전자총의 개략적인 단면도가 도시되어 있다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법이 적용된 전자총(10)은, 진공 챔버 내에 미량으로 투입된 아르곤 가스를 플라즈마화 하여 펄스상의 대면적에서 고출력인 전자빔을 발생시키는 EEE(Explosive Electron Emission) 방식의 전자총이다.
- [0024] 상기한 EEE 방식의 전자총은 순간적으로 큰 에너지를 창출하고 순식간에 PMMA 소재의 표면 온도를 상승시킬 수 있다.
- [0025] 이러한 EEE 방식의 전자총을 적용하여 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법을 설명한다.
- [0026] 도 2에는 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법을 순차적으로 설명한 순서도가 도시되어 있다.
- [0027] 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 대면적 전자빔 조사를 통한 PMMA 소재 투명도 증진방법을 설명하면, 우선, PMMA 소재의 표면에 전자빔이 조사될 수 있도록 PMMA 소재를 진공챔버(20) 내의 작업대(14)에 배치시킨다.(단계 110)
- [0028] 이어서, 상기 PMMA 소재의 표면에 전자빔이 조사될 수 있도록 전자빔 조사가 가능한 전술한 대면적 전자빔 조사 장치인 EEE 방식의 전자총(10)을 배치시킨다.(단계 120)
- [0029] 그리고 상기 전자총(10)을 후술하는 바와 같이 동작시켜 PMMA 소재의 표면에 전자빔을 조사하여 PMMA 소재 표면을 폴리싱한다.(단계 130)
- [0030] 실시 예
- [0031] 도 1을 다시 참조하면, PMMA 소재를 진공챔버(20)의 작업대(14)에 설치하여 0.03Pa 정도까지 진공배기한 후, 아르곤(Ar) 가스를 주입하여 진공도를 0.05Pa 정도로 유지한다.
- [0032] 또한 진공챔버(20) 외부에 장착된 솔레노이드 코일(11)에 펄스 전류를 흘리고, 자장인가에 의해 진공챔버(20) 내의 전자를 이용하여 플라즈마를 발생 유지한다.
- [0033] 그리고 충분한 플라즈마가 생긴 후에는, 애노드(13)에 전원을 인가하고, 캐소드(12)에 고전압을 인가하면 폭발적으로 전자가 발생하고, 인가한 전압에 대응하여 전자는 가속된다.
- [0034] 이때 전자총(10)을 둘러싸는 자장속을 전자가 통과해 가기 때문에 로렌츠힘에 의해 전자의 궤도는 스파이럴(spiral) 모양이 되고, PMMA 소재에 도달하는 전자는 상면 방향에서 말려들어 가도록 조사된다.
- [0035] 도 3에는 상기와 같이 조사되는 전자빔의 형태가 도시되어 있다.
- [0036] 도 3에서 전자빔 직경은 대략 60mm 정도로 피크 전류는 40kA에 달하고 넓은 범위를 단시간에 처리하는 것이 가능하며, 매우 높은 전류밀도를 가지고 전자빔이 조사된다.
- [0037] 또한 상기한 폴리싱 조건은 상기 전자총(10)에 구비된 제어부(미도시)의 제어에 의해 실시되는 것은 물론이다.
- [0038] 그리고 도 4의 (a)는 전자총(10)을 이용하여, 전자빔의 에너지 강도가 4J/cm²의 전자빔을 2회 조사해서 폴리싱한 PMMA 소재의 시험 샘플 사진이다.
- [0039] 또한 도 4의 (b)는 전자빔의 에너지 강도가 4J/cm²의 전자빔을 10회 조사해서 폴리싱한 PMMA 소재의 시험 샘플 사진이며, 도 4의 (c)는 전자빔의 에너지 강도가 4J/cm²의 전자빔을 15회 조사해서 폴리싱한 PMMA 소재의 시험 샘플 사진이고, 도 4의 (d)는 전자빔의 에너지 강도가 4J/cm²의 전자빔을 20회 조사해서 폴리싱한 PMMA 소재의

시험 샘플 사진이다.

- [0040] 도 4의 각 시험 샘플 사진을 보면, 도 4의 (a)의 경우에는 PMMA 소재의 불투명도가 개선이 되지 않음을 알 수 있다.
- [0041] 반면, 도 4의 (b) 내지 (d)의 경우에는 PMMA 소재의 불투명도가 분명하게 개선이 되었음을 알 수 있다.
- [0042] 따라서, 상기 전자총(10)으로부터 방사되는 전자빔을 통해 PMMA 소재의 폴리싱 조건에 부합되기 위한 전자빔의 에너지 강도는 $4J/cm^2$ 이상이어야 하고, 전자빔의 조사는 4회 이상 실시하여야 함을 알 수 있다.
- [0043] 이때, 전자빔의 펄스 지속시간(pulse duration)은 $2\mu sec$ 이하로 하였다.
- [0044] 특히, 도 4의 각 시험 샘플 사진에서 보이는 각 PMMA 소재의 좌측 부분은 상기한 전자빔을 조사한 상태이고, 우측은 전자빔이 아닌 다른 가공방법(예컨대, 이온빔이나 방사선 조사)에 의해 가공된 상태이다.
- [0045] 도 5는 전자빔을 조사한 PMMA 소재에 대하여 자외선 투과율 시험(UV ray transmission rate) 결과를 그래프로 나타내 보인 것이다.
- [0046] 도 5에서 보이는 바와 같이, 자외선($200nm \sim 2,000nm$) 투과율이 20% 이상 증대되기 위해서는 전자빔의 조사를 4회 이상 실시하여야 함을 알 수 있다.
- [0047] 즉, 본 출원인의 시험에 따르면, 전자빔의 에너지 강도를 $4J/cm^2$ 이상으로 하고, 전자빔의 조사를 4회 이상 실시하여야만 자외선 투과율이 20% 이상 증대되어 전술한 도 4의 (b) 내지 (d)의 시험 샘플 사진에서와 같이 투명도(transparency)가 개선됨을 알았다.
- [0048] 다시 말해서, PMMA 소재의 투명도가 개선되기 위해서는 에너지 강도가 $4J/cm^2$ 이상이어야 하고, 전자빔의 조사는 4회 이상 실시하여야 함을 알 수 있다.
- [0049] 또한 보다 높은 에너지로 전자빔을 방사한 PMMA 소재가 보다 선명하게 글자가 보인다는 것을 시험을 통해 알 수 있었다. 즉, PMMA 소재에 대하여 보다 높은 에너지로 전자빔이 조사되면 보다 높은 투과도를 얻을 수 있다는 결과를 얻을 수 있다.
- [0050] 아래의 표 1은 표면거칠기 측정기를 사용하여 도 4의 PMMA 소재의 표면거칠기 정도를 측정된 것이다.

표 1

	평균	Ra(μm)	Rv(μm)	△Ra(μm)
10회	visible	0.327	3.448	0.121
	invisible	0.478	4.769	
15회	visible	0.345	2.232	0.151
	invisible	0.466	4.876	
20회	visible	0.314	1.915	0.170
	invisible	0.484	4.641	

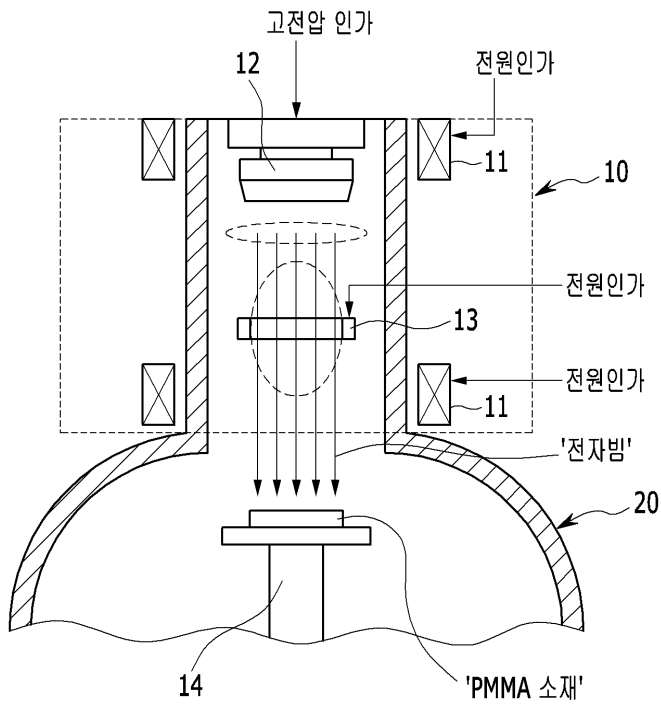
- [0052] 위 표 1에 기재된 바와 같이, 전자빔을 사용하지 않은 PMMA 소재의 우측 표면(invisible 부분)은 약 $0.5Ra$ 값으로 측정되고, 전자빔을 사용한 PMMA 소재의 좌측 표면(visible 부분)은 약 $0.3Ra$ 값으로 측정된다.
- [0053] 그리고 표 1에서 보다 높은 에너지가 적용된 PMMA 소재가 보다 높은 ΔRa 값이 측정됨을 알 수 있다. 이는 보다 높은 전자빔 에너지가 PMMA 소재의 표면의 투명도를 개선할 수 있음을 증명하는 것이다.
- [0054] 그러나, 상기한 높은 ΔRa 값은 형태의 변형(deformation)을 발생시킬 수도 있다. 따라서 적절한 에너지의 전자빔이 조사되는 것이 바람직하여, 전자빔의 조사는 4~10회 실시하는 것이 바람직하다.
- [0055] 상술한 바와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

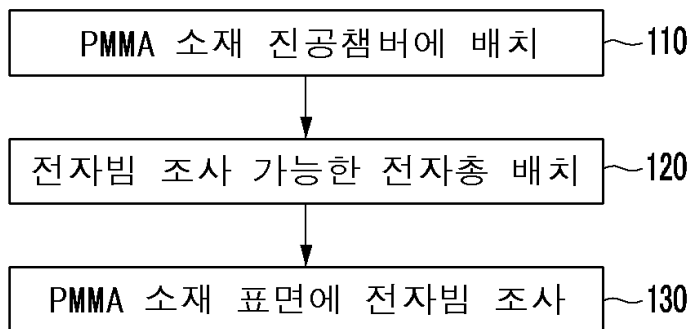
- [0056] 10 : 전자총
- 11 : 솔레노이드 코일
- 12 : 캐소드
- 13 : 애노드
- 14 : 작업대
- 20 : 진공챔버

도면

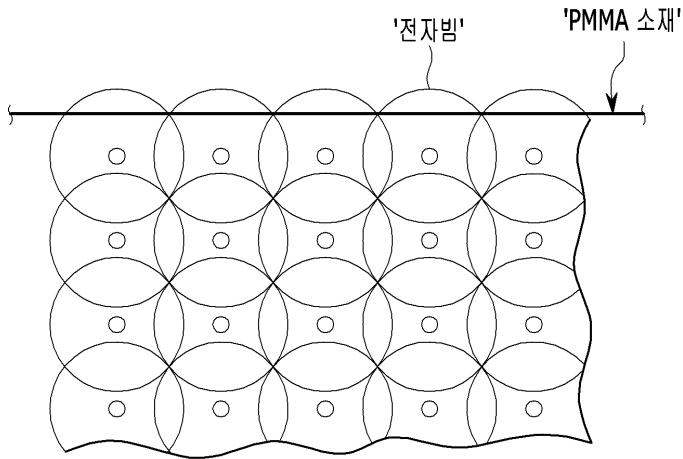
도면1



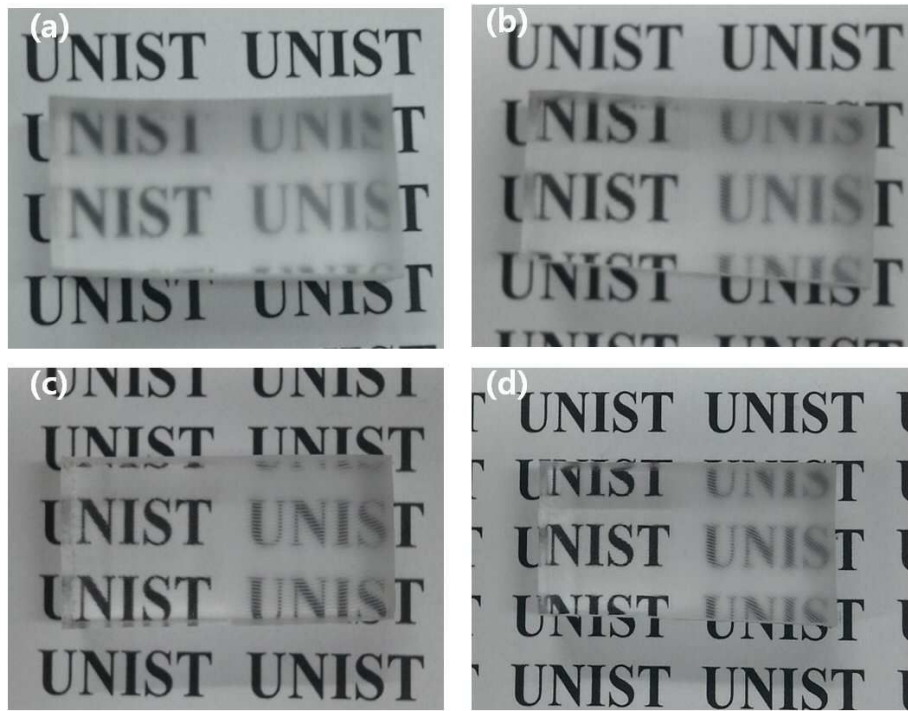
도면2



도면3



도면4



도면5

