



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0174810
(43) 공개일자 2023년12월29일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>C09D 5/18</i> (2006.01) <i>B05D 1/02</i> (2006.01)
 <i>B05D 7/00</i> (2006.01) <i>C08K 3/22</i> (2006.01)
 <i>C09D 183/04</i> (2006.01) <i>C09D 7/61</i> (2018.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>C09D 5/18</i> (2013.01)
 <i>B05D 1/02</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-0075892
 (22) 출원일자 2022년06월22일
 심사청구일자 2022년06월22일</p> | <p>(71) 출원인
 창원대학교 산학협력단
 경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)</p> <p>(72) 발명자
 구본흔
 경남 창원시 성산구 원이대로 495
 우진주
 대구 달성군 논공읍 남리길 48</p> <p>(74) 대리인
 김중석</p> |
|---|---|

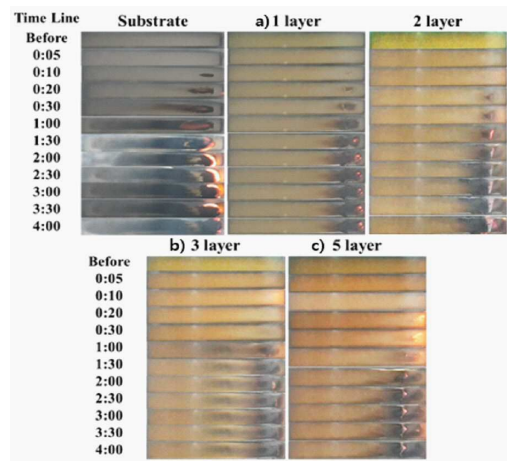
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법

(57) 요약

본 발명은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 난연 효과를 향상시키기 위해 PVC용 난연 도료 내의 무기계 난연제인 수산화마그네슘과 수산화알루미늄의 첨가량 및 코팅 시 적층 순서를 조절하여 스프레이 코팅 공정법을 통해 2층으로 적층한 코팅층 및 이의 형성 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도16



(52) CPC특허분류

B05D 7/534 (2013.01)

B05D 7/56 (2013.01)

C09D 183/04 (2013.01)

C09D 7/61 (2018.01)

C08K 2003/2224 (2013.01)

C08K 2003/2227 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345331695
과제번호	2018R1A6A1A03024509
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	신소재 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제1 코팅층; 및
수산화마그네슘이 포함된 난연 도료를 포함하는 제2 코팅층
을 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진; 희석제; 경화제; 접착 보강제를 포함한 것을 특징
으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는
실리콘계레진 12 중량부 대비 희석제 6 내지 14 중량부, 경화제 1 내지 7 중량부 접착보강제 4 내지 10 중량부
인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 4

제 2항에 있어서,
상기 수산화마그네슘은 실리콘계레진 12 중량부 대비 5 내지 11 중량부인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료
코팅층.

청구항 5

제 2항에 있어서,
상기 수산화알루미늄은 실리콘계레진 12 중량부 대비 1 내지 7 중량부인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료
코팅층.

청구항 6

제 1항에 있어서,
상기 제2 코팅층의 표면 거칠기가 2 내지 5 μm 인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제2 코팅층의 전체 면적 대비 크랙 발생 면적율이 2 내지 5%인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 제2 코팅층이 타기 시작하는 시간이 점화 시작 후 10초 내지 60초 인 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 난연도료 코팅층은

상기 제 1 코팅층 및 상기 제 2코팅층으로 이루어진 Layer가 2 내지 3 Layer로 적층된 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층.

청구항 10

PVC 표면의 일부 내지 전체에 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제1 코팅 단계;

상기 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제1 코팅층 을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제1 건조 단계;

상기 제1 코팅층 상에 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제2 코팅 단계; 및

상기 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제2 코팅층 을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제2 건조 단계;를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 제1 및 제2 코팅 단계는

스프레이 코팅 공정법에 의하여, 분사 압력 1 내지 3 bar로 분사되어 1회에 3 내지 6초간 2 내지 4회 분사되어 코팅되는 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법.

청구항 12

제 10항에 있어서,

상기 코팅층 형성 방법을 2 내지 3회 반복하여

상기 제1 코팅층 및 상기 제 2 코팅층으로 이루어진 Layer을 2 내지 3 Layer로 적층하는 것을 특징으로 하는 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 난연 효과를 향상시키기 위해 PVC용 난연 도료 내의 무기계 난연제인 수산화마그네슘과 수산화알루미늄의

[0001]

첨가량 및 코팅 시 적층 순서를 조절하여 스프레이 코팅 공정법을 통해 2층으로 적층한 코팅층 및 이의 형성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 소방청에서 발표한 화재통계연보에 따르면 연간 화재로 인한 평균 사망자 수는 250명 이상 발생하고 있으며, 이중에는 연기로 인한 질식사자가 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 피해를 줄이기 위해 인화성 자재에 난연성을 부여하는 연구가 전 세계적으로 진행되고 있는 추세이다.
- [0004] 화재 현장에서는 화염(Flame), 유독성(Toxicity), 연기(Smoke)의 세 가지 위험에 직면하게 되는데 이를 FTS라 한다. 효과적인 난연이란 이 세 가지 위험에서 신체를 보호하거나 대피할 수 있는 시간을 확보해 주는 것을 뜻한다. 기존에 사용되고 있는 인화성 자재들인 목재, 플라스틱, 모직물 등은 화재 발생 시 유독가스를 유발하며, 화재 확산 속도가 빠르다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 화재의 확산 속도를 지연시키고, 독성 가스 발생을 줄이기 위해 인화성 자재의 난연 성능을 향상시킬 수 있는 해결책이 필요한 실정이다.
- [0005] 인화성 자재의 난연 성능을 향상시키기 위해서는 난연 재료를 사용하거나 기존의 인화성 자재에 난연 코팅을 통해 난연 성능을 향상시키는 방법을 사용한다. 난연 재료를 사용하는 방법은 주로 플라스틱이나 목재 등의 자재나 재료의 제조 시에 사용되는 방법으로 난연성능이 있는 난연제를 공정과정에서 첨가제로 넣어 난연성이 부여된 난연 재료를 만드는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법은 제작된 재료 자체에 별도의 후처리 없이 난연성을 부여할 수 있다는 장점이 있지만 과도한 난연제 첨가는 재료 자체의 기계적 성능이 떨어질 수 있다는 문제점이 있다.
- [0006] 난연 코팅을 통해 난연 성능을 향상시키는 방법은 목재, 플라스틱, 모직물 등의 인화성 자재에 딥 코팅인 침지 방법, 롤 코팅, 브러쉬 코팅, 스프레이 코팅 등을 활용하여 난연 성능이 있는 코팅액을 인화성 자재에 코팅하여 난연 성능을 부여하는 방법이다. 이러한 방법은 기존에 사용하고 있는 자재를 교체할 필요 없이 그대로 사용 가능하지만 공정 과정이 늘어난다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법을 통해 인화성 자재의 난연 성능을 향상시킬 수 있는 스프레이 코팅 공정 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 본 발명의 기재로부터 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명은 수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제1 코팅층; 및 수산화마그네슘이 포함된 난연도료를 포함하는 제2 코팅층을 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층을 제공한다.
- [0013] 본 발명에 있어서, 상기 제1코팅층 및 제2코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진; 희석제; 경화제; 접착 보강제를 포함된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명에 있어서, 상기 제1코팅층 및 제2코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진 12 중량부 대비 희석제 6 내지 14 중량부, 경화제 1 내지 7 중량부 접착보강제 4 내지 10 중량부인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 상기 수산화마그네슘은 실리콘계레진 12 중량부 대비 5 내지 11 중량부인 것을 특징으로 한

다.

- [0016] 본 발명에 있어서, 상기 수산화알루미늄은 실리콘계레진 12 중량부 대비 1 내지 7 중량부인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 제2 코팅층의 표면 거칠기가 2 내지 5 μm 인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 제2 코팅층의 전체 면적 대비 크랙 발생 면적율이 2 내지 5%인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 상기 제2 코팅층이 타기 시작하는 시간이 점화 시작 후 10초 내지 60초 인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 있어서, 상기 난연도료 코팅층은 상기 제 1 코팅층 및 상기 제 2코팅층으로 이루어진 Layer가 2 내지 3 Layer로 적층된 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명은 PVC 표면의 일부 내지 전체에 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제1 코팅 단계; 상기 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제1 코팅층 을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제1 건조 단계; 상기 제1 코팅층 상에 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제2 코팅 단계; 및 상기 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제2 코팅층 을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제2 건조 단계;를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법을 제공한다.
- [0022] 본 발명에 있어서, 상기 제1 및 제2 코팅 단계는 스프레이 코팅 공정법에 의하여, 분사 압력 1 내지 3 bar로 분사되어 1회에 3 내지 6초간 2 내지 4회 분사되어 코팅되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명에 있어서, 상기 코팅층 형성 방법을 2 내지 3회 반복하여 상기 제1 코팅층 및 상기 제 2 코팅층으로 이루어진 Layer를 2 내지 3 Layer로 적층하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 상기 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법에 언급된 모든 사항은 모순되지 않는 한 동일하게 적용된다.
- [0025] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

발명의 효과

- [0027] 상기 과제의 해결 수단에 의해, 본 발명은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층 및 이의 형성 방법을 통해 인화성 자재의 난연 성능을 향상시킬 수 있는 스프레이 코팅 공정 방법을 제공할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 비교예 1에 따른 접착보강제 첨가량의 변화에 따른 스프레이 코팅 표면의 OM 이미지이다.
- 도 2는 비교예 1에 따른 접착보강제 첨가량의 변화에 따른 표면 거칠기/크랙 면적율을 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 비교예 2에 따른 희석제 첨가량의 변화에 따른 스프레이 코팅 표면의 OM 이미지이다.
- 도 4는 비교예 2에 따른 희석제 첨가량의 변화에 따른 표면 거칠기/크랙 면적율을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 비교예 3에 따른 경화제 첨가량의 변화에 따른 스프레이 코팅 표면의 OM 이미지이다.
- 도 6은 비교예 3에 따른 경화제 첨가량의 변화에 따른 표면 거칠기/크랙 면적율을 나타내는 그래프이다.
- 도 7는 비교예 4에 따른 수산화마그네슘 첨가량에 따른 TGA 그래프이다.
- 도 8은 비교예 4에 따른 수산화마그네슘 첨가량의 변화에 따른 스프레이 코팅 표면의 OM 이미지이다.
- 도 9는 비교예 4에 따른 수산화마그네슘 첨가량의 변화에 따른 표면 거칠기/크랙 면적율을 나타내는 그래프이다.

도 10은 비교예 4에 따른 수산화마그네슘 첨가량의 영향에 따른 Flame Retardant Test 결과를 나타내는 이미지이다.

도 11은 비교예 5에 따른 수산화알루미늄 첨가량에 따른 TGA 그래프이다.

도 12는 비교예 5에 따른 수산화알루미늄 첨가량의 변화에 따른 스프레이 코팅 표면의 OM 이미지이다.

도 13은 비교예 5에 따른 수산화알루미늄 첨가량의 변화에 따른 표면 거칠기/크랙 면적율을 나타내는 그래프이다.

도 14는 비교예 5에 따른 수산화알루미늄 첨가량의 영향에 따른 Flame Retardant Test 결과를 나타내는 이미지이다.

도 15은 비교예 6에 따른 무기계 난연제 적층 순서에 따른 Flame Retardant Test 결과를 나타내는 이미지이다.

도 16은 비교예 7에 따른 코팅층의 적층 수에 따른 Flame Retardant Test 결과를 나타내는 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당하는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0032] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0033] 수치 범위는 상기 범위에 정의된 수치를 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최대의 수치 제한은 낮은 수치 제한이 명확히 쓰여 있는 것처럼 모든 더 낮은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최소의 수치 제한은 더 높은 수치 제한이 명확히 쓰여 있는 것처럼 모든 더 높은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 수치 제한은 더 좁은 수치 제한이 명확히 쓰여 있는 것처럼, 더 넓은 수치 범위 내의 더 좋은 모든 수치 범위를 포함할 것이다.
- [0035] 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층
- [0036] 본 발명은 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층에 관한 것으로서, 수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제1 코팅층 및 수산화마그네슘이 포함된 난연 도료를 포함하는 제2 코팅층을 포함한다. 바람직하게 상기 제1 코팅층은 PVC 상에 형성되며, 상기 제2 코팅층은 PVC 상에 형성된 제1 코팅층 상에 형성된다.
- [0037] 상기 제 1 코팅층 및 제 2 코팅층이 형성된 PVC가 연소 시 상기 제 1 및 제 2 코팅층에 있는 수산화마그네슘 및 수산화알루미늄이 분해되어 코팅층의 표면에서는 흡열반응을 기체상에서는 산소의 접근을 방지하여 난연 효과를 나타낼 수 있다.
- [0038] 상기 수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제 1 코팅층보다 상기 수산화마그네슘이 포함된 난연 도료를 포함하는 제 2 코팅층이 먼저 연소 시 불에 타는 코팅층의 면적이 적으며, 상기 수산화마그네슘이 상기 수산화알루미늄에 비해 열적안정성이 더 높기 때문에 제 2코팅층이 제 1코팅층 표면 위에 적층되어 기체상에 가깝게 형성되는 것이 난연성이 더 우수할 수 있다.
- [0039] 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진, 희석제, 경화제, 접착 보강제를 포함한다. 바람직하게 상기 희석제는 우레탄 신나, 상기 경화제는 티타늄 부톡시드, 상기 접착보강제는 케논-알데히드 응축 수지일 수 있다.
- [0040] 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진 12 중량부 대비 희석제 6 내지 14 중량부, 경화제 1 내지 7 중량부 접착보강제 4 내지 10 중량부인 것일 수 있다.

- [0041] 상기 실리콘계레진이 상기 중량부보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 중량부보다 많이 포함될 경우 크랙 결함 발생률이 높아져 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0042] 상기 접착보강제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 코팅 도료가 제대로 코팅되지 않아 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0043] 상기 희석제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우, 코팅층 내에서 용매가 휘발되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0044] 상기 경화제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층에서 주름 및 지지미 결함이 발생할 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 과도한 경화제로 인한 매우 높은 과도막 발생으로 인해 코팅층 내부에 부위 별 응력의 차이가 발생하여 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0045] 상기 수산화마그네슘은 실리콘계레진 12 중량부 대비 5 내지 11 중량부 수 있으며, 바람직하게는 5 내지 7g일 수 있다. 상기 범위보다 적게 포함될 경우 600℃의 고온에서 쉽게 분해될 수 있으며, 고온에서 열적 안정성이 낮을 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 난연 도료 내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어 코팅되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 커질 수 있다.
- [0046] 상기 수산화알루미늄은 실리콘계레진 12 중량부 대비 1 내지 7 중량부일 수 있으며, 바람직하게는 3 내지 5g일 수 있다. 상기 범위보다 적게 포함될 경우 600℃의 고온에서 쉽게 분해될 수 있으며, 고온에서 열적 안정성이 낮을 수 있다. 수산화알루미늄이 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 난연 도료 내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어 코팅되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 커질 수 있으며 연소 시 코팅층의 수축률이 커져 코팅층의 박리가 빠르게 나타날 수 있다.
- [0047] 상기 제2 코팅층의 표면 거칠기가 2 내지 5 μm 일 수 있다. 상기 표면 거칠기가 상기 범위보다 높게 나타날 경우, 코팅층이 형성된 PVC에 결함이 발생할 수 있다.
- [0048] 상기 제2 코팅층의 전체 면적 대비 크랙 발생 면적율이 2 내지 5%일 수 있다. 상기 크랙 발생 면적율이 상기 범위보다 높게 나타날 경우, 코팅층이 형성된 PVC에 결함이 발생할 수 있다.
- [0049] 상기 제2 코팅층이 타기 시작하는 시간이 점화 시작 후 10초 내지 60초 일 수 있다. 상기 코팅층이 타면서 코팅층에 있던 상기 수산화마그네슘과 상기 수산화알루미늄이 분해되어 상기 코팅층 표면에서는 흡열반응이 나타나며, 기체상에서는 산소의 접근을 방지하여 난연 효과를 나타낼 수 있다.
- [0050] 상기 난연 도료 코팅층은 상기 제 1 코팅층 및 상기 제 2코팅층으로 이루어진 Layer가 2 내지 3 Layer로 적층된 것일 수 있으며, 바람직하게는 2 Layer로 적층된 것일 수 있다. 2 Layer 초과로 적층될 경우, 적층수가 많아져 코팅층이 두꺼워질수록 코팅층의 수축률이 증가하며, 이로 인해 코팅층의 박리 현상이 일어날 수 있다.
- [0052] 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법
- [0053] 본 발명은 무기계 난연제를 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 무기계 난연제를 포함하는 PVC용 난연 도료 코팅층은 수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제1 코팅층 및 수산화마그네슘 포함된 난연 도료를 포함하는 제2 코팅층을 포함한다. 바람직하게 상기 제1 코팅층은 PVC 상에 형성되며, 상기 제2 코팅층은 PVC 상에 형성된 제1 코팅층 상에 형성된다.
- [0054] 상기 제 1 코팅층 및 제 2 코팅층이 형성된 PVC가 연소 시 상기 제 1 및 제 2 코팅층에 있는 수산화마그네슘 및 수산화알루미늄이 분해되어 코팅층의 표면에서는 흡열반응을 기체상에서는 산소의 접근을 방지하여 난연 효과를 나타낼 수 있다.
- [0055] 상기 수산화알루미늄이 포함된 난연 도료를 포함하는 제 1 코팅층보다 상기 수산화마그네슘이 포함된 난연 도료를 포함하는 제 2 코팅층이 먼저 연소 시 불에 타는 코팅층의 면적이 적으며, 상기 수산화마그네슘이 상기 수산화알루미늄에 비해 열적안정성이 더 높기 때문에 제 2코팅층이 제 1코팅층 표면 위에 적층되어 기체상에 가깝게 형성되는 것이 난연성이 더 우수할 수 있다.

- [0056] 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진, 회석제, 경화제, 접착 보강제를 포함한다. 바람직하게 상기 회석제는 우레탄 신나, 상기 경화제는 티타늄 부톡시드, 상기 접착보강제는 케논-알데히드 응축 수지일 수 있다.
- [0057] 상기 제1 코팅층 및 제2 코팅층의 난연 도료는 실리콘계레진 12 중량부 대비 회석제 6 내지 14 중량부, 경화제 1 내지 7 중량부 접착보강제 4 내지 10 중량부인 것일 수 있다.
- [0058] 상기 실리콘계레진이 상기 중량부보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 중량부보다 많이 포함될 경우 크랙 결함 발생률이 높아져 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0059] 상기 접착보강제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 코팅 도료가 제대로 코팅되지 않아 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0060] 상기 회석제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층의 뭉침이 심하게 나타나 크랙 결함이 나타날 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우, 코팅층 내에서 용매가 휘발되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0061] 상기 경화제가 상기 범위보다 적게 포함될 경우 코팅층에서 주름 및 지지미 결함이 발생할 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 과도한 경화제로 인한 매우 높은 과도막 발생으로 인해 코팅층 내부에 부위 별 응력의 차이가 발생하여 표면 거칠기가 급격하게 커질 수 있다.
- [0062] 상기 수산화마그네슘은 실리콘계레진 12 중량부 대비 5 내지 11 중량부 수 있으며, 바람직하게는 5 내지 7g일 수 있다. 상기 범위보다 적게 포함될 경우 600℃의 고온에서 쉽게 분해될 수 있으며, 고온에서 열적 안정성이 낮을 수 있으며, 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 난연 도료 내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어 코팅되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 커질 수 있다.
- [0063] 상기 수산화알루미늄은 실리콘계레진 12 중량부 대비 1 내지 7 중량부일 수 있으며, 바람직하게는 3 내지 5g일 수 있다. 상기 범위보다 적게 포함될 경우 600℃의 고온에서 쉽게 분해될 수 있으며, 고온에서 열적 안정성이 낮을 수 있다. 수산화알루미늄이 상기 범위보다 많이 포함될 경우 스프레이 코팅 시 난연도료 내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어 코팅되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 커질 수 있으며 연소 시 코팅층의 수축률이 커져 코팅층의 박리가 빠르게 나타날 수 있다.
- [0064] 상기 제2 코팅층의 표면 거칠기가 2 내지 5 μm 일 수 있다. 상기 표면 거칠기가 상기 범위보다 높게 나타날 경우, 코팅층이 형성된 PVC에 결함이 발생할 수 있다.
- [0065] 상기 제2 코팅층의 전체 면적 대비 크랙 발생 면적율이 2 내지 5%일 수 있다. 상기 크랙 발생 면적율이 상기 범위보다 높게 나타날 경우, 코팅층이 형성된 PVC에 결함이 발생할 수 있다.
- [0066] 상기 제2 코팅층이 타기 시작하는 시간이 점화 시작 후 10초 내지 60초 일 수 있다. 상기 코팅층이 타면서 코팅층에 있던 상기 수산화마그네슘과 상기 수산화알루미늄이 분해되어 상기 코팅층 표면에서는 흡열반응이 나타나며, 기체상에서는 산소의 접근을 방지하여 난연 효과를 나타낼 수 있다.
- [0067] 상기 난연도료 코팅층은 상기 제 1 코팅층 및 상기 제 2코팅층으로 이루어진 Layer가 2 내지 3 Layer로 적층된 것일 수 있으며, 바람직하게는 2 Layer로 적층된 것일 수 있다. 2 Layer 초과로 적층될 경우, 적층수가 많아져 코팅층이 두꺼워질수록 코팅층의 수축률이 증가하며, 이로 인해 코팅층의 박리 현상이 일어날 수 있다.
- [0068] 본 발명의 PVC용 난연 도료 코팅층의 형성 방법은 PVC 표면의 일부 내지 전체에 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제1 코팅 단계, 상기 수산화알루미늄이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제1 코팅층을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제1 건조 단계, 상기 제1 코팅층 상에 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료를 코팅하는 제2 코팅 단계 및 상기 수산화마그네슘이 포함된 PVC용 난연 도료가 코팅된 제2 코팅층을 55 내지 65℃에서 10 내지 60 분간 건조시키는 제2 건조 단계를 포함한다.
- [0069] 상기 제1 및 제2 코팅 단계는 스프레이 코팅 공정법에 의하여, 분사 압력 1 내지 3 bar로 분사되어 1회에 3 내지 6초간 2 내지 4회 분사되어 코팅될 수 있다. 바람직하게는 분사 압력 2 bar로 분사되어 1회에 5초간 3회 분사되어 코팅될 수 있다. 상기 분사 압력 및 상기 분사 시간 이상으로 분사될 경우, 코팅층의 표면이 고르게 나타나지 않아 크랙 결함이 발생할 수 있다.

[0070] 상기 코팅층 형성 방법을 2 내지 3회 반복하여 상기 제1 코팅층 및 상기 제 2 코팅층으로 이루어진 Layer을 2 내지 3 Layer로 적층할 수 있으며, 바람직하게는 2 Layer로 적층할 수 있다. 2 Layer 초과로 적층할 경우, 적층수가 많아져 코팅층이 두꺼워질수록 코팅층의 수축률이 증가하며, 이로 인해 코팅층의 박리 현상이 일어날 수 있다.

[0071] 이하에서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 기술하나, 하기 실시예에 의해 본 발명이 한정되지 아니함은 자명하다.

[실시예 1] 난연 도료 제조 및 이를 이용한 PVC상의 코팅층 형성

[0074] 본 발명의 실시예 1의 난연도료는 실리콘계레진 12g, 희석제인 우레탄 신나 10g, 경화제인 TnBT 5g, 접착보강제인 케논-알데히드 응축 수지 8g를 포함하고, 제 1코팅층 형성에 사용할 난연 도료에는 난연제인 수산화알루미늄 $[Al(OH)_3]$ 5g를 추가하였고, 제 2코팅층 형성에 사용할 난연 도료에는 난연제인 수산화마그네슘 $[Mg(OH)_2]$ 7g를 추가하였다.

[0075] 접착 보강제와 희석제를 200rpm에서 30분간 magnetic bar를 이용하여 교반기로 교반시켜 접착 보강제가 잘 녹도록 혼합시킨 뒤 실리콘계 레진, 경화제, 난연제를 넣고 동일하게 200rpm에서 2시간 동안 교반기로 교반시켜 모든 물질이 잘 혼합시켜 상기 난연 도료를 제작하였다.

[0076] 상기와 같이 제조된 난연 도료를 스프레이 코팅 공정을 통해 시편 상에 스프레이 분사 압력은 2 bar, 상온의 온도에서 분사 횟수는 1회에 5초간 분사하는 것을 총 3회 반복하여 코팅을 진행하였다.

[0077] 상기 코팅 공정을 통해 PVC상에는 $Al(OH)_3$ 가 포함된 제 1코팅층 및 $Mg(OH)_2$ 가 포함된 제 2코팅 순서로 2 Layer로 적층하여 코팅층을 형성하였다.

[0078] 상기 시편은 열가소성 폴리스틱인 PVC(polyvinyl choride)를 사용하였으며, 시편의 크기는 가로 13mm, 세로 125mm, 두께 3mm로 가공하였다. 모든 시편은 스프레이 코팅을 진행하기 전에 시편의 표면의 먼지 및 이물질을 제거하기 위해 우레탄 신나, 에탄올, 증류수 순으로 각각 10분씩 초음파 세척한 뒤 건조하여 시편을 준비하였다.

[비교예 1]

[0081] 실시예 1과 같은 방법으로 난연 도료를 제조하되, 실리콘계레진 12g, 희석제인 우레탄 신나 10g, 경화제인 TnBT 5g 및 난연제인 $Mg(OH)_2$ 5g를 이용하며, 하기 [표 1] 과 같이 접착보강제인 케논-알데히드 응축 수지 첨가량을 다르게 하여 난연 도료를 제조하였다. 제조된 난연 도료를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 PVC시편 위에 코팅하되, $Mg(OH)_2$ 난연제를 포함하는 코팅층으로 1 Layer만 형성하였다.

표 1

	a	b	c
접착보강제 첨가량	4g	6g	10g

[비교예 2]

[0085] 실시예 1과 같은 방법으로 난연 도료를 제조하되, 실리콘계레진 12g, 경화제인 TnBT 5g, 접착보강제인 케논-알데히드 응축 수지 8g 및 난연제인 $Mg(OH)_2$ 5g를 이용하며, 하기 [표 3]과 같이 희석제인 우레탄 신나의 첨가량을 다르게 하여 난연 도료를 제조하였다. 제조된 난연 도료를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 PVC시편 위에 코팅하되, $Mg(OH)_2$ 난연제를 포함하는 코팅층으로 1 Layer만 형성하였다.

표 2

	a	b	c	d
희석제 첨가량	6g	8g	12g	14g

[0088] [비교예 3]

[0089] 실시예 1과 같은 방법으로 난연 도료를 제조하되, 실리콘계레진 12g, 희석제인 우레탄 신나 10g, 접착보강제인 케논-알데히드 응축 수지 8g 및 난연제인 $Mg(OH)_2$ 5g을 이용하며, 하기 [표 3]와 같이 경화제인 TnBT의 첨가량을 다르게 하여 난연 도료를 제조하였다. 제조된 난연 도료를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 PVC시편 위에 코팅하되, $Mg(OH)_2$ 난연제를 포함하는 코팅층으로 1 Layer만 형성하였다.

표 3

	a	b	c
경화제 첨가량	1g	3g	7g

[0092] [비교예 4]

[0093] 실시예 1과 같은 방법으로 난연 도료를 제조하되, 실리콘계레진 12g, 희석제인 우레탄 신나 10g, 경화제인 TnBT 5g, 접착보강제인 케논-알데히드 응축 수지 8g를 이용하며, 난연제는 $Mg(OH)_2$ 만 사용하되, [표 4]와 같이 수산화마그네슘 첨가량을 다르게 하여 난연 도료를 제조하였다. 제조된 난연 도료를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 PVC시편 위에 코팅하되, $Mg(OH)_2$ 난연제를 포함하는 코팅층으로 1 Layer만 코팅층을 형성하였다.

표 4

	a	b	c	d	e	f
수산화마그네슘 첨가량	0g	1g	3g	5g	9g	11g

[0096] [비교예 5]

[0097] 실시예 1과 같은 방법으로 난연 도료를 제조하되, 실리콘계레진 12g, 희석제인 우레탄 신나 10g, 경화제인 TnBT 5g, 접착보강제 8g를 이용하며, 난연제는 $Al(OH)_3$ 만 사용하되, [표 5]와 같이 수산화알루미늄 첨가량을 다르게 하여 난연 도료를 제조하였다. 제조된 난연 도료를 사용하여 실시예 1과 같은 방법으로 PVC시편 위에 코팅하되, $Al(OH)_3$ 난연제를 포함하는 코팅층으로 1 Layer만 형성하였다.

표 5

	a	b	c	d	e
수산화알루미늄 첨가량	0g	1g	3g	7g	8g

[0100] [비교예 6]

[0101] 실시예 1과 같이 코팅층을 형성하되, [표 6]과 같이 난연제의 적층 순서를 $Mg(OH)_2$ 가 포함된 제 1코팅층 및 $Al(OH)_3$ 가 포함된 제 2코팅층으로 이루어진 1 Layer를 2번 적층하여 2 Layer의 코팅층을 형성하였다.

표 6

난연제 적층 순서	
제 1 코팅층	제 2 코팅층
$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$

[0104] [비교예 7]

[0105] 실시예 1과 같이 코팅층을 형성하되, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 가 포함된 제 1코팅층 및 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 가 포함된 제 2코팅층으로 이루어진 1 Layer을 하기 [표 7]과 같이 코팅 적층 수를 각각 a)1 Layer b)3 Layer c)5 Layer 로 1회, 3회 및 5회씩 적층하여 코팅층을 형성하였다.

표 7

[0106]

	a	b	c
코팅층 적층 수	1 Layer	3 Layer	5 Layer

[0108] [실험예 1] 표면 형상 분석

[0109] 상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 5와 같이 난연 도료가 스프레이 코팅으로 코팅된 PVC 시편 상의 코팅층의 표면 형상의 분석을 위해 광학현미경을 사용하여 관찰하였다. 시편은 연마하지 않고 X100의 저배율에서 측정 및 촬영하였다.

[0110] 도 1에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 접착보강제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 시간의 경과에 따라 모든 조건에서 크랙 결함이 나타났으며, 이 중 비교예 1의 c)와 같이 접착보강제가 10g을 첨가한 난연 도료 코팅층 표면은 도료의 뭉침이 심하게 나타났다. 이를 통해 접착보강제가 10g 이상 들어간 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 코팅 도료가 균일하게 분사되어 코팅되지 않음을 확인할 수 있다.

[0111] 도 3에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 2에 따라 제조된 희석제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 시간의 경과에 따라 모든 조건에서 크랙 결함이 나타났으며, 이 중 실시예 1과 같이 희석제가 10g을 첨가한 난연 도료 코팅층 표면에서 크랙의 면적이 가장 적게 나타났다. 이를 통해 희석제가 10g 들어간 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 난연 도료의 코팅 성능이 가장 향상됨을 확인할 수 있다.

[0112] 도 5에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 3에 따라 제조된 경화제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 비교예 3의 a)와 같이 경화제 첨가량이 1g 첨가했을 때 코팅층에서 주름-지지미 결함이 발생하였다. 이를 통해 경화제가 1g 초과로 들어간 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 난연 도료 코팅 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

[0113] 도 8에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 4에 따라 제조된 수산화마그네슘 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 수산화마그네슘의 첨가량이 증가할수록 코팅층 표면의 돌기의 양이 늘어나면서 거칠기가 증가하고, 비교예 4의 e) 및 비교예 4의 f)와 같이 각각 수산화마그네슘을 9g 및 11g 첨가하였을 때의 난연 도료 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 상승하였다. 이를 통해 수산화마그네슘을 9g 이상 첨가하였을 때 스프레이 코팅 시 난연 도료내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어서 코팅 성능이 저하됨을 확인할 수 있다.

[0114] 도 12에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 5에 따라 제조된 수산화알루미늄 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 난연 도료의 수산화알루미늄의 첨가량이 증가할수록 코팅층 표면의 돌기의 양이 늘어나면서 거칠기가 증가하지만, 비교예 5의 e)과 같이 수산화알루미늄 8g을 첨가하였을 때 난연 도료 코팅층의 표면은 다른 조건들과 다른 양상을 나타냈으며 스프레이 코팅이 원활히 진행되지 않는 문제가 발생하였다.

[0115] 이를 통해, 수산화알루미늄을 8g 이상 첨가하였을 때 스프레이 코팅 시 난연 도료내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어서 코팅 성능이 저하됨을 확인할 수 있다.

[0117] [실험예 2] 표면 조도 분석

- [0118] 상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 6과 같이 난연 도료가 스프레이 코팅으로 코팅된 PVC 시편 상의 코팅층을 표면 조도 측정기를 사용하여 코팅층의 표면 거칠기를 측정하였다. 이 때 사용한 조도 측정기는 접촉 식 표면조도 측정기이며, 측정조건은 JIS2001 규격에 따라 RA(중심선 평균 거칠기)방법으로 측정하였다.
- [0119] 상기 RA(중심선 평균 거칠기) 측정 방법은 거칠기 곡선에서 그 중심선의 방향으로 측정 길이 L의 부분을 측정하고, 이 측정 부분의 중심선을 X축으로 하여 거칠기 곡선을 $y=f(x)$ 로 나타내어지는 길이의 절대값들을 측정 길이로 나눈 평균 값으로 단위는 마이크로미터(μm)를 사용하였다.
- [0120] 도 2의 표면 거칠기/크랙 면적을 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 1에 따라 제조된 접착보강제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 접착보강제의 첨가량이 늘어날수록 표면 거칠기가 감소하지만 비교예 1의 c)와 같이 접착보강제가 10 g 첨가된 난연 도 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 증가하였다. 이를 통해 접착보강제가 10g 이상 들어갈 경우 스프레이 코팅 시 코팅 도료가 정상적으로 코팅되지 않았음을 나타낸다. 이를 통해 접착 보강제 첨가량이 10g 이상일 경우, 난연 도료의 코팅 성능이 떨어짐을 확인할 수 있다. 크랙 면적률은 모든 조건에서 크랙 결함이 나타나지만, 실시예1과 같이 난연도료에 접착보강제를 8g 첨가하였을 때 형 크랙 발생 면적율이 3.69%로 가장 적게 나타났다.
- [0121] 이를 통해 접착 보강제가 8g 첨가된 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 난연 도료의 코팅 성능이 가장 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0122] 도 4의 표면 거칠기/크랙 면적을 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 2에 따라 제조된 희석제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 희석제의 첨가량이 늘어날수록 코팅층의 표면 거칠기가 증가하였다. 이를 통해 코팅층 내의 휘발되는 용매인 희석제의 양의 첨가량이 증가함에 따라 시간이 경과하면서 코팅층 내에서 용매가 휘발되어 코팅층의 표면 거칠기가 급격하게 증가함을 확인할 수 있다.
- [0123] 크랙 면적률은 모든 조건에서 크랙 결함이 나타났지만, 실시예 1과 같이 희석제가 10g 첨가하였을 때 크랙 발생 면적율이 2.272%로 가장 적게 나타났다. 이를 통해 희석제가 10g 첨가된 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 난연 도료의 코팅 성능이 가장 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0124] 도 6의 표면 거칠기/크랙 면적을 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 3에 따라 제조된 경화제 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC위에 형성된 코팅층은 경화제의 첨가량이 늘어날수록 코팅층의 표면 거칠기가 감소하지만, 비교예 3의 c)와 같이 경화제를 7g 첨가했을 때 난연 도료의 코팅층 표면 거칠기가 급격히 증가하였다. 이를 통해 경화제가 7g 이상 들어갈 경우 크랙 결함 발생이 증가하여 표면 거칠기가 급격히 증가함을 확인할 수 있다. 크랙 면적률은 경화제의 첨가량이 늘어날수록 증가하는데, 이를 통해 코팅층 내의 과도한 경화제 첨가로 인한 매우 높은 과도막 발생으로 코팅층 내부에 각각의 응력의 차이가 발생함을 확인할 수 있다.
- [0125] 도 8의 표면 거칠기/크랙 면적을 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 4에 따라 제조된 수산화마그네슘 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC 위에 형성된 코팅층은 수산화마그네슘의 첨가량이 증가할수록 표면 면서 거칠기가 증가하고, 비교예 4의 e) 및 비교예 4의 f)와 같이 각각 수산화마그네슘을 9g 및 11g 첨가하였을 때 난연도료 코팅층의 표면 거칠기가 급격히 상승하였다. 이를 통해 수산화마그네슘을 9g 이상 첨가하였을 때 스프레이 코팅 시 난연 도료내의 바인더와 난연제가 고르게 나오지 않고 난연제만 부착되어서 코팅 성능이 저하됨을 확인할 수 있다.
- [0127] [실험예 3] TGA분석
- [0128] 상기 실시예 1 및 비교예 4 내지 5와 같이 제작된 난연 도료의 열분석을 진행하기 위해 열분석기 장비를 사용하였다. 이 때 열분석의 조건은 대기분위기의 상온에서 700℃에서 분당 5℃씩 승온시켜 열분석을 진행하여 열중량 감소율(TGA)를 측정하였다.
- [0129] 도 7의 TGA 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 4에 따라 제조된 수산화마그네슘 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC 위에 형성된 코팅층은 모두 2번의 중량 감소를 보였다. 또한 수산화마그네슘의 양이 늘어날수록 600℃의 고온에서 쉽게 분해되지 않으며, 실시예 1과 같이 수산화마그네슘의 첨가량이 7g 첨가된 난연 도료의 코팅층이 600℃ 이상의 고온에서 열적 안정성이 높게 나타났다. 이를 통해 무기계 난연제인 수산화마그네슘의 첨가량이 높을수록 난연 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0130] 도 11의 TGA 그래프에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 5에 따라 제조된 수산화알루미늄 첨가량을 달리한

난연 도료를 코팅 공정 후 PVC 위에 형성된 코팅층은 모두 2번의 중량 감소를 보였다. 또한 수산화알루미늄의 양이 늘어날수록 600℃의 고온에서 쉽게 분해되지 않으며, 비교예 5의 d)와 같이 수산화알루미늄의 첨가량이 7g인 난연 도료의 코팅층이 600℃ 이상의 고온에서 열적 안정성이 높게 나타났다. 이를 통해 무기계 난연제인 수산화알루미늄의 첨가량이 높을수록 난연 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

[0132] [실험예 4] 난연성 시험(Flame Retardant Test)

[0133] 상기 실시예 1 및 비교예 4 내지 7과 같이 제작된 시편의 난연성을 평가하기 위해 ASTM D9806의 방법을 적용하여 시험을 진행하였다.

[0134] 시편 3개를 총 4분간 디지털 카메라를 이용하여 촬영하였으며, 촬영된 영상은 5s, 10s, 20s, 30s, 1min, 1min 30s, 2min, 2min 30s, 3min, 3min 30s, 4min 간격으로 코팅층이 타들어간 길이를 측정하였으며, ImageJ 프로그램을 이용하여 코팅층이 타들어간 길이를 측정한 뒤 평균값을 구하여 시간 별 코팅층이 타 들어간 길이를 측정하였다.

[0135] 도 10에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 4에 따라 제조된 수산화마그네슘 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC 위에 형성된 코팅층의 난연성 시험 결과, 비교예 4의 a)와 같이 난연제가 첨가되지 않은 난연 도료의 코팅층은 10초 후 6.336mm 크기의 Char가 생성되었고, 비교예 4의 c)와 같이 수산화마그네슘을 3g 및 비교예 4의 d)와 같이 산화마그네슘을 5g 첨가한 난연 도료의 코팅층은 시험 시작 후 1분 경과 시 코팅층의 박리가 일어났다. 실시예 1과 같이 수산화마그네슘을 7g 첨가한 난연 도료의 코팅층은 시험 시작 후 4분 경과 시 코팅층의 박리 현상 없이 46.07mm의 코팅층이 타 들어갔다. 이를 통해 난연제의 첨가량이 증가할수록 코팅층의 유지 시간 및 난연 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

[0136] 도 14에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 5에 따라 제조된 수산화알루미늄 첨가량을 달리한 난연 도료를 코팅 공정 후 PVC 위에 형성된 코팅층의 난연성 시험 결과, 비교예 5의 a)와 같이 난연제가 첨가되지 않은 코팅층은 10초 후 6.336mm 크기의 Char가 생성되었고, 비교예 5의 b)와 같이 수산화알루미늄을 1g 및 비교예 5의 c)와 같이 수산화알루미늄을 3g 첨가한 난연 도료의 코팅층은 시험 시작 후 1분 경과 시 모재가 연소하기 시작하였다. 실시예 1과 같이 수산화알루미늄을 5g 비교예 5의 d)와 같이 수산화알루미늄을 7g 첨가한 난연 도료의 코팅층은 시험 시작 후 1분 30초 경과 시 모재가 연소하기 시작하였다. 이 중 비교예 5의 d)와 같이 수산화알루미늄을 7g 첨가한 난연 도료의 코팅층은 시험 시작 후 1분 30초를 초과 시 박리가 일어나기 시작하여 실시예 1과 같이 수산화알루미늄을 5g 첨가한 코팅층보다 더 많이 타들어갔다.

[0137] 이를 통해 난연제의 첨가량이 증가할 수 록 코팅층의 유지 시간 및 난연 성능이 향상됨을 확인할 수 있다. 그러나 수산화알루미늄 첨가량이 7g 초과할 경우 연소 시 코팅층의 수축률이 커져 코팅층의 박리가 발생한다. 따라서 수산화알루미늄을 7g 첨가한 난연 도료를 사용하여 스프레이 코팅 시 난연 도료의 난연 성능이 가장 향상됨을 확인할 수 있다.

[0138] 도 15에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 6에 따라 코팅된 무기계 난연제의 적층 순서를 다르게 하여 형성한 코팅층의 난연성 시험 결과, 비교예 6과 같이 수산화알루미늄 코팅층이 먼저 불에 닿기 시작한 코팅층은 20초 후 코팅층이 타기 시작했으며, 시험 시작 후 4분 경과 시 코팅층이 42.714mm 타 들어갔다. 실시예 1과 같이 수산화마그네슘 코팅층이 먼저 불에 닿기 시작한 코팅층은 13초 후 코팅층이 타기 시작했으며, 시험 시작 후 4분 경과 시 코팅층이 28.963mm 타 들어갔다.

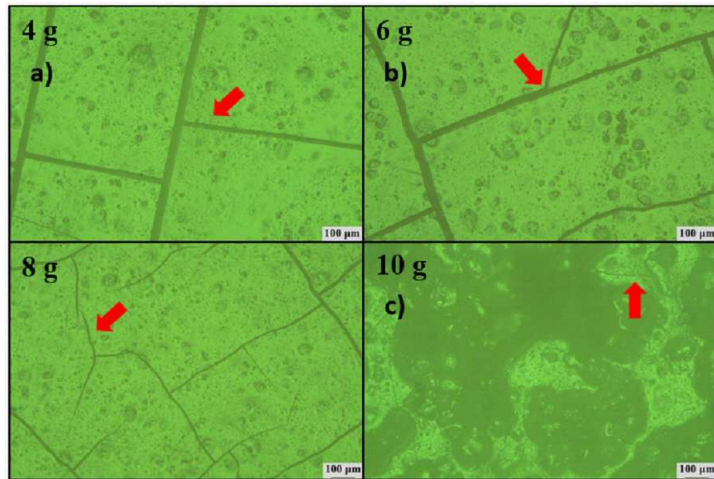
[0139] 이를 통해 난연 시험 진행 시 코팅층에 있던 수산화마그네슘과 수산화알루미늄이 분해되어 코팅층의 표면에서는 흡열반응 및 기체상에서는 산소의 접근을 방지하여 난연 효과를 나타내며, 상기 수산화마그네슘이 상기 수산화알루미늄에 비해 열분해 온도 및 흡열 온도가 높아 열적안정성이 높기 때문에 수산화마그네슘 코팅층이 먼저 불에 닿는 적층 조건의 난연성이 더 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0140] 도 16에 나타난 바와 같이, 실시예 1 및 비교예 7에 따라 코팅된 코팅층의 적층 수를 다르게 하여 형성한 코팅층의 난연 시험 결과, 적층 수가 많아질수록 코팅층이 타는 시간이 13초, 16초, 36초 및 52초로 늘어났다. 2 Layer부터 코팅층에서 수화반응이 일어났다. 그러나 비교예 7의 b) 및 c)와 같이 적층된 코팅층은 3 Layer부터 난연 시험 시작 후 3분 경과 시 코팅층의 박리 현상이 일어나 코팅층의 모재가 더 많이 탔다.

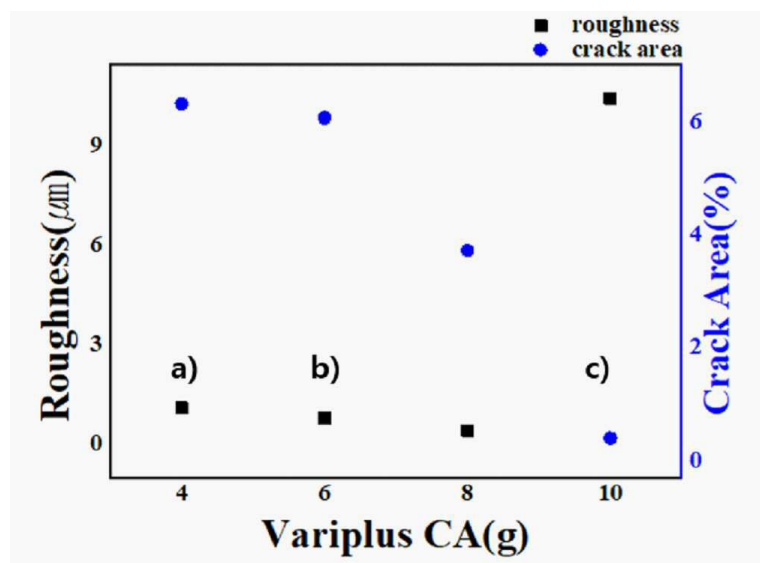
[0141] 이를 통해 코팅층의 적층수가 많아져 코팅층이 두꺼워질수록 코팅층의 수축률이 증가하기 때문에 2 Layer의 코팅층이 가장 난연성이 우수한 것을 확인할 수 있다.

도면

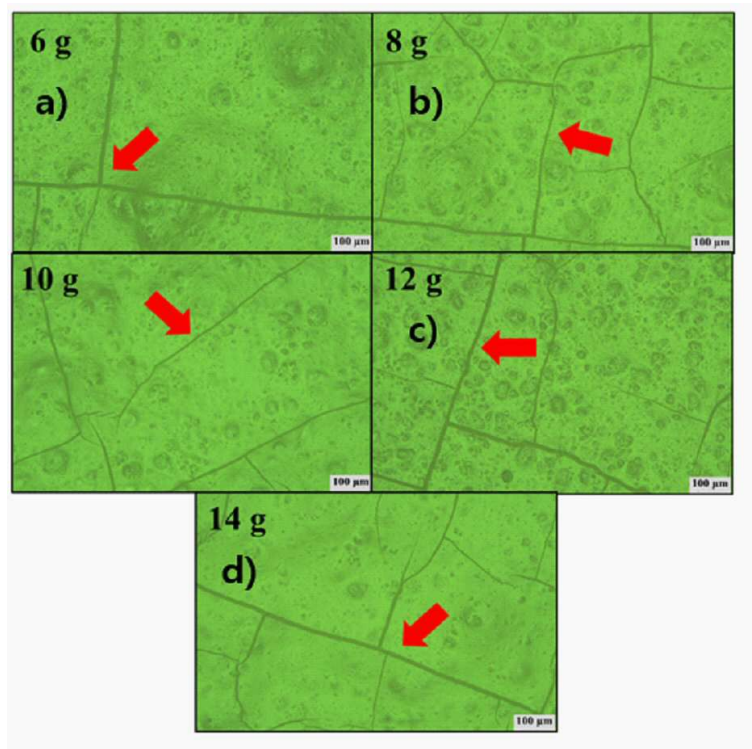
도면1



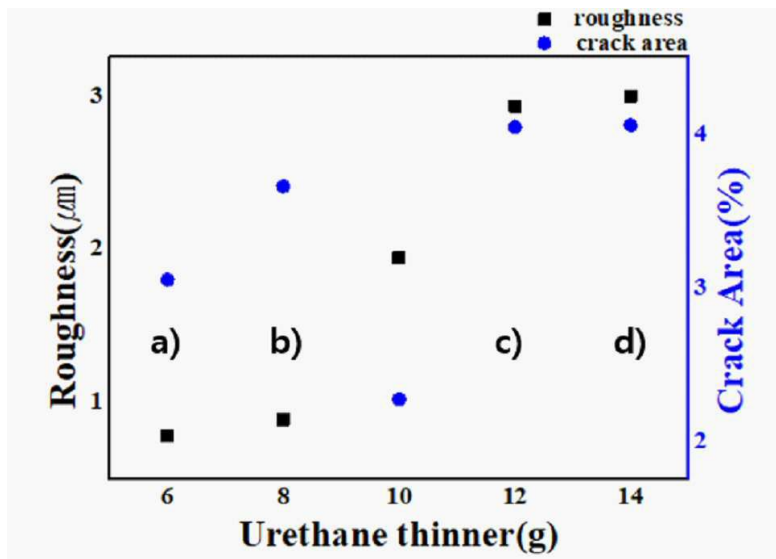
도면2



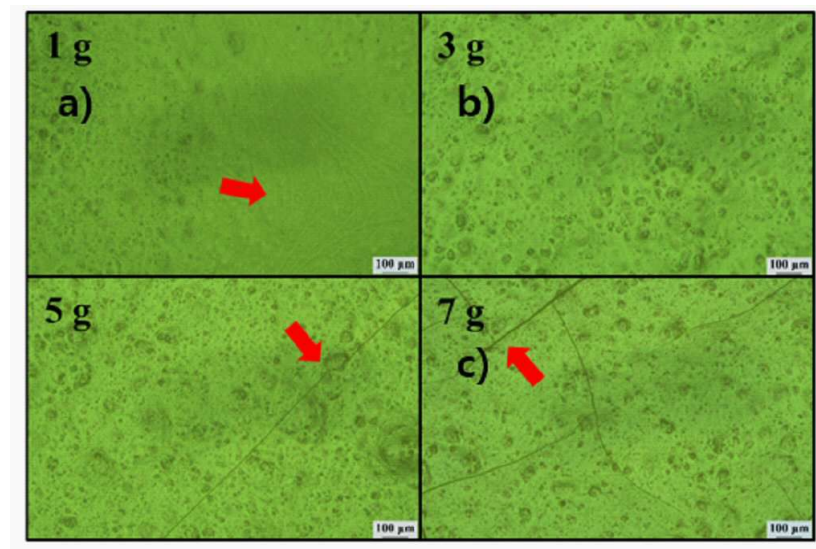
도면3



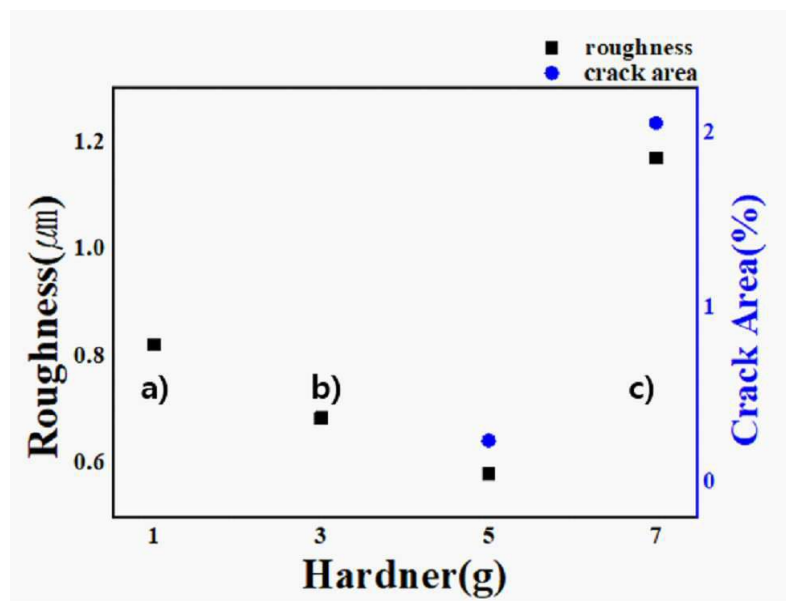
도면4



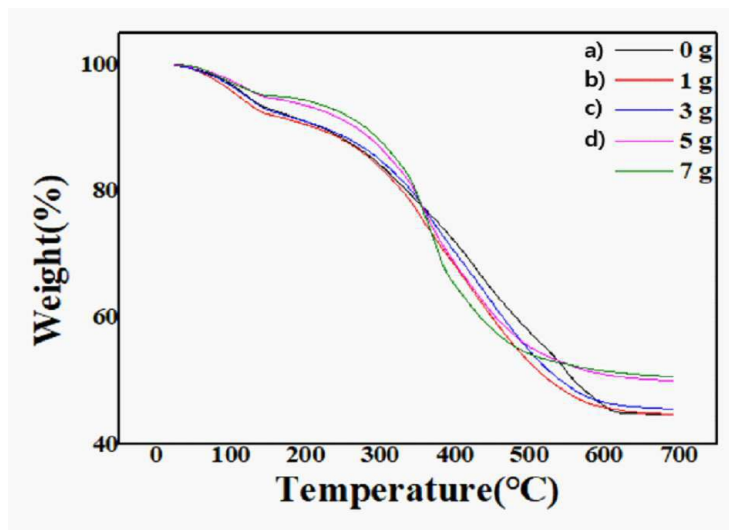
도면5



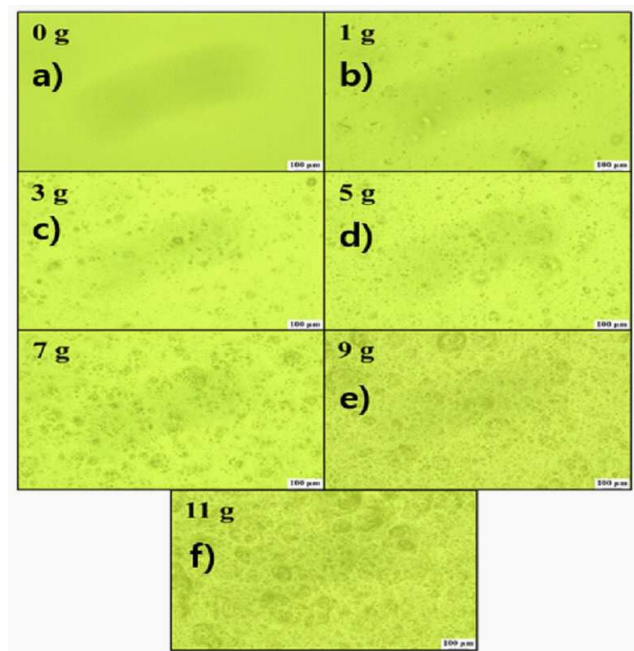
도면6



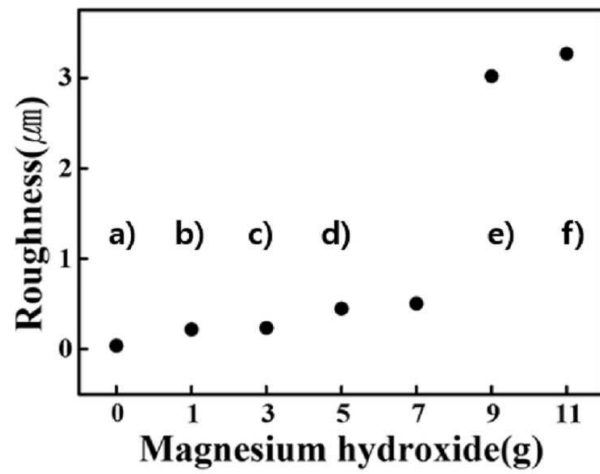
도면7



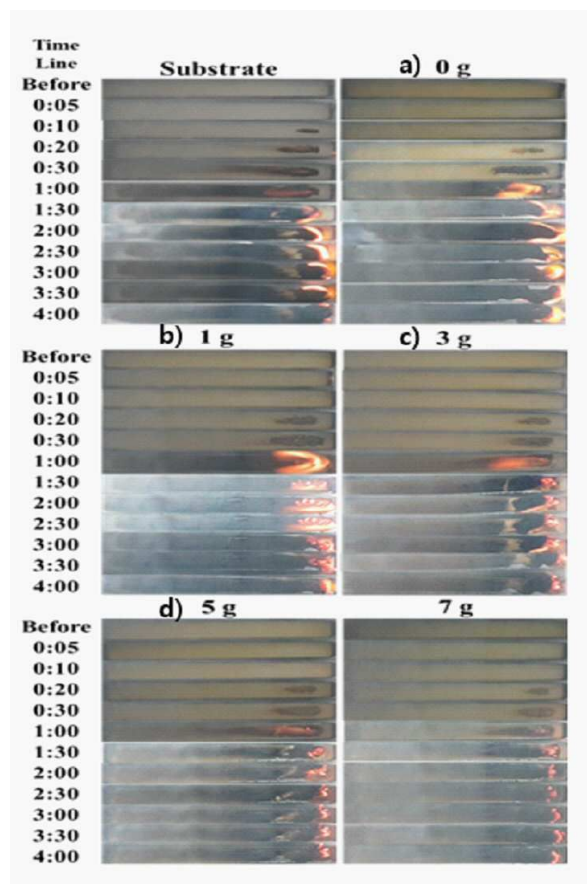
도면8



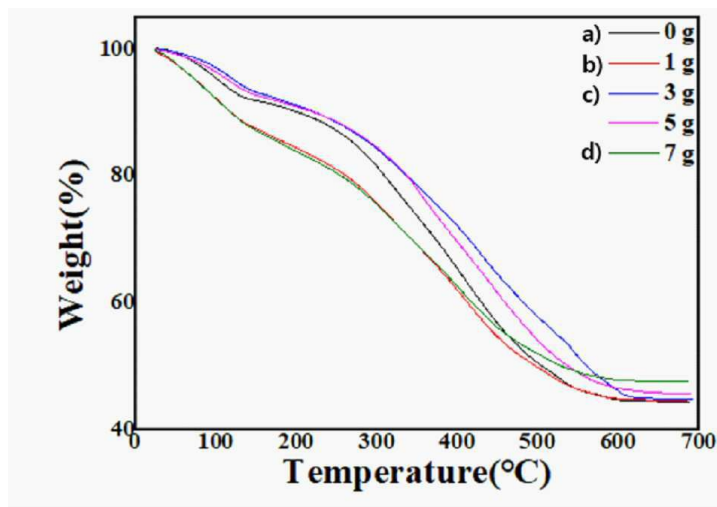
도면9



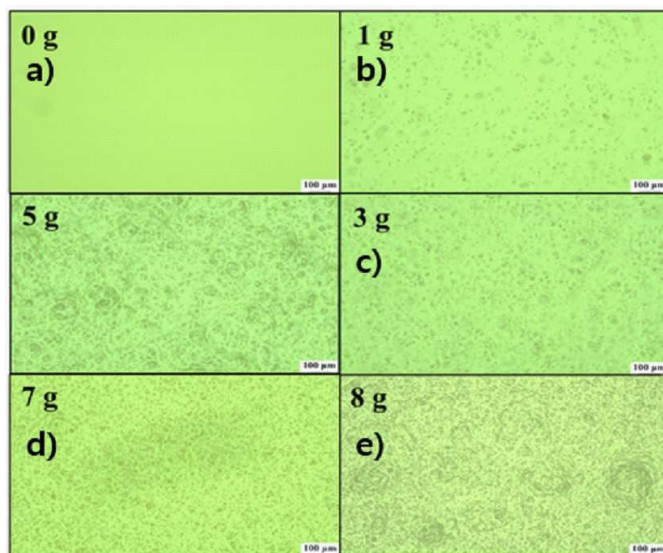
도면10



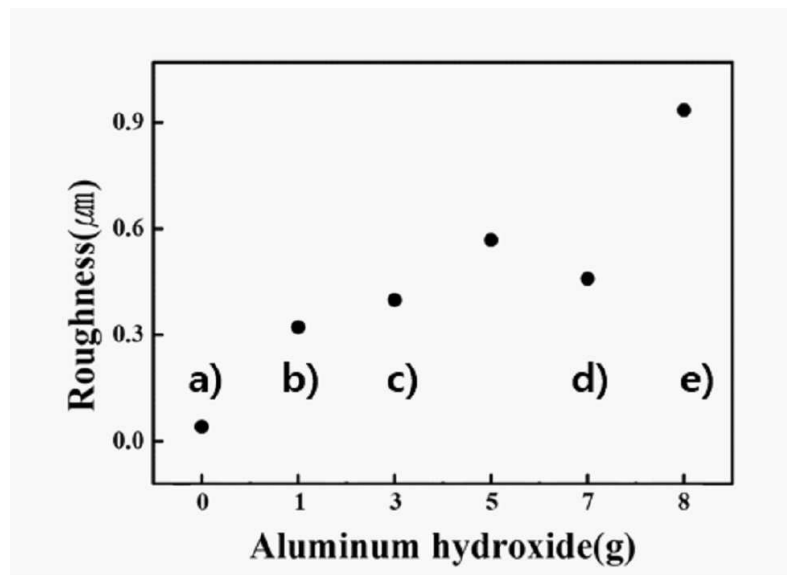
도면11



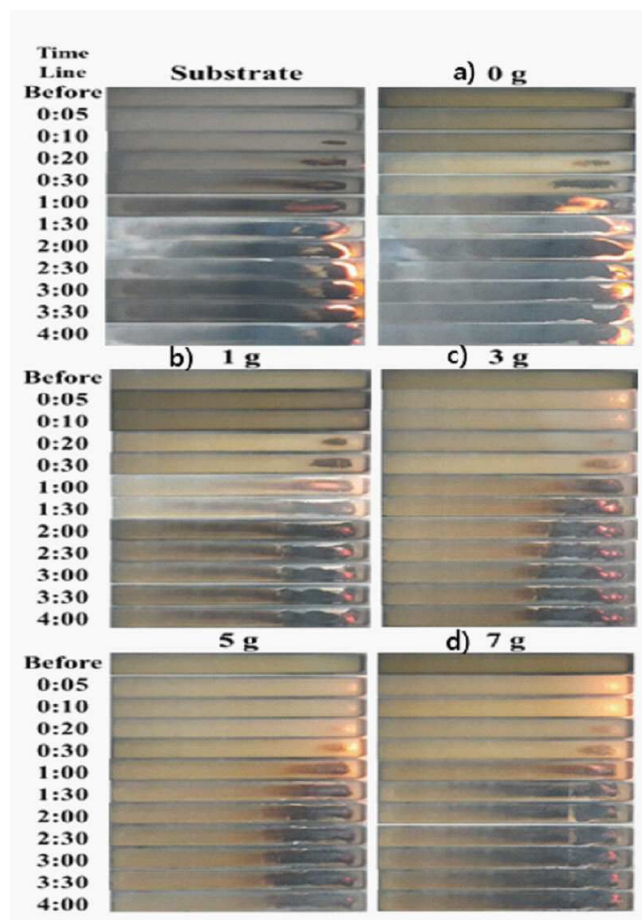
도면12



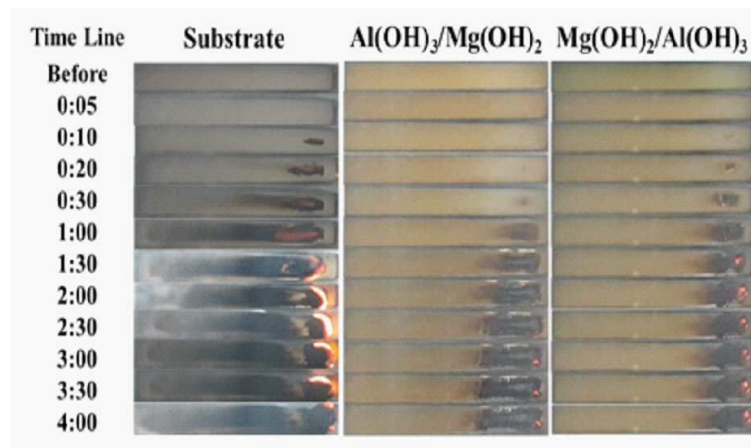
도면13



도면14



도면15



도면16

