



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월05일
 (11) 등록번호 10-1753803
 (24) 등록일자 2017년06월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B41M 1/10 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
B41M 1/10 (2013.01)
B41F 13/11 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0067551
 (22) 출원일자 2015년05월14일
 심사청구일자 2015년05월14일
 (65) 공개번호 10-2016-0134101
 (43) 공개일자 2016년11월23일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020130059234 A*
 US03785286 A*
 JP2012096534 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
 부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
 (72) 발명자
윤종태
 부산광역시 해운대구 반여로 67, 109동 303호 (반여동, 해운대메가센텀한화꿈에그린아파트)
임수만
 경상북도 경산시 진량읍 초원길 53-4, 108동 107호 (초원장미)
최승아
 부산광역시 남구 수영로 12, 102동 903호 (문현동, 세종그랑시아아파트)
 (74) 대리인
특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 김형운

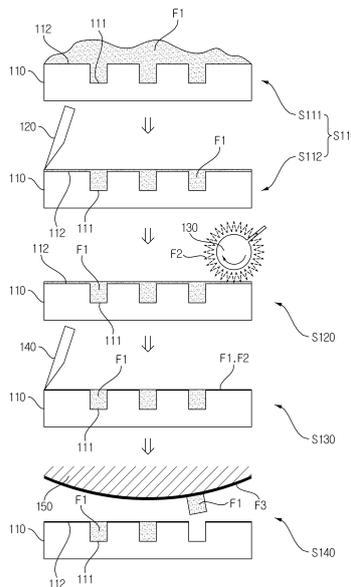
(54) 발명의 명칭 **와이핑 그래비어 인쇄방법 및 인쇄장치**

(57) 요약

본 발명은 고점도 페이스트 잉크를 사용하는 전자인쇄에서 트렌치 패턴 형성을 가능하게 하는 와이핑 그래비어 인쇄방법 및 인쇄장치에 관한 것이다.

본 발명에 따른 와이핑 그래비어 인쇄방법은 오목하게 파인 화선부가 표면에 형성된 그래비어 셀판에 잉크를 도 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



포하여 비화선부에 묻어 있는 잉크를 긁어내는 잉크 플러딩 단계와, 와이핑 실린더를 사용하여 그라비아 셀판의 표면에 와이핑 용액을 공급하여 잉크의 유동성을 향상시켜 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 와이핑 단계와, 메인 닥터 블레이드를 사용하여 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 잉크를 화선부에 충전시키는 한편 비화선부의 잉크를 닦아 내는 닥터링 단계와, 인쇄 롤러로 압착하여 그라비아 셀판의 화선부에 충전된 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄단계를 포함한다. 인쇄장치는 이러한 인쇄방법을 구현하기 위한 그라비아 셀판과, 잉크 플러딩부와, 와이핑부와, 닥터링부와, 인쇄부를 포함한다.

본 발명에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 인쇄장치에 의하면, 고점도 페이스트 잉크를 사용하여 패턴 충실도를 높일 수 있게 하여 전자인쇄에서 우수한 전도성과 미세한 선폭의 트렌치 패턴 형성을 가능하게 하며, 이러한 트렌치 패턴 형성으로 높은 전도성과 광범위한 집적회로를 요구하는 TFT의 제조에 사용될 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

B41F 15/42 (2013.01)

B41F 9/08 (2013.01)

공지에의적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

오목하게 파인 화선부가 표면에 형성된 그라비아 셀판과, 상기 그라비아 셀판의 표면에 잉크를 도포하여 비화선부에 묻어 있는 상기 잉크를 긁어내는 잉크 플러딩부와, 상기 그라비아 셀판의 표면에 와이핑 용액을 공급하여 상기 잉크의 유동성을 향상시켜 상기 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 와이핑부와, 상기 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 상기 잉크를 상기 화선부에 충전시키는 한편 상기 비화선부의 상기 잉크를 닦아 내는 닥터링부와, 상기 그라비아 셀판의 상기 화선부에 충전된 상기 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄부를 포함하고,

상기 와이핑부와 상기 닥터링부에서 배출되는 잉크와 와이핑액의 혼합물인 슬러리(F4)를 받아 회수하여 처리하는 슬러리 회수처리부(260)를 추가로 구비하며,

상기 슬러리 회수처리부(260)는 상기 슬러리(F4)를 받아 모으는 슬러리 조(261)와, 상기 슬러리 조(261)의 슬러리(F4)를 증류하여 와이핑 용액(F2) 중의 주성분을 추출하는 증류기(262)를 포함하며,

상기 와이핑부는 상기 와이핑 용액(F2)이 저장된 와이핑 액조(531)와, 상기 와이핑 용액(F2)을 상기 그라비아

셀판의 표면을 상기 와이핑 용액(F2)으로 와이핑하는 와이핑 실린더(532)와, 상기 와이핑 실린더(532)를 상기 와이핑 액조(531)와 상기 그라비아 셀판(210) 사이에서 가변시켜 상기 와이핑 용액(F2)으로 상기 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 가변 기구(533)를 구비하여, 상기 와이핑 실린더(532)의 왕복시간을 조절하여 상기 와이핑 용액(F2)을 묻히며 임의로 와이핑 효과를 조절하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 그라비아 셀판은 직선운동을 하는 평판 형태의 셀판이나 회전운동을 하는 실린더의 외면에 부착된 셀판인 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 14

청구항 11에 있어서,

상기 잉크 플러딩부는 침지나 분사방식으로 상기 그라비아 셀판에 묻힌 잉크를 긁어내는 보조 닥터 블레이드를 구비하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

상기 잉크 플러딩부는 상기 잉크를 전달받아 상기 그라비아 셀판의 표면에 도포하면서 긁어내는 폼 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 잉크 플러딩부는 상기 폼 롤러에 상기 잉크를 전이시키기 위한 디스트리뷰션 롤러를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

청구항 11에 있어서,

상기 닥터링부는 상기 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 상기 잉크를 상기 화선부에 충전시키는 한편 상기 비화선부의 잉크를 닦아 내는 메인 닥터 블레이드를 구비하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

청구항 22

청구항 11에 있어서,

상기 인쇄부는 상기 그라비아 셀판에 피인쇄물을 가압하여 상기 그라비아 셀판의 상기 화선부에 충전된 상기 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄 롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 와이핑 그라비아 인쇄장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 인쇄장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고점도 페이스트 잉크를 사용하는 전자인쇄에서 트렌치 패턴 형성을 가능하게 하는 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 인쇄장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자인쇄는 원하는 전자회로 부분만을 기판이나 필름 등에 전도성 전자 잉크로 인쇄하듯이 제조하는 기술로서 전자회로 형성을 위해 기판 전체에 구리나 알루미늄을 도금한 후, 필요한 부분만 남기고 나머지를 제거하는 식 각방식이 주로 이용되고 있다. 이 때문에 낭비되는 전도성 소재의 양이 많으므로, 요즘은 전자인쇄는 스크린 인쇄나 그라비아 오프셋 인쇄 방식을 사용하고 있다.

[0003] 접촉식 롤 프린팅 기술에는 여러 가지가 있으나 그 중에 박막 코팅과 패터닝, 트렌치 패턴 형성에 좋은 인쇄 결과물을 얻을 수 있는 그라비아 오프셋 인쇄 기술이 전자 인쇄 분야에서 보다 좋은 결과를 나타내고 있다. 하지만 블랭킷 롤로 전이된 잉크를 다시 기판으로 전이시키는 과정에서 직접적으로 제판으로부터 전이되는 그라비아 방식이나 플렉소 그래피 방식에 비해 제어가 어렵고 재료에 대한 인쇄의 영향력이 높다는 단점이 제기되기도 한다. 현재 국외에서는 전자 인쇄 분야에 대부분 그라비아 인쇄 기술을 적용하고 있다. 스크린 인쇄의 경우, 선폭 20 μ m정도를 목표로 하여 균일한 품질의 제품을 얻고자 하지만, 실제로 스크린 인쇄는 롤투롤로 제작하기 어렵기 때문에 제조 속도면에서 뒤떨어질 수 밖에 없다. 한편 고점도의 페이스트 잉크를 사용하는 관계로 오프셋 그라비아 방식을 응용하는 경우도 많지만 선폭 20 μ m이내에서는 좋은 품질을 기대하기 어렵다. 그러므로 고점도 페이스트 잉크에 적합한 새로운 그라비아 인쇄 메커니즘의 개발이 요구된다. 그러므로 보다 미세한 선폭 인쇄에 대한 한계를 가지게 되면서 접촉식 프린팅 기술에서의 지속적인 장비와 재료개발이 현재 시급한 실정이다.

[0004] 그라비아 인쇄(gravure printing)는 실린더(cylinder)에 새겨진 요점에 잉크가 묻어나고 실린더가 회전하면서 필름 표면에 잉크가 묻어나도록 하는 사진제판법에 의한 오목판 인쇄로서, 색의 농도는 요점의 깊이에 따라 결정되며 색의 종류는 사용되는 실린더의 개수에 따른다. 공급되는 인쇄 매체는 일반적으로 롤(roll)이나 필름(film) 형태이므로 사진 정도의 품질을 지닌 고속 대량 인쇄에 많이 사용된다.

[0005] 그라비아 인쇄장치는 그라비아 셀(cell), 닥터 블레이드(doctor blade) 및 인쇄 롤러(printing roller)로 구성되어 있다. 이 중에서 그라비아 셀의 폭(opening size)과 깊이는 약 30 μ m정도인 데 고속 운전 인쇄를 위해서는 저점도 잉크가 요구된다. 하지만, 저점도의 잉크를 사용할 경우, 낮은 점도 특성으로 인해 패턴 충실도가 떨어질 수 있는데 이것은 전자 인쇄 분야에서 치명적인 단점으로 작용한다. 이는 일반 그래픽 인쇄에서 허용되던 오차 즉, 사람의 눈으로 판단할 수 없는 범위라도 전자 인쇄 분야에서 전기가 통하지 않거나 두 선이 붙는 쇼트(short)현상 등의 심각한 결과를 초래할 수 있기 때문이다. 더욱이 우수한 전도성과 트렌치 패턴 제조를 위해 높은 집약도를 요하는 TFTs (thin film transistors) 제조에서는 그 중요성이 더 커진다.

[0006] 이를 해결하기 위해 고점도 잉크의 사용이 요구되는 데, 이에 따른 연구는 거의 미비한 실정이다. 이와 관련하여 세라믹 분야에서 페이스트 잉크를 사용한 그라비아 인쇄 방식에 대한 연구가 있었으나, 체계적으로 인쇄 적성을 높이기 위해 잉크와 각 장치 즉, 닥터 블레이드 및 인쇄 조건에 대해 기술하지는 않았다. 일반적으로 닥터 블레이드는 기판이 화선부에 닿기 전에 비화선부의 잉여 잉크를 제거하는 역할로 사용되어져 왔다. 이것은 일정하게 트렌치 패턴을 형성하는데 직접적으로 연관되어 있어 매우 중요한 변수 중의 하나이다. 여기에서 트렌치 패턴이란, 설계시 의도하였던 선폭, 두께, 형태를 동일하게 가지고 있으며 전극 내부에 결함이 전혀 없는 상태를 말한다. 롤투롤 그라비아 인쇄에서 트렌치 패턴을 만들기 위해서는 제판의 형태, 잉크의 물성, 기판의 형태, 인쇄시 공정 등 여러 가지 조건을 고려하여야 한다.

[0007] 닥터 블레이드의 사용에 있어서 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다. 먼저 닥터 블레이드는 잉여 잉크를 제거하는 공정에서 마모가 적어야 한다. 즉 높은 내구성이 요구된다. 마모가 심한 닥터 블레이드를 사용할 경우 잉크의 두께가 두껍고, 결과물의 이미지가 선명하게 인쇄되지 않는다. 이보다 더 중요한 것이 적절한 블레이드의 압력과 각도인데, 이 공정을 통해 블레이드와 실린더 사이의 모든 잉크를 완전히 제거할 수 있어야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2005-0113903호(공개일: 2005.12.05.)
- (특허문헌 0002) 일본공개특허 제2005-059259호(공개일: 2005.03.10.)
- (특허문헌 0003) 한국공개특허 제2014-0139544호(공개일: 2014.12.05.)
- (특허문헌 0004) 한국공개특허 제2015-0007316호(공개일: 2015.01.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 고점도 페이스트 잉크를 사용하여 패턴 충실도를 높일 수 있게 하여 전자인쇄에서 우수한 전도성과 미세한 선폭의 트렌치 패턴 형성을 가능하게 하는 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 인쇄장치를 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 우수한 전도성과 미세한 선폭의 전자 인쇄용 트렌치 패턴이 인쇄 가능하게 하여 높은 전도성과 광범위한 집적회로를 요구하는 TFTs의 제조에 사용될 수 있는 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 인쇄장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명에 따른 와이핑 그라비아 인쇄방법은 오목하게 파인 화선부가 표면에 형성된 그라비아 셀판에 잉크를 도포하여 비화선부에 묻어 있는 잉크를 긁어내는 잉크 플러딩 단계와, 와이핑 실린더를 사용하여 그라비아 셀판의 표면에 와이핑 용액을 공급하여 잉크의 유동성을 향상시켜 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 와이핑 단계와, 메인 닥터 블레이드를 사용하여 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 잉크를 화선부에 충전시키는 한편 비화선부의 잉크를 닦아 내는 닥터링 단계와, 인쇄 롤러로 압착하여 그라비아 셀판의 화선부에 충전된 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄단계를 포함한다.
- [0012] 잉크 플러딩 단계는 잉크 홀더에 저장된 잉크를 그라비아 셀판의 표면에 묻히는 단계와, 그라비아 셀판의 표면에 묻은 잉크를 보조 닥터 블레이드로 긁어내는 단계로 진행된다. 잉크 플러딩 단계는 잉크가 저장된 잉크 홀더에서 롤러를 사용하여 그라비아 셀판의 표면에 잉크를 도포하면서 긁어내는 단계로 진행될 수도 있다.
- [0013] 잉크는 PAA(폴리 아크릴산)를 포함하며, 정류수와 에틸렌 글리콜의 용액, 또는 정류수와 글리세롤의 용액으로 균질화한 잉크를 사용한다.
- [0014] 와이핑 용액은 수불식 와이핑 용액(water soluble wiping solution)으로서, 물 94.0~95.6 중량%, 수산화나트륨 0.9~1.1중량%, 인산나트륨 2.0~3.0 중량%, 로토 오일 1.4 ~ 2.0중량%를 포함하는 용액을 사용한다. 와이핑 용액은 불식 와이핑 용액(solvent soluble wiping solution)으로서, IPA(isopropyl alcohol) 70.0 ~ 100.0 중량%와, 물 0.0~25.0중량%와, 정유(Essential oil) 0.0~5.0 중량%를 포함하는 용액을 사용한다.
- [0015] 와이핑 실린더는 PVA(폴리비닐 알코올)을 PVA 아세탈 수지로 변형한 PVA 아세탈제를 사용한다. 와이핑 실린더는 합성고무재를 사용할 수도 있다.
- [0016] 메인 닥터 블레이드의 작용각(α)은 55 ~ 70° 로 한다. 메인 닥터 블레이드의 그라비아 셀판에 대한 상대속도는 3~24cm/sec 로 한다.
- [0017] 본 발명에 따른 와이핑 그라비아 인쇄장치는 오목하게 파인 화선부가 표면에 형성된 그라비아 셀판과, 그라비아 셀판의 표면에 잉크를 도포하여 비화선부에 묻어 있는 잉크를 긁어내는 잉크 플러딩부와, 그라비아 셀판의 표면에 와이핑 용액을 공급하여 잉크의 유동성을 향상시켜 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 와이핑부와, 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 잉크를 화선부에 충전시키는 한편 비화선부의 잉크를 닦아 내는 닥터링부와, 그라비아 셀판의 화선부에 충전된 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄부를 포함한다.
- [0018] 와이핑부와 닥터링부에서 배출되는 잉크와 와이핑액의 혼합물인 슬러리를 받아 회수하여 처리하는 슬러리 회수

처리부를 추가로 구비할 수 있다.

- [0019] 그라비아 셀판은 직선운동을 하는 평판 형태의 셀판이나 회전운동을 하는 실린더의 외면에 부착된 셀판일 수 있다.
- [0020] 잉크 플러딩부는 침지나 분사방식으로 그라비아 셀판에 묻힌 잉크를 긁어내는 보조 닥터 블레이드를 구비할 수 있다. 잉크 플러딩부는 잉크를 전달받아 그라비아 셀판의 표면에 도포하면서 긁어내는 폼 롤러를 구비할 수도 있다. 잉크 플러딩부는 폼 롤러에 잉크를 전이시키기 위한 디스트리뷰션 롤러를 추가로 구비할 수 있다.
- [0021] 와이핑부는 와이핑 용액을 전달받아 그라비아 셀판의 표면을 와이핑 용액으로 와이핑하는 와이핑 실린더를 구비한다. 와이핑부는 와이핑 용액이 저장된 와이핑 액조와, 와이핑 액조에 침지되어 와이핑 용액을 와이핑 실린더에 전달하는 침지 롤러를 구비한다. 와이핑부는 와이핑 용액을 와이핑 실린더에 분사시키는 분사 기구를 구비할 수 있다. 와이핑부는 와이핑 용액이 저장된 와이핑 액조와, 와이핑 실린더를 와이핑 액조와 그라비아 셀판 사이에서 가변시켜 와이핑 용액으로 그라비아 셀판의 표면을 와이핑하는 가변 기구를 포함할 수도 있다.
- [0022] 닥터링부는 와이핑 용액에 의해 점성이 낮아진 잉크를 화선부에 충전시키는 한편 비화선부의 잉크를 닦아 내는 메인 닥터 블레이드를 구비한다.
- [0023] 인쇄부는 그라비아 셀판에 피인쇄물을 가압하여 그라비아 셀판의 화선부에 충전된 잉크를 피인쇄물에 전이시키는 인쇄 롤러를 구비한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 와이핑 그라비아 인쇄방법 및 장치에 의하면, 닥터링 단계 전에 와이핑 용액을 공급하여 잉크를 긁어내는 와이핑 장치에 의한 와이핑 단계를 행함으로써, 고점도 페이스트 잉크를 사용하여 패턴 충실도를 높일 수 있게 하여 전자인쇄에서 우수한 전도성과 미세한 선폭의 트렌치 패턴 형성을 가능하게 하며, 이러한 트렌치 패턴 형성으로 높은 전도성과 광범위한 집적회로를 요구하는 TFTs의 제조에 사용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법을 나타내는 공정도이다.
- 도 2는 도 1의 메인 닥터 블레이드 및 보조 닥터 블레이드의 작용 설명도이다.
- 도 3 내지 도 6는 본 발명의 다양한 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치를 나타내는 구성도이다.
- 도 7의 (a) 내지 (e)는 본 발명의 실험예에 사용된 그라비아 셀판(인쇄판)의 패턴 샘플을 나타내는 사진이다.
- 도 8의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 실험예에 사용된 그라비아 인쇄 적성 시험기에 그라비아 시스템을 설치하여 인쇄를 진행하는 과정을 나타내는 사진이다.
- 도 9는 본 발명의 제조예에 따라 제조된 잉크의 전단속도(shear rate)와 점도(viscosity)관계에 따른 유동특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 10는 본 발명의 제조예에 따라 제조된 잉크의 전단응력(shear stress)과 모듈러스(modulus) 관계에 따른 유동특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 실험예에서 표 2의 인쇄 압력별 인쇄 속도에 따른 농도값을 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 실험예에서 표 2의 인쇄 속도별 인쇄 압력에 따른 농도 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 13은 본 발명의 실험예에서 셀 깊이 변화에 따른 인쇄 농도 값을 나타내는 그래프이다.
- 도 14는 본 발명의 실험예의 지속적인 인쇄 상태에서 닥터링 속도에 의한 피인쇄체로 전이된 잉크량의 변화를 인쇄 패턴의 폭으로 나타낸 그래프이다.
- 도 15는 본 발명의 실험예에서 블레이드 작용 각도(blade working angle) (α)의 각도를 달리하였을 때 패턴 선폭의 변화를 나타내는 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예를 예시하고 상세한

설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0027] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, '포함한다'나 '구비한다' 또는 '사용한다' 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함 또는 사용됨을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가나 사용 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법을 나타내는 공정도이고, 도 2는 도 1의 메인 닥터 블레이드 및 보조 닥터 블레이드의 작용 설명도이다. 도시한 바와 같이 와이핑 그라비아 인쇄방법은 잉크 플러딩 단계(S110)와, 와이핑 단계(S120)와, 닥터링 단계(S130)와, 인쇄 단계(S140)를 포함한다.
- [0029] 잉크 플러딩 단계(S110)는 오목하게 파인 화선부(111)가 표면에 형성된 그라비아 셀판(110)에 잉크(F1)를 도포하여 비화선부(112)에 묻어 있는 잉크를 긁어내는 단계다. 잉크 플러딩 단계(S110)는 잉크 홀더(도 3 참조)에 저장된 잉크를 침지나 분사방식으로 그라비아 셀판(110)의 표면에 묻히는 단계(S111)와, 그라비아 셀판(110)의 표면에 묻은 잉크를 보조 닥터 블레이드(120)로 긁어내는 단계로 진행된다. 잉크 플러딩 단계(S110)는 잉크(F1)가 저장된 잉크 홀더에서 롤러를 사용하여 그라비아 셀판(110)의 표면에 잉크를 도포하면서 긁어내는 단계로 진행될 수도 있다. 잉크(F1)는 PAA(폴리 아크릴산)를 포함하며, 증류수와 에틸렌 글리콜의 용액, 또는 증류수와 글리세롤의 용액으로 균질화한 잉크를 사용한다.
- [0030] 와이핑 단계(S120)는 와이핑 실린더(130)를 사용하여 그라비아 셀판(110)의 표면에 와이핑 용액(F2)을 공급하여 잉크의 유동성을 향상시켜 그라비아 셀(110)의 표면을 와이핑하는 단계다. 와이핑 용액(F2)은 수분식 와이핑 용액(water soluble wiping solution)으로서는, 물 94.0~95.6 중량%, 수산화나트륨 0.9~1.1중량%, 인산나트륨 2.0~3.0 중량%, 로토 오일(ROTO OIL) 1.4 ~ 2.0중량%를 포함하는 용액을 사용한다. 와이핑 용액(F2)은 불식 와이핑 용액(solvent soluble wiping solution)으로서는, IPA(isopropyl alcohol) 70.0 ~ 100.0 중량%와, 물 0.0~25.0중량%와, 정유(Essential oil) 0.0~5.0 중량%를 포함하는 용액을 사용한다. 와이핑 실린더(130)는 PVA(폴리비닐 알코올)를 PVA 아세탈 수지로 변형한 PVA 아세탈제 제작한 실린더를 사용한다. 와이핑 실린더(130)는 합성고무재로 제작한 실린더를 사용할 수도 있다.
- [0031] 닥터링 단계(S130)는 메인 닥터 블레이드(140)를 사용하여 와이핑 용액(F2)에 의해 점성이 낮아진 잉크(F1)를 화선부(111)에 충전시키는 한편 비화선부(112)의 잉크(F1)를 닦아 내는 단계다.
- [0032] 도 2에 도시한 바와 같이 보조 닥터 블레이드(120) 및 메인 닥터 블레이드(140)는 블레이드(121, 141)와 블레이드 홀더(122, 142)로 이루어지며, 일반 경사 블레이드나 스트립 블레이드나 라멜라 블레이드 등이 사용될 수 있다. 그라비아 셀판(110)에 가해지는 닥터 블레이드(120, 140)의 압력에 따라 작용각(α)은 작아지게 되는데, 작용각(α)은 55 ~ 70° 로 하는 것이 바람직하다. 메인 닥터 블레이드의 그라비아 셀판에 대한 상대속도는 3~24cm/sec 로 하는 것이 바람직하다.
- [0033] 블레이드 작용각(α)은 그라비아 셀판에 닥터 블레이드(120, 140)가 가압되어 구부러져 이동할 때 그라비아 셀판(110)의 표면과 닥터 블레이드(120, 140)의 끝단부 경사면이 이루는 각도다. 블레이드 로드각을 β 라 하고, 블레이드 홀더각을 γ 라 할 때, $\alpha = \gamma - \beta$ 로 표시된다. 여기서, 블레이드 홀더각(γ)은 닥터 블레이드(120, 140)에 부하가 작용하지 않을 때 블레이드(121, 141)와 블레이드 홀더(122, 142)가 이루는 직선이 그라비아 셀판(110)의 표면과 이루는 각도이고, 블레이드 로드각(β)은 닥터 블레이드(120, 140)에 부하가 작용할 때 블레이드(121, 141)가 구부러지는 각도다.
- [0034] 인쇄 단계(S140)는 인쇄 롤러(150)로 그라비아 셀판(110)에 피인쇄물(F3 : 필름 또는 페이퍼)를 가압하여 그라비아 셀판(110)의 화선부(111)에 충전된 잉크(F1)를 피인쇄물(F3)에 전이시키는 단계다.
- [0035] 도 3 내지 도 6는 본 발명의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법을 롤투를 방식으로 적용하기 위한 다양한 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치를 나타내는 구성도이다. 본 발명의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법은 도 1에 도시한 바와 같은 평판 형태의 그라비아 셀(110)을 구비하는 인쇄장치에 적용할 수 있음은 물론

론이다. 이하에서는 도 3 내지 도 6의 롤투를 방식의 인쇄장치를 도 3을 기본으로 와이핑 그라비아 인쇄장치를 설명한다

- [0036] 도 3의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치(200)는 그라비아 셀판(210)과, 잉크 플러딩부(220)과, 와이핑부(230)와, 닥터링부(240)와, 인쇄부(250)와, 슬러리 회수처리부(260)를 포함한다.
- [0037] 그라비아 셀판(210)은 회전운동을 하는 실린더의 외면에 부착된 셀판이며, 표면에는 도 1에 도시한 바와 같이 오목하게 파인 화선부가 형성되어 있다.
- [0038] 잉크 플러딩부(220)는 그라비아 셀판(210)의 표면에 잉크를 도포하여 비화선부에 묻어 있는 잉크를 긁어내는 부분이다. 잉크 플러딩부(220)는 잉크(F1)가 저장된 잉크 홀더(221)와, 잉크 홀더(221)에서 잉크(F1)를 전달받아 그라비아 셀판(210)의 표면에 도포하면서 긁어내는 폼 롤러(222)와, 잉크 홀더(221)에 침지되어 잉크(F1)을 폼 롤러(222)에 전달하는 침지 롤러(223)을 구비한다.
- [0039] 와이핑부(230)는 그라비아 셀판(210)의 표면에 와이핑 용액(F2)을 공급하여 잉크(F1)의 유동성을 향상시켜 그라비아 셀판(210)의 표면을 와이핑하는 부분이다. 와이핑부(230)는 와이핑 용액(F2)이 저장된 와이핑 액조(231)와, 와이핑 용액을 전달받아 그라비아 셀판(210)의 표면을 와이핑 용액(F2)으로 와이핑하는 와이핑 실린더(232)와, 와이핑 액조(231)에 침지되어 와이핑 용액을 와이핑 실린더(232)에 전달하는 침지 롤러(233)를 구비한다. 이때 잉크(F1)가 저점도이거나 그라비아 셀판(210)의 화선부가 깊은 경우에는 와이핑 실린더(232)의 직경을 침지 롤러(233)의 직경보다 2배 이상 크게 하여 와이핑 실린더(232)가 그라비아 셀판(210)에 접촉하는 접촉압력을 크게 하는 것이 바람직하다.
- [0040] 닥터링부(240)는 와이핑 용액(F2)에 의해 점성이 낮아진 잉크(F1)를 그라비아 셀판(210)의 화선부에 충전시키는 한편 그라비아 셀판(210)의 비화선부의 잉크를 닦아 내는 부분으로서, 메인 닥터 블레이드(241)를 구비한다. 메인 닥터 블레이드(241)는 도 2에 도시한 바와 같은 구성과 작용으로 작동한다.
- [0041] 인쇄부(250)는 그라비아 셀판(210)의 화선부에 충전된 잉크(F1)를 피인쇄물(F3)에 전이시키는 부분으로서, 그라비아 셀판(210)에 피인쇄물(F3 : 필름 또는 페이퍼)를 가압하는 인쇄 롤러(251)를 구비한다.
- [0042] 슬러리 회수처리부(260)는 와이핑부(230)와 닥터링부(240)에서 배출되는 잉크(F1)와 와이핑 용액(F2)의 혼합물인 슬러리(F4)를 받아 회수하여 처리함으로써 용액 성분을 재사용할 수 있게 하는 부분으로서, 슬러리(F4)를 받아 모으는 슬러리 조(261)와, 슬러리 조(261)의 슬러리(F4)를 증류하여 와이핑 용액(F2) 중의 주성분을 추출하는 증류기(262)를 포함한다. 슬러리 회수처리부(260)는 증류기 외에 다양한 처리 장치를 사용할 수도 있다.
- [0043] 도 4의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치(300)는 와이핑부(330)가 와이핑 용액을 분사하는 방식으로서, 와이핑부(330)는 와이핑 용액(F2)이 저장된 와이핑 탱크(331)와, 와이핑 용액을 전달받아 그라비아 셀판(210)의 표면을 와이핑 용액(F2)으로 와이핑하는 와이핑 실린더(332)와, 와이핑 탱크(331)의 와이핑 용액을 와이핑 실린더(332)의 표면에 분사시키는 분사 기구(333)를 구비한다.
- [0044] 본 실시예의 와이핑 그라비아 인쇄장치(300)는 와이핑 탱크(331)가 밀폐되어 있으므로 와이핑 용액의 증발에 따른 어려움이 없으며 더욱 안정적인 인쇄가 가능하다는 장점이 있다. 또한 분사 기구(333)를 이용하여 와이핑 용액(F2)을 분사시키므로 적당량의 와이핑 용액이 전이될 수 있다. 도 4의 실시예의 나머지 구성은 도 2의 구성과 동일하므로 동일한 부호를 붙이고 자세한 설명은 생략한다.
- [0045] 도 5의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치(400)의 잉크 플러딩부(420)는 잉크(F1)가 저장된 잉크 홀더(421)와, 잉크 홀더(421)에서 잉크(F1)를 전달받아 그라비아 셀판(210)의 표면에 도포하면서 긁어내는 폼 롤러(422)와, 잉크 홀더(421)에 침지되어 잉크(F1)를 폼 롤러(422)에 전달하는 침지 롤러(423)와, 침지 롤러(423)에서 폼 롤러(422)에 잉크를 전이시키기 위한 디스트리부션 롤러(distribution roller)(424)를 구비한다.
- [0046] 본 실시예의 와이핑 그라비아 인쇄장치(400)는 디스트리부션 롤러(424)가 잉크(F1)를 균일하게 잘 교반하여 폼 롤러(422)에 전이시켜 주는 장점이 있다. 고점도 페이스트 잉크는 점조화(shear thinning) 특성을 가지고 있고 시간 의존성(time dependent)이 있기 때문에 폼 롤러(422)에 전이되기 바로 직전에 항복가 이상으로 교반시켜 주는 것이 중요하므로 디스트리부션 롤러(424)는 진동 롤러로 제작되는 것이 바람직하다. 도 5의 실시예의 나머지 구성은 도 2의 구성과 동일하므로 동일한 부호를 붙이고 자세한 설명은 생략한다.
- [0047] 도 6의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄장치(500)는 와이핑부(530)는 와이핑 용액(F2)이 저장된 와이핑 액조(531)와, 와이핑 용액을 그라비아 셀판(210)의 표면을 와이핑 용액(F2)으로 와이핑하는 와이핑 실린더(532)와, 와이핑 실린더(532)를 와이핑 액조(531)와 그라비아 셀판(210) 사이에서 가변시켜 와이핑 용액

(F2)으로 그라비아 셀판(210)의 표면을 와이핑하는 가변 기구(533)를 구비한다.

[0048] 본 실시예의 와이핑 그라비아 인쇄장치(500)는 와이핑 실린더(532)의 왕복시간을 조절하여 와이핑 용액(F2)를 묻히며 임의로 와이핑 효과를 조절할 수 있다. 도 6의 실시예의 잉크 플러딩부의 구성은 도5의 실시예의 잉크 플러딩부(420)의 구성과 동일하고, 나머지 구성은 도 2의 구성과 동일하므로, 이와 동일한 부호를 붙이고 자세한 설명은 생략한다.

[0049] 이하, 본 발명의 실시예에 의한 와이핑 그라비아 인쇄방법과 인쇄장치의 제조예와 실험예를 통해 본 발명의 실시예에 대해 더욱 상세히 설명한다.

[0050] 와이핑 그라비아 인쇄의 제조예와 실험예에서 그라비아 인쇄의 가능성 평가는 그라비아 인쇄 적성 시험기를 이용하여 검토하였다. 인쇄 메커니즘을 컴퓨터 시뮬레이션으로 확인하였으나 이하의 설명에서는 생략한다. 본 실험예에서는 일반적인 그라비아 셀 대신에 트렌치 패턴 재현의 허용 오차 범위내의 홈 패턴을 사용함으로써 고점도 인쇄의 활용성을 검토하였다. 연성필름 즉, 폴리아미드 필름(polyamide film)에 트렌치 라인을 실현하기 위하여, 먼저 마주 보는 롤러의 매끄러운 표면 및 높은 전도성 라인, 홈 패턴은 다양한 선폭의 실리콘 웨이퍼 상에 인쇄 품질을 향상시키기 위해 새로운 나노(nano) 입자의 실버 페이스트(silver paste) 잉크를 제조하여 20 μm의 고정된 깊이에 에칭하였다. 그런 다음, 새 잉크의 충전 공정은 고점도 잉크로 홈을 채우기 위해 도입되었다. 새로운 시도를 위하여 적절한 닥터링을 사용하였으며, 와이핑 시스템과 인쇄 조건의 해결이라고 불리는 이것은 대체적으로 균일하고 좁은 라인을 검토하기 위해 사용하였다. 마지막으로, 높은 해상도와 높은 전도성 라인은 각 인쇄 프로세스의 결과에 기초하여 최적화하였다.

[0051] **[제조예] 잉크 제조**

[0052] 잉크는 중합체 폴리 아크릴산(PAA) (Mw 약 50,000), 그리고 정류수와 에틸렌글리콜 및 글리세롤을 용매로 사용하였다. PAA는 물에 용해될시 양성자를 내어주며 음전하를 얻음으로써 고분자 전해질이 된다. 따라서 이는 실험에 가장 적합한 재료라고 할 수 있다. PAA에서 디에탄올 아민(DEA)은 질산은을 환원시키면서 추출하였고, 이 때 추출된 실버 입자를 20분 동안 9,000rpm에서 원심분리한 뒤 에탄올을 첨가하여 신속하게 응고하여 90wt%까지 회수하였다. 실버 잉크는 70wt%의 정류수와 30wt%의 에틸렌글리콜을 사용한 용액을 첨가하여 침전된 물질들을 균질화하여 그라비아 인쇄에 최적화 되도록 만들었다.

[0053] PAA와 혼합된 실버 농도는 약 75wt%로 고점도 잉크 특성에 맞게 고정하였다. 실버 잉크는 20 μm와 같은 높은 입자 크기를 갖기 위해서 폭이 좁은 홈과 저온 소결 시간을 통해 침전을 개선하고 소결 시간을 촉진하는 등의 과정을 거쳤다. 제조된 잉크는 오븐에서 250℃로 30분간 어닐링(annealing)하였다. 또한 제조된 잉크는 입도계 (tester sangyo, 일본)를 이용하여 혼합이 고르게 되었는지 확인하였다. 평균 입자지름은 30nm이다.

[0054] **[제조예] 와이핑 용액 제조**

[0055] 수불식 와이핑 용액(water soluble wiping solution)과 불식 와이핑 용액(solvent soluble wiping solution)을 표 1과 같이 제조하였다.

[0056] 먼저, 수불식 와이핑 용액의 제조에 의한 실험은 2차로 진행하였으며, 와이핑 용액의 조성은 1차 실험에서는 물 95.6wt%, 수산화나트륨 1.0wt%, 인산나트륨 2.0wt%, 로토오일(oto oil) 1.4wt%로 하였고, 2차 실험에서는 물 94.0wt%, 수산화나트륨 1.0wt%, 인산나트륨 3.0wt%, 로토오일 2.0wt%로 하였다.

[0057] 불식 와이핑 용액은 IPA(isopropyl alcohol)와 물, 기타 첨가제를 사용하였다. IPA는 무극성 물질을 용해하며 비점이 높기 때문에 얼룩을 남기지 않고 쉽게 증발하는 특징이 있다. 따라서 반도체, LCD 등의 IT 부품 세정액으로 많이 활용되고 있으며, 페인트나 잉크 등의 용제로도 사용되는 유기 용제이다. 가격이 저렴하지만 냄새가 난다는 단점을 가지고 있다. 실험에서의 와이핑 용액은 IPA를 70wt%, 85wt%, 100wt%로 함유량을 조절하여 3차에 걸쳐 사용하였다.

표 1

구분		1차(wt%)	2차(wt%)	3차(wt%)
수불식 와이핑 용액 조성	물(정류수)	95.6	94.0	-
	수산화 나트륨	1.0	1.0	-
	인산 나트륨	2.0	3.0	-
	로토 오일 (roto oil)	1.4	2.0	-
불식 와이핑 용액 조성	IPA	70.0	85.0	100.0
	물(정류수)	25.0	10.0	-
	블루 프린트 (상표명, blue print)	3.0	3.0	-
	정유 (Essential oil)	2.0	2.0	-

[0058]

[0059]

[제조예] 와이핑 실린더 제작

[0060]

최적의 와이핑 실린더를 제작하기 위하여 intaglio(요판, 凹版)에서 사용하는 와이핑 실린더와 같이 수용성이며 고분자 물질 중에 가장 안정적이고 경도조절이 용이한 PVA(polyvinyl alcohol) 혼합물을 사용하였다. 뜨거운 물 10ml에 붕사(borax) 가루 2g을 첨가하여 균일하게 혼합한 뒤, PVA 가루 10g에 물을 천천히 조절하여 20ml까지 첨가하였다. 이를 핫플레이트(hot plate)를 이용하여 굳히면 실린더와 같이 딱딱하게 굳는 성질이 있다. 와이핑 실린더를 별도로 제작하는 이유는 와이핑 용액을 묻혀서 잉크를 닦아낼 경우, 형겅이나 균일하지 못한 실린더를 사용할 때는 비화선부뿐만 아니라 화선부의 잉크까지 함께 떨어져 나가는 현상이 일어나게 되는데, 이를 방지하기 위함이다.

[0061]

또한, 제작한 와이핑 실린더는 실린더 외부경도와 내부경도를 위한 실험은 3차로 진행하였으며, 내부경도(쇼어 경도 A Type)는 각각 60°, 70°, 75° 로 두었고, 외부경도(쇼어 경도 A Type)는 85°, 88° ~90°, 98° 로 변화를 주었다.

[0062]

[제조예] 그라비아 셀판(인쇄판) 제조

[0063]

닥터링 공정 실험을 위해서는 일정한 패턴을 가진 인쇄판이 필요하다. 인쇄판은 구리판에 패턴을 부식하여 사용하였으며 패턴 방향에 따른 전이 정도를 비교하기 위하여, 도 7에 도시한 바와 같이 종, 횡, 사선 방향으로 총 5가지 종류로 샘플을 제작하였다. (a)의 가로줄 무늬 패턴은 폭과 비화선부의 폭이 각각 0.2mm, 0.4mm의 패턴으로 부식하였다. 패턴 (b)는 패턴 폭 0.2mm에 비화선부 폭 0.5mm, (c)는 패턴 폭 0.3mm, 비화선부 폭 1.0mm로 비화선부를 비교적 넓게 제작하였다. (d)와 (e)는 각각 패턴 폭 0.3mm, 비화선부 폭 0.4mm와 패턴 폭 0.4mm, 비화선부 폭 0.4mm로 부식하였다.

[0064]

[실험예] 실험장치-인쇄적성 시험기

[0065]

본 실험에서는 IGT 그라비아 인쇄적성 시험기(모델 G1-5, 네덜란드)를 사용하였다. 그라비아 인쇄 공정을 연구하는 데 있어서 유용하여 현재 세계적으로 가장 널리 보급되어있는 인쇄 적성 시험기 중 하나로서 Holland의 IGT(stiching instituut voor grafische tech -niek)에서 고안한 장치이다. 현대적 설계가 되어있고 직접적인 잉크 유동과 각 장치의 관계를 파악하는 유용한 장비이다.

[0066]

인쇄 적성 시험기는 상부 롤러만 존재하며 피인쇄체가 평면적으로 인쇄되는 원압식 인쇄 방식의 형태로 셀의 형태는 컨벤셔널 제판이 되어 있다. 인쇄 속도는 0.2~1.0m/sec로 5단계로 조절할 수 있다. 또한 힘은 100~1000N 까지 10단계로 조절 가능하며, 기관두께는 최대 4mm, 인쇄 가능 폭은 50mm이다. 그라비아 셀의 가로와 세로의 길이는 같고 셀의 깊이에 따라 농담을 표현한다. IGT 그라비아 인쇄 적성 시험기의 닥터 블레이드(Type MDC 60)는 폭은 52mm이고, 각도는 60° 로 고정되어 있다. 압력은 6~7N로 미세하게 조절 가능하나 그 차이가 미미하여 구분하기 어렵다.

[0067]

본 실험에서는 인쇄 압력과 인쇄 속도를 조절하여 실험하였다. 인쇄 속도와 압력은 표 2에 나타낸 바와 같이 0.2m/sec에서 1.0m/sec까지 5단계의 속도로 실험을 하였으며, 인쇄 압력은 100N부터 900N까지 5단계를 변화시켰다. 인쇄 속도 S1 조건에서 인쇄 압력 5단계 (P1~P5) 조건으로 각각 실험하고, 인쇄 속도 S2~S5 조건에서도 동일한 방법으로 실험하여 총 25개의 조건 변화를 주었고, 각 조건별의 오차를 줄이기 위해 세 번씩 인쇄한 샘플

플 1, 샘플 2, 샘플 3의 평균값을 사용하였다. 제작된 샘플은 반사농도계(X-Rite사의 X-Rite 418, 미국)를 이용하여 인쇄물 농도를 측정하였다. 또한 이 실험은 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 속도와 압력 변화에 따른 잉크 전이 모습을 관찰 하였다. 인쇄용지는 중량 100g/m²의 아트지를 사용하였다. 인쇄실은 온도 27.5℃, 습도 45%로 환경을 유지하였다.

표 2

[0068]

인쇄 속도(m/sec)		인쇄 압력(N)	
S1	0.2	P1	100
S2	0.4	P2	300
S3	0.6	P3	500
S4	0.8	P4	700
S5	1.0	P5	900

[0069]

[실험예] 실험장치-광택도 시험기

[0070]

잉크가 피인쇄체로 전이된 결과물을 글로스 미터(모델 TC-108D, 일본)를 이용하여 인쇄한 후의 잔여잉크의 양은 광택도로 예측하였다. 즉, 잔여잉크가 많이 남아있으면 비화선부에 광택도가 저하된다. 글로스 미터는 60° 를 기준으로 진행하였으며 기준점은 88.1%이다.

[0071]

[실험예] 실험 방법-와이핑 그라비아어 실험

[0072]

그라비아어 인쇄판(셀판)(110) 위에 고점도 잉크를 도포한다(도 1의 S111단계)

[0073]

인쇄판 위에 도포된 고점도 잉크를 보조 닥터 블레이드(120)가 일정한 압력으로 긁어내어 실버 페이스트 잉크는 보조 닥터 블레이드(120)에 의해 밀리면서 그 압력으로 마이크로 사이즈의 인쇄판에 고르게 침투되어진다(도 1의 S112).

[0074]

페이스트 잉크의 대부분이 홈(화선부) 내에 전이 될 수 있도록 하여 잉크가 원하는 이미지 영역으로 전이되는데, 잉크 특성으로 완전히 제거되지 못한 일정량의 잉크가 인쇄판의 화선부 뿐만 아니라 비화선부에도 남게 된다. 이 때 도 1의 S120 단계와 같이 잉크의 유동성을 좋게 하는 IPA가 함유된 와이핑 용액(F2)을 공급한다.

[0075]

IPA가 분사된 롤러 위를 메인 닥터 블레이드(140)가 다시 일정한 압력으로 긁어낸다(도 1의 S130 단계). 이 때 비화선부에 잉크의 잔여물이 남지 않는 것을 확인하고자 하였다. 따라서 정확한 화선부만을 재현하기 위하여 비화선부에 남아 있는 잔여 잉크를 제거해야 함으로 본 실험에서는 기존의 판통 롤러와 반대 방향으로 운동하는 와이핑 장치를 활용하였다. 비화선부에 남아 있는 고점도 잉크의 점도를 낮추어 전이되지 못한 잔여 잉크들 도 1의 S130 단계와 같이 최적화된 압력 및 용매에 따라 메인 닥터 블레이드(140)로 긁어내어 완전히 제거하고자 하였다.

[0076]

마지막으로 그라비아어 패턴의 잉크는 도 1의 S140 단계와 같이 피인쇄체로 전이시킨다.

[0077]

고점도의 잉크를 사용하였을 때, 원활한 인쇄가 되지 않는 문제를 극복하기 위하여 본 실험에서는 닥터링 단계에서 용매를 추가하여 용매 와이핑 방법을 이용하였다. 추가된 용매는 에센셜 오일 10ml 혹은 IPA, 물, 기타 첨가제 등을 혼합하여 제조한 와이핑 용액을 사용하였다. 여기서 닥터 블레이드의 속도와 각도의 두 요소는 그라비아어 인쇄 적성에 크게 영향을 미친다. 메인 닥터 블레이드(140) 및 보조 닥터 블레이드(120)의 재료는 산업용 스테인리스 스틸(stainless steel)을 사용하였다.

[0078]

닥터 블레이드의 변화에 따라 잉크 전이를 알아보기 위해 인쇄 속도는 0.1m/sec로 고정하였다. 인쇄 속도와 잉크 전이량을 측정하기 위해 인쇄 속도는 0.01m/sec, 그리고 0.12m/sec로 적용하였으며 닥터 블레이드의 각도와 속도는 닥터링 단계에서 얻어진 최적화 조건으로 고정하였다. 원래 그라비아어 인쇄는 닥터링과 프린팅이 동시에 수행되지만 이러한 시스템의 제작으로 각각의 인쇄 공정을 단편화된 방법으로 세분화하여 관측하는 데 용이하다. 한편, 트렌치 패턴의 형성을 위해 그라비아어 패턴은 가로 20~50 μm, 세로 1,000 μm 그리고 깊이 20 μm로 각각 제작하였다.

[0079]

본 실험에서는 IGT 그라비아어 인쇄 적성기에 와이핑 시스템을 설치하였다. 와이핑 용액은 일정 시간마다 자동으로 분사(噴射)되어야 하는 데 본 실험에서는 와이핑 실린더에 일정 시간마다 주사기 안에 넣어 둔 와이핑 용액

을 주입하여 진행하였다. 그리고 도 8의 (a) 내지 (c)에 도시한 바와 같은 3 과정으로 인쇄를 진행하였다.

[0080] [실험예] 실험결과 및 고찰

[0081] 본 실험에서 전도성 잉크의 제조 후에 페이스트(paste)상에 분산된 입자의 크기를 확인하기 위하여 입도계 (tester sangyo, 일본)를 사용하였다. 입도계를 충분히 세척한 후, 홈 안으로 제작한 잉크를 넣었다. 그리고 입도계 면과 수직이 되도록 하여 스크레이퍼를 적당한 힘으로 누르면서 0지점까지 균일한 속도로 내려가며 밀어주는데, 홈이 90° 인 방향과 입도계 표면에 대하여 20° ~30° 의 방향에서 관찰하여 조립자가 뚜렷하게 나타나는 곳의 값을 구했다. 일반적인 전도성 잉크의 입자 크기는 1 μ m이며, 그래비어용 전자잉크가 10~50nm의 크기로 개발되고 있다. 본 실험에 사용한 잉크의 경우, 입자크기는 30nm인 것으로 사용하였다. 또한, 입자 크기가 미세함을 확인하고 레올로지(유동)의 특성을 계산하였다.

[0082] 도 9는 본 발명의 제조예에 따라 제조된 잉크의 전단속도(shear rate)와 점도(viscosity)관계에 따른 유동특성을 나타내는 그래프이고, 도 10은 제조예에 따라 제조된 잉크의 전단응력(shear stress)과 모듈러스(modulus) 관계에 따른 유동특성을 나타내는 그래프이다. 나타난 바와 같이 점도는 선형적으로 전단속도(shear rate)가 증가함에 따라 감소하므로 점소화(shear thinning)의 특징을 보였다. 그러나 점도가 1S⁻¹에서 10,000cps이므로 기존의 그래비어용 잉크보다 천배정도 점도가 높다. 따라서 와이핑 그래비어용 잉크로 활용하기 위해서는 점소화(Shear thinning)로 만들어주면 좋다.

[0083] 동적 응력 스위프(Dynamic stress sweep)에서 Linear Viscoelastic Region(LVR)과 저장 모듈러스(elastic modulus)인 G', 손실 모듈러스(loss modulus)인 G"가 측정이 되었다. 도 10에서 G'가 G"보다 LVR 영역에서 높은 값을 가지는데 이것은 잉크의 탄성력이 강하다는 것을 증명하는 것이다. 하지만 스트레스가 약 100Pa인 지점에서 두 지표가 교차되는데 이것은 점도의 탄성력 소실로 정상 상태의 유동을 보이는 것이다. 이것은 잉크 입자 구조의 파괴에 따른 결과로 볼 수 있다.

[0084] 도 11은 본 발명의 실험예에서 표 2의 인쇄 압력별 인쇄 속도에 따른 농도값을 나타내는 그래프이다. 실험에서는 IGT 그래비어 인쇄적성 시험기를 이용하여 5단계의 인쇄 속도별 sample을 인쇄하였고 인쇄물의 농도를 측정하여 평균값을 계산하였다. 나타난 바와 같이 인쇄 속도가 빠를수록 잉크의 농도가 낮아짐을 확인할 수 있었다. 또한, 인쇄 압력이 낮을수록 인쇄 농도가 낮았고 속도가 빠를 때는 압력에 따른 농도의 차이가 느린 속도에서 보다 적게 나타나는 것을 확인하였다. 이는 그래비어 잉크가 저점도이며 빠른 속도로 인쇄가 되기 때문에 잉크 실린더와 피인쇄체가 접촉하는 시간이 느린 속도에 비해서 짧기 때문인 것으로 보여진다.

[0085] 도 12는 본 발명의 실험예에서 표 2의 인쇄 속도별 인쇄 압력에 따른 농도 값을 나타내는 그래프이다. IGT 그래비어 인쇄적성 시험기를 이용하여 5단계의 압력변화에 따른 농도를 측정하였다. 나타난 바와 같이 인쇄 압력이 높을수록 잉크의 농도가 높다는 것을 볼 수 있었다. 또한 인쇄 속도가 높아질수록 인쇄 농도가 낮아지는 것을 확인하였는데, 낮은 압력에서는 1.0m/sec를 제외하고는 농도 차이가 0.03밖에 나지 않은 것을 확인하였다. 그리고 인쇄 속도가 가장 빠른 1.0m/sec에서는 전체적으로 압력별 잉크의 농도가 현저히 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 속도와 압력에 의해 잉크 실린더와 피인쇄체의 접촉시간이 달라지고, 특히 압력이 큰 경우에는 피인쇄체와 잉크의 부착이 더욱 강하게 되므로 전이되는 잉크의 양에 큰 영향을 미치는 것이라 보인다.

[0086] 도 13은 본 발명의 실험예에서 셀 깊이 변화에 따른 인쇄 농도 값을 나타내는 그래프이다. IGT 그래비어 인쇄적성 시험기를 이용하여 얻은 sample의 scale 중에서 11 μ m, 17 μ m, 24 μ m, 29 μ m, 33 μ m의 농도를 각각 측정하고 평균값을 계산하였다. 나타난 바와 같이, 셀의 깊이가 깊을수록 농도 값이 높게 나타난다는 것을 알 수 있었고, 약 30 μ m까지는 거의 정비례에 가까운 증가를 보임을 확인할 수 있었다. 압력별 셀의 깊이에 따른 농도를 비교한 결과, 셀의 깊이가 가장 작은 하이라이트부에서는 압력별 농도가 약 0.05의 차이를 보였고, 미들(middle)부에서는 압력별 농도의 차이가 약 0.2로 나타났다. 또한 체도우부에서는 약 0.1정도의 차이를 보였으며 이를 통해 미들부에서 농도 값이 압력에 보다 많은 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 그리고 약 30 μ m이상에서는 농도 값의 차이가 0.1정도 밖에 나지 않는다는 것을 모든 압력 조건에서 동일하게 확인할 수가 있었다.

[0087] 본 실험예에서 고점도의 잉크는 물로는 닦아내기 어렵지만 와이핑 용액으로 닦터링 한 후에 비화선부에 묻어있는 대부분의 잉크는 닦아낼 수가 있었다. 인쇄된 결과물은 글로스 미터(모델 TC-108D, 일본)를 이용하여 비화선부의 광택도를 측정하였다. 본 실험에서 사용된 기관의 기본 광택도는 65.2%로 측정되었으며, 잉크 도포 후 비화선부의 광택도를 측정한 결과, 평균 53.2%의 광택도를 확인할 수 있었다. 물로 닦아낸 경우 57.4%의 수치가 나왔는데, 이는 잉크가 물에 제대로 씻겨나가지 못했음을 알려주는 결과이다. 하지만 이 인쇄판을 IPA가 함유된 와이핑 용액으로 닦터링한 경우의 광택도는 63.6%, 64.8%로 평균 64.2%로 측정되었다.

- [0088] 도 14는 본 발명의 실험예의 지속적인 인쇄 상태에서 닥터링 속도에 의한 피인쇄체로 전이된 잉크량의 변화를 인쇄 패턴의 넓이(폭)로 나타낸 그래프이다. 블레이드 작용각을 60° 로 고정된 상태에서 닥터링 속도를 증가시킬수록 피인쇄체로 전이된 잉크량은 감소하였다. 잉크 잔여물을 제거하기 위해 닥터 블레이드의 속도를 높인 결과 상대적으로 깨끗한 인쇄물을 얻을 수 있었다. 닥터 블레이드의 속도가 증가할수록 셀에 채워지는 잉크의 양은 줄어든다. 이것은 셀 안에 가득 찬 잉크량이 닥터 블레이드의 속도가 증가되면서 감소된 것으로 보인다. 그래프에는 나타나 있지 않지만 여기서 흥미로운 사실은 닥터 블레이드 속도를 30cm/sec 이상으로 하였을 때, 다시 선폭이 증가했다는 점인데 이것은 닥터 블레이드의 유연성과 잉크의 탄성으로 인해 윤활 피막(lubrication film)이 형성되었기 때문이라고 예측된다.
- [0089] 도 15는 본 발명의 실험예에서 블레이드 작용 각도(blade working angle) (α)의 각도를 달리하였을 때 선폭의 변화를 나타내는 그림이다. 작용 각도 α 각이 70° 에서 55° 로 감소할수록 선폭(line width)은 줄어들었으나 속도의 변화처럼 가장자리의 균일성(uniformity)은 개선되지 않았다. 원인을 찾아보면, 각도가 감소할수록 블레이드가 그라비아 패턴에 가하는 압력이 증가하여 둘 사이의 간격이 더욱 좁아지므로 윤활 피막이 형성되는 조건을 지연시킨다는 것을 알 수 있었다. 도 15에서 인쇄속도는 1 inch/sec에서 도 15의 (a)는 70° , 도 15의 (b)는 60° , 도 15의 (c)는 55° 의 작용각일 때 선폭을 나타낸다.
- [0090] 인쇄 속도에 따른 잉크 전이량의 변화는 인쇄 속도가 증가할수록 전이량이 감소하였다. 또한 홈 사이즈가 넓어질수록 더 많은 잉크가 전이됨을 볼 수 있었다. 감속에 따른 잉크 전이량의 증가는 피인쇄체가 그라비아 패턴과 접촉하는 시간이 증가하여 충분한 접촉이 이루어졌기 때문이라고 보여진다. 그리고 넓어진 오프닝 사이즈는 피인쇄체에 접촉하는 면적을 증가시키므로 넓은 선폭이 얻어졌다.
- [0091] 따라서 저항(resistance)을 최대한 낮추기 위해 잉크 전이량을 최대한으로 하고, 균일한 가장자리를 얻기 위해 낮은 인쇄 속도와 적당한 닥터블레이드 속도 및 압력이 요구되며 이러한 실험적 결과를 바탕으로 최적화된 패턴을 얻었다. 이 최적화 패턴에서 인쇄된 선은 선 넓이 20 μ m, 두께 2 μ m 그리고 저항성이 1.3E⁻⁰⁵ Ω cm로 나타났으며 표면 거칠기는 Rq 137nm였다. 이러한 특징은 전자인쇄 분야 특히, 높은 전도도와 고밀도 집적 회로를 요하는 OTFTs 제조에 가장 적합한 패턴이라고 할 수 있다.
- [0092] 한편, 인쇄 속도와 잉크 전이량 사이의 관계에서 인쇄 속도가 증가할수록 잉크 전이량이 떨어지는 경향이 있다. 게다가 더 크게 변한 홈의 크기 때문에 더 많은 잉크가 전이된다. 속도 감소에 따른 잉크 전이의 증가는 접촉 시간이 증가할수록 그라비아 패턴이 표면에 충분히 접촉되어질 수 있기 때문이다. 더군다나 넓은 오프닝 크기로 인쇄서 표면과 접촉하는 부분을 증가시키고 결과적으로 더 넓은 선폭을 가져온다.
- [0093] 그러므로 저항을 낮추어 균등한 엣지를 얻고 잉크 전이를 최대화 시키기 위하여 닥터링 공정 동안 닥터링과 인쇄 속도, 닥터링 압력, 블레이드의 각도, 첨가된 용제의 최적화가 요구된다.
- [0094] 본 실험 결과를 기본으로 하여, 최적화된 패턴은 다음과 같이 얻을 수 있었다. 생산된 인쇄 선은 20 μ m의 선폭, 1.5 μ m의 선 두께, 1.3x10⁻⁵ Ω cm의 저항성을 지닌다. 대부분의 실버의 저항성과 실버 페이스트 잉크의 저항성이 비슷하다. 특히, 이 특성이 인쇄전자에 높은 전도성과 광범위한 집적 회로를 요구하는 TFTs에서 가장 적합한 패턴이라 고려되어진다. 더 중요한 것은 패턴이 각 방향에서 인쇄되어지기 때문에 보완해야할 결점이 없다는 것인데 이는 잉크가 높은 점도 때문에 인쇄가 되는 동안 거의 흐르지 않기 때문이다.
- [0095] 본 실험에서 사용된 잉크와 IPA 혼합물은 다시 용제 회수단계를 거쳐서 IPA를 회수할 수 있었다. 본 실험에서 사용한 간단한 증류 장치와 같은 경우에는 장치의 통에 혼합된 용제가 담긴 용액을 넣고 가열한다. 끓는점에 도달하게 되었을 때, 끓는점이 낮은 성분의 물질부터 차례로 기화되어 빠져나가게 되는 원리인데 잉크와 IPA 혼합물이 가열되었을 때, 기화되는 물질은 순수한 IPA이다. 중앙의 유리관과 냉각기 사이에 찬물이 흐르면서 유리관을 통과하는 증류 기체를 냉각시켜 액화되도록 한다. 결국 우측의 기계 안으로는 IPA 액체만 남게 된다. 회수된 내용물들은 순수한 IPA 이므로 실험에 재사용이 가능하다. 하지만 이 때, 남은 잉크 잔여물은 슬러리로 특별한 용도가 없는 한, 폐기물로 남게 된다. 본 실험에서 소량을 실험한 결과 3시간 이상 가열하였을 때, IPA의 80~90%까지 회수가 가능하였다.
- [0096] 본 실험은 전자인쇄용 트렌치 패턴 형성을 위한 와이핑 그라비아 인쇄 방법에 관하여 실험한 것으로서, 실험에

따라 다음과 같은 결론이 도출되었다.

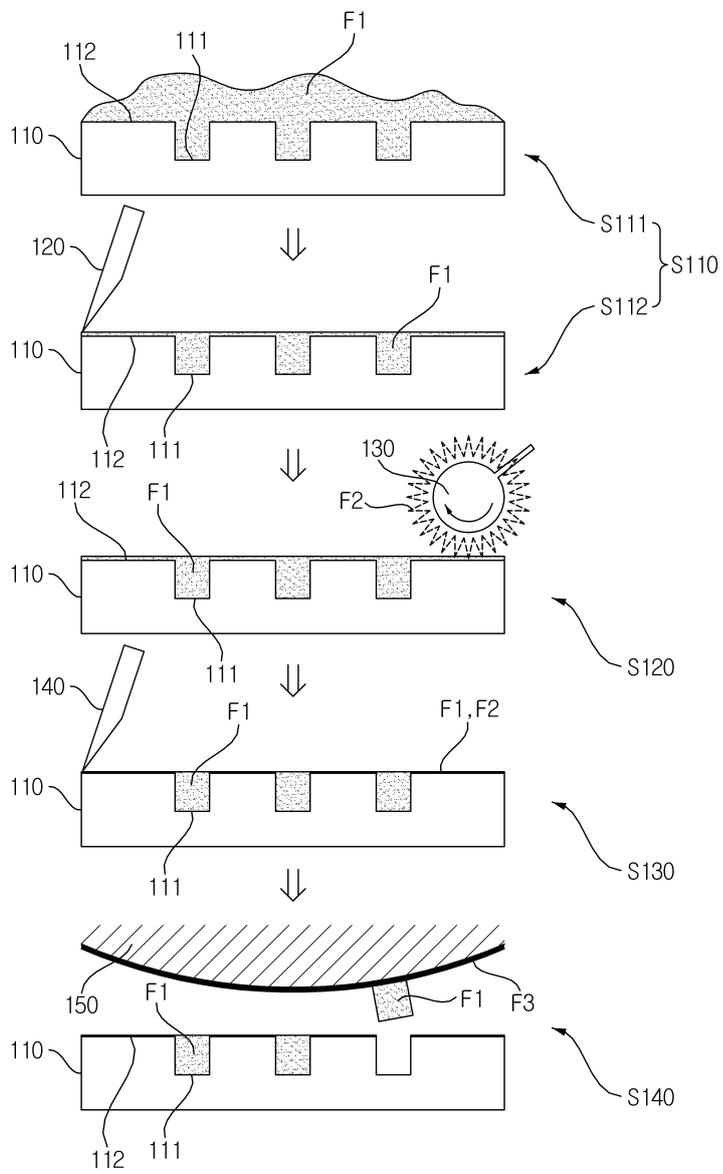
- [0097] 고점도의 전자인쇄용 페이스트는 점도가 높아서 일반 직접 그라비아 방식으로 인쇄가 불가능하지만 본 와이핑 그라비아 인쇄 방법을 사용하면 20 μ m의 선폭까지 인쇄가 되는 것을 확인하였다.
- [0098] 와이핑 용액은 용제불식과 수불식 용액으로 나누어서 사용할 수 있는데, IPA가 포함된 와이핑 용액이 묻은 롤러를 사용하였을 경우 용제 불식 잉크의 경우 와이핑 용액에서 IPA 함유량이 85%이상이었을 때 양호한 인쇄 결과물을 얻었다. 또한, 수불식 용액의 성분은 물 94%, 수산화나트륨 1%, 인산나트륨 3%, 로토오일 2%일 때, 가장 양호한 인쇄 결과물을 얻을 수 있었다.
- [0099] 와이핑 실린더는 intaglio(요판) 방식에서 사용하는 것과 같이 수용성이며 고분자 물질 중에 가장 안정적이고 경도조절이 용이한 PVA로 제작가능하며, 실험 결과 양호한 인쇄물을 얻을 수 있었다.
- [0100] 닥터 블레이드를 60 μ m로 고정된 상태에서 닥터링 속도를 증가시킬수록 피인쇄체로 전이되는 잉크량은 감소하였다. 하지만, 인쇄 속도를 0.1m/sec이상으로 두었을 때, 최적화된 결과물을 얻을 수 있었다.
- [0101] 닥터 블레이드의 작용각도 α 각이 70° 에서 55° 로 감소할수록 선폭(line width)은 줄어들었으나 속도의 변화처럼 가장자리의 균일성(uniformity)은 개선되지 않았다. 원인을 살펴보면, 각도가 감소할수록 블레이드가 그라비아 패턴에 가하는 압력이 증가하여 둘 사이의 간격이 더욱 좁아지므로 윤활 피막이 형성되는 조건을 지연시킨다.
- [0102] 본 와이핑 그라비아 실험 결과로 20 μ m선폭의 트렌치 패턴, 1.5 μ m 두께, 20 μ m의 선들 사이의 갭과 1.3x10⁻⁵ Ω cm의 저항성을 가진 제품을 얻을 수 있었다.
- [0103] 와이핑 그라비아에서 인쇄되는 동안 셀 내부에서의 잉크의 유동 및 압력분포 등을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 확인할 수 있었다. 본 와이핑 그라비아 인쇄 방법을 이용하면, 전자인쇄용 전도성 잉크로 트렌치 패턴이 인쇄 가능함이 확인되었다.

부호의 설명

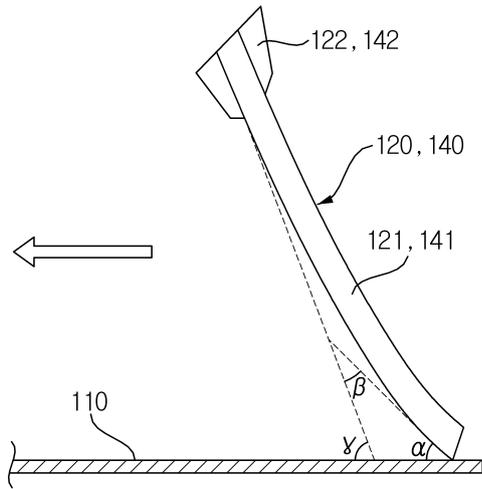
- [0104] 110, 210 : 그라비아 셀판 111 : 화선부
- 112 : 비화선부 120 : 보조 닥터 블레이드
- 130 : 와이핑 실린더 140, 241 : 메인 닥터 블레이드
- 150 : 인쇄 롤러 220 : 잉크 풀러당부
- 221 : 잉크 홀더 222 : 폼 롤러
- 223, 233 : 침지 롤러 230 : 와이핑부
- 231 : 와이핑 액조 232 : 와이핑 실린더
- 240 : 닥터링부 250 : 인쇄부
- 260 : 슬러리 회수처리부 261 : 슬러리지
- 262 : 증류기 331 : 와이핑 탱크
- 333 : 분사기구 424 : 디스트리뷰션 롤러
- 533 : 가변기구
- F1 : 잉크 F2 : 와이핑 용액
- F3 : 피인쇄물 F4 : 슬러리

도면

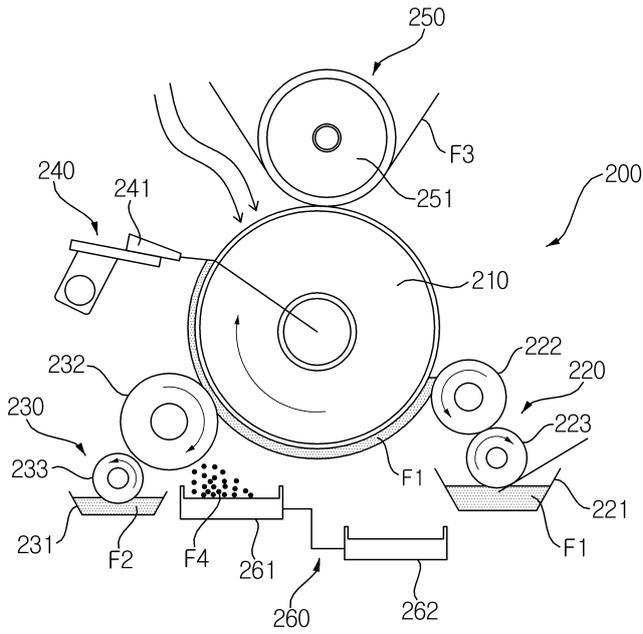
도면1



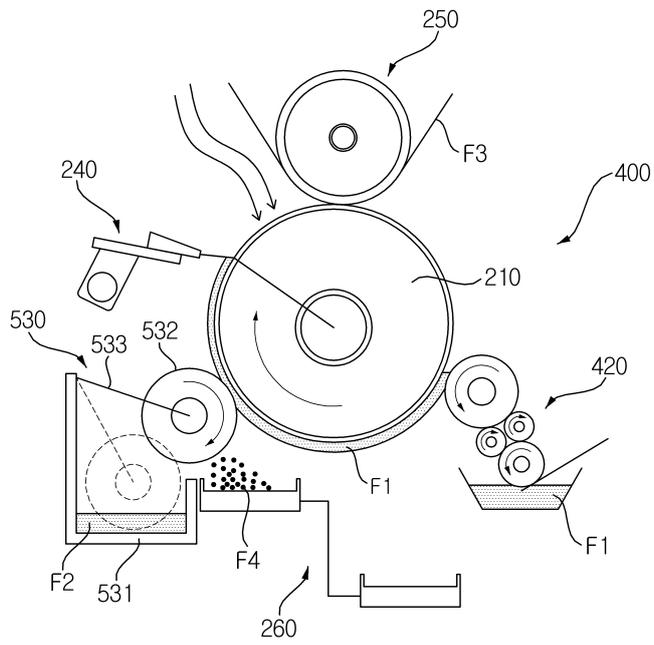
도면2



도면3



도면6



도면7



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

도면8



(a)

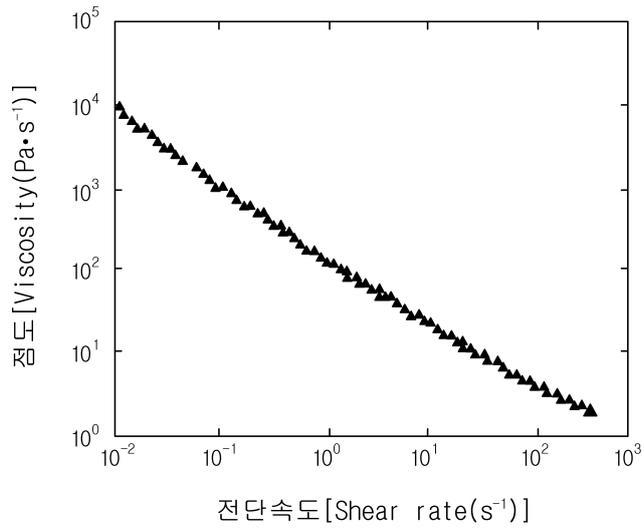


(b)

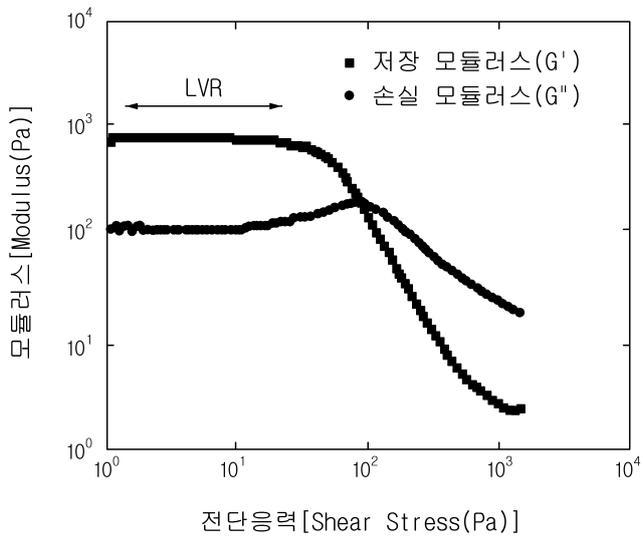


(c)

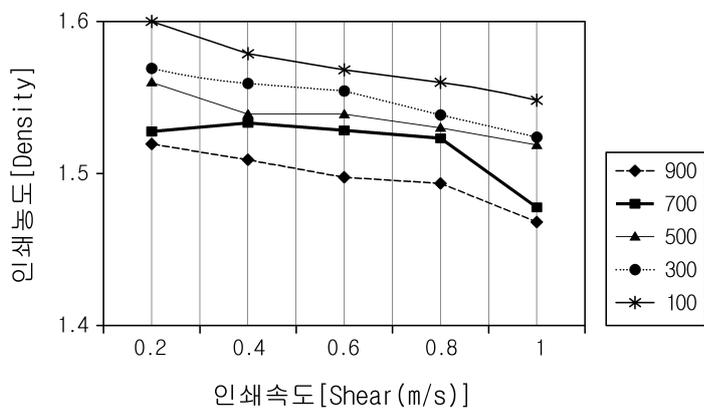
도면9



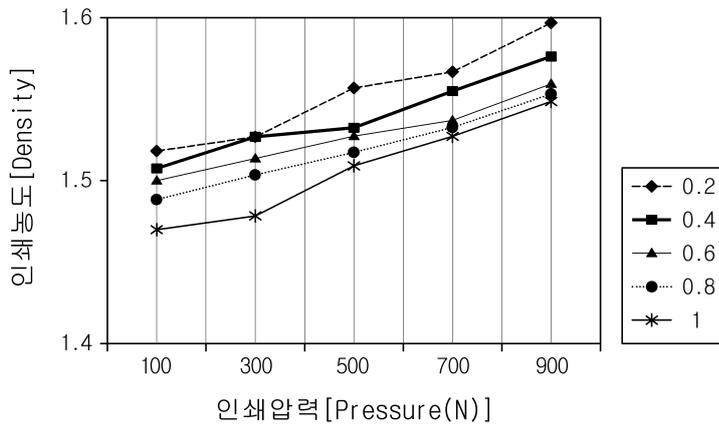
도면10



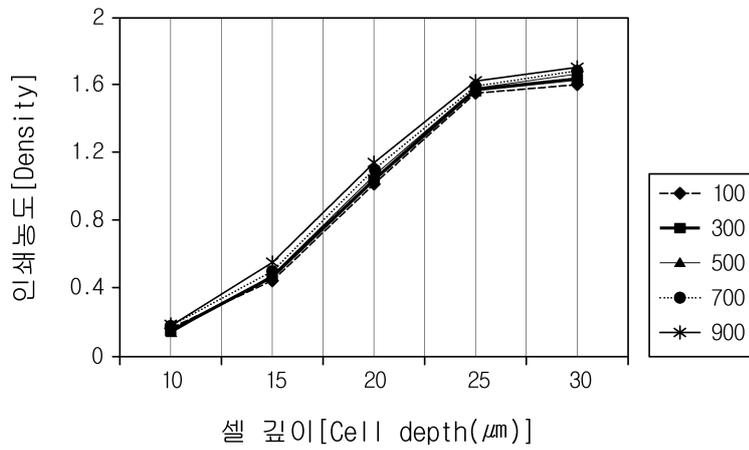
도면11



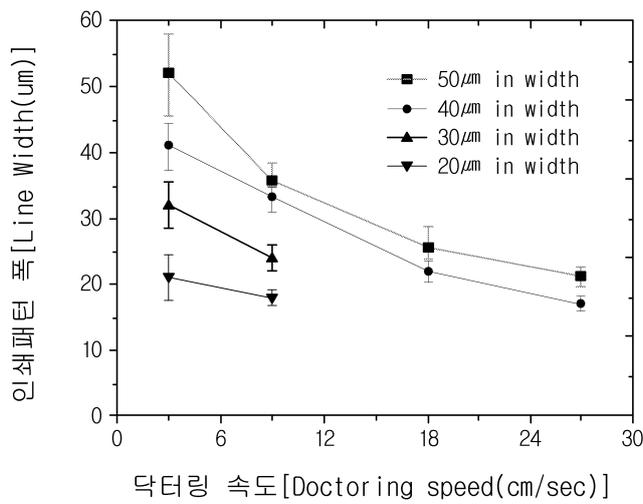
도면12



도면13



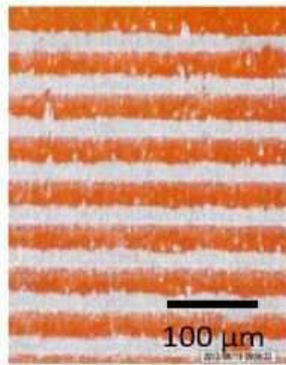
도면14



도면15



(a)



(b)



(c)