



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2025년04월11일  
(11) 등록번호 10-2793541  
(24) 등록일자 2025년04월04일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G03F 7/075 (2006.01) C08G 77/20 (2006.01)<br/>G03F 7/00 (2006.01) G03F 7/11 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G03F 7/075 (2013.01)<br/>C08G 77/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7025012</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2021년02월04일<br/>심사청구일자 2023년08월22일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2022년07월19일</p> <p>(65) 공개번호 10-2022-0147072</p> <p>(43) 공개일자 2022년11월02일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/004014</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2021/171943<br/>국제공개일자 2021년09월02일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2020-031276 2020년02월27일 일본(JP)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>KR1020170081163 A*<br/>JP2020002231 A<br/>KR1020190005821 A*<br/>KR1020190099279 A<br/>*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자<br/>디아이씨 가부시끼가이샤<br/>일본국 도쿄 174-8520 이타바시쿠 사카시타 3초메 35-58</p> <p>(72) 발명자<br/>이베 다케시<br/>일본국 지바켄 이치하라시 야와타-가이간도리 12<br/>디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내</p> <p>이마다 도모유키<br/>일본국 지바켄 이치하라시 야와타-가이간도리 12<br/>디아이씨 가부시끼가이샤 지바 공장 내</p> <p>(74) 대리인<br/>문두현</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 유선근

(54) 발명의 명칭 **층간 절연막 제조용 도포 조성물, 층간 절연막, 및 반도체 소자, 그리고 층간 절연막의 제조 방법**

**(57) 요약**

높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋(throughput)으로 제조할 수 있는 층간 절연막 제조용 도포 조성물, 및 층간 절연막의 제조 방법, 그리고 당해 층간 절연막을 갖는 반도체 소자를 제공한다. 구체적으로는, 2 이상의 중합성기를 갖는 중합성 규소 화합물로서, 상기 2 이상의 중합성기 중, 적어도 하나가 \*-O-R-Y로 표시되는 중합성기 Q(\*는 규소 원자에의 결합을 나타내고, R은 단결합, 헤테로 원자를 포함해도 되는 비치환 또는 치환의 탄소수 1~12의 알킬렌기, 또는 페닐렌기를 나타내고, Y는 중합성기를 나타낸다)인 중합성 화합물(A)과, 광중합개시제(B)를 함유하는 층간 절연막 제조용 도포 조성물.

(52) CPC특허분류

*G03F 7/0002* (2013.01)

*G03F 7/11* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

중합성 화합물(A)과, 광중합개시제(B)를 함유하는 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 기재 상에 도포하는 공정 A와,

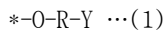
요철 패턴이 형성된 임프린트용 몰드를 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물의 표면에 압압(押壓)하는 공정 B와,

상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 광경화시키는 공정 C와,

상기 임프린트용 몰드를 이형하는 공정 D와,

상기 공정 D의 후에, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 250℃ 이상에서 베이킹하여, 층간 절연막을 형성하는 공정 E를 갖는 층간 절연막의 제조 방법으로서,

상기 중합성 화합물(A)이, 2 이상의 중합성기를 갖는 중합성 규소 화합물로서, 상기 2 이상의 중합성기 중, 적어도 하나가 하기 식(1)으로 표시되는 중합성기 Q인 중합성 화합물인 층간 절연막의 제조 방법.



(상기 식(1)에 있어서,

\*는 규소 원자에의 결합을 나타내고,

R은 단결합, 헤테로 원자를 포함해도 되는 비치환 또는 치환의 탄소수 1~12의 알킬렌기, 또는 페닐렌기를 나타내고,

Y는 중합성기를 나타낸다)

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 중합성기 Y가 아크릴로일기인, 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 중합성 규소 화합물(A)이, 상기 중합성기 Q를 셋 이상 갖는 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 중합성 화합물(A)에 있어서의 규소 원자의 양이 10중량% 이상인, 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 5**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물이 이형제를 함유하는, 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물이 세공 형성제를 함유하는, 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물이 용제를 함유하는, 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 8**

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 공정 B의 전에, 상기 기재 상의 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 프리베이킹하는 공정 F를 갖는 층간 절연막의 제조 방법.

**청구항 9**

제1항 또는 제2항에 기재된 제조 방법을 포함하는 반도체 소자의 제조 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 층간 절연막 제조용 도포 조성물, 층간 절연막, 및 반도체 소자, 그리고 층간 절연막의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 나노임프린트 기술은, 나노스케일의 미세 패턴을 고해상도로 형성할 수 있는 기술로서 주목되고, 반도체 집적 회로, 마이크로 전기 기계 시스템(MEMS), 센서 소자, 자기 기록 매체, 광학 디바이스, 플랫 패널 디스플레이용 광학 필름 등의 제조에 응용이 기대되고 있다. 최근에는, 해상도 이외의 이유에서도 주목을 모으고 있어, 포토 레지스트나 에칭, 증착 공정 없이 복잡한 입체 형상을 직접 패턴 형성할 수 있는 점에서, 디바이스의 제조를 대폭 간소화하여 제조 코스트를 삭감할 수 있는 가능성이 있기 때문에, 다양한 성능을 갖는 재료에의 적용이 검토되고 있다.

[0003] 반도체 분야에서는 층간 절연막의 제조용으로서, 나노임프린트 기술에 의한 SOG(Spin-On-Glass) 재료에의 직접 패턴 형성이 주목받고 있다. SOG 재료로 이루어지는 층간 절연막에서는, 저유전율 및 높은 영률을 구비하는 막의 형성에 의해, 높은 절연내성이나 CMP 공정에서의 내박리성, 고성능화를 기대할 수 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에서는, 폴리(메틸실세스퀴옥산) 베이스의 SOG 재료를 직접 임프린트하여, 그 후, 유리화함으로써, 패턴을 갖는 절연막을 제조하고 있다.

[0004] 또한, 특허문헌 1에서는 오르가노실리카계 SOG나 HSQ(수소화실세스퀴옥산 폴리머)를 사용한 실온 임프린트를 채용하고 있다.

[0005] 특허문헌 2에서는 실리카 나노입자와 광경화성 모노머의 혼합물로 이루어지는 조성물을 사용한 광나노임프린트에 의해, 고탄성물의 미세 패턴을 형성하여 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0006] (특허문헌 0001) 일본국 특개2003-100609호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특개2013-86294호 공보

**비특허문헌**

- [0007] (비특허문헌 0001) Adv. Mater. 2007, 19, 2919-2924

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 그러나, 특허 문헌 1에 기재된 기술은, 고점도의 SOG 재료를 사용한 열 임프린트에 의한 패턴 성형을 채용하고 있기 때문에, 진공 하에서 고온(200℃), 고압(3.4MPa)의 임프린트 압압(押壓) 공정이 필요하여, 승강온으로 장시간을 요하기 때문에, 쓰루풋(throughput)의 향상이 극히 곤란하다.
- [0009] 또한, 특허 문헌 1에 기재된 기술은, 고압(25kgf/cm<sup>2</sup>), 장시간(10분간)의 압압 공정을 필요로 하고 있기 때문에, 쓰루풋 향상의 효과는 한정적이다. 또한, 도포 후 안정성의 문제에 의해 10분 이내에 압압할 필요가 있는 점에서, 긴 사이클 타임의 프로세스에 적용할 수 없다.
- [0010] 또한, 특허 문헌 2에 기재된 기술은, 나노실리카 입자는 수백nm의 대입경 성분이나, 응집에 의한 이차 입자를 갖기 때문에, 몰드의 미세 패턴 중에 균일하게 충전되지 않아, 용도는 레플리카 몰드 용도에 한정된다.
- [0011] 이상과 같이, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 층간 절연막 제조용 도포 조성물, 및 층간 절연막의 제조 방법의 개발이 요구되고 있다.
- [0012] 본 발명은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을 갖는 반도체 소자를 제공하는 것을 과제로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 층간 절연막의 제조 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0016] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하고자, 예의 검토를 행했다. 그 결과, 특정의 기를 갖는 중합성 화합물을 함유하는 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 사용함으로써, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 것을 알아내어, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0017] 즉, 본 발명은, 2 이상의 중합성기를 갖는 중합성 규소 화합물로서, 상기 2 이상의 중합성기 중, 적어도 하나가 하기 식(1)으로 표시되는 중합성기 Q인 중합성 화합물(A)과, 광중합개시제(B)를 함유하는 층간 절연막 제조용 도포 조성물.
- [0018] \*—O—R—Y …(1)
- [0019] (상기 식(1)에 있어서,
- [0020] \*는 규소 원자에의 결합을 나타내고,
- [0021] R은 단결합 또는 헤테로 원자를 포함해도 되는 비치환 또는 치환의 탄소수 1~12의 알킬렌기를 나타내고,
- [0022] Y는 중합성기를 나타낸다)

- [0023] 또한, 본 발명은, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 경화하여 이루어지는, 층간 절연막이다.
- [0024] 또한, 본 발명은, 상기 층간 절연막을 갖는 반도체 소자이다.
- [0025] 또한, 본 발명은,
- [0026] 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 기재 상에 도포하는 공정 A와, 요철 패턴이 형성된 임프린트용 몰드를 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물의 표면에 압압하는 공정 B와, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 광경화시키는 공정 C와, 상기 임프린트용 몰드를 이형하는 공정 D와, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 200 °C 이상에서 베이킹하여, 층간 절연막을 형성하는 공정 E를 갖는 층간 절연막의 제조 방법이다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명에 의하면, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 제공할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에 의하면, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을 제공할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을 갖는 반도체 소자를 제공할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명에 의하면, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있는 층간 절연막의 제조 방법을 제공할 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0031] 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 층간 절연막 제조용 도포 조성물(이하, 단지 「도포 조성물」이라고도 한다)은, 2 이상의 중합성기를 갖는 중합성 규소 화합물로서, 상기 2 이상의 중합성기 중, 적어도 하나가 하기 식 (1)으로 표시되는 중합성기 Q인 중합성 화합물(A)과, 광중합개시제(B)를 함유한다.
- [0032]  $*-O-R-Y \dots(1)$
- [0033] (상기 식(1)에 있어서,
- [0034] \*는 규소 원자에의 결합을 나타내고,
- [0035] R은 단결합, 또는 헤테로 원자를 포함해도 되는 비치환 또는 치환의 탄소수 1~12의 알킬렌기를 나타내고,
- [0036] Y는 중합성기를 나타낸다)
- [0037] 상기 중합성기 Q는, 규소 원자와 직접 화학 결합하여 있기 때문에, 상기 도포 조성물을 경화시켜 이루어지는 경화막은, 실리카 나노입자와 광경화성 모노머의 혼합물로 이루어지는 조성물의 경우와는 달리, 균일성이 우수하다. 또한, 상기 중합성기 Q는, Si-O-R의 결합 부분을 갖고 있음으로써, 패턴 형성 후에 기재를 가열함으로써 유리화하기 때문에, 저유전율, 높은 영률의 층간 절연막을 얻을 수 있다. 또한, 상기 중합성기 Q는 Si-O-R의 결합 부분을 산이나 알칼리 등의 처리에 의해 분해시켜 가고 구조를 절단하는 것이 가능한 점에서, 광경화물을 의도적으로 용해시켜 세정하는 것이 가능하다. 그 때문에, 광임프린트시에 패턴 형성에 결함을 발생시킨 경우나, 몰드 상에 광경화물로 이루어지는 오염이 잔존한 경우, 그들을 세정 제거하는 것이 용이하다. 또한, 상기 중합성기 Q는 Si-O-R의 결합 부분은 열분해성도 갖기 때문에, 패턴 형성 후에 기재를 가열함으로써 분해하여, 층간 절연막 내에 공공이 형성되기 때문에, 저유전율의 층간 절연막을 얻는 것이 가능해진다. 또한, 상기 도포 조성물은 저점도, 광경화성이기 때문에, 화학 증착법(CVD) 등의 진공 프로세스에 의하지 않고 상온·상압에서 기재 상에 도포하여, 광경화시킬 수 있다. 그 때문에, 종래보다도 높은 쓰루풋으로 층간 절연막을 형성할 수 있다. 따라서, 상기 도포 조성물에 의하면, 균일성이 우수하고, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있다. 또한, 상기 도포 조성물의 경화는 저수축률이기 때문에, 당해 도포 조성물을 경화시켜 이루어지는 층간 절연막은, 내크랙성, 및 평탄성이 우수하다. 또한, 상기 도포 조성물은, 특히 100nm 이하의 패턴 형성에도 호적하게 사용하는 것이 가능하다.
- [0038] 상기 중합성 화합물(A)은, 상온(예를 들면, 25°C)에서 액체이고, 중합성기를 2 이상 갖는다. 당해 중합성기란, 중합 반응이 가능한 관능기를 나타내고, 구체적으로는 라디칼 중합성기 또는 양이온 중합성기를 들 수 있고, 라디칼 중합성기가 바람직하다. 라디칼 중합성기로서는, 구체적으로 비닐기, (메타)아크릴로일기, (메타)아크릴로일옥시기, 알릴기, 알릴옥시기, 이소프로페닐기, 스티릴기, 비닐옥시기, 비닐옥시카르보닐기,

비닐카르보닐기, N-비닐아미노기, 메타크릴아미드기, 아크릴아미드기, 말레이미드기 등을 들 수 있고, 광경화성의 관점에서 바람직하게는 (메타)아크릴로일기, 아크릴아미드기, 특히 바람직하게는 아크릴로일기이다. 상기 중합성기를 갖는 기로서는, 상기 중합성기를 갖는 기이면 좋다. 또, 본 명세서에 있어서, (메타)아크릴로일기란, 아크릴로일기 또는 메타크릴로일기를 의미한다.

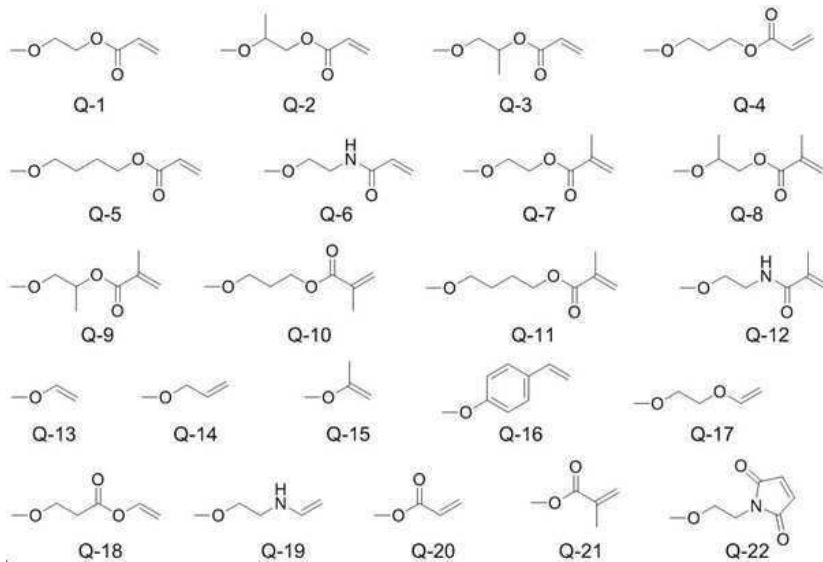
[0039] 상기 중합성 화합물(A)은, 중합성기를 2 이상 갖지만, 상기 중합성기를 갖는 기의 적어도 하나가 상기 식(1)으로 표시되는 중합성기 Q이다.

[0040] 중합성 화합물(A)은 상기 기 Q를 적어도 하나 갖지만, 중합성기 Q를 셋 이상 갖는 경우는 광경화성이 우수하고, 고탄성물의 경화물이 얻어진다. 중합성기 Q를 셋 이상 갖는 중합성 화합물(A)은, 저조도 및 단시간으로 경화 가능해질 뿐 아니라, 광임프린트를 행할 때에 몰드를 이형하는 공정에서 패턴의 도괴(倒壞)나 과단을 방지할 수 있고, 또한 세정성이나 절연성을 향상하기 때문에 바람직하다.

[0041] 식(1)에서 표시되는 중합성기 Q에 대해, R은, 단결합 또는 탄소 원자수 1~5의 알킬렌기가 바람직하다.

[0042] 식(1)에서 표시되는 중합성기 Q에 대해, Y는, 비닐기, (메타)아크릴로일기, (메타)아크릴로일옥시기, 알릴기, 알릴옥시기, 이소프로페닐기, 스티릴기, 비닐옥시기, 비닐옥시카르보닐기, 비닐카르보닐기, N-비닐아미노기, 아크릴아미드기, 메타크릴아미드기 또는 말레이미드기가 바람직하다.

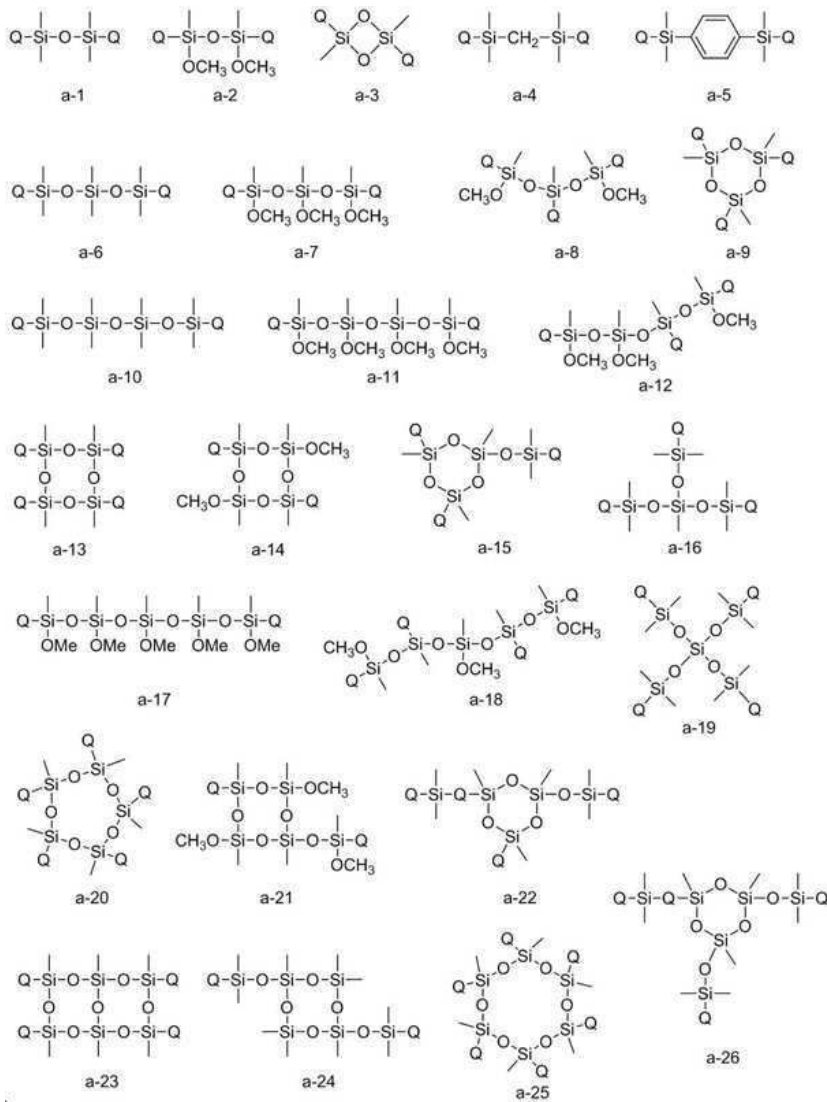
[0043] 상기 중합성기 Q로서는, 예를 들면, 이하와 같은 구조의 것을 들 수 있다.



[0044] 상기 중합성 화합물(A)로서는, 직쇄상이어도 분기상이어도 상관없다.

[0045] 상기 중합성 화합물(A)로서는, 분자 내에 규소 원자를 2~6개 갖고, 규소 원자에 직접 결합하는 산소 원자의 수가 1~4개인 구조의 것을 예시하는 경우에는 이하와 같은 구조의 것을 들 수 있지만, 각각의 개수는 예시하는 수에 한정되는 것은 아니다.

[0046] 상기 중합성 규소 화합물(A)이 분자 내에 갖는 규소 원자의 수는 예를 들면, 2~5000개이고, 규소 원자에 직접 결합하는 산소 원자의 수는 1~4개의 범위에서 선택 가능하다.



[0048]

[0049]

[0050]

[0051]

[0052]

[0053]

[0054]

이들 중에서도, 상기 중합성 화합물(A)은, 규소 원자를 5개 이상 갖는 구조가 바람직하다.

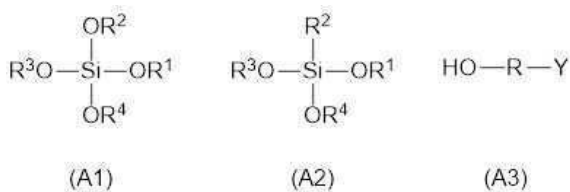
이것은, 규소 원자량이 5개 이상임으로써, 층간 절연막을 제조할 때의 내크랙성, 및 형성된 절연막의 내열성, 절연성, 영률이 향상하기 때문이다.

상기 중합성 화합물(A)에 있어서의 규소 원자의 양은 10중량% 이상인 것이 바람직하다. 규소 원자의 양은 10중량% 이상임으로써, 시료 표면에서 탈리하여 발생하는 아웃 가스 성분을 적게 억제하고, 내열성 및 내크랙성이 향상하기 때문에 바람직하다.

상기 중합성 화합물(A)에 있어서의 규소 원자의 양은, 바람직하게는 15중량% 이상이고, 보다 바람직하게는 20중량% 이상이다.

상기 중합성 화합물(A)에 있어서의 규소 원자의 양의 상한은 특히 제한되지 않지만, 예를 들면, 90중량% 이하이고, 바람직하게는 80중량% 이하이고, 보다 바람직하게는 70중량% 이하이고, 더 바람직하게는 60중량% 이하이다.

상기 중합성 화합물(A)은, 바람직하게는 하기 일반식(A1)으로 표시되는 모노머 및/또는 하기 일반식(A2)으로 표시되는 모노머를 축합하여 실리콘 올리고머로 하고, 얻어진 실리콘 올리고머에 하기 일반식(A3)으로 표시되는 화합물을 반응시켜 제조한다.



[0055]

- [0056] (상기 식(A1), (A2) 및 (A3) 중,
- [0057] R1, R2, R3 및 R4는, 각각 독립적으로 탄소 원자수 1~6의 알킬기이고,
- [0058] R은 상기 식(1)의 R과 동일하고,
- [0059] Y는 상기 식(1)의 Y와 동일하다)
- [0060] 상기 식(A1)으로 표시되는 모노머 및/또는 상기 식(A2)으로 표시되는 모노머의 실리콘 올리고머에, 상기 식(A3)으로 표시되는 화합물을 반응시켜 얻어지는 중합성 화합물(A)은, Si-O-R-Y로 표시되는 기를 1 이상 갖는 실리콘 올리고머이다.
- [0061] 상기 실리콘 올리고머는 Si-O-R-Y로 표시되는 기를 가짐으로써, 조성물을 저점도로 UV 경화성도 양호하게 할 수 있다. 또한, 상기 실리콘 올리고머를 포함하는 조성물을 고온에서 베이킹하여 층간 절연막을 형성할 때는, Si-O-R-Y로 표시되는 기가 분해하여, 실록산 결합을 형성함으로써, 강고한 막으로 할 수도 있다.
- [0062] 상기 식(A1)으로 표시되는 모노머 및/또는 상기 식(A2)으로 표시되는 모노머의 실리콘 올리고머는 시판품을 사용할 수 있고, 예를 들면, 실리콘 레진 KC-89S, 실리콘 레진 KR-500, 실리콘 레진 X-40-9225, 실리콘 레진 KR-401N, 실리콘 레진 X-40-9227, 실리콘 레진 KR-510, 실리콘 레진 KR-9218, 실리콘 레진 KR-213(이상, 신에즈가 가쿠고교샤제), 에틸실리케이트40, 에틸실리케이트48, 메틸실리케이트51, 메틸실리케이트53A, EMS-485(코르크트 가부시카가이사제) 등을 사용할 수 있다.
- [0063] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 중합성 화합물(A)의 함유량의 하한은, 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 50중량% 이상, 60중량% 이상, 70중량% 이상 또는 80중량% 이상이다.
- [0064] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 중합성 화합물(A)의 함유량의 상한은, 특히 제한되지 않고, 예를 들면, 상기 도포 조성물의 불휘발분의 99.9중량% 이하, 99중량% 이하 또는 95중량% 이하이다.
- [0065] 상기 중합성 화합물(A)의 중량 평균 분자량은, 바람직하게는 500 이상, 보다 바람직하게는 1000 이상, 바람직하게는 100000 이하, 보다 바람직하게는 10000 이하까지의 범위이다. 중량 평균 분자량이 500 이상이면, 층간 절연막을 제조할 때의 내크랙성, 및 형성된 절연막의 내열성, 절연성, 영률이 향상하기 때문에 바람직하다. 중량 평균 분자량이 100000 이하이면, 상온에서 점도가 낮게 유지되고, 광임프린트시의 몰드에의 충전성이 우수하기 때문에 바람직하다. 또, 본 명세서에 있어서, 중량 평균 분자량은 실시예에 기재된 방법에 의해 측정한다.
- [0066] 상기 중합성 화합물(A)의 합성은, 특히 한정은 없고, 공지 관용의 방법을 이용할 수 있다. 예를 들면, 중합성 불포화기와 수산기를 갖는 화합물을 원료로 하여, 클로로실란과 탈염산 반응에 의해 합성하는 방법이나, 알콕시실란과 에스테르 교환에 의해 합성하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0067] 상기 광중합개시제(B)로서는, 구체적으로는, 2,2-디메톡시-1,2-디페닐에탄-1-온, 1-히드록시-시클로헥실-페닐-케톤, 1-[4-(2-히드록시에톡시)-페닐]-2-히드록시-2-메틸-1-프로판-1-온, 2-메틸-1-[4-(메틸티오)페닐]-2-모르폴리노프로판-1-온, 2-벤질-2-디메틸아미노-1-(4-모르폴리노페닐)-부탄온-1, 비스(2,4,6-트리메틸벤조일)-페닐포스핀옥사이드, 2-히드록시-1-{4-[4-(2-히드록시-2-메틸-프로피오닐)-벤질]-페닐}-2-메틸-프로판, 1,2-옥탄디온, 1-[4-(페닐티오)-2-(0-벤조일옥심)], 2-히드록시-2-메틸-1-페닐-프로판-1-온, 페닐글리옥실라시드메틸에스테르, 2,4,6-트리메틸벤조일-디페닐-포스핀옥사이드 등을 들 수 있지만, 광경화시에 사용하는 광원에 흡수를 갖는 것이면, 특히 한정되는 것은 아니다. 이들은, 단독이어도 2종류 이상을 병용하여 사용할 수도 있다.
- [0068] 상기 광중합개시제(B)는, 시판품으로서 입수 가능하며, OMNIRAD(등록상표)651, 동184, 동2959, 동907, 동369, 동379, 동819, 동127, ESACURE(등록상표)KIP150, 동TZT, 동KT046, 동1001M, 동KB1, 동KS300, 동KL200, 동TPO, 동ITX, 동EDB(이상, IGMResins사제), Irgacure(등록상표)OXE01, 02, DAROCUR(등록상표)1173, 동MBF, 동TPO(이상, BASF제팬샤제) 등을 들 수 있다.
- [0069] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 광중합개시제(B)의 함유량은, 상기 중합성 화합물(A) 및 상기 중합성 화합물(A) 이외의 중합성 화합물(후술)의 합계 100중량부에 대해 바람직하게는 0.5중량부 이상, 보다 바람직하게는 1중량부 이상에서, 바람직하게는 20중량부 이하, 보다 바람직하게는 10중량부 이하까지의 범위이다. 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 광중합개시제(B)의 함유량이, 상기 중합성 화합물(A) 및 상기 중합성 화합물(A) 이외의 중합성 화합물 100중량부에 대해 0.5중량부 이상이면, 경화성이 높고, 패턴 형성성이 우수하다.
- [0070] 상기 도포 조성물은, 본 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위에서 기타 배합물을 배합해도 상관없다. 기타 배합물로서는, 용제, 이형제, 세공 형성제, 상기 중합성 화합물(A) 이외의 중합성 단량체, 유기 안료, 무기 안료,

체질 안료, 유기 필러, 무기 필러, 광증감제, 자외선 흡수제, 산화 방지제, 밀착보조제 등을 들 수 있다.

[0071] 상기 용제는, 예를 들면, 스핀 코팅법에 의해 상기 도포 조성물을 도포하는 경우에, 용제를 배합함으로써, 막두께나 표면 평활성을 개선할 수 있다. 상기 용제로서는, 예를 들면, n-헥산, n-헵탄, n-옥탄, 시클로헥산, 시클로펜탄 등의 지방족계 또는 지환족계의 탄화수소류; 톨루엔, 자일렌, 에틸벤젠, 아니솔 등의 방향족 탄화수소류; 메탄올, 에탄올, n-부탄올, 에틸렌글리콜모노메틸에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르, 프로필렌글리콜모노에틸에테르, 메틸이소부틸카르비놀 등의 알코올류; 아세트산에틸, 아세트산n-부틸, 아세트산이소부틸, 에틸렌글리콜모노메틸에테르아세테이트, 프로필렌글리콜모노메틸에테르아세테이트 등의 에스테르류; 아세톤, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤, 시클로헥산온 등의 케톤류; 알킬에테르류; 1,2-디메톡시에탄, 테트라히드로퓨란, 디옥산 등의 에테르류;  $\gamma$ -부티로락톤 등의 락톤류; N-메틸피롤리돈, 디메틸포름아미드, 디메틸아세트아미드를 단독 또는 2종류 이상을 병용하여 사용할 수 있다.

[0072] 상기 용제의 함유량은, 상기 도포 조성물 중, 당해 용제 이외의 성분의 함유량이, 바람직하게는 0.1중량% 이상에서 100중량% 미만까지의 범위가 되는 양으로 사용할 수 있다.

[0073] 상기 이형제는, 광임프린트시에 상기 도포 조성물이 몰드에서 이형하기 어려운 경우, 상기 이형제를 배합함으로써, 몰드를 박리시키기 위해서 필요한 힘을 저하시켜, 패턴의 도괴, 변형이나 파손을 방지할 수 있다. 상기 이형제는, 바람직하게는, 상기 도포 조성물 중에서 몰드와의 계면에 편석하여, 몰드와의 이형을 촉진하는 기능을 갖는다. 구체적으로는, 몰드의 표면에 친화성이 높은 관능기와, 소수성 관능기의 양방을 하나의 분자 내에 아울러 갖는 화합물을 들 수 있다. 몰드의 표면에 친화성이 높은 관능기로서는, 수산기, 에테르기, 아미드기, 이미드기, 우레이도기, 우레탄기, 시아노기, 설포아미드기, 락톤기, 락탐기, 시클로카보네이트기, 인산에스테르기 등을 들 수 있고, 예를 들면, 몰드가 석영으로 이루어지는 경우는, 수산기, 또는 수산기가 에테르화된 폴리알킬렌글리콜 등이 바람직하고, 몰드가 니켈 등의 금속으로 이루어지는 경우, 인산에스테르기 등이 바람직하다. 소수성 관능기로서는, 탄화수소기, 함불소기 등에서 선택되는 관능기를 들 수 있다. 상기 이형제로서는, 예를 들면, 폴리옥시알킬렌알킬에테르계 계면활성제, 폴리옥시알킬렌지방산에스테르계 계면활성제, 소르비탄지방산에스테르계 계면활성제, 폴리옥시알킬렌알킬아민계 계면활성제, 불소계 계면활성제, 아크릴중합계 계면활성제 등을 들 수 있다. 상기 이형제는, 시판품으로서 입수 가능하며, 예를 들면, 폴리옥시알킬렌알킬에테르계 계면활성제로서는, 비이온 K-204, 동K-220, 동K-230, 동P-208, 동P-210, 동P-213, 동E-202, 동E-205, 동E-212, 동E-215, 동E-230, 동S-202, 동S-207, 동S-215, 동S-220, 동B-220(이상, 니치유샤제), 예를 들면, 불소계 계면활성제로서는, 후로라드FC-4430, FC-4431(이상, 스미토모쓰리엔샤제), 사프론S-241, S-242, S-243(이상, AGC사제), 에프톱EF-PN31M-03, EF-PN31M-04, EF-PN31M-05, EF-PN31M-06, MF-100(이상, 미쓰비시머티리얼덴스가세이사제), PolyfoxPF-636, PF-6320, PF-656, PF-6520(이상, OMNOVA사제), 프타젠트250, 251, 222F, 212MDFX-18(이상, 네오스사제), 유니다인DS-401, DS-403, DS-406, DS-451, DSN-403N(이상, 다이킨고교사제), 메가팩F-430, F-444, F-477, F-553, F-556, F-557, F-559, F-562, F-565, F-567, F-569, R-40(이상, 다이이씨가부시키가이사제), CapstoneFS-3100, ZonylFSO-100(이상, DuPont사제)을 들 수 있다. 상기 이형제는, 단독 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다. 상기 도포 조성물이 상기 이형제를 함유하면, 임프린트용 몰드가 상기 도포 조성물에서 이형하기 쉬워지기 때문에 바람직하다.

[0074] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 이형제의 함유량은, 바람직하게는 0.1중량% 이상, 보다 바람직하게는 0.2중량% 이상에서, 바람직하게는 10중량% 이하, 보다 바람직하게는 5중량% 이하까지의 범위이다. 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 이형제의 함유량이, 0.1중량% 이상이면, 이형성이 높아지기 때문에 바람직하다.

[0075] 상기 세공 형성제로서는, 소망의 세공량이나 세공경 등을 갖는 층간 절연막을 형성할 수 있는 것으로서, 상기 도포 조성물과 혼합할 수 있는 것이면 특히 제한되지 않지만, 폴리알킬렌글리콜 구조를 갖는 계면활성제가, 세공 형성성의 관점에서 바람직하고, 그 중에서도 플루로닉계 계면활성제(폴리에틸렌옥사이드와 폴리프로필렌옥사이드의 트리블록 공중합체)나, 테트로닉계 계면활성제(에틸렌디아민에 프로필렌옥사이드와 에틸렌옥사이드를 연속적으로 부가함으로써 유도되는 사관능 블록 공중합체)가, 상기 도포 조성물에서의 용해성의 관점에서, 보다 바람직하다. 상기 세공 형성제에 사용하는 폴리알킬렌글리콜 구조를 갖는 계면활성제의 분자량은, 바람직하게는 200 이상, 보다 바람직하게는 500 이상에서, 바람직하게는 20000 이하, 보다 바람직하게는 10000 이하까지의 범위이다. 분자량이 200 이상이면, 충분한 세공경의 세공을 형성 가능하고, 분자량이 20000 이하이면, 상기 도포 조성물에서의 용해성이 우수하기 때문에 바람직하다. 상기 세공 형성제로서는, 시판품으로서 입수 가능하며, 예를 들면, 에판410, 동420, 동450, 동485, 동680, 동710, 동720, 동740, 동750, 동785, 동U-103, 동U-105, 동U-108(이상, 다이이치고교세이야쿠사제), Tetronic(등록상표)304, 동901, 동904, 동908, 동1107, 동1301, 137, 동150R1(이상, BASF사제)등을 단독 또는 2종 이상을 병용하여 사용할 수 있다. 상기 도포 조성물이 상기 세공

형성제를 함유하면, 층간 절연막 내에 공공을 더 형성할 수 있기 때문에, 층간 절연막의 비유전율이 저하하여, 절연성이 더 우수한 층간 절연막을 형성할 수 있기 때문에 바람직하다.

- [0076] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 세공 형성제의 함유량은, 얻고자 하는 층간 절연막에 형성하는 세공량에 따라 적의 선택할 수 있고, 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 0.1중량% 이상, 보다 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 0.5중량% 이상에서, 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 20중량% 이하, 보다 바람직하게는 10중량% 이하까지의 범위이다. 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 세공 형성제의 함유량이 0.1중량% 이상이면, 더 낮은 비유전율, 및 더 높은 절연성을 갖는 층간 절연막을 제조할 수 있기 때문에 바람직하고, 20중량% 이하이면, 내크랙성이 우수하기 때문에 바람직하다.
- [0077] 상기 중합성 화합물(A) 이외의 중합성 단량체로서는, 단관능 중합성 단량체, 및 다관능 중합성 단량체를 예시할 수 있다.
- [0078] 상기 단관능 중합성 단량체는, 중합성기를 1개 갖는 화합물이다. 중합성기란, 중합 반응이 가능한 관능기를 나타내고, 구체적으로는 라디칼 중합성기나 양이온 중합성기 등을 들 수 있다. 상기 단관능 중합성 단량체가 갖는 중합성기는, 상기 중합성 화합물(A)이 갖는 중합성기와 반응하는 기인 것이 바람직하고, 예를 들면, 상기 중합성 화합물(A)이 갖는 중합성기가 (메타)아크릴로일기인 경우, 상기 단관능 중합성 단량체가 갖는 중합성기도 (메타)아크릴로일기인 것이 바람직하다.
- [0079] 상기 단관능 중합성 단량체로서는, 구체적으로는, 히드록시에틸(메타)아크릴레이트, 히드록시프로필(메타)아크릴레이트, 히드록시부틸(메타)아크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜모노(메타)아크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜모노(메타)아크릴레이트, 벤질(메타)아크릴레이트, 페닐벤질(메타)아크릴레이트, 페녹시벤질(메타)아크릴레이트, 페놀 EO 변성 (메타)아크릴레이트, o-페닐페놀 EO 변성 (메타)아크릴레이트, 파라쿠밀페놀 EO 변성 (메타)아크릴레이트, 노닐페놀 EO 변성 (메타)아크릴레이트, 프탈산모노히드록시에틸(메타)아크릴레이트, 2-히드록시-3-페녹시프로필(메타)아크릴레이트, 2-(페닐티오)에틸(메타)아크릴레이트, 시클로헥실(메타)아크릴레이트, 테트라히드로푸르푸릴(메타)아크릴레이트, 디시클로펜테닐(메타)아크릴레이트, 디시클로펜테닐옥시에틸(메타)아크릴레이트, 디시클로펜타닐(메타)아크릴레이트, 이소보로닐(메타)아크릴레이트, 아다만틸(메타)아크릴레이트 등을 들 수 있다. 특히 바람직하게는, 규소 함유 단량체이다. 이것은, 규소를 함유하는 점에서, 상기 단관능 중합성 단량체를 함유하는 경화성 조성물의 드라이에칭 내성이 향상하기 때문이다. 규소 함유 단량체로서는, 구체적으로는, 비닐트리메톡시실란, 비닐트리에톡시실란, 비닐메틸디메톡시실란, 비닐트리(2-메톡시에톡시)실란, 비닐트리아세톡시실란, 2-트리메톡시실릴에틸비닐에테르, 3-(메타)아크릴로일옥시프로필트리메톡시실란, 3-(메타)아크릴로일옥시프로필트리에톡시실란, 3-(메타)아크릴로일옥시프로필메틸디메톡시실란, 스티릴트리메톡시실란, 편말단형 반응성 실리콘 오일(신에츠가가쿠고교(주)제 X-22-174ASX, X-22-174BX, KF-2012, X-22-2426, X-22-2475)등을 들 수 있다. 또, 본 명세서에 있어서, (메타)아크릴레이트란, 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트를 의미한다.
- [0080] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 단관능 중합성 단량체의 함유량은, 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 30중량% 이하, 보다 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 10중량% 이하까지의 범위이다.
- [0081] 상기 다관능 중합성 단량체로서는, 구체적으로는, 1,2-에탄디올디(메타)아크릴레이트, 1,2-프로판디올디(메타)아크릴레이트, 1,4-부탄디올디(메타)아크릴레이트, 1,6-헥산디올디(메타)아크릴레이트, 디프로필렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 네오펜틸글리콜디(메타)아크릴레이트, 트리프로필렌글리콜디(메타)아크릴레이트, 트리메틸올프로판디(메타)아크릴레이트, 트리메틸올프로판트리(메타)아크릴레이트, 트리스(2-(메타)아크릴로일옥시)이소시아누레이트, 펜타에리트릴톨트리(메타)아크릴레이트, 펜타에리트릴톨테트라(메타)아크릴레이트, 디(트리메틸올프로판)테트라(메타)아크릴레이트, 디(펜타에리트릴톨)펜타(메타)아크릴레이트, 디(펜타에리트릴톨)헥사(메타)아크릴레이트, 트리스클로에칸디메탄올디(메타)아크릴레이트, 에틸렌옥사이드 부가 비스페놀A디(메타)아크릴레이트, 에틸렌옥사이드 부가 비스페놀F디(메타)아크릴레이트, 프로필렌옥사이드 부가 비스페놀A디(메타)아크릴레이트, 프로필렌옥사이드 부가 비스페놀F디(메타)아크릴레이트, 9,9-비스페닐플루오렌 골격을 갖는 디(메타)아크릴레이트, (메타)아크릴레이트 변성 실리콘(신에츠가가쿠고교(주)제 X-22-2445, X-22-1602, X-22-164, X-22-164AS, X-22-164A, X-22-164B, X-22-164C, X-22-164E, KR-513, X-40-2672B, X-40-9272B 등), (메타)아크릴레이트 변성 실세스퀴옥산(도아고세이(주)제 AC-SQTA-100, MAC-SQTM-100, AC-SQSI-20, MAC-SQSI-20 등)을 들 수 있고, 특히 바람직하게는 (메타)아크릴레이트 변성 실리콘(신에츠가가쿠고교(주)제 X-22-2445, X-22-1602, X-22-164, X-22-164AS, X-22-164A, X-22-164B, X-22-164C, X-22-164E, KR-513, X-40-2672B, X-40-9272B 등), (메타)아크릴레이트 변성 실세스퀴옥산(도아고세이(주)제 AC-SQTA-100, MAC-SQTM-100, AC-SQSI-20, MAC-SQSI-

20 등)이다.

- [0082] 상기 도포 조성물에 있어서의 상기 다관능 중합성 단량체의 함유량은, 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 30중량% 이하, 보다 바람직하게는 상기 도포 조성물의 불휘발분의 10중량% 이하까지의 범위이다.
- [0083] 상기 도포 조성물은, 불휘발분량 중의 규소 원자의 양이 10중량% 이상인 것이 바람직하다. 불휘발분량 중의 규소 원자의 양이 10중량% 이상임으로써, 시료 표면에서 탈리하여 발생하는 아웃 가스 성분을 적게 억제하고, 내열성 및 내크랙성이 향상하기 때문에 바람직하다. 불휘발분량 중의 규소 원자의 양은, 바람직하게는 15중량% 이상이고, 보다 바람직하게는 20중량% 이상이다.
- [0084] 상기 도포 조성물의 불휘발분량 중에 있어서의 상기 중합성 화합물(A) 및 당해 중합성 화합물(A) 이외의 중합성 단량체의 합계 함유량은, 50중량% 이상인 것이 바람직하다. 이것은, 삼차원의 가교점이 늘어남으로써, 임프린트시의 패턴 형성성이 우수하기 때문이다.
- [0085] 본 실시형태의 층간 절연막은, 상기 도포 조성물을 경화하여 이루어진다. 본 실시형태의 층간 절연막은, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는다. 당해 층간 절연막은, 패턴 형성된 것이어도 된다. 또한, 당해 패턴 형성은, 임프린트에 의해 이루어진 것이어도 된다.
- [0086] 상기 층간 절연막은, 상기 도포 조성물을 기재 상에 도포하는 공정 A와, 요철 패턴이 형성된 임프린트용 몰드를 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물의 표면에 압압하는 공정 B와, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 광경화시키는 공정 C와, 상기 임프린트용 몰드를 이형하는 공정 D와, 상기 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 200℃ 이상에서 베이킹하여, 층간 절연막을 형성하는 공정 E를 갖는 층간 절연막의 제조 방법에 의해, 제조할 수 있다. 당해 층간 절연막의 제조 방법에 의하면, 높은 영률과, 낮은 비유전율을 갖는, 패턴 형성된 층간 절연막을, 높은 쓰루풋으로 제조할 수 있다.
- [0087] 상기 공정 A에 있어서, 상기 도포 조성물을 기재 상에 도포하는 방법으로는 특히 한정은 없고, 스프레이법, 스핀 코팅법, 딥핑법, 롤 코팅법, 블레이드 코팅법, 닥터 롤법, 닥터 블레이드법, 커튼 코팅법, 슬릿 코팅법, 스크린 인쇄법, 잉크젯법 등, 다양한 방법을 이용하면 좋다. 이들 중에서도, 막두께 조정, 표면 평활성, 면내 막두께 균일성, 쓰루풋의 관점에서 스핀 코팅법이 바람직하다.
- [0088] 상기 기재는, 각종 용도에 따라 선택 가능하고, 예를 들면, 석영, 사파이어, 유리, 플라스틱, 세라믹 재료, 증착막(CVD, PVD, 스퍼터), 자성막, 반사막, Ni, Cu, Cr, Fe, 스테인리스 등의 금속 기재, 종이, SOG(SpinOnGlass), SOC(SpinOnCarbon), 폴리에스테르 필름, 폴리카보네이트 필름, 폴리이미드 필름 등의 폴리머 기재, TFT 어레이 기재, PDP의 전극판, ITO나 금속 등의 도전성 기재, 절연성 기재, 실리콘, 질화실리콘, 폴리실리콘, 산화실리콘, 아모퍼스실리콘 등의 반도체 제작 기관 등을 들 수 있다.
- [0089] 또한, 기재의 형상도 특히 제한은 없고, 평판, 시트상, 혹은 3차원 형상 전면 또는 일부에 곡률을 갖는 것 등 목적에 따른 임의의 형상이어도 된다. 또한, 기재의 경도, 두께 등에도 제한은 없다.
- [0090] 상기 공정 B는, 미리 요철 패턴이 형성된 임프린트용 몰드를 기재 상의 상기 도포 조성물의 표면에 압압한다.
- [0091] 상기 임프린트용 몰드의 재질로서는, 광을 투과하는 재질로서, 석영, 자외선 투과 유리, 사파이어, 다이아몬드, 폴리디메틸실록산 등의 실리콘 재료, 불소 수지, 시클로올레핀 수지, 기타 광을 투과하는 수지재 등을 들 수 있다. 또한, 사용하는 기재가 광을 투과하는 재질이면, 상기 임프린트용 몰드는 광을 투과하지 않는 재질이어도 된다. 광을 투과하지 않는 재질로서는, 금속, SiC, 마이카 등을 들 수 있다. 이 중에서도, 자외선을 양호하게 투과하고, 경도가 높고, 표면 평탄성, 판두께 균일성, 평행성이 높은 점에서, 특히 바람직하게는 석영 몰드이다. 상기 임프린트용 몰드는 평면상, 벨트상, 롤상, 롤벨트상 등의 임의의 형상의 것을 선택할 수 있다.
- [0092] 상기 임프린트용 몰드는, 상기 도포 조성물과 몰드 표면의 이형성을 향상시키기 위해 이형 처리를 행한 것을 이 용해도 된다. 이형 처리로서는, 실리콘계나 불소계의 실란 커플링제에 의한 처리 등을 들 수 있다.
- [0093] 또, 상기 도포 조성물이 용제를 함유하는 경우, 상기 층간 절연막의 제조 방법은, 상기 용제를 상기 도포 조성물에서 제거하기 위해서, 상기 공정 B의 전에 상기 기재 상의 상기 도포 조성물을 프리베이킹하는 공정 F를 갖고 있어도 된다. 당해 공정 F에 있어서, 프리베이킹의 온도는 적의 결정할 수 있고, 예를 들면, 50℃ 이상, 바람직하게는 70℃ 이상에서, 150℃ 이하, 바람직하게는 120℃ 이하이다.
- [0094] 당해 공정 C에 있어서, 상기 도포 조성물의 경화의 방법은, 몰드가 광을 투과하는 재질인 경우는 몰드측에서 광을 조사하는 방법, 기재가 광을 투과하는 재질인 경우는 기재측에서 광을 조사하는 방법을 들 수 있다. 광조사

에 이용하는 광으로서, 광중합개시제(B)가 반응하는 광이면 좋고, 그 중에서도, 광중합개시제(B)가 용이하게 반응하여, 보다 저온에서 경화시킬 수 있는 면에서, 450nm 이하의 파장의 광(자외선, X선, γ선 등의 활성 에너지선)이 바람직하다.

[0095] 또한, 형성하는 패턴의 추종성에 불량이 있으면, 광조사시에 충분한 유동성이 얻어지는 온도까지 상기 도포 조성물을 가열시켜도 된다. 가열하는 경우의 온도는, 100℃ 이하가 바람직하고, 80℃ 이하가 보다 바람직하다. 상기 온도에서 가열함으로써, 상기 도포 조성물에서 형성되는 패턴 형상이 정도(精度) 좋게 유지된다.

[0096] 당해 공정 D에 있어서, 상기 몰드를 이형함으로써, 상기 몰드의 요철 패턴을 전사한 철요 패턴이 형성된 도포 조성물이 얻어진다. 기재의 휨 등의 변형을 억제하거나, 요철 패턴의 정도를 높이기 위해서, 당해 공정 D로서는, 상기 도포 조성물의 온도가 상온(25℃) 부근까지 저하한 후에 실시하는 방법이 바람직하다.

[0097] 상기 몰드를 이형 후, 몰드에 레지스트 잔사가 확인되는 경우에는 세정을 행한다. 몰드는 반복 사용하기 때문에, 몰드에 레지스트 잔사가 있으면, 다음회 사용시의 패턴 형성에 악영향을 미친다. 상기 도포 조성물에 함유되는 중합성 화합물(A)은, 상기 기 Q를 갖는다. 당해 기 Q는, 가수분해성기인 점에서, 경화 후에 가수분해 처리를 행함으로써, 몰드가 양호하게 세정된다. 몰드의 세정에 이용하는 가수분해 가능한 세정액으로서, 산, 알칼리, 열수 등을 들 수 있다. 산세정액으로서, 황산, 염산, 질산, 탄산, 아세트산, 인산, 황수, 묽은 불산, 황산과수, 염산과수 등을 들 수 있고, 알칼리 세정액으로서, 가성 소다, 가성 칼륨 등의 가성 알칼리나, 각종의 규산염, 인산염, 탄산염 등의 무기 알칼리 뿐 아니라, 테트라메틸암모늄히드록사이드 등의 유기 알칼리, 암모니아수, 암모니아수소수, 암모니아과수 등을 들 수 있다. 알칼리 세정액은 SiO<sub>2</sub>를 용해할 우려가 있기 때문에, 몰드가 유리나 석영인 경우에는 산세정액이 바람직하고, 특히 바람직하게는 황산과수이다. 특히 100nm 이하의 미세 패턴을 갖는 석영 몰드의 세정에 있어서는, 알칼리 세정액에 SiO<sub>2</sub>의 용해 작용에 의해 몰드의 직사각형성을 손상시킬 우려가 있기 때문에, 산세정액을 이용함으로써, 미세 패턴의 손상없이 몰드가 세정되고, 반복 이용할 수 있다. 세정 방법으로서, 특히 한정은 없지만, 스프레이, 샤워, 침지, 가온 침지, 초음파 침지, 스펀법, 버블링, 요동법, 브러싱, 스팀, 연마 등을 들 수 있고, 세정된 오염물의 재부착 방지를 위해서는, 스펀법이 특히 바람직하다.

[0098] 당해 공정 E에 있어서, 베이킹의 온도는 적의 결정할 수 있고, 예를 들면, 200℃ 이상, 바람직하게는 250℃ 이상에서, 1000℃ 이하, 바람직하게는 900℃ 이하이다. 베이킹 온도를 200℃ 이상으로 함으로써, 높은 영물의 층간 절연막을 얻을 수 있다.

[0099] [실시예]

[0100] 이하, 실시예를 들어 본 발명을 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들에 한정되는 것은 아니다. 또, 실시예에 있어서, 「부」 또는 「%」의 표시를 이용하지만, 특히 언급이 없는 한, 「중량부」 또는 「중량%」를 나타낸다.

[0101] <합성예>

[0102] [합성예 1: 중합성 화합물(A-1)의 합성]

[0103] 메틸계 실리콘 레진 KR-500(상품명, 신에츠가가쿠교샤제)(110.8부), 2-히드록시에틸아크릴레이트(58.1부), 파라톨루엔설포산일수화물(0.034부)을 혼합, 120℃로 승온하고, 촉합 반응에 의해 생성한 메탄올을 증류 제거하면서, 3시간 교반하며 반응시켜, 중합성 화합물(A-1) 152.9g을 얻었다. 얻어진 화합물의 물성값은, 이하와 같은 점에서, 분자 중에 규소 원자를 함유하는 중합성 화합물인 것을 확인할 수 있었다. <sup>1</sup>H-NMR(300MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ (ppm): 6.43(m, CH=C), 6.13(m, C=CH-C=O), 5.83(m, CH=C), 4.25(br, CH<sub>2</sub>-O-C=O), 3.96(br, CH<sub>2</sub>-O-Si), 3.50(s, Si-OCH<sub>3</sub>), 0.15(s, Si-CH<sub>3</sub>). 중량 평균 분자량을 측정했더니, 2510이었다.

[0104] [합성예 2: 중합성 화합물(A-2)의 합성]

[0105] 2-히드록시에틸아크릴레이트(58.1부) 대신에 N-(2-히드록시에틸)아크릴아미드(58.1부)를 사용한 이외는 상기 합성예 1과 마찬가지로 하여, 중합성 화합물(A-2) 151.4g을 얻었다. 얻어진 화합물의 물성값은, 이하와 같은 점에서, 분자 중에 규소 원자를 함유하는 중합성 화합물인 것을 확인할 수 있었다. <sup>1</sup>H-NMR(300MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ (ppm): 7.31(s, NH), 6.27~6.30(m, C=CH-N), 6.16~6.21(m, CH=C), 5.50~5.69(m, CH=C), 3.32~3.98(m, CH<sub>2</sub>-O-Si, N-CH<sub>2</sub>), 3.50(br, Si-OCH<sub>3</sub>), 0.15(s, Si-CH<sub>3</sub>). 중량 평균 분자량을 측정했더니, 2680이었다.

- [0106] [합성예 3: 중합성 화합물(A-3)의 합성]
- [0107] 2-히드록시에틸아크릴레이트(58.1부) 대신에 N-(2-히드록시에틸)말레아미드(58.1부)를 사용한 이외는 상기 합성예 1과 마찬가지로 하여, 중합성 화합물(A-3) 152.0g을 얻었다. 얻어진 화합물의 물성값은, 이하와 같은 점에서, 분자 중에 규소 원자를 함유하는 중합성 화합물인 것을 확인할 수 있었다. <sup>1</sup>H-NMR(300MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ (ppm): 6.80(s, CH=CH), 3.75~3.86(m, CH<sub>2</sub>-O-Si, N-CH<sub>2</sub>), 3.50(s, Si-OCH<sub>3</sub>), 0.15(s, Si-CH<sub>3</sub>). 중량 평균 분자량을 측정했더니, 2610이었다.
- [0108] [합성예 4: 중합성 화합물(A-4)의 합성]
- [0109] 메틸계 실리콘 레진(신에즈가가쿠고교가부시키가이샤제, KR-500)(110.8부) 대신에 메틸실리케이트(코르크트가부시키가이샤제, MS-53A)(110.8부)를 사용한 이외는 상기 합성예 1과 마찬가지로 하여, 중합성 화합물(A-4) 150.0g을 얻었다. 얻어진 화합물의 물성값은, 이하와 같은 점에서, 분자 중에 규소 원자를 함유하는 중합성 화합물인 것을 확인할 수 있었다. <sup>1</sup>H-NMR(300MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ (ppm): 6.68~6.74(m, CH=C), 6.26(br, C=CH-C=O), 5.79~5.86(m, CH=C), 4.28~4.36(m, CH<sub>2</sub>-O-C=O), 4.03~4.12(m, CH<sub>2</sub>-O-Si), 3.44(br, Si-OCH<sub>3</sub>). 중량 평균 분자량을 측정했더니, 1050이었다.
- [0110] [비교합성예 1: 중합성 화합물(A'-1)의 합성]
- [0111] 상기 비특허문헌 1의 실험항에 나타내는 방법에 의해, 메틸트리메톡시실란, 1,2-비스(트리에톡시실릴)에탄, 디메틸디메톡시실란을 중축합하여, 폴리메틸실세스퀴옥산(PMSQ)을 합성했다.
- [0112] 또, 중합성 화합물의 중량 평균 분자량은, 하기의 방법에 의해 측정했다.
- [0113] 측정 장치: 도소사제 「HLC-8320GPC」
- [0114] 칼럼: 쇼코사이언스사제 「ShodexLF604」 2개
- [0115] 칼럼 온도: 40℃
- [0116] 검출기: RI(시차굴절계)
- [0117] 전개 용매: 톨루엔(합성예 1 및 4), 테트라히드로퓨란(합성예 2 및 3)
- [0118] 유속: 0.5mL/분
- [0119] 시료: 전개 용매를 이용하여 수지 고형분 환산으로 0.5질량%으로 희석한 용액을 마이크로필터로 여과한 것
- [0120] 주입량: 20 μL
- [0121] 표준 시료: 하기 단분산 폴리스티렌
- [0122] 도소가부시키가이샤제 「A-500」
- [0123] 도소가부시키가이샤제 「A-5000」
- [0124] 도소가부시키가이샤제 「F-4」
- [0125] 도소가부시키가이샤제 「F-40」
- [0126] 도소가부시키가이샤제 「F-288」
- [0127] <층간 절연막(비패턴막)의 평가>
- [0128] [층간 절연막 제조용 도포 조성물]
- [0129] 하기 표 1에 나타내는 배합표에 기하여, 각 성분을 배합한 후, 중합성 화합물(A) 및 단관능 중합성 단량체의 합계 100중량부에 대해, 광중합개시제(B)로서 OMNIRAD369(IGM사제) 2중량부, 및 이형제로서 비이온 S-202(폴리옥시에틸렌-스테아릴에테르, 니치유가부시키가이샤제) 1중량부를 혼합하여 용해시킨 후, 용제로서 프로필렌글리콜 모노메틸에테르아세테이트를 이용하여 유효 성분이 40~60%가 되도록 희석하고, 공경 0.2μm의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)제의 필터를 이용하여 여과를 실시하여, 비패턴막의 제작에 사용하는, 실시예 1~6, 및 비교예 1~5에 따른 각 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 조제했다.

- [0130] 하기 표 1에 기재된 성분은 하기와 같다.
- [0131] [중합성 화합물]
- [0132] A-1: 상기 중합성 화합물(A-1)
- [0133] A-2: 상기 중합성 화합물(A-2)
- [0134] A-3: 상기 중합성 화합물(A-3)
- [0135] A-4: 상기 중합성 화합물(A-4)
- [0136] A'-1: 비특허문헌 1의 실험항에 나타내는 방법에 의해 조제한, 메틸트리메톡시실란, 1,2-비스(트리에톡시실릴)에탄, 디메틸디메톡시실란을 중축합하여 합성한 폴리메틸실세스퀴옥산(PMSQ)
- [0137] A'-2: 수소화실세스퀴옥산 폴리머(HSQ, 다우코닝사제, FOx-16)
- [0138] A'-3: 특개2013-86294호 공보의 실시예에 나타내는 방법에 의해 조제한, 표면 수식 실리카 나노입자(MEK-AC2101, 닛산가가쿠가부시키가이샤제)의 용제를 1,4-부탄디올디아크릴레이트로 치환한 조성물
- [0139] A'-4: 아크릴로일기와 메톡시기를 갖는 실리콘 올리고머(신에즈가가쿠고교제, KR-513)
- [0140] A'-5: 아크릴로일기를 양말단에 갖는 실리콘(신에즈가가쿠고교제, X-22-2445)
- [0141] [단관능 중합성 단량체]
- [0142] 오르토펜페닐페녹시에틸아크릴레이트(MIWON사제, MIRAMERM1142)
- [0143] [세공 형성제]
- [0144] 폴록사민 화합물(사관능성 에틸렌옥사이드/프로필렌옥사이드 블록 코폴리머, BASF사제, Tetronic150R1)
- [0145] [평가 방법]
- [0146] 얻어진 각 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 이용하여, 하기 방법에 의해 비패턴막의 제작, 및 그 영률의 평가, 비유전율의 평가, 노광후 지연 안정성의 평가, 광경화성의 평가, 내크랙성의 평가를 실시했다.
- [0147] [밀착막 부착 기재의 제작]
- [0148] 직경 6인치의 실리콘 웨이퍼의 표면을 UV 오존 클리너(사무코가부시키가이샤제, UV-1)에 의해 표면 처리 후, 질소 치환한 밀폐 용기에 넣고, 밀착층체인 3-아크릴록시프로필트리메톡시실란을 포함하는 질소 가스를 밀폐 용기 내로 흘러보내고, 150℃에서 1시간 가열 처리함으로써, 기상 처리에 의한 밀착막 부착 기재를 제작했다.
- [0149] [비패턴막의 제작]
- [0150] 상술의 밀착막 부착 기재 상에 약 2~3 $\mu\text{m}$ 의 두께가 되도록 스핀 코터를 이용하여, 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 도포 후, 80℃에서 60초간 프리베이킹한 후, 질소 분위기 하에서 중심 파장 365nm의 1kW의 DeepUV 램프에 의한 평행광을 100mJ/cm<sup>2</sup>(약 4초) 조사하여 광경화한 후, 350℃의 핫플레이트 상에서 60초간 베이킹하여, 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 경화하여 이루어지는 층간 절연막의 비패턴막을 얻었다. 막두께는 광간섭식 막두께계(오오즈카덴시가부시키가이샤제, OPTM-A1)에 의해 측정했다.
- [0151] [층간 절연막의 영률의 평가]
- [0152] 상술의 두께 약 2~3 $\mu\text{m}$ 의 비패턴막을 사용하여, 베르코비치(Berkovich) 압자를 구비한 나노인덴터(ENT-2100: 에리온즈가부시키가이샤제)에 의해 막 표면의 100 $\mu\text{N}$  이하에서 압입 시험을 행하고, 압입 심도 200nm 이하의 조건으로, 하중 변위 곡선의 제하(除荷) 커브에서 영률을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0153] A: 영률>5GPa
- [0154] B: 3GPa<영률≤5GPa
- [0155] C: 영률≤3GPa
- [0156] [층간 절연막의 비유전율의 평가]
- [0157] 상술의 비패턴막의 제작에 이용한 층간 절연막 제조용 도포 조성물에 대해, 용제로서 프로필렌글리콜모노메틸에

테르아세테이트를 이용하여 유효 성분이 약 10%가 되도록 더 희석하고, 상술의 밀착막 부착 기재 상에 약 100~200nm의 두께가 되도록 스핀 코터를 이용하여, 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 도포 후, 마찬가지로의 방법으로 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 경화하여 이루어지는 층간 절연막의 두께 약 100~200nm의 비패턴막을 얻었다. 막두께는 광간섭식 막두께계(오오츠카덴시가부시키가이샤제, OPTM-A1)에 의해 측정했다.

- [0158] 상술의 비패턴막을 사용하여, 수은 프로브(오야마가부시키가이샤제, CVmap92A)를 이용한 C-V법에 의해 1MHz에서의 비유전율을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0159] A: 비유전율<4.0
- [0160] B: 4.0≤비유전율<6.0
- [0161] C: 비유전율≥6.0
- [0162] [층간 절연막 제조용 도포 조성물의 노광후 지연 안정성의 평가]
- [0163] 상술의 두께 약 2~3 $\mu$ m의 비패턴막의 제작에 있어서의 프리베이킹 후(광경화하기 전), 80℃에서 60초간 프리베이킹한 후, 실온에서 24시간 방치한 후, 폴리에스테르 장섬유를 구비한 클린 스왑으로 표면을 문질러, 노광후 지연 안정성을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0164] A: 막이 닳아내어져 기재 표면이 노출하고, 저점도의 액상이 유지되어 있는 것이 확인됨
- [0165] B: 막은 닳아내어졌지만 실처럼 늘어져, 액상이지만 증점한 것이 확인됨
- [0166] C: 막은 닳아내어지지 않고, 고화한 것이 확인됨
- [0167] [층간 절연막 제조용 도포 조성물의 광경화성의 평가]
- [0168] 상술의 두께 약 2~3 $\mu$ m의 비패턴막의 제작에 있어서의 광경화 후(350℃에서 베이킹하기 전), 에탄올을 적신 폴리에스테르 장섬유를 구비한 클린 스왑으로 표면을 닦아, 광경화성을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0169] A: 막의 표면에 변화는 관찰되지 않았음
- [0170] B: 막이 일부 팽윤하여, 닳은 자국에 일부 용해한 모양이 관찰됨
- [0171] C: 막이 제거되어, 기재 표면이 노출함
- [0172] [층간 절연막의 내크랙성의 평가]
- [0173] 상술의 두께 약 2~3 $\mu$ m의 비패턴막의 표면을 광학현미경(올림푸스가부시키가이샤제, BX53M)에 의해 관찰하여, 내크랙성을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0174] A: 막의 표면에 크랙은 관찰되지 않았음
- [0175] B: 막의 일부에 크랙이 관찰됨
- [0176] C: 막의 전면에 걸쳐 크랙이 관찰되지 않았음
- [0177] <층간 절연막(패턴막)의 평가>
- [0178] [층간 절연막 제조용 도포 조성물의 제조]
- [0179] 상술의 두께 약 2~3 $\mu$ m의 비패턴막의 제작에 이용한 층간 절연막 제조용 도포 조성물에 대해, 용제로서 프로필렌 글리콜모노메틸테르아세테이트를 이용하여 유효 성분이 약 20%가 되도록 더 희석하고, 공경 0.01 $\mu$ m의 나일론계의 필터를 이용하여 여과를 실시하여, 패턴막의 제작에 사용하는 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 제조했다.
- [0180] [평가 방법]
- [0181] 얻어진 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 이용하여, 하기 방법에 의해 패턴막의 제작, 및 그것을 이용한 미세 패턴 형성성의 평가, 미세 패턴의 수축률의 평가, 세정성의 평가를 실시했다.
- [0182] [패턴막의 제작]
- [0183] 상술의 밀착막 부착 기재 상에 약 500nm의 두께가 되도록 스핀 코터를 이용하여, 층간 절연막 제조용 도포 조성물을 도포 후, 80℃에서 60초간 프리베이킹하여 용제를 제거했다. 이 기재를 광나노임프린트 장치(메이쇼기코

가부시키가이샤제, NM-0401)의 하면 스테이지에 진공 흡착에 의해 셋팅했다. 약 350nm~10 $\mu$ m의 라인/스페이스 패턴을 갖고, 홈 깊이가 약 350nm인 석영을 재질로 하는 몰드(NTT어드밴스테크놀로지샤제, NIMPH-350)를 베이스 유리에 고정하고, 몰드의 주위를 스퍼터링 성막에 의해 Cr막으로 피복하여 차광한 후, 상술의 장치의 상면 스테이지에 셋팅했다. 하면 스테이지를 상승시켜 기재 및 몰드를 근접시켜 접촉 후, 10초간에 걸쳐 50N까지 가압하고, 5초간 유지한 후, 몰드의 이면에서 피크 파장 365nm의 수은 램프의 평행광에 의해 100mJ/cm<sup>2</sup>(약 3초)의 조건으로 노광하고, 하면 스테이지를 하강시켜 몰드를 박리하여 이형했다. 이 때, 1회의 광임프린트에 걸린 시간은 30초 이내이다. 350℃의 핫플레이트 상에서 60초간 베이킹하여, 미세 패턴을 표면에 갖는 층간 절연막을 얻었다.

- [0184] [미세 패턴 형성성의 평가]
- [0185] 상술의 패턴막의 제작에 있어서, 미세 패턴을 표면에 갖는 층간 절연막을 주사형 전자현미경(가부시키가이샤히다치하이테크놀로지스제, SU3800)에 의해 관찰하여, 미세 패턴 형성성을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0186] A: 전면에 걸쳐 결함이 없는 패턴이 관찰됨
- [0187] B: 일부 패턴에 결함이 관찰됨
- [0188] C: 전면에 걸쳐 패턴에 결함이 관찰됨
- [0189] [수축률의 평가]
- [0190] 상술의 패턴막의 제작에 있어서, 광임프린트 공정의 후, 및 350℃ 베이킹 공정의 후에, 미세 패턴을 표면에 갖는 층간 절연막을 주사형 전자현미경(가부시키가이샤히다치하이테크놀로지스제, SU3800)에 의해 관찰하여, 패턴 높이를 측정하고, ((광임프린트 공정의 후의 패턴 높이) - (베이킹 공정의 후의 패턴 높이)) / (광임프린트 공정의 후의 패턴 높이)를 산출함으로써, 수축률을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0191] A: 수축률<7%
- [0192] B: 7%≤수축률<13%
- [0193] C: 수축률≥13%
- [0194] [세정성의 평가]
- [0195] 상술의 패턴막의 제작에 있어서, 광임프린트 공정의 후에, 기재를 황산 수용액에 60초간 침지, 및 초순수로 린스하여, 세정성을 평가했다. 평가 기준을 하기에 나타낸다.
- [0196] A: 층간 절연막 제조용 도포 조성물로 이루어지는 막이 완전히 제거되어, 기재 표면이 노출함
- [0197] B: 층간 절연막 제조용 도포 조성물로 이루어지는 막이 일부 제거되었지만, 기재 표면에 잔사가 보였음
- [0198] C: 층간 절연막 제조용 도포 조성물로 이루어지는 막의 표면에 변화가 보이지 않았음
- [0199] 각 실시예 및 비교예의 배합 그리고 평가 결과를 표 1에 나타낸다. 또, 표 1 중의 수치의 단위는 중량비를 나타낸다.

[0200] [표 1]

		실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4	비교예5
중합성 화합물	A-1	100					100					
	A-2		100									
	A-3			100								
	A-4				100	90						
	A'-1							100				
	A'-2								100			
	A'-3									100		
	A'-4										100	
	A'-5											100
단관능 중합성 단량체					10							
세공 형성제	10	10	10	10	10		10					
영률	A	B	B	A	A	A	※	※	A	B	C	
비유전율	A	B	B	A	A	B			C	B	B	
노광후 지연 안정성	A	A	A	B	A	A	C	B	C	B	A	
광경화성	A	A	A	A	A	A	C	C	B	A	B	
내크랙성	A	A	A	A	B	A			B	C	A	
미세 패턴 형성성	A	B	B	A	A	A	※	※	C	B	B	
수축률	A	A	A	A	B	A			B	C	C	
세정성	A	B	B	A	A	A			C	C	C	

[0201] ※광경화하지 않았기 때문에, 측정안함

**산업상 이용가능성**

[0202] 본 발명의 층간 절연막 제조용 도포 조성물은, 각종의 임프린트 기술을 이용한 층간 절연막의 제조에 이용할 수 있지만, 특히, 나노사이즈의 미세 패턴의 형성을 위한 층간 절연막 제조용 도포 조성물로서 바람직하게 이용할 수 있다. 구체적으로는, 반도체 집적 회로, 마이크로 전기 기계 시스템(MEMS), 센서 소자, 광디스크, 고밀도 메모리 디스크 등의 자기 기록 매체, 회절 격자나 릴리프 홀로그래프 등의 광학 부품, 나노디바이스, 광학 디바이스, 플랫 패널 디스플레이 제작을 위한 광학 필름이나 편광 소자, 액정 디스플레이의 박막 트랜지스터, 유기 트랜지스터, 컬러 필터, 오버코트층, 마이크로렌즈 어레이, 면역 분석 칩, DNA 분리 칩, 마이크로리액터, 나노바이오디바이스, 광도파로, 광학 필터, 포토닉 액정, 3D 인쇄에 의한 조형물 등의 제작에 이용할 수 있다.