(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0063227
(43) 공개일자 2008년07월03일

(51) Int. Cl.
H01L 21/208 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0141892
(22) 출원일자 2007년12월31일
심사청구일자 2007년12월31일
(30) 우선권주장
1020060139228 2006년12월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
임대순
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 공학관 603
김종훈
서울 성북구 안암동5가 고려대학교 제2공학관 154
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 5 항

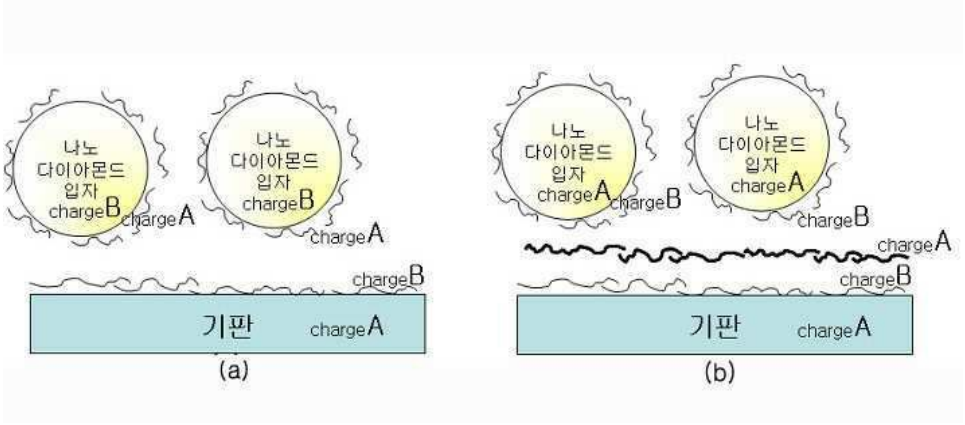
(54) 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한기판의 전처리방법 및 이를 이용한 다이아몬드 박막증착방법

(57) 요 약

나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법 및 이를 이용한 다이아몬드 박막 증착방법이 제공된다.

본 발명에 따른 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법은 (a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 코팅하는 단계; (b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계; 및 (c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 본 발명에 따르면 표면 평활도가 매우 우수한 100nm 이하의 다이아몬드 박막을 제조할 수 있고, 100nm 이상의 다이아몬드 박막의 경우에도 기판에 물리적 충격 또는 잔류응력의 문제없이 균일한 다이아몬드 박막을 제조할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

(a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 코팅하는 단계;

(b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계; 및

(c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계를 포함하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 (a)단계 및 (b)단계의 고분자는 PSS(폴리(스티렌 설포네이트)), 폴리 S-119, 폴리아닐린, 나피온, 및 PDDA(폴리(디-메틸디알릴암모늄클로라이드))로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, (a)단계의 고분자의 극성과 (b)단계의 고분자의 극성이 같은 경우에는 상기 (b)단계 이후에 상기 (b)단계에 의해 처리된 기판의 표면을 상기 (b)단계의 고분자의 극성과 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 나노 다이아몬드 입자의 평균입도는 4~10nm인 것을 특징으로 하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법.

청구항 5

(a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 코팅하는 단계;

(b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계;

(c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계; 및

(d) 상기 처리된 기판을 사용하고 화학기상증착법을 이용하여 다이아몬드 박막을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 다이아몬드 박막 증착방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 다이아몬드 박막 증착방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용함으로써 미세한 다이아몬드 입자 핵을 생성시켜 추후의 다이아몬드 막 증착시 표면평활도가 우수하고 기판에 잔류응력이 없는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법 및 이를 이용한 다이아몬드 박막 증착방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 현재 판매되는 전도성 다이아몬드를 적용한 나노박막은 'VEECO'사와 나노테크놀로지 전문그룹 'NANOWORLD'사의 계열사인 'NANOSENSOR'사에서 주로 제조되고 있다. 여기에 적용된 다이아몬드 나노박막의 두께는 100nm 내외

이다.

<3> 이러한 박막의 증착상태를 전자현미경 사진으로 관찰해 보면 100 nm 두께의 다이아몬드 박막을 만들기 위해서는 다이아몬드의 핵생성 밀도를 최대한 높여 다이아몬드 결정립들을 생성시키고, 이렇게 생성된 결정립들이 주상결정성장을 하지 않은 상태에서 연속적인 박막을 이룬 것을 알 수 있다.

<4> 연속적인 박막이 만들어지기 전까지는 각각의 다이아몬드 결정이 섬(island) 형태로 존재하기 때문에 다이아몬드 섬들이 모두 연결되는 시점에서의 결정립 크기가 박막의 최소 두께가 된다. 따라서 다이아몬드 나노박막의 두께를 결정하는 요소는 핵생성 결정립 간의 거리이고, 이 결정립간 거리는 핵생성밀도로 환산될 수 있다. 100nm × 100nm 면적에 1개의 핵생성이 일어난 경우, 핵생성 밀도는 $10^{10}/cm^2$인데, 최근까지 알려진 다이아몬드의 최대 핵생성 밀도가 $n\times10^{10}/cm^2$ 내외이므로 현재의 핵생성밀도 수준에서 만들어 낼 수 있는 최소의 박막두께는 100nm 내외로 볼 수 있다. CVD 다이아몬드를 합성하기 위한 전처리 과정에서 다이아몬드의 핵생성을 증진시키기 위한 방법은 통상 다음 세 가지로 요약될 수 있다.

<5> 1. 다이아몬드 파우더 연마(polishing)

<6> 마이크로미터 크기의 다이아몬드 입자로 핵생성을 시키고자 하는 기판 표면을 연마하는 방법이다.

<7> 2. 다이아몬드 파우더와 알루미나 파우더 등을 사용한 초음파 처리법

<8> 다이아몬드 파우더로 코팅면의 핵생성밀도를 높이기 위한 전처리를 할 때, 통상 다이아몬드와 알루미나 입자가 분산된 용액, 또는 다이아몬드 입자만 분산된 용액에서 장시간 초음파처리를 하는 것으로 전처리를 마치게 된다. 이 때 사용되는 다이아몬드 입자의 크기는 최소 0.25㎛이며, 알루미나의 경우 입경이 45㎛나 되는 입자를 사용하기도 한다

<9> 3. 바이어스 강화 핵생성법(Bias enhanced nucleation)

<10> BEN법은 박막 생성 초기에 탄소함유량을 높인 반응가스를 사용하면서 최소 50볼트 이상 통상 300볼트 정도의 DC 또는 AC전압을 인가하여 핵생성 밀도를 높이는 방법이다.

<11> 이들 중에서 상기 1,2번의 방법은 기판에 직접적인 손상을 줄 수 있기 때문에 MEMS 등의 응용분야에 사용이 불가능하며, 비교적 큰 크기의 입자를 가지고 표면에 미세한 흠집을 내에 핵생성 자리를 제공하기 때문에 기판소재의 물리적 손상을 피할 수 없으며 최종 박막의 표면평활도가 열악하다는 치명적인 단점이 있다.

<12> 또한, 상기 3번의 바이어스 강화 핵생성법은 라만(Raman) 스펙트럼의 G 피크($1360cm^{-1}$ 부근) D 피크($1500cm^{-1}$ 부근)가 나타나 흑연이나 비정질 탄소상이 생성되는 것을 피할 수 없다. 상기 바이어스 강화 핵생성법을 나노박막에 적용한다면 핵생성밀도는 높일 수 있겠지만, 탐침과 다이아몬드막 사이에 상당량의 비정질탄소막이 생성되므로 보호층으로서의 다이아몬드 박막이 제 기능을 발휘하지 못할 수 있고, 또한 높은 전압을 인가하기 때문에 마이크로 전자회로에 응용이 불가능하다는 단점이 있으며 전압을 인가하기 위해 기판은 전도체이어야만 한다는 제한이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<13> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 기술적 과제는 기판의 물리적 손상 또는 전기장 인가 등에서 오는 응용분야의 제한을 해소하고 표면평활도가 우수한 다이아몬드 박막을 제조할 수 있도록 하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법을 제공하는 것이다.

<14> 본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는 상기 기판의 전처리방법을 이용한 다이아몬드 박막 증착방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<15> 본 발명은 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여,

<16> (a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성(정전하)을 갖는 고분자로 코팅하는 단계;

<17> (b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성(정전하)을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계; 및

<18> (c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계를 포함하는 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법을 제공한다.

<19> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 (a)단계 및 (b)단계의 고분자는 PSS(폴리(스티렌 설포네이트)), 폴리 S-119, 폴리아닐린, 나피온, 및 PDDA(폴리(디-메틸디알릴암모늄클로라이드))로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

<20> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 (a)단계의 고분자의 극성과 (b)단계의 고분자의 극성이 같은 경우에는 상기 (b)단계 이후에 상기 (b)단계에 의해 처리된 기판의 표면을 상기 (b)단계의 고분자의 극성과 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다.

<21> 본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 상기 나노 다이아몬드 입자의 평균입도는 4~10nm일 수 있다.

<22> 본 발명은 상기 두 번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

<23> (a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성(정전하)을 갖는 고분자로 코팅하는 단계;

<24> (b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성(정전하)을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계;

<25> (c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계; 및

<26> (d) 상기 처리된 기판을 사용하고 화학기상증착법을 이용하여 다이아몬드 박막을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 다이아몬드 박막 증착방법을 제공한다.

<27> 이하, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

<28> 본 발명에 따른 나노 다이아몬드 입자의 정전하 자기조립 방법을 이용한 기판의 전처리방법은 (a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 코팅하는 단계; (b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계; 및 (c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 5 ~ 500nm 크기의 다이아몬드 나노입자가 가지고 있는 전하를 이용한 정전하 자기 조립방법으로 다이아몬드 나노입자층을 기판에 생성하고 이를 화학적 기상증착의 다이아몬드 핵으로 사용함으로써 기존의 방법들이 가진 핵생성 밀도의 한계를 극복한 고밀도의 핵생성 자리를 제공함으로써 100nm 이하 두께를 갖는 다이아몬드 박막을 제조할 수 있도록 한다.

<29> 본 발명은 나노다이아몬드 입자가 가진 정전하와 반대되는 극성을 가진 고분자 사슬로 나노다이아몬드를 코팅하는 과정과 다이아몬드를 코팅하려는 기판을 이 기판의 정전하와 반대되는 극성을 가진 고분자 사슬로 코팅하는 과정, 그리고 고분자 사슬로 코팅된 나노다이아몬드입자를 상기 기판에 자기조립에 의해 코팅하는 과정으로 나누어진다.

<30> 본 발명에 사용되는 고분자는 특별히 제한되는 것은 아니며, 고분자 자체가 가지고 있는 정전하에 따라 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 예를 들어, PSS(폴리(스티렌 설포네이트)), 폴리 S-119, 폴리아닐린, 나피온, 및 PDDA(폴리(디-메틸디알릴암모늄클로라이드)를 사용할 수 있다.

<31> 하기 표 1에는 상기 고분자의 극성을 도시하였다.

표 1

<32>

고분자	정전하	용매
poly(styrene sulfonate)	-	물
Poly S-119	-	물

Polyaniline	-	물
NAFION	-	메탄올/물
poly(dimethyldiallylammonium chloride)	+	물

<33> 나노 다이아몬드입자를 이와 반대되는 정전하를 갖는 고분자로 코팅하기 위해서는, pH에 따라 다른 값을 갖는 다이아몬드 입자의 전하를 고려하여야 한다. 나노다이아몬드의 경우 산성분위기에서 양전하를 띄고 염기성 분위기에서 음전하를 띄는 경향이 있기 때문에 산성의 경우 음이온성 고분자가 분산된 수용액을 사용해야 하고 염기성의 경우 양이온성 고분자가 분산된 수용액을 사용하여야 한다. 통상적인 볼밀링 과정으로 나노다이아몬드 입자는 상기 입자의 전하와 반대되는 고분자 사슬로 코팅될 수 있다. 도 1은 본 발명의 나노 다이아몬드 입자 정전하 자기조립의 개요를 나타내는 도면이다. 도 1(a)를 참조하면 나노다이아몬드가 가진 전하를 A라 하였을 때, 이를 코팅하는데 사용되는 고분자가 가진 전하는 B이어야만 하고, charge A가 +이면 charge B는 -, charge A가 -이면 charge B는 +이다.

<34> 한편, 도 1(a)에 의하면 기판은 기판이 가지고 있는 정전하에 반대되는 극성의 고분자를 사용하여 코팅하며, charge A가 +이면 charge B는 -, charge A가 -이면 charge B는 +이다. 이 때 사용되는 고분자의 종류는 상기 표 1에 제시된 바와 같다. 기판을 고분자로 코팅하는 과정은 표 1에 제시된 용매에 분산되어 있는 이온성 고분자 1~50 중량% 용액에 기판을 담가 10초 이상의 시간이 경과된 후 꺼내어 순수한 용매에 다시 씻고 습기가 없는 질소 가스 등을 사용하여 잘 말려 주는 것으로 충분하다. 위와 같은 공정을 거친 나노다이아몬드 입자와 기판은, a. 각각의 표면 고분자가 가진 전하가 다른 경우 나노다이아몬드 입자가 분산된 용액에 기판을 담가 10초 이상의 시간이 경과된 후 꺼내어 순수한 용매에 다시 씻고 습기가 없는 질소 가스 등을 사용하여 잘 말려 주면 다이아몬드 핵생성 전처리가 종료되고(도 1의 (a)), b. 각각의 표면 고분자가 가진 전하가 같은 경우, 표면 전하와 반대되는 극성의 고분자 용액에 다시 기판을 담가 10초 이상의 시간이 경과된 후 꺼내어 순수한 용매에 다시 씻고 습기가 없는 질소 가스 등을 사용하여 잘 말려준 뒤 a의 과정을 실시하여야 한다(도 1의 (b)).

<35> 한편, 본 발명에 따른 다이아몬드 박막 증착방법은 (a) 나노 다이아몬드 입자의 표면을 상기 나노 다이아몬드 입자 표면의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 코팅하는 단계; (b) 기판의 표면을 상기 기판의 정전하와 반대되는 극성을 갖는 고분자로 표면처리하는 단계; (c) 상기에서 코팅된 나노 다이아몬드 입자가 분산된 용액에 상기 표면처리된 기판을 침지시켜 상기 나노 다이아몬드 입자가 정전하에 의한 자기조립을 통해 기판에 증착됨으로써 다이아몬드 박막 증착시 증착핵으로 작용하도록 하는 단계; 및 (d) 상기 처리된 기판을 사용하고 화학기상증착법을 이용하여 다이아몬드 박막을 상기 기판 상에 증착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 화학기상증착법은 당업계에서 통상적으로 사용되는 방법을 그대로 적용할 수 있다. 상기 본 발명에 따른 증착방법에 의하면 100nm 이하의 균일한 다이아몬드 박막을 증착할 수 있다는 장점이 있다.

효 과

<36> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면 표면 평활도가 매우 우수한 100nm 이하의 다이아몬드 박막을 제조할 수 있고, 100nm 이상의 다이아몬드 박막의 경우에도 기판에 물리적 충격 또는 잔류응력의 문제없이 균일한 다이아몬드 박막을 제조할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<37> 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명이 이에 의해 제한되는 것은 아니다.

<38> 실시예 1

<39> 평균입경 5nm의 양이온성 나노다이아몬드 입자를 1시간 동안 볼밀링 공정을 수행하여 PSS(poly sodium 4-styrenen sulfonate Mw: 70,000)음이온성 고분자로 코팅하고, 결정방향이 (100)인 음이온성 실리콘 기판을 PDDA(poly diallyldimethyl ammonium chloride Mw: 400,000~500,000) 양이온성 고분자로 코팅하였다. PSS가 코팅된 나노다이아몬드입자가 분산된 용액에 상기에서 준비된 기판을 담근 후 증류수로 세척하여 건조시킨 다음 그 표면에 대한 SEM 사진을 도 2(a)에 도시하였다. 다음으로 상기에서 제조된 기판에 열필라멘트 화학적기상증착법을 사용하여 1시간 동안 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 박막 두께 70nm로 증착된 다이아몬드 박막의 단면에 대한 SEM 사진을 도 3에 도시하였다.

<40> 실시예 2

<41> 나노 다이아몬드 입자의 평균입경이 0.25㎛라는 것을 제외하고 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 0.1㎛ 두께의 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 그 박막에 대한 SEM 사진을 도 2(b)에 도시하였다.

<42> 실시예 3

<43> 평균입경 5nm의 양이온성 나노다이아몬드 입자를 PSS(poly sodium 4-styrenen sulfonate Mw: 70,000)음이온성 고분자 수용액 상에 침지시켜 상기 고분자로 코팅을 하고 결정방향이 (100)인 음이온성 실리콘 기판을 PDDA(poly diallyldimethyl ammonium chloride Mw: 400,000~500,000) 양이온성 고분자로 코팅하였다. PSS가 코팅된 나노다이아몬드입자가 분산된 용액에 준비된 기판을 담근 후 증류수로 세척하여 말린 시편에 열필라멘트 화학적기상증착법을 사용하여 1시간 동안 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 그 박막에 대한 표면 거칠기를 측정하여 도 4에 도시하였다.

<44> 실시예 4~7

<45> 평균입경 5nm의 양이온성 나노다이아몬드 입자에 PSS(poly sodium 4-styrenen sulfonate Mw: 70,000)음이온성 고분자로 코팅하는데 있어서, 볼밀링 공정시간을 2시간(실시예 4), 3시간(실시예 5), 4시간(실시예 6) 및 5시간(실시예 7)으로 증가시키며 코팅하고, 결정방향이 (100)인 음이온성 실리콘 기판을 PDDA(poly diallyldimethyl ammonium chloride Mw: 400,000~500,000) 양이온성 고분자로 코팅하였다. PSS가 코팅된 나노다이아몬드입자가 분산된 용액에 준비된 기판을 담근 후 증류수로 세척하여 말린 시편에 열필라멘트 화학적기상증착법을 사용하여 1시간 동안 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 그 박막에 대한 표면 거칠기를 측정하여 도 4에 도시하였다.

<46> 비교예 1

<47> 0.25㎛의 평균입경을 갖는 다이아몬드 파우더가 분산된 용액에서 2시간 동안 초음파처리를 하는 것에 의해 기판을 전처리한 후, 열필라멘트 화학적기상증착법을 사용하여 1시간 동안 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 그 박막에 대한 표면 거칠기를 측정하여 도 4에 도시하였다.

<48> 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예 1, 3 내지 7에 따른 다이아몬드 박막의 표면 거칠기가 비교예 1에 의한 다이아몬드 박막의 표면 거칠기에 비할 때에 1/3 이하이기 때문에 표면평활도보다 매우 우수하며, 나노 다이아몬드 입자의 표면에 고분자를 코팅할 때에 고분자 수용액에 침지시키는 것보다 볼밀링공정을 통하는 것이 표면평활도에 유리하며, 상기 볼밀링공정 시간이 증가할 수록 표면평활도도 우수해진다는 것을 확인할 수 있다.

<49> 실시예 8

<50> 평균입경 5nm의 양이온성 나노다이아몬드 입자를 5시간 동안 볼밀링 공정을 수행하여 PSS(poly sodium 4-styrenen sulfonate Mw: 70,000)음이온성 고분자로 코팅하고, 결정방향이 (100)인 음이온성 실리콘 기판을 PDDA(poly diallyldimethyl ammonium chloride Mw: 400,000~500,000) 양이온성 고분자로 코팅하였다. PSS가 코팅된 나노다이아몬드입자가 분산된 용액에 준비된 기판을 담근 후 증류수로 세척하여 말린 시편에 열필라멘트 화학적기상증착법을 사용하여 다이아몬드 박막을 증착시켰으며 상기 증착시간을 50분, 60분, 80분, 120분, 160분 및 200분으로 증가시키며 박막을 증착하여 그 단면에 대한 SEM 사진을 도 5에 도시하였다. 도 5를 참조하면 본 발명에서는 다이아몬드 박막의 증착시간을 조절하는 것에 의해, 박막의 두께를 10nm 단위로 조절할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

<51> 본 발명에 따르면 기판의 표면에 물리적 손상을 주지 않으면서도 100nm 이하의 균일한 다이아몬드 박막을 용이하게 증착할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 이때 박막의 두께는 나노다이아몬드 입자의 크기에 의존하며, 나노 다이아몬드 입자의 평균입도(크기)가 4~10nm이므로 두께 10nm ~ 300nm의 평활한 다이아몬드 박막층을 형성할 수 있으며, 공정과정에서 기판에 가해지는 물리적 충격이나 잔류응력의 문제가 전혀 없고 전기장을 인가할 필요도 없다는 장점이 있으며, 전도체와 절연체 기판 모두에 고평활도의 다이아몬드 박막을 코팅할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<52> 도 1은 본 발명의 나노 다이아몬드 입자 정전하 자기조립의 개요를 나타내는 도면이다.

<53> 도 2(a)는 본 발명에 의해 제조된 10nm 대의 핵들이 생성된 기판표면의 전자현미경 사진 (핵생성 밀도 $10^{11}/cm^2$ 이상)이다.

<54> 도 2(b)는 본 발명의 공정에 의해 직경 0.25 마이크로미터의 다이아몬드 입자들을 표면에 배열하고 1시간 동안

0.1 마이크로미터의 다이아몬드 막을 증착한 전자현미경 사진이다.

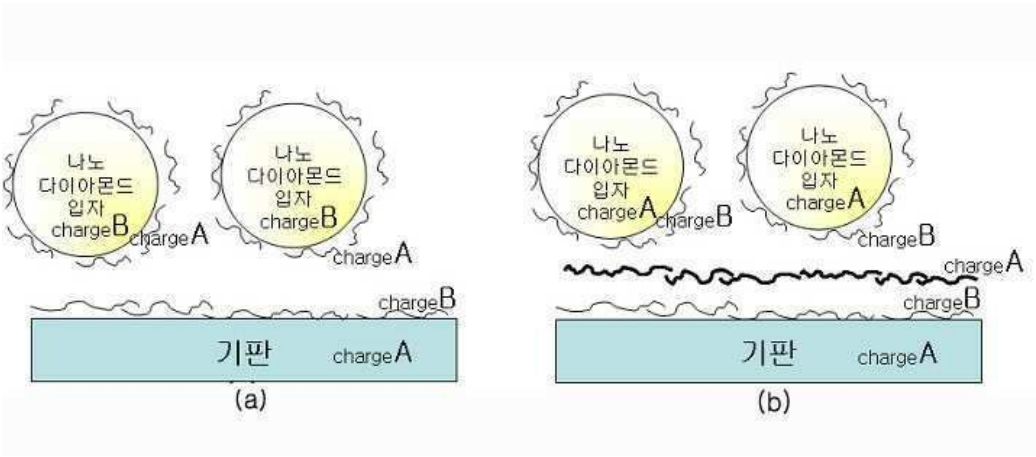
<55> 도 3은 본 발명에 의해 나노 다이아몬드 입자를 기판 표면에 배열하고 화학적 기상증착법에 의해 다이아몬드를 증착하여 제조된 연속적인 두께 70nm의 다이아몬드 박막에 대한 전자현미경 사진이다.

<56> 도 4는 실시예 1, 3 내지 7 및 비교예 1에 따라 제조된 다이아몬드 박막의 표면 거칠기를 측정한 결과를 도시한 그래프이다.

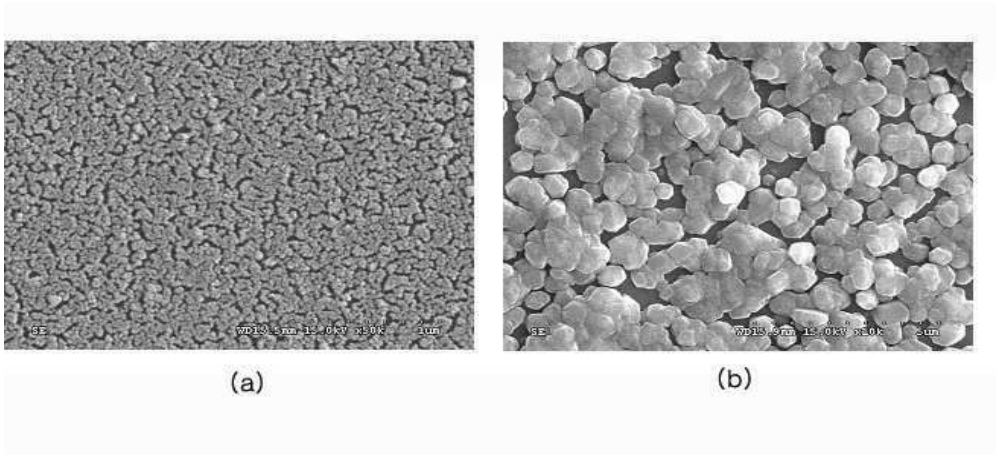
<57> 도 5는 실시예 8에 따라 다이아몬드 박막의 증착시간을 달리하며 증착된 박막의 단면에 대한 SEM 사진이다.

도면

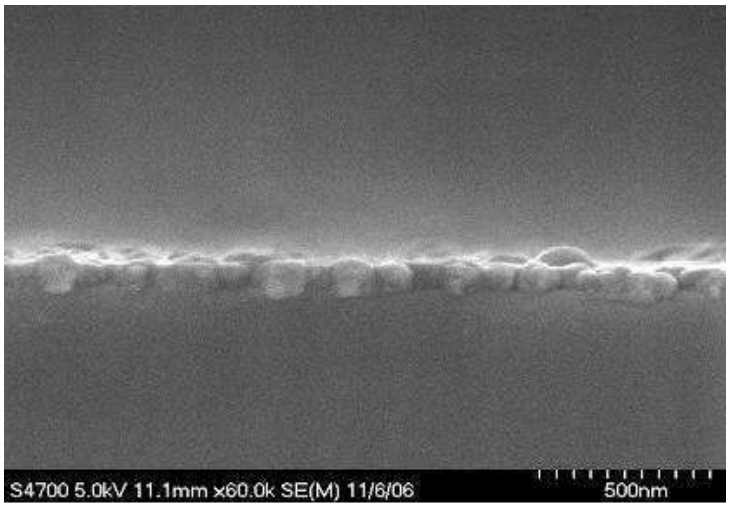
도면1



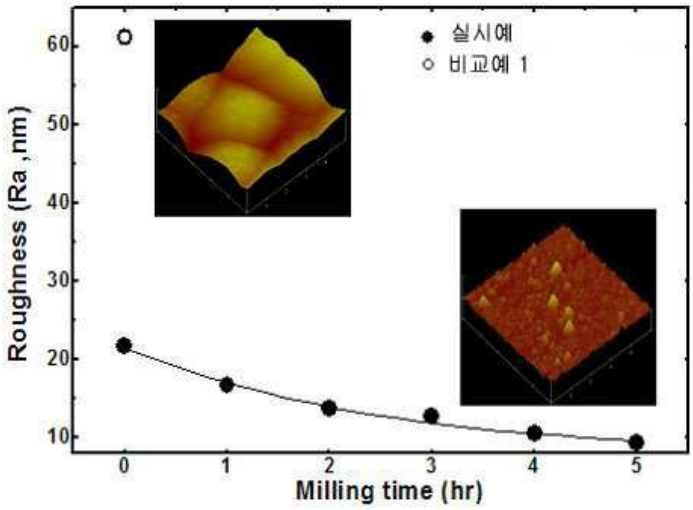
도면2



도면3


S4700 5.0kV 11.1mm x60.0k SE(M) 11/6/06
500nm

도면4


실시예
비교예 1
Roughness (Ra ,nm)
Milling time (hr)
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5

도면5

