(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H05G 1/00

(45) 공고일자 1999년03월20일
(11) 등록번호 특0172651
(24) 등록일자 1998년10월26일

(21) 출원번호 특1995-025340
(22) 출원일자 1995년08월18일
(65) 공개번호 특1996-009806
(43) 공개일자 1996년03월22일

(30) 우선권주장 94-218074 1994년08월20일 일본(JP)
95-148081 1995년05월22일 일본(JP)

(73) 특허권자 스미도모덴기고오교오 가부시기가이샤 쿠라우찌 노리타카
일본국 오오사까후 오오사까시 주우오구 기따하마 4죠오메 5반 33고

(72) 발명자 야마모토 요시유키
일본국 효고켕 미타미시 코야키타 1쪼메 1-1 스미도모덴기고오교오가부시기가이샤 이타미사이세쿠쇼나이
타나베 케이이치로
일본국 효고켕 미타미시 코야키타 1쪼메 1-1 스미도모덴기고오교오가부시기가이샤 이타미사이세쿠쇼나이
후지모리 나오지
일본국 효고켕 미타미시 코야키타 1쪼메 1-1 스미도모덴기고오교오가부시기가이샤 이타미사이세쿠쇼나이
오오타 노부히로
일본국 효고켕 미타미시 코야키타 1쪼메 1-1 스미도모덴기고오교오가부시기가이샤 이타미사이세쿠쇼나이

(74) 대리인 신중훈, 임옥순

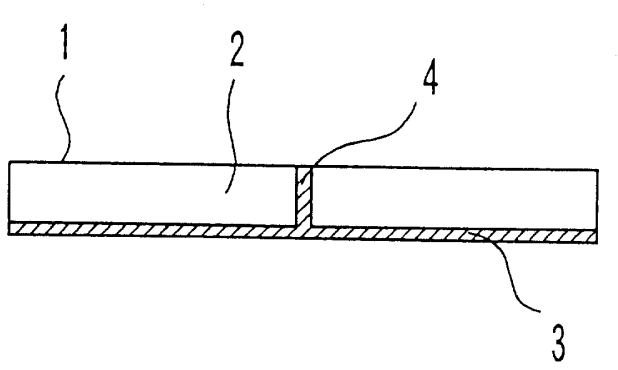
심사관 : 이구봉

(54) X선 발생장치

요약

본 발명의 X선발생장치는 고열전도성 기판과, 전자의 조사에 의해 X선을 발생시키는 목표물로 이루어진 대음극을 구비하고, 상기 목표물은 상기 고열전도성 기판을 관통하도록 배치하고, 상기 고열전도성 기판은 기상합성법에 의해 합성된 다이아몬드인 것을 특징으로 한다. 따라서 본 발명은 대음극의 냉각효율 및 내구성을 대폭 향상시킴과 동시에, X선발생장치의 소형화 및 간략화를 도모한 결과, 마침내 고출력 및 고강도의 X선발생장치발명을 완성하였다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

X선발생장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 의한 대음극의 개략단면도.

제2도는 홀더상에 배치된 대음극의 개략도.

제3도는 냉각제가 통과하는 홈의 패턴을 도시한 도면.

제4도는 홀더에 배치된 대음극의 개략도(여기서, 대음극은 접착된 2개의 다이아몬드판으로 구성되어 있고 그 안에 홈을 지님).

제5도는 홀더에 배치된 대음극의 개략도(여기서, 대음극은 지지재에 부착된 1개의 다이아몬드판으로 구성되어 있고, 중간면에 홈을 지님).

제6도는 종래 대음극의 개략단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1, 11, 21 : 대음극 2 : 다이아몬드기판

3 : 구리박막 4 : 구리충전부

5, 15, 25 : 냉각홀더 6, 16, 26 : 냉각수

7, 17, 27 : 홈 40 : 지지재

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 X선 발생장치에 관한 것으로서, 특히 종래의 장치에 비해서 보다 고출력의 X선을 소형의 장치에 의해 발생시킬 수 있는 X선발생장치에 관한 것이다.

통상, X선발생장치는, 목표물(target)에 가속전자를 조사해서 X선을 발생시키는 방식이 채택되고 있다. 그러나, 수만볼트의 전압으로 가속되는 전자가 목표물에 충돌할 때에, 그 가속전자에너지중 X선에너지로서 인출되는 효율은 겨우 1%정도이고, 나머지의 약 99%는 줄(Joule)열로서 소비되어 버린다. 따라서, 높은 출력의 X선발생장치를 얻기 위해서는 X선발생과 동시에 발생하는 약 100배의 열에너지를 어떻게 해서 목표물로부터 효율좋게 방산시키는가가 중요하다. 이와 같은 장치로부터 발생할 수 있는 X선강도의 범위는, 목표물의 재질과 냉각능력에 의해 좌우된다. 즉, 가속전자의 조사에 의해 목표물이 용융되지 않는 범위에서 전자조자에너지를 증가시킴으로써, 발생하는 X선에너지를 증가시킬 수 있다.

따라서, 이제까지의 X선목표물은, 열전도율 및 융점이 높은 금속재료가 주로 사용되고 있으며, 이것을 수냉함으로써 열에너지를 방산시키고 있다. 또, 더 높은 강도의 X선을 얻기 위해, 목표물을 회전시키면서 냉각하는 방식도 개발되어 있다. 이 방식에서는, 전자가 조사되어 X선을 방출하는 목표물의 부분이 순차 회전하므로, 목표물의 온도가 증가되는 일이 없어, 고정식의 목표물에 비해서 높은 X선에너지를 얻을 수 있다.

예를 들면, 일본국 특개소 57-38548호(1982년)공보에는, 구리 기판속에 다이아몬드를 분말소성에 의해 매립한 다이아몬드함유목표물을 사용하고, 이 목표물을 냉각시키면서 회전시키는 X선발생장치가 개시되어 있다. 그러나, 이와 같은 X선발생장치는, 장치가 대형이고, 또 목표물을 회전시킬 때의 진동을 방지할 수 없다고 하는 문제가 있다. 또, 전자선이 구리 및 다이아몬드 양쪽에 조사될 경우의 전자선의 효율감소 등이 문제가 된다.

또, 일본국 특개평 2-309596호(1990년)공보에는, 내열성 단결정의 결정축방향으로 전자선을 조사하고, 결정축방향으로 X선을 방출하는 X선발생장치와, 이 단결정의 냉각수단을 구비한 X선발생장치가 개시되어 있다. 그런, 단결정의 주변부를 통과해서 목표물의 전자선조사부를 냉각하는 구조로 되어 있으므로, 목표물을 충분히 냉각할 수 없다고하는 문제가 있다.

또한, 일본국 특개평 5-343193호(1993년)공보에는, 고열전도성 무기무질과 금속박막의 2층구조로 이루어진 X선 발생용 대음극이 개시되어 있고, 동공보에 표시된 바와 같이, 고열전도성 무기물질의 배후로부터 냉각하는 경우는 어느 정도 효과적인 냉각을 기대할 수 있다. 그러나, 이 목표물을 외주로부터 냉각하는 구조의 X선발생장치(상기 일본국 특개평 2-309596호 공보 참조)에 적용한 경우, 상당량의 열에너지가 금속박막을 따라서 확산되어, 열전도저항이 오히려 높으므로, 목적물이 충분한 냉각성능을 지니지 못한다. 그외에, 금속박막에 박리가 발생한다고 하는 문제도 있다. 또, 다이아몬드를 기상으로부터 합성하는 방법은, 미국특허공보 제 4,767,608호(공고일:1998년 8월 30일) 및 미국특허공보 제4,434,188호(공고일:1984년 2월 28일)에 개시되어 있다.

본 발명자들은, 이들 문제점에 대응해서, 대음극의 냉각효율 및 내구성의 충분한 향상과 X선발생장치의 소형화 및 간편화를 위해서 예의 검토를 거듭하여, 본 발명의 고출력 및 고강도의 X선발생장치를 완성하였다. 즉, 고열전도성기판을 관통하도록 목표물을 배치한 대음극을 지닌 X선발생장치를 제안하고, 이때, 목표물은 전자조사에 의해 X선을 발생한다.

고열전도성 기판으로서는, 그 열전도율이 10W/cm·k이상인 것이 바람직하고, 구체적으로는 다이아몬드가 그 높은 열전도성 및 고온에서의 안정성의 점에서 바람직하다. 천연단결정 다이아몬드 및 고압합성단결정 다이아몬드외에, 화학적 기상퇴적법(CVD법)에 의해 합성된 다결정 다이아몬드도 사용할 수 있다. 화학적 기상퇴적법에 의하면, 소망의 형상에 의해 비교적 대형의 다이아몬드를 얻을 수 있다. 그외의 재질로서는 질화붕소입방정을 사용할 수 있다.

목표물 재료로서는, 소망의 파장의 특성 X선을 발생하는 재료이면 되므로, 예를 들어 Mo, W, Cu, Ag, Ni, Co, Cr, Fe, Ti, Rh 등을 들 수 있다.

또한, 고열전도성 기판을 원반형상으로 하고, 그 기판의 중심에 목표물을 관통시켜 배치하는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성에 의해, 목표물에서 발생한 열에너지를 균일하게 방산시킬 수 있다.

본 발명의 목적은, 고열전도성 기판과 전자선의 조사에 의해 X선을 발생하는 목표물로 이루어진 대음극을 구비하고, 상기 목적물은 상기 고열전도성 기판을 관통하도록 배치되고, 상기 고열전도성기판은 기상합성

법에 의해 합성된 다이아몬드인 것을 특징으로 하는 X선발생장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은, 상기 고열전도성 기판중에 냉각제를 통과시키기 위한 홈이 1개이상 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 X선발생장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 상기 고열전도성 기판이 지지재 위에 배치된 복합재이고, 또한 상기 지지대와 고열전도성기판 사이의 계면부의 상기 고열전도성 기판쪽에 홈이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 X선발생장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은, 상기 고열전도성 기판의 한쪽면이 금속막으로 피복되어 있고, 또 해당 고열전도성 기판의 일부분 또는 전체의 비저항이 10^3Ω·cm이하인 것을 특징으로 하는 X선발생장치를 제공하는데 있다.

또, 본 발명에서, 상기 비저항이 10^3Ω·cm이하인 부분은 기상으로부터 B가 도핑된 합성다이아몬드를 사용하고 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 더욱 상세히 설명한다.

본 발명의 상기 구성에 의해, 목표물에서 발생한 열은 공열전도성 기판을 개재해서 충분히 방산되므로, 냉각방법에 관계없이 X선의 출력을 증대시킬 수 있다. 이러한 구성은, 기판의 주위로부터 냉각하는 방식의 대음극에 있어서, 현저한 효과를 발휘할 수 있다. 즉, 본 발명에 있어서는 열에너지의 전달경로에 고열전도성 재료가 배치되어, 종래의 양극판구조에 비교해서 냉각효율이 현저히 개선되고, 그 결과 고출력의 X선을 발생할 수 있다.

이 경우, 기판의 두께는 냉각성능면에서 두꺼울수록 좋으나, 너무 두꺼우면 비용면에서 바람직하지 않다. 구체적으로는, 기판의 두께는, 100㎛～10㎜, 바람직하게는 300㎛～5㎜범위면 된다.

냉각제를 통과시키는 홈을 지닌 고열전도성 기판을 X선발생장치에 채용할 경우, 이 장치는, 냉각제를 흘려보내는 냉각방식만으로 높은 냉각효과를 얻을 수 있고, 그 결과, 고출력, 고강도의 X선을 발생할 수 있다.

또한, 냉각제를 통과시키는 홈을 구비하고, 적절한 지지재를 부착한 고열전도성 기판을 X선발생장치에 채용할 경우, 이 장치는, 냉각제를 흘려보내는 냉각방식만으로 높은 냉각효과를 얻을 수 있고, 그 결과, 이 X선발생장치는 고출력, 고강도의 X선을 발생할 수 있다. 또, 기판과 지지재사이의 기판쪽에 혹은 기판내부에 홈을 형성할 경우, 홈의 단면은 장방형인 것이 바람직하다. 홈의 깊이(c)가 깊을수록 대음극의 열교환효율은 높으나, 지나치게 깊으면, 대음극의 기계적 강도가 약해지므로 바람직하지 않다. 구체적으로는, 홈의 깊이(c)는 20㎛이상, 바람직하게는 50㎛이상이다. 홈의 깊이는, 기판의 두께의 90%미만, 바람직하게는 80%미만이다. 또, 홈의 폭이 넓을수록 대음극의 열교환효율은 상승한다.

그러나, 기판의 기계적 강도를 유지하기 위해 통로의 수가 적어지므로, 홈의 폭이 너무 넓으면 열교환효율은 낮아진다. 한편, 홈사이의 간격에 대해서도, 홈의 폭과 마찬가지로 너무 넓거나 너무 좁아도 바람직하지 않다. 홈의 폭 및 홈사이의 간격은, 20㎛～10㎜, 바람직하게는 40㎛～2㎜이다. 홈의 폭(a)과 간격(b)의 비(a/b)의 하한은 0.02, 바람직하게는 0.04이고, 한편 상한은 50, 바람직하게는 25이다. 또 홈의 폭(a)과 깊이(c)의 비(a/c)의 하한은 0.05, 바람직하게는 0.1이고, 한편 상한은 100, 보다 바람직하게는 50이다.

단, 최적 폭, 간격 및 깊이에 대해서는, X선발생장치에 걸리는 열부하 및 냉각제압력에 의존한다. 또한, 통로의 형상으로서는, 단면이 장방형뿐만 아니라 반원형상, 반타원형상이나 더 복잡한 형상일 수 있다. 또, 1개의 대음극에 있어서, 상기의 (a), (b), (c)의 값은 일정할 필요는 없고, 위에 표시한 범위내에서 변화시킬 수 있다. 기판의 정면에서 보았을 경우의 (홈표면)/(기판표면)의 비율은 2～90%, 바람직하게는 10～80%이다. 또, 홈의 측면과 기판에 대한 연직선이 이루는 각도는 30° 이하인 것이 바람직하다.

홈의 표면에서 두께 1㎚이상～1㎛이하의 비다이아몬드의 탄소층의 존재해도 된다. 상기 비다이아몬드층은 비산화분위기(예를 들면 불활성가스 분위기)에 있어서, 1000～1500℃에서 0.5～10시간 정도 가열함으로써 형성할 수 있다.

이 경우, 비다이아몬드층의 유무는 라만분광법에 의해 측정하는 것이 가능하다. 통로의 표면에 있어서, 냉각제에 대한 젖음성이 우수한 것이 바람직하다. 또, 상기 표면과 냉각제간의 접촉각은 65° 이하, 바람직하게는 60° 이하이다.

다이아몬드의 표면에는 수소원자가 존재하므로, 이 다이아몬드는 물 등의 냉각제와 반발한다. 그래서, 수소원자대신에 산소원자를 포함한 친수기(예를 들면 OH기)를 부착함으로써 다이아몬드의 젖음성을 증가시킬 수 있다. 다이아몬드의 젖음성을 향상하려면, 예를 들면, 산화분위기에 있어서, 500℃～800℃에서 10분～10시간 어닐링하거나, 산소 또는 산소를 함유한 기체의 플라즈마속에서 가열하면 된다. 산소플라즈마를 사용하여 홈을 형성할 경우에는 어느 정도 홈의 젖음성이 향상되나, 또한 산소플라즈마속에서 홈을 형성한 후 상기의 표면의 젖음성 향상의 조작을 행해도 된다.

냉각제로서는, 플루오로카본을 사용하는 경우에, 홈의 표면에 불소원자 등의 할로겐원자가 결합하고 있는 것이 바람직하다. 이와 같은 표면은, CF_4 등의 할로겐 원자를 함유한 기체플라즈마속에서 홈을 노출시킴으로써 얻을 수 있다. 예를 들면, 홈을 CF_4가스의 RF플라즈마에 노출시키면, 상기 표면의 수소원자가, 불소원자로 대체된다.

불소원자가 표면의 탄소원자와 결합하고 있는 것은 XPS(X선 광전자분광기)스펙트럼관측에 의해 알 수 있다. 즉, XPS스펙트럼이 노출처리전은 C_{1S}의 단일피크를 지니나, 노출처리후는 $-CF_n$기에 의한 다수의 부수피크를 지닌다.

이와 같은 표면에 불소계화합물에 대해서 젖음성이 매우 양호하다.

또한, 홈의 표면의 냉각제에 대한 젖음성을 개선하는 기타처리로서는, 질소, 붕소 또는 불활성가스원자 등을 함유한 가스중에서의 플라즈마처리를 들 수 있다. 또 냉각제로서는 물, 공기, 질소, 아르곤 등의 불활성 가스, 플루오로카본, 액체질소, 액체산소, 액체헬륨 등을 사용할 수 있다.

기판의 내부에 관을 형성하거나 혹은 기판과 지지부재와의 계면의 기판쪽에 홈을 형성하는 방법에 대해서 이하에 설명한다.

우선, 관형성방법을 설명한다. 관은, 예를 들면 레이저가공 등에 의해, 냉각제용의 통로로서 기판에 형성할 수 있다. 먼저, 소망의 형상의 고열전도성물질로 이루어진 판을 준비하고, 이 재료의 측면에 레이저광선을 집광함으로써, 관을 형성하고, 고열전도성재료의 내부에 냉매를 통과시키는 통로를 형성한다.

관을 형성하는 다른 방법은 제2고열전도성 물질에 홈을 지닌 제1고열전도성 물질을 접착하는 것이다. 이때, 고열전도성물질은 소망의 형상으로 준비한다. 제1고열전도성물질의 한쪽면에, 레이저광선에 의한 가공방법이나 선택적인 에칭에 의한 가공방법 등에 의해서 홈을 형성한다.

레이져 광선에 의한 가공은, 물질표면에 레이저광선을 집광함으로써 물질의 삭제가공을 행하여, 홈을 표면에 형성한다. 이 방법에 의하면, 임의의 홈을 얻을 수 있다. 고열전도성 물질의 표면에 충분한 에너지밀도를 가진 레이저광선을 집광하고, 서서히 집광위치를 이동시켜서 홈을 표면에 형성한다. 이 가공에는 YAG레이저, 엑시머레이저 등을 이용할 수 있으나, 특히 엑시머레이저는 그 가공정밀도, 임의의 깊이, 재현성의 점에서 바람직하다.

레이저광선의 파장은, 190~360㎚의 범위인 것이 바람직하다. 조사하는 레이저광선의 에너지밀도는, $10 \sim 10^{11}$W/㎠이다.

펄스형상의 레이저광선을 사용할 경우는, 이 1펄스당 에너지밀도는, 10^{-1}J/㎠~10^{6}J/㎠범위로 하는 것이 바람직하다. 또한, 레이저발진기로부터의 레이저광선의 확산각도를 $10^{-2} \sim 5 \times 10^{-1}$mrad의 범위로 하고, 레이저광의 스펙트럼파장의 최대의 절반치폭을 $10^{-4} \sim 1$㎚로 하는 것이 바람직하다. 레이저광선의 빔단면에 있어서의 에너지분포의 균일성은 10%이하인 것이 바람직하다. 펄스레이저광을 원통형 렌즈 또는 원통형 거울에 의해 집광함으로써, 양호한 가공의 결과가 얻어진다.

한편, 에칭법에 의한 홈의 형성은, 이하와 같이 행할 수 있다. 즉, 적당한 마스크를 고열전도성 물질표면상에 형성한 후, 마스크는 에칭하지 않고, 고열전도성 물질만을 에칭하는 조건으로 처리한다. 그후, 마스크를 제거해서, 표면에 홈을 가진 제1고열전도성 물질을 얻는다. Al 또는 SiO_2로 마스크한 다이아몬드표면을, 산소 또는 산소를 함유한 가스에 의해 선택적으로 에칭할 수 있다고 알려져 있으며(제53회 일본 응용물리학회 예고집 제2분책 (1992년) 참조), 이 기술을 이용해서 다이아몬드상에 홈가공할 수 있다. 또, 산소 또는 산소를 함유한 가스대신에, 질소 또는 수소를 이용해도 된다.

이와 같이 해서 소망의 홈을 형성한 제1고열전도성 물질을 별도로 준비한 제2고열전도성 물질에 부착함으로써 매우 큰 방열효율을 가진 기판을 얻을 수 있다. 제2고열전도성 물질상에는, 냉각제의 출입구를 형성해도 된다. 그러나, 상기 예에서는 제1고열전도성 물질에만 홈을 형성하였으나, 홈을 지닌 제1고열전도성 물질의 표면에 홈을 지닌 제2고열전도성 물질의 표면을 부착하는 것도 가능하다. 그러나, 이 방법은 복잡하므로, 제1고열전도성 물질에만 홈을 형성하는 것이 바람직하다.

제1고열전도성 물질과 제2고열전도성 물질과의 부착은, 메탈라이즈처리에 의해서 또는 접착제에 의해서 행할 수 있다. 결합하는 2개의 면을 공지방법에 의해 메탈라이즈처리한 후, 금속을 용융시킴으로써 접착해도 된다. 메탈라이즈처리에 사용하는 금속의 예는, Ti, Pt, Au, Sn, Pb, In, Ag 등이다. 접착제(예를 들면, Ag/에폭시계, Ag/폴리이미드계, Au/에폭시계) 또는 Ag계 땜납제 및 다른 접착방법을 사용해도 된다. 접착제층의 두께는, 통상 0.01~10㎛이다.

또, 고열전도성 물질로서, CVD다이아몬드를 이용할 경우, 홈을 형성하는데 레이저광선, 에칭법 등에 의한 가공뿐만 아니라 마스크에 의한 선택성장을 사용할 수 있다.

이 선택성장법은, 예를 들면 일본국 특개평 1-104761호 공보, 특개평 1-123423호 공보 등에 개시되어 있다. Si, SiC, Cu, Mo, CBN 등의 베이스(판재)표면에, 마스크재를 형성하고자 하는 홈과 대응하는 형상으로 배치해 놓고, 그 위에 다이아몬드를 합성시키면 된다.

그때, 두께 50㎛이상의 다이아몬드를 합성시킴으로써, 다이아몬드가 마스크의 상부에도 성장하여, 그 결과로서 다이아몬드가 베이스전면을 덮게 된다. 그후, 베이스를 용해 등의 방법으로 제거하면, 얻어지는 다이아몬드는 베이스쪽에 홈을 가지고 있다. 마스크는 Ti, SiO_2, Mo 등을 공지의 방법으로 베이스상에 형성하면 된다. 이 방법의 이점은, 가공을 위해 충격을 줄 필요가 없으므로, 가공중에 파손 등이 발생하기 어렵다는 것을 들 수 있다.

상기의 방법에 있어서, 마스크를 형성하는 대신에, 홈과 대응하는 볼록부를 지닌 베이스상에 다이아몬드를 합성하는 것도 가능하다. 소망의 두께로 다이아몬드를 합성한 후, 베이스를 제거하면, 베이스쪽에는 홈을 가진 자립(free standing)다이아몬드를 얻을 수 있다. 베이스로서는, 예를 들면, Si, SiC, Mo 등을 들 수 있다. 또, 상기의 방법을 개선하기 위하여, 접착공정을 생략할 수도 있다. 즉, 자립다이아몬드상에 마스크를 형성하고, 그 위에 다이아몬드를 합성한 후, 마스크를 제거함으로써, 관을 지닌 기판을 얻을 수 있다. 이 방법에 의하면, 접착제를 사용할 필요가 없기 때문에, 기판의 열전도효율은 향상된다. 상기의 모든 방법은 홈을 지닌 기판의 제조에 바람직하다. 에칭에 의한 방법은, 미세한 홈을 정밀도 좋게 형성하는데 바람직하고, 레이저 가공에 의한 방법은, 그 가공속도가 빨라 바람직하고, 마스크를 사용하는 방법은 비교적 큰 홈을 형성하는데 바람직하다. 제2고열전도성 물질은, 지지재로서, B, Be, Al, Cu, Si, Ag, Ti, Fe, Ni, Mo, W, 이들의 합금, 또는 이들의 탄화물, 질화물 등의 화합물로부터 선택할 수 있다.

또, 냉각성능의 향상에 따라, 전자선의 초점을 종래보다도 더 좁혀서 목표물에의 부하를 높여도 목표물이 손상되는 일은 없으므로, 미세한 선폭으로 고출력의 X선을 얻을 수 있다. 또한, 기판을 관통하는 목표물

을, 대음극의 이면(전자선조사면과 반대쪽)으로부터 접지시켜, 안정한 X선발생에 기여하고 있다. 이 경우, 대음극의 이면에 금속박막을 퇴적시키고, 이 이면으로부터 목표물을 접지하는 것이 바람직하다.

또, 고열전도성 물질로서 기상합성법에 의한 다이아몬드를 사용하는 경우에는, 기판으로서 도전성 다이아몬드를 사용해서 목표물을 접지하는 것이 용이하다. 또 기판내에 또는 기판전체에 층으로서 도전성의 다이아몬드를 배치한다. 또, 도전성 다이아몬드는 원료가스중에 불순물을 첨가함으로써 합성한다. 이 불순물로서는, B, Al, Li, P, S, Se 등을 들 수 있다. 이들 중에서는, 다이아몬드에 B를 첨가한 것이 결정성을 떨어뜨리지 않고 효과적으로 도전성을 올릴 수 있으므로, B가 바람직하다. 이 도전성 다이아몬드의 비저항은, 10^3Ω · ㎝이하, 바람직하게는 10^2Ω · ㎝ 이하이다.

또한, 전자선의 방향을 목표물의 관통방향과 일치시키면, 전자선이 목표물의 내부에 이르러, 전자선의 흡수율이 증가한다. 이 때문에, 본 발명은 금속박막과 고열전도성 무기물질과의 2층구조를 지닌 목표물보다도 X선출력의 증가에 더욱 유용하다.

본 발명의 X선발생장치를 이용함으로써 X선의 출력 및 안정성을 향상시킬 수 있다. 또, 종래의 장치와 비교해서 발생하는 X선의 선폭을 좁게 하고, 또한 출력을 증대시키는 것이 가능하게 된다. 또한, 회전형 대음극 목표물을 사용하는 일없이 상기의 효과를 달성할 수 있으므로, 장치전체를 소형화할 수 있어, 구조도 간편하게 된다.

따라서, X선발생장치를 염가로 제조할 수 있다. 게다가 회전에 따른 진동 등의 문제도 회피할 수 있다.

이상과 같은 효과로부터 본 발명의 X선발생장치는, X선해석장치, X선퇴적장치 등 각종 X선장치에 이용할 수 있다.

이하, 실시예를 참조해서 본 발명을 설명한다.

[실시예 1]

먼저, 화학적 기상퇴적법에 의해 직경 10㎜, 두께 1㎜ 크기의 다결정다이아몬드기판(열전도율 16.9W/㎝ · k)(2)을 준비하였다. 이 다이아몬드기판의 중심에 레이저광을 사용해서 직경 0.2㎜인 관통구멍을 형성하였다. 그후, 이 구멍에 목표물로서의 구리를 배치하고, 상기 기판의 이면에 구리를 증착시켜, 제1도에 표시한 바와 같은 대음극(1)을 얻었다. 제1도에 도시한 바와 같이, 다이아몬드기판(2)의 이면에는 균일하게 구리박막(3)이 퇴적되고, 상기 관통구멍에는 구리가 충전되어서 충전부(4)를 구성하고 있다.

다음에, 이 대음극을 제2도에 표시한 바와 같은 냉각홀더(5)에 세트하였다. 이 홀더(5)는 고리형상의 것으로, 중앙의 구멍부에 대음극(1)을 유지하는 동시에, 냉각수(6)가 외주부에 순환되어, 제2도에 있어서 대음극(1)을 외주로부터 냉각하도록 구성되어 있다. 대음극(1)을 세트하는 구체적인 수단으로서는 납땜, 핀칭 및 충전분말의 용융 등이 있다. 그리고, 기판의 이면의 구리박막(3)을 접지하여, 구리금속목표물의 대전을 방지하였다.

직경 0.15㎜인 전자선을 기판의 표면으로부터 충전부(4)에서 노출된 구리 금속에 10KW/㎟의 부하로 연속해서 조사하였으나, 1000시간 조사한 후에도 안정적으로 X선을 발생하는 것을 확인하였다. 또, 시험후에, 구리금속을 관찰하였던 바, 그 표면상태에 특히 현저한 변화는 없었다.

또한, 본 실시예에서는 다이아몬드기판의 이면에 구리박막을 퇴적하였으나, 이 구리박막은 필수는 아니다.

[실시예 2]

직경이 10㎜이고 두께가 2㎜인 스크래치처리를 한 다결정 Si베이스(직경 10㎜,두께 2㎜)를 2매 준비하고, 이 Si베이스위에 마이크로파 플라즈마 CVD법에 의해 다이아몬드를 합성시키고, 이 다이아몬드표면을 기계연마하고, Si베이스를 산에 의해 용해해서, 직경 10㎜, 두께 600㎛, 열전도율 17.9W/㎝ · k인 제1다이아몬드판과, 직경 10㎜, 두께 400㎛, 열전도율 15.2W/㎝ · k인 제2다이아몬드판을 얻었다. 이들 두 다이아몬드판은 자립하고 있었다.

상기와 같이 해서 얻은 제1다이아몬드판의 표면에, KrF엑시머레이저를 선집광 및 점집광하여, 제3도에 표시한 바와 같은 홈(7)을 형성하였다. 홈(7)의 패턴은 다이아몬드판의 외주단면에 냉각수의 출입구(8),(9)가 병설되고, 먼저 입구(8)로부터 중심부근까지 직선형상으로 연신한 다음, 다이아몬드판중심의 주위를 거의 일주하는 고리 형상홈이 형성되어 있다. 계속해서, 입구쪽을 약간만 연신한 다음, 상기 고리 형상홈보다도 직경이 크고 그 고리형상주위를 상기와 반대 방향으로 거의 일주하는 고리형상홈이 형성되어 있다. 그리고, 순차, 다이아몬드판의 외주를 향해서 마찬가지의 패턴을 반복하고, 최종적으로 출구(9)에 도달하는 1개의 홈(7)을 형성하였다. 홈(7)의 깊이는 약 100㎛, 폭은 500㎛, 홈사이의 간격은 약 400㎛였다. 양 다이아몬드판에 Ti, Pt, Au를 증착에 의해 피복한 후, 양 피복면을 함께 붙이고 나서 Au를 용융함으로써 두 다이아몬드판을 접착하여, 기판을 제조하였다. 얻어진 기판은 직경이 10㎜, 두께가 1㎜였고, 또 냉각제통과용의 관을 지니고 있었다.

상기 기판에 관통구멍을 형성하고, 이 구멍에 실시예 1과 마찬가지로 구리를 충전하고, 또 한쪽면에 구리를 피복하여 기판을 제작하였다. 다음에, 이 기판을 제4도에 도시한 바와 같이 냉각홀더(15)에 세트하였다. 이 냉각홀더(15)는, 기판을 냉각시키는 냉각수(16)가 해당 기판의 한쪽면으로부터 공급되도록 설계되어 있다. 즉, 대음극(11)의 홈(17)에 연계되는 연통구멍(20)이 형성되고, 홈(17)내에 냉각수(16)가 순환하도록 구성되어 있다. 구리가 피복된 면을 접지하여, 구리 목표물의 대전을 방지하였다.

상기와 같이 제조된 기판을 사용한 X선발생장치에 대해서, 실시예 1과 마찬가지의 조건으로 평가를 행하였던 바, 안정성과 내구성은 모두 실시예 1과 마찬가지로 우수하였다.

[실시예 3]

스크래치처리를 한 다결정 Si베이스를 직경 10㎜, 두께 2㎜의 크기로 준비하고, 이 Si베이스위에 마이크로파 플라즈마 CVD법에 의해 다이아몬드를 합성시킨 후, 다이아몬드표면을 기계연마하고, 해당 Si베이스

를 산에 의해 용해해서, 직경 10㎜, 두께 1㎜인 다이아몬드기판을 얻었다. 이 자립다이아몬드기판의 열전도율은 17.3W/cm·k였다.

이 자립다이아몬드기판의 한쪽면에, KrF엑시머레이저를 선집광 및 점집광하여, 제3도에 표시한 바와 같이 홈(7)을 형성하였다. 홈(7)의 깊이는 약 300㎛, 폭은 500㎛, 홈사이의 간격은 약 400㎛였다.

상기 자립기판에 레이저광에 의해 관통구멍을 형성하고, 실시예 1과 마찬가지로 구리를 충전하였다. 또, 지지재용으로 직경 10㎜의 Cu-W합금판을 준비하였다. 상기 홈을 지닌 다이아몬드기판의 표면을 Ti, Pt 및 Au의 순으로 피복하고, 또 Cu-W합금판의 한쪽면도 Ti, Pt 및 Au의 순으로 피복하였다. 양 피복면을 Au의 융착에 의해 접착하여 기판을 얻었다. 얻어진 기판을 제5도에 도시한 바와 같이, 냉각홀더(25)에 세트하였다. 이 홀더는 기판을 냉각시키는 냉각수(26)가 기판의 한쪽면으로부터 공급되도록 설계되어 있었다. 즉, 대음극(21)의 홈(27)에 연계되는 연통구멍(30)이 형성되고, 홈(27)내에 냉각수(26)가 순환되도록 구성되어 있다. 본 실시예에서는, 대음극(21)의 이면을 구성하는 지지재(40)를 접지하였다.

상기 기판을 사용한 X선 발생장치에 대해서, 실시예 1과 마찬가지의 조건하에서 평가를 행하였던 바, 안정성과 내구성이 모두 실시예 1과 마찬가지로 우수하였다.

[실시예 4]

스크래치처리를 한 다결정 Si베이스를 직경 10㎜, 두께 2㎜의 크기로 준비하고, 이 Si베이스위에 마이크로파플라즈마 CVD법에 의해 다이아몬드를 합성시킨 후, 다이아몬드표면을 기계연마하고, 해당 Si베이스를 산에 의해 용해해서, 직경 10㎜, 두께 1㎜인 다이아몬드판을 얻었다. 이 자립다이아몬드판의 열전도율은 17.3W/cm·k였다. 다이아몬드의 합성시에, 원료가스중에 B를 혼입시켰던 바, 얻어진 다이아몬드의 비저항은 1.95Ω·cm였다.

상기 자립다이아몬드판에 레이저광으로 관통구멍을 형성하고, 그곳에 실시예 1과 마찬가지로 구리를 충전시켰다. 이 기판을 냉각홀더에 세트하였다. 상기와 같이 제조된 기판을 사용한 X선 발생장치에 대해서 실시예 1과 마찬가지의 조건하에 평가를 행하였던 바, 안정성과 내구성이 모두 실시예 1과 마찬가지로 우수하였다.

[비교예 1]

직경 10㎜, 두께 1㎜크기의 구리원반을 제2도에 표시한 바와 같이 홀더(5)에 세트하였다.

이 원반에 대해서, 직경 0.15㎜로 죄인 전자선을 연속해서 조사하는 시험을 행하였으나, 4KW/㎟의 부하에서도 안정한 X선출력은 얻지 못하였고, 100시간조사후에 원반의 조사부위는 열에너지에 의해 상당히 손상되었다.

[비교예 2]

직경 10㎜, 두께 1㎜크기의 원반형상의 다결정 다이아몬드기판(32)를 준비하고, 제6도에 표시한 바와 같이 그 한쪽면에 구리(33)를 증착한 후, 이 원반형상기판을 제2도에 표시한 바와 같이 홀더(5)에 세트하였다.

상기 실시예 1 및 비교예 1과 마찬가지의 X선발생시험의 결과, 부하 4KW/㎟에서는 100시간후에서도 안정한 X선을 얻었고, 금속구리막(33)의 표면에도 현저한 변화는 인식되지 않았다. 그러나, 부하 10KW/㎟에서는 서서히 X선출력이 감소하고, 500시간후에 금속구리막(33)의 전자선 조사부에 손상이 관찰되었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

고열전도성기판과 전자의 조사에 의해 X선을 발생하는 목표물로 이루어진 대음극을 구비하고, 상기 목표물은 상기 고열전도성 기판을 관통하도록 배치되고, 상기 고열전도성기판은 기상합성법에 의해 합성된 다이아몬드인 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고열전도성기판중에 냉각제를 통과시키기 위한 통로가 1개이상 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 고열전도성 기판이 지지재위에 배치되고, 또한 상기 지지재와 고열전도성 기판사이의 계면부의 상기 고열전도성 기판쪽에 홈이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 목표물이 Mo, W, Cu, Ag, Ni, Co, Cr, Fe, Ti 및 Rh로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 또는 이 군으로부터 선택된 1종이상의 금속을 주성분으로 하는 합금으로 이루어진 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 고열전도성 기판의 한쪽면이 금속막으로 피복되어 있는 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 6

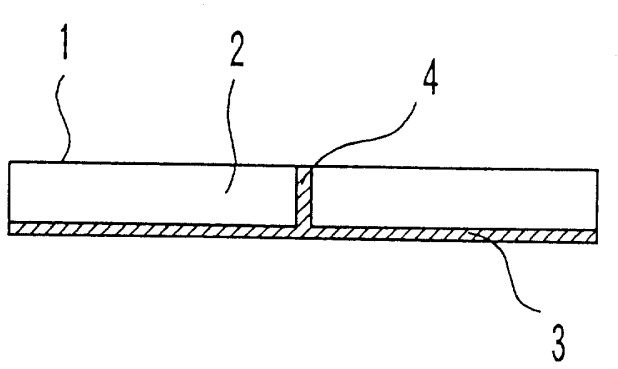
제1항에 있어서, 상기 고열전도성 기판의 일부분 또는 전체의 비저항이 10^3Ω·cm이하인 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

청구항 7

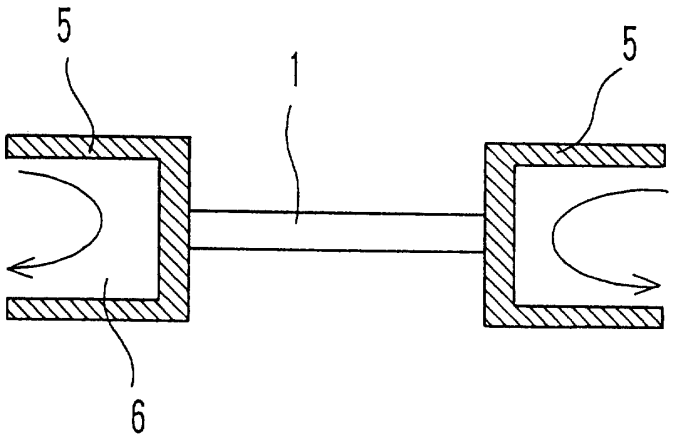
제6항에 있어서, 상기 비저항이 10^3Ω·cm이하인 상기 고열전도성 기판부분은, 기상으로부터 B가 도핑된 합성다이아몬드인 것을 특징으로 하는 X선발생장치.

도면

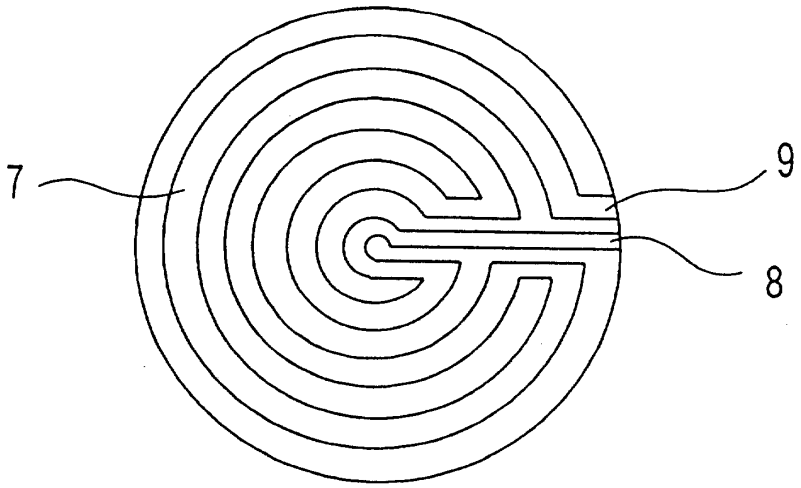
도면1



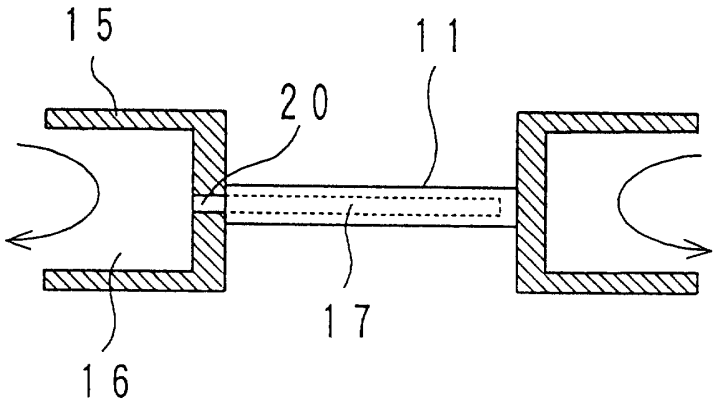
도면2



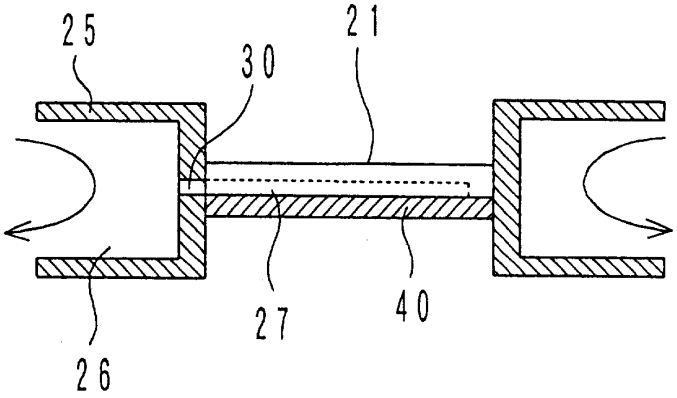
도면3



도면4



도면5



도면6

