



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

(45) 공고일자 2015년10월14일  
 (11) 등록번호 10-1559755  
 (24) 등록일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H05G 1/26** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0137492  
 (22) 출원일자 2014년10월13일  
 심사청구일자 2014년10월13일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2007309685 A\*  
 KR1020130099641 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**한국원자력연구원**  
 대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)  
 (72) 발명자  
**남성도**  
 대전광역시 유성구 대덕대로925번길 78 (화암동)  
**한재민**  
 대전광역시 서구 청사서로 11, 106동 1304호 (월평동, 무지개아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**황이남**

전체 청구항 수 : 총 4 항

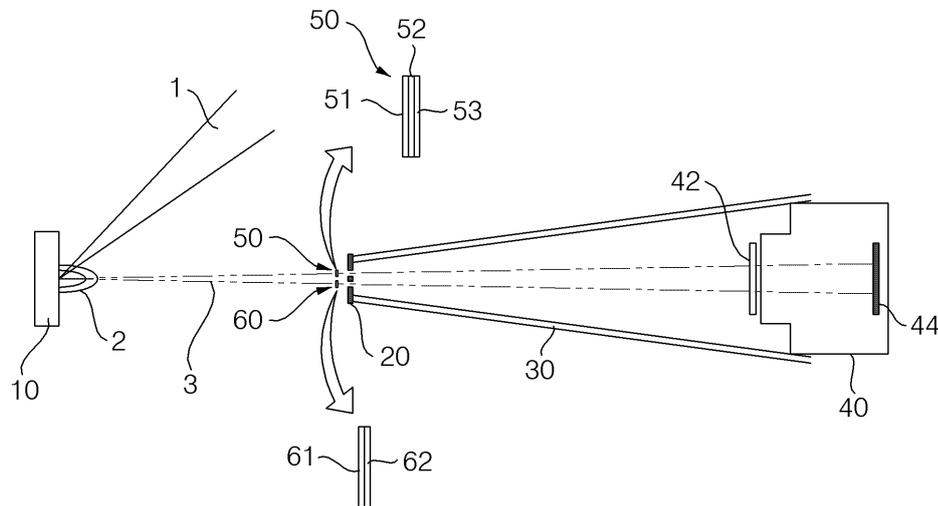
심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 **고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치 및 분석방법**

**(57) 요약**

본 발명은 집속된 펄스 레이저 빔에 의하여 고체 표면에 발생한 고에너지밀도플라즈마의 서로 다른 에너지 특성을 가진 복수의 엑스선영상의 시간 변화를 동시간대로 측정하여 레이저 빔 에너지에 의한 플라즈마의 가열과 에너지 전달을 분석하기 위한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석 장치 및 방법에 관한 것으로, 서로 다른 엑스선 투과 특성을 가진 필터들과 슬릿들을 통하여 동일 선상에 나란히 맺힌 복수의 1차원 편향 영상들을 스트리카메라로 시간 변화에 따라 저장하고 시간에 따른 엑스선 영상들의 확산 속도를 서로 비교하여 플라즈마 온도와 공간 밀도 분포 변화를 분석하여 레이저 가열에 의한 플라즈마의 온도 상승과 플리즈마 내부의 에너지 전달에 따른 냉각 특성을 분석하는 것을 특징으로 한다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**임창환**

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 303동 403호 (전민동, 엑스포아파트)

**하성용**

강원도 강릉시 교동광장로 138-12, 304동 504호 (교동, 교동주공3단지아파트)

**김희진**

대전광역시 유성구 배울2로 24, 309동 702호 (관평동, 중앙하이츠빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345164368
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	원자력기술개발
연구과제명	고에너지밀도플라즈마에서의 핵반응 기반연구
기 여 율	1/1
주관기관	한국원자력연구원
연구기간	2011.12.15 ~ 2014.11.30

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

펄스레이저빔이 집속되어 플라즈마 플룸을 형성하는 고체표적에서 이격되어 배치되는 2 이상의 핀홀과, 2 이상의 핀홀에 각각 설치되는 서로 다른 엑스선투과대역을 가진 엑스선대역투과필터를 가지는 분광부;

상기 분광부에서 이격되어 상기 핀홀을 통과한 엑스선을 일부만 투과시키는 슬릿; 및

상기 슬릿을 통과한 엑스선을 촬영하는 엑스선스트리크카메라;를 포함하고,

상기 분광부와 엑스선스트리크카메라는 사이의 공간은 차단하우징으로 포위되는 것을 특징으로 하는 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 엑스선대역투과필터는 서로 다른 종류의 2매 이상의 금속판을 적층하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항 또는 제2항의 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치를 이용한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법에 있어서,

고체표적에 펄스레이저빔을 집속하여 플라즈마 플룸을 형성하는 단계;

핀홀과 슬릿을 통과한 엑스선을 촬영하는 단계; 및

촬영된 피형상의 영상을 시간축을 따라 배치하는 시분해영상을 기록하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 시분해영상으로부터 확산되는 속도와 분포의 강도를 통해 고체표적의 구성 원소들의 성분에 따른 레이저빔의 흡수 가열과 플라즈마 냉각에 대한 정보를 얻는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치 및 분석방법에 관한 것으로, 집속된 펄스 레이저 빔에 의하여 고체 표면에 발생한 고에너지밀도플라즈마의 서로 다른 에너지 특성을 가진 복수의 엑스선영상의 시간 변화를 동시간대로 측정하여 레이저 빔 에너지에 의한 플라즈마의 가열과 에너지 전달을 분석하기 위한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 종래의 엑스선 스펙트럼을 측정하는 방법은 엑스선 분광결정을 통하여 분산된 엑스선 스펙트럼의 스트릭 영상을 획득하여 시간에 따른 스펙트럼의 강도 분포를 해석하여 플라즈마의 시간에 따른 온도 변화를 측정하였으며, 플라즈마의 공간분포의 변화는 단일 핀홀과 스트리리카메라를 조합하여 공간적 강도 분포의 변화를 측정하였다.
- [0003] 엑스선 분광결정을 통한 엑스선 스펙트럼의 스트릭 영상은 공간적인 플라즈마의 분포 및 확산에 관한 정보를 얻을 수가 없고, 단일 핀홀과 스트리리카메라의 조합은 플라즈마의 온도 분포에 대한 정보를 제공할 수 없다.
- [0004] 따라서, 플라즈마의 공간적 분포 정보와 엑스선 스펙트럼의 시간에 따른 변화를 동시에 측정하기 위한 새로운 효과적인 시분해 엑스선 분광 영상 측정 방법에 관한 연구가 필요한 실정이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2010-0135709호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 본 발명의 목적은 플라즈마의 공간적 분포 정보와 엑스선 스펙트럼의 시간에 따른 변화를 동시에 측정하기 위한 새로운 효과적인 시분해 엑스선 분광 영상 측정 방법을 제시하는 데에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명은 서로 다른 엑스선 투과 특성을 가진 필터들과 슬릿들을 통하여 동일 선상에 나란히 뻗힌 복수의 1차원 핀홀 영상들을 스트리리카메라로 시간 변화에 따라 저장하고 시간에 따른 엑스선 영상들의 확산 속도를 서로 비교하여 플라즈마 온도와 공간 밀도 분포 변화를 분석하여 레이저 가열에 의한 플라즈마의 온도 상승과 플리즈마 내부의 에너지 전달에 따른 냉각 특성을 분석하는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 이러한 분석을 위한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치는, 펄스레이저빔이 집속되어 플라즈마 플룸을 형성하는 고체표적에서 이격되어 배치되는 2 이상의 핀홀과, 2 이상의 핀홀에 각각 설치되는 서로 다른 엑스선 투과대역을 가진 엑스선대역투과필터를 가지는 분광부; 상기 분광부에서 이격되어 상기 핀홀을 통과한 엑스선을 일부만 투과시키는 슬릿; 및 상기 슬릿을 통과한 엑스선을 촬영하는 엑스선스트리리카메라를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 엑스선대역투과필터는 서로 다른 종류의 2매 이상의 금속판을 적층하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 또, 상기 분광부와 엑스선스트리리카메라는 사이의 공간은 차단하우징으로 포위되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또 다른 발명인 상기 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치를 이용한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법은, 고체표적에 펄스레이저빔을 집속하여 플라즈마 플룸을 형성하는 단계; 핀홀과 슬릿을 통과한 엑스선을 촬영하는 단계; 및 촬영된 띠형상의 영상을 시간축을 따라 배치하는 시분해영상을 기록하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 그리고, 시분해영상으로부터 확산되는 속도와 분포의 강도를 통해 고체표적의 구성 원소들의 성분에 따른 레이저빔의 흡수 가열과 플라즈마 냉각에 대한 정보를 얻는 단계를 추가적으로 포함될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0013] 본 발명에 따르면, 시간에 따른 엑스선 영상들의 확산 속도를 서로 비교하여 플라즈마 온도와 공간 밀도 분포

변화를 분석하여 레이저 가열에 의한 플라즈마의 온도 상승과 플라즈마 내부의 에너지 전달에 따른 냉각 특성을 분석할 수 있다. 이 결과, 레이저 빔의 에너지가 플라즈마 발생 및 에너지 전달에 관여하는 상관관계를 시공간적으로 해석하여, 궁극적으로 레이저 핵융합을 위한 효과적인 레이저 에너지 전달과 플라즈마 가열의 새로운 방법을 개발할 도구를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0014] 도1은 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치의 구성도이다.

도2는 도 1의 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치의 다중 핀홀의 개략도이다.

도3은 도 1의 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치로 저장된 영상이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하, 본 발명을 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 하기의 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하며, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0016] 본 발명의 기본원리는, 플라즈마의 일차원 엑스선 시분해 영상을 기록하기 위하여 핀홀과 슬릿으로 광학계를 구성하고 엑스선 스트리카메라로 시분해 엑스선 영상을 기록하는 것이다.

[0017] 이를 구현하는 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치는, 펄스레이저빔(1)이 집속되어 플라즈마 플룸(2)을 형성하는 고체표적(10)에서 이격되어 배치되는 2 이상의 핀홀(22,24)과, 2 이상의 핀홀(22,24)에 각각 설치되는 서로 다른 엑스선투과대역을 가진 엑스선대역투과필터(60,50)를 가지는 분광부(20)와, 상기 분광부(20)에서 이격되어 상기 핀홀(22,24)을 통과한 엑스선을 일부만 투과시키는 슬릿(42)와, 상기 슬릿을 통과한 엑스선을 촬영하는 엑스선스트리카메라(40)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 펄스레이저빔(1)은 도시되지 않은 레이저빔 조사기로부터 공급된다. 펄스레이저빔(1)은 에너지의 시간적 집속성을 매우 높일 수 있어서, 플라즈마 플룸(2)의 형성에 적합한 레이저빔이다.

[0019] 펄스레이저빔(1)이 고체표적(10)에 집속되면 고에너지밀도의 플라즈마가 발생하여 플룸(2)을 형성한다. 이 결과, 플라즈마플룸(2) 내부의 여기된 전자들로부터 엑스선(3)이 발생하고 방향성이 없이 사방으로 방사된다.

[0020] 본 발명에서는 이러한 엑스선(3)에서 일정대역의 엑스선만 통과시키고자 하므로 분광부(20)가 설치된다. 상기 분광부(20)는 플레이트 형상으로 형성될 수 있으며, 엑스선(3)을 통과시킬 수 있는 2 이상의 핀홀(22,24)이 형성된다. 상기 핀홀(22,24)에는 각각 서로 다른 엑스선투과대역을 가진 엑스선대역투과필터(60,50)가 설치된다. 또, 상기 핀홀(22,24)의 개수는 엑스선스트리카메라(40)의 촬상관의 크기를 고려하여 결정한다.

[0021] 도 1에서는 상기 엑스선대역투과필터(60,50)가 분광부(20)에서 약간 이격된 것으로 표현되어 있으나, 직접 부착 설치되는 것도 가능하다. 상기 엑스선대역투과필터(50,60)는 서로 이격되어 배치되는 2 이상의 핀홀(22,24)에 각각 설치된다. 즉, 상황에 따라 핀홀(20,24)들과 엑스선대역투과필터(50,60)들의 개수는 도 2와 같이 2개만이 아니라 더 많을 수도 있다. 상기 엑스선대역투과필터(50,60)는 서로 다른 종류의 2매 이상의 금속판(51,52,53,61,62)을 적층하여 이루어진다.

[0022] 서로 다른 종류의 금속판(51,52,53,61,62)들을 적층하여 특정한 엑스선 파장 영역에서 투과도가 뛰어난 엑스선대역투과필터를 만들 수 있다. 이때 금속판의 종류와 두께를 조정하면 엑스선투과대역이 달라진다.

[0023] 상기 분광부(20)와 상기 엑스선스트리카메라(40) 사이는 빛의 차단을 위하여 차단하우징으로 주위의 공간에 대하여 격리시키는 것이 바람직하다.

[0024] 상기 엑스선스트리카메라(40) 전단에는 슬릿(42)이 배치된다. 상기 슬릿(42)은 띠형상의 홀이며, 상기 핀홀(22,24)을 서로 연결한 가상의 직선과 평행하게 배치된다. 이 결과, 상기 슬릿(42)에 의하여 일부가 차단되어 통과한 영상은 가는 띠의 형태를 띠게 된다. 그리고, 상기 슬릿(42)의 개수는 상기 핀홀(22,24)의 개수와 동일하다.

[0025] 이렇게 만들어진 서로 다른 대역의 엑스선대역투과필터(50,60)이 설치되는 핀홀(22,24) 및 슬릿(42)을 투과한

엑스선은 상기 엑스선스트리크카메라(40)에 투입되어 영상처리부(44)에 영상이 저장된다.

[0026] 따라서, 상기 영상처리부(44)는 띠형상의 엑스선 영상을 상기 슬릿(42)에 평행하게 하여 시간에 따라 순차적으로 기록하는 것으로 도 3과 같은 영상을 얻을 수 있게 된다.

[0027] 엑스선스트리크카메라(40)에 저장된 스트리크영상(44)은 도 3에서와 같이 시간에 따라 확산되면서 강도가 약해지는 형태를 보여준다. 따라서, 확산되는 속도와 분포의 강도를 통해 고체표적(10)의 구성 원소들의 성분에 따른 펄스레이저빔(1)의 흡수 가열과 플라즈마 냉각에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0028] 본 발명의 실시예에 따른 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치는 기본적으로 상술한 바와 같이 구성된다. 이하, 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석장치를 이용한 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법에 대하여 설명한다.

[0029] 고에너지밀도플라즈마 엑스선영상 분석방법은, 먼저 고체표적(10)에 펄스레이저빔(1)을 집속하여 플라즈마플룸(2)을 형성한다.

[0030] 상기 플라즈마플룸(2)에 의한 엑스선(3)은 방사상으로 퍼지게 되고, 상기 분광부(20)를 향해서도 공급된다. 상기 분광부(20)로 유입되는 엑스선(3)은 상기 핀홀(22,24)에 설치되는 엑스선대역투과필터(50,60)에 의해 특정한 범위의 엑스선만 투과하게 된다.

[0031] 상기 핀홀(22,24)에 설치되는 엑스선대역투과필터(50,60)를 투과한 엑스선(3)은 슬릿(42)에 의해 띠형상의 엑스선으로 엑스선스트리크카메라(40)에 공급된다.

[0032] 슬릿(42)의 띠형상은 핀홀(22,24)과 평행하게 배치된다. 즉, 도 2에서 핀홀(22,24)이 수평하게 배치되고, 이에 따라 슬릿(42)도 2개가 평행하게 배치된다. 이 결과,

[0033] 그리고, 상기 영상처리부(44)에서 슬릿(42)을 통과한 엑스선(3)을 촬영하게 된다. 그리고, 상기 영상처리부(44)는 도 3에 도시된 바와 같이, 촬영된 띠형상의 영상을 시간축을 따라 배치하는 시분해영상을 기록한다.

[0034] 이러한, 시분해영상으로부터 확산되는 속도와 분포의 강도를 통해 고체표적의 구성 원소들의 성분에 따른 레이저빔의 흡수 가열과 플라즈마 냉각에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0035] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것이다. 또한, 본 발명이 상술한 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 사상은 상술한 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**부호의 설명**

- [0036] 1: 펄스레이저빔
- 2: 플라즈마플룸
- 3: 엑스선
- 10: 고체표적
- 20: 분광부
- 22,24: 핀홀
- 30: 차단하우징
- 40: 슬릿

42: 엑스선스트리크카메라

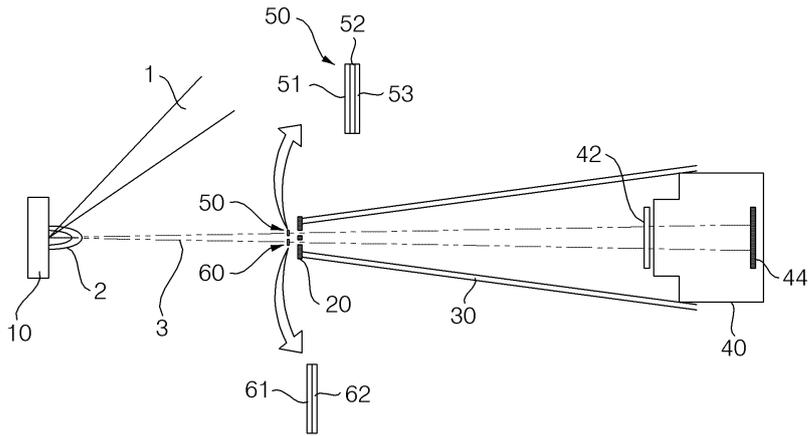
44: 영상처리부

50,60: 엑스선대역투과필터

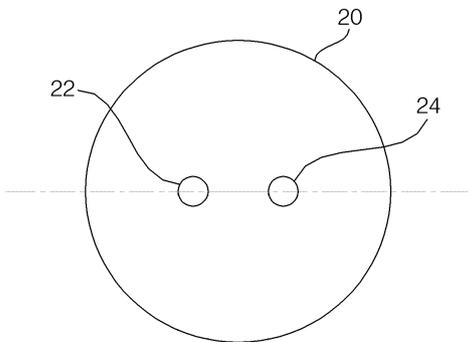
51,52,53,61,62: 금속판

도면

도면1



도면2



도면3

