

그림 5. 비례계수관 (Proportional Counter : PC) 의 구조

있다는 장점이 있다.

이 외에 β 선의 흡수에너지를 측정하기 위한 외삽형전리함, 두 종류의 방사선이 혼재하는 곳에서 한쪽 방사선만을 측정할 수 있도록 한 보상형전리함, 벽재에 핵분열물질을 바르거나 ^{10}B 을 칠한 중성자용전리함 등이 있지만 생략한다.

2. 比例計數管

비례계수관의 일반적인 구조를 그림 5에 나타낸다. 비례계수관은 인가전압을 높이면 방사선에 의하여 계수관내의 기체속에서 생성된 전자가 전계에 따라 이동하는 사이에 충분한 에너지를 얻어 다시 기체분자를 전리시켜, 처음에 생긴 전자수에 비례한 펄스높이를 측정할 수 있다.

비례계수관의 특징은 펄스전리함과 비교하면 펄스의 오름시간에는 대차 없지만, 펄스높이가 두드러지게 크다는 점이다. 따라서 β 선의 펄스도 쉽게 측정할 수 있고, 특히 저에너지 β 선에 유효한 계측기이다.

2.1 가스증폭

비례계수관영역에서는 처음에 생성된 1개의 전자는 증폭되어 n 개의 전자무리로 된다. 이것을 “첫째의 전자누사태”라한다. 이 때, 광자가 방사되어 그 광전효과로 광전자가 방출

된다. 가령, 1개의 전자로 $r (r \ll 1)$ 개의 광전자가 생겼다면, 첫째의 전자누사태에는 rn 개의 광전자가 생겨, 이들 광전자무리는 증식되어 rn^2 개의 2차전자누사태로 된다. 이와 같이 계속하여 생기는 전자누사태의 모든 전자수가 가스증폭도 M 이며, 다음식으로 주어진다.

$$M = n + rn^2 + r^2n^3 + \dots = \frac{n}{1-rn} \quad (4)$$

rn 가 무시할 수 있을 정도로 작을 때는 $M = n$ 로 되어 비례계수가 올바르게 성립한다. 즉, 전리작용으로 생긴 이온쌍의 수 N 와 M 을 곱한 것이 전전자수가 된다.

rn 가 커지면 M 은 매우 커져서 전자누사태가 갑자기 증대하여 드디어 계수관전역에 미쳐서 GM계수관영역으로 된다. 더욱 rn 가 커져서 1에 접근하면 $M \rightarrow \infty$ 가 되어 계수관은 방전관으로 된다.

2.2 計數特性

비례계수관으로 Ra 과 같이 α 선과 β 선을 방출하는 시료를 측정하였을 때의 계수특성을 그림 6에 나타낸다. α 선은 계수관의 인가전압이 낮고 가스증폭율이 작은 영역에서도 비전리가 크기 때문에, 충분히 높은 출력펄스를 얻어 계수된다. 이 영역이 α 선에 의한 플래토

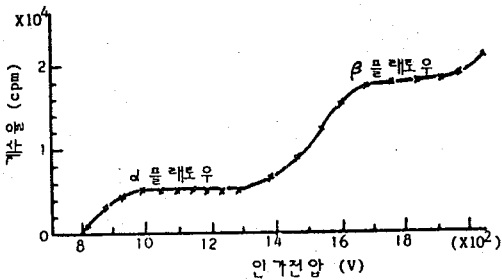


그림 6. 비례계수관의 계수특성

우영역이다. 이에 대하여 β 선은 비전리가 작기 때문에, 인가전압을 높혀 가스증폭율을 크게 하지 않으면 안된다. 이 영역에서는 β 선이 계수된다. 이와 같은 계수특성을 이용하면 낮은 인가전압에서 β 선만을, 높은 인가전압에서 β 선을 각각 선택적으로 측정할 수 있다.

2.3 計數管用가스

비례계수관용 가스로서는 ① 저에너지 X선에 대해서는 높은 광전효과를 갖는 Ne, Ar 등, ② β 선에 대해서는 가스증폭율이 큰 메탄 또는 메탄과 Ar의 혼합가스, ③ α 선에 대해서는 가스증폭율이 작아도 되기 때문에 PR가스(Ar 90%, 메탄 10%) 등이 사용된다.

비정이 짧은 α 이나 β 선을 방출하는 시료를 계수관속에 넣어서 측정할 경우, 측정할 때마다 가스의 배기, 충전을 반복하는 것은 불편하기 때문에, 계수관용가스를 대기압으로 흘리면서 측정한다(가스유입형비례계수관).

2.4 2 π , 4 π 型比例計數管

α 선이나 β 선처럼, 비정이 짧은 방사선을 방출하는 시료를 측정할 때는, 시료를 계수관안에 넣어서 측정하는데, 이 때, 검출효율을 높이기 위하여 그림 5에 볼 수 있는 것과 같이 2 π 형 및 이것을 두개 겹친 4 π 형비례계수관을 사용한다. α 선 또는 β 선의 에너지가 계수관내에서 전부 잃도록 계수관의 크기, 가스압을 택하면, 계수효율은 2 π 형, 4 π 형에서 각각 거의 50%, 100%로 된다.

2.5 BF₃ 比例計數管

열중성자의 측정에 널리 사용되고 있는 계수관이며, 열중성자와 B와의 핵반 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 에서 생기는 α 선 및 반발 Li 원자핵의 전리작용을 이용하여, 직접 전리작용하지 않는 열중성자를 검출한다. 계수관은 비례계수관영역에서 작동하기 때문에, α 선이나 반발 Li 원자핵에 의한 출력펄스는 β 선, α 선에 의한 출력펄스에 비교하면 매우 크고, 펄스파고판별회로를 이용하여 열중성자만을 검출할 수 있다.

^{10}B 은 계수관용가스로서 $^{10}\text{BF}_3$ 을 집어넣어서 사용한다. 또 ^{10}B 을 계수관의 내벽에 칠하는 경우도 있다.

$^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 의 핵반응단면적은 열중성자(0.025eV)에서 수100eV까지의 범위에서는 중성자속도에 반비례하며, 속중성자에 대해서는 거의 반응하지 않는다. 따라서 속중성자를 검출할 때는 수소를 많이 함유한 파라핀, 폴리에틸렌 등의 감속대로 계수관을 둘러싸서 속중성자들 열중성자화 시켜 측정한다.

2.6 렘카운터

중성자인 경우, 질량계수가 에너지에 따라 크게 변화하여 단순한 함수로서 나타낼 수 없기 때문에, 선량당량 측정은 매우 복잡하다. 이것을 간단화한 것이 BF₃ 비례계수관과 감속재를 조합한 것이 렘카운터(rem counter)이다. 감소재로서는 파라핀을 사용하고 그 두께를 바꾼 경우, BF₃비례계수관의 감도는 그림 7과 같이 변화한다. 렘카운터는 이 특성을 이용하여 단위중성자속도의 선량당량율이 ICRP가 제시한 값과 같게 한 것이다.

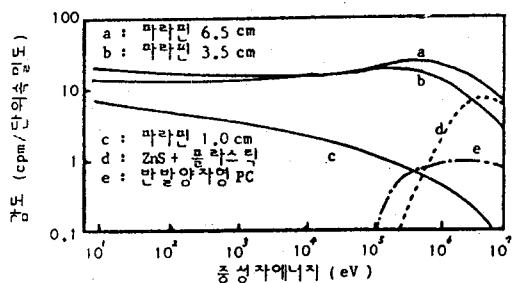


그림 7. 각종 중성자 검출기의 에너지특성