

목 차

서 문	39
본 문	40
1. 사용목적	41
2. 제품사양	42
3. 구성품	44
4. 작동원리 및 설계	45
5. 준비사항	46
6. 사용방법	46
7. 문제발생시 대처	51
8. 안전대책	52
9. 품질보증	52
10. 수리요청	53
11. 보관방법	54
제품보증서	55

서문

Radico를 사용에 앞서.

방사선이 물질을 통과할 때 직접 또는 간접으로 물질을 이온화시키는 현상을 전리라고 합니다. α 선, β 선, 중성자, X선, γ 선 등은 이온화 능력이 있기 때문에 전리방사선이라고 부르며, 일반적으로 방사선이라함은 전리방사선을 의미합니다. 이와 비교하여 자외선이나 가시광선은 전리 능력이 전혀 없다고는 할 수 없지만 물체에 대한 영향을 고려할 때 그 영향이 매우 약하기 때문에 비전리방사선이라고 부릅니다. 인체에 영향을 줄 수 있는 전리방사선은 시구, 우주, 농작물 등과 같이 자연에도 존재하며 우리몸에 지속적으로 영향을 줍니다. 또한 의료용 엑스레이장비와 원자력발전소 등 인위적으로 만들어진 방사선원에 의해서도 발생하게 됩니다.

중요한 전리방사선의 종류는 다음과 같습니다.

α 선은 원자핵으로부터 발생하며 얇은 종이 한장으로 차폐가 가능합니다. 음식이나 상처를 통해 인체로 흡수되지 않는다면 피부를 뚫고 인체에 영향을 주기 힘들습니다. 따라서 외부피부에 대한 방호의 대상에서는 제외합니다.

β 선은 방사성원자의 원자핵으로부터 튕겨 나오는 전자입니다. 알파입자보다는 크기가 작지만 에너지가 높아 움직이는 속도가 매우 빠릅니다. 그래서 1~2 cm 두께의 물을 투과할 수 있습니다. 우리 몸에서도 그러한 두께의 신체부위는 쉽게 통과할 수 있습니다.

중성자는 멀리 우주로부터 날아오기도 하고, 공기중에 있는 원자가 서로 부딪칠 때 나오기도 합니다. 또 원자로(原子爐)안에서 우리몸 원자가 핵분열 할 때에 튀어나오기도 합니다. 투과력이

매우 강하지만 발생원이 한정되어 있어 특수한 경우에만 방호의 대상이 됩니다.

X선은 빛과 마찬가지로 전자파이지만 에너지가 매우 높으며 γ 선은 불안정 방사성동위원소의 붕괴시에 발생하는 높은 에너지의 방사선입니다. X선과 γ 선은 신체를 투과되는 특성이 있는데, 투과성은 조사된 방사선의 에너지에 의존합니다. X선은 에너지에 따라 투과성이 매우 다양하고 γ 선은 투과성이 매우 커서 인체 방사선방호의 대상이 됩니다.

앞서 언급한 것처럼 일상생활에서 방사선피폭에 의한 인체의 영향은 주로 감마선과 베타선에 의해 발생하기 때문에 개인의 피폭선량을 측정하는 본 장비는 이 두 방사선을 측정하는데 초점을 맞추었습니다.

본문

Radico Radiation Dosimeter (이하 '선량계')를 구매해 주셔서 감사합니다.

다음의 설명서는 이용자들에게 Radico의 작동 원리와 작동 방법을 설명해주기 위해 제작되었습니다. 또한, Radico의 성능 발휘 및 올바른 사용을 위해 필요한 정보들과 적절한 사용법들을 포함하고 있습니다. Radico 선량계는 일반인 대상 개인용으로 제작되었으며, 전문적인 측정을 위해 사용할 경우 기능 및 성능에서 전문적 수준을 보장할 수 없습니다. Radico 선량계는 제작된 후에 표준 방사선원으로 선량을 보장하였으나 이는 검증의 대상이 아닙니다. Radico의 선량들은 방사선원이 없을 경우에도 자연방사선에 의한 영향으로 항상 어느정도의 측정값을 나타냅니다. 자연방사선은 지역에 따라 다르며, Radico의 자연방사선에 의한 선량율은 제작환경에서 0.1~0.3 $\mu\text{Sv/h}$ 값을 나타냅니다.

공기의 단위 질량당 흡수되는 방사선의 에너지인 조사선량("Roentgens"(R)로 표현)과는 다르게 유효선량("Sieverts"(Sv)로 표현)은 방사선에 의한 인체에 대한 영향을 나타냅니다. 따라서 Radico의 방사선량 표현단위는 Sv를 사용하며, 일반적으로 $\mu\text{Sv} \approx 100,0\mu\text{R}$ 입니다. 여기서 $\text{Sv} = 1000\text{mSv} = 1,000,000\mu\text{Sv}$ 의 관계를 가집니다. 참고로 사람은 일년간 자연방사선에 의해 약 2.4mSv 정도의 피폭을 받고 있으며, 흉부 엑스레이 1회 촬영으로는 0.3mSv 정도의 피폭을 받습니다.

1. 사용목적

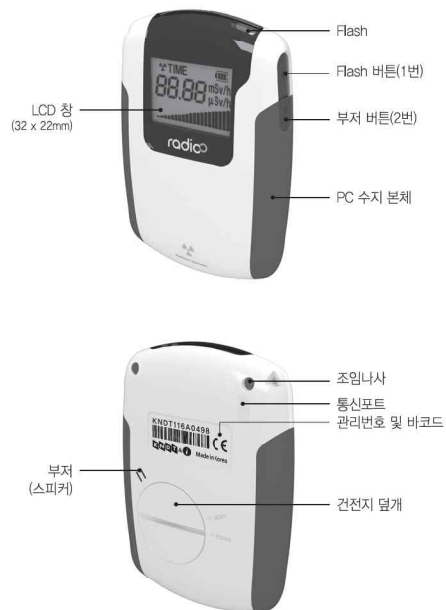
Radico는 감마선 및 베타선에 의한 인체 피폭선량 측정을 위해 만들어졌습니다. 위험상황을 알리기 위한 비상경보음 기능과 어두운 곳에서 위급한 경우 손전등으로 사용이 가능하도록 기능을 추가하였습니다. Radico는 일상생활에서 사용할 수 있고 아파트, 빌딩등 시설의 모니터링, 지표면 및 수질 모니터링, 각종 음식물의 감마선원 및 강한베타선원에 의한 방사능오염 평가, 교육용 방사선 측정기로도 사용할 수 있습니다.

2. 제품사양

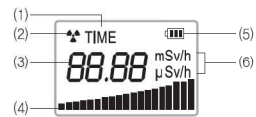
가. 요약

항 목	설 명
모델명	· Radico
목적	· 일반인을 위한 전자식개인선량계
크기 및 무게	· H*W*D : 92,8×64×21,7mm · Weight : Less than 100g
측정범위 (Deep Dose)	· 선량 : 1 μ Sv ~ 10Sv · 선량율 : 1 μ Sv/h ~ 10mSv/h (In case of slow mode, 0,01 μ Sv/h~)
반응시간	· Fast Mode에서 4sec, 측정값 업데이트 시간 : 1 sec,
에너지범위	· 60keV ~1,5 MeV에서 \pm 30%
디스플레이	· Mono LCD · 선량율(μ Sv/h, mSv/h), 선량(μ Sv, mSv, Sv), 시간, 선량률바그래프
건전지	· 사용시간 : 650 시간 (손전등이나 경보기 사용없이 기본기능으로 작동시) · 건전지 : 620mAh (LiMnO2 CR2450, TOSHIBA/SONY)
경보음	· 소리 : Tone (\sim 75dB at 10cm) · 단계별 경보음 (dose rate & dose)
검출기	· GM Tube · 사용온도 : $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ · 감도 : 7,5cps per mrem/hr
정확도	· Cs-137 선원에 대해 $\leq \pm 15\%$

나. 각부의 명칭



다. LCD 표시창 설명



- (1) 시간을 세팅하거나 시각모드로 되어 있을 경우를 나타냅니다.
- (2) 누적선량이 설정된 경보준위를 넘었을 경우를 나타냅니다.
- (3) 측정값과 시각등의 숫자가 표기되는 부분입니다.
- (4) 선량을 측정값을 시각적으로 표현해주는 부분입니다.
- (5) 건전지의 잔여수명과 교환시기를 나타내줍니다.
- (6) 선량 및 선량을 측정모드에서 나타나며 측정값의 변화에 따라 단위가 자동으로 변환됩니다.

3. 구성품

구성품은 표 3.1에 나타나있는 부품들과 문서로 구성되어있습니다.

표 3.1. 제품구성

종류	수량	비고
Radico 포장박스	1	
Radico 본체	1	
Radico 파워치	1	
쿼가이드	1	
매뉴얼	1	
건전지(CR 2450)	1	TOSHIBA/SONY

4. 작동 원리 및 설계

가. 일반 정보

Radico 제품은 감마선과 베타선 검출기(Geiger-Müller counter). 전자부품이 장치되어있는 인쇄회로기판, 건전지를 포함한 단일 구조 형태로 설계되었습니다. 작동원리는 GM counter를 기반으로 방사선을 전기적 신호로 변환시켜 전압을 측정하는 것이며, 신호의 개수는 방사선의 강도에 비례한다는 것을 이용합니다. 작동 전압은 한 개의 동전형건전지 (반드시 TOSHIBA/SONY CR2450 제품 사용을 요함)에 의해 공급됩니다.

나. 설계구조 설명

Radico의 외부는 조약들을 연상시키는 둥근 사각형의 PC 수지판과 LCD창으로 구성되어 있고, 내부는 PCB회로와 검출기, 건전지로 이루어져 있습니다. 모든 작동은 두 개의 버튼으로 수행되고 버튼은 제품을 정면에서 보았을 때 오른쪽 측면에 위치하고 있습니다. 경보음 등을 발생시키는 스피커는 아랫면 커버에 위치하며 방사선을 검출하는 GM Tube는 하단의 방사선 마크 부분에 위치하고 있습니다. 건전지는 교체를 위한 커버는 동전 등으로 손쉽게 오픈이 가능합니다. 건전지 교체시에는 건전지 커버를 돌려서 오픈한 후 끝이 뾰족한 도구를 사용하여 건전지를 가볍게 들어올려 기존의 건전지를 제거가 가능하도록 되어있습니다. 새 건전지는 손으로 밀어넣어 손쉽게 고정되도록 설계되어 있습니다. 아랫판과 윗판은 고임축과 두 개의 볼트에 의해 견고하게 고정되어 있습니다.

5. 준비사항

다음의 절차를 따라 Radico의 사용 준비를 합니다.

- ① 제품을 개봉합니다.
- ② 건전지 덮개를 열고 건전지의 상태를 확인 후 올바른 방향으로 삽입합니다.
- ③ 건전지를 최초 삽입하면 제품이 동작합니다.
- ④ 제품의 기능이 올바르게 작동하는지 유무를 사용방법을 보며 확인합니다.

6. 사용방법

가. 기기 On/Off

- 부저 버튼을 3초간 누르면 전원이 On/Off 됩니다.
- × 전원 On 후 약 4초간 기기성능 안정화 수행 이후 선량을/선량 측정값이 표시됩니다.

나. 선량율(Dose Rate) 측정

- 선량율 측정모드는 기본 측정모드로 최초의 동작화면입니다.
- 선원제거시 측정값은 4초이내 배경준위로 복귀 (Fast로 응답시간을 설정시)됩니다.
- 측정값은 1초 단위로 갱신되며 표시단위는 $\mu\text{Sv/h}$, mSv/h 로 자동변환 됩니다.
- 설정모드에서 응답시간 선택이 가능하며 Fast(4초), Medium(10초), Slow(20초)로 설정이 가능합니다.

- 설정된 경보준위 초과시 Beep이 울리고 및 방사선마크가 표시되며, 경보준위 설정은 1 μ Sv/h, 10 μ Sv/h, 100 μ Sv/h, 1000 μ Sv/h, 10mSv/h로 설정이 가능합니다.
- 선량율이 경보준위 이하로 복귀시 경보음은 자동 해제됩니다.

다. 누적선량(Dose) 측정

- 누적선량 측정모드는 선량을 측정모드에서 두 개의 버튼을 동시 누를 경우 활성화됩니다.
 - 1초단위로 누적선량이 계산되어 표시되고, 측정값 표시단위는 μ Sv, mSv, Sv로 자동변환됩니다.
 - 설정된 경보준위 초과시 Beep이 울리고 및 방사선마크가 표시되며, 경보준위는 1mSv, 20mSv, 100mSv로 설정이 가능합니다.
 - 경보음 발생 후 부저 버튼(2번 버튼) 연속 2회 입력시 경보음이 해제됩니다.
- ※ 전원 Off시 누적선량 값은 초기화 됩니다.

라. 시각(TIME) 표시

- 시각 표시 모드는 누적선량 측정모드에서 두 개의 버튼을 동시 누를 경우 활성화됩니다.
- 24시각제 표시됩니다.
- 시각 표시 모드에서 두 개의 버튼을 동시 누를 경우 선량을 측정모드로 복귀됩니다.

마. Flash 및 SOS 기능

- Flash 기능
- 선량율/ 누적선량/ 시각표시 모드에서 Flash 버튼을 2초이상

누르면 Flash가 켜집니다. 이때 누름상태를 유지해야 Flash 기능이 지속됩니다.

- 기기의 전원이 Off 된 상태에서도 Flash 기능은 동작됩니다.

- SOS 기능
- 선량율/ 누적선량/ 시각 표시 모드에서 부저 버튼을 연속 2회 누르면 경보음이 발생합니다.
- 경보음 발생 시 부저 버튼을 다시 연속2회 누르면 경보음이 해제됩니다.
- 기기의 전원이 Off 된 상태에서도 SOS 기능은 동작됩니다.

※ Flash/ SOS기능의 빈번한 사용은 건전지 수명을 빠르게 단축시킵니다.

바. 경보준위/ 응답시간/ 시각설정

- 선량율/ 누적선량/ 시각 표시 모드에서 Flash 버튼 연속 2회 누름시 설정모드가 활성화 됩니다.
- 설정모드 활성화 후 부저 버튼은 임의값을 설정하고 및 변경하는데 사용하고, 플래쉬 버튼은 설정값을 저장하고 ① ② ③ ④ 각 단계를 순차적으로 진행하는데 사용합니다.



① 선량을 경보준위 설정 (Default : 10 μ Sv/h)

- 부저 버튼을 누르면 순차적으로 ㉠ ㉡ ㉢ ㉣ ㉤ ㉥로 변경됩니다.
- Flash 버튼을 누르면 표시된 경보준위가 저장되고 ㉡으로 변경됩니다.



② 누적선량 경보준위 설정 (Default : 1mSv)

- 부저 버튼을 누르면 순차적으로 ㉠ ㉡ ㉢로 변경됩니다.
- Flash 버튼을 누르면 표시된 경보준위가 저장되고 ㉢으로 변경됩니다.
- 참고로 1 mSv는 IAEA권고 일반인 연간선량한도이며 20mSv는 IAEA권고 방사선작업자 연간선량한도입니다.



③ 응답시간 설정 (Default : Slow)

- 부저 버튼을 누르면 순차적으로 ㉠ ㉡ ㉢ ㉣로 변경됩니다.
- Flash 버튼을 누르면 표시된 응답시간이 저장되고 ㉣로 변경됩니다.
- 각 표시별 시간은 Fast: 4초, Medium: 10초, Slow: 20초입니다.
- 저선량에서는 보다 정밀한 측정을 위해 Slow 설정을 권고합니다.



④ 시각 설정 (Default : 00:00)

- ㉠에서 부저 버튼을 누르면 시간단위가 변경됩니다. Flash 버튼을 누르면 표시된 시간단위 저장되고 ㉡로 변경됩니다.
- ㉡에서 부저 버튼을 누르면 분단위가 변경됩니다. 설정완료 후 Flash 버튼을 누르면 표시된 분단위가 저장되고 선량을/누적선량/ 시각표시 모드로 화면이 변경됩니다.



사. 주의사항

- 본제품 내부는 500V고전압이 발생되오니 사용자의 분해를 절대로 금지합니다.
- 강한 외부충격이나 고온다습환경에서의 사용지제를 권고합니다.
- 본 기기는 Coin Type 건전지를 사용합니다.
(3V, CR-2450, TOSHIBA/SONY)
- 품질 보증용 QA 스티커를 훼손시 A/S가 제한될 수 있습니다.
(임의 분해, 조립 금지)

7. 문제발생시 대처

발생 가능한 문제들과 문제해결방법은 표 7.1에 표시되어 있습니다.

표 7.1. 문제점과 해결방법

문제발생	일반적 원인	해결방법
켜지지 않을 경우	· 건전지 방전 · 건전지와 거치대의 접촉 불량	· 건전지 삽입유무 확인 · 건전지를 거치대에 고정 · 결함이 있는 건전지의 교체
버튼의 동작이 안될 경우	· 외부충격에 의한 파손 · 전기적 문제로 인한 고장	· 제조사로 연락
Err이 화면에 나올 경우	· 검출기 이상	· 제조사로 연락
Out이 화면에 나올 경우	· 측정범위 초과	· 신량이 낮은 곳에서 재 측정 · 계속 나타나면 제조사로 연락

표 7.1에 나타나 있는 문제들을 해결하지 못하거나 새로운 문제점이 발견되면 분해하지 말고 반드시 제조사로 연락바랍니다.