

임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기에 대한 연구

정철민, 고명선

예비증폭기의 잡음은 스펙트르분해능에 결정적인 영향을 준다. 예비증폭기의 잡음문제를 해결하기 위하여 빗귀환결합과 임펄스빗귀환결합, 3극소자회복방법[3] 등 많은 연구방법들이 제기되고있다.

우리는 회복속도가 빠르고 신호에 잡음을 거의 주지 않는 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기에 대하여 연구하였다.

1. 회로 구성

방사선스펙트르측정체계에서 반도체검출기와 예비증폭기는 중요한 구성부분을 이룬다. 반도체검출기는 빗량자와 대전립자에 의하여 검출기에 형성된 전하에 비례하는 전류임펄스를 만든다. 전하수감예비증폭기는 입구단에 저잡음마당효과3극소자 JFET와 귀환결합요소를 포함하는 증폭기로서 검출기에 의하여 JFET입구에 쌓인 전하에 비례하는 전압을 출구에 준다. 이 전압임펄스는 선형증폭기에서 증폭되고 분석기에서 분석처리된다.

가장 단순한 형태의 전하수감예비증폭기는 용량귀환결합요소를 가진 닫긴고리예비증폭기이다. 입구에 전하가 쌓이면 증폭기는 평형상태에서 벗어나며 이때 증폭기는 크기가 같고 부호가 반대인 계단임펄스를 출구에 만든다. 그리하여 회로의 평형상태가 유지된다.

신호가 연속적으로 들어오면 예비증폭기의 출구전압이 증폭기의 동적대역에 도달하여 더는 신호를 처리할수 없게 포화된다. 이런 현상을 막기 위하여 귀환결합용량에 고저항이 병렬로 연결된다. 이 저항을 통하여 콘덴서에 쌓인 전하가 연속적으로 방전되며 예비증폭기는 정상동작상태에 있게 된다.

그러나 귀환결합저항은 스펙트르분해능력을 떨어뜨리는 잡음원천이다.

귀환결합저항의 잡음문제를 해결하기 위하여 예비증폭기설계에서 빗귀환결합과 임펄스빗귀환결합, 3극소자회복방법 등 많은 새로운 방법[4, 5]들이 연구되었다. 그러나 이 방법들에서는 샘플속도에 따라 신호모양이 변하고 회복시간이 느리며 예비증폭기입구에 리용되는 JFET에 용량이 추가되어 잡음이 증가하므로 낮은 에너지를 검출기에는 적합치 않다.

본문에서는 전하수감예비증폭기입구단 JFET의 원천극에 임펄스회복신호를 주는 새로운 방식의 회복회로를 구성하고 특성을 밝혔다.

임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 회로도나 그림 1과 같다.

임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기는 예비증폭기와 임펄스회복조종회로, 절환스위치로 구성되었다.

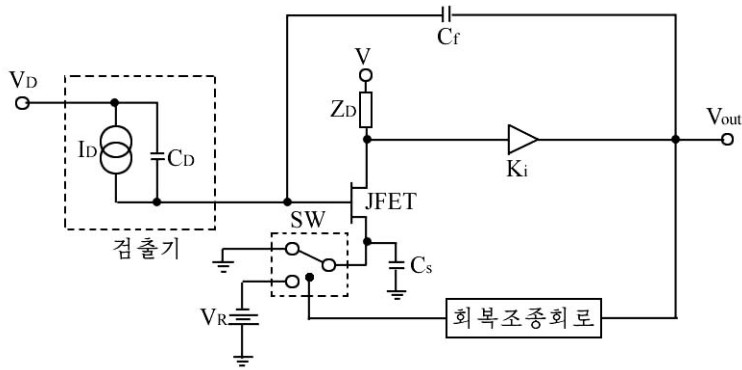


그림 1. 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 회로도

K_i 는 비반전증폭기로서 배출극집이 Z_D 인 JFET와 귀환결합용량 C_f , 회복조종회로를 통하여 방사선검출기의 임펄스신호를 받아들인다. 정상동작상태에서 절환스위치는 JFET의 원천극을 접지시킨다. 회로의 출구전압이 미리 설정한 턴값에 이르면 회복조종회로에서 짧은 임펄스가 발생하는데 이 임펄스의 작용으로 절환스위치는 JFET의 원천극을 회복전압전원(V_R)에 편결한다. 회복하는 동안 원천극용량(C_s)은 절환스위치를 통하여 방전되며 원천극전압은 JFET의 조종극-원천극의 p-n이음에 정편의로 걸린다. 따라서 JFET의 입구에 쌓인 전하하는 조종극-원천극이음을 통하여 흐르는 전류에 의하여 조종극에서 제거된다. 제거되는 전하량은 회복조종회로에서 발생하는 임펄스의 지속시간과 회복전원, 절환스위치저항에 관계된다.

2. 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭회로의 특성

임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 기본회로는 그림 2와 같다.

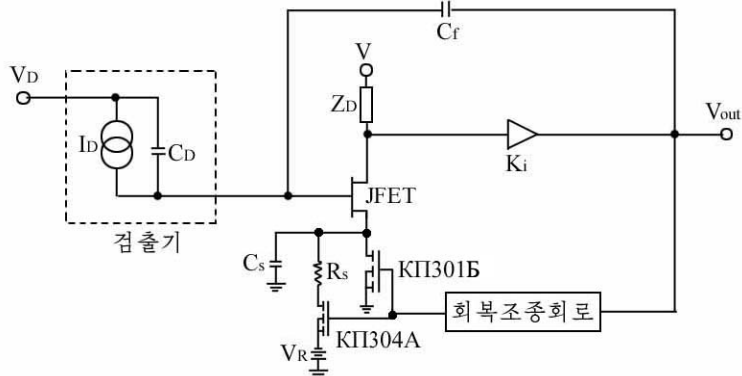


그림 2. 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 기본회로

실험에서는 광대역전류증폭기를 리용한 전하수감예비증폭기[1]의 귀환결합저항을 임펄스회복조종회로[2]와 JFET원천극에 편결된 절환스위치로 교체하였다. 절환스위치로는 p형 금속산화물마당효과3극소자(KII301B)와 n형 금속산화물마당효과3극소자(KII304A)를 리용하였다.

정상동작상태에서 КП301Б는 포화되어 0.1Ω 의 저항을 가지므로 JFET원천극이 접지되어 공통원천극증폭기로 동작한다. MOSFET소자는 저항이 매우 작으므로 완전히 열리며 따라서 JFET의 원천극을 부의 방향으로 구동한다. 원천극전압이 감소하는 동안 JFET의 조종극전압은 원천극-조종극용량을 통하여 유도되기때문에 감소한다. 결국 조종극-원천극이음에 정편의가 걸리고 방전전류가 조종극으로부터 원천극으로 흐른다.

회복기간 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 회복특성은 그림 3과 같다. 회복신호의 크기를 결정하는 주요인자들은 회복임펄스의 지속시간과 회복전압, 저항, 용량이다. 회복신호의 크기를 조절하기 위하여 실험에서는 회복전압을 $-6V$ 로 하였다.

그림 3. 임펄스원천극귀환결합전하수감예비증폭기의 회복특성곡선
1-임펄스회복조종회로의 출구신호, 2-JFET 원천극전압, 3-예비증폭기의 출구신호

회복임펄스길이만 한 불감시간이 생기지만 이것은 분석기의 반동시입구를 리용하여 해결하였다.

전하수감예비증폭기출구에서의 회복특성곡선은 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 광대역전류증폭기를 리용한 전하수감예비증폭기의 선형동작대역 $-4\sim 1V$ 구간에서 적분비선형성이 $\eta < 0.01\%$ 이므로 $-3.2V$ 에 턱을 설정하였을 때 전하수감예비증폭기가 정확히 회복되었다.

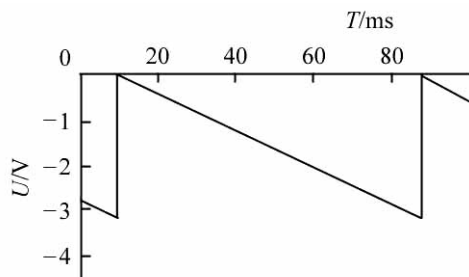


그림 4. 전하수감예비증폭기의 회복특성곡선

맺 는 말

금속산화물마당효과3극소자 КП301Б와 КП304А로 절환스위치를 구성하고 전하수감예비증폭기의 회복특성을 밝혔다. 선형동작구간에서 회복특성을 실험적으로 확증하였다. 회복기간 신호에 잡음을 거의 주지 않는다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 52, 6, 80, 주체95(2006).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 52, 10, 101, 주체95(2006).
- [3] V. Radeka; IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-17, 1, 269, 1970.
- [4] D. A. Landis; IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-29, 1, 619, 1982.
- [5] C. L. Britton; IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-31, 1, 455, 1984.

주체103(2014)년 12월 5일 원고접수

Charge Sensitive Preamplifier with Pulsed Source Feedback

Jong Chol Min, Ko Myong Son

We comprised the switch with metal oxide semiconductor FET and investigated the reset characteristics of charge sensitive preamplifier.

In result, we diminished that reset time of the preamplifier is fast and adds little noise on the signal.

Key words: preamplifier, reset