

수자식핵스펙트르측정에서의 한가지 기준선회복평가방법

강호, 송용혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학기술을 발전시켜야 나라의 경제를 빨리 추켜세울수 있으며 뒤떨어진 기술을 앞선 기술로 갱신하여 생산을 끊임없이 높여나갈수 있습니다.》(《김정일선집》 증보판 제20권 62페이지)

기준선표류는 신호의 진폭값을 요동시키며 스펙트르메터의 에네르기분해능을 떨어뜨린다. 여러가지 기준선회복방법들에 대한 자료[1-5]들은 많이 발표되었지만 기준선회복방법이 복잡하거나 정확도가 높지 못한 결함들을 가지고있다.

논문에서는 한가지 새로운 삽입법에 의한 기준선회복을 실현하여 선행연구에서 가지고있는 결함들을 극복하는 동시에 이론적평가를 진행하였다.

1. 기준선회복평가모형

검출기와 증폭기모형의 구조를 그림 1에 보여주었다. 그림에서 Q 는 입구전하량, $\delta(t)$ 는 전류임펄스신호, C 는 검출기와 입구회로의 용량, $h(t)$ 는 증폭기의 임펄스응답, e_n^2 은 증폭기에 들어온 직렬전압잡음, i_n^2 은 병렬전류잡음이다.

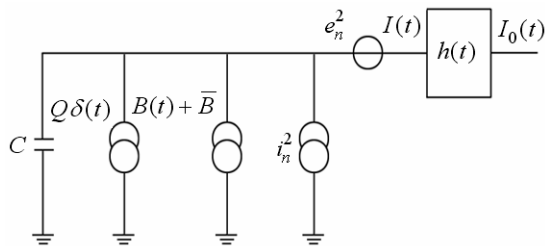


그림 1. 검출기와 증폭기모형의 구조

검출기에 방사선이 들어오지 않을 때 입구신호는 잡음신호와 기준선신호뿐이다.

$$I(t) = N(t) + B(t) + \bar{B} \quad (1)$$

여기서 $N(t)$ 는 잡음신호, $B(t) + \bar{B}$ 는 기준선신호이다.

그림 2에는 방사선이 없을 때 기준선에 중첩된 잡음신호를, 그림 3에는 잡음을 려과

제거한 후 기준선신호를 보여주었다.

방사선임펄스신호 $Q\delta(t)$ 가 들어올 때 입구를 다음과 같이 표시할수 있다.

$$I(t) = N(t) + B(t) + \bar{B} + Q\delta(t) \quad (2)$$

식 (2)를 수자화한 다음에는

$$I[n] = N[n] + B[n] + \bar{B} + Q\delta[n] \quad (3)$$

려편한 후에는

$$I[n] = B[n] + \bar{B} + Q\delta[n] \quad (4)$$

과 같이 변화된다.

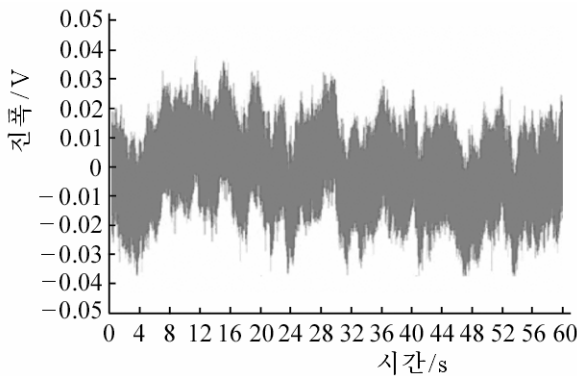


그림 2. 방사선이 없을 때 기준선에 중첩된 잡음신호

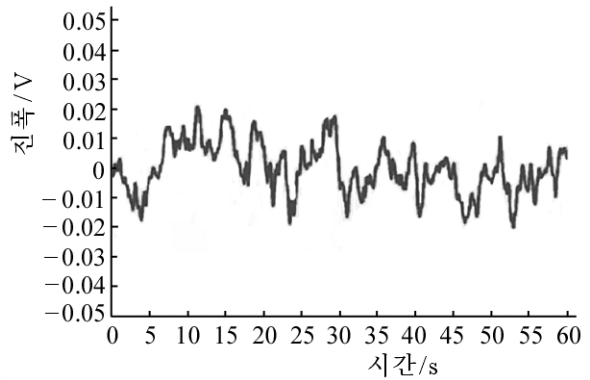


그림 3. 잡음을 제거한 후 기준선신호

식 (3)과 (4)에서 기본은 $B[n] + \bar{B}$ 의 제일 좋은 값을 계산해내는것이다.

2. 기준선회복실험방법

본문에서는 삽입값을 리용하는 방법으로 임펄스신호속의 기준선표본값을 구하여 원래의 $Q\delta(t)$ 로 표시되는 임펄스신호표본값대신에 임펄스신호표본점과 린접하고있는 기준선표본값을 리용하였다.(그림 4)

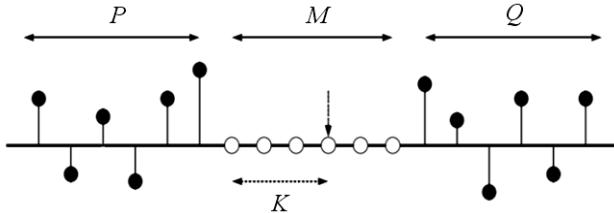


그림 4. 삽입법 표시도

그림 4에서 P 는 임펄스신호표본값의 앞에 있는 기준선신호표본값, Q 는 임펄스표본값의 뒤에 있는 기준선신호표본값, M 은 신호표본값, K 는 신호표본값속의 기준선표본값이다.

임펄스표본신호에 대한 기준선평가는 P 와 Q 의 함수이며 다음과 같이 표시할

수 있다.

$$\hat{I}[n+K] = \sum_{i=0}^{P-1} \alpha_i I[n-i] + \sum_{j=0}^{Q-1} \beta_j I[n+j+M+1] \quad (5)$$

식 (5)에서 α 와 β 값을 구하여 임펄스신호의 영향을 제거할수 있으며 이때 출구는 다음과 같이 변화된다.

$$I[n] = B[n] + \bar{B} \quad (6)$$

식 (5)에서 보는바와 같이 P 와 Q 값이 클수록 삽입값계산결과가 더 정확하다. P 와 Q 의 최대값과 신호임펄스의 계수속도 λ , 수자신호 표본주파수는 서로 련관되어있으며 삽입값계산과정에 신호임펄스가 없을 확률은 $e^{-\lambda/f_s(P+Q)}$ 과 같다. 여기서 f_s 는 표본주파수, λ 는 임펄스계수속도이며 P 와 Q 의 크기는 신호임펄스의 앞뒤에서 수집한 자료에 근거하여 설정한다.

통로번호에 따르는 임펄스기록수를 선행연구자료와 실험자료를 비교하여 그림 5에 보여주었다. 모의신호는 그림 2에서 보여준 잡음스펙트르와 중첩된 단일진폭임펄스렬이다. 한편 포물선제거기를 리용하고 임펄스주위의 20개의 표본점들에 대해 삽입과정을 전개하였다.

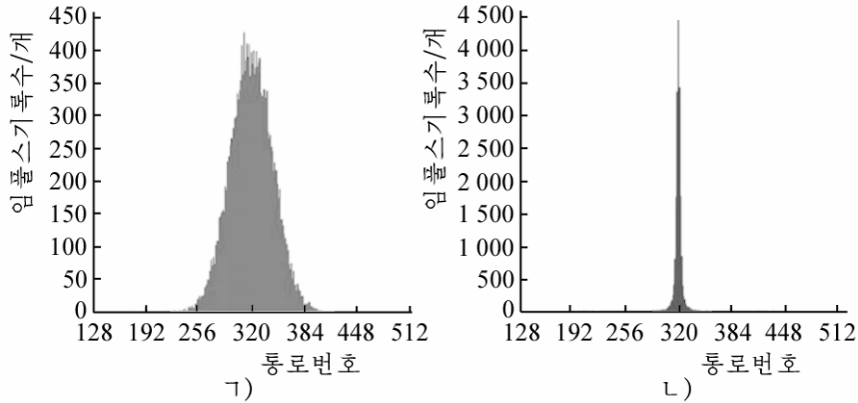


그림 5. 통로번호에 따르는 임펄스기록수

ㄱ) 선행연구자료[5], ㄴ) 실험자료

그림 5에서 보는바와 같이 선행연구자료와 비교할 때 분해능에서 뚜렷한 차이가 있다는것을 알수 있다. 논문에서 리용한 방법의 우점은 온도에 따르는 증폭기의 편의점변화 또는 극정보상의 질이 높지 못함으로부터 생기는 기준선표류를 제거하기 위하여 2차적으로 기준선회복기를 리용할 필요가 없는것이다.

다음으로 기준선측정을 임펄스가 나타날 때 진행하므로 기준선평가값이 항상 정확하며 알고리즘을 리용하여 기준선측정과정에 기준선평균값을 자유롭게 변화시킬수 있는것이다.

맺 는 말

수자식헥스펙트르메터에 리용되는 한가지 새로운 기준선회복평가방법을 제기하고 선행연구자료와 비교분석한 결과 에너지분해능은 7.8배 개선되었다.

참 고 문 헌

- [1] Alejandro Veiga; IEEE Transactions on Nuclear Science, 63, 1, 297, 2016.
- [2] T. Petrovic et al.; IEEE Transactions on Nuclear Science, 61, 1, 584, 2014.
- [3] V. T. Jordanov; Nuclear Instrument and Methods in Physics Research, A 805, 63, 2016.
- [4] G. Gerardi, L. Abbene; Nuclear Instrument and Methods in Physics Research, A 768, 46, 2014.
- [5] A. Geraci et al.; Nuclear Instrument and Methods in Physics Research, A 482, 441, 2002.

주체106(2017)년 9월 5일 원고접수

An Estimation Method for Baseline Restoration in Measuring Digital Nuclear Spectroscopy

Kang Ho, Song Yong Hyok

We have presented one new estimation method for baseline restoration which may be used in measuring digital nuclear spectroscopy in this paper. Our method improves energy resolution by 7.8 times as compared with the shared baseline method.

Key words: digital nuclear spectroscopy, baseline restoration