

분리형 감지기를 이용한 핵자기공명 측정연구

한국표준과학연구원 우병철*, 김철기, 박포규, 김창석
러시아 멘델레예프계량연구소 V.Ya Shifrin

Study on NMR Measurement by a Separated Detector

Korea Research Institute of Standards and Science B.C. WOO*, C.G. KIM,
P.G. PARK, C.S. KIM
D.I. Mendeleyev Institute for Metrology V.Ya Shifrin

1. 서론

자기적으로 분극된 흐르는 물속 양성자의 핵스핀을 측정자장 영역에서 고주파에너지를 인가하여 전이시키고 이로부터 떨어진 지점에서 핵자기공명 감지기를 이용한 공명신호 측정방법은 측정자장의 크기에 무관한 신호를 얻을 수 있다.^[1] 본 연구에서는 물속도, 고주파 인가자장의 크기 등에 의한 핵자기공명신호 관찰하고, 수 μT 에서 1 mT 수준의 저자장을 정밀하게 측정하는 기술을 개발하였다.

2. 실험방법

저자장 상쇄장치를 갖춘 비자성 실험실 내부에 설치된 분리형 핵자기공명 감지기를 이용한 저자장 측정 개요도는 그림 1과 같다. 펌프로 순환되는 순수한 물속의 양성자는 영구자석 내부의 baffled 챔버를 통과하면서 자기적으로 분극되어 큰 자화를 지니게 된다. 양성자의 핵스핀은 솔레노이드 장치로 생성된 측정자장 영역을 통과하면서 특성주파수에 해당하는 고주파에너지를 흡수하여 에너지 전이를 하게 되고 이에 따라 자화가 변하게 된다. 자화 변화는 측정자장 영역으로 부터 떨어진 소형 전자석 내부의 핵자기공명 감지기에 의하여 관찰되며, 신호의 크기를 정밀하게 관찰하기 위하여 변조자장의 제2 고조파 성분을 특인 증폭기로 측정할 수 있게 하였다. 공명신호의 크기는 측정자장의 크기와 무관한 분극 및 감지기 자장의 크기와 측정자장에서 핵스핀의 전이확률^[2] 등에 의하여 주로 결정된다.

3. 실험결과 및 고찰

물속도, 측정자장 영역 및 감지기에서 인가한 고주파 자장의 크기, 그리고 감지기에서 변조자장의 주파수 및 크기 등의 변화에 따른 공명신호 측정의 최적조건을 구현하였다. 측정자장 영역에서 인가하는 고주파 자장의 sweep 주파수에 따른 공명신호를 고주파 자장의 크기별로 측정한 결과를 그림 2에 표시하였으며, 공명주파수는 278.1 Hz로 6.532 μT 에 해당한다. 고주파 자장이 증가하면 공명신호의 반치폭이 커지며, 핵자기공명시 핵스핀의 에너지 전이로 감지기에서의 신호는 최소가 됨을 알 수 있다.

4. 결론

분리형 핵자기공명 감지기 방법을 이용하여 약 1.9 μT 의 저자장에서 공명신호를 측정하였으며, 공명신호의 크기 및 형태는 측정자장의 크기 및 균일도에는 거의 무관하였고 반치폭은 약 300 nT 였다. 이러한 방법은 불균일한 넓은 범위의 자장 및 평균자장의 측정에 유효할 것으로 생각된다.

5. 참고문헌

- ① J.M. Pendlebury, et. al, *Rev. Sci. Instrum.* **50**, 535 (1979).
- ② N.F. Ramsey, *Molecular beams*, Oxford University Press, London, Ch.V (1959).

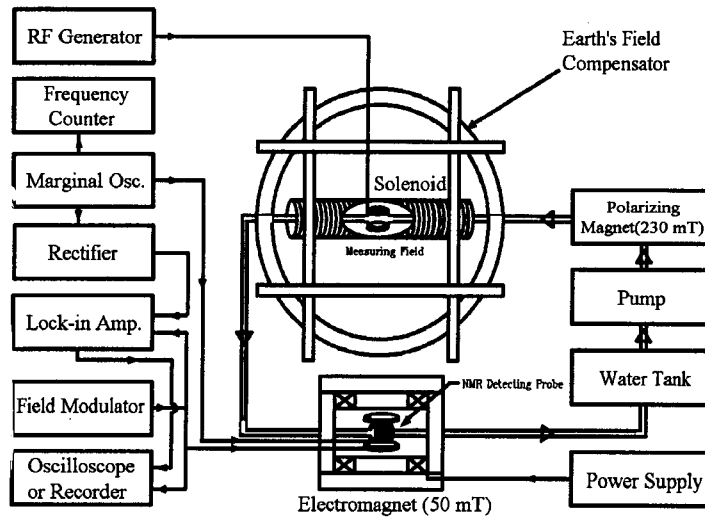


Fig. 1. Schematics of NMR signal measurement by a separated detector

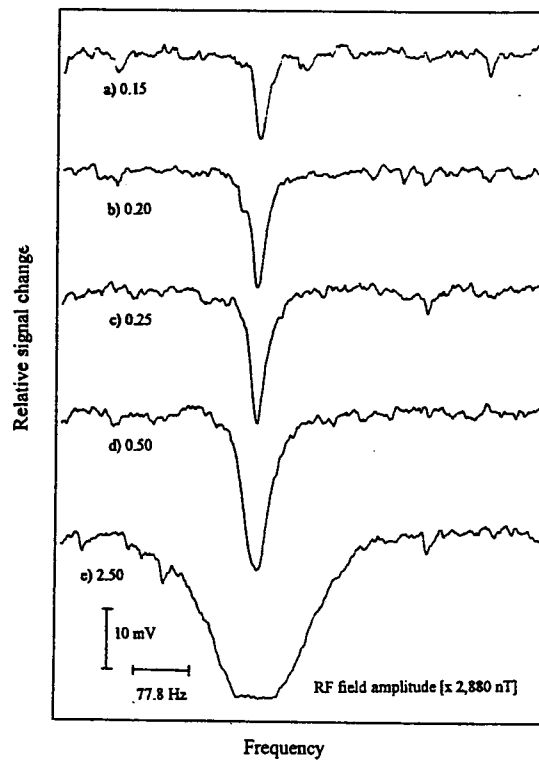


Fig. 2. Resonance signal according to RF frequency with various RF amplitudes