

유화중합에 의한 알파 오염도 검출 소재 제조에 관한 연구

황호상, 최승락, 이근우, 서범경, 정종현

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150)

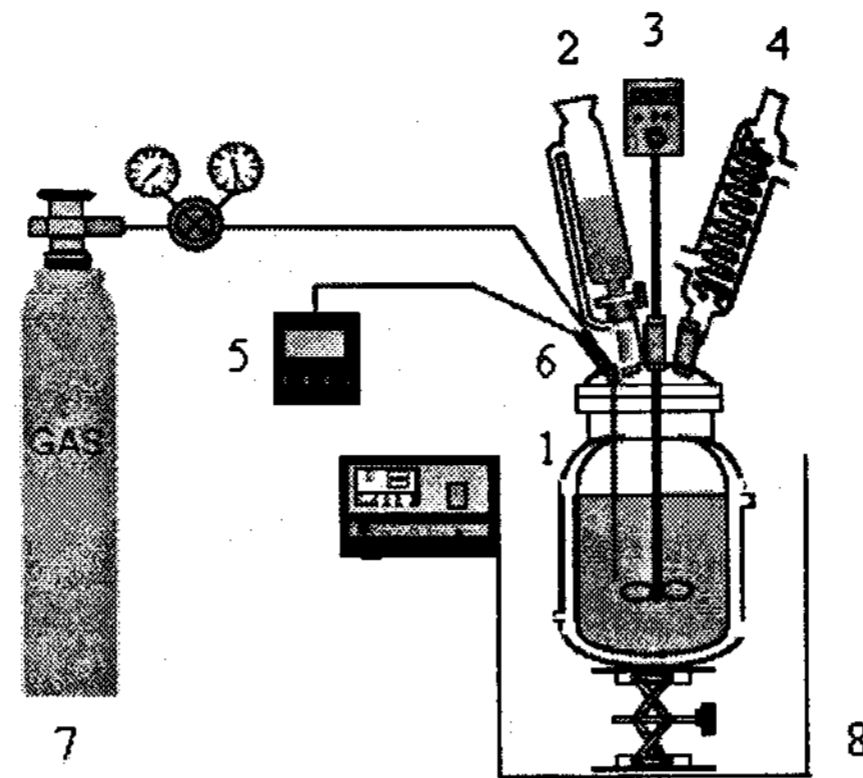
hshwang@kaeri.re.kr

고방사성으로 오염된 시설 표면의 핵종 제거는 안전과 환경적인 영향을 고려하여 오염도의 검출, 제거 및 방지에 대한 새로운 접근방법이 필요하다. 이런 처리방법은 오염물의 농도와 존재를 검출하고 보다 안전한 방사선학적인 오염 특성을 평가하기 위해 개발되어야 한다. 일부 적용사례가 있지만 방사능으로 오염된 표면에 부착성을 갖는 고분자를 분사시켜 핵종을 포집, 제거하고 검출할 수 있는 소재 개발은 아직 미흡한 상태이다. 이를 위해 고분자 에멀전에 섬광 (scintillation) 을 일으킬 수 있는 성분을 첨가함으로써 그 각각의 물성을 동시에 나타낼 수 있는 복합 소재 제조 기술은 여러 응용이 가능할 것으로 본다. 물을 분산매로 고분자 에멀전을 제조하는 유화중합은 물을 용매로 사용하기 때문에 환경문제가 없으며 화재와 폭발의 위험성이 없고 높은 분자량과 빠른 중합속도와 반응물의 점도가 낮아 혼합이 용이하고 반응물을 균일하게 분포시킬 수 있기 때문에 그 수요가 매년 증가하고 있는 실정이다.

본 연구는 섬광체와 결합된 고분자 에멀전을 중합하고 알파 핵종과의 반응으로 오염도를 측정하기 위한 검출소재 제조에 관한 것으로, 고분자 에멀전의 응용 시 기계적 안정성이 우수하고 중합 중 새로운 입자의 생성이 적은 polymethyl methacrylate (PMMA)와 플라스틱섬광체의 용매로 널리 이용되는 polystyrene (PSt) 고분자를 유화중합으로 제조하고 여기에 유기섬광체 (organic scintillation)을 함침시켜 알파선 검출 성능을 확인하였다. 중합에 사용된 단량체인 methyl methacrylate (MMA)와 styrene (St)를 10 wt% NaOH에 3번, DI water에 3번 세척하고 감압증류하여 사용하였으며 개시제로는 ammonium persulfate (APS)을 정제없이 사용하였고, 중합 시에 사용된 물은 탈이온수 (deionized water)를 사용하였다. 유기섬광체는 입사방사선의 에너지를 흡수 및 발광, 짧은 광 파장으로 용매 내에서 흡수하는 특성을 가진 2,5-diphenyloxazde (PPO)를 제 1 용질로 그리고 파장 이동체인 제 2용질은 1,4-bis[5-phenyl-2-ox-azol]benzene (POPOP)를 사용하였다.

Fig. 1은 실험에 사용한 실험장치를 나타낸 것으로, 4구 유리 반응기 및 온도 조절기, 모노머 에멀전을 연속적으로 적하하기 위해 사용한 적하 용기 (dropping funnel), 증발되는 물을 환류시킬 수 있는 응축관 (condenser)으로 구성되었다. 탈이온수에 모노머를 소량씩 첨가하여 pre-emulsion 을 제조하고, 그 pre-emulsion의 일부를 이용하여 seed를 만든 다음 나머지 모노머를 주입하여 core polymer를 제조하였다. 그 다음에 core polymer를 2.0 wt%로 희석하여 질소 가스로 30 분간 purging하여 반응기내의 용존산소를 제거하고 85 °C로 승온시킨 후 styrene과 유기섬광체 PPO, POPOP 그리고 개시제 0.5 wt% 수용액을 5시간에 걸쳐 주입하여 중합반응을 진행시켰으며 주입이 끝난 후 1 시간 가량 잔류 단량체를 제거하기 위해 숙성 반응 시켰으며 실험절차는 Fig. 2와 같다.

방사선 검출 특성을 평가하기 위하여 알파선 핵종으로 오염된 표면에 유기섬광체와 결합된 에멀전을 도포하여 건조시킨 후에 표면으로부터 고형화된 에멀전을 제거하여 시편을 제조하였다. 제조한 시편은 방사선과 에멀전에 함침된 섬광체의 상호작용에 의하여 생성된 섬광을 광전자증배관으로 측정하여 검출 특성을 평가하였다.



1. Four neck flask (1000 ml), 2. Dropping funnel (250 ml), 3. Mechanical stirrer, 4. Condenser, 5. Temperature Controller, 6. Thermocouple, 7. Nitrogen bottle, 8. Water Bath

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for emulsion polymerization

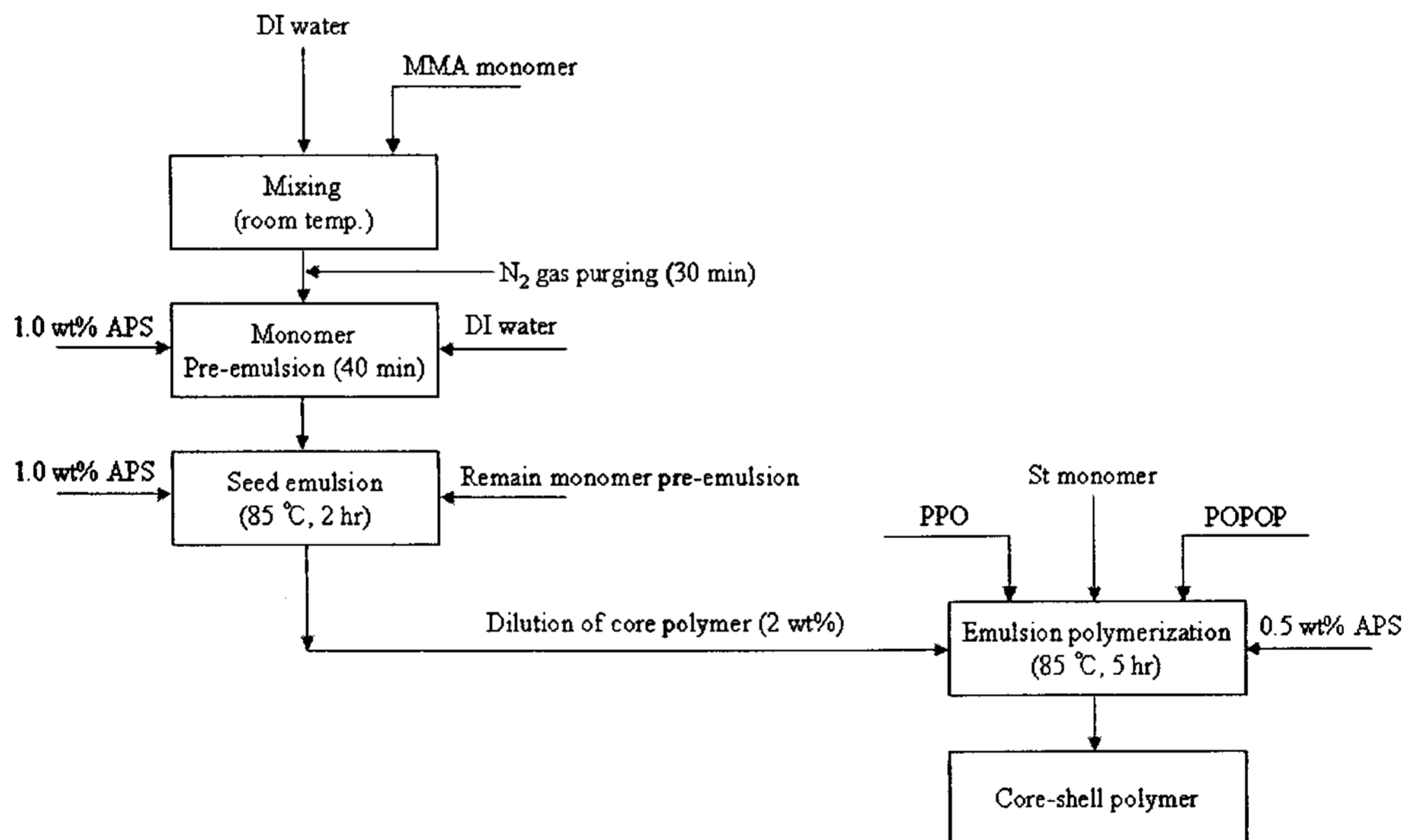


Fig. 2 Block diagram on the experimental method of emulsion polymerization