

초고주파 유도결합플라즈마를 사용하여 물로부터 수소제조

Hydrogen generation from water by using VHF ICP

김대운^{1*}, 추원일¹, 장수욱², 정용호², 이봉주², 주정훈¹, 권성구¹

(1) 군산대학교, 신소재공학과

(2) 국가핵융합연구소, 응용기술연구부

초 록: 초고주파 유도결합플라즈마는 에너지전달효율이 높고 고밀도플라즈마의 발생이 용이하기 때문에 물 플라즈마에 적용하면 물로부터 고효율 수소제조가 용이하고 빠른 응답특성으로 향후 도시형 수소스테이션 등에 적용이 기대되는 첨단기술 분야이다. 본 연구에서는 공급유량, 반응기압력, 플라즈마 출력 등의 공정변수에 따른 물분해 효율을 분석하여 에너지 효율이 높은 운전조건을 찾아내기 위한 연구를 수행하여 약 65% 정도의 물분해 효율과 플라즈마watt당 0.22 sccm의 수소 생성 결과를 얻었다.

1. 서론

수소자원은 다양한 기술과 다양한 원료로부터 생산이 가능하며, 저장에 따른 손실이 없고 수송이 가능하며, 높은 전환효율의 연료전지를 이용하여 전기로 용이하게 전환이 가능하고, 반응부산물은 열과 물이기 때문에 친환경적이다. 또한 기존의 화석연료기반의 인프라와 가장부합 되는 연료이기 때문에 미래의 화석연료의 대체에너지로써 가장 주목받고 있으며, 선진각국은 핵심원천기술의 확보와 수소경제로의 전환을 기대하며, 연구에 진력하고 있다.

현재 상용화 되어있는 수소 생산기술은 화석연료의 개질을 통한 수소생산과 석유정제와 석유화학산업에서 발생하는 부산물을 통한 생산이 전체 생산의 약95%를 차지하나, 순도가 낮고, 화석연료에 의존하며 생산과정에서 온실가스가 배출되는 단점을 가지고 있으며, 물의 전기분해를 통한 고순도 수소생산은 전체의 약 5%를 차지하고 있으나, 생산량이 적으며 대규모의 시설투자가 요구되고 있다. 이외에도 광분해, 생물화학적 생산, 열분해 공정 등은 상업적인 기술로까지는 성숙하지 못한 단계에 있다.

본 연구에서는 고밀도 플라즈마를 이용한 고효율 물분해를 위한 장비제작과 공정변수를 영향분석하여 최적의 공정조건을 도출하여 향후의 고효율 수소제조관련 원천기술의 확보를 위한 기반을 마련하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 초고주파 유도결합 플라즈마 소스를 갖춘 관형반응기를 제작하였고, 중류수를 50~100 sccm 내외로 조절하여 플라즈마 반응기에 공급하면서 반응기 압력과 플라즈마의 출력을 조절하면서 플라즈마 내에서 분해되는 각종의 분압을 사극자 질량분석기(Minficon Transpector-2)를 이용하여 분석함으로써 물분해 및 수소 생성량을 분석하고, 반응기구를 조사하였다. 실험에 사용된 공정변수와 실험범위는 표1에 나타나 있다.

표 1. 공정변수와 실험범위

공정변수	실험범위	단위
물 유량	40~128	sccm
반응기 압력	200~500	mTorr
플라즈마 출력	0~400	Watt

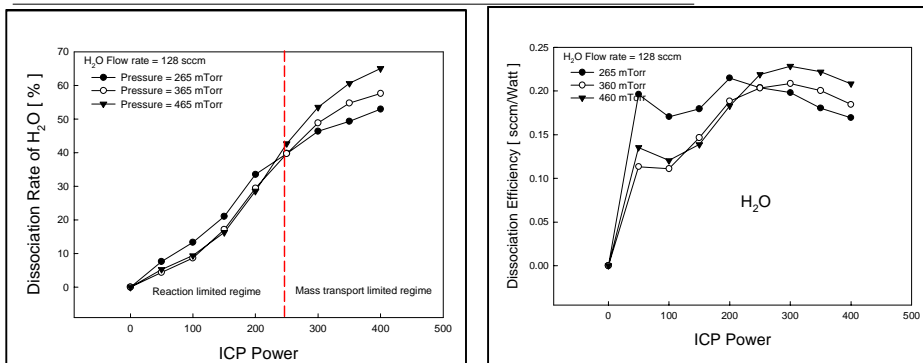


그림 1. 각 반응기 압력에서 (a) ICP power에 따른 물분해율 (b) watt 당 물분해 효율.

3. 결론

물분해율은 압력이 감소할수록 유량이 증가할수록 플라즈마 출력이 증가할수록 높아졌으며, 각 압력에서의 최대분해율은 플라즈마 출력과 비례하는 선형관계 특성을 가짐을 알 수 있었다. 현재까지 400 W, 465 mTorr에서 약 65%의 물분해 효율과 Watt당 0.22 sccm의 수소생성으로 플라즈마 방식이 매우 높은 에너지 효율을 나타냄을 알 수 있었다.