

산업의 고부가 가치를 이끄는 '명품' 기술

플라즈마
응용연구

플라즈마 응용기술의 연구 현황을 알아보기 위해 국가핵융합연구소의 응용기술개발부에서 근무 중인 유승민 인턴연구원이 응용기술개발부 이봉주 부장을 만났다. 창의적 인재 양성을 위한 인턴 연구원 제도를 통해 입사한 유승민 인턴연구원은 응용기술개발부에 근무하며 자신이 알던 것보다 더욱 다양한 산업 분야의 가치를 높여 줄 수 있는 플라즈마 응용 연구의 매력에 점차 눈을 뜨고 있다. 녹색기술의 선두주자인 플라즈마 응용기술을 유승민 인턴 연구원의 인터뷰를 통해 알아보자



Q1. 유승민 인턴 연구원(이하 유) 국가핵융합연구소에서 추진하는 플라즈마 응용기술이란 무엇입니까?

이봉주 부장(이하 이) 플라즈마가 고체, 액체, 기체와 구분되는 물질의 제 4의 상태라는 건 알고 있을 겁니다. 기체 상태에서 외부의 에너지를 더 받아 전자가 분리되는 이온화 과정을 거친 후 전자와 이온으로 존재하는 것을 플라즈마라고 하죠. 이런 플라즈마의 종류에는 핵융합 발전에 필요한 초고온 플라즈마와 폐기물을 열분해한다든지 소각용융하거나 나노입자의 합성 같은 환경과 소재 산업에 널리 사용되는 대열용량의 열 플라즈마가 있어요. 그리고 반도체나 표면처리, 디스플레이 등에 사용되는 저온 플라즈마가 있는데 이것이 산업적인 응용이 가장 활발히 이루어지고 있는 분야입니다. 우리 연구소에서는 초고온 플라즈마를 이용해 핵융합 발전 실현을 목표로 하고 있는데요, 여기에서 상당한 플라즈마 기술들이 습득됩니다. 우리는 이런 플라즈마 기술을 활용해서 환경, 에너지, 신소재, 반도체, 디스플레이 등과 같은 다양한 분야에 플라즈마 응용연구를 추진하고 있어요.



Q2. 유. 플라즈마 응용기술의 종류는 무엇이 있나요?

이. 일반인들에게 플라즈마라고 하면 굉장히 낯설고 전문적인 용어처럼 들릴지도 모르지만 실제로는 우리 실생활에 많이 이용되고 있고, 특히 산업 분야에서 굉장히 다양한 응용이 이루어지고 있습니다. 산업적으로 주로 사용되는 플라즈마는 저온 플라즈마인데, 이중에서 고에너지 밀도를 가진 대열용량의 열 플라즈마는 매우 높은 온도와 열용량을 필요로 하는 소재 및 폐기물 처리 공정 등에 많이 사용되고, 비평형 플라즈마라고 하는 이온화 정도가 낮은 플라즈마는 반도체 제조 공정이나 금속, 세라믹 박막제조, 물질합성, 유해물 정화, 살균 같은 분야에 다양한 활용성을 가져요. 또, 플라즈마 발생 압력에 따라서 진공 상태에서의 진공 플라즈마와 고압 또는 대기압 플라즈마로 분류할 수 있어요. 이러한 저온 플라즈마가 보통 우리가 부르는 플라즈마 응용기술에 해당하는 것이죠.

저온 플라즈마의 응용 기술은 연구도 굉장히 오래되었고 다양한 분야에 적용되고 있어요. 반도체와 디스플레이 공정에도 사용되고, 자동차나 기계 부품 같은 것의 표면을 처리 한다던가 신소재를 합성하는 데 이용돼요. 환경분야에서의 활용을 보면 공장에서 나오는 유해가스나 자동차 배기가스를 정화하는 데에도 쓰이고 살균 장치나 치료기 같은 의료 분야에도 쓰이고 있어요. 그 외에도 우주항공 산업, 플라즈마 광원기술 등 굉장히 다양한 분야에 사용되는 것이 바로 플라즈마 응용기술입니다.

Q3. 유. 국가핵융합연구소에서 특히 주력하는 응용기술 분야, 활용분야가 있나요? 현재 상용화 되어있거나 조만간 상용화될 응용기술은 어떤 것이 있나요?

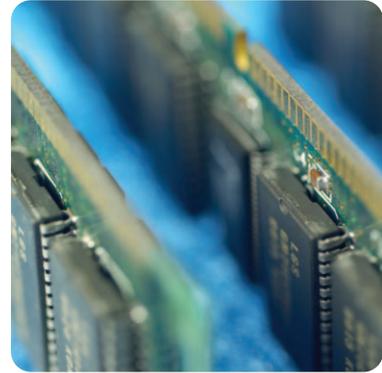
이. 우리 연구소에서 진행하고 있는 대표적인 플라즈마 응용기술로는 먼저 대기압 플라즈마 기술을 들 수 있어요. 대기압 플라즈마 기술은 그 발생 특성상 진공 플라즈마의 사용이 불가능한 분야에 주로 사용되는데 이 대기압 플라즈마는 환경오염 부산물을 발생시키지 않기 때문에 환경 분야에 대한 수요가 많아요. 우리는 배기가스를 플라즈마를 이용해서 정화시키는 방법을 연구 중인데요, 자동차 배기가스에 포함되어 있는 유해 화합물인 나스(NOx)와 삭스(SOx)가 배출되는 통로에 플라즈마 발생장치를 부착해서 배기가스가 통과하면서 나스와 삭스가 무해한 물질로 분해되기 쉽게 만드는 거예요. 플라즈마를 구성하는 고에너지의 전자가 유해화합물의 분해를 쉽게 바꾸는 것으로 이 기술은 현재 상용화를 위한 연구를 진행하고 있어요. 반도체의 축소된 선폭 에칭과 증착 등의 정밀 작업에는 진공 플라즈마가 필요한데, 이때 진공을 만들고 유지하려면 고가의 부품이 필요하거든요. 만약 산업체에서 비용이 많이 드는 진공 플라즈마 대신 값싸게 이용할 수 있는 대기압 플라즈마를 사용할 수 있게 되면 굉장히 좋을 거예요. 또, LCD용 기판의 표면을 세정할 때에도 대기압 플라즈마를 사용할 수 있어요. 기판 표면 중의 산소를 오존으로 바꾸고 불순물과 결합한 오존을 이산화탄소, 수증기 등으로 변환시켜 대기로 날려 보내게 되는 방식이에요. 이외에 물이나 탄화수소 가스(메탄, LNG 등) 등으로 수소(H₂)를 만드는 연구도 진행되고 있는데, 이렇듯 대기압 플라즈마는 환



“
 우리나라는 반도체, 디스플레이 기술로 대표되는
 첨단기술 산업분야의 고도화를 통해
 산업강국의 자리에 올랐다. 국가핵융합연구소는
 이제 이러한 우리나라 IT, BT, NT 등
 거의 대부분의 산업기술에 플라즈마 응용기술을
 덧입혀 기존 기술들의 효율성과 경제성을
 높일 수 있는, 한층 고급화된 고부가가치 산업으로
 업그레이드 시키고자 연구를 진행 중이다.”



◀ 응용기술개발부
 유승민 인턴연구원



경이나 차세대 산업 분야에 큰 역할을 하게 될 것으로 보고 있습니다.

플라즈마 응용기술의 또 다른 분야로는 하이퍼서멀 중성입자빔 발생 기술(HNB: Hyper-thermal Neutral Beam)이라는 것이 있는데요, 현재 반도체 집적화 향상의 핵심기술은 매우 줄어들어 회로 선폭을 가공하는 기술입니다. 이것은 반도체 기판 위에서 전류가 흐르는 길을 파는 식각 기술을 말하는데 현재의 기술은 한계에 다다른 상황이에요. 플라즈마 이온(+)은 기판에 붙어있는 전자(-)에 끌려 경로가 살짝 휘어지기 때문에 전류 길에 손상을 입혀서 전류 길끼리 중첩이 될 수 있거든요. 이런 현상을 극복하는데 중성입자빔 발생 장치가 쓰여요. 고에너지(50eV)인 이온에 전자를 붙여서 중성입자를 만드는 방식으로, 중성입자는 전하 때문에 휘어지지 않으므로 전류 길에 손상을 주지 않고 길 형성을 가능하게 한 것이죠. 또, 중성입자빔은 달력처럼 돌돌 말 수 있는 반도체 개발에도 적용될 수 있어요. 실리콘이나 유리 기판에 만든 반도체는 구부릴 수가 없으니 항상 평판 상태로만 사용할 수 밖에 없어서 유기소재인 플라스틱을 기판으로 활용하는 방법이

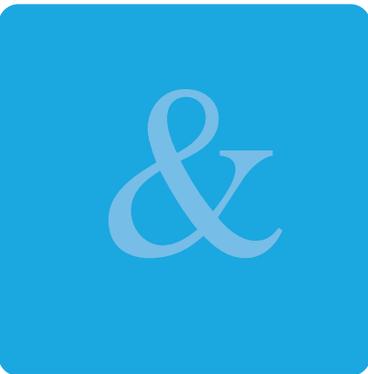
나왔는데, 이것도 문제가 되는 것이 기존의 300도 이상의 고온 증착 방식으로는 플라스틱이 녹아내려 적용할 수 없거든요. 그래서 기판 온도를 높여 증착하는 대신 고에너지의 중성입자빔을 이용해서 상온에서 증착하는 방식으로 대체하는 방법을 개발하고 있고 아마 2011년경에는 상용화될 것으로 예상되고 있어요. 플라즈마 기술이 이용되는 산업분야는 점점 커져가는 추세예요. 기존 산업분야에서 사용되던 플라즈마 기술은 이제 기술수요에 맞춰 함께 발전해 나가며 차세대 산업분야에서 플라즈마 응용기술이 활용될 분야는 새롭게 창출되고 확산될 것입니다.

Q4. 유_ 플라즈마 응용기술의 국내외 현황은 어떻습니까?

이_ 국내외의 많은 연구자들이 다양한 분야에서 플라즈마의 기초기술과 응용기술에 관한 연구에 심혈을 기울이고 있습니다. 최근 국내에서 플라즈마 응용기술은 환경, 신소재, 반도체 산업의 발전과 함께 많은 성장을 하고 있지만 아직 선진국들에 비해서는 전반적으로 시작 단계에 머물러 있는 실정입니다. 특히나 가장 많이 플라즈마 기술이 이용되는 반도체 산업의 경우, 반도체 산



▼ 응용기술개발부 이봉주 부장



업은 우리나라의 10대 주력사업으로 수출 1위 품목임에도 불구하고 제조 장비나 부품 소재가 수입품목 1위인 비정상적인 구조에 있어요. 반도체 공정 중에 전공정의 장비는 국산화율이 10%도 안 되기 때문에 대책마련이 시급해서 전공정에도 특히 에칭공정과 증착공정에서 사용하는 플라즈마 장비의 국산화율을 높이기 위해 힘쓰고 있어요.

Q5. 유_ 요즘 이슈가 되고 있는 녹색성장과 플라즈마 응용 기술은 어떤 관련이 있나요?

이_ 앞서 말했듯 플라즈마 응용기술은 매우 다양한 산업분야에 사용되고 있고 특히나 대기압 플라즈마의 경우 진공 플라즈마의 사용이 불가능한 분야에 사용되어 환경오염 부산물 등을 발생시

키지 않는 점 때문에 환경 분야에 많이 사용되고 있어요. 지난 5월 26일에 열린 '재정전략회의'에서는 「신성장동력 종합 추진계획」을 확정했는데, 17개 신성장동력 산업 중 플라즈마와 직접적으로 관련이 있는 산업이 8개에 달할 정도로 플라즈마는 전 산업에 걸쳐서 관련성을 가지며 이 모든 산업이 녹색성장산업기술이라고 보면 됩니다.

Q6. 유_ 플라즈마 응용기술이 나아갈 방향 및 비전은 무엇입니까?

이_ 플라즈마 응용기술은 많은 산업분야에서 사용되고 있지만 국내에서는 대부분의 플라즈마 장비를 외국에서 수입하는 실정이에요. 반도체와 디스플레이 제조를 위해 연간 약 7~8조 원의 플라즈마 장비를 수입하고 있는데 그 이유는 국내의 플라즈마 제조 장비 업체들이 원천기술을 확보하지 못하고 있기 때문이죠. 국내 중소 플라즈마 장비 제조업체에서는 인력과 개발자금이 부족하고 위험성이 커서 사실상 원천기술 개발이 불가능해요.

이러한 산업체에 적용 가능한 플라즈마 원천기술을 우리 연구소의 응용기술개발부에서 정부의 예산을 받아서 진행하고 있는 것이죠. 원천기술을 개발하고 개발된 원천기술을 이용해서 산업체와 공동으로 제품 생산에 적용해 보고 제품 생산이 가능할 정도가 되면 산업체에 기술 이전을 하는 것이 우리의 임무이며 목표이기도 합니다. 우리 연구소에서는 이러한 목표달성을 통해 국내의 플라즈마 응용기술이 세계적으로 인정받아 전 세계의 산업체에서 사용되는 성과를 기대하고 있습니다. **NFRI**

