

放射光源의 특성과 그 材料科學에의 利用

Synchrotron Light Source
and
Its Applications to Material Science浦項加速器研究所 李東寧

1995年初 그稼動을 目標로 現在 建設 中에 있는 浦項放射光加速器(Pohang Light Source)는 赤外線으로 부터 X-선에 이르는 넓은 分光領域에서의 強度 높은 光源으로서 全國의 利用者들에게 開放될 國家共同研究施設이 될 것이다. 특히 이 加速器는 最尖端型인 第3世代 放射光源에 속하여 원하는 波長에서 비교적 좁은 波長幅을 갖는 光을 레이저와 같이 작은 퍼짐 (small divergence angle)으로 끌어낼 수 있다. 卽, 高分光 輝度の (high Spectral brightness)의 硬 X-선, 軟 X-선, 眞空紫外 (Vacuum Ultra-Violet 혹은 VUV) 光源으로 多様な 利用分野를 갖고 있으며 이 중에서도 材料科學에 관련된 이용분야가 대단히 큰 비중을 차지하고 있다.

從前的 光源으로는 可視領域과 紫外領域의 一部에서 分光輝도가 큰 各種의 laser가 여러 研究分野에서 대단히 큰 役割을 하고있음은 잘 알려진 사실이다. 그러나 眞空紫外線 (≤ 200 nm)과 軟 X-선 (≤ 30 nm)에서는 強力한 光源이 없었다고 해도 過言은 아닐 것이다. 한편, 硬 X-선 (≤ 0.2 nm) 광원으로는 rotating anode X-선 管이 있어 특히 몇몇 元素에서의 강한 特性 分光線들과 連續 spectrum (bremsstrahlung)이 이용되어 材料科學 研究의 道具로서 큰 貢獻을 해왔다. 그러나 從前的 X-선 管은 波長을 계속 變化 (tunable)시켜가며 쓸 수 있는 強度 높은 (즉, 分光輝도가 큰) X-선을 낼 수가 없다는 短点을 가지고 있어 分解能이 큰 좀더 正確한 data를 얻기가 어렵거나 그렇지 않으면 전혀 不可能한 實驗들이 많이 있었다. 한편 放射光源은 그 特性上 최근 발달한 X-ray optics의 기술을 이용, 대단히 작은 크기로 X-선 光을 集束도 할 수 있고 또 縮少 혹은 擴大한 良質의 imaging이 可能하다는 등 중전의 光源으로는

하기 어려웠던 실험들이 이루어졌다. 또 放射光은 線偏光의 성질을 가지고 있고 반복되는 짧은 pulse (30-50 picoseconds) 로 되어있어 이러한 特性을 이용한 여러가지의 새로운 利用分野가 開發되고 있다. X-선 廻折 - 散亂과 X-선 吸收微細構造 (X-ray Absorption Fine Structure) 의 여러가지 方法들은 光電子 및 螢光分光學的 方法과 아울러 結晶體 뿐만 아니라 非結晶體의 좀더 精確한 構造 決定이 대단히 작은 試料에서도 가능해졌고 元素, 化合物 등을 識別하고 Chemical bonding 등에 대한 情報를 제공한다. 또 超微量化學分析이 가능할 뿐만 아니라 1 μm 정도의 空間分解能과 10⁻¹⁵ gram의 元素分析 感度를 갖는 X-ray microprobing 이 可能해졌고 試料 속의 元素나 化合物의 二次元 혹은 三次元的 分布를 나타내는 imaging system 이 開發되었다. 結晶體의 歪曲 (distortion) 상태에 대한 二次元的 Mapping 을 가능케하는 X-ray topography 도 重要한 分野이다. 結晶體 表面, 그 위의 皮膜 (overlayer) 과 그 interface 에서의 化學的, 結晶學的, 電氣的 特性등을 알아내는 表面化學, 表面物理 연구에도 없어서는 안 될 道具가 된다.

우리나라 最初의 強力한 방사광원이 앞으로 3 年後에 완성되면 基礎科學의 여러 분야 뿐만 아니라 工業分野와 直結되는 尖端技術 開發에도 큰 역할을 할 것으로 기대되며 全國의 科學者들의 關心과 準備와 參與가 只今부터 이루어져야 한다고 생각된다.