BK 단기연수 결과보고서

연수기간	2022.01.05.-2022.01.19.
연수기관	paris-saclay university
연구주제	Orientation of YIG single crystal

1. 연수활동 내용

연수목적	we grew a YIG single crystal with a growth axis of (240). but we want to align this orientation as (110) with our single crystal (240). Here, we don't have any facility to do the sample alignment. so, we will go there and use Laue diffraction and FZ to grow a YIG single crystal with (110) direction.
연수내용	we used Laue diffraction to align the crystal with (110) direction and got the 2 pieces of (110) single crystal YIG. we also used X-ray diffraction to check if it is single crystal YIG. lastly, we made one feedrod by water pressure machine with Er:YIG (x=0,01) powder.
결과 및 시사점	현재 프랑스에서 만들어온 시료를 가지고 시료 표면에 이차원 물질을 올린 후 그에 대한 물성을 측정하는 실험을 진행 중이고, 논문도 작성 중입니다.
향후 연구에 대한 적용방안	YIG의 자성은 (110) 방향에서 가장 센 것으로 알려져있습니다. 하지만 실험을 통해 만들어진 YIG crystal의 방향은 결정을 성장할 때 정해서 키울 수 없기 때문에 결정을 성장한 뒤에 Laue diffraction 같은 장비를 통해서 결정 방향을 맞춰줘야 합니다. 따라서 프랑스 단기 연수를 통해 (110) 방향의 결정을 2개를 얻었으며 폴리싱까지 완료하였습니다. 이 시료 표면 위에 다양한 2차원 물질을 올려 YIG의 자성에 따라 2차원 물질이 어떻게 영향을 받는지 알아볼 계획입니다.

2. 일자별 활동내역(구체적으로 기술 요망)

- 출장보고서 파일에 상세히 기록하였습니다.

위와 같이 해외연수 결과보고서를 제출합니다.

2022 년 02 월 21 일

단기연수자 조유진 (인)

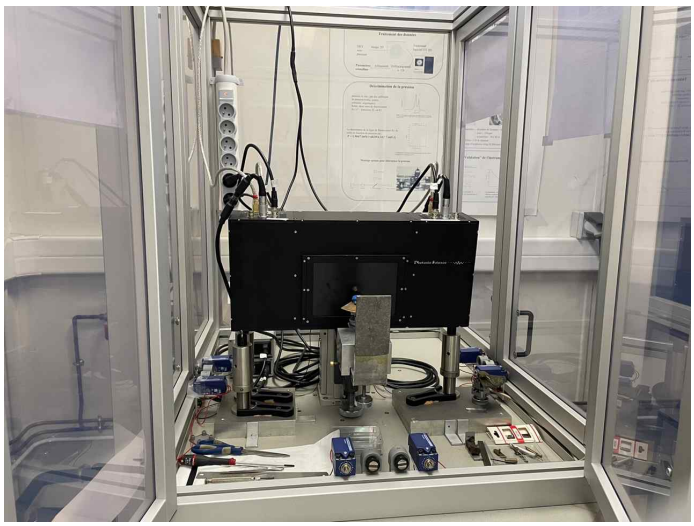
지도교수 조수연 (인)

출장 보고서 (Paris-Saclay University)

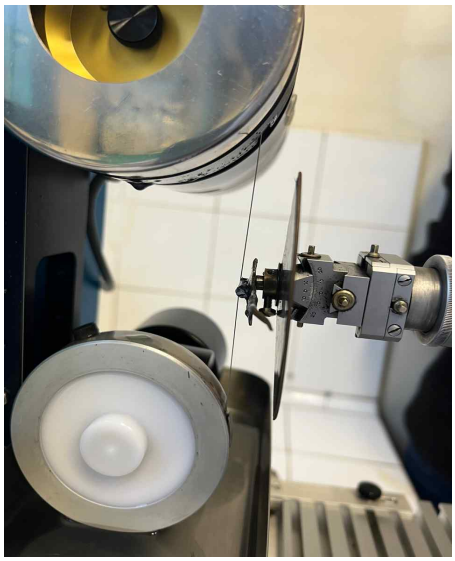
화학신소재공학과 212MCG13 조유진

<실험 연수 기록>

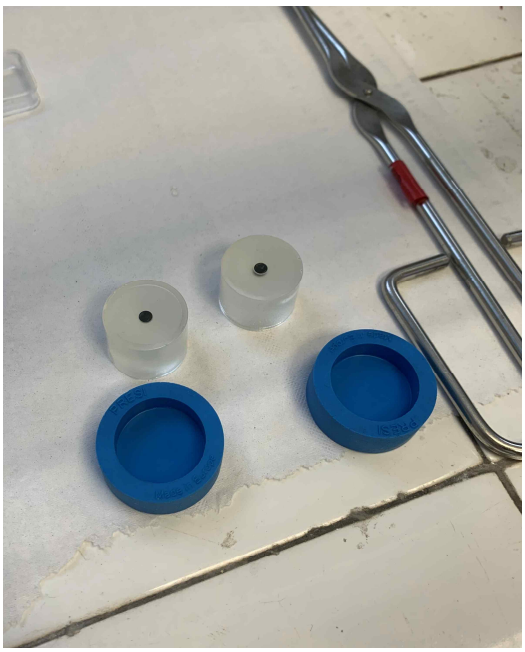
프랑스에 도착한 후 처음으로 실험실을 방문한 날에는 실험실에 있는 교수님들과 인사를 한 뒤에 실험실을 소개받았다. 그 후 실험에 필요한 Laue Diffraction 기기에 대한 설명을 들었다.



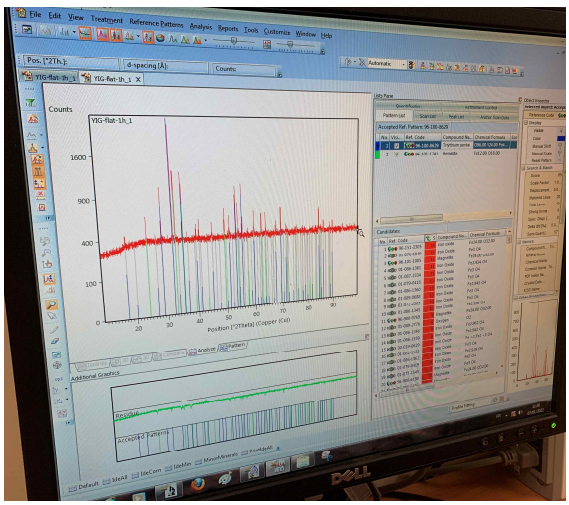
그 후로는 Claudia 교수님과 같이 시료로 가져온 YIG single crystal을 확인하고 Laue diffraction을 이용하여 (110) 방향을 찾았다. crystal에 X선을 입사 시키면 crystal 결정 방향에 따라 이미지가 다르게 찍힌다. 따라서 이미지를 통해 결정 방향을 유추할 수 있었다. 이미지를 찍은 뒤에 확인하고 왁스를 녹여서 결정 방향을 조정하였다. 이미지를 찍는 데에 10분이 걸리고 왁스도 녹인 뒤에 결정을 움직여야 했기 때문에 많은 시간이 걸렸다. 이 과정을 계속 반복하여 중앙에 맞는 (110) 방향을 찾았고, 이 방향대로 wire를 이용한 절단기를 사용하여 결정을 컷팅하였다.



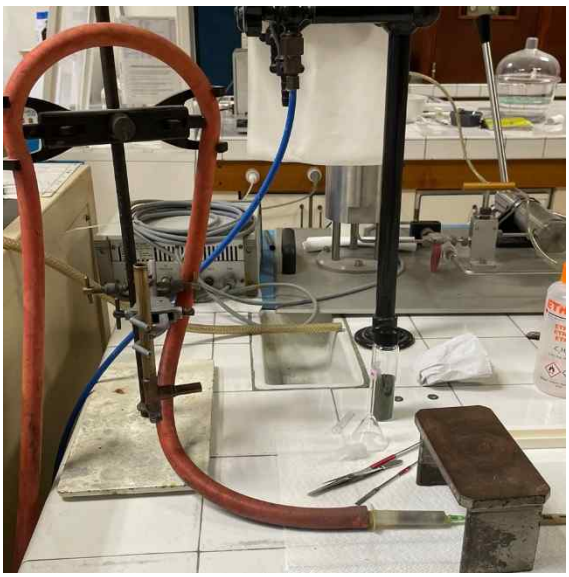
이 과정을 반복하여 (110) 방향의 결정 조각 2개를 얻었으며, 이 2 조각을 이용하여 polishing 기기에 끼울 틀을 만들어주고, 기기를 이용하여 polishing을 해주었다. Polishing을 한 이후에는 현미경을 통해 표면이 잘 polishing 되었는지 확인하였다.



결정 조각을 얻은 뒤에 남은 crystal 조각은 막자사발로 갈아준 뒤에 XRD 분석을 통해 YIG single crystal 인 것을 확인하였다. 사진은 파우더를 간 뒤에 XRD를 측정하기 위해 파우더를 유리에 얇게 깔고 있는 모습이다. 실험에는 필요 없었지만 추가로 가져간 Y_2O_3 20% YIG feedrod도 XRD를 측정하였다. (Y_2O_3 15-20% YIG는 YIG polycrystal을 만드는데 이용하였고, 이 polycrystal은 single crystal을 만드는 데에 이용하였다.)



Laue 이미지나, crystal을 컷팅하는 것, crystal을 polishing 하는 것은 모두 시간이 걸리는 과정이기 때문에 그 동안에는 Er을 첨가한 YIG 파우더를 이용하여 Feedrod를 제작하였다. 기존에 사용했던 기기와는 달랐기 때문에 여러 번 실패하여 다시 파우더를 간 뒤에 몇 번 더 시도하였다.

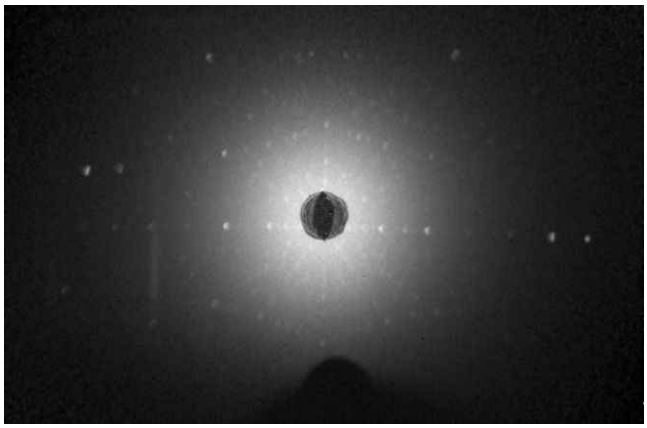
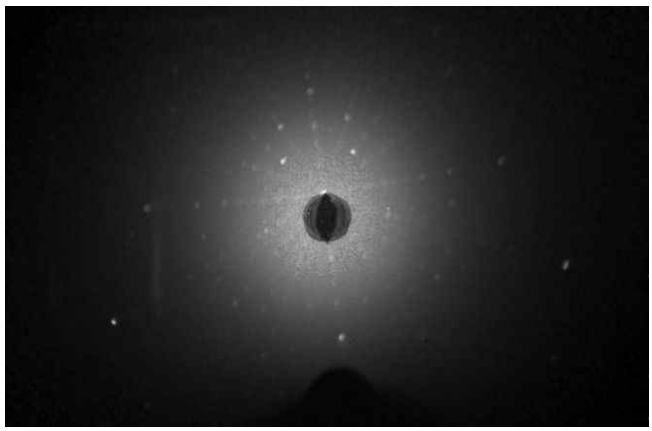


괜찮은 길이의 feedrod를 만든 후에는 furnace에 feedrod를 넣은 뒤 1300도로 24시간 열처리를 해주었다.

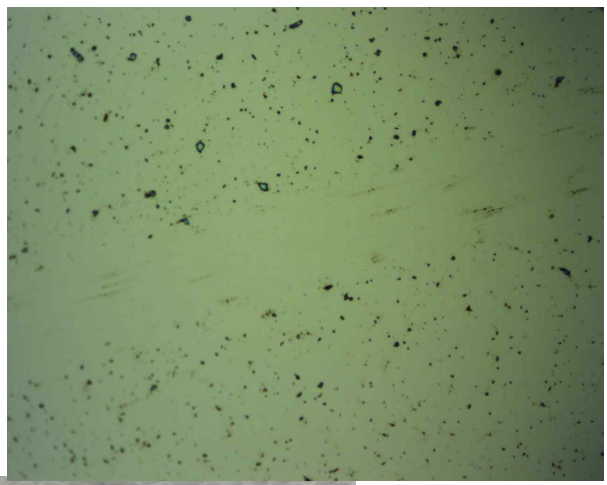
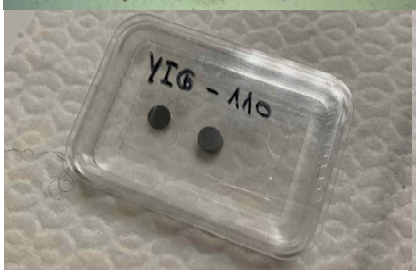
학교에 있는 동안 이 과정을 반복하였으며, 최종적으로는 (110) 방향의 polishing한 결정 2개, Er:YIG (x=0.01) feedrod를 하나 제작할 수 있었다. Laue는 결정 방향을 잡는 데에 시간이 오래 걸렸으며, feedrod는 기존에 이용하는 기기와 달라서 제작하는 데에 많은 어려움이 있었다. 원하는 결정방향 (110)을 얻을 수 있었고, feedrod는 학교 실험실에서 다시 만들어볼 예정이다.

<실험 결과>

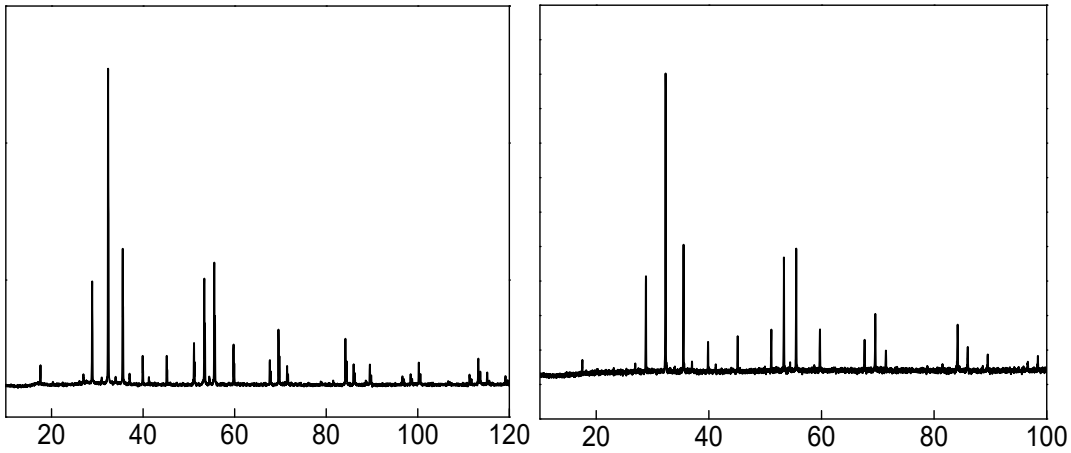
Laue diffraction 기기를 통해 (110) 방향으로 결정 방향을 잡아주었다. 그리고 Laue photo를 통해서 결정 방향을 확인할 수 있었다. 총 3조각을 잘랐으며, 2조각은 (110) 방향 (왼쪽 사진), 나머지 조각은 Laue photo만 찍어서 추후에 방향 확인이 필요하다.

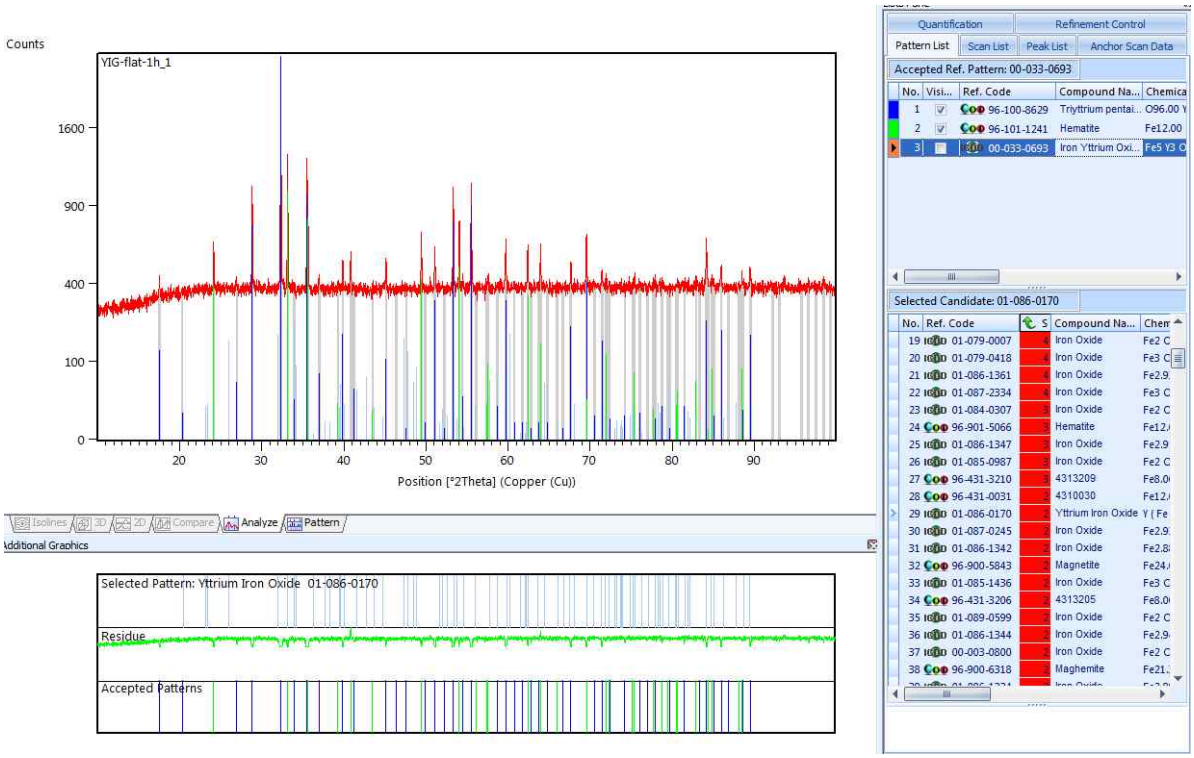
Laue diffraction을 통해 방향을 맞춘 뒤 cutting하고, polishing 기기를 통해 2개의 (110) 결정 방향의 YIG single crystal을 얻을 수 있었다. 그리고 polishing 된 결정을 현미경으로 확인하여 표면이 깨끗한지 확인하였다. (얼룩이 보이는건 아세톤 흔적으로 생각된다.)

결정을 cutting한 후, 남은 crystal 조각은 막자사발에 갈아서 XRD 분석을 하여 YIG인 것을 확인할 수 있었다. 왼쪽은 YIG 파우더의 XRD 결과이고, 오른쪽은 프랑스에서 측정한 단결정 YIG의 XRD결과이다. 두 그래프가 모두 peak의 위치와 intensity가 같은 것을 보아 YIG 단결정이 잘 성장했다는 것을 확인할 수 있었다.



또한, 추가적으로 Y2O3 20% YIG feedrod도 XRD 분석 하였다. 20% feedrod는 YIG와 hematite 가 섞여있다는 걸 확인하였다. (따라서 이 feedrod를 이용하여 단결정을 만들면 얼룩무늬의 결정이 만들어진다고 추측된다.)



Er:YIG 파우더 같은 경우는 x=0.01, 0.05, 0.1의 파우더를 가져갔다. Feedrod 제작을 여러 번 시도했지만 적당한 길이가 나오지 않았고 단 1개의 Er:YIG (0.01) feedrod를 제작할 수 있었다. 추후에 학교 실험실에서 feedrod를 제작할 계획이다.