

보도자료



보도일시	즉시
	2023. 5. 23.(화)
문의	연구책임자: 이성근 교수(02-880-6729; sungkleee@snu.ac.kr) (제1/교신저자)
	연구단/연구진: 이유수 박사(공동 제1저자), 김용현 연구원, 김효임 박사(서울대학교 지구환경과학부 지구물질과학 연구실, 02-877-3073); 폴 초(Paul Chow) 박사, 유밍 샤오 박사(Yuming Xiao), 피터 영 박사(Peter Eng), 구엔 셴(Guoyin Shen) 박사(아르곤 국립연구소, 미국)

다이아몬드의 단단함과 유연함

- 다이아몬드의 극한 압력 하의 전자구조 영상화를 통한 초경도의 원인 규명 -

■ 요약

서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부 이성근 교수 연구팀은 2백만 기압의 극한 압력 하에서 다이아몬드의 전자결합구조의 변화를 실험적으로 최초로 영상화하여 보고하였습니다. 전자구조의 정보를 바탕으로 다이아몬드의 전례가 없는 단단함의 원인을 설명하였습니다. 연구논문이 사이언스 어드밴시스(**Science Advances**)에 2023년 5월 20일 (토) 오전 3시(한국시간, 미국 동부(Eastern time)시간으로 5월 19일 (금) 오후 2시) 온라인 판에 출판되었습니다.

연구성과/ 기대효과	<p>-본 연구는 다이아몬드가 압력을 받을 때 전자구조가 변화는 양상을 최초로 실험적으로 영상화한 실험결과입니다.</p> <p>-이로부터 전례가 없는 다이아몬드의 단단함 (초경도)의 원인을 설명하였습니다.</p> <p>-즉, 겉으로 보이는 단단함에 반하여, 극한적인 압력 환경에서 다이아몬드의 전자결합구조는 매우 유연하게 변합니다. 이러한 다이아몬드의 전자결합구조의 적극적인 유연함이, 다이아몬드만의 단단함의 기원이 됩니다.</p> <p>-본 연구는 다이아몬드를 포함한 다양한 물질들의 단단함과 연약함의 기원을 설명하는 전자단위의 체계를 제시합니다.</p> <p>-행성 과학적인 측면에서는 다량의 탄소로 구성된 외계의 행성들(Super-Earth 과 Exoplanets)의 내부구조 이해에도 도움이 될 것으로 예상합니다.</p>
-----------------------	---

■ 본문

□ 연구의 중요성 및 배경

-다이아몬드는 현재까지 알려진 지구/행성 구성 물질 중 가장 단단한 물질 중 하나입니다.

-물질의 단단함(경도, hardness)을 확인하기 위해 물질이 압력을 받을 때 물질의 외형이 어떻게 바뀌는지를 측정합니다. 잘 변형되지 않는 물질일수록 더 경도가 큼니다.

-이러한 물질의 고유한 단단함은 물질을 구성하는 원자들이 어떻게 결합되어 있는지에 기인하며, 특히, 물질의 전자결합구조(아래 용어설명 참조)를 획득하여

확인할 수 있습니다.

-수백만 기압의 극한 압력 하에서도 다이아몬드 내부의 탄소(C)간 결합길이의 변화는 매우 작으며, 따라서 전혀 없는 정도를 가집니다. 다이아몬드의 이런 초-경도(super-hardness)의 기원을 이해할 수 있는 방법 중 하나는 다이아몬드에 극한의 압력(수백만 기압)을 가한 상태에서 다이아몬드의 전자구조가 극한 압력의 스트레스를 어떻게 극복하는지를 확인하는 것입니다.

-현재까지 수백만 기압(대기압의 수백만 배)의 압력조건에서 다이아몬드의 전자 결합구조가 실험적으로 규명된 바는 없으며, 따라서 초-경도의 원인이 알려져 있지 않습니다.

□ 연구결과 및 해석

-본 연구에서는 서울대학교 지구환경과학부의 연구팀과 미국 아르곤 국립연구소의 연구팀이 공동으로 최대 200만 기압 (즉, 200 Gigapascal, 기가파스칼)하 에서 다이아몬드의 전자결합구조가 압력에 따라 변하는 양상을 실험적으로 최초로 보고하였습니다.

-외부적으로 잘 변하지 않는 단단함에도 불구하고, 극한의 압축 환경하에서 다이아몬드의 전자결합구조는 다른 상대적으로 연약한 물질들과 같이 적극적인 변화 양상을 보였습니다.

-즉, 겉으로 드러나는 단단한 강인함에 반하여, 내부적으로는 부드러우면서도 적극적으로, 또 유연하게 압력에 대응하는 전자결합구조의 변화가 극한 압력 상황에서의 다이아몬드의 초경도의 근원임을 설명하였습니다.

-이러한 연구결과를 바탕으로 다이아몬드의 단단함은 “외강 (겉으로 드러난 단단함) 내유 (극한 압축 환경에서의 전자결합구조의 유연한 대응)”로도 설명할 수 있을

것입니다.

□ 용어설명

전자결합구조: 본 연구에서는 물질의 전자구조를 기술하는 방법 중 하나인 전자 에너지 상태의 밀도(electronic density of state)를 실험적으로 측정하였습니다.

□ 교신저자 소개

성명: 이성근

서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부 교수

박사: 스탠포드대학교 지질환경학과 (부전공: 화학)

석사: 스탠포드대학교 화학공학과

석사: 서울대학교 지질학과

학사: 서울대학교 지질학과 (부전공: 재료공학)

□ 연구비 지원 프로그램

한국연구재단의 지원으로 수행되었습니다.