超高圧固体 He の粉末 X 線回折(III)

Powder x-ray diffraction of solid He under ultrahigh pressure (III)

竹村　謙一[1)]　綿貫　徹[2)]　町田　晃彦[2)]　川名　大地[2)]

TAKEMURA Kenichi　WATANUKI Tetsu　MACHIDA Akihiko　KAWANA Daichi

[1)]物質・材料研究機構　[2)]原子力機構

固体 He の超高圧粉末 X 線回折実験を行うことを目標に、改良 DAC を用いて室温 147 GPa まで実験を行った。しかし加圧過程で He が流失し、満足な回折データは得られなかった。

キーワード：超高圧 X 線回折、希ガス固体

１．目的

He は室温で圧縮すると約 12 GPa で固化して hcp 構造の結晶となる。固体 He は典型的なファンデアワールス結晶であり、その状態方程式を超高圧力領域まで決定することは基礎科学的にたいへん重要である。われわれは、平成 20 年度前期および後期施設共用利用課題「超高圧固体 He の粉末 X 線回折(I)(II)」で固体 He の粉末 X 線回折実験を 150 GPa まで行った。固体 He は高圧下において比較的大きな単結晶の集まりとなる。このため、試料を揺動させて回折条件を満たす結晶の数をふやすことが必要となる。しかし、現在使用しているダイヤモンドアンビルセル（ DAC ）の揺動範囲が限られているために、観測できたのは(100)反射のみであった。今回は改良型 DAC を使って揺動範囲をふやし、他の反射も観測することを目的として固体 He の粉末 X 線回折実験を行う。

２．方法

現在の DAC は X 線入射側の開口角が全体で 17 度しかないため、揺動範囲は±5 度が限度であった。これを 2 倍の±10 度にふやすために、全長の短い改良型 DAC を設計・製作する。この DAC に物材機構所有の高圧ガス充填装置を用いて He を封入する。DAC をビームライン BL22XU に持ち込み、高圧粉末 X 線回折実験を行って固体 He の回折パターンを採取する。圧力はルビー蛍光法および Au を用いた X 線標準試料法により決定する。回折パターンを解析して格子定数を求め、得られた圧縮曲線を状態方程式に当てはめて体積弾性率とその圧力微分を得る。

３．研究成果

平成 21 年 7 月 17 日〜7 月 21 日の期間、BL22XU において実験を行った。改良型 DAC は設計通り十分広い範囲で揺動できたが、加圧過程でガスケットが流れ、大部分のヘリウムが試料室から流出してしまった。小さくはなったものの試料室は残っていたので、147 GPa まで測定を続けたが、結果的に十分な強度の回折データを得ることはできずに実験を終了した。

４．結論・考察

今回は加圧の失敗で実験を完遂できなかった。失敗の原因はガスケットに使用しているレニウムの材質によるところが大きい。次回はレニウムの材質改善を行って再度高圧実験を行いたい。

５．引用(参照)文献等

P. Loubeyre *et al*., Phys. Rev. Lett. **71**, 2272 (1993).
″Equation of state and phase diagram of solid ^{4}He from single-crystal X-ray diffraction over a large *P*-*T* domain″.