

世界初のスーパーダイヤモンド

First Creation of Super-Diamond with High Power Lasers

Objective

パワーレーザーを物質に集光すると、比較的容易に1000万気圧以上の超々高圧を発生させることができる。近年の圧縮技術の進歩により、固体状態で1000万気圧以上が可能になりつつある。このような超高压の状態では、19世紀末に提案され20世紀未だに実現されていない固体金属水素をはじめ良導体である金属炭素やダイヤモンドより硬いといわれているスーパーダイヤモンドなどこれまで地上に存在しなかった固体物質が眠っている。

Extremely high pressures of more than TPa is easily obtained by focusing high power laser on matters. Recent progress of compression technique with high power lasers is realizing solid states at pressures of more than TPa. Under such high pressures, we expect creation of novel materials, which has never existed on the earth, e.g. monatomic solid metallic hydrogen, which has been proposed at the end of 19century and not yet realized in 20C; metallic carbon which would be a well conductor; super-diamond (BC8 structures), which would be much harder than diamond.

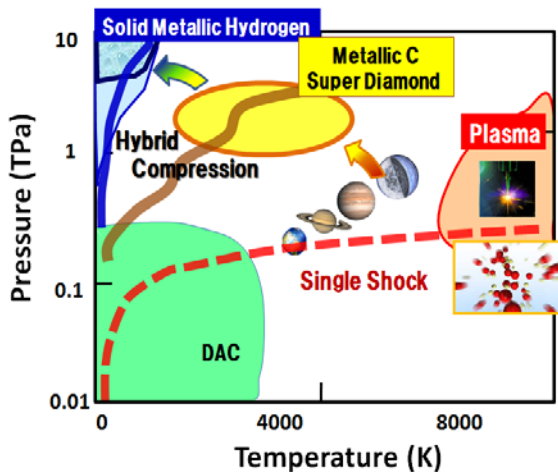


Fig. 1: Phase diagram of materials at pressures of more than 10GPa and temperatures of less than 1eV. A Hugoniot curve under a strong single shock wave is given by a red dotted line and an accessible region with a static compression is shown as a green area. Novel materials will be realized with a hybrid compression scheme using high power lasers.

Achievement

- パワーレーザーによる従来の単純な衝撃波圧縮法だと1000万気圧以上でのダイヤモンドは液体金属もしくはプラズマ状態になる。
- 超高压での圧力インピーダンスを考慮した新しいターゲット構造によりターゲット内の圧力・温度制御を行い、世界で初めて1000万気圧で固体状態の炭素であるスーパーダイヤモンドを生成することに成功した。
- スーパーダイヤモンドの物性探索と共に非平衡過程を利用してこの状態を大気圧に取り出すことが試みられている。

- States of diamond change to the liquid metal or plasma at pressures of more than TPa under shock compression with high power lasers.
- We have demonstrated control of temperatures and pressures in diamond at TPa regime with a novel target structure taking account of impedance matching, resulting in the first creation of super diamond. (Fig. 2)
- We are making investigation of the super diamond as well as seeking a solution of existing of it at ambient pressures with a non-equilibrium compression technique.

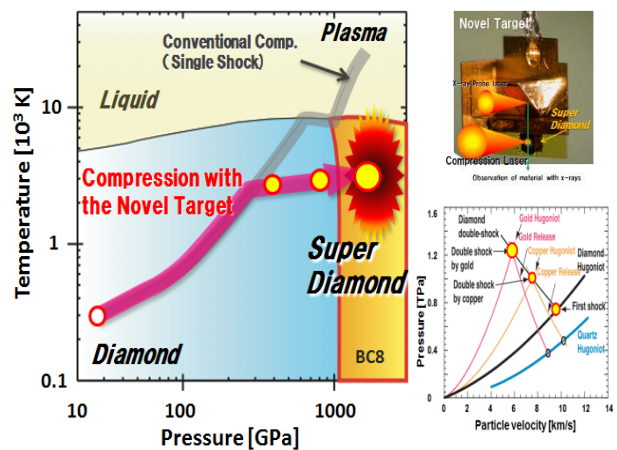


Fig. 2: Phase diagram of diamond at pressures of 10GPa to TPa. Gray line: a single shockwave; Red line: compression with the novel target as shown in the top of the right hand taking account of impedance matching as shown in the bottom of the right.

Reference

- 1) 兒玉了祐:「高エネルギー密度科学の新展開」パリティ 26, 19 (2011)
- 2) 尾崎典雅 他:「パワーレーザーで拓く超高压と物質の世界」プラズマ・核融合学会誌 86, 604 (2010).