

L-52

UV アシスト PLD 法による超伝導材料 (SrLaF)FeAs の成膜とアブレーションプラムの評価 Synthesis of superconductivity materials (SrLaF)FeAS thin films by UV-assisted-Pulsed Laser Deposition and measurement of ablationplumes Emission spectra

○鎌田尚馬¹, 胡桃聡², 鈴木薫², 高野良紀³Shoma Kamada¹, Satoshi Kurumi², Kaoru Suzuki² and Yoshiki Takano²

Abstract: We tried to deposit (SrLaF)FeAs thin-films which characteristics were a part of iron based superconductivity materials and 26.3 K transition temperature (T_c). In order to obtain high quality (SrLaF)FeAs thin-films, and grow them under the low temperature, preparing method was used UV-assisted-Pulse Laser Deposition (UV-PLD) on MgO substrate, because this method could activated atoms molecules and ions in ablationplumes. Emission spectra of ablationplumes showed thin-films which irradiated UV light were higher intensity than non irradiation thin-films. X-ray-diffraction measurement result showed (SrLaF)FeAs phase were appeared by UV-assist.

1. はじめに

(SrLaF)FeAs は超伝導温度 $T_c=26.3(K)$ ^[1]を所持する Fe 系超伝導材料の一種であり, 各種デバイス化にむけた薄膜作製技術確立と高温超伝導の研究が盛んに行われている^{[2]-[4]}。2006 年には LaFePO^[2]が 転移温度 $T_c=4K$ を持つことが発見されている。1980 年代までは銅系超伝導の研究が盛んであったが, 銅系超伝導は転移温度の上昇が見込まれなくなり近年は鉄系超伝導が主流である。超伝導デバイスは電気抵抗率 $\rho=0$ であり電力消費量が抑えられる点と, 従来の半導体デバイスより動作速度が速い。しかし, 一般的な薄膜作製技術は高価な基板と高純度・高密度なターゲットが必要で, 安易には作製できないのが現状である^{[5][6]}。そこで従来の PLD 法に UVLED による光アシストを加えた UV アシスト PLD 法による成膜を試みた。UV アシスト PLD 法は, レーザをターゲットバルクに照射した時に放出されるアブレーションプラムに向けて成膜したい基板の裏面から UVLED により紫外光を照射して成膜する方法で, 特徴としてアブレーションプラム中の原子やイオンを活性化させて成膜出来る点である。本稿は UV アシスト PLD 法による (SrLaF)FeAs の成膜した薄膜の結晶性の検証と, 本研究における PLD 法の基板と基礎の確立としてレーザの波長と膜質の依存性について検証する。

2. 実験方法

十分排気したチャンバ内に Ar ガスを流入して 20^2Pa に雰囲気圧を設定する。図 1 は実験概略図である。レーザターゲットは固相反応法により作製した超伝導特

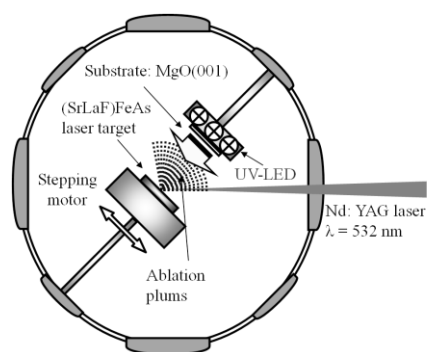


図 1 PLD 法実験概略図

性を有する (SrLaF)FeAs バルク ($5 \times 5 \times 10mm$) を設置した。最初に, PLD 法のレーザ依存性の確認から外部より Nd:YAG レーザを波長を変化させてそれぞれレーザターゲットに照射する(波長: 355nm, レーザエネルギー 180mJ, 波長: 532nm, レーザエネルギー 300mJ, 波長: 1064nm, レーザエネルギー 300mJ)。照射された際に放出されるアブレーションプラムはレーザターゲットに 20mm の距離に対向して取り付けられた $10 \times 10 \times 0.5mm$ の MgO 基板(001)面に成膜を行う。その結果を XRD (X 線回折分析) を用いて結晶性の検証を行った。次に, UV アシスト PLD 法により成膜を行った。レーザ光源の波長は 355nm を使用し成膜と同時に MgO 基板の裏側に設置した UVLED (波長 390nm) から照射される紫外光をアブレーションプラムに浴びさせる方法である。レーザターゲットと MgO 基板間距離を 15, 20, 25mm と変化させ UV アシスト PLD 法の基板間距離の依存性を検証した。UV アシスト PLD 法のアブレーションプラムの発光スペクトルは分光器により測定

した。薄膜の結晶性は XRD を用いて測定した。作製した薄膜はアモルファス状態のため 10^{-2} Pa に排気された石英管中に封入し、 1000°C で 20 時間焼成処理を施した。

3. 実験結果

図2は通常の PLD 法のレーザで作製した薄膜波長依存性である。1064nm の時は Simulation 通りのピークが見られず As のピークが強く、532nm の時は Simulation 通りのピークはあるが As のピークが大きく全体的に不純物が多く、355nm では Simulation 通りのピークがあり不純物も少ない。この結果、UV アシスト PLD 法には 355nm のレーザを用いた。図3は UV アシスト PLD 法の基板間距離の依存性である。基板間距離 25mm の時は Simulation 通りのピークが全く見られず、20mm の時は Simulation 通りのピークがあり全体的に不純物が少なく、15mm の時は Simulation 通りのピークがありどのピークも強く出ているが As のピークが大きく全体的に不純物が多い。この結果から基板間距離には 20mm を用いることにした。図4は UVLED の強度を変化させ測定を行ったもので、LED1W つまり一番 LED が発光している時は Simulation のピークが LED を発光させてない時と比べると大きく出ている。

図5は UV アシスト PLD 法のアブレーションプラムの発光スペクトルである。左側の図中の2の意味は測

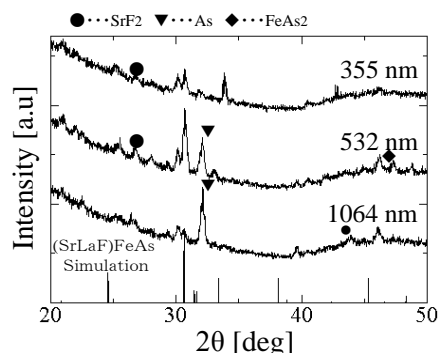


図2 PLD 法レーザ波長依存性

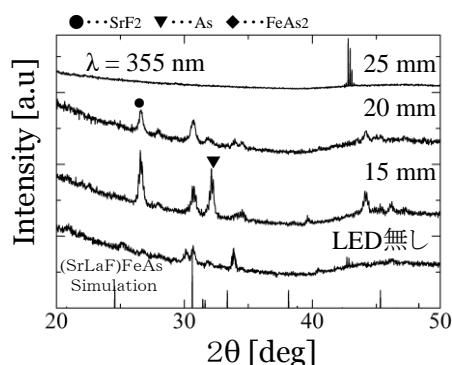


図3 UV アシスト PLD 法基板間距離依存性

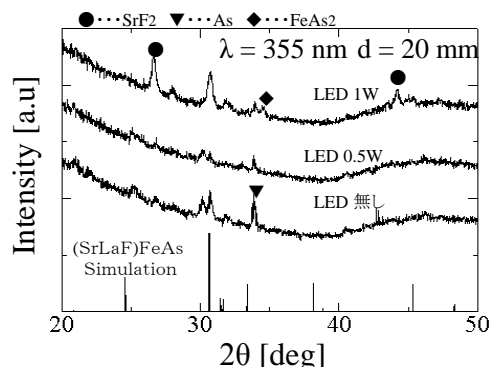


図4 UV アシスト PLD 法 LED 強度依存性

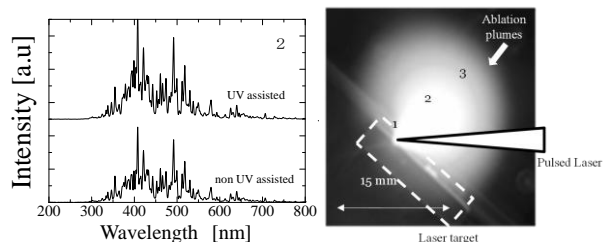


図5 アブレーションプラムの発光スペクトル

定箇所を示しており、右側の図中の2の場所でアブレーションプラムの発光スペクトル測定している。UV アシストした時は UV アシストしていない時と比べて 400nm 付近の発光が大きいとわかる。よって、UV アシスト PLD 法はアブレーションプラムに変化を与えている事がわかる。

4. まとめ

UV アシスト PLD 法により超伝導材料(SrLaF)FeAs の成膜とアブレーションプラムの評価を行った。その結果、紫外線をアブレーションプラムに照射することで発光スペクトルに変化が見られ結晶性の改善をすることが出来た。また、様々なレーザの波長を用いて PLD 法を行い発光スペクトルを測定することにより本研究の基盤と基礎が確立できた。今後は成膜した基板の電気抵抗率と温度の特性を調べる。

参考文献

- [1]R. Suganuma, X. Jin, T. Watanabe, K. Takase, and Y. Takano: J. Phys.: Conf. Ser. **200** 012193 (2010).
- [2]Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano, and H. Hosono: J. Am. Chem. Soc. **130**, 3296 (2008).
- [3]S. Lee, J. Jiang, Y. Zhang, C. W. Bark, J. D. Weiss, C.zTarantini, C. T. Nelson, H. W. Jang, C. M. Folkman, S. H. Baek, A. Polyanskii, D. Abraimov, A. Yamamoto, J. W. Park, X. Q. Pan, E. E. Hellstrom, D. C. Larbalestier, and C. B. Eom: Nature Materials **9**, 397 (2010).
- [4]H. Hiramatsu, T. Katase, T. Kamiya, M. Hirano, and H. Hosono: Appl. Phys. Express **1**, 101702 (2008).
- [5]H. Hiramatsu, T. Katase, T. Kamiya, M. Hirano, and H. Hosono: Appl. Phys. Lett. **93**, 162504 (2008).
- [6]K. Takayama, S. Soma, T. Inoue, H. Kakinuma, and K. Suzuki: Appl. Phys. A in print.