

フッ化物薄膜を用いた真空紫外光源

Vacuum ultraviolet field emission lamp using fluoride thin film

ユーザー氏名: 小野 晋吾^a、福田 健太郎^b、須山 敏尚^b、柳田 健之^c、吉川 彰^d (^a名工大、^b樹トクヤマ、^c九工大、^d東北大)
S. Ono^a, K. Fukuda^b, T. Suyama^b, T. Yanagida^c, A. Yoshikawa^d (^aNI Tech, ^bTokuyama Corp., ^cKyutech, ^dTohoku Univ.)

実施機関担当者: 種村 真幸 (名工大) M. Tanemura (NI Tech)

▶ Key words

vacuum ultraviolet, field emission lamp, fluoride

概要 / Overview

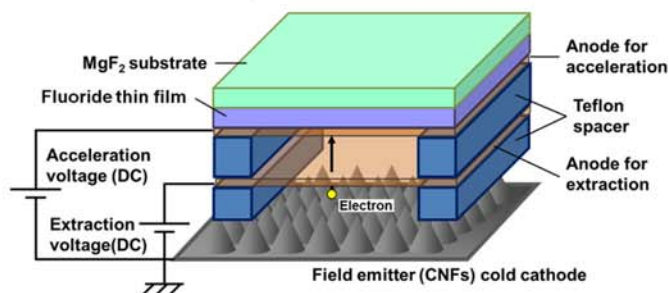
真空紫外領域で動作するフィールドエミッションランプを開発した。KMgF₃またはNd³⁺:LuF₃薄膜を蛍光体として用いたこれらの光源は、固体蛍光体を用いる光源の中で世界最短波長で動作するとともに、従来のガスランプに対して、高い安定性や長寿命化が見込まれる。また、冷陰極であるカーボンナノファイバーを電子源として用いることにより、消費電力や発熱を抑えることができ、紫外線照射対象に熱ダメージを与えにくい。このような光源は、水銀ランプのように環境汚染を引き起こす物質を用いていないことから、殺菌や表面処理など幅広い分野への利用が期待できる。

We demonstrated a field emission lamp by employing KMgF₃ and Nd³⁺:LuF₃ thin films as solid state vacuum ultraviolet (VUV) phosphor. The lamp using KMgF₃ was operated at wavelengths 140–220 nm, which is the shortest wavelength reported for solid-state phosphor lamps. In addition, a solid-state phosphor brings many advantages, such as stability, safety, and longevity compared with gas-state phosphor. Such VUV light is a powerful tool for sensing, material processing, and decomposition of chemical materials.

真空紫外フィールドエミッションランプ

The vacuum ultraviolet field emission lamp

- フッ化物薄膜を蛍光体とし、電界放出型電子源として用いるカーボンナノファイバー(CNFs)と組み合わせることでフィールドエミッションランプ(FEL)を作製した。CNFs作製には、グラファイト基板にAr⁺イオンビームを照射する簡単な手法を用いており、室温で作製可能である。
- The field emission lamp was constructed by stacking CNFs, two mesh electrodes, and the KMgF₃ thin film on an aluminum sheet. The CNFs were grown on a glassy carbon substrate by bombardment with Ar⁺ ions at room temperature.

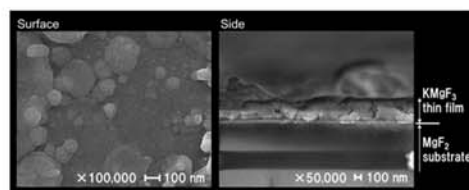


カーボンナノファイバーを電子線源とし、フッ化物薄膜を蛍光体として用いたフィールドエミッションランプ

The VUV field emission lamp composed of a CNF field emitter, a fluoride thin film and two copper mesh electrodes.

パルスレーザー堆積法によるフッ化物薄膜作製

The fluoride thin films prepared by pulsed laser deposition

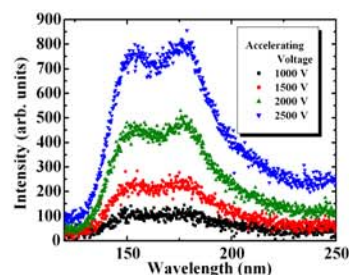


パルスレーザー堆積法で作製したKMgF₃薄膜
Surface and cross section of KMgF₃ thin film prepared by PLD.

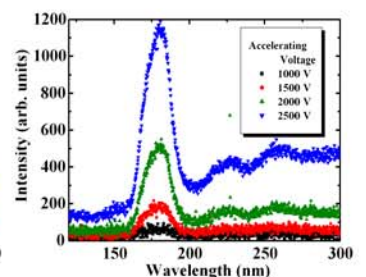
深紫外から真空紫外に及ぶ発光スペクトル

VUV and DUV output spectra from the field emission lamp

- 我々の開発したフィールドエミッションランプは、深紫外から真空紫外領域に及ぶ短波長紫外光を発する。光の中でも極めて高い光子エネルギーを有するこのような紫外線は、化学結合を直接切断できることから、計測、環境、医療など多岐にわたる応用が期待できる。
- The operating area of our field emission lamp reached to VUV region. The high photon energy of VUV light enables cutting of the specific chemical bond. Therefore, it can be applied to a wide range of application such as surface treatment, sensing and sterilization.



KMgF₃薄膜を蛍光体としたFELからの発光スペクトル
Output spectra from the field emission lamp using KMgF₃ thin film



Nd³⁺:LuF₃薄膜を蛍光体としたFELからの発光スペクトル
Output spectra from the field emission lamp using Nd³⁺:LuF₃ thin film

- 現在様々な分野で用いられている酸化物や窒化物よりも大きなバンドギャップを有する材料が数多く存在するフッ化物は、真空紫外領域でのデバイス開発におけるキーマテリアルである。我々は材料ターゲットと作製された薄膜の組成ずれが少ないパルスレーザー堆積法を用いることで、フッ素などの有毒なアシストガスを用いることなく、フッ素欠陥の少ない蛍光体として十分な品質の薄膜を作製することに成功した。この薄膜の電子線励起発光効率率は単結晶のそれと同等である。
- Even when using ZnO, AlN and BN, which have been extensively studied as UV phosphors, the operating wavelength has not been extended to the VUV region. Fluoride is a promising VUV phosphor candidate. The high quality fluoride thin film was prepared by pulsed laser deposition without any assist gas, and its fluorescence performance was nearly equal to that of a single crystal.

▶ Contact

氏名: 小野 晋吾、種村 真幸(名古屋工業大学)