

# Application Note

## High Density Radical Source <HDRS>

### 特長 1: 従来よりも高密度の N ラジカルが GaN の高速成長を可能にします

名古屋大学ではラジカル密度を正確に計測できるラジカルモニタを開発し、そのラジカルモニタを使用して、ラジカル密度、成膜速度、及び窒素流量の相関を確認しました。従来よりも高密度の窒素ラジカルを MBE に供給する事で、成長速度は  $2.5\mu\text{m}/\text{h}$  を達成しています。

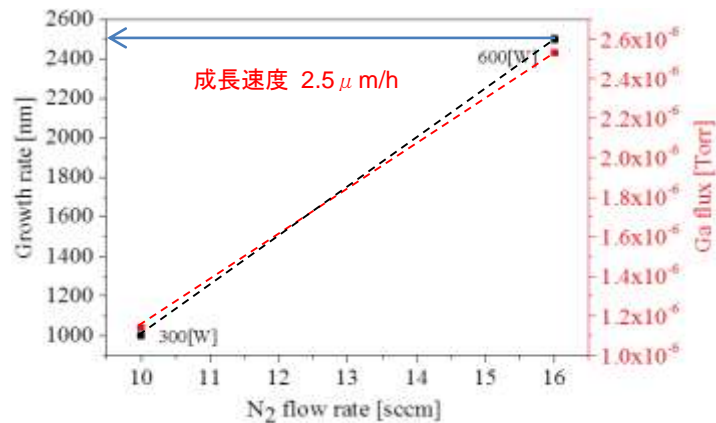


Fig.1 成長速度

Fig.1 [Y. Kawai et al., ISPlasma2013 \(Nagoya Univ., - March\) Tup-B06OB.](#)

### 特長 2: 高速成長下でも、高品質な結晶成長を実現します

高密度ラジカル源は窒素流量を増やす為、MBE に使用するとチャンバーの真空度を維持出来なくなり、MBE 法の特徴である高品質な膜質を維持できなくなる事が指摘されます。私達は独自のラジカル源の設計により、高速成長下においても、高品質結晶を維持していることを確認しています

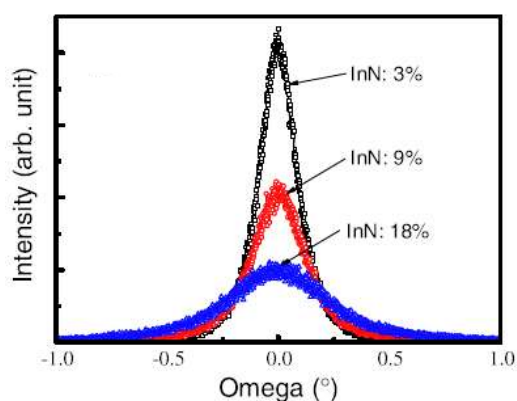


Fig.2 従来ラジカル源 (Conventional Radical Source, CRS) で成膜した InGaN 層の X-ray diffraction (XRD)

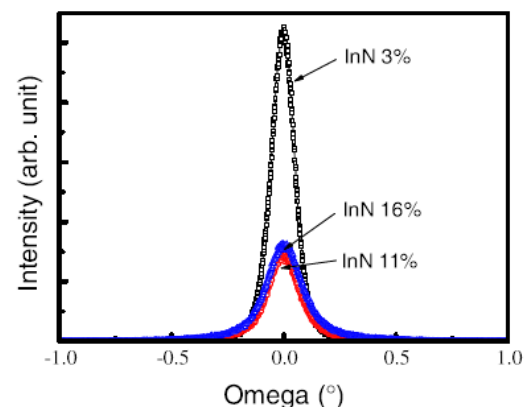


Fig.3 HDRS で成膜した InGaN 層の XRD

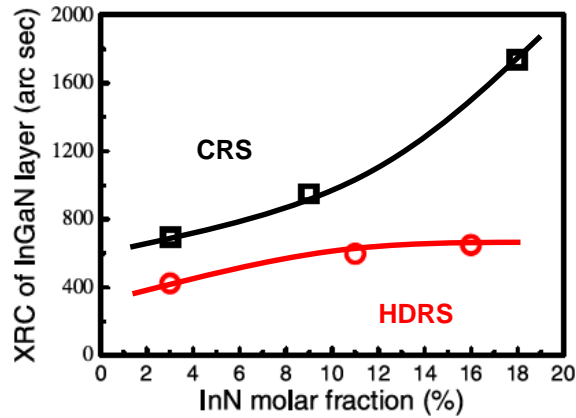


Fig.4 InN のモル分率による X-ray rocking curve (XRC) FWHM の推移

Fig.2, 3, 4 [S. Chen et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 \(2013\) 021001.](#) © 2013 The Japan Society of Applied Physics

上記のデータより、従来のラジカル源で成膜した場合は、InN の成長に伴い FWHM が広がってしまい、膜質の劣化が見られます。しかし、私たちの高密度ラジカル源(HDRS)ですと、FWHM は一定の値に収束していく結果を得ています。

### 特長 3: 瞬時にプラズマが安定するので、ラジカルの供給/停止を瞬時に制御できます

瞬時にプラズマが安定すると、結晶欠陥発生を防止できる原子層成長: MEE (Migration Enhanced Epitaxy) が採用可能となります ([Y. Horikoshi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 25 \(1986\) L868.](#))。

通常の MBE においては、下記図に示すように III 属元素 (Ga) 及び V 属元素 (N) を同時に供給します。この際、結晶表面においては、層状 (レイヤー) 成長メカニズムの他に島状 (アイランド) 成長メカニズムが発生し、層間における結晶性不整合が発生する事が考えられます。このために、III 属元素と V 属元素を交互に供給して結晶成長過程を制御して、結晶成長層間の不整合の発生を防ぎ、整合性のとれた欠陥発生を防止する MEE 法が提案されています。この方法を実現するためには、III、V 属の原料原子線を交互に供給できる機構の実現が待たれていました。

今回開発のラジカル源では RF 電源の ON/OFF にて V 属元素の原子線を制御出来るために、従来から原子層制御された結晶成長として切望されていた MEE 法の実現が、現実味を帯びてきました。

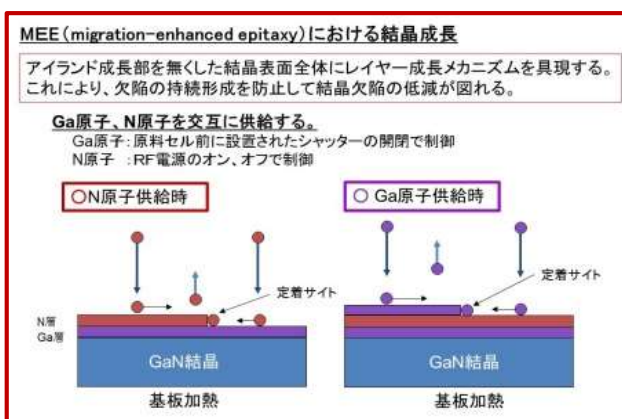


Fig.5 MEE による結晶成長メカニズム

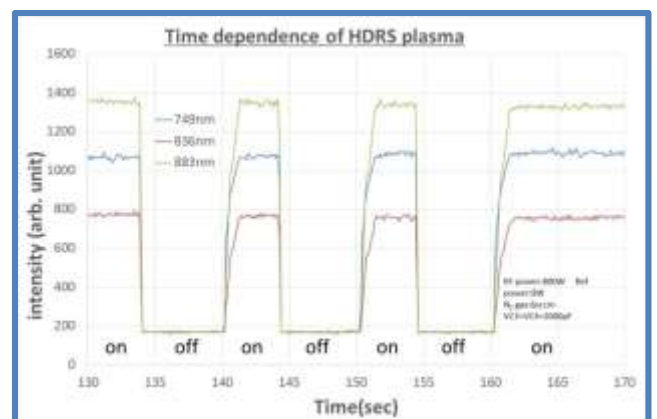
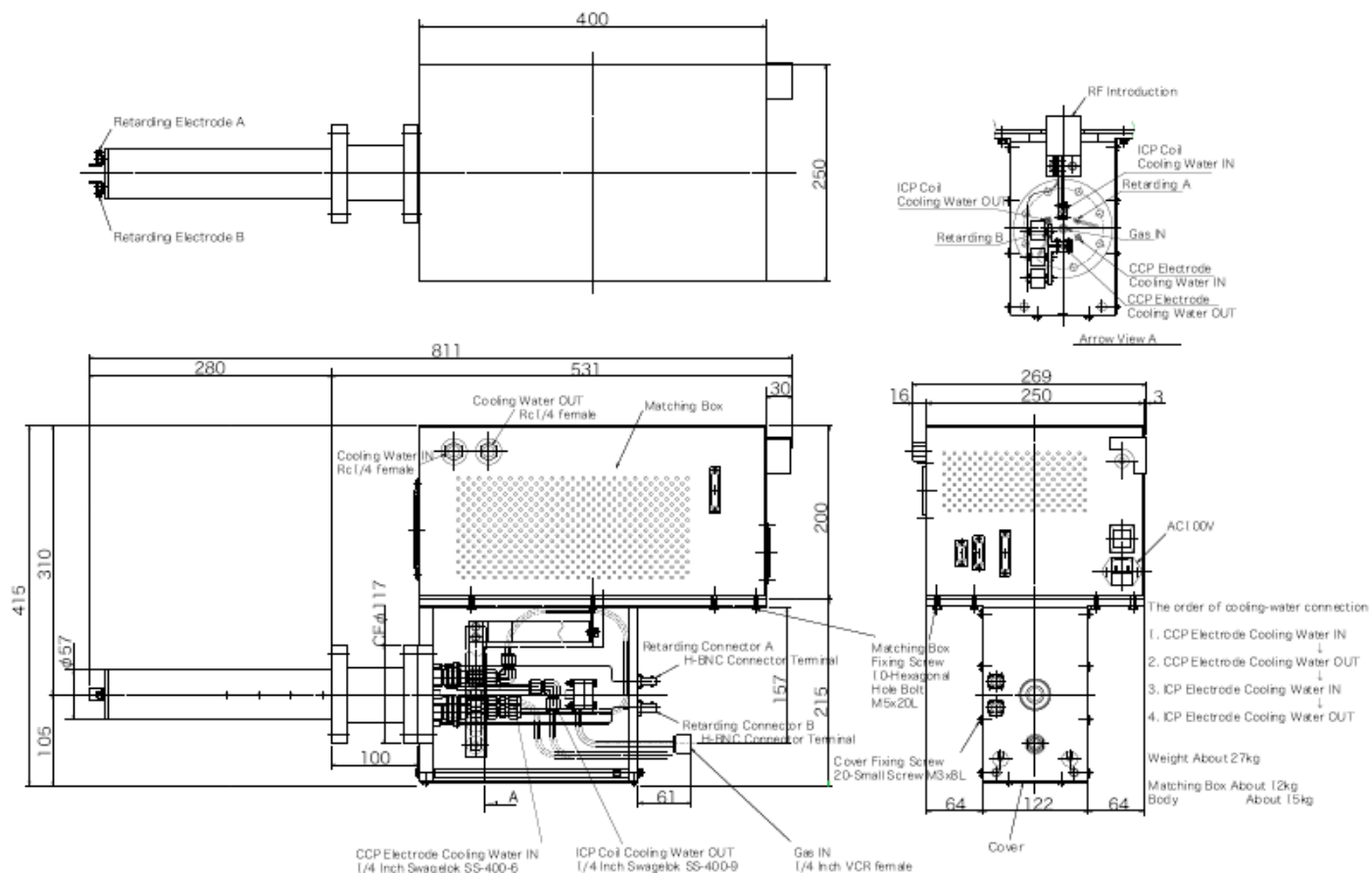


Fig.6 HDRS プラズマの時間依存性

## 参考図面



### 研究・開発

名古屋大学  
電子情報システム専攻  
堀 勝 研究室

NU エコ・エンジニアリング株式会社  
株式会社片桐エンジニアリング

### 製造元

NU システム株式会社  
〒465-0005  
愛知県名古屋市名東区香流 1-415

Tel: 052-771-4441  
<http://www.nu-system.co.jp/>



\* 仕様、その他記載内容は予告なしに変更する場合がございますので、あらかじめご了承ください。