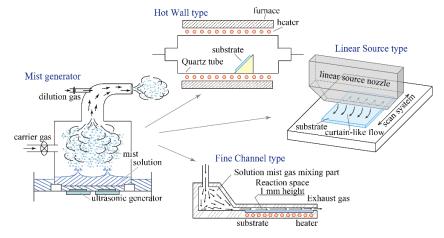
	【研究テーマ名】	
[4]	■「ミスト CVD」という新しい薄膜製造技術	
	環境に優しい Green Material を用いた半導体、薄膜材料	
研究者情報		
研究領域・分野	電気・電子	
研究者名	藤田静雄 教授	
大学名/所属	京都大学/工学研究科·電子工学	
講 座 名	高機能材料工学(先端電子材料)	
研究室 URL	https://www.s-ee.t.kyoto-u.ac.jp/ja/information/laboratory/aem	
研究開発情報 【研究シーズ内容】		
	■EX CVD*	
	■低コスト、低環境負荷な薄膜製造	
	■酸化ガリウム (Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	
	■ワイドギャップ半導体**	
	■パワーデバイス、センサー、セラミクス	
	■金属膜、有機膜、薄膜コーティング	
キーワード		
	*) 原料溶液を噴霧し、キャリアガスで成膜部に運び酸化物を生成する方法で藤田教	
	授が開発した薄膜製造技術	
	**) 半導体の材料物性を決める最も基本的なパラメーターである「バンドギャップ」が大	
	きな半導体の総称。代表的なものとしてシリコンカーバイド(SiC)、窒化ガリウム(GaN)な	
	どがある。電子デバイスに応用する場合、高耐圧、低損失などのパワーデバイスに適した	
	特性を示す。	
研究項目	1. Green Material (毒性がなく、レアメタルでなく環境に優しい)を用いた半導体、薄膜	
/開発ポイント	材料およびその製造技術の研究開発と応用研究	
/ NJC# 121	2. ミスト CVD による薄膜製造技術の産業化を目指した応用研究	
	1. 酸化ガリウム(Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )のようなワイドギャップ半導体の研究	
	1) オン抵抗の低減と逆耐圧の増加で低損失の電力変換デバイスへの応用	
	2) 短波長での発光・受光機能の実現	
研究概要	サファイア基板上にミスト CVD 法で成膜することにより低コストで、大面積、高品質	
	のデバイス作製が可能になる。大学発スタートアップである(株)FLOSFIA(京都	
	市、人羅俊実 社長)により応用研究、事業化が進められている。	

2. ミスト CVD の研究:

本研究グループにより開発された薄膜生成技術である。原料溶液を超音波で噴霧 し、キャリアガスで成膜部 (Reactor)に運び熱分解により酸化物を生成する方法であり 環境負荷が少なく、大気圧下での製造が可能な薄膜作成技術。真空状態にする必要 がなく、また複雑な装置が不要なため低コスト化が期待できる。



ミスト CVD 法の装置例:川原村 敏幸, 京都大学博士論文 2008.3

ミスト CVD 法の主たる特徴は、

- 1. 非真空プロセス
- 2. 簡易な装置(特殊部品が不要)で製造できる
- 3. 設備コスト、運用コストが低い
- ミストをガスのように制御することが可能

酸化ガリウムのような酸化物の成膜においては、従来の半導体の結晶成長では極力 避けるべき酸素、水を積極的に利用するため半導体酸化膜ならではの膜作成技術であ る。これにより装置、設備は簡単になり製造コスト、エネルギーが大幅に小さくて済む。

## 課題

1. 膜厚再現性(原料流と雰囲気温度の制御による均一な膜厚制御が必要) 成膜材料によっても膜厚分布は異なるが、材料流量、雰囲気温度、成膜装置 (ミスト生成部、リアクター等) の最適化が必要になる。

2. 不純物の低減化

1. 光機能、電気・磁気機能、熱機能、機械機能、化学的機能など様々な機能を備 えた薄膜が存在し、その薄膜を低コスト、比較的簡易な装置と環境下で製造できる ミスト CVD の応用可能な分野は極めて広い。(下記の表)

## 応 用 分 野 /インパクト

林魁 透明導電膜 ZnO, ITO, SnO<sub>2</sub> Cu<sub>2</sub>O, ZnO, CuAlO<sub>2</sub> 半導体 絕級獎 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO 超伝導膜 YBCO 圧電体 磁性体 TiO<sub>2</sub> 光触媒 反射防止膜 MgO, CeO2, ZrO2 表面処理膜 Cr2O3, Y2O3

応用例 タッチパネル、ディスプレイ、太陽電池 薄膜トランジスタ、センサ、バリスタ 電子デバイス、コンデンサ 超伝導デバイス、線材 STO, PZT, BST, ZnO SAWフィルター、センサ (Ni,Zn)Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 記録テバイス、スピン制御デバイス エネルギー源、空気清浄、表面保護 光部品、メガネ、紫外線防止ガラス 表面保護

ミスト CVD の活用用途例:川原村 敏幸, 京都大学博士論文 2008.3

	2. 特に、本研究グループが研究している酸化ガリウム(Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )に関しては、下記の
	ような多方面の応用がある。
	1) スイッチング(電力変換)デバイス: 民生機器の AC アダプターなどの商用
	電源、ロボット駆動回路、白物家電(エアコン、冷蔵庫他)などのパワーエ
	レクトロニクス分野において要求される高耐圧、低損失の電力変換デバイス
	への応用が期待されている。この分野では、既存のシリコン(Si)に代わり電
	カロスの少ないシリコンカーバイド(SiC), 窒化ガリウム(GaN)などのデ
	バイスが活発に研究開発されているが、さらに高耐圧が要求される応用領域
	では製造コスト面でも有利な $Ga_2O_3$ デバイスが期待されている。
	2) 高温動作デバイス:電気自動車(EV)インバーター・制御回路やソーラー発
	電周辺デバイスなど
	3) 無線通信、高周波プラズマ電源:携帯通信基地局(高出力送信機向け
	トランジスター等)、高周波 RF 電源(マグネトロンからの置き換え)等
	4) 耐環境デバイス:宇宙地下資源探索など
	1. ミストCVDに関しては、この技術をベースに2011年に創設された(株)FLOSFIA
	を通じてパワーデバイスの開発、商品化が進められている。
産学公連携の取組み	2. ZnO 電極の製造工程へのミスト CVD 導入(産業システムメーカとの共同研究)
	3. Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 基板の事業化に向けた共同研究(電子部品メーカーとの共同研究)
	その他、個別企業との産学連携取り組み等多数。
	京都産学公連携機構主催の第2回 産学公連携機構コーディネータ研鑽交流会で
	の招待講演として京都大学 藤田静雄教授よりミスト CVD を中心にその研究内容と実
	用化についてご講演頂いた。 (2019.1.30 開催)
	URL:https://sangakukou.kyoto.jp/projects/coordinator-
その他	networking/h30-2/
	(株) FLOSFIA (京都市 人羅敏実社長) は本研究シーズから生まれたミスト
	CVD 技術をベースに電子デバイスへの実用化を進める京都大学発のベンチャー企業で
	パワーエレクトロニクス業界から大きな注目を集めている。
	FLOSFIA URL : http://flosfia.com/
産業化・実用化に向けた情報 【産業化・実用化に必要な技術・ノウハウなど】	
■ EX L CVD	
	■薄膜製造技術
キーワード	■酸化がリウム、ワイドギャップ半導体
	■有機・無機膜、セラミクス、磁性膜、超伝導等
	■パワーデバイス、ディスプレイ、センサー、フィルター、太陽電池等の各種電子部品
	■大学発スタートアップ
事業化目標	1. 現在、産業界で注目され、また世界レベルで研究開発が進んでいるパワーデバイス
	が最初の参入産業分野になると思われる。ACアダプター、電気自動車関連向けに
	高効率、低損失で低コストの酸化ガリウム(Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )デバイスの商品化が精力的に
	行われている。

2. 半導体以外にも、金属、有機膜、セラミクスなどミストCVDで製造可能な薄膜は多 く、多様な用途が考えられる。ミストCVD法の導入により、薄膜デバイスの特性を生 かした実用化が進み、技術の汎用化にともなう低コスト化により市場拡大が進むと 思われる。 既存成膜製造法と比較して性能面、信頼性、コスト等で大きなアドバンテージをもつ 事業化ポイント 応用分野、デバイス、部品への技術導入とそれによる商品化、事業化。 薄膜製造技術、プロセス技術 必要な技術・ノウハウ等 薄膜デバイス技術(各材料分野) (企業に求める CVD 製造装置 技術・ノウハウ等) 成膜、コーティング事業 ITC 社会の進化にともない、技術の高度化は継続的に要求されていく。5G など情報 通信料量の飛躍的な拡大(ビッグデータ)、多数接続(IoT)、低遅延(リアルタイム 性)が加速度的に進んでいるが、それに伴う消費電力の増大は大きな課題となってクロ ーズアップしている。酸化ガリウム(Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)は現在パワエレ分野で脚光を浴びている SiC や GaN と比較して、更なる高耐圧化、低損失化が可能なデバイスである。また、この材 料はシリコンと同様に溶かした材料を固める製法で大きな結晶が得られるためコスト、品 質面でも有利である。各種民生用電気機器の AC 電源をはじめとして電動自動車、ロ ボットなどへの産業応用を積極的に推進する新規デバイス、部品事業等の取り組みを期 待したい。 酸化ガリウムのようなパワエレ向け半導体にとどまらず、メガネやカメラのレンズに使われ 企業へのメッセージ る反射防止膜、菓子袋やペットボトルに使用される防止膜、照明の反射膜、タッチパネル の透明電極、汚れ防止の防汚膜などすでに身の回りで使われている薄膜は数多くあり、 これらは酸化物薄膜で作製されているものが多く、本技術の産業展開の可能性は高い。 2019.1 に (株) FLOSFIA よりプレスリリースされたセラミクス部品 (サーミスター) の開発成功例は、通常「焼結法」により1000℃を超える高温処理で作製されるセラミク スを 300℃~800℃で「成膜」させるという画期的なものでデバイス特性の向上に加え て、従来の半導体デバイス、電子デバイスにセラミクスをインテグレーションできる可能性を 示した興味深い研究成果である。新たなデバイス、部品開発への糸口になるかも知れな い。 日本が先導してきたこの分野の技術を競争力のある産業に育成したい。 2017.6.7 日刊工業新聞にて報 道されました。 「次世代パワー半導体材料、酸化ガ リウム急浮上一京大発 VB が SBD 他 開発し 【新エネルギー・産業技術総合開発機構理事長賞】

4

株式会社 FLOSFIA (フロスフィア) 日刊工業新聞 2019.11.12 より