

本書「セラミックヒストリー 100 選・セラミックコーティング」では、1980 年前半から現在に至るまでのセラミックス誌掲載記事のうち、セラミックコーティングに関する重要な基盤技術とその応用、更には次世代の新しいコーティング技術に関して 100 件をまとめたものである。コーティング技術は応用範囲が広いと、紙面の関係上すべての研究を掲載できなかったが、概ねそれぞれの研究分野の潮流や技術の進歩が読みとることができる。

セラミックコーティング技術は、材料・部材・デバイスに応じて数十ナノから数十マイクロンと幅広い膜厚、或いは、緻密性、多孔性などの構造制御に対応可能な技術が必要であるが、2000 年前後では、厚膜プロセスとして、イオンプレーティングなどの物理蒸着法 (PVD)、化学気相法 (CVD)、溶射法による工具や遮熱コーティングが主流であった。その後、電子ビーム PVD (EB-PVD) 法による各種遮熱コーティングの研究が進められている。2010 年以降、膜厚範囲では、従来薄膜技術と厚膜技術の中間領域への要望、耐熱性のない金属基材や樹脂基材への高密着なコーティングという点でプロセス温度の低温化が重要な課題になってきており、常温でセラミックス微粒子を基材に吹き付け、高密着、高強度のセラミックス皮膜が常温形成できるエアロゾルデポジション (AD 法)、また、溶射分野ではサスペンション・プラズマプレー法 (SPS) など微細粒子化による精密組織制御の検討がトレンドとなってきた。更に省エネルギー、省資源といった環境への配慮と同時に機能制御の観点から、溶液法によるコーティング技術も様々な角度から研究が進められてきている。化学溶液コーティング法は、ドライプロセスが主に高真空中プロセスに対して、常圧成膜であるため、高価な装置を用いることなく大面積成膜が可能である特徴を有する。特にエレクトロニクスやエネルギー分野において数マイクロンの厚膜が必要な部材・デバイスに用いられる機能膜は、インクペースト材料をスクリーン印刷等により基材に塗布、焼成することで作製することができ、例えば、抗体、コンデンサなどの電子部品として、また近年では、様々な電池デバイスとして広く使われてきている。

一方、部材、デバイスの高性能化や高集積化にむけて薄膜プロセスのニーズが高まり、特に、1990 年頃からフィーバーとなった高温超電導の薄膜デバイス・線材化研究では、金属組成の厳密制御やエピタキシャル膜による配向制御ができる点から、パルスレーザーデポジション (PLD) 法や金属有金属分解 (MOD)、ゾルゲルに代表される溶液法などにより高温超電導酸化物のエピタキシャル薄膜が開発され、高い臨界電流密度 (J_c) を持つ大面積膜が得られている。更に PLD 法と材料設計により複合酸化物の精密合成により、IGZO などの酸化物半導体を用いた新しいトランジスタが開発されている。

近年、AI や IoT などのニーズに対応すべくウェアラブルデバイスの開発が活発になってきている。このためセラミックスを樹脂上に作製する低温プロセスのニーズが高まっており、コールドシンタリング (CS 法)、塗布光照射法 (光 MOD)、さらには、単結晶を用いないでも様々な材料に配向させる技術の研究として、ナノクリスタルを用いた配列技術やナノシートを用いた薄膜プロセス、更には水熱法による薄膜形成など新しい成膜プロセスが開発されてきている。

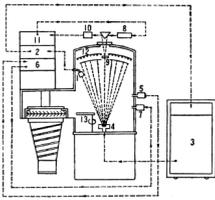
こうしたセラミックコーティング技術は、エレクトロニクス、エネルギー、交通インフラ、医療など様々な製品の製造や新規開発に活用されており、その市場は、グローバルには、2014 年から 2020 年まで 7.0% の年間成長率 (CAGR) で、2020 年に 90 億 7000 万ドル (約 1 兆円) に達することが期待されている。セラミックコーティングは、適用される基材や応用が異なっても多くの点で共通する基盤技術であるため、異分野の研究内容からも学ぶべき点が少ない。本書により新規開発や課題解決の参考となり、更なるグローバルイノベーションが加速されれば幸いである。

日本セラミックス協会出版委員会 土屋哲男



▶ 各内容の詳細は添付の DVD を参照ください。

光学ガラスへのセラミックコーティング 高橋 陽介・赤坂 秀機 (日本光学工業 (株))



1: 水晶式膜厚監視装置用ヘッド, 2: 同制御部,
3: 電子銃電源, 4: 電子銃, 5: 真空計, 6: 同制
御部, 7: ガス導入バルブ, 8: 光源, 9: 監視用
基板, 10: 受光器, 11: 光学式膜厚監視装置,
12: 基板加熱ヒーター, 13: シャッター

図 5 真空蒸着の制御システム

ここでは考えるがコーティングの対象としては反射防止膜をはじめとする各種光学薄膜についての設計, 製造, 評価についての現状を中心に記述を行う。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 179-185 (1981)

建築用ガラスへのセラミックコーティング 河原 秀夫 (日本板硝子 (株))

表 3 熱線反射ガラスの特性

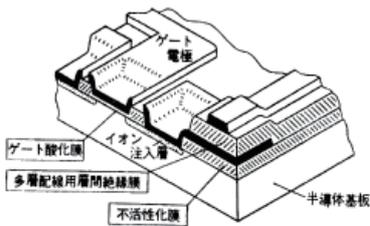
種類	材料	色調	可視光線		太陽放射		製法		
			透過率 (%)	反射率 (%)	透過率 (%)	反射率 (%)			
酸化物	Fe, Co, Cr	ブロンズ	43	34	24	48	28	45.5	溶液スプレー法
	※	※	17	35	45	25	30	62.9	※
	Ti	シルバー	64	33	13	62	25	34.5	※
金	※	※	40	32	27	48	25	44.7	※
	※	※	58	40	10	60	30	37.3	浸漬法
	Au	ゴールド	35	22	55	22	33	73.2	真空法
コロイド	Cr+SiO ₂	シルバー	14	33	59	16	25	68.1	※
	Cu+Ni	茶褐色	20	38	40	10	50	79.2	化学メッキ
	Si	※	34	52	17	45	38	50.4	CVD法
フロード板ガラス	Cu, Pb	ブロンズ	34	27	34	50	16	40.8	イオン拡散法
フロード板ガラス	—	—	89	8	14	79	7	17.2	—

- ※印は熱線吸収ガラス (Gray) をベースとするもの。
- 熱透過率は窓ガラスとして使用された場合, 被覆及びガラスにより吸収される太陽放射の 73% が窓内側へ残り 27% が窓内側へ再放射されるとして, 次式により計算。
熱透過率 = 太陽放射透過率 + 0.73 × (太陽放射吸収率)
- ガラス厚はすべて 6 mm。

ここでは建築用を主にした比較的面積の大きいガラスに用いられるセラミック膜の応用, 製法, 物性の現況及び最近の進展につき概説したい。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 186-191 (1981)

III-V化合物半導体上製膜技術としてのセラミックコーティング 中川 格 (電子技術総合研究所)



切り口斜線部分は絶縁膜, 黒は金属

図 1 半導体上絶縁膜の用途

III-V化合物半導体上の絶縁膜の用途を最初に述べ, 次に薄膜製造方法を概観し, 最後に, 得られた膜の性質について, 陽極酸化膜を中心にして述べることにする。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 192-197 (1981)

磁気記録材料への応用 西本 幸三 (日本電気 (株))

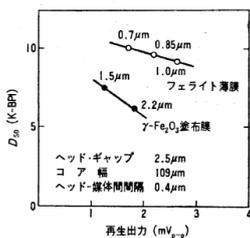


図 8 焼結フェライト薄膜媒体の記録密度特性と再生出力¹⁾

本稿では, かかる磁気記録分野におけるセラミックコーティングの応用について筆者が専門とする磁気記録媒体に的を絞ってのべてみたい。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 198-204 (1981)

セラミックコーティング技術の進歩

杉山 幸三 (岐阜大学)

表2 セラミックコーティングの応用

利用される性質	用途	基質	セラミックス	方法*
耐摩耗性	印刷用工具	WC-TiC-Co	TiC, TiN, TiC _{0.8} N _{0.2} , TiC _{0.8} Al _{0.2} , Al ₂ O ₃	C, P
耐熱性	機械部品等	硬質鋼	TiC, TiN, TiB ₂ , Al ₂ O ₃ , WC, W ₂ C, WC-Co	C, P, S, P
耐酸化性	高温支持具	鋼	SiC	C
	高温ダイス	硬質鋼	Al ₂ O ₃ , MeSi ₂	S
	表面保護	SiO ₂	Si ₃ N ₄	C
光学特性	光ファイバー	石英管	SiO ₂ (Ge, P, B ドープ)	C
高強度	複合材料	W 線	B	C
	炭素繊維	TiC, ZrC, Ti ₃ C ₂		C
導電性	ニオブドロッパス	ガラス	SnO ₂ , SnO ₂ -In ₂ O ₃	C, P

* C: CVD, P: PVD, S: プラズマ溶射

セラミックスによる被覆技術は最近の 10 ~ 15 年間に長足の進歩を遂げてきた。被覆方法では CVD, PVD, 溶射の三つが主体をなしている。本稿では、セラミックコーティング技術の進歩について紹介する。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 155-162 (1981)

セラミックしゃ熱コーティング—ガスタービン翼への応用を中心として

霜鳥 一三^{*1}・鈴木 隆夫^{*2} (*1 東京芝浦電気 (株)・*2 東芝 (株))

表2 ガスタービン部品の代表的な TBC の材料構成例

層別**	材料組成 (wt%)	厚さ (mm)	対象部品例
1層型 TBC			
a ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -12Y ₂ O ₃	18~0.38	動・静翼
	2 Ni ₃ Cr ₂ 6Al _{0.6} Y	0.1	
b ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -12Y ₂ O ₃	0.4~1.8	燃焼器
	2 Ni ₃ Cr ₂ 6Al _{0.6} Y	0.1	ディーゼル部品
c ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -12Y ₂ O ₃	0.30	静翼
	2 Co-25Cr-13Al-0.6Y	0.13~0.19	
2層型 TBC			
d ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -24MgO	0.1~0.2	
	2 35(NiCr)68CrO ₃ -MgO	0.2~0.25	JT9D-7 燃焼器
	3 Ni ₃ Al	0.1	
e ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -24MgO	0.2	
	2 35(NiCr)68CrO ₃ -ZrO ₂ -MgO	0.13	静翼など
	3 Ni ₂₀ Cr	0.1	
多層型 TBC			
f ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -18Y ₂ O ₃	1.4	
	2 15CoCrAlY/68(ZrO ₂ -Y ₂ O ₃)	0.75	
	3 30CoCrAlY/78(ZrO ₂ -Y ₂ O ₃)	0.75	ガスバースレル
	4 60CoCrAlY/40(ZrO ₂ -TiO ₂)	0.75	
	5 NiCrAl	0.1	
連続多層型 TBC			
g ⁽¹⁾	1 ZrO ₂ -12MgO	0.33~0.48	JT9D-58 燃焼器
	2 ⁽¹⁾ CoCrAlY-ZrO ₂ -MgO		
	3 CoCrAlY		

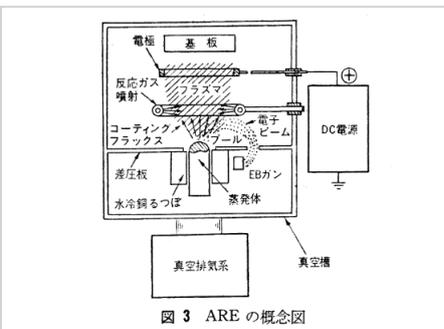
** 外層から内層への層材量の順番
*1 霜鳥氏の発表資料による

TBC は今後高温部品の省エネルギーの手段として広い応用が考えられるので、ガスタービン翼の例を中心にして述べ、そのセラミックスの問題点を整理してみたい。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 163-169 (1981)

切削工具へのセラミックコーティング

菊池 則文・板羽 健 (三菱金属 (株))



本稿ではこれらセラミックスをコーティングする方法、切削におけるコーティングの効果、各種コーティング工具の特性、実用例について述べることにする。

CERAMICS JAPAN 16 [3] 170-178 (1981)

塗布法による透明電極

松下 徹 (北海道大学)

表1 塗布法及び他の方法による SnO₂, In₂O₃ 薄膜の性質の比較

	比抵抗 (Ω·cm)	膜厚 (Å)	表面比抵抗 (Ω/sq)	可視光透過率 (%)
(SnO₂ 薄膜)				
塗布法 (1回)	1.7 × 10 ⁻³	2800	600	~90
スプレー法 (例1) ⁽⁹⁾	6.5 × 10 ⁻⁴	5420	12	—
スプレー法 (例2) ⁽⁹⁾	1.3 × 10 ⁻³	2700	50	80~90
(In₂O₃ 薄膜)				
塗布法 (1回)	5.5 × 10 ⁻³	2200	250	~90
スプレー法 (例1) ⁽⁹⁾	5.42 × 10 ⁻⁴	5420	10	—
スプレー法 (例2) ⁽⁹⁾	2.2~2.6 × 10 ⁻⁴	3200	7~8	~90
スパッター法 ⁽¹⁾	6.25 × 10 ⁻⁴	2500	25	93

従来、スパッタリングなその気相法により作製されている酸化スズや酸化インジウムなどの酸化物半導体を溶液法により作製する塗布熱分解法を紹介する。

セラミックス 21 [3] 236-242 (1986)

接合 / メカニズム

接合のメカニズムと界面構造

石田 洋一 (東京大学)

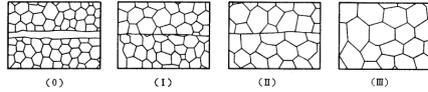


図1 拡散接合の過程
(0) 接触前, (1) 接合面の部分的接触と接触部の変形, (2) 接合部の接合とポイドの収縮, (3) ポイドの消滅と粒界移動*

セラミックスの接合とコーティングの接合のメカニズムと界面構造を明らかにするため, ここでは組織学的に, 特に高分解能電子顕微鏡が, これら課題に対して, どの程度の手がかりを与えつつあるかを紹介することにする。

CERAMICS JAPAN 21 [6] 490-495 (1986)

接合 / プロセス技術

セラミックスの接合技術—最近の動向

岩本 信也 (大阪大学)

表1 反応接合例¹⁾

接合体	曲げ強度† (MPa)	反応温度 (°C)
ZrO ₂ (CaO 安定化)-Pt-Al ₂ O ₃	154	1450
ZrO ₂ (Y ₂ O ₃ 安定化)-Pt-Al ₂ O ₃	>110*	1450
ZrO ₂ (MgO 安定化)-Pt-Al ₂ O ₃	170	1450
ZrO ₂ -Au-Al ₂ O ₃	99	1040
ZrO ₂ -Au-ムライト	42	1040
ZrO ₂ -Au-ステンレス鋼	248	950
ZrO ₂ -Pt-ステンレス鋼	16	1130
ZrO ₂ -ニクロシル [§] -Al ₂ O ₃	18	1200
ZrO ₂ -Cu	87	1000
ZrO ₂ -Ni-ZrO ₂	148	1020
PSZ*-Cu-鋼	52	1000

† 4点曲げ, * セラミックス内で破壊, §* Ni-Cr-Si 合金, § せん断強度

本稿では, セラミックスの接合技術の最近の動向として反応接合について紹介する。

CERAMICS JAPAN 21 [6] 496-501 (1986)

CVD/ダイヤモンド薄膜

ダイヤモンド薄膜コーティング

藤森 直治・土居 陽 (住友電気工業 (株))

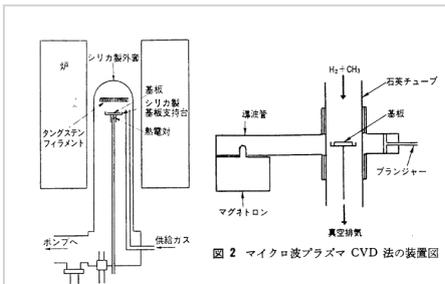


図1 熱フィラメント CVD 法の装置図

図2 マイクロ波プラズマ CVD 法の装置図

本稿では, 近年我が国で非常に活発に研究されているダイヤモンドコーティングの手法と得られたダイヤモンド膜の性質を概説し, ダイヤモンドに近い性質を持ち “ダイヤモンド状炭素膜”とも呼ばれる膜(ここでは i-carbon と称す)についても言及したい。

CERAMICS JAPAN 21 [6] 523-528 (1986)

しゃ熱コーティング / 金属部品

金属の高温酸化皮膜と密着機構

岡部 廣文 (大阪府立工業技術研究所)

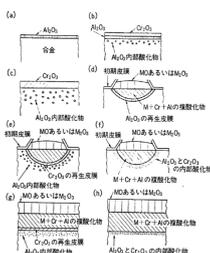


図1 Fe-Cr-Al, Ni-Cr-Al 及び Co-Cr-Al 合金の高温酸化皮膜の形成機構 (900-1200°C)
(a)合金表面 (b)初期酸化皮膜 (c)Al₂O₃の成長皮膜 (d)Cr₂O₃の成長皮膜 (e)Al₂O₃の成長皮膜にCr₂O₃の内部酸化皮膜 (f)Al₂O₃の成長皮膜にCr₂O₃の内部酸化皮膜 (g)Al₂O₃の成長皮膜にCr₂O₃の内部酸化皮膜 (h)Al₂O₃の成長皮膜にCr₂O₃の内部酸化皮膜 (i)Al₂O₃の成長皮膜にCr₂O₃の内部酸化皮膜

ここでは, Cr₂O₃ や Al₂O₃ の保護性酸化皮膜を生成する合金に限って, 希少類元素添加合金の皮膜生成や密着性について, これまで提出された機構を概観し, 更に, 耐食性や生体組織親和性を向上させる目的で開発したアルミナ皮膜を形成する生体用インプラント合金についてもその概要を紹介することにする。

CERAMICS JAPAN 21 [6] 529-534 (1986)

レーザー CVD/
タンタル酸化物膜 / 防食

レーザーによる耐食性膜の作製
渡邊 昭雄・今井 庸二 (化学技術研究所)

表1 成膜条件と生成膜の結晶構造及び析出速度

膜形成法	LCVD (本稿)	熱CVD ¹⁾	熱CVD ²⁾	スパッター法 ³⁾	粉末プレス Ta ₂ O ₅	マグネトロン DCスパッター ⁴⁾	磁気浮遊法 によるCVD ⁵⁾
原料	Ta(OCH ₃) ₅	TaCl ₅	Ta(OC ₂ H ₅) ₅	—	—	Taディスク	Ta(OCH ₃) ₅
基膜温度	130°C	900°C	400~600°C	—	—	300~600°C	150~400°C
圧力	1.0 Torr	—	常圧	8×10 ⁻⁴ Torr	—	8×10 ⁻⁴ Torr	数 Torr
基板	石英	石英	石英	石英	—	石英など	石英
雰囲気	He	H ₂ (+CO ₂)	N ₂ (+O ₂)	Ar	—	Ar(+O ₂), O ₂	N ₂ (+O ₂)
生成膜の 結晶構造	β-Ta ₂ O ₅ アモルファス	β-Ta ₂ O ₅	アモルファス	アモルファス	—	β-Ta ₂ O ₅ アモルファス	アモルファス
堆積速度 nm/min	67	30	5	3	—	35	8

著者らはこれまでプラズマCVD法やレーザーCVD法により耐食性膜の作製を試みてきた。本稿では析出条件と析出物の構造等との関連を中心に報告し、レーザーCVD法の特徴を紹介する。

CERAMICS JAPAN 25 [10] 945-949 (1990)

プラズマ蒸着 / 導電膜

熱プラズマによる電気伝導性セラミックスの合成
寺嶋 和夫・吉田 豊信 (東京大学)

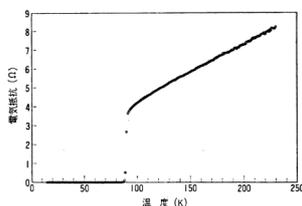


図3 高周波熱プラズマ・フラッシュ蒸着法により堆積させたY₁Ba₂Cu₃O_{7-x}膜のAs-depo.での状態の直流電気抵抗の温度変化 (87 Kで完全に超伝導状態になる)

本稿では、高周波熱プラズマによる高温半導体(SiC, BN, ダイヤモンド等)や超伝導体膜の合成について紹介する。

CERAMICS JAPAN 24 [5] 413-416 (1989)

プラズマCVD/炭・窒化物膜

低温プラズマCVDによる炭・窒化物膜の合成
鎌田 喜一郎 (長岡技術科学大学)

表2 各種合成法によるSi₃N₄の硬度

合成法	相	硬度 (H _v : GPa)	合成温度 (°C)	文献
Si ₃ N ₄	熱CVD	α	30.4~37.2	1100~1500 18
	熱CVD	非晶質	21.6~31.4	1100~1500 18
	ホットプレス	α+β	15.7~17.6	1800 19
	PCVD	非晶質	20.2	400 20

基板温度400°Cで作製したPCVD-SiN膜の硬度は非晶質にもかかわらずかなり高く、表2に示すように、熱CVD(1100~1500°C)の結果には及ばないが、約1800°CでホットプレスされたSi₃N₄より高い硬度を示す。

ここでは、600°C以下の低温でプラズマCVDにより作製される代表的な金属炭・窒化物として、Si及びTi系セラミックス膜についてその概要を述べる。

CERAMICS JAPAN 24 [5] 427-433 (1989)

イオンプレーティング / 工具

イオンプレーティングによる窒化物膜
市村 博司 (住友金属鉱山(株))

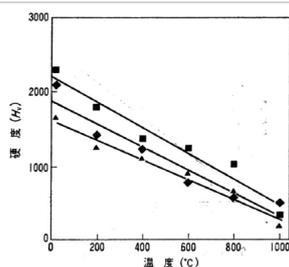


図5 TiNとTiAlNの高温硬度⁴⁾
▲ CVD TiN, ■ PVD TiAlN, ◆ PVD TiN

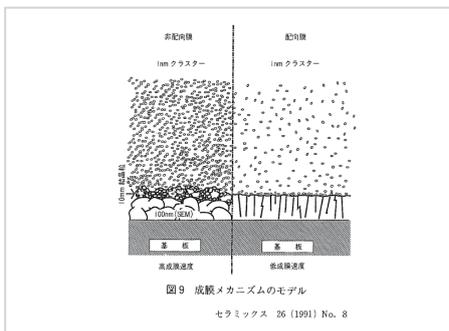
イオンプレーティングを用いたコーティングは、今日では工具、金型、装飾品などの分野で実用化されている。本稿では窒化物膜を例にとり成膜条件と膜の特性について述べる。

CERAMICS JAPAN 24 [5] 433-438 (1989)

CVD/AIN 膜 / メカニズム

CVD 法による AIN 膜合成のメカニズムと制御

小宮山 宏・金 熙濬・大沢 利男・江頭 靖幸 (東京大学)



CVD 法による AIN 膜合成の気相現象, 表面現象に関する成膜メカニズムおよび制御設計指針について解説する.

CERAMICS JAPAN 26 [8] 759-763 (1991)

気相合成 / プロセス技術

セラミックコーティング

川合 弘・土居 陽 (住友電気工業 (株))

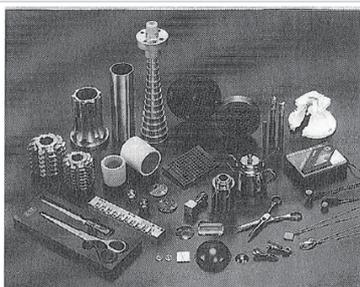


図1 セラミックコーティング応用例

セラミックスやダイヤモンド等の無機材料を気相合成により基材表面に形成し, 製品化を図る試行は数十年来試みられてきており, 近年その動きは活発化している.

以下セラミックス薄膜の形成技術を示し具体的応用例と実用上の効果について述べる.

CERAMICS JAPAN 25 [2] 112-116 (1990)

水熱電気化学法 / 複合酸化物膜

<誘電体材料・イオン伝導体材料>

水熱電気化学法によるペロブスカイト型酸化物膜の作製

吉村 昌弘 (東京工業大学)

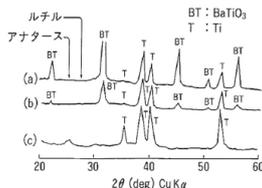


図1 Ti 金属基板を 0.5 N Ba(OH)₂ 溶液中で水熱電気化学処理した表面の粉末 X 線回折図形 (a)200°C, 30 分 (b)100°C, 30 分 (c)室温, 60 分

筆者らは高温高压の水溶液を用いる水熱法によれば, 比較的低温で, 結晶性の複合酸化物が合成できること, 金属基板と溶液中の成分とを反応させて複合酸化物が得られること, 更にこれらの反応に陽極酸化などの電気化学反応が組み合わせられることなどを報告してきた. これらの発展として本水熱電気化学法が開発されたのである.

CERAMICS JAPAN 26 [3] 197-198 (1991)

溶液法 / 複合粒子

<構造材料>液中ヘテロ凝集法によるセラミックス複合体の作製

平野 眞一 (名古屋工業大学)

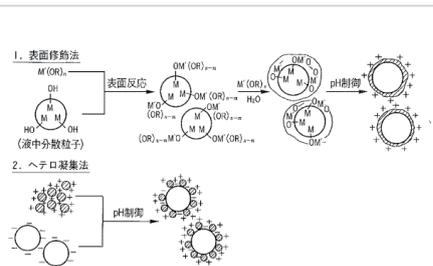


図2 液中での複合粒子調製法

多相系複合材料の組織を制御する方法として多くの方法が提唱されているが, 本稿では, 液相中での化学反応による粒子の表面修飾制御法を利用したセラミックス複合体の作製例の一部を紹介する.

CERAMICS JAPAN 26 [3] 224-226 (1991)

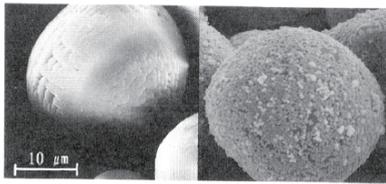
表1 ダイヤモンドコーティングドリルと超硬ドリルの寿命比較

ドリル径	被削材	寿命比較		切削条件
		超硬ドリル	ダイヤモンドコーティングドリル	
φ2.5	ADC12 (Al-12%Si)	2000穴	25800穴	回転数: 2000 min ⁻¹ 送り量: 0.08 mm/rev 切削油剤: 水性エマルジョン
φ6.0	A390 (Al-18%Si)	100穴	2300穴	回転数: 8000 min ⁻¹ 送り量: 0.1 mm/rev 切削油剤: 水性エマルジョン
φ3.0	GFRP	3000穴	30000穴	回転数: 40000 min ⁻¹ 送り量: 0.013 mm/rev 切削油剤: ドライ
φ1.5	WC系 セラミックス 微細結核	100穴	14000穴	回転数: 1000 min ⁻¹ 送り量: 0.01 mm/rev 切削油剤: ドライ
φ2.0	Al ₂ O ₃ セラミックス 微細結核	半日~3日	3か月以上	回転数: 3300 min ⁻¹ 送り量: 0.03 mm/rev 切削油剤: ドライ

ダイヤモンドコーティング工具は主に高シリコンアルミ合金やガラス繊維強化プラスチック (GFRP) のようにマトリクス中に硬質材料を含む難削新素材の加工, あるいはC/C コンポジット, セラミックスの成形体及び仮焼体, 黒鉛などのように工具摩耗の速い材料の加工に多く用いられている。

本稿ではダイヤモンドコーティング工具の性能について紹介する。

CERAMICS JAPAN 33 [6] 454-457 (1998)



無処理アルミナ

ニッケルコーティング
(平均粒径: 27.4 μm)

図2 ニッケルコーティング前後のアルミナのSEM観察

本開発は, この金属超微粒子の合成を無機粉体の存在下で行うことにより, 金属の核が生成する段階で無機粉体表面の水酸基との結合が起こったり, 無機粉体表面のマイクロポーアに侵入したりして, 無機粉体が金属で覆われることを期待して開発したものである。

CERAMICS JAPAN 31 [3] 188-190 (1996)

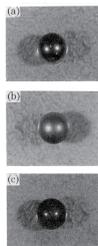


図2 MAによりコーティングされたステンレスボール (10 mmφ) の外観

(a) MA前のボール, (b) Ti-AlをMAした後のボール, (c) Ti-Al-ZrをMAした後のボール

本研究では, MA に用いる粉末材料及び MA 容器やボール材質を制御することにより, MA 容器やボール表面に均一なコーティング層を形成させることを試みた。

CERAMICS JAPAN 31 [3] 191-194 (1996)

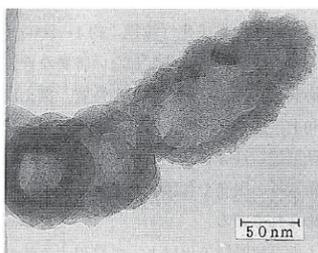


図3 疎水性溶液中の水滴により生成されたシリカ中空球状粒子のTEM写真

新しい複合粒子ナノコーティング手法として, ここでは, 加水分解性化合物として取り扱いの簡単なケイ酸エチルを用いたシリカによるナノコーティングについて述べる。

CERAMICS JAPAN 31 [3] 185-187 (1996)

<化学材料・生体材料>局所加水分解法による粒子表面のナノコーティング

山東 睦夫

CERAMICS JAPAN 26 [3] 210-211 (1991)

スパッター法によるガラス基板へのセラミックコーティング

鈴木 すずむ (旭硝子 (株))

表1 スパッター法により成膜が行われている主なコーティングガラス

分野	製品	膜構成例
建築	熱線反射ガラス	TiO ₂ /TiN/TiO ₂ SiO ₂ /CrN/SiO ₂ ZnO/Ag/ZnO
	電磁シールドガラス	ZnO/Ag/ZnO
	ミラー	Al Cr. Ti. Cu
	エレクトロクロミックガラス	ITO/WO ₃
自動車・車両・航空機	熱線反射ガラス	TiN ZnO/Ag/ZnO
	防曇ガラス	ZnO/Ag/ZnO
ディスプレイ	透明導電性ガラス	ITO
太陽電池	透明導電性ガラス	ITO

本稿ではスパッター法によるガラス基板へのセラミックコーティング技術について、まず熱線反射ガラスの例を紹介する。更に成膜技術開発及び膜材料開発の現状について述べる。

CERAMICS JAPAN 33 [10] 820-824 (1998)

環境低負荷型のセラミックス製造プロセス

吉村 昌弘 (東京工業大学)

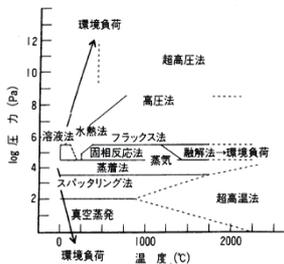


図3 材料合成におけるP-Tダイアグラム

人工の材料や製品もできるだけこのサイクルに合わせたプロセスで生産し、使用後の廃棄物もできるだけエコロジーサイクルに合わせた処理といった基本的概念を基に、筆者らは最近「ソフト溶液プロセス」という考え方を提案する。

セラミックス 33 [2] 91-97 (1998)

DLC コーティング技術の歩みと展望

熊谷 泰 (ナノテック (株))

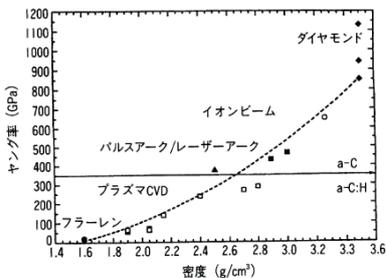


図1 各種炭素膜の密度とヤング率¹⁾

本稿では、DLC コーティングの成膜法の分類、硬さとヤング率、トライボロジー特性および今後の展望について解説する。

CERAMICS JAPAN 33 [6] 449-453 (1998)

気相合成ダイヤモンド薄膜の合成と応用への将来展望

佐藤 洋一郎 (無機材料研究所)

表2 天然 (高压) ダイヤモンドとCVD膜の物性の比較例

試料	天然・高压ダイヤモンド 単結晶の典型値	CVD ダイヤモンド 多結晶膜の相対値	CVD ダイヤモンド 単結晶膜の相対値
体積弾性率 (N・m ⁻²)	5.4 x 10 ¹¹ (I, II型)	90~95%	—
熱伝導度 (W/m・s)	2500 (II型)	40~70%	—
正孔移動度 (m ² /V・s)	0.20 (IIa型)	0.3%以下	35~50%
自由励起子発光 (ダイヤモンド 本来の発光)	II型 (高純度型)で 観測される	観測困難 (局部的に 観測される)	容易に観測される (100面)

本稿では化学気相合成 (chemical vapor deposition, CVD) 法で得られるダイヤモンド膜のもつ特徴と応用に関して現状を紹介し、更に今後への展望を試みる。

CERAMICS JAPAN 33 [6] 445-448 (1998)

ゾル-ゲル法 / 強誘電体膜 / プロセス技術

ゾル-ゲル法による強誘電体薄膜の作製と評価
鈴木 久男 (静岡大学)

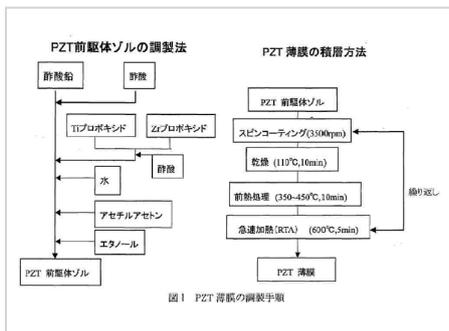


図1 PZT薄膜の調製手順

容易なゾル-ゲル法による最適組成の探索には大きな利点がある。本稿では、優れた強誘電性・圧電性および焦電性を有し、強誘電体メモリーやマイクロアクチュエーターとして応用可能なチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系を中心に強誘電体薄膜の低温形成とその評価について解説する。

CERAMICS JAPAN 37 [3] 152-156 (2002)

溶液法 / 有機-無機ハイブリッド膜 / ガスバリア

O₂ および H₂O ハイバリア性有機-無機ハイブリッドコーティング膜
忠永 清治 (大阪府立大学)

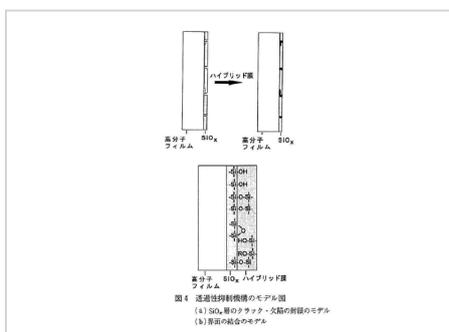


図4 透過性材料積層のモデル図
(a) SiO₂層のチタン酸ジルコン酸鉛の積層のモデル
(b) 界面の結合モデル

本稿では、まず、筆者らがこれまでに行ってきた、シリカ系薄膜をコーティングしたナイロン-6基板の水蒸気透過性について紹介する。次に、SiO_xなどを蒸着した膜のクラック発生を防ぐことを目的として、表面に有機-無機ハイブリッド膜をコーティングし、ガスバリア性を向上させている例について紹介する。

CERAMICS JAPAN 37 [3] 165-168 (2002)

ゾル-ゲル法 / 強誘電体膜 / プロセス技術

ゾル-ゲル合成によるナノ結晶粒子を用いたチタン酸バリウム薄膜の作製と誘電特性
桑原 誠^{*1}・倉田 奈津子^{*2}・緒方 道子^{*2}・山下 洋子^{*2}・有村 雅司^{*2}
(*1 東京大学・*2 福岡工業技術センター)

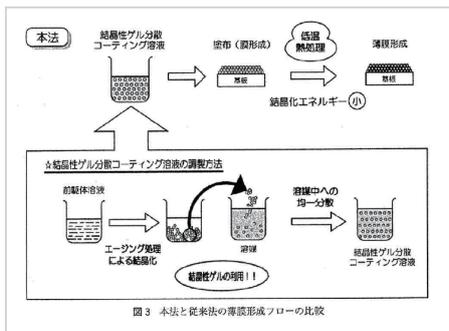


図3 本法と従来法の薄膜形成フローの比較

近年、筆者らは従来の方法と異なり、ゾル-ゲル法によって得たBTOナノ結晶粒子を直接製膜する方法を基本とした、BTO強誘電体薄膜の低温合成法についての研究を進めている。ここでは、この新しいBTO薄膜の合成法と作製された薄膜の誘電特性について、その概要を述べる。

CERAMICS JAPAN 36 [6] 412-416 (2001)

溶液法 / 複合粒子 / プロセス技術

インジェクション法による微粒子へのコーティング
中村 浩之・陶山 容子 (島根大学)

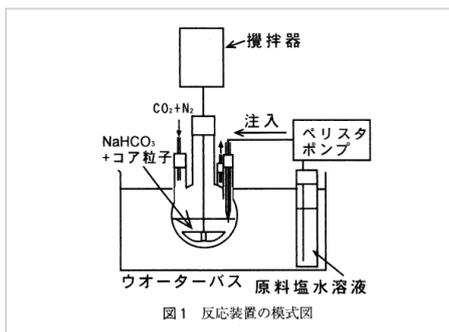


図1 反応装置の模式図

ここで筆者らは、コア粒子を懸濁させた沈殿剤溶液に系外から被覆相原料溶液を徐々に加える粒子コーティング手法について紹介する。

CERAMICS JAPAN 34 [2] 97-100 (1999)

人工関節用セラミックスと生体活性セラミックコーティング

藤沢 章 (京セラ (株))

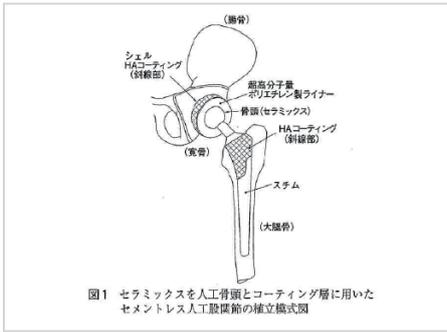


図1 セラミックスを人工骨頭とコーティング層に用いたセメントレス人工股関節の植立模式図

人工股関節の例では我が国において年間数万人がこのような治療を受けている。本解説では人工関節用セラミックスと生体活性セラミックコーティングについて解説する。

CERAMICS JAPAN 38 [1] 40-43 (2003)

ITO, IZO 薄膜の作製方法と構造・物性

重里 有三^{*1}・笹林 朋子^{*2} (*1 青山学院大学・*2 セイコーエプソン(株))

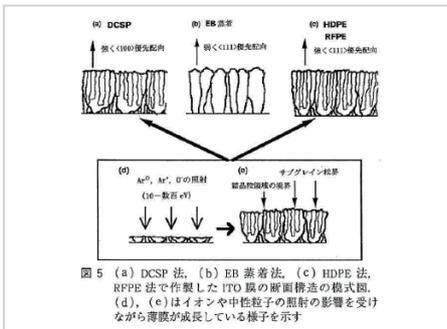


図5 (a) DCSP 法、(b) EB 蒸着法、(c) HDPE 法、RPPE 法で作製した ITO 膜の断面構造の模式図。(d)、(e) はイオンや中性粒子の照射の影響を受けながら薄膜が成長している様子を示す

ここでは、いくつかの異なる成膜方法によって作製した低比抵抗 ITO 薄膜の成膜方法、成長過程と微細構造、表面形態に関して、また、さらに ITO 薄膜と IZO 薄膜の構造、内部応力、表面粗度等に関して解説する。

CERAMICS JAPAN 37 [9] 679-683 (2002)

透明導電性セラミックス薄膜—ITO の物性、成膜、用途

重里 有三・安井 至

CERAMICS JAPAN 31 [10] 842-846 (1996)

ゾル-ゲル法の動向

作花 済夫 (福井工業大学)

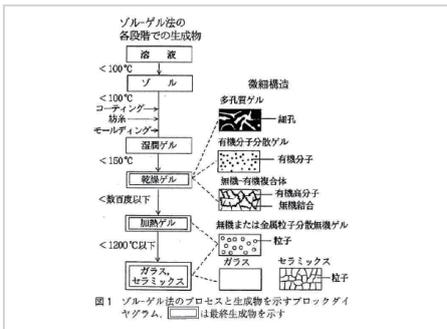


図1 ゾル-ゲル法のプロセスと生成物を示すブロックダイヤグラム。□は最終生成物を示す

本稿では、ゾルゲル法概要、ゾルゲル法での材料、光学材料及び工業製品への応用事例とともに最新動向を紹介する。

CERAMICS JAPAN 37 [3] 136-142 (2002)

ゾル-ゲルセラミック薄膜における亀裂発生の問題と厚膜作製

幸塚 広光 (関西大学)

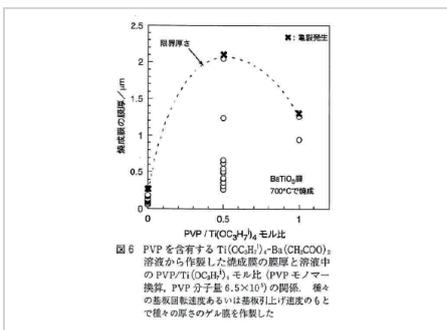


図6 PVP を含有する $\text{Ti}(\text{OAc})_4$ ・ $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液から作製した単結晶の厚膜と溶液中の PVP/Ti(OAc)₄ モル比 (PVP モノマー換算、PVP 分子基 6.5×10^4) の関係。種々の基板回転速度あるいは基板引上げ速度のもとで種々の厚さのゲル膜を作製した

ゾル-ゲルセラミック薄膜における厚膜化における亀裂発生メカニズムの解明と厚膜作製として、ポリビニルピロリドンを用いた新しいプロセスを開発した。

CERAMICS JAPAN 37 [3] 143-147 (2002)

EB-PVD/ 遮熱膜 / ガスタービン

ハフニウム酸化物による遮熱コーティング

松本 一秀・伊藤 義康・石渡 裕 ((株) 東芝)

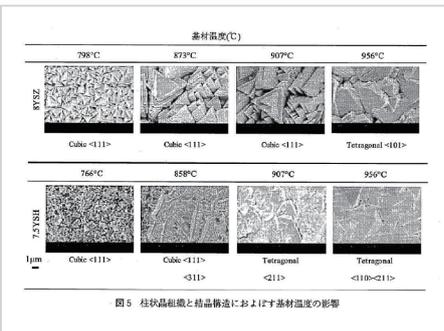


図5 柱状晶組織と結晶構造および基材温度の影響

本稿では、ハフニアの成膜プロセス開発と、得られた皮膜のマイクロ組織、熱伝導率、高温焼結特性および熱膨張特性について、得られた結果を示す。

CERAMICS JAPAN 39 [4] 291-294 (2004)

EB-PVD/ 遮熱膜 / プロセス技術

ナノ構造制御を用いたセラミックス耐熱コーティングの研究動向

松原 秀彰 (ファインセラミックスセンター)

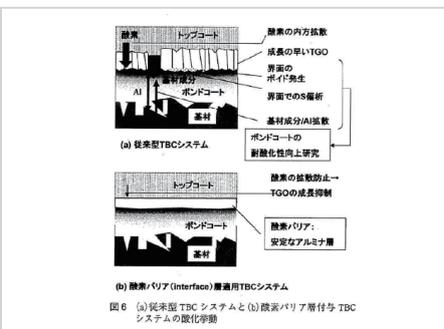


図6 (a)従来型TBCシステムと(b)界面バリア層付与TBCシステムの酸化挙動

本稿では、航空機用TBCシステムの発展およびその課題に触れた後に、最近の研究成果のあらましについて紹介したい。

CERAMICS JAPAN 39 [4] 275-280 (2004)

航空機ジェットエンジン用遮熱コーティングシステム

松永 康夫・松本 晃一・茂垣 康弘・佐々 正・松原 秀彰
CERAMICS JAPAN 39 [4] 286-290 (2004)

電子ビーム PVD 法による酸化物セラミックスコーティング

山口 哲央・松本 峰明・松原 秀彰
CERAMICS JAPAN 39 [4] 281-285 (2004)

高温電極用セラミックスコーティング

彦坂 英昭・飯尾 聡・島森 融・松原 秀彰
CERAMICS JAPAN 39 [4] 295-299 (2004)

遮熱膜 / CVD / ガスタービン

熱遮蔽コーティングのための高速 CVD プロセスの開発

後藤 孝・木村 禎一 (東北大学)

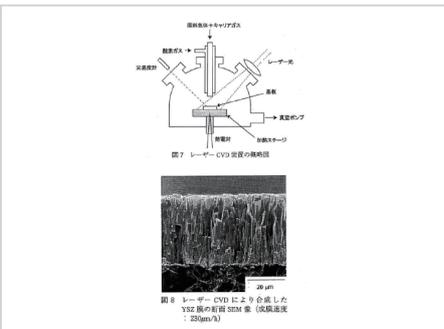


図8 レーザー CVD により形成した YSZ 膜の断面 SEM 像 (成膜速度: 23 μm/h)

ガスタービンプレードの熱遮蔽コーティングのための高速 CVD プロセスの開発について解説する。

CERAMICS JAPAN 38 [5] 369-373 (2003)

PLD/ 透明酸化物膜 / 発光デバイス

透明酸化物のナノ構造制御と電子・光・イオン物性

— 細野透明電子活性プロジェクトの中間成果概要 —

平野 正浩^{*1}・細野 秀雄^{*2} (^{*1} 科学技術振興財団・^{*2} 東京工業大学)



図7 反応性固相エピタキシャル法 (R-SPE) 手順の概念図

本稿では、そのうち、ナノテクに特に関連が深い「透明酸化物」および「透明ナノポーラス結晶」に焦点を絞り、テーマの背景・ねらいとこれまで得られた主な成果を紹介する。

CERAMICS JAPAN 38 [5] 331-341 (2003)

ゾル-ゲル法 / 多孔質膜 / 燃料電池

細孔制御—ゾルゲル法によるプロトン伝導性ガラスの開発
野上 正行・大幸 裕介 (名古屋工業大学)

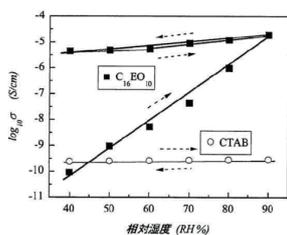


図8 $C_{10}H_{20}O_3(C_{10}H_{20}(OCH_2CH_2)_8OH)$ と $CTAB(CH_3(CH_2)_{15}N^+(CH_3)_3Br^-)$ をテンプレートにして作ったガラス薄膜の導電率と湿度の関係

本稿では、ガラスの細孔とプロトン伝導機構について考察し、ゾルゲル法によって作製した多孔質ガラスの組成や細孔を調整することで、室温で 50mS/cm 程度の導電率を有するガラスとその薄膜化について解説した。

CERAMICS JAPAN 40 [5] 374(2005)

外場コロイドプロセス / 配向膜 / プロセス技術

強磁場・電場印加コロイドプロセスによる構造制御セラミックスの創製
鈴木 達・打越 哲郎・奥山 秀男・目 義雄 (物質・材料研究機構)

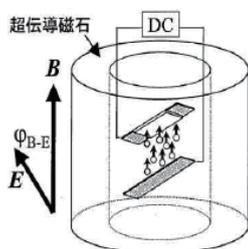


図3 磁場中電気泳動 (EPD) を行うための装置略図

本稿においては、磁場にさらに電場を重畳作用させることによる高次の構造制御の可能性について、筆者らのグループのデータを基に解説する。

CERAMICS JAPAN 40 [3] 168-172 (2005)

電・磁界印加コロイドプロセスによる高次組織制御

目 義雄・鈴木 達

CERAMICS JAPAN 37 [8] 610-614 (2002)

アークプラズマ蒸着 / 透明導電膜 / 電子部品

アークプラズマ蒸着法による酸化物透明導電膜の作製
南 内嗣 (金沢工業大学)

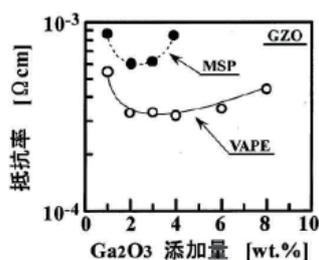


図2 GZO 薄膜の抵抗率の Ga_2O_3 添加量依存性

ここでは、新しい高速成膜技術として注目されているアークプラズマ蒸着法による ZnO 系透明導電膜および多元系(複合)酸化物透明導電膜の作製について述べる。

CERAMICS JAPAN 40 [2] 88-91 (2005)

パルスマグネトロンスパッタ / 透明導電膜 / 電子部品

大面積成膜, 量産化技術の最前線
—欧州におけるパルスマグネトロンスパッタ技術—
鈴木 巧一 ((株) サーフェックトランスナショナル)

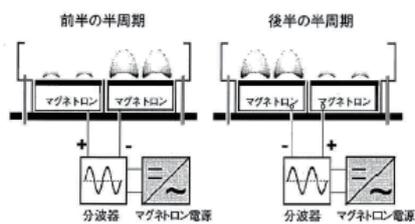


図1 サイン波を用いた DMS の原理

ここでは、この分野で最先端技術の開発をリードする FEP のパルススパッタ技術を中心に、その原理、特徴、装置、関連技術、大面積への応用について紹介する。

CERAMICS JAPAN 40 [2] 101-105 (2005)

ポリマー粘土膜 / ガスバリア

粘土を主成分とする膜の性能向上・機能付与

蛇名 武雄 (産業技術総合研究所)

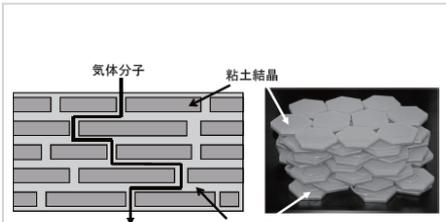


図3 迷路効果によるガスバリア性発現メカニズム

粘土は、プラスチックと比較した場合に耐熱性が高く、線膨張係数が小さく、さらに粘土結晶はガスを通さないことから、粘土の含有量を高めることにより、ポリマー粘土コンポジット材料は高耐熱性、高ガスバリア性、低線膨張率となることが期待できる。

CERAMICS JAPAN 53 [5] 309-313 (2018)

粘土を主原料にした新素材—新規耐熱ガスバリア膜の開発—

蛇名 武雄

CERAMICS JAPAN 43 [1] 46-49 (2008)

PLD 法 / 透明導電膜 / 電子デバイス

透明導電性酸化物の現状と展望

細野 秀雄 (東京工業大学)



図4 フタコタイプフレキシブル電子ペーパー—透明アモルファス酸化物半導体(TCO)のTFTアレイを巻基板、E-インタを前面板として用いている(凸版印刷の製版機による)。E-インタとは正に帯電した白色顔料と負に帯電した黒色顔料と透明な能動性分岐膜とともにマイタヒコアセムに閉じ込めたもので、電界誘導で白黒の表示をする。

本稿では過去の特集の内容と重複しないように、主に2000年以降のTCOの進歩の概略とTCOから生まれた透明酸化物半導体(Transparent Oxide Semiconductor, TOS)の進展を中心に記す。

CERAMICS JAPAN 42 [1] 2-6 (2007)

光プロセス / ガラス膜 / プロセス技術

エキシマランプを用いた石英ガラスの室温接着とコーティング

村原 正隆 (東京工業大学)

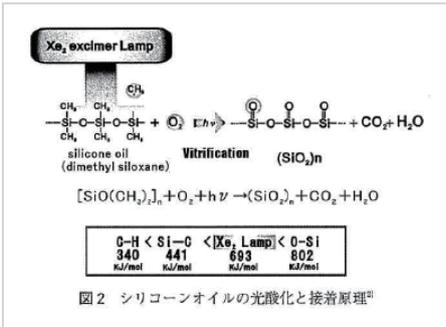


図2 シリコンオイルの光酸化と接着原理^①

本稿では大気中・室温下でシリコンオイルの薄い接着層に紫外線照射を行い、接着処理前は無機接着剤の性質でありながら光照射後は無機接着剤としての効果を発揮する接着法とその光化学反応メカニズムについて述べる。

CERAMICS JAPAN 41 [6] 440-443 (2006)

溶液法 / 強誘電体膜 / プロセス技術

集積化非鉛系圧電セラミックスの合成と評価

加藤 一実 (産業技術総合研究所)

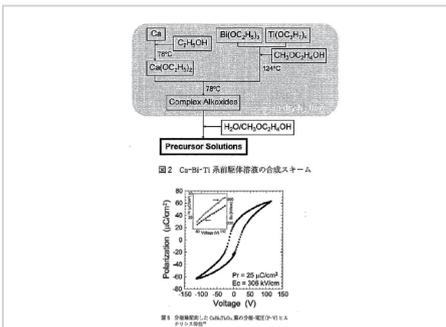


図2 Ca-Bi-Ti 系前駆体溶液の合成スキーム

本研究では、溶液原料を用いた薄膜プロセスにより、白金下部電極が強誘電体薄膜に与える影響を調べ、分極軸配向結晶化に成功した。これにより強誘電性と圧電特性の大幅な向上に成功した。

CERAMICS JAPAN 40 [8] 618-622 (2005)

遮熱膜 / ガスタービン

セラミック耐熱コーティングの開発現状

伊藤 義康 ((株) 東芝)

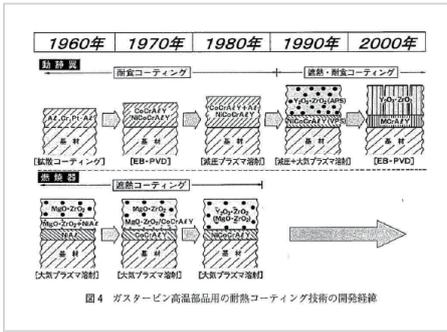


図4 ガスタービン高温部品用の耐熱コーティング技術の開発経緯

本特集ではセラミック耐熱コーティングの発電用ガスタービンや航空機エンジンへの適用現状と、次世代高温機器への適用を目指した開発状況を紹介します。併せて、最近、その重要度が指摘されているコーティング部材の性能評価試験の規格・標準化動向について紹介する。

CERAMICS JAPAN 43 [5] 358-362 (2008)

電子ビーム物理蒸着法による遮熱皮膜の開発と動向

和田 国彦・布施 俊明・石渡 裕・伊藤 義康

CERAMICS JAPAN 43 [5] 383-388 (2008)

ガスタービンにおける耐熱コーティング技術の進展 伊藤 義康

CERAMICS JAPAN 41 [10] 821-839 (2006)

EBPVD/ 遮熱膜 / ガスタービン

発電用ガスタービンへの遮熱コーティングの適用と開発現状

児島 慶享 ((株) 日立製作所)

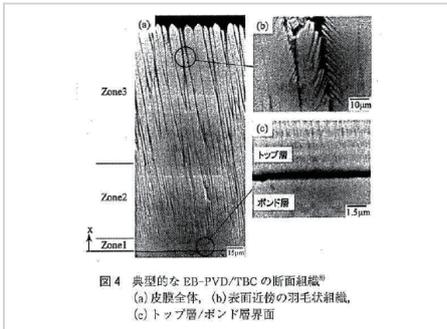


図4 典型的なEB-PVD/TBCの断面組織
(a) 皮膜全体, (b) 表面近傍の羽毛状組織,
(c) トップ層/ボンド層界面

発電用ガスタービンでは、燃焼温度の向上とともに、部品がより過酷な環境に曝されることになり、耐熱合金に高温耐食・耐酸化機能を付与するコーティングが必要になっている。特に高発電用ガスタービンへの遮熱コーティングの適用と開発現状について解説する。

CERAMICS JAPAN 43 [5] 363-366 (2008)

溶射法 / サーマット膜 / プロセス技術

炭化物サーメット溶射皮膜の性状と耐高温摩耗性

原田 良夫 (トーカロ (株))

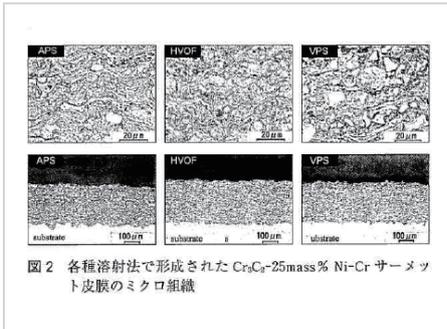


図2 各種溶射法で形成されたCr₃C₂-25mass% Ni-Cr サーマット皮膜のマイクロ組織

ここでは、耐高温摩耗性用皮膜として賞用されているCr₃C₂サーメット皮膜について、その一般的な性状、溶射法の相違による性状変化および熱処理の効果を述べるとともに適用状況について要約した。

CERAMICS JAPAN 43 [5] 396-400 (2008)

プラズマ溶射法 / ハイドロキシアパタイト膜 / 生体

ハイドロキシアパタイトコーティングインプラントの特徴と臨床

舞田 健夫・田村 誠 (北海道医療大学)

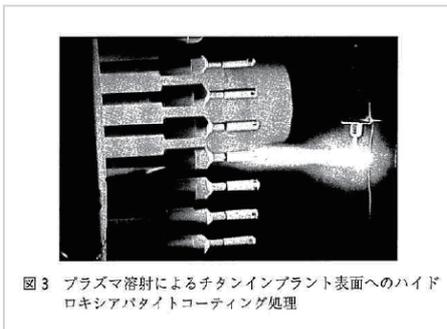


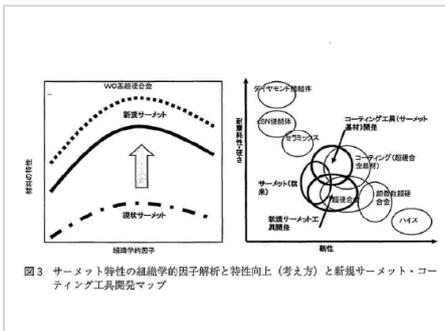
図3 プラズマ溶射によるチタンインプラント表面へのハイドロキシアパタイトコーティング処理

現在、臨床応用されているインプラントのほとんどがオッセオインテグレーションを獲得するチタン製のものであるが、その表面処理法は様々である。今回はチタンにハイドロキシアパタイト(Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂)をコーティング処理したインプラントに関してその特徴と臨床例を紹介する。

CERAMICS JAPAN 43 [4] 324-327 (2008)

サーメット膜 / 工具

超硬工具向けタングステン代替材料のためのサーメット・コーティング技術の開発
 松原 秀彰 (ファインセラミックスセンター)

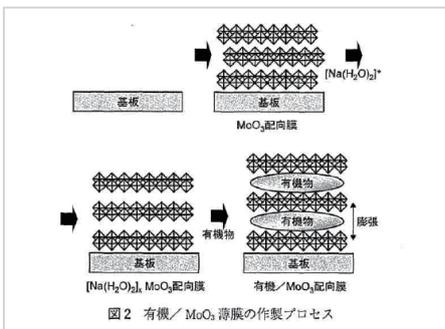


本稿では、W が最も使われている超硬工具の代替材料の開発を目指した研究について、その背景と、現在行われている取り組みについて説明する。

CERAMICS JAPAN 44 [5] 382-386 (2009)

有機・無機ハイブリッド膜 / センサ

有機無機ハイブリッド薄膜 VOC センサ
 松原 一郎・伊藤 敏雄・村山 宣光 (産業技術総合研究所)

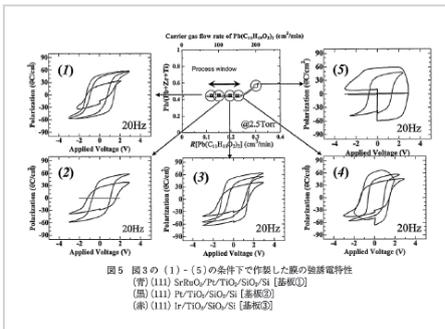


VOC センサを開発するために、筆者らは有機無機ハイブリッド材料のガスセンサ応用に取り組んでいる。本稿では、有機無機ハイブリッド材料の薄膜素子化プロセスおよび VOC センサ特性について紹介する。

CERAMICS JAPAN 44 [2] 113-117 (2009)

MOCVD/ 強誘電体膜 / プロセス技術

ペロブスカイト構造酸化物の薄膜化技術の最新動向
 舟窪 浩・山田 智明 (東京工業大学)

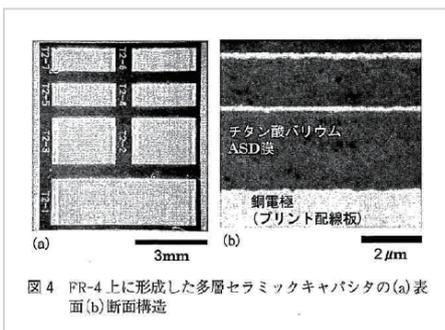


本稿はペロブスカイト酸化物の薄膜作製について言及するが、現在使用されている実用プロセスのうち、スパッタリング法と有機金属化学気相法 (metal organic chemical vapor deposition, MOCVD) に絞って、ペロブスカイト構造酸化物を作製する際の留意点や、最新の進歩について筆者の結果を中心に紹介させていただく。

セラミックス 43 [8] 634-638 (2008)

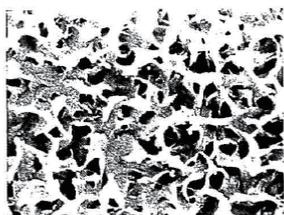
エアロゾルデポジション / 誘電体膜 / キャパシタ

エアロゾルデポジションを用いた内蔵キャパシタ技術
 今中 佳彦 ((株) 富士通研究所)



筆者らは全く新しい方法であるエアロゾルデポジション (Aero-Sol Deposition: ASD) を用いた内蔵キャパシタ技術の開発に着手している。

CERAMICS JAPAN 43 [9] 710-713 (2008)

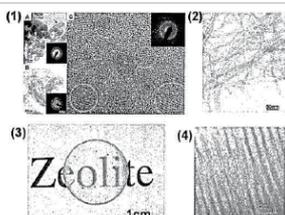


←→
300 nm

図1 PET基板上に形成したアルミナゲル膜を温水処理した場合の表面のFE-SEM写真

本手法は、作製したゲル膜が結晶成分の供給源になり、温水中での表面の反応によって微結晶が析出する点が大きな特徴である。本稿では、これらの薄膜の合成とその特徴について紹介する。

CERAMICS JAPAN 44 [8] 613-615 (2009)



- (1) ゾル-ゲルで合成したACPのTEM
- (2) 水熱処理で合成したナノチューブのTEM
- (3) 水熱処理で緻密したゼオライト
- (4) 陽極酸化によるNドーパチタニアのTEM

図3 水溶液プロセス科学の最新研究成果の一例

本稿では、これまでの水溶液科学を概説し振り返りながら、最近の水溶液科学あるいは水溶液プロセス科学の進展について紹介する。

CERAMICS JAPAN 44 [8] 590-593 (2009)

ナノ粒子 / 透明導電膜 / 電子部品

ナノ粒子インクによる透明導電膜形成

中許 昌美 (大阪市立工業研究所)

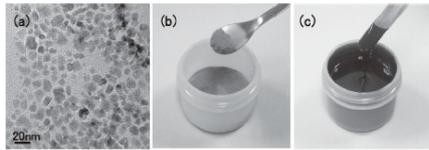


図7 (a)ATO ナノ粒子の TEM 写真, (b)ナノ粒子粉末, (c)ATO ナノ粒子インク

本稿では、筆者らが取り組んできた ITO ナノ粒子インクによる透明電極パターン直接形成によるインジウム使用量削減技術について紹介するとともに、インジウム代替技術としての酸化スズ系の成膜技術についてその一端を紹介する。

CERAMICS JAPAN 46 [7] 582-586 (2011)

PLD/MOD/超電導膜 / 電子部品

フィルタ・限流器に向けた PLD 法, フッ素フリー MOD 法による REBa₂Cu₃O_{7-δ} 超電導薄膜

向田 昌志^{*1}・真部 高明^{*2}・土屋 哲男^{*2} (*1 九州大学・*2 産業技術総合研究所)

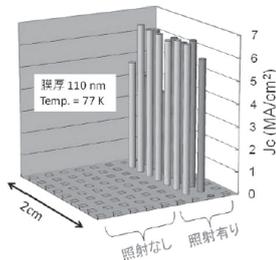


図5 光アシスト MOD 法で作製した YBa₂Cu₃O_{7-δ} 膜の特性例 (短時間焼成でも光照射部は J_c 発現)

ここでは、気相法あるいは溶液法による REBa₂Cu₃O_{7-δ} 系超電導薄膜の作製プロセスにおける最近のトピックス (人工ピンニングセンター導入, 大面積化や光アシスト MOD プロセス等) と REBa₂Cu₃O_{7-δ} 系薄膜のフィルタおよび限流器開発について、その研究開発状況を報告する。

CERAMICS JAPAN 45 [11] 897-901 (2010)

電気泳動法 / プロセス技術

コロイド粒子の電気泳動現象を用いたナノ粒子集積技術

打越 哲郎・鈴木 達 (物質・材料研究機構)

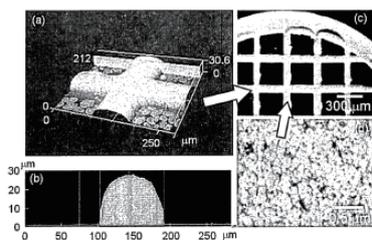


図4 ポリビロールパターン電極上のジルコニア粒子堆積層: (a)(b) 3D レーザ顕微鏡による断面, (c) 実体顕微鏡像, (d) 堆積粒子の SEM 像

本稿では、電気泳動プロセスの概略を解説し、ナノ粒子集積技術としての電気泳動プロセスの利点について紹介する。

CERAMICS JAPAN 45 [2] 88-92 (2010)

電気泳動法によるセラミックスプロセッシングと水素吸蔵金属の利用

打越 哲郎・目 義雄

CERAMICS JAPAN 35 [7] 521-524 (2000)

溶液法 / 酸化チタン / 太陽電池

色素増感太陽電池における 1 次元ナノ材料の電極応用

鈴木 義和 (京都大学)

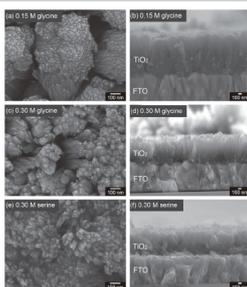


図4 アミノ酸を添加剤として用いて液相合成した TiO₂ ナノロッドアレイ (結晶成長期間: 7 日間)

本稿では、筆者らが近年取り組んできた酸化チタン系 1 次元ナノ材料の色素増感太陽電池への応用について紹介する。前半では、酸化チタンナノワイヤー分散電極を用いた色素増感太陽電池を、また、後半ではルチル型酸化チタンナノロッドアレイの合成と色素増感太陽電池への応用例を紹介する。

CERAMICS JAPAN 45 [7] 528-532 (2010)

エアロゾルデポジション / プロセス技術

エアロゾルデポジション (AD) 法による常温セラミックコーティング
明渡 純 (産業技術総合研究所)

●エアロゾルデポジション法 → 微粒子材料からの出発!

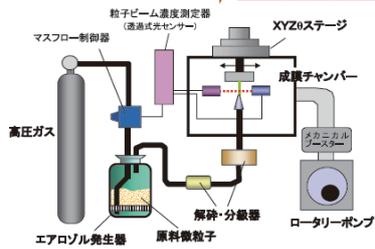


図1 エアロゾルデポジション (AD) 装置の基本構成

本稿では、AD 法において、常温衝撃固化現象を引き起こす要因や原理に触れ、大面積コーティングへの取り組み、エネルギー関連デバイスへの展開など、最新の開発状況、応用事例について紹介する。
CERAMICS JAPAN 46 [7] 541-548 (2011)

エアロゾルデポジション (AD) 法の原理と常温衝撃固化現象

明渡 純

CERAMICS JAPAN 43 [9] 686-694 (2008)

電子ビーム PVD / 遮熱膜 / 遮熱コーティング

ジェットエンジン用の遮熱コーティングとしての電子ビーム PVD の発展と課題
松原 秀彰・山口 哲央 (ファインセラミックスセンター)

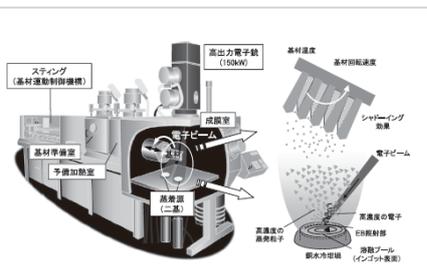


図2 EB-PVD 装置の模式図と、EB-PVD における蒸発から柱状構造形成までの過程。

その代表的な例として、航空機エンジンや火力発電用タービンに使われる熱遮蔽コーティング (Thermal Barrier Coatings, TBC) が挙げられる。本稿では、ジェットエンジン用の遮熱コーティングとしての電子ビーム PVD の発展と課題について解説する。

CERAMICS JAPAN 46 [7] 549-555 (2011)

プラズマ CVD / 耐摩耗膜 / 工具

雰囲気制御熱プラズマ CVD 法によるアルコキシド溶液からの新規セラミックコーティングと耐摩耗性
嶋田 志郎 (北海道大学)

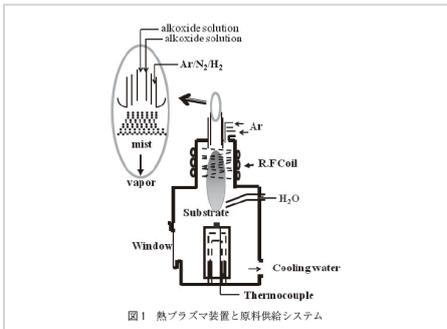


図1 熱プラズマ装置と原料供給システム

ここでは、アルコキシド溶液からの新規熱プラズマ CVD 法による窒化物・炭化物・ホウ化物の単相膜とこれら化合物を組み合わせた複合膜、二層膜の作製とその特性を概説した。さらに、WC-Co バイト上に上記の膜をコーティングした切削バイトを実際に作製し、熱 CVD で作製した市販の切削バイト (CVD-TiC, TiN/Al₂O₃) との耐摩耗性を比較した。

CERAMICS JAPAN 46 [7] 563-569 (2011)

ナノパルスプラズマ CVD / ダイヤモンド膜 / プロセス技術

ナノパルスプラズマ CVD による大気圧下でのダイヤモンド状炭素膜の合成
大竹 尚登 (東京工業大学)

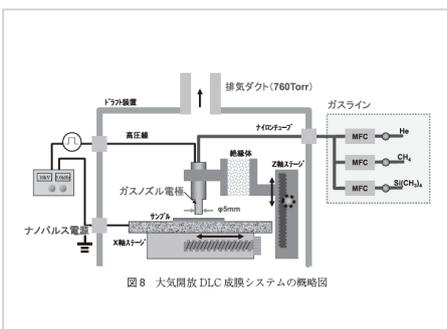


図8 大気開放 DLC 成膜システムの概略図

DLC 膜は、合成法により膜中の水素含有量や炭素の sp^3/sp^2 の結合成分の比が異なり、機械的・電気的特性の変化することが指摘されているが、総じて高硬度、高耐摩耗性、低摩擦係数、高絶縁性、高化学安定性、高耐食性、高ガスバリア性、高熱伝導率、高耐焼き付き性、高生体親和性、高赤外透過性などの特徴を有する。本稿では大気圧合成をターゲットとした試みを紹介する。

CERAMICS JAPAN 46 [7] 570-575 (2011)

イオンプレーティング / 炭・窒化物膜 / 自動車部品

自動車エンジン用セラミックスコーティングの動向
馬淵 豊 (日産自動車 (株))

表1 セラミックスコーティングの種類と自動車部品への適用例

製法	膜種	主な部品
真空蒸着膜	CrN, TiN, DLC (ta-C, a-C:H, WC/C)	バルブリフター, ピストンリング, オイルポンパペーン, 燃料噴射弁
高温塩浴処理 / 粉末バック法	VC, CrC, TiC	サイレントチェーン・ローラーチェーンのピン
窒化・酸化処理	Fe ₃ N, スチーム処理 (Fe ₃ O ₄), アルマイト (Al ₂ O ₃)	バルブリフター, スプロケット, バルブシールド, ピストン

ここでは自動車の環境対応技術として、特にエンジンの省燃費化に貢献しているセラミックスコーティング技術に着目し、これまで採用された部品と最近の開発事例について紹介を行う。なお、セラミックスコーティングの分類として、ここでは金属を主体としたメッキや溶射、蒸着膜を除いた、炭素や金属の炭化物/窒化物のコーティング類を対象とする。

CERAMICS JAPAN 47 [6] 446-450 (2012)

スプレコーティング法 / 防汚ガラス膜 / 衛生品材

衛生陶器における防汚ガラスコーティング技術の開発
一木 智康 (TOTO (株))

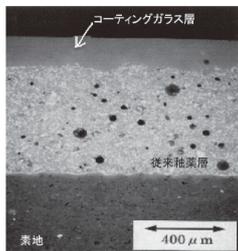


図2 開発したコーティング技術を実施した衛生陶器の断面SEM観察結果

本稿では、開発した衛生陶器の防汚ガラスコーティング技術において、その基本的な製造プロセスを示すとともに、コーティングガラスの化学組成が2層構造に及ぼす影響、および得られた構造での防汚性能評価など、実施した検証結果の一部を紹介させていただく。

CERAMICS JAPAN 46 [10] 875-878 (2011)

スパッタリング / ハイドロキシシアパタイト膜 / 生体

スパッタリング法による薄膜 HA コーティングの開発と臨床試験
青木 秀希・李 団団 ((株) 国際アパタイト研究所)

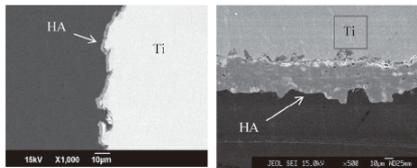


図1 HA コーティング断面のSEM像 (左: スパッタリング法×1000, 右: プラズマ溶射法×500)

本稿では、HA コーティングの臨床的な過去の失敗例や問題点を挙示し、それらの問題を解決する方法としてスパッタリング技術を開発するに至った経緯と臨床試験の概要を説明し、次世代のHA コーティングについても考えてみた。

CERAMICS JAPAN 46 [9] 750-752 (2011)

コールドスプレー法 / 酸化チタン膜 / 環境

コールドスプレー法による光触媒酸化チタン成膜技術の開発
山田 基宏・中野 裕美・福本 昌宏 (豊橋技術科学大学)

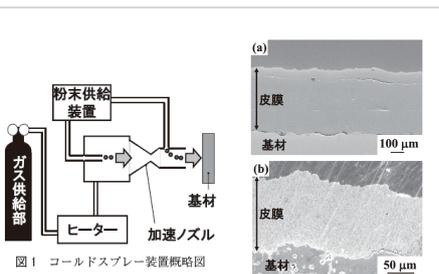


図1 コールドスプレー装置概略図

図3 コールドスプレーによって作製したTiO₂皮膜 (a)鉄鋼基材 (b)セラミック基材

本稿では、このコールドスプレー法について概説するとともに、実現困難とされてきたコールドスプレー法によるセラミックス成膜に至った研究成果について紹介する。

CERAMICS JAPAN 46 [7] 536-540 (2011)

レーザー焼結 / SOFC 電極 / エネルギーデバイス

セラミックス材料のレーザー焼結技術と固体酸化物形燃料電池への応用
山崎 和彦・前川 克廣 (茨城大学)

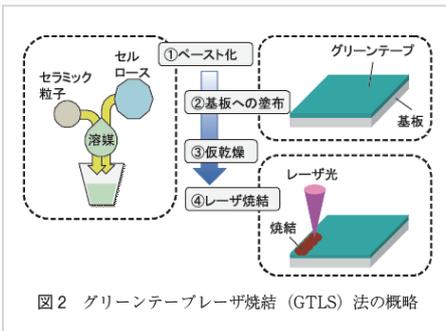


図2 グリーンテープレーザー焼結 (GTLS) 法の概略

筆者はこれまでに、電解質基板上にコートした電極材料膜に、レーザー光を照射することで焼結する、グリーンテープレーザー焼結 (Green Tape Laser Sintering, GTLS) 法を用いて、SOFC 用燃料極および空気極膜の形成に成功した。

CERAMICS JAPAN 49 [2] 106-111 (2014)

プラズマ CVD/DLC 膜 / 応用部品

気相合成による DLC コーティング技術
辻岡 正憲 (日本アイ・ティ・エフ (株))

表1 日本における DLC の分類と定義

Type	名称	定義		注釈
		sp ³ (sp ³ +sp ²) (%)	水素含有量 (atm%)	
I	ta-C (テトラヘドラルアモルファスカーボン)	50 < sp ³ < 90	H = < 5	
II	ta-C:H (水素化テトラヘドラルアモルファスカーボン)	50 < sp ³ < 100	5 < H < 50	
III	a-C (アモルファスカーボン)	20 < sp ³ < 50	H = < 5	
IV	a-C:H (水素化アモルファスカーボン)	20 < sp ³ < 50	5 < H < 50	
V	-	0 < sp ³ < 20	(0 < H < 5)	グラファイトライクカーボン
VI	-	-	(50 < H < 70)	ポリマーライクカーボン

本稿では代表的な DLC の構造と製法および摩擦摩耗特性、最近の産業界における実用例について解説する。

CERAMICS JAPAN 48 [9] 712-717 (2013)

レーザー CVD / 超電導膜 / エネルギーデバイス

傾斜機能材料の経緯と超電導テープへの応用
後藤 孝・伊藤 暁彦 (東北大学)

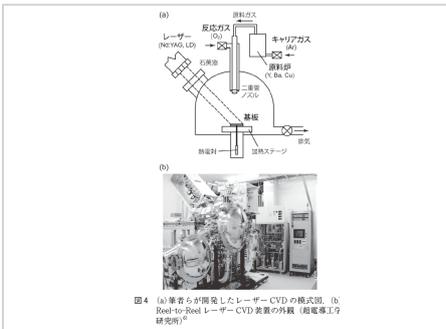


図4 (a)筆者らが開発したレーザー CVD の機構造図。(b)Real-time laser CVD 装置の外観 (超電導工学研究所)。

筆者らは、新規に高強度連続発振のレーザーを用いたレーザー CVD を開発し、耐熱性の低い金属基材にも種々のセラミックス膜を低温・高速で合成できることを見いだした。以下に、一例として、レーザー CVD を用いた金属テープ上への CeO₂ および YBa₂Cu₃O_{7-δ} (以下 YBCO) 超電導膜の作製例を紹介する。

CERAMICS JAPAN 47 [12] 894-898 (2012)

レーザー CVD によるセラミックスの高速・配向制御コーティング
伊藤 暁彦・後藤 孝

CERAMICS JAPAN 46 [7] 556-562 (2011)

スパッタリング / 反射防止膜 / 光学部品

スパッタリング法によるガラスへの反射防止膜の作製技術
尾山 卓司 (旭硝子 (株))

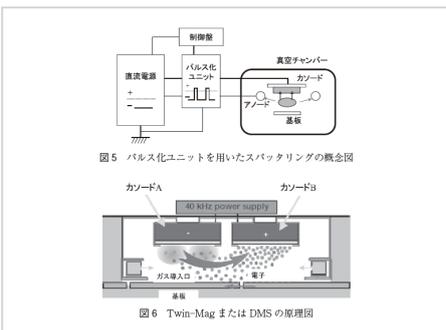


図5 パルス化ユニットを用いたスパッタリングの概念図

図6 Twin-Mag または DMS の原理図

本稿では、反射防止膜とスパッタリング法に用途と製法を絞って、最近の技術動向を紹介したい。反射防止膜を含む光学薄膜の用途では一般的に絶縁性の透明材料が使用されている。まず、反射防止膜についての基本的な設計を説明した後、反射防止膜作製に必須となる低屈折率材料としての SiO₂ をスパッタリング法で成膜する際の技術の進歩について解説する。

CERAMICS JAPAN 47 [10] 777-781 (2012)

コールドスプレー法 / 耐酸化膜 / エンジン部品

炭素繊維強化炭素複合材の宇宙・航空エンジンへの適用に向けた耐酸化コーティングの研究

竹腰 正雄^{*1}・小野 文衛^{*1}・小川 和洋^{*2}・佐藤 正喜^{*1}(^{*1}宇宙航空研究開発機構・^{*2}東北大学)

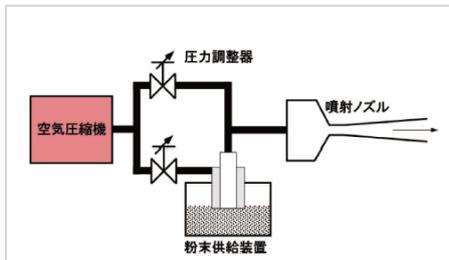


図5 パウダージェットデポジション法によるセラミックスコーティングの装置概略図¹⁰⁾

C/C 複合材の耐酸化コーティングに必要な技術として、これまで検討と取り組みを行ってきた耐酸化コーティング付 C/C 複合材の耐酸化性評価試験、常温 SiO₂ コーティングによるき裂封止の効果について紹介する。加えて、エンジンを解体せずに現場で簡便にセラミックスコーティングを修復する方法として期待しているコールドスプレー法やパウダージェットデポジション法について取り組んだ例について紹介する。

CERAMICS JAPAN 49 [12] 1026-1029 (2014)

溶液法 / ナノ多孔体膜 / 建材

多孔質シリカ粉末およびシリカエアロゲルを用いた真空断熱材の開発

松原 秀彰^{*3,*1}・井須 紀文^{*2}・高田 雅介^{*1}

(^{*1}ファインセラミックスセンター・^{*2}(株)LIXIL・^{*3}東北大学)



図12 複合化技術および真空セグメント化技術開発の成果例と住宅向け超断熱材料の実用化イメージ。

新たな素材、特にセラミックス多孔体による真空断熱材料の開発が期待されている。壁材料としては多孔質セラミックス粒子、窓材料としては多孔質セラミックス透明体が望まれている。本稿では、多孔質シリカ粉末およびシリカエアロゲル等を用いた真空断熱材の開発の研究成果について述べる。

CERAMICS JAPAN 49 [8] 653-658 (2014)

溶液法 / チタニア薄膜 / プロセス技術

光により誘起される微構造形成プロセスと応用

高橋 雅英 (大阪府立大学)

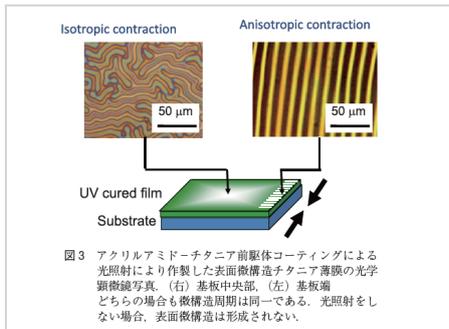


図3 アクリルアミド-チタニア前駆体コーティングによる光照射により作製した表面微構造チタニア薄膜の光学顕微鏡写真。(右)基板中央部、(左)基板端。どちらの場合も微構造周期は同一である。光照射をしない場合、表面微構造は形成されない。

本稿では、光によって誘起される化学・物理過程を利用した微構造形成と機能創出について「光分子集合性を利用した表面褶曲構造の形成と応用」、「光-熱プロセスを用いた可逆ホログラムの形成」、「金属-セラミックス-MOF 変換を利用した多孔性配位高分子 (MOF: Metal-organic frameworks) の空間選択形成」の3つのトピックを紹介したい。

セラミックス 49 [3] 196-202 (2014)

レーザーアブレーション法 / 酸化物半導体膜 / バイオデバイス

バイオキサイド (BIOxide) エレクトロニクスによるナノバイオデバイスの創製

田畑 仁 (東京大学)

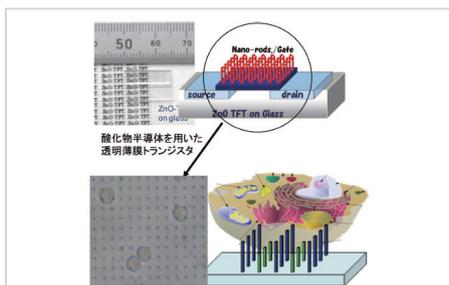


図8 酸化物半導体薄膜を用いた透明トランジスタとナノロッドを組み合わせた細胞チップ

本稿ではまずモザイクウィルスを用いたバイオミネラリゼーションによって作製したナノスピントロニクス素子について、次いで DNA の相補対形成能を用いたプログラム自己組織化によるナノ構造形成について紹介する。さらに、機能性セラミックスのトップダウン型およびボトムアップ型 3次元ナノ構造形成を活用した細胞チップ (細胞分化制御および低侵襲細胞穿孔技術) について述べる。

CERAMICS JAPAN 49 [5] 361-367 (2014)

水熱ホットプレス法

水熱低温接合による金属基板へのセラミックス積層

小野木 伯薫 (住友電気工業 (株))

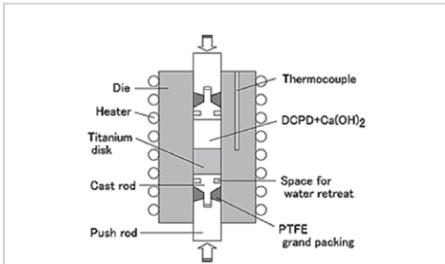


図1 水熱ホットプレス用オートクレーブの断面概略図

これまでに水熱ホットプレス法と呼ばれる無機粉末と水溶媒との相互作用、つまり溶解・析出現象を利用した無機粉末の固化技術を発展させることで、無機粉末固化体つまりセラミックスバルク体と金属バルク体との接合現象が見いだされている。本稿では、この接合現象を利用した金属基板へのセラミックス積層技術を展開した例を紹介する。

CERAMICS JAPAN 51 [2] 79-82 (2016)

耐熱耐食膜

セラミックコーティング技術とその実用化

伊藤 義康 (トーカロ (株))

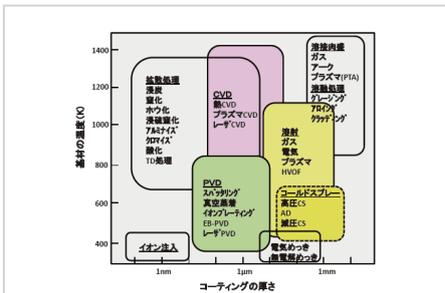


図1 各種表面処理・コーティング技術のプロセスマップ

セラミックコーティング技術は、さまざまな分野において数多くの工業製品への適用が進められている。本稿ではさまざまな工業分野における各種セラミックコーティングの実用化動向を示すことを目的とし、併せて将来に向けた技術開発について展望する。

CERAMICS JAPAN 50 [6] 479-484 (2015)

セラミック基複合膜 / 航空機エンジン

航空機エンジン用セラミック基複合材料の研究開発

小谷 政規 (宇宙航空研究開発機構)

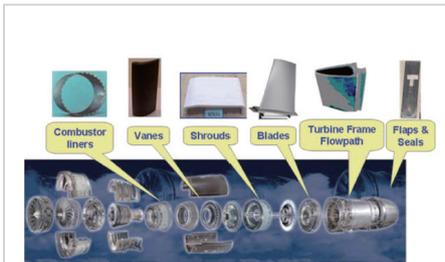


図4 航空機エンジンへのCMC適用部位候補の例 (統合打撃戦闘機用F136開発エンジン[®])

本稿では、SiC/SiC 複合材料を中心として、航空機エンジンへのCMCの適用に関する期待と昨今の状況、そこで求められる特性と技術課題、および主要な研究開発事例を概説する。

セラミックス 49 [12] 1021-1025 (2014)

HA コーティング / 生体

医療分野におけるバイオインスパイアード材料の応用

井奥 洪二^{*1}・横井 太史^{*2}・上高原 理暢^{*2} (*¹ 慶應義塾大学・*² 東北大学)

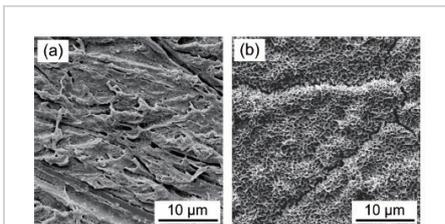


図3 FGF/HA コーティング前後の高分子基板表面の走査型電子顕微鏡写真。(a)コーティング前、(b)コーティング後。ナノサイズの微粒子からなるコーティングが形成されていることがわかる。

このバイオミメティックプロセスは、骨や歯の治療に向けた物質の合成に有効であり、生命科学的な見地からも興味深い材料を生み出している。本稿では、セラミックス系バイオマテリアル分野における“骨”をキーワードとしたバイオインスパイアード材料の作製、評価、応用について述べる。

セラミック 49 [5] 397-401 (2014)

溶液法 / MoS₂ ナノシート

液相剥離プロセスを活用した水分散 MoS₂ ナノシートインクの作成と電子デバイス応用

安藤 淳 (産業技術総合研究所)

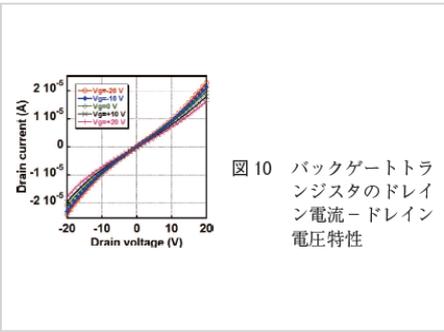


図10 バックゲートトランジスタのドレイン電流-ドレイン電圧特性

近年注目を集めている遷移金属ダイカルコゲナイド層状物質半導体の安価な成膜プロセスの検討を目的として、代表的な遷移金属ダイカルコゲナイド物質である MoS₂ について、液相剥離プロセスによる水分散ナノシートインクの作成とその安定性、作成インクを用いたトランジスタの作製事例について報告する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 508-510 (2016)

ナノインプリント法 / ZnO 膜

ナノインプリント法による ZnO フォトニック結晶の作製

石河 泰明・浦岡 行治 (奈良先端科学技術大学院大学)

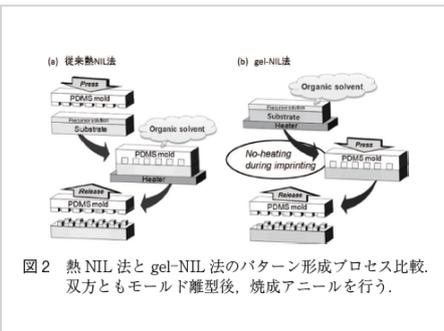


図2 熱NIL法とgel-NIL法のパターン形成プロセス比較。双方ともモールド離型後、焼成アニールを行う。

溶媒の揮発を予め行い gel 状の前駆体膜に対してインプリントしナノ構造を形成する、gel-NIL 法であれば、適当な揮発条件を選択することにより、サイズエラーの改善が期待できる。本稿では、gel-NIL 法によるナノピラー構造の形成結果や、フォトニック結晶として期待される特性について紹介する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 511-513 (2016)

溶液法 / 酸化チタン膜

溶液法で作る高効率ペロブスカイト太陽電池

小島 陽広・池上 和志 (ペクセル・テクノロジーズ (株))

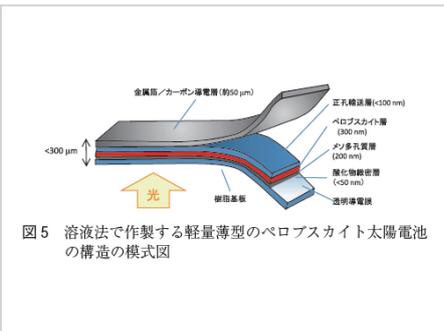


図5 溶液法で作製する軽量薄型のペロブスカイト太陽電池の構造の模式図

また、樹脂基板を用いた薄型・軽量の太陽電池としても期待される。筆者らは、プラスチック色素増感太陽電池の開発において、樹脂基板であるポリエチレンナフタレート (PEN)、または、ポリエチレンテレフタレート (PET) 上における酸化チタン電極の低温製膜法の研究を進めてきた。この研究からフレキシブルペロブスカイト太陽電池に展開し、変換効率 15% を達成した。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 514-517 (2016)

ゾル-ゲル法 / 誘電体膜

ゾル-ゲル法により調製した高分散性チタン酸バリウムナノ結晶の有機無機複合化による誘電体薄膜および透明ナノコンポジット体の作製

有村 雅司・末松 昂一・内山 直行・齋田 真吾・牧野 晃久 (福岡県工業技術センター)

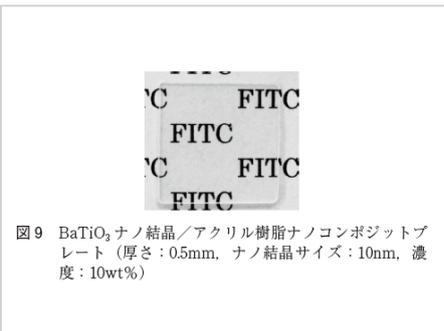


図9 BaTiO₃ ナノ結晶/アクリル樹脂ナノコンポジットプレート (厚さ: 0.5mm, ナノ結晶サイズ: 10nm, 濃度: 10wt%)

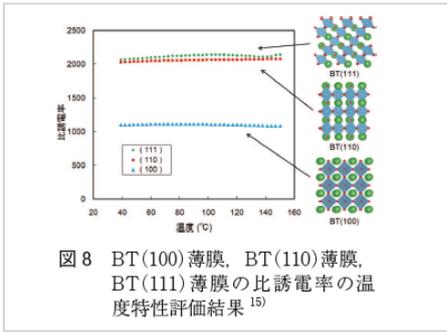
本稿では、筆者らがこれまで行ってきた高濃度ゾル-ゲル法による BaTiO₃ ナノ結晶粒子の調製と、分散性に優れたナノ結晶を利用した有機無機複合誘電体薄膜の形成ならびに透光性を有する有機無機ナノコンポジット体に関する研究内容について紹介する。

CERAMICS JAPAN 51 [4] 216-220 (2016)

MOD 法 / 誘電体膜

スピンドーティングによるチタン酸バリウム系誘電体薄膜の作製

細倉 匡 ((株) 村田製作所)



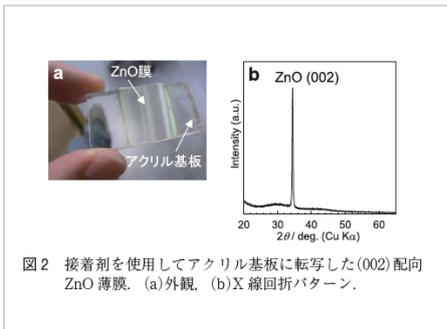
本稿では筆者らが検討してきた CSD 法のなかでも特に有機金属化学分解 (MOD) 溶液を用いたスピンドーティング法によって結晶性, 配向性, 内部応力を制御したチタン酸バリウム系誘電体薄膜の作製および評価について紹介する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 492-495 (2016)

ゾル-ゲル法 / ZnO 膜

ゾル-ゲル成膜と転写によるプラスチック基材上セラミック薄膜の作製

幸塚 広光 (関西大学)



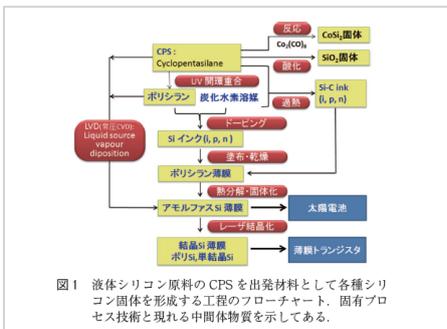
酸化物薄膜の機能は多くの場合, 結晶性が高く, 微構造が緻密であるときに高度化する。結晶性の向上と気孔率の減少は焼成によって達成される。しかし, 耐熱性に劣るプラスチック上では薄膜を焼成できない。一方, 筆者らは最近, 焼成を工程に含む新しい方法を提案した。本稿ではこの方法について説明する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 496-499 (2016)

インク溶液法 / アモルファス SiC 膜

SiC インクの合成と塗布法による半導体用アモルファス SiC 薄膜

下田 達也・増田 貴史 (北陸先端科学技術大学院大学)



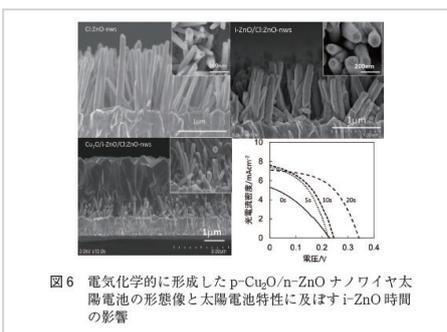
SiC は現在多くの分野で応用が検討されている物質である。とくに, 電気・電動製品を制御するパワーエレクトロニクスの分野では省電力化の切り札として期待されている。本稿では CPS を出発原料として, アモルファス SiC 薄膜を形成する方法を解説する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 500-503 (2016)

電気化学製膜 / 酸化物膜

電気化学反応を用いた酸化物半導体の形成と太陽電池等の素子への展開

伊崎 昌伸 (豊橋技術科学大学)



本稿では, 水溶液からの電気化学製膜に関わる反応の取り扱いと活用, 酸化物半導体形成技術と物性制御, そして太陽電池への展開について記述する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 504-507 (2016)

溶液法 / 酸化ナノシート

2次元ナノクリスタルの現状と将来展望

長田 実・佐々木 高義 (物質・材料研究機構)

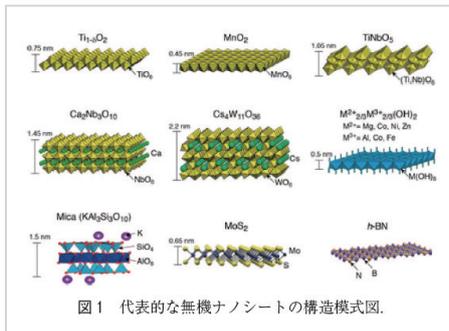


図1 代表的な無機ナノシートの構造模式図。

筆者らはこれまで、層状金属酸化物の単層剥離により得られる2次元ナノクリスタル(酸化ナノシート)をベースとした材料研究を推進しており、さまざまな組成、構造、機能を有するナノシートを開発するとともに、ナノシートの精密集積により新しい機能材料やデバイスの創製を目指した研究を進めている。本稿では、筆者らのグループの研究を中心に、無機2次元ナノクリスタル(無機ナノシート)技術の研究動向、応用、将来展望について紹介したい。

CERAMICS JAPAN 51 [4] 230-233 (2016)

酸化ナノクリスタルでつくる新しい電子材料 長田 実・佐々木 高義
CERAMICS JAPAN 45 [2] 113-117 (2010)

酸化ナノシート—ナノシートの積層制御と機能化—
佐々木 高義・海老名 保男・長田 実
CERAMICS JAPAN 41 [4] 290-295 (2006)

フラックスコーティング法 / プロセス技術

フラックス概念を導入した環境調和プロセスによる機能性結晶薄膜の創成

手嶋 勝弥・大石 修治・是津 信行 (信州大学)



図4 一般的なフラックス法(上段)とフラックスコーティング法(下段)の概念図

フラックス法の原理を応用して結晶薄膜(結晶層とも呼ぶ)を作製する『フラックスコーティング法』を提案するとともに、その技術を用いてさまざまな結晶薄膜の作製に注力している。本稿では、環境・エネルギー分野への応用を目指し、フラックスコーティング法による機能性結晶薄膜の作製を紹介する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 478-482 (2016)

光 MOD 法 / プロセス技術

光有機金属分解法を用いた酸化半導体膜の低温合成
~多結晶膜, エピタキシャル膜, フレキシブル膜~

土屋 哲男・中島 智彦・山口 巖・鶴澤 裕子 (産業技術総合研究所)

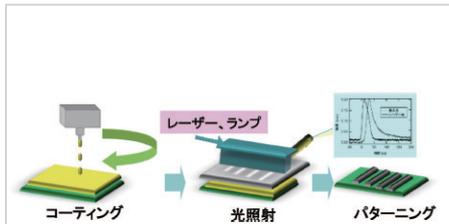


図1 塗布光照射法の概念図

本稿では、金属有機化合物を用いた多結晶成長やエピタキシャル成長の事例とともにそのメカニズムについて概要を解説する。また、これらの研究から得られた知見を基に、さらに、ナノ粒子やハイブリッド溶液を用いたフレキシブルな薄膜や厚膜作製法を開発しており、それらのプロセスと特徴をいくつかの代表的な研究事例についても併せて紹介する。

CERAMICS JAPAN 54 [8] 576-581 (2019)

塗布光照射法を用いた機能性セラミックコーティングとその応用
土屋 哲男・中島 智彦
CERAMICS JAPAN 51 [8] 483-487 (2016)

ペロブスカイトマンガン酸化物を用いた非冷却赤外センサの開発
土屋 哲男・中島 智彦・熊谷 俊弥
CERAMICS JAPAN 44 [3] 167-171 (2009)

インクジェット印刷法 / 電子部品

インクジェット印刷によるオンデマンド PZT 厚膜形成技術

秋山 善一 ((株) リコー)

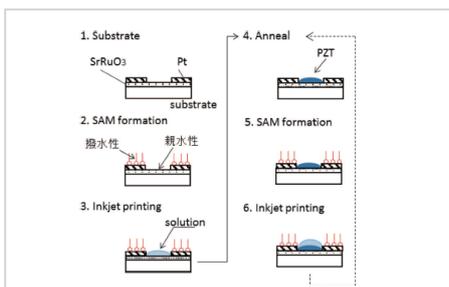


図4 自己整合プロセスによる繰返し成膜フロー

インクジェット印刷法による PZT 薄膜/パターンニング法を開発した。本稿では、以下①インク処方の一般的な考え方、②産業用インクジェットプリンターヘッドの特徴、③パターン寸法精度、再現性を確保するための基板側への工夫、④複合素子作製について解説する。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 488-491 (2016)

水溶液 / プロセス

水溶液プロセスによる階層的で精緻な材料形態のデザイン： バイオミネラルにおけるナノロッド配向集積体とその模倣 今井 宏明（慶應義塾大学）

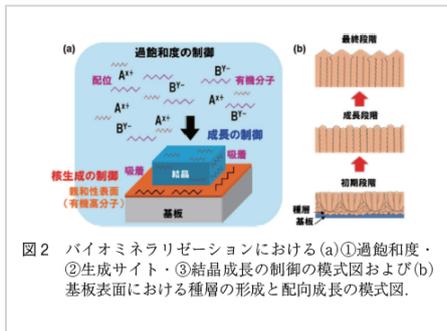


図2 バイオミネラリゼーションにおける(a)①過飽和度・②生成サイト・③結晶成長の制御の模式図および(b)基板表面における種類の形成と配向成長の模式図。

ここでは、バイオミネラリゼーションの特徴を示しながら、その要素を活用した水溶液プロセスによって、歯のエナメル質や貝殻にみられるナノロッド状結晶の配向集積体の構築手法を紹介する。このようなバイオミネラルの精緻な形態や構築手法の理解は、固相法や気相法を凌駕する水溶液プロセスのポテンシャルを示し、多様な構造材料や機能材料の開発へとつながることが期待される。

CERAMICS JAPAN 53 [10] 710-713 (2018)

水溶液法 / WO_3 法

超低速ディップコーティングによる 有機物フリー金属塩水溶液からの酸化物薄膜の作製 内山 弘章（関西大学）

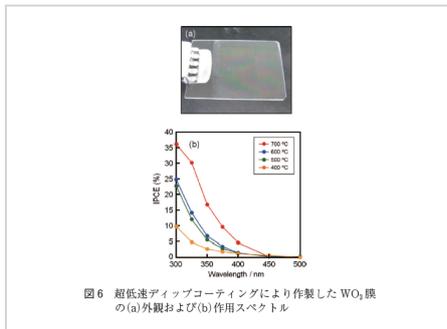


図6 超低速ディップコーティングにより作製した WO_3 膜の(a)外観および(b)作用スペクトル

本稿では、超低速ディップコーティングの概要を説明したうえで、本手法による金属塩水溶液からの酸化物薄膜作製の実施例、および、得られた薄膜のデバイス応用の可能性を検証した結果を紹介する。

CERAMICS JAPAN 53 [10] 718-721 (2018)

溶液法 / 酸化スズ膜

ソフトケミストリーに基づいたナノ構造薄膜の作製 増田 佳丈^{*1}・白幡 直人^{*2-4} (^{*1}産業技術総合研究所・^{*2}物質・材料研究機構・^{*3}中央大学・^{*4}北海道大学)

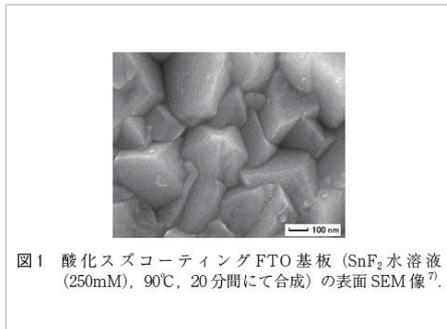


図1 酸化スズコーティングFTO基板 (SnF_2 水溶液 (250mM), 90°C, 20分間にて合成) の表面SEM像⁷⁾。

本稿では、シリコンナノ粒子薄膜や酸化スズナノシート構造膜、二酸化チタンナノ構造膜等の複数のナノ構造薄膜について、開発事例を紹介したい。また、これまでの総説等も参照頂きたい。
CERAMICS JAPAN 53 [10] 743-747 (2018)

水溶液プロセスを用いた異方性結晶膜の作製と応用 増田 佳丈

CERAMICS JAPAN 47 [12] 929-934 (2012)

窒化膜 / フレキシブルサーミスタ

ウルツ鉱型 (Al,Ti) N 薄膜サーミスタ材料の開発

藤田 利晃・田中 寛・稲場 均・長友 憲昭（三菱マテリアル（株））

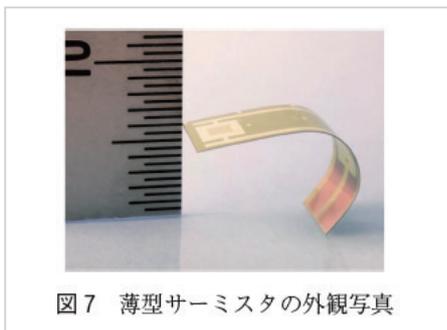


図7 薄型サーミスタの外観写真

本稿では、温度センサにおける薄型化、高速応答化、フレキシブル化のニーズに対応すべく、樹脂フィルム上へ形成可能なサーミスタ薄膜材料開発に取り組んだ結果を報告する。

CERAMICS JAPAN 53 [4] 248-251 (2018)

ソルボサーマル法 / 誘電・圧電膜 / 電子部品

ソルボサーマル固化法を用いたナノヘテロ構造体電子セラミックスの作製
和田 智志・上野 慎太郎・藤井 一郎 (山梨大学)

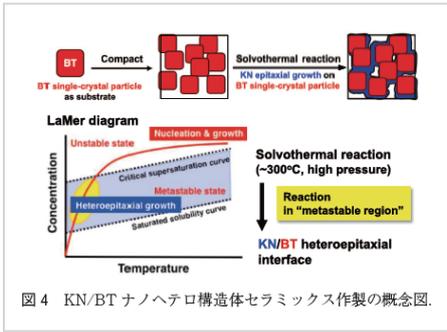


図4 KN/BT ナノヘテロ構造体セラミックス作製の概念図。

ここでは筆者らが 2011 年に開発した 300°C 以下の低温で、人工的な MPB 構造を有するナノヘテロ構造体電子セラミックスの合成法であるソルボサーマル固化法について紹介するとともに、それにより得られたセラミックスの誘電・圧電特性についても紹介する。

CERAMICS JAPAN 54 [8] 547-553 (2019)

コールドシンタリング法

コールドシンタリング法による各種酸化物の低温焼結
舟橋 修一・木村 雅彦・白露 幸祐 ((株)村田製作所)

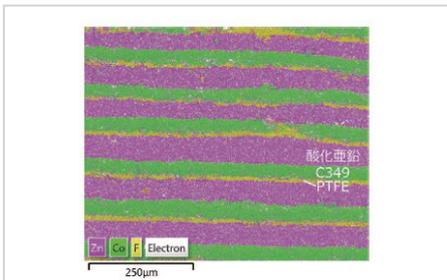


図3 酸化物と樹脂が共焼結された積層型素子断面図

本稿では、第2群の溶媒として広く用いられている酸・アルカリ水溶液のうち酢酸水溶液を使用して酸化亜鉛の粒成長を調べた結果と、その素子化、さらに第3群の溶媒として水+キレート錯体を用いたスピネル系酸化物の高密度化について紹介し、CS法の応用可能性を示す。

CERAMICS JAPAN 54 [8] 544-546 (2019)

水熱法 / 圧電体膜 / 電子部品

(K,Na) NbO₃ 基圧電体の水熱製膜
白石 貴久^{*1}・木口 賢紀^{*1}・今野 豊彦^{*1}・舟窪 浩^{*2}
(^{*1} 東北大学・^{*2} 東京工業大学)

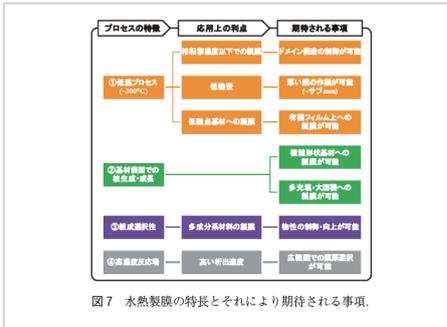


図7 水熱製膜の特長とそれにより期待される事項。

本稿では、水熱製膜ならではの特徴を紹介するとともに、製膜手法としてどのような可能性を秘めているのかについて述べる。

CERAMICS JAPAN 54 [8] 540-543 (2019)

ナノキューブ / 誘電体膜 / 電子部品

ナノキューブが拓くセラミックスの未来
加藤 一実・坂坂 浩樹・高田 瑤子・三村 憲一 (産業技術総合研究所)

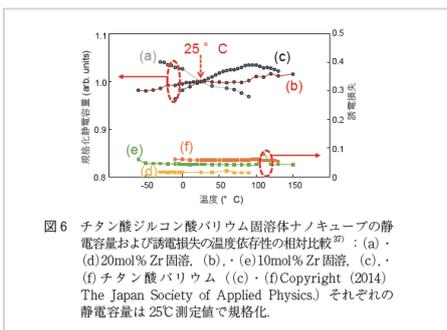


図6 チタン酸ジルコルン酸バリウム固溶体ナノキューブの静電容量および誘電損失の温度依存性の相対比較²⁷⁾ : (a)・(d) 20mol% Zr 固溶、(b)・(e) 10mol% Zr 固溶、(c)・(f) チタン酸バリウム。(c)・(f) Copyright (2014) The Japan Society of Applied Physics. それぞれの静電容量は 25°C 測定値で規格化。

本稿では、産総研で継続的に推進しているナノキューブ研究の最新の研究成果を紹介したい。チタン酸バリウムナノキューブに関して、新たな集積方法の提案、ナノキューブ単一層の特性の解明、界面形成による局所構造変化の解析について記述し、また、固溶体ナノキューブに関して、組成と特性の多様性に関する結果を取り上げることに、本技術の意義を明らかにする。

BaTiO₃ ナノキューブ集積体における歪み誘起相転移と高誘電率
安井 久一・三村 憲一・加藤 一実
CERAMICS JAPAN 53 [4] 222-226 (2018)

単結晶ナノキューブ技術の現状と展望 加藤 一実・三村 憲一・馬 強
CERAMICS JAPAN 51 [4] 223-226 (2016)



▶ 各内容の詳細は添付の DVD を参照ください。

セラミックヒストリー 100 選 コーティング (非売品)

2020 年 3 月発行 印刷所：小宮山印刷工業株式会社

© 公益社団法人日本セラミックス協会 〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-22-17



CERAMICS JAPAN

BULLETIN OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN

公益社団法人 日本セラミックス協会

〒169-0073 東京都新宿区百人町2-22-17

TEL:03-3362-5233 FAX:03-3362-5714 E-mail:shoseki@ceramic.or.jp

2020年3月発行