

機械システム調査開発

28-D-1

セラミックスを用いた先進コーティング
市場進出への戦略策定
報 告 書

(公 開 版)

平成29年3月

一般財団法人 機械システム振興協会

委託先 一般社団法人日本ファインセラミックス協会

序

現在、我が国では、第4次産業革命の推進に向け、革新的技術を核としたイノベーションを生み出すべく、ロボット、AI（人工知能）、IoTやビッグデータ等の新しい技術を活用した様々な試みが進められています。その動きをより強固なものにするには、長年培ってきた多種多様な技術革新の芽を大きく育てる仕組み、即ち具体的な戦略づくりが必要であります。

一般財団法人機械システム振興協会（以下、「協会」という。）では、平成26年度から調査開発事業の中核として「イノベーション戦略策定事業」を、外部組織の皆様とともに始め、3年目を迎えました。

本事業の目的は、機械システムによる新たな社会変革を目指す革新的・先進的技術を基にした戦略づくり、きっかけづくりであります。このため関連する複数の分野の関係者が一堂に会して議論を行い、現状の問題点や課題を検討・整理し、実現すべきシステムの姿およびその実現方策・道筋等を策定するものです。

「セラミックスを用いた先進コーティング市場進出への戦略策定」は、上記事業の一環として、昨年度の成果を踏まえ、セラミックスコーティング事業の次世代新市場への進出展開を目指して、一般社団法人日本ファインセラミックス協会に委託して実施し、多様な分野の関係者とともに協会も参加して議論・検討を行いました。また、協会に「機械システム開発委員会」（委員長：（公財）ハイパーネットワーク社会研究所 理事長・所長、東京大学 名誉教授 大場 善次郎 氏）を設置し、そのご指導・ご助言を受けました。

この成果が、機械システムによる新たな社会変革の進展に寄与するきっかけとなれば幸いです。

平成29年3月

一般財団法人機械システム振興協会

はじめに

一昨年始めさせていただいた「基材表面へのファインセラミックス材料の低温薄膜形成によるプロダクトイノベーションの可能性に関する戦略策定」の後、セラミックコーティングについての関心が高まり、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」という）に先進コーティングアライアンスが発足し、参加企業も40社を越えて立ち上がりました。これはひとえに産学の議論の場を設けて頂いた機械システム振興協会の事業の賜物と感謝しております。

このような状況を受けて、本年「セラミックスを用いた先進コーティング市場進出への戦略策定」事業を頂いて、さらに次のステップに進むことを目的に実施してきた内容をここに報告するものです。

日本はセラミックス世界市場の4割を占めておりますが、コーティング分野においては後塵を拝しております。これに注目して日本の研究・産業を結集して、次代のコーティング産業の発展を生み出すべく、分科会ごとにテーマを定め、グローバルなマーケットから求められる新しい技術と戦略を策定する試みを進めてきました。この動きは多くの企業に賛同を頂き、計33社の会社からご参加いただきました。

これらの議論をもとにセラミックコーティング産業をより強固にするための戦略を立案致しました。本報告が今後の産業立上げにいくらかでも貢献できれば幸いです。

平成29年3月

一般社団法人 日本ファインセラミックス協会

目 次

序

はじめに

1.事業の目的	1
2.事業の内容	2
3.事業の実施体制	5

第1章 戦略策定の目的	19
-------------	----

1.1 ファインセラミックス産業の動向	19
---------------------	----

第2章 先進セラミックコーティングの戦略策定での留意点	21
-----------------------------	----

2.1 戦略策定における留意点	21
-----------------	----

第3章 委員会の活動	27
------------	----

3.1 活動内容の概要	27
-------------	----

3.2 各社の期待するところ	34
----------------	----

第4章 分科会の報告内容	40
--------------	----

4.1 第一分科会	40
-----------	----

4.1.1 遮熱塗料	40
------------	----

4.1.2 遮熱セラミックス	42
----------------	----

4.1.3 スマートウィンドウ市場	45
-------------------	----

4.1.4 CPC (Ceramic Polymer Composite)	50
---------------------------------------	----

4.2 第二分科会	53
-----------	----

4.2.1 高機能セラミックコーティング	53
----------------------	----

4.2.2 マイクロバッテリー	56
-----------------	----

4.2.3 コールドスプレー法によるセラミックス成膜の可能性	57
--------------------------------	----

4.2.4 電子セラミックスの研究動向	59
---------------------	----

4.2.5 医療部材へのコーティング	61
--------------------	----

4.2.6 イビデン SiC コート樹脂ガラス	62
-------------------------	----

4.3 第三分科会	63
-----------	----

4.3.1 切削工具市場	63
--------------	----

4.3.2 DLC コーティング	65
------------------	----

4.3.3 切削工具におけるコーティング層の機能について	66
------------------------------	----

4.3.4 AIP 法による切削工具向け硬質皮膜形成	67
----------------------------	----

4.3.5	パウダージェットデポジション(PJD)	68
4.4	第四分科会	69
4.4.1	固体粒子衝突によるエロージョンについて	69
4.4.2	激甚高温酸化を利用した遮熱コーティングの界面強度改善	72
4.4.3	ディーゼルエンジン遮熱コーティング	73
4.4.4	ディーゼルセラミックコートの世界開発動向	75
4.4.5	TBC/EBC 中の物質移動解析に基づく保護膜設計	77
第 5 章	セラミックコーティングの戦略策定	78
5.1	熱制御セラミックコーティング	78
5.1.1	市場の動向	78
5.1.2	技術の現状と将来展望	81
5.1.3	熱制御セラミックコーティング技術の市場進出のための戦略	85
5.2	セラミックハードコート膜	90
5.2.1	市場の動向	90
5.2.2	新しいコーティングプロセス	91
5.2.3	評価基準	92
5.2.4	適用市場	93
5.2.5	セラミックハードコート技術の市場進出のための戦略	97
5.3	切削工具セラミックコーティング	99
5.3.1	切削工具コーティング市場と課題	99
5.3.2	コーティング膜とプロセス	100
5.3.3	評価基準	101
5.3.4	切削工具コーティング技術の市場進出の戦略	105
5.4	高温セラミックコーティング	110
5.4.1	今後のエネルギー動向について	110
5.4.2	火力発電システムの市場動向	112
5.4.3	次世代火力発電システムの開発状況	113
5.4.4	ガスタービンと SOFC の高温部品におけるコーティング技術の現状と将来展望	116
5.4.5	高温セラミックコーティング技術の市場進出のための戦略	121
第 6 章	セラミックコーティング膜の研究	125
6.1	はじめに	125
6.2	二酸化バナジウム (VO ₂) を用いたサーモクロミック応用	125
6.2.1	VO ₂ の構造相転移を伴う金属絶縁体転移	125

6.2.2	サーモクロミック膜への応用に向けた VO ₂ 膜の課題	126
6.2.3	ヒステリシスとその現状	128
6.2.4	光MODによる多結晶 VO ₂ 膜の低温作製	128
6.2.5	光MOD法を用いた低温セラミックコーティング	129
6.2.6	ガラス基板への多結晶 VO ₂ 膜の低温作製	130
6.2.7	多結晶 VO ₂ 膜のヒステリシス制御	132
6.2.8	Nb ドープによる多結晶 VO ₂ 膜の電気特性制御	132
6.3	スマートウィンドウ応用へ向けた酸化タングステンコーティング	136
第7章	まとめ	141
7.1	今後の展開	141
7.2	最後に	143
	米国出張報告	144