電子版　令和元年 10 月号

月刊名工研

NMIRI

No.809　2019 年 10 月 1 日発刊

※NMIRI : Nagoya Municipal Industrial Research Institute

とぴっくす

【 巻 頭 言 】　当所におけるものづくりの情報化技術への対応
【 技 術 紹 介 】　プラスチックの耐候性評価
次世代スパッタ装置の開発
【 お 知 ら せ 】　「みんなのテクノひろば 2019」の開催
新技術講演会「高速鉄道を実現する技術とその進化
～東海道新幹線からリニアへ～」の開催

当所におけるものづくりの情報化技術への対応

新聞の産業欄で「AI」「IoT」を製造技術に導入したニュースをよく目にします。中国や欧米では「AI」「IoT」を前面に出したネットワークによるものづくりが常識になりつつあります。日本は自動化・合理化という位置づけでものづくりの情報化が進められていますが、大容量高速通信5Gシステムの登場により、賢明で多機能な「AI」や、設備システムの状態をリアルタイムできめ細かくセンシングできる「IoT」を活用する新たなものづくりが切望されています。自動化を進めてきた製造現場は「AI」「IoT」を使いこなすポテンシャルと経験値を持っており、その活用のためのアプローチがあれば、新たなものづくりへの展開が期待できます。

当所は、そのアプローチの一つとして、「技術の見える化」に力を入れており、以下の事業を進めています。

平成 29 年度に「3D ものづくり支援センター」を開設しました。X 線 CT、3D デジタイザなどの3D 計測機器を設計開発に活かし、これまでのものづくり工程の一部をデジタル化するなど製造の効率、品質向上を支援しています。

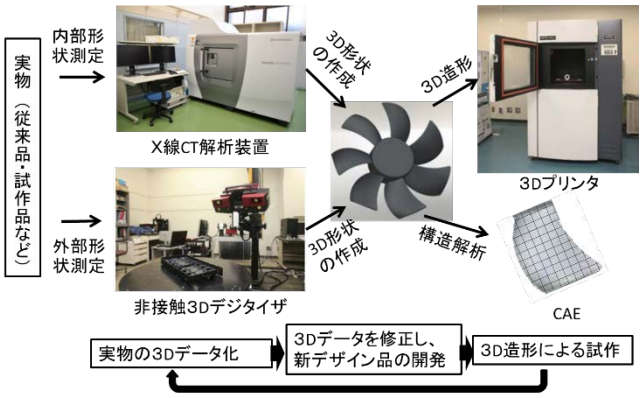


図　センターを利用した3Dものづくりの流れ

令和元年度からは「信頼性向上につながる画像解析技術の導入支援」を進めています。 当所が得意とする画像解析技術を用いて、検査工程などに AI を導入するための要素技術開発・支援を行っています。ぜひ活用ください。

（システム技術部長　児島　澄人）
TEL（052）654-9941

【技術紹介】

プラスチックの耐候性評価

工業研究所ではプラスチックの耐候性評価を行っています。プラスチックは紫外線や熱などにより劣化しやすい材料であり、特に屋外で使用する場合は劣化の進行が早く、ひび割れの発生、強度の低下、変色・退色が生じるため、製品化する際には耐候性を評価する必要があります。新たな製品開発あるいは改良により素材を変更した場合の従来品との比較や、不良の解析目的などが想定されます。

耐候性試験は屋外暴露試験と比較して時間を短縮して試験が可能な、耐候性試験機を使用した促進試験を行っています。キセノンウェザーメーター（キセノンアークランプ光源）やサンシャインウェザーメーター（カーボンアーク灯光源）により、太陽光に近似した人工光（図1）の連続照射と断続的な水噴霧を行うことにより、試験機中のサンプルの劣化を屋外より促進させます（図2）。製品の屋外での耐用年数や使用期間・環境を基に設定した時間の照射を行うことにより、劣化の進行を予測することが可能です。

劣化解析および評価は製品が要求させる性能に応じ、以下に示した各種測定により行います。

【外観】

色　　分光測色計により色彩値、色差計測
光沢　　光沢度計により光沢度、光沢残存率計測
クラック　デジタルマイクロスコープによる観察

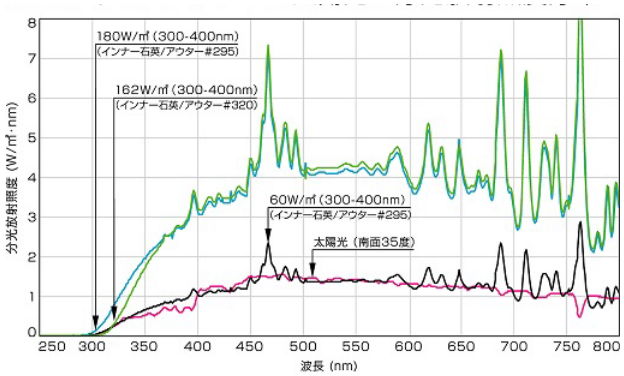


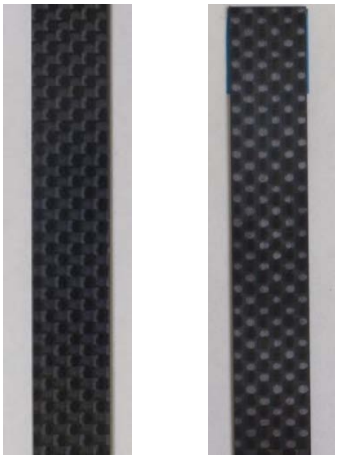
図1　キセノンランプと太陽光の分光放射分布
（スガ試験機株式会社ホームページより）

【物性】

強度　　引張試験、曲げ試験、圧縮試験
衝撃　　シャルピー試験、パンクチャー試験

【化学構造】

酸化　　赤外分光分析によるカルボニル基（酸化劣化の指標）の定量
分子量　GPC による分子量測定



試験前　　1000 時間照射後

図2　耐候性試験前後のプラスチックサンプル

プラスチックの促進耐候性試験による評価は材料の種類、製品の用途や使用環境に応じで、個々に条件設定や評価項目を決める必要があります。例えば屋外暴露１年に相当する耐候性試験機の照射時間も一律に決められる訳ではなく、試験条件や評価項目により異なります。当所では、試験機の選択、条件設定、評価方法など耐候性試験全般の相談、依頼試験、受託研究を行っています。今後はメタルハライド試験、表面の目視質感の数値化、プラスチック添加剤の分析等も取り入れていく予定です。耐候性評価のご要望がありましたら気軽にお問い合わせください。

（製品技術研究室　丹羽　淳）
TEL（052）654-9901

次世代スパッタ装置の開発

材料表面の薄膜形成による高機能化は光学機器や自動車部品、金型など多様な用途に用いられています。自動運転を支える各種センサーには光学薄膜が使用され、耐摩耗性向上には金属窒化物やDLC（ダイヤモンドライクカーボン）が用いられます。近年では、軽量化部材の樹脂表面に薄膜形成できるスパッタ成膜技術が注目されています。

当所では、中小企業庁の技術開発事業「戦略的基盤技術高度化支援事業」（平成27年度から平成29年度に実施）において、次世代スパッタ技術として知られている高出力インパルスマグネトロンスパッタ（High Power Impulse Magnetron Sputtering、略称：HiPIMS）法を用いて、基材との密着性、形成する薄膜の緻密性や硬度、低温成膜性などに優れた成膜プロセスを市内中小企業とともに開発しました。このHiPIMS法では、パルス化した電力をターゲット材に印加することで高密度パルスプラズマによるスパッタを行い、従来のスパッタ法と比べて原子のイオン化率を向上させ、高い反応性を得ることにより、基板密着性に優れた緻密な薄膜を形成することができます。

本稿では開発したHiPIMS装置（図1）の概要を紹介します。要素技術の開発では、スパッタ膜厚を均一にするために、カソード電極の磁場分布やスパッタされた原子軌跡のシミュレーションを行い、スパッタ装置の最適構造を実現しました。さらに、プラズマシミュレーションを用いてイオン生成量を求め、緻密な薄膜形成を可能にしました。金属酸化膜の高速成膜に対応するため、遷移状態制御を行うこともできます。

本装置を用い、成膜プロセスを最適化して、各種薄膜を試作しました。光学薄膜用のTiO_2膜では、ナノインデンター測定による硬さが6000 N/mm^{2}と、一般的な蒸着膜の約2倍の硬度を示しました。また、TiO_2とSiO_2を石英ガラス上に交互に積層した光学薄膜では、反射率が350 nmから750 nmの波長域で3.5%未満、特に450 nmから700 nmでは1.0%未満で、反射防止膜として使用できます。アクリル樹脂上に均一に製膜したTi薄膜は鏡面となり、薄膜表面に撮影したカメラが写り込んでいます（図2）。蒸着や通常のスパッタでは成膜時のプラズマ熱やイオン衝撃熱により樹脂が損傷を受けて凹凸ができますが、HiPIMS法での成膜では電力がパルスで印加されるため基材である樹脂がOFF時間に冷却され、温度上昇の抑制効果があります。

HiPIMS法によるDLC薄膜形成では、水素を含まない黒鉛ターゲットを用いるので、水素フリーDLC膜を得ることができます。作製した炭素系薄膜はあいちシンクロトロンセンターを利用したX線吸収分光やラマン分光、X線光電子分光、X線回折などにより分析評価しました。本法では通常のスパッタ法に比べイオン化率が高いため、ダイヤモンドの結晶構造である正四面体（テトラヘドラル）構造の比率の高いテトラヘドラルアモルファスカーボン（ta-C）が得られました。成膜プロセス中に水素成分を導入すると水素化ta-C（ta-C:H）や水素化アモルファスカーボン（a-C:H）が得られ、幅広いDLC成膜が可能となりました。

ご興味のある方は下記までお問合せください。

（参考）HiPIMSスパッタの特徴と反射防止膜の成膜, MATERIAL STAGE, Vol.19, No.1,2019

図1　開発したHiPIMSスパッタ装置

図2　アクリル樹脂上のTi薄膜

（プロジェクト推進室　宮田　康史）
TEL（052）654-9939

【お知らせ】

■「みんなのテクノひろば 2019」の開催

小中学生向けのものづくり体験イベントを、工業研究所内で開催します。

【日時】11月10日（日）10:00～16:00
【内容】 ＜ものづくり教室＞（事前申込制）
A「3Dプリンタでものづくり！」
B「プログラミングでかんたんなゲームを作ろう！」
C「電子工作で金属探知機を作ろう！」
D「水をきれいにしよう＆バスボムを作ろう！」
E「金属アクセサリーを作ろう！」
開催時刻　①10:00～11:30　②12:30～14:00　③14:30～16:00
＜体験コーナー　10:00～16:00の間、随時＞（申込不要）
・モーションキャプチャ体験　・色いろ化学実験　・分光器を作ってみよう！　など

※応募方法、その他詳細は、
https://www.nmiri.city.nagoya.jp/hiroba2019.htmlをご覧ください。

■新技術講演会「高速鉄道を実現する技術とその進化 ～東海道新幹線からリニアへ～」の開催について

1　日　時　令和元年12月18日（水）　13:30～16:15
2　場　所　名古屋市工業研究所　ホール（熱田区六番三丁目 4－41）
3　内　容　・13:35～14:45「東海道新幹線の技術と進歩」
東海旅客鉄道㈱
執行役員、総合技術本部副本部長・技術開発部長 岡嶋 達也氏
・14:55～15:05「工業研究所紹介」
名古屋市工業研究所　支援総括室長　山岡 充昌
・15:05～16:15「東海道新幹線の安全安心を支える技術」
東海旅客鉄道㈱
総合技術本部技術開発部次長 坂上 啓氏
4　定　員　200 名、参加費無料

※申込・問合せ先 「高速鉄道を実現する技術とその進化」事務局
電　話：(052)238-2321（平日 10:00～17:00）　FAX：(052)238-2320
Eメール：RT@director-s.com

その他詳細は、https://www.nmiri.city.nagoya.jp/cgi/seminar/page.cgiをご覧ください。

（編集・発行）　名古屋市工業研究所
〒456-0058　名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
電話：052-661-3161　FAX：052-654-6788
URL：https://www.nmiri.city.nagoya.jp　E-mail：kikaku@nmiri.city.nagoya.jp