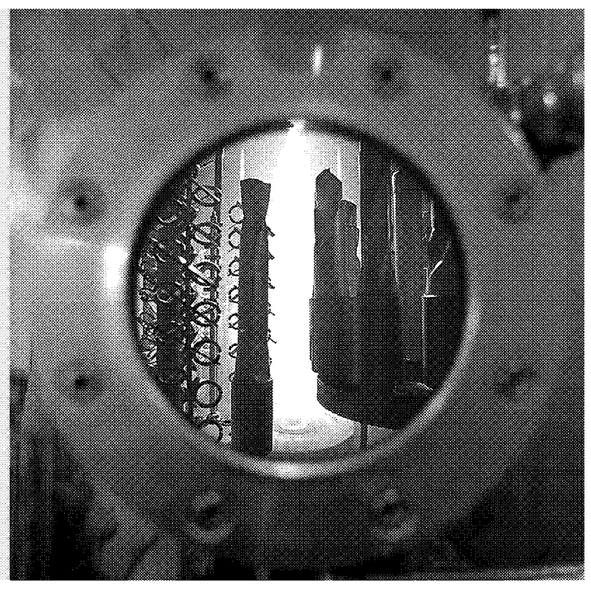
「薄膜創造企業」

耐クレーター摩耗性向上

OS-VII（セブン）

AC-Xを摩耗部品用にチューニング!!

AC-X.X（テン）



Ceramic Coating
株式会社 オンワード技研
E-mail:info@onwardgiken.jp　http://www.onwardgiken.jp
本社 〒929-0111 石川県能美市吉原町ワ-13 TEL0761-55-0466 FAX0761-55-4405
関東事業所・関東工場 〒321-4364 栃木県真岡市長田1541 TEL0285-80-5035 FAX0285-82-1411
先端コーティング技術研究所(ACI) 〒923-1211 石川県能美市旭台2-5-2 TEL0761-51-7050 FAX0761-51-7655

信州から発進!熱処理・表面処理をトータルサポートします。
材料選定から、処理条件の最適化まで用途・目的に応じた提案を致します。

松山技研株式会社　URL http://www.matsuyama-giken.co.jp
〒386-0407 長野県上田市長瀬1077 TEL.0268-43-0771 FAX.0268-43-0772
ISO 9001／ISO 14001 認証取得

DLC成膜技術と工業的応用

ニューダイヤモンドフォーラム副会長　中森 秀樹

国際標準化を推進　適切な利用促す

■DLCとは?

DLCとはダイヤモンドライクカーボン（Diamond-Like Carbon）と呼ばれ、図のようにダイヤモンドとグラファイトの間に位置する。

中間に位置する材料とはどのようなことであるかを考えると、DLCの魅力が理解できると思う。まずはダイヤモンドを考えてみる。自然界の中では最も固いといわれ、結晶構造的には立方晶（sp3結合）である。ゆえに高絶縁体であり、熱伝導率が非常に高い。一方、グラファイトは結晶構造的には六方晶（sp2結合）の積み重ねで柔らかく、良導体であり、潤滑性の高い特性を持つ。

DLCとはこの対極的な性質を持つ材料であるダイヤモンドとグラファイトの良いとこ取りを図ったものである。同じ炭素で構成されていながら結晶構造の違いで、幅広い特性をデザインできることで高度な魅力を有している。具体的にはsp2のsp3比率と水素含有量をコントロールすることである。DLCはミクロ的にはsp2とsp3のそれぞれの結晶構造が局在するが、マクロ的にはアモルファスである。

このようにDLCとはデザインできる炭素薄膜であるがダイヤモンドに近いDLC、グラファイトに近いDLCが存在し、使用用途を間違えると、まったく使い物にならない危険性を持つ。ただ、いずれのDLCでも炭素材料であるために化学的安定性は基本的には有している。

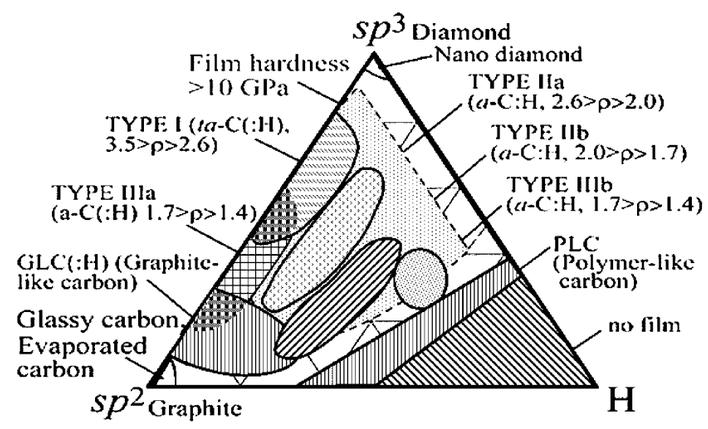
■産業用途の実際

DLC膜は一般的には高硬度、高耐摩耗性、低摩擦係数、高絶縁性、高化学安定性、高ガスバリアー性、高耐焼き付き性、高生体親和性、高赤外線透過性などの特徴を有するといわれている。また表面が平たんで200度C程度の低温で合成できることから、電気・電子機器（ハードディスク、ビデオテープ、集積回路など）や切削工具（ドリル、エンドミル、カミソリなど）、金型（光学部品、射出成形など）、自動車部品（ピストンリング、カム関連部品、クラッチ板、インジェクタなど）、光学部品（レンズなど）、ペットボトルの酸素バリアー膜、衛生機器（水栓）、レンズ・窓、装飾品など幅広く応用され始めている。とりわけ、各種硬質膜の中でも10GPa以上の高い硬度による、優れた耐摩耗性と低い摩擦係数を有することから、機械部品の保護膜として需要が加速度的に増大している。DLCの分類と応用の関係を大まかに表にまとめた。用途に応じたDLC膜がうまく利用されていることがわかる。

表 DLCの分類・用途(案)

DLCのタイプ	密度ρ 特徴	水素量 原子%	応用製品
TYPE I	3.5＞ρ＞2.6　極めて硬く耐摩耗性も高い。水素量少ない	0～5	機械部品、自動車部品、切削工具、切断工具、金型、ハードディスクヘッド、赤外線透過保護膜、低誘電率材料、絶縁材料など
TYPE IIa	2.6＞ρ＞2.0　硬く摩耗性も高い	10～25	機械部品、自動車部品、金型、ハードディスク、磁気テープ、光学素子コーティング、はさみなど
TYPE IIb	2.0＞ρ＞1.7　ある程度硬く相手攻撃性低い	25～35	生体・医療材料コーティング、機械部品、シール材など
TYPE IIIa	1.7＞ρ＞1.4　柔らかい、水素量少ない	0～5	光学素子コーティングなど
TYPE IIIb	1.7＞ρ＞1.4　極めて柔らかく追従性あり	35～50	ガスバリアーコーティング、低誘電率材料、絶縁材料など

図 DLC膜の概念



a-C:H : Hydrogenated amorphous carbon, 水素化アモルファス炭素
ta-C: tetrahedral amorphous carbon, テトラヘドラルアモルファス炭素
GLC(:H): Graphite-like carbon, グラファイト状炭素
PLC: Polymer-like carbon, 高分子状炭素
glassy carbon: 無定形炭素
evaporated carbon: 蒸着炭素

■国際標準化

今後DLCが世界の産業界で適切、的確に使用されることをめざし、一般社団法人ニューダイヤモンドフォーラム（NDF）は2009年度より11年度まで、DLC国際標準化の準備に取り組んできた。今年度より①DLCトライボロジー評価法②DLC分類③DLC分類のための光学的評価方法の提案が検討されている。①についてはすでに提案済みである。

①DLCトライボロジー評価法

評価法の標準化において重要なことは、測定された値の信頼度の確立である。どのような測定でも、不確かさが生じることは避けようがない。そのために、DLCトライボロジーの評価法では従来のピンオンディスク法での不確かさを推定し、データの精度の向上を図っている。不確かさの推定法としてISO／IEC17025（※注）の運用により確立している。

②DLCの分類

分類を適切に行う事で、産業用途が的確に決定されることを期待し、表のように分類案・用途候補案を検討している。分類を行うファクターとしてsp3比、密度ρ、水素含有率量を用いている。これらのファクターによる分類だけでDLCの特性を全て決定できるわけではないが、大枠の産業的用途の分類には適用できるものとして検討している。

③光学的評価方法

分類を定義するsp3／sp2の結合比、水素含有量、密度ρを研究機関でない会社が測定することは現実的には不可能である。DLCの産業利用拡大を図るためには、現場で簡便に、瞬時に非破壊で直接測定を行えることが必要である。この利便性の高い光学的評価方法の確立がNDFによりなされつつある。具体的には分光エリプソメータにDLC解析ソフトをインストールすることにより、用途別判断が可能となる。

■おわりに

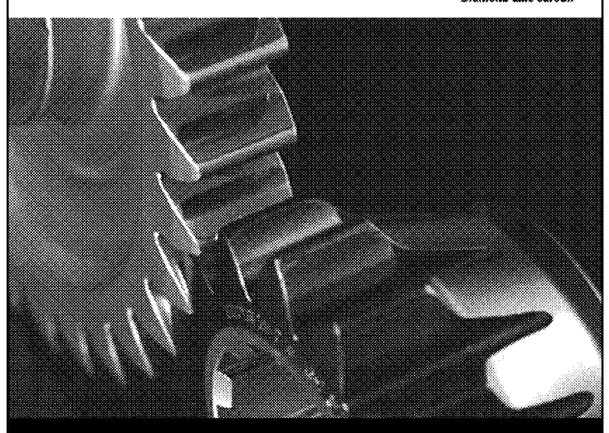
DLC標準化を行うことにより、従来から懸念されていたDLCの用途選択ミスによる金銭的損失や時間的浪費が緩和される。また真のDLCの特性が正当評価され、産業界へさらなる貢献が期待できる。

また、DLCへの見識が高くない方々にも安心して利用いただけ、DLC産業のすそ野の広がりが顕著となるだろう。

（※注）ISO／IEC17025 試験または校正を行う能力に関する一般要求事項を規定した規格で、試験所認定制度と呼ばれる試験所のための国際認定規格。

参考文献　大竹尚登　JNDFホームページ www.jndf.org/index.php/nakama/dlc.html

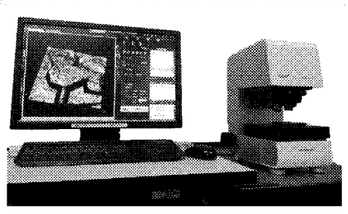
METAL SURFACE TREATMENT wpc　ゼロへの挑戦。　DLC Diamond-Like Carbon

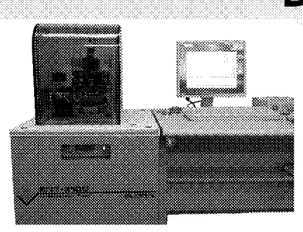


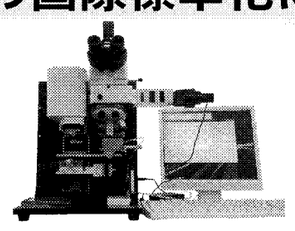
株式会社 不二WPC
http://www.fujiwpc.co.jp/　http://www.facebook.com/fujiwpc
〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台4丁目1番83号
TEL:042-707-0776 / FAX:042-707-0779

DLC膜のトータル ソリューション 分析センター

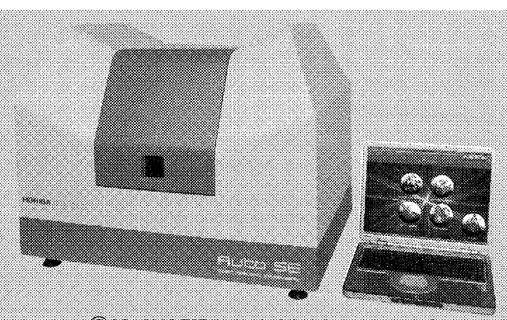
DLC膜の国際標準化に貢献!


オリンパス社製
レーザー顕微鏡


エリオニクス社製
超微小押し込み硬さ試験機


レスカ社製
超薄膜スクラッチ試験機

ナノテック(株)表面分析センターでは、DLC膜をはじめ薄膜からバルクまで、機械的物性評価を中心に受託分析を行なっております。


©2010HORIBA, Ltd. All rights reserved.

DLC膜の膜質評価に最適な新用途!
DLC Analyzer (Auto SE)の販売、受託分析開始
Auto SE は DLC 膜の国際標準化事業に貢献する DLC Analyzer です。
DLC 膜の品質管理に最適です。

プラズマ技術の総合エンジニアリング
NANOTEC ナノテック株式会社
NANOTEC GROUP
・DLC コーティング装置販売
・各種薄膜コーティングの受託
・各種材料の測定、分析、評価
・評価試験機校正、販売
〒277-0872 千葉県柏市十余二 572-61 ナノテクノプラザ
TEL:04-7135-6111(代表) 04-7135-6152(分析センター直通) FAX:04-7135-6126
http://www.nanotec-jp.com/
ISO/IEC 17025:2005
ナノテック株式会社 表面分析センターでは、ISO/IEC17025 を取得しております。
JAB Testing RTL01950
No.QAIC/JP/0133/0643