愛産研 ニュース 増補版

愛産研ニュース（増補版）
平成16年10月5日発行
No. 11

編 集・発 行
愛知県産業技術研究所 企画連携部
〒448-0003 刈谷市一ツ木町西新割
TEL 0566(24)1841・FAX 0566(22)8033
URL http://www.aichi-inst.jp/
E-mail info@mb.aichi-inst.jp

10月号
2004

今月の内容

●歩行者ＩＴＳ
●パルス通電焼結法による窒化ケイ素の焼結
●プラスチック眼鏡レンズ用耐衝撃ハードコート
●ニッケルータングステン合金めっきの熱処理による影響

歩行者 ITS

自動車交通に対する ITS(Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム)の導入が進展する中、歩行者に対する ITS の活用にも大きな関心が寄せられています。また、高齢者や障害者の社会参加に社会システムの対応が求められており、2000 年には「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」が成立し、交通機関のバリアフリー化が進んでいます。

このような背景のもと、歩行者 ITS は、高齢者や障害者を含む歩行者等が安全･安心・円滑 に移動できる環境を提供するシステムとして開発が進められています。地上に設置するインフラ機器と利用者の端末器を用いて、歩行者等に現在位置を伝えたり、段差や危険個所などの状況を目の不自由な方や高齢者に知らせ、歩行者等のニーズに対応した経路案内や、公共交通機関などに関する情報も提供するなど総合的な機能を目的としています。

しかし、高齢者・身体障害者等を主な対象としたこれらのサービスを実現するためには、まだ解決すべきいくつかの課題が挙げられます。例えば、① 位置特定技術(視覚障害者を対象とする場合は誤差数 10cm 以内の精度が必要)、 ②図データの整備(危険個所や車いすの通行可否等、高齢者・身体障害者が必要とする情報を納めた地図データ）、③端末の開発(高齢者、視覚障害者など、利用者の特性に合わせた端末が必要)などです。

愛知県下においても、肢体不自由者を含む歩行者のための歩行者経路検索サービス「名古屋歩行者ナビゲーション〔歩鯱(ほこ)ナビなごや〕」が、名古屋市と国土交通省中部地方整備局により社会実験として行われています。（下図参照）

これから迎えようとしている高齢化社会を安全・安心・便利に過ごすために、「歩行者 ITS」への期待は非常に大きいといえます。

図 歩行者ナビゲーションの例（名古屋市）
http://www.hokonavi.city.nagoya.jp/

工業技術部 機械電子室 室田修男（nobuo_murota@pref.aichi.lg.jp）
研究テーマ：電動福祉機器用 ITS の開発
指導分野 ：電磁環境対策、電波利用技術

パルス通電焼結法による窒化ケイ素の焼結

窒化ケイ素は難焼結性セラミックスの一つで、緻密な焼結体を得るためには焼結助剤の添加と加圧下での高温、長時間加熱が要求されるため、通常はホットプレス法（以下 HP）などが用いられます。一方、パルス通電焼結法（以下 PECS）は、HP のような外部加熱方式とは異なり、大電流パルスを直に粉末試料あるいは焼結ダイに加えて焼結を行います。このため、短時間焼結が可能、導電性粉末の場合には通電による直接加熱ができるなどの特長があります。当研究所では、これまで立方晶窒化ホウ素-窒化ケイ素複合材料や高融点炭化物など典型的な難焼結材料について、PECS による焼結を行い焼結条件と物性との関係について調べてきました。ここでは、窒化ケイ素の焼結例[1)]を紹介します。

α 型窒化ケイ素粉末に焼結助剤としてイットリアとアルミナを添加した後、エタノール中で 24 時間ボールミルを行い、乾燥・粉砕して出発原料としました。PECS は住友石炭鉱業製の SPS-1020 を用い、カーボン製のダイに粉末を詰込み、30 MPa の圧力を加えながら真空中あるいは 0.1 MPa の窒素ガス中で焼結しました。焼結に伴い α 型から β 型への相転移が生じるので、焼結体の相対密度 d や残存 α 相率 C_α の測定、微構造などを調べました。

図１は種々の焼結条件で得られた d と C_α の関係で、比較のため HP の結果も合わせて示してあります。HP では緻密化（相対密度 d の増加）と α から β への相転移（C_α の減少）が同時に進行しているのに対して、PECS では緻密化が先行し、それが終了した後相転移が開始されます。このような振舞いは雰囲気や昇温速度を変えても変わりません。相転移開始直前の焼結体は微細な結晶粒で構成されており、結晶粒の粗大化は認められません。しかし、相転移の開始とともに急激な粒成長が始まります。**図２**は粒成長後の粒度分布を PECS と HP で比較した結果です（等価粒径＝2(長軸×短軸/π)$^{1/2}$）。PECS では一部の結晶粒が異常成長するため、粗大粒子と微細粒子の混在した粒度分布が極めて短時間のうちに形成されることがわかります。このように、PECS では焼結条件により微構造が大幅に変わるので条件の選択が重要となります。なお、**図１**にはマイクロ波焼結の結果[2)]も示してありますが、PECS と同様の関係が見られることから、両者の焼結機構は類似していることが示唆されます。

文献

1) M. Suganuma *et al*., *J. Am. Ceram. Soc*., **86**[3], 387 (2003).

2) M. I. Jones *et al*., *J. Am. Ceram. Soc*., **84**[10], 2424 (2001).

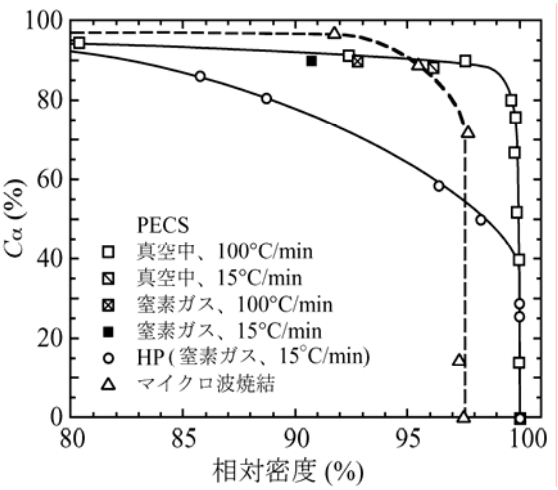

図１　焼結体の相対密度と残存 α 相率 C_α の関係

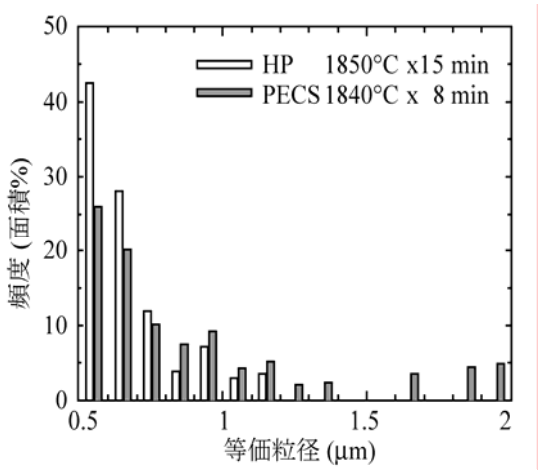

図２　粒成長後の粒度分布の比較

工業技術部　材料技術室　菅沼幹裕(motohiro_suganuma@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：ナノインデンテーション法による材料の評価技術

指導分野　：セラミックスの焼結と評価

プラスチック眼鏡レンズ用耐衝撃ハードコート

眼鏡用レンズの材質は、従来、主にガラスが使用されてきましたが、最近では、ガラスよりも軽く、様々な色調に色付けすることが可能で、比較的割れにくいといった利点を持つプラスチックが主流となっています。プラスチックの屈折率はガラスよりも低いため、特に度数の大きいレンズで厚みが大きくなるといったデメリットもありましたが、１．７前後の高い屈折率を持つ透明プラスチック素材の開発により、その欠点に関しても克服されつつあります。

プラスチックレンズをガラスと比較した場合の顕著な欠点として、素材への傷の付きやすさが挙げられます。このことは、実用光学器具である眼鏡レンズにとっては致命的な問題です。そこで、傷を付きにくくする（耐擦傷性を向上させる）ため、レンズ表面に耐擦傷性を有する素材が数ミクロンの厚さでコーティングされています。この耐擦傷性薄膜がハードコートです。ハードコートレンズが初めて登場したのは１９８０年初頭ですが、それをきっかけにプラスチックレンズのシェアーが急伸しています。

ハードコートの材質としては、一般的に熱硬化型シリコーン系樹脂が用いられています。このシリコーン系樹脂はプラスチックレンズ本体よりも硬いため、耐擦傷性には優れていますが、薄膜そのものの柔軟性が比較的乏しい、すなわち「脆い」特性を示し、急激な外力を受けると破損しやすい（耐衝撃性に乏しい）傾向にあります。特に高屈折率の薄型レンズなどはレンズ自体の耐衝撃性も十分でないため、異物などがレンズ表面に衝突した場合、異物の貫通、あるいは破損によるレンズの破片の飛散により、目に重大な傷害を負ってしまう危険性があります。そのため、耐衝撃性向上を目的として柔軟性を有する樹脂層をさらにレンズ表面に一層コートしています。この薄膜層はそれ一層のみで耐衝撃コート、DH コートなどと呼ばれることもありますが、耐衝撃薄膜層とシリコーン樹脂層（ハードコート層）を合わせて耐衝撃ハードコートと呼ぶこともあります。

いずれにせよ、プラスチック眼鏡レンズに耐擦傷性と耐衝撃性能を兼ね備えて持たせるためには、これまでは二層を別々にコーティングさせる必要がありました。

当研究所では、優れた耐擦傷性を持つ無機物質のシリカ（SiO_2）と、優れた耐衝撃性を持つ有機物質のポリビニルブチラール（PVB）をナノレベルで複合化させることにより、一層のみで耐擦傷性と耐衝撃性両方を兼ね備えた耐衝撃ハードコートを開発しました（**写真**）。耐擦傷性の指標となる表面硬度は、鉛筆硬度において５H と、一般的な耐衝撃ハードコート（２H～）よりも優れたレベルにあります。耐衝撃性については、FDA（アメリカ厚生教育省食品医薬品局）で規定されている落球試験において、実用上クリアすべき基準値の 7 倍以上の重量を持つ落球にも耐えうる優れた能力を有しています。

この PVB－シリカ耐衝撃ハードコートは、それ自身の優れた特性もさることながら、従来二層必要であった耐衝撃ハードコートを一層で実現できる、という点に大きな特長があります。二層コーティング、すなわち工程として二段階あったものが、一回の工程で済むことにより、工程の簡素化、歩留まりの向上、結果としてコストの低減が期待でき、本結果はハードコート製造技術の進歩に大きく寄与できると考えています。

写真　PVB-ｼﾘｶ複合体耐衝撃ハードコート

基盤技術部　行木啓記(nameki@aichi-inst.jp)
研究テーマ：無機・有機複合体耐衝撃性薄膜材料の開発
指導分野　：ゾルゲル法、結晶構造同定および解析

ニッケルータングステン合金めっきの熱処理による影響

タングステンめっきは、単独では水溶液中から析出しませんが、鉄族金属（鉄、コバルト、ニッケル）が共存すると誘起共析します。めっき条件や皮膜組成によっては比較的硬質なめっき皮膜を作ることが可能です。

鉄族金属の中からニッケルを選びニッケルータングステン合金めっき皮膜を作製しました。この皮膜は、タングステンの割合が多くなると、非晶質となります。一方、無電解ニッケルーリンめっきは一般に非晶質ですが、熱処理を行うと結晶化及びニッケルーリン化合物の析出により硬くなることが知られています。そこで、ニッケルータングステン合金めっき皮膜について、熱処理が硬さに及ぼす影響を検討しました。

めっき浴組成のうち、硫酸ニッケルとタングステン酸ナトリウムの割合を変えると皮膜の組成が変わります。その中で、**表**のように硫酸ニッケル：タングステン酸ナトリウム＝１：２の場合に、めっき皮膜中のタングステンの含有量は42wt%となり、硬さは690HV 0.005となりました。このめっき皮膜を用い、それぞれ200℃、400℃、600℃、800℃で１時間熱処理を行いました。

Ｘ線回折により皮膜の構造を調べたところ、**図１**に示すように、タングステンはニッケルに固溶していると考えられるため、回折ピークは見られません。ニッケルは熱処理前は回折幅が広がり非晶質構造をとっていますが、熱処理温度が高くなるにしたがって回折ピークが鋭くなり、結晶化が進行することがわかりました。しかし、温度が600℃を超えると、ニッケルのピークが低くなるとともに、未知のピークが多数出現し、酸化物、化合物などを含む新たな未知の相が生成されることもわかりました。ニッケルータングステン化合物の生成の可能性もありますが、結晶構造が不明のため確認できませんでした。

めっき皮膜の硬さをビッカース硬度計により測定すると、**図２**に示すように400℃までは硬さが上昇しましたが、600℃を超えると下がりはじめ、800℃では熱処理前よりかえって低下し、新たに出現した相が大きく影響を及ぼしていると思われます。

このように、ニッケルータングステン合金めっきは、熱処理するとニッケルの結晶化が起こり、硬さが増し耐磨耗性が向上しますが、600℃を超えて高温加熱すると新たな相を形成し、硬さや耐磨耗性が低下することから、適正な温度管理をすることが重要です。

表　めっき浴組成・めっき条件

硫酸ニッケル	0.1mol/L
タングステン酸ナトリウム	0.2mol/L
クエン酸３アンモニウム	0.3mol/L
pH	7
浴温度	４０℃
電流密度	5A/dm^2

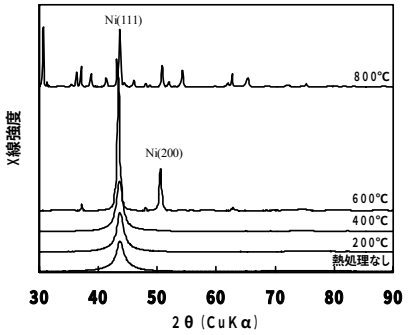

図１　熱処理によるめっき皮膜のＸ線回折像の変化

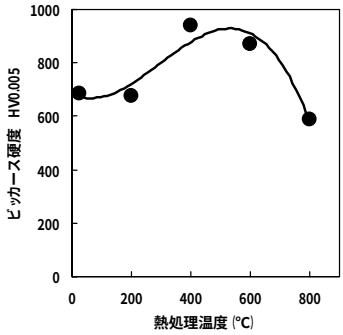

図２　熱処理温度が硬さに及ぼす影響

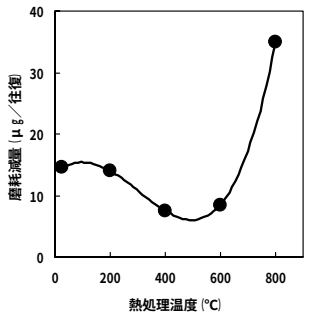

図３　熱処理温度が耐磨耗性に及ぼす影響

工業技術部　加工技術室　松田喜樹(matsuda.yoshiki@mb.aichi-inst.jp)
研究テーマ：表面技術における環境負荷物質低減に関する研究
指導分野　：表面加工（めっき）