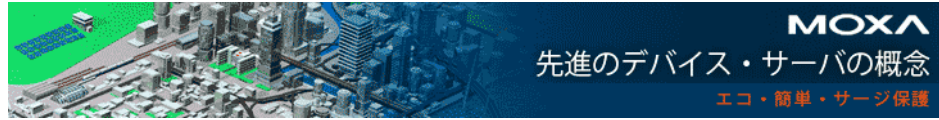


技術者を応援する情報サイト

**Tech-On!**

会員登録 ログイン RSS



English 中文

HOME > 解説 > 新機能付加とコスト削減に効く「めっき最新技術」 > 第1回 大手から消え行くめっき技術

ものづくりとIT

← 連載目次へ

新機能付加とコスト削減に効く「めっき最新技術」

## 第1回 大手から消え行くめっき技術

2011/05/30 00:00

池松 由香 = 日経ものづくり, 荻原 博之 = 日経ものづくり



出典：日経ものづくり，2009年6月号，pp.60-pp.61（記事は執筆時の情報に基づいており，現在では異なる場合があります）

めっき<sup>\*1</sup>の最新技術が今，大手メーカーの間で注目を集めている。「若手を対象に『めっき講座』を開きたいのだが，講師を務めてもらえないか」。そんな問い合わせが，めっき会社に数多く寄せられているというのだ。なぜ今，めっきなのか。その理由に，他の生産技術に比べてコスト削減を図りやすい点が挙げられる。

<sup>\*1</sup> めっき めっきには，電気めっきや無電解めっきなどの水溶液を使用する「湿式めっき」と，スパッタリングや真空蒸着など水溶液を使わない「乾式めっき」がある。本稿では，湿式めっきを取り上げる。

例えば，電気めっきの一つであるバレルめっきは，製品をバレル（たる）と呼ばれる円柱や六角柱などの網目の容器に入れ，めっき槽の中でガラガラと回してめっきを施す。コスト削減を目指し，この工程で1日に処理する製品数を2倍に増やしたとしよう。一般的な装置産業であれば，2倍の数量を処理するには2台の装置が必要になる。しかし，めっきでは，必ずしもそうはならない。1ロット当たりの処理量の自由度が高いため，例えばバレルに2倍の製品を入れても，処理時間が多少長くなるものの一度に処理できる。つまり，めっきは，1ロットの量を増やしてコストを下げるのに向くのだ。

めっきは，素材の表面に金属の皮膜を形成することで，防食性や耐摩耗性といった新たな機能を付与できる。例えば，強酸性液や腐食性ガスを使う半導体製造装置のチャンバ部品を造るとする。めっきを使わなければ，部品の素材としてはチタン（Ti）合金のような高価素材が必須。しかし，防食性の高いニッケル-タングステン（Ni-W）めっきなどを使えば，素材は鋼のような安いもので済ませることもできるわけだ。

大手メーカーがめっき技術に着目する理由は，実はほかにもある。大手メーカーが，めっきの知識や技術を失いつつあるからだ。

1970年代以降，日本のめっき産業を取り巻く環境は劇的な変化を遂げてきた（図1）。自動車や工作機械の分野だけでなく，電子・電機分野においてもめっきの活用が進み，国内のめっき会社は1980年代まで増加・拡大を続けた。しかし，1990年代に入るとバブルが崩壊し，急激な円高が進行。安い人件費を武器にした海外工場も台頭して，国内のめっき会社は淘汰の波にさらされた。2000年代に入っても，めっき会社は変わらず減少の一途をたどっているという<sup>\*2</sup>。

<sup>\*2</sup> 全国鍍金工業組合連合会は，国内にあるめっき会社の「8～9割が加盟する」（同会）といわれる業界団体。1999年4月時点では2228社だった会員数が，2009年4月現在，1660社にまで減っている。



ビジネス情報からライフスタイル情報まで  
オンもオフも、最新情報はここにある！

ビジネスケータイ  
**NIKKEI BP MOBILE**

設計の3次元化を加速。製造業向け3次元CAD「Autodesk Inventor」導入事例。

最新 NPort-A! [台湾Moxa Inc.] サージ保護機能搭載 シリアル・デバイス・サーバをリリース

解析ソフト最前線 開発プロセス効率化に貢献！注目の最新「解析・シミュレーション技術」をご紹介中

自動車産予測レポート 世界主要地域のメーカー別販売台数など、2014年までの自動車産を徹底予測 2009-2014

日経キャリア流職務経歴書の書き方 転職のプロが作ったサンプル21種類！

現在 | 昨日 | ここ1週間 (2011年06月13日 07時)

上海はもう古い！ 若者もEMSも四川を目指す

もっときれいになるディーゼルエンジン

捕らわれた中国経済（上）

第2回：Si基板の採用でコスト削減

第9回：<パソコン>家電と異なる前払い方式メーカーに重い負担と責任

ファンがない？ ---翼の揚力の原理で送風量を確保するDysonの新型扇風機

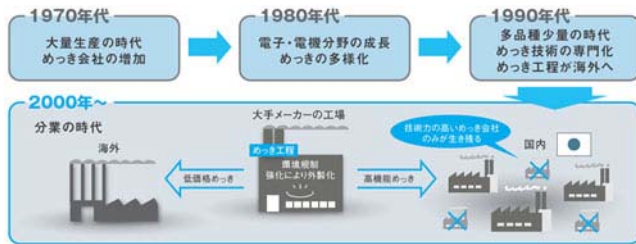


図1 ●めっき業界を取り巻く環境の変化

1970～1980年代、めっき会社の多くは、日本経済の成長とともに自動車部品や電子部品の分野で事業規模を拡大した。ところが、1990年代に入ると大量生産の時代は終わり、多品種少量生産の時代へ突入。人件費の安いアジア諸国の工場も頭角を現した。そして2000年代、価格の安いめっきは海外で、機能性の高いめっきは国内のめっき会社への外注で賄う「分業体制」が敷かれている。大手メーカーが外製化を推進した結果、めっき工程が大手メーカーの自社工場から消えた。

[画像のクリックで拡大表示]

## 過酷な状況ははくくんだ技術

表面技術協会で学術誌の編集に20年以上、携わってきたエビナ電化工業（本社東京都大田区）社長の海老名信緒氏は、めっき会社が置かれた現況をこう説明する。「顧客ニーズを先取りして研究開発を続け、いつでも顧客の要望に応えられる体制を整えておかなければ、どんなに高い技術力を持つ会社でも生き残りは難しい」。1946年に創業した同社は、新素材へのめっき技術をいち早く開発して業界に名をはせた老舗。そんな同社でも、学術論文や最新特許といったシーズ情報に常にアンテナを張り巡らせるなど、たゆまぬ努力が欠かせないのだという。

エビナ電化工業だけではない。こうした努力が、国内のめっき会社の多くを「特殊分野の専門家」へと進化させた。同社のような、新素材へのめっきで一歩先を行く会社もあれば、「環境対応」「微細加工」などの分野で異才を放つ会社も日本各地に続々と現れた。

そんな中、大手メーカー側では全く逆の現象が起きている。あるめっき会社の技術者はこう打ち明ける。「20年前は顧客メーカーにもめっきに詳しい技術者がいた。でも、ここ数年は、ほとんど見掛けなくなった」。

背景にあるのは、環境対応への機運の高まりだ。1960年代に日本各地で公害問題が発覚してから、大手メーカーは段階的に自社工場からめっき工程を排除していった。1971年の水質汚濁防止法施行、1996年以降のISO14001取得ラッシュ、そして2006年のRoHS指令施行。時を経るごとに、先輩から若手にめっきの技術を伝承する「めっきの現場」が大手から消えていったのだ。

このような状況下で、大手メーカーの技術者は何をすべきなのか。それは、もっとめっきのことを知り、切磋琢磨の中で高い技術力を養ってきた国内のめっき会社と組んで、世界競争に勝つ製品を開発することではないだろうか。次回から三つの最新めっき技術を取り上げる。業界や分野の枠にとらわれず、自由な発想でそれらの技術の「応用法」を見いだしてほしい。

・——次回へ続く——

## 関連記事

- 総務省がブログとSNSの登録者数を発表 2005/10/20
- 話し言葉の新しい解析技術 ブログの評判検索に活用 2006/03/07
- 4004の嶋 正利氏のブログにみる歴史観、「初めに応用ありき、応用が全... 2005/02/18
- エレクトロニクス機器を分解する意味 2010/06/30
- 雑誌で取り上げないカーエレ技術 2010/06/08

## バックナンバー

- 第4回 カドミウムなしで同等以上の耐食性 2011/06/02
- 第3回 ウイスカを抑制する新構造 2011/06/01
- 第2回 ナノめっきの新境地 2011/05/31
- 第1回 大手から消え行くめっき技術 2011/05/30

【東日本大震災】ルネサスが那珂工場生産品の供給能力を9月末に100%へ、300mmラインを報道機関向けに公開

第5回：バームクーヘン内定 270日奮闘記  
中村修二の怒りの矛先

「再臨界の可能性はゼロではないと言ったのは、事実上ゼロだという意味」はどういう意味？

CAD業界に革命を起こす【Creo (クリオ) 1.0】遂にリリース！全国でご体感頂けます  
 6/17開催:スズキ、マツダの事例に学ぶ、静音設計、音響解析の最新動向(参加無料)  
 技術者のスキルアップに最適！「日経ものづくり」の教育・研修用教材  
 ワンランク上の専門情報パッケージ「日経エレクトロニクスPremium」  
 技術者の仕事に役立つ【セミナー開催予定】は「Tech-On!セミナー」で

とても参考になった  19  
 まあ参考になった  10  
 ならなかった  0  
 投票総数 : 29

タイトル

コメント

確認する ヘルプ

『Tech-On ! Annex』は、システムの改変により2011年6月より順次サービスを終了させていただくことになりました。記事に対してコメントを書く「ノート」の書き込み機能、および「ノート」に対してコメントを書く「コメント」の書き込み機能は2011年6月24日に終了します。書き込んでいただいた「ノート」「コメント」は閲覧だけできる状態としますが、閲覧も2011年9月30日に終了します。ユーザーのみなさまにはご迷惑をおかけすることになり、心よりお詫び申し上げます（詳細はこちら）。

記事中に誤りなど、編集部へのご連絡にはフッターのご意見/ご感想・お問い合わせをお使いください。

## トピックス

## 注目のコラム

## Tech-On ! Campus

## 特集一覧

## 注目のセミナー

## DAC 2011 次の電子設計技術を議論



ファウンドリとしてブースを構えたSamsung IPLの活動が定着するも、波乱の芽は消えず  
 「3次元トランジスタの対応は14nmから」  
 「3次元ネットワーク・オン・チップ時代は来るか」  
 MentorがTSMCとの共同プロジェクトを語る

## ゲームの祭典 Electronic Entertainment Expo (E3)



これがWiiの後継機、任天堂が「Wii U」を発表  
 「名称はPS Vita」、SCEがPSP後継機の追加情報  
 MicrosoftがKinectの検出機能を拡張  
 ゲームの祭典がいよいよ開幕  
 ゲーム機に関する情報はこちらから



## Tech-On!ご利用ガイド

サイトマップ  
 このサイトについて  
 Tech-On!の使い方  
 ケータイメニュー  
 広告について  
 スタッフ  
 リンクについて  
 著作権  
 ご意見/ご感想・お問い合わせ  
 Tech-On!からのお知らせ

## 企業ディレクトリ

ものづくりソリューションモール

## 雑誌サイト

日経エレクトロニクス  
 日経ものづくり  
 日経Automotive Technology

## 雑誌購読に関して

Tech-On!書店  
 Tech-On!セミナー  
 年間購読のお申し込み  
 送本先の変更  
 未着・乱丁・落丁  
 購読に関してよくある質問

## PDFダウンロードサービスのお申し込み

Tech-On!プレミアム

## 無料配信メールのお申し込み

日経エレクトロニクス・ニュース  
 日経ものづくりNEWS  
 日経Automotive Technology News  
 Tech-On! Campus Weekly

## 日経BP社から

個人情報保護方針/ネットにおける情報収集について/個人情報情報の共同利用について  
 環境方針  
 日経BP社へのお問い合わせ

日経BP社

Copyright © 1995-2011 Nikkei Business Publications, Inc. All rights reserved.

このページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。著作権は日経BP社、またはその情報提供者に帰属します。

技術者を応援する情報サイト

**Tech-On!**

登録変更

ログアウト

RSS



## ものづくりとIT

← 連載目次へ

新機能付加とコスト削減に効く「めっき最新技術」

## 第2回 ナノめっきの新境地

2011/05/31 00:00

池松 由香 = 日経ものづくり, 荻原 博之 = 日経ものづくり



出典：日経ものづくり，2009年6月号，pp.61-pp.62（記事は執筆時の情報に基づいており，現在では異なる場合があります）

これまでのめっきの常識を覆し，斬新な技術で「新境地」を開きつつある会社が福井市にある。主に電子部品や半導体の部品を手掛ける清川メッキ工業だ。その新境地とは，母材のサイズが数百nm，そこへめっきする膜厚が数十nm，パターニングなどの皮膜制御もナノレベルという「ナノめっき」である（図2）。

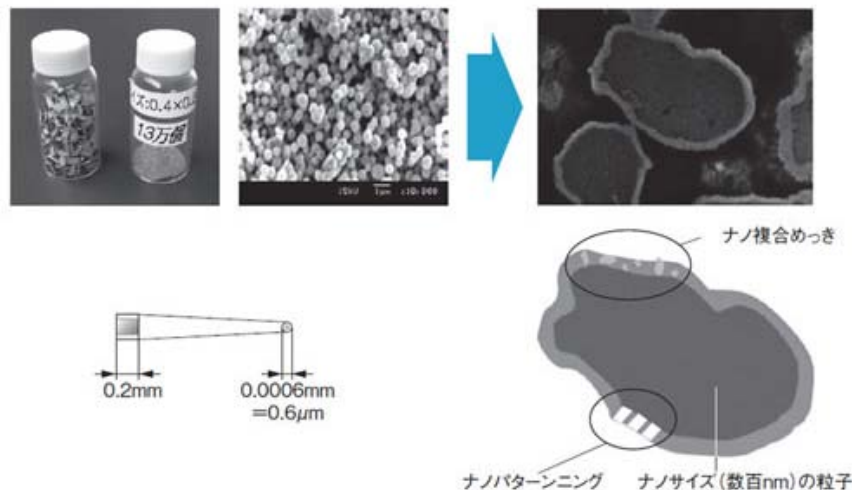


図2●ナノめっきへの進化の過程

電子部品の微細化は進む一方だ。清川メッキ工業では、電子部品メーカーの要望に応えようと微細なチップへのめっきを手掛けているうちに、径が0.6µmの粉体にめっきする技術を確立した。今では、数百nmの粒子に膜厚が数十nmのめっきをし、めっき形態もナノレベルで制御できる「ナノめっき」が可能になった。

[画像のクリックで拡大表示]

1963年に創業した同社はもともと、微細な電子部品にめっきを施す技術で高く評価されてきた。電子部品の中で現在、最小サイズである「0402」(0.4×0.2mm)にも対応し、この分野でトップクラスのシェアを持つ。ナノめっきは、この延長線上にある技術。しかし、さらにもう一つ、ナノめっきの開発に不可欠な技術があった。ニッケル水素(Ni-MH)電池の負極材として使用する水素吸蔵合金への複合めっき技術である〔図3(a)〕\*3。

\*3 福井大学工学部材料開発工学科教授の高島正之氏と共同で開発した。同准教授の米沢晋氏と共同で開発した。

Ni-MH電池ではアルカリ電解液を使用する。負極の水素吸蔵合金にはアルカリ環境に強いNi系の合金が使われるが、この合金には、水素の吸蔵/放出機能を向上させるマンガン(Mn)やコバルト(Co)、アルミニウム(Al)などが含まれる。しかし、これらの物質はアルカリ液に侵され、溶解する。そのため、電池を使わずに長く放置すると、これらの金属が電解液に溶け出して劣化を招く。

これを防ぐには、水素吸蔵合金の微細な粒子にNiめっきを施すと良い。しかし、粒子の全面をめっきで覆ってしまえば肝心の水素の出入りが不可能になる。そこで開発したのが、Niに

**Tech-On! Special** PR



設計の3次元化を加速。製造業向け3次元CAD「Autodesk Inventor」導入事例。

---

最新  
NPort-A!



【台湾Moxa Inc.】サージ保護機能搭載 シリアル・デバイス・サーバをリリース

---

解析  
ソフト  
最前線

開発プロセス効率化に貢献！注目の最新「解析・シミュレーション技術」をご紹介中

---

自動車産  
予測レポ



世界主要地域のメーカー別販売台数など、2014年までの自動車産業界を徹底予測

---



日経キャリア流職務経歴書の書き方 転職のプロが作ったサンプル21種類！

**Tech-On!記事ランキング** Annexランキング

現在 | 昨日 | ここ1週間 (2011年06月13日 08時)

---

- 1 上海はもう古い！ 若者もEMSも四川を目指す
- 2 【東日本大震災】関西電力、全需要家に夏季一律15%の節電を要請へ---原発運転再開のメド付かず
- 3 【VLSI】東北大学と日立製作所が不揮発性



PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）粉体を混入させて複合めっきをする方法だ。めっきの膜厚は、PTFE粉体の大きさよりも小さいため、PTFEはめっきの肌に出る。もともとPTFE粉体は撥水性が高く、めっきとはなじまない。そのため、粉体とめっきの間に狭い通り道ができ、ここを介して水素ガスが出入りする。

## 燃料電池への応用に期待

清川メッキ工業が、このめっきを電池関係のメーカーから依頼されたのは約15年前。水素吸蔵合金の直径は当初、100 $\mu$ mだった。しかし、その後、30 $\mu$ m、5 $\mu$ mとどんどん微細になり、その都度、新たなめっき法を導き出さなければならなかった。「直径が1ケタ小さくなると、これまでのアプローチが通用しなくなる」（同技術の開発に携わった同社専務の清川肇氏）からだ。サイズが更新されるたびに、約3年を開発に費やしたという。

ところが、である。2次電池の主流は、2000年ごろを境にNi-MH電池からリチウム（Li）イオン電池に移行。結局、同社には、1 $\mu$ m弱の粒に10nmレベルのめっきを施すという、ニーズのないシーズ（技術の種）だけが残った。

このナノめっき技術を活用しようと次に目を付けたのが、燃料電池の電極だ〔図3（b）〕<sup>\*3,4</sup>。燃料電池には、高分子固体電解質型燃料電池（PEFC）やダイレクトメタノール型燃料電池（DMFC）、アルカリ電解質型燃料電池（AFC）などさまざまな種類がある。しかし、電極に求められる主な機能はどの電池でも、◆導電性◆触媒の担持性◆水素と酸素の透過性◆耐酸/アルカリ性—の四つ。酸/アルカリ環境に強い特性を持つPTFEの粉体にNiめっきを施せば、導電性を持たせることができ、なおかつガスの通り道を確保できると考えたのだ。

\*4 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の研究開発補助事業の助成を受けた。

を高めた新構造の垂直磁化MTJ素子を共同開発、10年間のデータ保持を実現

4 【東日本大震災】ルネサスが那珂工場生産品の供給能力を9月末に100%へ、300mmラインを報道機関向けに公開

5 中村修二の怒りの矛先

6 第1回：効果を示して設計者に動機付け〔山洋電気〕

7 Bosch社、2013年以降にLiイオン電池の工場を欧州に設立

8 捕らわれた中国経済（上）

9 第9回：〈パソコン〉家電と異なる前払い方式メーカーに重い負担と責任

10 第2回：Si基板の採用でコスト削減

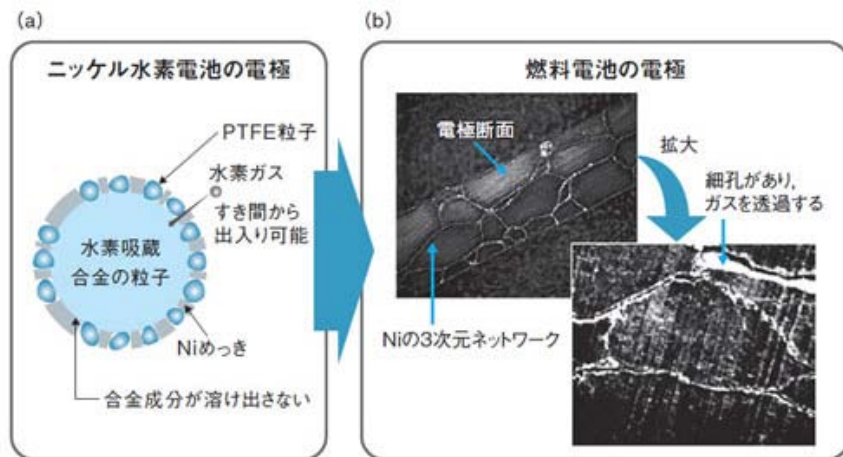


図3●ニッケル水素電池と燃料電池の電極への活用

ニッケル水素（Ni-MH）電池の電極として、水素吸蔵合金の粒子に、PTFE粉体を混ぜ込んだNiめっきを施した（a）。こうすることで水素吸蔵合金の合金成分が電解液に溶け出さずに済む。燃料電池の電極としての活用は、まだ研究段階（b）。PTFE粉体にNiめっきをし、その粉体を加圧して電極を形成する。Niの3次元ネットワークが形成されて導電性を得られる。細孔があり、水素ガスや酸素ガスを透過する。

電極は、NiめっきしたPTFE粉体を加圧して造り、触媒の白金（Pt）をそこに担持。加圧する過程で形成されたNiの3次元ネットワークが導電性を、NiとPTFEの間の微小なすき間がガス透過性を発揮する。まだ研究段階だが、AFCを用いて電極特性を確認した。

・ 一次回へ続く ・

#### 関連記事

- ☞ 【東日本大震災】 関西電力、全需要家に夏季一律15%の節電を要請へ---... 2011/06/10
- ☞ NEC、環境負荷に関する情報を一元管理できるクラウドサービスを提供へ 2011/06/10
- ☞ MSC、軸受用のシミュレーション・ツールを発表 2011/06/09
- ☞ ムラタソフトの低価格汎用CAEツールの新版---電磁波と熱、応力の連成... 2011/06/08
- ☞ 【東日本大震災】 三井金属鉱業、被災工場の予備として回路形成材料の製造ラ... 2011/06/08

#### バックナンバー

- ☞ 第4回 カドミウムなしで同等以上の耐食性 2011/06/02
- ☞ 第3回 ウィスカを抑制する新構造 2011/06/01

第2回 ナノめっきの新境地 2011/05/31

第1回 大手から消え行くめっき技術 2011/05/30

## ものづくりとIT関連のTopics

PR


- CAD業界に革命を起こす【Creo (クリオ) 1.0】遂にリリース！全国でご体感頂けます
- 6/17開催:スズキ、マツダの事例に学ぶ、静音設計、音響解析の最新動向(参加無料)
- 技術者のスキルアップに最適！「日経ものづくり」の教育・研修用教材
- ワンランク上の専門情報パッケージ「日経エレクトロニクスPremium」
- 技術者の仕事に役立つ【セミナー開催予定】は「Tech-On!セミナー」で

### 記事評価

### コメントを書く

[Annexにログイン/新規登録](#) | [Annexとは？](#)

とても参考になった  18

まあ参考になった  2

ならなかった 0

投票総数：20

[ヘルプ](#)

『Tech-On ! Annex』は、システムの改変により2011年6月より順次サービスを終了させていただくことになりました。記事に対してコメントを書く「ノート」の書き込み機能、および「ノート」に対してコメントを書く「コメント」の書き込み機能は2011年6月24日に終了します。書き込んでいただいた「ノート」「コメント」は閲覧だけできる状態としますが、閲覧も2011年9月30日に終了します。ユーザーのみなさまにはご迷惑をおかけすることになり、心よりお詫び申し上げます（詳細はこちら）。

記事中に誤りなど、編集部へのご連絡にはフッターのご意見/ご感想・お問い合わせをお使いください。

### トピックス

### 注目のコラム

### Tech-On ! Campus

### 特集一覧

### 注目のセミナー

#### DAC 2011 次の電子設計技術を議論



- ✚ ファウンドリとしてブースを構えたSamsung
- ✚ IPLの活動が定着するも、波乱の芽は消えず
- ✚ 「3次元トランジスタの対応は14nmから」
- ✚ 「3次元ネットワーク・オン・チップ時代は来るか」
- ✚ MentorがTSMCとの共同プロジェクトを語る

#### ゲームの祭典 Electronic Entertainment Expo (E3)



- ✚ これがWiiの後継機、任天堂が「Wii U」を発表
  - ✚ 「名称はPS Vita」、SCEがPSP後継機の追加情報
  - ✚ MicrosoftがKinectの検出機能を拡張
  - ✚ ゲームの祭典がいよいよ開幕
- ゲーム機に関する情報はこちらから





**Tech-On!ご利用ガイド**

サイトマップ  
このサイトについて  
Tech-On ! の使い方  
ケータイメニュー  
広告について  
スタッフ  
リンクについて  
著作権  
ご意見/ご感想・お問い合わせ  
Tech-On!からのお知らせ

**企業ディレクトリ**

ものづくりソリューションモール

**雑誌サイト**

日経エレクトロニクス  
日経ものづくり  
日経Automotive Technology

**雑誌購読に関して**

Tech-On!書店  
Tech-On!セミナー  
年間購読のお申し込み  
送本先の変更  
未着・乱丁・落丁  
購読に関してよくある質問

**PDFダウンロードサービスのお申し込み**

Tech-On ! プレミアム

**無料配信メールのお申し込み**

日経エレクトロニクス・ニュース  
日経ものづくりNEWS  
日経Automotive Technology News  
Tech-On ! Campus Weekly

**日経BP社から**

個人情報保護方針/ネットにおける情報収集について/個人情報の共同利用について  
環境方針  
日経BP社へのお問い合わせ



Copyright c 1995-2011 Nikkei Business Publications, Inc. All rights reserved.  
このページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。著作権は日経BP社、またはその情報提供者に帰属します。

技術者を応援する情報サイト

Tech-On!

登録変更

ログアウト

RSS



## ものづくりとIT

[← 連載目次へ](#)

## 新機能付加とコスト削減に効く「めっき最新技術」

## 第3回 ウィスカを抑制する新構造

2011/06/01 00:00

池松 由香 = 日経ものづくり, 荻原 博之 = 日経ものづくり



出典：日経ものづくり，2009年6月号，pp.62-pp.63（記事は執筆時の情報に基づいており，現在では異なる場合があります）

間もなく，今までに類を見ない鉛（Pb）フリーはんだめっきが市場に登場する。電子部品へのめっきを得意とするオーエム産業（本社岡山市）が中心となって，経済産業省の助成金を得て完成させた\*<sup>5</sup>。ウィスカ\*<sup>6</sup>抑制の性能は既存品に比べて高く，金（Au）めっきに代わる高機能・低コストめっきとして今後，注目を集めそうだ。

\*<sup>5</sup> 中国経済産業局などが主催する戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）として開発した。アドバイザーをソニーイーエムシーエス（本社東京都港区）と日本圧着端子製造（大阪市）の2社が務め，メカニズム解析や生産技術支援を愛媛大学と岡山県工業技術センターが，実験実務をオーエム産業と豊橋鍍金工業（本社愛知県豊橋市）が担当した。

\*<sup>6</sup> ウィスカスズ（Sn）や亜鉛（Zn）などのめっき被膜表面から，時間とともに成長するヒゲ状の結晶のこと。特に融点の低いSnは電子部品を接合する「はんだめっき」として利用されることが多いが，接点付近でこのウィスカが発生すると短絡の原因となる。

新技術開発のきっかけとなったのは2003年，オーエム産業の社内で沸き起こった一つの疑問だった。「スズ（Sn）リフローめっき（Snめっきに熱処理を加えたもの）は，5000時間が経過してもウィスカが出ない。このメカニズムを解明できれば，Snリフローへの信頼性が高まる

のではないか」。当時、同社が電機メーカーにSnリフローの活用を薦めても、多くのメーカーから「理論的な裏付けがない」と導入を拒まれた。「裏付けさえ取れば…」。同社取締役で、技術の責任者でもあるめっき部長の高見沢政男氏は、まずウィスカ発生とその抑制メカニズムについての解明に乗りだすことにした。

その結果、ウィスカ発生の主因が、めっき層内で発生する「内部応力」と、外部からの圧力によって生じる「外部応力」の二つであることを突き止めた。Snの結晶にこれらの応力が加わることで、まるで歯磨き粉のチューブを押すと歯磨き粉が出てくるかのように、ヒゲ状の物質が成長するのだ。

今回の研究では、実証が遅れていた内部応力の元になるひずみの発生メカニズムについても明らかにした。その主犯は、下地とSnめっきの間に生じる金属間化合物（例えば、下地がCuのときにはCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>）。これがめっき層のSn結晶の粒界に入り込むように不均一に生成し、Sn結晶内にひずみを生んでいた【図4 (a)】<sup>1)</sup>。

参考文献<sup>1)</sup> 村上ほか, 「すずめっき皮膜からのウィスカ発生・成長機構」, 『日本金属学会誌 第72巻 第3号 (2008)』.

## 発生要因を取り除け

ひずみは一般に、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>の成長に伴い不均一に生じる。すると、「(それにより発生した)残留応力の高い領域から低い領域へとSnが移動し、そこでウィスカの成長が観察される」(高見沢氏)という【図4 (b)】。これに対し、Snリフローは、熱処理によってCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>が均一に形成される。このため、Snが移動しにくくウィスカが成長しづらいのだ。

**Tech-On! Special**
PR



設計の3次元化を加速。製造業向け3次元CAD「Autodesk Inventor」導入事例。

最新  
NPort-A!  
MOXA

【台湾Moxa Inc.】サージ保護機能搭載 シリアル・デバイス・サーバをリリース

解析  
ソフト  
最前線

開発プロセス効率化に貢献！注目の最新「解析・シミュレーション技術」をご紹介中

自動車産  
予測レポ  
2009-2014

世界主要地域のメーカー別販売台数など、2014年までの自動車産業界を徹底予測



日経キャリア流職務経歴書の書き方 転職のプロが作ったサンプル21種類！

**Tech-On!記事ランキング**
**Annexランキング**

現在 | 昨日 | ここ1週間 (2011年06月13日 08時)

- 1 上海はもう古い！若者もEMSも四川を目指す
- 2 【東日本大震災】関西電力、全需要家に夏季一律15%の節電を要請へ---原発運転再開のメド付かず
- 3 【VLSI】東北大学と日立製作所が不揮発性を高めた新構造の垂直磁化MTJ素子を共同開発、10年間のデータ保持を実現
- 4 【東日本大震災】ルネサスが那珂工場生産品の供給能力を9月末に100%へ、300mmラインを報道機関向けに公開
- 5 中村修二の怒りの矛先
- 6 第1回：効果を示して設計者に動機付け〔山洋電気〕
- 7 Bosch社、2013年以降にLiイオン電池の工場を欧州に設立
- 8 捕らわれた中国経済（上）

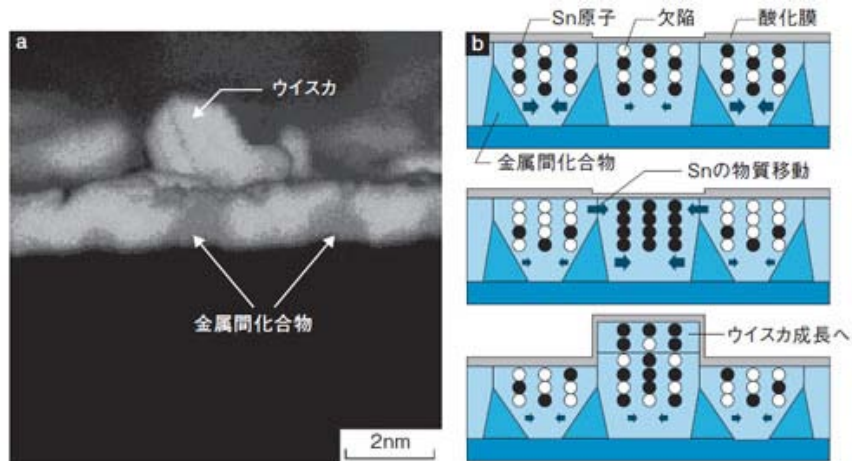


図4●内部応力によるウィスカ発生のメカニズム

銅 (Cu) にスズ (Sn) めっきをした場合、CuとSnの間に金属間化合物ができる (a)。金属間化合物は不均一に形成されるため、ひずみが生じる。このひずみがウィスカ発生の要因の一つとなる (b)。

同氏は、Sn-PbめっきにおけるPbのウィスカ抑制機構 (Pb入りはんだにおけるPbの効果) についても解き明かしていった<sup>2)</sup>。実際、Pbには、幾つかの効用が認められた。例えば、めっき層にひずみを生み出すCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>も、Pbがあることで均一に形成される。また、仮にめっき層にひずみが生じて、PbがSnに代わって残留応力の高い領域から低い領域へ移動する〔図5 (a)〕。

参考文献<sup>2)</sup> 村上ほか、「すずおよびすず鉛めっき皮膜におけるウィスカ発生・抑制機構」、『日本金属学会誌 第72巻 第9号 (2008)』。

これらの新たな知見は高見沢氏に、ウィスカを抑制するめっきの必要条件を示してくれた。すなわち、◆ウィスカ発生の原因となるCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>の不均一形成を制限すること◆ひずみが発生しても、それを緩和する働きを持つ「第3層」を持たせること一などだ。

そうしてできた新型複合めっきの断面写真が図5 (b) である。基本的な構成は、Snリフローめっきと同じだ。熱処理するので、Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>は比較的均一に形成できる。Snリフローと違うのは、Snめっき層の中に「Snとある物質から成る板状の金属間化合物を均一に導入した」(高見沢氏) 点。これが、仮にCu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>が不均一に形成されてひずみが生じて、それを「緩和する『第3層』として働く」(同氏)。

9 第9回：<パソコン>家電と異なる前払い方式メーカーに重い負担と責任

10 第2回：Si基板の採用でコスト削減

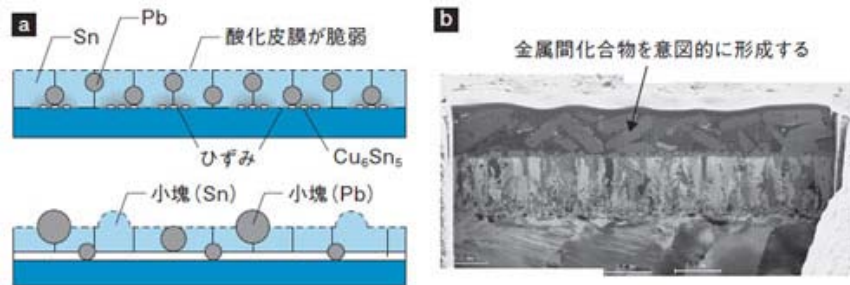


図5●鉛と「新開発めっき」のウィスカ抑制機構

(a) は、ウィスカ発生を抑制する鉛 (Pb) の働き。内部応力の原因となる下地の銅 (Cu) とスズ (Sn) の金属間化合物から生じるひずみを、Pbが移動することで緩和する。(b) は、Pbの働きを参考に、オーエム産業が開発した新めっきの断面。Snの中に意図的に特殊な金属間化合物を形成して、ウィスカの発生を抑える。

[画像のクリックで拡大表示]

ただし、これだけでもまだ不十分という。Snの移動が結晶間で起これば、いずれどこからウィスカが発生してしまう。そこで同氏が思い付いたのが、Sn結晶そのものを大きくすること。結晶自体が大きければ、結晶間でSnの移動が起きても、ひずみは緩和しやすいと考えたのだ。その具体的な方法については「結晶の向きをそろえる」(同氏)という点以外は明かしていない。

・ [――次回へ続く――](#)

#### 関連記事

- ☞ ガラス製光学部品の低コスト化に道、コニカミノルタオプトらがモールド法に... 2007/04/26
- ☞ 溶接によるアルミ/鋼ハイブリッド構造、神戸製鋼所が汎用技術をベースに提... 2009/12/22
- ☞ 低コストでPbフリー実現 パナ四国のウィスカ抑制技術 2005/12/13
- ☞ 日立金属とソニーEMCS、ハロゲン・フリーの電磁波雑音抑制シートを共同... 2003/03/26
- ☞ 米Hybrid Plastics,NSFから10万ドルの研究開発助成を... 2004/02/03

#### バックナンバー

- ☞ 第4回 カドミウムなしで同等以上の耐食性 2011/06/02
- ☞ 第3回 ウィスカを抑制する新構造 2011/06/01
- ☞ 第2回 ナノめっきの新境地 2011/05/31



## ものづくりとIT関連のTopics

PR


- CAD業界に革命を起こす【Creo (クリオ) 1.0】遂にリリース! 全国でご体感頂けます
- 6/17開催:スズキ、マツダの事例に学ぶ、静音設計、音響解析の最新動向(参加無料)
- 技術者のスキルアップに最適! 「日経ものづくり」の教育・研修用教材
- ワンランク上の専門情報パッケージ「日経エレクトロニクスPremium」
- 技術者の仕事に役立つ【セミナー開催予定】は「Tech-On!セミナー」で


### 記事評価

### コメントを書く

Annexにログイン/新規登録 | Annexとは?

とても参考になった  19

まあ参考になった  1

ならなかった  0

投票総数 : 20

[ヘルプ](#)

『Tech-On! Annex』は、システムの改変により2011年6月より順次サービスを終了させていただくことになりました。記事に対してコメントを書く「ノート」の書き込み機能、および「ノート」に対してコメントを書く「コメント」の書き込み機能は2011年6月24日に終了します。書き込んでいただいた「ノート」「コメント」は閲覧だけできる状態としますが、閲覧も2011年9月30日に終了します。ユーザーのみなさまにはご迷惑をおかけすることになり、心よりお詫び申し上げます(詳細はこちら)。

記事中に誤りなど、編集部へのご連絡にはフッターのご意見/ご感想・お問い合わせをお使いください。

トピックス

注目のコラム

Tech-On! Campus

特集一覧

注目のセミナー

### DAC 2011 次の電子設計技術を議論



- ✚ ファウンドリとしてブースを構えたSamsung
- ✚ IPLの活動が定着するも、波乱の芽は消えず
- ✚ 「3次元トランジスタの対応は14nmから」
- ✚ 「3次元ネットワーク・オン・チップ時代は来るか」
- ✚ MentorがTSMCとの共同プロジェクトを語る

### ゲームの祭典 Electronic Entertainment Expo (E3)



- ✚ これがWiiの後継機、任天堂が「Wii U」を発表
  - ✚ 「名称はPS Vita」、SCEがPSP後継機の追加情報
  - ✚ MicrosoftがKinectの検出機能を拡張
  - ✚ ゲームの祭典がいよいよ開幕
- ゲーム機に関する情報はこちらから



**Tech-On!ご利用ガイド**

サイトマップ  
このサイトについて  
Tech-On!の使い方  
ケータイメニュー  
広告について  
スタッフ  
リンクについて  
著作権  
ご意見/ご感想・お問い合わせ  
Tech-On!からのお知らせ

**企業ディレクトリ**

ものづくりソリューションモール

**雑誌サイト**

日経エレクトロニクス  
日経ものづくり  
日経Automotive Technology

**雑誌購読に関して**

Tech-On!書店  
Tech-On!セミナー  
年間購読のお申し込み  
送本先の変更  
未着・乱丁・落丁  
購読に関してよくある質問

**PDFダウンロードサービスのお申し込み**

Tech-On!プレミアム

**無料配信メールのお申し込み**

日経エレクトロニクス・ニュース  
日経ものづくりNEWS  
日経Automotive Technology News  
Tech-On! Campus Weekly

**日経BP社から**

個人情報保護方針/ネットにおける情報収集について/個人情報の共同利用について  
環境方針  
日経BP社へのお問い合わせ



Copyright c 1995-2011 Nikkei Business Publications, Inc. All rights reserved.  
このページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。著作権は日経BP社、またはその情報提供者に帰属します。

技術者を応援する情報サイト

**Tech-On!**

登録変更 ログアウト RSS



## ものづくりとIT

[← 連載目次へ](#)

## 新機能付加とコスト削減に効く「めっき最新技術」

## 第4回 カドミウムなしで同等以上の耐食性

2011/06/02 00:00

池松 由香 = 日経ものづくり, 荻原 博之 = 日経ものづくり



出典：日経ものづくり，2009年6月号，pp.64（記事は執筆時の情報に基づいており，現在では異なる場合があります）

半導体の微小部品とは対照的に，航空機の大型部品を得意とするのが，旭金属工業（本社京都市）だ。航空宇宙分野で表面処理製品を手掛けるには，「Nadcap」\*<sup>7</sup>と呼ぶ，航空宇宙関連製品の特殊工程国際認証システムの取得が必須とされる。同社は実は，日本におけるその第一号として，技術力の高さは折り紙付き。そんな同社が最近注力してきた取り組みの一つが，従来のカドミウム（Cd）めっきやカドミウム—チタン（Cd-Ti）合金めっきに代わる新しいめっき技術の開発である<sup>3)</sup>。

\*<sup>7</sup> Nadcap National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Programの略。米SAEの外郭団体で，米Boeing社や欧州Airbus社に代表される航空機メーカーと，英Rolls-Royce社や米GE社などの航空機エンジンメーカーが参加するPRI（Performance Review Institute）が開発した，特殊工程管理に関する認証制度。特殊工程とは溶接，化学処理，皮膜処理，熱処理，非破壊検査などを指す。「例えばMIL規格に示された仕様通りのめっきになるように，めっき液の組成をはじめ，温度や電解時間など厳しい工程管理が求められる」（旭金属工業）という。

参考文献<sup>3)</sup> 特開2008-297621

Cd系のめっきは、**亜鉛 (Zn)** 以上の高い耐食性を発揮する**水素脆化<sup>\*8</sup>**に強い一など、優れた特性を持つ。このため航空機分野では、厳しい腐食環境にさらされる脚回りの部品や、水素脆化の恐れのある引張り強さで1200MPa以上の高強度鋼<sup>\*9</sup>などのめっきに重宝されてきた。

<sup>\*8</sup> 水素脆化 鋼材中に吸収された水素によって鋼材の強度やじん性が低下する現象。高強度鋼ほど水素脆化しやすいとされる。

<sup>\*9</sup> 高強度鋼 ANSI (米規格協会) 4340鋼 (Ni・クロム・モリブデン鋼) などが利用される。引張り強さは1200MPa以上、場合によっては1700MPa以上という。

しかし、押し寄せる環境規制の波にはあがえない。人体に対し毒性を持つCdはRoHS規制の6物質に指定されるなど、脱Cdの動きは加速している。そんな中、旭金属工業は島津製作所や富士重工業、住友精密工業、ディップソールと共同で、新しいめっき液とめっきプロセスの開発に着手。このほど、技術的なメドを付けるに至った。

## 明暗を分けた日本と米国

新しいめっき技術には、Cd系のめっきと同等以上の耐食性と、水素脆化に対する優れた耐性が求められた。開発されためっき液は、Zn-Ni合金系<sup>\*10</sup>。特に、Cd系と同等以上の耐食性を実現するために、ZnイオンとNiイオンの含有量をきめ細かく調整した。具体的には、めっき層中におけるNiの共析率 (含有量) が12~18% (厳密に制御できる場合には12~15%) のところ。ここが最も高い耐食性を示すのである (図6)。

<sup>\*10</sup> めっき液はZnイオン、Niイオン以外に、ナトリウムイオン、水酸イオンなどを含む。

さらに、界面活性効果を得るために通常添加する水溶性カチオンポリマ類の量を、従

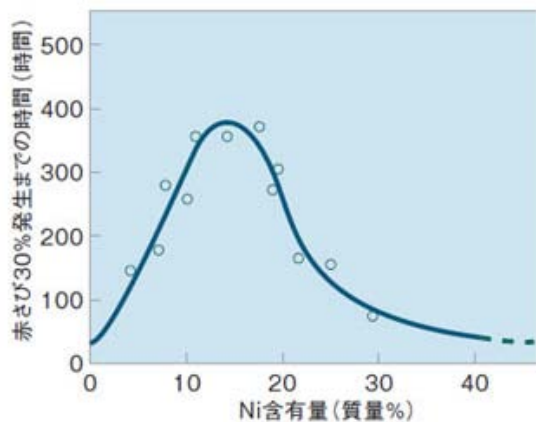


図6 ● 薬液中のニッケル含有量と耐食性の関係

塩水噴霧試験を実施し、赤さびが30%発生するまでの時間を見た。ニッケル (Ni) 含有量 (めっき層中のNiの共析率) が12~18%程度で高い耐食性を発揮する。

**Tech-On! Special** PR



設計の3次元化を加速。製造業向け3次元CAD「Autodesk Inventor」導入事例。

---



【台湾Moxa Inc.】サージ保護機能搭載 シリアル・デバイス・サーバをリリース

---



開発プロセス効率化に貢献！注目の最新<解析・シミュレーション技術>をご紹介中

---



世界主要地域のメーカー別販売台数など、2014年までの自動車産業を徹底予測

---



日経キャリア流職務経歴書の書き方 転職のプロが作ったサンプル21種類！

**Tech-On!記事ランキング** Annexランキング

現在 | 昨日 | ここ1週間 (2011年06月13日 08時)

---

- 1 上海はもう古い！若者もEMSも四川を目指す
- 2 【東日本大震災】関西電力、全需要家に夏季一律15%の節電を要請へ---原発運転再開のメド付かず
- 3 【VLSI】東北大学と日立製作所が不揮発性を高めた新構造の垂直磁化MTJ素子を共同開発、10年間のデータ保持を実現
- 4 【東日本大震災】ルネサスが那珂工場生産品の供給能力を9月末に100%へ、300mmラインを報道機関向けに公開
- 5 中村修二の怒りの矛先
- 6 第1回：効果を示して設計者に動機付け【山洋電気】
- 7 Bosch社、2013年以降にLiイオン電池の工場を欧州に設立
- 8 捕らわれた中国経済 (上)

来の1/10以下と抑えた。水素脆化を防ぐには、水溶性カチオンポリマ類は少ないほど好ましいからだ。一方で、その界面活性効果によるめっき層の密着性の低下が懸念されたが、わずかに加えた水溶性カチオンポリマ類の効果と、めっきの前処理を十分に行って表面の異物を完全に除去することにより、当初の懸念を払拭した。

実は、Cd系めっきの代替としてのZn-Ni合金めっきは既に、米Boeing社が開発している\*11。ただ、同社の場合には十分な耐食性が得られないために、めっき層の上に6価クロムによる表面処理を施していた。言うまでもなく、6価クロムもCdと同様、RoHS規制の指定物質になるなど、使えない方向にある。旭金属工業などが開発したZn-Ni合金めっきでは、Boeing社以上に耐食性を高めることに成功したため、自己修復性がないなど6価クロムより耐食性に劣る3価クロムによる表面処理でも十分だったのだ(図7)。

\*11 Boeing社がZn-Ni合金めっきを開発したことを受けて、旭金属工業では2005年12月に同めっきに対応した設備を導入し、翌2006年7月には工程認証を取得した。



図7●新しいめっき処理のプロセス

まず、脱脂や表面の活性化のために前処理を施す。次に、めっき液に浸漬する。その後、表面を洗浄し、放置する(5時間以内)。そして、市販の亜鉛(Zn)めっき、あるいは亜鉛-ニッケル(Zn-Ni)合金めっき用の3価クロム化成処理薬液を用いて化成皮膜を形成。再び、表面を洗浄し、191±14℃の温度でベーキング(水素脆化除去)処理を実施する。ベーキング時間は4時間以上、強度が高いものに関しては12時間以上。水溶性カチオンポリマ類を減らした分、めっき層は凹凸を持つが、そのためにベーキング時に高強度鋼内部に取り込まれた活性水素原子が外部に放散されやすくなるという。これで、めっきプロセスがすべて終了する。

- 9 第9回: <パソコン> 家電と異なる前払い方式メーカーに重い負担と責任
- 10 第2回: Si 基板の採用でコスト削減

### 関連記事

- ✦ 放電精密加工研究所, ボルト向けに耐食性に優れた完全クロムフリー塗料を開... 2004/03/17
- ✦ 【人とくるまのテクノロジー展速報】デンソー, 電解リン酸塩化成処理で部品... 2002/07/24
- ✦ 「SUS304を置き換える」---NSSC, 低コストで高い耐食性を持つ... 2010/12/15
- ✦ ミネベア, 耐食性が従来比20倍以上の小型軸受を発売 2009/07/07



産総研など、マグネ合金向けの新しい耐食性コーティング技術を開発 2001/08/04

## バックナンバー

第4回 カドミウムなしで同等以上の耐食性 2011/06/02

第3回 ウイスカを抑制する新構造 2011/06/01

第2回 ナノめっきの新境地 2011/05/31

第1回 大手から消え行くめっき技術 2011/05/30

## ものづくりとIT関連のTopics

PR


- CAD業界に革命を起こす【Creo (クリオ) 1.0】遂にリリース！全国でご体感頂けます
- 6/17開催:スズキ、マツダの事例に学ぶ、静音設計、音響解析の最新動向(参加無料)
- 技術者のスキルアップに最適！「日経ものづくり」の教育・研修用教材
- ワンランク上の専門情報パッケージ「日経エレクトロニクスPremium」
- 技術者の仕事に役立つ【セミナー開催予定】は「Tech-On!セミナー」で

### 記事評価

### コメントを書く

Annexにログイン/新規登録 | Annexとは？

とても参考になった  8

まあ参考になった  1

ならなかった 0

投票する 投票総数：9

確認する

ヘルプ

『Tech-On! Annex』は、システムの改変により2011年6月より順次サービスを終了させていただくことになりました。記事に対してコメントを書く「ノート」の書き込み機能、および「ノート」に対してコメントを書く「コメント」の書き込み機能は2011年6月24日に終了します。書き込んでいただいた「ノート」「コメント」は閲覧だけできる状態としますが、閲覧も2011年9月30日に終了します。ユーザーのみなさまにはご迷惑をおかけすることになり、心よりお詫び申し上げます（詳細はこちら）。

記事中に誤りなど、編集部へのご連絡にはフッターのご意見／ご感想・お問い合わせをお使いください。

トピックス

注目のコラム

Tech-On! Campus

特集一覧

注目のセミナー

DAC 2011 **次の電子設計技術を議論**

ゲームの祭典 **Electronic Entertainment Expo (E3)**



- ✦ ファウンドリとしてブースを構えたSamsung
- ✦ IPLの活動が定着するも、波乱の芽は消えず
- ✦ 「3次元トランジスタの対応は14nmから」
- ✦ 「3次元ネットワーク・オン・チップ時代は来るか」
- ✦ MentorがTSMCとの共同プロジェクトを語る



- ✦ これがWiiの後継機、任天堂が「Wii U」を発表
  - ✦ 「名称はPS Vita」、SCEがPSP後継機の追加情報
  - ✦ MicrosoftがKinectの検出機能を拡張
  - ✦ ゲームの祭典がいよいよ開幕
- ゲーム機に関する情報はこちらから

家電	FPD	通信	半導体	半導体製造	EDA	電子部品	組み込み	クルマ	もの・IT	機械・産業機器	エネルギー	産業動向
----	-----	----	-----	-------	-----	------	------	-----	-------	---------	-------	------



### Tech-On!ご利用ガイド

- サイトマップ
- このサイトについて
- Tech-On!の使い方
- ケータイメニュー
- 広告について
- スタッフ
- リンクについて
- 著作権
- ご意見/ご感想・お問い合わせ
- Tech-On!からのお知らせ

### 企業ディレクトリ

ものづくりソリューションモール

### 雑誌サイト

- 日経エレクトロニクス
- 日経ものづくり
- 日経Automotive Technology

### 雑誌購読に関して

- Tech-On!書店
- Tech-On!セミナー
- 年間購読のお申し込み
- 送本先の変更
- 未着・乱丁・落丁
- 購読に関してよくある質問

### PDFダウンロードサービスのお申し込み

Tech-On! プレミアム

### 無料配信メールのお申し込み

- 日経エレクトロニクス・ニュース
- 日経ものづくりNEWS
- 日経Automotive Technology News
- Tech-On! Campus Weekly

### 日経BP社から

- 個人情報保護方針/ネットにおける情報収集について/個人情報の共同利用について
- 環境方針
- 日経BP社へのお問い合わせ



Copyright c 1995-2011 Nikkei Business Publications, Inc. All rights reserved.  
 このページに掲載されている記事・写真・図表などの無断転載を禁じます。著作権は日経BP社、またはその情報提供者に帰属します。