

## 本号では.....

DCG Systems nanoInstruments  
事業部の紹介

カスタマーエンジニアの紹介: 木村 一郎

## DCGシステムズ nanoInstruments 事業部だけが提供できる-32nm以下の ナノプロービング

2010年2月、企業合併によりDCGは特筆すべき事業拡大を行うことができました。テキサス州リチャードソン市のZyvox Instruments社は、DCGのnanoInstruments事業部に生まれ変わりました。今月号のDCGテクニカルアップデートでは、この新しい製品群の技術についてご紹介します。

### - DCGにおけるナノプロービングの歴史 -

DCGにとって真空チャンバーを使った解析機器とメカニカルプローブとの組み合わせは新しいものではありません。1990年代、Schlumberger ATEのDiagnostic Systems Groupの頃から、多くのお客様よりIDS5000やIDS10000の電子ビームプローバーの真空チャンバーにメカニカルプローバーを組み合わせたことをご要望を頂いていました。このご要望に答えて、チャンバー内メカニカルプローブ(MPC)オプションが開発され、デバイスを電子ビームとメカニカルプローブの両方で同時にプロービングできるようになりました。電子ビームプローバーは、イメージ品質を犠牲にして波形取得を効率化するように設計されているのでデバイスをプロービングしながら高解像度SEMイメージングを行うことはできませんでした。

検査技術の進歩早く、電子ビームプロービングそのものがどんどん時代遅れとなり、MPCそのものも陳腐化して行きました。DCG Systemsが独立した頃にはMPCは完全に過去のものになっていました。

## News and Events

### 論文紹介・プレゼンテーション

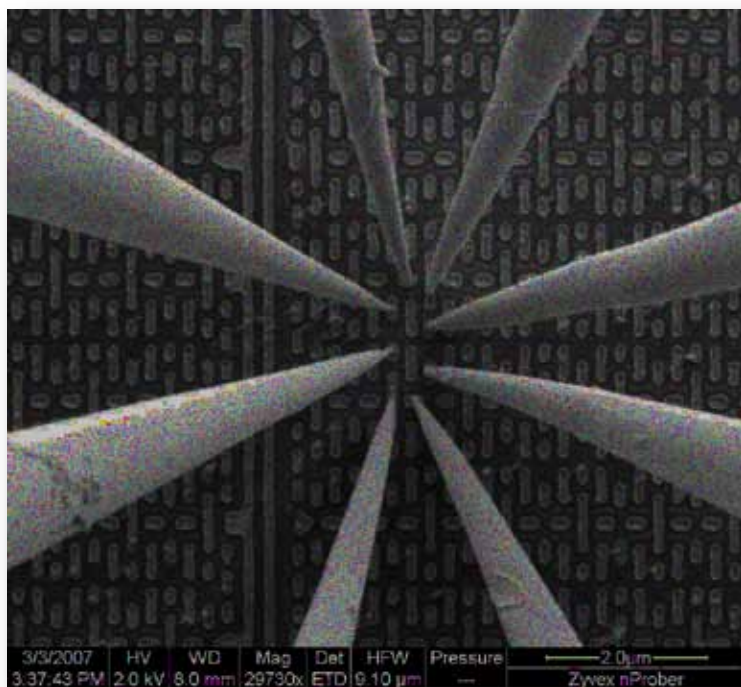
- **ISTFA 2009!で最優秀論文に選ばれました!**  
Rudolf Schlangen, et al., "Extended Circuit Edit, Analysis and Trimming Capabilities"  
Rudolf 博士はIPFAへ招待されています (5-9 Jun, 2010, Singapore)
- Gupta, et al., "Physical Fault Isolation on Large Designs using a Hybrid Logical-to-Physical Cross Mapping Solution"  
(DCG and NVIDIA), SDD, 12 Mar. 2010, Dresden
- Scholz, et al., "Using focused ion beam for rapid solid immersion lens creation in backside silicon material" (DCG and Berlin University of Technology), FIB for Photonics, 6-7 Apr. 2010, UK
- Jain, et al., "Coaxial photon-ion column: applications and techniques" (DCG), FIB for Photonics, 6-7 Apr. 2010, UK
- Schlangen, "Lock-In Thermography for non-invasive failure analysis of a single die, packaged devices and complex 3D stacked die architectures" (DCG), EDFAS Golden Gate Chapter, 11 Mar. 2010, San Jose
- Scott, et al., "Novel Pulsed Spot Milling Technique to Extend Gallium Ion Beam Technology for Circuit Edit"  
(DCG and Intel), EIPBN, 1-4 Jun. 2010, Anchorage, Alaska
- Schmidt, et al., "Non-Destructive Defect Depth Determination at Fully Packaged and Stacked Die Devices Using Lock-in Thermography" (DCG&Fraunhofer Institute), IPFA, 5-9 Jun. 2010, Singapore
- DCG nanoInstruments製品を用いたナノプロービングに関しては、EDFAマガジンの2010年5月号でご参照いただけます



完全にプログラム化された 8 本 nanoプローバーシステム(nProber)

## ナノプロービングの最新技術

DCGの元となった会社ではMPCをあきらめていましたが、これを最新のものとするべく技術開発を行っていた会社もありました。Zyvox Instruments社は、全世界のナノスケール開発部門向けに各種の優れたnanoプロービング技法を開発していました。このシステムは、2nmサイズの2重壁カーボンナノチューブの構造解析にも使用されました。Zyvox社は半導体の集積密度が130nm以下になったとき、半導体産業にとってこの技術が必要不可欠なものになると認識していたのです。nanoプロービングは微小サイズのデバイスの欠陥解析には無くてはならない技術となり、Zyvox社はお客様のニーズに合わせて各種のシステムを開発しました。最初のシステムは、お客様の既存のエレクトロンビームシステムに着脱可能なものでした。製品は開発され続け、使い易さと高い生産性の為にドアを全て交換するプラットフォームものまで多様に開発されていきました。Zyvox社の様々な実績は、2006年のnProberの製品化へとつながりました。nProberは、SEMと他に類のない8本プローブを搭載した半自動のnanoプロービングシステムです。32nmノード以下のデバイスの性能測定に何台ものシステムが現在活躍しています。



6T SRAM ビットセルの性能測定をしている8本プローブ

## 汚染源の進入を防御

メカニカルプローブのユーザーの方々には測定精度に影響を及ぼす諸問題についてよくご存知です。正確な性能測定のためにはサンプルと確実な接続を行うことが絶対条件です。真空チャンバー内でメカニカルプローブを使用することで大気中では起る酸化など各種の問題を除くことが可能です。しかし真空と言えども時間とともに測定の精度を下げてしまう要素が多々あります。

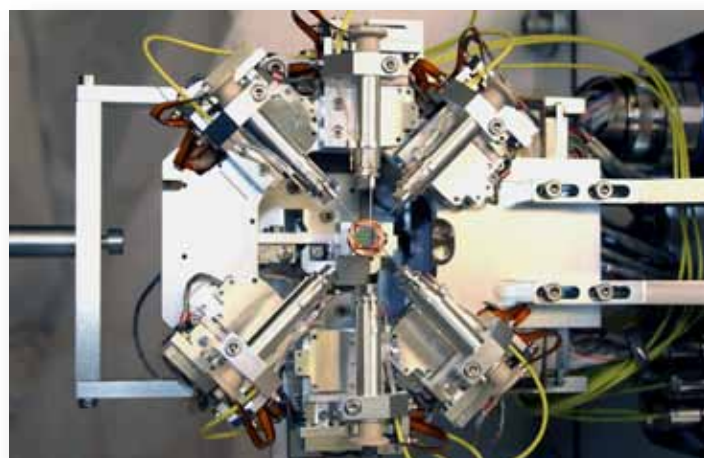
エレクトロンビームシステムではさらなる汚染の可能性が発生します。エレクトロンビームと真空チャンバー内にある炭化水素が反応するといろいろな表面に汚染物質が蓄積します。通常の対処法は真空室内の汚染は手作業で除去し、プローブチップを交換するなど、分析エンジニアにとっては面倒なものです。

## SEMを利用したnanoプロービングがDCGへ

最近の不景気時にも関わらず、DCGはビジネス拡張のために既存製品と補完しあえる分野の技術を探していました。

Zyvox社は、顧客ベースは殆ど同じでありながらDCGの既存製品と競合するものが全く無かったので、DCGにとって理想的な会社でした。

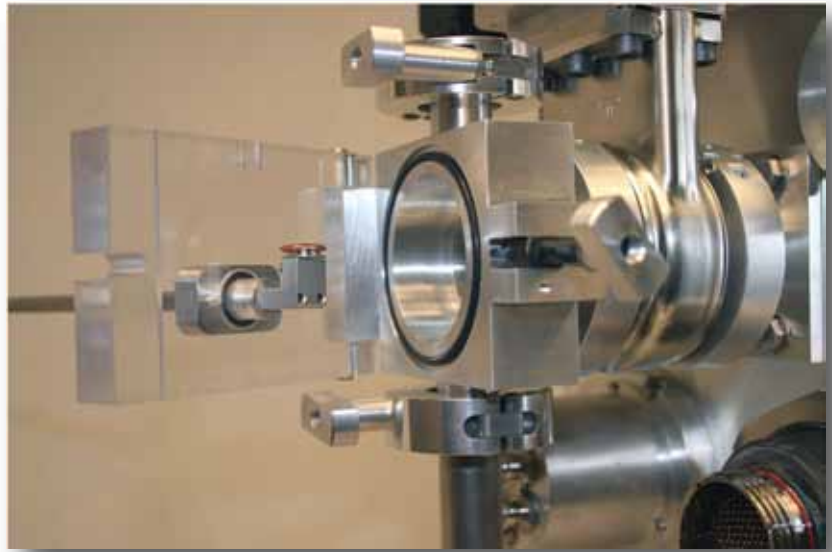
欠陥ビットを特定する場合、可視化できない欠陥の原因を決定するのにSEMを利用したnanoプローバーは非常に強力な手段です。SEMは高解像度イメージングが可能であり、nanoプローブは個々の正常、不良ビットを特定できます。このタイプの解析では、参照ビット、不良ビット各々6個のトランジスターをプロービングします。その結果を解析すると、特定のトランジスターの一組の接点ペアに問題があることが特定できます。トランジスターは断面が見えるように切断され、トランスミッション電子顕微鏡 (TEM) で調べられます。



SEMドアの代わりに取り付けられるドア付けの6本nanoプローブシステム

DCG nanoInstrumentsグループはこの問題を実にエレガントな方法で解決しました。SEMチャンバー内を定期的に完全に清浄にし、プローブと周辺の表面はいつも理想的な状態に保たれるような技法とハードウェアを開発したのです。活性酸素を真空チャンバー内に吹き込むというものです。チャンバー内に存在する炭化水素が電子ビームと反応する前に活性酸素が炭化水素を除去してしまうのです。この機能はまさにOptimizer®という名称そのものです。

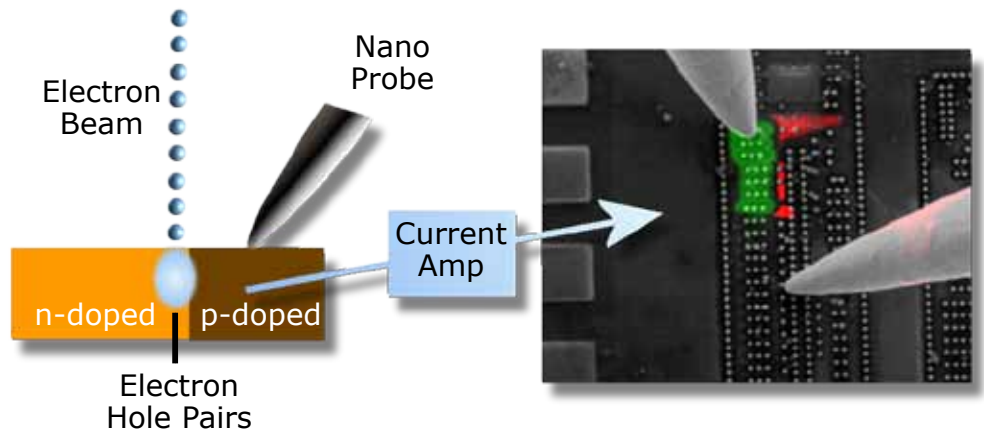
Optimizerはチャンバーが外気に晒されたとき、サンプルを交換するとき、朝一度、夕方一度、長時間のプロービングで汚染が起きはじめた時、など色々な使い方が出来ます。



カスタムロードロックによりデバイスはシステムに簡単に取り付けられます

## 電子ビーム励起電流

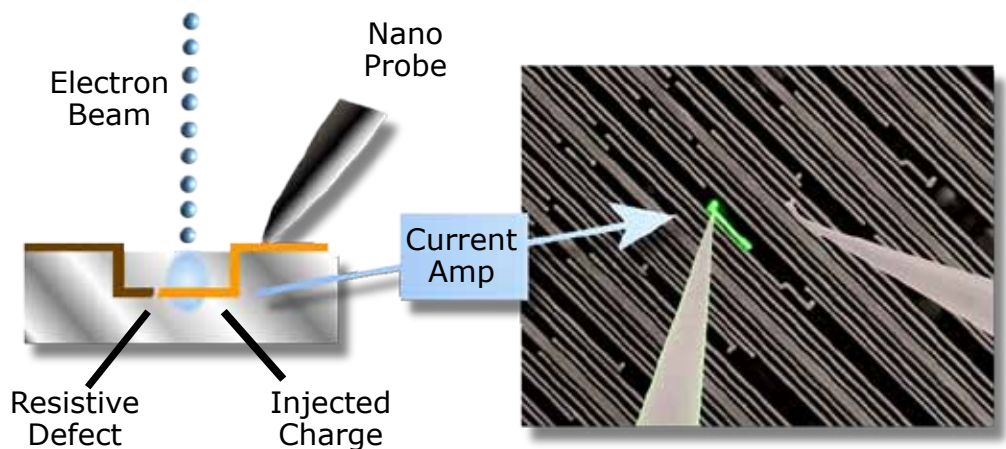
nanoプロービングは、電子ビーム励起電流 (EBIC) 解析にも使えます。ドーパントのレベルと品質を評価するためにPNジャンクションと空乏層の検査するのにこの技法が使えます。



EBICでPNジャンクションと空乏層でのドーパントレベルを評価します

## 電子ビーム吸収電流

電子ビームとあわせて使う、チャンバー内nanoプローブは、色々な解析手段に使用することが出来ます。その1つに、電子ビームが吸収される電流 (EBAC) の計測があり、これは3層か4層の深さのレイヤーでの金属断線の位置を検出するのに役立ちます。EBACでは、nanoプローブを高増幅度アンプを使って電流イメージ機器として使用します。結果の出力は、10-15レベルのアクティブボルテージコントラストの違いとして表示されます。



EBACで下の層の金属断線をハイライトします

## 極細先端を持つプローブ

nano計測は使用するプローブの先端形状次第です。プローブを幾ら正確な位置に置いて、先端形状が作業に適していなければ何にもなりません。nanoスケールでのプロービングには2つの難しさがあります：1つは小さな接点(50nmの接点)をプロービングすること、もう1つは小さな寸法範囲をプロービングすること(50nmピッチで4つの50nm接点が配置されているなど)です。nanoInstruments事業部の設計したプローブはこの両方の問題を解決できるのです。プローブ先端半径50nm以下と、直径:長さのアスペクトレシオが大きなプローブのおかげで500nmのスペースに8本のプローブを設置できます。このプローブによりnanoInstrumentsの製品は、唯一32nm以下のデバイスに使用できるものとなっています。



プローブのSEM合成写真(軸から先端まで)細長い形状により小さなところまでプローブが可能です(nProber)

## Spotlight on Field Applications Engineer: Ichiro Kimura

木村一郎はDCG KKの日本カスタマーサービスマネージャーです。1990年、神奈川工科大学電気工学部を卒業し、Schlumbergerのオペレーションコントロール事業部へ就職しました。1993年までカスタマーサポートエンジニアとしてS700/S790ボードテスターを担当したあと、IDS3000とIDS5000 Eビームプローバーのサポートを担当しました。

IDS P2X FIBシステムの発表は、イチローにとって、経験をより広げるチャンスとなりました。FIBの経験が無かったイチローは、サンノゼでのFIBトレーニングスクールに参加し、そこで、FIB技術のスペシャリストになることを決意しました。Mark Antolik(テクニカルアップデートの2月号でご紹介しました)の協力のもと、FIBトレーニングの期間中寝る間も惜しんで日夜勉強に励みました。イチローは、シミバレーの製造工場、FIBシステム検収作業の手伝いをしながらFIB機器の知識を高めていきました。

1995年、イチローがFIBカスタマーサポートになってからは、最高のサポートを提供するという熱意から、お客さまの間でFIBの神様と言われるようになりました。三洋電機様はイチローのサポートについて感謝状を送ってくださったほどです。イチローは、SchlumbergerのDiagnostic Systems Groupが組織替えて、NPTest、更にCredenceのDiagnostic and Characterization Groupへと組織が

変わってもFIB製品のサポートを続けました。イチローはDCGの日本子会社DCG KK設立までの間、Credenceの日本の販売代理店NoahでDCGの製品のサポートを続けていました。DCG KKの設立に伴い、イチローは日本国内のカスタマーサービスマネージャーとして彼の経験を他のサービスエンジニアに伝えるべく活動を開始しました。イチローは日本だけでなく、韓国、中国、台湾などでもFIBスペシャリストとして引っ張りだこのので、サービスマネージャという責任を負っても世界のFIBのトラブルシューティングを続けています。DCG KKの経営を維持しているだけではなくお客さまの満足度も高いのは、イチローの努力に負うところも多いのです。イチローの家族は奥様の百合子さんとお子様2人、それに犬のコロです。イチローの一日は朝5時にコロを散歩させることから始まります。6時には2時間かかる通勤でDCG KKの事務所に向かいます。事務所では8時から6時まで、家に戻っても毎日まだ3時間は仕事をします。



多くの時間をお客様やサービスエンジニアと電話で話します



DCG Systems, Inc.  
45900 Northport Loop East  
Fremont, CA 94538  
Tel: +1 510 897-6800 | Fax: +1 510 897-6801  
www.dcgsystems.com

EmiScope is a registered trademark. The DCG Systems logo is a trademark of DCG Systems, Inc. Ruby, Meridian, TriVision, OptiFIB and P3X are trademarks of DCG Systems, Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.  
© 2009 DCG Systems, Inc. All rights reserved. Printed in USA.