

PE レポート



No.8

2011 年 12 月

プリンテッド・エレクトロニクス研究会

<http://www.printedelectronics.jp/>

掲載記事などの無断転載ならびに一般公開はご遠慮下さい。

PE レポート No.8

目次

国際・国内イベントレポート

2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会に参加して

徳野 剛大 4-5

EMPC 2011 に参加して

坂元 創一 7-8

NIP27/DF2011 に参加して

西 眞一 9-14

論文紹介

15-24

フレキシブルエレクトロニクスに向けた水性導電性接着剤

Advanced Functional Materials(2011)

金属酸化物粒子とポリマーを用いた銀ナノワイヤ透明導電膜

ACS Nano (2011)

透明かつ伸縮可能な導電フィルムでセンサを開発

Nature nanotechnology (2011)

銀ナノワイヤをドーブしたグラフェン透明導電膜のシミュレーション

Nano Letters (2011)

界面の相互作用を活かした有機-無機太陽電池

Nano Letters (2011)

高いキャリア移動度を有するアンバイポーラ型 FET 材料の開発

Advanced Materials (2011)

高収率で低抵抗、銀ナノ粒子の新合成法

Nanotechnology (2011)

銅ナノ粒子インクの光焼結メカニズムを解明

Nanotechnology (2011)

銀ナノ粒子インクを直接描画して透明導電膜を作製

Nanoscale (2011)

銅ナノ粒子の酸化メカニズム

Materials Research Bulletin (2011)

銅配線とポリイミド基板の界面に紫外線/オゾン処理が及ぼす効果

Thin Solid Films (2011)

楕円粒子の分散液でコーヒーリング効果を抑制

Nature (2011)

グラフェンと金属グリッドのハイブリッド透明導電膜

ACS Nano (2011)

溶液処理による高性能カーボンナノチューブ TFT

IEEE Electron Device Letters(2011)

紙面上にフレキシブルな有機太陽電池を作製

Advanced Materials(2011)

Ag マイグレーションにおける酸素分圧の影響

IEEE T-DMR (2011)

Ag ナノ粒子を用いたダイアタッチ材料における、Ag マイグレーションの発生

IEEE T-DMR (2011)

ナノ粒子誘電泳動によるマイクロ架橋構造の作製

Journal of the American Chemical Society (2011)

ハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子フィルムの焼結法

Journal of The Electrochemical Society (2011)

ラミネート法による金電極と有機単結晶の接触

Applied Physics Letters (2011)

インクジェット印刷用の高導電性 Sn ナノ粒子インク

Nanotechnology (2011)

PE ヘッドライン No.28-33 より

25-36

これまでにメール送信した PE ヘッドライン (No.28-33) を再掲しました。

国際・国内イベントレポート

2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会に参加して

山形大学・小白川キャンパス

2011年8月29日-9月2日

大阪大学産業科学研究所 先端実装材料研究分野

徳野 剛大

takehiro_tokuno@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

2011 年 8 月 29 日から 9 月 2 日にかけて山形大学小白川キャンパスで 2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会が開催された。18 の常設分科と合同セッションで多岐に渡る研究内容が発表された。中でも、プリントドエレクトロニクス技術により大量生産が期待される有機太陽電池のセッションで発表された内容を中心に報告する。



応用物理学会学術講演会の会場

発光するRubreneドーピングP3HT:PCBM有機太陽電池

富山大学、婁艶輝

富山大学の婁らは、順方向低バイアスで太陽電池、順方向高バイアスで有機 EL 素子(OLED)、そして逆バイアスでフォトダイオード動作する多機能デバイスを作製した。poly-(3-hexylthiophene) (P3HT) : フラーレン誘導体(PCBM)バルクヘテロ有機太陽電池の P3HT:PCBM 層に低分子色素材料である rubrene をドーピングし、多機能デバイスを作製した。作製した多機能デバイスは、太陽電池として変換効率 1.05%、OLED として最大輝度 65 cd/m^2 、フォトダイオードとして明暗比 2.2×10^3 (@-0.5V) を示した。

高分子ナノファイバを含有した有機薄膜における光起電力効果

京都工芸繊維大学、前田辰弥

京都工芸繊維大学の前田らは、エレクトロスピンニング法を用いて作製した P3HT ナノファイバ(直径: 約 680 nm、導電率: 約 7800 S/m) を用いた有機太陽電池について報告した。バルクヘテロ接合では p 型半導体、n 型半導体が混在したナノ構造を有する。しかしながら、この構造をナノスケールで制御することは困難であり、生成されたキャリアの伝導パスが不十分である。この問題を解決するために、ファイバ径が揃った P3HT ファイバを含有する混合層を作製した。P3HT ナノファイバと PCBM の混合膜を用いた有機太陽電池の電流・電圧特性は、開放電圧 0.13 V、短絡電流密度 0.12 mA/cm² だった。今後は、ファイバ径をバルクヘテロ構造のドメインサイズである数十 nm オーダーまで微細化し、光電流密度の増大を狙う。

MoO₃メタノール分散液のスピンコートによる正孔輸送層の作製

埼玉大学、喜志真佑子

埼玉大学の喜志らは、三酸化モリブデン(MoO₃)を正孔輸送層に用いた有機太陽電池の特性について報告した。有機薄膜太陽電池の正孔輸送層として広く用いられている強酸性・吸湿性である PEDOT:PSS は、隣接層の腐食や電極の酸化を促進するという欠点を持つ。そのため近年、PEDOT:PSS に代わる正孔輸送層として、MoO₃ が検討されている。MoO₃ メタノール分散液をスピンコートして正孔輸送層を作製した。この正孔輸送層を用いた有機薄膜太陽電池を作製し、特性を検証した。作製した有機太陽電池は、短絡電流密度 10.26 mA/cm²、開放電圧 0.56 V、曲線因子 0.53、光電変換効率 3.05 % という PEDOT:PSS を用いた有機太陽電池と同等の性能を得た。

酸化チタンナノシートを用いた逆構造バルクヘテロ有機太陽電池の作製

信州大学、丸山恭剛

信州大学の丸山らは、厚さ約 1nm の単結晶酸化チタン(TiO₂)ナノシートを用いた逆構造バルクヘテロ有機太陽電池の作製について報告した。TiO₂ は優れた電子輸送性と安定性を持ち、TiO₂ を電子取り出し層として用いた逆構造型のバルクヘテロ型有機太陽電池は効率と耐久性の向上が期待できる。ITO 上に TiO₂ ナノシートを交互吸着法で成膜し、その上に P3HT 及び PCBM、酸化モリブデンからなる逆構造有機太陽電池を作製し、光電変換特性を評価した。ITO 上に直接有機活性層を成膜したセルでは開放電圧 V_{oc} が 0.31V、光電変換効率 η が 0.97% であるのに対し、TiO₂ ナノシートを 1 層挿入したセルでは V_{oc} が 0.54V まで増加し、η も 1.70% と性能が向上した。また、2 層挿入したセルでは V_{oc} が 0.56V、η が 1.80% の性能が得られた。

励起エネルギー捕集・伝達機構を有する有機薄膜太陽電池におけるプラズモン励起移動増強

信州大学、今村祐介

信州大学の今村らは、p 型材料間に銀層を配置した際の表面プラズモン効果による励起エネルギー増強について検討した。作製した有機太陽電池の構造は Al/ BCP/ Fullerene C₆₀/ CuPc/ BP3T/ Ag/ P6T/ PEDOT:PSS/ ITO/ Glass である。厚み 3nm の銀層は p 型半導体層間に蒸着され、AFM 測定より銀層は微粒子状であることが確認された。作製した有機太陽電池の光子電子変換効率(IPCE)特性を測定した。IPCE スペクトルには、P6T 特有の吸収に由来する波長 550 nm 付近にピークが現れた。この結果から、

P6T の光吸収で生成した励起子が P6T と直接接触していない CuPc 層に表面プラズモン効果による励起移動で伝達され、光電変換されたと考えられる。

ホットプレス法による薄板状有機結晶デバイスの作製

千葉大学、井上敦夫

千葉大学の井上らは、ホットプレス法による薄板上有機結晶デバイスの作製について報告した。電界効果トランジスタ(FET)の電界効果移動度を向上させるためには、大きな粒径を持つ有機結晶が必要とされる。井上らは、ホットプレス法を検討し、有機結晶デバイスを作製した。ホットプレス法は有機半導体原料を加熱溶融しながら、基板間のギャップを制御し、有機結晶を成長させる方法である。Tetrakis (octadecylthio) tetrathiafulvalene (TTC₁₈-TTF)を用いたFET をガラス基板間にホットプレス法で作製した。作製したFETの移動度は $4.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と、先行研究のキャスト法により作製したTTC₁₈-TTF FETの移動度 $0.63 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に比べ約7 倍改善した。このFET の半導体層を光学顕微鏡で観察したところ、キャスト法で成長する針状の結晶とは異なり、 $20 \mu\text{m}$ のチャネル長に対し十分に大きい幅広の結晶が成長しており、このことが移動度の向上に寄与したと考えられる。

国際・国内イベントレポート

EMPC 2011 に参加して

Hilton Metropole, Brighton, UK

2011年9 12-15日

大阪大学産業科学研究所 先端実装材料研究分野

坂元 創一

sakamoto@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

2011 年 8 月 12 日から 15 日にかけてイギリス、ブライトンでパッケージング材料、集積回路、電気電子アプリケーションの国際学会 The European Microelectronics Packaging Conference 2011(EMPC 2011)が開催された。2 年に一度開かれる実装に関する国際学会であり、接合材料、インクジェット印刷による配線作製をはじめとする様々な発表があり、大きな盛り上がりを見せた。4 日間を通じて 16 件の招待講演と約 100 件の口頭発表、約 30 件のポスター発表が行われた。その中でも特にプリントド・エレクトロニクスに関係の深い発表を紹介する。



EMPC 2011 の会場の様子



口頭発表の様子

Influence of different type protective layer on silver metallic nanoparticles for Ink-jet printing technique

Amepox Microelectronics, Ltd., Andrzej Moscicki, Poland

Amepox Microelectronics, Ltd の Andrzej Moscicki らは、銀ナノ粒子における異なる分散剤の影響について報告した。約 100nm の銀ナノ粒子にカルボン酸塩、アミン、ポリマーの 3 種類の異なる分散剤をコーティングし、3 種類の銀ナノ粒子インクを作製した。カルボン酸塩分散剤は、銀ナノ粒子との重量比が最も大きく、1.1%であった。一方、アミン分散剤は銀ナノ粒子との重量比が最も小さく、0.2%であった。150℃で 1h 加熱後、カルボン酸塩、ポリマー分散剤は、銀ナノ粒子との重量比は 0.2~0.4%で

あり、銀ナノ粒子の周りに多くの分散剤が残っていた。一方、加熱後のアミン分散剤の重量比はほぼ 0 であったため、他の分散剤と比較して低温焼結でも優れた電気導電性が期待される。

Low-temperature, photonic approach to sintering the ink-jet printed conductive microstructures coating nano sized silver particles

Wroclaw University of Technology, Tomasz Falat, Poland

Wroclaw University of Technology の Tomasz Falat らは、光照射の照射数およびランプとサンプルの距離が銀配線の抵抗へ及ぼす影響について報告した。平均粒径：4~10nm の銀ナノ粒子インクをポリマー基板上にインクジェット印刷し、110 °C で 10min 加熱し、800J/pulse のパワーで照射した。ランプとサンプルの距離が最小の時（距離 1mm）、吸収エネルギーが最も大きいため、非常に小さい抵抗が得られた。また、照射回数を増やしても抵抗率に変化はなかった。これは複数回の光照射によって形成された銀のポーラス構造が原因である。

Effect of substrates surface condition on the morphology of silver patterns formed by inkjet printing

Loughborough University, Z. Xiong, UK

Loughborough University の Z. Xiong らは、インクジェット銀ナノ粒子インク配線における基板への予備加熱の影響に関して報告した。ガラス、ガラスエポキシ樹脂、ポリイミドそして疎水性紙の 4 種類の異なる基板上にインクジェットを用いて銀ナノ粒子インクを滴下した。それぞれの基板を 20°C~80°C で予備加熱すると、各ドットサイズが等しくなったが、コーヒーリング効果が顕著になった。基板の濡れ性を改善すると、予備加熱した基板上的インクは、ドットサイズを維持したまま、比較的均一な膜厚となった。結果として、ガラスは 80°C 以上、ガラスエポキシ樹脂は 60~70°C、ポリイミドは 30~40°C、疎水性紙は 50~60°C の予備加熱の時、最も優れた印刷性が得られた。

Silver/Palladium pastes for aluminium nitride applications

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems, Kathrin Reinhardt, Germany

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems の Kathrin Reinhardt らは、銀/パラジウム抵抗ペースト（電気を流すことで熱を発生する素子）における電気抵抗への温度の影響について報告した。エチルセルロース溶媒の銀・パラジウムペーストへガラスと不活性添加剤を加えることで、シート抵抗を 0.1、1.0、10Ω/□に調節した。これらの異なるシート抵抗を有した銀/パラジウム抵抗ペーストを 200、300°C まで加熱し、電気抵抗を測定した。0.1Ω/□のシート抵抗を有した銀/パラジウム抵抗ペーストの電気抵抗は、300°C まで加熱しても非常に安定していた。1.0Ω/□のシート抵抗を有した銀/パラジウム抵抗ペーストの電気抵抗は、200°C 加熱までは安定していたが、300°C 加熱でペースト表面にクラックが発生した。これはペーストと AlN 基板の熱膨張係数のミスマッチが原因と思われる。10Ω/□のシート抵抗を有した銀/パラジウム抵抗ペーストは、200°C で加熱すると溶けてしまった。

国際・国内イベントレポート

NIP27/DF2011 に参加して

Hilton, Minneapolis, Minnesota, USA

2011年10月2-7日

コニカミノルタI(株)／日本画像学会技術委員会Digital Fabrication部会メンバー

西 眞一

shinichi.nishi@konicaminolta.jp

2011年10月2日から7日にかけてアメリカ、ミネソタ州のミネアポリスでデジタルプリンティング、画像科学、デジタルファブリケーションの国際学会 NIP (Non-Impact Printing) 27 & Digital Fabrication 2011 が開催された。主催は The Society of Imaging of Science and Technology と日本画像学会。運営は米欧亜の3極から実行委員を選出して行われ、今回は Digital Fabrication の General Chair をセイコーエプソンの酒井真理氏が務めた。私は日本画像学会の技術委員会 Digital Fabrication 部会のメンバーとして Printed Electronics Session の Co-Chair を務めた。4日間を通じて約450名が参加し5件の招待講演と158件の口頭発表、55件のポスター発表が行われた。その中でも特にプリンテッドエレクトロニクスに関係の深い発表を紹介する。



Twin City を隔てるミシシッピー川の上流



ミネアポリス中心街のビル群の Hilton が会場



受付会場



Digital Fabrication の Opening Ceremony

●Digital Fabrication の招待講演

★Evaluation of the Effectiveness of Digital Fabrication Technologies

Vince Cahill and Patrice Giraud, VCE Solutions (USA)

DF に使う微細加工手法の全貌を分類し装置まで詳細に紹介した。プリンティングのみならずレーザ加工にも焦点を当てていた。

★Printed Smart Objects and Their Digital Fabrication

Reinhard Baumann, Chemnitz University of Technology and Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems ENAS (Germany)

Prof. Baumann は Fraunhofer の重鎮でもあり、EU の oe-a (Organic Electronics Association) の創業者でもある。ロール・ツー・ロール(R2R)のインクジェット試作ラインを使用して RFID、Packaging を発表。“Printing Beyond Color” を旗印に、絵・文字の印刷から導電性、半導体特性、絶縁性を持った機能性薄膜による、スイッチ、アンテナ、送受信センサ、発光、表示などの機能を盛り込んだ Smart Packing や Smart Object が今後の流れのようだ。インクジェット、グラビア、クリーン印刷を併用し、最終工程にレーザ加工や張り合わせ、シール装置を R2R に接合しているコンセプトが面白い。

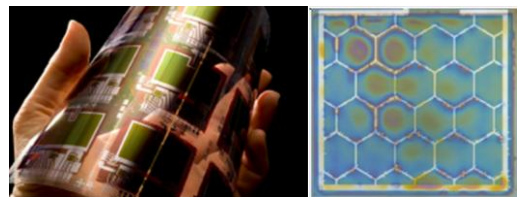
●口頭発表

★Inkjet Technology for Large-Area OPV Applications

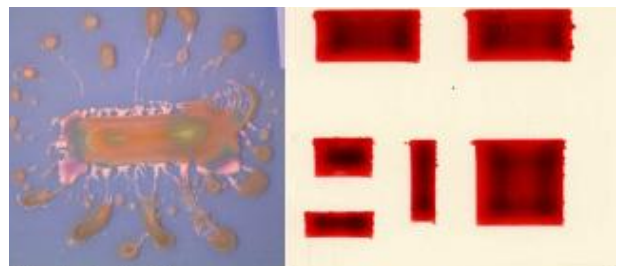
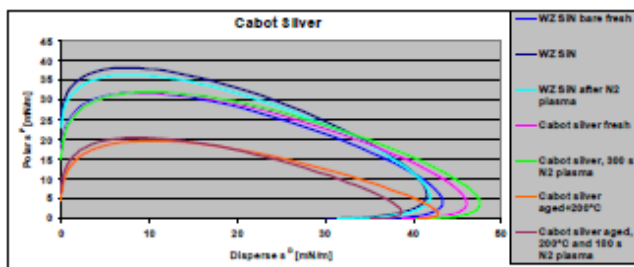
Maosheng Ren, Jorgen Sweelssen and Ronn Andriessen, Holst Center/TNO, Eindhoven, the Netherlands

Flexible PLED, OPV を S2S 方式で試作しており、R2R を狙っている。ITO 透明導電膜の代替材料として、Ag グリッド電極（ハチの巣構造）+PEDOT:PSS のベタ膜を作製した。PEN フィルム上の表面エネルギーの極性成分と分散成分が Cabot 社製 Ag インクのパターン精度を決定する。Fuji Film Dimatix 社製プリンタ DMP2831 を用いて、滴下量 10pl、およびドットスペース 20 μ m で滴下し 135 $^{\circ}$ C 30 分焼成後、幅 50nm

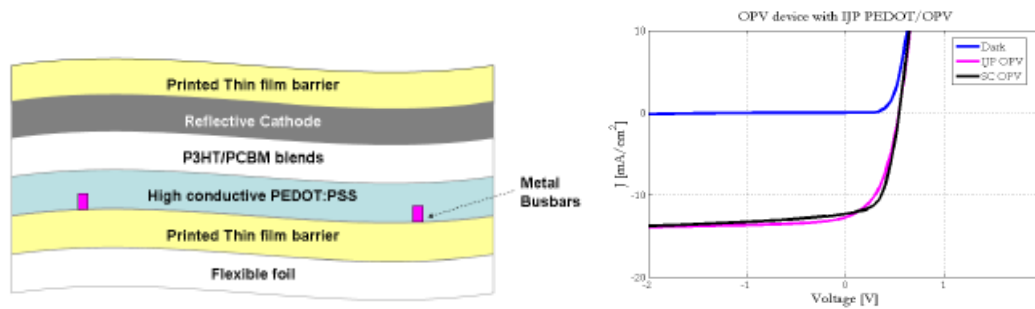
の配線を作製した。PEDOT:PSS は、Agfa 社製で 100nm 厚である。バルクヘテロ構造の [C60]P3HT:PCBM (Merk 製) は、良好なパターンを形成できる非ハロゲン溶剤インクで、Photo Active Layer 200nm 厚を得る。カソード電極は 1nm 厚 LiF と 100nm 厚 Al である。製作した有機太陽電池セルの発電効率は MPP=3.2%@AM1.5 である。



フレキシブル太陽電池（左）とハチの巣 Ag パターン上に PEDOT: PSS をインクジェットで塗布した透明導電膜（右）



WZ SiN と Caboto 銀インクの表面エネルギー（左）。異なる溶媒を用いて発電層をインクジェット印刷した。溶媒 A（中）、溶媒 B（右）。



有機太陽電池の構造（左）とその特性（右）

★Printed Electronics for Flexible Applications

Dietmar Zipperer; PolyIC GmbH & Co. KG; Fürth, Germany

PolyIC 社は、R2R で 30m/min、 $\sim 120^{\circ}\text{C}$ 、 $\sim 1\text{min}$ 焼成、6" コア PET、3000m²/roll、量産している唯一の企業。特に、RFID(poly-3hexylthiophenTFT>0.01cm²/Vs)を実用化している。透明導電膜の Poly TC film は、200 μm グリッド Ag/Cu20-80nm, 36-100 μm 厚、透過率 $\sim 85\%$ である。



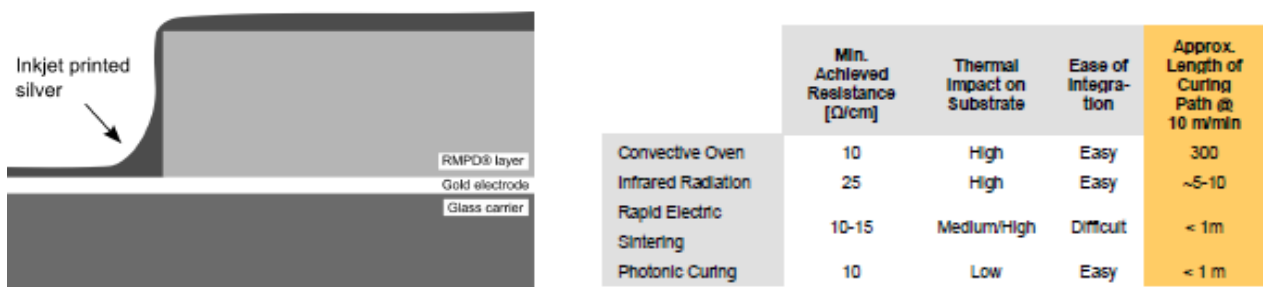
左図：無線起動装置（Activator）および、RF アンテナとエレクトロクロミックディスプレイをもつデバイスのイメージ

★Inkjet Printing of Electrical Connections in Electronic Packaging

Ingo Reinhold¹, Wolfgang Voit¹, Moritz Thielen¹, Maik Müller¹, Matthias Müller¹, Stan Farnsworth², Ian Rawson², Roger Bollström³, Werner Zapka¹

1 XaarJet AB, Järfälla, Sweden; 2 NovaCentrix, Austin, TX, USA; 3 Åbo Akademi University, Finland

LED 実装にインクジェット用 Ag インクを使用し、焼成条件を検討した。Nova Centrix 社の Flash Light Sintering が有効あるとしている。



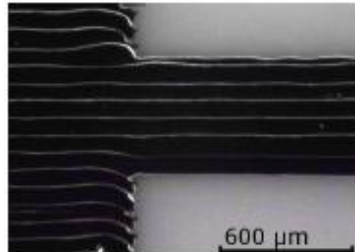
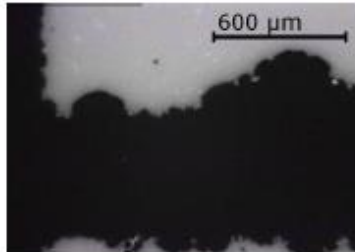
インクジェット印刷すると RMPD®層の縁を覆ってしまうことが問題になる（左）

焼成条件による配線の検討（右）

★Ink Jet Printing of Conductive Silver Tracks from Nanoparticle Inks on Mesoporous Substrates

*Anna Schuppert *, Moritz Thielen**, Ingo Reinhold**, Wolfgang A. Schmidt*; *Felix Schoeller jr, Osnabrück, Germany; **XaarJet AB, Jarfalla, Sweden*

三菱製紙と同じく、写真用紙上にインクジェットで導電層を形成。Sun Chemical 社製の Ag ナノインクと Xaar126 50pl のヘッドを用いて、90℃30 分焼成で作製された配線は、 $51\ \Omega\ \text{Imp}$ であった。

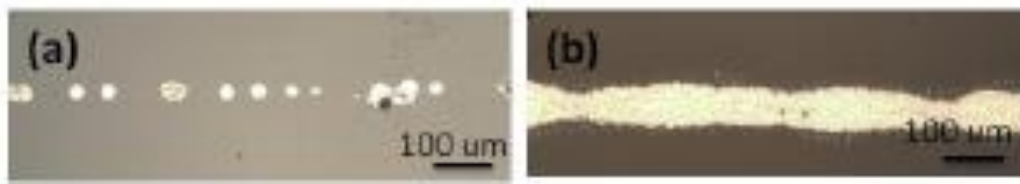


配線の光学顕微鏡図。溶媒を吸収するための受理層なし（左）、受理層有り（右）

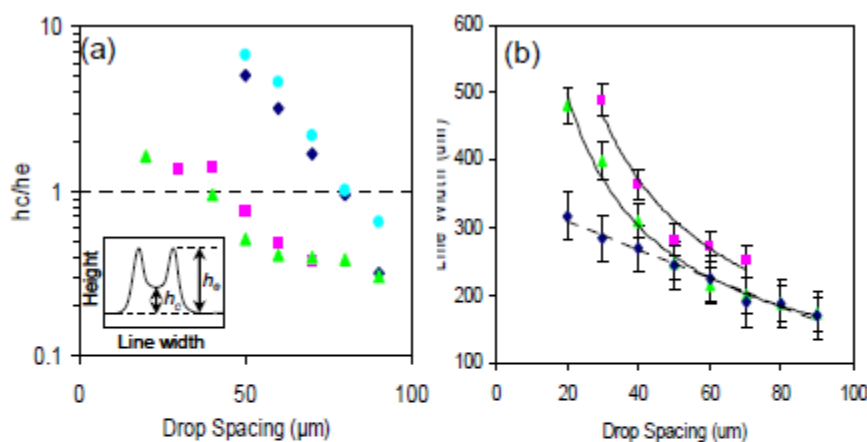
★Inkjet Printed Silver Electrodes for Organic Thin-Film Transistors

Yiliang Wu, Xerox Research Centre of Canada, Canada

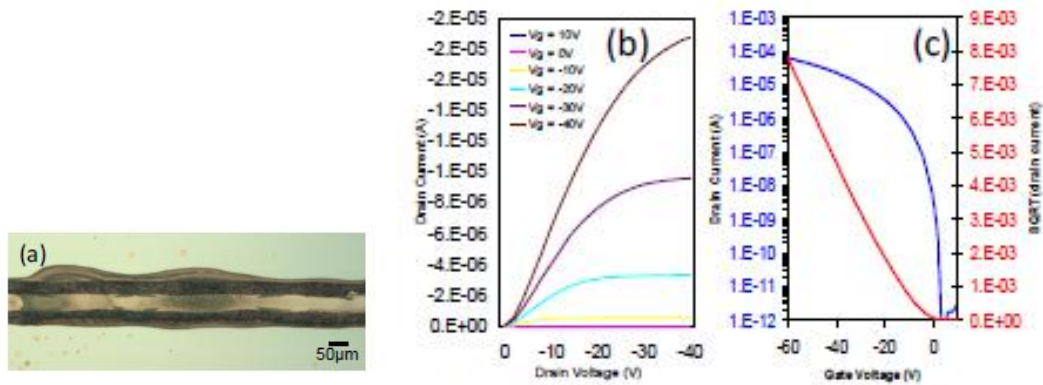
OTFT の S-D 電極に銀錯体インクを用いて、銀配線の形状観察と半導体の特性を調査した。有機半導体の移動度は $0.05\text{cm}^2/\text{Vs}$ である。



銀錯体をガラス基板上へプリントした外観図。ガラス基板をオクチルトリクロロシランで処理（左）、またはヘキサメチルジシランで処理（右）。



エチレングリコール溶媒の濃度とドットスペースを変更した際の、配線形状の変化。(a) 断面形状について。(b) 配線幅について。インクには、銀錯体が 12.5wt% 含まれており、エチレングリコールの濃度は、 $\blacktriangle=6.57\%$, $\blacksquare=13.16\%$, $\blacklozenge=19.74\%$, $\bullet=26.32\%$ である。



(a)液滴 1 pl で作製した電極は、線幅が 40μm、長さが 1900μm。PQT-12 有機半導体の出力(b)、および TFT の移動度(c)。

★Smart Packaging for Security and Logistics

Steven J. Simske, Hewlett-Packard Laboratories(USA)

Hewlett-Packard は Smart Packaging を Indigo や IJ で統合的に企画している。新規分野を開拓する意欲が見られる。



- (1) Black ink
- (2) Spot color ink that contrasts with the substrate
- (3) Ultraviolet (UV) ink
- (4) Infrared (IR) ink
- (5) Magnetic ink character recognition (MICR) ink
- (6) Conductive ink

2次元バーコード。QR バーコード（左）。Data matrix バーコード（中）。日本で過去十年間に広まったバーコードであり、位置特定や出力、その他物流関係に使用されており、様々なインクで印刷することができる（右）。



著者らの会社における、旧製品のパッケージ例。白地にある”15”の周辺、および青地にある”hp”の周辺へ UV や IR インクで印刷するのに好ましい箇所である。また、パッケージには、数種類のバーコードを印刷してある。

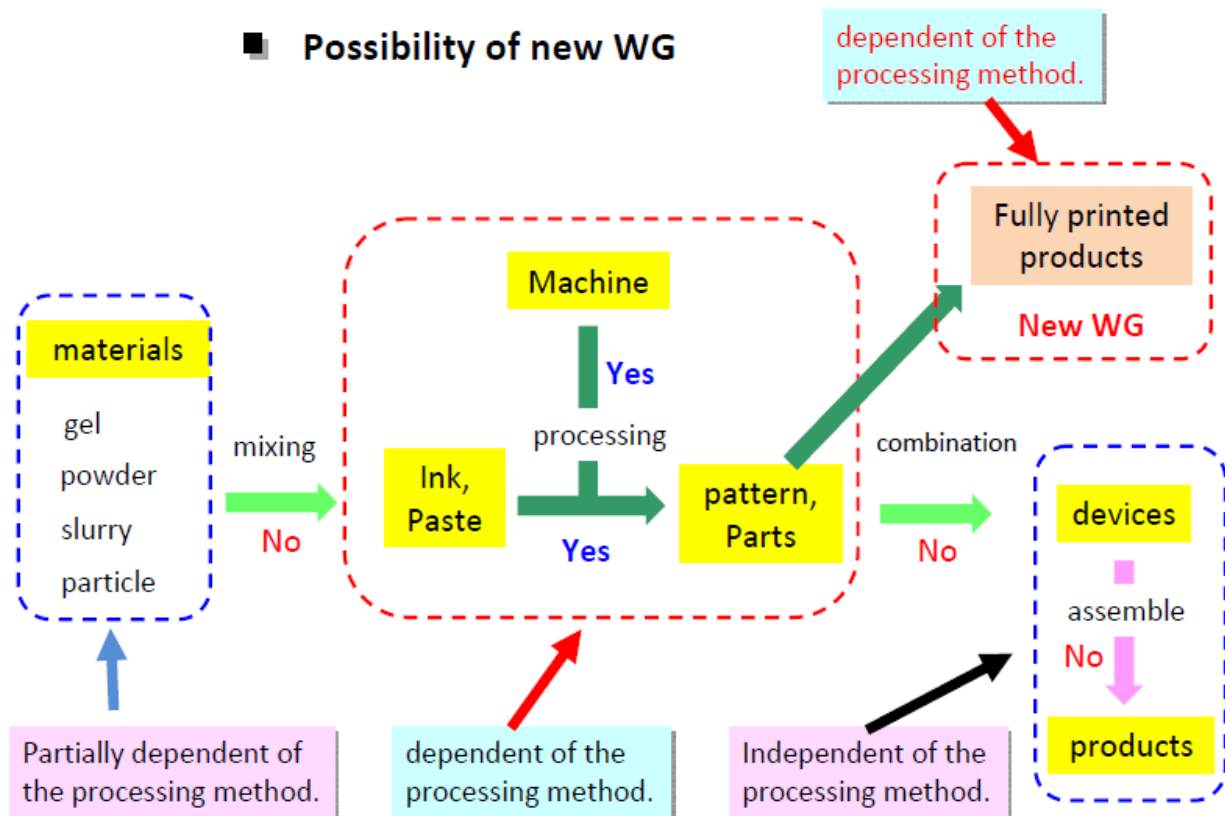
●Standardization on Printed Electronics: IEC TC119

プリントエレクトロニクスに関する標準化に関して、the pre-meeting "Standardization IEC TC119 - Printed Electronics" が 10 月 6 日に同一会場で開催された。韓国、日本、英国、ドイツ、米国から 12 名が参加し議論した。

日本からは、経産省梅田氏、産総研鎌田氏、アルバック小田氏、富士フィルム芝原氏、コニカミノルタ西が出席。

oe-a の Dr.Klaus.Hecker が進行役で、TC119 の Secretariat となる韓国の Prof.Haeseong Lee が韓国の提案している標準化の対象分野、Working Group の構成案を示した。これに対して、産総研鎌田氏が日本側でまとめた対抗案をプレゼンし、対象を狭めるべきである事などを強調した。今後議論を継続しながら、TC119 の初回会議は 2012 年 2 月か 3 月に韓国済州島で開催することで内定した。

Structure development



鎌田氏のプレゼン資料から抜粋した開発の構図

論文紹介

フレキシブルエレクトロニクスに向けた水性導電性接着剤

Water-Based Isotropically Conductive Adhesives: Towards Green and Low-Cost Flexible Electronics

Advanced Functional Materials(2011) DOI:10.1002/adfm.201101433

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201101433/abstract>Cheng Yang, Ching Ping Wong* *et al.*

Tsinghua University, China

2011 年 10 月 31 日に発表された、環境に優しい低コストフレキシブルエレクトロニクスに向けた水ベース等方性導電性接着剤に関する論文。

著者らは、銀の表面ヨウ素化、ペーストの還元処理を行うことにより、 $8 \times 10^{-5} \Omega \text{cm}$ の導電率、及び $85^\circ\text{C}/85\text{RH}$ の環境試験で 1440 時間後、抵抗率低下率 10%以下という高い安定性を有する導電性接着剤を開発した。この導電性接着剤を用いてフレキシブル基板上に作製した RFID アンテナは、読み取り距離 7m を実現した。この導電性接着剤は水溶性のため、印刷やメンテナンス時に揮発性化学物質が排出されないので環境にやさしく、加工工程は簡略化でき、従来の導電性接着剤のような銀フィラーの焼結や、樹脂硬化の必要がなく省エネルギーである。今回、開発した導電性接着剤は、低コスト基板である紙や PET、PI、木材、ゴム、織物などに用いることが可能で、フレキシブルエレクトロニクス実現に向けて大変有効である。(inu)

論文紹介

金属酸化物粒子とポリマーを用いた銀ナノワイヤ透明導電膜

Fused Silver Nanowires with Metal Oxide Nanoparticles and Organic Polymers
for Highly Transparent Conductors

ACS Nano (2011) DOI:10.1021/nn203576v

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn203576v>Rui Zhu, Yang Yang* *et al.*

University of California, USA

2011 年 10 月 28 日に発表された、金属酸化物粒子とポリマーで銀ナノワイヤ同士の接触を高めた透明導電膜に関する論文。

ITO 透明導電膜の代替材料として、銀ナノワイヤを用いた研究が進められている。しかし、既往の研究では、銀ナノワイヤ同士の強い接触や、銀ナノワイヤと基板との強い密着性を得るため、複雑な処理が必要であった。著者らは、シンプルで効果的な溶液法を用いて、優れた導電性や透明性、機械的特性をもつ、銀ナノワイヤ透明導電膜を作製することに成功した。これらの特性は、銀ナノワイヤフィルムへ、酸化チタンによるゾルゲル法および PEDOT:PSS 溶液を順に処理していくことで得られた。乾燥時に発生する酸化チタン溶液の体積収縮や毛細管現象は、銀ナノワイヤ同士の接触を強め、導電性を向上させた。フィルムへの PEDOT:PSS コーティングは、基板との密着性を向上させた。銀ナノワイヤ-TiO₂-PEDOT:PSS の透明導電膜はで作製した有機太陽電池は、ITO で作製した太陽電池と同等の性能を示した。(tpe)

論文紹介

透明かつ伸縮可能な導電フィルムでセンサを開発

Skin-like pressure and strain sensors based on transparent elastic films of carbon nanotubes

Nature nanotechnology (2011) DOI: 10.1038/NNANO.2011.184

<http://www.nature.com/nnano/journal/vaop/ncurrent/full/nnano.2011.184.html>Darren J. Lipomi, Zhenan Bao* *et al.*

Stanford University, USA

2011 年 10 月 23 日に発表された、透明性かつ伸縮性をもつ導電フィルムで作製した圧力・ひずみセンサーに関する論文。

透明かつ伸縮可能な導電性フィルムは、ヒューマンインターフェースやバイオフィードバックを構築するための電子部品およびオプトエレクトロニクス要素として必要であり、折りたためる太陽電池やディスプレイ、皮膚や臓器のような非平面部に取り付けるインプラント装置に応用できる。著者らは、透明性かつ伸縮性をもつ導電フィルムを、あらかじめ全方向に伸長させていた基板上へ単層カーボンナノチューブ (SWNT) をスプレー法によって吹き付け、その後、基板のひずみを緩和させることで作製した。この作製方法では、フィルム上の SWNT がバネ構造をとるため、フィルムは 2.5 倍まで伸長させても通電し、伸長中に最高 2200 S/cm の導電率を示した。著者らは、SMNT の透明電極をアレイ状に形成し、透明かつ伸縮可能な圧力・ひずみセンサを作製した。(tpe)

論文紹介

銀ナノワイヤをドーピングしたグラフェン透明導電膜のシミュレーション

Prospects for Nanowire-Doped Polycrystalline Graphene Films

for Ultratransparent, Highly Conductive Electrodes

Nano Letters (2011) DOI:10.1021/nl203041n

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl203041n>Changwook Jeong*, Muhammad A. Alam* *et al.*

Purdue University, USA

2011 年 10 月 10 日に発表された、銀ナノワイヤをドーピングした多結晶グラフェン透明導電膜のシミュレーションに関する論文。

著者らは、多結晶グラフェン透明導電膜では結晶粒界の電気抵抗が高いことを示し、さらに、その粒界で発生する抵抗を下げるため、多結晶グラフェン上に銀ナノワイヤをドーピングした透明導電膜についてシミュレーションを行った。このシミュレーションは、銀ナノワイヤの密度が非常に低い領域で行われたため、銀ナノワイヤ同士は連結していない。筆者らは、銀ナノワイヤがグラフェン間を橋渡しし、銀ナノワイヤを通して電気伝導が起こることを狙った。シミュレーションの結果、銀ナノワイヤドーピング多結晶グラフェン透明導電膜は、90%以上の高透過率、20Ω/□の低シート抵抗を示した。(tok)

論文紹介

界面の相互作用を活かした有機-無機太陽電池

Toward Interaction of Sensitizer and Functional Moieties in Hole-Transporting Materials for Efficient Semiconductor-Sensitized Solar Cells

Nano Letters (2011) DOI: 10.1021/nl2026184
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl2026184>

Sang Hyuk Im, Sang Il Seok* *et al.*

KRICT-EPFL Global Research Laboratory, Korea

2011 年 9 月 30 日に発表された、有機-無機ヘテロジャンクション型太陽電池に関する論文。

ホール輸送材料(HTM)である様々なポリマーと、硫化アンチモン(Sb_2S_3)を用いて、変換効率(PCE)が 6%を超える有機-無機ヘテロジャンクション型太陽電池を製造した。金属カルコゲナイド半導体として利用可能な Sb_2S_3 は吸光係数が大きく、バンドギャップの大きさも、太陽電池に適している。HTM としてチオフェン部位を有さない化合物を用いたデバイスは PCE が 1.8%だった。一方、チオフェン部位を有する化合物を用いたデバイスは PCE が 4.4%だった。特筆すべきは、それぞれの曲線因子(FF)が 34.9%、67%だったことである。後者の高い FF は HTM のチオフェン部位が Sb_2S_3 に配位することにより、ホール輸送層と Sb_2S_3 との界面の相互作用が大きくなったためと考えられる。HTM と半導体の接合界面における相互作用が電荷移動と HTM へのホールの注入において重要であることが分かった。これらの発見は有機-無機ヘテロジャンクション型太陽電池の新規な HTM の開発と高効率なデバイスの開発につながると期待される。(ak)

論文紹介

高いキャリア移動度を有するアンバイポーラ型FET材料の開発

Emeraldicene as an Acceptor Moiety: Balanced-Mobility, Ambipolar, Organic Thin-Film Transistors

Advanced Materials (2011) DOI: 10.1002/adma.201102726
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201102726/abstract>

Ali Reza Mohebbi, Fred Wudl* *et al.*

University of California Santa Barbara, USA

2011 年 9 月 23 日に発表された、Emeraldicene(EMD)をアクセプター部位に持つポリマーの電界効果トランジスタ(FET)特性に関する論文。

キャリア輸送において、縮環系化合物は π - π 相互作用を示すことから高い性能を発現することが報告されている。EMD は Anthracene に 2 つの Thiophene が縮環した構造であり、非常に広い π 電子構造を有している。筆者らは EMD を Diketopyrrolopyrrole と組み合わせた交互ポリマーを合成し、FET 特性を評価した。FET 素子はボトムコンタクト型を用いて、スピンコート法により活性層を作製した。不活性ガス下で特性評価を行い、320°Cでアニール後、正孔移動度が $0.29 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、電子移動度が $0.25 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ という優れたアンバイポーラ型の輸送特性を示すことを報告している。また、FET 素子をアニールすることで活性層の膜厚が増大することや、X 線回折測定で回折ピークが強くなることが確認された。すなわち、ポリマーの結晶性が増すことで輸送特性が向上したことを示している。(mu)

論文紹介

高収率で低抵抗、銀ナノ粒子の新合成法

Synthesis of monodisperse silver nanoparticles for ink-jet printed flexible electronics

Nanotechnology (2011) DOI: 10.1088/0957-4484/22/42/425601

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/22/42/425601>Zhiliang Zhang, Yanlin Song* *et al.*

Chinese Academy of Sciences, China

2011 年 9 月 22 日に発表された単分散な銀ナノ粒子の高収率な作製方法に関する論文。

著者らは、単分子の分散剤で被覆された銀ナノ粒子の、アジピン酸ヒドラジドとおよびデキストロースを用いた新しい還元方法を開発した。作製した銀ナノ粒子は、溶媒として水、エタノール及びエチレングリコールを利用できるので環境に優しく、高収率で大規模に得られる。市販のプリンターを用いて紙基材上にインクジェット印刷した配線は、160℃30 分で加熱後、 $9.18-8.76 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ とバルク銀の約 5 倍であり、低抵抗率であった。また、インクジェット印刷によって無線周波数識別(RFID)のアンテナを作製し、チップをフリップチップ実装すると 6 メートルでも信号の識別が可能であった。インクジェット印刷によって生成されるこれらの柔軟な印刷配線は、低コスト配線とセンサーデバイスへの応用が期待される。(cow)

論文紹介

銅ナノ粒子インクの光焼結メカニズムを解明

Multi-pulsed white light sintering of printed Cu nanoinks

Nanotechnology (2011)DOI: 10.1088/0957-4484/22/39/395705

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/22/39/395705>Won-Suk Han, Yong-Won Song* *et al.*

Korea Institute of Science and Technology, Korea

2011 年 9 月 6 日に発表された、光焼結時のパルス形成要因が、銅ナノ粒子インク配線の電気特性へ与える影響について調査した論文。

著者らは、数ミリ秒と急速な焼結が可能な超短パルス光 (IPL) が、銅ナノ粒子インク配線へ与える影響を系統的に調査した。焼成時において、パルスエネルギーが過剰だと銅膜だけでなく基板にもダメージを与えてしまうが、パルス光を適正に調整すると、配線と基板にダメージなく焼結に必要なエネルギーが得られる。平均エネルギー、パルス幅、ピークパワー、パルス数などのパルス形成要因を定量的に変化させて分析した。平均エネルギーを増加させることで、銅ナノ粒子の酸化銅から銅への自己還元性が高まり、パルス幅を狭めるにつれて、分散剤が外れやすくなることが確認できた。最適焼結条件は、照射パルスエネルギー 32 J CM^{-2} 、およびパルス幅 3 ミリ秒以下、パルス数 4 以上であり、体積抵抗率は約 $170 \mu \Omega \text{cm}$ を達成した。(cow)

論文紹介

銅ナノ粒子の酸化メカニズム

Oxidation behavior of copper nanoparticles at low temperature

Materials Research Bulletin (2011) DOI:10.1016/j.materresbull.2011.08.043

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002554081100420X>

Akihiro Yabuki *, Shuji Tanaka

Hiroshima University, Japan

2011年8月31日に発表された、200℃以下での加熱による銅ナノ粒子の酸化メカニズムに関する論文。

熱プラズマ法で製造した粒径 20nm のカーボンコート銅ナノ粒子を 150-300℃で加熱して、酸化状態を調べた。カーボンコートされた銅ナノ粒子は、空气中で 150℃加熱すると、カーボン層が除去できる。しかし、除去されると同時に、銅ナノ粒子表面は酸化される。

20%酸素-窒素雰囲気下での加熱では、銅ナノ粒子の酸化は、200℃が閾値であった。

200℃以下で加熱すると酸化銅は主に Cu₂O であり、200℃以上で加熱すると酸化銅は主に CuO であった。また、銅ナノ粒子が酸化される際の活性化エネルギーは、ナノ効果を受けることが考察されている。(cow)

論文紹介

銅配線とポリイミド基板の界面に紫外線/オゾン処理が及ぼす効果

Effect of UV/ozone treatment on interactions between ink-jet printed Cu patterns and polyimide substrates

Thin Solid Films (2011) DOI:10.1016/j.tsf.2011.04.050

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609011008662>

Young-In Lee, Yong-Ho Choa* et al.

Hanyang University, Korea

2011年8月22日に発表された、紫外線/オゾン処理したポリイミド基板上へ銅配線をインクジェット印刷した際、配線形状に及ぼす効果を調査した論文。

紫外線/オゾン処理によって表面改質を行ったポリイミド基板と未処理のポリイミド基板へ銅インクを滴下およびインクジェット印刷した。インクの接触角は、未処理の基板で 61°、改質した基板で 32°であり、平均ドットサイズは、未処理基板上で 26.8μm、改質した基板で 42.5μm である。よって、紫外線/オゾン処理によって改質した基板は、濡れ性が向上した。この濡れ性の違いは、インクジェット印刷で作製した 1 ラインの配線形状に影響があった。未処理基板では不規則なパターンが得られたが、1 時間紫外線/オゾン処理を行った基板では、綺麗な直線形状が得られた。(swpark)

論文紹介

楕円粒子の分散液でコーヒーリング効果を抑制

Suppression of the coffee-ring effect by shape-dependent capillary interactions

Nature (2011) DOI:10.1038/nature10344

<http://www.nature.com/nature/journal/v476/n7360/full/nature10344.html>Peter J. Yunker* *et al.*

University of Pennsylvania, USA

2011 年 8 月 18 日に発表された、コーヒーリング効果の抑制方法に関する論文。

コーヒーリング効果は、固体表面についた液滴が、乾燥するとリング状のシミとなって残ることを指す。乾燥の際、液滴の中心からエッジに向かって対流が起こり、液滴内の粒子やコロイドがエッジ部分に堆積することが原因である。実際、コーヒーリング効果は、印刷や生物、複合体集合に関する研究のコーティングプロセスに発生し、自然現象として引き起こるため避けられない。

本論文で筆者らは、楕円状粒子を分散させた液滴でコーヒーリング効果を抑制した。球状粒子が分散された液滴は、乾燥後に典型的なコーヒーリングが形成された。しかし、楕円状粒子が分散された液滴は、乾燥後にコーヒーリングが形成されず、粒子が均一に堆積していた。液滴のエッジ部分を観察すると、球状粒子は無秩序に積み重なっていたが、楕円状粒子は粒子同士が干渉し、位置と方向を保っていた。また、極端な楕円でなくともアスペクト比が 1.2-1.5 程度の粒子でもかなりの抑制効果があり、球状粒子へ楕円状粒子を分散させてもコーヒーリング効果の抑制につながった。(cjkim)

論文紹介

グラフェンと金属グリッドのハイブリッド透明導電膜

Rational Design of Hybrid Graphene Films for High-Performance Transparent Electrodes

ACS Nano (2011) DOI: 10.1021/nn201696g

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn201696g>Yu Zhu, James M. Tour* *et al.*

Rice University, USA

2011 年 7 月 20 日に発表された、グラフェンと金属グリッドのハイブリッド透明導電膜に関する論文。

スパッタ法とフォトリソグラフィー法により、ガラス基板と PET フィルム上へ、Au, Al, Cu の金属グリッドをパターンニングした。グリッドの幅は 5-10 μ m、グリッド間隔は 100-200 μ m である。金属グリッド上にグラフェン膜を転写して、グラフェン-金属グリッドのハイブリッド透明導電膜を作製した。この透明導電膜は、透過率 80% でシート抵抗 3 Ω /□、透過率 90% で、シート抵抗 20 Ω /□という良好な特性を示した。これらの値は、今まで報告されている透明導電膜の中で最高の値である。PET フィルム上ハイブリッド透明導電膜は、銀ナノワイヤ透明導電膜と同等の良好なフレキシブル性を示した。このハイブリッド透明導電膜に用いられた材料は、資源が豊富な材料であるため、多くのアプリケーションの ITO 透明導電膜を置き換える可能性がある。(tok)

論文紹介

溶液処理による高性能カーボンナノチューブTFT

Solution-Processable Nanotube/Polymer Composite for High-Performance TFTs

IEEE Electron Device Letters(2011)DOI: 10.1109/LED.2011.2158569

http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5948324Zhiying Liu, Zhi-Bin Zhang* *et al.*

Uppsala University and Royal Institute of Technology(KTH), Sweden

2011 年 7 月 12 日に発表された、カーボンナノチューブ/ポリマーを活性層とした薄膜電界効果トランジスタ(TFT)を溶液法により作製した研究に関する論文。

単層カーボンナノチューブ(SWCNTs)は難溶であるが、poly-9,9'-dioctyl-fluorene-co-bithiophene(F8T2)のようなポリマーとブレンドすることで溶液に効率的に溶かすことができる。そこで、この手法を用いた SWCNTs の TFT 作製を検討した。バックゲート型の TFT 素子は SiO₂ で被膜した n ドープ Si ウエハー上に、レーザーリフトオフ法により Pd/Ti 電極を蒸着した後、スピコートにより SWCNTs/F8T2 薄膜を成膜することで作製した。この TFT は p 型特性を示した。

F8T2 のトルエン溶液(0.2mg/mL)に SWCNTs を 2 mg 溶かした溶液が相対濃度(SRC)100%とすると、TFT の on/off 電流比は SRC12.5%で 10⁶を示した。しかし、より濃い SRC20%~50%では金属型 CNT のために大幅に減少した。また、TFT のホール移動度は SRC12.5%で約 0.3 cm²V⁻¹s⁻¹を示し、SRC50%では約 10 cm²V⁻¹s⁻¹に達した。さらに SRC12.5%の TFT は暗所、大気下に 90 日置いても性能の劣化は観測されず、非常に良好な大気安定性を示した。(kt)

論文紹介

紙面上にフレキシブルな有機太陽電池を作製

Direct Monolithic Integration of Organic Photovoltaic Circuits on Unmodified Paper

Advanced Materials(2011) DOI: 10.1002/adma.201101263

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201101263/abstract>Miles C. Barr, Karen K. Gleason* *et al.*

Massachusetts Institute of Technology, USA

2011 年 7 月 8 日に発表された、紙の上に作製された有機太陽電池のモノリシック集積回路に関する論文。

紙の上に、酸化化学気相成長法(oxidative CVD)で導電性ポリマーの印刷電極を作製し、高電圧を得られる薄い有機太陽電池を作製した。作製した太陽電池は、50V 以上の電圧を供給し、室内環境光のもとで電子ディスプレイを作動し、曲げても折りたたんでもその機能は失われなかった。用いた印刷法は、インジウムのような希少元素が不要であり、低温作成が可能である。導電性ポリマー電極は、表面が粗い基板にも対応するので、高価で重い超平滑プラスチックのような基板を必要としない。さらに、紙面上に作製した太陽電池の両面にカプセル化を行うことにより、寿命が延び、水に浸しても回路の重量や見た目に大きな変化はなかった。開発した作製方法は、フレキシブル基板に対応でき、低コストの太陽電池や光電子工学システムへの展開に期待される。(inu)

論文紹介

Agマイグレーションにおける酸素分圧の影響

Effect of Oxygen Partial Pressure on Silver Migration of Low-Temperature Sintered
Nanosilver Die-Attach Material

IEEE T-DMR (2011) DOI: 10.1109/TDMR.2010.2056372

http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5504838

Yunhui Mei, Dimeji Ibitayo* *et al.*

Army Research Laboratory, USA

2011年6月15日に発表された、Agマイグレーションにおける酸素分圧の影響に関する論文。

Agナノペーストを用いたダイアタッチ材料を高温に曝した場合、Agマイグレーションが懸念される。筆者らは、酸素分圧を調節することでAgマイグレーションの抑制を試みた。

Agナノペーストを用いて作製したAg電極パターンに50V/mmの電圧を加えた。Ag電極パターン周辺の温度を400°C、酸素分圧を0.01~0.40 atmに調節した。リーク電流値によってAgマイグレーション進行度を測定し、リーク電流値が1mAに達するまでの時間をAg電極の寿命とした。酸素分圧が0.01atmの時、Ag電極の寿命は約55時間であった。これは酸素分圧が0.4atmの時の約25倍である。結果として、酸素分圧を減少させることで、Ag電極パターンの寿命を大幅に改善することに成功した。(ss)

論文紹介

Agナノ粒子を用いたダイアタッチ材料における、Agマイグレーションの発生

Migration of Sintered Nanosilver Die-attach Material on Alumina Substrate
Between 250 °C and 400 °C in Dry Air

IEEE T-DMR (2011) DOI: 10.1109/TDMR.2010.2064775

http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5545383&tag=1

Yunhui Mei, Dimeji Ibitayo* *et al.*

Army Research Laboratory, USA

2011年6月15日に発表された、Agナノ粒子を用いたダイアタッチ材料における、Agマイグレーションの発生に関する論文。

Agナノペーストを用いたダイアタッチ材料を高温に曝した場合、Agマイグレーションが懸念される。筆者らは、電圧、温度を調節することでAgマイグレーション発生条件を確認した。Agナノペーストを用いて作製したAg電極パターンに10~100V/mmの電圧を加えた。また、Ag電極パターン周辺の温度を250°C~400°Cに調節した。リーク電流値によってAgマイグレーション進行度を測定し、リーク電流値が1mAに達した時間をAg電極の寿命とした。電圧もしくは温度を増加させると、Ag電極の寿命は減少した。周辺温度が300°C以上の時、全てのサンプルにおいてAg電極の寿命は100時間前後以下であった。一方、周辺温度が250°Cの時、Ag電極の寿命は700時間であった。また、Agの酸化や正極でのAgカチオンとO₂アニオンの解離がAgマイグレーションに影響していると思われる。(ss)

論文紹介

ナノ粒子誘電泳動によるマイクロ架橋構造の作製

Spontaneous self-organization enables dielectrophoresis of small nanoparticles and formation of photoconductive microbridge

Journal of the American Chemical Society (2011) DOI: 10.1021/ja200422s

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja200422s>

Seung-Ho Jung, Nicholas A. Kotov* *et al.*

University of Michigan, USA

2011 年 6 月 9 日に発表された、CdTe ナノ粒子(NPs)の誘電泳動による光伝導性マイクロ架橋構造の作製に関する論文。

ナノ粒子 (NPs) による誘電泳動 (DEP) はマイクロ、ナノテクノロジーにとって有望な技術だが、直径約 50 nm 以下の粒子では DEP 力が著しく減少し、ブラウン運動で架橋が破壊される。筆者らは直径 4.2 nm の CdTeNPs の DEP 集合について報告した。まずリソグラフィーにより SiO₂ ウエハー上に電極間距離を 2 μm とした Au/Cr 電極を作製した。その電極間に 50 μL の CdTe NPs 分散溶液(1.8 μmol/L)を滴下し、さらに 4-10 V の交流電圧を 10 分間印加することで架橋構造の作製を試みた。理論計算では NPs の DEP 力はブラウン運動力より数桁弱かったが、Au/Cr 電極間に NPs 架橋の効率的な形成が観察された。これは粒子の分極により約 140 nm の自己集合 CdTeNPs 鎖が形成され、有効体積が増加したことによると考えられる。また CdTe は高い電荷キャリア移動度をもつ半導体であるため、CdTe NPs 架橋は光活性を示し、光照射により光電流が発生した。(kt)

論文紹介

ハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子フィルムの焼結法

Highly Conductive Ag Nanoparticulate Films Induced by
Movable Rapid Thermal Annealing Applicable to Roll-to-Roll Processing

Journal of The Electrochemical Society (2011) DOI:10.1149/1.3596545

<http://dx.doi.org/10.1149/1.3596545>

Na-Rae Kim, Young-Chang Joo* *et al.*

Seoul National University, Korea

2011 年 6 月 7 日発表された、熱源としてハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子インクの焼結方法に関する論文。

加熱は、金属ナノ粒子インクの焼結方法として、最も幅広く用いられている方法である。しかし、金属粒子が焼結するためには、150℃を越える加熱処理が必要であり、100℃以上に耐えられないプラスチック基板の使用を制限していた。更に、高温処理と共に長時間の加熱が必要であるため、ロールツーロールへの適用は不可能であった。

筆者らは、上述の問題を解決するため、ハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子インクの焼結方法を提案した。ハロゲンランプは、熱効率が非常に高いため、短時間の照射でも銀ナノ粒子インクを焼結可能であった。ハロゲンランプ照射量の増加と共に凝集した銀ナノ粒子のサイズが大きくなり、300W では約 810nm まで大きくなった。その時、銀ナノ粒子フィルムの抵抗率は、バルク銀の 1.6 倍である 2.64 μΩcm であった。(cjkim)

論文紹介

ラミネート法による金電極と有機単結晶の接触

Flip chip lamination to electrically contact organic single crystals on flexible substrates

Applied Physics Letters (2011) DOI: 10.1063/adfm.1.3580610

<http://dx.doi.org/10.1063/1.3580610>M. Coll, O. D. Jurchescu* *et al.*

Wake Forest University, USA

2011 年 4 月 20 日に発表された、金電極と有機単結晶をシールのように基板に接着するフリップチップラミネート法に関する論文。

シリコンウェハー上にフッ素化アルキルシラン単分子膜を形成し、その上に金を蒸着した後、さらにフッ素化アルキルチオール単分子膜を形成する。これをプラスチックフィルムに転写した後、有機単結晶と共に素子にラミネートする。ラミネートの条件は 90°C、250psi、5 分であり、市販のナノインプリント装置を使用することが出来る。

ラミネートされた金表面の粗さは 0.5nm 以下で、なめらかな接着が達成されている。また、様々な形状の金電極を使用しても問題なく接着が可能である。この方法を用いてルブレ単結晶の素子が作製され、金電極を蒸着、または電子ビーム蒸着法を用いてプリントした素子と SCLC 測定の結果が比較されている。その結果、フリップチップラミネート法により作製された素子は電子ビーム蒸着法により作製されたものより良い結果を示している。本方法は簡便で低コストであり、さらに単分子膜によって表面エネルギーを調節出来るなど、多くの利点を有する。(sj)

論文紹介

インクジェット印刷用の高導電性 Sn ナノ粒子インク

Synthesis and characterization of low temperature Sn nanoparticles
for the fabrication of highly conductive ink

Nanotechnology (2011) DOI:10.1088/0957-4484/22/22/225701

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/22/22/225701>Yun Hwan Jo, Hyuck Mo Lee* *et al.*

KAIST, Korea

2011 年 4 月 1 日に発表された、低温焼結可能な高導電性 Sn ナノ粒子インクの合成に関する論文。

この Sn ナノ粒子は、ポリオール法をベースとしたプロセスで、グラムスケールで合成した。Sn バルクの融解温度は 234.1°C であるが、11.3 nm の Sn 粒子では融解温度が 177.3°C であった。エチレングリコールとイソプロパノールを 50wt% ずつ混合した溶媒へ、Sn ナノ粒子を 20wt% 加えたインクは、適切な粘度と表面張力が得られた。焼結後、電気特性を改善するため、水素還元とプラズマアッシング処理を施すと、シート抵抗が 1kΩ/sq から 50Ω/sq まで下がった。また、250°C で 1 時間焼結後、最高で体積抵抗率は 64.27μΩcm (Sn バルクの 6 倍) である。この Sn ナノ粒子インクは、Si ウェハー上にもインクジェット印刷でパターンニングが可能である。(swpark)

PE ヘッドライン No.28-33 より

2011 年 6 月

●Seoul National University の Jyongsik Jang ら、インクジェット印刷、蒸着法を用いて透明スピーカーを作製 (Royal Society of Chemistry より)

2011 年 6 月 30 日

韓国、Seoul National University の Jyongsik Jang らは、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)上にインクジェット印刷および蒸着法を用いてグラフェン薄膜を形成し、透明なスピーカーを作製した。この透明スピーカーは、グラフェン薄膜間の PVDF が電圧により振動することでスピーカーとしての機能を果たす。また、市販のスピーカーと比較して消費電力が非常に小さいため、薄く、軽量のスピーカーへの応用が期待される。

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2011/CC/c1cc12913a>

●Seoul National University の Young-Chang Joo ら、ハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子フィルムの焼結法を開発 (Journal of The Electrochemical Society より)

2011 年 6 月 7 日

韓国、Seoul National University の Young-Chang Joo らは、熱源としてハロゲンランプを用いた銀ナノ粒子インクの焼結方法を開発した。ハロゲンランプは熱効率が非常に高いため、短時間の照射でも銀ナノ粒子インクを焼結可能である。300W の光を照射して作製した銀薄膜は、抵抗率： $2.64 \mu \Omega \text{ cm}$ であった。

<http://link.aip.org/link/?JESQAN/158/K165/1>

2011 年 7 月

●コニカミノルタホールディングス、世界最高レベルの発光効率をもつ有機 EL 照明パネルの生産を開始 (コニカミノルタホールディングス株式会社プレスリリースより)

2011 年 7 月 12 日

コニカミノルタホールディングスは、独自の有機材料と層構成を活用し、世界最高レベルの発光効率：45lm/W を有する有機 EL 照明パネルの生産を本年秋より開始する。

http://www.konicaminolta.jp/about/release/2011/0712_01_01.html

●Lumiotec、世界で初めて有機 EL パネルを使った照明器具の発売を発表 (Lumiotec HP より)

2011 年 7 月 27 日

Lumiotec は、世界で初めて有機 EL パネルを使った照明器具を 9 月 1 日に発売すると発表した。同パネルは、点発光の LED(発光ダイオード)と異なり面で発光するため、照明の光が均一に広がる利点がある。また、発光効率は白熱電球と同程度である。

<http://www.lumiotec.com/>

2011 年 8 月

●Fraunhofer Institute の Nenad Marjanovic ら、フォトリソ法を用いて CuO と CdS の低温焼結に成功 (Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 8 月 1 日

ドイツ、Fraunhofer Institute の Nenad Marjanovic らは、フォトリソ法を用いて CuO、CdS インクを低温焼結した。フォトリソ法は、短波長の強烈なフラッシュランプを用いる方法であり、従来の湿式 KOH 処理法より効果的に分散剤を除去できた。低温焼結可能なフォトリソ法を用いることで、熱に弱い PET 基板上にもショットキーダイオードの作製に成功した。

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/JM/C1JM11237F>

●Trinity College Dublin の Jonathan N. Coleman ら、スプレー法を用いて大面積銀ナノワイヤ透明導電膜を作製 (Small より)

2011 年 8 月 1 日

アイルランド、Trinity College Dublin の Jonathan N. Coleman らは、スプレー法を用いて銀ナノワイヤ透明導電膜を作製した。噴射圧力を最適化することで液滴サイズを小さくし、均一な銀ナノワイヤ透明導電膜を作製した。スプレー法を用いて作製した銀ナノワイヤ透明導電膜は、シート抵抗：50 Ω /□、透過率：90%の特性を示した。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.201100647/abstract>

●Soongsil University の Chang Hwan Lee ら、透過率を切り替え可能なスマートウィンドウを作製 (ACS Nano より)

2011 年 8 月 5 日

韓国、Soongsil University の Chang Hwan Lee らは、可逆的に透過率の切り替えの可能なスマートウィンドウを作製した。ガラス基板上に高分子電解質膜をスプレーコートし、スマートウィンドウを作製した。この高分子電解質膜は、チオシアン酸イオンもしくは、ビス(トリフルオロメタン)スルホンイミドイオンを含む溶液へ浸漬することで、それぞれ 90.9%と 0%の全光線透過率に切り替え可能である。

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn202328y>

●Siemens AG の Samuele Lilliu ら、インクジェット印刷で、有機フォトダイオードを作製 (Thin Solid Films より)

2011 年 8 月 7 日

ドイツ、Siemens AG の Samuele Lilliu らは、インクジェット印刷を用いて有機フォトダイオードを作製した。この有機フォトダイオードのホール導体部は PEDOT : PSS インクを、バルクヘテロ接合部は P3HT : PCBM インクをインクジェット印刷して作製しており、-5 V の逆バイアスの時、非常に低い暗電流：2 μ A/cm²、高い外部量子効率：68.5%を示した。

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040609011014659>

●Thinfilm、InkTec と提携し生産能力を拡大 (Thin Film プレスリリースより)

2011 年 8 月 8 日

ノルウェー、ThinfilmASA は、韓国、InkTec と提携し、“Thinfilm メモリ”生産用の新しい生産工場を開設したことを発表した。Thinfilm は、主要な生産パートナーの InkTec と、サプライチェーンを確立することで、低コストで大量生産体制を整えるとしている。

<http://www.thinfilm.se/news/38-press-releases/269-inktec-opens-dedicated-production-facility-for-thinfilm-memory>

●Yonsei University の Eunkyong Kim ら、光パターニング可能なポリチオフェンを合成 (Advanced Materials より)

2011 年 8 月 12 日

韓国、Yonsei University の Eunkyong Kim らは、導電性のコントロールが可能で、光パターニングできるポリチオフェンを合成した。合成したポリチオフェンは溶液プロセスに対応可能である。筆者らは、ポリチオフェンを基板にスピンコートした後に、光パターニングを施した。露光した箇所のポリチオフェンの導電性は大きく向上した。合成したポリチオフェンは、溶液プロセスに対応可能であるため、大面積のエレクトロクロミック素子作製への応用が期待できる。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201101900/abstract>

●UESTC の Yan-rong Li ら、グラフェン透明導電膜でフレキシブルな EL 素子を開発 (ACS Nano より)

2011 年 8 月 15 日

中国、UESTC の Yan-rong Li らは、PET 基板でグラフェン透明膜を作製し、フレキシブルなエレクトロルミネセンス(EL)素子を開発した。大面積なグラフェンフィルムを CVD 法で作製し、そのグラフェンを PET 基板上に転写することで透明導電膜を形成した。EL 素子は 5.4%の伸長まで動作し、素子の光度は 5.0lm/W であり、発光効率は 1140cd/m² である。

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn2018649>

●DuPont Microcircuit Materials、NovaCentrix と PulseForge 利用で協定 (DuPont Microcircuit Materials プレスリリースより)

2011 年 8 月 15 日

DuPont Microcircuit Materials は、プリントエレクトロニクス分野での機能性インクの拡充を狙って、開

発途上での NovaCentrix 製 PulseForge 利用の協定を結んだことを発表した。NovaCentrix の PulseForge は、プラズマ処理で金属粒子インクを常温で瞬間焼結させる機械で、加熱不要、短時間での処理が注目されている。

http://www2.dupont.com/MCM/en_US/news_events/article20110815.html

●Yonsei University の Jooho Moon ら、透明酸化物の薄膜トランジスタに向けた溶液プロセス ITO を開発 (Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 8 月 16 日

韓国、Yonsei University の Jooho Moon らは、溶液プロセスに適用可能であり、多様なパターン形成能を有した ITO を開発した。スズのドーピング濃度や加熱条件などを調整して、高導電性なマイクロパターン透明電極を開発した。この方法は、従来のフォトリソグラフィ、インクジェット印刷、及びトランスファー成形法を用いてのパターニングが可能である。

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2011/JM/c1jm11418b>

●University of Pennsylvania の A. G. Yodh ら、楕円体の粒子を用いてコーヒーリング効果の抑制に成功 (Nature より)

2011 年 8 月 17 日

アメリカ、University of Pennsylvania の A. G. Yodh らは、楕円体粒子を用いてコーヒーリング効果の抑制に成功した。楕円体粒子は、粒子間の引力相互作用が球状より強いいため、蒸発時に液滴の縁に押しやる力に対抗可能であり、結果として、コーヒーリング効果が抑制される。

<http://www.nature.com/nature/journal/v476/n7360/full/nature10344.html>

<http://www.natureasia.com/japan/nature/updates/index.php?id=84574&issue=7360>

●Rusano、教育現場に電子ブックを試験的に導入 (ロシア連邦政府ニュースリリースより)

2011 年 8 月 18 日

ロシア、Rusano の Chubais は、来年以降ロシア国内で、6 年分のあらゆる教科書を有した電子ブックを試験的に小学校に導入していくことを発表した。また、ロシア大統領のプーチン氏にも電子ブック導入への説明を行った。

<http://premier.gov.ru/eng/events/news/16215/>

●Bilkent University の Mehmet Bayindir ら、フレキシブル基板上にナノポーラス状のシリカフィルムを形成 (Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 8 月 18 日

トルコ、Bilkent University の Mehmet Bayindir らは、室温・中性条件で、ナノポーラスシリカフィルムをフレキシブル基板上へ形成した。この技術を使うと、ガラス、セルロースアセテート、ポリエチレンイミド基板へ反射防止性能を付与できる。また、紙やガラスへ疎水性を付与することもできる。

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2011/JM/C1JM12188J>

●University of California の Peidong Yang ら、バルク構造と同等の光起電力をもつ 2 層構造ナノワイヤを開発 (Nature Nanotechnology Letter より)

2011 年 8 月 21 日

アメリカ、University of California の Peidong Yang らは、光起電力材料として 2 層構造のナノワイヤを開発し、バルク構造と同等である～5.4%の効率を実現した。2 層ナノワイヤは、低温な湿式プロセスで作製され、中心に単結晶の硫化カドミウム、その周りに単結晶の硫化銅(I)の層をもつ。

<http://www.nature.com/nnano/journal/v6/n9/full/nnano.2011.139.html>

●Imperial College London の John C. de Mello ら、溶液プロセスにより作製した銀ナノワイヤ電極で高効率有機太陽電池を開発 (Advanced Materials より)

2011 年 8 月 22 日

イギリス、Imperial College London の John C. de Mello らは、銀ナノワイヤを用いた有機太陽電池の電極間短絡を減少させる効率的な方法を開発した。この方法を P3HT:PCBM 太陽電池に適用すると、銀ナノワイヤ上に酸化チタンのバッファ層を持つ逆型構造のとき、最大変換効率：3.5%を示した。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201100871/abstract>

●University of California の Qibing Pei ら、銀ナノワイヤーポリマー電極を使った、曲げても動くポリマ

一太陽電池を開発 (Advacned Materials より)

2011 年 8 月 24 日

アメリカ、University of California の Qibing Pei らは、銀ナノワイヤーポリマー複合電極上にポリマー太陽電池 (P3HT, PCBM) を作製した。この銀ナノワイヤ太陽電池は、ITO ガラス基板太陽電池と同等の変換効率を示し、最大 8%ひずみ相当の曲げた状態でも動作した。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201101992/abstract>

●Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology の Jihoon Kim ら、ITO インクをインクジェット印刷し、透明導電膜を作製 (MaterialsScience and Engineering B より)

2011 年 8 月 25 日

韓国、Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology の Jihoon Kim らは、ITO ナノ粒子インクをインクジェット印刷後、マイクロ波加熱し、インジウムスズ酸化物 (ITO) 膜を作製した。加熱温度を増加させると光透過率は一定でシート抵抗は減少し 400℃で 517 Ω /□のシート抵抗を示した。さらに、ITO 膜の間に銀-グリッド配線を印刷するとシート抵抗 3.4 Ω /□、84%の透過率を達成した。

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921510711002765>

●Umea University の Alexandr V. Yalozin ら、単層カーボンナノチューブで被覆されたグラフェンナノリボンを合成 (Nano Letters より)

2011 年 8 月 29 日

スウェーデン、Umea University の Alexandr V. Yalozin らは、単層カーボンナノチューブで被覆されたグラフェンナノリボンを多環芳香族炭化水素の重合反応により合成した。グラフェンナノリボンは、ほぼ 100%単層ナノチューブ中に充填されており、ナノリボンの長さはナノチューブの長さに制限される。この新物質は、エネルギー的に安定であり、グラフェンナノリボンと同様の電子構造を示すため、ナノエレクトロニクスやフォトンクス分野への応用が期待される。

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl2024678>

●産総研、住友精化、東京理科大が、熱を加えても大きさの変わらない耐熱フィルムのロール品生産に成功 (産総研プレスリリースより)

2011 年 8 月 30 日

産業技術総合研究所、住友精化、東京理科大学は、粘土とポリイミドを原料として、熱的寸法安定性や耐熱性に優れたフィルムを開発した。このフィルムは、350 $^{\circ}\text{C}$ に加熱しても収縮率はわずか 0.04%であるため、プリンタブルエレクトロニクス用基板材料に適用可能である。さらに、高い水蒸気バリア性も併せ持ち、太陽電池バックシートなどへの用途にも適応可能である。プリント基板や太陽電池バックシートなどに向けて住友精化からサンプル提供を始め、半年以内の製品化を目指す。

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20110830/pr20110830.html

<http://www.sumitomoseika.co.jp/files/up1314837914.pdf>

●The Hebrew University of Jerusalem の Shlomo Magdassi ら、銀ナノ粒子インクの自己凝集現象を用いてフレキシブル透明導電膜を作製 (Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 8 月 30 日

イスラエル、The Hebrew University of Jerusalem の Shlomo Magdassi らは、銀ナノ粒子インクの自己凝集現象を応用して、フレキシブル透明導電膜を作製した。銀ナノ粒子インクが乾燥する際に金属メッシュに凝集する性質を利用して、グリッド状に銀ナノ粒子をパターンニングさせた。その後、銀ナノ粒子を塩化水素蒸気に晒して導電性を向上させ、室温で透明導電膜を作製した。さらに、透明導電膜上に EL 素子を作製し、デモを行った。

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/JM/C1JM13174E>

●三菱化学、有機薄膜太陽電池の実用化めど (日刊工業新聞より)

2011 年 8 月 31 日

三菱化学は、有機薄膜太陽電池の実用化にめどをつけ、量産体制の整備を開始した。今年度中にも年産 1MW の試験工場を着工し、軽くて曲げられるという特長も生かして、建材メーカーなどに 2013 年初頭に出荷する予定だ。

概要記事: http://www.nikkan.co.jp/news/photograph/nkx_p20110831.html

2011 年 9 月

●Korea Institute of Science and Technology の Han ら、銅ナノ粒子インクのマルチパルス焼結方法を開発 (Nanotechnology より)

2011 年 9 月 6 日

韓国、Korea Institute of Science and Technology の Han らは、白色光のマルチパルスを用いて、粒子径 30nm の銅ナノ粒子インクを焼結させる方法を開発した。必要以上のパルス光は、基板と銅インクの薄膜にダメージを与えた。しかし、 $32\text{J}/\text{cm}^2$ のパルスエネルギーを銅薄膜に 3~4 msec 照射すると、電気伝導率約 $350\text{kS}/\text{m}$ の銅薄膜が作製できた。

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/22/39/395705/>

●University of Leeds の Ian Ward FRS ら、リチウム電池用高分子ゲルを開発 (University of Leeds プレスリリースより)

2011 年 9 月 9 日

イギリス、University of Leeds の Ian Ward FRS らは、パフォーマンスを損なうことなく、安価なリチウム電池に使用できる新しいタイプの高分子ゲルを開発した。特許取得済みの extrusion/lamination 法を用いて、従来必要であったセパレーターを無くし、薄型化を達成した。

http://www.leeds.ac.uk/news/article/2409/polymer_batteries_for_next-generation_electronics

●Tsinghua University の Hu Anming ら、PVP で被覆された銅ナノ粒子を用いた低温接合技術を開発 (Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 9 月 9 日

中国、Tsinghua University の Hu Anming らは、PVP(Polyvinylpyrrolidone)で被覆された銅ナノ粒子を用いた低温接合技術を開発した。PVP は空気中における銅ナノ粒子の酸化を防止する役割を果たしている。筆者らは、PVP で被覆された銅ナノ粒子を用いて、 170°C の低温で銅パッドと銅配線の強固な接合を得た。

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/JM/C1JM12108A>

●PlasticLogic、電子ブックを用いた電子教科書「Plastic Logic 100」を発表 (PlasticLogic プレスリリースより)

2011 年 9 月 12 日

アメリカ、Plastic Logic は、軽くて、長寿命、大画面の電子ブック媒体を中心とした教育支援システム「Plastic Logic 100」を発表した。ロシア RUSNANO、英国貿易投資(UKTI)主催イベントでの発表では、ロシア国内での試験的な導入が濃厚となっている。

http://www.plasticlogic.com/news/pr_education_announce_sep122011.php

2010 年 9 月 16 日付 PE ヘッドライン記載記事参照

<http://premier.gov.ru/eng/events/news/16215/>

●IIMAK 社、プリントドエレクトロニクス用導電性インクを開発 (IIMAK プレスリリースより)

2011 年 9 月 12 日

アメリカ、IIMAK 社は、銀の代価材料を用いた新しいタイプの導電性スクリーンインク「Dubbed Metallograph conductive inks」を発表した。低温、短時間で導電性が発現することから、フレキシブル回路、ディスプレイ、およびエレクトロルミネセンス照明など、いくつかのプリントドエレクトロニクスのアプリケーションでの利用が期待されている。

<http://www.iimak.com/about-us/news-items/iimak-conductive-inks-for-printed-electronics-industry>

●Chemnitz University of Technology の Arved Hubler ら、紙の上に有機太陽電池を印刷 (Advanced Energy Materials より)

2011 年 9 月 14 日

ドイツ、Chemnitz University of Technology の Arved Hubler らは、グラビア印刷とフレキソ印刷を組み合わせ、紙の上に有機太陽電池を作製した。作製した太陽電池の構造は、Paper/ 接着層/ $\text{ZnO}/\text{Zn}/\text{ZnO}/\text{P3HT}:\text{PCBM}/\text{PEDOT}:\text{PSS}$ である。筆者らは、ITO、金、銀などの高価な物質を必要としない太陽電池の作製に成功した。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.201100394/abstract>

●G24i、8000 枚もの太陽電池をホテルに設置 (G24 Innovations プレスリリースより)

2011 年 9 月 14 日

世界的なフレキシブル色素増感太陽電池メーカーである G24i (イギリス、G24Innovations)は、世界的にホテルチェーンを展開する Skyco シェーディングシステムズ社 (アメリカ) と共同で、8,000 枚以上のホテルの窓に太陽電池を設置することを発表した。集光された電力はワイヤレスで、屋内光に変換される。

<http://www.g24i.com/press.g24i-and-skyco-providing-wireless-solar-power-solutions.211.html>

●Sungkyunkwan University の Young Hee Lee ら、グラフェンや CNT で作製した電子デバイス特性を比較し、総説を発表 (Advanced Functional Materials より)

2011 年 9 月 14 日

韓国、Sungkyunkwan University の Young Hee Lee らは、グラフェンや CNT(Carbon Nanotube)の総説を発表した。グラフェンや CNT の電気的特性および、それらの導電性材料で作製した透明導電膜や電界効果トランジスタの電子デバイス特性を比較している。低次元かつ同素体であるグラフェンや CNT は、従来の半導体に比べ、電氣的、光電子的および機械的特性に優れている。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201101241/abstract>

●NanoMarkets 社、銀ベース透明導電体市場が 2016 年までに 5 億 4000 万ドルを上回る規模になると報告 (NanoMarkets 社プレスリリースより)

2011 年 9 月 15 日

アメリカ、NanoMarkets 社は、銀ベース透明導電体市場に関する報告書の販売を開始した。この報告書によると、銀ベース透明導電体市場は 2016 年までに 5 億 4000 万ドルを上回る規模になる。本報告書では、タッチスクリーンディスプレイ、有機発光ダイオード、電子ペーパー、有機太陽電池、帯電防止剤などの開発につながる銀インクおよび銀薄膜に対する需要を分析している。

http://www.nanomarkets.net/news/article/silver_based_transparent_conductors_market_to_surpass_540_million_by_2016

●東京大学の染谷ら、4V で作動するフレキシブル点字ディスプレイを開発 (Advanced Functional Materials より)

2011 年 9 月 19 日

東京大学の染谷らは、有機 SRAM(Static Random Access Memory)アレイと、有機 TFT で駆動するカーボンナノチューブのアクチュエータを組み合わせ、シートタイプの点字ディスプレイを開発した。誘電体であるアルミニウム酸化物の形成時間を調整することにより、有機 TFT のしきい値電圧の体系的な制御が可能となる。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201101050/abstract>

●Holst Centre 社と n-Tact 社、ロール・トゥー・ロール技術で提携 (n-Tact、Holst Centre プレスリリースより)

2011 年 9 月 20 日

フレキシブルエレクトロニクスに注力しているオランダ、Holst Centre 社と、コーティング技術を専門とするアメリカ、n-Tact 社がフレキシブルエレクトロニクスの分野で提携すると発表した。n-Tact のロール・トゥー・ロール技術を用いて有機 EL 照明や有機太陽電池の製造を進めていく。

<http://www.ntact.com/press-releases/Final-Holst-Partnership-Press-Release-1.pdf>

<http://www.holstcentre.com/en/NewsPress/PressList/nTact.aspx>

●Printed Electronics Europe 2012 が 4 月 3、4 日にドイツのベルリンで開催 (IDTechEx プレスリリースより)

2011 年 9 月 21 日

IDTechEx が主催する Printed Electronics Europe 2012 が、4 月 3、4 日にドイツのベルリンで開催される予定。30 カ国以上の国々から 100 以上の出展と 1200 人以上の出席者が来場する予定である。化学、ヘルスケア、軍事、広告および出版といった多種多様なプリントドエレクトロニクス技術が集まる。

<http://www.idtechex.com/printed-electronics-europe-12/pe.asp>

●大日本印刷、ジャックスと共同で、NFC 対応の携帯電話を用いた実証実験を開始 (大日本印刷ニュースリリースより)

2011 年 9 月 21 日

大日本印刷は、ジャックスと共同で NFC(Near Field Communication)対応の携帯電話を用いて、国際標準規格 ISO/IEC14443「TypeA/B」に準拠した非接触型 IC 技術の関する実験を 2011 年 9 月 22 日から開始する。本番環境における処理動作の検証、および利用面、運用面の検証を行う。

http://www.dnp.co.jp/news/10011023_2482.html

●**韓国の技術標準院、ITC に TC を設立 (韓国中央日報より)**

2011 年 9 月 22 日

韓国の技術標準院は、ITC(International Electrotechnical Commission)に TC(Technical Committee)を設立すると発表した。今回設立する TC は、印刷電子分野での初 TC であるため、非常に大きな意味がある。今後、印刷電子分野国際標準化の加速化が期待される。

注意：下記ページは、韓国語です。

http://article.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total_id=6273399&ctg=1105

●**Beijing National Laboratory for Molecular Sciences、Zhiliang Zhang ら、単分散銀ナノ粒子の合成法を開発 (Nanotechnology より)**

2011 年 9 月 22 日

中国、Beijing National Laboratory for Molecular Sciences の Zhiliang Zhang らは、アジピン酸ヒドラジンとおよびデキストロースからなる新たな還元方法で、単分散銀ナノ粒子を合成した。この銀ナノ粒子インクは、市販のプリンターでインクジェット印刷し、160°C、30 分加熱すると、約 $9 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ (銀バルクの 5 倍)を示した。

<http://iopscience.iop.org/0957-4484/22/42/425601>

●**Duke University の Benjamin J. Wiley ら、銅ナノワイヤを用いたフレキシブル透明導電膜をプラスチック基板上に作製 (Advanced Materials より)**

2011 年 9 月 23 日

アメリカ、Duke University の Benjamin J. Wiley らは、銅ナノワイヤを用いたフレキシブル透明導電膜をプラスチック基板上に作製した。この銅ナノワイヤ透明導電膜は、銅ナノワイヤ分散液をプラスチック基板上にバーコートして作製された。この透明導電膜は、透過率：85%、シート抵抗：30 $\Omega/\square$ 、さらに良好なフレキシブル性を示した。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201102284/abstract>

●**Eight19、発展途上国でプリペイド方式のエネルギー供給サービスを開始 (Eight19 プレスリリースより)**

2011 年 9 月 27 日

イギリス、印刷太陽電池会社 Eight19 は、発展途上国に向けたエネルギー供給サービスを開始した。発展途上国の送電網が未整備の地域では、照明に灯油が使われており、太陽光発電システムを導入しようにも初期投資額が大きかった。Eight19 は、プリペイド方式を採用し、初期費用が無料で、使用量に応じた低額の料金を実現した。

<http://www.eight19.com/news-events/eight19-launches-indigo-pay-you-go-solar-power>

●**Nankai University の Yongsheng Chen ら、グラフェン有機太陽電池の総説を発表 (Advanced Materials より)**

2011 年 9 月 29 日

中国、Nankai University の Yongsheng Chen らは、グラフェン有機太陽電池に関する総説を発表した。グラフェンは、有機太陽電池中の透明導電膜や活性層、接合界面として用いられており、著者らは、グラフェンが有機太陽電池の開発の重要な役割を担うとし、今後、グラフェンの研究開発すべき分野などを提言している。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201102735/abstract>

●**National University of Singapore の Jianyong Ouyang ら、SWCNT のゲルコート法で透明・導電フィルムを作製 (Journal of Materials Chemistry より)**

2011 年 9 月 30 日

シンガポール、National University of Singapore の Jianyong Ouyang らは、単層カーボンナノチューブ (SWCNT) を非イオン界面活性剤に分散させたゲルを、ガラス基板上にコートし、薄膜を作製した。480-520 度で加熱した SWCNT フィルムは、シート抵抗：250 $\Omega/\square$ 、透過率：80%であった。

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/JM/C1JM12659H>

●産業技術総合研究所の星野聰ら、印刷技術で作成した柔らかい熱電変換素子を開発 (産総研プレスリリースより)

2011 年 9 月 30 日

産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センターの星野聰らは、フレキシブル基板上に熱電変換素子を印刷で形成する技術の開発に成功した。本技術は、熱電変換素子をフィルム状素子とし高い柔軟性を付与することで、設置箇所の形状に制約されずに設置できるようにするものである。また、印刷による製造プロセスの低コスト化、省資源化が可能となる。

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20110930/pr20110930.html

●NEDO・高知工科大学、ITO の代替材として酸化亜鉛を用いて鮮明画像の実現に成功 (NEDO プレスリリースより)

2011 年 9 月 30 日

NEDO は、ZnO を透明電極として実装した 20 インチ型 LED バックライト液晶ディスプレイテレビを試作し、10 月 5 日から幕張メッセで開催された CEATEC2011 に出展した。この試作品は、インジウムの使用量を 50% 以上減らすと共に、より鮮明な画像を実現した。今後、インジウムを全く使わない液晶ディスプレイテレビの実現を目指す。

http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100052.html

2011 年 10 月

●コニカミノルタ、世界最高レベルの発光効率をもつ有機 EL 照明パネル「Symfos」のサンプルキット発売開始 (コニカミノルタプレスリリースより)

2011 年 10 月 3 日

コニカミノルタは、リン光発光材料のみを使用し、世界最高レベルの発光効率を実現した有機 EL 照明パネルをサンプルキットとして発売すると発表した。今回発売するサンプルキット「Symfos OLED-010K」に合わせ、有機 EL 照明専用のウェブサイトを開設し、サンプルキットの私用や実績の紹介、注文受付を同ウェブサイト上で行う。

http://www.konicaminolta.jp/about/release/2011/1003_02_01.html

●産業技術総合研究所の徳久英雄ら、結晶シリコン太陽電池用の銅ペーストを開発 (産総研プレスリリースより)

2011 年 10 月 4 日

産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センターの徳久英雄らは、有限会社 ナプラが開発した、低温プロセス用銅ペーストを利用して、低損傷印刷製造技術による結晶シリコン太陽電池の配線・電極の形成に成功した。この銅ペーストは、ナプラが開発した偏析しない均一組成のナノコンポジット構造粒子作製法によって作った低融点合金粒子と銅粉末を混合して作製した。

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20111004/pr20111004.html

●凸版印刷とサントリーフーズ、電子ペーパー搭載の自動販売機を設置 (凸版印刷、サントリーフーズプレスリリースより)

2011 年 10 月 5 日

凸版印刷とサントリーフーズは、省電力の電子ペーパーサイネージ「まちコミ (※)」を搭載する自動販売機を開発。この「まちコミ」自動販売機を、仙台市の協力のもと仙台市内の仮設住宅 7 ケ所で、地域情報インフラとして活用する可能性を探る実証実験を 2011 年 9 月 26 日から開始している。

※電子ペーパーサイネージ「まちコミ」とは凸版印刷が提供する、低消費電力の電子ペーパーを活用した新しい情報配信サービスです。2008 年 12 月に商用化、現在では仙台市地下鉄のホームの対向 壁に設置した大型の電子ペーパーサイネージに、地域に密着したニュースや天気予報などの情報とともに広告情報を配信し、運営しています。

http://www.suntoryfoods.co.jp/pdf/news_111005.pdf

<http://www.toppan.co.jp/news/newsrelease1279.html>

●E Ink Holdings, Inc.、電子ペーパー等の売り上げで昨年度比 143%の成長率を達成 (EInk Holdings, Inc.

プレスリリースより)

2011 年 10 月 5 日

アメリカ、E Ink Holdings, Inc.は今年度の9月決済で、昨年度に比べて143%の成長率を達成したと発表した。Amazon、Barnes & Noble、Kobo や Sony などの顧客が2011年にE Ink Holdings, Inc.製の電子ペーパーを搭載したeリーダーを発売したことが大きく影響した。E Ink Holdings, Inc.は、10月26-28日に横浜で開催されるFPDインターナショナルで、最新のeリーダーモデルを展示する。

http://www.eink.com/press_releases/e_ink_september_sales_record_101111.html

●Massachusetts Institute of Technology の Paula T. Hammond ら、蓄電デバイスに向けて MWNTs とポリアニリンナノファイバーの LbL 層状フィルムを作製(ACS Nano より)

2011 年 10 月 7 日

アメリカ、Massachusetts Institute of Technology の Paula T. Hammond らは、高容量・高出力のマイクロ蓄電デバイスに向けて、多層カーボンナノチューブ(MWNTs)とポリアニリンナノファイバー(PaNi)の layer-by-layer(LbL)層状フィルムを作製した。この LbL-PaNi/MWNTs フィルムを電極としたリチウム電池は、 $238 \pm 32 \text{ F/cm}^3$ の高出力、 210 mAh/cm^3 の高容量を実現した。

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nn2029617>

●Purdue University の Changwook Jeong ら、金属ナノワイヤをパーコレーションドーピングしたグラフェン透明導電膜を予測 (ACS Nano より)

2011 年 10 月 10 日

Purdue University の Changwook Jeong らは、多結晶グラフェンと金属ナノワイヤのハイブリッド透明導電膜のシミュレーションに関する論文を発表した。多結晶グラフェンは、結晶粒界の抵抗が大きいため、その導電性は低い。筆者らは、金属ナノワイヤがグラフェン同士を橋渡しすると、その透明導電膜は高い透明性を保ったまま、導電性を向上することをシミュレーションで示した

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl203041n>

●産総研など、極低酸素還元技術により低抵抗な微細銅配線を作製 (産総研プレスリリースより)

2011 年 10 月 11 日

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業において、(株)SIJテクノロジー、(株)イオックス、日本特殊陶業(株)、(地独)大阪市立工業研究所、(独)産業技術総合研究所は、インクジェット方式による直接描画および極低酸素還元技術を用いて、線幅5mm、配線抵抗率 $8.1 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ の超微細配線を作製した。将来的には、携帯電話やICタグに利用される次世代IC基板や超小型プリント基板などへの展開が期待できる。

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20111011_2/pr20111011_2.html

●産総研の畠賢治ら、極少量の単層カーボンナノチューブを添加した導電性樹脂を開発 (産総研プレスリリースより)

2011 年 10 月 12 日

産業技術総合研究所の畠賢治らは、単層カーボンナノチューブ(CNT)を樹脂中に分散させる方法を開発し、母材としてゴムを用いた場合、わずか0.01重量%の添加量で 10^{-3} S/cm の体積導電率を達成した。導電性樹脂は、スーパーグロース法を用いて合成した高純度の単層CNTを含む領域(導電領域)と単層CNTが全く含まれない領域(非導電領域)を有している。そして、導電領域が連続して導電経路を形成するようにゴムに混ぜ込んだため、単層CNTの添加量を少量に抑えながら高い導電率が得られた。

http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2011/pr20111012_3/pr20111012_3.html

●Georgia Institute of Technology の Zhong Lin Wang ら、ZnO ナノワイヤ/ポリスチレンナノファイバを用いた歪みセンサを開発 (Advanced Materials より)

2011 年 10 月 17 日

アメリカ、Georgia Institute of Technology の Zhong Lin Wang らは、polydimethylsiloxane film の上に ZnO ナノワイヤ/ポリスチレンナノファイバを用いた歪みセンサを作製した。大きな歪みに対応するこのセンサは、素早い人の動きに対して高い反応性を示し、太陽電池で作動できた。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201103406/abstract>

●大日本スクリーンとリンテック、シースルーグラフィックスのビジネス展開に関する協業を開始 (大日本スクリーンニュースレターより)

2011 年 10 月 17 日

大日本スクリーン製造株式会社とリンテック株式会社は、シースルーグラフィックスの印刷システム、及び出力素材の販売に関する協業に合意した。シースルーグラフィックスとは、英国・コントラビジョン社がライセンスを保有するサインディスプレイ手法の一つで、公共交通機関や店舗のガラス面の広告に使用される。ガラスの視認性を保ちながら、表裏で異なるデザインを表現できる。

http://www.screen.co.jp/press/pdf/MP_NL111017.pdf

●Molecular Solar Ltd.、開放電圧 4 ボルトを超える有機太陽電池を開発 (Warwick university プレスリリースより)

2011 年 10 月 17 日

イギリス、Molecular Solar Ltd.は、開放電圧 4 ボルトを超える有機太陽電池セルを開発した。これは商用向けに十分に使用可能なレベルであり、製品化に向けて最終調整を行っている。Molecular Solar Ltd.は、Warwick university からスピンオフした企業である。

http://www2.warwick.ac.uk/newsandevents/pressreleases/new_record_voltage/

●Stanford University の Zhenan Bao ら、有機半導体の曲げひずみ効果を力学的に考察 (Advanced Functional Materials より)

2011 年 10 月 21 日

アメリカ、Stanford University の Zhenan Bao らは、ポリマー型誘電体上に形成された有機半導体の曲げひずみ効果を力学的に考察した。ポリマー型誘電体の形状変化や、半導体の化学構造が、ひずみ効果による移動度向上に影響する。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201101418/abstract>

●Nankai University の Yongsheng Chen ら、ベンゾジチオフェンを有する共役低分子を用いて高効率太陽電池を作製 (Advanced Materials より)

2011 年 10 月 21 日

中国、Nankai University の Yongsheng Chen らは、ベンゾジチオフェンを有する共役低分子で、高効率なバルクヘテロ接合太陽電池を作製した。有機太陽電池はスピンコート法で作製され、共役低分子はドナーとして用いられた。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201102790/abstract>

●Stanford University の Zhenan Bao ら、透明伸縮性 CNT フィルムを用いて皮膚のような圧力・歪みセンサーを作製(Nature Nanotechnology より)

2011 年 10 月 23 日

アメリカ、Stanford University の Zhenan Bao らは、あらかじめ伸ばした基板へ、カーボンナノチューブをスプレーコートして、伸縮性を持つ透明導電フィルムを作製した。スプリング状に変形したカーボンナノチューブは、150%までの歪みに対応し、伸ばした状態で導電率 2200Scm⁻¹を示した。このフィルムを電極として利用して、透明で伸縮性のある圧力・歪みセンサーを作製した。

<http://www.nature.com/nnano/journal/vaop/ncurrent/abs/nnano.2011.184.html>

●National Taiwan University の Ying-Chih Liao ら、2種類のインクをインクジェット印刷し、基板上で銀析出した配線を作製(Journal of Materials Chemistry より)

2011 年 10 月 24 日

台湾、National Taiwan University の Ying-Chih Liao らは、銀アンモニア錯イオンインクとアルデヒドインクを別々にインクジェット印刷し、基板上で混ぜ合わせる方法で銀配線を作製した。2種類のインクは銀鏡反応を起こして、線幅 90nm、厚み 200nm の配線となった。作製した配線は、風乾後はバルク銀の 6%の導電性を、150℃で 1 時間加熱するとバルク銀の 14%の導電性を示した。

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/jm/c1jm13506f>

●トッパン・フォームズ、プラスチックに立体的に印刷する技術を開発 (日刊工業新聞より)

2011 年 10 月 26 日

トッパン・フォームズ株式会社は反射率が高く光沢のある「銀塩インキ」で、プラスチックに立体的に印刷する技術を開発した。回路基板の前段階であるテスト用基板の印刷配線が可能になるなど、デジタル家電などの性能向上が期待できる。2012 年度にサンプル出荷を開始し、13 年度の実用化を目指す。

<http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0320111026bjbc.html>

●日本電気硝子、ロール・ツー・ロール向けに厚さ 40 μ m のガラスを公開 (Tech-On!より)

2011 年 10 月 26 日

日本電気硝子株式会社は、ロール・ツー・ロール方式でのディスプレイ生産に向け、厚さ 40 μ m のガラス・ロール（ガラスをロール状に巻いたもの）を試作した。樹脂フィルムと比較して、このガラスは耐熱性や光学特性、電気絶縁性、ガスバリア性、耐候性に優れていた。さらに、コストは高機能の樹脂フィルムと同等に抑えることが可能である。このガラスは太陽電池や有機 EL 照明、有機 EL ディスプレイ、電子ペーパー、タッチパネルなどへの応用が期待される。

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20111026/199823/?ST=fpd&ref=rss>

●Georgia Institute of Technology の Ching Ping Wong ら、水性導電接着剤を開発(Advanced Functional Materials より)

2011 年 10 月 31 日

アメリカ、Georgia Institute of Technology の Ching Ping Wong らは、フレキシブルプリント基板に応用可能な、水ベースの等方性導電性接着剤を開発した。この導電性接着剤は、銀フィラーの表面ヨウ素化や微量添加 NaBH₄ による還元処理によって、きわめて低い電気抵抗(80 $\square\square$ cm)を達成した。さらに、この導電性接着剤は 85°C85%RH の条件下で少なくとも 1440 時間は安定しており、エレクトロニクスアプリケーションに十分仕様できる性能である。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201101433/abstract>

●Aculon、導電性ナノ粒子インクの特許を取得(Aculon プレスリリースより)

2011 年 10 月 31 日

アメリカ、Aculon は、米国特許商標庁 (USPTO) から、金属ナノ粒子を含有した導電性インクの特許を得たことを発表した。特許を取得したインクは、金属ナノ粒子の他に有機リン酸が含まれており、基板との密着性に優れている。

2011 年 11 月

●ニッシン、金属ナノ粒子インク用のプラズマ焼結装置を開発(SankeiBiz より)

2011 年 11 月 1 日

株式会社ニッシンは、金属ナノ粒子インクのプラズマ焼結装置「Micro Labo-PS」の販売を開始した。金属やプラスチック材料の表面処理などに使われるマイクロ波プラズマ技術を応用し、低温での焼結と基材へのダメージの低減、時間短縮を実現した。

<http://www.sankeibiz.jp/business/news/111101/bsl1111010505004-n1.htm>

●PragmatIC Printing と Innovia Films、印刷回路を実装したボトルラベルを開発(PragmatIC Printing プレスリリースより)

2011 年 11 月 2 日

イギリス、PragmatIC Printing Ltd. と Innovia Films Ltd. は、二軸延伸ポリプロピレン基材に電子回路が印刷されたボトルラベルを開発した。ボトルを持ち上げると、ボトルラベルが点灯するデモ機が作製された。今後は消費者に役立つアプリケーションを実装する。

<http://www.pragmaticprinting.com/userfiles/file/Innovia-PragmatIC-PR-111102.pdf>

●Arizona State University と City University of Hong Kong、フレキシブルエレクトロニクス分野で提携 (Arizona State University プレスリリースより)

2011 年 11 月 2 日

Arizona State University と City University of Hong Kong は、フレキシブルエレクトロニクス分野での提携を 11 月 2 日から開始した。Arizona State University の最先端アモルファスシリコン薄膜トランジスタ技術、City University of Hong Kong のシリコンナノワイヤー技術を用いて最先端のフレキシブルデバイス技術の確立を目指す。

http://asunews.asu.edu/20111107_cityu

●Hanyang University の Jong-Man Kim ら、共役ポリマー前駆体をインクジェット印刷して、紙の上にサ

一モクロミック素子を作製(Advanced Materials より)

2011 年 11 月 3 日

韓国、Hanyang University の Jong-Man Kim らは、共役ポリマー前駆体をインクジェット印刷し、紙の上にサーモクロミック素子を作製した。ジアセチレン界面活性剤を含んだインクは、UV を照射すると青色のポリジアセチレン構造へと変化した。印刷したポリジアセチレンは、温度変化によって赤と青の色を発現でき、可逆的にも不可逆的にも色を変更できる。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201103471/abstract>

●University of California Los Angeles の Qibing Pei ら、銀ナノワイヤ-ポリマーコンポジット透明電極上に燐光 PLED を作製(Advanced Materials より)

2011 年 11 月 3 日

University of California Los Angeles の Qibing Pei らは、青・緑・赤色の燐光 PLED を銀ナノワイヤ透明電極上に作製した。ITO ガラス上 PLED と比較すると、この PLED の発光効率は 20-50% 高く、高輝度での発光効率の減衰も小さかった。青色 PLED は曲率半径 1.5mm で繰り返し曲げても、特性がほぼ一定だった。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201103180/abstract>

●Vorbeck Materials Corp.、グラフェンインクの商業展開を 2012 年から開始予定(Printed Electronics World より)

2011 年 11 月 4 日

アメリカ、Vorbeck Materials Corp.は、アメリカ IDTechEx のインタビューでグラフェンベースの導電性インク Vor-Ink 及び Vor-Ink を用いた画期的な商用アプリケーションについて語った。現在、Vor-Ink はフィールドテストの最終段階であり、2012 年から米国の主要小売店で販売を予定している。

<http://www.printedelectronicsworld.com/articles/first-appearance-of-graphene-ink-in-commercial-application-0003886.asp?rsstopicid=89>

●凸版印刷、3 色表示の電子ペーパー開発 (日刊工業新聞より)

2011 年 11 月 8 日

凸版印刷株式会社と台湾の電子ペーパーメーカーのパーベイシブディスプレイズ(PDI)は共同で、白黒 2 色に 1 色を加えて計 3 色表示出来る「モノカラー電子ペーパー」を開発した。カラー配色は赤、青、緑、黄色の 4 色から選択できる。この技術は、PDI の電子ペーパーと凸版製のカラーフィルターを組み合わせた。

<http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0320111108bjar.html?news-t1108>