

令和 2 年 7 月 6 日現在

機関番号：82108

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02769

研究課題名（和文）サブミクロンスケール選択的金属化プロセスによる革新的3次元実装技術の開発

研究課題名（英文）Submicron-scale selective metallization process for 3D integration technology

研究代表者

三成 剛生（MINARI, Takeo）

国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・独立研究者

研究者番号：90443035

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：既存の回路を1/10に縮小する新しい3次元実装の実現を目指し、フレキシブル材料に自在に配線が可能な「超高精細プリントドエレクトロニクス技術」の確立と、選択領域のみを金属化する「選択的無電解めっき技術」の開発を行った。金属ナノインクによる印刷を用いて線幅0.8ミクロンの配線技術を実現し、選択的無電解めっき技術においても線幅1ミクロンまでの微細化を達成した。また、各レイヤーを積層し、層間をビアホールで接続する3次元化技術も開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

金属のインクを塗って電子回路を描く「プリントドエレクトロニクス」技術と、任意の領域のみを自発的にめっきで金属化する「選択的無電解めっき」技術を開発し、これまでより微細な配線を形成した。さらに配線を三次元的に積層する技術を開発し、複雑な電子回路ができるようになった。

研究成果の概要（英文）：In this project, we developed "ultrahigh-resolution Printed Electronics" and "selective electroless plating" techniques for realizing a novel 3-dimensional integration technology. Printed Electronics technique using metal nanoparticle ink realized printable interconnections with the line width of 0.8 micrometer. The electroless plating techniques enabled the direct formation of metal interconnections with the line width of 1 micrometer. We also realized the 3-dimensional layer-by-layer stacking process with the connection between each layers through via holes.

研究分野：有機半導体デバイス

キーワード：プリントドエレクトロニクス 無電解めっき 三次元実装 有機トランジスタ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スマートフォンやタブレットと言った新世代モバイル機器は、さらなる小型・高性能化への要求がますます高まっている。一方で、その心臓部となる大規模集積回路 (LSI) の微細化技術は限界に達しようとしており、大幅な高性能化は理論的にも難しい。そのため、LSI と DRAM やフラッシュメモリーを 3 次元構造で組み込んだ「システム・イン・パッケージ (SiP)」が盛んに研究されている。このような 3 次元実装技術を用いれば、LSI の微細化に頼らずに高集積化が実現でき、なおかつシステムの高速化や省電力化を図ることができる。

現在の 3 次元実装パッケージは、主にフォトリソグラフィやエッチング、電気めっきといったプロセスで製造される。その製造工程と、安価な製造コストに抑えたい要請もあり、配線幅は数 10 ミクロンのオーダーに止まっている。パッケージの小型・高速化には、回路幅のさらなる縮小と積層化が必須であるが、既存の製造プロセスで実現することは難しい。

2. 研究の目的

大気下・溶液プロセスで線幅 1 ミクロンの配線・トランジスタ素子が形成可能な「超高精細プリンテッドエレクトロニクス技術」によって、既存の回路を 1/10 に縮小する新しい 3 次元実装プロセスを開発する。表面との相互作用を用いる金属ナノインクの「選択的塗布技術」と、選択領域のみを金属化する「選択的無電解めっき技術」を用いれば、線幅 1 ミクロンの回路をフレキシブル基板上に自在に形成し、正確に積層することができる。本提案では、モバイル機器の小型・高速化に不可欠な 3D 実装パッケージに向けて 1 ミクロンの電子回路を多層に形成する技術を確立し、LSI 回路機能の一部を高精細パッケージに移管する新しい 3D 実装システムの構築を目指す。

3. 研究の方法

溶液ベースのプロセスで基板上の選択領域のみを金属化し、線幅 1 ミクロンも可能な高精細配線と印刷トランジスタ素子を自在に形成・積層する基盤技術を確立する。平成 29 年度は、選択的金属化プロセスとして「表面選択的塗布プロセス」と「選択的無電解めっきプロセス」を開発する。平成 30 年度以降は、これらの技術を用いて「高精細薄膜トランジスタ形成技術」を達成し、本研究の将来的な目標である「革新的な 3D 実装技術」および「リールトゥールによる高速製造技術」を実現する基盤技術とする。

表面選択的塗布プロセス

基板上の選択領域のみを金属化する配線形成技術として、表面との相互作用を用いて金属ナノ粒子を任意の位置に配列させる「表面選択塗布法」を開発する。短波長紫外光をある種の疎水性ポリマー表面にフォトマスクを介して照射すると、表面の化学反応によってその領域のみを親水化し、微細な親水・疎水性パターンを形成することができる。この表面に金属ナノ粒子のインクを塗布することで、親水部に自己組織化的にインクを集合させ、金属ナノ粒子を任意の位置に配列させることができる。

本研究では、独自に開発した常温導電性金属ナノインクを用いて、微細配線の形成を行った。光照射とインクの塗布・乾燥工程はすべて室温で行うため、熱に弱いフレキシブル基板に対しても、一切の熱ひずみを生じることなく、微細な素子を正確に形成できる。その結果、印刷の線幅を 0.8 ミクロンまで縮小することに成功し、電導度などの評価を行った (論文執筆中)。

選択的無電解めっきプロセス

もうひとつの自己組織化的な配線形成技術として、「選択的無電解めっき」の開発を行った。ポリマー表面の配線を形成したい領域に短波長紫外光を照射し、表面に形成された OH 基や COOH 基に対して触媒を選択的に吸着させることで、任意の領域にのみ無電解めっきを形成させた。結果として線幅 1 μm のパターンを解像することに成功した。さらに、一般的な Cu めっき、Ni めっきに加えて、Au めっき、Cu/Au 合金めっき、Cu/Ni/Au 合金めっきの選択的な形成に成功した (論文投稿中)。

高精細薄膜トランジスタ形成技術

「表面選択塗布法」および「選択的無電解めっき」によって微細な電極を形成し、塗布プロセスのみを用いた薄膜トランジスタ形成技術を開発した。「表面選択塗布法」を用いた場合においては、動作電圧 1 V、移動度 $30 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ という従来の印刷デバイスをはるかにしのぐ特性を持つ TFT の形成に成功した (論文投稿中)。

また、「選択的無電解めっき」を用いた場合においても薄膜トランジスタを全塗布プロセスで形成することに成功した。トランジスタ特性は電極材料に依存することを見出し、Cu/Ni/Au 合金を電極に用いた場合に移動度 $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ という結果を得た (論文投稿中)。

革新的な 3D 実装技術

「表面選択塗布法」および「選択的無電解めっき」を用いて、3 次元配線を形成する技術を確立した。3 次元配線は、それぞれの技術で作製する配線を積層することで形成し、

層間は塗布ポリマー層で絶縁した。層間の必要な部分にはビアホールを形成し、電気的な接続を得る技術も確立した。さらに、形成した配線に対して、シリコン等のチップを接合する技術の開発を行った(論文投稿中)。こちらは接合は可能にはなっているが、強度と信頼性がまだ実用化に十分ではないため、引き続き検討を行う。

4. 研究成果

金属のインクを塗って電子回路を描く「プリントドエレクトロニクス」技術と、任意の領域のみを自発的にめっきで金属化する「選択的無電解めっき」技術を開発し、これまでより微細な配線を形成した。配線を三次元的に積層する技術を開発し、複雑な電子回路ができるようになった。さらに、それぞれの技術を用いて、電子回路の基本素子である高性能の薄膜トランジスタが、形成できるようになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Liu Chuan, Liu Xuying, Xu Yong, Sun Huabin, Li Yun, Shi Yi, Lee Michael V., Yamada Toshikazu, Hasegawa Tatsuo, Noh Yong-Young, Minari Takeo	4. 巻 4
2. 論文標題 Generating one-dimensional micro- or nano-structures with in-plane alignment by vapor-driven wetting kinetics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials Horizons	6. 最初と最後の頁 259 ~ 267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c6mh00411c	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Liu Xuying, Kanehara Masayuki, Liu Chuan, Minari Takeo	4. 巻 18
2. 論文標題 Ultra-high-resolution printing of flexible organic thin-film transistors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Information Display	6. 最初と最後の頁 93 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15980316.2017.1298538	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Liu Chuan, Huang Kairong, Park Won-Tae, Li Minmin, Yang Tengzhou, Liu Xuying, Liang Lijuan, Minari Takeo, Noh Yong-Young	4. 巻 4
2. 論文標題 A unified understanding of charge transport in organic semiconductors: the importance of attenuated delocalization for the carriers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials Horizons	6. 最初と最後の頁 608 ~ 618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c7mh00091j	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Liu Xuying, Liu Chuan, Sakamoto Kenji, Yasuda Takeshi, Xiong Pan, Liang Lijuan, Yang Tengzhou, Kanehara Masayuki, Takeya Jun, Minari Takeo	4. 巻 9
2. 論文標題 Homogeneous dewetting on large-scale microdroplet arrays for solution-processed electronics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 NPG Asia Materials	6. 最初と最後の頁 e409 ~ e409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/am.2017.123	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liu Chuan, Li Gongtan, Di Pietro Riccardo, Huang Jie, Noh Yong-Young, Liu Xuying, Minari Takeo	4. 巻 8
2. 論文標題 Device Physics of Contact Issues for the Overestimation and Underestimation of Carrier Mobility in Field-Effect Transistors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physical Review Applied	6. 最初と最後の頁 34020
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/physrevapplied.8.034020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 三成剛生, Xuying Liu, 金原正幸	4. 巻 38
2. 論文標題 表面選択塗布法による電子回路の自己形成	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 表面科学	6. 最初と最後の頁 222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1380/jsssj.38.222	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Liang Lijuan, Fu Yabo, Wang Dongdong, Wei Yen, Kobayashi Norihisa, Minari Takeo	4. 巻 8
2. 論文標題 DNA as Functional Material in Organic-Based Electronics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 90 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app8010090	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liang Lijuan, Liu Xuying, Kanehara Masayuki, Kobayashi Norihisa, Minari Takeo	4. 巻 55
2. 論文標題 Layer-by-layer printing non-volatile organic thin-film transistor memory with a planarly-oriented DNA-complex dielectric	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 75 ~ 81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2018.01.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liu Chuan, Liu Xuying, Minari Takeo, Kanehara Masayuki, Noh Yong-Young	4. 巻 19
2. 論文標題 Organic thin-film transistors with over 10 ² cm ² /Vs mobility through low-temperature solution coating	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Information Display	6. 最初と最後の頁 71 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15980316.2018.1430068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sun Qingqing, Qian Binbin, Uto Koichiro, Chen Jinzhou, Liu Xuying, Minari Takeo	4. 巻 119
2. 論文標題 Functional biomaterials towards flexible electronics and sensors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biosensors and Bioelectronics	6. 最初と最後の頁 237 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bios.2018.08.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Yongtao, Yang Huige, Chen Zhihao, Chen Ning, Pang Xinchang, Zhang Li, Minari Takeo, Liu Xuying, Liu Hongzhi, Chen Jinzhou	4. 巻 6
2. 論文標題 Recyclable Oil-Absorption Foams via Secondary Phase Separation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Sustainable Chemistry & Engineering	6. 最初と最後の頁 13834 ~ 13843
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssuschemeng.8b01950	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Xu Yong, Sun Huabin, Liu Ao, Zhu Huihui, Li Binhong, Minari Takeo, Balestra Francis, Ghibaudo Gerard, Noh Yong-Young	4. 巻 28
2. 論文標題 Essential Effects on the Mobility Extraction Reliability for Organic Transistors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 1803907 ~ 1803907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.201803907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yang Tengzhou, Dai Fuhua, Iino Hiroaki, Kanehara Masayuki, Liu Xuying, Minari Takeo, Liu Chuan, Hanna Junichi	4. 巻 63
2. 論文標題 Solution-processable liquid crystalline chrysene semiconductors with wide band gap: Self-organization and carrier transport properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 184 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2018.09.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Dai Fuhua, Liu Xuying, Yang Tengzhou, Qian Jun, Li Yun, Gao Yang, Xiong Pan, Ou Hai, Wu Jin, Kanehara Masayuki, Minari Takeo, Liu Chuan	4. 巻 11
2. 論文標題 Fabrication of Two-Dimensional Crystalline Organic Films by Tilted Spin Coating for High-Performance Organic Field-Effect Transistors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 7226 ~ 7234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1021/acsmami.8b21298	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Chen Changdong, Yang Bo Ru, Li Gongtan, Zhou Hang, Huang Bolong, Wu Qian, Zhan Runze, Noh Yong Young, Minari Takeo, Zhang Shengdong, Deng Shaozhi, Sirringhaus Henning, Liu Chuan	4. 巻 6
2. 論文標題 Analysis of Ultrahigh Apparent Mobility in Oxide Field Effect Transistors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Science	6. 最初と最後の頁 1801189 ~ 1801189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.201801189	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Qian Binbin, Liu Chaodeng, Xu Junmin, Sun Qingqing, Yang Huige, Liu Wentao, Zhang Li, Minari Takeo, Liu Xuying, Chen Jinzhou	4. 巻 52
2. 論文標題 3D cross-linking N-doped graphene framework for high sulfur nanocrystal storage	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 295502 ~ 295502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/ab182e	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Huang Kairong, Dai Fuhua, Sun Qingqing, Yang Tengzhou, Xu Huihua, Liu Xuying, Minari Takeo, Kanehara Masayuki, Liu Chuan	4. 巻 66
2. 論文標題 Rapid Laser Annealing of Silver Electrodes for Printing Organic Thin-Film Transistors on Plastic Substrates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Electron Devices	6. 最初と最後の頁 2729 ~ 2734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TED.2019.2911310	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liu Chuan, Chen Changdong, Li Xiaojie, Hu Sujuan, Liu Chenning, Huang Kairong, Dai Fuhua, Zhang Baijun, Liu Xuying, Minari Takeo, Noh Yong Young, Chen Jun	4. 巻 29
2. 論文標題 A General Approach to Probe Dynamic Operation and Carrier Mobility in Field Effect Transistors with Nonuniform Accumulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 1901700 ~ 1901700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.201901700	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Bulgarevich Kirill, Sakamoto Kenji, Minari Takeo, Yasuda Takeshi, Miki Kazushi, Takeuchi Masayuki	4. 巻 29
2. 論文標題 Polymer Based Organic Field Effect Transistors with Active Layers Aligned by Highly Hydrophobic Nanogrooved Surfaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Functional Materials	6. 最初と最後の頁 1905365 ~ 1905365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.201905365	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Li Shisheng, Lin Yung-Chang, Liu Xu-Ying, Hu Zehua, Wu Jing, Nakajima Hideaki, Liu Song, Okazaki Toshiya, Chen Wei, Minari Takeo, Sakuma Yoshiki, Tsukagoshi Kazuhito, Suenaga Kazu, Taniguchi Takaaki, Osada Minoru	4. 巻 11
2. 論文標題 Wafer-scale and deterministic patterned growth of monolayer MoS ₂ via vapor-liquid-solid method	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanoscale	6. 最初と最後の頁 16122 ~ 16129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9NR04612G	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kamiya Shoji, Izumi Hayato, Sekine Tomohito, Shishido Nobuyuki, Sugiyama Hiroko, Haga Yasuko, Minari Takeo, Koganemaru Masaaki, Tokito Shizuo	4. 巻 694
2. 論文標題 A multidimensional scheme of characterization for performance deterioration behavior of flexible devices under bending deformation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 137613 ~ 137613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2019.137613	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Li Wanli, Sun Qingqing, Li Lingying, Jiu Jinting, Liu Xu-Ying, Kanehara Masayuki, Minari Takeo, Sukanuma Katsuaki	4. 巻 18
2. 論文標題 The rise of conductive copper inks: challenges and perspectives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Materials Today	6. 最初と最後の頁 100451 ~ 100451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apmt.2019.100451	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 21件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Xuying Liu, Takeo Minari
2. 発表標題 High-resolution patterning of organic thin-film Transistors
3. 学会等名 Seminar on printed electronics in Sun Yat-sen University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Solution-processed assembly of flexible electronic circuits
3. 学会等名 FFSCI Europe 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Xuying Liu, Masayuki Kanehara, Takeo Minari
2. 発表標題 Fully-Printed Organic Thin-Film Transistor Array with Hole Mobility Exceeding 13 cm ² V ⁻¹ s ⁻¹
3. 学会等名 IMID2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Organic thin-film transistors and circuits by solution-processed selective metalization
3. 学会等名 IMID2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chuan Liu, Xuying Liu, Takeo Minari, Masayuki Kanehara, Yong-Young Noh
2. 発表標題 Organic thin-film transistors with mobility over 10 cm ² /Vs by low-temperature solution coating
3. 学会等名 IMID2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Solution-Processed Electronic Circuits with Printable Metal
3. 学会等名 NMS 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeo Minari
2. 発表標題 Solution-processed electronic circuits with printable materials
3. 学会等名 Nanjing University Scientific Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三成剛生、Xuying Liu、金原正幸
2. 発表標題 室温プリントドエレクトロニクスによる高精細電子回路
3. 学会等名 有機光エレクトロニクス部会 第79回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三成剛生
2. 発表標題 印刷技術を使った電子回路の形成
3. 学会等名 進化するナノインクと先端デバイス技術 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三成剛生、Xuying Liu、金原正幸
2. 発表標題 ナノ材料を塗って描く電子回路
3. 学会等名 RIKEN-NIMS 第一回 マテリアルズイノベーションコア Workshop (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xuying Liu、三成剛生、金原正幸
2. 発表標題 印刷エレクトロニクスによる高移動度有機トランジスタ
3. 学会等名 RIKEN-NIMS 第一回 マテリアルズイノベーションコア Workshop
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Minari
2. 発表標題 Spontaneous patterning of electronic circuits by solution-based printing
3. 学会等名 ICPAC LANGKAWI 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Minari
2. 発表標題 Printing of Semiconductor Devices for Flexible Applications. 14th IUPAC International Conference on Novel Materials and their Synthesis
3. 学会等名 NMS-XIV (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xuying Liu, Takeo Minari
2. 発表標題 Gold Nanoparticle Inks for Room-Temperature Printing Electronic Devices
3. 学会等名 International Conference on Flexible and Printed Electronics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Bulgarevich Kirill, 坂本謙二, 三成剛生, 安田剛, 三木一司, 竹内正之
2. 発表標題 Very High Electrical Stability of Bottom-Gate/Top-Contact Type Polymer-Based Organic Field-Effect Transistors with Perfluoropolymer-Coated Gate Dielectrics
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Lijuan Liang, Xuying Liu, Takeo Minari, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Fully-Printed Non-volatile Organic Thin-film Transistor Memory With DNA-Complex As A Gate Dielectric
3. 学会等名 SSDM 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Printable Electronic Circuits Based on Metal Nanoparticles and Organic Semiconductors
3. 学会等名 ICEP-IACC 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Qingqing Sun, Wanli Li, Akitsu Shigetou, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Printing of Flexible Electronics for Wearable Applications
3. 学会等名 ICEP-IACC 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wanli Li, Qingqing Sun, Xuying Liu, Katsuaki Suganuma, Takeo Minari
2. 発表標題 Air-stable Cu complex inks for printed electronics with high conductivity and high reliability
3. 学会等名 ICEP-IACC 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari, Xuying Liu, Qingqing Sun, Wanli Li, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Fully-Printed Organic Thin-Film Transistors and Circuits
3. 学会等名 M&BE 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Bulgarevich Kirill, Kenji Sakamoto, Takeo Minari, Takeshi Yasuda, Kazushi Miki, Masayuki Takeuchi
2. 発表標題 Alignment-induced hole mobility enhancement of pBTTT organic field-effect transistors by hydrophobic nano-grooved gate dielectric surfaces
3. 学会等名 M&BE 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari
2. 発表標題 Fabrication of 3-Dimensional Printed Electronic Circuits
3. 学会等名 ICPAC Yangon 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari, Qingqing Sun, Wanli Li, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 High-performance organic thin-film transistors by printing
3. 学会等名 SPIE 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本 謙二, ブルガレピッチ キリル, 安田 剛, 三成 剛生, 竹内 正之
2. 発表標題 疎水性ナノグループ表面によって配向させた液晶性高分子有機電界効果トランジスタの特性評価
3. 学会等名 2019年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ブルガレピッチ キリル, 坂本 謙二, 三成 剛生, 安田 剛, 三木 一司, 竹内 正之
2. 発表標題 Alignment-Induced Mobility Enhancement and Small Device-to-Device Variation of Polymer-Based Organic Field-Effect Transistors with Highly Hydrophobic Nano-Grooved Gate Dielectric Surfaces
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari
2. 発表標題 Fabrication of flexible devices using Printed Electronics
3. 学会等名 NMS 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari, Qingqing Sun, Wanli Li, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Flexible Electronics by Room-Temperature Printing Technology
3. 学会等名 The Third Taiwan-Japan Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari, Qingqing Sun, Wanli Li, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Fabrication of Flexible Circuits by Printed Electronics
3. 学会等名 IMPACT-IAAC 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeo Minari, Qingqing Sun, Wanli Li, Xuying Liu, Masayuki Kanehara
2. 発表標題 Fabrication of Flexible Electronics by Printing
3. 学会等名 Flex China 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三成 剛生
2. 発表標題 プリンタブルデバイスの作り方
3. 学会等名 プリントドエレクトロニクスの研究開発動向 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三成 剛生, 李 万里, 孫 晴晴, 李 玲穎, Xuying Liu, 金原正幸
2. 発表標題 真空紫外光を用いた印刷・めっきによる配線技術
3. 学会等名 シリコン材料・デバイス研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 有機マイクロディスクアレイおよびその製造方法	発明者 山本洋平、三成剛生、他2名	権利者 物質・材料研究機構、筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-016723	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 金属配線を形成する方法	発明者 三成 剛生、リュウ シューイン、スン チンチン、李 万里	権利者 国立研究開発法人物質・材料研究機構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-034506	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>三成グループ - プリンテッドエレクトロニクス - https://www.nims.go.jp/group/minari/</p> <p>株式会社プリウエイズ https://priways.co.jp/</p>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----