

AI IoT 自動運転 FinTech デジタルものづくり iコンストラクション 人材 事故・トラブル

ロボット 5G クラウド/エッジ セキュリティ 省エネ建築 BCP・防災 事業変革 働き方改革 一覧

IT エレキ 製造 自動車 建築・住宅 土木 エネルギー ヘルスケア 専門媒体 セミナー・書籍 製品選択 転職 日経電子版

お知らせ ▶ 春のキャンペーン実施中。有料会員(月額プラン)が5月末まで無料！

&gt; 電子デバイス &gt; 鵜飼育弘のテクテク見聞録 &gt; 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

PR 開発者必見！開発ツールやコントローラーに関する最新情報がまとめて入手でき！

2018/04/16

鵜飼育弘のテクテク見聞録

## 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

応用物理学会春季学術講演会報告

鵜飼 育弘 = Ukai Display Device Institute

日経 XTECH



この記事は日経 xTECH有料会員限定ですが、2018年4月19日5時まではどなたでもご覧いただけます。

### 1. はじめに

第65回応用物理学会春季学術講演会が早稲田大学西早稲田キャンパスで3月17日～20日に開催された。その中から筆者が興味を持った講演を報告する。第10回は、山形大学、北海道大学 電子科学研究所らによる「オストワルド熟成による $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ ペロブスカイト量子ドットのサイズ制御」と題した発表について報告する（発表番号：20a-A204-10）。

### 2. 研究背景

溶液プロセスにて、簡便に作製できるハロゲン化鉛ペロブスカイトは、太陽電池をはじめとする様々な光学デバイスへの応用が期待されている。近年では、ペロブスカイトナノ結晶およびペロブスカイト量子ドットの作製とその光学特性に関する研究も活発化し、高い発光量子収率を示すことが明らかになっている。さらに、Ligand-assisted reprecipitationをベースに反応温度・有機配位子の添加量などの諸条件によるサイズ制御の報告があるが、幅広い波長領域で狭半値幅の発光スペクトルを持つペロブスカイト量子ドットの作製法はまだ開発段階にある。

本研究では、ペロブスカイト量子ドットの作製プロセス中において、オストワルド熟成を積極的に利用することで、ペロブスカイト量子ドットのナノオーダーでのサイズ制御を達成したので報告する。

#### ピックアップ

PR



JAXAやENRIが導入し、ムで実現する3つの事



ワイヤレス時代の新サイプレスの取り組み



キャッシュフローを、芝DSが取り入れた



広範な分野で応用が、低複屈折樹脂の動向



AIなど第4次産業革命、生き抜く道はどこに



蓄電技術の技術革新、載の蓄電デバイス性



医療機器に欠かせない、セキュリティ対策



デザインのための加工技術が東京・汐留に

もっと見る

#### エレキ・製造系 ランキング

現在 きのう 週間

##### ニュース解説

1 【特報】ホンダがトヨタ猛追、高効率エンジン開発

2 悲願の自動車開発 ヤマハ発、2輪技術で4輪参入

AI IoT 自動運転 FinTech デジタルものづくり iコンストラクション 人材 事故・トラブル

ロボット 5G クラウド/エッジ セキュリティ 省エネ建築 BCP・防災 事業変革 働き方改革 一覧

IT エレキ 製造 自動車 建築・住宅 土木 エネルギー ヘルスケア 専門媒体 セミナー・書籍 製品選択 転職 日経電子版

お知らせ ▶ 春のキャンペーン実施中。有料会員(月額プラン)が5月末まで無料！

&gt; 電子デバイス &gt; 鵜飼育弘のテクテク見聞録 &gt; 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

PR 開発者必見！開発ツールやコントローラーに関する最新情報がまとめて入手でき！

2018/04/16

鵜飼育弘のテクテク見聞録

## 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

応用物理学会春季学術講演会報告

鵜飼 育弘 = Ukai Display Device Institute

日経 XTECH



この記事は日経 xTECH有料会員限定ですが、2018年4月19日5時まではどなたでもご覧いただけます。

### 3. 有機無機ペロブスカイト

#### 3.1 有機無機ペロブスカイト結晶構造と特徴

図1に有機無機ペロブスカイト結晶構造と特徴を示す。組成式で $ABX_3$ のペロブスカイトにおいて、Aサイトにメチルアンモニウムカチオン $CH_3NH_3^+$  ( $MA^+$ ) などのアルキルアンモニウムカチオン、Bサイトに鉛イオン $Pb^{2+}$ や $Sn^{2+}$ イオンなどの金属イオン、Xサイトにヨウ素アニオン $I^-$ などのハロゲンアニオンを用いたものが有機無機ハイブリッドペロブスカイトである。

特徴は、両極性伝導、長い電荷拡散距離、高吸収係数および小さな励起子結合エネルギーである。

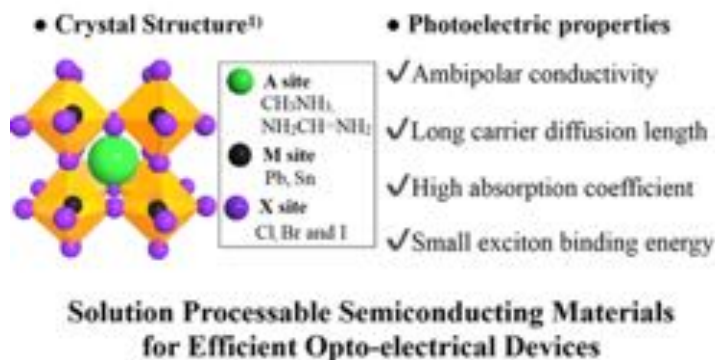










図1 有機無機ペロブスカイト

#### ピックアップ

PR

 AR技術を利用してイ  
る広告を作る 広範な分野で応用が  
低複雑折樹脂の動向 ガントリーなど施設  
目指す東芝の重粒子 JAXAやENRIが導入し  
ムで実現する3つの事 リコール発生時の損  
た保険プログラムと 仮想発電所など様々  
社会の実現を目指す 回路設計者が求める  
応えたパワーMOSFET 「自動車の軽量化」  
料・製法を具体例で

もっと見る

#### エレキ・製造系 ランキング

現在 きのう 週間

ニュース解説

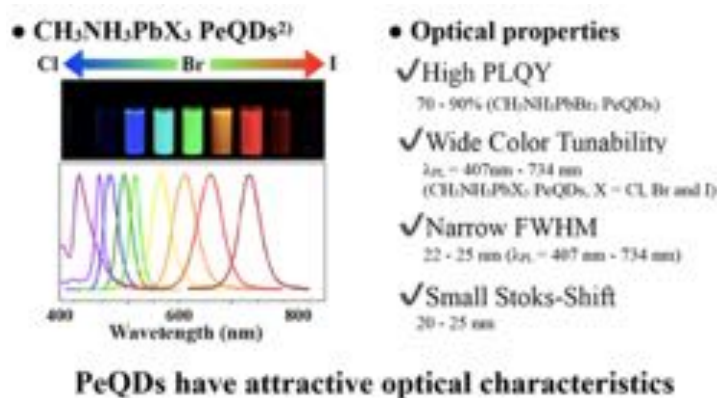
1 【特報】ホンダがトヨタ猛追、高効率エンジン開発

2 悲願の自動車開発  
ヤマハ発、2輪技術で4輪参入

### 3.2 ペロブスカイト量子ドット

ペロブスカイト型量子ドット (PeQDS) は、発光波長を調整することが可能であり、固体の蛍光体などに比べて発光スペクトルの半値幅も狭い(図2)。幅広い波長を吸収することもできる。このため、明るく鮮明な色表現が可能となる。また、量子ドットは水や各種有機溶液に分散しており、安価な印刷技術やコーティング技術で塗布できる。光学的特性は、以下の通りである。

- 高いPLQY : 70~90% ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$  PeQDs)
- 広い色調整性 :  $\lambda_{\text{PL}} = 407\text{nm} \sim 734\text{nm}$  ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ , PeQDs, X = Cl, Br and I)
- 狭いFWHM : 22nm~25nm ( $\lambda_{\text{PL}} = 407\text{nm} \sim 734\text{nm}$ )
- ストークスシフト : 20nm~25nm



11. Zhang, et al. ACS Nano, 2015, 9, 4131.

図2 ペロブスカイト量子ドット  
[画像のクリックで拡大表示]

次ページ

### 3.3 ペロブスカイト量子ドットの粒径制御

前へ 1 2 3 4 次へ

**2018年5月25日(金)開催**  
**VRやロボティクス、質感デザインで注目、触覚技術の開発・活用のポイント**  
~ヒトの触覚メカニズムから応用まで~  
2人目から半額! 早割申し込みがお得!  
講師: 田中 由浩 氏 名古屋工業大学大学院 産業戦略工学専攻/機械工学教育類 准教授  
会場: エッサム神田ホール1号館(東京・神田) 主催: 日経エレクトロニクス

関連テーマ 電子デバイス 電子機器 エレクトロニクス 新素材

3 悲願の自動車開発  
ヤマハ発、4輪参入への突破口

4 AIスピーカー分解、主要3機種徹底比較  
アップルHomePodの内部に「謎の糸」発見!

5 ニュース解説  
「Intel傘下になって最大の成果」、FPGA実装済みXeonサーバーがDell EMCと富士通から登場

6 テクノ大喜利  
量子コンピューター活用の本格化で、AI用半導体市場が拡大

7 メガソーラーの番人、先進的O&Mの現場  
500羽のカラスをタカで追い払う、鷹匠がメガソーラーで大活躍

8 分解スペシャリストが見た! スゴイ製品その中身  
リーフのETC車載器、ちょっと特殊な通信ICの実装方法

9 世界が驚く日本の微細加工技術  
海外ではできない微細な射出成形金型にこだわる

10 ニュース解説  
デンソーが自らAI半導体を開発する理由

ランキング一覧を見る

#### おすすめセミナー

#### スペースインデックス

日程 : 2018年4月16日 会場 : システム・インテグレーション会議室 主催 : リアル開発会議  
リアル開発会議では【開発No.28】「スペースインデックス」に関する説明会を開催します。3D空間の売買プラットフォーム事業と一緒に作り上げたい企業や組織を募集します。業種・業態は問いません。

AI IoT 自動運転 FinTech デジタルものづくり iコンストラクション 人材 事故・トラブル

ロボット 5G クラウド/エッジ セキュリティ 省エネ建築 BCP・防災 事業変革 働き方改革 一覧

IT エレキ 製造 自動車 建築・住宅 土木 エネルギー ヘルスケア 専門媒体 セミナー・書籍 製品選択 転職 日経電子版

お知らせ ▶ 春のキャンペーン実施中。有料会員(月額プラン)が5月末まで無料！

> 電子デバイス > 鵜飼育弘のテクテク見聞録 > 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技術

PR 開発者必見！開発ツールやコントローラーに関する最新情報がまとめて入手でき！

2018/04/16

鵜飼育弘のテクテク見聞録

## 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技術

応用物理学会春季学術講演会報告

鵜飼 育弘 = Ukai Display Device Institute

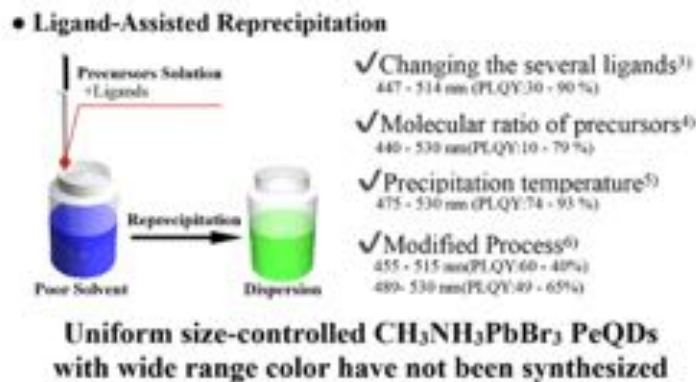
日経 XTECH



この記事は日経 xTECH有料会員限定ですが、2018年4月19日5時まではどなたでもご覧いただけます。

### 3.3 ペロブスカイト量子ドットの粒径制御

量子ドットはその粒子の大きさで発光波長が変化するために、その制御性が応用面では重要となってくる。図3に、今まで報告されている粒径制御による発光波長と効率を示す。同図から、広範囲の色を持つ、均一に粒径制御された $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$  PeQDsは合成されていないことが分かる。



<sup>1)</sup> L. Lantini, et al., Chem. Commun., 2016, 15, 230. <sup>2)</sup> L. Peng, et al., J. Al. and Comp. 2016, 637, 560  
<sup>3)</sup> H. Zhang, et al., Adv. Sci. 2015, 2, 1500104. <sup>4)</sup> Y. Tang, et al., ACS Nano 2016, 10, 10156

図3 ペロブスカイト量子ドットの粒径制御

[画像のクリックで拡大表示]

### 3.4 オストワルド熟成

#### ピックアップ

PR



デザインののための加工技術が東京・汐留に



キャッシュフローを：芝DSが取り入れた



広範囲な分野で応用が：低複屈折樹脂の動向



回路設計者が求める：応えたパワーMOSFE



研究・分析現場向け：すい中真空ポンプ



手戻りのない生産体：出成形サービスとは



「自動車の軽量化」：料・製法を具体例で



リコール発生時の損：た保険プログラムと

もっと見る

#### エレキ・製造系 ランキング

現在 きのう 週間

#### ニュース解説

1 【特報】ホンダがトヨタ猛追、高効率エンジン開発

2 悲願の自動車開発 ヤマハ発、2輪技術で4輪参入



オストワルド熟成 (Ostwald Ripening) は、過飽和の溶液から析出した微粒子の大きさに差がある時、時間の経過につれて、小粒子が消滅して大粒子が次第に大きくなる現象をいう (図4)。オストワルド熟成特徴は、以下の通りである。

- 均一なペロブスカイト量子ドットが得られる。量子ドットの粒子径はその溶解度で決まる。
- ハロゲン化物を交換することなく、段階的なカラーチューニングができる。
- ペロブスカイト量子ドットは過剰量のリガンドなしで制御できる。
- オストワルド熟成はペロブスカイトの新規制御技術を提供できる。

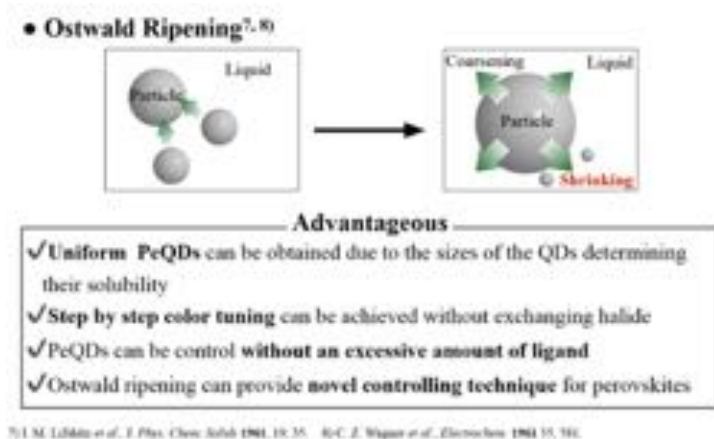


図4 オストワルド熟成  
[画像のクリックで拡大表示]

次ページ

#### 4. 粒径が均一なペロブスカイト量子ドットを作製...

前へ 1 2 3 4 次へ

**2018年5月25日(金)開催**

**VRやロボティクス、質感デザインで注目、触覚技術の開発・活用のポイント**

～ヒトの触覚メカニズムから応用まで～

2人目から半額！  
早稲申し込みがお得！

講師：田中 由浩氏 名古屋工業大学大学院 産業戦略工学専攻 / 機械工学教育類 准教授

会場：エッサム神田ホール 1号館 (東京・神田) 主催：日経エレクトロニクス

関連テーマ 電子デバイス 電子機器 エレクトロニクス 新素材

PR AIなど第4次産業革命で日本企業が生き抜く道はどこにあるのか

PR 金属パーツの材料選及び、製造方法を伝授する教科書

PR JAXAやENRIが導入した測定システムで実現する3つの事例

PR 日本の自動車産業の電動化・自動化に向けた将来像を探る

#### あなたにお勧め



技術とビジネスが動き出した量子ドット

(2015/10/22)

悲願の自動車開発

3 ヤマハ発、4輪参入への突破口

AIスピーカー分解、主要3機種徹底比較

4 アップルHomePodの内部に「謎の糸」発見！

ニュース解説

5 「Intel傘下になって最大の成果」、FPGA実装済みXeonサーバーがDell EMCと富士通から登場

テクノ大喜利

6 量子コンピューター活用の本格化で、AI用半導体市場が拡大

メガソーラーの番人、先進的O&Mの現場

7 500羽のカラスをタカで追い払う、鷹匠がメガソーラーで大活躍

分解スペシャリストが見た！スゴイ製品その中身

8 リーフのETC車載器、ちょっと特殊な通信ICの実装方法

世界が驚く日本の微細加工技術

9 海外ではできない微細な射出成形金型にこだわる

ニュース解説

10 デンソーが自らAI半導体を開発する理由

ランキング一覧を見る

#### おすすめセミナー

#### スペースインデックス

日程：2018年4月16日 会場：システム・インテグレーション会議室 主催：リアル開発会議  
リアル開発会議では【開発No.28】「スペースインデックス」に関する説明会を開催します。3D空間の売買プラットフォーム事業を一緒に作り上げたい企業や組織を募集します。業種・業態は問いません。

AI IoT 自動運転 FinTech デジタルものづくり iコンストラクション 人材 事故・トラブル

ロボット 5G クラウド/エッジ セキュリティ 省エネ建築 BCP・防災 事業変革 働き方改革 一覧

IT エレキ 製造 自動車 建築・住宅 土木 エネルギー ヘルスケア 専門媒体 セミナー・書籍 製品選択 転職 日経電子版

お知らせ ▶ 春のキャンペーン実施中。有料会員(月額プラン)が5月末まで無料！

&gt; 電子デバイス &gt; 鵜飼育弘のテクテク見聞録 &gt; 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

PR 開発者必見！開発ツールやコントローラーに関する最新情報がまとめて入手でき！

2018/04/16

鵜飼育弘のテクテク見聞録

## 色ムラ抑制の鍵、量子ドットの粒径制御の新技术

応用物理学会春季学術講演会報告

鵜飼 育弘 = Ukai Display Device Institute

日経 XTECH



この記事は日経 xTECH有料会員限定ですが、2018年4月19日5時まではどなたでもご覧いただけます。

### 4. 粒径が均一なペロブスカイト量子ドットを作製

臭化鉛 (3.6mg) と臭化メチルアンモニウム (14.7mg) をN,N-ジメチルホルムアミド (1ml) に溶かし、オクチルアミン (20μl) とオレイン酸 (0.5ml) を添加した。作製した溶液を貧溶媒であるクロロホルムに注入した後、遠心分離して粗大粒子を取り除いた。上澄みを50℃で保持し、オストワルド熟成を促した後、再び遠心分離して粗大粒子を取り除くことで、粒径が均一なペロブスカイト量子ドットを作製した。作製手順を図5に示す。

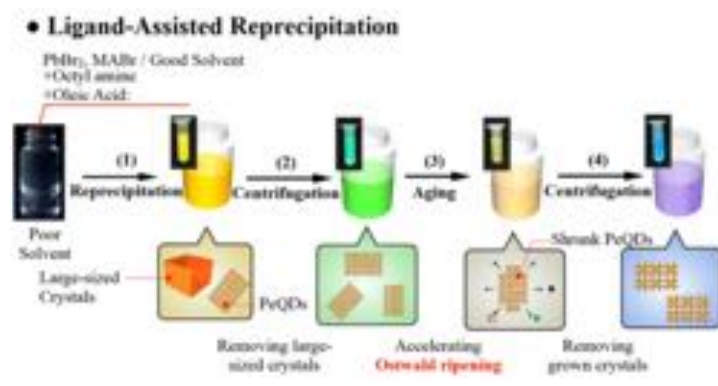


図5 粒径が均一なペロブスカイト量子ドットを作製  
[画像のクリックで拡大表示]

### 5. エージング時間で粒径やPL波長が変化

#### ピックアップ

PR

磨いた技術で日本の  
エンジニアへの  
手紙  
読者へ

仮想発電所など様々  
社会の実現を目指す  
読者へ

ガントリーなど施設  
目指す東芝の重粒子  
読者へ

JAXAやENRIが導入  
ムで実現する3つの事  
読者へ

「自動車の軽量化」  
料・製法を具体例で  
読者へ

研究・分析現場向け  
すい中真空ポンプ  
読者へ

AR技術を利用して  
る広告を作る  
読者へ

新製品開発の課題を  
マンド製造サービス  
読者へ

もっと見る

#### エレキ・製造系 ランキング

現在 きのう 週間

##### ニュース解説

1 【特報】ホンダがトヨタ猛追、高効率エンジン開発

2 悲願の自動車開発  
ヤマハ発、2輪技術で4輪参入

ペロブスカイト量子ドットのエージング時間と粒径の変化を図6に示す。同図の写真はTEM像である。また同図には粒径分布の変化を示す。ペロブスカイト量子ドットの分散液を2時間保持することで、量子ドットの形状が正方形から球形に変化し、そのナノ結晶サイズは $12.9 \pm 2.2 \text{ nm}$  から  $7.2 \pm 1.3 \text{ nm}$  まで小さくなった。さらに、保持時間4時間のペロブスカイト量子ドットでは、 $5.3 \pm 1.1 \text{ nm}$  まで微小になった。エージングによって粒径が5.3nm減少したことになる。

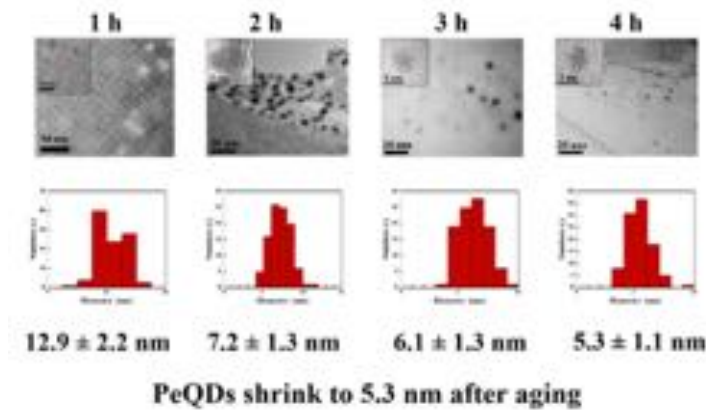


図6 エージングによって粒径が縮小  
[画像のクリックで拡大表示]

図7にエージング時間とフォトルミネッセンス (PL) の推移を示す。量子サイズ効果であるバンドギャップの増大による極大発光波長 ( $\lambda_{PL}$ ) の明確なブルーシフトを確認した。なお、発光波長のスペクトルの半値幅 (FWHM : Full Width at Half Maximum) は、エージング時間とともに21nmから26nmまで変化した。

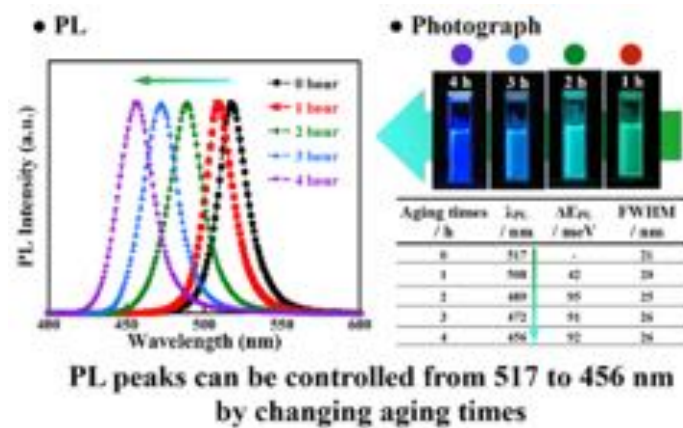


図7 エージングによるブルーシフト  
[画像のクリックで拡大表示]

これらの結果、エージング時間を変えることで粒径が5.3nm変化し、PLピーク波長は517nmから456nmに制御できることが分かる。

## 6. おわりに

オストワルド熟成を用いたペロブスカイト量子ドットの粒径制御に関する報告について紹介した。筆者は初めて「オストワルド熟成」を知った。量子ドットLED (QLED) は、半導体材料を変えずに、発光波長を変えられることを特徴にしている。しかし、粒径のバラつきは、発光波長のバラつきとなり、ディスプレイの色むらにつながる。発光輝度のバラつきは電流で均一化できるが、発光波長の均一化はどのように実現するのだろうか。筆者の知る限り、色むらの補償方法は今のところ存在しないという認識である。

悲願の自動車開発

ヤマハ発、4輪参入への突破口

AIスピーカー分解、主要3機種徹底比較

アップルHomePodの内部に「謎の糸」発見!

ニュース解説

「Intel傘下になって最大の成果」、FPGA実装済みXeonサーバーがDell EMCと富士通から登場

テクノ大喜利

量子コンピューター活用の本格化で、AI用半導体市場が拡大

メガソーラーの番人、先進的O&Mの現場

500羽のカラスをタカで追い払う、鷹匠がメガソーラーで大活躍

分解スペシャリストが見た! スゴイ製品その自身

リーフのETC車載器、ちょっと特殊な通信ICの実装方法

世界が驚く日本の微細加工技術

海外ではできない微細な射出成形金型にこだわる

ニュース解説

デンソーが自らAI半導体を開発する理由

ランキング一覧を見る

おすすめセミナー

### スペースインデックス

日程 : 2018年4月16日 会場 : システム・インテグレーション会議室 主催 : リアル開発会議  
リアル開発会議では【開発No.28】「スペースインデックス」に関する説明会を開催します。3D空間の売買プラットフォーム事業と一緒に作り上げたい企業や組織を募集します。業種・業態は問いません。