

平成21年 6月26日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18360341  
 研究課題名（和文） 金属／ダイヤモンド接合界面における深紫外線センシング学理の構築  
 研究課題名（英文） Preparation of guideline for sensing deep ultra-violet light using metal/diamond interfaces  
 研究代表者  
 小出 康夫 (KOIDE YASUO)  
 独立行政法人物質・材料研究機構・センサ材料センター・グループリーダー  
 研究者番号：70195650

研究成果の概要： 金属／ダイヤモンド接合界面における深紫外線センシングの学理を構築した。即ち、深紫外線が照射されている準定常状態においてエピ層内の正孔寿命が長くなるとともに正孔が高濃度に蓄積され、この正孔蓄積が正孔の担う光電流の起源であり、センシング感度を向上させる利得特性の本質である。また、深紫外線照射を止めると、蓄積した正孔が減少し熱平衡状態へもどるまでの遷移時間によって、永続的光伝導、応答速度が決まっている。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2007年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2008年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
年度			
年度			
総計	15,400,000	4,620,000	20,020,000

研究分野：半導体工学

科研費の分科・細目：材料工学、構造・機能材料

キーワード：(1)ダイヤモンド、(2)深紫外線、(4)ショットキー型、(5)MSM型、(7)永続的光伝導、(8)光応答

## 1. 研究開始当初の背景

今日、科学技術の急速な進歩によって、快適な人間生活が保障されるに至ったが、反面人体へ悪影響を及ぼす突発的な環境変化や思いもかけない不慮の環境現象が容易に発現することにも至った。特に火災に伴う負傷者が増加の一途をたどっていることから、平成18年度から新消防法が施行される予定であり、一般建築住宅においても火災警報機の設置が義務付けられる。このような社会的背景から、従来の熱や煙検知方式のみならず、新しい火災の迅速なセンシング・警報技術の開発・展

開が求められている。新しい火災センシング法として、火炎スペクトル内の太陽光には含まれない深紫外線（波長200～280nm）を検知する紫外線検知方式が注目されている。この方式の利点は、太陽光の存在する日中においても、火災を検出することが可能であり、戸外での使用も可能になること、また熱及び煙方式に比べ、警報システムの迅速化がはかれることにある。

従来、深紫外線検知方式としては、光電効果による電子放出法が知られており、電子管として既に実用化されている。主に溶鉱炉や油田火災などの炎監視用に用いられているが、

受光感度の改善とともに一層の小型化が望まれる。今後、電子管に変わって固体素子として高効率・高感度な小型深紫外線センサ素子が開発されれば、火災センサとして一般家庭住宅への設置が急速に進むものと期待できる。また、深紫外線センサ素子は、環境汚染物質や病原菌等の有害化学物質の深紫外線発光スペクトルを検知することによる新しい化学センサとしての応用展開も将来的には期待される。

固体素子・火災センサとしての性能を満たすためには、①可視光と深紫外光での受光感度比（紫外光／可視光ブラインド比）が6桁以上の太陽光ブラインド性、②高感度（1平方センチメートル当たり1ナノワットの微弱深紫外線が検知可能なこと）、③長時間安定動作（長時間の深紫外線照射に対して安定）、④高速応答性（応答速度1マイクロ秒以下）の4つが要求される。以上の性能を満たす半導体材料は、バンドギャップ（ $E_g$ ）4.4 eV以上のワイドギャップ半導体に限られる。固体素子・火災センサの実用化は、半導体材料の選定を見直すとともに、従来の常識に捕らわれない新しいセンシング法及び原理を発掘することが極めて重要であると考えられる。

深紫外線センサ開発は、国内外においても勢力的に研究されているが、窒化アルミニウム・ガリウム（AlGaN）を中心とする窒化物半導体に集中している。しかしながら、前記①、②及び③の感度性能や動作安定性が電子管に較べ劣るため、実用化に至っていない。現時点ではAl組成0.5以上の $Al_xGa_{1-x}N$ のp型伝導を得ることが極めて困難であり、窒化物半導体を用いて280 nm以下の深紫外線センサの実現は極めて難しいと言える。従って、現実の窒化物半導体分野においては、350 nm以上の近紫外領域の紫外線センサ開発を目標にしたプロジェクトがほとんどである。

一方、欧州においては、伊国および英国においてダイヤモンド半導体を用いた深紫外光センサ開発を試みる大学グループがあるが、いずれも多結晶ダイヤモンドを用いていることから、その性能は大幅な改善の余地がある。また、国内においては、神戸製鋼所が、ダイヤモンドの深紫外線センサの開発を進めているが、多結晶ダイヤモンドを用いているために、感度性能の改善が必要であり、電子管に較べて性能が劣っている。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、4.4 eV以上の深紫

外線を極めて高効率・高感度にセンシングする材料としてダイヤモンド半導体（ $E_g = 5.5$  eV）を選定し、そのセンシング構造として金属／ダイヤモンド接合界面構造を提案するとともに、金属／半導体界面を利用した深紫外線の従来にない新しいフォトセンシング学理を構築することにある。

当該研究グループは、これまでに、炭化タングステンを代表とするカーバイド基電極材料および窒化ハフニウムを代表とする窒化物基電極材料を用いて、可視光ブラインド比6桁の太陽光ブラインド性能を持ち、熱安定な高感度ダイヤモンド深紫外線センサの開発に成功している。即ち、金属／ダイヤモンド接合界面を構成することによって、極めて熱・深紫外線に対して安定な火災センサ素子が構成できることを実証してきている。一方、この開発過程において、金属／ダイヤモンド界面での深紫外線センシング時に受光感度10 A/Wもの大きな光学利得が出現すること、およびバンド端の吸収以外に4.6 eV（波長260～270 nm）近傍の新たな非常に強い光応答スペクトルを見出している。これらの諸現象は、上記深紫外線センサの性能目標値①および②を向上させている極めて重要な光伝導効果であると言えるが、それらのメカニズムは不明である。本研究においては、3年間でこれら(1)巨大光伝導効果、および(2)新光応答中心の起源を解明することによって、金属／ダイヤモンド界面構造を利用する深紫外線センシング学理の構築を目標とし、最終的には火災検出センサとしてのプロトタイプを提案する。

## 3. 研究の方法

本申請研究では、(1)高品質なp型ダイヤモンド単結晶薄膜に対するショットキーダイオード（SD）型のダイヤモンド深紫外線センサを作製し、深紫外光に対する受光感度、量子効率、および応答速度を決める要因を解明する、(2)受光感度の利得特性や禁制帯内に出現する新たな再結合中心、並びに金属／ダイヤモンド界面の界面準位の起源を明らかにする、(3)カーバイドおよび窒化物金属電極を比較することにより、SD型の深紫外線センシングの機能原理を構築する、(4)最終的に指導原理を構築した深紫外線センサを火災センサとして応用展開し、太陽光ブラインド型の火災検出センサ性能を実証するとともに、プロトタイプを提案することを目指した。

これまでの研究成果から、受光感度が高く、大きな利得特性を持つSD型フォトダイオー

ドには大きな永続的光伝導（PPC）現象が観察され、応答速度が遅くなることが判明している。また、光応答スペクトルにはダイヤモンドのバンド端の吸収に対応する光応答に加えて、新たに260～270 nm（4.6 eV）での強い光応答が再現性良く観測されている。この光応答によって、SD型ダイヤモンドフォトダイオードが理想的な太陽光ブラインド性（280 nm以下の深紫外線にのみ応答する）をもたらしている。これらの未解明な現象をすべて解明することが、指導原理構築の鍵を握るものと考えられた。

#### 4. 研究成果

##### 【平成18年度】

深紫外線に対する受光感度の利得特性と永続的光伝導（PPC）特性との関連を調べ、その機構を理解すること、および受光感度を向上させたダイヤモンドフォトディテクターを開発することを目標とした。その結果以下の成果を得た。

(1) ショットキー型フォトダイオード（SDPD）および金属—ダイヤモンド—金属型フォトダイオード（MSMPD）ともに、ボロン濃度を増加させるとともに深紫外線に対する受光感度の利得が増加し、同時にPPCの時定数も増加することがわかった。

(2) 二つのデバイスに観測される光応答スペクトルにはダイヤモンドのバンド端の吸収に対応する光応答に加えて、新たに260～270 nm（～4.6 eV）での強い光応答が再現性良く観測されることも判明した。この光応答はボロン濃度、利得特性およびPPC特性に関係なく、観測されることもわかった。

(3) 応答速度を1秒以下にするためには、ボロン濃度を $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以下にする必要があることがわかった。

(4) SDPDの直流光伝導の光電流—印加電圧特性の整流特性から、光伝導を担っている主たるキャリアは正孔であることが判明した。

(5) 利得特性およびPPC特性を同時に説明するために、トラップ寿命の長い電子トラップの存在を仮定したモデルを提案した。SDPDとMSMPDの長所を取り入れた新しい構造をもつMSM型SDPDを開発し、紫外線／可視光ブラインド比 $10^8$ を達成することに成功した。

##### 【平成19年度】

深紫外線に対する受光感度の利得特性と永続的光伝導（PPC）特性の原因となる深いエネルギー準位を測定することによってその機構を理解すること、および受光感度を向

上させたダイヤモンドフォトディテクターを試作することによって、火災センシング性能向上させることを目標とした。その結果以下の成果を得た。

(1) 熱刺激電流の温度特性から1.4 eV、またPPC温度特性から1.5 eVの深い準位の存在が見出された。これらを深い準位を基礎に、受光感度の利得特性と永続的光伝導（PPC）特性を説明するために、ダイヤモンド基板内の高濃度窒素元素およびダイヤモンドエピタキシャル層内の欠陥準位の二つを考慮したキャリア放出・捕獲による定性的なモデルを構築した。

(2) ボロンを $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以下に添加したダイヤモンドエピタキシャル膜を用いて高感度化に成功したダイヤモンド火災センサを試作し、30 cmの距離からのアルコールランプ炎検知に成功した。

(3) 導電性ダイヤモンド基板を用いることによって、縦型構造のダイヤモンドショットキーフォトダイオードを作製した。エキシマランプ（DeepUV光、 $20 \text{ mW/cm}^2$ ）の連続照射に対して、600時間の安定動作を実証した。

##### 【平成20年度】

最終年度は、これまでに積み上げた深紫外線に対するダイヤモンドの受光感度の利得特性と永続的光伝導（PPC）特性を基に、そのメカニズムを同時に説明するモデルを構築し、受光感度を向上させるための深紫外線センシング学理を以下のとおり構築した。

(1) 熱平衡状態ではp型ダイヤモンドエピ層／窒素ドープダイヤモンド基板p-n<sup>+</sup>接合のため、エピ層内のボロンアクセプタおよびアクセプタタイプの正孔トラップは基板内高濃度窒素ドナーによって補償されている。

(2) 深紫外線が照射されている非平衡状態では、エピ層内で発生した電子—正孔対の内、電子は内蔵電界によって基板内にドリフトし、窒素ドナーイオンにトラップされる。空間的に分離されたトラップ電子とボロンアクセプタや正孔トラップ準位にある正孔との再結合速度が遅いため、結果的に準定常状態においてエピ層内の正孔寿命が長くなるとともに正孔が高濃度に蓄積される。この正孔蓄積が正孔の担う光電流の起源であり、利得特性の本質である。

(3) 深紫外線照射を止めると、蓄積した正孔が減少し熱平衡状態へもどるまでの遷移時間によって、永続的光伝導が決まっている。律速する遷移プロセスは、エピ層内の深い正孔トラップ準位と価電子帯内正孔との遷移速度によって決まっている。

(4) ボロン濃度の増加は深い正孔トラップ準位濃度も増加させるため、深紫外線照射によつ

て中性ボロンおよび中性正孔トラップから生成する正孔濃度が増加し、結果として蓄積正孔濃度が増加する。これが利得およびPPC速度がボロン濃度に強く依存する原因である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 17 件) (すべて査読有)

- ① "Ultraviolet Detectors Based on Ultraviolet-Ozone Modified Hydrogenated Diamond Surfaces," Jose Alvarez, Meivong Liao, Jean-Paul Kleider, Yasuo Koide, and Masataka Imura, *Appl. Phys. Express*, vol. 2, No. 6, p. 065501-1 - 065501-3, 2009.
- ② "Schottky-Barrier Photodiode using p-Diamond Epilayer Grown on p+-Diamond Substrates." *Diamond Relat. Mater.*, vol. 18, p. 296-298, 2009, M. Imura, M. Y. Liao, J. Alvarez, and Y. Koide.
- ③ "Vertical-type Schottky-Barrier Photodiode using p-Diamond Epilayer Grown on Heavily Boron-doped p+-Diamond Substrate," *Diamond Relat. Mater.*, vol. 17, p. 1234-1243, 2008. M. Imura, M. Y. Liao, J. Alvarez, and Y. Koide.
- ④ "Solar-Blind Photodetectors Based on Homoepitaxial Diamond Thin Films," *Diamond and Related Materials Research*, edited by S. Shimizu, Chapter 6, p. 1-21. (Nova Science Publisher, 2008), M. Y. Liao, J. Alvarez, and Y. Koide.
- ⑤ "Persistent positive and transient absolute negative photoconductivity observed in diamond photodetectors," *Phys. Rev. B*, vol. 78, p. 045112-1-045112-9, 2008. M. Y. Liao, Y. Koide, J. Alvarez, M. Imura, and J. P. Kleider.
- ⑥ "Metal/Diamond semiconductor interfaces and photodiode application." *Appl. Surf. Sci.* vol.254, p.6268-6272, 2008. Y. Koide.
- ⑦ "Submicron metal-semiconductor-metal diamond photodiodes toward improving the responsivity," *Appl. Phys. Lett.* vol. 91, 163510, 2007, M. Y. Liao, J. Alvarez, M. Imura, and Y. Koide.
- ⑧ "Local photoconductivity on diamond metal-semiconductor-metal photodetectors measured by conducting probe atomic force microscopy," *Diamond Relat. Mater.* vol. 16, p. 1074-1077. 2007, J. Alvarez, F. Houze, J. P. Kleider, M.Y. Liao, Y. Koide.
- ⑨ "Mechanism of photoconductivity gain for p-diamond Schottky photodiode." *Diamond Relat. Mater.* vol. 16, p. 949-952. 2007, Y. Koide and M. Y. Liao.
- ⑩ "Single Schottky-barrier photodiode with interdigitated finger geometry: application to

diamond." *Appl. Phys. Lett.* vol. 90, p. 123507, 2007, M. Y. Liao, J. Alvarez, and Y. Koide.

- ⑪ "Visible-Blind Metal-Semiconductor-Metal Structured Deep-Ultraviolet Photodetectors Using Single-Crystalline Diamond Thin Film," *Materials Science Forum*, vol. 546-549, p. 1759-1762, 2007. M. Y. Liao and Y. Koide.
- ⑫ "Electrical characterization of Schottky diodes based on boron doped homoepitaxial diamond films by conducting probe atomic force microscopy," *Superlattices and Microstructures*, Vol. 40, No. 4-6, October-December 2006, p. 343-349, J. Alvarez, F. Houze, J.P. Kleider, M.Y. Liao, and Y. Koide.
- ⑬ "Thermally Stable Solar-blind Diamond Deep-UV Detector," *Application of Nanocrystalline Diamond and Diamond Like Carbon Nanomaterials*, edited by Nihar Ranjan Ray, p. 167-172, 2006. Y. Koide.
- ⑭ "Thermally stable solar-blind diamond UV photodetector," *Diamond Relat. Mater.* vol.15, p. 1962-1966, 2006. Y. Koide, M. Y. Liao, and J. Alvarez.
- ⑮ "High-performance metal-semiconductor-metal deep-ultraviolet photodetectors based on homoepitaxial diamond thin film." *Appl. Phys. Lett.* 89, 113509, 2006. M. Y. Liao and Y. Koide.
- ⑯ "Photovoltaic Schottky ultraviolet detector fabricated on boron-doped homoepitaxial diamond layer." *Appl. Phys. Lett.* vol. 88, p. 033504-1-033504-3, 2006, M. Y. Liao, Y. Koide, and J. Alvarez.
- ⑰ "Crystallographic and electrical characterization of tungsten carbide thin films for Schottky contact of diamond photodiode," *J. Vac. Sci. & Tech. B*, 24(1), p.185-189, 2006. M. Y. Liao, Y. Koide, and J. Alvarez.

[学会発表] (計 16 件)

- ① **招待講演**, "Diamond deep-UV photodetector with high sensitivity and thermal stability." The 19th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, (Diamond 2008), September 7-11, 2008, Abst. 13.1 (Sitges, Spain). Y. Koide, M. Y. Liao, M. Imura, and J. Alvarez.
- ② **Outstanding Poster Award**, "Devices design in solar-blind diamond photodetectors." New Diamond and Nano Carbons (NDNC2008), May 26-29, 2008, (Taipei, Taiwan). M. Y. Liao, J. Alvarez, M. Imura, and Y. Koide.
- ③ "Vertical-type Schottky-Barrie Photodiode using p-Diamond Epilayer Grown on Heavily Boron-doped p+-Diamond Substrate." New Diamond and Nano Carbons (NDNC2008),

- May 26-29, 2008, (Taipei, Taiwan). M. Imura, Y. Koide, M. Y. Liao, and J. Alvarez.
- ④ "Development of flame sensor using diamond visible-blind ultraviolet photodiode." New Diamond and Nano Carbons (NDNC2008), May 26-29, 2008, (Taipei, Taiwan). Y. Koide, M. Y. Liao, J. Alvarez, M. Imura, K. Sueishi, and F. Yoshifusa
- ⑤ 招待講演, "Metal-Diamond Semiconductor Interface and Photodiode Application." The Fifth International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-5), November 12-14, 2007, (Hachioji Japan). Y. Koide.
- ⑥ "Comparison of photoresponse properties for p-diamond deep-ultraviolet photodetectors with various device structures." The 18th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, (Diamond 2007), September 9-14, 2007, Abst. P1.10.04 (Berlin, Germany). Y. Koide, M. Y. Liao, J. Alvarez.
- ⑦ "High responsivity submicron metal-semiconductor-metal deep ultraviolet diamond detector," M. Liao, J. Alvarez, and Y. Koide. International Conference on Nanoscience & Technology, China 2007, (ChinaNANO 2007), June 4-6, 2007, (Beijing, China).
- ⑧ "Photoelectrical properties of hydrogen terminated diamond exposed to ArF excimer laser pulses," J. Alvarez, M. Y. Liao, Y. Koide, and J. P. Kleider, The First International Conference on New Diamond and Nano Carbons. (NDNC2007), May 28-31, 2007. (Osaka, Japan).
- ⑨ "Single Schottky-barrier diamond photodiode with interdigitated electrodes." M. Y. Liao, J. Alvarez, Y. Koide, The First International Conference on New Diamond and Nano Carbons (NDNC2007), May 28-31, 2007. (Osaka, Japan).
- ⑩ 招待講演, "Thermally stable solar-blind diamond deep-UV detector," Y. Koide, International Worksho on The Application of Nano-crystalline Diamond Like Carbon Materials, (IWAncDLC-2006), 11/28-12/1, 2006. (Kolkata, India)
- ⑪ "Local photoconductivity on diamond metal-semiconductor-metal photodetectors measured by conducting probe atomic force microscopy," J. Alvarez, F. Houze, J. P. Kleider, M. Y. Liao, Y. Koide, The 17th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, Diamond 2006, September 3-8, 2006, (Estoril, Portugal)
- ⑫ "Mechanism of optical gain for p-diamond Schottky photodiode," Y. Koide and M. Y. Liao, The 17th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, Diamond 2006, September 3-8, 2006, (Estoril, Portugal)
- ⑬ "High-performance Visible-blind Photodetector on Single-crystalline Diamond Thin Film," M. Y. Liao and Y. Koide, International Conference of Aerospace Materials, 2006 BIMW, June 25-30, (Beijing, China) 2006, Abst. Fe-27.
- ⑭ "Electrical characterization of Schottky diodes based on boron doped homoepitaxial diamond films by conducting probe atomic force microscopy," J. Alvarez, F. Houze, J.P.Kleider, M. Liao, and Y. Koide, The European Materials Research Society (EMRS) Spring Meeting, Syposium S, May 29th-June 2nd, 2006, (Nice, France).
- ⑮ "High-performance Schottky Photodiode Operating at Forward Biases," M. Y. Liao and Y. Koide, International Conference of New Diamond Science and Technology (ICNDST) and Advanced Diamond Conference (ADC) 2006 Joint Conference, 5/15-18, 2006. (Triangle Research Park, NC, USA), Abst. A12.3.
- ⑯ 招待講演, "Thermally stable solar-blind diamond UV-detectors," Y. Koide, M. Y. Liao, J. A. Alvarez, International Conference of New Diamond Science and Technology (ICNDST) and Advanced Diamond Conference (ADC) 2006 Joint Conference, 5/15-18, 2006. (Triangle Research Park, NC, USA), Abst. A12.1.
- [図書] (計 16 件)
- ① 「ダイヤモンドを用いた紫外線センサの開発」、小出康夫、日本セラミックス協会セラミックス誌「特集 安全・安心のためのセラミックスセンサ II」、日本セラミックス協会、第 4 4 巻、3 月号、2 0 0 9 年、p. 161-167.
- ② 「物理センサ：研究・開発の考え方とその動向」、羽田肇、小出康夫、日本セラミックス協会セラミックス誌「特集 安全・安心のためのセラミックスセンサ II」、日本セラミックス協会、第 4 4 巻、3 月号、2 0 0 9 年、p. 134-137.
- ③ 「ダイヤモンドを用いた光センサの開発」、小出康夫、廖梅勇、ホセアルバレッツ、マテリアルインテグレーション「特集 発光材料の新展開」、ティー・アイ・シー、第 2 1 巻、1 2 月号、2 0 0 8 年、p. 1-8.
- ④ 「ダイヤモンドエレクトロニクスの最前線」、第 1 4 章、オーミックコンタクト、

- (株)シーエムシー出版、p. 162-179、2008年9月、小出康夫、寺地徳之
- ⑤ 「ダイヤモンドエレクトロニクスの前線」、第21章、光センサの技術展望、(株)シーエムシー出版、p. 243-250、2008年9月、小出康夫
- ⑥ 「Successful Development of a Diamond Fire Detection System - With the Aim of Contributing to a Safe Secure Society -」 Y. Koide、NIMS NOW International、Vol. 5、No. 11 November、2007、p. 8
- ⑦ 「ダイヤモンド火災検知システムの開発に成功—安全・安心社会への貢献をめざして—」、小出康夫、NIMS NOW、vol. 7、No. 11、2007年、p. 8
- ⑧ 「金属/ダイヤモンド界面と深紫外線センサ素子」、小出康夫、廖梅勇、ホセアルバレット、電気学会電子材料研究会資料、EFM-07-16、2007年、p. 5-10.
- ⑨ 「高感度ダイヤモンド紫外線センサおよび火災検知システムの開発」 NIMS 研究成果、2006年度主要研究成果8件、2007年、p. 9-10、小出康夫
- ⑩ 「ダイヤモンド紫外線センサを用いた火災検知システム」、小出康夫、光アライアンス、日本工業出版、6月号、第18巻、2007年、p. 5-10.
- ⑪ 「ダイヤモンド紫外線センサー」、小出康夫、日本金属学会会報「まてりあ」、第46巻、4月号、2007年、p. 272-278.
- ⑫ 「2006年度物質材料研究アウトLOOK」第6章、2. センサ用材料 (1) 光学センシング材料、小出康夫、p. 379-382.
- ⑬ 「熱安定ダイヤモンド紫外線フォトダイオード」、小出康夫、ニューダイヤモンドフォーラム 平成18年度第2回研究会講演要旨集、p. 22-28、2006年.
- ⑭ 「Discovery of Giant Light Transimission Effect at Hydrogenated Diamond Surface」、NIMS NOW International、vol. 4、No. 5、May、(2006)、J. Alvarez、M. Y. Meiyong、Yasuo Koide
- ⑮ 「水素化ダイヤモンド表面の巨大光伝導効果を発見」、ホセアルバレット、リョオメイヨン、小出康夫、NIMS NOW、vol. 6、No. 5、p. 8、2006.
- ⑯ 「ダイヤモンド半導体光・電子デバイスの展望」、小出康夫、日本金属学会セミナーテキスト「非シリコン半導体の現状と展望」、JIM SEMINAR、No. 100、p. 11-21、2006.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称：ダイヤモンド紫外線センサー素子とその製造方法、紫外線センサー装置、ダイヤモンド単結晶の処理方法

発明者：小出康夫、メイヨンリョウ、ホセアルバレット、ジーンポールクライダー

権利者：(独)物質・材料研究機構、フランス国立科学研究センター

種類：特願

番号：2008-027232

出願年月日：2008年2月7日

国内外の別：日本、仏国

○取得状況 (計1件)

名称：ダイヤモンド紫外光センサー

発明者：小出康夫、メイヨンリョウ、ホセアルバレット

権利者：(独)物質・材料研究機構

種類：特許

番号：4123496

取得年月日：2008年5月16日

国内外の別：日本、米国

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小出 康夫 (KOIDE YASUO)

独立行政法人物質・材料研究機構・センサ材料センター・グループリーダー

研究者番号：70195650

(2) 研究分担者

リョオ メイヨン (LIAO MEIYONG)

独立行政法人物質・材料研究機構・センサ材料センター・NIMSポストドク研究員

研究者番号：00425555 (2007年3月まで)

井村 将隆 (IMURA MASATAKA)

独立行政法人物質・材料研究機構・センサ材料センター・NIMSポストドク研究員

研究者番号：80465971 (2007年3月まで)

(3) 連携研究者

リョオ メイヨン (LIAO MEIYONG)

独立行政法人物質・材料研究機構・センサ材料センター・主任研究員

研究者番号：00425555 (2008年3月まで)

井村 将隆

独立行政法人物質・材料研究機構・若手国際研究拠点・NIMSポストドク研究員

研究者番号：80465971 (2008年3月まで)

ホセアルバレット (JOSE ALVAREZ)

フランス国立科学研究センター・研究員

研究者番号：なし