

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：82108

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23686057

研究課題名(和文) Vapor Assisted 低温大気圧接合による有機・半導体薄型基板の一括混載

研究課題名(英文) Vapor-assisted hybrid bonding of organic/inorganic substrates at low temperature and atmospheric pressure

研究代表者

重藤 暁津 (Shigetou, Akitsu)

独立行政法人物質・材料研究機構・環境・エネルギー材料部門 ハイブリッド材料ユニット・主任研究員

研究者番号：70469758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 21,800,000円、(間接経費) 6,540,000円

研究成果の概要(和文)：生体親和性材料担持基板と従来の電子回路基板材料を、材料表面に水分子が吸着することで生成する架橋性皮膜を介して150℃以下、大気圧雰囲気で一括接合する手法を開発した。従来は高真空中のAr高速原子ビーム衝撃などを用いて清浄表面を創製していたのに対し、初期表面改質を高純度窒素雰囲気中の真空紫外光照射を適用することで、全ての接合プロセスを大気圧化することに成功した。透明樹脂基板の接合界面では、高い光透過性が示されたほか、透明炭素材料極薄膜を架橋材料に適用し、強固な結合を得た。

研究成果の概要(英文)：Vapor-assisted hybrid bondings of Cu, Ti, glass, quartz, and polydimethylsiloxane (PDMS) were realized at 150°C and atmospheric pressure. Unlike the conventional Ar fast atom beam bombardment in high vacuum, we utilized the vacuum ultraviolet (VUV) irradiation in the nitrogen gas. We found out that the initial surface contaminants were successfully removed, a part of metal oxide was reduced due probably to the hydrogen radical created from the residual water. For such surfaces, the molecular water was coordinated and created thin bridging layer, where the hydrogen bond contributed to the initial contact between surfaces, followed by the dehydration shrinkage to make the interfacial structure stable. All the starting materials were tightly bonded; in particular, the interface between PDMS substrates indicated considerably small loss of transparency among 380 - 1000 nm. Moreover, this method was applied for the interconnection of ultrathin graphite electrodes.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電子デバイス・電子機器

キーワード：接合 実装 低温 大気圧 異種材料 ハイブリッド

### 1. 研究開始当初の背景

医学分野で用いられる生体材料用のセンサや携帯電話などに搭載されている各種生体認識インターフェースなど、生体親和性材料を担持する電子基板を有するエレクトロニクスパッケージには、昨今ますます多機能化・小型薄型化が強く求められている。そのためには、可撓性や光透過性を有する有機材料基板と従来の電子回路基板が混載される必要があるが、これらの材料は内部の結合メカニズムや物性が大きく異なるため、従来の半導体微細加工技術で一括形成することは難しい。したがって、異種材料で形成された層状の基板をアセンブリ（接合）で積層する方法を考案しなければならない（図1）。上記のようなエレクトロニクスシステムを構成する代表的な材料としてポリジメチルシロキサン（以下PDMS）、Cu、Ti、Au、Si(O<sub>2</sub>)、石英などを挙げると、これらの材料の間で同種異種を問わない一括接合技術が必要である。熱膨張係数が大きく異なるこのような有機・無機複合構造で接続信頼性を保つためには、基板表面全体が平坦化された構造を用い、ひずみを接続面全体の撓みで保持することが望ましいとされている。このような接合構造についてはCu電極を有するSi基板で複数の先駆的な研究がなされており、例えば絶縁層の酸化物接合を適用した方法では、常温で8 μmピッチCu電極を有するSi平坦基板が接合されている[1]。しかし、この手法では、金属間の接合メカニズムを相互拡散に依っていたため、400°C近い加熱温度が必要であった。樹脂やポリマーの耐熱性能や位置決め精度を鑑みると、プロセス温度は150°C程度に低減されなければならない。また、プロセス負荷や、消費電力の低減の観点から、これらの表面は大気圧雰囲気で一括接続されるべきである。

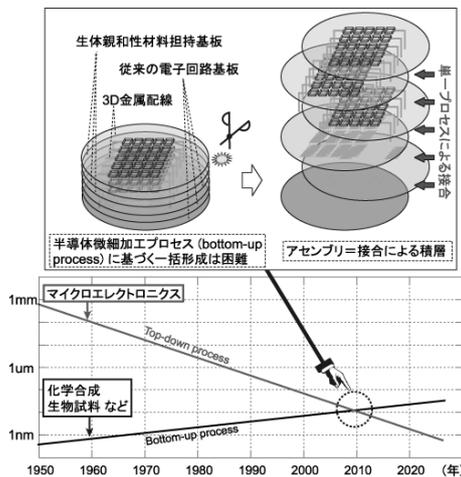


図1：生体親和性材料基板と従来電子基板の混載一括接合によって達成される新規デバイスの概念図。

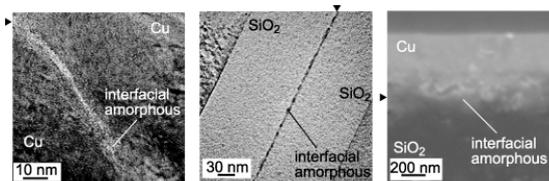


図2：清浄表面を親水化させて達成したCu、SiO<sub>2</sub>の大気圧低温接合界面。

この要求に対し、著者らは清浄化された基板表面に金属水和物や親水基を含む架橋性薄膜を創製し、その架橋層間の水素結合による初期的接合と、低温加熱での脱水縮合反応により安定した界面を得る“Vapor-assisted 低温大気圧接手法”を提案する。今までに、CuとSiO<sub>2</sub>については架橋性薄膜形成の可否を検討し、これらの材料の基礎的な混載接合可能性を実証している[2]（図2）。したがって、本手法をこれら以外の材料にも適用するためのプロセス条件を明らかにする。具体的には、親水性化合物架橋以外の架橋性化学種の模索や、大気圧雰囲気での表面改質方法の開発を行う。化学種の模索については、金属微粒子やその他新規材料の導入を図る。大気圧雰囲気での表面改質方法については、改質に必要なエネルギーを与えるためのビーム照射雰囲気などについて検討する。さらに、得られた接合体については、接合界面の微細構造観察を行うほか、PDMS接合界面については、光ファイバーと接続したテスト試料を製作し、界面での光透過性を同厚のバルク材料と比較することで接合性能を評価する。

### 2. 研究の目的

本研究では、近将来の生体親和性エレクトロニクスパッケージに不可欠な、“従来の電子回路と有機可撓性材料基板が3次元的に混載された構造”を実現するために、金属電極（Ti、Au、Cu）、Si基板、PDMS基板を150°C以下・大気圧雰囲気と同種異種を問わず一括接合するための要素技術を開発することを目的とする。要素技術は1) 材料初期表面の大気圧低温改質手法の開発、2) 架橋性薄膜形成手法の開発、の二つに分類される。1については、当初に計画されていた高真空中でのAr高速原子ビームに加え、大気圧窒素雰囲気中で適用可能な真空紫外光（以下VUV）を採用し、接合プロセスをより簡易化することを目指す。2については、透明基板材料との親和性ならびに界面の光透過性を維持することと、研究の新規性の観点から（研究期間中に金属微粒子接合の他の事例が存在したため）、透明炭素材料極薄膜（グラファイト：マルチレイヤー状のグラフェン）を導入することを試みる。

### 3. 研究の方法

#### 3.1. 親水性架橋薄膜形成による接合実験

本研究では、接合プロセス全体を大気圧化する目的で、材料初期表面の化学的結合状態改質に、従来の高真空中でのAr高速原子ビーム衝撃に加えてVUV照射を導入した（図3）。これは、過去の検討[2]から、金属自然酸化物などの、表皮層の厚さを一定に制御することが可能な物質については、目的とする接合温度・時間内におけるバルク材料原子の拡散距離以下に層厚を制限することによって、十分な皮膜除去がなされなくても十分な接合性が得られると実証されているからである。

本接合装置は、高真空フリップチップ接合装置にVUV光源、表面分析用のX線分光計（以下XPS）装置、試料加熱機構、霧化機構が取り付けられた構造を有する。波長172 nmのVUV光源は試料導入チャンバの直上、試料表面に対して直角

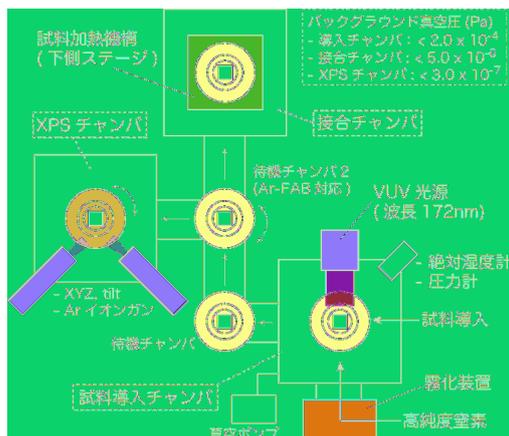


図3：真空紫外光照射補助を用いた Vapor-assisted 低温大気圧接合装置の上面概略図。Ar 高速原子ビームを用いていた時と比べ、使用する真空チャンバが少なくなっている。表面分析系を除外すれば、単一チャンバでの接合が可能になる。

に、距離約 70 mm に位置する。当該 VUV 波長がほとんどの有機汚染物質分子の解離に貢献可能であることと、酸素の解離による有害なオゾン発生を防止するために、照射雰囲気には高純度窒素を用いた。霧化機構には超音波アトマイザーが取り付けられており、超純水を霧化した後、流量制御された高純度窒素ガスを用いて材料表面上に導入することができる。導入量は、高純度窒素雰囲気中の水分量 ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) をパラメタとして制御する。試料加熱機構は接合チャンバ下部ステージに設置され、試料接触後に加熱を開始する。表面分析試料には 6 mm 角のチップを、接合実験には 6 mm 角と 20 mm 角の試料を組み合わせる。金属材料は Si チップ上 (熱酸化膜 100 nm) にスパッタ蒸着またはメッキ薄膜を機械的・化学的研磨法で平坦化したものを準備し、PDMS については同様の基板試料を硬化 150°C、3 時間で形成したものをを用いた。

実験手順は以下の通りである。1) 0.9 atm の窒素雰囲気中の VUV 照射、2) 異なる水分量を有する窒素雰囲気への露出 300 s、3) 接合チャンバまで試料移動、4) 試料間タッチダウン、直後に 150°C・600 s の加熱。これらの手順において、ステップ 2 の露出時間は接合装置の構造上の制約によって決定された。XPS による表面分析は、ステップ 1、2 の後の試料について行われた。ステップ 4 では、試料接触時に基板間の傾きを揺動式試料固定ジグで吸収するために約 10 MPa の加圧を施す。また、接合された試料はヒータの設置されていない上側試料ステージに移動するため、加熱終了後は速やかに試料温度が降下することが確認されている。

### 3.2. 透明炭素材料架橋による接合実験

透明有機基板材料への架橋形成の可能性があり、かつ接合界面において、材料本来が有する特性を損なわない材料として、グラファイト (マルチレイヤーグラフェン: 最表面層はグラフェン構造、層内はグラファイト構造を有すると考えられる) 薄膜の適用を試みた。これらの炭素材料極薄膜は、 hidrocarbon 基を介して有機材料に対する凝着性確保が容易な上、VUV 照射により表面が親水

化でき、かつ光透過性を有することが理由である。試料は、3.1 項と同様の Si 基板上に Ni 薄膜を形成し、その上に 10-20 原子層程度の厚さで化学気相成長させたグラファイトを用いた。接合プロセスは前項のステップ 3 まで同一である。ステップ 4 では加熱をせず、グラファイト最表面に生じる C-H や C-O-H 基間での水素結合を利用して常温で接合を試みた。

### 3.3. 接合性能の検証

PDMS-PDMS 接合界面の光透過性を検証するために、Si 基板内に貫通形成した PDMS 層どうしを接合させた試料の両側に表面に対し直角に光ファイバーを接続し、片側はタングステン光源に、反対側は検知器に接続し、異なる波長の光透過性を同厚の PDMS バルク試料と比較した。

## 4. 研究成果

### 4.1. VUV 照射による表面改質効果と架橋層形成挙動の評価

大気圧窒素雰囲気中の VUV 照射が PDMS 表面の結合状態に及ぼす変化を表した XPS スペクトルを図 4 (a) に示す。結合状態の違い (ピーク出現位置) の違いを明示するために、ピーク強度は各スペクトルの最大値で平均化してある。図から、VUV 照射前の Si2p スペクトルは Si-C ならびに Si-O に対応するピークが合成された波形であるのに対し、VUV 照射時間の増加に伴い Si-O 結合の存在が支配的になる様子が観察された。このことから、VUV 照射が PDMS 最表面のメチル基の離脱に寄与し、離脱後のサイトに搬送経路やチャンバ内の残留酸素が結合して SiO<sub>2</sub> ライク (SiO<sub>2,x</sub>) 構造を形成されたと考えられる。同様に VUV 照射を行った Cu 表面においては、図 4 (b) に示す Cu2p3/2 と O1s スペクトルの通り、300 s の照射で汚染物質分子層が除去され、Cu 酸化物ピークの結合エネルギーの低下 (還元傾向にあること) が観察された。また、Ti についても同様の傾向が見られた。したがって、今後の実験では VUV 照射時間を 300 s に固定する。SiO<sub>2</sub> や配線金属材料の自然酸化皮膜表面が vapor-assisted 手法で良好に接合可能なことは過去の検討で実証されていることから、有害な酸素雰囲気を用いない大気圧窒素雰囲気

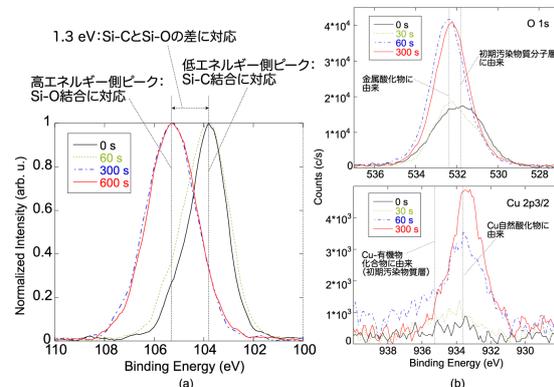


図4：大気圧窒素雰囲気中の VUV 照射が PDMS, Cu 表面結合状態に与える影響を表した XPS 測定スペクトル。(a) ピーク最大値で正規化された Si2p, (b) 正規化されていない Cu-O1s ならびに Cu2p3/2。ピークエネルギーなどは NIST XPS database の値を用いた。

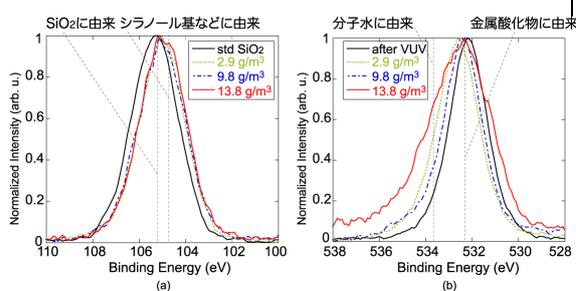


図5: VUV 照射で改質された PDMS ならびに Cu 表面への水分子の吸着にともなう表面結合状態の変化を雰囲気中水分量をパラメタとして表した XPS 測定スペクトル. (a) PDMS 表面の Si2p, (b) Cu 表面の O1s. 両スペクトルともピーク最大値で正規化されている.

VUV 照射プロセスでもこれらの材料表面の改質が可能であることが判明した.

VUV 照射で改質した各表面への水分子の吸着挙動を図 5 に示す. 金属については, 常温大気中で有意な酸化物を形成しない Au を除き, Cu を事例として示す. 図 5 (a) は, PDMS 表面における Si2p スペクトルの変化を, 露出室素雰囲気中の水分量をパラメタとして測定したものである. 比較として, 同一条件の VUV 照射を施し, 初期表面の汚染物質分子層を除去した熱酸化 SiO<sub>2</sub> 薄膜のスペクトルも示す. メインピークの結合エネルギーは比較用の SiO<sub>2</sub> 薄膜表面のものとはほぼ一致していることから, VUV 照射 300 s の間に離脱したメチルサイトへの吸着が促進され, 最表面がより SiO<sub>2</sub> ライクな構造に変化したと考えられる. また, 水分子吸着にともないメインピーク低エネルギー側近傍に別のピークが観察された. 水分子の吸着にともない発現した低エネルギーピークであることから, シラノール基などの親水性構造が形成されたと推察される. したがって, 次項の接合実験では, PDMS (ならびに石英などの Si 関連材料) と金属材料の混載接合性の有無を検討するために, 架橋層厚成長が飽和する露出条件 (13.8 g/m<sup>3</sup>) を用いる.

#### 4.2. 異種材料の低温大気圧混載接合実験

前項の条件で表面改質後, 各材料の同種・異種間接合実験を行った. 接合を試行した全ての材料の組み合わせにおいて, 界面では良好な密着が得られ, ダイシエア試験では薄膜基部が基板から剥離した強度 (約 10 kgf) において接合界面が破断しないことが確認された. それぞれの接合界面の透過電子顕微鏡 (以下 TEM) 明視野像を図 6 に示す. いずれの組み合わせにおいても, 画像で明らかに認識できるサイズの間隙は界面に含まれていない. PDMS - PDMS 界面では, 試料全体がアモルファスである中, 界面近傍にダークコントラストが点在する様子が観察された. この部分の電子エネルギー損失分光法 (以下 EELS) 結果では Si の存在比が高いことが確認された. SiO<sub>2</sub> に近い構造を有する最表面どうしのシラノール基を介した結合と脱水縮合反応によって, 一部 Si の微結晶化が進行した可能性が考えられる. PDMS - Cu 界面においては, 約 10 nm 厚のアモルファス架橋層を介して表面が密着していた. この架橋層近傍の

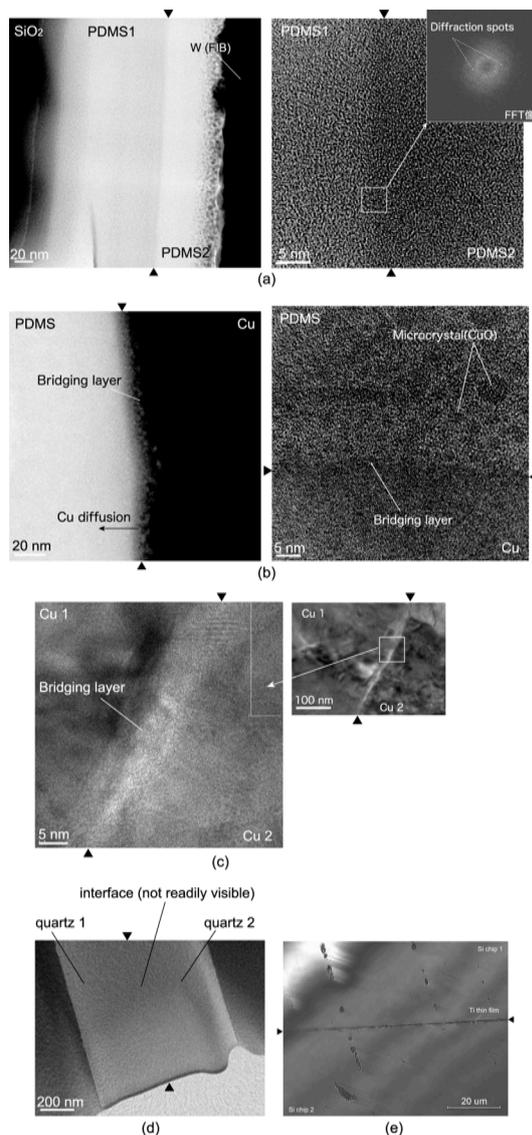


図 6: 低温大気圧異種材料混載接合界面の TEM 画像. (a) PDMS - PDMS, (b) PDMS - Cu, (c) Cu - Cu, (d) 石英 - 石英, (e) Ti - Ti (走査電子顕微鏡像). PDMS と Cu の接合界面については, 界面近傍の高分解能像を併記した.

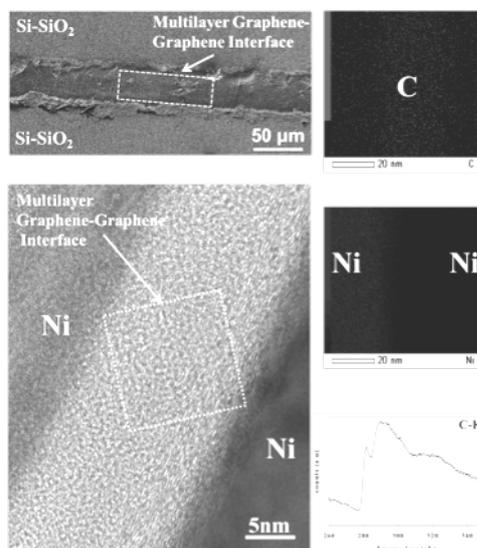


図 7: グラファイト極薄膜架橋を用いて大気圧常温接合された SiO<sub>2</sub> 試料 (Ni 触媒) の界面の TEM 画像.

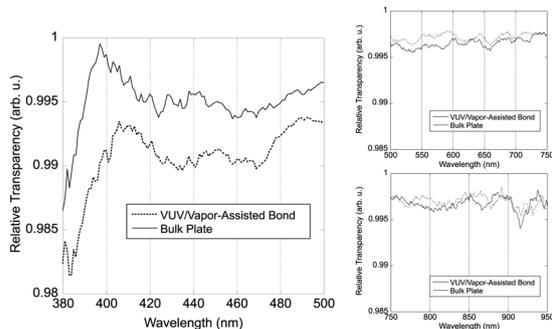


図 8 : PDMS 接合界面における光透過性の評価結果。同厚のバルク試料の透過率との比較。400 nm 前後の波長領域で接合界面におけるわずかな吸収が発生しているものの、ほぼ全域で界面での光損失は数%以下に抑制されている。

拡大写真では、Cu バルク側から架橋層内 (PDMS 側に向かう方向の) への Cu 拡散が発生し、架橋層および架橋層近傍の PDMS 内部で再結晶化している様子が観察された。接合界面の長期信頼性の観点から、このような接合後の微細構造の再構成挙動解析を今後継続して行う必要がある。また、同様に石英や Ti の接合界面でも、顕微鏡画像上で目視できる空隙を含まない良好な密着が達成されたことが確認された。

図 7 は、グラファイト極薄膜架橋を介した接合実験結果を示す。TEM 画像では、一部 VUV 照射によるアモルファス化が観察されるものの、概ねグラファイト薄膜内での層構造が保たれた状態で常温で薄膜どうしが密着し、接合が達成されていることが判明した。接合界面近傍で行った EELS 観察では、当該界面部分に存在する炭素がグラファイト構造を有することが確認された。

#### 4.3. 接合性能の検証

波長範囲 380 – 960 nm の光に対する PDMS – PDMS 基板 (0.5 mm 厚) 接合界面の透過性を、接合試料と同厚 (1 mm 厚) のバルク PDMS 試料と比較した結果を図 8 に示す。バルク試料に対して接合試料では、波長 300 – 450 nm の範囲では光透過率が 5% 以下の小さい値で減衰する。この値は水分子の光吸収波長と同等の範囲にあることから、界面の架橋層内に残存した水分子に起因するものと推測される。それ以外の波長領域ではほぼバルク試料と同等の透過率が示されており、接合界面の構造変性が光透過性に及ぼす影響は少ないと判断される。さらに、架橋形成に用いる化学種を変更することで、接合界面における波長フィルター効果が得られることが今後の課題として期待される。

参考文献：

1. P. M. Enquist, in Proc. ASET 3D-SIC, 2007.
2. A. Shigetou et al., J. APEX 2009.

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件：全て査読有)

1. A. Mano, J. Mizuno, S. Shoji, and A. Shigetou, “Graphene–Graphene Monolayer Direct Bonding at Room Temperature Using Vacuum Ultraviolet/Vapor-Assisted Method,” Will appear in

Appl. Phys. Lett. (2014)

2. M. Nimura, J. Mizuno, A. Shigetou et al. (other 4 authors), “Hybrid Au-Adhesive Bonding by Using Planar Adhesive Structure for 3D LSI,” IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, vol. 4 (2014) pp. 762 – 768.
3. M. Nimura, J. Mizuno, A. Shigetou et al. (other 4 authors), “Study on Hybrid Au-Underfill resin Bonding Method with Lock-and-key Structure for 3D Integration,” IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, vol. 3, No. 4 (2013) pp. 558 – 565.
4. A. Okada, S. Shoji, M. Nimura, A. Shigetou, K. Sakuma and J. Mizuno, “Vacuum Ultraviolet Irradiation Treatment for Reducing Gold - Gold Bonding Temperature,” Materials Transactions, Vol. 54, No. 11 (2013) pp. 2139 – 2143.
5. A. Shigetou and T. Suga, “Vapor-Assisted Surface Activation Method for Homo- and Heterogeneous Bonding of Cu, SiO<sub>2</sub>, and Polyimide at 150 C and Atmospheric Pressure,” Journal of Electronic Materials, Vol. 41, No. 8 (2012) pp. 2274-2280.
6. A. Shigetou, J. Mizuno, and K. Yasuda, “Eco-Friendly Bonding Technologies for Hybrid Integration,” Surface Mount Technology, 韓国尖端社 (Ohm 社共同出版), No. 8. (2012) pp. 60-65.
7. 重藤 暁津, 水野 潤, 安田清和, “環境調和型実装技術：省エネルギー, 新材料, 新しい技術 第二部 低環境負荷な接合手法による異種材料のハイブリッド化,” エレクトロニクス実装学会誌, vol. 15, No. 1 (2012) pp. 29 – 33.
8. R. Kondou, C. Wang, A. Shigetou, and T. Suga, “Nanoadhesion Layer for Enhanced Si-Si and Si-SiN Wafer Bonding”, Journal of Microelectronics Reliability, vol. 52, No. 2 (2012) pp. 342 -346.

[学会発表] (計 37 件：プロシーディング類は全て査読有, 下記には招待・依頼講演のみを記述)

[招待・依頼講演 計 17 件]

1. 重藤 暁津, “真空紫外光照射を用いた有機/無機基板材料の大気圧低温混載接合,” (社) エレクトロニクス実装学会 2013 ワークショップ, 静岡, 2013/10/18.
2. 重藤 暁津, “有機・無機材料ハイブリッド化のための大気圧低温接合手法,” 日立研究所 有機材料研究会, 東京, 2013/09/27.
3. 重藤 暁津, “低温大気圧で実行可能な有機・無機混載材料創製のためのハイブリッド接合技術,” 科学研究費補助金 新学術領域 生物規範高額 合同研究会, 沖縄, 2013/07/02.
4. 重藤 暁津, “大気圧低温接合技術による異種材料ハイブリッド化の展望,” (独) 日本学術振興会 システムデザイン・インテグレーション第 177 委員会 第 28 回研究会, 東京, 2013/06/18.
5. A. Shigetou, “Bonding method in low temperature, atmospheric pressure, and low toxicity conditions for hybrid materials,” IZM Workshop on

- Nanotechnology and Environmental Engineering, Berlin, Germany, 2013/05/24.
6. A. Shigetou, "VUV-assisted hybrid bonding of organic/inorganic substrate at atmospheric pressure," IEEE CPMT International Conference on Electronics Packaging (ICEP), Tokyo, Japan, 2013/04/13.
  7. 重藤 暁津, "大気圧低温で実行可能な異種材料混載接合手法," (社) エレクトロニクス実装学会 第4回公開研究会 部品内蔵基板の最新技術, 東京, 2013/02/14.
  8. A. Shigetou, "Hybrid Bonding in Ambient Air – A Feasible Tool for Mixed Integrations," IEEE/CPMT Society Evening Meeting, IEEE CPMT Japan Chapter, Tokyo, Japan, 2012/10/12.
  9. 重藤 暁津, "UV/Vapor-Assisted 表面改質による透明有機/無機基板の低温大気圧接合," 第196回有機エレクトロニクス材料研究会, 社団法人有機エレクトロニクス材料研究会, 東京, 2012/10/05.
  10. A. Shigetou, "Low Temperature Hybrid Bonding of Organic/Inorganic Substrates at Atmospheric Pressure," Proceedings of IMAPS 45<sup>th</sup> International Symposium on Microelectronics, San Diego, USA, 2012/09/12.
  11. A. Shigetou and T. Suga, "Vapor-Assisted Hybrid Bonding of Inorganic/Organic Substrates for 3D Hetero-Integration," Proceedings of IEEE/CPMT 3<sup>rd</sup> International Workshop on LTB-3D, Tokyo, Japan, 2012/05/22.
  12. A. Shigetou, "Low Temperatures Hybrid Bonding in Ambient Air for Homo/Heterogeneous 3D Integration," 1st LRSM – NIMS Materials Workshop, Ibaraki, Japan 2011/12/21.
  13. A. Shigetou, "Low Temperatures Hybrid Bonding in Ambient Air for Homo/Heterogeneous 3D Integration," 1st Fraunhofer IZM & NIMS workshop, Ibaraki, Japan 2011/11/25.
  14. 重藤 暁津, "大気圧低温接合技術の系譜, 原理, 技術動向," 東京エレクトロン九州合同研究会, 熊本, 2011/11/11.
  15. 重藤 暁津, "有機・無機基板混載のための接合技術," 社団法人有機エレクトロニクス研究会, 190回研究会 3次元実装技術の最新情報～トレンド・最新技術・応用, 東京, 2011/10/14.
  16. A. Shigetou, "Low-Temperature Homo/Hetero - geneous Bonding in Ambient Air for Future 3D-TSV," SEMATECH Symposium Japan and ISMI Regional Meeting Series, Tokyo, Japan 2011/06/23.
  17. A. Shigetou, "Vapor-Assisted Surface Activation Bonding for Low-Temperature Hetero Integration in Ambient Air," CRC Press 2011 CMOS Emerging Technology Meeting, British Columbia, CA, 2011/06/17.

[図書] (計 3 件)

1. 重藤 暁津, "ハイブリッド材料創製のツールとしての接合技術," PEN NEWS LETTER 9月号 web版, 2013, ISSN 2185 – 3231.
2. 重藤 暁津 他 26名 (著者順序無し), "3次元

SiPのためのバンプレスイタコネクト," 16章, 3次元システムインパッケージと材料技術, シーエムシー出版, 2012, pp. 179-190.

3. A. Shigetou et. al. (other 13 authors, no order), "Surface Modification Bonding at Low Temperature for Three-Dimensional Hetero-Integration," 3D Integration for VLSI Systems, Pan Stanford Publishing, 2011, pp. 231 – 263.

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

1. 名称: 金属材の拡散接合方法および金属材の拡散接合装置  
発明者: 重藤 暁津, 岡田愛姫子, 水野潤, 庄子習一  
権利者: 独立行政法人物質材料研究機構, 早稲田大学  
種類: 特許権  
番号: 2013-064468  
出願年月日: 2013.03.26  
国内外の別: 国内
2. 名称: 接合装置と接合方法  
発明者: 重藤 暁津, 水野潤, 庄子習一  
権利者: 独立行政法人物質材料研究機構, 早稲田大学  
種類: 特許権  
番号: 2013-184450  
出願年月日: 2013.09.05  
国内外の別: 国内

[その他]

[受賞: 計 3 件]

1. ICEP 2013 IEEE CPMT Japan Chapter Young Award, for "VUV/O<sub>2</sub> treatment for reduction of Au-Au bonding temperature," Toyama, Japan 2014/04.
2. Best Poster Conference Paper, IEEE/IOP, for "UV/Vapor-Assisted Hybrid Bonding as a Tool for Future Nanopackaging," Birmingham, UK 2012/08.
3. Best Presentation Award, IEEE CPMT Japan Society, for "Hybrid Solder-Adhesive Bonding Using Simple Resin Planarization Technique for 3D LSI," Tokyo, Japan 2012/05.

[プレス発表 計 2 件]

1. "異なる材質 水で接着," 日刊工業新聞 2012/10/25.
2. "低温. 大気圧下の異種材料接合技術に熱い注目, 課題は信頼性評価手法の確立," 日経 BP 電子版 IEEE CPMT ICEP 速報記事, 2013/04/12.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

重藤 暁津 ( SHIGETOU AKITSU )

独立行政法人物質・材料研究機構・環境・エネルギー材料部門・ハイブリッド材料ユニット・主任研究員

研究者番号: 70469758