

タイトル：プロセス予測のシステム化

担当分野：知的ナノプロセス

1. 研究目的

革新的ナノプロセスとプラズマモニタリングを融合することにより、プロセスの予測を可能とするシステムを構築し、インテリジェントなプロセスコントロールを実現する。さらに、プロセス予測システムを実用化する。

2. 研究成果の内容

プラズマプロセスをパターン内でリアルタイムに制御するという「オンウエハーモニタリングシステム」を開発した。プラズマをモニタリングする個々のセンサの開発を進めた。その結果、特にコンタクトホール内に堆積するポリマーやその導電性を評価できる「側壁導電性モニター」、またコンタクトホール内部において蓄積する電荷を測定できる「チャージアップセンサ」、そして紫外線の吸収によって絶縁膜中に生成する電荷を評価可能な「オンウエハーフォトン検出器」について、それぞれ単体としての実用化レベルまで達成することができた。これらセンサによって評価されたエッチング形状やプラズマによるダメージは、実際のプロセスにおける形状異常や素子の電気特性劣化などとも対応しており、センサによる評価の重要性を明らかにすることができた。

開発したチャージアップ電圧センサは、コンタクトホールエッチング時にホール内に蓄積する電荷をリアルタイムで測定できるセンサである。絶縁膜である SiO_2 コンタクトホール内に、フルオロカーボン膜が存在しない場合、ウエハー表面とコンタクトホール底面とは電氣的に絶縁されており、コンタクトホール底面とウエハー表面との間には、大きな電位差が発生することが確認できた（図1）。この電位差発生の原因は、RF バイアスパワー印加により流入した電子電流によってウエハー表面近傍が負に帯電し、コンタクトホール底面への電子流入を阻害する電子シェーディング効果によるものだと考えられる。コンタクトホールのアスペクト比が増加すると、電子シェーディング効果は大きくなり、電位差も大きくなることが分かった。一方、フルオロカーボン膜が堆積したコンタクトホールでは、ウエハー表面とコンタクトホール底面との間の電位差は小さかった。これは、堆積したフルオロカーボン膜によって、ウエハー表面とコンタクトホール底面が電氣的に接続されたためである。また、タイムモジュレーションプラズマを用いることで、電荷蓄積が抑制されることも、本センサを用いることで実証された。

オンウエハーフォトン検出器は、絶縁膜において紫外線が吸収された際に生成する電子-正孔対をリアルタイムで「プラズマ誘起電流」として評価できるセンサである。プラズマ誘起電流は、プラズマから照射される紫外線の波長（エネルギー）や強度に大きく依存していることがわかった（図2）。また、この結果は CCD における実ダメージとも相関があり、オンウエハーモニタリングによる実デバイスにおける紫外線照射損傷を予測可能であることが明らかとなった。

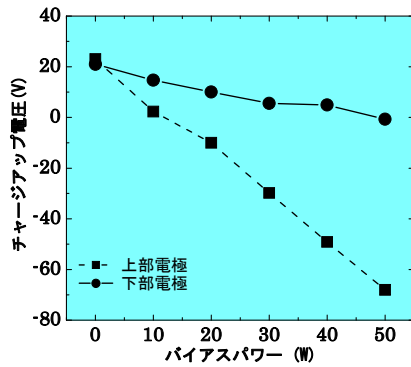


図1 チャージアップ電圧の測定例

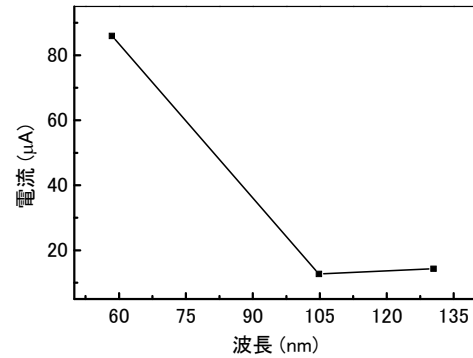


図2 フォトン検出器による紫外線測定例

3. 研究成果

① 学術雑誌（査読付き国際会議，解説等を含む）

1. Mitsuru Okigawa, Yasushi Ishikawa and Seiji Samukawa, “Reduction of ultraviolet-radiation damage in SiO₂ using pulse-time-modulated plasma and its application to charge coupled 44 device image sensor processes”, Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 21 (2003), pp. 2448-2454.
2. Tadashi Shimmura, Shinnosuke Soda, Mitsumasa Koyanagi, Kazuhiro Hane and Seiji Samukawa, “Mitigation of accumulated electric charge by deposited fluorocarbon film during SiO₂ etching”, Journal of Vacuum Science and Technology A, Vol. 22, (2004), pp. 433-436.
3. Tadashi Shimmura, Shinnosuke Soda, Mitsumasa Koyanagi, Kazuhiro Hane and Seiji Samukawa, “Effects of fluorocarbon gas species on electrical conductivity and chemical structure of deposited polymer in SiO₂ etchings processes”, Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 22, (2004), pp. 533-538.
4. Mitsuru Okigawa, Yasushi Ishikawa and Seiji Samukawa, “On-wafer Monitoring of Plasma-induced Electrical Current in Silicon Dioxide to Predict Plasma Radiation Damage”, Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 23, (2005), pp. 173-177.
5. Yasushi Ishikawa, Mitsuru Okigawa, Satoshi Yamazaki and Seiji Samukawa, “Reduction of plasma-induced damage in SiO₂ films during pulse-time-modulated plasma irradiation”, Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol. 23, (2005), pp. 389-394.
6. Yasushi Ishikawa, Yuji Katoh, Mitsuru Okigawa, and Seiji Samukawa, “Prediction of ultraviolet-induced damage during plasma processes in dielectric films using on-wafer monitoring techniques”, Journal of Vacuum Science and Technology A, Vol. 23, (2005), pp. 1509-1512.
7. Hiroto Ohtake, Butsurin Jinnai, Yuya Suzuki, Shinnosuke Soda Tadashi Shimmura and Seiji Samukawa, “Real-time Monitoring of Charge Accumulation during

Pulse-Time-Modulated Plasma”, *Journal of Vacuum Science and Technology A*, Vol. 24, (2006), pp. 2172-2175.

8. Hiroto Ohtake, Butsurin Jinnai, Yuya Suzuki, Shinnosuke Soda, Tadashi Shimmura, and Seiji Samukawa, “On-wafer monitoring of electron and ion energy distribution at the bottom of contact-hole”, *Journal of Vacuum Science and Technology B*, Vol. 25, (2007), pp. 400-403.
9. Butsurin Jinnai, Toshiyuki Orita, Mamoru Konishi, Jun Hashimoto, Yoshinari Ichihashi, Akito Nishitani, Shingo Kadomura, Hiroto Ohtake and Seiji Samukawa, “On-wafer monitoring of charge accumulation and sidewall conductivity in high-aspect-ratio contact holes during SiO₂ etching process”, *Journal of Vacuum Science and Technology B*, Vol. 25, (2007), pp. 1808-1813.
10. Seiji Samukawa, Yoshinari Ichihashi, Hiroto Ohtake, Eiichi Soda, and Shuichi Saito, “Environmentally harmonized CF₃I plasma for low-damage and highly selective low-k etching”, *Journal of Applied Physics*, Vol. 103, (2008), pp. 053310-1-053310-7.

② 国際会議・国内学会・研究会・口頭発表等

1. Tadashi Shimmura, Shinnosuke Soda, Mitsumasa Koyanagi, Kazuhiro Hane, and Seiji Samukawa, “In-Situ On-wafer Monitoring for Charge Build-up Voltage during Plasma Process”, *AVS 50th International Symposium*, (2003).
2. Yuya Suzuki, Tadashi Shimmura and Seiji Samukawa, “Real-time Monitoring of Charge Accumulated during SiO₂ Etching using Pulse-Time-Modulated-Plasma”, *AVS 51st International Symposium*, PS-WeA4 (2004).
3. M. Okigawa, Y. Ishikawa, Y. Katoh and S. Samukawa, “Controlling of UV Radiation Damages using On-wafer Monitoring Technique”, *International Symposium on AVS 51st International Symposium*, PS-TuP15 (2004).
4. Y. Katou, Y. Ishikawa, M. Okigawa and S. Samukawa, “Prediction of UV Radiation Damages in Several Insulator Films Using On-wafer Monitoring Technique”, *International Symposium on Dry Process*, (2004).
5. Yuji Kato, Yasushi Ishikawa, Mitsuru Okigawa, and Seiji Samukawa, “Prediction of Plasma UV Radiation Damages Using On-wafer Monitoring Sensors”, *AVS 52nd International Symposium & Exhibition*, PS-MoM10, (2005).
6. Yuji Kato, Yasushi Ishikawa, Mitsuru Okigawa, and Seiji Samukawa, “Prediction of Plasma UV Radiation Damages Using On-wafer Monitoring Sensors”, *6th International Conference on Reactive Plasmas and 23rd Symposium on Plasma Processing*, P-3B-04 (2006).
7. B. Jinnai, Y. Ishikawa, T. Kubota, H. Ohtake, and S. Samukawa, “Control of Plasma Process by using On-Wafer Monitoring Technique”, *The Third International Symposium on Transdisciplinary Fluid Integration*, P-01, (2006).
8. Butsurin Jinnai, Toshiyuki Orita, Mamoru Konishi, Jun Hashimoto, and Seiji

- Samukawa, "On-wafer Monitoring of Charge Accumulation during Plasma Etching Processes", AVS 53rd International Symposium & Exhibition, PS1-FrM8, (2006).
9. Hiroto Ohtake, Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi, and Seiji Samukawa, "Plasma-damage Prediction System with On-wafer Sensors and Neural Network Modeling", Sixth International Symposium on Advanced Fluid Information -JAXA-IFS Joint Symposium, P-2, (2006).
 10. J. Hashimoto, Y. Yatagai, T. Tatsumi, S. Kawada, M. Konishi, I. Kurachi, Y. Ishikawa and S. Samukawa, "On-wafer Real Time Monitoring of Charge-Buildup Voltages during Plasma Etching in Production Equipment", AVS 53rd International Symposium & Exhibition, PS2-ThM7, (2007).
 11. Hiroto Ohtake, Yasushi Ishikawa, Yoshinari Ichihashi and Seiji Samukawa, Plasma-damage Prediction System with On-wafer Sensors and Neural Network, 18th International Symposium on Plasma Chemistry, 30P-8, pp. 86 (2008).
 12. J. Hashimoto, T. Tatsumi, S. Kawada, N. Kuriyama, I. Kurachi, and S. Samukawa, "Time Dependence of Charge-Build-up Voltages in Production Etcher by On-Wafer Real Time Monitoring System", AVS 55th International Symposium & Exhibition, PS2-WeA3, (2008).
 13. H. Ohtake, B. Jinnai and S. Samukawa, "Prediction System of UV-Irradiation Damage by using On-wafer Monitoring Technology", 8th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Information, P-06 (2008).
 14. N. Matsunaga, H. Yamaguchi, H. Shibata and S. Samukawa, "Spreading Antenna Effect of Plasma-induced Charging Damage in Dielectric Film Deposition Process by PE-CVD", 8th International Symposium on Advanced Fluid Information and Transdisciplinary Fluid Information, P-08 (2008).
 15. 鈴木裕也、曾田真之介、新村忠、寒川誠二、プラズマプロセス用オンウエハモニタリング技術の開発(1)ー入射イオンの計測ー、2003年春季 第50回応用物理学関係連合講演会(神奈川県 横浜キャンパス)、29a-YG-12 (2003).
 16. 曾田真之介、新村忠、小柳光正、羽根一博、寒川誠二、オンウエハモニタリングによるコンタクトホール側壁導電性の測定(4)ー側壁堆積膜によるチャージアップの緩和ー、2003年春季 第50回応用物理学関係連合講演会(神奈川県 横浜キャンパス)、29a-YG-13、(2003).
 17. 鈴木裕也、角祐輔、新村忠、寒川誠二、プラズマプロセス用オンウエハモニタリング技術の開発(2)ー入射イオン電流の計測ー、2003年秋季 第64回応用物理学学会学術講演会(福岡大学 七隈キャンパス)、31p-ZK-18、(2003).
 18. 鈴木裕也、角祐輔、新村忠、小柳光正、羽根一博、寒川誠二、オンウエハモニタリングによるSiO₂コンタクトホールのチャージアップ電圧測定、第21回プラズマプロセッシング研究会(北海道大学 学術交流会館)、A3-10、(2004).
 19. 加藤裕司、石川寧、沖川満、寒川誠二、オンウエハモニタリングによる紫外光照射損傷の

- 制御、第 21 回プラズマプロセッシング研究会 (北海道大学 学術交流会館)、B1-11、(2004).
20. 加藤 裕司, 石川 寧, 沖川 満, 山崎 聡, 寒川 誠二, タイムモジュレーションプラズマによる放射光ダメージの抑制(6) ~CCD 構造を想定したオンウエハモニタリング, 2004 年春季第 51 回応用物理学関係連合講演会 (東京工科大学)、29a-H-11、(2004).
 21. 鈴木 裕也, 新村 忠, 寒川 誠二, プラズマプロセス用オンウエハモニタリング技術の開発(3), 2004 年春季 第 51 回応用物理学関係連合講演会 (東京工科大学)、29p-H-1、(2004).
 22. 鈴木裕也, 新村 忠, 北村彰規, 寒川誠二, 高アスペクト比コンタクトホールエッチング時における形状異常のメカニズム解明, 2004 年秋季 第 65 回応用物理学学会学術講演会 (東北学院大学 泉キャンパス)、1p-ZH-2、(2004).
 23. 加藤裕司, 石川寧, 沖川満, 寒川誠二, オンウエハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定 (1) = 紫外光照射損傷の絶縁膜厚依存性 =, 2004 年秋季 第 65 回応用物理学学会学術講演会 (東北学院大学 泉キャンパス)、1p-ZH-5、(2004).
 24. 石川寧, 加藤裕司, 沖川満, 寒川誠二, オンウエハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定 (2) = 混合ガスの効果 =, 2004 年秋季 第 65 回応用物理学学会学術講演会 (東北学院大学 泉キャンパス)、1p-ZH-6、(2004).
 25. 加藤裕司, 石川寧, 沖川満, 寒川誠二, オンウエハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定 (3) =プラズマ照射条件と紫外光照射損傷=, 2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会 (埼玉大学)、30a-G-9、(2005).
 26. 加藤裕司, 石川寧, 沖川満, 市橋由成, 寒川誠二, オンウエハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定(4), 2005 年秋季 第 66 回応用物理学学会学術講演会 (徳島大学 常三島キャンパス)、7p-T-2、(2005).
 27. 寒川誠二、(招待講演) 高精度プラズマプロセスのためのオンウエハモニタリング、第 22 回プラズマプロセッシング研究会 (名古屋) (2005).
 28. 加藤裕司、陣内佛霖、石川寧、橋本潤、小西衛、折田敏幸、市橋由成、西谷明人、門村新吾、寒川誠二、オンウエハモニタリングを用いた紫外光照射損傷の測定 (5) =low-k 膜の紫外光照射損傷=、2006 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会 (武蔵工業大学 世田谷キャンパス)、22a-ZL-4、(2006).
 29. 陣内 佛霖, 折田 敏幸, 小西 衛, 橋本 潤, 寒川 誠二, オンウエハモニタリングセンサを用いたチャージングダメージの評価, 2006 年春季 第 53 回応用物理学関係連合講演会 (武蔵工業大学 世田谷キャンパス)、22a-ZL-5、(2006).
 30. 大竹浩人, 石川寧, H. Y. Kim, S. J. Hong, 寒川誠二, オンウエハモニタリングとニューラルネットワークモデリングの融合によるプラズマダメージ予測システムの構築(I), 2006 年秋季 第 67 回応用物理学学会学術講演会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)、30p-S-15、(2006).
 31. 寒川誠二、大竹浩人、門村新吾、市橋由成、西谷明人、橋本潤、(招待講演) 高精度プラズマプロセスのためのオンウエハモニタリング=インテリジェントナノプロセスを目指して=、2006 年秋季 第 67 回応用物理学学会学術講演会 (立命館大学びわこ・くさつキャンパス)、31p-ZW-5、(2006).
 32. 宇恵野章、屋良卓也、寒川誠二、オンウエハモニタリングを用いた大気圧プラズマにおける紫外光測定、2006 年秋季 第 67 回応用物理学学会学術講演会 (立命館大学びわこ・くさつ

キャンパス)、1a-S-3、(2006).

33. 大竹浩人、石川寧、市橋由成、寒川誠二、オンウエハモニタリングとニューラルネットワークモデリングの融合によるプラズマダメージ予測システムの構築(II)、2007年春季 第54回応用物理学関係連合講演会(青山学院大学 相模原キャンパス)、27p-H-13、(2007).
 34. 宇恵野 章、屋良 卓也、石川 寧、寒川 誠二、オンウエハモニタリングを用いた大気圧プラズマにおける紫外光測定(2)、2007年春季 第54回応用物理学関係連合講演会(青山学院大学 相模原キャンパス)、29p-G-12、(2007).
 35. 佐藤 大希、宇恵野 章、屋良 卓也、宮本 栄司、寒川 誠二、大気圧プラズマプロセスにおける紫外線の影響、2007年秋季 第68回応用物理学学会学術講演会(北海道工業大学)、4p-ZB-14、(2007).
 36. 大竹浩人、石川寧、市橋由成、橋本潤、倉知郁生、寒川誠二、オンウエハモニタリングとニューラルネットワークの融合による紫外光スペクトル予測システム、2007年秋季 第68回応用物理学学会学術講演会(北海道工業大学)、6a-ZA-10、(2007).
 37. 石川寧、河田進二、橋本潤、倉知郁生、大竹浩人、寒川誠二、オンウエハモニタリングを用いた紫外線照射損傷の予測と制御(6)、2007年秋季 第68回応用物理学学会学術講演会(北海道工業大学)、6a-ZA-11、(2007).
 38. 大竹 浩人、石川 寧、橋本 潤、倉知 郁生、寒川誠二、オンウエハモニタリングとイオン軌道シミュレーションの融合によるコンタクト孔中イオン速度分布予測、2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会(日本大学理工学部 船橋キャンパス)、27a-T-6、(2008).
 39. 大竹 浩人、石川 寧、橋本 潤、倉知 郁生、寒川誠二、オンウエハモニタリングとイオン軌道シミュレーションの融合によるコンタクト孔中イオン速度分布予測、2008年秋季 第69回応用物理学学会学術講演会(中部大学)、4a-A-20、(2008).
 40. 河田進二、八田谷洋一、橋本 潤、栗山尚也、倉知郁生、大竹浩人、寒川誠二、オンウエハモニタリングセンサを用いたコンタクトホールエッチングにおけるデポジション膜の導電性評価(II)、2008年秋季 第69回応用物理学学会学術講演会(中部大学)、4p-D-15、(2008).
- ③ その他(特許, 受賞, マスコミ発表等)
1. 寒川誠二: 慶應義塾大学理工学部同窓生表彰(2005)
 2. 日経マイクロデバイス 2003年5月号「第4の状態“プラズマ”本領を發揮させる検査・分析技術が続出 ウエーハ表面での反応機構を解明」(2003)
 3. 日刊工業新聞 2004年9月16日「ウエハー上に4種類のセンサー プラズマエッチング計測 東北大」(2004)

検査・分析
プラズマ技術
エッチング

第4の状態“プラズマ” 本領を発揮させる 検査・分析技術が続出

ウエーハ表面での反応機構を解明

LSIプロセスにおけるプラズマ技術が大きく進化する可能性が出てきた。これまでもプラズマ技術はエッチャやCVD装置を中心に幅広く使われてきた。しかし、固体、液体、気体に続く第4の状態と呼ばれるプラズマが持つ本来の能力を生かしきっていない。プラズマの各種特徴のうち、「高エネルギーという特徴を使って原料分子を壊しているだけ」(東北大学教授の寒川誠二氏)だったからである。ここへ来てプラズマの本領を発揮させるために必要な基礎データを測定できる技術が相次いで登場した。これらを組み合わせるとプラズマの詳細な反応機構を解明できれば、プラズマを精密制御した新プロセスを実現できる。

現在のLSIプロセスには固体、液体、気体、プラズマの4状態のいずれかが

使われている。このうち、これまで最もよく使われてきたのが固体と気体である。これらは、液体やプラズマに比べて状態が安定して制御しやすい。このため、1990年代前半までは、固体や気体を使ったプロセスのドライ化が進んだ。スパッタやCVDなどの成膜プロセス、ドライ・エッチングに代表される加工プロセス、イオン打ち込みやアニールなどの改質プロセスは、いずれもドライ・プロセスである。

1990年代後半になると、この流れに変化が出てきた。ウエット・プロセスの見直しが始まったからからである。まずウエット・プロセスの一種であるCMP(化学的機械研磨)技術の採用が一般的になり、次に同じくウエット・プロセスのメッキ技術がCu成膜用として導入された。これと並行して、

ウエット・プロセスの代表といえる洗浄技術が、従来のトランジスタ形成工程から配線工程に広がり、適用工程数が急速に増加している。さらに、浸漬技術と呼ばれる液体を利用した露光技術の検討まで始まった。浸漬技術は、レンズとウエーハの間に液体を満たして開口数(NA)を1以上にする技術であり、他のウエット・プロセスのように液体中での化学反応を利用する訳ではない。しかし、液体を利用している点で、広義のウエット・プロセスといえる。

このようなウエット・プロセスの見直しの背景には、液体の性質や液体中の化学反応機構の解明が進んだことがある。分子や原子が完全に固定される固体や完全に自由になっている気体に比べ、中間状態である液体はその性質や反応機構がより複雑である。このため、固体や気体に比べて扱いが難しく、これがプロセスのドライ化が進んだ原因の一つになっていた。ところが1980～1990年代に洗浄プロセスなどの研究が進み、LSIプロセスにおける液体の性質や反応機構が解明できた結果、新しいウエット・プロセスが登場した。

これに対しプラズマは、LSIプロセスで広く利用されてはいるが、その本領は発揮していない。従来のプラズマ・プロセスは「イオン、ラジカル、電子、光子がごちゃ混ぜの高エネルギー状態をほとんど制御せずに使っている」(寒川氏)からである。この原因は、LSIプロセスのドライ化が進む中で同時に進んだ低温化との両立のために、プラズマ利用が進んだことがある。それまでのプロセスは基本的には原料ガスを加熱して分解し、Si基板と反応させていた。これに対し、プラズマを使え

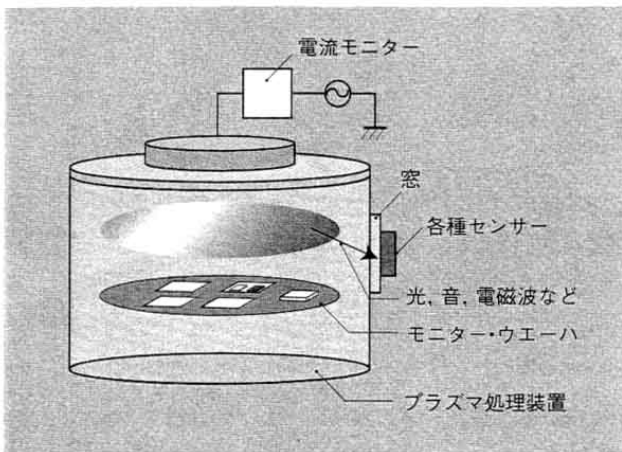


図1 ●プラズマの状態や反応機構を解明するための各種の検査・分析技術
ウエーハ表面でのプラズマ反応を調べる技術や、プラズマの状態そのものを調べる技術が相次いで登場している。本誌が作成。

ば低温のまま原料ガスを分解することが可能であり、ドライで低温のプロセスを実現できる。このため、プラズマ技術の低温で原料ガスを分解できるという特徴だけに注目が集まり、その他の特徴が使われないままになっていた。

今度はプラズマの反応機構を解明

このような状況を一変させる可能性が出てきた。プラズマの状態や反応機構の解明に必要な各種の検査・分析技術が登場してきたからである(図1)。これらを使えば、1980~1990年代にウエット・プロセスで進んだ状態や反応機構の解明が、プラズマ・プロセスでも進められる。プラズマ・プロセスの解明が進めば、例えば「プラズマから中性粒子だけを取り出して高品位のゲートSiO₂膜を形成できるようになる」(寒川氏)。

この方向を目指した検査・分析技術には、大きく分けて二つの方向がある。一つはウエーハ表面でのプラズマ反応を調べる技術であり、東北大学がこのためのモニター・ウエーハの開発を進めている(図2)。もう一つはプラズマの内部状態ばかりではなくチャンバ壁などの反応を調べる技術であり、プラズマから発生する磁場を測定できる技術をファブソリューションが開発した(図3)。さらに東北大学教授の大見忠弘氏のグループがプラズマの異常放電に伴って発生する音を計測する技術を開発している。このほかにも光を計ったり、電気回路の電流変化を測定したりする技術が出てきた。これらを組み合わせると、プラズマがどのような状態の時に、ウエーハ上でどのような反応が起きるかを分析することが可能になる。

具体的には、次のような使い方が考

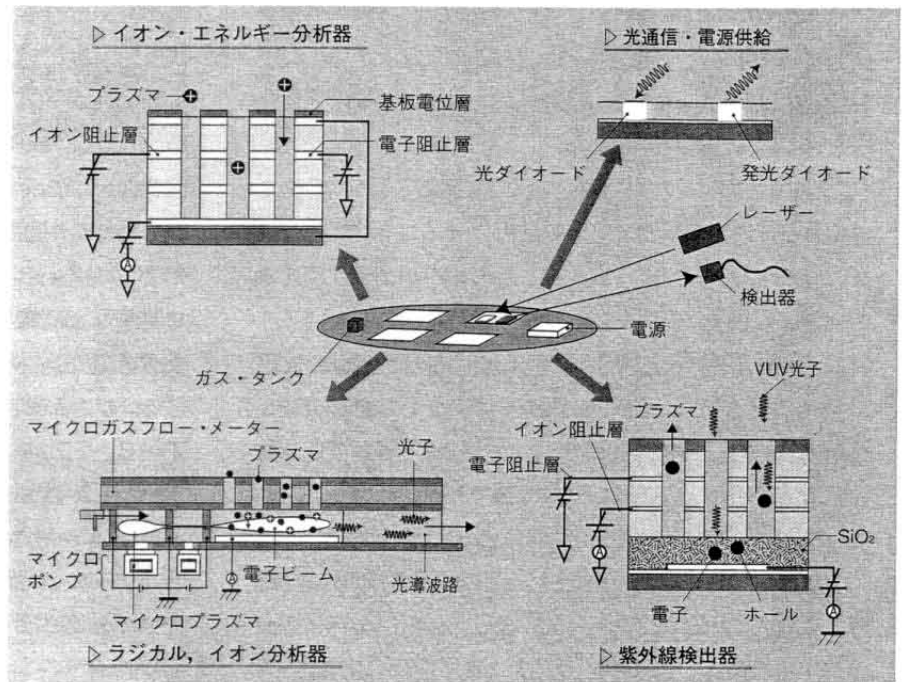
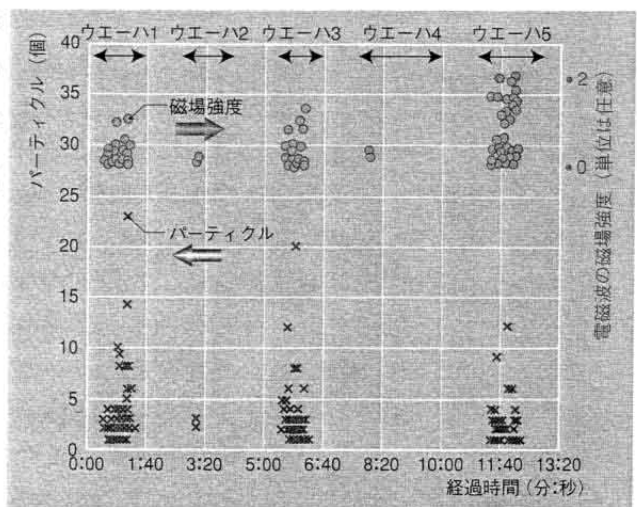


図2 ●ウエーハ表面での反応機構を解明するためのモニター・ウエーハ
ウエーハ表面でのプラズマの反応機構を調べるため、東北大学がモニター・ウエーハの開発を進めている。東北大学のデータを基に本誌が作成。

図3 ●プラズマの状態を磁界計測で測定
磁界によるプラズマ状態の計測技術をファブソリューションが開発した。この技術を使い、実プロセス中でのプラズマの異常放電を計測した結果、異常放電とパーティクルの発生に密接な相関関係があることを確認できた。ファブソリューションのデータを基に本誌が作成。



えられる。まず、プラズマを使った新しいプロセスや製造装置を開発する段階で二つの技術を使ってそれぞれのデータを収集しておく。ここでは、実際のプロセスに密接に関係するウエーハ上でのデータを基にプロセスや製造装置を開発する。その後、完成したプロセ

スを量産ラインで活用する際には、プラズマ状態の測定技術が生きる。開発段階でのウエーハ上のデータとの相関関係に基づいてプラズマ状態を監視したり、チャンバ壁への原料ガスの堆積などによる量産時の経時変化をモニタリングしたりする。(長広 恭明)



ウエハー上に4種のセンサー

プラズマエッチング計測

東北大

東北大学の寒川誠二教授らは半導体理工学研究センター(STARC、横浜市、下東勝博社長)と共同で、半導体のプラズマエッチング状態をウエハー上で実時間計測できるセンサーを初めて開発した。ウエハー上に4種類のセンサーを集積したチップを敷き詰め、実際のプラズマエッチング状態を把握できる。勘や経験に依存していたプラ

ズマ工程をインテリジェント化し、高精度なプラズマ制御による大幅な歩留まりアップを実現する。2、3年後の実用化を目指し、寒川教授らは大学発ベンチャー設立も検討していく。

このセンサーはプラズマ状態そのものを測定する代わりに、プラズマによってウエハー上に飛来する荷電粒子や紫外光の動きを直接、実時間測定

して、その影響を把握するオンウエハーモニタリングセンサー。センサーはマイクロマシニングやLSI技術で実デバイスと同様の0.1ミリの微細孔を多数設けた構造。そこに粒子がどう飛来するかを電気的に測定できる構造にした。測定データは発光ダイオード(LED)を取り付け、遠隔送信する。集積する4種類のセン

サーはエッチング速度やエッチング選択性にかかわるイオンエネルギー、ナライザー、プラズマ損傷にかかわるチャージアップモニター、紫外光照射損傷モニター、側壁導電性モニター。荷電粒子がセンサーの孔底部まで到達するか、あるいは側壁にフロロカーボンのポリマーが堆積し、導電性を確保しているかなどを計測して、プラズマエッチング状態を把握できる。

LSIは現在、100ナノ(1ナノは10億分の1)を切り、ウエハーも300ミリの大口径化が進む。これに伴い、プロセスの高精度化とともに、プロセスのゆらぎや経時変化の制御が大きな課題となっている。プラズマからの荷電粒子や光がデバイスに損傷を与え、特性の劣化要因となっているためだ。開発したプロトタイプを今後、2ミリの微細化してオンウエハーモニターに仕上げる。

この成果は東京都江戸川区で開催中の国際会議「固体素子・材料コンファレンス」で16日に発表する。