

金材技研 1973

科学技術庁

NO.9

ニュース

金属材料技術研究所

機能素子用 3 元化合物半導体に関する研究

情報処理技術の高速化への要求は、近年ますます高まっている。この要望に対処すべく、従来の IC（集積回路）や LSI（高密度集積回路）の性能の限界を乗り越えるため、特殊機能を持つ回路に相当する働きを単一材料の素子によって実現する試みがなされている。これが今日、機能素子と呼ばれているものであり、現在 GaAs, InP などの 2 元化合物半導体を用いた研究が進められている。

ところが最近、これらの化合物よりもさらにすぐれた材料として、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ などの 3 元化合物半導体が指摘され、注目を集めている。その主な特徴は、電子移動度が GaAs などにおけるよりも著しく大きく、高速度の演算を可能にすること、および作動開始の臨界電圧が低いので、装置の構成を種々の面で容易にすること、である。したがって、これら半導体材料の高品質の結晶が実現すれば、演算の高度化に大きな寄与をなすであろうと期待される。従来、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ に関しては、横型ブリッジマン法による多結晶を用いて、基礎的な半導体物性が調べられていたが、上述のような目的を達成するためには、このような直接溶融法による多結晶材料は不十分な点を多くもっている。例えば、この 3 元半導体は偏析の傾向が強く、均質な結晶を得ることが困難であり、また、高温に

おいて結晶化するために、本質的に多くの欠陥を含み、これが電子移動度を低下させる原因となる。

電気磁気材料研究部では、上述の諸問題を解決し高品質の $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ 単結晶を作製する研究を行っており、本研究には昭和 47～49 年度特別研究促進調整費が充当されている。本研究における結晶成長法としては気相エピタキシャル法、すなわち、適当な単結晶基板の上に、気相反応を通じて単結晶膜を成長させる方法を採用した。一般的に、気相エピタキシャル法には、成長が比較的低温で行なわれるため欠陥の少ない結晶が得られること、組成の均一な単結晶膜が得やすいことなどの利点がある。従来、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ 単結晶を気相エピタキシャル法で作成した例はなく本研究が最初の試みであるが、直接溶融法に比べて、より有利な性質をもつ本法を用いることは、この研究の促進に大いに役立つものとする。現在、HCl と H_2 の混合ガスを輸送媒体とする開管法により、各原料とこのガスとの反応を通じて単結晶を成長させる方法を採用している。そして目下、媒体流量、各原料とガスとの反応温度、結晶成長温度などの設定、単結晶基板として用いる材料とその結晶方位の選定など、期待される高品質の単結晶を得るために必要な諸問題の解決に取り組んでいる。

銀—酸化物系電気接点材料

電気機器に見られる障害の多くが開閉器の作動不良によることは、日常経験するところである。したがって、機器の性能を十分に発揮させるためには、開閉器の信頼性を高めることが極めて重要な問題となっている。一方、開閉器は、その機構が必ずしも単純ではなく、ばね材料を主とした機械的な作動部や、これと接点材料との接合部などにも時として作動不良の原因が認められているが、しかし、障害の多くが接点材料に起因していることは明らかである。小型高精度化とともに、信頼性の向上が要求されている電気機器の分野において、高性能電気接点材料の開発に大きな期待がかけられている。

電気磁気材料研究部では、広い範囲の銀系材料について、主要な接点特性である溶着特性、移転消耗特性、接触抵抗およびアーク特性等を、各種の回路条件のもとで研究し、これらの接点特性に関連する材料個々の物理的性質の要因を明らかにしてきた。これらの結果は、電気接点材料の性能改善ならびに新しい材料の開発に多くの指針を与えている。本稿では、Ag-酸化物系の新しい材料を対象にして、実用の可能性を検討した結果について述べる。

銀中に各種の酸化物を分散させた材料は、開閉アークをとまなう直流、交流および整流波の各回路のもとで開閉試験を行なうと、接点の移転消耗特性が、一例を示した図からも明らかなように、分散させた酸化物の種類によって著しく変化する。これらの結果にもとづいて、最初は、系統的に種々の量のMg, MnおよびLaの酸化物を内部酸化によって、それぞれ単独にAg中に分散させた試料を作成し、主要な特性についての試験を行なった。一連の試験結果から、Mg, Mn, Laの酸化物量が、それぞれ1 at%, 3 at%および0.5 at%において最もすぐれた耐消耗性を示す。とくに、Ag-La酸化物系は著しく耐溶着性が向上する。

ついで、最高の特性を示す上記の酸化物量について、その一部をZrの酸化物で置換することを試み、2種類の酸化物を共存させた試料について、

同様な試験を行なった。これらの結果から、Zr酸化物の共存は、耐溶着性の向上に極めて有効であることが認められた。それらのうち、0.5 at%のLaおよびZrの酸化物を共存させた系、MgおよびZrの酸化物を共存させた系は、従来のAg-CdO系接点材料に匹敵する性能を示すことを示唆している。

本研究は、Ag-CdO系接点に代る新しい接点材料の開発に関するものであり、一応の目的は達成されているものと思われる。

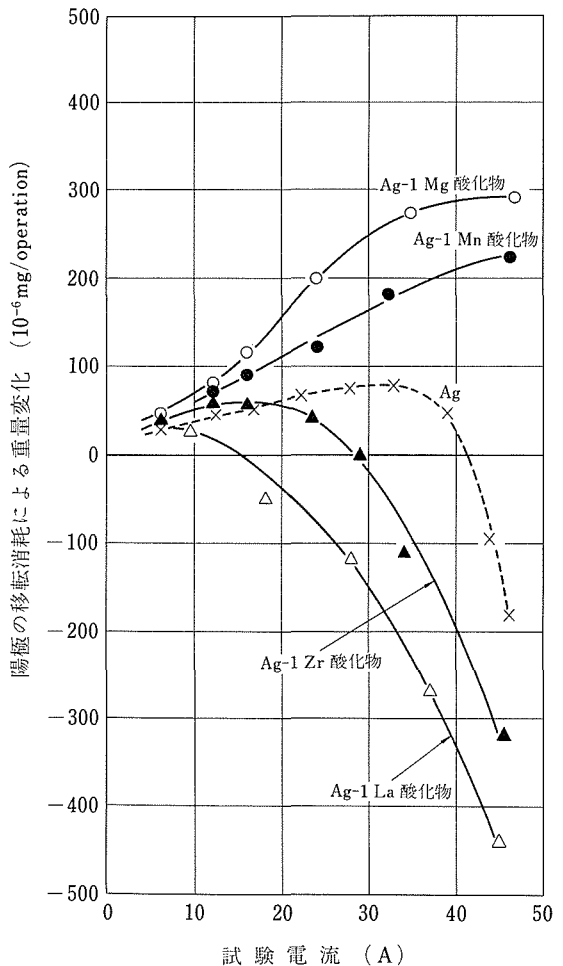


図 全波整流の正弦波回路開閉における移転方向と移転消耗量におよぼす Ag 中酸化物の影響。
試験電圧 141 V, 開閉速度 63 mm/sec.

高温水溶液中における金属の不動態特性

火力発電、軽水型動力炉等の高温高压水環境に使用される金属材料の腐食は装置の安全性および経済性の上から重要な問題であり、このような環境における腐食機構の解明には直接、高温高压水溶液中で腐食状態にある金属の自然電位変化やアノード分極曲線を測定することが望まれている。すなわち、金属の耐食性は金属表面上に生成する不動態皮膜の安定性に負うところが大きく、その直接的評価には上述の電気化学測定が有力な手段と考えられる。しかしながら、高温高压下における実験技術上の困難さのために、従来は行なわれていない。

腐食防食研究部では300°C、100気圧までの高温水溶液中で測定可能な電気化学測定装置を製作し、軟鋼、ステンレス鋼、ニッケル、ジルコニウム合金等の不動態特性を調べている。測定技術上の最も困難な点は基準電極の選定とその設置方法である。塩化銀電極は高温特性がすぐれているので有望な電極であるが、腐食試験用としては基準電極から試験液中へのCl⁻イオンの混入によって孔食をひきおこすおそれがあるので好ましくない。そこで基準電極はオートクレーブ外側の室温に保持し、高温高压下にある内部とは圧力シールを介して試験液が微量づつにじみ出るようにして基準電極と高压系との液絡が保たれるような装置を試作した。図1はこのような装置を用いて測定した250°C、0.1N-Na₂SO₄水溶液中におけるステンレス鋼

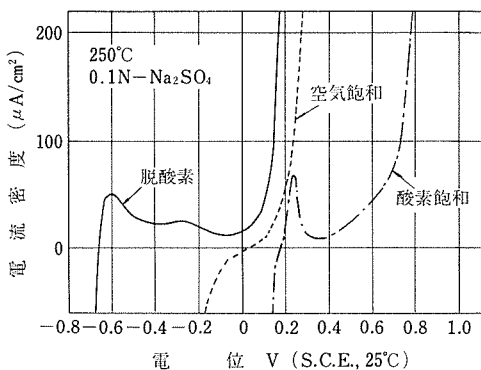


図1 250°C中性水溶液中におけるステンレス鋼のアノード分極曲線。

SUS304のアノード分極曲線を示す。脱酸素下では-0.6V(S.C.E.)に小さいピークが認められ、やや不安定な被膜を通して鋼の溶解が起こることを示している。+0.2V付近にみられる電流の増加はクロムが6価イオンとして溶解する反応にもとづくもので、過不動態溶解と呼ばれている。溶存酸素濃度が増すとステンレス鋼の自然電位は高くなり、過不動態域に達し、過不動態溶解による腐食が起る可能性を示している。さらに酸素飽和下では過不動態化ピークを経て二次不動態域があらわれている。これらの不動態皮膜を剝離し、電子線回折によって同定した結果、脱酸素溶液の場合にはスピネル型、酸素飽和の場合にはコランダム型酸化物からなることが認められた。図2は軟鋼の例である。150°C以下では活性溶解を示し、200°Cになると不動態化するが、高い電位に分極すると不動態皮膜は破壊され局部溶解を起こすようになる。280°Cでは酸素発生電位域まで被膜は破壊されず、安定な不動態膜を形成することがわかる。電子線回折の結果、この不動態皮膜はマグネタイトであることが確認された。

このほか、この装置により分極抵抗法を適用して腐食速度の経時変化を追跡している。

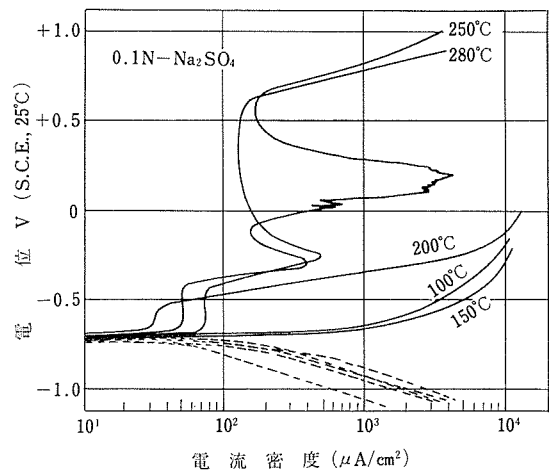


図2 脱酸素水溶液中における軟鋼のアノード分極曲線。

金 材 技 研 滞 在 記



孟 琰在 (Sun-Chae Maeng)
韓国科学技術研究所 (KIST)

私は昭和47年度の科学技術庁招へい外国人研究員として、去年12月1日から7ヶ月間鉄鋼材料研究部に滞在しました。

金材技研の研究の活発さに関しては、すでに数多くの発表論文を通じていくぶん知っておりましたが、研究内容と施設面において、名実ともに世界一流の研究部であることを実感しました。研究施設のうち、とくに大型施設は立派だと思います。クリープ試験部の施設は単一研究所としては世界に例のない大規模なものでしょう。金材技研の現在の研究人員と施設は、金属材料分野の専門研究所として、たいした規模だと思います。

金材技研の研究グループは、いちおう研究部に分れています。各研究部内、または、ほかの研究部との間でも、比較的集中した類似な問題をお互いにあい重なって研究している印象を受けました。このようなことは、お互いの知識と意見の交換がたやすく可能であって、学問の発展にたいへん効果的だと思います。各研究部内で毎週開いている研究会は、各研究者が話し合うよい機会だと思います。

金材技研の研究施設の管理は、よくできていないようでした。スペースが狭い理由もあるでしょうが、とくに小型機器は十分な整理が欠かれていると思います。小型機器については、中央管理制をとって使い終わればもとにかえすようにし、修理も分担させるのが如何であらうかと考えてみました。

金材技研は今狭くなりすぎていると思います。筑波の方では、研究室は勿論、食堂ももっとゆっくり食事が出来るようなスペースが取れ、昼食後には軽い運動とか散歩が出来るような環境も作れるようにと願っています。

私は滞在中、金材技研での仕事のほかに生産に直結

する問題の知識を、出来るだけ多く得るつもりで、多くの会社の工場とその研究所を見学しました。研究所内の多くの方々の御世話によってこれが可能であったのは、たいへん幸いな事だったと思っています。見学を通じて、大学、研究所(大学)、金材技研等の国公立研究所、会社の研究所等での仕事の内容がずいぶん区別されるようで面白く思いました。しかしこれらの研究機関の研究内容の性格は区別されながらも、日本全体としては、基礎、応用、開発研究が総合的に調和されて、日本の科学技術を向上させ、工業を強く支援しているのだろうという印象を受けました。

学会講演会へ参加する機会を多く持ちましたが、学問の活発さと研究人口の多い事は、予想外でありました。とくに同じ分野の研究人口の多い事と各専門分野の講演討論会が、盛んに開かれている事は羨ましいことでした。日本では、円熟した学問の雰囲気ですでに形成されており、ここに日本科学の向上と発展が当然約束されているのだと思いました。

7カ月の日本滞在中は、研究にとっては短い期間でありましたが、日本での代表的な立派な研究所である金材技研の研究雰囲気の中で、いっしょに仕事をしながら、日本の多くの工場とその研究所を見学し、日本金属学界の動きを体験しながら得た多くの経験は、帰国後、私の仕事に多くの有効な参考になると思います。

終りに私の今度の日本留学を可能にして下さった科学技術庁に深く感謝いたします。また、滞在中、研究所の仕事から生活面にいたるまで、御親切に世話をして下さいました河田和美所長、津谷和男部長、内山郁室長に深く感謝し、仕事の上で多くの協力をして下さった鉄鋼材料研究部の皆様および見学その他に協力して下さいました皆様に深く感謝申し上げます。

◆ 短 信 ◆

● 海外出張

能勢 宏 金属物理研究部金属物理第1研究室長

磁気国際会議および磁性薄膜国際会議へ出席のため、昭和48年8月21日から9月2日までソ連へ出張した。

稲垣 道夫 溶接研究部長

第2回国際原子力構造力学学会議および第25回国際溶接学会年次大会へ出席のため、昭和48年9月8日から10月2日まで西ドイツへ出張した。

通巻 第177号
編集兼発行人 林 弘
印刷 株式会社 ユニオンプリント
東京都大田区中央 8-30-2
電話 東京(03)753-6969(代表)

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
電話 東京(03)719-2271(代表)
郵便番号 (153)