

<記事>(9) 化合物半導体バルク単結晶の開発(主題：高品質素材の開発と利用)(素材工学研究所第一回研究懇談会)(素材工学研究会記事)

著者	小田 修
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	48
号	1/2
ページ	197-198
発行年	1993-03-30
URL	http://hdl.handle.net/10097/33866

(8) レーザーアブレーションを試料導入法として用いた誘導結合プラズマ質量分析

国立環境研究所 古田直紀

1960年に T. H. Maiman により、ルビーレーザーの報告がなされるとすぐに、レーザーを固体試料の気化、励起、そしてイオン化する手段として用いる試みがなされるようになった。レーザーを照射した際に固体表面に生成するマイクロプラズマを用いて、発光分析、吸光分析、それに質量分析が古くからなされている。マイクロプラズマの特性を調べることによって、レーザー光と固体表面との相互作用を理解しようとする試みはなされているが、その相互作用は未だにわからないことが多い。マトリックスによる影響が大きく、マトリックスの似かよった標準物質が必要となるなどの問題点があり、一般的に普及するまでには至らなかった。1975年頃より、固体試料を気化するのにレーザーを使用し、もう一つ別の光源により励起およびイオン化するタンデム方式がとられるようになった。第2の光源として、フレイムやファーンネスを用いた原子吸光分析、DCP (Direct Current Plasma), MIP (Microwave Induced Plasma), それに、ICP (Inductively Coupled Plasma) を用いた発光分析などが行われた。しかし、レーザーによって気化する仕様の絶対量が μg オーダーと少ないのに加え、絶対感度が pg 程度であったため、固体試料中の ppm オーダーが検出されるにとどまり、アーク、スパークそれに、グロー放電を用いた固体試料の発光分析と比べて格段に優れた方法にはならなかった。1980年より、ICP-MS (Mass Spectrometry) が開発され、 fg オーダーの絶対感度が得られるようになると、固体試料中の ppb オーダーの分析ができるようになり、レーザーアブレーション試料導入法が再び注目されるようになってきた。

レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析 (LA-ICPMS) の利点と欠点を他の固体試料分析法と比較した。LA-ICPMS は、シングルパルスを用いれば局所分析に分類されるが、試料を動かしながら多重パルスを用いれば全体分析に近い分析も可能になる。シングルパルスを用いた場合の空間分解能は $10\text{--}200\mu\text{m}$ と絞りこんでこれを励起源とする分析法 (EPMA, SIMS, AES) に比べると劣っているが、X線を励起源とする分析法 (XRF,

ESCA, XPS) よりは優れている。深さ方向の分解能は、レーザー光を励起源として用いているので μm オーダーが限度であるのに対し、表面分析法と呼ばれている SIMS, AES, ESCA, XPS の場合には \AA オーダーの分解能が得られる。空間分解能は中程度でも、他の局所分析法では試料を真空状態に保たなければならないのに対し、LA-ICPMS では、大気圧のもとで測定できる。LA-ICPMS では、非電導性物質も扱うことができる利点も加わる。

(9) 化合物半導体バルク単結晶の開発

日本鉱業㈱電子材料部品研究所 小田修

化合物半導体単結晶は様々な電子デバイス、光デバイス、機能素子、センサーなどに用いられ、現在のエレクトロニクスにとって不可欠の材料になっている。特に、GaP や導電性 GaAs は可視発光ダイオード、赤外レーザー用の基板として、通信用、表示用、CD プレーヤー用、フォトカプラー用など幅広く用いられ、その地位を不動のものとしている。一方、半絶縁性 GaAs は高周波 FET やデジタル IC 用として、また、InP は長波長光通信用としてその需要増加が期待されている。また、II-VI 族化合物半導体の一つである CdTe は遠赤外線検出器用の基板や放射線検出器用材料として実用化されてきた。本講演では将来性のあるこれら化合物半導体の中で半絶縁性 GaAs, InP, CdTe について、最近のトピックスを中心に述べる。

半絶縁性 GaAs については、低 EPD 化、インゴットアニリング、不純物濃度の制御などの研究が盛んに進められ、この10年間でめざましい進歩をとげ、デジタル IC も実用化されるに致ってきた。しかし、GaAs 中には As 析出物が存在することが古くから知られていたが、デバイス特性に対する影響や As 析出物の低減方法の研究がなされていなかった。最近この As 析出物の影響が明らかになり、またウェーハーアニリング法によりその低減が可能となり、高品質の半絶縁性 GaAs が得られるようになってきた。

InP に関しては、多結晶 InP の高純度化がかなり進み、また、蒸気圧制御法や VGF 法などによる低 EPD 化が活発に研究されている。3 インチ InP では EPD $5 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$ 以下、2 インチ InP では

2000 cm^{-2} 以下が実現されている。また、最近 InP でもアンドープで半絶縁性化できる可能性ができたため、この方面での研究が精力的に行われている。半絶縁性 InP も次第に半絶縁性 GaAs 並みの品質が実現され始めてきており、光デバイスのみならず、高周波デバイスとしても将来性がでてきた。

CdTe については、VGF 法で3インチ径の大口径結晶が育成できるようになった、また、HgCdTe のエピ成長用基板として転位密度が少なく、セル構造のない大口径 CdZnTe 結晶が育成できるようになっている。放射線検出器用の CdTe としては、キャリアの寿命が大きくかつ高抵抗の材料が必要であるが、THM (移動ヒーター) 法により成長した Cl ドープ CdTe 結晶でこれらの特性が再現性良く得られるようになり、90素子からなる一次元放射線検出器アレーも実用化されるに到った。

以上のように、新しい化合物半導体単結晶の開発ではめざましい進歩が見られているが、今後は ZnSe, 混晶, カルコパーライトなどの単結晶の開発も進んでいくものと思われる。

(10) 気相成長カーボンの製造とその性質

東北大学素材工学研究所 高橋 礼二郎

気相成長炭素繊維 (Vapour Grown Carbon Fibers, VGCF) は鉄などの超微粒金属の触媒効果を用いて、炭化水素 (ベンゼン, メタン, アセトンなど) や一酸化炭素の熱分解によって生成される。この VGCF は構造, 物性的に多くの特徴を有し、従来の有機化合物を原料とする PAN 系 (ポリアクリルニトリル) およびメソフィーズピッチ系の炭素繊維に次ぐ新しい形態の、多機能をもつ炭素繊維として、その発展が期待されている。

炭素繊維は、軽量で機械的・熱的強度に優れており、良い導電性を有する高性能材料である。炭素繊維と金属, プラスチックならびに炭素材との複合材料は宇宙航空技術の分野のみならず電気, 電子, 自動車, 音響材料としても広範に使用されるようになった。さらに、省資源の観点からの金属材料, エネルギー貯蔵の観点からの電池材料, 環境保全の観点から汚染物質の除去材料としての使用が検討され、工業材料としての重要性は一層増大しつつある。

ここでは、VGCF の製造方法, 成長機構, 成長

速度, 物理的・化学的・熱的物性ならびに応用分野などの現状について紹介し、注目すべきいくつかの点について説明する。

最後に、グリーンハウスガスとして世界的に問題となっている CO_2 を回収する技術の一つとして、工業排出ガス中の CO_2 処理プロセスに本方法を適用することの可能性ならびに問題点等について述べてみたい。

本報告の内容は以下のとおりである。

1. はじめに
2. 従来の炭素繊維の現状と VGCF の工学的な位置づけ
3. VGCF の製造技術
基盤上への生成から流動触媒による連続生成へ
4. VGCF の成長機構と成長速度
ベンゼン, 一酸化炭素, 天然ガス (メタン) を原料とする場合
5. 機械的強度とその他の性質
6. 層間化合物のもつ特異な物性と新分野への応用
7. 工業排出ガス中の CO_2 , CO からのカーボン製造への展開
8. むすび

(11) プラズマによる金属・セラミックスの超微粒粒子製造

日新製鋼(株)新材料研究所 宇田 雅 広

水素, 窒素などの雰囲気中で金属塊をアーク溶解するだけの簡単な操作で各種金属, 合金, セラミックス (炭化物, 窒化物, 酸化物) およびそれらの混合物の超微粉を作製することができる。金属の種類と雰囲気ガスの組み合わせによって、得られる超微粉の種類も多種多様であり、また目的とする超微粉によりその製造条件, 製造装置の構造もそれぞれ異なるが、これらの条件は 2, 3 の材料を除き殆ど未知である。アーク放電法による金属・セラミックス超微粉の製造原理, 製造可能な超微粉の種類, 製造装置の概念, 2, 3 の超微粉の特性, および超微粒粒子の応用についてのべる。