

NO.1

金材技研

1976

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

新年のごあいさつ

所長 工博 荒 木 透

1976年の年頭にあたり謹んで新年のおよろびを申し上げます。

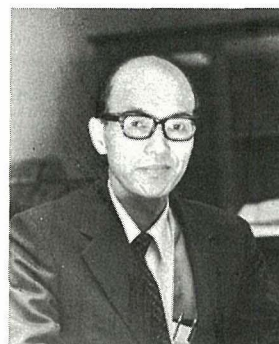
高度成長時代の終幕に到来しました激動の時代を経験しつつここにまた新しい年を迎えました。願わくば、今年は、いまわれわれが模索しております次の時代に希望の星を見出すいとぐちを把む年となることを望みたいものであります。

本年は当研究所にとりましては、創立20周年という一区切にもあたり、これまでの発展を土台にして所員一同さらに国民経済と福祉の向上、科学技術の振興に奉仕し得るように一層の努力を傾けて参らねばならないと存じております。たまたま筑波地区にはすでに第一着手の超電導材料実験棟が完成しました。新年から世界最強の超電導マグネットその他種々の新鋭設備を設置して新しい材料の開発研究に力を加えてゆくことと存じます。

資源問題に関連して日本が現在おかれております国際環境は極めて厳しいものがあります。今後の国民生活の維持向上には是非必要な資源とエネルギーの合理化に係りして多くの重要な研究課題が国内の総合的な協力解決を待っております。長期的には核融合技術の完成までを含む原子力エネルギーの開発計画、太陽熱、地熱等によるクリーンエネルギーの開発、その他の国家的研究プロジェクトが進められておりますが、関連する金属材料の技術面が一種の律速要素となることが多く指摘されます。

金属材料の高温、低温の性能の向上、腐食環境に耐える特性、超電導、超強度、超塑性など、新し

い性能を有する材料の開発創製がわれわれの金属材料研究の直接の使命であります。これに関連してその背景となり潜力を与える基礎的研究と知識の培養に努め総合力の向上も必要な要素でありましょ



う。また国産金属材料のクリープ、疲れなどの性質のデータシート作成業務は地味な反面、安全工学上必須な情報を提供する国家的仕事として推進しております。また一方、金属材料の製造プロセス面における新しい研究開発は、上記の材料と密接不離のものであるとともに利用途への経済性を高め、また生産環境問題等の困難を併せて解決するため、同様に重要な使命とするものであります。

従来より本研究所で実験室規模による研究開発の芽を育てた研究成果は、新技術開発事業団の手を経て産業界の研究技術開発の力と融合し実際生産規模での実用化の完成に向かい実を結びつつあります。

本研究所が真に国家研究機関としての使命にもとらず業務を達成して行きますために、今後とも一層各方面よりの御指導御鞭撻を賜われますようお願い申し上げます。

三元固溶半導体 $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ の気相エピタキシャル成長

Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体とⅢ－Ⅴ族三元固溶半導体の中のいくつかのものは、その特殊なバンド構造により、電界をかけると半導体媒質中に電位分布の異なった領域(高電界ドメイン)が形成される。その発生、走行、消滅を利用する高電界ドメイン素子は、その機能性および高速性のために、将来の半導体デバイスの新しい方向を呈示するものの一つである。これに関して優れた性質をもつものとして $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ ($x=0.35\sim0.90$) 三元固溶半導体が上げられる。しかしながら高電界ドメイン素子としてはきわめて低い不純物および欠陥濃度と電子が高い移動度をもつことが要求され、三元固溶半導体でそれを実現するためには、結晶成長技術上の問題が最大の課題である。

以上のような観点から、金属物理研究部では、独自に気相エピタキシャル成長法により、高品質の $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ エピタキシャル成長結晶の作製にとり組んでいる(昭和47～49年は特別研究促進調整費により、以後は一般経常研究費による)。その結果現在まで $x \geq 0.8$ の組成で再現性よくエピタキシャル成長結晶が得られるようになった。

図に本研究で使用している装置の略図を示す。出発合金原料としては、その成分元素の蒸発速度の違いからおこる分溜効果を考慮し、成分元素の化学ポテンシャルを一定に保つために、52at%Ga

-Sb合金、および52at%In-Sb合金を使用し、それぞれ固相と液相が共存する温度の690℃、500℃に保持し、適当量の水素で希釈した塩化水素ガスを毎分100ccで独立に供給する。そしてGaおよびInを塩化物蒸気とし、またSbは単体蒸気として、GaSb単結晶基板上に導入する。この成長用基板を適当な温度に加熱しておく、不均等化反応により $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ の気相エピタキシャル成長がおこる。塩化水素ガス濃度は $10^{-2}\sim10^{-4}$ モルが適当であり、成長温度としては455～470℃が適当である。成長速度は成長条件によって異なるが毎時1～3ミクロンである。写真は気相エピタキシャル成長表面の一例で、塩化水素ガス濃度は 2×10^{-3} モル%で、GaSb(111)基板上に470℃で成長させたものである。(111)面の対称性を反映した単結晶成長模様が明瞭に見られる。

さらに広い組成範囲($0 \leq x < 0.8$)で気相エピタキシャル成長を行うこと、またX線および電氣的諸性質によるエピタキシャル成長結晶の結晶評価については、目下実験を進めているところである。

$\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ の気相エピタキシャル成長の成功は、本研究が最初であり、得られた技術的成果はSbを含む他の固溶系にも応用できるものであることを考えれば、その意義はさらに大きいものであると思われる。

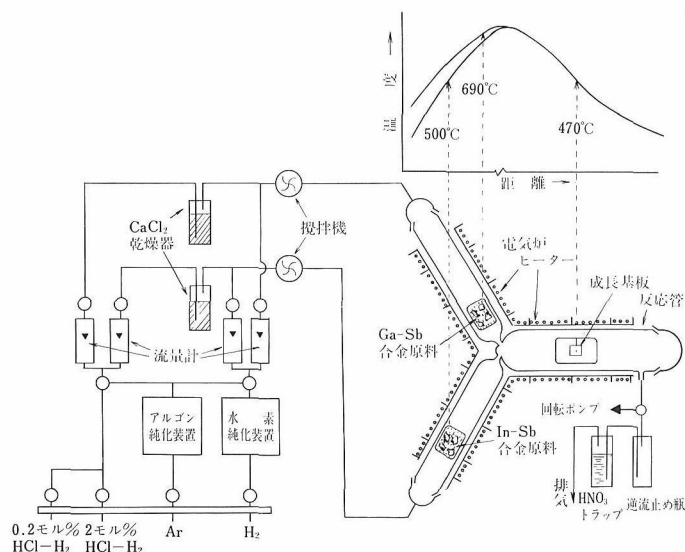


図 $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Sb}$ の気相エピタキシャル成長装置略図

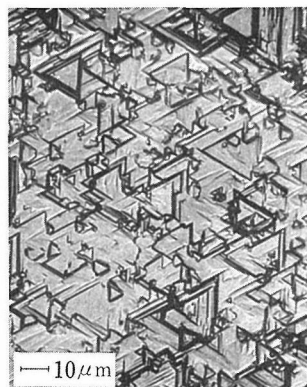


写真 $\text{Ga}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{Sb}$ の気相エピタキシャル成長表面の暗視野顕微鏡写真

疲れき裂伝播の下限界条件の自動測定

多くの構造物には、その使用開始時においてすでに欠陥が存在し、その欠陥がき裂として成長し、疲れ破壊、脆性破壊等を引き起こすことがある。構造物にこのような欠陥が潜在することは、多くの場合避けられないので、その欠陥の大きさまたは構造物に加わる荷重が、どのくらいのものまでは許容されるのかという問題が生ずる。この許容限界を決めるものとして、き裂材の疲れ限度——欠陥の潜在する部材等が、繰返し荷重を受けても破壊しない上限の値——に相当する疲れき裂伝播の下限界条件となる応力拡大係数の振巾、 $\Delta K_{th}/2$ 、が存在することが知られるようになった。しかし、この値の測定には非常な労力等が必要なため、あまり実験が行われていない。

疲れ試験部では、この疲れき裂伝播の下限界条件となる応力拡大係数の振巾を自動的に求める試験機を開発し、数種の材料についてこの値を測定している。

一般に、繰返し荷重を受ける部材のき裂長さ a は荷重繰返し数 n に伴って伝播し、疲れき裂伝播速度 da/dn と応力拡大係数の振巾 $\Delta K/2$ の関係が両対数紙上で直線関係にある。しかし、 $\Delta K/2$ が小さくなると da/dn はこの直線関係から急激に外れ、 $\Delta K/2$ がある値以下ではき裂が実用上伝播しなくなる。この疲れき裂が伝播する応力拡大係

数の振巾の下限界値を $\Delta K_{th}/2$ と定義している。写真に示す試験機は、疲れき裂長さを自動測定する渦電流き裂追尾装置を備え、き裂長さを荷重制御系のフィードバック信号に組込むことによって、き裂の進展に伴って $\Delta K/2$ を連続的に一定率 ($d(\Delta K/2)/da=C$) で減少させることができ、従来 $\Delta K_{th}/2$ を求めるために多大な人手と時間を要した操作を自動化し能率的に行うことができる。

図は得られた結果の一例である。この例では、平均応力の影響を調べるために、応力比 R (最小応力を最大応力で除した値)、をパラメータとしている。 R が大なるほど同じ $\Delta K/2$ に対する da/dn は大となり、 $\Delta K_{th}/2$ (曲線が垂直になったときの $\Delta K/2$ の値) は小さくなっている。図上、実線は実験式を表わしたもので、これは任意の応力比および応力拡大係数の振巾に対して、疲れき裂の伝播速度を予測するのに有効である。また、任意の応力比に対して決まるき裂材の疲れ限度に対応する応力拡大係数の下限界値を応力比が零のそれから予測することを可能にしている。

このように、ある材料に対して上述のような実験式の常数を求めておくことは、大型の溶接構造物などに潜在き裂の存在が避けられない現状では、これらの構造物の設計には有力な資料を与えることとなる。

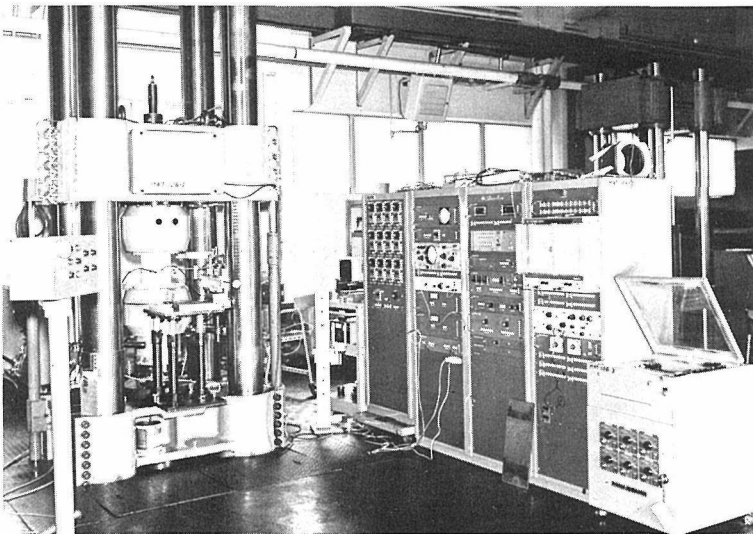


写真 開発した $d(\Delta K)/da$ 制御装置を取付けた疲れ試験機

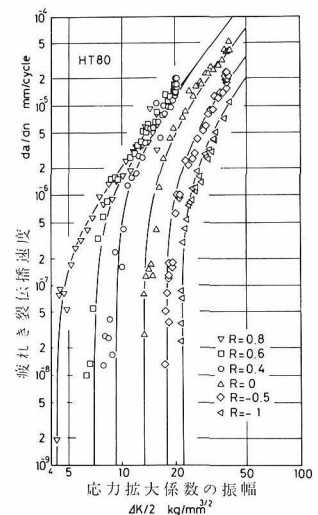


図 疲れき裂伝播速度と応力拡大係数の振巾の関係。
(使用材料: HT80)

1975年外国人訪問者一覧

国 名	人数	月 日	氏 名 ・ 機 関
ス エ ー デ ン	15名	8.18 11.4	Mr.B.Wenster, スエーデン溶接調査団 14名 Dr.Paul Forsgen, スエーデン技術開発庁
中 国	15名	9.5 11.14	呉 恕三, 中国溶接学会代表团 12名 郭 慕孫, 中国人民共和国科学技術協会 3名
西 ド イ ツ	13名	2.5 5.17 6.30 6.28 7.11 11.4	Prof.K.Lüders, ベルリン自由大学 Prof.Dr.E.Saur, Univ. of Giessen. Prof.Dr.Ing. K.Kussmaul, Expert Group Materials and Strength of the Ministry of the Interior Federal Republic of Germany. 外5名 Prof.Dr.G.Petzow, Max-Planck-Inst. für Metallforschung Inst. für Werkstoffwissenschaften. 外1名 Prof.Dr.G.Petzow, Max-Planck-Inst. für Metallforschung Pulvermetallurgisches Laboratorium. 外1名 Klaus.W.Lange, Inst. für Erzenhüttenkunde der Rhein-Westf. Technischen Hochschule Aachen.
イ ギ リ ス	5名	6.20 9.2 11.17	Dr.B.Scott, National Engineering Laboratory 外1名 Dr.J.D.Williams, Department of Mechanical Eng. Dr.Rose, International Research & Development Co., Ltd. 外1名
ソ ビ エ ト	4名	3.14 4.18 10.8 12.23	J.Navasaitis, Deam Assistant. Professor Bakshis Bronius. Dr.E.V.Zakhartchenko, The Research Inst. of Foundry Programs at the Academy of Science of the U.S.S.R. Dr.Nechaev, モスクワ鉄鋼工科大学 Prof. E.M.Sokolovskaja, モスクワ大学
オーストラリア	3名	4.25 6.12 9.1	J.J.Humphreys, Australian Embassy. Prof.Wallworth, Univ. New Southwales. Prof.Dr.Vetteridge, 南オーストラリア工科大学
韓 国	3名	1.30 12.19	宋 振泰, 漢陽大学・材料工学科 黄 海龍, 駐日本国大韓民国大使館 朴 尚赫, 科学技術處
チェコスロバキア	3名	10.21 12.1	D.B.Eremias, Prague State Inst. for Material Protection. Dr.Beleslav Eremiáš, State Research Inst. for Protection of Metals. 外1名
ルーマニア	3名	6.13 12.12	S.Marginians, ルーマニア金属工業駐日代表員 Dr.G.Suceveanu, ルーマニア大使館員 外1名
ア メ リ カ	2名	6.10 6.30	Dr.Denzil C.Pauli, Office of Naval Research. Seymour L.Blum, マイター・コーポレーション高等計画開発部長
インドネシア	2名	8.19 9.9	Trisura Suhardi, Center for Research and Development Metals and Engineering Industry, Ministry of Industry. Dr.D.Joewito, National Research Inst. for Metallurgy.
イ ン ド	2名	9.6 12.8	Dr.Nadkarni, Advani-Oerlicon社 K.G.Satyanarayana, National Aeronautical Laboratory.
チ リ	2名	11.20	Renzo. Gasparini, 国営銅鉱山公社 外1名
ハンガリー	2名	8.26 11.17	Dr.P. Csokán, Leader of Main Dept. of Corrosion and Metal Finishing, General Design Inst. for Machine Industry. Dr.Adam Rauscher, セケッド大学
ブルガリア	2名	12.5 "	Prof.Dipl-Ing, Iwan Dimov, Director Bulgarische Akademie der Wissenschaften Inst. für Metalekunde and Technologie. Dipl. Eng. Georgi Tonchev, Commercial Director Research and Production Corporation "Metal Technology."
デンマーク	1名	9.1	P.Aastrup, 溶接協会コンサルタント
ブラジル	1名	2.17	Mr.C.A.Coutinho, ウジミナス製鉄所
南アフリカ共和国	1名	11.20	N.M.Murray, 南アフリカ共和国総領事館
そ の 他	9名	3.18	昭和49年度金属加工技術集団研修コース研修員 9名

通巻 第205号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 林 弘

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号

印刷 株式会社 ユニオンプリント

電話 東京 (03) 719-2271 (代表)

東京都大田区中央8-30-2

郵便番号 (153)

電話 東京(03)753-6969(代表)