



コイル状セラミック・ファイバー：その構造と物性

岩永 浩

〈長崎大学教養部物理教室 852 長崎市文教町 1-14〉

元島 栖二

〈岐阜大学工学部無機合成化学 501-11 岐阜市柳戸 1-1〉

川口 雅之

〈セントラル硝子(株)宇部研究所 755 山口県宇部市沖字部 5253〉

最近、セラミックスの強度と靱性を向上させるために、ウiskアーで強化したセラミックス系複合材の合成とその評価が盛んに行われている。このような複合材では、強い引張り力の下でウiskアーの引抜けが起り、クラックの原因となっている。もし、強化材がコイル状ファイバーであると、マトリックスとの密着性、靱性が増して、優れた複合強化新素材となることが期待される。CVD法によるコイル状窒化ケイ素と熱分解法による二重コイル状カーボンファイバーについて、モルフォロジー、機械特性及び成長機構について紹介する。

§1. はじめに

セラミックスは、一般に高い耐熱性、硬度、化学的安定性、熱や電気の絶縁性などの多くの優れた特性を有しており、高温での耐食・耐摩耗性材料や絶縁材料として注目されている。しかし、多くのセラミックスはほとんど塑性変形せず脆性破壊を起こしやすいという大きな欠点がある。したがって、これを高温エンジニアリング材料として応用するためには、この大きな欠点を取り除き、強度と靱性を向上させる必要がある。

種々のセラミックス系ファイバー（繊維）やウiskアーで強化した繊維強化複合材料は、航空・宇宙用や工業用ばかりでなく、スポーツ・レジャー用品等に至るまで幅広く応用されている。たとえば炭素繊維は、我々の日常生活の中でも、釣竿、テニスラケット、ゴルフ用クラブのシャフト、スキー板などのスポーツ用品やレジャー用品に、炭素繊維強化プラスチックとして広く用いられており、工業材料には無縁の人たちにも広く知られるようになった。さらに最近、炭化ケイ素、チタン酸カリウム、酸化亜鉛など、種々のセラミックスの繊維やウiskアーで強化した新しい複合材料も開発されている。

現在、複合材料用の強化材として用いられている繊維やウiskアーは、すべて直線状か多少カールした形をしている。例外的に酸化亜鉛ウiskアーはテトラポット状をしているが、それぞれ1本のウiskアーをとってみると直線状である。

ところで、我々の日常生活の中でコイル状に巻いたもの

として、ベッドや車のシート用スプリング、受話器のコード、洗濯機の排水管などの蛇腹の芯、あるいは、金属加工の際に出る切り屑やカンナ屑などがある。またフジやアサガオなどのつる植物の多くは、他のものにくるくると巻き付きながら成長する。このようなコイル状という特徴ある形態をした素材は、工業材料として応用できないであろうか。

直線状の繊維やウiskアーで強化した複合材料は、従来の材料では得られないような非常に優れた多くの特性を有している。しかし、①強化材のマトリックス中への均一分散性が悪く、三次元的強化が困難である、②強化材のマトリックスからの引抜けが起りやすい、③伸びが小さく耐衝撃性に劣る。などの欠点も多い。これらの欠点は、少なからず強化材が直線状であることに起因すると考えられる。この直線状の強化材をコイル状にしたらどうなるであろうか。コイルを構成している繊維の方向は、その形態から考えると三次元的にあらゆる方向を向いているので、上記の①～③の欠点は著しく改善されるのではないだろうか。

著者らは、最近、化学気相析出（CVD）法*によるウiskアー合成の研究過程で、コイル状に巻いた窒化ケイ素ファイバーが合成出来ることを見出した。^{1,2)} またアセチレンの熱分解によりコイル状のカーボンファイバーが再現性良く合成できた。^{3,4)} コイル状ファイバーの合成例は、その他、GaP,⁵⁾ GaAs,⁶⁾ MnAs,⁷⁾ ZnS⁸⁾ について報告されている。

* CVDはChemical Vapor Depositionの略称であり、気体原料を化学反応させ、ファイバーや薄膜を合成する技術である。

図2 (a) コイルの巻方向の反転, 右巻→左巻→右巻, (b) ファイバーの枝分かれと内部貫通 (H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731 より転載)

るだけで非常に少ない。またその詳細なモルフォロジーや成長メカニズムについての検討もほとんど行われていない。

本稿ではコイル状窒化ケイ素ファイバー^{9,10)}コイル状カーボンファイバー⁴⁾のモルフォロジー, スプリング特性及びマイクロ引張り試験法¹¹⁾について紹介する。

§2. コイル状窒化ケイ素ファイバー

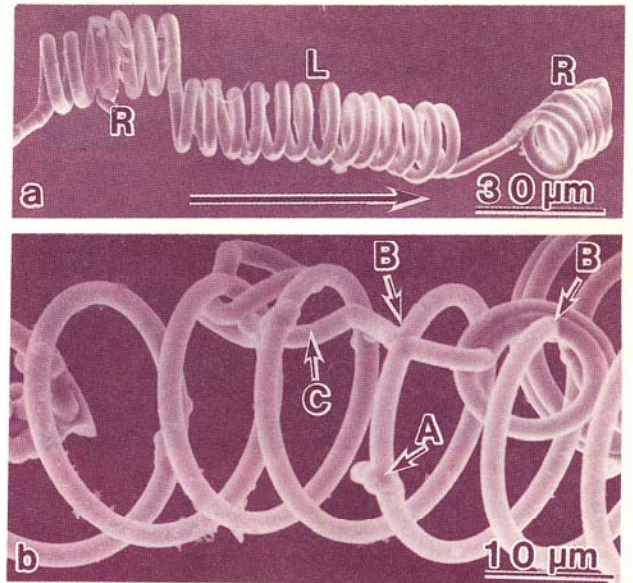
2.1 モルフォロジーと成長機構

Si_3N_4 繊維あるいはウィスカーは, CVD 法, イミド分解法, モミガラを原料とする方法などにより合成されている。筆者らは反応系として $\text{Si}_2\text{Cl}_6 + \text{NH}_3 + \text{H}_2$ 系を用い, 種々の金属を触媒として, $1,100 \sim 1,300^\circ\text{C}$ で黒鉛基板上に Si_3N_4 ウィスカーの成長を試みた。鉄触媒を用い $1,200^\circ\text{C}$ で Si_2Cl_6 と NH_3 を別々に基板に供給することにより, Si_3N_4 繊維がコイル状に巻いて成長することを見出した。²⁾ この際, 鉄は微粉末, あるいは FeCl_3 水溶液として基板に塗布した。得られた代表的なコイル状 Si_3N_4 繊維を図1に示す。繊維は, 最初, 基板に垂直に成長し, その後コイル状に成長した。コイルは白色綿状で, その綿の高さは1時間で $2 \sim 3 \text{ mm}$ に達した。ほとんどすべての Si_3N_4 繊維が大変規則正しく一定のコイルピッチ ($2 \sim 5 \mu\text{m}$) とコイル径 ($10 \mu\text{m}$) でコイル状に巻いて成長している。繊維は普通 $20 \sim 30$ 回コイル状に巻いたあと, しばらく巻くのを休んで真っ直ぐに成長し, 再び巻き始めるという特徴的な成長パターンを示した。したがってコイルの長さは $40 \sim 150 \mu\text{m}$ であった。

コイルの巻き方向は, それぞれのファイバーについて, 左巻, 右巻の両方が観察されたが, 図2(a)のように1本のファイバーがコイル状に成長 (矢印方向) するにつれて,



図1 鉄不純物により成長したコイル状窒化ケイ素ファイバー (H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731 より転載)



巻方向が右巻→左巻→右巻と途中で反転するものも観察された。このように, 巻方向が逆転する現象は“ファイバーがなぜ規則正しくコイル状に巻くのか”という素朴な疑問に対して重要なヒントを与えているのかもしれない。いずれにしても大変興味深い現象である。

図2(b)のように, こぶ状の析出物や節状に太くなっている部分 (矢印A) が観察されるのも大きな特徴である。さらに, ときどきコイルの枝分かれやコイル同士の交差も観察された (矢印B)。また, Cで示した部分のファイバーはコイルの内側へもぐりこんでいるにもかかわらずファイバーの大きさが変化していない。このことはコイルの成長が気相成長ではなく, 気相液相固相 (VLS) 成長*である可能性を示唆している。

図3(a)はコイルの一部, (b)は先端部の透過型電子顕微鏡 (TEM) の写真で, その右上に示したものはPまたはQ部分の回折写真である。ハローパターンを示していることから, コイル状のものはアモルファスであることがわかる。このように瘤状の析出物が観察されるのも大きな特徴である。この瘤状の析出物は, 不純物活性化 CVD 法で得られたウィスカーの先端によくみられる液滴に似ている。EPMA 結果からは, この部分に不純物として用いた Fe の存在は確認されなかった。しかし, Fe 不純物の存在はコイル状窒化ケイ素ファイバーの成長に必須の条件である。また, それぞれのファイバーの直径はどの部分でも同じであるので, ファイバーはかなりのスピードで規則正しくコイルに巻きながら成長するものと考えられる。従ってコイ

* VLS は Vapor Liquid Solid の略称である。これは気相から直接固相を析出させないで, 一旦液相 (液滴合金) 中に溶けこませ, その後下地結晶上に析出させる方法である。

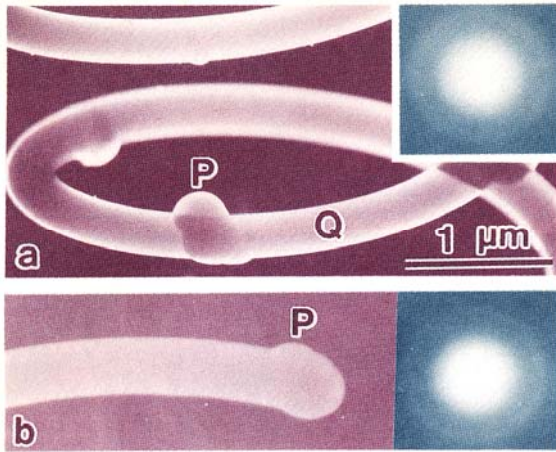


図3 (a) コイル状窒化ケイ素ファイバーのTEM像。(b) ファイバー先端部とハローパターン (H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731より転載).

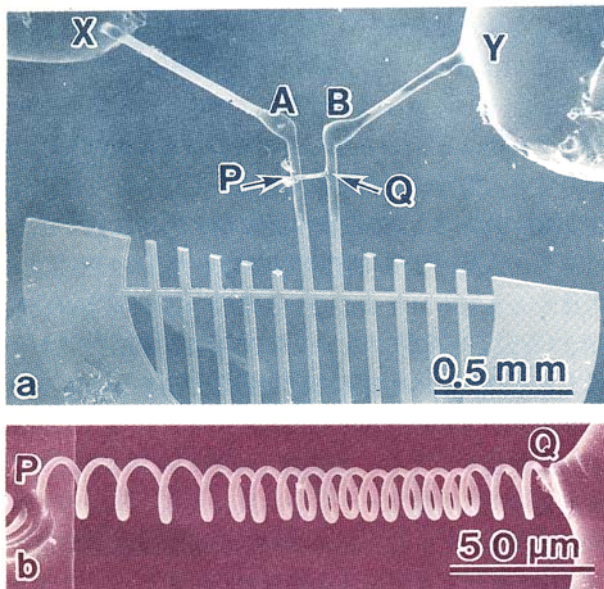


図4 (a) TEM用グリッド・メッシュのフィラメントA, Bに接着されたコイル状ファイバーPQ。(b) 拡大写真 (H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731より転載.)

ル状ファイバーはVLS機構により成長したものと考えられる。ファイバーのところどころにみられる瘤状の析出物はVLS機構における液滴の残骸かもしれない。いずれにしても、この瘤状析出物がコイル状成長に対して何らかの働きをしているものと考えられる。また、ファイバーの断面はほぼ円形で、その表面は大変滑らかであり、ファセット(小さな面)や結晶粒の成長は全く観察されなかった。このことはファイバーがアモルファスであることを裏付けている。

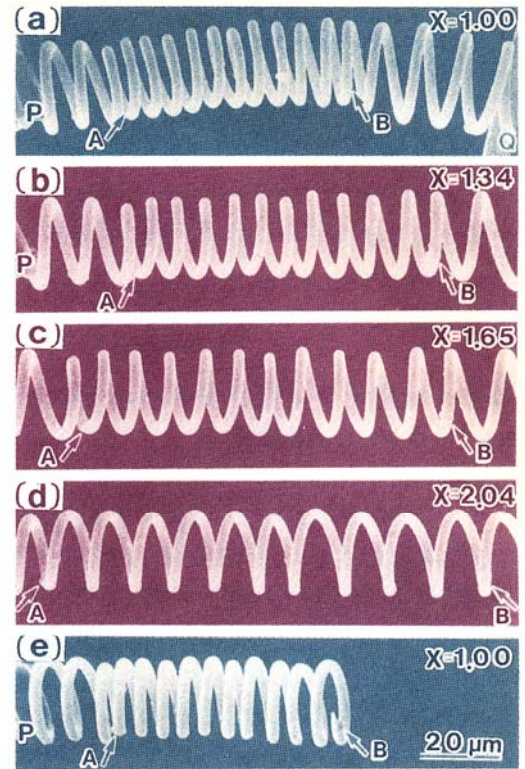


図5 コイル状窒化ケイ素ファイバーの伸びの状態。(a) スタート状態。(b)~(d) 徐々にファイバーを伸ばした状態。Xは伸び率を示す。(e) B点で切れたファイバー (H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731より転載)。

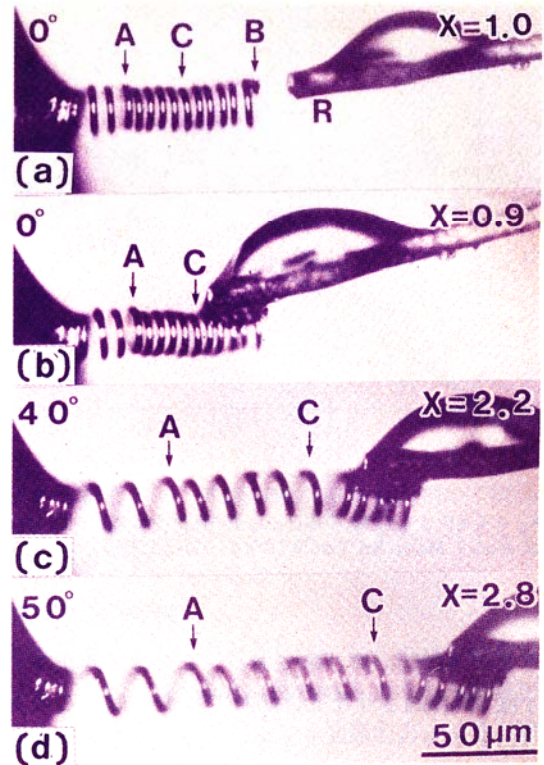
2.2 伸び方の観察

コイル状窒化ケイ素ファイバーがどこまで伸びるか、切れたときのファイバーの状態がどうなっているかを調べるために、次のような実験を行った。

TEM観察用の銅製の平行なグリッド・メッシュを準備し、その中の2本のフィラメントを残し、残り半分は切りずてる。この2本のフィラメントのP, Qに図4(a)のように1本のコイル状ファイバーを注意深く接着剤で接着する。その後、2本のフィラメントの先端A, Bに2本の細い別の金属線を接着し、その金属線の端をコンパウンドX, Yにさし込む。この状態(スタート, $X=1.0$)をSEMで観察する。図4(b)はフィラメントPQに張られたコイル状ファイバーの拡大写真である。次にSEMの外に取り出し、コンパウンドX, Yを少し変形させ、PQ間をわずかに広げる。即ち、コイル状ファイバーをわずかに伸ばすことができる。この状態を再度SEMで観察する。このような操作でファイバーを徐々に伸ばし、切れるまで繰り返す。その際、SEM中での試料のセットや試料に対する電子線の入射方向など観察の条件を変えないことが重要である。

このようにして撮ったものを図5に示す。コイル状ファ

図7 傾斜 θ に対するコイル状ファイバーの伸びを示す光学顕微鏡写真。(a) スタート状態, Rは接着剤をつけた細い金属線。(b) B点近くで接着されたコイル。(c) 40°傾斜, (d) 50°傾斜。(H. Iwanaga, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731より転載。)



ファイバーの途中にこぶA, Bが存在する。このAB間の長さの変化から伸び率 X が求まる。観察の結果, 2.2倍まで伸びたときに切れた。切れた後の状態を図5(e)に示す。丁度こぶBで切れ, AB間の長さはスタートのときの長さと同じであった。従って, コイル状窒化ケイ素ファイバーは切れるまで弾性変形のみで伸びていたことが明らかとなった。こぶBのところに応力集中があり, その点から成長方向に対し斜め方向にさせていることがわかった。

2.3 引張り強度の測定法

現在市販されている引張り試験機は小型のものでも, 測定範囲は5 gf~20 kgfである。我々が合成したコイル状窒化ケイ素ファイバーの機械的特性を測定するには, ファイバーの直径が小さいために10 mgf~500 mgfの測定範囲が必要である。このような小さな荷重を加えながら, しかも荷重に対するコイル状ファイバーの伸びが直接観察できる試験法を考案した。この方法を以下に述べる。

コイル状ファイバーC.F.の両端に適当なファイバー F_1, F_2 を接着する。スライドガラスS.G.の上にその上をすべらすことのできる荷重用として, カバーガラスC.G.(約100 mg)のをせファイバー F_1 の一端をC.G.上で図6のように接着する。一方, 光学顕微鏡をゆっくり傾斜させるために, その顕微鏡を丈夫な傾斜台(たとえば, 施盤に用いられている治具)に固く固定しておく。

上述したスライドガラスS.G.をこの顕微鏡上に静かにのせ傾斜台をゆっくりと傾斜(最大85°)させる。カバーガラスC.G.とスライドガラスS.G.との間の最大摩擦角

(20~25°)以上に傾斜させたとき, C.G.は重力でS.G.上を滑り始め, コイル状ファイバーC.F.に力が徐々に加わり伸び始める。この伸びの状態を写真またはビデオカメラで撮り, 傾斜角 θ から次の式よりそのときの荷重 W を求めることができる。

$$W = W_0(\sin \theta - \mu \cos \theta) \quad (1)$$

但し, W_0 : C.G.の重さ, μ : 最大静止摩擦係数。ファイバーの伸び δ と荷重 W との関係から, 弾性率 G , せん断応力 τ_{\max} は次の式によって求まる。

$$G = (64 nr^3/d^4)(W/\delta) \quad (2)$$

$$\tau_{\max} = 16 rW_{\max}/\pi d^3 \quad (3)$$

但し, n : ピッチ数, r : コイル半径, d : ファイバーの直径, W_{\max} : 切れるときの荷重。

この方法を用いて窒化ケイ素ファイバーの機械的特性を求めた。

2.4 機械的特性

図5(e)に示したコイル状ファイバーの光学顕微鏡写真を図7(a)に示す。図7(b)は(a)中のファイバーの右端B点近傍を直線状カーボンファイバーで接着したものを示す。AC間の長さは(a)と比較すると0.9倍に縮まっている。これは接着の際に力が加わり縮められ, スライドガラスとカバーガラスの摩擦力のために, その状態が維持されているためである。この状態からさらに傾斜させ, 40°, 50°としたときの写真をそれぞれ図7(c), (d)に示す。 X の値は

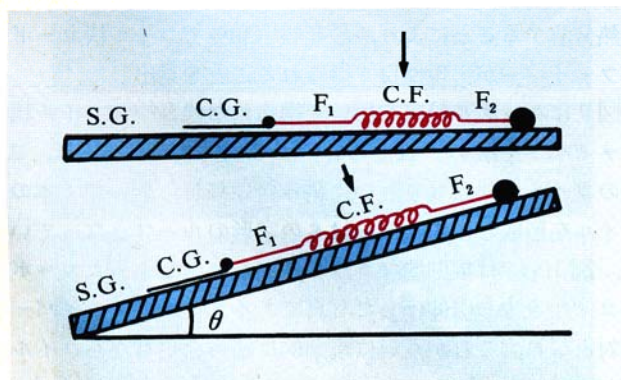


図6 光学顕微鏡の下での引張り装置の模式図。S.G.はスライドガラス, C.G.はカバーガラス, C.F.はコイル状ファイバー, F_1, F_2 は適当なファイバー, 矢印は観察方向(岩永 浩, 他: 表面技術 41 (1990) 118より転載)。

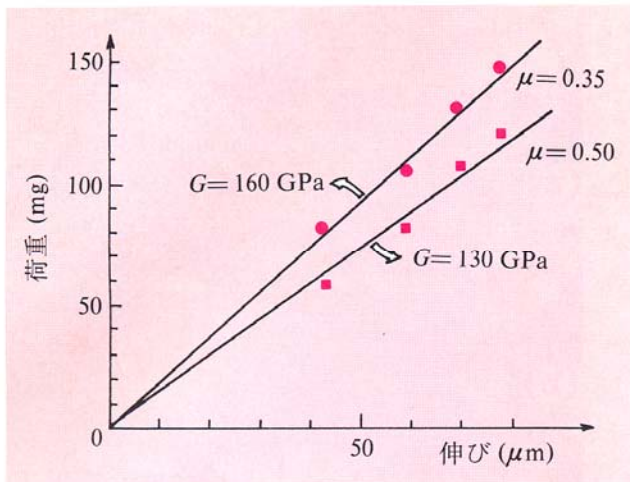


図8 コイル状ファイバーの伸びと荷重の関係を示すグラフ (H. Iwaguchi, et al.: J. Mater. Sci. Lett. 9 (1990) 731 より転載).

そのときの AC 間の伸び率である。このコイル状ファイバーは丁度 55° 傾斜させたとき切れてしまった。この実験の場合 235 g のカバーガラスを用い、スライドガラスとの間にアルミナ粒を使わなかったため、最大すべり角も $20 \sim 25^\circ$ のばらつきが見られた。従って、摩擦係数 $\mu=0.35 \sim 0.50$ と見積もられる。

AC 間の伸びと (1) 式を用いた傾斜角に対する荷重との関係を図 8 に示す。(2) 式にグラフの勾配を代入することにより剛性率 G を求めると、図に示したように $G=130 \sim 160$ GPa となり、切れるときの最大せん断応力は (3) 式より $\tau_{\max}=3.3 \sim 4.0$ GPa となる。一般に合成された非晶質窒化ケイ素繊維の引張り強度は 2.5 GPa であるので、これらのものよりコイル状窒化ケイ素ファイバーの引張り強度もかなり強いことが推測される。

* 次のような反応をいう: $2CO=C+CO_2$

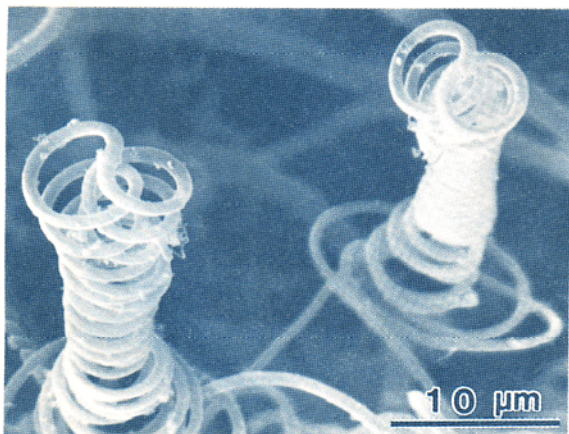


図9 二重コイル状カーボンファイバー。

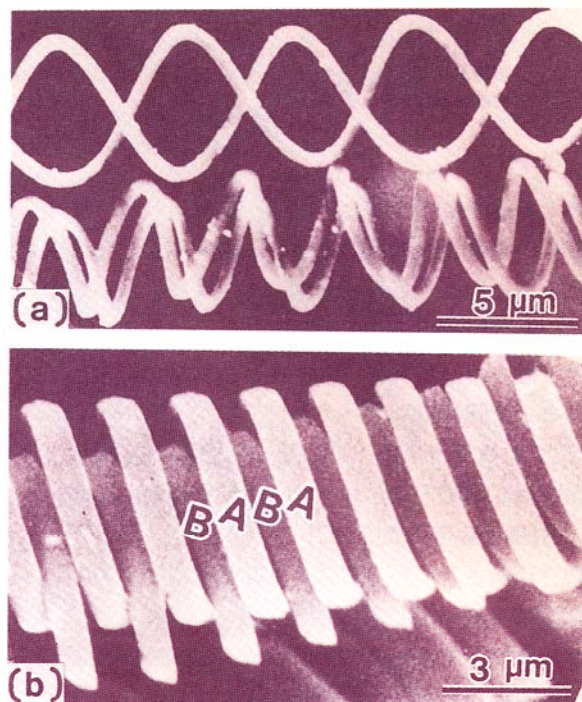


図10 コイル状カーボンファイバーのらせん構造 (S. Motojima, et al.: Carbon 29 (1991) 379 より転載).

§3. コイル状カーボンファイバー

3.1 モルフォロジー

金属触媒存在下で炭化水素を熱分解したり、一酸化炭素を不均化反応*させると、ときどきコイル状に巻いたカーボンファイバーが得られる事が古くより知られている。¹²⁾ しかし、その再現性と収率が悪かったため、工業的にはほとんど顧みられなかった。最近、鉄触媒を用いベンゼンを熱分解することにより、高弾性のカーボンファイバーを高収率で合成する方法が開発された。¹³⁾ しかし、コイル状ファイバーの成長は全く報告されていない。

著者らは、アセチレンをニッケル触媒の存在下約 700°C で熱分解することにより、最高収率30%でコイル状カーボンファイバーが再現性良く得られることを見出した。⁴⁾

図9にニッケル粉末を用いて得られた代表的なコイル状ファイバーを示す。ほとんどのコイル状ファイバーは、2本のコイルが対となり互いに絡み合いながら巻いて1本のコイルを形成し、先端部分は8の字形のループとなっている。図10(a)は規則的なコイル径とピッチをもったカーボンコイルを少し引伸ばした写真である。2本のファイバーが対となり、これが互いに規則的に絡み合いながらコイル状に巻いて1本のコイルを形成しており、あたかも、DNAのらせん構造のようである。ほとんどのコイル状カーボンファイバーがこのように2本のファイバーからできた“組合わせコイル”であり、1本のファイバーのみからで

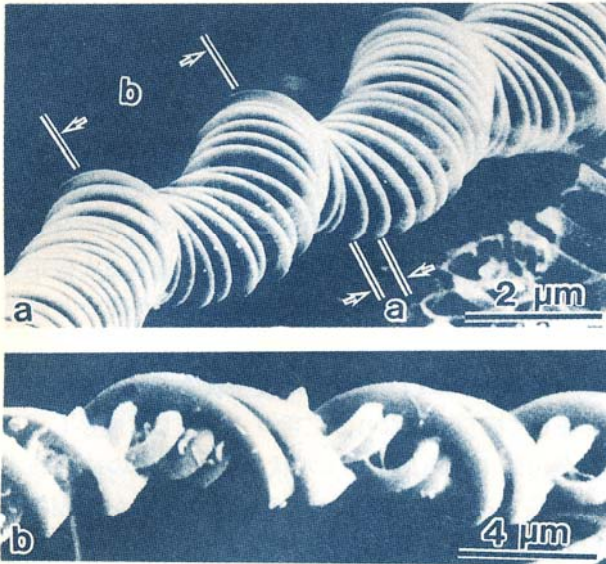


図11 (a) Ni粉末を用いた二重コイル。ピッチ a のコイルがさらに大きなピッチ b で再びコイル状に巻く。(b) 親コイルと子供コイルで、どちらも二重コイルで構成されている。(S. Motojima, et al.: Carbon 29 (1991) 379 より転載。)

きたコイルは大変珍しい。2本のコイルが互いに組合されるので、ときにはその組合せにずれが生じることが当然予想される。図10(b)にそのずれた組合せコイルの例を示す。ほとんど同じコイルピッチと径をもった2本のコイルの中心軸がずれて組合さってできていて、まるでウォームギア

のようである。この写真からも、コイル状カーボンファイバーは2本のコイルの組合せコイルであることがわかる。

図11(a)は興味あるコイルパターンを示す。まず、ファイバーがピッチ a でコイル状に巻き、このコイルがさらに大きなピッチ b で再びコイルに巻いている。いわば二重コイルである。多くのコイルの中心部は、普通、空洞で何も入っていないが、図11(b)に見られるように、ときどき(親)コイルの中心部にコイル径の小さな別の(子供の)コイルが1本あるいは2本入っていることがある。ここで特に注目すべきことは、外側の親コイルも内側の子供コイルも、ともに2本のコイルが対となって1本のコイルを形成しているらしいという点である。

3.2 スプリング特性

コイル状ファイバーの固まりはかなりの弾力性を示すので、コイル1本1本もかなり伸び縮みすることが予想される。そこで、窒化ケイ素の場合と同様の方法で伸び率(X)

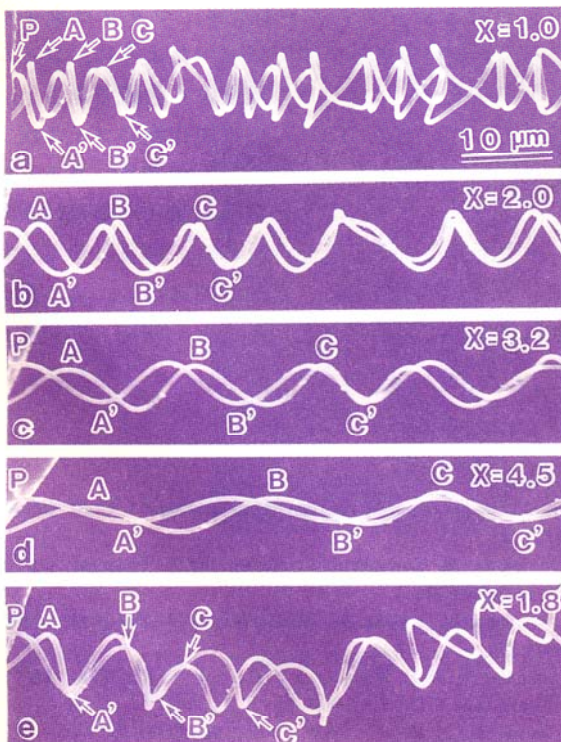


図12 コイル状カーボンファイバーのスプリング特性。(a) スタート状態。(b)~(d)は少しずつ伸ばしたときの状態。(e)は切れた後の状態。(S. Motojima, et al.: Carbon 29 (1991) 379 より転載。)

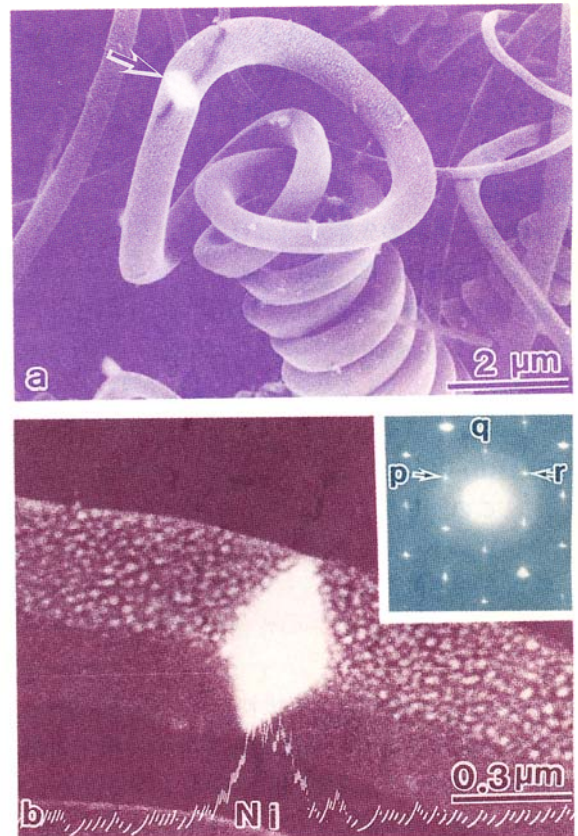
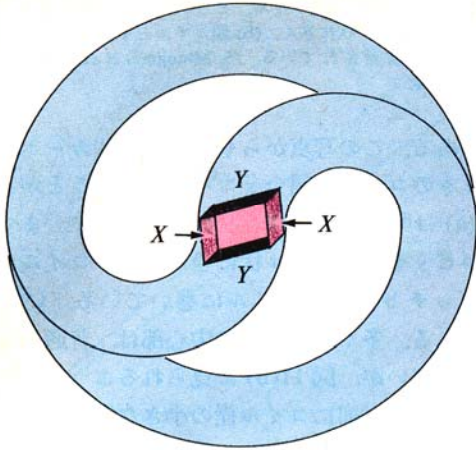


図13 (a) 二重コイルの先端とダイヤモンド状の化合物。(b) 先端部のEPMAと電子回折像。p, q, rの面間隔は3.71, 3.31, 3.60Å。(S. Motojima, et al.: Carbon 29 (1991) 379 より転載。)

図 14 二重コイル状カーボンの成長機構を示す模式図。



を測定した。その結果、伸び率が3倍までであれば完全弾性的に伸び縮みが可能であることがわかった。しかし、それ以上伸ばすと多少歪みが残る元長さまで戻らない。例えば、図12からわかるように、直線に近い4.5倍(d)まで伸び、それ以上で切れた。そのときの状態を(e)に示す。このとき1.8倍伸びた状態までしか戻らなかった。即ち、塑性変形を残した。金属製コイル(スプリング)の伸び率はせいぜい数十%であることを考えると、このコイル状カーボンファイバーは、コイル状窒化ケイ素ファイバーと同様に、いちじるしく弾力性に富んだコイルであることがわかる。

3.3 成長機構

コイル状カーボンの先端部分はほとんどの場合、8の字状の輪となっており、図13(a)に見られるように、その輪の中心部にダイヤモンド状に輝く部分が必ず観察された。この部分をEPMAを用いて分析した結果、図13(b)に示されているように、Niを含んでいることがわかった。さらに、この部分をTEMを用いて電子回折写真を撮ってみると、図13(b)の右上に示されるように単結晶のパターンを示した。この回折像から、結晶の面間隔を求めた結果、菱形状の物質はNiでもNi₃Cでもないことがわかっただけで、物質を同定することはできなかった。おそらくまだ報告されていないNiとCとの化合物であろうと考えられる。

次にこのNi化合物がコイル状カーボンの成長期に、固体であるか、液体であるかを推測するために種々の温度で熱処理を行ってみた。1,200°Cではコイルの先端部に形の変化は見られず、1,800°Cで少しくずれた。従って、コイル状カーボンの成長温度700°Cでは、固体状態で活性剤の働きをしていると考えられる。

二重コイルになる理由は次のように考えられる。図14

のように、平行な2組の結晶面XとYから菱形状物質は形作られていて、この部分にC₂H₂ガスが吸着され、熱分解によってカーボンがはき出される。そのとき、はき出される(成長する)速さがX面とY面で異なると仮定する。すなわち、Y面の方がX面より成長速度が速いと仮定すると、速い方はコイル先端部で外側へと曲がり8の字型を作る。このようにして先端部の菱形状物質は、常に先端部に存在して成長点となり、二重コイルとして成長し続けることが可能である。¹⁴⁾ コイル状窒化ケイ素の成長機構がVLS成長であるのに対し、コイル状カーボンは固相気相固相(SVS)*成長であると思われる。

§4. おわりに

CVD法によって得られた窒化ケイ素と熱分解によって得られたカーボンコイルについて、モルフォロジー、機械的特性、成長機構について紹介した。コイル状セラミックファイバーを複合材料用強化ファイバーとして用いた場合、従来大きな問題とされていた三次元的加工の困難さや繊維のマトリックスからの引抜けなどの問題も著しく改善されるものと期待できる。さらに、コイルという特徴ある形態を利用したパッキング、フィルター、マイクロ素子など種々の応用も期待できる。すでに述べたように、コイル状カーボンファイバーはかなり再現性よく合成できる上、これを原料として、SiC、TiCなどの炭化物のコイル状ファイバーが容易に合成できるという特長がある。コイル状セラミックファイバーに関する研究は緒についたばかりである。今後活発な研究と開発が行われ、さらに新しいコイル状ファイバーが合成され、これまでにない、まったく新しい素材群として大いに発展することを期待している。

文 献

- 1) S. Motojima, S. Ueno, T. Hattori and K. Goto: Appl. Phys. Lett. 54 (1989) 1001.
- 2) S. Motojima, S. Ueno, T. Hattori and H. Iwanaga: J. Cryst. Growth 96 (1989) 383.
- 3) S. Motojima, M. Kawaguchi, K. Nozaki and H. Iwanaga: Appl. Phys. Lett. 56 (1990) 321.
- 4) S. Motojima, M. Kawaguchi, K. Nozaki and H. Iwanaga: Carbon 29 (1991) 379.
- 5) E. Schonheree and E. Winckler: J. Cryst. Growth 32 (1976) 117.
- 6) A. Addamiano: J. Cryst. Growth 11 (1971) 351.
- 7) K. Barner and H. Berg: J. Cryst. Growth 46 (1979) 763.
- 8) A. Addamiano: Nature 179 (1957) 179.

* SVSはSolid Vapour Solidの略称で、固相と原料気体が反応し、拡散によって固相が析出してくる成長をいう。

- 9) H. Iwanaga, T. Iwasaki, S. Motojima and S. Takeuchi: J. Mater. Sci. Lett. **9** (1990) 731.
 10) H. Iwanaga, S. Motojima, M. Ichihara and S. Takeuchi: J. Cryst. Growth **100** (1990) 271.
 11) 岩永 浩, 岩崎 武, 元島 栖二: 表面技術 **41** (1990) 118.
 12) W. R. Davis, R. J. Slawson and G. R. Rigby: Nature **171** (1953) 756.
 13) T. Koyama, M. Endo and Y. Onuma: Jpn. J. Appl. Phys. **11** (1972) 445.
 14) M. Kawaguchi, K. Nozaki, S. Motojima and H. Iwanaga: J. Cryst. Growth (出版予定)

非会員著者の紹介: 著者の一人, 元島栖二氏は 1941 年長野生ま

れ, 名工大大学院修士課程終了。現在, 岐阜大工学部教授。専門は無機合成化学, 無機高分子化学。

著者の一人, 川口雅之氏は 1956 年和歌山県有田市生まれ。同志社工学部卒。京大工学研究科博士課程修了後, セントラル硝子(株)入社。1985~1986 年, カリフォルニア大学バークレイ校に留学。現在, セントラル硝子宇部研究所主任研究員。専門はフッ素化学, 機能性セラミックスの合成。

フォトサロン



クリスマスツリー状の腐食模様

防食性のロウを銅版に塗り, その上に鉄筆で絵を描けば, ロウははがれて銅のはだが見える。硝酸にひたしておくと, 露呈した銅の部分は凹みの腐食絵が描ける。この方法を一般にエッチングと呼んでいる。

半導体表面を化学薬品にひたして, 結晶中の欠陥を調べる方法もエッチング法と呼ばれる。このとき思いがけない形の美しい模様をめぐりあうことがある。

この写真の模様からクリスマスツリーを連想される人は多いであろう。これはテルル化カドミウムのエッチング模様である。

水平線を境界にして上の部分では浅い正三角形状のエッチング模様が境界線上の一点から発生し, 発達している。ツリーの高さは約 25 ミクロン。

岩永 浩 <長崎大教養>