

機能材料辞典

北田正弘 著

まえがき

人類の生活を変えた新しい時代の出現や現代の技術革新の多
社会的生産を担う素材の革新によるところが大きい。そ
遠い祖先が発明した材料・技術は捨て去られることな
私達の生活の中に生き続けている。材料の利用は生活の中
材をそのまま使うことから始まり、次第に異なる材料を組
せ、かつ高度に加工するようになった。装置が複雑になる
す材の種類は増加し、個々の材料がもつ機能も高度になって
最近では、システム側が新しい機能の材料を要求するよう
もとなった。

料はそれぞれの目的に応じた固有の機能を持っている。こ
能は形を保つというような比較的単純なものから、電気・
熱・磁気などの物理量が関与した複雑なものまで幅が広
システム側から見れば、どの機能も必要不可欠なものであ
るが、現代の技術革新の主な担い手となっているのは後者の材
料群で、機能材料と総称されている。先端的工業製品の多く
、これらの材料あるいは素子を装置構造として最適化したも
のである。ただし、機能材料の定義についてはまだ曖昧な点も
多く、付録にその考え方、分類の一例を示したので、参考とし
て載きたい。

本書は著者の材料ノートの中から機能材料の範疇と考えられ
る材料を抜き出し、最近のデータを附け加えて整理したも
のである。また、材料として認知されていない物質（前材料）
でも何れ材料に発展すると考えられるものも含めた。機能材料
の分野はまだ発展途上にあり、学術用語の統一されていない材
料、慣用的に使われている材料名、略語も多い。辞典としては

最もよく使われている材料名を索引できるほうが便利であり、これを使った。また、別名や、見出しにはない材料も本文中にあるので、索引も活用されたい。

先端産業と呼ばれる分野で使用されている材料の種類は年々増大の一途であり、材料技術者は幅広い知識を持たなければならない時代である。また、システム分野でも材料知識の必要な場合が多い。本書はこれらの仕事に携わる技術者、設計者、研究者をはじめ、営業・宣伝、編集・取材などの仕事をする方々、これから材料の関係する仕事に従事しようとする学生の方々などを対象に機能材料を平易に解説したものである。皆様のお役に立てば幸いである。

終りに、本書の出版にあたって一方ならぬ御苦勞を頂戴した共立出版株式会社編集部の古川昭政氏に心から感謝申し上げます。また、本書を利用された方々のますますの御発展を祈り上げたい。

昭和58年10月4日

北 田 正 弘

東京 羽村にて

例

1. 材料名（見出し）の表記法は、日本語、外国語、略語、記号を問わず、原則として表音式とし、五十音順に配列した。
2. 見出しが日本語の場合、対応する英語名を併記した。英語は全て単数表記とした。

例 永久磁石 [permanent magnet]

3. 学術用語よりも慣用名のほうが頻繁に使われている場合には、慣用名を見出しとし、[] 内に対応する学術用語、英語名を併記した。

例 ガリウム砒素 [砒化ガリウム, gallium arsenide]

4. 欧文略号で呼ばれている材料は、下記に示すアルファベットの読みに従って五十音順に配列した。

A	B	C	D	E	F	G	H	I
J	K	L	M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X	Y	Z	

例 ITO (読み方：アイティーオー)

5. 欧文略号で呼ばれている材料は [] 内に対応する英語を併記した。

例 SOI [silicon on insulator]

6. 慣用名、学術用語とともに略称がしばしば用いられる材料については、[] 内の英語名の後に略称を示した。

例 光集積回路 [optical integrated circuit; OIC]

7. 人名からつけられた材料名については、英語名の頭文字を大文字とした。

例 ホイスラ合金 [Hensler's alloy]

8. 数字は原則としてアラビア数字を用いた。周期律表に関連した材料名にはローマ数字を用いた。また、ひとつ、ふたつ

と数える場合、漢字を含む熟語として使用される場合には漢数字を用いた。

例 2-17 系磁石

例 III-V 族化合物半導体

例 二酸化クロム

9. 図表は全て通し番号とし、文中で同一番号を用いて説明されている。

10. 和文索引は表音式で五十音順に、英文索引はアルファベット順に配列されている。

ITO [indium tin oxide] In_2O_3 中に SnO_2 を 5~10% ドープした透明導電膜材料で、スパッタ法、真空蒸着法で作製する。電気抵抗率は $10^{-4} \Omega \text{ cm}$ 程度である。太陽電池、撮像板などの透明電極材料として利用される。スプレ法、硝酸塩熱分解法などの作製法もある。

アウエル合金 [Auer's metal] 発火合金の一種で、ライターなどの発火石として用いられる。ミッシュメタルを 65~80% 含む Fe 合金。ミッシュメタルを Ce に置き換えた合金、Mg を数% 添加した合金もある。摩擦によって発火するのは CeFe_3 , CeFe_2 などの金属間化合物の酸化による。発火合金は金属製のやすりによって摩擦するので、適当な硬度とするため金属組織の調製を行なう。

亜酸化銅 [cuprite, cuprous oxide] Cu_2O で示される銅の亜氧化物で赤色を呈する。直接遷移型の半導体（エネルギーギャップは 2.15 eV）で、古くから整流用ダイオードとして使われている。現在は銅板の表面を酸化して得られる Cu_2O を用いた太陽電池、 $\text{In}_2\text{O}_3/\text{Cu}_2\text{O}$ ヘテロ接合型太陽電池材料としての検討が進められている。変換効率は 1% 以下で余り高くない。

亜酸化銅整流器 [cuprous oxide rectifier] 銅-亜酸化銅 (Cu_2O) の整流特性を利用した整流器。通常、電気銅の表面酸化 (1000°C で酸化後 500°C で焼き戻して、表面の酸化銅を除去する) により Cu_2O を形成し、金属 (Cu)-半導体 (Cu_2O) 接合をつくる。低電圧計器、変調器などに使われる。

アセチル化紙 [acetic paper] 天然に得られる紙は水酸基をもっているが、これを化学的に処理して酢酸基にした紙。耐湿性にすぐれているので電気絶縁月に使用する。

圧電材料 [piezoelectric material] 機械的な力(ひずみ)を加えると電圧が発生し、電圧を印加すると機械的な力(ひずみ)が誘起される物質を圧電体と呼ぶ。圧電材料は、この電気-機械変換現象を利用した材料の総称。結晶中に永久双極子の存在する結晶、自発分極が生ずる結晶などで圧電性が観測される。圧電性を示す物質は非常に多いが、実用されているのは、ロッシェル塩、水晶、チタン酸バリウム系結晶、 $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (PZT)、磷酸二水素アンモン (ADP)、磷酸二水素カリウム (KDP)、ポリ弗化ビニリデン (PVDF) などである。機械-電気変換素子として、超音波発振器、受信器、泸波器 (フィルタ)、マイクロホン、着火装置などに使用される。表1に主な材料の圧電定数と電気機械結合定数を示す。

表 1

材 料 \ 特 性	圧電定数 (10^{-12} m/V)	電気機械結合係数 (%)
ロッシェル塩	550	76
ADP	48	32
水 晶	2.0	11
BaTiO_3	190	50
PZT	290	70
PVDF	100	32

圧電振動子 [piezoelectric vibrator] 圧電性結晶に電極を形成した電気-機械 (音響、振動) 変換素子。材料としてはチタン酸バリウム (BaTiO_3)、PZT、水晶、磷酸二水素アンモン、ポリ弗化ビニリデンなどが使われる。超音波振動子、通信用発振子、音声発振子、ブザーなどに使われる。

圧電性半導体 [piezoelectric semiconductor] 圧電性を示

す半導体。CdS, CdTe, InSb, ZnS, ZnO, ZnTe, AlN, GaAs, InAs, Se, Te などがある。弾性表面波フィルタ、超音波増幅、イメージスキャナなどの検討がなされている。

圧電性複合材料 [piezoelectric composite material] 圧電体材料粉末、たとえば、PZT ($\text{PbZr}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_3$) などを樹脂でかためた複合材料。樹脂の可撓性を生かした超音波トランスデュサへの利用が検討されている。複合化にあたっては、粉末の配列を規則的にしないと特性が著しく劣化する。樹脂との結合状態、配列状態などを連結性と呼んでおり、圧電体粉末相の規則性がよいときには圧電係数が塊状のものより大きくなる。

圧粉鉄心 [dust core] 高周波で用いられる発振トランス、同調トランス、チョークコイル、チューナなどの鉄心には、うず電流損失の低いことが要求される。100 kHz 以下では鉄板を積層したものが用いられるが、100 kHz 以上では損失が大きくなるので、鉄粉を合成樹脂で結着した圧粉鉄心を用いる。鉄心用粉末としては、鉄カーボニル $\text{Fe}(\text{CO})_5$ を分解して得たカーボニル鉄粉、モリブデン・パーマロイ (Ni-16.7% Fe-4% Mo-0.3% Mn) 粉、センダスト (Fe-9.6% Si-5.4% Al) 粉が用いられる。最近では電気抵抗率が大きく低損失のフェライト系磁石に置き換えられている。

厚膜抵抗体 [thick film resistor] 電気的に絶縁体である母相中に導電粒子を分散させた抵抗体。通常、ガラス粉（フリット）と導電率の高い金属、金属酸化物粉を溶剤とともに混合してペースト状とし、所望とする基板上に印刷、800~900 °C で焼成して抵抗体とする。導電材料としては Ag, Pt, Pd, RuO_2 など、ガラスとしては、 $\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系が使われる。導電粒子の分散の状態により、分離型、近接型、接触型があり、この順に厚膜の面積抵抗値は低くなる。湿成集積回路などの電子回路用に使用される。

アドバンス合金 [advance alloy] 標準組成 Cu-42.5% Ni-1.5% Pt の抵抗材料。電気抵抗率は $48.8 \mu\Omega \text{ cm}$ 。巻線抵抗器用材料、低温用ヒータ。熱電対、ストレイン・ゲージなどに使われる。

アニリン樹脂 [aniline resin] 熱硬化性樹脂の一種。アニリンとアルデヒドを強塩酸で重縮合させて製造する。電気絶縁材料として板、塗料などのかたちで使用する。

アバランシェ・ホトダイオード [avalanche hot diode] 電子なだれ効果（アバランシェ効果）によって光電流の増倍を行なう受光素子。電子なだれ現象は直速で起こるため、光応答速度が速く、内部利得の大きな受光素子だが、電子なだれ効果を起こすために数百Vの電圧が必要である。通常の受光素子のほか、高速応答性を必要とする光通信用としても使われる。

アブコサン [avcothane] ポリウレタンとシリコンゴムの共重合体。人工心臓用ポンプ材料として開発され、機械的強度、抗血栓性にすぐれる。

アマルガム [amalgam] 金属と水銀より成る合金の総称。Fe, Ni, Co, Pt, Mn とはアマルガムをつくらない。アマルガムは初め金・銀鉱石から金・銀を抽出するために使われた。この方法を混汞法といい、金・銀鉱石を細かく砕いて水銀を塗った板の上に水とともに流し、金・銀粒をアマルガムとして水銀に捕獲させる。アマルガムを数 100°C に加熱すると水銀だけが蒸発し、Au が得られる。歯科用に使われるアマルガムは通常 65~70% Ag, 25~30% Sn, 3~8% Sn, 0~2% Zn の合金細粒と水銀を練和したもので、加熱軟化させて歯の孔に充てんする。短時間で金属間反応により硬い金属間化合物が形成される。一般歯科材料として多量に使われているが、水銀を含んでいるので人体への影響が心配されている。高分子材料などによる充てん用材料の開発も行なわれ

ている。

アミノ樹脂 [amino resin] 熱硬化性樹脂の一種で、アミノ化合物とアルデヒド類の反応により縮重合体となる。尿素とホルムアルデヒドから製造したものがユリア樹脂、メラミンとホルムアルデヒドから製造したものがメラミン樹脂。電気的特性、耐食性などはメラミン樹脂のほうがよく、ワニス、エナメルとして使用される。

アモメット [amomet] 非晶質 (amorphous) 磁性合金の名称 (商品名)。広く非晶質金属を示す場合もある。

アモルファス合金触媒 [amorphous alloy catalyst] 非晶質合金からなる触媒。非晶質合金は成分が均一で、触媒の活性点となる構造欠陥が多量に存在する。このため、結晶性触媒より活性が高い。Ni-Zr, Pd-Zr 系などが CO の水素化触媒などとして検討されている。

アモルファス・シリコン [非晶質シリコン, amorphous silicon; a-Si] 半導体素子に通常使用される薄板状 Si は結晶であるが、Si を真空蒸着、スパッタリングなどで低温基板上 (室温程度) に形成すると Si 原子が無秩序に配置した膜が容易に得られる。これを無定形シリコン、アモルファス・シリコン、非晶質シリコンなどと呼んでいる。通常の蒸着やスパッタリングで作製したアモルファス・シリコンでは、共有結合に寄与できない結合手 (ダングリング・ボンド) があるため、きわめて多くの局在準位が存在する。このため、ドナーあるいはアクセプタとなる不純物を添加しても導電型のコントロールができない。これに対して、水素プラズマ雰囲気などで蒸着あるいはスパッタを行なうと、Si 中に水素原子が取り込まれ (図 1)、ダングリング・ボンドに水素が結合する。これによって局在準位がきわめて少なくなり、不純物添加による導電型のコントロール、導電率のコントロールが可能となる。通常アモルファス・シリコンと呼ばれているの

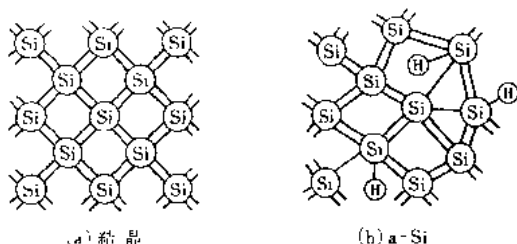


図 1

は、水素を原子%で10~30%程度含んだSi-H混合物質で、水素化アモルファス・シリコンとも呼ばれる。HのほかにC, Ge, Fなどが特性改善のために添加される。アモルファス・シリコンの作製法には水素雰囲気中でグロー放電しながらSiを蒸着する方法(GD-a-Si)、水素雰囲気中でスパッタする方法(S-a-Si)がある。後者は比較的高抵抗($10^{10} \sim 10^{11} \Omega \text{ cm}$)のSi膜が得られる。エネルギーギャップは1.7~2.1 eV程度である(図2)。アモルファス・シリコンの特徴は元々原子が無秩序に配置しているため格子欠陥の影響が少ない、スパッタや蒸着で容易に大面積のSi膜が得られる、安価である、などである。集積回路を目的とした材料開発と太陽電池や撮像板などへの応用とがあり、後者は実用化されている。図3はアモルファス・シリ

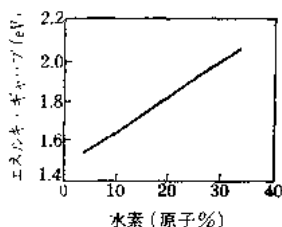


図 2

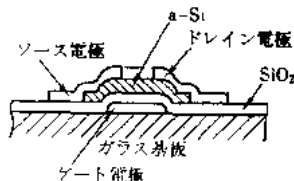


図 3

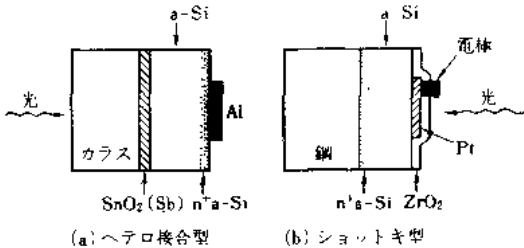


図 4

コンを使用した薄膜トランジスタの構造例で、電流-電圧特性におけるしきい値は $0.8 \sim 1.2 \text{ V}$ 程度である。また図 4 は太陽電池の構造例、図 5 は特性の例である。

アモルファス・セラミックス [非晶質セラミックス, amorphous ceramics] 広義にはガラスを含めた非晶質の酸化物、窒化物などを示す。狭義には、通常の溶解-冷却法では非晶質とな

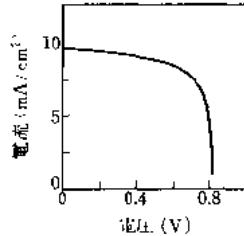


図 5

らない酸化物、窒化物などをスパッタ、化学蒸着(CVD)、急速凝固(超急冷法、スプラットクーリング)等で非晶質化したセラミックス。急速凝固法では LiNbO_3 , PbTiO_3 , BaTiO_3 , $\text{Pb}_2\text{Ge}_2\text{O}_{11}$, CVD 法では SiO_2 , Al_2O_3 , AlN , Si_3N_4 , TiC , SiC , B_4C , ZrO_2 , NbN , TiN , BN , NbC , およびこれらの混合物などが、スパッタ法では LiNbO_3 , PbTiO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , AlN など多くの非晶質が得られる。スパッタ法, CVD 法で得られる膜は半導体素子の絶縁材料, 光応用装置の光学薄膜として利用されている。

アモルファス窒化珪素 [amorphous silicon nitride] 非晶質の Si_3N_4 で主に化学蒸着法で作製される。図 6 に非晶質

化の条件を示す。電気抵抗率が高く、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ などのアルカリ金属が拡散しにくいため、半導体素子のゲート絶縁膜や素子全体の保護膜として使用される。化学蒸着に使用するガスは SiH_4 、 SiCl_4 、 NH_3 であり、 $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$ 、 $3\text{SiCl}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$ の反応により非晶質 Si_3N_4 膜が形成される。

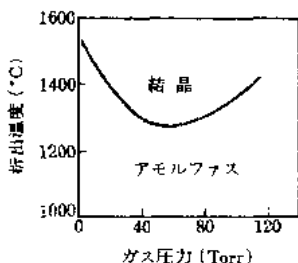


図 6

膜中には数%程度の水素が含まれている。スパッタ法でも形成できる。

アモルファス半導体 [amorphous semiconductor] 原子の配置が周期的でない非結晶固体で、電気的、光学的測定によって半導体と同様なバンド・ギャップの存在が認められる物質。非晶質半導体とも呼ばれる。電気的、光学的挙動は半導体と同様である。Si、Ge、Se などの元素は蒸着などによって容易にアモルファス状態になる。しかし、電子の結合状態が不安定な場合が多く、これを補償するような不純物の添加、多元化などの操作により実用可能な特性となる。アモルファス半導体は大別すると共有結合系とカルコゲナイド系に分けられる。共有結合系は Si や Ge などのように四面体配置に近いネットワーク上に原子が配置し、4本の共有結合手で結ばれた非晶質である。カルコゲナイド系は2配位のカルコゲナイド元素(S, Se, Te)を主成分とした多成分系非晶質で、2配位であるため原子は2次元的ネットワークをつくり、このネットワーク間を分散力あるいはファンデルワールス力が結びつけている。このゆるい結合のため多元化が容易であり、光学的・電気的性質も Si とは異なった挙動を示す。

Si 系では H, F などを添加した太陽電池、薄膜トランジスタ、撮像板、カルコゲナイド系では Te-Se-As 撮像板、金属-カルコゲナイド接合型ダイオードなどへの応用がある。

アモルファス物質 [amorphous substance] 結晶構造を示さない固体の総称。非晶質、非結晶質、ガラス状物質などとも呼ぶ。

アモルファス・ボロンナイトライド [amorphous boron nitride] 主に化学蒸着法 (CVD) で作製した非晶質の窒化硼素。BN 膜は耐熱衝撃性、耐食性にすぐれ、電気抵抗率が約 $10^{15} \Omega \text{ cm}$ と高い。このため、半導体素子分野などで B の拡散源、保護膜、絶縁膜に利用される。CVD 用ガスとしては $\text{BCl}_3\text{-NH}_3$, $\text{B}_2\text{H}_6\text{-NH}_3$ などが用いられ、非晶質析出温度は約 1050°C 以下である。非晶質 BN 膜の吸収端は 5.8 eV 。

アルカリ土類カルコゲナイド [alkali-earth chalcogenide]

周期律表の IIa 族と VI 族のカルコゲン元素との化合物で、IIa-VI 族化合物あるいはレナード蛍光体などとも呼ばれる。CaS, SrS などが代表的化合物。古くから蛍光物質として知られている。一般に化学反応性が強く、融点が 2000°C 以上で、良好な結晶の作製がむずかしい。アークイメージ炉などで単結晶が作製されている。陰極線蛍光材料として検討されている。

アルカリ・ビーズ [alkali bead] アルカリ金属塩の粒。ガスクロマトグラフィなどにおいて、窒素イオン、磷イオンを検出するためのイオン発生材料として使用する。

アルデュール合金 [aldur alloy] Al 基導電材料で標準組成は Al-0.88% Si-0.6% Mg。Al の導電率低下を抑えて強度増大を図った合金。導電率は純銅の 48%、純 Al の 80%。引張強度は 35 kg/mm^2 。

アルドレイ合金 [aldrey alloy] 送電用 Al 合金線。標準組成は Al-(0.5~0.6)% Si-(0.4~0.5)% Mg-0.3% Fe。純銅

の 55% 程度、純 Al の 90% の導電率を示す。Si, Mg などとは Al の強度、耐食性を増すために添加されており、引張強度は 37 kg/mm^2 。

アルナイズ-A [alunize A] アルミニウムおよびアルミニウム合金用ろう付け材料。航空機、車輛などのろう付けに使われる。

アルニック合金 [alnic alloy] 標準組成が Fe-25% Ni-12% Al の時効硬化型永久磁石。残留磁束密度 7100 G, 保磁力 500 Oe。切削、機械加工が不可能なため、粉末焼結、鑄造で作られる。アルニ合金 (alni alloy) とも呼ばれる。アルニコ合金 (alnico alloy) は Ni, Al のほか Co, Cu 等を含む。

アルパーム [alperm] Fe-Al 系の高透磁率合金で標準組成は Fe-16% Al。Fe-Al 系には Fe_3Al なる規則合金があり、これを規則-不規則変態温度から急冷すると高透磁率合金が得られる。アルパームの保磁力は 0.02 Oe, 初透磁率は 6000, 最大透磁率 60,000, 飽和磁束密度 8000 G, 電気抵抗率 $140 \mu\Omega \text{ cm}$ 。磁心材料として使われる。Fe-12% Al 合金 (ハイパーマル) は焼鈍状態で透磁率が最大となる。Al が 10~14% の合金は磁歪定数が大きく (4×10^{-5})、磁歪材料として使われる。

アルフェノール合金 [alfenol alloy] 電気抵抗率が高く、低磁場で透磁率の高い軟磁性材料。12~16% の Al を含む Fe 合金で初透磁率は 2000~4000, 最大透磁率は 20,000~80,000, 保磁力は 0.04~0.1 Oe, 電気抵抗率は $150 \sim 160 \mu\Omega \text{ cm}$ である。磁歪材料としても使われる。

アルフレックス合金 [aluflex alloy] 高純度の Al に約 0.7~0.8% の Mg を加えた導電材料。細線あるいは編被覆線として用いられる。

アルミニウム電解コンデンサ [aluminium electrolytic capaci-

tor] 表面を陽極酸化した Al 箔を陽極とし、対向する Al 陰極の間に電解質をはさんだコンデンサ。Al は 99.9~99.99% の高純度のものを使用する。陽極酸化皮膜の厚さは必要とする耐圧によって異なる。この酸化皮膜 (Al_2O_3) が誘電体の役割を果たす。電解質にはクラフト紙などにエチレングリコールを溶媒とした硼酸アンモニウムを含浸させたものの、 MnO_2 などの固体電解質を用いたもの、などがある。電解コンデンサ、アルミニウム箔電解コンデンサ、乾式電解コンデンサ、アルミニウム固体電解コンデンサ (MnO_2 を使用したもの) などとも呼ばれる。電子機器用として広く使われている。

アルメル合金 [alumel alloy] 熱電対用合金で、標準組成は Ni-2% Al-2.5% Mn-1% Si。熱電対に使用するため Ni の特性を改善する目的で作られた。通常クロメル合金線と一端を接合し、熱電対に使用する。電気抵抗率は $33 \mu\Omega \text{ cm}$ 。

アレイ型超音波探触子 [arrayed supersonic detector] 超音波を電気信号に変換あるいはこの逆を行なう素子で、PZT [$\text{Pb}(\text{Zr}_{0.2}\text{Ti}_{0.8})_2\text{O}_9$] 結晶などの持つ圧電効果を利用する。医療用超音波断層撮影装置に使われる。断面が角形で棒状の PZT をゴム等の吸音材上に数 100 個並べ、これに電極をつけて信号の入力あるいは出力を行なう。通常、探触子の上に超音波を収束するためのレンズ (Si など) を取り付ける。

泡ガラス [cellular glass, foam glass] ガラス細粉と発泡剤を混合して $800\sim 900^\circ\text{C}$ で焼成し、泡状の中空ガラスの集合体としたガラス材料。独立気泡の集合体であり、断熱性が高く、軽量である。保温用断熱材などに使われる。

アンチモン化アルミニウム [aluminium antimonide] AlSb で示される III-V 族化合物半導体で、結晶構造はジंकブレンド型、室温におけるエネルギー・ギャップは 1.62 eV である。電子移動度 ($0.02 \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$) より正孔移動度 ($0.042 \text{ m}^2/$

V.s) が大きい特徴を示す。アルミニウム・アンチモンとも呼ばれる。太陽光の電気変換効率(理論値)が化合物半導体の中で最も大きい。

アンチモン化ガリウム・アルミニウム [gallium aluminium

antimonide] GaSbとAlSb

の混晶で組成により特性が異なる。通常 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ で示され、 x が 0.25~0.3 の化合物は近赤外領域に感度を有する光検出材料となる。

GaSb などの基板上にエピタキシャル成長して作製する。

図7に組成によるエネルギーギャップの変化を示す。

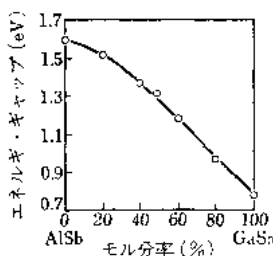


図7

安定化ジルコニア [stabilized zirconia] 8~10 モル % の

CaO を添加した ZrO_2 焼結体。 ZrO_2 は高温では立方晶、低温では単斜晶となるが、CaO の添加により高温安定相である立方晶が室温まで安定となる(図8)。これを安定化ジルコニアと呼び、酸素の移動度が高い酸素イオン伝導体である。酸素センサではジルコニア焼結体にガスが通過できる多孔質電極を一对設け、400~500°C 以上に保持する。電極間に電圧を印加した状態で両面の O_2 濃度が異なると図9で示すように酸素イオンの移動が起きて電流が流れる。これによ

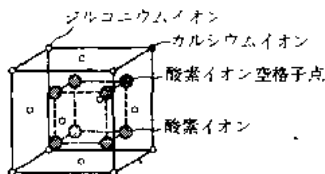


図8

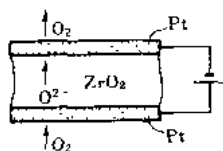


図9