

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2015 (01.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144121 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01B 1/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/000153

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. März 2015 (26.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 004 592.7 26. März 2014 (26.03.2014) DE

(71) Anmelder: **FEEGOO LIZENZ GMBH** [DE/DE];
Kaistrasse 101, 24114 Kiel (DE).

(72) Erfinder: **VAN HATTUM, Edgar, Johannes**; Amtland 4,
29303 Bergen (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE KLIKKOW &
PARTNER MBB**
PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT; Jessenstr. 4,
22767 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)*

(54) Title: PLASTIC FIBRE WITH ELECTRICAL CONDUCTIVITY

(54) Bezeichnung : FASER AUS KUNSTSTOFF MIT ELEKTRISCHER LEITFÄHIGKEIT

(57) Abstract: The invention relates to a plastic fibre having an electrical conductivity. Said fibre material is formed from a PET base material. Elements are embedded in the base material. Said elements comprise an atomic order of magnitude and overlap at least in regions with their electron clouds.

(57) Zusammenfassung: Die Faser besteht aus Kunststoff und weist eine elektrische Leitfähigkeit auf. Das Fasermaterial wird durch einen Grundwerkstoff aus PET gebildet. In den Grundwerkstoff sind Elemente eingelagert. Die Elemente weisen eine atomare Größenordnung auf und überlappen sich mindestens bereichsweise mit ihren Elektronenwolken.



WO 2015/144121 A2

Faser aus Kunststoff mit elektrischer Leitfähigkeit

Die Erfindung betrifft eine Faser aus Kunststoff mit elektrischer Leitfähigkeit, wobei das Fasermaterial durch einen Grundwerkstoff aus PET gebildet ist, welchem Elemente eingelagert werden.

Es ist seit geraumer Zeit bekannter Stand der Technik, Kunststoffe oder Kunststoffkompositwerkstoffe für verschiedene technische Anwendungen, beispielsweise als Basismaterial für Kleidungsstücke, als Isolationsmaterial usw. einzusetzen. Eine dieser in großem Umfang eingesetzten Kunst-

stoffsorte ist das Polyethylenterephthalat (PET). Dieser PET-Kunststoff ist ein durch Polykondensation hergestellter thermoplastischer Kunststoff aus der Familie der Polyester.

PET ist von polarer Grundstruktur und weist starke zwischenmolekulare Kräfte auf. PET-Moleküle sind darüber hinaus linear, d.h. ohne Vernetzungen aufgebaut. Aufgrund der polar-linearen Struktur ist PET durch teilkristalline Bereiche und Fasern gekennzeichnet, die eine hohe Bruchfestigkeit und Formbeständigkeit auch in Temperaturbereichen von über 80°C verursachen. Somit ist PET als Werkstoff generell auch für diese Temperaturbereiche geeignet.

PET-Werkstoffe werden aus Monomeren wie Terephthalsäure beziehungsweise Benzoldicarbonsäure und Ethylenglycol beziehungsweise Dihydroxyethan oder Ethandiol hergestellt. Um für die gewerbliche Anwendbarkeit relevante Mengen produzieren zu können, erfolgt die großtechnische Herstellung durch Umesterung von Dimethylterephthalat mit Ethandiol. Im Rahmen dieser Gleichgewichtsreaktion entsteht eine unerwünschte Mehrmenge von Ethandiol, beziehungsweise es ist für die Reaktion erforderlich, dass dieser Stoff durch die Reaktionsführung wieder abdestilliert wird, um das Gleichgewicht günstig zu beeinflussen. Die alternativ mögliche Schmelzphasenpolykondensation ist für die Produktion großer Mengen ungeeignet, weil diese Herstellungsform zu große Zeiträume beansprucht. Um eine hohe PET-Güte zu erreichen, wird abhängig vom gewünschten Verwendungszweck eine Festphasenpolykondensation nachgeschaltet, um eine weitere Kondensation zu erreichen. Eine weitere bekannte Herstellungsmöglichkeit von PET besteht in der Veresterung von Ethandiol mit Terephthalsäure.

Generell handelt es sich bei den PET-Molekülen um langkettige Strukturen, die überwiegend aus Kohlenstoff, Wasserstoff und einigen weiteren Atomen bestehen. Die Moleküle besitzen eine spiral- bis knäuelartige Anordnung. Dies führt dazu, dass insbesondere im amorphen Zustand eine Vielzahl von Freiräumen im atomaren Bereich zwischen den Molekülen vorhanden ist. Durch eine axiale oder biaxiale Orientierung des Materials können diese Freiräume verkleinert werden, was beispielsweise zu einer höheren Festigkeit des Materials und zu einer verringerten Gasdurchlässigkeit führt.

Neben der Anwendung von PET in reiner Form ist aus dem Stand der Technik auch dessen Werkstoffmodifikation bekannt. Als Basismaterial für Kompositwerkstoffe können dem thermoplastischen Kunststoff andere Elemente hinzugefügt werden. Im Reinzustand handelt es sich bei PET im Wesentlichen um einen elektrischen Nichtleiter. Durch eine Einlagerung beispielsweise von metallischen Atomen in die Freiräume zwischen den Molekülen oder durch eine Anlagerung von beispielsweise metallischen Atomen an die PET-Moleküle können dem Material in einem gewissen Umfang elektrisch leitfähige Eigenschaften verliehen werden. Entsprechend metallisch dotierte PET-Fasern leiten somit bei einem Anlegen einer Spannung einen elektrischen Strom.

Weiterhin ist bekannt, dass verschiedene, vorwiegend metallische Werkstoffe wie z.B. Legierungen mit Gadolinium oder anderen Seltene-Erden-Metallen, einen magnetokalorischen Effekt aufweisen. Bei dem magnetokalorischen Effekt erwärmt sich das Material, wenn es einem Magnetfeld ausgesetzt wird und es kühlt sich wieder ab, wenn der Magnetfeldeinfluss beendet wird. Ursache dieser Erwärmungsreaktion ist die

Ausrichtung der magnetischen Momente des Materials durch das Magnetfeld und deren Abhängigkeit von der Magnetfeldstärke. Durch die Ausrichtungsgeschwindigkeit der magnetischen Momente entsteht Wärme. Eine mögliche Anwendung könnte die Verwendung als Kühlmittel sein, dadurch periodische Magnetisierung und gleichzeitiges Abführen der entstehenden Wärme eine Kühlwirkung erreicht werden kann.

Der magnetokalorische Effekt ist legierungsabhängig stark hysteresebehaftet. Um den magnetokalorischen Effekt auch im Zusammenhang mit Anwendungen zu realisieren, die eine ggf. additive mechanische Belastung bedeutet, werden Legierungen gesucht, die diese physikalischen Effekte und Eigenschaften kombinieren. Ein weiteres Problem der technischen Anwendung dieses Effektes neben dem unerwünschten Hystereseverhalten ist die Tatsache, dass bisher dieser Effekt bei bekannten Legierungen und Werkstoffzusammensetzungen vergleichsweise schwach ausgeprägt ist.

Der Skin-Effekt, auch Stromverdrängung, ist ein Effekt in von höherfrequentem Wechselstrom durchflossenen elektrischen Leitern, durch den die Stromdichte im Inneren eines Leiters niedriger ist als in äußeren Bereichen. Er tritt in relativ zur Skin-Tiefe dicken Leitern und auch bei elektrisch leitfähigen Abschirmungen und Leitungsschirmen auf. Der Skin-Effekt begünstigt mit zunehmender Frequenz die Transferimpedanz geschirmter Leitungen und die Schirmdämpfung leitfähiger Abschirmungen, erhöht aber den Widerstandsbelag einer elektrischen Leitung. Das bedeutet praktisch, dass die Skintiefe, d.h. die Leitschichtdicke, werkstoffabhängig mit zunehmender Wechselstromfrequenz abnimmt. Infolge hoher Wechselstromfrequenzen von mehr als 100 kHz

ist innerhalb einer Kupferleitung eine Skintiefe von 0,21 mm vorliegend.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Faser der einleitend genannten Art derart bereitzustellen, dass eine genau definierte Emission und/oder Absorption von Strahlungsenergie und dass eine kostengünstige Produktion möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst dadurch, dass eine Werkstoffgrundkomponente durch PET gebildet wird, welchem durch geeignete Dotierungselemente Eigenschaften eingeprägt werden.

Die Dotierungselemente können dem PET-Werkstoff zusätzlich die Fähigkeit zur wenigstens teilweisen Leitung elektrischer Energie verleihen. Die Dotierungselemente zum einen Eigenschaften als Absorber für Strahlungsenergie generieren, zum anderen können sie Eigenschaften als elektrische Leiter generieren. Durch eine Einlagerung beispielsweise von metallischen Atomen in die Freiräume zwischen den Molekülen oder durch eine Anlagerung von beispielsweise metallischen Atomen an die PET-Moleküle können dem PET-Material in einem gewissen Umfang elektrisch leitfähige Eigenschaften verliehen werden.

Entsprechend metallisch dotierte PET-Fasern leiten somit bei einem Anlegen einer Spannung einen elektrischen Strom. Je nach elektrischem Widerstand dieses Kompositwerkstoffes generiert dieser in Abhängigkeit vom angelegten Strom Strahlung oder absorbiert diese. Die Effekte werden in Abhängigkeit vom zuvor beschriebenen Skin-Effekt und durch additive Absorption von Strahlungsenergie unterstützt. Das

bedeutet, dass der erfindungsgemäße PET-Kompositwerkstoff eine neue Werkstoffalternative für die Strahlungsabsorption oder Strahlungsgenerierung zu den bekannten Metall-Fasermaterialien darstellt.

Zusätzlich werden die mechanischen Eigenschaften des PET hinsichtlich seiner Bruchfestigkeit und Formbeständigkeit auch in Temperaturbereichen von über 80°C genutzt, um dem Absorbermaterial Anwendungsbereiche mit diesen erhöhten mechanischen Anforderungen zu eröffnen.

Eine weitere Eigenschaft des erfindungsgemäßen Absorbermaterials besteht in seiner von den jeweiligen Dotierungselementen abhängigen Eigenschaft, wenigstens teilweise elektrisch leitfähig zu sein. Insbesondere wenn der PET-Kompositwerkstoff ein Basismaterial für eine beliebig geartete Wärmequelle darstellt, können die physikalischen Effekte der Absorptionsfähigkeit und der elektrischen Leitfähigkeit für die Erhöhung der abzugebenden Wärmemenge kombiniert und somit erhöht werden dadurch, dass zusätzlich zur emittierten Wärmestrahlung aufgrund der Strahlungsabsorption mittels eines an das PET-Kompositmaterial angelegten Spannung infolge des elektrischen Widerstandes des Materials zusätzlich auf elektrischem Weg Wärmeenergie erzeugt wird.

Eine weiterhin interessante Anwendung des PET-Kompositwerkstoffes ist durch seine Eigenschaft eröffnet, den magnetokalorischen Effekt zu realisieren und gleichzeitig die dem PET zu eigenen verbesserten mechanischen Werkstoffeigenschaften aufzuweisen. Durch geeignete Dotierungselemente lassen sich dem erfindungsgemäßen Material somit auch Kühlwirkungseigenschaften einprägen.

Die erfindungsgemäße Lehre erkennt, dass die für die PET-Dotierung geeigneten Elemente insbesondere MnFe-Phosphorverbindungen, $\text{MnFe(As,PwGexSiz)s}$; FeMn-Phosphorverbindungen mit As,Si-Phosphor - Substitution ggf. kombiniert mit La(FeMnP)AlCo ; Verbindungen mit Mn-Zn sind.

Eine bevorzugte Anwendung liegt in der Verwendung der Dotierungs-Strukturformel $\text{MnFe(As,PwGexSiz)s}$. Diese Verbindung verfügt über hohe Kühlfähigkeiten bei Temperaturen von 200 bis 600 K, insbesondere bei 280 bis 500 K. Diese Verbindung zeigt einen sehr starken magnetokalorischen Effekt. Der Einsatz dieses Komounds ist umweltfreundlich aufgrund der Tatsache, dass die umweltschädlichen Substanzen, insbesondere die Mn-Moleküle, in der PET-Grundmatrix gebunden sind. Sehr effiziente Ergebnisse sind erzielbar, wenn $x = 0,3-0,7$ ist und/oder w kleiner gleich $1-x$ und $z = 1-x-w$ in seiner strukturellen Verbindung. Vorzugsweise ist in dieser spezifischen Einstellung das Material in einer hexagonalen Strukturierung des Fe_2P -realisiert.

Die Herstellung der verschiedenen Werkstoffzusammensetzungen kann in einer Kugelmühle und unter Schutzgasatmosphäre erfolgen.

Eine Legierung von $5g \text{ FeMnP}_{0,7}\text{GeO}_{0,3}$ mit einer kritischen Temperatur von etwa 350 K kann beispielsweise durch Mischen der reinen Elemente, die eine Qualität von 3N aufweisen, in den folgenden Mengen: $\text{FeMnP}_{0,7}\text{GeO}_{0,3}$ hergestellt werden. In einer geschlossenen Kugelmühle werden diese Elemente unter einer schützenden Atmosphäre gemahlen, bis ein amorphes oder mikrokristallines Produkt erhalten wird. Je nach den Eigenschaften der Mühle kann ein solches Produkt innerhalb

von 20 Minuten bis zu wenigen Stunden gewonnen werden. Das Pulver wird danach in einer geschlossenen Ampulle in geschützter Atmosphäre erhitzt, bis eine Temperatur von etwa 800 bis 1050 GradC erreicht ist. Danach wird dieses auf eine Temperatur von etwa 650 GradC getempert. Die Legierung kristallisiert in einer hexagonalen Fe₂P-Struktur.

Eine Legierung von 5g FeMnP_{0,5}Ge_{0,5} mit einer kritischen Temperatur von etwa 600 K wird durch Mischen der reinen Elemente, die eine Qualität von 3N aufweisen, in den folgenden Mengen: Fe=1,72 g, Mn=1,69 g, P=0,476 g und Ge =1,12 g hergestellt. In einer geschlossenen Kugelmühle werden diese Elemente unter schützender Atmosphäre gemahlen, bis ein amorphes oder mikrokristallines Produkt erhalten wird. Je nach den Eigenschaften der Mühle kann ein solches Produkt innerhalb von 20 Minuten bis zu wenigen Stunden gewonnen werden. Das Pulver wird danach in einer geschlossenen Ampulle in geschützter Atmosphäre erhitzt, bis eine Temperatur von etwa 800 bis 1050 GradC erreicht ist. Danach wird dieses auf eine Temperatur von etwa 650 GradC getempert.

Die Legierung kristallisiert ebenfalls in einer hexagonalen Fe₂P-Struktur.

Eine Legierung von 5g FeMnP_{0,5}Ge_{0,1}Si_{0,4} mit einer kritischen Temperatur von etwa 300 K wird durch Mischen der reinen Elemente, die eine Qualität von 3N aufweisen, in den folgenden Mengen: Fe=1,93 g, Mn=1,90 g, P=0,535 g, Ge=1,251 g und Si=0,388 g hergestellt. In einer geschlossenen Kugelmühle werden diese Elemente unter schützender Atmosphäre gemahlen, bis ein amorphes oder mikrokristallines Produkt erhalten wird. Je nach den Eigenschaften der Mühle kann ein solches Produkt innerhalb von 20 Minuten bis zu wenigen

Stunden gewonnen werden. Das Pulver wird danach in einer geschlossenen Ampulle in geschützter Atmosphäre erhitzt, bis eine Temperatur von etwa 800 bis 1050 GradC erreicht ist. Danach wird dieses auf eine Temperatur von etwa 650 GradC getempert. Die Legierung kristallisiert ebenfalls in einer hexagonalen Fe₂P-Struktur.

Eine alternative Ausführung wird erhalten durch Modifikationen von Legierungen der Ausgangsmaterialien anstatt von den reinen Elementen - dies ist besonders vorteilhaft, wenn Si in der Legierung verwendet wird. Dies basiert auf der Tatsache, dass FeSi-Legierungen sehr stabil sind und erhalten werden, wenn reines Fe und Si in der Mühle verfügbar sind.

Eine Legierung von 10 g Fe_{0,86}Mn_{1,14}P_{0,5}Si_{0,35}Ge_{0,15}, die eine kritische Temperatur von 390 K aufweist, wird erhalten durch Mischen der reinen Elemente, die eine Qualität von 3N aufweisen, und der Legierung Fe₂P, die eine Qualität von 2N aufweist (Alpha Aesar 22951), in den folgenden Mengen: Fe₂P=4,18 g, Mn=4,26 g, P=0,148 g, Si=0,669 g und Ge=0,742 g.

In einer geschlossenen Kugelmühle werden diese Elemente unter einer schützenden Atmosphäre gemahlen, bis ein amorphes oder mikrokristallines Produkt erhalten wird. Je nach den Eigenschaften der Mühle kann ein solches Produkt innerhalb von 20 Minuten bis zu wenigen Stunden gewonnen werden. Das Pulver wird danach in einer geschlossenen Ampulle in geschützter Atmosphäre erhitzt (gesintert), bis eine Temperatur von etwa 800 bis 1050 Grad C erreicht ist. Danach wird dieses auf eine Temperatur von etwa 650 Grad C getempert. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die beispielhaft

beschriebene Ausführung beschränkt. Die Mengen können auf vielfältige Weise variieren.

In den Zeichnungen sind die der Erfindung zugrundeliegenden Effekte und Ausführungsbeispiele der inneren Struktur des Materials schematisch dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 den physikalischen Skin-Effekt anhand einer Diagrammdarstellung, d.h. die äquivalente Leitschichtdicke δ in mm verschiedener Metalle über der Wechselstromfrequenz f in kHz
- Fig. 2 in einer zusammengestellten Darstellung das Absorptionsverhalten verschiedener Atmosphäregase in Abhängigkeit der Wellenlänge
- Fig. 3 die Mikrostruktur von $\text{FeMnP}_{0,5}\text{Si}_{0,5}$,
- Fig. 4 in einer perspektivischen Darstellung die Struktur von $\text{Mn}(\text{CO})_5$ -Anionen,
- Fig. 5 in einer perspektivischen Darstellung die Struktur von $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$,
- Fig. 6 in einer perspektivischen Darstellung in der oberen Abbildung die Struktur der Verbindung $[\text{Fe}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$ und in der unteren Abbildung die Struktur der Verbindung $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]^{2-}$ Anion. Es wurde auf die Darstellung der CO-Gruppen verzichtet. Die Ebenen, die die Kohlenstoffatome jedes Mn-Atom spannt sind durch durchgezogene Linien angedeutet,

- Fig. 7 in einer perspektivischen Darstellung einen Teil einer alternierenden Kette von dreikernigen $[\text{Fe}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$ - und zweikernigen $[\text{Fe}_2(\text{Se})_2(\text{CO})_6]$,
- Fig. 8 in einer perspektivischen Darstellung die Überlagerung der Strukturen von $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]_2$ - (fett dargestellt) und $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{SeMe}_3)(\text{CO})_9]_2$ - (dargestellt als gestrichelte Linie) (9), welche eine komplette 2-my-Kohlenstoffbrücke bilden,
- Fig. 9 in einer Diagrammdarstellung das ^1H -NMR-Absorptionsverhalten von Ph-Protonen in $[\text{Ph}_4\text{P}]_2[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$ (im linken Figurenteil A) und $[\text{Ph}_4\text{P}]_2[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$ (im rechten Figurenteil B).

Figur 1 zeigt den physikalischen Effekt der Stromverdrängung in oberflächennahe Randschichten eines stromdurchflossenen Leiters anhand einer Diagrammdarstellung, d.h. die äquivalente Leitschichtdicke δ in mm verschiedener Metalle über der Wechselstromfrequenz f in kHz.

Figur 2 illustriert in einer zusammengestellten Darstellung das Absorptionsverhalten verschiedener Atmosphäregase in Abhängigkeit der Wellenlänge.

Figur 3 zeigt die bekannte Mikrostruktur von $\text{FeMnP}_{0,5}\text{Si}_{0,5}$.

Figur 4 zeigt in einer Prinzipskizze die Struktur von $\text{Mn}(\text{CO})_5^-$ -Anionen. Im kristallinen Aufbau von $[\text{Ph}_4\text{P}][\text{Mn}(\text{CO})_5]$ werden die Ladungen des einkernigen Ionenkomplexes $[\text{Mn}(\text{CO})_5]$ durch Tetraphenylphosphonium-Kationen

kompensiert. Der Kristallkomplex bestehend aus einem mittig liegenden Mn-Teilchen, welches über fünf Verbindungen hin zu jeweils einem C- und einem O-Teilchen verfügt, ist von tetraederförmiger Anordnung. Typische Bindungslängen und Bindungswinkel zwischen den Teilchen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Table 15.1B. Distances [Å] and angles [°] in a [Mn (CO) 5] - anion			
Distances:		Angles:	
Mn – C(1)	1.809(2)	C(1) – Mn – C(2)	102.6(1)
Mn – C(2)	1.794(3)	C(1) – Mn – C(1a)	154.7(1)
		C(1) – Mn – C(1b)	87.3(1)
C(1) – O(1)	1.159(2)	Mn – C(1) – O(1)	179.5(2)
C(2) – O(2)	1.155(4)	Mn – C(2) – O(2)	180.0(1)
*Symmetry transformation: (a), $\frac{1}{2}$ -X, $\frac{1}{2}$ -y,z			
(b), $\frac{1}{2}$ -y,x,z			
(c), $\frac{3}{2}$ -xs, $\frac{1}{2}$ -y,z			
(d), $\frac{1}{2}$ +y, 1-y, 1-z			

Die strukturellen Ähnlichkeiten von Mn(CO)₅J-Anionen und [HMn (CO)₅] sind zu beobachten. Die Synthese und Strukturanalyse der Mn(CO)₅J-Anionen bestätigt, dass die Energiebarriere zwischen quadratpyramidalen und trigonal-bipyramidalen Anordnungen der ligands in MLS complexesis sehr gering sind. Diese Art von Komplexen stereochemisch nicht starren Geometrie, wodurch beispielsweise ein anderes Gegenion vorhanden ist, kann eine Änderung in der Anordnung der Liganden begründen. Bemerkenswert ist also, dass trotz des niedrigen Energiebarriere bisher nur die [Mn(CO)₅]-Anionen das einzige Beispiel für das Vorliegen von zwei ge-

ometrischen Isomeren von $[M(CO)_5]$ n-Komplex ist. Auch die Winkel innerhalb der $[Mn(CO)_5]$ -Anionenordnung sind in o.g. Tabelle aufgelistet.

Figur 5 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Struktur von $[Mn_3Se_2(CO)_9]$. Die Ergebnisse einer Röntgenstrukturanalyse zeigen, dass Kristalle von $[Ph_4P]_2[Mn_3Se_2(CO)_9]$ zusätzlich zum gemischtvalenten dreikernigen $[Mn_3Se_2(CO)_9]^{2-}$ -Ion in dem Komplex THF-Moleküle im Verhältnis: 2:1 beinhalten.

Die Schweratomstruktur von $[Mn_3Se_2(CO)_9]$ ist eine leicht verzerrte quadratische Pyramide mit einer abwechselnden Anordnung von Mn und Se-Atomen in dem Oberflächenbereich und einem dritten Mn-Atom an der Spitze. Hier ist die Umwelt für jedes der Mn-Atome von den beiden Se-Atomen und drei Kohlenstoff-Ligands zusammengelegt. Eine Besonderheit in der Anordnung der Kohlenstoffgruppen hat das Mn-Atom an der Spitze der Pyramide.

Einer der Mn... C-Abstände sind unerwartet lang, während in der entsprechenden Kohlenstoff-Gruppe die Bindungen besonders in Richtung der benachbarten Mn-Atome geneigt sind. In diesem Merkmal ist eine neue Art von asymmetrischen Kohlenstoffbrücken realisiert. Während das Schweratom-Skelett $[M_3Se_2]$ in der gleichen Verbindung isoelektronisch Eisenkomplex $[Fe_3Se_2(CO)_9]$ aufweist, unterscheiden sich die beiden Verbindungen in der Anordnung der Kohlenstoff-Ligands an das Metallatom M_3Se_2 in der Spitze der Pyramide.

Offensichtlich führt eine elektronische Antivalenz von Mn(1) und Mn(2) auf die Tatsache, dass eine asymmetrische Kohlenstoffbrücke C(7) zwischen Mn(2) und M(3) gebildet

wird. Die elektronische Ungleichheit von Mn-Atomen ist besonders offensichtlich, wenn man die entsprechenden Mn-Se-Bindungslängen (Mn(1) 2.458(2) oder 2.439(2), Mn(2): 2.407(2) und 2.402(2) Angström) berücksichtigt. Dies kann aufgrund der unterschiedlichen Oxidationsstufen von Mangan-Atomen, deren gemeinsamen Mittelwert 0,67 beträgt, erklärt werden.

Wenn man nun auf die beobachteten Bindungslängen und Koordinationszahlen abstellt, hat man die Atome Mn(2) und Mn(3) die Oxidationsstufe 1 und sie werden zugeordnet, während Ergebnisse für Mn(1), einen Wert von ± 0 ergibt. Das Molekül weist eine Punktsymmetrie auf, wobei die Manganzentren in der Spiegelebene liegen. Wenn die schwache Wechselwirkung der asymmetrischen Brücke (Mn(2)-C(7) 2.726(7)) vernachlässigt wird, ergibt sich das alle drei Mn-Atome eine quadratisch-pyramidale Geometrie von drei Kohlenstoff- und Selen zwei Liganden umgibt. In dieser Betrachtung hat Mn(2) eine verzerrt-oktaedrischen Ligandenumgebung.

Im Gegensatz zu der quadratisch-pyramidalen Koordinationen der Manganzentren sind die Koordinationen von Fe(3) in 6-trigonal bipyramidaler Gestalt.

Die Anordnung der Kohlenstoff-Liganden zu Fe(3) ist in der Weise, dass Fe(1) und Fe(2) umgeben ist. Sie sind chemisch äquivalent und haben in etwa die gleiche Länge von Eisen-Selen-Bindungen (Fe(1): 2.351(1) 2.359(1), Fe(2): 2.354(1) 2.358(1) Angström). Die molekulare Symmetrie Cs mit der Spiegelebene verläuft nun durch die beiden Selenatome und Fe(3). In der gemischtvalenten Verbindung 6 hat Fe(3) die Oxidationsstufe +2, während Fe(1) und Fe(2) formal +1.

Das hier vorgestellte Material geht nun von der Annahme aus, dass in Komplexen des Typs $[M_3X_2(CO)_9]_z$ ($X=S, Se, Te$, $z=-2, -1, 0, +1$) / 5a -e / eine asymmetrische Kohlenstoff-Brücke gebildet ist, wenn die beiden Metallatome an der Basis des pyramidenförmigen M_3X_2 nicht äquivalent elektronisch sind. Hier wird das höhere oxidierte Metallzentrum durch die Brücke gegebenenfalls durch eine Wechselwirkung stabilisiert. Der Übergang ist nicht-Äquivalent. Hier wird die höhere oxidierten Metallzentrum durch die Brücke gegebenenfalls durch eine Wechselwirkung stabilisiert.

Der Übergang von der nicht-verbrückten zur verbrückten Form wird mit einer 30 Grad-Rotation der apikalen $M(CO)_3$ ihrer Symmetrieachse und einer anschließenden Kippen um 15 Grad in Richtung $M(2)$ zugeordnet. Zur gleichen Zeit tritt ein Wechsel von trigonal-pyramidal zur quadratisch-pyramidalen Koordination auf.

Figur 6 zeigt in einer perspektivischen Darstellung in der oberen Abbildung die Struktur der Verbindung $[Fe_3Se_2(CO)_9]$ und in der unteren Abbildung die Struktur der Verbindung $[Mn_3Se_2(CO)_9]^{2-}$ -Anion. Es wurde auf die Darstellung der CO-Gruppen verzichtet. Die Ebenen, die die Kohlenstoffatome jedes Mn-Atom spannt, sind durch durchgezogene Linien angedeutet. Ausgesuchte Bindungslängen und Bindungswinkel zwischen den Teilchen des $[Mn_3Se_2(CO)_9]^{2-}$ -Anions sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Distances:

Angle:

Mn(1) – Se(1)	2.407(2)	Se(1) – Mn(1) – Se(2)	82.5(1)
Mn(1) – Se(2)	2.402(2)	Se(1) – Mn(2) – Se(2)	80.7(1)
Mn(2) – Se(1)	2.458(2)	Se(1) – Mn(³ 2) – Se(2)	80.9(1)
Mn(2) – Se(2)	2.439(2)	Middle figures	81.3
Mn(3) – Se(1)	2.446(2)		
Mn(3) – Se(2)	2.444(2)		
Mittelwert:	2.432		
Mn(1) – Mn(2)	3.647(2)	Mn(1) – Mn(3) – Mn(2)	82.6(1)
Mn(³ 1) – Mn(¹ 2)	2.803(3)	Mn(1) – Mn(2) – Mn(3)	
Mn(1) – Mn(2)	2.724(2)	Mn(2) – Mn(1) – Mn(3)	
Se(1)...Se(2)	3.171(2)		
Mn(2) – C(4)	1.805(8)	Mn(2) – C(4) – O(4)	176.8(1)
Mn(2) – C(5)	1.803(6)	Mn(2) – C(4) – O(4)	176.6(1)
Mn(2) – C(6)	1.769(9)	Mn(2) – C(4) – O(4)	176.0(1)
Mn(3) – C(7)	1.783(8)	Mn(3) – C(7) – O(7)	176.5(1)
Mn(3) – C(9)	1.794(7)	Mn(3) – C(9) – O(9)	171.0(1)
Mn(2) – C(7)	2.726(7)		

[MnFe₂₅e₂(CO)₉] - verglichen mit [Mn₃₅e₂(CO)₉]₂

Eine verwandte Verbindung mit gemischtem Metall-Komplex $[\text{MnFe}_2\text{Se}_2(\text{CO})_9]^{-3e/}$ wurde synthetisiert und als isostrukturell mit $[\text{Fe}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]/\text{Sb}/$ beschrieben, verwendet. Die Strukturanalyse wurde auf der Basis eines ungeordneten Modells, bei dem zwei der drei Metallzentren statistisch durch Mn und Fe besetzt werden, geführt. Das Problem der Fe/Mn-Verteilung in dem komplexen Anion $[\text{MnFe}_2\text{Se}_2(\text{CO})_9]^{-}$ ist die Aufgabe, um die oben beschriebenen Ergebnisse zu erreichen. Diese Verbindung sollte isostrukturell mit 6 sein.

Die Struktur kann besser beschrieben werden, wenn man das Vorliegen einer asymmetrischen Kohlenstoffbrücke annimmt. Die $[\text{MnFe}_2\text{Se}_2(\text{CO})_9]^{-}$ -Anion Kohlenstoffbrücke wird daher nicht als 6 gefunden, aber gebaut eher wie $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$.

Unter Berücksichtigung des individuellen Metalls Selen dessen Abstände zeigen, dass die Positionen der Metallatome in der Basis der M_3Se_2 Pyramide in aller Wahrscheinlichkeit nicht statistisch, sondern in geordneter Weise von Mangan (Position M (1)) und Eisen (Position M(2)) belegt. Hier ist das formal höher oxidierte Metallatom (hier Mn) durch die asymmetrische Kohlenstoffbrücke in Übereinstimmung mit der oben formulierten Hypothese stabilisiert.

$[\text{Fe}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9][\text{Fe}_2\text{Se}_2(\text{CO})_6]$, verglichen mit $[\text{Mn}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]_2$

Obwohl asymmetrische Kohlenstoffbrücken in der Chemie sehr weit verbreitet sind, gibt es nur sehr wenige Beispiele für die $[\text{MnFe}_2\text{Se}_2(\text{CO})_9]_2$ -Anion eine unerwartet lange mit Mn identifizierte Form. Eine wesentliche, bisher unentdeckte asymmetrische Brücke dieser Art findet sich im $[\text{Fe}_3\text{Se}_2(\text{CO})_9]$ -Einheit Komplex. Die Eigenschaft kann auch bei

[Fe³⁵²(CO)₉][Fe²(⁵²)(CO)₆] gefunden werden. Die ist überraschend typisch für einen langen M... C-Kontakt, obwohl die beiden Fe-Atome in der Basis des pyramiden Fe³⁵² chemisch äquivalent sind. Die mit der Anordnung ungewöhnliche Lage des apikalen Fe(CO)₃ ist als alternative Konformation bekannt. Nach bisherigen Erkenntnissen muss aber auch von der Anwesenheit einer asymmetrischen Kohlenstoffbrücke ausgegangen werden. Die Erklärung für das unerwartete Verhalten von [Fe³⁵²(CO)₉] in der komplexen Addukt wird in der Anordnung der beiden Komponenten im Kristall hoch gefunden. Diese werden so verpackt, dass die Komplexe vorhanden sind, in der Tat, wie Charge-Transfer-Addukte.

Figur 7 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Teil einer alternierenden Kette von dreikernigen [Fe³⁵²(CO)₉]- und zwei-kernigen [Fe²(⁵²)(CO)₆]. Wenn dreikernigen [Fe³⁵²(CO)₉]- und zwei-kernigen [Fe²(⁵²)(CO)₆] molekular alternierenden zu 3.15 Angström, intermolekulare S-S-Brücken zu unendlichen eindimensionalen Verbindungen bilden. Es ist wahrscheinlich auf die Disulfidgruppe des zwei-kernigen Komplexes und den resultierenden Elektronenmangel [Fe³⁵²(CO)₉] zurückzuführen und wird durch die asymmetrische Kohlenstoffbrücke kompensiert und übertragen in eine Elektronendichte in eine thetrinucleare Komponente. Dies erklärt, warum das gleichzeitig auftretende Mössbauer-Spektrum von [Fe³⁵²(CO)₉](Fe²(⁵²)(CO)₆) von der sich der isolierte Komplexe signifikant unterscheidet.

[Mn³Se₂(CO)₉]₂ im Vergleich zu [Mn³Se₂(SeMe₃)(CO)₉]₂

Beobachtet wird - im System [Mn₂(CO)₁₀]/Na₂Se/[Ph₄P]Cl die Förderung der Reaktion [Mn³⁵²Se₂(CO)₉]₂ - ([Mn³⁵²Se₂(SeMe₃)(CO)₉]₂). Dieser Komplex wird unter

Solvothermalbedingungen in Methanol formal durch die Zugabe einer Methanselenolat Ligands und der Entfernung eines Elektrons von der Mangan -Struktur gebildet. Hier ist der my-2-SeMe₃-Brücke zwischen Mn(1) und Mn(3) angebracht ist. (3) Für die asymmetrische Kohlenstoffbrücke zwischen Mn(2) und Mn.

Figur 8 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die Überlagerung der Strukturen von [Mn₃Se₂(CO)₉]₂⁻ (fett dargestellt) und [Mn₃Se₂(SeMe₃)(CO)₉]₂⁻ (dargestellt als gestrichelte Linie) (9), welche eine komplette 2-my-Kohlenstoffbrücke bilden und veranschaulicht diese Unterschiede. Die Position der Kohlenstoff-Ligands zu Mn(1) und Mn(2) ändert sich nur geringfügig, während Mn(3) eine oktaedrische Koordination hat, die aus zwei Klemmen CO-Liganden, die 2-my-Kohlenstoffbrücke, zusammengesetzt aus 2 my-SeMe₃-Brücken und die beiden my-3-Selenid-Ligands.

Die Einführung der 2-my-SeMe₃-Brücken und die damit verbundene Änderung in der Geometrie, d.h. die Bildung könnte durch Magnethaltekkräfte befestigt werden. Der Komplex ist diamagnetisch 9a mit seiner geraden Zahl von 50 Valenzelektronen. Während das Komplex-Ion 9a mit einer ungeraden Anzahl von Valenzelektronen zeigt die erwarteten Paramagnetismus (=1,8 myB für myeff [Mn₃Se₂(CO)₉]₂⁻ bei 100 K). Dies ist auch in der erheblichen Streuung der Phenylresonanzen im 1H-NMR-Spektrum reflektiert.

Figur 9 zeigt in einer Diagrammdarstellung das 1H-NMR-Absorptionsverhalten von Ph-Protonen in [Ph₄P]₂[Mn₃Se₂(CO)₉] (im linken Figurenteil A) und von [Ph₄P]₂[Mn₃Se₂(CO)₉] (im rechten Figurenteil B). Diese Heusler-Legierungen durchlaufen häufig einen

martensitischen Übergang zwischen der martensitischen und der austenitischen Phase, die im Allgemeinen aufgrund der Temperaturinduzierung stattfindet und erster Ordnung ist. Ni_2MnGa -Anordnungen sind ferromagnetisch mit einer Curie-Temperatur von 376 K und einem magnetischen Moment von 4,17 IIB, die weitgehend auf den Mn-Atomen beschränkt ist und mit einem kleinen Moment von etwa 0,3 ILB mit den Ni-Atomen verbunden sind. Wie aus seiner kubischen Struktur erwartet werden kann, hat die Ursprungsphase eine geringe magnetokristalline Anisotropie-Energie ($H_a=0,15\text{T}$). Jedoch hat in ihrer martensitischen Phase die Verbindung eine viel größere Anisotropie ($H_a=0,8\text{ T}$).

Die Martensitumwandlungstemperatur ist nahe 220 K. Diese martensitische Umwandlungstemperatur kann leicht auf etwa Raumtemperatur durch Ändern der Zusammensetzung der Legierung hin zu einer stöchiometrischen Legierung variiert werden. Die Niedrigtemperaturphase entwickelt sich aus der Ausgangsphase durch eine diffusionslose, lageändernde Transformation hin zu einer tetragonalen Struktur, $a = b = 5,90\text{ Å}$, $c = 5,44\text{ Å}$. Eine Martensitphase nimmt im Allgemeinen den Stamm mit der Transformation assoziiert auf (das ist 6,56% an c für Ni_2MnGa), durch die Bildung von Zwillingsvarianten.

Dies bedeutet, dass sich ein kubischer Kristall teilt in zwei tetragonalen Kristallite, die sich eine Kontaktebene teilen. Diese Zwillinge sind zusammengepackt in passenden Orientierungen, um die Spannungsenergie (ähnlich wie die Magnetisierung eines Ferromagneten auf unterschiedlichen Orientierungen durch Aufbrechen in Domänen, um die magnetostatische Energie zu minimieren). Die Ausrichtung

dieser Zwillingsvarianten durch die Bewegung der Zwillingsgrenzen führen zu großen makroskopischen Stämmen.

In der tetragonalen Phase mit höherer magnetischer Anisotropie kann ein angelegtes Magnetfeld eine Änderung der Dehnung verursachen, weshalb diese Materialien als Aktuatoren verwendet werden können. Neben diesem ferromagnetischen Formgedächtniseffekt kann man sehr nah an der martensitischen Übergangstemperatur beobachten, dass eine große Änderung der Magnetisierung für niedrig angelegte Magnetfelder vorliegt. Diese Änderung in der Magnetisierung ist ebenfalls auf die magnetokristalline Anisotropie bezogen.

Diese Änderung in der Magnetisierung, welche zu einer moderaten magnetischen Entropieänderung von wenigen J/molK führt, wird verstärkt, wenn auf einem Einkristall implementiert wird. Wenn die Zusammensetzung in diesem Material in einer Weise vorliegt, dass die magnetische und strukturelle Umwandlung bei der gleichen Temperatur erfolgt und abgestimmt wird auf die größte magnetische Entropie, werden Veränderungen beobachtet.

Für die magnetischen Anwendungen werden extrem große Längenänderungen in dem martensitischen Übergang zu Alterungswirkung führen. Es ist bekannt, bei magnetischen Formgedächtnislegierungen, dass häufig nur Einkristalle gefahren werden, während polykristalline Materialien spontan pulverisieren nach mehreren Zyklen. Man kann die Temperatureffekte durch Druck auf die kristalline Formationen steigern, aber auch Alterungseffekte und Deklination der Polykristallinen werden dann beobachtet.

Fe₂P-basierte Verbindungen bieten die Möglichkeit zur Verhinderung von Ionisationsprozessen, die binäre intermetallische Verbindung Fe₂P kann als Basislegierung für eine praktikable Mischung aus Materialien berücksichtigt werden. Diese Verbindung kristallisiert in der hexagonalen, nicht-punktsymmetrischen FeMn-Phosphor-Verbindung, und hat alle positiven Eigenschaften, um als Transponder für Haus - Kühlsysteme verwendet zu werden.

Substitutionen von Fe und/oder Mn sind denkbar mit AS, Zr, Ni, Ge, Si. Fe belegt die 3g- und 3f-Seiten und p die 1b- und 2c- Seiten. Dadurch erhält man eine Stapelung von abwechselnd P- reichen und -armen P-Schichten. Die Neutronenbeugung ergibt, dass das magnetische Moment des Fe auf dem 3g-Seite etwa 2m_B, während der Moment auf den 3f-Seite ist etwa 1m_B. Die hexagonale Form hat schlechte Möglichkeiten, durch die Alterung als magnetische Quelle wiedergewonnen zu werden.

Eine wesentliche Ursache für die elektrisch leitfähigen Eigenschaften der PET-Fasern durch die Dotierung liegt darin, dass in der dielektrischen Trägerstruktur des Polyesters die Metallpartikel zwar räumlich voneinander getrennt sind, dass jedoch die Elektronenwolken der Metallpartikel einander überlappen. Die Einbettung der Dotierungselemente in den Polyester verhindert Zersetzungsprozesse und verhindert äußere Einflüsse.

Insbesondere werden eine Reoxidation, eine Reibungszersetzung vermieden und die Flexibilität verbessert.

Es können im Hinblick auf die Strahlung genau fixierte, scharf begrenzte und reproduzierbare Frequenzgänge erreicht werden.

Insbesondere ist es im Hinblick auf die Strahlungsemission möglich, durch eine geeignete Dotierung durch die Generierung von Infrarotstrahlung im Frequenz-Bereich von $4,5\mu\text{m}$ bis $11,5\mu\text{m}$ zu erreichen.

Alternativ zur Verwendung von Fasern aus PET ist es auch möglich, Aramide einzusetzen. Die Herstellung der Fasern kann Elektro-Spinningverfahren erfolgen.

Ein typischer Durchmesser der Fasern liegt mit Bereich $2\mu\text{m}$ bis $6\mu\text{m}$. Die Dotierung mit den Metalpartikeln erfolgt vorzugsweise in einem Gasplasma.

Eine typische Faserlänge liegt im Bereich von 2cm bis 4cm.

Als Dotierungselemente eignen sich insbesondere die folgenden chemischen Elemente wahlweise im Reinzustand oder als Legierung. Gedacht ist insbesondere an die Verwendung von Selten-Erd-Metallen. Verwendbar ist da beispielsweise auch Eisen, Mangan, Phosphor, Silicium, Lanthan, Germanium, Natrium, Zink, Fluor oder Arsen. Darüber hinaus sind auch Aluminium, Kupfer und/oder Nickel verwendbar.

Ebenfalls ist an die Verwendung von Erdmetallen oder Alkalielementen, beispielsweise von Magnesium, Calcium, Natrium oder Kalium gedacht.

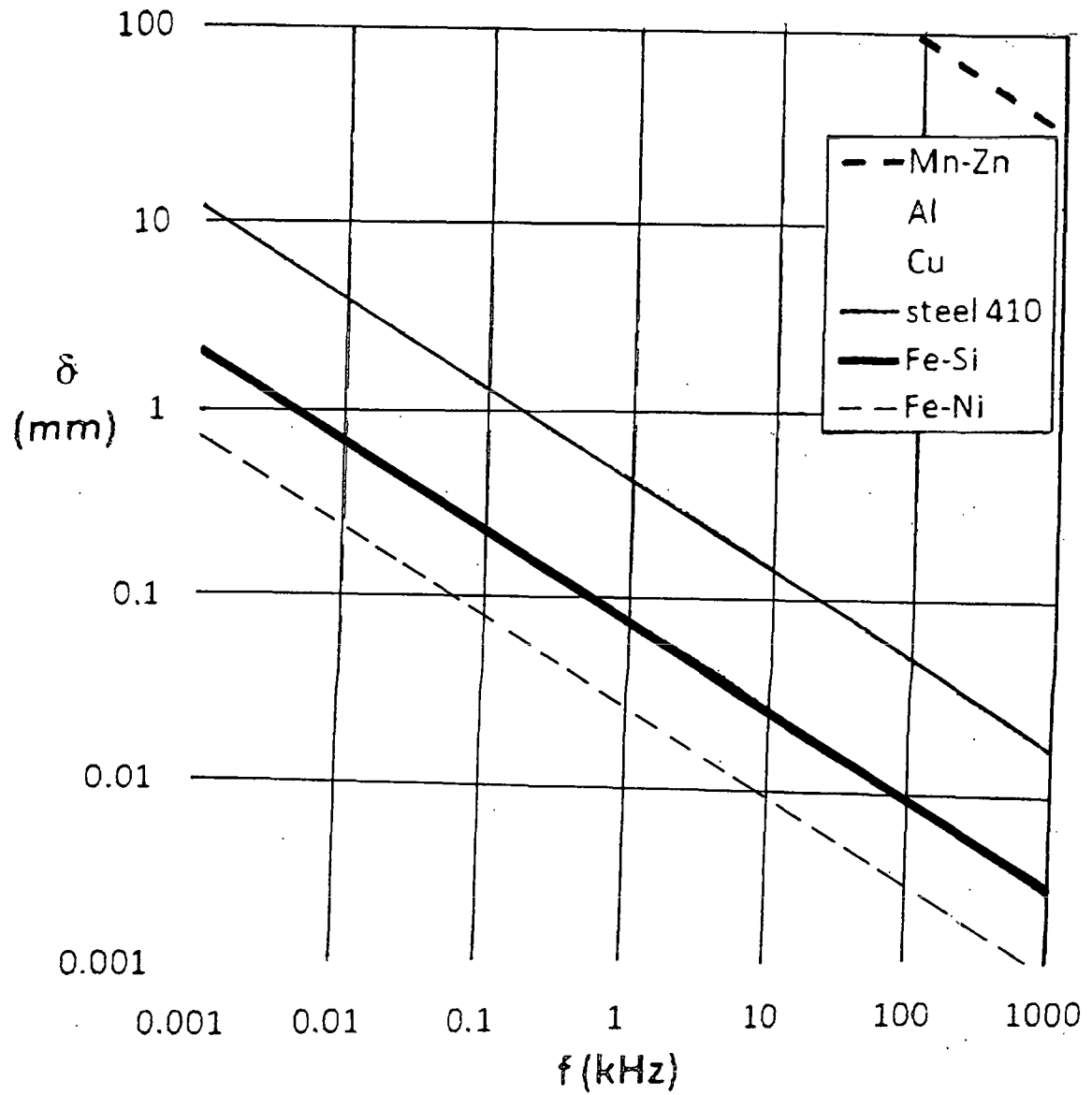
P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Faser aus Kunststoff mit elektrischer Leitfähigkeit, wobei das Fasermaterial durch einen Grundwerkstoff aus PET gebildet ist, welche Elemente eingelagert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Elemente eine atomare Größe aufweisen und mit einem Abstand derart versehen sind, dass sich Elektronenwolken mindestens bereichsweise überdecken.
2. Faser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente stromleitende Eigenschaften auf-

weisen, sodass die Faser wenigstens teilweise elektrisch leitend ist.

3. Faser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente magnetokalorische Effekte aufweisen, sodass die Faser durch Einwirkung eines Magnetfeldes wenigstens teilweise eine Temperaturerhöhung erfährt.
4. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente innerhalb des PET-Grundwerkstoffes in einer ungleichen Dichteverteilung eingebracht sind.
5. Faser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente in Materialquerschnittsbereichen mit Stromverdrängungseffekt weniger dicht angeordnet sind als in Materialquerschnittsbereichen mit Stromverdichtungseffekt.
6. Faser nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente in oberflächennahen Materialquerschnittsbereichen der äquivalenten Leitschichtdicke δ eine in einer höheren Dichte induziert sind als ausserhalb dieses Bereiches.
7. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch Dotierung in den PET-Grundwerkstoff eingebracht sind.
8. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch MnFe-Phosphorverbindungen gebildet sind.

9. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch $\text{MnFe}(\text{As}, \text{PwGexSiz})_s$ gebildet ist.
10. Faser nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente folgende Werte aufweisen: $x=0,3-0,7$ und, oder w kleiner gleich $1-x$ und $z=1-x-w$.
11. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch FeMn-Phosphor-Verbindungen mit As,Si-Phosphor-Substitution und kombiniert mit $\text{La}(\text{FeMnP})\text{AlCo}$ gebildet sind.
12. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch Verbindungen mit Mn-Zn gebildet sind.
13. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch eine Legierung mit $\text{FeMnP}_{0,7}\text{Ge}_{0,3}$ gebildet sind.
14. Faser nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch eine Legierung mit $\text{FeMnP}_{0,5}\text{Ge}_{0,5}$ gebildet sind.
15. Absorbermaterial nach einem der vorgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die induzierten Elemente durch eine Legierung mit $\text{Fe}_{0,86}\text{Mn}_{1,14}\text{P}_{0,5}\text{Si}_{0,35}\text{Ge}_{0,15}$ gebildet sind.

FIG.1

Absorptionsvermögen einiger wichtiger atmosphärischer Gase

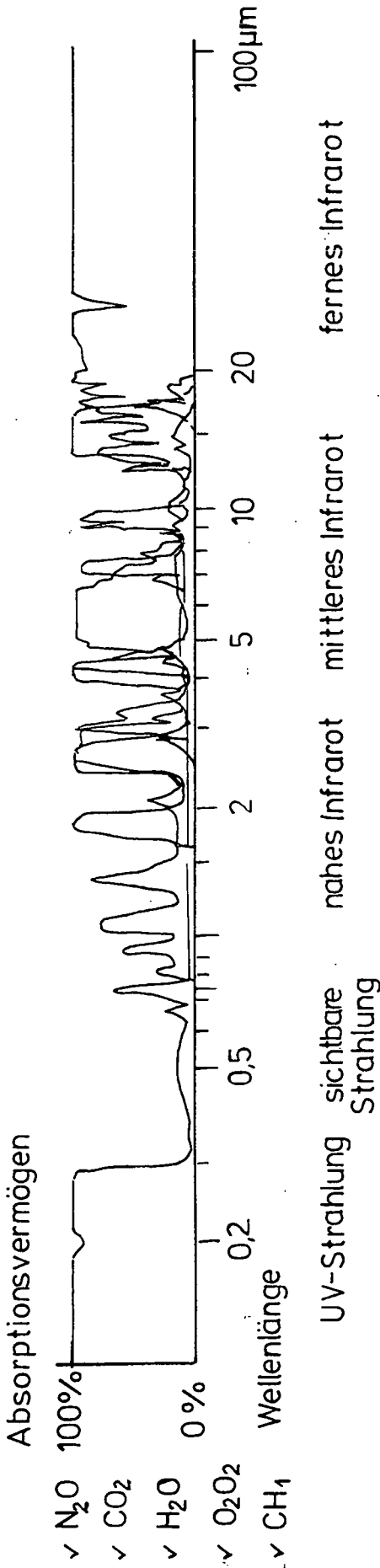


FIG. 2

Look into the microstructure

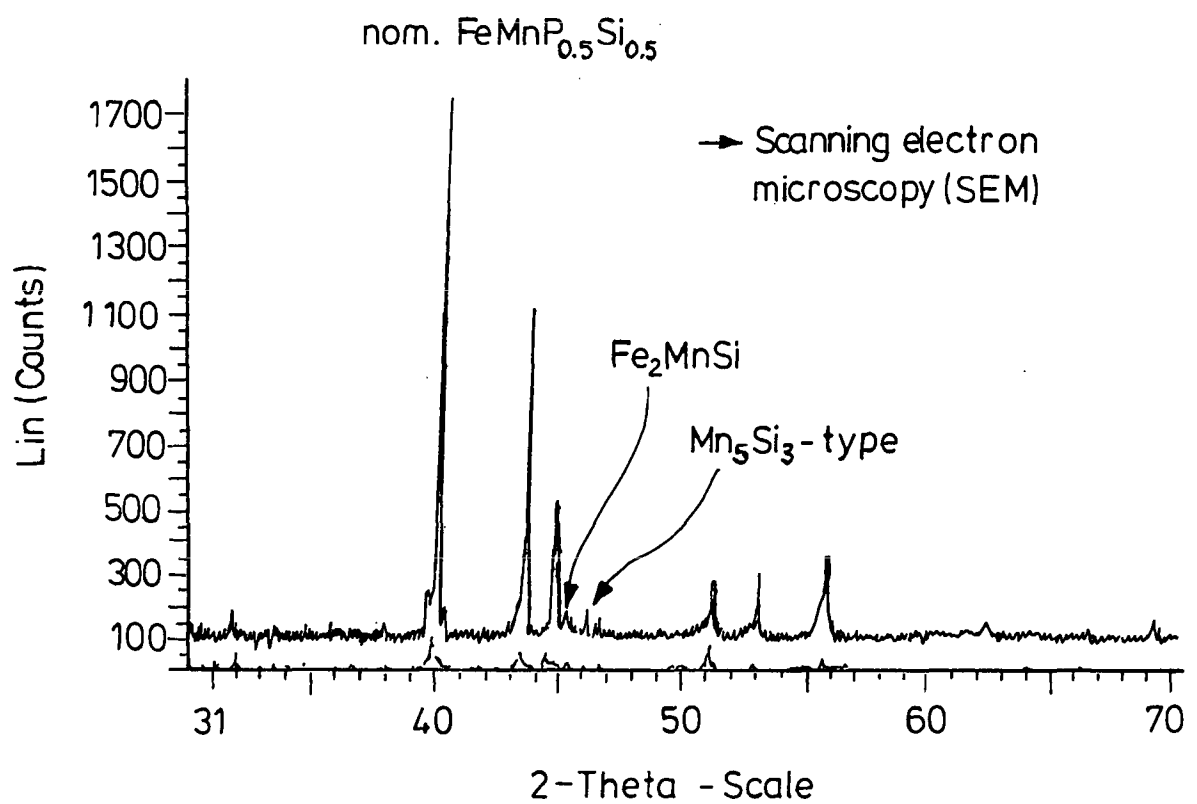
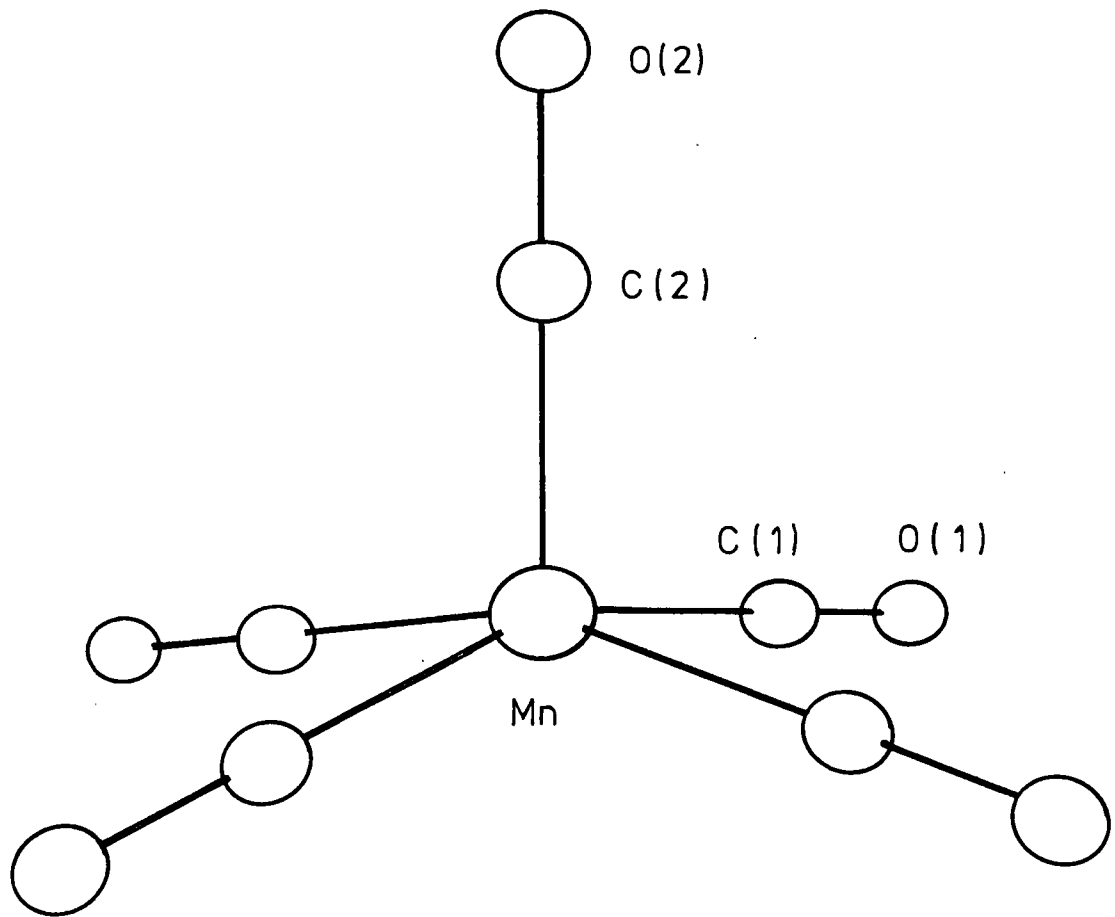
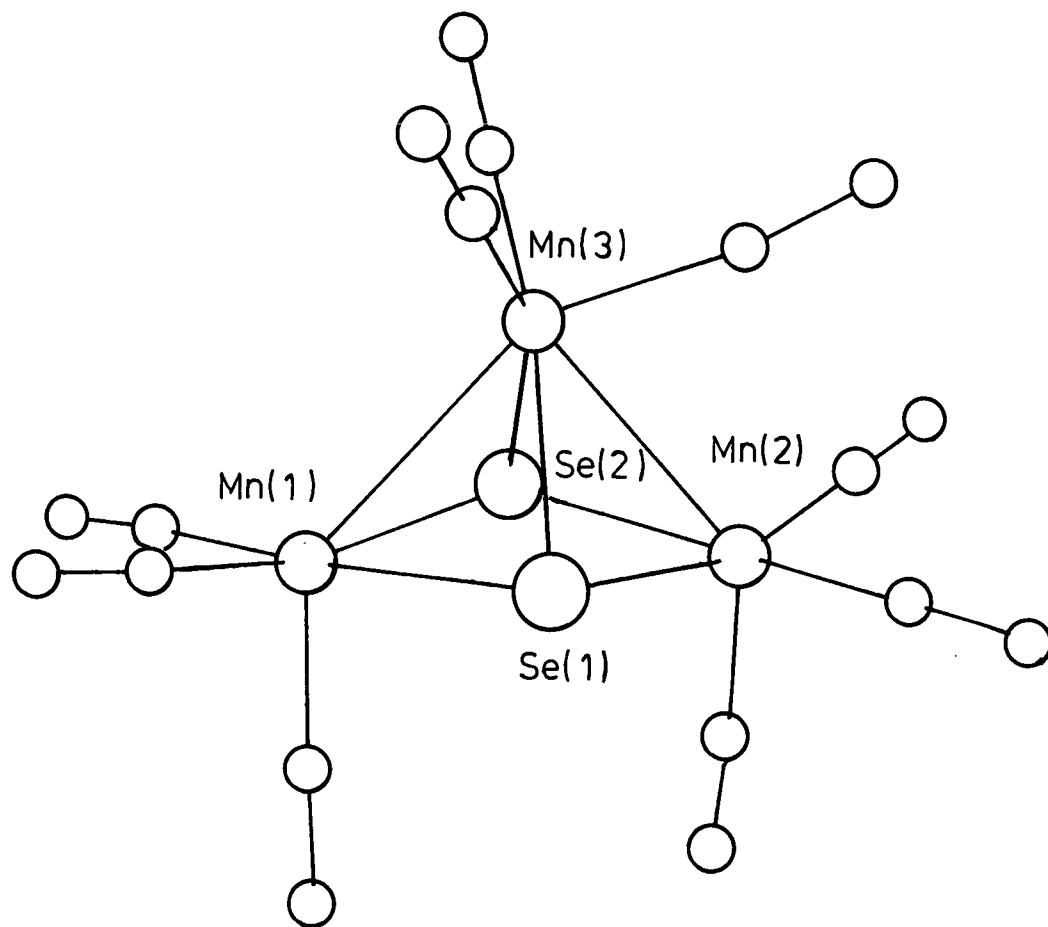
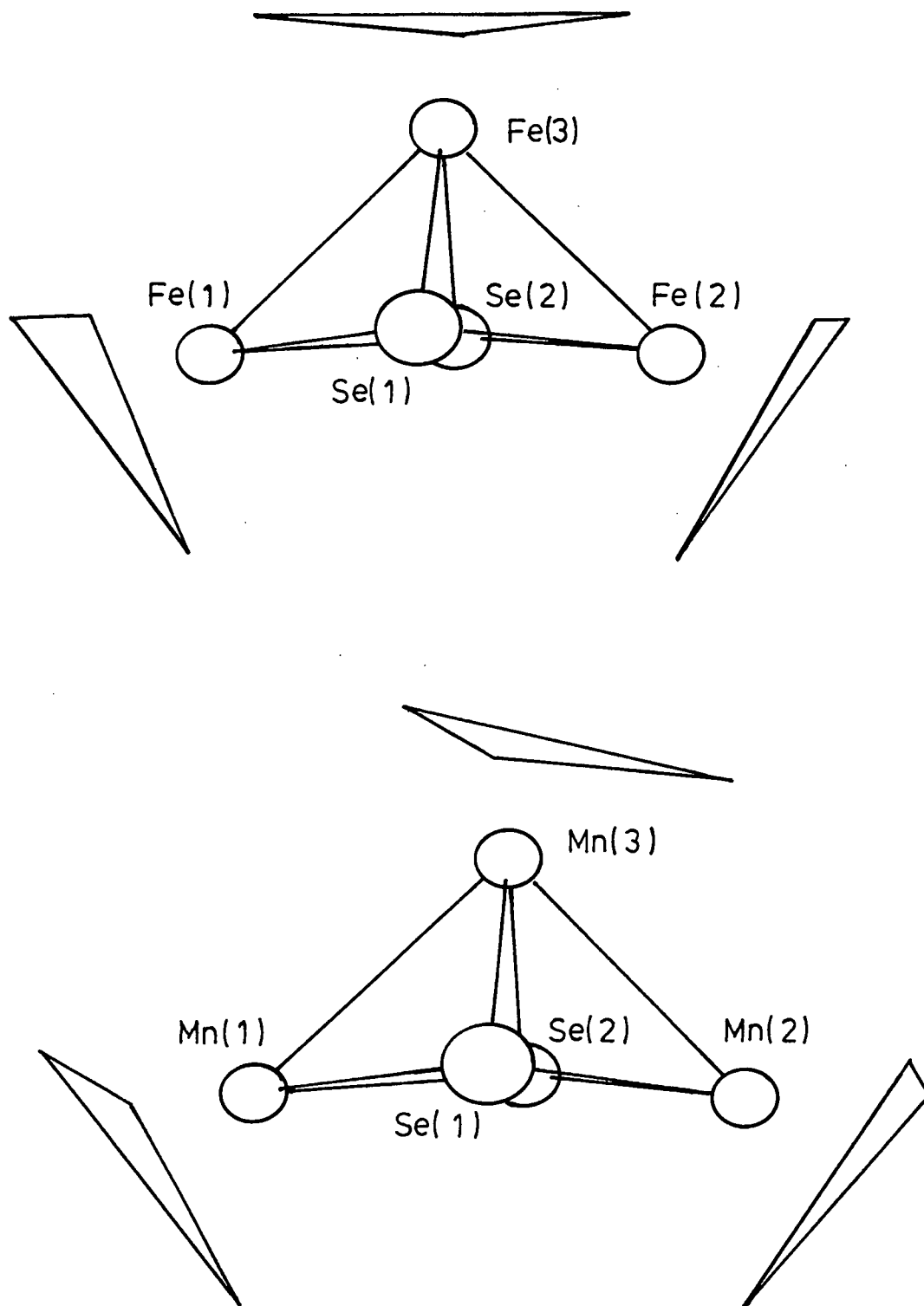
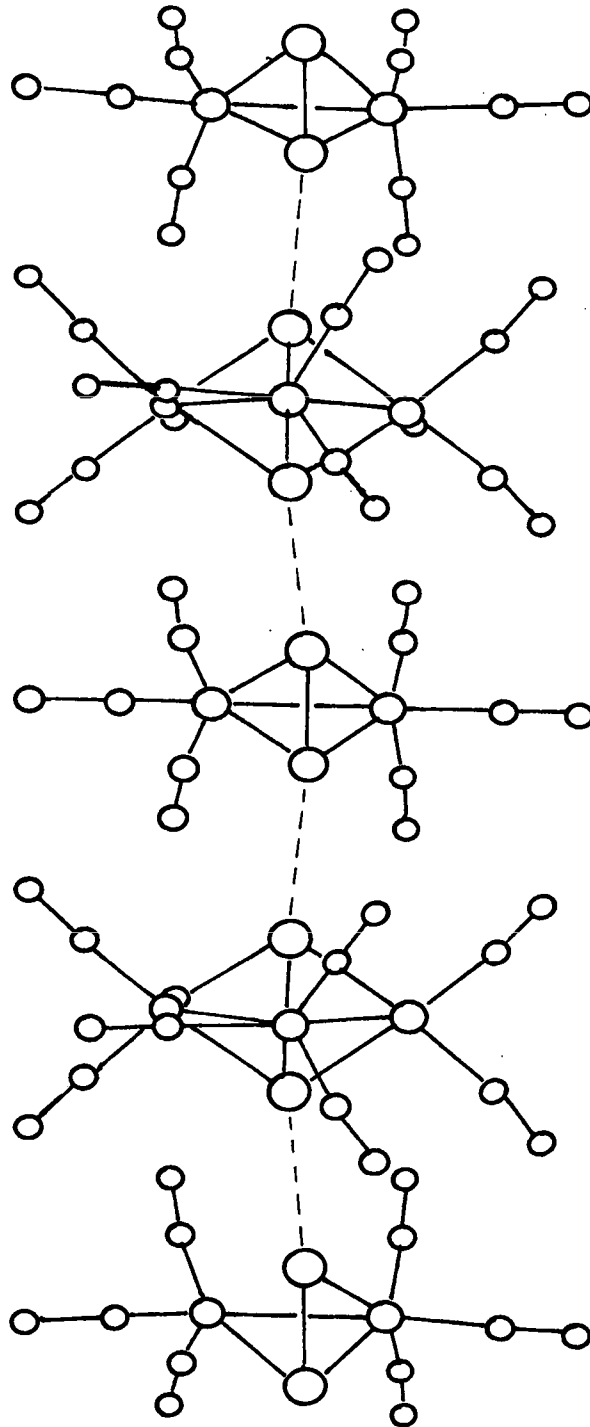


FIG. 3

FIG. 4

FIG.5

FIG. 6

FIG. 7

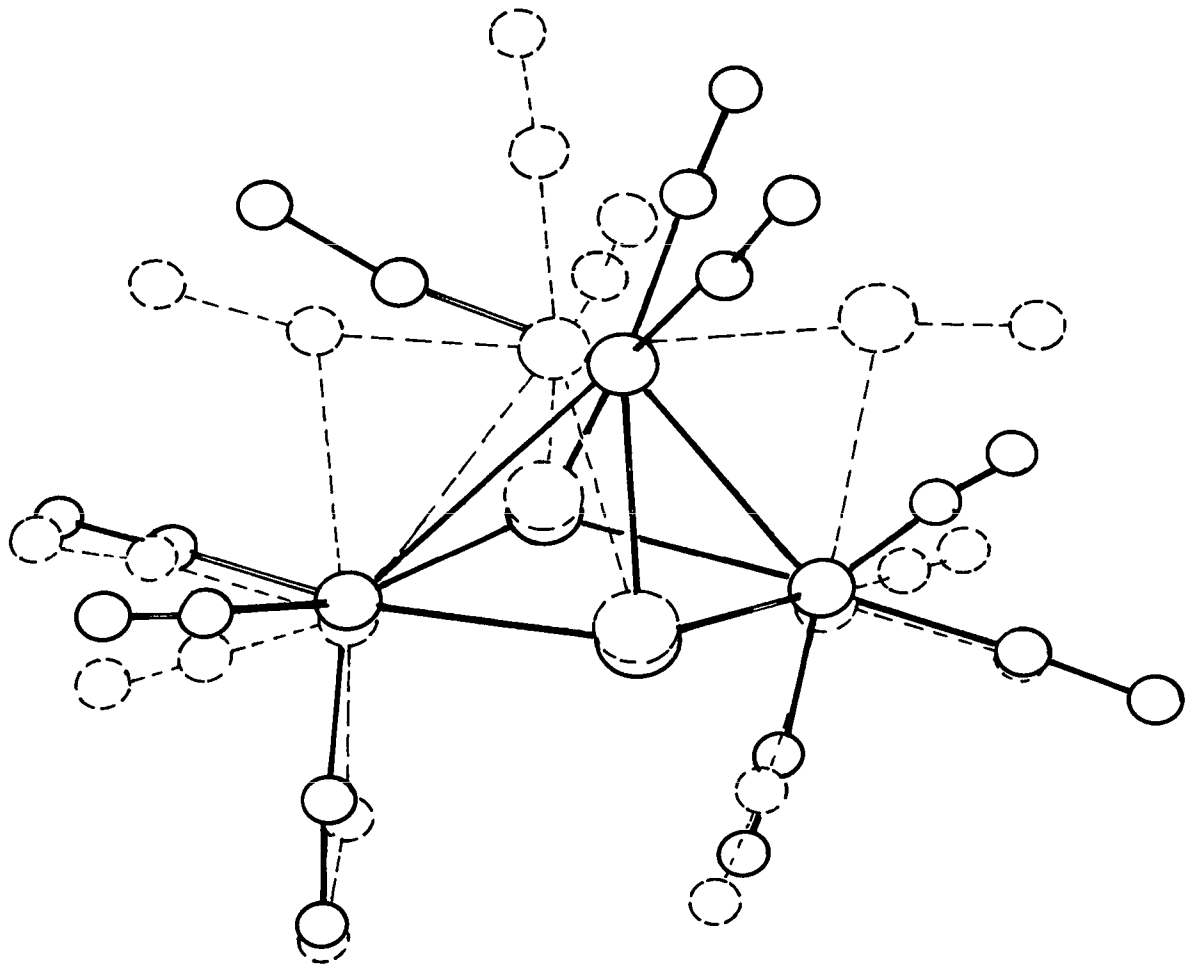


FIG.8

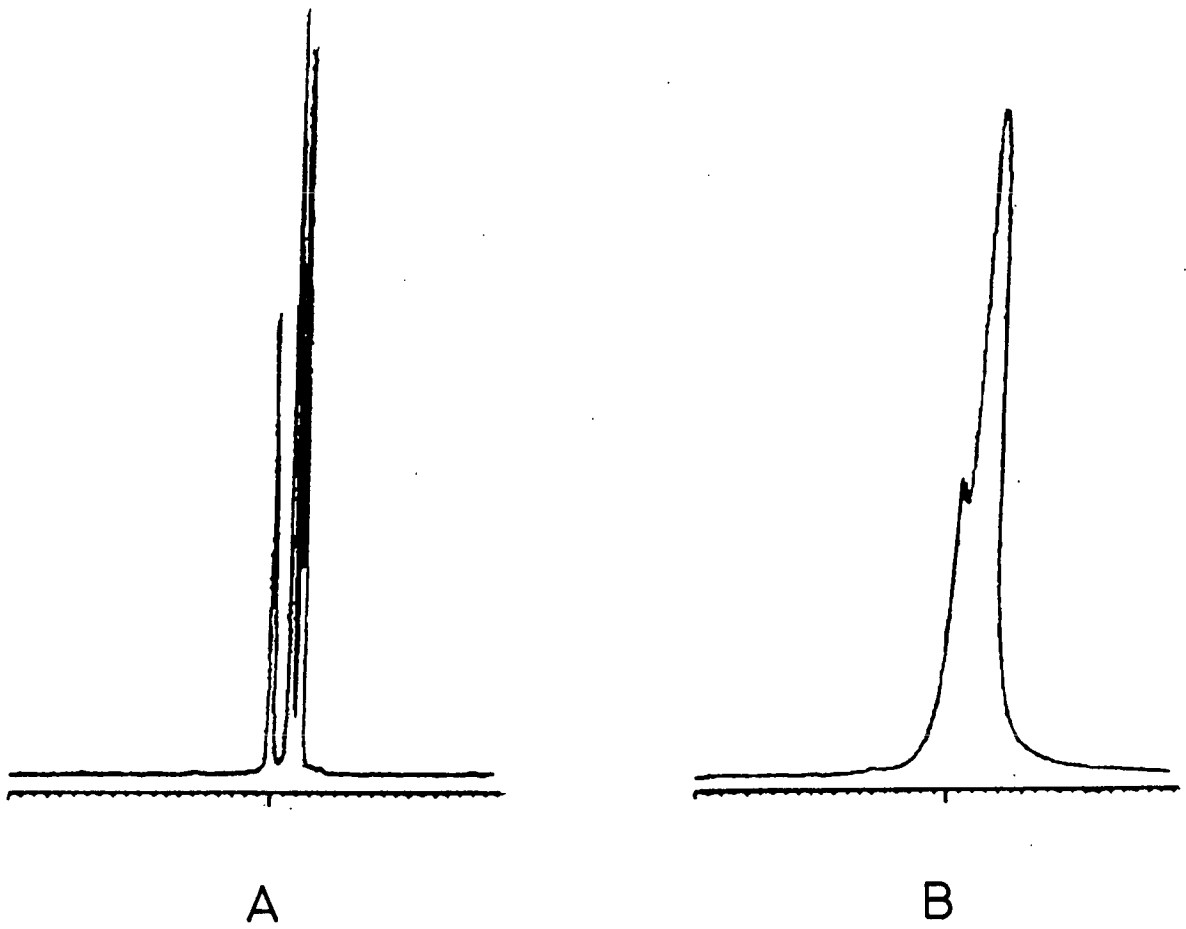


FIG. 9