



Veröffentlichungsnummer: **0 556 455 A1**

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **92119858.6**

Int. Cl.⁵: **G21F 5/00, G21F 1/00,
C23C 4/08, C23C 24/10**

Anmeldetag: **21.11.92**

Priorität: **15.02.92 DE 4204527**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.93 Patentblatt 93/34

Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB

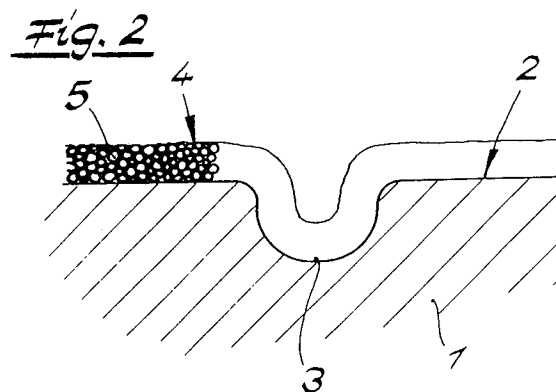
Anmelder: **SIEMPELKAMP GIESSEREI GmbH & CO.**
Siempelkampstrasse 45
D-47803 Krefeld(DE)

Erfinder: **Sappok, Manfred, Dr. Dipl.-Phys.**
Ludwig-Jahn-Strasse 96
W-4154 Tönisvorst 1(DE)

Vertreter: **Andrejewski, Walter, Dr. et al**
Patentanwälte, Andrejewski, Honke & Partner, Postfach 10 02 54
D-45002 Essen (DE)

Abschirm-Transportbehälter für bestrahlte Kernreaktorbrennelemente und Verfahren zum Aufbringen einer Abschlussschicht auf den Abschirm-Transportbehälter.

Abschirm-Transportbehälter für bestrahlte Kernreaktor-Brennelemente, mit einem aus sphärolithischem Gußeisen bestehenden Behälterkörper, der eine Deckelaufnahme aufweist, und mit in die Deckelaufnahme eingepaßtem Deckel. Zumindest der Gußkörper (1) des Behälterkörpers weist eine Oberfläche (2) mit offenen Poren (3) sowie eine Abschlussschicht (4) auf. Die Abschlussschicht (4) besitzt die Textur einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht (5), deren Partikel einen Durchmesser aufweisen, der kleiner ist als der der offenen Poren (3). Sie füllt auch die offenen Poren (3) aus. - Auch ein Verfahren zur Herstellung einer Abschlussschicht (4) wird angegeben. Gegenstand der Erfindung ist auch die besondere Verwendung einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht als Abschlussschicht.



EP 0 556 455 A1

Die Erfindung betrifft einen Abschirm-Transportbehälter für Kernreaktor-Brennelemente mit einem aus spärolithischem Gußeisen bestehenden Behälterkörper, der eine Deckelaufnahme aufweist, und mit in die Deckelaufnahme eingepaßtem Deckel, wobei zumindest der Gußkörper des Behälterkörpers eine Oberfläche mit offenen Poren sowie eine Abschlußschicht aus einem Metall oder aus einer Metallegierung der Gruppe "Nickel, Nickelbasislegierung, austenitische Chrom/Nickel-Legierung" aufweist. Ein solcher Abschirm-Transportbehälter dient regelmäßig auch als Abschirm-Lagerbehälter. Auch der in die Deckelaufnahme eingepaßte Deckel kann eine Abschlußschicht aus einem Metall oder aus einer Metallegierung der Gruppe "Nickel, Nickelbasislegierung, austenitische Chrom/Nickel-Legierung" aufweisen. Die Erfindung betrifft fernerhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Abschirm-Transportbehälters. Gegenstand der Erfindung ist auch eine besondere Verwendung einer aus einer Partikelschmelze erzeugten Schicht.

Abschirm-Transportbehälter des beschriebenen Aufbaus und der beschriebenen Zweckbestimmung werden zum Beladen mit den bestrahlten Brennelementen regelmäßig in ein entsprechendes Brennelementbecken des Kernkraftwerkes eingebracht, in dem sich Wasser befindet, und gleichsam unter Wasser mit den Brennelementen befüllt. Das Becken besitzt regelmäßig eine Auskleidung aus einem Edelstahl, beispielsweise aus 18/8-Chromnickelstahl. Aus elektrochemischen Gründen entsteht beim Einbringen des Behälterkörpers aus Gußeisen ein galvanisches Element und insbesondere ferritisches Eisen aus der Gußmatrix geht in Lösung. Dadurch korrodiert die Edelstahlauskleidung des Brennelementbeckens. Auch wird die Oberfläche des Behälterkörpers störend beeinflusst. Um all dieses zu vermeiden, wird die Abschlußschicht vorgesehen. Diese verhindert die Elementbildung und verhindert damit, daß ferritisches Eisen in Lösung geht und die beschriebenen Korrosionserscheinungen auftreten. Das gilt insbesondere, wenn mit Nickel oder mit einer Nickelbasislegierung gearbeitet wird.

Im Rahmen der bekannten Maßnahmen, von denen die Erfindung ausgeht, wird die Abschlußschicht mit den Hilfsmitteln der Galvanotechnik aufgebracht. Dazu sind entsprechende galvanotechnische Anlagen erforderlich, die wegen der Größe der Abschirm-Transportbehälter sehr aufwendig sind. Die Praxis zeigt, daß die galvanotechnisch aufgetragenen Abschlußschichten in dünnen Schichten von bis zu 200 µm Dicke oder sogar mehr den Anforderungen der Praxis nicht gewachsen sind. Bei unvermeidbaren mechanischen, thermischen oder korrosiven Beanspruchungen zeigen sich in den Abschlußschichten mehr oder weniger

punktförmige offene Stellen. Untersuchungen, die nicht zum Stand der Technik gehören, haben gezeigt, daß sich diese offenen Stellen über offenen Poren befinden, die der Gußkörper in seiner Oberfläche zeigt. Dort sind sie unvermeidbar, weil beim galvanotechnischen Aufbringen der Abschlußschichten an den offenen Poren in der Oberfläche des Gußkörpers elektrische Potentiale sich ausbilden, die verhindern, daß die Poren mit dem Nickel oder Nickelbasis-Legierung ausgefüllt werden. Die Poren werden vielmehr lediglich abgedeckt und diese Bereiche der Abschlußschicht sind sehr empfindlich gegen die beschriebenen Beanspruchungen. Um das Entstehen von offenen Stellen zu vermeiden, ist man im Rahmen des galvanotechnischen Aufbringens der Abschlußschichten dazu übergegangen, die Abschlußschichten extrem dick auszuführen, beispielsweise mit Schichtdicken von 1,5 mm, 2,00 mm und mehr. Das ist ebenfalls aufwendig und nichtsdestoweniger nicht ausreichend sicher.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Abschirm-Transportbehälter des eingangs beschriebenen Aufbaus und der eingangs beschriebenen Zweckbestimmung, der in einem Wasserbecken mit bestrahlten Brennelementen befüllbar ist, zu schaffen, der eine allen Anforderungen genügende Abschlußschicht aus einem Metall oder aus einer Metallegierung der Gruppe "Nickel, Nickelbasislegierung, austenitische Chrom/Nickel-Legierung" aufweist. Der Erfindung liegt fernerhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, welches zum Aufbringen einer solchen Abschlußschicht besonders geeignet ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe in bezug auf die Gestaltung des Abschirm-Transportbehälters lehrt die Erfindung zunächst, daß die Abschlußschicht die Textur einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht aufweist, deren Partikel einen Durchmesser besitzen, der kleiner ist als der der offenen Poren, und daß die Abschlußschicht auch die offenen Poren ausfüllt. Die Textur kann der erstarrten Schicht einer Pulverschmelze entsprechen. Das bedeutet, daß die Schicht aus Pulver aufgebaut wurde. Die Textur kann auch der einer Tropfenschmelze entsprechen. Das bedeutet, daß die Schicht aus feinen Tropfen aufgebaut wurde. Das Aufschmelzen der Partikel zur Bildung der Schicht, die die beschriebene Textur aufweist, kann auf beliebige Art und Weise erfolgen und von den Hilfsmitteln der modernen Metallbeschichtungstechnik Gebrauch machen.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß eine Abschlußschicht, welche die Textur einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht aufweist, überraschenderweise auch die offenen Poren des Gußkörpers ausfüllt, wenn die Partikel einen Durchmesser aufweisen, der kleiner ist als der der offe-

nen Poren. Es versteht sich, daß der Durchmesser der Partikel ausreichend klein sein muß. Besonders geeignete Durchmesser können unter Berücksichtigung der Porengröße leicht durch Versuche ermittelt werden. Da bei dem erfindungsgemäßen Abschirm-Transportbehälter die eingangs beschriebenen Probleme nicht mehr auftreten, weil sich unter der Abschlußschicht offene Poren des Gußkörpers nicht mehr befinden, kann erfindungsgemäß mit sehr dünnen Schichtdicken der Abschlußschicht gearbeitet werden. In diesem Zusammenhang lehrt die Erfindung, daß die Abschlußschicht eine Dicke von bis zu 200 µm aufweist. Vorzugsweise weist die Abschlußschicht eine Dicke von etwa 100 µm auf.

Im Rahmen der Erfindung kann die Oberfläche des Gußkörpers des Behälterkörpers mechanisch bearbeitet sein und die Abschlußschicht kann auf die mechanisch bearbeitete Oberfläche aufgebracht sein. Eine mechanisch bearbeitete Oberfläche des Gußkörpers weist die eingangs beschriebenen Poren auf, weil bei der mechanischen Bearbeitung insbesondere die sphärischen Graphitanteile in der Gußmatrix aus dieser herausgerissen werden. Im Rahmen der Erfindung besteht aber überraschenderweise sogar die Möglichkeit, die Abschlußschicht auf die lediglich gereinigte Gußhautoberfläche des Gußkörpers aufzubringen. Auch diese besitzt regelmäßig feine Poren, die erfindungsgemäß verschlossen werden.

Zum Aufbringen der Abschlußschicht kann, wie bereits erwähnt, mit den verschiedensten Beschichtungsverfahren für die Metallbeschichtung von metallischen Oberflächen gearbeitet werden. Vorzugsweise wird erfindungsgemäß mit einem Laserbeschichtungsverfahren gearbeitet. Insoweit ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zum Aufbringen der Abschlußschicht auf den Gußkörper eines Abschirm-Transportbehälters, wobei dieses Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, daß die Partikel durch zumindest einen Laserstrahl ausreichender Energie zur Partikelschmelze vereinigt werden. Nach bevorzugter Ausführungsform wird der Laserstrahl, eine Wechselwirkungszone mit der Oberfläche bildend, auf die zu beschichtende Oberfläche gerichtet sowie längs der zu beschichtenden Oberfläche in Bahnen bewegt, wobei die Partikel in die Wechselwirkungszone eingebracht werden. Die Partikel können als Pulver mittels Sprühdüse aufgebracht bzw. eingebracht werden. Die Partikel können aber auch nach der Methode des Plasmaspritzens aufgebracht bzw. eingebracht werden.

Gegenstand der Erfindung sind auch die Verwendungsmaßnahmen, auf die die Patentansprüche 12 bis 15 gerichtet sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in starker Vergrößerung einen Ausschnitt aus dem Gußkörper eines Abschirm-Transportbehälters mit einer zum Stand der Technik gehörenden Abschlußbeschichtung und

Fig. 2 in starker Vergrößerung einen Ausschnitt aus dem Gußkörper eines Abschirm-Transportbehälters mit erfindungsgemäßer Abschlußschicht.

In den Figuren erkennt man einen aus sphärolithischem Gußeisen bestehenden Gußkörper, welcher dem Behälterkörper eines Abschirm-Transportbehälters für bestrahlte Kernreaktorbrennelemente angehört. Man erkennt, daß der Gußkörper 1 eine Oberfläche 2 mit offenen Poren 3 aufweist. Auf die Oberfläche ist eine Abschlußschicht 4, die im Ausführungsbeispiel aus Nickel oder aus einer Nickelbasis-Legierung bestehen möge, aufgebracht.

Die Fig. 1 zeigt die bekannte Ausführungsform, bei der die Abschlußschicht 4 galvanotechnisch aufgebracht wurde. Man erkennt mehrere galvanotechnisch aufgetragene Schichten a bis e einer erheblichen Dicke, - man erkennt fernerhin, daß die offene Pore 3 nicht nur nicht ausgefüllt ist, sondern sich in die galvanotechnisch aufgetragene Abschlußschicht 4 hinein gleichsam fortgesetzt hat.

Demgegenüber erkennt man in der Fig. 2, daß die Abschlußschicht 4, die die Textur 5 einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht aufweist, auch die offene Pore 3 in der Oberfläche 2 des Gußkörpers 1 ausgefüllt hat. Angedeutet wurde, daß die Partikel einen Durchmesser aufweisen, der wesentlich kleiner ist als der der offenen Pore. - Die Textur 5 wurde zur Verdeutlichung übertrieben dargestellt.

Bewährt haben sich die beschriebenen Maßnahmen für Behälterkörper aus sphärolithischem Gußeisen der folgenden Zusammensetzung Kohlenstoff 3,2 bis 3,8 %, Silicium 1,6 bis 2,6 %, Mangan 0,1 bis 0,3 %, Magnesium 0,025 bis 0,06 %, Rest Eisen und übliche Beimengungen. Bewährt hat sich fernerhin die Verwendung von technisch reinem Nickel mit 99 oder mehr Gew.% Nickel, gegebenenfalls mit einem definierten Phosphorzusatz und mit bei technischem Nickel üblichen Beimengungen.

Patentansprüche

1. Abschirm-Transportbehälter für bestrahlte Kernreaktorbrennelemente, mit einem aus sphärolithischem Gußeisen bestehenden Behälterkörper, der eine Deckelaufnahme aufweist, und mit in die Deckelaufnahme eingepaßtem Deckel, wobei zumindest der Gußkörper des Behälterkörpers eine Oberfläche mit offenen Poren so-

- wie eine Abschlußschicht aus einem Metall oder aus einer Metallegierung der Gruppe "Nickel, Nickelbasislegierung, austenitische Chrom/Nickel-Legierung" aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschlußschicht die Textur einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht aufweist, deren Partikel einen Durchmesser besitzen, der kleiner ist als der der offenen Poren, und daß die Abschlußschicht auch die offenen Poren ausfüllt.
2. Abschirm-Transportbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Textur der erstarrten Schicht der einer Pulverschmelze entspricht.
3. Abschirm-Transportbehälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Textur der erstarrten Schicht der einer erstarrten Tropfenschmelze entspricht.
4. Abschirm-Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußschicht eine Dicke von bis zu 200 µm aufweist.
5. Abschirm-Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußschicht eine Dicke von etwa 100 µm aufweist.
6. Abschirm-Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Gußkörpers mechanisch bearbeitet und die Abschlußschicht auf die mechanisch bearbeitete Oberfläche aufgebracht ist.
7. Abschirm-Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschlußschicht auf die Gußhautoberfläche des Gußkörpers aufgebracht ist.
8. Verfahren zum Aufbringen der Abschlußschicht auf den Gußkörper eines Abschirm-Transportbehälters nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel durch zumindest einen Laserstrahl zur Partikelschmelze vereinigt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl, eine Wechselwirkungszone auf der Oberfläche bildend, auf die zu beschichtende Oberfläche gerichtet sowie längs der zu beschichtenden Oberfläche in Bahnen bewegt wird und daß die Partikel in die Wechselwirkungszone eingebracht werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel als Pulver mittels Sprühdüse aufgebracht bzw. eingebracht werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel nach der Methode des Plasmaspritzens aufgebracht bzw. eingebracht werden.
12. Verwendung einer aus einer Partikelschmelze erstarrten Schicht aus einem Metall oder aus Metallegierung der Gruppe "Nickel, Nickelbasislegierung, austenitische Chrom/Nickel-Legierung" als Abschlußschicht auf dem Gußkörper eines Abschirm-Transportbehälters für bestrahlte Kernreaktorbrennelemente, der eine Oberfläche mit offenen Poren aufweist, - mit der Maßgabe, daß die Abschlußschicht eine Dicke von bis zu 200 µm, vorzugsweise von 100 bis 200 µm aufweist, sowie auch die offenen Poren des Gußkörpers ausfüllt und mit der weiteren Maßgabe, daß die Beschickung des Abschirm-Transportbehälters in einem Brennelementbecken erfolgt.
13. Verwendung nach Anspruch 12 mit der Maßgabe, daß die Abschlußschicht aus einer Pulverschmelze erstarrt ist.
14. Verwendung nach Anspruch 12 mit der Maßgabe, daß die Abschlußschicht aus einer Tropfenschmelze erstarrt ist.
15. Verwendung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, mit der Maßgabe, daß die Abschlußschicht nach einem Laserbeschichtungsverfahren aufgebracht ist.

Fig. 1

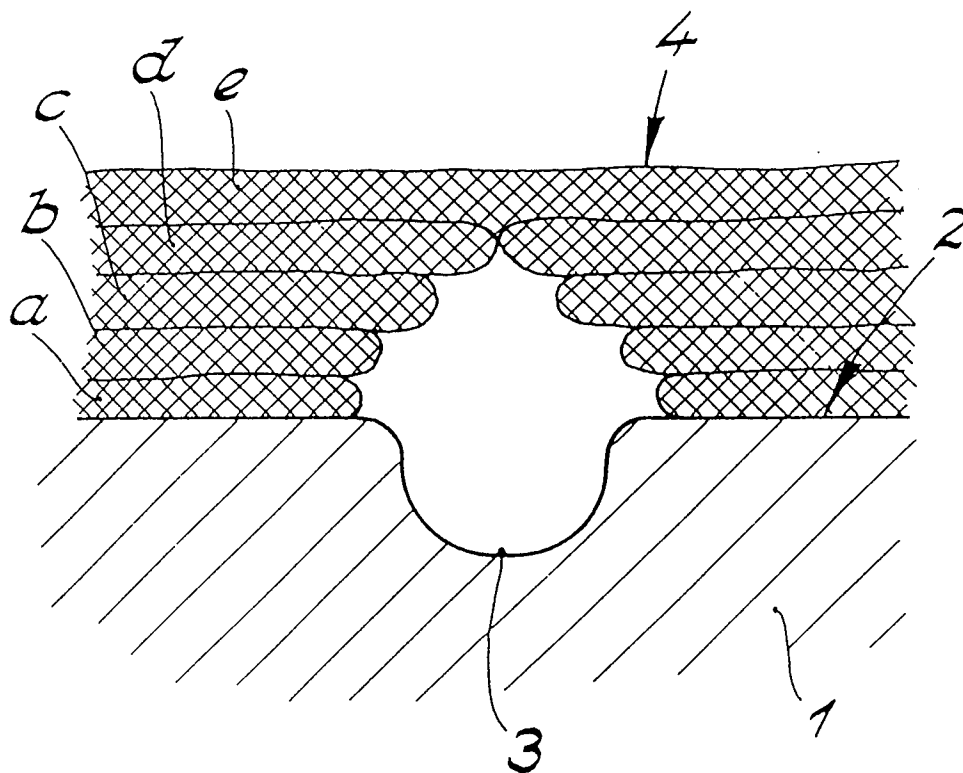
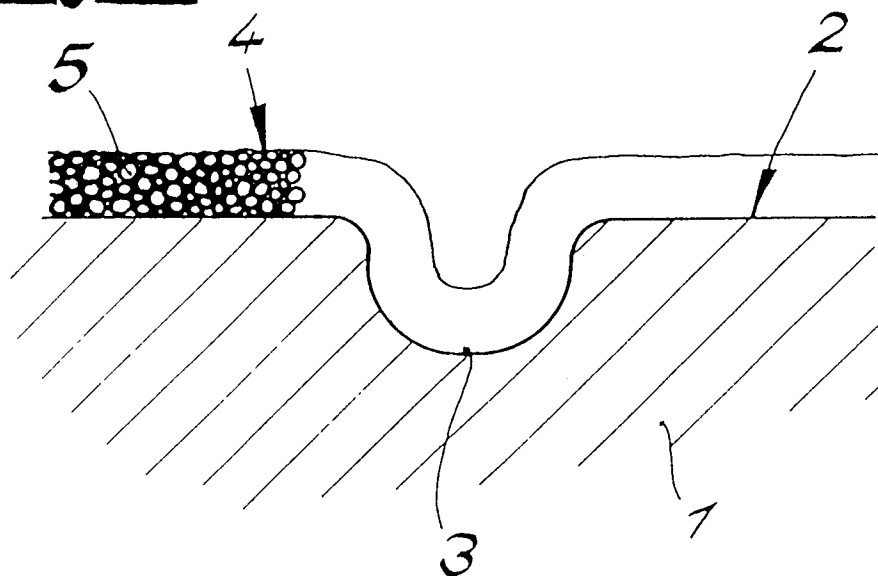


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 9858
Seite 1

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-B-2 740 933 (R.W.E.; STEAG) * Spalten 1,3-4; Abbildungen 1-2 *	1-2, 12-13	G21F5/00 G21F1/00 C23C4/08 C23C24/10
A	---	3-10,14	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 158 (E-1191)17. April 1992 & JP-A-04 010 355 (FURUKAWA BATTERY) 14. Januar 1992 * Zusammenfassung *	1-2, 12-13	
A	---		
A	DE-A-2 931 747 (SIEMPELKAMP GIESSEREI) * Seiten 3-4,9; Abbildungen 1-2 *	1-7, 12-14	
A	---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 5 (C-467)8. Januar 1988 & JP-A-62 161 946 (OKAMOTO) 17. Juli 1987 * Zusammenfassung *	1-6,10, 12-14	
A	---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16, no. 228 (C-944)27. Mai 1992 & JP-A-04 045 253 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 14. Februar 1992 * Zusammenfassung *	1-5, 10-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) G21F C23C
A	---		
A	FR-A-2 347 191 (STAL-LAVAL TURBIN) * das ganze Dokument *	1-6, 12-14	
A	---		
A	BE-A-654 700 (DELORO STELLITE) * das ganze Dokument *	1-7, 10-14	
A	---		
A	DE-A-2 023 899 (A.S.E.A.) * Seite 4, Zeile 7 - Seite 8, Zeile 4; Abbildungen 1-2 *	1-6, 10-14	
A	---		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 02 JUNI 1993	Prüfer DEROUBAIX P.G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 9858
Seite 2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	DE-A-1 962 036 (FA. C. CONRADTY) * Seite 2, letzter Absatz - Seite 4 * -----	1-7, 10-14
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 02 JUNI 1993	Prüfer DEROUBAIX P.G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		