



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 412 395 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90114608.4

(51) Int. Cl.⁵: **E02F 3/18, E02F 3/84,
E02F 9/20**

(22) Anmeldetag: 30.07.90

(30) Priorität: 08.08.89 DE 3926221

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.02.91 Patentblatt 91/07

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

Anmelder: **RHEINBRAUN Aktiengesellschaft**
Stüttgenweg 2
D-5000 Köln 41(DE)

Anmelder: **IBEO INGENIEURBÜRO FÜR**
ELEKTRONIK UND OPTIK J. HIPP + G.
BRÖHAN
Fahrenkrön 121
D-2000 Hamburg 71(DE)

(72) Erfinder: **Heimes, Edmund**
Kellergasse 20

D-8521 Möhrendorf(DE)

Erfinder: **Nüsslin, Hans-Jörg**

Falkenstrasse 70

D-8520 Erlangen(DE)

Erfinder: **Hipp, Johann**

Fahrenkrön 125

D-2000 Hamburg 71(DE)

Erfinder: **Hartlief, Franz-Josef**

Benzelrather Strasse 17

D-5020 Frechen-Grefrath(DE)

Erfinder: **Fassbender, Franz-Arno**

Huppertstalerweg 1a

D-5010 Bergheim-Ahe(DE)

Erfinder: **Eckoldt, Ralf**

Mainzer Str. 41

D-5000 Köln 1(DE)

Erfinder: **Henning, Dieter, Dr.**

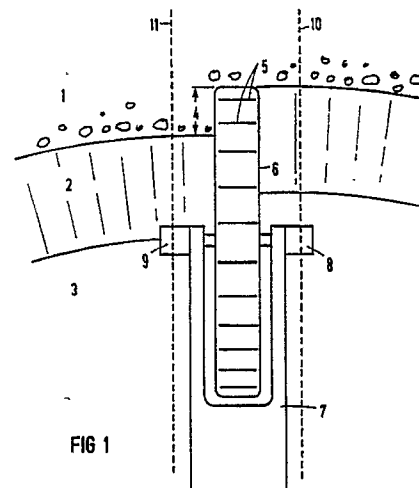
Stresemann Strasse 31

D-5160 Düren(DE)

(74) Vertreter: **Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing. et al**
Postfach 22 13 17
D-8000 München 22(DE)

(54) **Führung eines Bagger-Schaufelrades zum Erzeugen vorherbestimmter Flächen.**

(57) Die Erfindung betrifft die Führung eines Bagger-Schaufelrades (6) zum Erzeugen vorherbestimmter Flächen im Tagebau, insbesondere im Stein- und Braunkohletagebau durch eine fortlaufende Vermessung der vom Schaufelrad freigelegten Fläche und geregelte Nachführung des Schaufelrades in die notwendige Position zur Erzeugung der vorherbestimmten Fläche, wobei die Führung des Schaufelrades durch einen, in einem vom Tagebaugerät mitgeführten, Rotationslaser (8,9) erzeugten, gepulsten Laserstrahl erfolgt.



EP 0 412 395 A1

FÜHRUNG EINES BAGGER-SCHAUFELRADES ZUM ERZEUGEN VORHERBESTIMMTER FLÄCHEN

Die Erfindung betrifft eine Führung eines Bagger-Schaufelrades zum Erzeugen vorherbestimmter Flächen, z.B. Planum oder Rampe, im Tagebau, insbesondere im Stein- oder Braunkohle-tagebau, durch eine fortlaufende Vermessung der vom Schaufelrad freigelegten Fläche und Nachführung des Schaufelrades in die notwendige Position zur Erzeugung der vorherbestimmten Fläche.

Für den Betrieb eines Schaufelradbaggers ist es wesentlich, beim Abbau von Kohle, Erz oder anderen zu fördernden Materialien die sich im Zuge des Abbaufortschrittes verändernde Standfläche des Gerätes vorzugeben, damit dieses seine Abbauvorgaben erfüllen kann. Das Problem wird bisher bezüglich der Vermessung als auch bezüglich der Führung des Schaufelrades sehr aufwendig, unter Einschaltung manueller Schritte, gelöst. Eine entsprechende Lösung ist aus der Zeitschrift "Braunkohle 41 (1989) Heft 5, S.148-150, bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Führung eines Bagger-Schaufelrades zum Erzeugen vorherbestimmter Flächen im Tagebau derart auszugestalten, daß die vorherbestimmten Flächen automatisiert mit hoher Genauigkeit erreicht werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Führung des Schaufelrades durch einen, in einem vom Tagebaugerät mitgeführten Meßlaser, erzeugten, gepulsten Laserstrahl erfolgt, der die Kontur der erzeugten Fläche mißt.

Geeignete Laser sind prinzipiell bekannt, so z.B. aus dem Buch "Lasertechnik: Eine Einführung", Hüthig Verlag, Heidelberg, 1982, Seite 368ff. Die bekannten Laser werden sowohl für die Vermessung im Tagebau als auch für die Führung von Arbeitsmaschinen, z.B. von Bandrückraupen verwendet. Ein automatisiertes Erreichen einer vorherbestimmten Flächenform bei der Arbeit des Baggers ist hierdurch jedoch nicht erreichbar.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Meßlaser über einen Lotsensor lageorientiert ist und daß er den Verlauf der freigelegten Fläche über in einem Rechner ermittelte Laufzeitmessungen des Laserlichtes ermittelt. Hierdurch ergibt sich vorteilhaft eine lageunabhängige Verlaufsermittlung der freigelegten Fläche über Referenzlinien, zwischen denen der genaue Flächenverlauf leicht durch Interpolation ermittelt werden kann. Die Ermittlung kann entweder durch den Rechner erfolgen, der auch die Laufzeit des Laserlichtes auswertet und damit den Abstand des Lasers von den einzelnen Punkten der freigelegten Fläche ermittelt als auch in einem Rechner, der gleichzeitig als Steuerungsrechner dienen kann.

Die Position des die fortlaufenden Messungen durchführenden Lasers ist wahlweise entweder in

der Nähe des Schaufelrades oder auf dem Pylon des Baggers, auf jeden Fall derart, daß ein ungestörtes Ausmessen der freigelegten Fläche (Planum) möglich ist. Die genaue Wahl der Position des Lasers hängt dabei von den übrigen, dem Laser und dem Rechner übertragenen Aufgaben ab, so z.B. der Kollisionsüberwachung oder der Lagerstätten-Verlaufsüberwachung.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, anhand der Zeichnung und in Verbindung mit den Unteransprüchen. Es zeigen als Beispiel in Verbindung mit einer Schnittvolumenmessung:

FIG 1 eine Sicht auf den Abbauort,

FIG 2 eine Darstellung der geometrischen Verhältnisse bei einer Schnittvolumenmessung und

FIG 3 eine Darstellung der geometrischen Verhältnisse am Abbauort in vereinfachter Form.

Die FIG 1 zeigt die Ermittlung der Einzelheiten des Abbauortes durch zwei Meßlaser, insbesondere Laserscanner 8, 9, die das Oberflächenprofil auf dem Abbaumaterial 1 und die abgearbeitete Fläche 3 durch scannen auf den Scanlinien 10, 11 vertikal vermessen. Die Laserscanner 8, 9 sind neben dem Schaufelrad 6 mit den Schaufeln 5 am Schaufelradträger 7 angebracht und vermessen vornehmlich den nach unten gerichteten Profiltteil 2. Eine Anbringung am Bagger ist ebenso möglich und empfiehlt sich bei starker Staubbentwicklung. Zum Einsatz sind IR-Laser besonders geeignet, die z.B. mit Impulsdauern von 1-10 Nanosekunden und einer Impulsrate im Kilohertzbereich, vorzugsweise im 3-30 kHz-Bereiche, arbeiten.

Das Profil wird aus Entfernung/Winkel-Wertepaaren ermittelt. Es wird in erster Linie das Profil 1, 2 derjenigen Seite für die Regelung verwendet, auf die sich das Schaufelrad 6 zubewegt. Bei gleichmäßiger Bewegung in nur eine Richtung kann auch auf den zweiten Profils Scanner verzichtet werden. Während der Schwenkbewegung dreht sich das Schaufelrad 6 und fräst das Festmaterial 1 um das Oberflächenmaß 4 ab.

Das hintere Profil 12 (weggefrästes Festmaterial) ist, wie FIG 2 zeigt, durch die Kontur des Schaufelrades 6 vorgegeben, da alles vorstehende Material zwangsweise weggefräst wird. Aus der hinteren Kontur 12 und dem gemessenen Profil 13 wird die Querschnittsfläche 14 des jeweilig geschnittenen Spans errechnet. Die Überlappung des Schaufelrades 6 über das gemessene Profil des Laserscanners stellt diese Differenzfläche dar. Durch die Schwenkbewegung des Baggers fräst sich das Schaufelrad 6 seitlich in das Festmaterial. Das Volumen des Spans ist umso größer, je schneller diese Schwenkbewegung erfolgt. Das von

der Spanquerschnittsfläche 14 überstrichene Volumen pro Zeiteinheit stellt den geförderten Volumenstrom des momentan weggefrästen Festmaterials dar. Die erforderlichen Rechnungen für Festmaterial, Fördervolumen, Spandicke, Spanhöhe, Lage der Schnittfläche und Aufmaß (separat vermessen), werden in einem Rechner vorgenommen, der dem Laserscanner nachgeschaltet ist. Dieser Rechner kann im Laserscanner integriert sein. Für die Berechnung ist im wesentlichen der Schwenkradius, die Schwenkgeschwindigkeit, der Hubwinkel (α) des Schaufelradauslegers, die Anbauposition des Laserscanners 8, 9, weitere geometrische Abmessungen des Baggers sowie seine Lage im Raum notwendig. Diese Informationen können im Rechner des Laserscanners leicht gespeichert werden. Vorteilhaft wird der Rechner mit einem beschreibbaren Permanentenspeicher ausgerüstet.

Da der Montageort und die Ausrichtung des Laserscanners 8, 9 relativ zum Bagger 16 bekannt ist, bzw. einmalig bestimmt werden kann, ist der Hubwinkel (α) des Schaufelradauslegers direkt im Laserscanner 8, 9 oder im nachgeschalteten Rechner zu verwerten. Die Länge des Schaufelradauslegers ist ein bekannter Parameter. In Verbindung mit der Schwenkgeschwindigkeit reichen die Informationen aus, um im Laserscanner 8, 9 oder im nachgeschalteten Rechner den Festmaterial-Volumenstrom aus den Profildaten zu berechnen, ohne daß weitere Meßwerte dem Laserscanner 8, 9 bzw. dem nachgeschalteten Rechner zugeleitet werden müssen. Bei einer Schrägstellung des Baggers 16 ist gegebenenfalls eine Korrektur notwendig, die aus einer Lotmessung ermittelt werden kann und als Korrekturgröße dem Rechner aufgegeben wird. Für die Vorgabe einer Schnittfläche ist, wie FIG 2 zeigt, das räumliche Profil durch Bezug auf das Lot 15 im Raum zu orientieren.

Der Profiltteil auf dem Planum 3 (abgearbeitete Fläche) ist durch eine Gerade approximierbar. Die Steigung dieser Geraden ist berechenbar. Die Höhe des Schaufelrades 6 über Planum kann ebenfalls aus dem Profil bestimmt werden, in dem aus der Schrägentfernung auf die approximierte Gerade in Planum die Projektion auf die Vertikale berechnet wird. Aus beiden Größen können IST-Werte für den Ort des Schaufelrades 6 berechnet werden. Damit ist der Ort des Schaufelrades 6 relativ zum Standpunkt des Baggers 16 kontinuierlich vermeßbar. Gibt man für den Ort des Schaufelrades 6 SOLL-Werte vor, so kann aus der Differenz der IST-Werte und SOLL-Werte eine Regelgröße zur Steuerung des Schaufelrades 6 auf beliebige Oberflächenformen abgeleitet werden.

Da sowohl die Lage des Schaufelradauslegers 7 als auch die Oberflächenkontur des Planums 3 und der Fräsfläche bekannt sind, kann auch der Abstand des Auslegers 7 zum anstehenden Materi-

al berechnet werden. Die Unterschreitung eines bestimmten Abstandes kann sehr vorteilhaft dazu benutzt werden, einen Kollisionsalarm auszulösen.

Die vorstehende Erfindung, die ein bisher als unlösbar angesehenes Grundproblem bei der Arbeit von Schaufelradbaggern löst, ist bevorzugt mit Laserscannern, insbesondere IR-Laserscannern, durchführbar. Es versteht sich jedoch für den Fachmann von selbst, daß auch andere, einem Laser vergleichbare Strahlungsquellen eingesetzt werden können, z.B. elektromagnetische Strahler sehr hoher Frequenz und vergleichbarer Strahlbündelung. Vorteilhaft werden jedoch IR-Meßlaser eingesetzt, die Impulsdauern von 1-10 Nanosekunden und eine Impulsrate im Kilohertzbereich, vorzugsweise im 3-30 kHz-Bereich, aufweisen.

Ansprüche

1. Führung eines Bagger-Schaufelrades zum Erzeugen vorherbestimmter Flächen im Tagebau, insbesondere im Stein- und Braunkohletagebau durch eine fortlaufende Vermessung der vom Schaufelrad freigelegten Fläche und geregelte Nachführung des Schaufelrades in die notwendige Position zur Erzeugung der vorherbestimmten Fläche, wobei die Führung des Schaufelrades durch einen, in einem vom Tagebaugerät mitgeführten, Meßlaser erzeugten, gepulsten Laserstrahl erfolgt.
2. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser über einen Lotsensor lageorientiert ist.
3. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser den Verlauf der freigelegten Fläche über in einem Rechner ermittelte Laufzeitmessungen des Laserlichts ermittelt.
4. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1,2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Geometrie der vom Schaufelrad freigelegten Fläche aus einer Meßposition auf dem Schaufelradbagger ermittelt wird.
5. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1,2,3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser und der Rechner mit einem beschreibbaren Permanentenspeicher verbunden ist, in dem Parameter über den Bagger und über die Anbauposition des Laserscanners und Justagewerte gespeichert werden.
6. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1,2,3,4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser in den Winkelbereichen, die nicht zur Profilauswertung herangezogen werden, auf ein geräteinternes Ziel mißt und die dabei gemessene, bekannte Entfernung als Kontrollwert für die Funktionsfähigkeit des Gerätes und als Eichwert verwendet wird.

7. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach Anspruch 1,2,3,4,5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rechner eine Sollwertspeicherung für die zu erzeugende Fläche (Planum) aufweist und das Schaufelrad danach geregelt geführt wird. 5
8. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung einer vorherbestimmten Fläche, z.B. Planum oder Rampe bei der Arbeit eines Tagebaufördergerätes ein Laserscanner verwendet wird, der die erzeugte Fläche fortlaufend vermißt. 10
9. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßlaser als IR-Laser ausgebildet ist und mit Impulsdauern von 1-10 Nanosekunden sowie einer Impulsfrequenz im Kilohertzbereich, vorzugsweise im 10-50 kHz-Bereich, arbeitet. 15
10. Führung eines Bagger-Schaufelrades nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Impulslaufzeitmessung zunächst ein Startpuls generiert wird, dessen reflektierten Anteil über Verzögerungsleitungen, vorzugsweise in Spulenform, laufzeitverlängert und für eine Start-Stop-Messung verwendet wird. 20 25

30

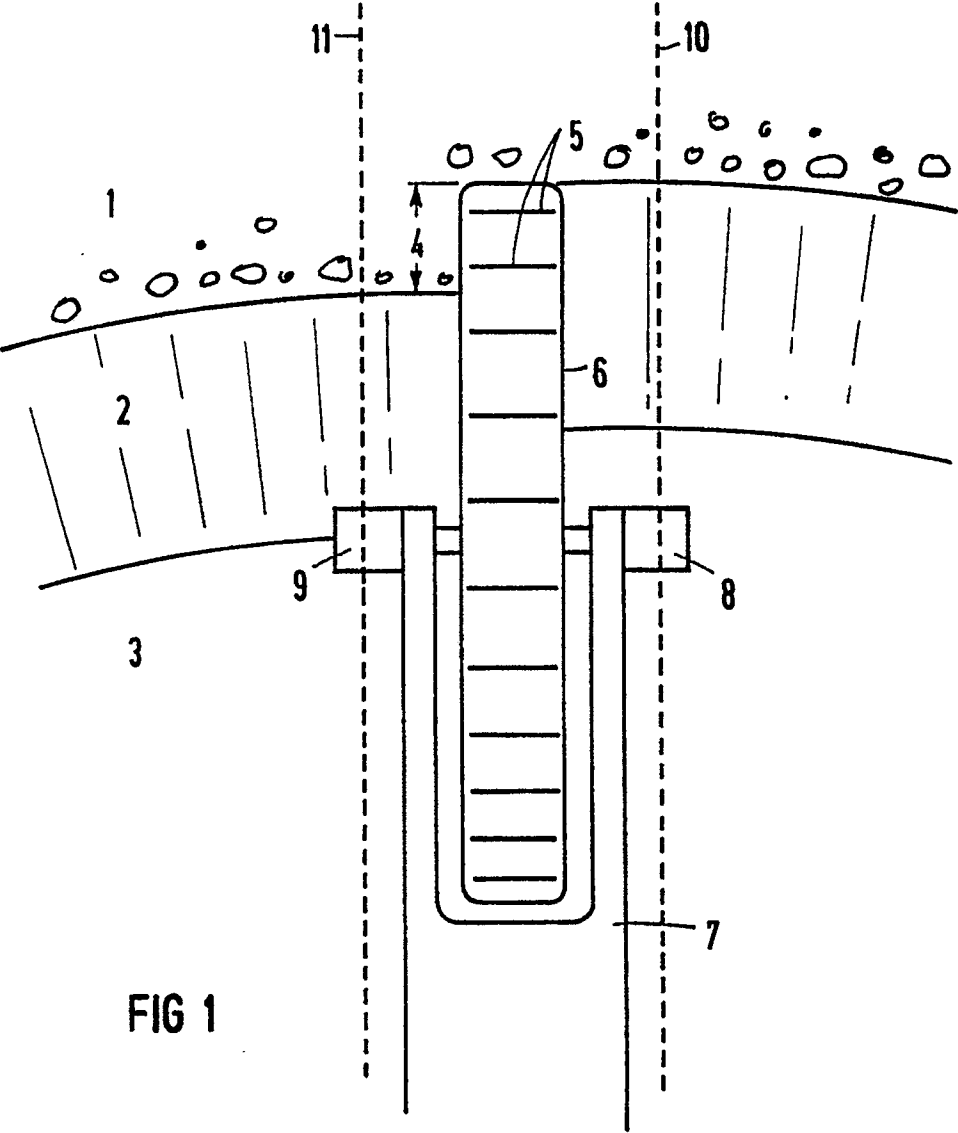
35

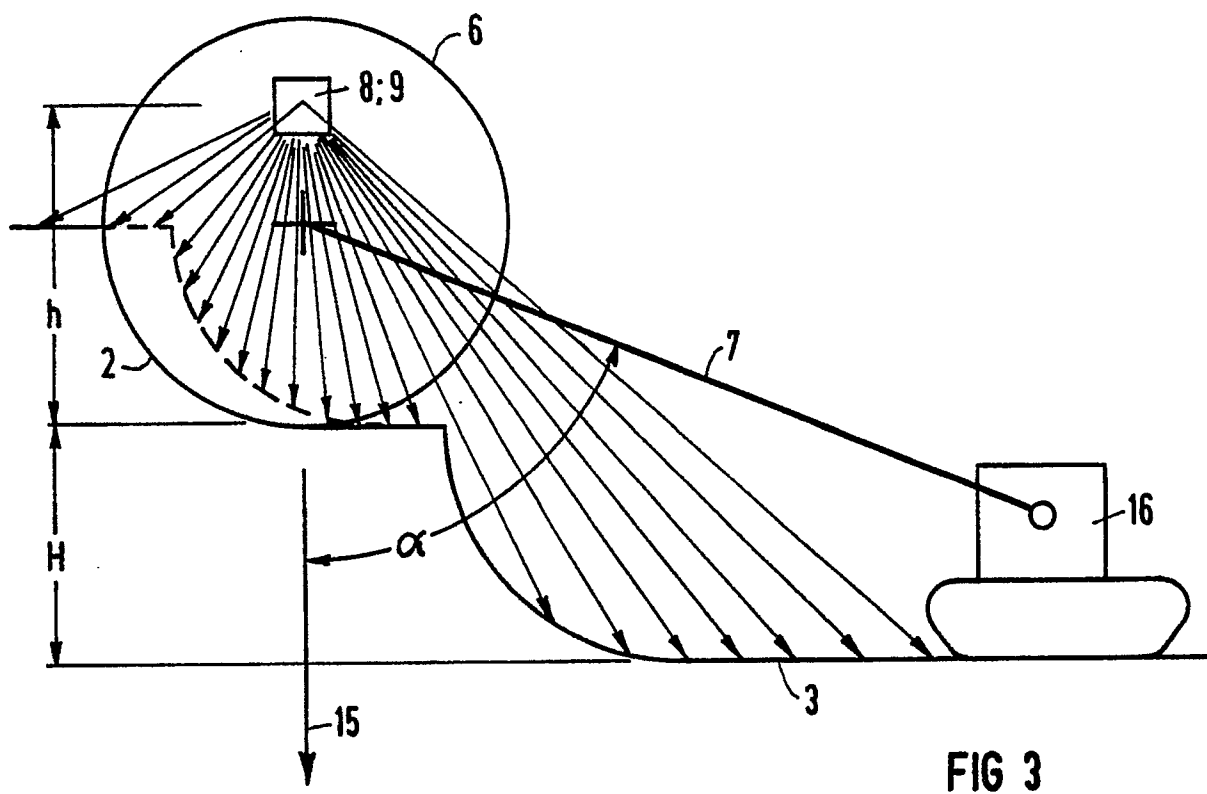
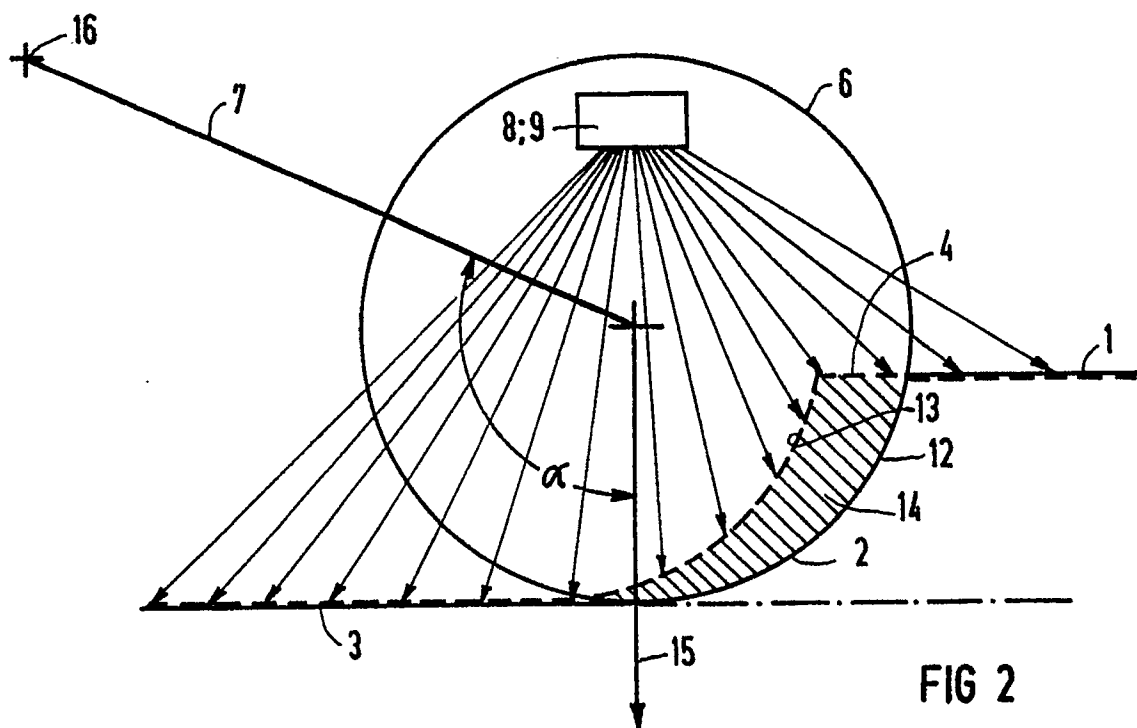
40

45

50

55







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 4608

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-1 412 991 (ROLLS-ROYCE LTD) * Seite 1, Zeilen 9-27 * ---	1	E 02 F 3/18 E 02 F 3/84 E 02 F 9/20
A	EP-A-0 192 993 (KAPPNER) * Zusammenfassung * ---	1	
A	US-A-4 088 408 (BURCHER et al.) * Zusammenfassung * ---	1	
A	US-A-4 820 041 (DAVIDSON et al.) * Spalte 5, Zeilen 15-63 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 02 F G 01 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-10-1990	Prüfer ANGIUS P.
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 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			