

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 82101898.3

51 Int. Cl.³: H 05 B 7/10

22 Anmeldetag: 10.03.82

30 Priorität: 08.04.81 DE 3114145

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.10.82 Patentblatt 82/42

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: KRUPP STAHL AKTIENGESELLSCHAFT
Postfach 1013 70
D-4630 Bochum 1(DE)

72 Erfinder: Raquet, Erwin, Dr. rer.nat.
Rüsbergstrasse 10
D-5810 Witten(DE)

74 Vertreter: Patentanwaltsbüro Cohausz & Florack
Schumannstrasse 97
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

54 Elektrischer Lichtbogenofen.

57 Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Lichtbogenofen (1) mit insbesondere drei im Dreieck angeordneten Elektroden, (6-8) die von parallelen Tragarmen (9-11) gehalten sind. Zur Verminderung von Elektrodenbrüchen ist zumindest der Tragarm der am meisten bruchgefährdeten Elektrode mit einem Resonanzabsorber (14) bestückt, dessen Eigenfrequenz auf die Frequenz des Systems Tragarm / Elektrode für Nickschwingungen in der Ebene Tragarm / Elektrode abgestimmt ist.

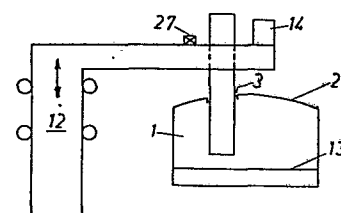


Fig. 2

PATENTANWALTE:

Dipl.-Ing. W. COHAUSZ · Dipl.-Ing. R. KNAUF · Dipl.-Ing. H. B. COHAUSZ · Dipl.-Ing. D. H. WERNER

8. März 1982

1 Anm.: Krupp Stahl Akteingesellschaft 4630 Bochum

5 Elektrischer Lichtbogenofen

15 Die Erfindung betrifft einen elektrischen Lichtbogen-
ofen, insbesondere zum Schmelzen von Stahl, mit einer
oder mehreren, jeweils von einem Tragarm gehaltenen
Elektroden.

20 Solche elektrischen Lichtbogenöfen werden in der Regel
mit drei Elektroden bestückt und als Dreiphasen-Ofen
betrieben. Nur für Sonderzwecke, z.B. zum Vorschmelzen
von Schlacken für das Schlackenreaktionsverfahren, werden
sie mit einer Elektrode bestückt und als Einphasen-
Ofen betrieben.

25 Bei solchen Öfen besteht ein seit langem bekanntes Prob-
lem darin, daß die Elektroden an der Einspannstelle am
Tragarm brechen. Bei einem mit drei Elektroden bestück-
ten Ofen betrug die Bruchrate 5 bis 10 Brüche im Monat.
Nach Umstellung auf höhere Schmelzleistungen (höherer
Strom) erhöhte sich die Bruchrate auf 30 bis 40 im
30 Monat. Dabei war besonders die mittlere Elektrode ge-
fährdet, d.h., bei einer Anordnung der Elektroden im

- 1 Dreieck und bei einer Halterung der Elektroden an parallelen Tragarmen die Elektrode am mittleren, kürzeren Tragarm.
- 5 Ein möglicher Weg, die Bruchrate dadurch zu senken, daß die Tragkonstruktion versteift wird, ist wegen der damit verbundenen Erhöhung der Massen problematisch. Größere Massen erfordern nämlich auch einen verstärkten Antrieb zum Heben und Senken der Tragarmkonstruktion. Einer Verminderung der Bruchrate durch verbesserte mechanische Eigenschaften der Elektroden stehen die damit verbundenen Mehrkosten gegenüber.
- 10
- 15 Zur Herabsetzung der Bruchrate von Elektrodenbrüchen ist ferner bekannt, an den Elektrodenarmen Schwingungsdämpfer vorzusehen. Diese Schwingungsdämpfer sind derart angeordnet, daß sie senkrecht zur gemeinsamen Ebene von Elektrode und Elektrodenarm auftretende Schwingungen dämpfen.
- 20 Die Schwingungsdämpfer bestehen aus einer trägen Masse, die über Federn in einer mittleren Lage gehalten wird und deren Bewegung durch Dämpfungsmittel gedämpft wird. In einem Ausführungsbeispiel ist die träge Masse in einem mit Hydraulikflüssigkeit ausgefüllten Gehäuse angeordnet, während sie bei einem anderen Ausführungsbeispiel mit einer Reibungsbremse verbunden ist. In allen Fällen beruht die Dämpfungswirkung darauf, daß die von dem System Tragarm / Elektrode ausgehende und auf die träge Masse übertragene Schwingungsenergie in Reibungswärme umgewandelt wird. Eine solche Verminderung der Schwingungen des Systems Tragarm / Elektrode ist nicht besonders wirksam (DE-OS 2 837 741).
- 25
- 30

1 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Lichtbogenofen zu schaffen, bei dem die Bruchgefahr der Elektroden im Vergleich zu den herkömmlichen Lichtbogenöfen vermindert ist.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens auf dem Tragarm der am meisten bruchgefährdeten Elektrode ein Schwingungstilger angeordnet ist, der in seiner Eigenfrequenz auf die Eigenfrequenz des Schwingungssystems Tragarm / Elektrode für die Nickschwingungen in der Ebene Tragarm / Elektrode abgestimmt ist.

15 Bei einem mit drei im Dreieck angeordneten, von untereinander parallelen Tragarmen gehaltenen Elektroden, von denen die äußeren Tragarme gleich lang und der mittlere verschieden lang ist, ist der Schwingungstilger auf dem mittleren Tragarm angeordnet.

20

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß Elektrode und Tragarm als System derart schwingen, daß Nickschwingungen des Tragarms mit der Elektrode in der Ebene Tragarm / Elektrode auftreten. Diese Schwingungen werden durch Lichtbogenschwingungen (sogenannte Flickerschwingungen) angefacht. Dabei wirkt die Elektrode wie ein Hebelarm auf den Tragarm ein und wird an ihrer Einspannstelle am meisten auf Biegung beansprucht. Durch die Anbringung eines Schwingungstilgers am Tragarm werden die Eigenschwingungen derart gedämpft, daß die Schwingungsamplitude erheblich vermindert wird. Der Einsatz des Schwingungstilgers macht es überflüssig, die Konstruktion und den Antrieb der Tragarmkonstruktion zu versteifen oder die Elektroden aus einem mechanisch besseren Material herzustellen.

35

1 Die Verminderung der Schwingungsamplitude des Systems
Tragarm / Elektrode führt auch zu einer verminderten
Belastung des Antriebs und der Führung der Tragarmkon-
struktion, sowie der Tragarmkonstruktion selbst.

5

Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen werden die Schwingun-
gen besonders wirksam vermindert, weil die Verminderung
nicht auf einer Umwandlung von Bewegungsenergie in Wär-
meenergie beruht, sondern darauf, daß der Schwingungstil-
10 ger zu Schwingungen angeregt wird, die mit den Schwingun-
gen des Systems Tragarm / Elektrode übereinstimmen, ihr
aber entgegengerichtet sind. Diese Gegenphasigkeit der
Schwingungen führt dazu, daß die anregenden Schwingungen
durch die angeregten Schwingungen schon im Entstehen
15 unterdrückt werden. Zur Ausbildung großer Amplituden kann
es also nicht kommen.

Die Bruchrate kann bereits erheblich vermindert werden,
20 wenn nur auf dem mittleren Tragarm ein Schwingungstil-
ger angeordnet ist. Die Elektrode des mittleren Tragarms
ist nämlich deshalb besonders gefährdet, weil die Schwin-
gungen der Elektrode in der Ebene von Elektrode und Trag-
arm liegen, also in einer Ebene, in der die Konstruktion
25 verhältnismäßig steif ist, während die Schwingungen der
äußeren Elektroden, deren Schwingungsebene nicht mit der
Ebene der Elektroden und der Tragarme zusammenfällt,
teilweise durch Torsion der Tragarme aufgefangen werden
kann.

30

Als Schwingungstilger eignen sich passive und aktive
Schwingungstilger, aber auch Kombinationen von passi-
ven und aktiven Schwingungstilgern.

35

1 Ein passiver Schwingungstilger besteht vorzugsweise aus
einer Feder, einem dazu parallelliegenden Dämpfer und
einer von der Feder und dem Dämpfer getragenen trägen
Masse. Da die Verminderung der Schwingungen des Systems
5 Tragarm / Elektrode nicht auf einer Dämpfungswirkung,
also Umwandlung der Bewegungsenergie in Wärme beruht,
sondern darauf, daß die anregenden Kräfte Gegenkräfte
im Schwingungstilger aufbauen, ist der Schwingungstilger
nicht auf einen Dämpfer angewiesen. Der Dämpfer hat nur
10 den Zweck, die Resonanzstelle des Schwingungstilgers
abzuflachen, so daß die Abstimmung des Schwingungstil-
gers auf das System Tragarm / Elektrode keiner großen
Sorgfalt bedarf.

15 Ein besonders kompakt aufgebauter Schwingungstilger ist
dadurch gekennzeichnet, daß die träge Masse einen Zapfen
aufweist, der in einer ortsfesten Hülse geführt ist,
auf deren Außenseite die als Schraubenfeder ausgebilde-
te Feder geführt ist. Die träge Masse kann topfförmig
20 ausgebildet sein und die Feder umschließen.

Vorzugsweise trägt die träge Masse des Schwingungs-
tilgers einen Schwingungsaufnehmer, der bei Über-
schreiten eines vorgebbaren Amplitudenwertes der
25 Schwingungen der trägen Masse ein Abschaltsignal an die
Stromzuführung zu der oder den Elektroden gibt. Durch
das Abschalten der Stromzufuhr wird dem Aufschaukeln
der Schwingungen zusätzlich entgegengewirkt.

30 Nach einer Ausgestaltung der Erfindung bildet bei einem
aktiven Schwingungstilger die träge Masse den Anker ei-
nes Elektromagneten, dessen Spule in Abhängigkeit von
dem Stellsignal eines Schwingungsaufnehmers für Nick-
schwingungen des Systems Tragarm / Elektrode in der
35 Ebene Tragarm / Elektrode derart angesteuert wird, daß

1 der dadurch zu Schwingungen in der Ebene Tragarm / Elek-
trode angeregte Schwingungstilger am Tragarm Kräfte auf-
baut, die den am unteren Ende der Elektrode wirksamen
Erregerkräften des Lichtbogens entgegenwirken. Dabei
5 kann der Schwingungsaufnehmer auf dem Tragarm, insbe-
sondere auf der trägen Masse, angeordnet sein. Ein
solcher Schwingungstilger gestattet eine Dämpfung der
Schwingungen des Schwingungssystems über einen breiten
Frequenzbereich und in höherer Wirksamkeit als
10 passive Schwingungstilger. In der Regel wird man bei
einem aktiven Schwingungstilger auch die Merkmale des
passiven Schwingungstilgers verwirklichen, um die mag-
netischen Kräfte möglichst klein zu halten. Auch kann,
wie bereits oben erläutert, mittels eines Schwingungs-
15 aufnehmers bei Überschreiten eines bestimmten Ampli-
tudenwertes der Schwingungen die Zufuhr des Stromes zu
der oder den Elektroden für eine oder mehrere Strom-
phasen unterbrochen werden.

20 Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Aus-
führungsbeispiel darstellenden Zeichnungen näher er-
läutert. Im einzelnen zeigen

Fig. 1 einen Lichtbogenofen in schematischer
25 Darstellung in Aufsicht,

Fig. 2 den Lichtbogenofen gemäß Fig. 1 mit der
mittleren Elektrode in schematischer
Darstellung in Seitenansicht,

30 Fig. 3 einen passiven Schwingungstilger im Axial-
schnitt und

Fig. 4 einen aktiven Schwingungstilger im Axial-
35 schnitt.

- 7 -

- 1 Der in den Fig. 1 und 2 dargestellte Lichtbogenofen 1
ist durch einen Deckel 2 verschlossen, in dem drei Öff-
nungen 3, 4, 5 für senkrecht nach unten, parallel zu-
einander und an den Eckpunkten eines gleichseitigen
5 Dreiecks angeordnete Elektroden 6, 7, 8 vorgesehen sind.
Jeder Elektrode 6 bis 8 ist ein Tragarm 9, 10, 11 zuge-
ordnet. Die Tragarme 9 bis 11 verlaufen parallel zuein-
ander. Die beiden äußeren Tragarme 10, 11 sind gleich
lang und länger als der mittlere Tragarm 9. Sämtliche
10 Tragarme 9 bis 11 sind je an einem in der Höhe verstell-
baren Ständer 12 gehalten. Diese Höhenverstellbarkeit
ermöglicht, den Abstand der Elektrodenenden gegenüber
dem Badspiegel 13 zu verändern.
- 15 An den freien Enden der Tragarme 9 bis 11 ist jeweils
ein Schwingungstilger 14, 15, 16 angekoppelt. Der Schwin-
gungstilger hat einen rotationssymmetrischen Aufbau.
Der in Fig. 3 dargestellte Schwingungstilger besteht
aus einem kreiszylindrischen Topf 17, einem zentralen
20 Zapfen 18, einem Zapfen 18 und Topf 17 verbindenden
Querhaupt 19, wobei die Teile 17 bis 19 die sogenannte
"träge" Masse des Schwingungstilgers bilden, einer fest-
stehenden Führungshülse 20 für den Zapfen 18, einer außen
auf der Führungshülse 20 im Ringspalt zwischen Zapfen 18
25 und Topf 17 angeordneten Schraubenfeder 21 und stirnsei-
tig den Topf 17 und den Zapfen 18 an eine Unterlage 22
ankopplenden Dämpfungskörper 23, 24. Die gesamte Einheit
ist in einem Gehäuse 25 eingekapselt. Die die träge Masse
des Schwingungstilgers bildenden Teile (hohlzylindrischer
30 Topf 17, Zapfen 18, Querhaupt 19) und die Feder 21 sind
in ihrer Eigenfrequenz auf die Eigenfrequenz des aus Trag-
arm 9 bis 11 und Elektrode 6 bis 8 bestehenden Schwin-
gungssystems abgestimmt.

- 1 Durch die Wahl des Dämpfungsmaterials für die Dämpfungs-
körper 23/24 kann bei hohen Dämpfungswerten eine etwas
breitbandigere Wirksamkeit des Schwingungsdämpfers er-
reicht werden.
- 5 Auf der trägen Masse 17 bis 19 des Schwingungstilgers
14 bis 16 oder den Tragarmen 9 bis 11 kann ein Schwin-
gungsaufnehmer 26, 27 vorgesehen sein, der über eine
Steuereinrichtung den den Elektroden 6 bis 8 zuzuführen-
10 den Strom derart steuert, daß beim Überschreiten eines
vorgebbaren maximalen Wertes die Stromzufuhr für eine
oder mehrere Phasen unterbrochen wird. Diese Stromun-
terbrechung bewirkt eine Bedämpfung des Systems.
- 15 An Stelle des oben beschriebenen passiven Schwingungs-
tilgers kann ein aktiver Schwingungstilger oder auch
eine Kombination aus passivem und aktivem Schwingungs-
tilger entsprechend Fig. 4 vorgesehen sein. Der Grund-
aufbau eines solchen Schwingungstilgers entspricht dem
20 des passiven Schwingungstilgers, wie ein Vergleich der
Fig. 3 und 4 zeigt. Der aktive Schwingungstilger weist
einen Elektromagneten auf, dessen Anker zumindest von
einem Teil der trägen Masse, im Ausführungsbeispiel
dem hohlzylindrischen Teil 17, gebildet ist. Dieses
25 hohlzylindrische Teil 17 ist von einer elektrischen
Spule 28 umgeben, die auf einer ortsfesten Führungs-
hülse 30 angeordnet ist. Die Stromzufuhr zu der Spule
28 wird von einer nicht dargestellten Steuereinrich-
tung gesteuert. Die Steuereinrichtung erhält ein Ställ-
30 signal von einem Schwingungsaufnehmer 29, der auf der
trägen Masse 17 bis 19 angeordnet ist. Die Ansteuerung

- 1 erfolgt damit in Abhängigkeit von den vom Schwingungs-
aufnehmer 29 aufgenommenen Schwingungen derart, daß der
Schwingungstilger zu Schwingungen derart angeregt wird,
daß über die Feder 21 und die Dämpfungskörper 23, 24
5 Kräfte am Tragarm 9 bis 11 aufgebaut werden, die den
Erregerkräften am unteren Ende der Elektroden 6 bis 8
durch den Lichtbogen entgegenwirken.

- Durch die Bestückung eines Tragarms 9 bis 11 mit einem
10 Schwingungstilger 14 bis 16 wird die Resonanzspitze
des Systems unterdrückt und eine Kurve erhalten, die
zwei vor und hinter der Resonanzfrequenz liegende Am-
plitudenhöchstwerte mit wesentlich geringeren Absolut-
beträgen als das unbedämpfte System hat. Das bedeutet,
15 daß die Schwingungsbelastung des gesamten Systems und da-
mit die Bruchgefahr der Elektrode vermindert ist.

- 10 -

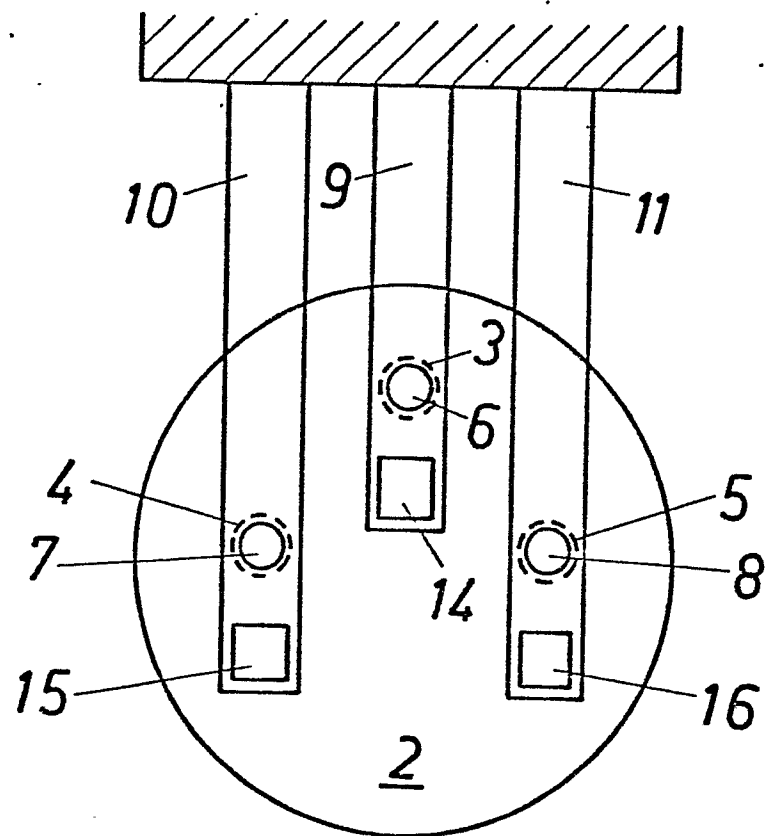
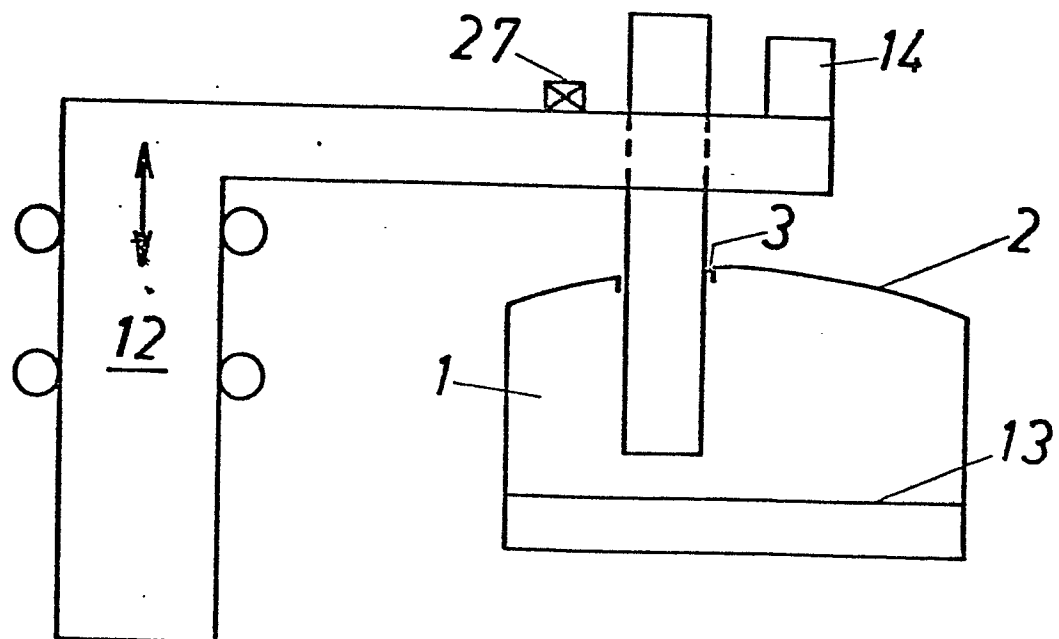
1

Ansprüche:

1. Elektrischer Lichtbogenofen, insbesondere zum Schmelzen
5 von Stahl, mit einer oder mehreren jeweils von einem
Tragarm gehaltenen Elektrode(n),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß mindestens auf dem Tragarm (9) der am meisten bruch-
gefährdeten Elektrode (6) ein Schwingungstilger (14) an-
10 geordnet ist, der in seiner Eigenfrequenz auf die Eigen-
frequenz des Schwingungssystems Tragarm / Elektrode
(9/6) für Nickschwingungen in der Ebene Tragarm /
Elektrode (9/6) abgestimmt ist.
- 15 2. Lichtbogenofen nach Anspruch 1, mit drei im Dreieck an-
geordneten, von untereinander parallelen Tragarmen
gehaltenen Elektroden, von denen die äußeren Tragarme
gleich lang und der mittlere Tragarm verschieden lang
sind,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Schwingungstilger (14) auf dem mittleren Trag-
arm (9) angeordnet ist.
3. Lichtbogenofen nach Anspruch 1 oder 2,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß jeder Schwingungstilger (14,15,16) unter einer
Schutzhaube (25) angeordnet ist.

- 1 4. Lichtbogenofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Schwingungstilger (14,15,16) aus einer Feder
5 (21), einem dazu parallelliegenden Dämpfer (23,24) und
einer von der Feder (21) und dem Dämpfer (23,24) ge-
tragenen trägen Masse (17-19) besteht.
5. Lichtbogenofen nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 daß die träge Masse (17-19) einen Zapfen (18) aufweist,
der in einer ortsfesten Hülse (20) geführt ist, auf
deren Außenseite die als Schraubenfeder ausgebildete
Feder (21) geführt ist.
- 15 6. Lichtbogenofen nach Anspruch 4 oder 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die träge Masse (17-19) topfförmig ausgebildet
ist und die Feder (21) umschließt.
- 20 7. Lichtbogenofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem System Tragarm / Elektrode (9-11/ 6-8) ein
Schwingungsaufnehmer (26,27,29) mit einem Stellsignal-
geber zugeordnet ist, der bei Überschreiten eines vor-
25 gebbaren Amplitudenwertes an die Stromzufuhr ein Ab-
schaltssignal für eine oder mehrere Phasen gibt.
8. Lichtbogenofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 daß die träge Masse (17,18,19) des Schwingungstilgers
(14,15,16) einen Schwingungsaufnehmer (26) trägt, der

- 1 bei Überschreiten eines vorgebbaren Amplitudenwertes
der Schwingungen der trägen Masse (17,18,19) ein Ab-
schaltsignal an die Stromzuführung zu der oder den Elek-
trode(n) (6,7,8) für eine oder mehrere Stromphasen gibt.
- 5
9. Elektrischer Lichtbogenofen, insbesondere zum Schmel-
zen von Stahl, mit einer oder mehreren, jeweils von
einem Tragarm gehaltenen Elektrode(n), insbesondere
nach Anspruch 1,
- 10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß mindestens auf dem Tragarm (9) der am meisten bruch-
gefährdeten Elektrode (6) ein Schwingungstilger (14)
angeordnet ist, dessen träge Masse (17,18,19) den Anker
eines Elektromagneten bildet, dessen Spule (28) in
- 15 Abhängigkeit von dem Stellsignal eines Schwingungsaufneh-
mers (27,29) für Nickschwingungen des Schwingungssystems
Tragarm / Elektrode (9/6) in der Ebene Tragarm / Elek-
trode (9/6) derart angesteuert wird, daß der dadurch
zu Schwingungen in der Ebene Tragarm / Elektrode (9/6)
- 20 angeregte Schwingungstilger (14) am Tragarm (9) Kräfte
aufbaut, die den am unteren Ende der Elektrode (6)
wirksamen Erregerkräften des Lichtbogens entgegenwirken.
10. Lichtbogenofen nach Anspruch 9,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Schwingungsaufnehmer (27,29) auf dem Tragarm (9),
insbesondere auf der trägen Masse (17-19) angeordnet ist.

*Fig. 1**Fig. 2*

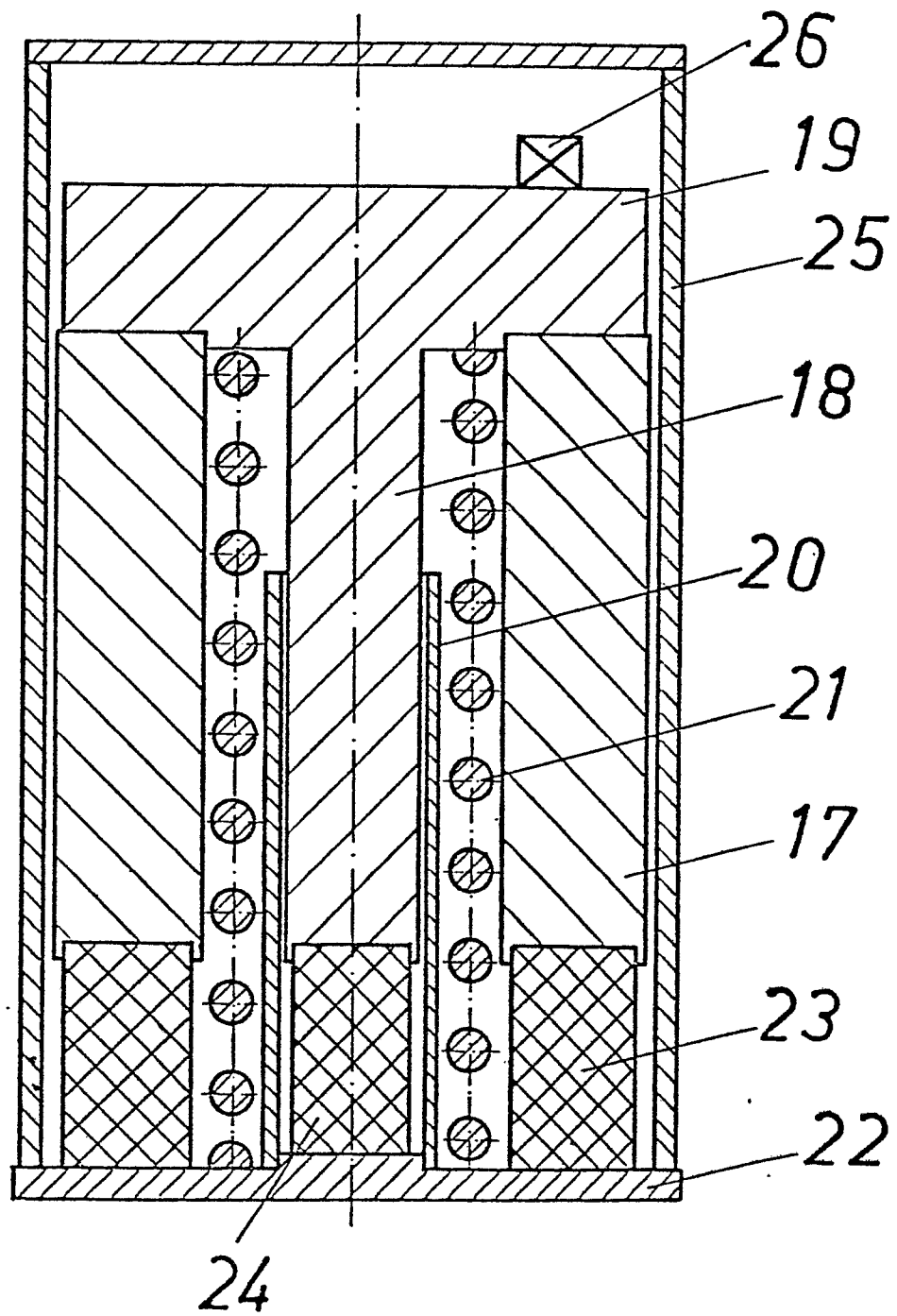
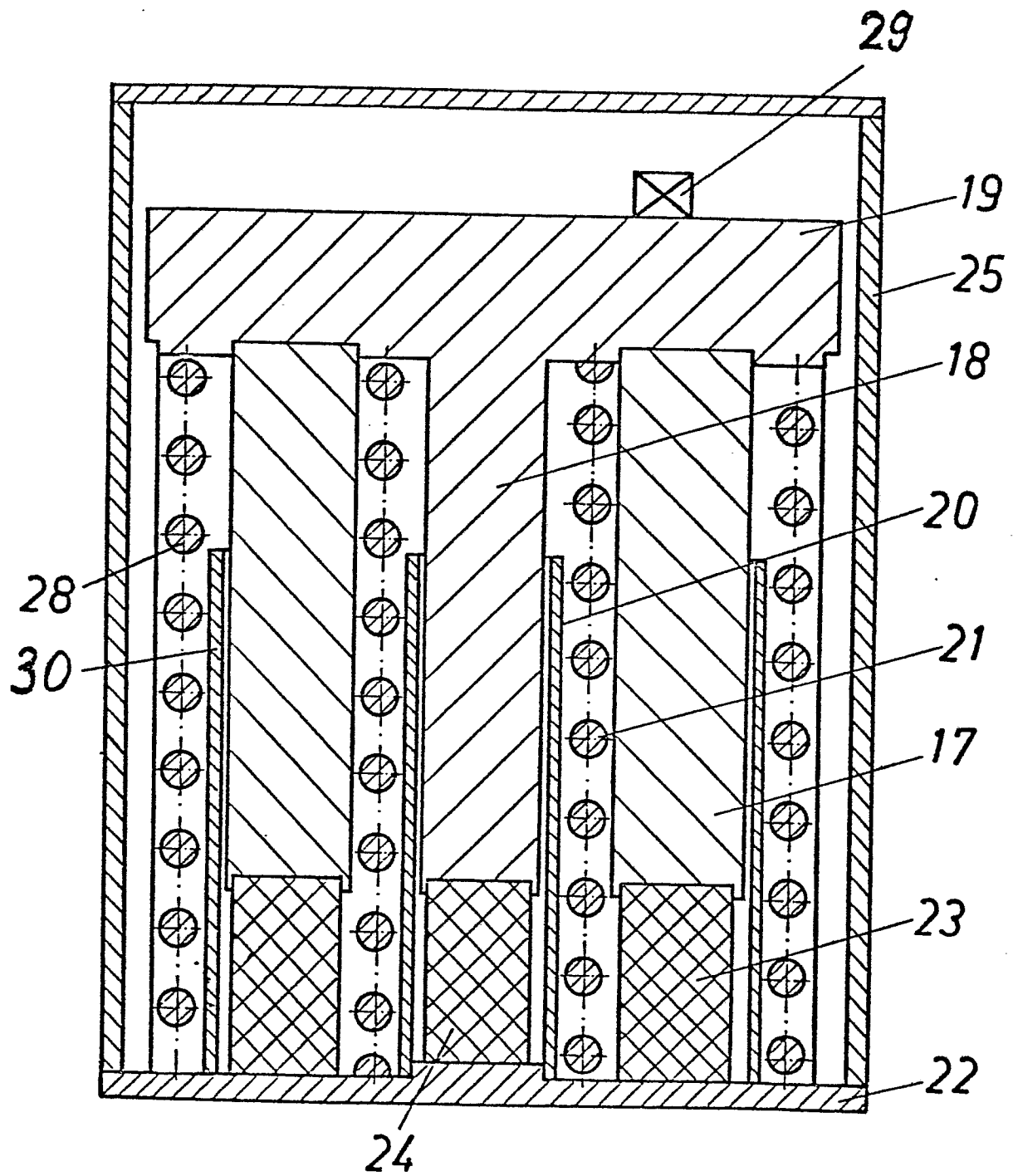


Fig. 3

*Fig. 4*



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0062767

Nummer der Anmeldung

EP 82 10 1898

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
D, A	DE-A-2 837 741 (BBC) * Seite 11, Zeilen 15-28; Seite 13, Zeilen 14-29 *	1, 4, 9	H 05 B 7/10
A	--- DE-B-1 303 885 (CARLSTEDT) * Spalte 2, Zeilen 4-9, 33-41; Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 37 *	3, 4	
A	--- GB-A-1 509 223 (WESTINGHOUSE) * Seite 2, Zeilen 46-63 *	3, 4	
A	--- GB-A- 950 983 (SULZER) * Seite 1, Zeile 76 - Seite 2, Zeile 36 *	3, 4	
A	--- DE-A-1 918 747 (MESSERSCHMITT) * Seite 3, Zeilen 12-19 *	9	
A	--- DE-A-2 605 476 (KLEINWÄCHTER) -----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) H 05 B 7/00 F 16 F 15/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-07-1982	
		Prüfer KERN H.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN 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			