



(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: C 22 C 38/28 B 01 J 23/86 H 05 B 3/12

(21) Patentansøgning nr: PA 1988 00990

(22) Indleveringsdag: 1988-02-25

(24) Løbedag: 1988-02-25

(41) Alm. tilgængelig: 1988-08-28

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 2000-10-02

(30) Prioritet: 1987-02-27 DE 3706415

(73) Patenthaver: Thyssen Edelstahlwerke AG, Postfach 730, 4150 Krefeld 1, Tyskland

(72) Opfinder: Kurt Boehnke, Columbusstr. 16, 5802 Wetter 4, Tyskland
Helmut Brandis, Forstwaldstr. 694, 4150 Krefeld, Tyskland
Hans-Heinrich Domalski, Jageplatz 13a, 5802 Wetter 4, Tyskland
Hans-Joachim Fleischer, Am Lohberg 14, 5620 Velbert 11, Tyskland
Heinrich Frinken, Hoeltkenstr. 19, 5802 Wetter 4, Tyskland

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau, Høje Taastrup Boulevard 23, 2630 Taastrup, Danmark

(54) Benævnelse: Halvfabrikat af ferritisk stål og anvendelse af dette

(56) Fremdragne publikationer:
Ingen

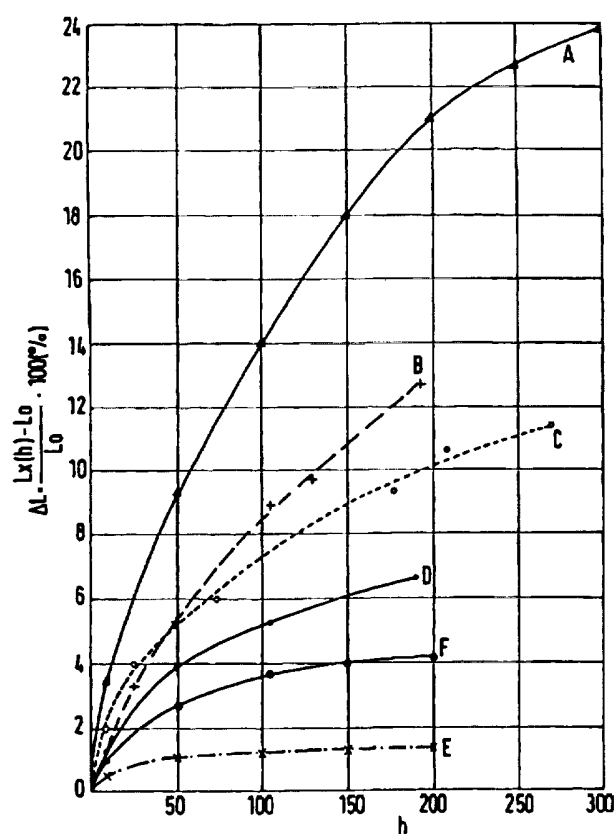
(57) Sammendrag:

Opfindelsen angår et ferritisk varmebestandigt stål. Ved kombineret tilsætning af elementer med oxygenaffinitet forbedres dets forhold ved høje anvendelsestemperaturer. Ud over stabilisering af den elektriske modstand af varmeelementer ved hjælp af tilsætning af zirconium, titan og sjældne jordarter, bliver stålets krybning under egenbelastning ved temperaturer over 900°C også væsentligt mindsket, og den termiske belastbarhed dermed forhøjet. Det fremkommende komplekst sammensatte oxidlag forhøjer beskyttelsesfunktionen til bevarelse af det metalliske tværsnit ved kontinuerlig og/eller cyklisk varmbehandling. Stålet består af max. 0,10% kulstof, max. 0,80% silicium, 0,10-0,50% mangan, max. 0,035% phosphor, max. 0,020% svovl, 12-30% chrom, 0,10-1,0% molybden, max. 1% nikkel, 3,5-8% aluminium, 0,01-1% zirconium, 0,003-0,8% sjældne jordarter, 0,003-0,30% titan, 0,003-0,050% kvælstof, resten jern og uundgåelig forurening.

Stålet skal fortrinsvis anvendes til varmetråde og varmeelementer af enhver art og til konstruktionsdele til ledning og rensning af udstødsgasser fra forbrændingsprocesser (udstødskatalysatorer).

Fig.1

1200°C



Opfindelsen vedrører et halvfabrikat, især profil- og fladprodukter bestående af ferritisk stål og anvendelse af dette.

Ved mange anvendelser er ud over bestandighed
5 mod oxidation ved cyklisk og ved kontinuerlig termisk belastning formfasthed nødvendig også ved temperaturer langt over 900°C. Varmeelementer med modstandsopvarmning ved elektrisk strøm er typiske eksempler derpå.

Jern-chrom-aluminiumlegeringer er på grund af
10 deres høje, specifikke elektriske modstand - værdier indtil 1,6 Ohm · mm² · m⁻¹ er kendt - og på grund af deres glødeskalsbestandighed austenitiske modstandslegeringer jævnyrdige eller overlegne. Derimod har de austenitiske nikkel-chromlegeringer med henblik på mod-
15 standsopvarmning ved elektrisk strøm ved temperaturer over 1000°C klare fordele i krybestrækningsforhold. Forbedring (formindskelse) af strækningsstørrelsen ved termisk belastning for jern-chrom-aluminiumstål er således teknisk og økonomisk fordelagtig. Disse billige
20 stål skal bruges i et udvidet temperaturområde.

Til forbedring af jern-chrom-aluminium-ståls krybestrækningsegenskaber er yttriumtilsætning mellem 0,01 og 3% kendt. (Alle %-angivelser er masse%).

I DE-OS 29 16 959 er forbedringen af varmgas-
25 korrosionsforholdene ved yttrium- og siliciumkoncentrationer blevet beskrevet. Disse egenskaber fremmes primært af den α -Al₂O₃, som dannes ved temperaturer over 1000°C på overfladen af varmeelementer med modstandsopvarmning, og på bærerfolier i anlæg til rensning af ud-
30 stødningsgas fra motorkørertøjer. Ud over det økonomiske aspekt af yttrium-forlegeringens høje fabrikationsomkostninger har dette element i jern-chrom-aluminiumlegeringen den ulempe, at den maksimale anvendelsestem-

peratur sænkes til ca. 1250°C. Årsagen er eutektika i
tostofsystemet yttrium-jern, eksempelvis mellem YFe_4 og
 YFe_5 . Enkelthederne blev beskrevet af R. F. Domagala,
J.J. Rausch og D.W. Levinson i Trans. ASM 53 (1961),
5 side 137-155, og R.P. Elliott i "Constitution of Binary
Alloys (1. supplement)" McGraw-Hill Book Company, New
York, (1965), side 442, fig. 231 Fe-Y.

Grundlaget for glødeskalsbestandighed er beskrevet af H. Pfeiffer og H. Thomas i "Zunderfeste Legierungen" Springer Verlag 1963, 2. oplag, Berlin/Göteborg/Heidelberg, side 248 og 249. Aluminiumoxid (Al_2O_3)
10 er i det væsentlige bærer af beskyttelsen mod oxidation. Derved er betingelsen for levetiden over 1000°C mest interessant. Ved vurdering af driftstiden, dvs.
15 varigheden af den tilvejebragte cykliske eller kontinuerlige termiske belastning, er hæftningsevnen mellem metalliske tværsnit og Al_2O_3 -laget først og fremmest af betydning. Aluminiumoxidlaget danner en optimal beskyttelse, når dets tæthed er høj og afskalning af oxidet
20 ikke finder sted. På grund af indbyrdes forskellige varmeudvidelseskoefficienter i metalmatricen og dens oxid må der dog altid regnes med en mere eller mindre kraftig afskalning (spalling) af oxidlaget. J. Peters og H. J. Grabbke ("Werkstoffe und Korrosion" 35 (1984),
25 side 385-394) har undersøgt elementer med oxygenaffinitets indflydelse på jernbaserede legeringer med det resultat, at titanholdigt stål legeret med chrom og aluminium danner et godt dæklag. Dette gunstige forhold forklares ved dannelse af et finkornet aluminiumoxidlag
30 på et titanoxycarbidlag mellem Al_2O_3 og ferrit.

Der er yderligere omtalt en varmekast, ferritisk ikke-rustende stållegering (US-PS 44 14 023), som med en basislegering af jern med 8-25% chrom, 3-8% alumi-

nium og en tilsætning af sjældne jordarter, cerium, lanthan, neodymium, praseodymium og de øvrige elementer i denne gruppe, i en koncentration mellem 0,002% og max. 0,06% danner en fastsiddende forbindelse mellem
5 oxid og ferritisk matrix. Det er her især blevet fremhævet, at

- a) titantilsætning har en negativ indflydelse,
- b) zirconium udøver ingen eller kun en ringe positiv indflydelse på vedhæftningsevnen ved koncen-
10 trationer indtil 0,008%,
- c) kun ét element skal tilsættes, idet ved tilsætning af komplekst sammensatte legeringer bestemmer i sidste ende det element med den mest negative indflydelse på beskyttelsesvirkningen mod
15 oxidation.

Fra US-PS 39 92 161 kendes et stål med 10-40% Cr, 1-10% Al, indtil 10% Ni, indtil 20% Co, indtil 5% Ti, indtil 2% af hver af hhv. sjældne jordarter, Y, Zr, Nb, Hf, Ta, Si, V, indtil 6% af hver af hhv. W
20 og Mo samt indtil 0,4% C, indtil 0,4% Mn og 0,1-10 vol.% dispergerede partikler af gruppen metaloxid, metalcarbid, metalnitridd, metalboridd og resten jern, som især er bestemt til fremstilling af modstandsvarmeelementer, skovle og brændkamre til gastur-
25 biner. En væsentlig bestanddel for opnåelsen af de tilstræbte styrkeegenskaber ved dette kendte stål er de dispergerede partikler, som ifølge udførelseseksemplet er til stede i en samlet mængde på ca. 1% af stålvekten. De dispergerede partikler virker ganske vist
30 styrkeforøgende, ganske vist på bekostning af duktiliteten, men forringer helt afgørende forarbejdningsegenskaberne og bevirker forøget tilretningsarbejde, medens der som følge af stålets ringe renhedsgrad optræder

flere overfladefejl ved forarbejdning, som må fjernes ved slibning, hvilket forårsager forøgede omkostninger. En ulempe i forbindelse med US patentskrift nr. 3992161 er, at stålet kun kan fremstilles udfra den dyre pulvermetallurgiske metode, da de dispergerede partikler skal være fordelt i området 50-5000 Å. En tilstrækkelig fin fordeling af de dispergerede partikler kan ikke opnås ad smeltemetallurgisk vej. På grund af indholdet i dispersionen er det kendte stål også dårligt at svejse og har en ringe krybemodstand ved temperaturbelastning.

Fra DE-A-2 031 495 kendes en stållegering, som består af 19,6% Cr, 3,6% Al, 0,035% C, 0,010% N, 0,27% Ti, 0,23% Zr, 0,06% Si, 0,10% Mn, resten Fe plus forureninger. Denne stållegering var kendt som materiale til genstande, der er udsat for varme korrosive gasser, der indeholder halogener og må være korrosions- og oxidationsbestandige. Det fremgår dog ikke af dette skrift, hvorledes man yderligere kan forbedre stållegeringers varmgaskorrosionsbestandighed.

Opfindelsen tilsigter at forbedre oxidationsresistensen af ferritisk, varmebestandigt stål på jernchrom-aluminiumbasis, således at udgangsegenskaberne for emner til varmeelementer, som opvarmes på grund af elektrisk modstand ved strømgennemløb, og sådanne til metalliske bærefolier i katalysatorer, eksempelvis til udstødsgasrensning, forbliver uændret også efter lang tids drift. Samtidig skal bearbejdningsegenskaberne forbedres, således at forøget tilretningsarbejde kan undgås.

Dette opnås ved hjælp af et halvfabrikat af et stål med sammensætningen ifølge krav 1-4. Foretrukne anvendelse er angivet i kravene 5-7.

Opfindelsens kerne er et stål med chrom og aluminium i den sædvanlige mængde, men med ekstra tilsæt-

ning af silicium, mangan, molybden, zirconium, titan, kvælstof, calcium og magnesium. En foretrukket tilsætning af sjældne jordarter i en mængde på 0,003-0,80% forbedrer forholdene ved den elektriske modstand under indflydelse af længe holdt høj temperatur og forøger varrefastheden indtil den øvre anvendelsestemperatur. Gennem en foretrukket tilsætning af niob i en mængde på indtil 0,5% forøges styrken endnu mere.

Ud over de kendte fortrin ved de økonomiske legeringselementer som chrom og aluminium er virkningen af ekstratilsætningerne i kombination med hinanden væsentlig for bestandigheden af det under oxidationen opstående beskyttelseslag og dets funktion ved den tilsigtede anvendelse. Ud over forbedringen af råmaterialeegenskaberne, eksempelvis forskydningen af begyndelsen af kornvækst til højere temperaturer, er en høj oxygenaffinitet karakteristisk for alle de her nævnte elementer. Derved hæmmes afskallingen af chrom og aluminium. Yderligere bliver vedhæftningsevnen af det dannede oxidlag forbedret. En reduktion af chromkoncentrationen i korngrænserne forhindres eller hæmmes af tilstedeværelsen af zirconium og titan. Den ved aluminium og chrom bevirkede glødeskalsbestandighed opretholdes ved den samlede metaloverflade. Til den angivne tilsigtede anvendelse er en hurtig opvarmning eller afkøling typisk med de problemer, som er forud givet gennem de fra hinanden stærkt afvigende udvidelseskoefficienter for metallegering og glødeskal. De kombinerede ekstratilsætninger forbedrer vedhæftningsevnen væsentligt i modsætning til G. Aggen og P.R. Bornemann's ovenfor citerede antagelse. De her nævnte negative virkninger af titanlegeringstilsætning forekommer mod forventning ikke ved den kombinerede tilsætning af titan

med zirkonium. Der er en væsentlig forbedring af varmekorrosion, elektrisk modstandsforhold og varmefasthed ved temperaturer også ovenfor fra 1000°C indtil ca. 1350°C.

5 Ved anvendelsen af omkostningsgunstigere legeringselementer i sammenligning med det austenitiske stål legeret med chrom og nikkel er det muligt at forøge belastningen af ferritiske råmaterialer yderligere ved temperaturer over 1100°C. De metalliske konstruktionselementer til fremstilling af varmeelementer af
10 enhver art, samt udstødsledninger og metalbærere i disse, er i deres præstationer ved de nævnte krav til disse anvendelsesformål de kendte legeringskombinationer overlegne. Ud over de førnævnte egenskaber bliver duktiliteten under fremstilling af mellememner (profil- og
15 flademner) påvirket positivt ved formgivning og varmbehandling. Dette gælder også i samme forstand mindskelsen i sprødhed ved temperaturbelastning ved og efter svejsning til fremstilling og montage, eksempelvis af
20 udstødsanlæg og metalbærelegemer af Fe-Cr-Al-folier i katalysatorer og ved drift af disse elementer inden for de tilsigtede belastningsområder. Disse nye stål er derfor fortrinsvis beregnet til anvendelse som råmaterialer til fremstilling af varmeelementer inden for
25 elektrovarmeteknikken og termisk højt belastede konstruktionselementer som brændkamre, udstødsledende anlæg (efter forbrændingsprocesser) og elementer til bekæmpelse af skadestoffer i forbrændingsgasser (katalysatorbærefolier).

30 Stålet ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved tilsætning af flere elementer med oxygenaffinitet i kombination med hinanden og i givet fald sjældne jordarter. Derved opnås en varmebestandig stållegering med

forhøjet anvendelsestemperatur gennem forbedret varmekfasthed af den ferritiske mikrostruktur. For alle nævnte anvendelser er fælles, at disse nye stål ved forhøjede temperaturer også ved cyklisk belastning danner et fast hæftende Al_2O_3 -glødeskallag.

Ekstratilsætningerne påvirker bearbejdningsbetingelserne for halvfabrikater (profil- og fladtværnsnit) og brugsegenskaberne af konstruktionselementer fremstillet af de varmebestandige legeringer, således at duktiliteten af den ferritiske matrix forhøjes og formstabiliteten også i temperaturområdet over 1000°C bibeholdes.

Inden for de nævnte anvendelser ved høj temperatur kan indflydelsen af de enkelte elementers koncentration i legeringen ifølge opfindelsen beskrives som følger:

Kulstofindholdet må med henblik på dannelsen af oxidlaget og frem for alt dets ensartethed begrænses opadtil. Indflydelsen af chromkoncentrationen med 12-30% skal varieres, alt efter størrelsen af den termiske belastning ved de forskellige anvendelser. Chrom, som afgørende bærer af den omdannelsesfrie ferritiske struktur bliver frem for alt ved hyppigt vekslende temperaturer lagt i det øvre koncentrationsområde, fortrinsvis mellem 19 og 26%.

Ud over chrom er aluminium væsentligt for forhøjelse og opretholdelse af oxidationsmodstanden. De fremsatte anvendelsesformål kræver frem for alt ved driftstemperaturer over 1000°C koncentrationer mellem 5 og 8% Al. Aluminium er bærer af dannelsen af oxidlaget, som næsten udelukkende består af Al_2O_3 . Stort indhold er forudsætning for en længere levetid, frem for alt ved cyklisk optrædende temperaturbelastning.

Zirconiumindholdet er beregnet til at binde kulstof. Yderligere opnås gennem tilsætning af zirconium, at chromindholdet også under den termiske belastning bevares ensartet i mikrostrukturen i metallisk form. En reduktion af chromkoncentrationen langs korngrænserne finder ikke sted. Dermed forhindres interkry-

5 stallinsk korrosion i at optræde.

Virksomheden af titan forløber i samme ånd, dog er effekten på forbedringen af de elektriske modstandsforhold, glødeskalsbestandigheden samt de mekaniske egenskaber ved højere temperaturer (eksempelvis 10 900-1300°C) mindre end ved zirconium som yderligere legeringselement. Det væsentlige for forbedringen af legeringskombinationens egenskaber er samvirkningen mellem titan og zirconium i Fe-Cr-Al-legeringen.

15

Tilsætningen af calcium og magnesium tjener til forbedring af renhedsgraden og mindsker dermed revnetendensen ved varmformgivning.

I emneformerne profilmateriale og blik/folie kommer forskellige størrelser i brug. Det har vist sig gunstigt at anvende legeringer med højt kvælstofindhold til konstruktionselementer med større vægtykkelse i alle emneformer. Derved dannes med den nævnte tilsætning særlige nitrider, som forskyder begyndende kornvækst til højere temperaturer. Endelig kan reaktionsprodukterne mellem kvælstof og de specielle tilsætninger hæve den ferritiske matrices varmetafasthed.

20

25

Den gennem den fremstillede legeringsammensætning forbedrede beskyttelsesfunktion af oxidlaget fører til en direkte påvirkning af den elektriske modstand.

30

Også udskillelser - intermetalliske faser - i den metalliske matrix, dvs. i ledertværsnit, forøger varmtrækbelastningskapaciteten, længdeændringen ved

krybning under langvarige belastninger bliver mindsket.

Prøvningen af den elektriske modstand blev foretaget ved temperaturer over 1000°C ved jern-chrom-alu-
 5 miniumlegeringerne med tilsætninger, fortrinsvis ved 1200°C. De termiske belastninger var enten kontinuerlige eller cykliske, hvorved en frekvens på 15 cykler/time er reglen. Den elektriske modstand i det nævnte temperaturområde blev målt ved sammenligning med
 10 en kalibreringsmodstand. Størrelserne af den gennem krybning forårsagede længdeændring er blevet fastslået ved hjælp af en efterførrings-måletrådslære (Nahführ-messdrahtlehre). Udviklingsstadierne af den kemiske sammensætning af de ferritiske jern-chrom-aluminium-
 15 legeringer angives ved de i tabel 1 anførte smelter (A-E). Derved er der gået ud fra den kendte tilsætning af elementer:

<u>Basissammensætning</u>	<u>Tilsætningselementer</u>
20 Fe-Cr-Al-	+ zirconium : Smelte A og C
legeringer	+ titan : Smelte B,
	+ zirconium+titan: Smelte D og F,
	+ zirconium+titan
	+cerium/lantha : Smelte E

25

Smelterne A-C repræsenterer teknikens standpunkt. Smelterne D og F har indhold af cerium, der ligger uden for det i krav 1 anførte interval, medens smelten E har et indhold af cerium, som ligger inden
 30 for dette interval.

De med disse varianter af den kemiske sammensætning medfødte muligheder for påvirkning af elektriske modstandsforhold og længdeændringen er fremstillet i

fig. 1 og 2. Deri er som funktion af forsøgstiden gengivet forlængelsen som følge af krybning (i fig. 1), henholdsvis stigningen i elektrisk modstand, her ved 1200°C (fig. 2).

5 Ved plotning i lineære koordinater (fig. 1) udviser sammenhængen mellem længdeændring og forsøgstid et parabolisk forløb. For de udelukkende med zirconium- eller titantilsætning fremstillede smelter viser smeltens kulstofkoncentrationen sig som en dominerende
10 størrelse for længdeændringen; charge A, C og B. Smelterne D og F med zirconium- og titantilsætning viser tydeligt mindskelse af omfanget af krybningen. I denne henseende bidrager tilsat indhold af sjældne jordarter til formindskelse af krybningen, dvs. til forhøjelse af
15 varm(træk)fasthed; charge E.

Fig. 2 viser analoge forhold; ændringen af den elektriske modstand har et parabolisk forløb over forsøgstiden. Trods dette er der ingen direkte sammenhæng mellem længdeændringen og den i fig. 2 viste forøgelse
20 af elektrisk modstand.

(Der gås ud fra, at den metalliske leders tværsnit og dets kemiske sammensætning bestemmer størrelsen af den elektriske modstand under det enkelte afsnit af forsøgstiden).

25 De elektriske modstandsforhold (R_w -) bliver forbedret ved den kombinerede zirconium-titan-(og cerium/lanthan)-tilsætning.

Det ferritiske ståls ulemper ved anvendelse som varmelement inden for elektrovarmeteknikken bliver tydeligt mindsket i forhold til de austenitiske, nikkelholdige legeringer ved hævnning af varmekfastheden. Også
30 ved høje chromkoncentrationer er der ingen risiko for en forringelse ved sprødhed gennem intermetalliske for-

bindelser (eksempelvis sigmafase) og en 475°C-sprødhed. Som yderligere forbedring giver det nye stål ved ringe varmeudvidelseskoefficient god formstabilitet i anvendelsesområderne elektrovarmeteknik og udstødssystemer.

5 Sammenfatningen af de beskrevne egenskaber lader erkende, at ved dette stål på prisgunstig legeringsbasis (chrom, aluminium, jern) bliver duktiliteten forbedret gennem en kombination af tilsætningselementer, selv i lille dosering, hvorved ulemperne ved fremstilling af præfabrikerede dele kan nedskæres delvis. 10 Brugsegenskaberne bliver i det væsentlige frembragt gennem den gode oxidationsmodstand ved fast hæftende glødeskalslag og elementernes større varmfasthed under driftsbelastning. Ud over - under lagttagelse af de 15 sædvanlige forholdsregler ved højt chromlegeret stål - mulig svejsbarhed er en speciel sammensætning af legeringselementer og deres koncentrationer til de forskellige driftsbetingelser inden for rammerne af det angivne analyseinterval mulig.

20 Tværsnittet af en prøve af smelte C er vist i fig. 3. Det aluminiumholdige overfladelag opfylder her klart ikke sin beskyttelsesfunktion, idet der på næsten hele omkredsen optræder afskalning efter brug ved 1200°C, således at kernen ligger frit, og reaktioner 25 med ilt- og kvælstofindholdet i den ubundne atmosfære umiddelbart kan finde sted. Dette fører til formindskelse af det elektrisk ledende tværsnit med en uønsket forhøjelse af den elektriske modstand til følge.

Kemisk sammensætning af charger med zirconium og/eller titan tilsat og med kombineret
tilsætning til forbedring af elektrisk modstand og krybning ved temperaturer over 1000°C

be- teg- nelse	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Mi	V	Nb	Co	Al	N	Ti	Nb	Os	Zr	Os	Mg
A	0,005	0,32	0,23	0,013	0,003	21,37	0,03	0,64	0,09	0,03	0,03	0,04	3,43	0,013	0,010	0,010	0,003	0,190	0,003
B	0,019	0,43	0,36	0,014	0,003	21,79	0,03	0,19	0,03	0,03	0,03	0,02	3,24	0,006	0,287	0,01	0,003	0,001	0,002
C	0,016	0,39	0,23	0,013	0,003	21,89	0,03	0,14	0,03	0,03	0,04	0,03	3,46	0,010	0,011	0,01	0,003	0,180	0,003
D	0,016	0,32	0,27	0,014	0,003	21,17	0,03	0,14	0,03	0,02	0,03	0,03	3,39	0,014	0,293	0,01	0,003	0,201	0,003
E	0,010	0,26	0,28	0,013	0,003	21,48	0,02	0,24	0,04	0,03	0,02	0,01	3,43	0,016	0,130	0,01	0,017	0,180	0,003
F	0,012	0,44	0,26	0,011	0,003	21,64	0,03	0,12	0,07	0,04	0,03	0,04	3,30	0,009	0,123	0,01	0,003	0,287	0,002

Tabel 1

P A T E N T K R A V

1. Halvfabrikat, især profil- og fladprodukter, k e n d e t e g n e t ved, at det består af ferritisk stål med 0,008-0,10% kulstof, max. 0,80% silicium, 5 0,10-1,00% mangan, max. 0,035% phosphor, max. 0,020% svovl, 12-30% chrom, 0,1-1,0% molybden, max 1% nikkel, 3,5-8,0% aluminium og tilsætning af 0,010-1,0% zirconium, 0,003-0,3% titan og 0,003-0,3% kvælstof, calcium plus magnesium fra 0,005-0,05% samt efter frit valg 10 sjældne jordarter i en mængde på 0,003-0,80%, niob i en mængde indtil 0,5%, resten jern med de sædvanlige følgeelementer.

2. Halvfabrikat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det består af et ferritisk stål med 15 max. 0,04% C, 0,20-0,70% Si, 0,10-0,40% Mn, max. 0,025% P, max. 0,01% S, 20 15-26% Cr, 0,1-0,35% Mo, max. 0,20% Ni, 4,8-7,0% Al, 0,05-0,50% Zr, 25 0,10-0,30% Ti, og 0,008-0,030% N, resten jern og uundgåelige urenheder.

3. Halvfabrikat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det består af et ferritisk stål 30 med

max. 0,04% C,
0,20-0,7% Si,
0,10-0,4% Mn,

14

- max. 0,025% P,
 max. 0,01% S,
 15-26% Cr,
 0,1-0,35% Mo,
 5 max. 0,2% Ni,
 4,8-7,0% Al,
 0,05-0,5% Zr,
 0,010-0,3% Ti,
 0,005-0,03% N,
 10 0,005-0,05% sjældne jordarter,
 resten jern og uundgåelige urenheder.
 4. Halvfabrikat ifølge krav 1, k e n d e t e g -
 n e t ved, at det består af stål med
 max. 0,04% C,
 15 0,20-0,70% Si,
 0,10-0,40% Mn,
 max. 0,025% P,
 max. 0,005% S,
 15-26% Cr,
 20 0,1-0,35% Mo,
 max. 0,20% Ni,
 4,8-7,0% Al,
 0,050-0,50% Zr,
 0,010-0,30% Ti,
 25 0,005-0,030% N,
 max. 0,5% Nb, og
 0,005-0,05% sjældne jordarter
 resten jern og uundgåelige urenheder.
 5. Anvendelse af et halvfabrikat ifølge ethvert
 30 af kravene 1-4 i form af profil- (tråd) eller fladem-
 ner, k e n d e t e g n e t ved fremstilling af var-
 meelementer til drift af elektrisk modstandsopvarmede
 ovne og apparater.

6. Anvendelse af et halvfabrikat ifølge ethvert af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved fremstilling af konstruktionsdele, som er udsat for termiske belastninger ved udledning af varme gasser, eksempelvis
5 stammende fra forbrændingsprocesser.

7. Anvendelse af et halvfabrikat ifølge ethvert af kravene 1-4 i folieform, k e n d e t e g n e t ved fremstilling af katalysatorbærere til bekæmpelse af skadestoffer i afgangsgasser.

Fig.1

1200°C

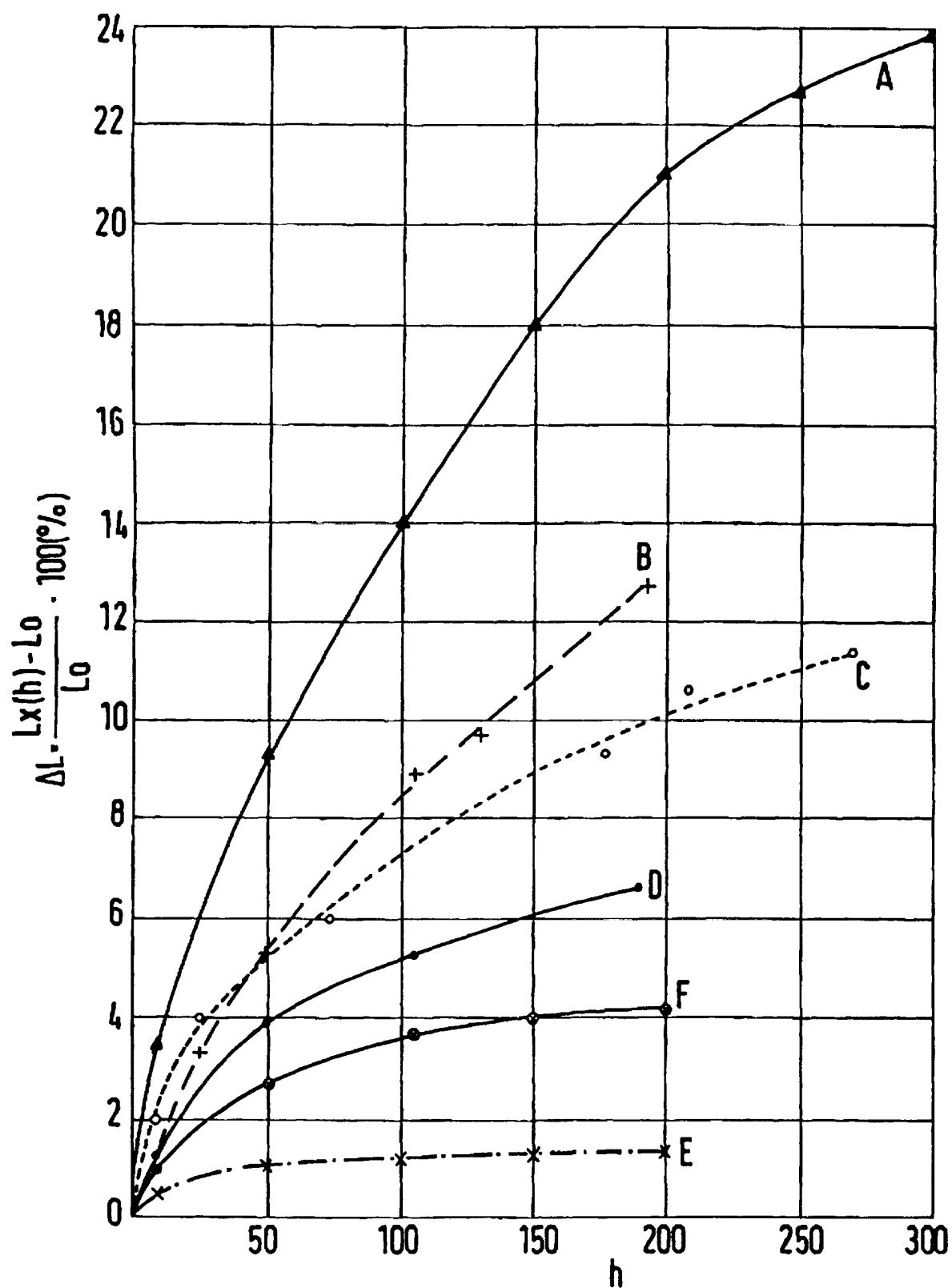


Fig.2

1200°C

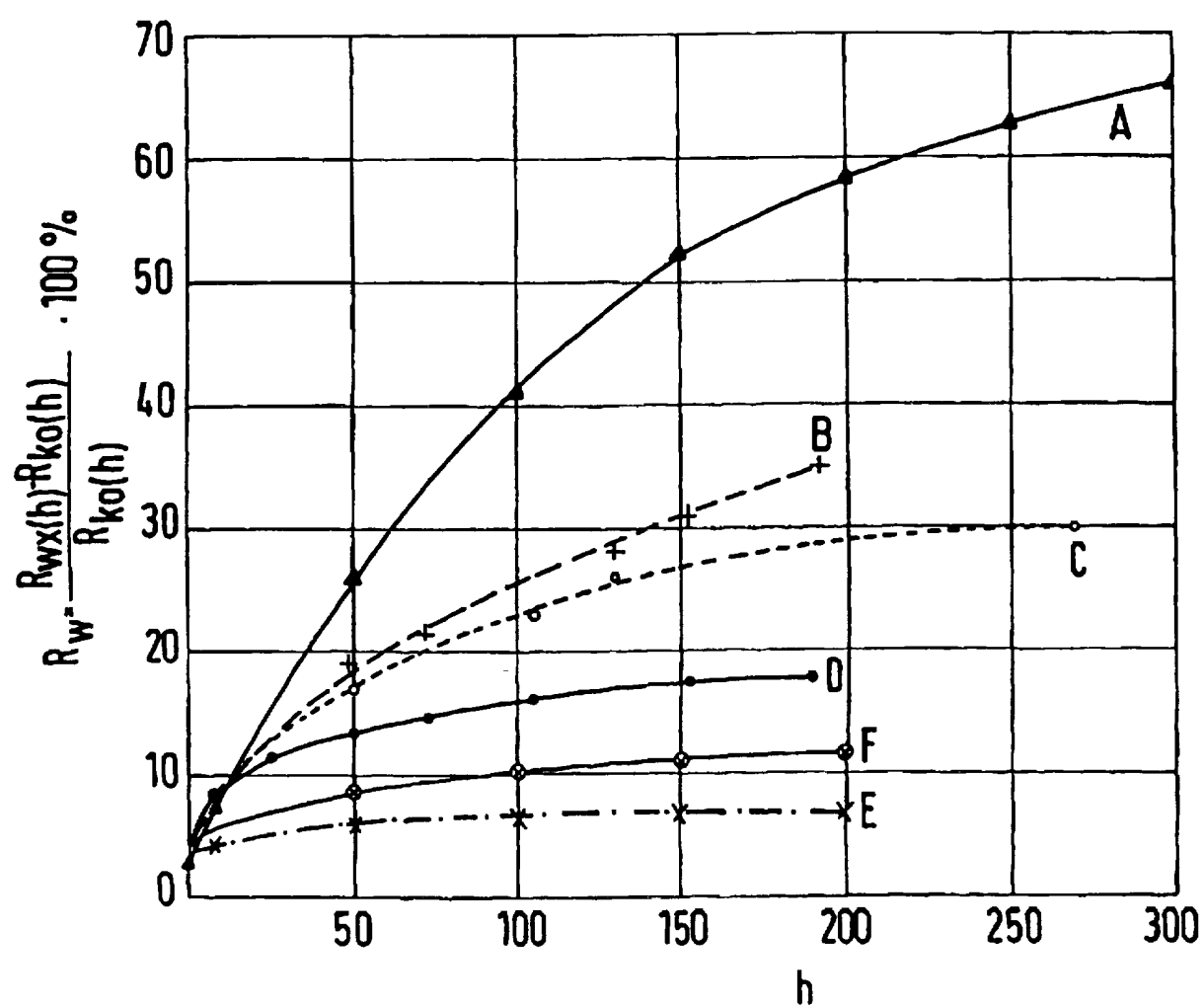
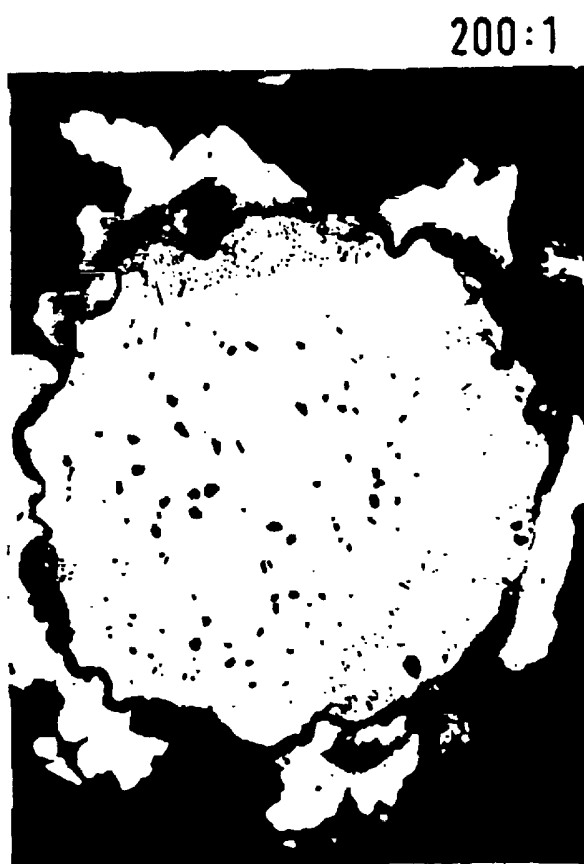


Fig.3



1200 °C