



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen



F1000095148B

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT **95148**

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 27 12 1995

(51) Kv.1k.6 - Int.cl.6

C 22B 5/00, C 21C 5/30, G 01N 21/84

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	891801
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	14.04.89
(24) Alkupäivä - Löpdag	17.08.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	14.04.89
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.09.95
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/SE88/00420
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	

20.08.87 SE 8703233 P

02.02.88 SE 8800321 P

(71) Hakija - Sökande

1. Scandinavian Emission Technology Aktiebolag, Blåtungevägen 11, 223 75 Lund, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Aldén, Lars Erik Marcus, Arkitektvägen 4, 222 30 Lund, Sverige, (SE)
2. Persson, Erik Willy, Blåtungevägen 11, 223 75 Lund, Sverige, (SE)
3. Wendt, Erik Wilhelm, Stora Södergatan 37, 222 23 Lund, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Metallurginen ohjausmenetelmä
Metallurgiskt styrningsförfarande

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

SE B 444818 (C 21C 5/30), US A 4222506 (B 22D 41/08), US A 4296086 (G 01N 21/78)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä sulatusmetallurgisten, erityisesti pyrometallurgisten, endotermisten ja eksotermisten prosessien tarkkailemista ja valvontaa varten optisen spektrometrian avulla, jolloin ensin määritetään kutakin sulatusmetallurgista endotermistä ja eksotermistä prosessia ja/tai prosessivaihetta varten niille luonteenomaiset emissiot ja absorptiot ja tunnistetaan näiden emissioiden/-absorptioiden atominen ja molekyylinen alkuperä, ja että prosessin aikana tallennetaan sanottujen luonteenomaisten emissioiden/absorptioiden muutokset ja suhteutetaan nämä muutokset prosessin tilaan ja tämän avulla valvotaan prosessia.

Uppfinningen avser en metod för övervakning och kontroll av smältmetallurgiska, i synnerhet pyrometallurgiska, endotermiska och exotermiska processer medelst optisk spektrometri, varvid först bestäms för var och en smältmetallurgisk endotermisk och exotermisk process och/eller processtegemissioner och absorptioner karakteristiska för dem och identifieras atomiskt och molekylärt ursprung av dessa emissioner/absorptioner, och att under processen förändringar av nämnda karakteristiska emissioner/absorptioner registreras och dessa förändringar avpassas på process-tillstånd och med hjälp av detta processen kontrolleras.

Metallurginen ohjausmenetelmä - Metallurgiskt styrningsförfarande

- 5 Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä sulatusmetallurgisten, endotermisten ja eksotermisten, erityisesti pyrometallurgisten prosessien tarkkailemista ja ohjausta varten optisen spektroskopian avulla.
- 10 Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on saada aikaan mahdollisuus sulatusmetallurgisten, endotermisten ja eksotermisten, erityisesti pyrometallurgisten prosessien ohjausta varten spektrofotometrian avulla yksinkertaisella ja järjestyksellään tavalla, jolloin prosessien tuottoa voidaan parantaa sekä laadullisesti että määrällisesti.
- 15

Pyrometallurgiassa, kuten kuparin, lyijyn sekä raudan ja teräksen valmistuksen yhteydessä, esiintyy yleensä tulta ja liekkejä. Näiden liekkien silmämääräistä tarkkailua on käytetty jo pitkään aikaa sen arvioimiseksi, onko ja milloin jokin prosessi mahdollisesti keskeytettävä tai prosessimenettelyä muutettava jollain muulla tavalla. Tätä arviointia suoritettaessa oletetaan enemmän tai vähemmän luotettavien perusteiden, että kyseinen prosessi on saavuttanut tietyn

20

asteen, vaiheen tai lämpötilan, koska liekkien väri on ainakin näennäisesti muuttunut.

25

Raudan valmistuksessa käytetään tiettyjä kvantitatiivisia arviointimenetelmiä, kun taas kuparin valmistuksessa tällaisia tuotantolinjaan liittyviä menetelmiä ei ole samassa määrin käytetty. Erityisesti kuparin konverttausprosessin yhteydessä käytetään pelkästään silmämääräisiä menetelmiä prosessiohjausta varten. Kuonapuhallusvaiheen ja raakakuparin valmistuksen aikana on erityisen tärkeää, että prosessi keskeytetään oikealla hetkellä. Väärä puhallusaika johtaa huonontuneeseen tuottoon ja vaikeuksiin prosessia jatkettaessa. Väärä lämpötila aiheuttaa prosessihäiriöitä, mikä johtaa mahdollisesti prosessin keskeytymiseen. Eräänä vaatimuksena on siten, että esimerkiksi kuonapuhallusvaiheen

30

35

pääteajankohta on kyettävä määrittämään vähintään yhden minuutin tarkkuudella.

5 Sulamassan koostumuksesta riippuen konvertterin yläpuolella oleva liekki näyttää erilaiselta, ja siten sitä ei voida helposti arvioida silmämääräisesti, jos ja kun prosessi on keskeytettävä.

10 On siten olemassa huomattava tekninen ongelma ratkaistavana sulatusmetallurgian alalla endotermisten ja eksotermisten prosessien yhteydessä, erityisesti pyrometallurgiassa, mutta myös plasma- ja valokaarisulatuksessa.

15 Nyt on hämmästyttävää kyllä osoittautunut mahdolliseksi ratkaista edellä mainitut tekniset ongelmat esillä olevan keksinnön avulla, jolle on tunnusomaista, että kutakin endotermistä tai eksotermistä sulatusmetallurgista prosessia ja/tai prosessivaihetta varten määritetään ensin luonteenomaiset valoemissioiden ja/tai -absorptioiden samanaikaisesti
20 yhdellä aallonpituusalueella ja tunnistetaan emissioiden/absorptioiden atominen ja molekyylinen alkuperä, että hetkelliset muutokset luonteenomaisissa emissioissa/absorptioissa tallennetaan prosessin aikana, että ainakin kahden emittoivan tuotteen säteilyn ja/tai yhden emittoivan tuotteen vähintään kahdella aallonpituudella tapahtuvan säteilyn voimakkuuksien välinen suhde lasketaan ja että näissä
25 suhteissa tapahtuvat muutokset suhteutetaan prosessin/prosessilaitteiston tilaan, jolloin prosessia ohjataan tällä tavoin määritettyjen rajoittavat arvot valvovat prosessia.

30 Vähintään kahden emittoivan tuotteen säteilyvoimakkuuksien ja/tai yhden emittoivan tuotteen kahdella erilaisella aallonpituudella esiintyvien säteilyvoimakkuuksien suhde on sopivinta laskea esillä olevan keksinnön yhteydessä.

35 Keksinnön muut ominaisuudet käyvät ilmi oheisista patenttivaatimuksista.

40 Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla, tämän esimerkin kohdistuessa kuparin

konverttausprosessiin keksintöä kuitenkin millään tavoin rajoittamatta.

Esimerkki

- 5 Kuparikonvertterin liekki mitattiin spektrofotometrinen mittausten avulla käyttäen nykyaikaista optista järjestelmää, joka pystyi mittaamaan joko koko spektrin tai sen osan suurella erotuskyvyllä erittäin lyhyenä aikana, tavallisesti 10 ms kuluessa. Jarrel-Ash mallia 1233 olevaa spektrometriä sisältäen kolme vaihdettavaa siivilää käytettiin hajottamaan sisään tuleva valo. Siivilät kattoivat spektrialueet 3200Å, 800Å ja 200Å (ja niissä oli 150, 600 ja 2400 uraa/mm). Mittaukset suoritettiin aallonpituusalueella 200-800 nm, ja erityisesti alueella 400-650 nm. Tulokseksi saadut spektrit tallennettiin PARC mallia 1421 olevan ilmaisimen avulla käyttäen spektrometrin poistotasossa riviin asetettuja 1024 diodia. PARC mallia 1460 OMA (Optical Multichannel Analyser) olevaa ohjauspäätettä käytettiin tietojen näyttöön ja spektrit tallennettiin levykkeille lisäkäsittelyä ja arviointia varten. Järjestelmää käytettiin sekä emissiomittauksiin, kun konvertteriliekin valo kohdistettiin spektrometrin sisääntulorakoon, että absorptiomittauksissa, jolloin Xe-lampusta tuleva valo johdettiin liekin ohitettuaan optisen kuidun välityksellä sisääntulorakoon.
- 25 Osoittautui, että kuonan ja kuparin valmistusvaiheista saadut spektrit olivat sangen erilaisia. Toisaalta spektriominaisuudet olivat toistettavia prosessijaksosta toiseen siirryttäessä. Kuvio 1 esittää osia kuonan ja kuparin valmistusvaiheiden aikana saaduista spektreistä. Nämä spektrit sisältävät jatkuvan taustan, joka aiheutuu liekissä olevien aineosien lähettämästä Planck-säteilystä sekä kaasumaisten elementtien vaikutuksesta. Osoittautui, että tärkeimpänä kaasuemitterinä kuonavaiheen aikana oli PbS, kun taas kuparinvalmistusvaiheen aikana PbO hallitsi emissiospektriä. Lähellä kuonavaiheen loppua voitiin havaita, että emissiospektri alkoi muuttua puhtaasta PbS-spektristä PbS- ja PbO-spektrien yhdistelmäksi. Sarja määrittämiä suoritettiin,

- joiden yhteydessä tiettyjen PbO- ja PbS-kaistojen voimakkuuksien välinen suhde tallennettiin kuonavaiheen viimeisinä minuutteina. Kuvio 2 esittää määritetyn suhteen päätekohtarvoja valkometallin kuparipitoisuuden funktiona (rikastettu metallikivi). Kun tämä suhde lisääntyy, kuparipitoisuus saavuttaa asymptoottisen arvon 77,5%. Valkometallin kuparipitoisuus määritettiin käyttämällä XRF (röntgensädefluorensssi) mittauksia näytteessä, joka oli otettu prosessin keskeyttämisen jälkeen. Näiden mittausten avulla voitiin määrittää, että kun suhde $PbO(g):PbS(g)$ lähestyi arvoa 1 aallonpituuden todellisen valinnan yhteydessä, kuonapuhallus olisi keskeytettävä, kuitenkin sopivimmin arvolla 0,2-0,5, jolloin muodostui pienempiä määriä kuparimetallia.
- 15 Aineosahiukkasten korkean kuormituksen johdosta kuonavaiheen aikana oli mahdollista suorittaa absorptiomittaukset ainoastaan kuparin valmistusvaiheen kuluessa. Alustavat havainnot osoittivat voimakkaan absorption esiintymisen alle 350 nm aallonpituuksilla, mikä sopi hyvin yhteen SO_2 :n laboratorio-
- 20 mittausten kanssa lämpötilassa $1200^{\circ}C$. Päätekohtan saavuttamisen jälkeen SO_2 -pitoisuus vähenee ja voidaan vähitellen havaita valon siirtyminen aallonpituuteen 350 nm asti. Aallonpituuksilla 320 nm ja 350 nm esiintyvien voimakkuuksien välisen suhteen laskemisen avulla määritettiin kuparin
- 25 valmistusvaiheen päätekohta. Kuvio 5 esittää SO -absorption voimakkuutta aallonpituuden funktiona eri ajankohtina ennen pääteajankohtaa.
- 30 Malmikiven ja kuonan suhteen tasapainossa olevan kaasufaasin teoreettinen koostumus laskettiin vertailun vuoksi ja ohjeeksi tallennettujen emissiospektrien analyysiä varten. Näissä laskelmissa oletettiin tasapainotilan olevan voimassa sekä kuonan että kuparin valmistusvaiheiden aikana. Tämä tasapaino-oletus ei välttämättä pidä paikkaansa kaikkia elementtejä varten, mutta se kuvaa todennäköisellä tavalla konvertoimisjakson päämuutoksia. Tarvittavat termodynaamiset tiedot otettiin kuparin konverttausprosessiin liittyvästä aikaisemmasta laskelmasta ja kuonatietojen arvioinnista

aikaisemmasta laskelmasta ja kuonatietojen arvioinnista täydennettyinä termodynaamisista taulukoista saaduilla tiedoilla. Malmikiven, valkometallin ja kuonavaiheen koostumukseen liittyvät laskelmat konvertteriprosessin yhteydessä
 5 suoritettiin käyttämällä vapaan energian minimoimisohjelmaa SOLGASMIX.

Laskelmissa huomioon otettuina metalleja sisältävinä kaasumaisina aineosina olivat PbS, Pb, PbO, Bi, Bi₂, BiS, Zn,
 10 ZnS, As, As₂, As₄, AsS, AsO, As₄S₄, As₄O₆, Sb, Sb₂, Sb, SbO ja SbS.

Kuvio 3 esittää laskettua arvon 10^{-6} baria ylittävää osittaispainetta kuonan valmistusvaiheessa funktiona malmikiviton-
 15 tonnia kohden ruiskutetun ilman määrästä ja malmikiven kuparipitoisuudesta. PbO:n (g) ja PbS:n (g) osittaispainneiden laskettu muutos on sopusoinnussa spektrometrysten mittausten kanssa osoittaen suurempaa lisäystä suhteessa
 20 $p(\text{PbO},g):p(\text{PbS},g)$ yli 75% kuparia sisältävien malmikivipitoisuuksien yhteydessä.

Kuvio 4 esittää kaasufaasin laskettua koostumusta kuparin valmistusvaiheessa malmikivitonnia kohti ruiskutetun il-
 mämäärän funktiona alkuperäisen kuonapuhallusvaiheen aikana.
 25 Valkometallin oletettiin sisältävän 77,1% kuparia ja 2% kuonan muodostusvaiheen aikana muodostunutta kuonaa oletettiin olevan seostuneena valkometalliin. Ilmamäärästä noin 60 Nm alkuperäistä malmikivitonnia kohti lähtien kuparimetallia alkaa muodostua ja tästä kohdasta eteenpäin
 30 $p(\text{PbO},g):p(\text{PbS},g)$ suhde pysyy muuttumattomana koko prosessin ajan arvossa noin 2,6, mikä sopii kvantitatiivisesti yhteen optisten havaintojen kanssa.

Laskettu jakautuma kaasufaasissa sopii hyvin yhteen seuraavassa taulukossa 1 annettujen arvojen kanssa lukuunottamatta Pb:tä ja Zn:ää, joita varten lasketut arvot ovat alhaisemmat kuin mitä käytännössä esiintyy. Siten lyijy- ja sinkkiseosten osittaispainneiden kaasufaasissa on oltava kuviossa 3 ilmoi-

Kuonan muodostusvaiheen ja kuparin valmistusvaiheen pääte-
kohdan määrittäminen konverttausprosessin yhteydessä on
nykyisin pääasiassa riippuvainen sitä arvioivien henkilöiden
ammattitaidosta. Tietokoneohjelmia puhallusajan, hiekan
5 lisäämisen ja lämpötasapainojen laskemista varten on kylläkin
olemassa. Lasketun puhallusajan luotettavuus riippuu kuiten-
kin konvertteriin aikaisemman jakson jälkeen jääneestä
kuparin määrästä, malmikiveen lisätyn kuonan määrästä,
lisättyjen jätteiden ja uudelleenkierrätetyn kuonan koostu-
10 muksesta eri prosessivaiheissa sekä happitehokkuudesta.
Nämä kaikki parametrit siis vaikuttavat prosessiin suurem-
massa tai pienemmässä määrässä, ja siten ne on arvioitava.
Laskettua puhallusaikaa voidaan siis käyttää likimääräisenä
ohjearvona vain päätekohdan määrittämiseen ja lopullinen
15 arviointi on nykyisin laitteistoa käyttävän henkilön käsissä.
Kuitenkin, kuten edellä on selostettu, voidaan prosessista
lähetettyä valonsäteilyä käyttää spektrometrinen määritysten
ja analyysien jälkeen määrittämään tarkasti prosessivaiheiden
päätekohta laitteiston käyttäjän ammattitaidosta riipumatta.

20

Taulukko 1

	Cu	Zn	Pb	As	Sb	Bi	SiO
Malmikivi	45,1	4,6	4,2	0,26	0,08	0,04	--
Kuona	5,0	8,0	8,0	0,09	0,16	--	23,9
25 Valkometalli	76,6	0,19	0,32	0,20	0,06	0,019	--
Pöly	--	13	29	38	5	88	--

Ylläolevat arvot on ilmoitettu painoprosentteina malmikiven,
kuonan ja valkometallin koostumusta varten todellisessa
30 prosessilaitoksessa.

Tämän uuden menetelmän avulla prosessi voidaan myös suorit-
taa suljetummalla tavalla, mikä johtaa rikkidioksidin vähäi-
sempiin päästöihin laitoksen tuuletusjärjestelmän kautta.

35

Keksintö perustuu siis tekniikkaan, jonka yhteydessä tässä
tapauksessa kuparin valmistusprosessin sisältämän kuonan

muodostusvaiheen päätekohta voidaan määrittää mittaamalla PbO:sta (g) ja PbS:stä (g) säteilleen valon väliset voimakkuussuhteet, jolloin häiriöiden aiheuttamat taustavaihtelut ovat rajoitettuja samoin kuin myös lyijyn kokonaispitoisuuden muutosten aiheuttamat vaihtelut, niin kauan kuin lyijyseosten spektrit voidaan tunnistaa. Kuonavaiheen aikana muodostuneen valkometallin lyijypitoisuus vaihteli todellisessa prosessilaitoksessa välillä 0,5 - 2 painoprosenttia ja alhaisempienkin pitoisuuksien yhteydessä säteillyt valo oli riittävän voimakasta sen ilmaisemiseksi. Kuonan piipitoisuuden vaihtelut vaikuttavat hapen osittaispaineeseen ja siten myös PbO:PbS suhteeseen kaasufaasissa. Nämä piipitoisuuden vaihteluista riippuvaliset erot ovat pieniä verrattuna PbO:PbS suhteen nopeaan lisääntymiseen kuonan muodostusvaiheen lopussa.

Esillä olevan menetelmän käyttö kuonan muodostusvaiheen täsmälliseen tarkkailuun ja valvontaan kuparin valmistusprosessin yhteydessä tarjoaa suuria potentiaalisia etuja, koska ylipuhallusten ja varhaisessa vaiheessa keskeytettyjen kuonapuhallusten määrä vähennetään minimiin. Valkometallin kuparipitoisuus on normaalisti 76-77% lopullisen puhalluksen jälkeen. Jos tämä vaihe keskeytetään liian aikaisin, puhallus on aloitettava uudelleen analyysin jälkeen ja sen suorittaminen kestää noin 20 minuuttia. Jos taas kuparin valmistusvaihe suoritetaan liian vähäisellä kuparipitoisuudella, on olemassa huomattava vaara magnetiitin muodostumisen suhteen ja lisääntynyt kuonan vaahtoamisvaara, jonka seurauksena on huomattava aikahäviö.

Kuparipitoisuuden täsmällinen tarkkailu ja valvonta on myös olennaisen tärkeää epäpuhtauksien poistamisen optimoimiseksi kuonavaiheesta sen aikana. Useat epäpuhtaudet, kuten Ni ja Sb, jakautuvat paremmin kuonavaiheeseen korkeiden kuparipitoisuuksien yhteydessä, mutta jos puhallus jatkuu, niin yli 78% valkometallin sisältämästä kuparista alkaa muodostua kuparimetalliksi, kuten edellä on selostettu, ja tämä vaikeuttaa epäpuhtauksien poistamista kuonaksi, koska epäpuh-

tauksien jakautuminen kuonan ja kuparimetallin välillä on epäsuotuisampi kuin kuonan ja valkometallin välillä.

Valvonnan kannalta kiinnostavien kuparipitoisuuksien tarkkailun lisäksi on myös mahdollista määrittää ja valvoa halogeenidien vapautumista, joiden tiedetään muodostavan yhdisteitä jalometallien kanssa. Jalometallit ovat arvokkaita epäpuhtausmuotoja kuparimetallissa, eikä näitä jalometalleja saisi höyrystää kaasumaisten molekyylien muodossa yhdessä halogeenin kanssa.

Samalla tavoin myös lämpötilaa voidaan helposti seurata prosessin aikana tallentamalla yhteen ja samaan molekyyliin liittyvien erilaisten emissio/absorptiokaistojen voimakkuudet ja/tai yhteen ja samaan molekyyliin liittyvän emissio/absorptiokaistan leveys ja vertaamalla niitä keskenään. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi tallentaa ja vertailla PbO-kaistojen voimakkuuksia kuparin valmistusprosessissa, ja erilaisia atomisia Fe-linjoja voidaan verrata keskenään raudan tai teräksen valmistusprosessin yhteydessä. Kuvio 9 esittää raudan tai teräksen valmistusprosessin avulla käsiteltävän tuotteen kahden emission suhteellisten voimakkuuksien muutoksia, näiden muutoksien ollessa tallennettuina lämpötilasta 1500°C (ylhäällä) lämpötilaan 1650°C (alhaalla) asti. On siten olemassa noin 35°C:en rako kunkin tallennuksen välillä. Kuten on ilmeistä näiden tallennusten perusteella, voidaan lämpötila määrittää helposti tallentamalla ja laskemalla molempien voimakkuuksien väliset suhteet.

Esillä olevan keksinnön soveltaminen merkitsee sitä, että avoimet konvertteriprosessit voidaan helposti sulkea, jolloin on mahdollista parantaa huomattavasti olosuhteita sulattimen sisällä ja ympärillä. Lisäksi, kun prosessi suoritetaan suljetulla tavalla, ei kaasun keruujärjestelmiä tarvitse mitoittaa suuria kaasumääriä varten, joita on pakko käsitellä avointa konvertteriä käytettäessä ympäristöön vuotavien vaarallisten kaasujen poistamiseksi, vaan näitä järjestelmiä voidaan käyttää vain sen kaasumäärän keräämiseen, joka

todella muodostuu prosessin yhteydessä.

Rautaa ja terästä valmistettaessa voidaan edellä selostetulla tavalla tallentaa ja vertailla erilaisten hiiliyhdisteiden
5 (CO, CO₂, CN⁻) voimakkuuksia tai tutkia erilaisia atomitiloja esimerkiksi raudassa (Fe), mangaanissa (Mn), kaliumissa (K), natriumissa (Na) jne. prosessitilan määrittämiseksi. Mittaus suoritetaan välillä 260 - 600 nm, sopivimmin välillä 300 - 400 nm. Kuvio 6 esittää konvertterin liekin säteilemää
10 pienellä erotuskyvyllä varustettua spektriä välillä 200 - 700 nm, kuvion 7 esittäessä kuumakohtaspektriä aallonpituus- alueella 200 - 300 nm, jolloin tässä spektrissä suurin osa erillisistä rakenteista tulee atomisesta raudasta, atomisen mangaanin, natriumin ja kaliumin ollessa kuitenkin myös
15 tunnistettuina. Kuviosta 7 näkyvät voimakkaat rauta- ja mangaanilinjat. Tallennukset näyttävät, että suhde Fe/Mn muuttuu konvertterissa tapahtuvan puhalluksen aikana, suhteen K/Fe muuttuessa myös huomattavasti.

20 Seosteräksen, ruostumattoman teräksen ja muiden teräslaatuojen valmistuksen yhteydessä sulametallassa esiintyy nikkeliä (Ni), kromia (Cr), mangaania (Mn), alumiinia (Al), magnesium- oksidia (MgO) ja kalsiumoksidia (CaO) sekä erityisesti yhdistettä FeSi pelkistysvaiheen aikana. Mangaania ja kromia
25 esiintyy yhdisteinä ja ne voidaan helposti määrittää.

Edellä selostetulla tavalla myös sulattimen lämpötila voidaan mitata tarkasti ja sulamassan alkuainekoostumus määrittää oikean seostuspisteen saavuttamiseksi. On tärkeää teräksen
30 valmistusprosessin yhteydessä saavuttaa oikea hiilipitoisuus sulamassan oikeassa lämpötilassa. Tämä voidaan helposti toteuttaa esillä olevan keksinnön avulla. Myös raudan seos- tusmetallien koostumus voidaan mitata. Alkuainekoostumusta voidaan käyttää hyväksi seostusmetallien lisäämisen valvon-
35 nassa, joka on tullut yhä tärkeämmäksi asiaksi jätemetallin lisääntyvän käytön johdosta, jonka kokonaiskoostumus on erittäin tuntematon asia.

- On myös sangen tärkeää kyetä tarkkailemaan sulatusuunin vuorauksen tilaa, niin että se ei pääse kulumaan, jolloin konvertteri tai uuni voi tunkeutua ulos, mikä voisi aiheuttaa erittäin suuret kustannukset. Vuorauskerroksen laatu voidaan
- 5 helposti tarkastaa tarkkailemalla happilansetin avulla kuumassa kohdassa kaliumin (K), natriumin (Na) ja alumiinin (Al) mahdollista esiintymistä. Erityisesti natriumin emission ja absorption tarkkailu mahdollistaa vuorauksen tarkistami-
- 10 sen. Vuorauksen tilan määrittäminen käsittää tällöin natriu- min ja kaliumin absorptio- ja emissiolinjojen voimakkuuden ja muodon tutkimisen, erityisesti aallonpituuksilla 600 ja vastaavasti 400 nm. Tässä yhteydessä viitataan kuvioon 8, jonka esittämä käyrä (a) näyttää natriumlinjat vain absorp-
- 15 tiota varten ja käyrä (b) itsepalautuvat emissiolinjat.
- Lyijyn valmistuksen yhteydessä suhdetta PbO:PbS voidaan tietenkin käyttää samoin kuin myös Hg:n kaltaisten epäpuh-
- 20 tauksien aiheuttamia kaistoja.
- Kuten edellä mainittujen epäpuhtauksien perusteella käy ilmi, voidaan myös valmistettavaa luonteenomaisessa välimuo-
- 25 dossa olevaa tuotetta käyttää hyväksi näitä tallennuksia ja vertailuja varten prosessin valvomiseksi.
- Kuten edellä on mainittu, voidaan keksinnön mukaisen mene-
- 30 telmän yhteydessä käyttää erilaisia mittausmenetelmiä, kuten suoraa optista mittausta tavanomaisten optisten lait-
- teiden avulla, mutta myös nykyaikaista kuituoptiikkaa, jolloin prosessin valvominen alhaalla olevan suojaavan ja
- 35 jäähdyttävän kuonakerroksen olosuhteiden perusteella on teknisesti mahdollista. Tällainen suojaava ja jäähdyttävä kuonakerros voi joskus muuttaa sen atomin tai molekyylin tilaa, johon määrittäminen perustuu, ja siten voi olla erittäin kiinnostavaa seurata olosuhteita todellisessa reaktiokohdas-
- sa. Tällainen tilanne esiintyy esimerkiksi sulassa teräsmas-

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä endotermisten ja eksotermisten sulatusmetallurgisten, erityisesti pyrometallurgisten, prosessien tarkkailua ja ohjausta varten optisen spektrometrian avulla,
5 **tunnettu** siitä, että kutakin endotermistä tai eksotermistä sulatusmetallurgista prosessia ja/tai prosessivaihetta varten määritetään ensin luonteenomaiset valoemissiot ja/tai -absorptiot samanaikaisesti yhdellä aallonpituusalueella ja tunnistetaan emissioiden/absorptioiden atominen ja molekyylinen alkuperä, että hetkelliset muutokset luonteenomaisissa emissioissa/absorptioissa tallennetaan prosessin aikana, että ainakin kahden emittoivan tuotteen säteilyn ja/tai yhden emittoivan tuotteen vähintään kahdella aallonpituudella tapahtuvan säteilyn voimakkuuksien välinen suhde lasketaan ja että näissä suhteissa tapahtuvat muutokset suhteutetaan prosessin/prosessilaitteiston tilaan, jolloin prosessia ohjataan tällä tavoin määritettyjen rajoittavien arvojen avulla.
- 20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että PbO:sta ja PbS:stä lähtevien emissioiden välinen suhde määritetään yhdellä tai useammalla aallonpituudella aallonpituusalueella 200 - 800 nm, sopivimmin 400 - 650 nm, kuparin konverttausprosessissa kuonavaiheen aikana, ja että suhteen PbO(g):PbS(g) saavuttaessa aallonpituuksien asettaman ennalta määrätyn arvon kuonan muodostusvaihe keskeytetään.
- 25
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kaasufaasissa olevien jalometallien halogenidit määritetään kuparin valmistusprosessin yhteydessä.
- 30
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että valoabsorptio määritetään SO₂:ssa kahdella tai useammalla aallonpituudella välillä 300 - 400 nm kuparin konverttausprosessissa kuparin valmistusvaiheen aikana ja että tämän perusteella ohjataan prosessia.
- 35

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että PbO:PbS:n emittoiman valon voimakkuudet tallennetaan ja niitä verrataan keskenään lyijyn valmistuksen yhteydessä.

5

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että atomin tai molekyylin emissiovoimakkuuksien suhde määritetään erilaisilla aallonpituuksilla sulatusmetallurgisen prosessin, erityisesti raudan/teräksen valmistusprosessin, lämpötilan tarkkailemiseksi ja ohjaamiseksi.

10

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hiiliyhdisteiden ja/tai vapaiden atomien, kuten Fe, Mn, K ja/tai Na, emissiovoimakkuudet tallennetaan ja niitä vertaillaan keskenään sopivimmin alueella 200 - 800 nm raudan/teräksen valmistusprosessissa.

15

8. Patenttivaatimuksien 1 ja 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että rautasulatteen alkuainekoostumus määritetään, kuten raudan seostusmetallien suhteen seostusmetallien ja/tai hiilen lisäämisen tarkkailua ja ohjausta varten.

20

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sulatusmetallurgisen prosessilaitoksen tila määritetään mittaamalla K:n, Na:n ja/tai Al:n absorptioiden/emissioiden voimakkuudet sopivimmin aallonpituuksilla 770 nm ja vastaavasti 600 nm.

25

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että mittaus suoritetaan spektrofotometrisesti välittömästi sulamassan yläpuolella.

30

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suoritetaan spektrofotometrinen mittaus kuituoptiikalla varustetun tangon välityksellä, joka asetetaan sulamassaan.

35

Patentkrav

1. Förfarande för kontroll och styrning av endoterma och exoterma smältmetallurgiska processer, speciellt pyrometallurgiska processer, medelst optisk spektrometri, **kännetecknat** av att man först bestämmer för varje endoterm eller exoterm smältmetallurgisk process och/eller processteg karaktäristiska ljusemissioner och/eller absorptioner samtidigt i ett våglängdsintervall och identifierar emissionernas/absorptionernas atomära eller molekylära ursprung, att man under en pågående process registrerar momentära förändringar i de karaktäristiska emissionerna/absorptionerna, att man beräknar kvoten mellan intensiteterna av åtminstone två emitterande produkter och/eller intensiteterna vid åtminstone två olika våglängder av en emitterande produkt och hänför förändringarna i kvoterna till tillståndet i processen/processutrustningen och med ledning härav och därvid bestämda begränsande värden styr processen.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man i en kopparkonverteringsprocess under slaggfas bestämmer förhållandet mellan emissioner från PbO och PbS vid en eller flera våglängder i våglängdsområdet 200-800 nm, företrädesvis 400-650 nm, och då förhållandet PbO(g):PbS(g) når ett förutbestämt värde bestämt av våglängderna avbryter slaggproduktionsfasen.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man vid en kopparprocess bestämmer de i gasfasen närvarande ädelmetallhalogeniderna.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man vid en kopparkonverteringsprocess under kopparsteget bestämmer ljusabsorptionen i SO₂ vid två eller flera våglängder i intervallet 300-400 nm och med hänvisning härtill styr processen.

5. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man registrerar och jämför emitterad ljusintensitet från PbO:PbS vid blyframställning.
- 5 6. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man bestämmer kvoten mellan den emitterade intensiteten från en atom eller en molekyl vid olika våglängder för att registrera och styra temperaturen i en smältmetallurgisk process, i synnerhet en järn-stålprocess.
- 10 7. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man vid järn-stålframställning registrerar och jämför emitterande kolföreningars och/eller fria atomers, såsom Fe, Mn, K och/eller Na, intensiteter, företrädesvis i interval-
- 15 let 200-800 nm.
8. Förfarande enligt patentkrav 1 och 7, **kännetecknat** av att man bestämmer den elementära sammansättningen av en järnsmälta, såsom med avseende på legerande metaller för
- 20 järn, för att registrera och styra tillsatsen av legerande metaller och/eller kol.
9. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man bestämmer den smältmetallurgiska processanläggningens
- 25 status genom att mäta absorptions/emissionsintensiteterna från K, Na och Al, företrädesvis vid 770 nm, respektive 600 nm.
10. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att
- 30 mätningen göres spektrofotometriskt omedelbart ovanför smältan.
- :
11. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att man mäter spektrofotometriskt genom en i den aktuella smältan nedförd lans försedd med en fiberoptik.
- 35

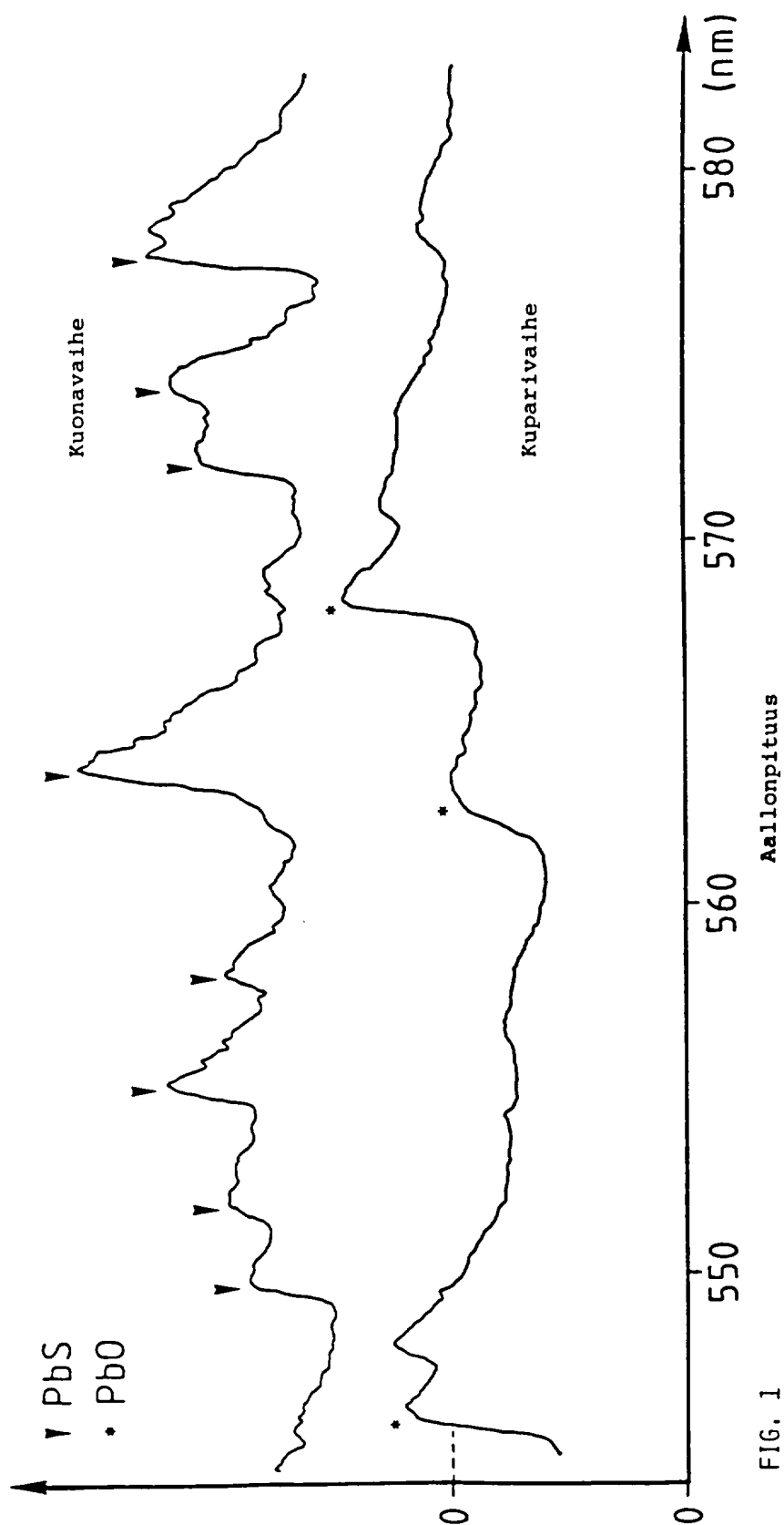
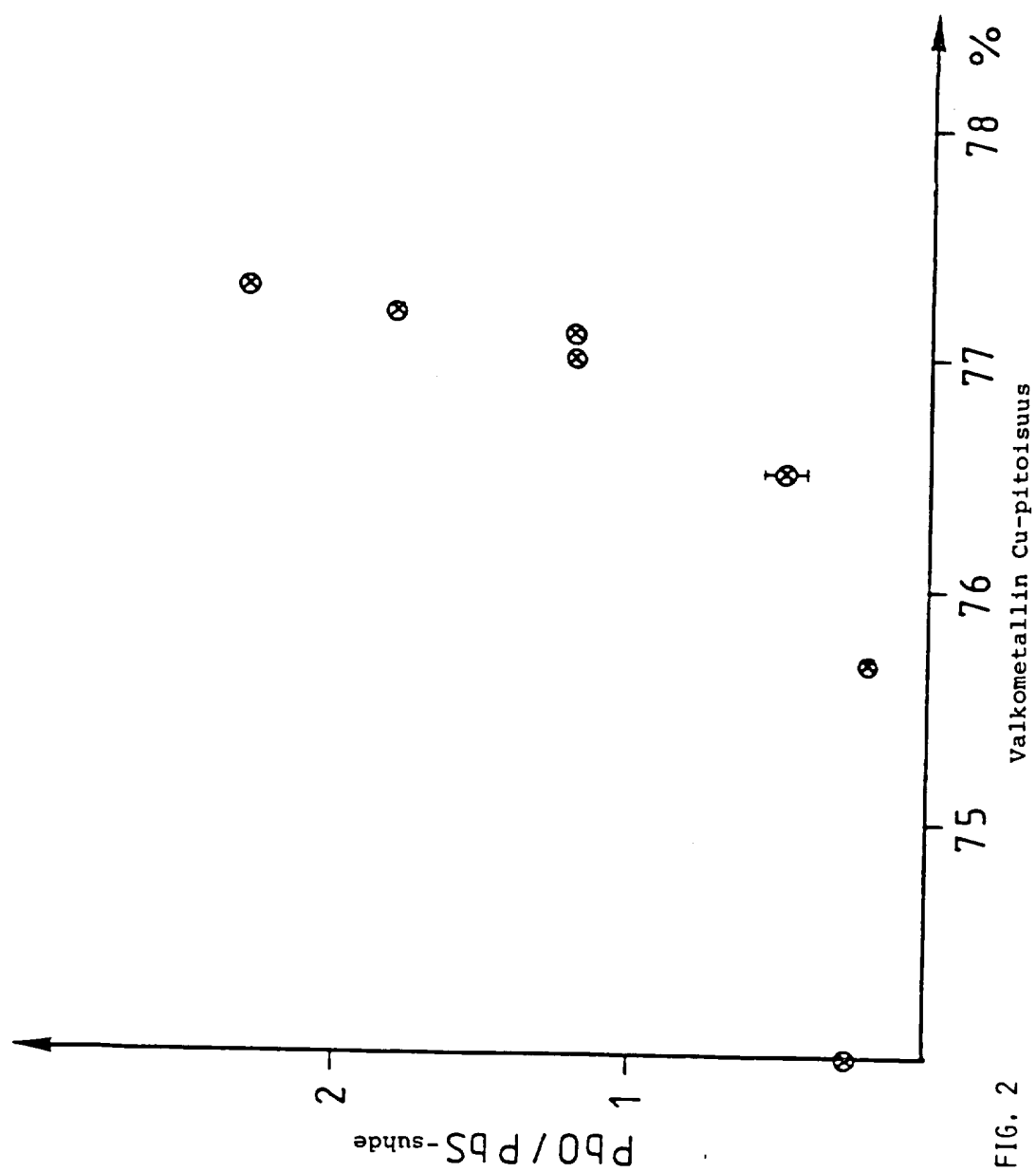


FIG. 1



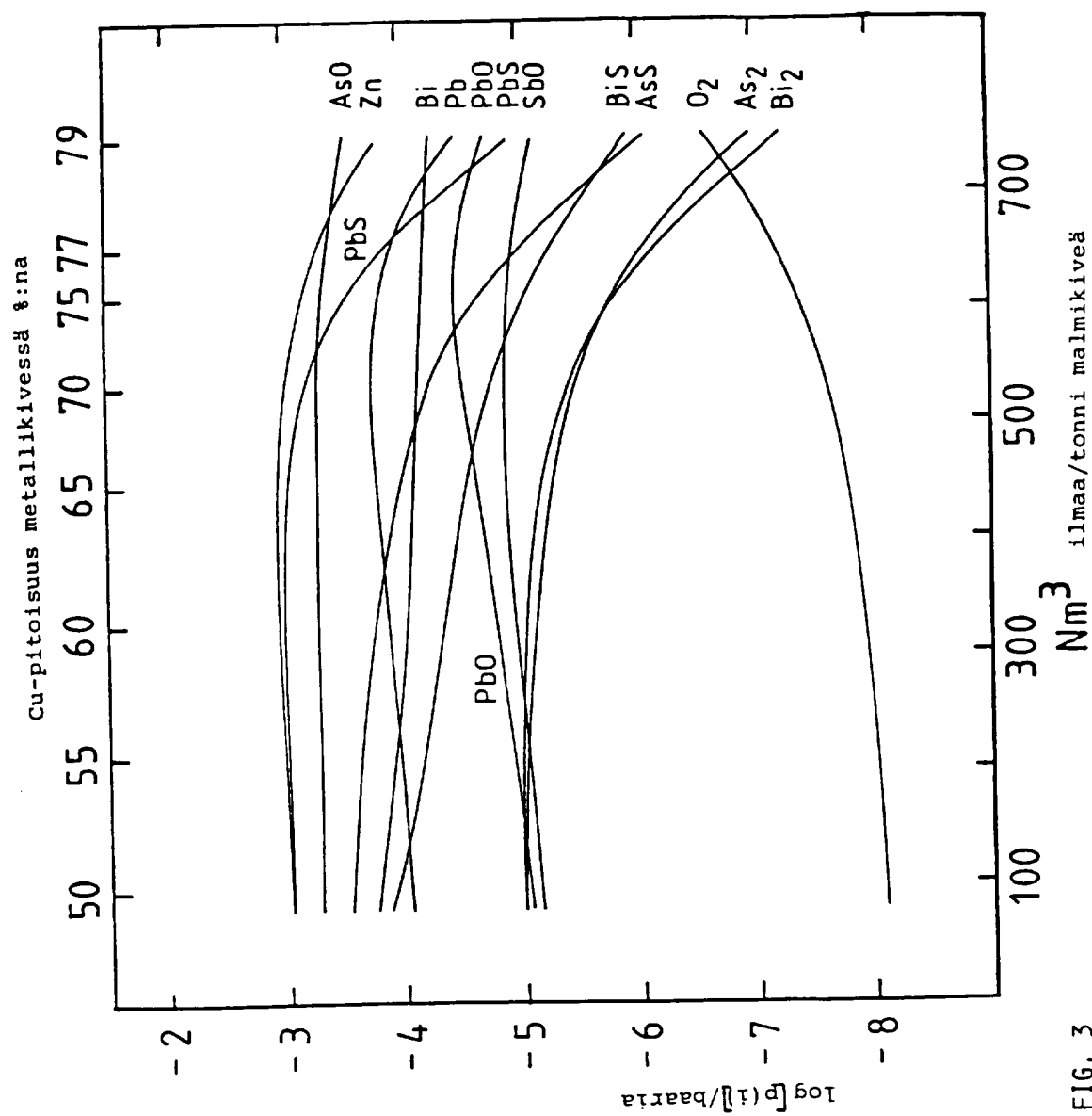


FIG. 3

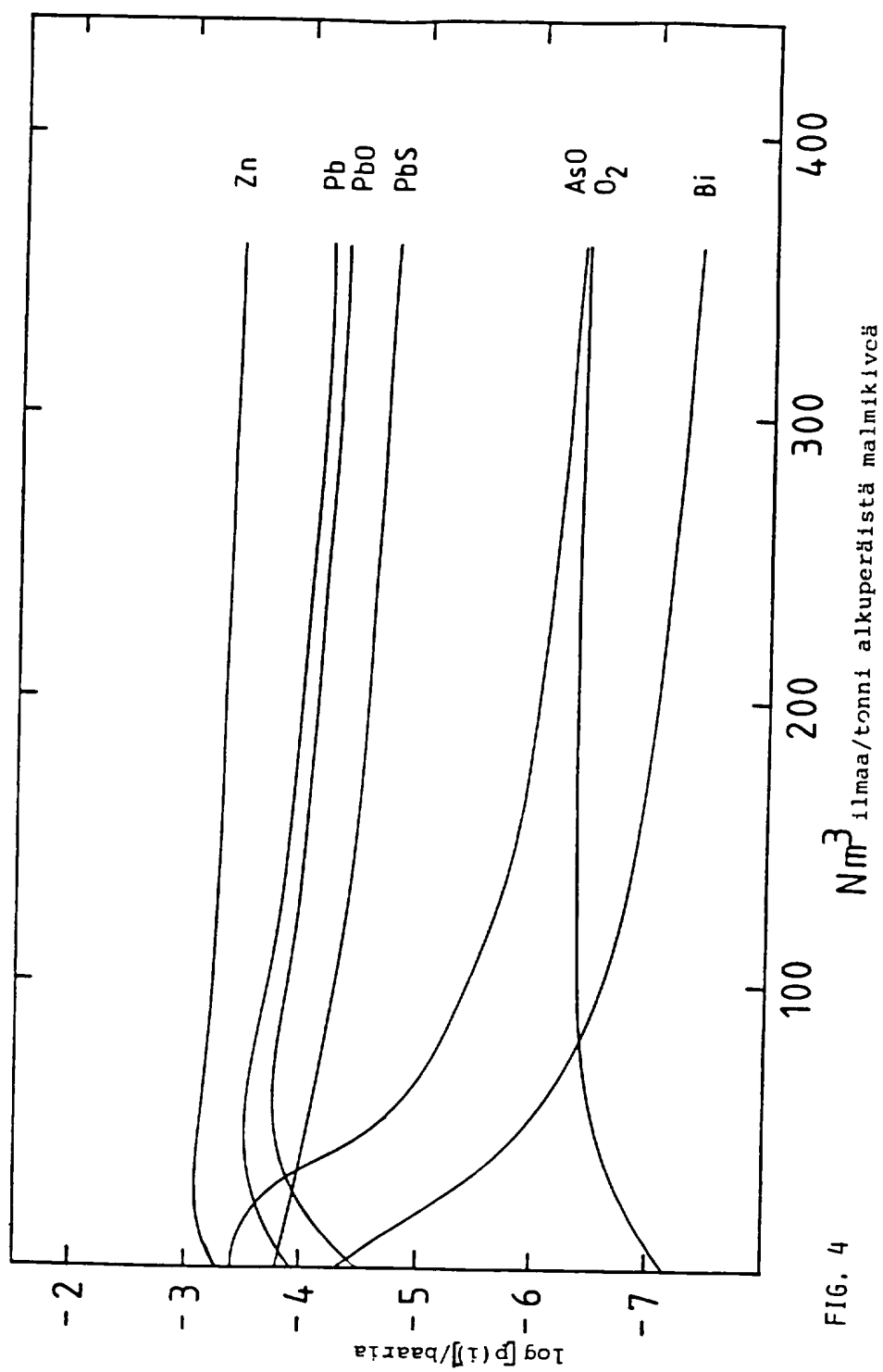


FIG. 4

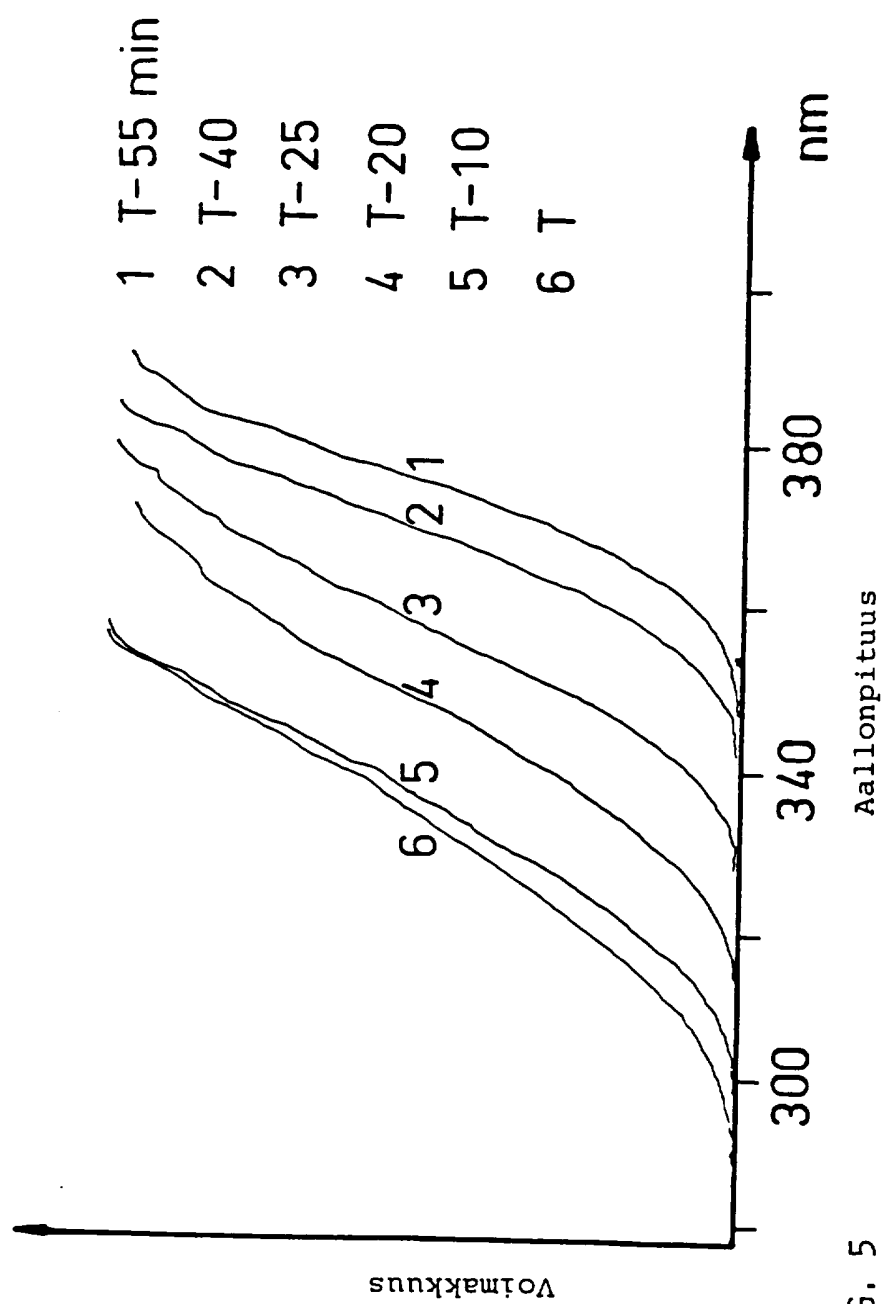


FIG. 5

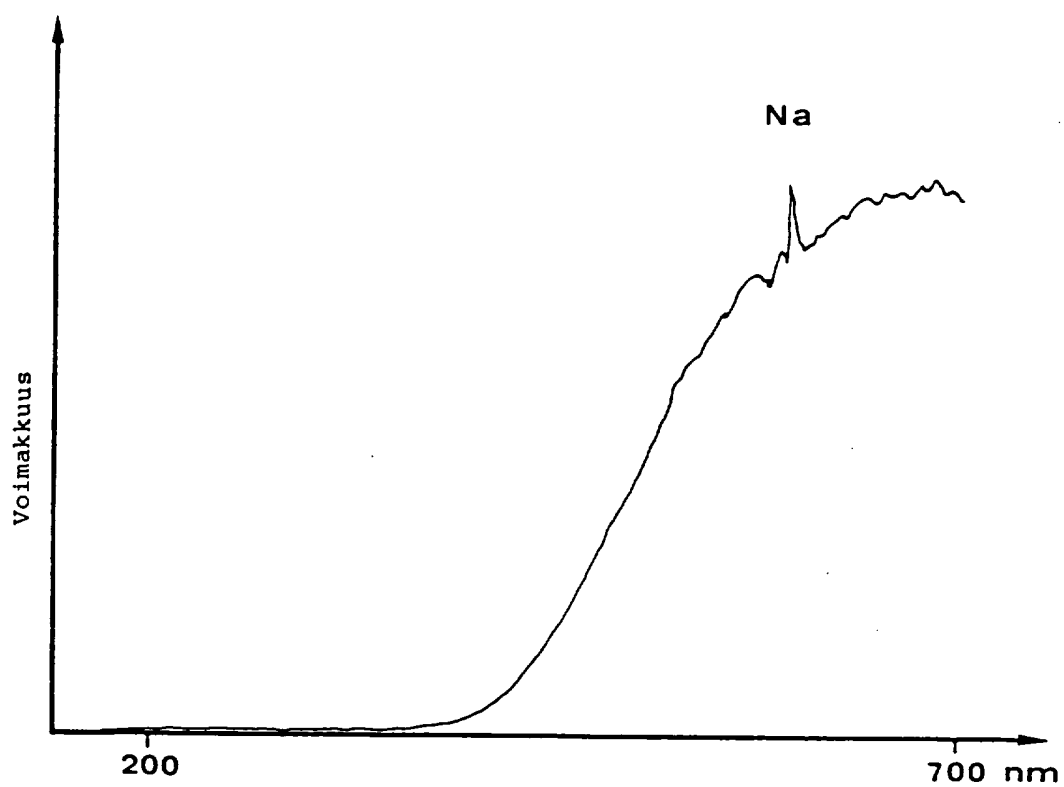


FIG. 6

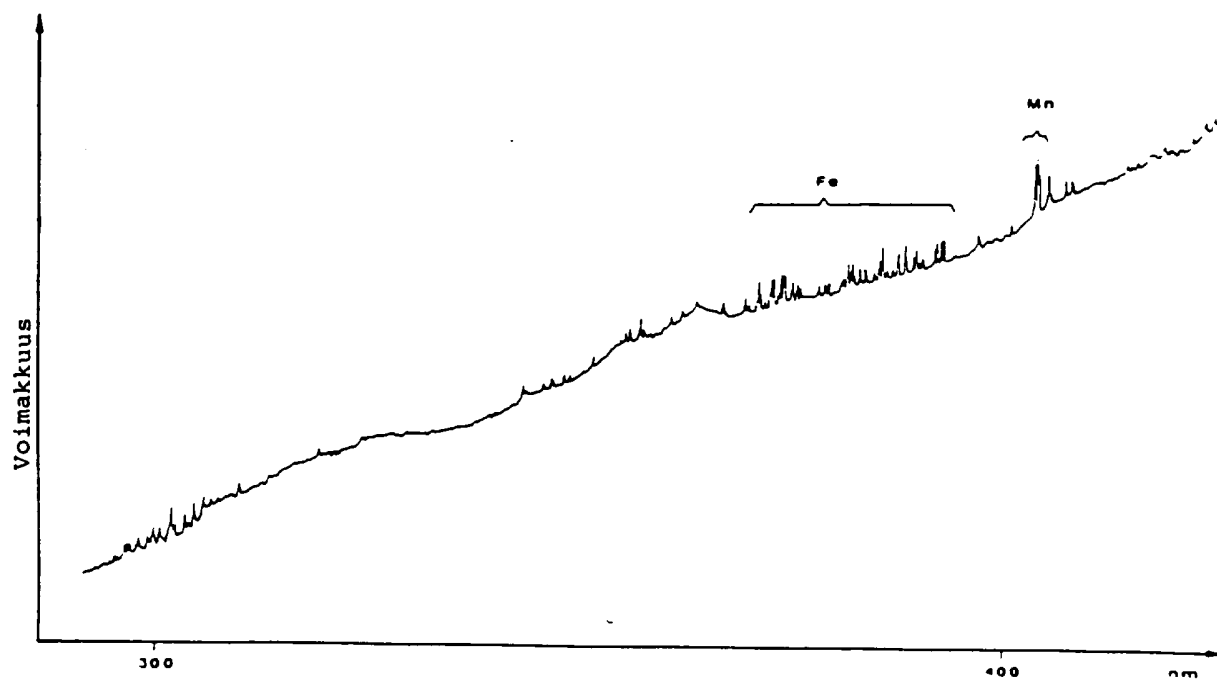


FIG. 7

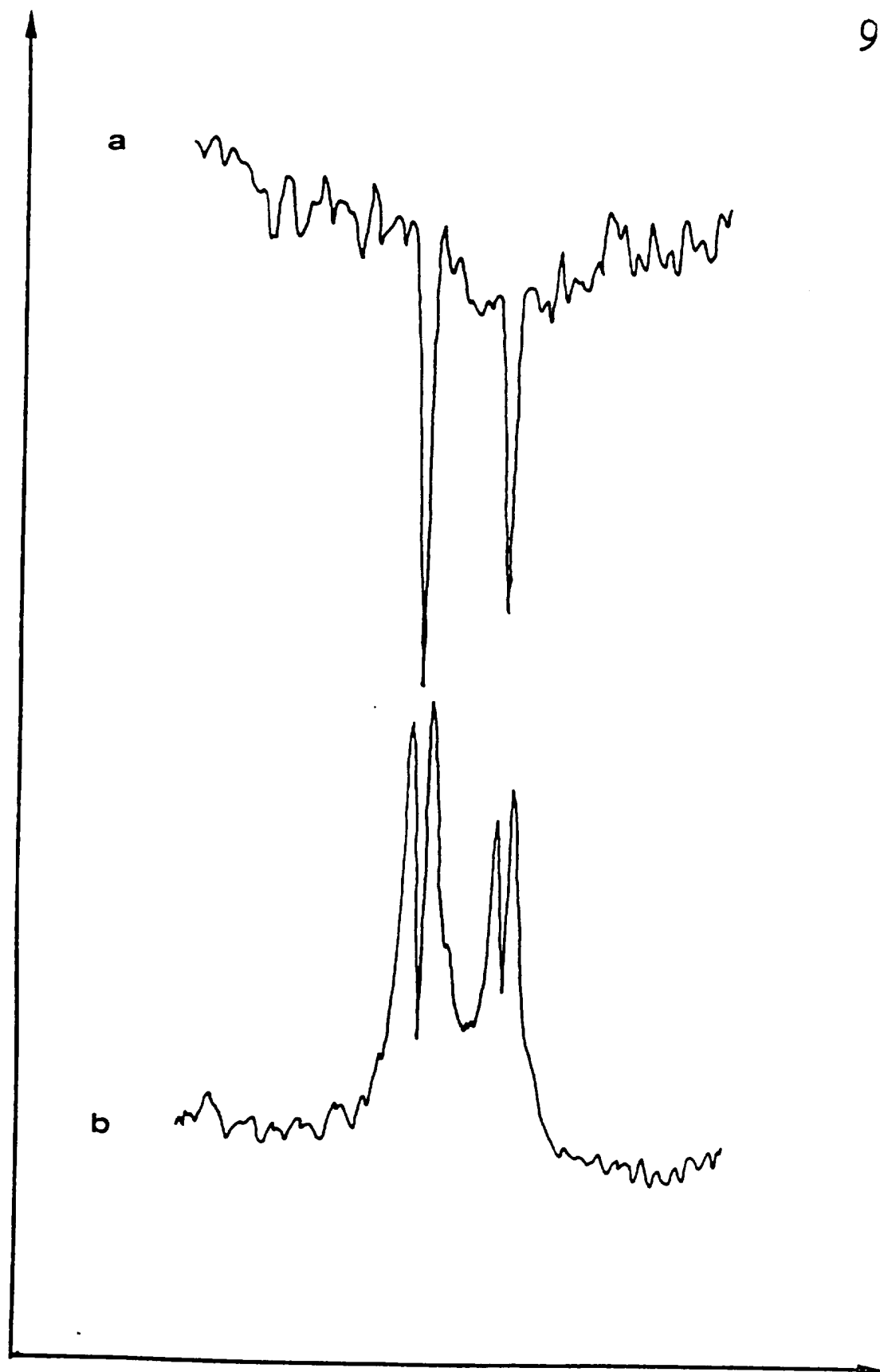
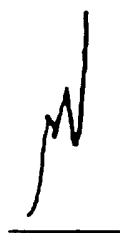
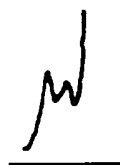


FIG. 8

1500°C



1650°C

FIG. 9