



(12) PATENTANSØGNING

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.⁷: C 21 D 8/02 C 22 C 38/08 C 22 C 38/12 C 22 C 38/14

(21) Patentansøgning nr: PA 2001 00944

(22) Indleveringsdag: 2001-06-18

(24) Løbedag: 1999-12-16

(41) Alm. tilgængelig: 2001-06-18

(86) International ansøgning nr: PCT/US99/29804

(85) Videreførelsesdag: 1999-12-16

(30) Prioritet: 1998-12-19 US 09/215,772

(71) Ansøger: ExxonMobil Upstream Research Company, 3120 Buffalo Speedway, P.O. Box 2189, Houston, Texas 77252-2189, USA

(72) Opfinder: Jayoung Koo, 828 Star View Way, Bridgewater, New Jersey 08807, USA
Narasimha-Rao V. Bangaru, 5 Revere Court, Annandale, New Jersey 08801, USA
Raghavan Ayer, 3 North Slope, Clinton, NJ 08809, USA
Glen A. Vaughn, 4211 Rice Boulevard, Houston, Texas 77005, USA

(74) Fuldmægtig: Plougmann, Vingtoft & Partners A/S, Sankt Annæ Plads 11, 1250 København K, Danmark

(54) Benævnelse: Trefasede ståltyper med ultrahøj styrke og fremragende sejhed ved kryogene temperaturer

(57) Sammendrag:

En svejsbar, lavlegeret, trefaset ståltype med ultrahøj styrke og fremragende sejhed ved kryogene temperaturer i basispladen og i den varmepåvirkede zone (heat affected zone (HAZ)) efter svejsning, hvilken ståltype har en trækstyrke på over ca. 830 MPa (120 ksi) og en mikrostruktur, der omfatter en ferritfase, en anden fase med overvejende båndmartensit og nedre bainit og en fase med retineret austenit, fremstilles ved opvarmning af en stål-blok, der omfatter jern og bestemte vægtprocenter af nogle af eller alle additiverne carbon, mangan, nikkel, nitrogen, kobber, chrom, molybdæn, silicium, niobium, vanadium, titan, aluminium og bor; reduktion af blokken til dannelse af en plade i én eller flere passager i et temperaturinterval, hvor austenit genkrystalliserer; yderligere reduktion af pladen i én eller flere passager i et temperaturinterval under austenits genkrystalliseringstemperatur og over Ar_3 -omdannelsesstemperaturen; færdigvalsning af pladen mellem Ar_3 -omdannelsesstemperaturen og Ar_1 -omdannelsesstemperaturen; bratkøling af den færdigvalsedede plade til en passende bratkølingsstoptemperatur (Quench Stop Temperature (QST)) og standsning af bratkølingen.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til fremstilling af en trefaset stålplade med en mikrostruktur, der omfatter højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50
5 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:
 - 10 (a) opvarmning af en stålblok til en genopvarmningstemperatur, som er tilstrækkeligt høj til at (i) i det væsentlige homogenisere stålblokken, (ii) opløse i det væsentlige alle carbider og carbonitrider af niobium og vanadium i stålblokken og (iii) etablere fine begyndende austenitkorn i stålblokken;
 - 15 (b) reduktion af stålblokken til dannelse af en stålplade i én eller flere varmvalsepassager i et første temperaturinterval, hvor austenit genkrystalliserer;
 - (c) yderligere reduktion af stålpladen i én eller flere varmvalsepassager i et andet
20 temperaturinterval under omtrentligt T_{nr} -temperaturen og over omtrentligt Ar_3 -omdannelsesstemperaturen;
 - (d) yderligere reduktion af stålpladen i én eller flere varmvalsepassager i et tredje
25 temperaturinterval mellem omtrentligt Ar_3 -omdannelsesstemperaturen og omtrentligt Ar_1 -omdannelsesstemperaturen;
 - (e) bratkøling af stålpladen med en afkølingshastighed på mindst ca. 10°C pr. sekund (18°F/s) til en bratkølingsstoptemperatur (Quench Stop Temperature (QST)) på under ca. 600°C (1110°F); og
30
 - (f) standsning af bratkølingen, hvilke trin udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret

bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor trin (f) erstattes af det følgende trin:
- 5
- (f) standsning af bratkølingen, idet trinnene udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med deformeret ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, 10 fingenuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor trin (f) erstattes af det følgende trin:
- 15
- (f) standsning af bratkølingen, idet trinnene udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende fingenuleret bainit (FGB) og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.
- 20
4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor trin (f) erstattes af det følgende trin:
- (f) standsning af bratkølingen, idet trinnene udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit eller 25 blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.
- 30 5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor trin (f) erstattes af det følgende trin:
- (f) standsning af bratkølingen, idet trinnene udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med deformeret ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en

anden fase med overvejende fingranuleret bainit (FGB) og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.

- 5 6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor trin (f) erstattes med det følgende trin:
- 10 (f) standsning af bratkølingen, idet trinnene udføres for at lette omdannelsen af stålpladens mikrostruktur til højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med deformeret ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.
- 15 7. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor genopvarmningstemperaturen i trin (a) er mellem ca. 955°C og ca. 1100°C (1750°F-2012°F).
8. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor de fine begyndende austenitkorn i trin (a) har en kornstørrelse på under ca. 120 µm.
- 20 9. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor der i trin (b) sker en reduktion i tykkelse af stålblokken på fra ca. 30% til ca. 70%.
10. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor der i trin (c) sker en reduktion i tykkelse af stålpladen på fra ca. 40% til ca. 80%.
- 25 11. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor der i trin (d) sker en reduktion i tykkelse af stålpladen på fra ca. 15% til ca. 50%.
12. Fremgangsmåde ifølge krav 1 og yderligere omfattende det trin, hvor stålpladen lades luftkøle til omgivelsestemperatur, efter at bratkølingen er standset i trin (f).
- 30 13. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor stålblokken i trin (a) omfatter jern og følgende legeringsgrundstoffer i de angivne vægtprocenter:
- 35 fra ca. 0,03% til ca. 0,12% C,
fra mindst ca. 1% Ni til under ca. 9% Ni,
fra ca. 0,02% til ca. 0,1% Nb,

fra ca. 0,008% til ca. 0,03% Ti,
 fra ca. 0,001% til ca. 0,05% Al og
 fra ca. 0,002% til ca. 0,005% N.

- 5 14. Fremgangsmåde ifølge krav 13, hvor stålblokken omfatter under ca. 6 vægtprocent Ni.
15. Fremgangsmåde ifølge krav 13, hvor stålblokken omfatter under ca. 3 vægtprocent Ni og yderligere omfatter fra ca. 0,5 vægtprocent til ca. 2,5 vægtprocent Mn.
- 10 16. Fremgangsmåde ifølge krav 13, hvor stålblokken yderligere omfatter mindst ét additiv valgt fra gruppen bestående af (i) op til ca. 1,0 vægtprocent Cr, (ii) op til ca. 0,8 vægtprocent Mo, (iii) op til ca. 0,5 vægtprocent Si, (iv) fra ca. 0,02 vægtprocent til ca. 0,10 vægtprocent V, (v) fra ca. 0,1 vægtprocent til ca. 1,0 vægtprocent Cu, (vi) op til
- 15 ca. 2,5 vægtprocent Mn og (vii) fra ca. 0,0004 vægtprocent til ca. 0,0020 vægtprocent B.
17. Fremgangsmåde ifølge krav 13, hvor stålblokken yderligere omfatter fra ca. 0,0004 vægtprocent til ca. 0,0020 vægtprocent B.
- 20 18. Fremgangsmåde ifølge krav 1, hvor stålpladen efter trin (f) har en DBTT på under ca. -62°C (-80°F) i basisstålet og i HAZ'en og en trækstyrke på over ca. 830 MPa (120 ksi).
- 25 19. Trefaset stålplade med en mikrostruktur, der omfatter højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. fra 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit, hvilken stålplade har en trækstyrke på over 830
- 30 MPa (120 ksi) og en DBTT på under ca. -62°C (-80°F) i både stålpladen og dens HAZ, og hvor stålpladen er fremstillet ud fra en genopvarmet stålblok, der omfatter jern og følgende legeringsgrundstoffer i de angivne vægtprocenter:
- 35 fra ca. 0,03% til ca. 0,12% C,
 fra mindst ca. 1% Ni til under ca. 9% Ni,
 fra ca. 0,02% til ca. 0,1% Nb,

fra ca. 0,008% til ca. 0,03% Ti,
 fra ca. 0,001% til ca. 0,05% Al og
 fra ca. 0,002% til ca. 0,005% N.

- 5 20. Stålblade ifølge krav 19, hvor stålblokken omfatter under ca. 6 vægtprocent Ni.
21. Stålblade ifølge krav 19, hvor stålblokken omfatter under ca. 3 vægtprocent Ni og yderligere omfatter fra ca. 0,5 vægtprocent til ca. 2,5 vægtprocent Mn.
- 10 22. Stålblade ifølge krav 19 og yderligere omfattende mindst ét additiv valgt fra gruppen bestående af (i) op til ca. 1,0 vægtprocent Cr, (ii) op til ca. 0,8 vægtprocent Mo, (iii) op til ca. 0,5 vægtprocent Si, (iv) fra ca. 0,02 vægtprocent til ca. 0,10 vægtprocent V, (v) fra ca. 0,1 vægtprocent til ca. 1,0 vægtprocent Cu, (vi) op til ca. 2,5 vægtprocent Mn og (vii) fra ca. 0,004 vægtprocent til ca. 0,0020 vægtprocent B.
- 15 23. Stålblade ifølge krav 19 og yderligere omfattende fra ca. 0,0004 vægtprocent til ca. 0,0020 vægtprocent B.
- 20 24. Stålblade ifølge krav 19, hvor mikrostrukturen er optimeret for i det væsentlige at maksimere revnebanesnoning ved termo-mekanisk styret valsebehandling, der frembringer en flerhed af højangulære grænseflader mellem den første fase med ferrit og den anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf.
- 25 25. Fremgangsmåde til forøgelse af resistens over for revneudbredelse i en trefaset stålblade, hvilken fremgangsmåde omfatter forarbejdning af stålbladen til dannelse af en mikrostruktur, der omfatter højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit, idet mikrostrukturen optimeres for i det væsentlige at maksimere revnebanesnoning ved termo-mekanisk styret valsning, som tilvejebringer en flerhed af højangulære grænseflader mellem den første fase med ferrit og den anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf.
- 30
- 35

26. Fremgangsmåde ifølge krav 25, hvor stålpladens resistens over for revneudbredelse forbedres yderligere, og revneudbredelsesresistensen i stålpladens HAZ ved svejsning forbedres ved tilsætning af mindst fra ca. 1,0 vægtprocent Ni til under ca. 9% Ni og ved i det væsentlige at minimere tilsætning af BCC-stabiliserende grundstoffer.
27. Fremgangsmåde til styring af det gennemsnitlige forhold mellem austenitkornlængden og austenitkorntykkelsen under forarbejdning af en trefaset stålplade med ultrahøj styrke for at forbedre tværgående sejhed og den tværgående DBTT af den trefasede stålplade, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:
- (a) opvarmning af en stålblok til en genopvarmningstemperatur, som er tilstrækkeligt høj til at (i) i det væsentlige at homogenisere stålblokken, (ii) opløse i det væsentlige alle carbider og carbonitrider af niobium og vanadium i stålblokken og (iii) etablere fine begyndende austenitkorn i stålblokken;
 - (b) reduktion af stålblokken til dannelse af en stålplade i én eller flere varmvalsepassager i et første temperaturinterval, hvor austenit genkrystalliserer;
 - (c) yderligere reduktion af stålpladen i én eller flere varmvalsepassager i et andet temperaturinterval under omtrentligt T_{nr} -temperaturen og over omtrentligt Ar_3 -omdannelsesstemperaturen;
 - (d) yderligere reduktion af stålpladen i én eller flere varmvalsepassager i et tredje temperaturinterval mellem omtrentligt Ar_3 -omdannelsesstemperaturen og omtrentligt Ar_1 -omdannelsesstemperaturen for at danne et gennemsnitsforhold mellem austenitkornlængde og austenitkorntykkelse på under ca. 100 i stålblokken;
 - (e) bratkøling af stålpladen med en afkølingshastighed på mindst ca. 10°C pr. sekund (18°F/s) til en bratkølingsstoptemperatur (Quench Stop Temperature (QST)) på under ca. 600°C (1110°F); og

- (f) standsning af bratkølingen, så at der frembringes en mikrostruktur i stålpladen på højst ca. 40 volumenprocent af en første fase med ferrit, fra ca. 50 volumenprocent til ca. 90 volumenprocent af en anden fase med overvejende finkornet båndmartensit, finkornet nedre bainit, fingranuleret bainit (FGB) eller blandinger deraf og højst ca. 10 volumenprocent af en tredje fase med retineret austenit.
- 5

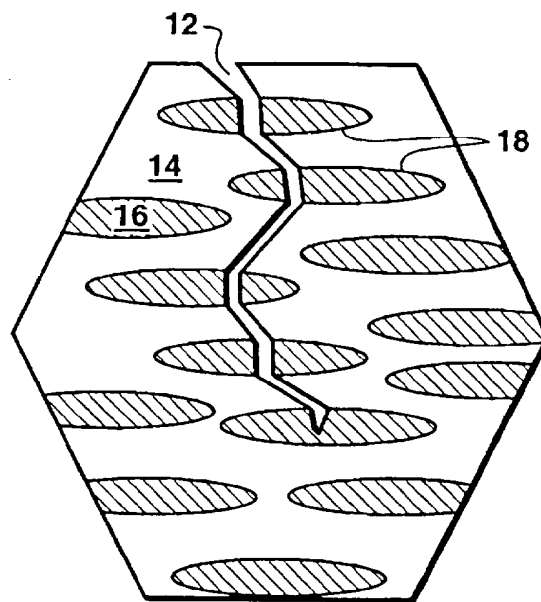


FIG. 1

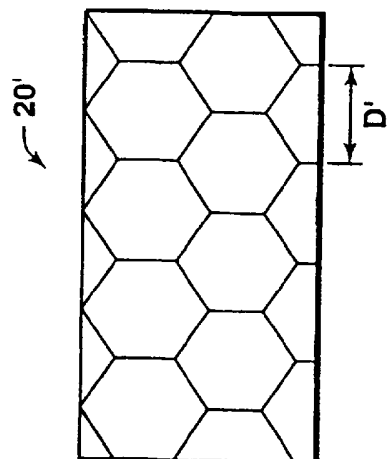


FIG. 2A

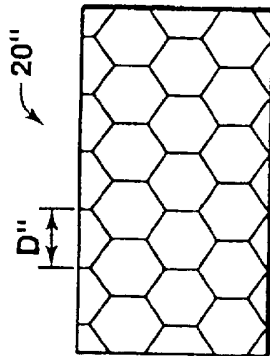


FIG. 2B

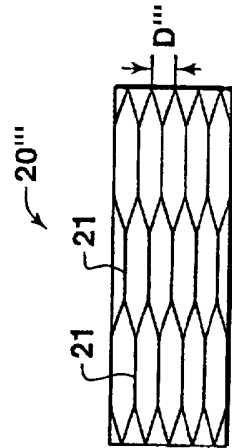


FIG. 2C

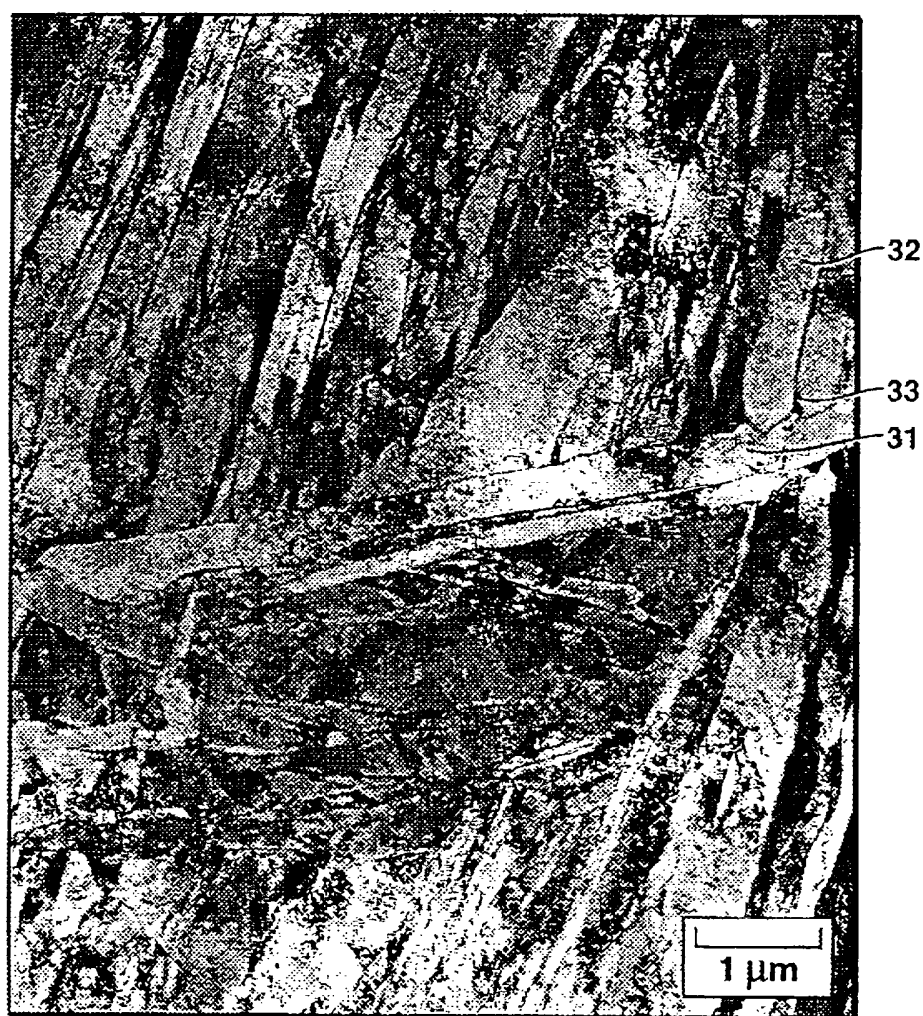


FIG. 3

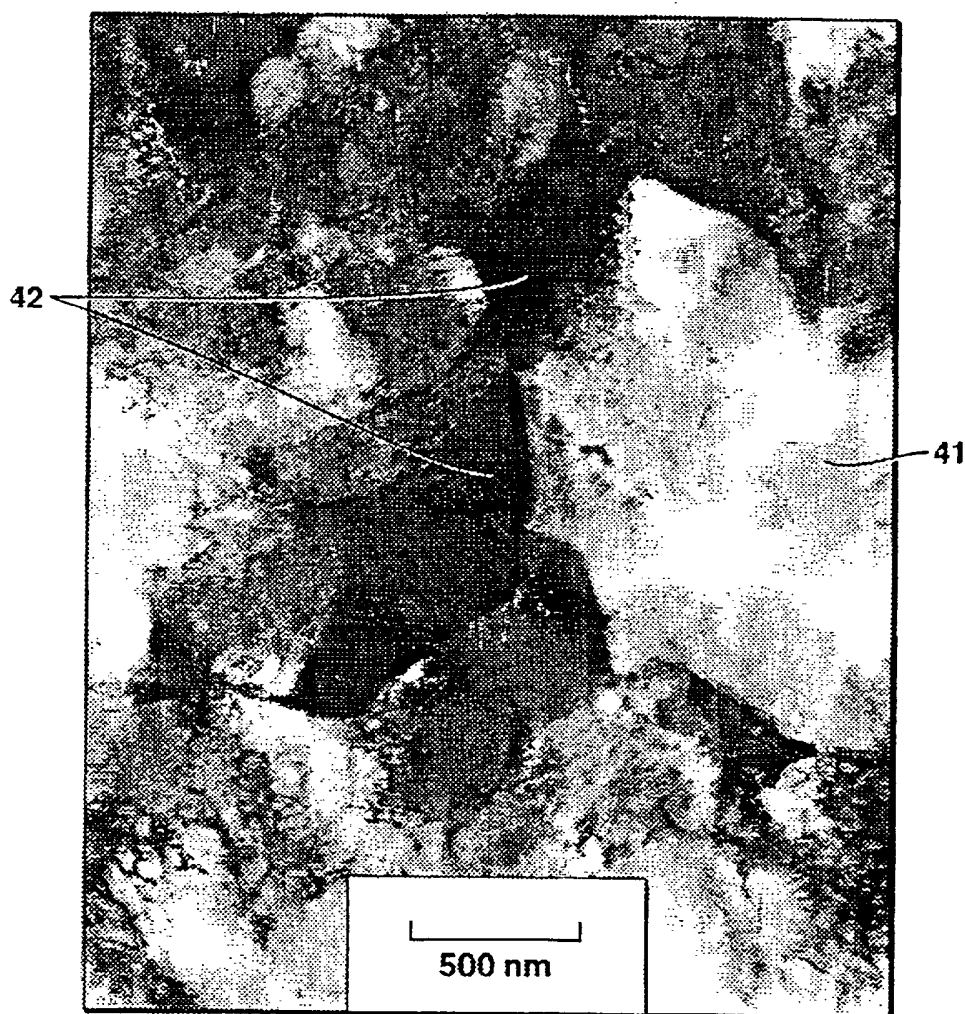


FIG. 4