NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **308560** (13) B1

(51) Int Cl[7] F 42 B 12/06, 12/44, 12/74, 14/06

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19892628	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1989.06.23		
(24) Løpedag	1989.06.23	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	1998.07.12	(30) Prioritet	1988.06.25, DE, 3821474
(45) Meddelt dato	2000.09.25		

(71) Patenthaver RM Euro BV, Postbus 1050, NL-5200 BC 's-Hertogenbosch, NL

(72) Oppfinner Cornelis Taal, Erp, NL
Bernhard Bisping, Ratingen, DE
Ulrich Theis, Mülheim, DE
Michaed Vagedes, Köln, DE
Siegfried Kessler, Düsseldorf, DE

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor AS, 0306 Oslo

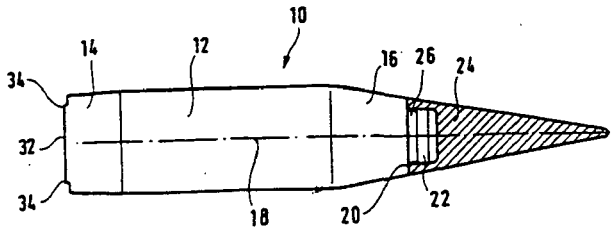
(54) Benevnelse **Spinnstabilisert flerbruksammunisjon med underkaliber og fremgangsmåte for fremstilling av slik ammunisjon**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag

Spinnstabilisert flerfunksjonsammunisjon med underkaliber (ofte kalt FAPDS-ammunisjon), utført av sintermateriale av tungmetall og sintret i materialets flytendefase, med hovedbestanddeler metallisk wolframpulver og tilsetning av kobolt og nikkel.

For å oppnå maksimal sluttballistisk virkning i lett pansrede luft- og bakkemål (f.eks. fly, helikoptere, pansrede kjøretøyer) foreslås at wolframinnholdet i ammunisjonens prosjektil (10) ligger mellom 90 og 90,5 vekt-%, at egenvekten av sintermaterialet ligger mellom 17,5 og 19,2 g/cm^3, og at forholdet mellom kobolt og nikkel i bindefasen er mellom 1 : 0,5 til 1 : 2,3. Prosjektilet (10) er utført i ett stykke og har foran en sylindrisk tapp (22) for feste av prosjektilets egentlige spiss (24) av høyverdig stål. Prosjektilet har både stor matefasthet og utskytingsfasthet, samtidig som materialet er så sprøtt at prosjektilet ved målanslag, selv om målets motstand er ganske liten, blir fullstendig fragmentert og gir maksmal splintvirkning.



Denne oppfinnelse gjelder underkaliberammunisjon i form av et spinnstabilisert flerbruksprosjektil i samsvar med den innledende del av det etterfølgende krav 1.

Flerbruksammunisjon av denne type benevnes ofte ammunisjon eller prosjektil av FAPDS-typen (FAPDS: Frangible Armour Piercing Discarding Sabot), dvs. panserbrytende splintammunisjon for utskyting ved hjelp av drivbur, og de aktuelle kalibermål kan ligge mellom 20 og 50 mm. Prosjektiler av denne type er konstruert for maksimal bevegelsesenergi og tilsvarende høy splintvirkning mot mål med stor materialtykkelse, og de er egnet for angrep eller forsvar mot luftmål, f.eks. hurtiggående fly, pansrede kamphelikoptere etc. og landmobile mål som forflytter seg raskt (f.eks. hurtiggående stridsvogner), ved enkeltavfyring eller fortrinnsvis skuddserier. Prosjektilets energi vil, i avhengighet av kaliberstørrelsen, være tilstrekkelig for gjennomslag av panserplater opp til tykkelse på 60 mm, og prosjektilet selv består av sprengstoffritt, sprøtt tungmetall som i målet får en tilsvarende utbredelsesvirkning som et sprengstoff, idet prosjektilet ved anslag mot målets første del, f.eks. dets første panserplate i tilfelle et flerplatemål, splintres og på grunn av sin store kinetiske energi fremviser en effektiv breddefordeling i tillegg til en dypinntrengning.

Et slikt FAPDS-prosjektil for kombinert målvirkning er bl.a. kjent fra patentskriftet EP-A 00 73 385. Dettes prosjektil er bygget opp av flere deler og består av forskjellige wolframmaterialer. En konisk spiss kan ha samme sammensetning som prosjektilets midtparti eller i det minste delvis bestå av et annet materiale med mindre egenvekt, f.eks. aluminium eller keramikk. Prosjektilets haleparti må være lett å bearbeide maskinelt og består derfor av et wolfram-tungmetall med egenvekt minst 16,7 g/cm^3. De enkelte prosjektildeler må være loddet eller sveiset sammen. Fremstillingen av et prosjektil som består av slike forskjellige wolframmaterialer er imidlertid ganske omstendelig og krever tilleggsoperasjoner for å gi tilstrekkelig utskytingsfast forbindelse mellom de enkelte deler. Denne prosjektiltype har en relativt beskjeden materialtykkelse og slett ikke optimale splintringsegenskaper, og de tilfredsstiller ikke lenger de strenge krav som i dag stilles. Ved den kjente tofasede prosjektiloppbygging kommer ikke prosjektilets haleparti til å splintres ved den første fase av målanslaget mot relativt tynne målplater, f.eks. i flykonstruksjoner, og derved oppnås ikke maksimal splintvirkning i bredden lenger inne i målet.

Det er en oppgave for den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe et flerbruks- eller rettere: flerfunksjonsprosjektil av tilsvarende type, men som, slik det er angitt i innledningen av det etterfølgende krav 1, har tilstrekkelig materialfasthet til at prosjektilet kan benyttes ved skuddserier fra maskinkanoner, og hvor prosjektilet i tillegg har optimal splintringsvirkning, selv ved anslag mot tynne aluminiumplater. Følgelig vil prosjektilet kunne få maksimal målvirkning ved alle eller de aller fleste

kjente typer mål. I tillegg skal prosjektilet kunne fremstilles på en praktisk måte til sin endelige prosjektilform, ved at det tas tilstrekkelig hensyn til materialsammensetningen og materialbearbeidingsegenskaper.

Denne oppgave løses i og med oppfinnelsen med det prosjektil som kjennetegnes ved trekkene i karakteristikken til det etterfølgende krav 1.

Den utmerkede sluttballistiske virkning, dvs. overføringen av maksimal bevegelsesenergi til momentan oppdeling og splintring av prosjektillegemet med anslag mot den første målmotstand i en aktuell måloppbygging, skyldes hovedsakelig de store egenvekten på mellom 17,5 og 19,2 g/cm^3 av det ikke sammensatte prosjektillegeme. Den optimale splintvirkningen skjer på grunn av at det valgte sintrede tungmetall er meget sprøtt, dvs. på grunn av de spesielle materialegenskaper som kobolt danner med nikkel i metallbindingen (matriksen) mellom de enkelte wolframkorn i prosjektilmaterialet. Videre oppnås de ettertraktede egenskaper ved denne ammunisjon takket være nøye avstemte varmebehandlinger og en oppnådd kornstørrelse på mellom 20 og 50 µm, fortrinnsvis ca. 40 µm, med tillegg av en materialhardhet på mellom 300 og 400 HV(30), fortrinnsvis mellom 340 og 380 HV(30).

Ved fremstillingen av oppfinnelsens flerfunksjonsprosjektil går man ut fra et finkornet wolframpulver med tilsats opp til 10 % (regnet i vekt), fortrinnsvis mellom 1 og 3 %, av en kobolt-nikkelblanding som bindefase, og f.eks. sintret i ovn ved temperaturer mellom 1450 °C og 1600 °C, fortrinnsvis ved ca. 1580 °C, i den flytende matriksfase som kobolten og nikkelet danner, hvorved wolframpulveret inngår under sintringsprosessen. Bare en sintring i flytende fase og med varighet mellom 15 og 30 min. gir jevn nok fordeling av metallpulveret og tilstrekkelig wolframmengde i Co/Ni-bindematriksen. Først etter at mengden fordelt wolfram i matriksen har nådd 40-85 % vil de metallfaser som er angitt i patentkravene fremkomme.

Etter sintringen i flytende fase fremkommer et prosjektilemne som - forøvrig med ytterligere behov for termisk behandling - er lett bearbeidbart. Først etter den etterfølgende glødebehandling over mellom 1 og 20 timer, fortrinnsvis ca. 10 timer og ved en temperatur på omkring 900 °C - 1200 °C, fortrinnsvis mellom 1000 °C og 1100 °C, skjer korndannelsen og oppsprøingen av matriksen i den ønskede bindefase som kan oppdeles i to, fortrinnsvis tre forskjellige underfaser.

Gunstig materialkornighet av det sintrede wolframmateriale i bindematriksen kan innstilles på ønsket måte med et egnet forhold mellom kobolt og nikkel og en sintring i den flytende fase med riktig temperaturbehandling med bestemt varighet (for å bringe inn den nødvendige fraksjon av wolframet i oppløsningen).

Fire eksempler på resultater med bruk av forskjellig kobolt/nikkelforhold skal nå gjennomgås, og samtidig vises til tegningene, hvor:

Fig. 1 og 2 viser et prosjektil ifølge oppfinnelsen, med spissen gjennomskåret på langs, mens fig. 3-6 viser typiske sintringsstrukturer slik de arter seg i et planslipt snitt.

Eksempel I: Forholdet mellom kobolt og nikkel er 1 : 0,5.

Bindematriksen mellom de enkelte wolframkorn dannes herved av en meget sprø metallisk μ-fase, f.eks. $(NiCo)_7W_6$ med romboedisk gitterstruktur (se slipebildet på fig. 3). Sammenføyningen i et slikt wolfram-sintermateriale vil imidlertid være så skjør at et prosjektil fremstilt på denne måte på langt nær vil få tilstrekkelig utskytingsfasthet.

Eksempel II: Forholdet mellom kobolt og nikkel er 1 : 2, 3.

Bindematriksen består her av en 100 % kubisk/flatesentrert gammafase, f.eks. NiCoW-blandekrystall med fine wolframutsondringer (se slipebildet på fig. 4), dette materiale er imidlertid så seigt at en tynn aluminiummålplate (et flys yttervegg) ikke vil gi tilstrekkelig oppdeling av prosjektilet med tilsvarende stor splintvirkning.

Eksempel III: Forholdet mellom kobolt og nikkel er 1 : 1,2.

Bindefasen inneholder tre forskjellige metallfaser (se slipebildet på fig. 5), først en lysegrå, sprø fase med romboedrisk gitterstruktur (slik som bindefasen ifølge Eksempel I), dernest mørkegrå nåler i en heksagonal β-fase, f.eks. $(NiCo)_3W$, og endelig en meget mørk kubisk flatesentrert gammafase (slik som i Eksempel II). De enkelte faser består av forskjellige sammensetninger av kobolt, nikkel og wolfram. Legeringen er meget sprø og krever en avstemt prosjektilkonstruksjon (hvilken skal beskrives nærmere i det følgende), for at det skal bevirkes en sikker oppdeling ved anslag mot også tynne aluminiumsplater.

Eksempel IV: Forholdet mellom kobolt og nikkel er 1 : 1,5 (se slipebildet på fig. 6).

Det er her bare liten grad av den sprø μ-fase i sammenføyningen, mens β-fasen (de mørkegrå nåler) og den mørke gammafase er omtrent like mye utviklet. Eksemplets wolframtungmetallegering viser en fremragende oppdelingsegenskap ved målanslag og har den aller beste matestyrke ved anvendelse i automatisk drevne maskingevær eller -kanoner, og likeledes meget god utskytingsfasthet. Materialsammensetningen gir den optimale løsning som kjennetegner den foreliggende oppfinnelse.

Ved fremstillingen av et FAPDS-prosjektil ifølge oppfinnelsen benyttes som utgangspunkt en sammensetning av f.eks. 98 vektdeler wolframpulver og 2 vektdeler bindefase av kobolt/nikkel. Fra dette materiale dannes et prosjektilemne som fasesintres i flytende tilstand. Sintringen skjer fortrinnsvis i en hydrogenatmosfære som ved temperaturer mellom 1450 °C og 1600 °C, fortrinnsvis ved ca. 1580 °C, gir beskyttelse, og varmebehandlingen skjer over 5 - 90 min., fortrinnsvis mellom 15 og 30 min. Derved fremkommer den metalliske bindefase (matriksen) mellom de rene wolframpartikler som en blanding med mellom 40 og 45% oppløst wolfram, 20 – 25 %

kobolt og 30 – 40 % nikkel. Det sintrede prosjektilemne er uten ytterligere termiske og/eller mekaniske tilleggsoperasjoner godt bearbeidbart for tilforming av endene. Eventuelt kan også gløding av sammensetningen finne sted for å forbedre bearbeidbarheten. Ved dette utsettes det ferdig sintrede prosjektil for en gløding ved en temperatur mellom 1200 °C og 1400 °C, fortrinnsvis mellom 1300 °C og 1370 °C, over en periode på mellom 1/2 og 6 timer, fortrinnsvis mellom 2 og 4 timer, idet den aktuelle glødetemperatur beholdes mens glødingen foregår, hvoretter temperaturen raskt senkes.

Etter ferdigbehandlingen av prosjektilet følger den avsluttende forsprøingsglødning, fortrinnsvis ved et tilnærmet vakuum på omkring 10^{-5} Torr, hvorved tre separate og homogene metallfaser dannes i bindefasen (sml. slipebildene på fig. 5 og 6). Wolframkornene med en kornstørrelse på mellom 20 og 50 μm blir da nesten fullstendig bundet til fasen med maksimalt wolframinnhold, hvorved denne fase mellom wolframkornene kan deles opp i minst to forskjellige homogene delfaser som har forskjellig innhold av wolfram, nikkel og kobolt. De beskrevne wolframtungmetallegeringene vil være for forskjellige prosjektilformer eller -konstruksjoner, med den hensikt å oppnå optimal splintringsvirkning i målet. Dette betyr at selve materialinnholdet i prosjektilet ikke bindes til noen spesiell prosjektiltype, og de optimale resultater vil kunne gjelde generelt. Det prosjektil som i det følgende skal beskrives vil følgelig også dra fordel av den materialoppbygging som er skissert ovenfor:

Tegningenes fig. 1 og 2 viser et prosjektil 10 ifølge oppfinnelsen og med et sylindrisk midtparti 12, et bakover svakt avsmalnende konisk haleparti 14, og en fremover avsmalnende konisk fremre del 16. Prosjektilet er utført i ett stykke og har fortrinnsvis bakerst en boring for opptak av en sporlyssats. Prosjektilets 10 egentlige spiss 24 (fig. 1) er utført av massivt høyverdig stål. For å feste spissen 24 til prosjektilets fremre del 16 finnes en sylindrisk fremoverrettet tapp 22 som avgrenser en sirkelringformet grunnflate 20 bakerst, omtrent halvveis inne på den fremre del 16. Tappen 22 har nær grunnflaten 20 et omløpende ringspor 26 som tjener som bruddanvisningsområde. Det integrert oppbyggede prosjektil 10 er fremstilt av det flytende fasesintrede metalliske wolframpulver ifølge oppfinnelsen, hvis forbindelsesmatriks består av Co/Ni/W. Prosjektilet 10 har bakerst på halepartiet 14 en standflate 32 som for bedre spinnoverføring mellom det drivbur som skal benyttes ved utskytingen og selve prosjektilet kan ha to eller flere hakeformede fremspring som kan danne en omløpskant 34.

I et andre utførelseseksempel som er vist på fig. 2 er prosjektilets spiss 24.1 utført av høyverdig stål med hul fasong og rommer da en brannmasse 25 innrettet for å forbedre den pyrofore brannvirkning i målet.

Med det FAPDS-prosjektil som oppfinnelsen angir og som særlig benytter den ovenfor beskrevne materialsammensetning og den nå beskrevne prosjektiloppbyg-

ging med spiss av høyverdig stål, oppnås at de vanligvis motstridende krav til absolutt sikker matefasthet i skuddserier (lading og tømming med maksimale akselerasjons- og nedbremsingsverdier) og en sikker utskytingsfastighet på den ene side, og stor følsomhet overfor prosjektiloppdeling eller -splintring ved anslag mot lave målmotstander, det hele kombinert innenfor kostnadsrimelig og god bearbeidbarhet under fremstillingen, fullt ut tilfredsstilles.

Til tross for det meget sprøe prosjektilmateriale vil ikke den av og til forekommende destruksjon som prosjektiler med vanlig wolframkarbid som materiale utsettes for, forekomme ved utskyting av et prosjektil ifølge oppfinnelsen.

Den utmerkede målvirkning som oppfinnelsens prosjektil oppnår kjennetegnes særlig ved at det i tillegg til de store hull som dannes i målet ved kumulativ splintvirkning, med det tungmetallmateriale som nå benyttes, også vil dannes en rekke mindre hull med diameter på mellom 1 og 3 mm, hvorved det også lenger inne i målet vil oppnås en betydelig ødeleggelsesvirkning (f.eks. på elektroniske instrumenter og apparater i det indre av et kamphelikopter). Denne virkning fremkommer særlig på grunn av den store oppdelbarhet som prosjektilet har, allerede ved møtet mot den første tynne målplate. Virkningen i forhold til tidligere kjente prosjektiler er gjerne mellom 40 % større når det gjelder splintmassens breddevirkning, og en tilsvarende større målvirkning oppnås følgelig.

Patentkrav

1. Spinnstabilisert flerfunksjonsprosjektil med underkaliber og som ved sin materialstruktur fragmenteres fullstendig ved anslag mot et mål, også når dette bare gir meget liten inntrengningsmotstand, så som mål som ytterst har en eller flere tynne aluminiumsplater, idet en hoveddel (12, 14, 16) av prosjektilet (10) er av et tungmetall som er sintret i flytende fase og i alt vesentlig består av tungmetallet wolfram i pulverform og med tilsats av nikkel og kobolt,

karakterisert ved at:

a) vektandelen av wolfram i det sintrede materiale er 90-99,5, fortrinnsvis 97-99 %,

b) forholdet mellom kobolt og nikkel i metallpulverblandingen før sintringen er fra 1: 0,5 til 1: 2,3, fortrinnsvis ca. 1:1,5,

c) egenvekten av tungmetallsammensetningen etter sintringen er mellom 17,5 og 19,2, fortrinnsvis mellom 18,5 og 19,0 g/cm^3 og

d) har en midlere kornstørrelse på mellom 20 og 50 μm, fortrinnsvis ca. 40 μm, og at

e) hoveddelens (12, 14, 16) hardhet derved får en verdi som ligger mellom 300 og 400, fortrinnsvis mellom 340 og 390 HV (30).

2. Prosjektil ifølge krav 1,
karakterisert ved at hoveddelen (12, 14, 16) har

a) et sylindrisk midtparti (12), et svakt konisk haleparti (14) og en konisk fremre del (16) som forrest har en sentral fremstikkende tapp (22) slik at det rundt denne avgrenses en sirkelringformet grunnflate (20) normalt på prosjektilets (10) lengdeakse (18), og

b) en spiss (24, 24.1) hvis bakre del er festet til tappen (22) på den fremre del (16) av hoveddelen, idet denne tapp (22) nær grunnflaten (20) har et omløpende ringspor (26) som danner et bruddanvisningsområde.

3. Prosjektil ifølge krav 1-2,
karakterisert ved at hoveddelens (12, 14, 16) materiale med wolfram-, nikkel- og koboltinnhold danner en meget sprø sintret matriks med minst to forskjellige faser med stort wolframinnhold.

4. Prosjektil ifølge krav 3,
karakterisert ved at matriksen inneholder tre forskjellige faser med stort wolframinnhold.

5. Prosjektil ifølge krav 2-4,
karakterisert ved at tappens (22) diameter er større enn grunnflatens (20) radius og omkring halvparten av midtpartiets ytterdiameter.

6. Prosjektil ifølge krav 2-5,
karakterisert ved at spissen (24) er massiv og av høyverdig stål.

7. Prosjektil ifølge krav 2-5,
karakterisert ved at spissen (24.1) er hul, tynnvegget og av høyverdig stål.

8. Prosjektil ifølge krav 7,
karakterisert ved at en pyrofor brannmasse (25) er avsatt i spissens (24) hulrom.

9. Fremgangsmåte for å fremstille et spinnstabilisert flerfunksjonsprosjektil med underkaliber og som ved sin materialstruktur fragmenteres fullstendig ved anslag mot et mål, også når dette bare gir meget liten inntrengningsmotstand, så som mål som ytterst har en eller flere tynne aluminiumsplater, idet en hoveddel (12, 14, 16) av prosjektilet (10) er av et tungmetall som er sintret i flytende fase og i alt vesentlig består av tungmetallet wolfram i pulverform og med tilsats av nikkel og kobolt,

k a r a k t e r i s e r t v e d at sintringen av den pulverformede tungmetallsammensetning utføres i en beskyttet atmosfære med hydrogen og ved en temperatur mellom 1450 og 1600 °C, fortrinnsvis omkring 1580 °C, under en varighet på 5-90 min, fortrinnsvis 15-30 min.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d etterfølgende gløding ved en temperatur på 1200-1400 °C, fortrinnsvis 1300-1370 °C over en varighet på 30 min – 60 h, fortrinnsvis 2-4 h, hvoretter temperaturen raskt senkes.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d en etterfølgende gjennomgløding ved en temperatur på 900-1200 °C, fortrinnsvis 1000-1100 °C over 1-20 h, fortrinnsvis over omkring 10 h.

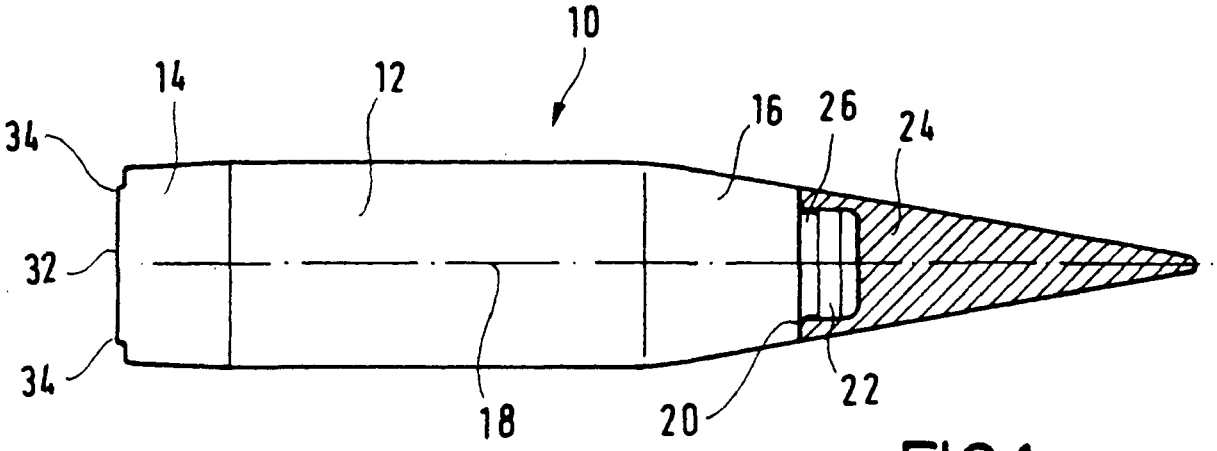


FIG.1

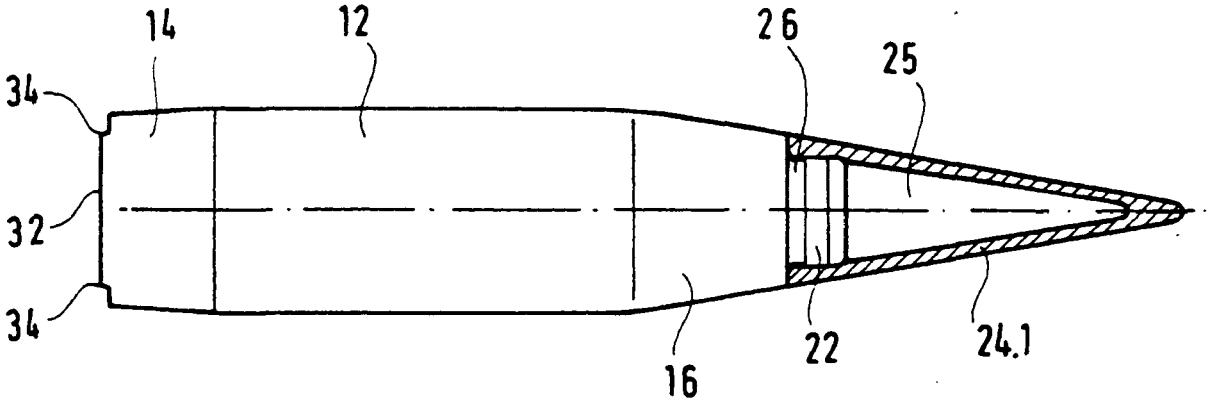


FIG.2

FIG. 3

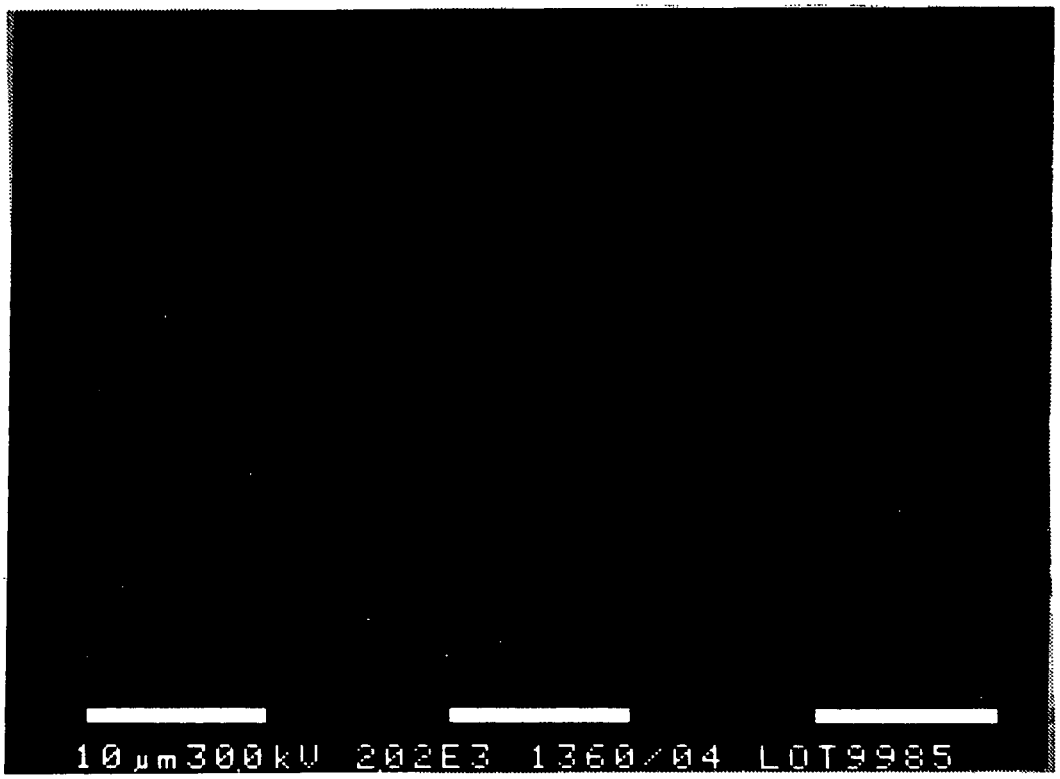

10µm30.0kV 202E3 1360/04 LOT9985

FIG. 4

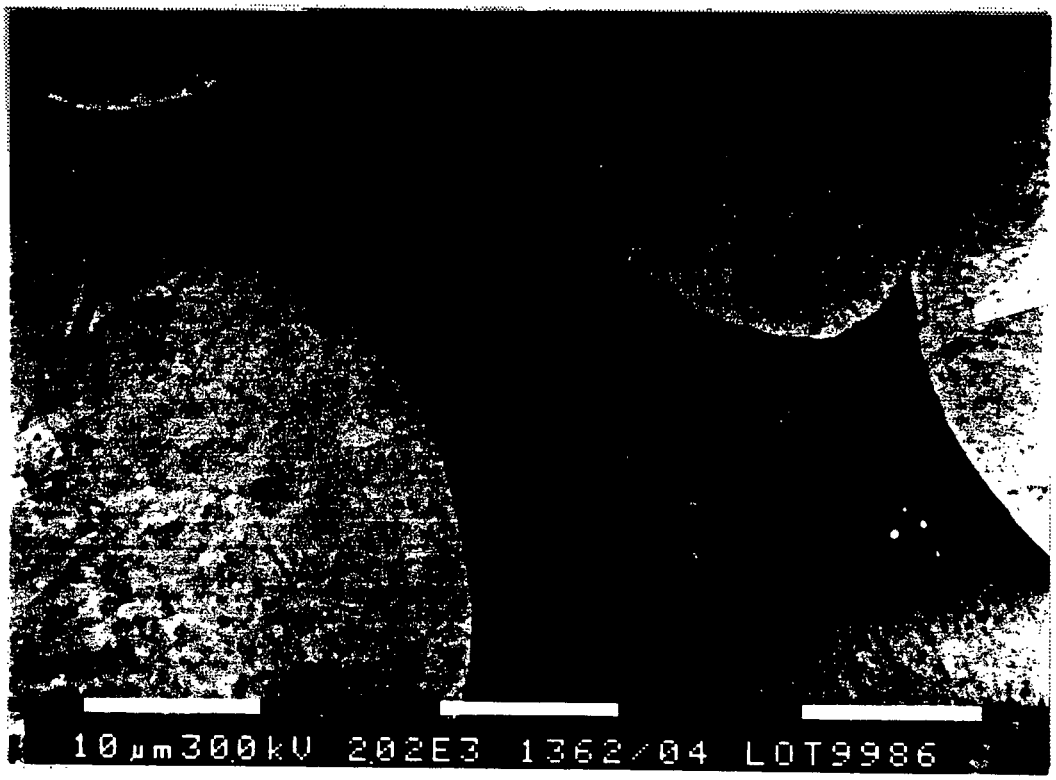

10µm30.0kV 202E3 1362/04 LOT9986

FIG.5


10µm300kV 202E3 1348/04 LOT9912

FIG.6


10µm300kV 202E3 1337/04 LOT9823