NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **316546** (13) B1

(51) Int Cl[7] F 42 B 1/00

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19961186	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1993.12.06, PCT/US93/11776
(22) Inng. dag	1996.03.22	(85) Videreføringsdag	1996.03.22
(24) Løpedag	1993.12.06	(30) Prioritet	1993.09.23, US, 125946
(41) Alm. tilgj.	1996.03.22		
(45) Meddelt dato	2004.02.02		

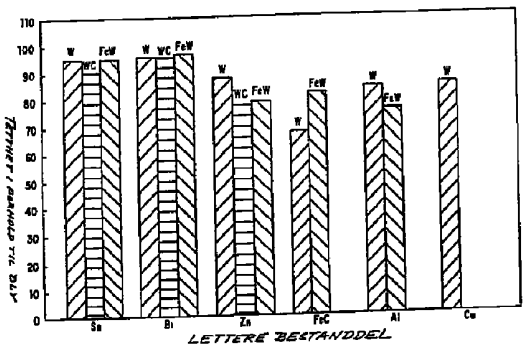
(71) Patenthaver Olin Corp, P.O. Box 586, Cheshire, CT 06410-0586, US
(72) Oppfinner Brian Mravic, North Haven, CT 06473, US
Deepak Mahulikar, Madison, CT 06443, US
Gerald Noel Violette, Madison, CT 06517, US
Eugene Shapiro, Hamden, CT, US
Henry J Halverson, Collinsville, IL 62234, US
(74) Fullmektig Bryn Aarflot AS, 0104 Oslo

(54) Benevnelse **Blyfri kule og fremgangsmåte til fremstilling av samme**

(56) Anførte publikasjoner US 4949645, US 5264022

(57) Sammendrag

En blyfri kule av kompositt-materiale, omfattende en tung bestanddel utvalgt fra gruppen wolfram, wolfram-karbid, karballoy og ferro-wolfram, og en annen bindemiddel-bestanddel bestående av enten en metallegering eller en plastblanding.



Foreliggende oppfinnelse angår generelt prosjektiler og mer spesielt prosjektiler som er blyfrie

Blyprosjektiler, blykuler og blyhagl som er brukt på innendørsbaner er av enkelte medisinske eksperter hevdet å utgjøre en markert helserisiko Inntagning av fugler, særlig vannfugler, er videre hevdet å utgjøre et problem i naturen Ved innendørs skytebaner utgjør blydamper på grunn av fordampet bly fra blykulen et problem Avhendelse eller kasting av blyinneholdende sand anvendt i sandfeller i forbindelse med bakveggene ved innendørs skytebaner er også kostbare, fordi bly er et risikofylt materiale Gjenvinning av bly fra sanden innebærer foranstaltninger som ikke er økonomisk overkommelige for skytebaner i sin alminnelighet

Av denne grunn har det vært utført en rekke forsøk på fremstilling av tilfredsstillende blyfrie kuler

Tetthets- eller tyngdeforskjellen mellom kuler med samme størrelse med samtidig bruk av samme ladning resulterer i forskjell i kulebanen på lange hold og også forskjell i våpenrekyl Slike forskjeller er uønskede fordi skytteren må ha en kulebane som svarer til kulebanen til en blykule slik at skytteren kjenner siktepunktet, og rekylen må også svare til rekylen når man skyter en blykule slik at "følelsen" ved skytingen er den samme som når man skyter med blykule Hvis disse forskjeller i kulebane og rekyl er tilstrekkelig store, vil den erfaringen som oppnås ved skyteøvelsene degraderes istedenfor å forbedre nøyaktigheten når man skyter med en blykule på en utendørs skytebane

Ulike fremstøt har blitt gjort for fremstilling av hagl som ikke er giftige US-patent nr 4 027 594 og 4 428 295 overdratt til søkeren, viser slike ikke-giftige hagl Begge disse patentene viser kuler eller hagl fremstilt av metallpulvere hvor ett av pulverene er bly US-patent nr 2 995 090 og 3 193 003 viser salongrifle-kuler fremstilt av jernpulver, en liten mengde blypulver, samt en termoherdende harpiks Begge disse kulene er hevdet å disintegrere ved treff mot målet Hovedulempen med disse kulene er deres tetthet som er markert mindre enn den til en blykule Selv om disse kulene ikke er fullstendig blyfrie, er komposisjonen av disse hagl eller kuler sammensatt med sikte på å redusere virkningen av blyet US-patent nr 4 881 465

viser en hagikule laget av bly og jern-wolfram som heller ikke er blyfri US-patentene nr 4 850 278 og 4 939 996 viser et prosjektil laget av keramisk sirkonium som også har redusert tetthet sammenlignet med bly US-patent nr 4 005 660 viser en annen løsningstanke, nemlig å anvende en polyetylenmatrisk som er fylt med et metallpulver så som bismutt, tantal, nikkel og kobber Et ytterligere forslag er å utvikle et skjørt prosjektil laget av et polymerisk materiale som er fylt med metall eller metalloksid US-patent nr 4 949 644 viser en ikke-giftig hagl som er fremstilt av bismutt eller en bismutt-legering Bismutt er imidlertid et så vidt lite tilgjengelig materiale at det er av begrenset bruksinteresse for prosjektiler US-patent nr 5 088 415 viser et plastbelagt blyhagl Som nevnt i eksemplene ovenfor inneholder imidlertid også dette haglmaterialet bly, som ved treff mot målet vil bli blottlagt til omgivelsene Metallbelagte blykuler og plastbelagte blykuler er også i bruk, de har den samme ulempe at ved treff mot målet vil blyet bli blottlagt, noe som forårsaker problemer i forbindelse med anvendte brukte kuler

Ingen av tidligere kjente kuler henvist til ovenfor har vist seg kommersielt brukbare, enten på grunn av pris, vektdifferanser, vanskeligheter i forbindelse med masseproduksjon o l Følgelig er det behov for en ny tankegang eller idéløsning for å komme frem til et prosjektil for baneskyting eller jakt som er fullstendig fritt for bly og likevel oppviser ballistiske egenskaper som kan sammenlignes med bly

Oppfinnelsen som beskrives i detalj i den følgende tekst omfatter en i utgangspunktet blyfri kule som omfatter et kompakt legeme som består av et sintret komposittmateriale som har en eller flere høytetthetsbestanddeler av pulvermateriale utvalgt fra den gruppen som omfatter wolframkarbid, wolfram, ferrowolfram og karballoy, og en annen lavtetthetsbestanddel som består i det vesentlige enten av et metallisk matriksmateriale utvalgt fra gruppen som består av tinn, sink, jern og kobber, eller et plastmatriksmateriale utvalgt fra gruppen som omfatter fenoler, epoksier, dialylftalater, akryler, polystyrener, polyetylener eller polyuretaner I tillegg kan komposittmateriale av begge typer inneholde et fyllmetall, så som jernpulver eller sinkpulver En kule ifølge oppfinnelsen består av et kompakt legeme med en

tetthet som er minst 9 g/cm^3 (80 % av den til rent bly) og en flytegrensestyrke som under trykk er større enn 31 MPa (ca 320 k/cm^2)

Andre bestanddeler kan også tilsettes i små mengder for spesielle behov, så som en økning av skjørheten Karbon kan f eks tilsettes hvis jern anvendes som en av kompositt bestanddelene for å få en sprø eller skjør mikrostruktur etter egnede varmebehandlinger Smøring og/eller oppløsningsmidler kan også tilsettes metall-matrikskomponentene for å øke pulverflytegenskapene, kompakteringsegenskapene, forbedring av slippegenskapene i forbindelse med stanseverktøy o l

Oppfinnelsen er basert på den erkjennelse at ferromangan og andre høytetthets, manganinneholdende materialer som angitt ikke bare er økonomisk attraktive for kuler, men de kan også gjennom en spesielt grundig metallurgisk og ballistisk analyse, legeres i riktige mengder under riktige tilstander, slik at det fremkommer en fullstendig brukbar blyfri kule

Oppfinnelsen er videre basert på den erkjennelse at ballistiske ytelser best kan måles på grunnlag av erfaringene fra faktiske skyteprøver, fordi grenseverdiene med hensyn til akselerasjon, trykk, temperaturer, friksjonskrefter, sentrifugalakselerasjon og fartsdempende krefter, slagkrefter både i aksiell og sideretningen, samt ytelser mot barrierer som er typiske når kule stoppes i praktisk bruk innebærer et ekstremt komplisert sett av kravene til en kule, noe som medfører at nøyaktige teoretiske forutsigelser i praksis er umulig

Oppfinnelsen vil forstås bedre når den beskrives med henvisning til vedlagte tegning, hvor

Fig 1 er et stolpediagram som viser tettheten til ulike pulverkompositt-materialer,

fig 2 er et stolpediagram som viser maksimum teknisk spenning oppnådd med pulverkompositt materialer,

fig 3 er et stolpediagram som viser den totale energi absorbert av prøven under deformasjon til 20 % av forlengelsen eller brudd,

fig 4 er et stolpediagram som viser maksimum spenning ved 20 % deformasjon (eller maksimum) av fem konvensjonelle kuler,

fig 5 er et stolpediagram som viser den totale energi absorbert ved 20 % deformasjon eller brudd av fem konvensjonelle kuler som vist på fig 4

Det foreligger minst seks krav som må oppfylles av en tilfredsstillende blyfri kule For det første må kulen meget nær svare til rekylen av en blykule ved avfyring, slik at skytteren føler det som om han avfyrte en standard blykule For det andre må kulen meget nær tilsvare kulebanen, dvs den ytre ballistikken, av en blykule med samme kaliber og vekt, slik at øvelsesskytingen er direkte sammenlignbar med skyting på banen med en aktuell blykule For det tredje må kulen ikke gjennomtrenge eller beskadige den normale stopp-bakplaten på mål- eller blinkområdet, og kulen må ikke rikosjettere i nevneverdig grad Videre må kulen forbli inntakt under bevegelsen gjennom geværløpet og under flukten For det femte må kulen ikke skade geværløpet Og for det sjette må kulens pris være rimelig sammenlignet med andre alternativer

For å møte de to første kravene, må den blyfrie kulen ha tilnærmet samme tetthet som bly Dette betyr at kulen må ha en generell tetthet på ca 11,3 g/cm^3

Det tredje kravet, dvs ikke penetrere eller beskadige normale bak- eller ryggplater av stål i målområdet, tilsier at kulen må enten 1) deformere ved spenninger eller belastninger som er lavere enn den som vil være tilstrekkelig til å penetrere eller alvorlig beskadige bakplaten, eller 2) deles opp i små biter ved lave spenninger, eller 3) både deformere og oppdeles ved lave spenninger

Som et eksempel vil en typisk spesiell kule med vekt 10,3 g og kaliber 0,38 ha en kinetisk munningsenergi fra et 10,2 cm løp på 272 Joules og en tetthet på 11,35 g/cm^3 Dette svarer til en energitetthet på 296 Joules/cm^3 Den deformerbare blyfrie kulen ifølge oppfinnelsen må absorbere en tilstrekkelig andel av denne energien pr volumenhet i form av "belastningsenergi", dvs elastisk og plastisk energi, uten å overføre belastninger på ryggplaten som er større enn flytegrensestyrken til bløtt stål, dvs ca 310 MPa, med sikte på at kulen stopper uten å penetrere eller alvorlig beskadige fang- eller bakplaten ved blinken I tilfellet med en skjør kule, henholdsvis

en deformerbar skjør kule, må bruddbelastningen på kulen ligge lavere enn de belastninger som erfaringsmessig oppstår av kulen ved slaget mot bakplaten og under flytegrensen til bløtt stål

De krav at kulen forblir intakt idet den passerer gjennom løpet og at kulen ikke forårsaker uakseptabel løperosjon, er vanskeligere å definere Faktiske skyteprøver er normalt nødvendige for bestemmelse av disse verdiene Det er imidlertid klart at kulen ifølge oppfinnelsen må belegges med metall eller plast, eller mantles på konvensjonell måte for beskyttelse av løpet

Prisen på ferromangan er stort sett rimelig sammenlignet med andre høytetthetsalternativer, og dette gjelder også omkostningene ved hver av de alternativer som angis i vedlagte patentkrav

Metallmatriks-kuler ifølge foretrukne utførelsesformer for oppfinnelsen vil bli produsert ved hjelp av pulvermetallurgiteknikk

For mer skjøre materialer vil pulverne i de enkelte bestanddeler bli blandet, kompaktert under trykk til nær den endelige formen og vil sintres i denne tilstanden Hvis kulene mantles, kan kompakteringen og sintringen utføres i mantelen Alternativt kan kulene kompakteres og sintres før innskyvning i mantelen Hvis kulene blir belagt vil beleggingen foregå etter kompaktering og sintring Andelene av de ulike pulverene vil bestemmes av kravet til blandingene, for å tilveiebringe en avsluttende tetthet som tilnærmet svarer til den til bly Ved denne formuleringen må den manglende mulighet til å eliminere all porøsitet tas med i betraktning og kompenseres for ved en passende økning av andelen av den tyngre bestanddel, wolfram, ferrowolgram, karbolloy eller wolframkarbid eller blandinger av disse Den optimale blandingen bestemmes ved en avveining av utgangsmaterialenes pris, samt kulens ytelser

For mer duktile matriksmaterialer så som ovennevnte metaller, kan kulene fremstilles ved ovennevnte fremgangsmåte, eller alternativt kan kulene kompakteres til en stang- eller barreform ved bruk av konvensjonell presseteknikk eller ved isostatisk pressing Etter sintring kan barren eller stangen ekstruderes til vaierform for videre fremstilling av kuler ved hjelp av stansing eller smiing ved anvendelse av

presser eller stanser, slik som anvendt ved konvensjonelle blykuler Alternativt, dersom materialene er for sprø for slik fremstilling, kan konvensjonelle fremstillingsprosesser anvendes for den endelige fremstilling av kulen

Metallmatrikskuler kan gis en eventuell oppsprøings-behandling for å bedre skjørheten etter den avsluttende formingen En jernmatrikskule med en tilleggstilsetning av karbon kan eksempelvis gjøres sprø ved hjelp av egnet varmebehandling

En tinnmatrikskule kan sprøgjøres ved hjelp av kjøling samt ved å holde den i et temperaturområde hvor en delvis transformering til alfa-tinn inntreffer Denne metoden kan anvendes til nøyaktig kontroll av skjørhetsgraden

Et tredje eksempel på sprøgjøring vil være å anvende utvalgte urenhetstilsetninger så som bismutt til en kobber-matrikskompositt-blanding Etter fremstilling kan kulen oppvarmes til et temperaturområde hvor urenhetene erfaringsmessig fortrinnsvis opptrer ved kobberkorngrensene hvorved materialet blir sprøere

Selv uten tilsetning av sprødannende tilsetninger kan skjørheten kontrolleres ved passende variasjoner med hensyn til sintringstid og/eller sintringstemperatur

I forbindelse med matriksmaterialer av termoplast eller termoherdende plast, kan pulverne blandes som beskrevet ovenfor under anvendelse av de samme betraktninger med hensyn til masse og tetthet, og blandingen kan deretter direkte formes til avsluttende form ved hjelp av hvilken som helst kjent prosess som anvendes i forbindelse med polymerteknologi så som injeksjonsstøping, overføringsstøping osv

Med hensyn til mantlede plastmatrikskuler kan kompaktering under varme utføres med komposittpulvere inne i mantelen Alternativt kan pulverne kompakteres under anvendelse av trykk og varme for å danne pellets til bruk i denne prosessen

Til slutt, for å beskytte geværløpet mot beskadigelse ved avfyring, må kulene mantles eller belegges med et bløtt metallbelegg eller plastbelegg Beleggene for metallmatrikskuler bør fortrinnsvis bestå av tinn, sink, kobber, messing eller plast I tilfellet med plastmatrikskuler er plastbelegg foretrukket, og det vil være ønskelig om plastmatriksen og belegget kan være av samme materiale I begge tilfeller kan

plastbeleggene påføres ved dypping, sprøyting, fluidiserte seng eller andre konvensjonelle plastbeleggprosesser Metallbelegg kan påføres ved elektroplattering, varmedypping eller andre kjente beleggingsmetoder

EKSEMPLER

A Plastmatriks

Skjøre plastmatrisk-kompositttkuler ble fremstilt av wolframpulver med en gjennomsnittlig partikkelstørrelse på 6 mikron Jernpulver ble tilsatt til wolframpulveret i mengder på 0, 15 og 30 vekt% Etter blanding med ett eller to polymerpulvere, fenylformaldehyd (lucitt) eller polymetylmetakrylat (bakelitt) som fungerte som matriks, ble blandingene varme-kompaktert ved en temperatur innen området fra 140°C til ca 177°C og et trykk på ca 241 MPa til 276 MPa til sylinderform med diameter på 3,18 cm, hvilke deretter ble kuttet til rektangulære parallellepipeder for trykkprøver og fallvektprøver I alt seks prøver ble laget som vist i følgende Tabell I

TABELL I

PRØVE	BLANDING
1	lucitt – wolfram
2	lucitt – 85 % wolfram – 15 % jern
3	lucitt – 70 % wolfram - 30 % jern
4	bakelitt – wolfram
5	bakelitt – 85 % wolfram – 15 % jern
6	bakelitt – 70 % wolfram - 30 % jern

Kulematerialet tildannet på denne måten ble meget skjørt under kompresjonsprøven Oppførsel ved fallvektprøven viste også stor skjørhet Tetthetene i forhold til bly for disse prøvene er vist i følgende Tabell II

TABELL II

PRØVE	TETTHET	SPENNING/ BELASTNING	ABSORBERT ENERGI
1	81 %	29,6 MPa	0,34 J/cm^3
2	78 %	23,4 MPa	0,28 J/cm^3
3	75 %	18,6 MPa	0,15 J/cm^3
4	84 %	32,4 MPa	0,28 J/cm^3
5	80 %	9,65 MPa	0,069 J/cm^3
6	1,9 %	13,1 MPa	0,062 J/cm^3

Maksimumsbelastningen ved kompresjonsprøven og absorbert energi ved kompresjonsprøven for disse materialene er også vist i Tabell II Maksimumsbelastningen før brudd var under 34,5 MPa, noe som er vel innenfor det ønskede område, for å unngå skade på fangplaten bak blinken

Metallmatriks-kompositter

Fig 1 viser tetthet i forbindelse med metallmatrikskompositter fremstilt av wolframpulver, wolframkarbidpulver og ferrowolframpulver blandet med et pulver av enten tinn, bismutt, sink, jern (med 3 % karbon), aluminium eller kobber Andelene var slik at de ville ha tettheten til bly dersom det ikke forekom noen porøsitet etter sintring Pulverne ble kold-kompaktert til sylindere på ca 12,5 mm under anvendelse av trykk på 690 MPa De ble deretter sintret i to timer ved aktuelle temperaturer

mens de var forseglet i poser av rustfritt stål Sintringstemperaturene var henholdsvis 180°C, 251°C, 350°C, 900°C, 565°C og 900°C

Fig 2 viser de maksimale aksiale innvendige spenningene eller belastningene i forbindelse med kompresjonsprøvene Fig 3 viser den energi som ble absorbert opp til 20 % total belastning (bortsett fra kobber-wolfram-prøven som nådde så høye innvendige spenninger at prøven ble avbrutt før 20% forlengelsen ble oppnådd) Alle materialene oppviste en viss plastisk deformasjon Energiavgivelsene ved kompresjonsprøvene indikerte den forholdsvise duktiliteten eller strekkbarheten, idet de mer energiabsorberende materialene var de mest duktile

Også de mest duktile eller strekkbare prøvene så som tinn og bismuttmatriks-komposittene oppviste en viss sprekking under kompresjonsprøven på grunn av hull eller hvelvdannelse, og sekundære strekkspenninger som kan oppstå på grunn av dette Ved fallvektprøver under anvendelse av enten 326 Joules eller 163 Joules ble oppførselen lignende, men en forsterkning av det som ble observert under kompresjonsprøven

Kontrolleksempler

Fig 4 viser til sammenligning en blyklump, to standard 38 kaliber kuler, to kommersielle plastmatriks-kompositkuler som trykkprøves Fig 4 viser at maksimumspenningene i blyklumpen og blykulene var bemerkelsesverdig mindre enn de til plastkuler Alle var imidlertid av samme størrelsesorden sammenlignet med dem som forelå ved metallmatrikseksemplene i forbindelse med de jernfrie plastmatriksprøvene Fig 5 viser den absorberte energi for disse materialene Verdiene er generelt mindre enn dem som forelå ved metallmatriksprøvene vist i fig 3, og mye høyere enn dem som forelå ved de skjøre plastmatriksprøvene

Alle de nevnte materialene deformerte markert ved 326 Joules fallvektprøven Blyprøvene sprakk ikke i motsetning til plastmatriks-kulene

Mantlede komposittkuler

I et annet eksempel ble 38 kaliber metallmatriks-kuler og plastmatriks-kuler med den sammensetning som angis i Tabell III fabrikkert inne i standard messing-mantler (dyptrukne kopper) ved en veggtykkelse som varierte fra 0,25 mm til 0,64 mm Plastmatriksprøvene ("Lucitt" eller "Bakelitt" angitt under kode 1 og kode 2 i tabellen) ble kompaktert ved temperaturene angitt i det første eksemplet Metallmatriksprøvene (kode 3-11) ble kompaktert ved romtemperatur og sintret som beskrevet ovenfor, mens de var innelukket i mantlene

TABELL III

KODE	MATRIKS	JERNWOLFRAM I KJERNE VEKTPROSENT	TETTHET I MANTEL % VS PB	GJENNOMSNITTS-VEKT GRAM	(GRAINS)
1	Lucitt	97,5	87,6	8,55	(132)
2	Bakelitt	98,4	91,6	9,14	(141)
3	Fe+0,5% C	79,6	84,6	9,27	(143)
4	Bi	0	83,6	10,37	(160)
5	Fe+0,5% C	89,6	86,6	9,27	(143)
6	Bi	0	79,8	9,08	(140)
7	Bi	41,4	88,3	9,98	(154)
8	Zn	85,0	85,0	9,27	(143)
10	Sn	71,5	90,0	9,27	(143)
11	Cu	72,0	80,4	8,10	(125)

Disse kulene ble avfyrt i en boks med sagflis under anvendelse av en +P kruttladning, idet de ble utsatt for trykk som overskred 138 MPa mens de var i løpet Undersøkelse og veiing av prøvene før og etter avfyring avslørte at jern-matriks-, kobbermatriks- og sinkmatriks-kulene ikke mistet noen vekt fra den enden av kompositthjernen som hadde blitt eksponert til de varme gassene i løpet

Mikrostrukturundersøkelser viste videre at bare rene bismutt-kuler hadde innvendige sprekker etter avfyring

Disse kulene ble deretter avfyrt ved en standard stålplatestopper som var 5,1 mm tykk, hardhet på 3,28 Brinell og en anslagsvinkel på 45°, samt en avstand som er typisk i forbindelse med innendørs pistolskytebaner Ingen av disse kulene skadet bakplaten eller rikosjetterte

PATENTKRAV

1 Blyfri kule som deformerer eller disintegrerer ved en flytspenning som er mindre enn 310 MPa, k a r a k t e r i s e r t v e d

en komprimert kompositt som inneholder minst en første bestanddel med høy tetthet og en andre bestanddel med lavere tetthet,

den første bestanddelen er valgt fra gruppen bestående av wolfram, wolframkarbid, ferrowolfram og blandinger derav, og

den andre bestanddelen er valgt fra gruppen bestående av tinn, sink, aluminium, jern, kopper, bismut og blandinger derav, hvorved tettheten av den blyfrie kulen er høyere enn 9 g/cm^3

2 Blyfri kule ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte blyfrie kule videre innbefatter et polymer-bindemiddel som en tredje bestanddel

3 Blyfri kule ifølge ett av kravene 1 eller 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d nevnte blyfrie kule er belagt med en mantel utvalgt fra gruppen bestående av tinn, sink, kopper, messing og plast

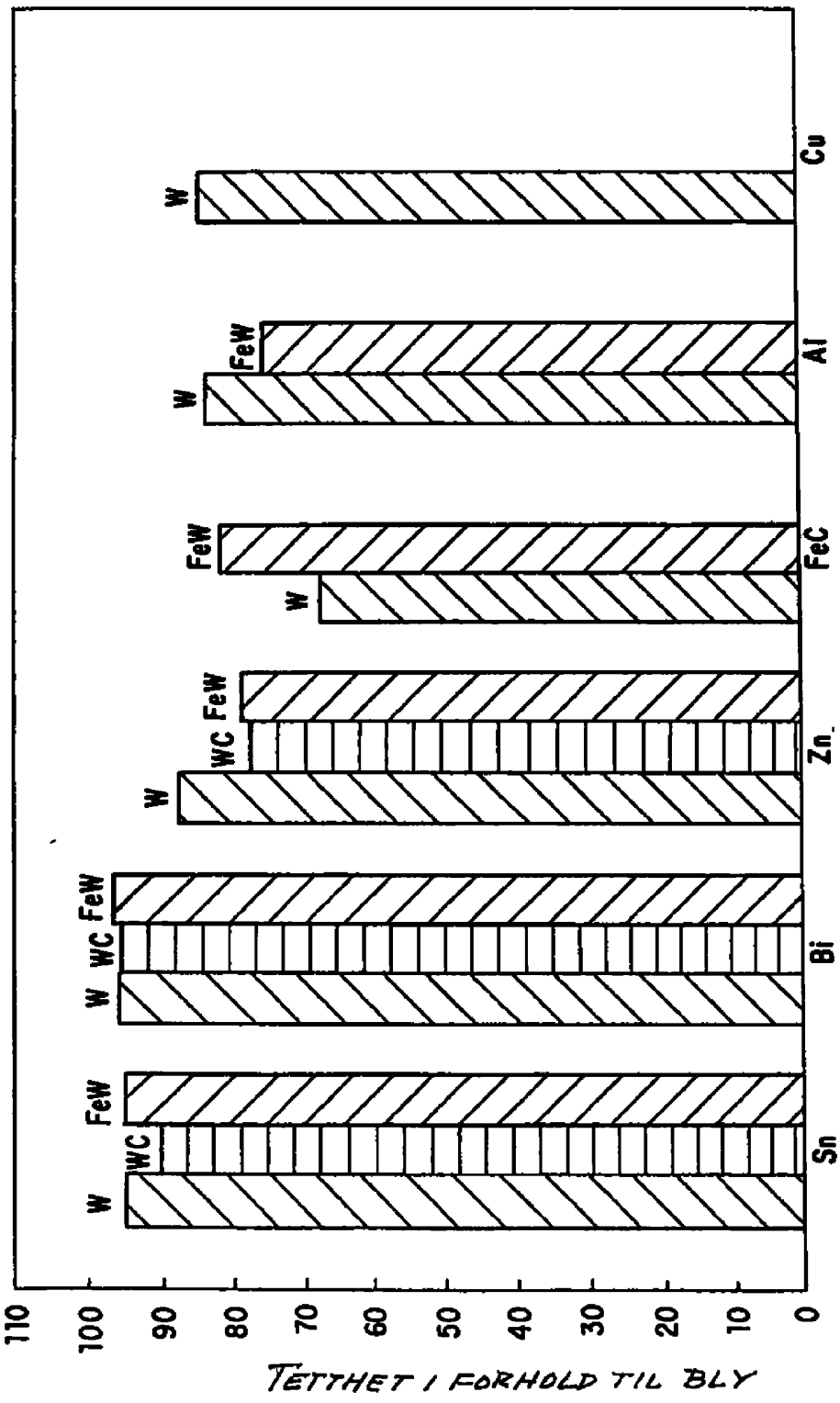
4 Blyfri kule ifølge krav 3,
k a r a k t e r i s e r t v e d nevnte mantel er valgt til å være plast

5 Fremgangsmåte for fremstilling av en blyfri kule ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d trinnene av

a) blanding av de første og andre bestanddelene som pulver,
b) komprimering av de blandede pulvere til nær nettoform, og
c) sintrering av pulverne i den formen

6 Fremgangsmåte ifølge krav 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d det ytterligere trinnet med innføring av den sintrerte pulverform inn i mantelen

7 Fremgangsmåte ifølge krav 5,
k a r a k t e r i s e r t v e d det ytterligere trinn av belegging av den sintrerte pulverform med en plastbelegging med minst 0,10 mm tykkelse for å forhindre påfølgende løperosjon



LETTERE BESTAWDDEL

FIG. 1

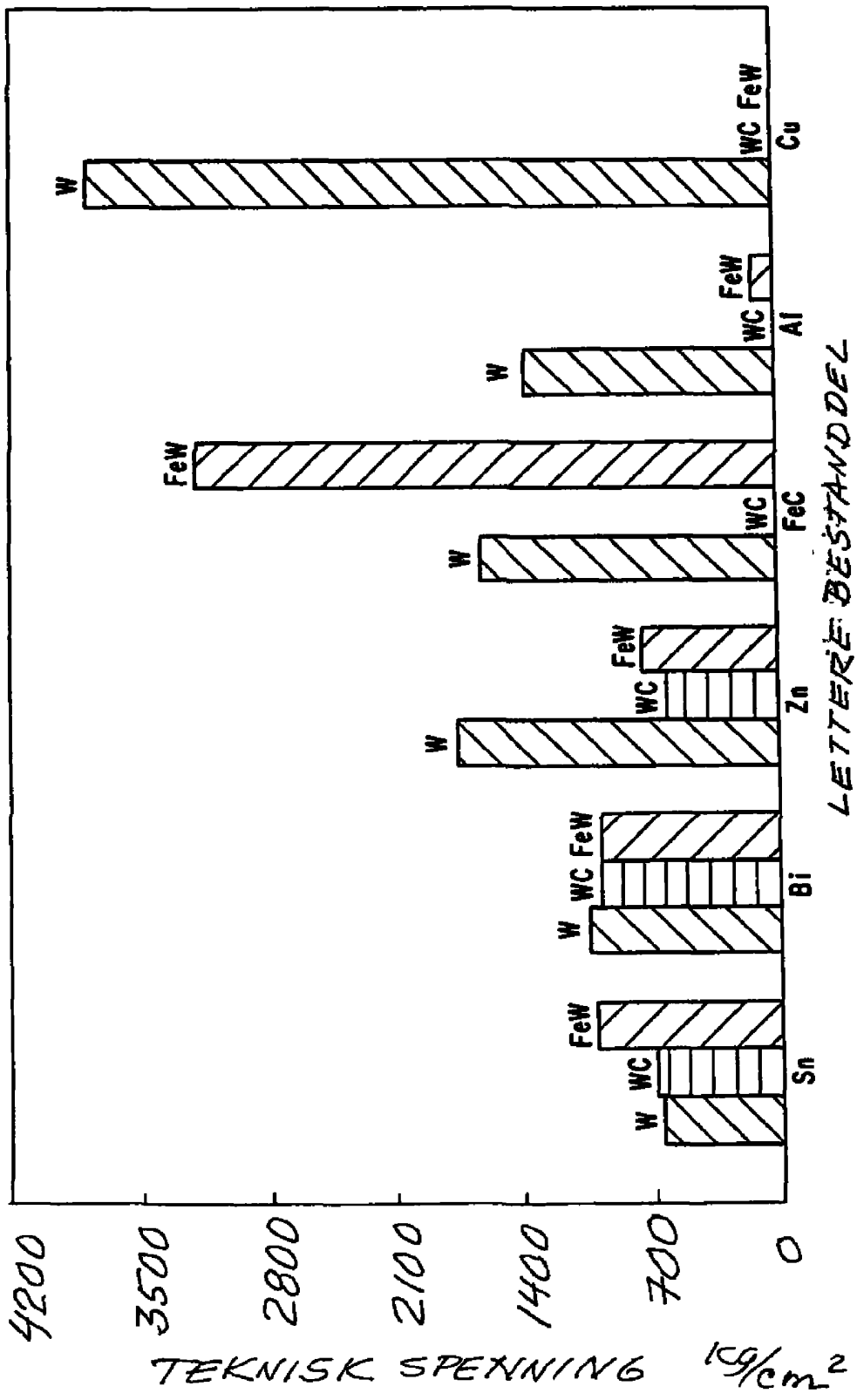
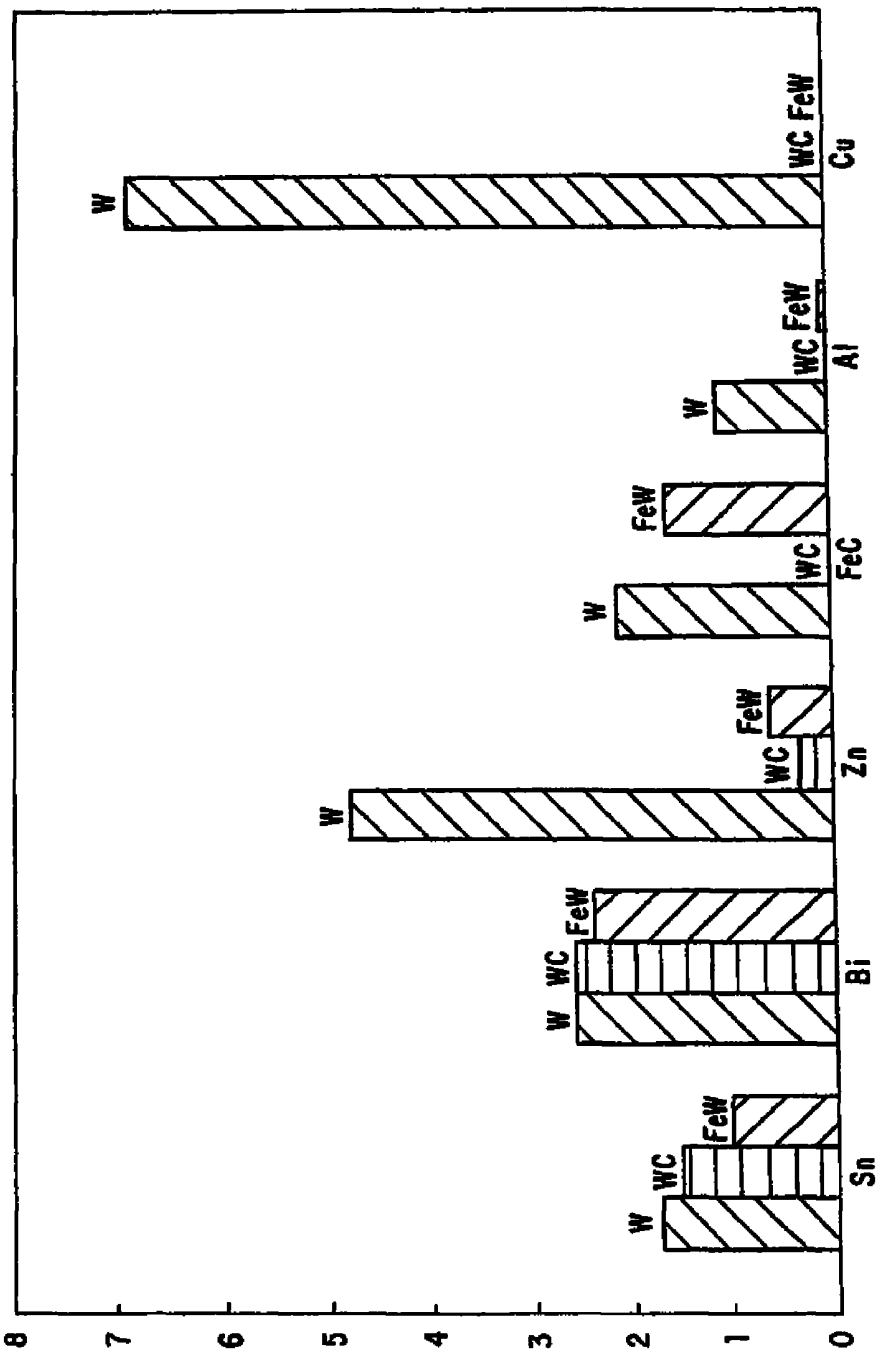

4200
3500
2800
2100
1400
700
0
TEKNISK SPENNING kg/cm²
W
FeW
WC
Sn
W
WC
FeW
Bi
W
FeW
WC
Zn
W
WC
FeC
FeW
W
WC
Al
W
WC
FeW
Cu
LETTERE BESTANDDEL

FIG. 2



LETTERE BESTANDDEEL

FIG. 3

$(1\ \frac{in-lb}{in^3} = 0.0068\ \frac{J}{cm^3})$

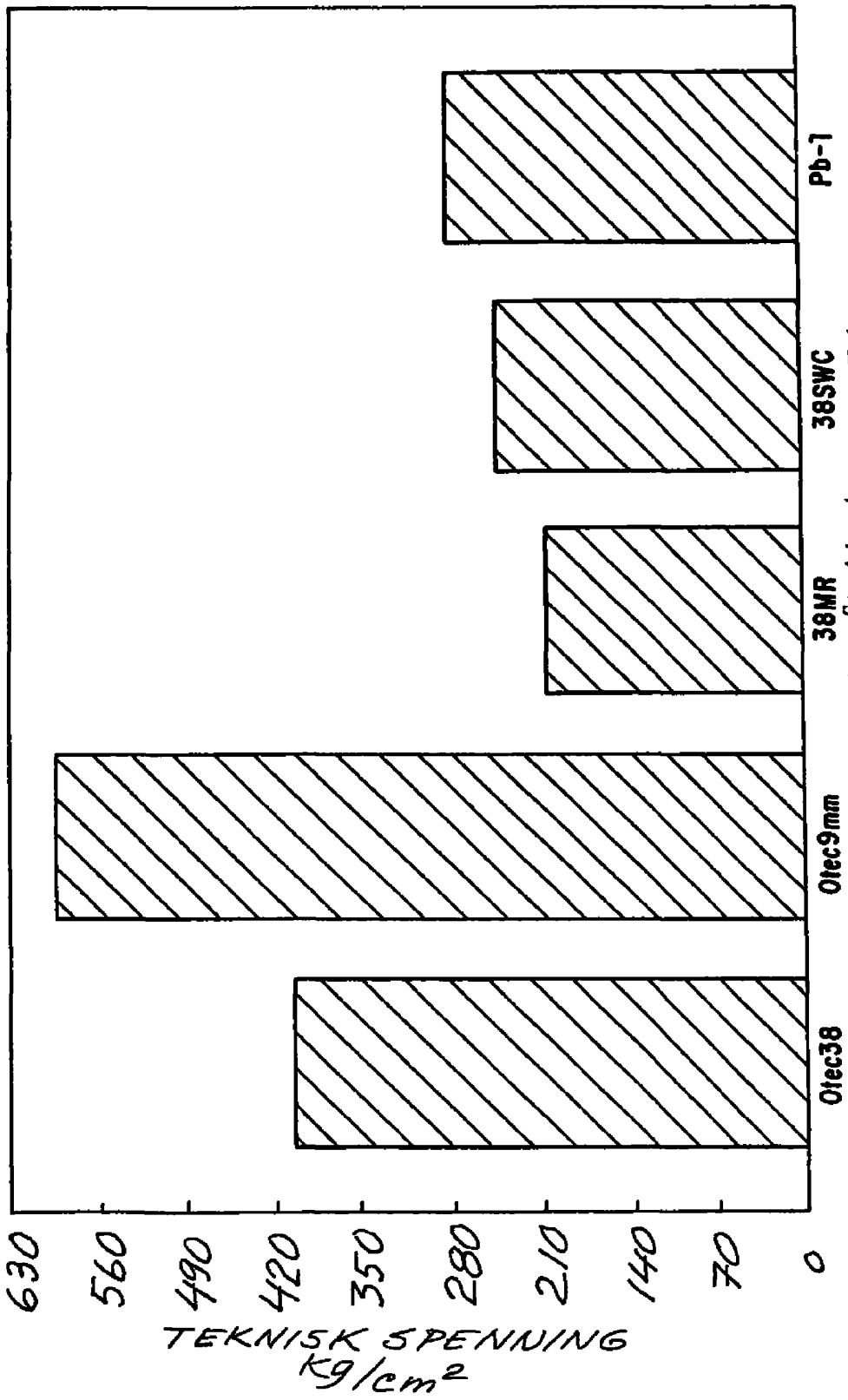
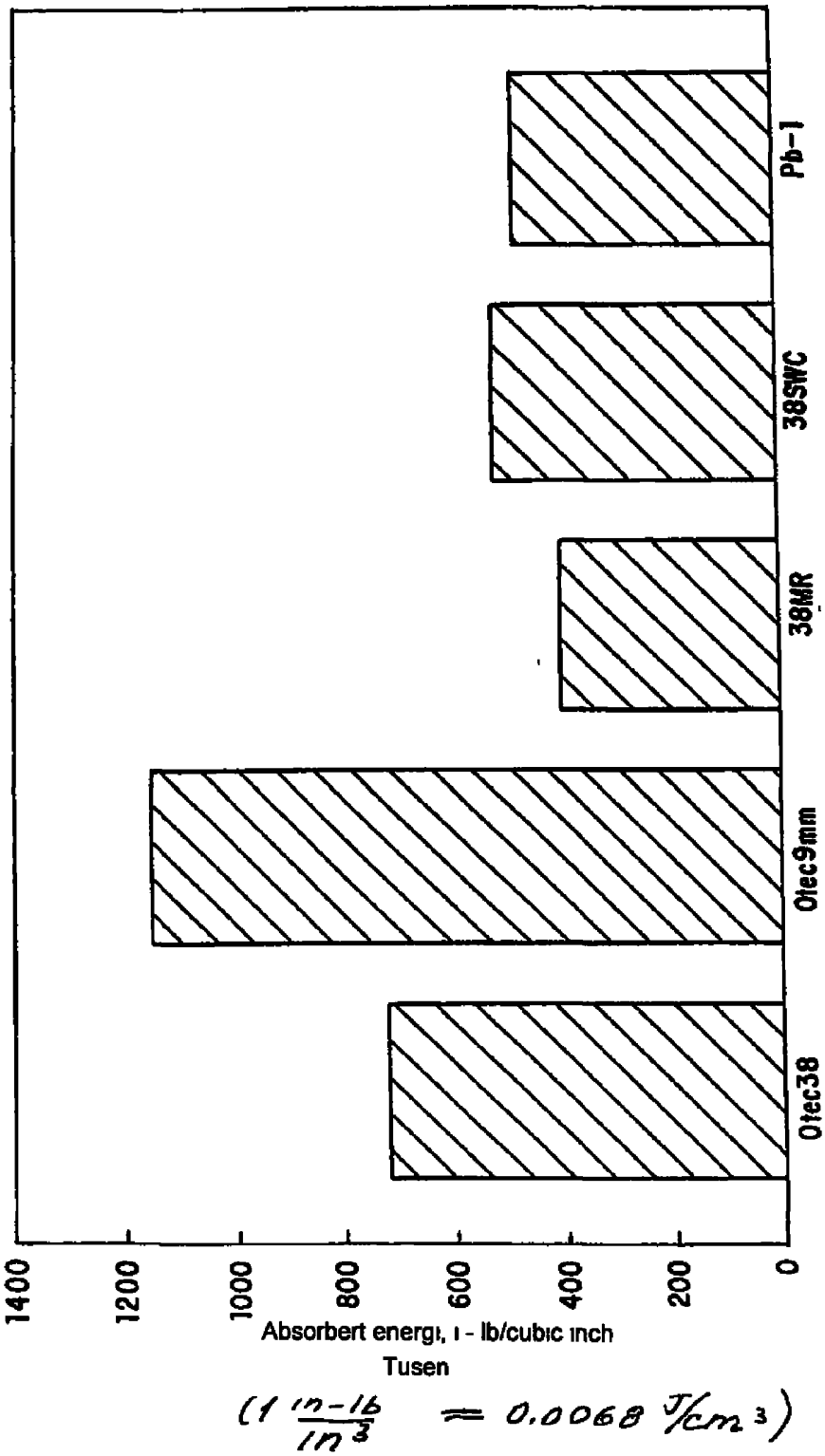

630
560
490
420
350
280
210
140
70
0
TEKNISK SPENNING
kg/cm²
Otec38
Otec9mm
38MR
38SWC
Pb-1
LETTERE BESTANDDEL

FIG. 4



LETTERE BESTANDDEL

FIG. 5

$(1\ \frac{in\text{-}lb}{in^3} = 0.0068\ J/cm^3)$