



(11) FREMLÆGGELSESSKRIFT 141200

DANMARK

(51) Int. Cl.³ B 65 D 6/34



(21) Ansøgning nr. 1359/74 (22) Indleveret den 12. mar. 1974

(23) Løbedag 12. mar. 1974

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggelseesskriftet offentliggjort den 4. feb. 1980

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(30) Prioritet begæret fra den

(71) AMERICAN CAN COMPANY, American Lane, Greenwich, Connecticut 06830, US.

(72) Opfinder: Aram Hartoun Toukmanian, 35 Canyon Ave. Apt. 1807, Downsview, Ontario, CA.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree.

(54) Metalbeholder, i hvis bund der findes et indadvælvet parti.

Den foreliggende opfindelse angår en metalbeholder, der indeholder et produkt under tryk og er fremstillet ud fra et i det væsentlige cylindrisk trukket beholderlegeme med side- og bundvægge i ét stykke, og hvor bundvæggen har et centralt indadvælvet parti omgivet af en ringformet plade med en cirkulær skæringskurve mellem det indadvælvede parti og den ringformede plade.

På nuværende tidspunkt kan sædvanlige metalbeholdere fremstilles ud fra enten to eller tre dele af metallisk materiale. I beholderen bestående af tre dele omfatter komponenterne et beholderlegeme, som kan være cylindrisk, og to passende endelukker, der er gjort fast til beholderlegemets ender. Hvis beholderen består af to dele, omfatter komponenterne et beholderlegeme med sidevæg og bundvæg i ét og et adskilt endelukke til lukning af beholderlegemets åbne ende. Beholderen

i to dele, der er den beholdertype, som den foreliggende opfindelse angår, har talrige fordele fremfor den sædvanlige beholder i tre dele med hensyn til let fremstilling og æstetisk tiltrækning. Beholderlegemet til beholderen i to dele, som den foreliggende opfindelse angår, fremstilles ved trækning og skal derfor sædvanligvis være fremstillet af et relativt smidigt materiale. Trækning er en velkendt fremstillingsproces for beholderlegemer, ved hvilken et pladeformet metalisk råemne først trækkes til en forholdsvis fladbundet skål, og derpå trækkes skålens væg til den fulde højde, hvilket betyder, at den gøres tyndere. Bunden forbliver omtrent så tyk som udgangspladen. Denne proces beskrives i beskrivelserne til U.S.A. patenterne 2.412.813, 3.203.218 og 3.360.157. Hvis beholderen fremstilles med en flad bund, får de indre tryk, der optræder med produkter under tryk, såsom øl eller kulsyreholdige drikke, bunden af beholderen til at ændre form til en konveks form, der gør den ustabil, når den stilles i opretstående stilling, med mindre bundens styrke forøges for at kunne modstå trykket. Forøgelse af udgangspladens tykkelse vil give en stærkere bund, men på bekostning af mere metal og højere forsendelsesvægte.

For at forøge styrken af bundvægge i beholderlegemer med sidevæg og bundvæg i ét for således bedre at modstå de tryk, der dannes i forbindelse med øl og andre kulsyreholdige drikke, er det velkendt at forme beholderens bund som en indadvendt, konkav kuppel eller fordybning, som i det væsentlige strækker sig over beholderens bund. Den forøgede styrke, der opnås ved denne helt kuplede bundkonstruktion, modstår deformation af bundvæggen under forøget indre tryk i beholderen med kun ringe forandring af bundvæggens form indenfor det trykområde, som beholderen er konstrueret til. Beholderen står på kuplens kant tæt ved den cylindriske væg. En ulempe ved denne helt kuplede konstruktion er, at beholderens bund ved forøgelse af trykket over et kritisk punkt pludselig vender sig ud eller udkrænges. Dette er en afgørende fejl, da beholderen pludselig bliver ubrugelig på grund af dens nu opsvulmede form. For at hindre denne svigten skal tykkelsen af beholderens bund ikke alene være tilstrækkelig til at sikre, at den kan modstå de forventede trykforhold, men den skal også på grund af udkrængningens katastrofale natur være tilstrækkelig til at kunne modstå tryk ud over de forventede normale tryk. En anden ulempe ved den helt konkave bundkonstruktion er vanskeligheden ved at vaske beholderens indre og overtrække dens indervæg med beskyttende materiale på grund af den lille vinkel mellem bunden og sidevæggen. Eftersom beholderne vaskes og sprøjtebelægges fra deres åbne ender, kræver det en hel del anstrengelse at vaske og belægge bundvæggene tilfredsstillende. Endnu en ulempe

ved den helt konkave bundkonstruktion er det indre volumen, der mistes på grund af kuplens indadvendthed. Der må anvendes mere metal, for at gøre beholderen stor nok til den planlagte kapacitet.

Hidtil er beholderlegemer af den her omhandlede art til emballering af produkter under tryk, som f.eks. øl eller karboniserede drikke, blevet udformet således, at de på stiv måde og uden deformation er i stand til at modstå det indvendige tryk. Hvis man forsøger at fremstille disse kendte dåselegemer af tyndere metal, har det vist sig, at de ikke er i stand til at modstå trykket, nemlig på grund af at den indadrettede kuppelformede bund, således som nævnt i det foregående, pludseligt krænger udefter. Hvis beholdervæggen overlever denne pludselige udadkrængning uden lækage, vil den ikke kunne stå opret på den nu udadvendende bund.

I stedet for at anvende en stiv bund foreslås det ifølge den foreliggende opfindelse at gå en anden vej, nemlig med vilje at udforme bunden på en sådan måde, at den kan give efter overfor det indvendige tryk og samtidigt fortsat kan bevare en stabil basis, hvorpå beholderlegemet kan stå. Den foreliggende opfindelse bygger på den erkendelse, at såfremt der overholdes et kritisk arealforhold mellem bunden taget som helhed og det indadhvælvede parti, vil dettes tendens til at krænge udefter formindskes, og i stedet vil beholderlegemets højde vokse som følge af det indvendige tryk. Da det indadhvælvede parti ikke krænger udefter, vil dette partis grænse danne en kant, hvorpå det forlængede beholderlegeme kan stå. Hvis der anvendes indadhvælvede partier, som er større end de ifølge den foreliggende opfindelse udfundne grænser, vil de indadhvælvede partier krænge udefter ligesom ved de kendte beholderlegemer. Hvis det indadhvælvede parti på den anden side vælges mindre end de ifølge opfindelsen udfundne grænser, vil ståkanten få en for lille diameter til at give beholderlegemet en stabil understøtning. Ved således at følge den ifølge den foreliggende opfindelse givne lære, nemlig at bundvæggen er således dimensioneret, at den under indvirkning af det i den fyldte beholder herskende tryk vil blive således permanent deformeret, at den nævnte cirkulære skæringskurve danner den mest fremstående del af bundvæggen, hvorfra den ringformede plade skråner ud mod sidevæggen, i det væsentlige i konisk form under en stump vinkel med sidevæggen, medens det centrale parti forbliver indadhvælvet, hvorhos det procentiske forhold mellem det areal, der bestemmes af den cirkulære skæringskurves radius, og det areal, der bestemmes af den ringformede plades ydre radius, ligger mellem ca. 15% og ca. 60%, opnås det, at beholderlegemet kan fremstilles af tyndere metal end de kendte beholderlegemer, hvad

angår samme volumenkapacitet og indvendigt tryk. Ifølge den foreliggende opfindelsen opnås der således en metalbesparelse, og dette opnås ved overholdelse af de ifølge opfindelsen udfundne grænser for det indadvælvede partis størrelse.

Opfindelsen skål herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- fig. 1 er et perspektivbillede af et beholderlegeme til fremstilling af en udførelsesform for metalbeholderen ifølge den foreliggende opfindelse vist i længdesnit,
- fig. 2 et perspektivbillede af en let modificeret udførelsesform for beholderlegemet ifølge fig. 1 vist i længdesnit,
- fig. 3 et tværsnit af den nederste del af et kendt beholderlegeme,
- fig. 4 et tværsnit af den nederste del af et andet kendt beholderlegeme,
- fig. 5 et forstørret detailbillede i tværsnit af den nederste del af beholderlegemet ifølge fig. 1,
- fig. 6 et forstørret detailbillede i tværsnit af den nederste del af beholderlegemet ifølge fig. 2,
- figurerne 7-11 forstørrede detailbilleder i tværsnit af den nederste del af beholderlegemet ifølge fig. 1, som viser deformationen af bunden, når en beholder med dette beholderlegeme udsættes for stigende indre tryk,
- fig. 12 et forstørret detailbillede i tværsnit af den nederste del af et beholderlegeme til fremstilling af en udførelsesform for beholderen ifølge opfindelsen illustrerende, hvorledes forholdet mellem arealet af et centralt indadvælvet parti af bunden og bundens totale areal måles,
- fig. 13-16 er grafiske afbildninger af forsøgsresultater for forskellige udgangsmaterialer, der viser højdetilvæksten som funktion af det indre tryk for forskellige beholdere ifølge den foreliggende opfindelse med forskelligt store indadvælvede partier,
- fig. 17 en grafisk afbildning af data, der viser stabiliteten af beholdere ifølge den foreliggende opfindelse som funktion af arealet af et centralt ind-

indhvælvet parti af bunden, og

fig. 18-21 grafiske afbildninger af forsøgsresultater for forskellige udgangsmaterialer, der viser den procentvise forandring i dybden af et centralt indadvælvet parti af bunden som funktion af det indre tryk for forskellige beholdere ifølge den foreliggende opfindelse med forskelligt store indadvælvede partier.

Idet der nu henvises til tegningen er på fig. 1 vist et beholderlegeme generelt betegnet 20, som er overskåret. Beholderlegemet omfatter en sidevæg 22 og en bund 24, som er fremstillet i ét. Denne type beholderlegeme med sidevæg og bund i ét fremstilles fortrinsvis af et hvilket som helst egnet metalmateriale, såsom stål eller aluminium, ved den kendte trækningsproces.

Som det ses på figurerne 1 og 5, har bunden 24 af beholderlegemet 20 en i det væsentlige flad, ringformet pladedel, generelt betegnet 26, med et centralt anbragt cirkulært indadvælvet parti, der i det følgende for kortheds skyld benævnes nedtrykning. Nedtrykningen 28 kan have næsten en hvilken som helst egnet form, forudsat at skæringslinien med den ringformede plade 26 er cirkulær, således at den ringformede pladedel 26 omgiver nedtrykningen. Skønt nedtrykningen 28 er vist på tegningen med form af en delflade af en kugle, kan det også have form af en keglestub, et ellipsiodelstykke eller et paraboloidestykke. Ved omkredsen af den ringformede pladedel 26 på figurerne 1 og 5 er tilvejebragt en overgangskant betegnet 32, der under en vinkel på 45° forbinder bunden 24 med sidevæggen 22 i ét stykke.

Som det ses i figurerne 2 og 6, der viser en let modificeret form for et beholderlegeme til en beholder ifølge den foreliggende opfindelse, er overgangskanten 32 med vinklen 45° erstattet af en afrundet overgangskant betegnet 32a. Den åbne ende af beholderlegemet 20 er forsynet med en i det væsentlige vandret fals, generelt betegnet 34, med det formål at sammenføje et ikke-vist endelukkende med den øverste del af sidevæggen 22.

Tidligere to-dels beholdere til produkter under tryk, såsom øl eller kulsyreholdige drikke, har en bund, der er kuplet indad, og som strækker sig ud til de cylindriske sidevægge. Mange af den, der forhandles, har en overgang mellem kuplens rand og sidevæggen,

der sædvanligvis har form af en omkreds, som danner en kant, hvorpå dåsen står. Fig. 3 er en afbildning (i et andet målestoksforhold) af en udførelsesform for denne generelle konstruktion, hvori sidevæggene 112 er drejet ind mod bunden under dannelsen af en skrå overgangskant 114, som derpå går over i en omkreds 118, som danner den kant, hvorpå dåsen står. Kuplen 116 strækker sig fra kanten 118 over bunden 110 af beholderen. Fig. 4 er en afbildning (i et andet målestoksforhold) af en konstruktion, der er vist på figurerne 2 og 3 i beskrivelsen til USA-patentet nr. 3.272.383. For mere at nærme sig en tre-dels dåse er den foreslåede trykekstruderede to-dels dåse forsynet med en vulst 155 med omtrent den ydre størrelse og form som bundkanten på en sædvanlig tre-dels dåse. Bunden 152 strækker sig ud over dåsens cylindriske væg, så den passer til kanten 155. Mellem kanten 155 og den indadvendte kuppel 150 er et ringformet randområde 154, som understøtter beholderen.

Ingen af disse kendte bundkonstruktioner er beregnet på at udvide sig i højden som reaktion på indre tryk. De er alle tænkt til at modstå ekspansion ved at holde kuplens kant ved de tilstødende sidevægge eller også ved de tykke vægge og bunde, der fremkommer i beholdere fremstillet ved trykekstrusion. De store kupler i disse kendte konstruktioner er tilbøjelige til pludselig katastrofal udkrængning, når det indre tryk overskrider bundvæggens konstruktionsmæssige styrke. Konstruktionen ifølge den foreliggende opfindelse ekspanderer på en gradvis forudsigelig måde uden udkrængning, og tilvejebringer fortsat en stabil understøtning over hele det trykområde, hvortil den er konstrueret, og ud over dette.

Figurerne 7-11 viser fem trin i den kontinuerte deformation, som bunden 24 af et beholderlegeme til en beholder ifølge den foreliggende opfindelse gennemgår, når den udsættes for stigende tryk. I løbet af de afbildede trin forbliver nedtrykningen 28 konkav i indadvendt retning, idet der derved tilvejebringes en passende understøtning ved den cirkulære randkant 30, hvorpå beholderen står. Det første trin, som er afbildet i fig. 7, viser formen af bundvæggen 24, når beholderen ikke udsættes for tryk og formen på denne figur er identisk med den på fig. 5 viste. Andet trin vist på fig. 8 afbilder formen af bundvæggen, når beholderen udsættes for et tryk, der er større end trykket på fig. 7. Højden af nedtrykningen 28 i dette andet trin er formindsket en smule eller blevet fladere, og den ringformede pladedel 26 danner en lille vinkel med un-

derlaget på grund af trykket, som forårsager udvikling af vandrette, udadrettede kræfter nær kanten 30 af nedtrykningen 28. På dette stadium ligger deformationen stadig i det elastiske område, og bundvæggen 24 vil derfor vende tilbage til sin oprindelige form, når trykket udløses. Det tredje stadium er afbildet på fig. 9, hvor trykket er større end trykket i andet stadium, og hvor materialet ikke længere befinder sig i det elastiske område. Som det let kan ses, er højden af nedtrykningen 28 reduceret yderligere. Fig. 10 viser fjerde stadium, som bunden 24 passerer, når den udsættes for et tryk, der er yderligere forøget i forhold til trykket i tredje stadium. Som det kan ses, er pladedelen 26 og den skrå overgangskant 32 yderligere deformeret i dette stadium. Herudover er højden af nedtrykningen 28 reduceret yderligere som resultat af det forøgede tryk. Femte stadium er afbildet på fig. 11, hvor det forøgede tryk yderligere reducerer højden af nedtrykningen. På dette stadium sker en gradvis og kontrolleret yderligere udfladning af nedtrykningen 28, og skæringsomkredsen ved kanten 30 vider sig ud. Denne kontrollerede mangetrins-ekspansion skal ses i forhold til ingen ekspansion efterfulgt af irregulær udbulning og katastrofal udkrængning, som optræder i forbindelse med de store kupler ifølge den kendte teknik.

Omhyggeligt valg af vinklen A (fig. 7), den spidse vinkel mellem den ringformede plade 26 og den umiddelbart tilstødende del af nedtrykningen 28 vil forhale fjerde stadium af deformationen, som er afbildet på fig. 10, indtil et højere tryk nås. Imidlertid vil dette ikke hindre forekomst af nedbøjning af den ringformede pladedel 26 til en generelt konisk form som vist på figurerne 9-11. Jo større vinklen A er, jo større er modstanden mod udadrettet ekspansion af bundvæggen 24. Det har vist sig, at vinklen A ikke bør være mindre end ca. 43° . For at nedtrykningen 28 kan dannes med sædvanligt værktøj, bør vinklen A ikke være større end 90° , og fortrinsvis omkring 60° af hensyn til ordentlig vask og sprøjtebelægning af beholderlegemets bund.

Dåser til emballering af produkter under tryk, såsom øl eller kulsyreholdige drikke, skal være i stand til at modstå indre tryk på ca. 7,5 ata. Øl pasteuriseres normalt i den fyldte og lukkede dåse ved en temperatur og i en tid, som resulterer i et indre tryk på 6,8 ata. For at give plads for temperatur- eller tidsfejl er den mindste acceptable trykkapacitet 7,1 ata. Kulsyreholdige drikke varierer efter mætningsgraden. Den højeste mætningsgrad træder i

forbindelse med danskvand, som ved 38°C danner et indre tryk på omtrent 7,5 ata. Da samme beholderlegeme bør være anvendeligt til alle drikke under tryk, vælges 7,5 ata som den minimale trykkapacitet.

Til forskel fra de tidligere beholdere til drikkevarer under tryk er konstruktionen af beholderen ifølge den foreliggende opfindelse tænkt til at vokse i højden som resultat af det indre tryk. Ved afsendelse fra drikkevarefabrikanten ekspanderer fyldte beholdere ifølge den foreliggende opfindelse fra deres ufyldte form. Hvis den fyldte beholder skulle møde forhold, som frembringer indre tryk over de 7,5 ata, som de blev konstrueret til, vil beholderne gradvist og kontrollerbart ekspandere yderligere. De vil ikke pludselig krænge ud som de helt eller i det væsentlige helt kuplede beholdere ifølge den kendte teknik gør. Denne gradvise tilsigtede deformation af bunden formindsker faren for eksplosion, og beholderen bevares i en brugbar tilstand.

Når beholderen ifølge den foreliggende opfindelse ekspanderer på grund af indre tryk, bliver randkanten 30 for nedtrykningen 28 den basis, hvorpå beholderen står. Stabiliteten af beholderen afhænger af diameteren af randen 30 i forhold til beholderens størrelse. Stabiliteten af beholderen er sædvanligvis uafhængig af dens ekspansionsgrad eller højdevækst.

Stabilitet af beholderen er betydningsfuld for fabrikanten og for brugeren. Ustabile beholdere generer driften af fyldnings- og pakningsmaskineriet. Dette maskineri arbejder ved høj hastighed, og beholdere, som rokker eller vakler for meget, kan ikke bearbejdes af maskineriet. Ud fra forbrugerens synspunkt er den beholder, som vipper, rokker eller vakler for meget, når den står, en irritationskilde.

Fig. 12 viser den nederste del af et beholderlegeme til fremstilling af en beholder ifølge den foreliggende opfindelse, og som er meget lig det på fig. 6 viste. Af bekvemmelighedsgrunde er størrelsesområdet for nedtrykningerne udtrykt som et procentforhold mellem nedtrykningens areal og arealet af bunden af beholderen. Diameteren (d) af nedtrykningen måles mellem centrene 41 og 42 for den runding 30, som danner overgangen mellem den ydre overflade af nedtrykningen og den ydre overflade af den ringformede plade 26 af bunden. På lignende måde måles diameteren (D) af bunden mellem centrene 43 og 44 for rundingen 32a, som danner overgangen mellem den ydre diameter af den ringformede plade 26 og sidevæggen 22. Forholdet

mellem kvadraterne på disse diametre (d^2/D^2) er lig det procentiske arealforhold. Denne målingsmetode bestemmer realistisk de forholdsvis små områder, hvorpå tryk virker til deformation af beholderen og eliminerer den relativt stive overgangsvinkel 32 eller runding 32a til sidevæggen. Fig. 7 viser de centre, der skal anvendes til måling med en skrå overgangsform for bunden under anvendelse af samme tal som anvendt på fig. 12. Eksempelvis har en bund med afrundet overgang i en øldåse af typen 210 med diameteren 6,7 cm og en nominel nedtrykningsdiameter på 3,5 cm som vist på fig. 12 et arealforhold på 41,4%. Den målte bunddiameter (D) mellem centrene for overgangsrunderne er 5,82 cm. og den målte diameter for nedtrykningen (d) mellem centrene for overgangsrunderne er 3,75 cm.

Idet der igen henvises til figurerne 1, 2, 5 og 6 har man det vist sig, at grundarealet for nedtrykningen 28 skal være mellem ca. 15 og ca. 60% af det totale areal af bunden 24 for at hindre, at nedtrykningen 28 krænger ud under forøget tryk.

En beholder ifølge en foretrukken udførelsesform er en 340 grams beholder af typen 210, der er anvendelig til øl eller kulsyreholdige drikke ifølge fig. 2. Den fremstilles ved at trække og glatte 103#T1 galvanisk fortinnet stålplade med tykkelsen ca. 0,29 mm. Den nominelle udvendige diameter af dåselegemet er 6,7 cm. Den aktuelle ydre diameter er 5,73 cm. Den aktuelle højde målt fra den flade ring 26 til toppen af lågflangen 34 er 12,3 cm. Tykkelsen af sidevæggene er 0,0097 cm. Bunden er forbundet med den cylindriske sidevæg ved en overgangsradius på 0,32 cm til indersiden. Diameteren (d) af nedtrykningen målt til centrene for overgangsrunderne er 3,75 cm for en nominel nedtrykningsdiameter på 3,5 cm. Nedtrykningen er omtrent elliptisk i tværsnit, da den er dannet med en største radius på 3,8 og en mindste radius på 0,63. Overgangsrunderne for nedtrykningskanten mellem den ringformede plade og nedtrykningen er 0,13 cm mod indersiden. Vinklen A mellem nedtrykningen og den ringformede plade er ca. 65°. Arealforholdet mellem arealet af nedtrykningen og bundarealet er 41,1%.

En dåse ifølge en anden foretrukken udførelsesform ifølge fig. 2 er også en dåse til drikkevarer under tryk med diameteren 6,7 cm og som rummer 340 gram. Den fremstilles ved trækning og glatning af 0,035 mm 3004 H-19 aluminium. Dimensionerne svarer til de for stålbeholderen beskrevne med undtagelse af, at den aktuelle udvendige diameter er 6,5 cm, sidevægstykkelsen 0,012 mm, over-

gangsradius for nedtrykningskanten 0,14 cm og nedtrykningsdiameteren (d) 3,77 cm for en nominel diameter af nedtrykningen på 3,5 cm. Forholdet mellem nedtrykningens areal og bundarealet er ca. 41,7%.

Sammenligningsforsøg over de deformationer, der optræder i forbindelse med en beholder med flad bund, en beholder med en fuldt konkav bund som vist på fig. 3 og en beholder ifølge den foreliggende opfindelse gennemførtes. De beholdere til 340 gram, der anvendtes i disse forsøg, blev trukket og glattet af samme materiale, d.v.s. 0,033 cm type L stål med en Rockwell hårdhed på R 30 T på 53 ± 3 og en galvanisk tinbelægning nr. 50. Dette materiale kaldes 53,6 kg plade. Dimensionerne af de undersøgte beholdere var nominelt en diameter på 6,83 cm og nominelt en højde på 14,22 cm. Beholderen fremstillet ifølge den foreliggende opfindelse (Tabel III) blev forsynet med en overgangskant med en vinkel på 45° , en nedtrykning med form af et kugleudsnit med en radius på 2,54 cm og en højde på ca. 0,66 cm. en nominel diameter på 3,17 cm og et arealforhold på 37,3%. De følgende tabeller sammenligner målte deformationer for forskellige bundvægsformer ved de anførte tryk:

T A B E L I

Flad bund - 45° overgangskant

Absolut tryk (ata)	Deformation ved centerlinie	Permanent defor- mation ved center- linie	Stabilitets- bemærkninger
1	0	0	Stabil
3,7	.044	.028	Ustabil
5,1	.057	.037	Ustabil
6,4	.069	.047	Ustabil
7,8	.080	.057	Ustabil
9,2	.090	.068	Ustabil

T A B E L II

Helt konkav bund

Absolut tryk (ata)	Deformation ved nedtrykningscenter	Permanent deformation ved nedtrykningscenter	Deformation ved kanten af nedtrykningen	Permanent deformation ved kanten af nedtrykningen	Stabilitetsbemærkninger
1	0	0	0	0	Stabil
3,7	.005	.001	.002	.0005	Stabil
5,1	.010	.003	.005	.002	Stabil
6,4	.021	.010	.011	.007	Stabil
6,8	KATASTROFAL SVIGTEN VED DETTE TRYK				Ustabil

T A B E L III

Beholder ifølge den foreliggende opfindelse

Absolut tryk (ata)	Deformation ved nedtrykningscenter	Permanent deformation ved nedtrykningscenter	Deformation ved kanten af nedtrykningen	Permanent deformation ved kanten af nedtrykningen	Stabilitetsbemærkninger
1	0	0	0	0	Stabil
3,7	.038	.021	.022	.008	Stabil
5,1	.061	.0415	.044	.026	Stabil
6,4	.086	.067	.064	.049	Stabil
7,8	.120	.100	.085	.0745	Stabil
8,5	.150	.126	.105	.095	Stabil

Resultaterne af disse forsøg viser først og fremmest, at beholderen med den flade bund var ustabil i opretstående stilling på grund af udbulning af centerdelen af bundvæggen ved tryk over ca. 2,4 ata, hvorved den bliver helt uegnet til produkter under tryk, såsom øl og kulsyreholdige drikke. Den helt konkave bundvægsudformning gav katastrofal svigten, med andre ord en pludselig udkrængning, udsvipning eller udbulen af bundvæggen ved tryk over 6,4 ata.

Ved lave tryk var deformationen ved centret af den helt konkave nedtrykning betydeligt mindre, som det ses af tabellerne, end ved de andre konstruktioner. Nedtrykningen i bundvæggen af beholderen ifølge den foreliggende opfindelse viste sig at forblive indadrettet uden betydelig reduktion af dens tværsnitsareal ved tryk op til 8,5 ata. Yderligere viste stabilitetsforsøg ingen rokning med

beholderne ifølge den foreliggende opfindelse, og de bedømtes til at være stabile ved alle de angivne tryk.

Som det let kan ses ved betragtning af ovenstående tabeller er en beholder med indre tryk konstrueret ifølge den foreliggende opfindelse i stand til at bevare sin stabilitet i opretstående stilling ved højere tryk end tilsvarende beholdere ifølge den kendte teknik. Yderligere kan tykkelsen og styrken af bundmaterialet formindskes i forhold til de andre konstruktioner, uden at stabiliteten af beholderen i opretstående stilling formindskes tilsvarende. Udover ovennævnte beholder, som har en størrelse til 340 gram, er andre anderledes dimensionerede beholdere blevet fremstillet og studeret med tilsvarende tilfredsstillende resultater. En af disse med en kapacitet på 284 gram blev konstrueret med en nominel diameter på 6,27 cm og en nominel højde på 12,22 cm. Nedtrykningen i denne beholders bund var identisk med nedtrykningen i bunden af beholderen med kapaciteten 340 gram fra Tabel III. En beholder til 907 gram er også blevet fremstillet med en nominel diameter på 8,73 cm og en nominel højde på 17,0 cm. Nedtrykningen i bunden havde en basisdiameter på ca. 4,22 cm og en højde på ca. 1,12 cm og form som et kugleudsnit med en radius på 2,54 cm.

Resultater fra omfattende forsøg med beholdere fremstillet ifølge den foreliggende opfindelse er afbildet grafisk i figurerne 13-21. Figurerne 13-16 viser alle væksten af beholderhøjden i cm afbildet mod det indre tryk for forskellige nedtrykningsdiametre. Fig. 17 er en afbildning af forskellige hældningsvinkler for forskellige nominelle diametre af nedtrykningerne. Figurerne 18-21 viser den procentvise forandring i dybden af nedtrykningen målt fra kanten 30 til nedtrykningens center afbildet mod de indre overtryk for forskellige nominelle diametre af nedtrykningen.

Til frembringelse af forsøgsresultaterne på figurerne 13-21 blev beholdere fremstillet af aluminium og af stål i to tykkelser for hvert materiale. Beholderne blev fremstillet ved nævnte træk- og glatningsproces. De tykkeste materialer udgør de nuværende kommercielle minimale tykkelser for de sædvanlige beholdere til drikkevarer under tryk med helt kuplet bund. De tyndeste materialer repræsenterer den minimale tykkelse til beholdere til drikkevarer under tryk, der nu er mulig, når beholderne fremstilles ifølge den foreliggende opfindelse. Alle beholdere blev fremstillet med en

nominel udvendig diameter på 6,67 cm. Dette er en almindelig 340 grams størrelse til øl eller kulsyreholdige drikke, og den kaldes ofte en 210-beholder (da diameteren er $2\frac{10}{16}$ engelsk tomme). Beholderne blev fremstillet med sfæriske nedtrykninger med en nominal diameter i området fra 1,91 cm til 4,70 cm. Vinklen A mellem nedtrykningen og den flade ring var 43° for alle beholdere. Stålbekholderne blev fremstillet af 53,4 kg og 47,6 kg råmateriale elektrobelagt med tin med T1-hårdning og respektive tykkelser på 0,033 cm og 0,028 cm. Tykkelsen af sidevæggene i de færdige beholderlegemer var 0,0096 cm. Aluminiumbeholdere blev fremstillet ved trækning og glatning af 0,043 cm og 0,036 cm 3004 H-19 legering og havde en vægtykkelse på 0,012 cm. Overgangsradien mellem sidevæggen og den flade, ringformede del af bunden var omtrent 0,317 cm.

Beholderne udsattes for indre lufttryk i et forsøgsarmatur, som tillod måling af højdeforøgelsen af beholderne ved forskellige tryk. Beholderne udsattes for stigende tryk op til 8,5 ata eller indtil beholderne svigtede eller tydeligvis ikke kunne klare mere tryk. Hver aflæsning af højdeforøgelsen for et forøget tryk blev foretaget ved det forøgede tryk, men var forinden blevet ført tilbage til et tryk på 4,4 ata i forsøg på at simulere de trykskift, som en beholder fyldt med en drikkevarer under tryk kan forventes at møde i handelen. Højdedata for fem ens beholdere samledes, og middelværdien af de fem blev afbildet som funktion af trykket. Kurverne på figurerne 13-16 er tilpasset til middelforholdene for de fem beholdere for hver nedtrykningsstørrelse. Nedtrykningsstørrelsen er således parameteren for afbildningerne.

Nedenstående tabel giver forbindelsen mellem de nominelle diametre af nedtrykningerne og den på figurerne 13-16 og 18-21 anvendte bogstavkode for at kunne identificere kurverne, og den angiver også relationen mellem nominal diameter af nedtrykningen og forholdet mellem nedtrykningens areal og bundarealet målt på den måde, der er beskrevet i forbindelse med fig. 12.

Bogstavkode	Nominal diameter for nedtryknin- gerne (cm)	Arealforhold (a^2/D^2)
A	4,75	72,5%
B	4,44	65,1
C	3,81	48,7
D	3,50	41,4
E	3,18	34,7
F	2,54	23,0
G	1,91	13,7

Sammenligning af figurerne 13-16 viser, at nedtrykninger med større diameter i begyndelsen bedre modstår højdeekspansion end de mindre nedtrykninger. Ved et højere tryk forøges hældningen af kurverne for de større nedtrykninger, og kurverne krydser kurverne for de mindre nedtrykninger. Dette viser, at hastigheden af højdeforøgelsen for de større nedtrykninger temmelig pludseligt bliver større end hastigheden af højdevæksten for de mindre nedtrykninger. Kort efter denne overkrydsning svigter beholderne med større nedtrykning eller udviser en meget stor væksthastighed for højde, hvilket er tegn på nært forestående svigten. Den øjeblikkelige højdeforøgelse er ikke særlig betydningsfuld, så længe den ikke er for stor. Maskineriet til fyldning og behandling af beholderne kan indstilles, så det passer til høje beholdere. En højdeforøgelse på meget mere end 0,64 cm i en 340 gram beholder ville være for stor. Af større betydning er hældningen af kurven, som angiver hastigheden for højdeforøgelsen. Den stejle hældning, der er typisk for de større nedtrykninger, betyder en stor forandring i højde for en lille trykforandring. Dette viser, at beholderen er nær ved at svigte og viser også, at der vil være betydelige højdeforskelle mellem nabobeholdere. Store højdevariationer blandt beholderne vil føre til besværligheder med maskinbejdningen og er et æstetisk problem.

Figurerne 18-21 viser det procentiske forhold mellem forandringen i nedtrykningens dybde og den originale dybde af nedtrykningen. Forsøgsresultaterne til disse figurer fremkom sammen med resultaterne for beholdernes højdeforøgelse på figurerne 13-16 ud fra samme beholdere. Sammenligning af figurerne 18-21 viser, at nedtrykninger med større diameter og et arealforhold på over 60% havde tendens til at flade stærkt ud ved tryk et godt stykke under 7,5 ata.

Som tidligere nævnt anses 7,5 ata at være den mindste trykkapacitet for beholdere til produkter under tryk beregnet til øl og stærkt kulsyreholdige drikke. Som følge heraf er beholdere, hvis højdeforøgelse eller udfladning af nedtrykningen forøges med stor hastighed ved tryk under 7,5 ata ikke acceptable.

Det fremgår af figurerne 13-16 og 18-21, at kurverne A og B repræsenterer beholdere, som svigtede under 7,5 ata, eller for 0,043 cm aluminium repræsenterer beholdere, hvis hastigheder for højdeforøgelse eller forandring i nedtrykningsdybde er uacceptable, inden 7,5 ata nås. Kurve A er for beholdere med en nominal nedtrykningsdia-

meter på 4,71 cm eller et arealforhold på 72,5%. Kurve B er for beholdere med en nominel nedtrykningsdiameter på 4,44 cm eller et arealforhold på 65,1. Kurverne C til G repræsenterer beholdere med nominelle nedtrykningsdiametre på 3,81 cm eller mindre. Disse beholdere udviser acceptable egenskaber med hensyn til højdeforøgelse og forandring af nedtrykningens dybde. Overført til arealforhold er beholdere over 60% uacceptable.

Det bør bemærkes, at resultaterne for kurverne på figurerne 13-16 repræsenterer forøgelse i beholderhøjde ved et nærmere bestemt tryk. Beholdernes højde vil blive mindre, hvis det indre tryk falder, men vil ikke nødvendigvis vende tilbage til den højde, som det lavere tryk ville have forårsaget oprindeligt, da en vis permanent deformation optræder. Til illustration heraf er en ølbeholder af aluminium fremstillet ud fra 0,038 cm råmateriale med en nominel nedtrykning på 3,49 cm repræsenteret af kurve D på fig. 16. Ved det indre tryk på 6,8 ata, der er forventet under pasteuriseringen, er højdeforøgelsen en smule mere end de 0,32 cm, som 6,8 ata forårsagede. Ved senere afkøling vil det indre tryk falde til 3,0 ata eller mindre. Den permanente højdeforøgelse vil ligge mellem de 0,13 cm, som 3,0 ata oprindeligt forårsagede og 0,32 cm, og sandsynligvis have størrelsesordenen 0,25 cm. Resultaterne på figurerne 13-16 er således ikke repræsentative for beholdernes højdeforøgelse, når den modtages af forbrugeren.

Figurerne 13-16 og 18-21 viser, at mindre nedtrykninger bedre modstår indre tryk over 5,1 ata eller derover (60 psig eller derover).

Fig. 17 viser, at stabilitet eller modstand mod vipning, rokning eller vaklen mindskes, når nedtrykningens størrelse nedsættes. Skønt en beholder med en lille nedtrykning kan være særdeles god ud fra en trykbetragtning, kan den være uacceptabel ud fra en stabiliseringsbetragtning. De på fig. 17 afbildede punkter fremkom ved at anbringe fyldte, lukkede og pasteuriserede 340 grams beholdere af typen 210 med simuleret øl på en vandret platform og langsomt vippe platformen, indtil beholderen begyndte at vippe. Platformens vinkel og den nominelle nedtryknings størrelse noteredes, og middelværdien for adskillige beholdere anvendtes til at give punkterne. Beholdere med en nominel nedtrykningsdiameter på 1,91 cm anses for at være ustabile, da de vipper eller vakler, når de anbringes på et bord,

og giver problemer på fyldnings- og behandlingsudstyr til høje hastigheder. Beholdere med nominelle nedtrykningsdiametre større end 1,91 cm anses for at være passende stabile for såvel fabrikanter som forbrugere. Beholdere med en større nedtrykning har en stabilitet, der nærmer sig stabiliteten af en beholder med helt kuplet bund. Overført til arealforhold er de beholdere, hvis arealforhold er over ca. 15% passende stabile.

Som en del af dette prøveprogram blev beholdere som beskrevet ovenfor fremstillet af 40,8 kg-stålplade med tykkelsen 0,025 cm og af 0,025 cm aluminium. Kun nogle få af stålbeholderne og ingen af aluminiumbeholderne var i stand til at modstå et indre tryk på 7,5 ata. Metal med denne tykkelse er ikke egnet til beholdere til drikkevarer under tryk.

De forskellige undersøgelser, der er angivet heri, bekræftede at helt kuplede 340 grams ølbeholdere af typen 210 eller 211 er tilbøjelige til at svigte ved så lave tryk som 6,8 ata, med mindre de er lavet af materialer, der er stærkere end 53,4 kg. Tl stålplade eller end 0,043 cm 3004 H19 aluminium. Beholdere ifølge den foreliggende opfindelse kan imidlertid fremstilles ud fra 46,8 kg stålplade eller ud fra 0,036 cm aluminium. Det, at anvendelse af tyndere metal er gjort muligt, giver, i forbindelse med det mindre volumentab, som nedtrykningen sammenlignet med den fulde kuppel foranlediger, meget betydelige metalbesparelser. Yderligere er den tyndere beholder ifølge den foreliggende opfindelse i stand til at modstå det tryk på 7,5 ata, som kræves for beholdere til meget kulsyreholdige drikkevarer, således at samme beholderlegeme kan anvendes til øl eller drikkevarer med alle grader af kulsyreindhold. Helt kuplede beholdere af 0,043 cm aluminium til 340 gram af typen 210, som er trukket og glattet, vejer ca. 15,4 kg pr. tusind. Aluminiumbeholdere ifølge den foreliggende opfindelse er fremstillet af 0,035 cm råmateriale og vejer ca. 12,7 kg pr. tusind. Aluminiumbeholderne ifølge den kendte teknik er over 21% tungere. I lighed hermed vejer helt kuplede beholdere af 44,0 kg stål til 340 gram og af typen 210, som er trukket og glattet, omkring 28,7 kg.pr. tusind, hvorimod beholdere af 46,8 kg stål ifølge den foreliggende opfindelse vejer ca. 24,0 kg pr. tusind. Stålbeholderne fremstillet ifølge den kendte teknik er over 19% tungere. Da metal er en betydningsfuld faktor for beholderprisen, er metalbesparelser i dette omfang betydningsfulde. Den foreliggende

opfindelse tilvejebringer således ikke blot en beholder, som bekvemt modstår betydeligt højere indre tryk end den helt kuplede beholder ifølge den kendte teknik og nedsætter faren for eksplosion af beholdere, der er udsat for betingelser, hvorved tryk udover konstruktionstrykket opstår, men giver også en betydeligt nedsat beholderpris.

P a t e n t k r a v .

Metalbeholder, der indeholder et produkt under tryk og er fremstillet ud fra et i det væsentlige cylindrisk trukket beholderlegeme med side- og bundvægge i ét stykke, og hvor bundvæggen har et centralt indadvælvet parti omgivet af en ringformet plade med en cirkulær skæringskurve mellem det indadvælvede parti og den ringformede plade, k e n d e t e g n e t ved, at bundvæggen er således dimensioneret, at den under indvirkning af det i den fyldte beholder herskende tryk vil blive således permanent deformeret, at den nævnte cirkulære skæringskurve danner den mest fremstående del af bundvæggen, hvorfra den ringformede plade skråner ud mod sidevæggen i det væsentlige i konisk form under en stump vinkel med sidevæggen, medens det centrale parti forbliver indadvælvet, hvorhos det procentiske forhold mellem det areal, der bestemmes af den cirkulære skæringskurves radius, og det areal, der bestemmes af den ringformede plades ydre radius, ligger mellem ca. 15% og ca. 60%.

Fremdragne publikationer:

Britiske patenter nr. 747379, 1020411, 1152597
USA patenter nr. 3272383, 3426939.

FIG. 1

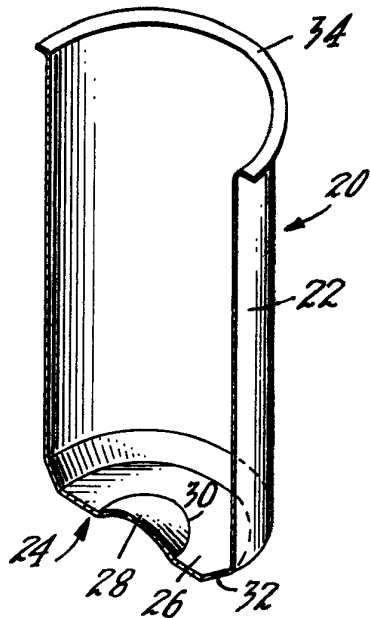


FIG. 2

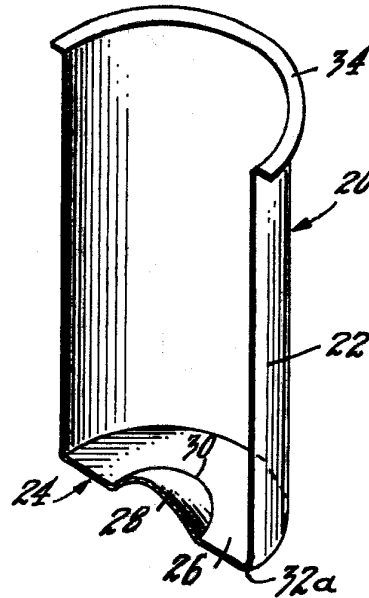


FIG. 3

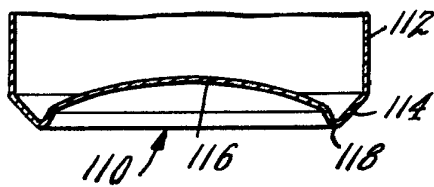


FIG. 4

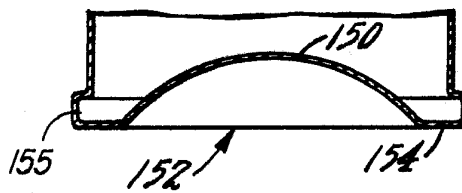


FIG. 5

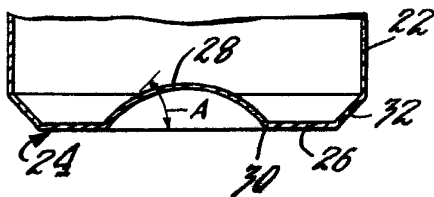


FIG. 6

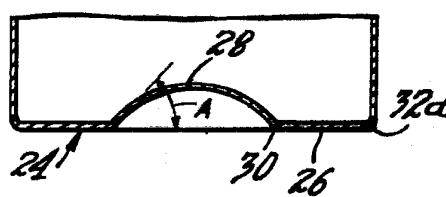


FIG. 7

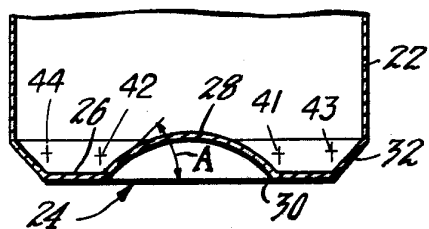


FIG. 8

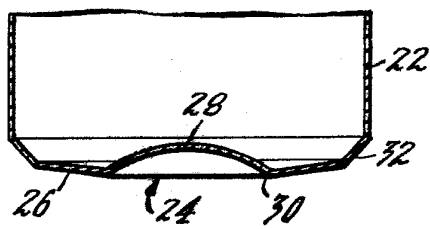


FIG. 9

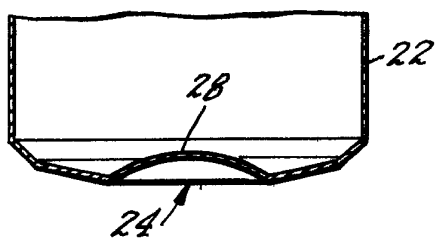


FIG. 10

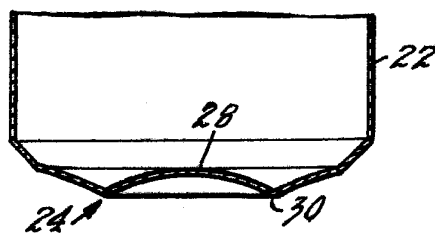


FIG. 12

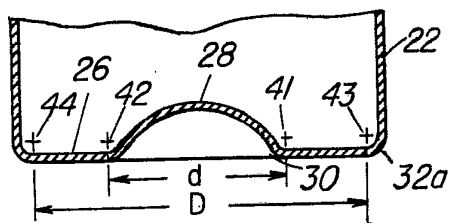
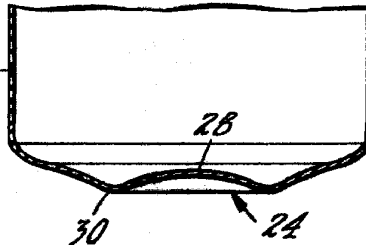


FIG. 11



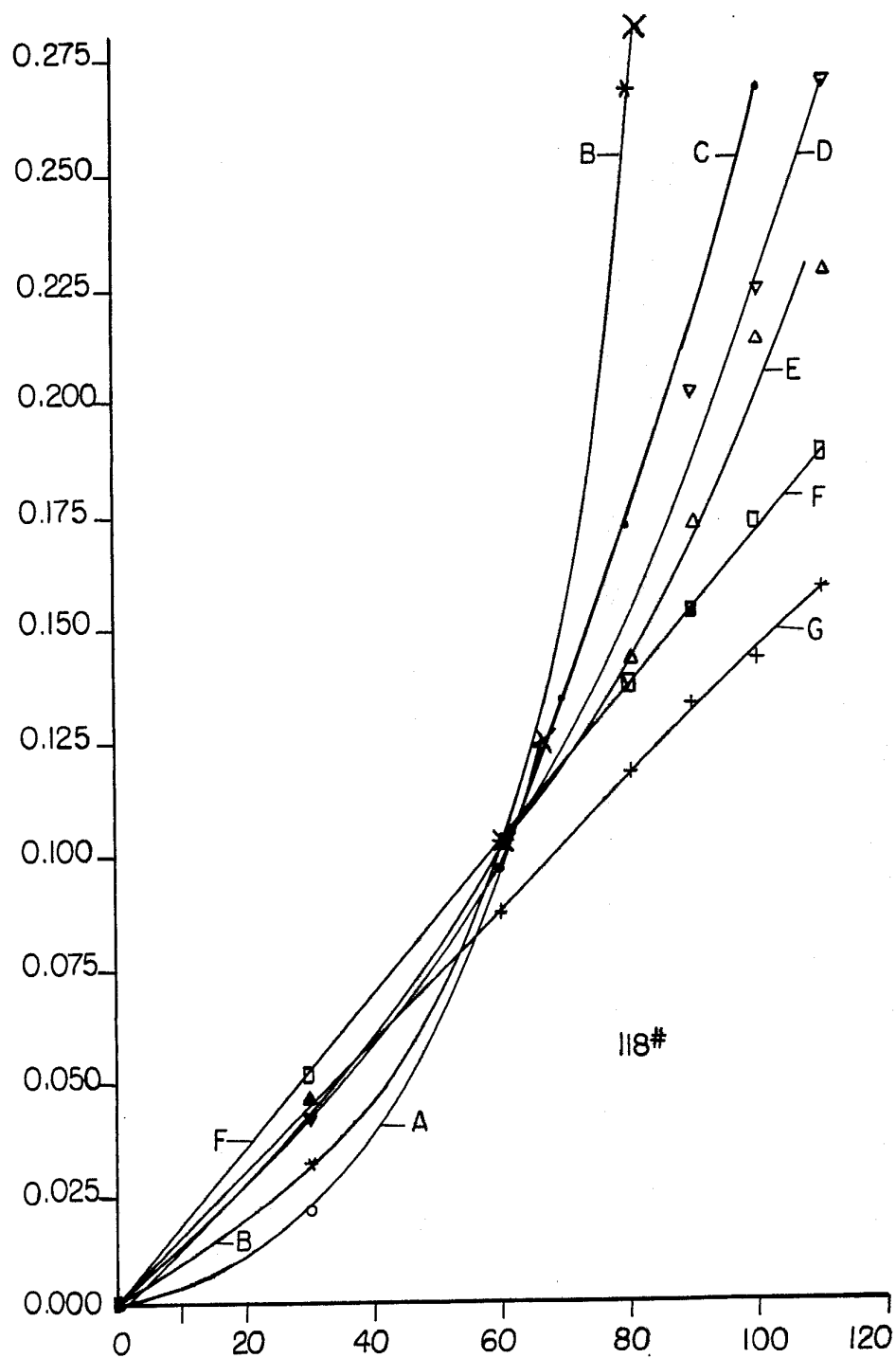


FIG. 13

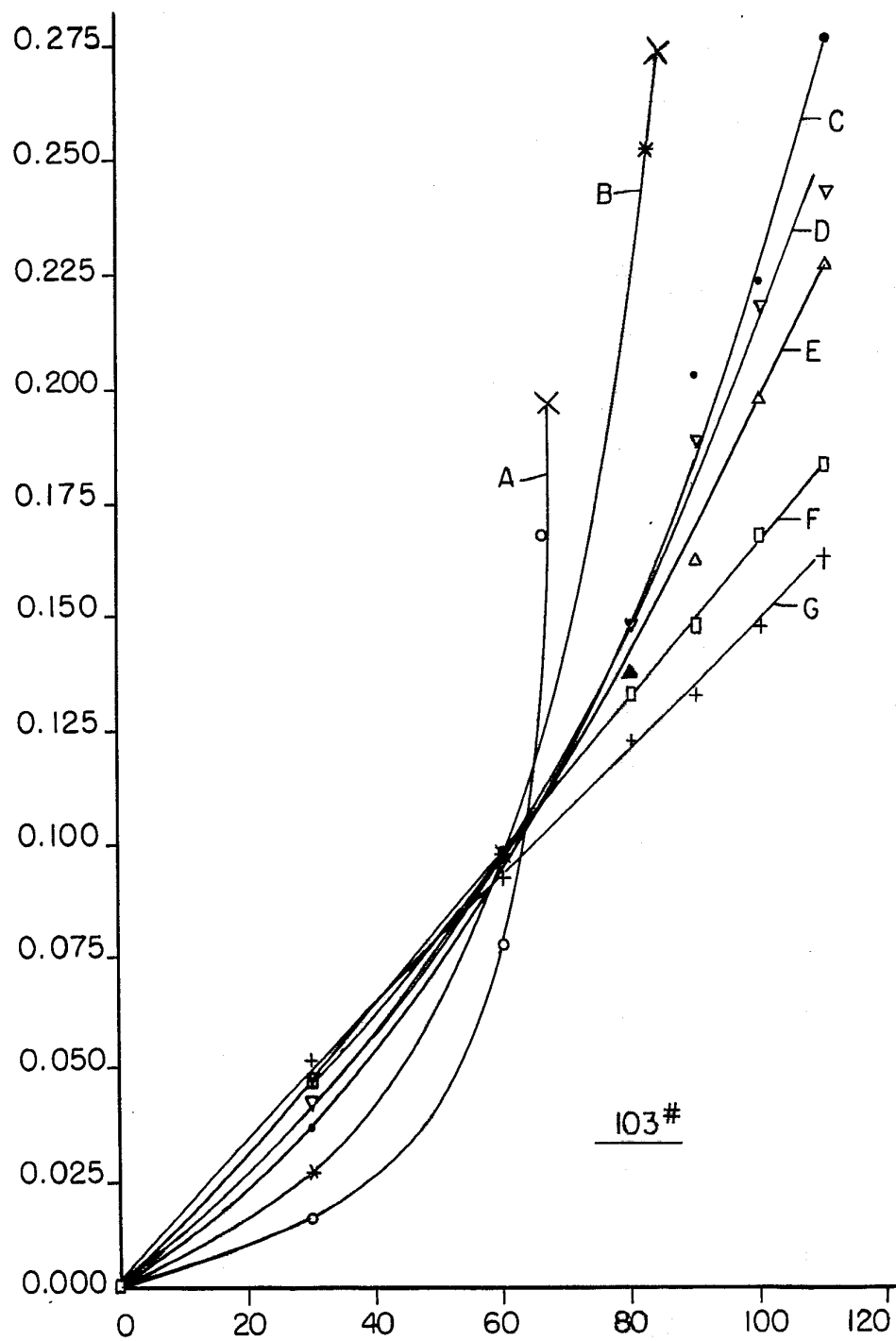


FIG. 14

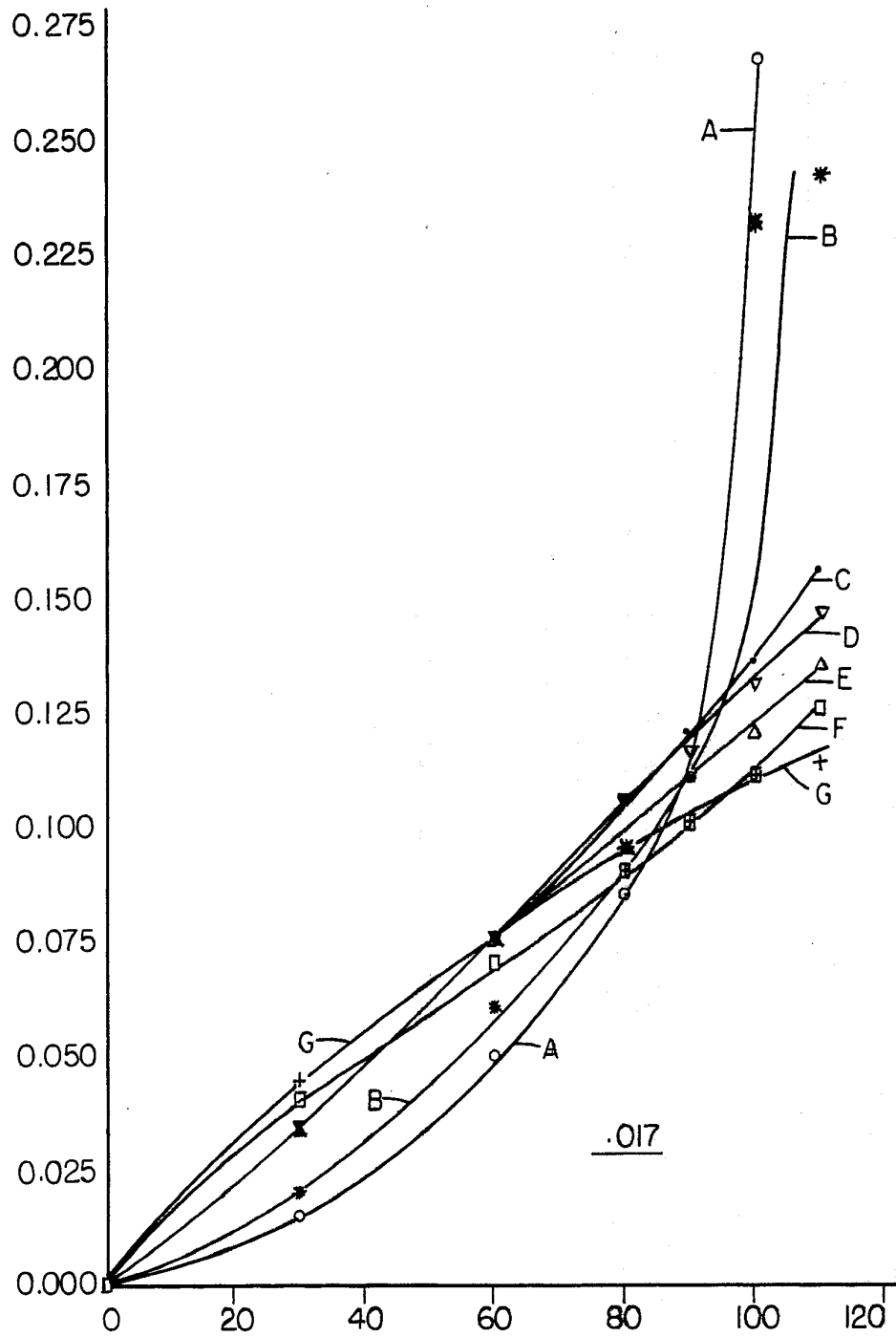


FIG. 15

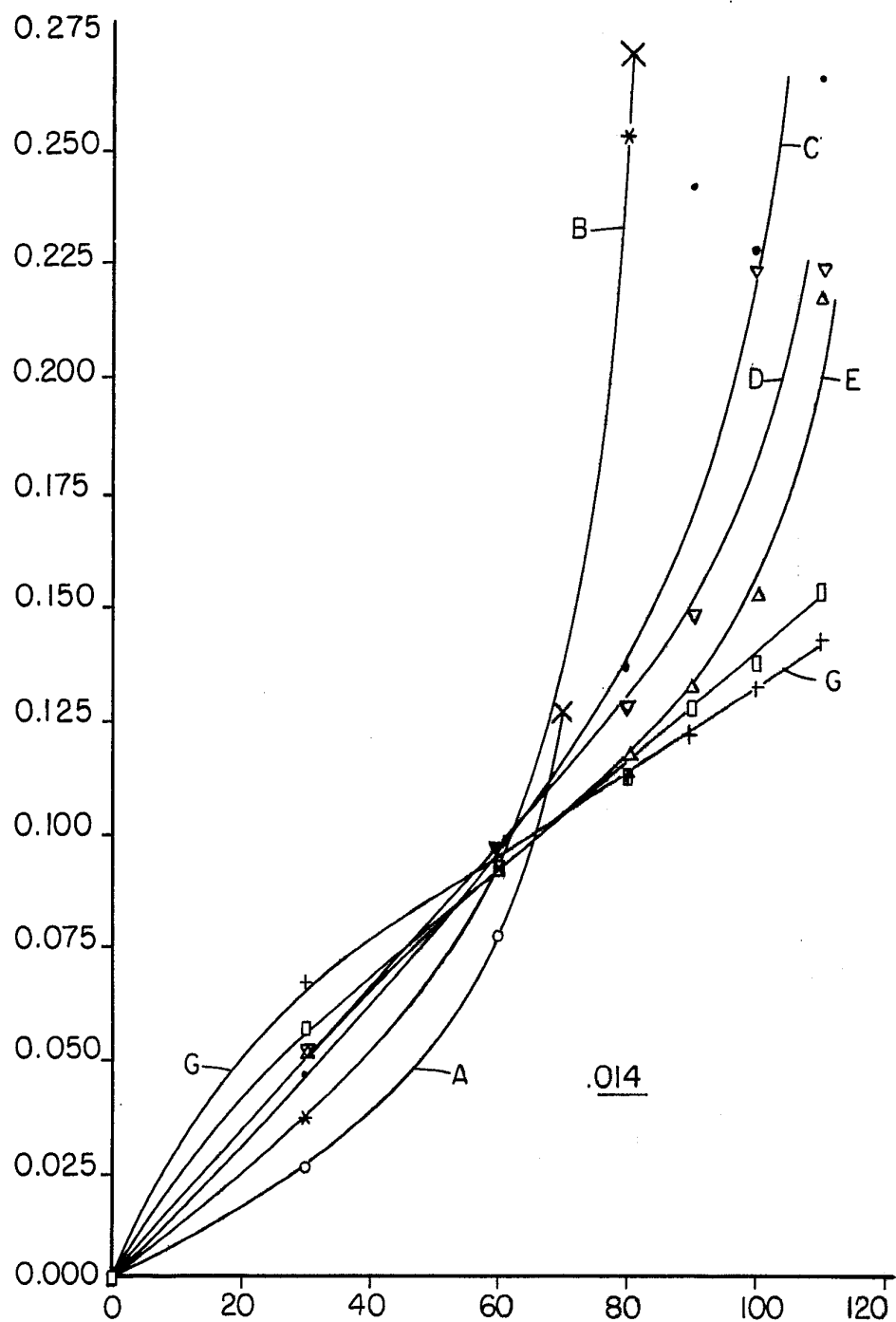


FIG. 16

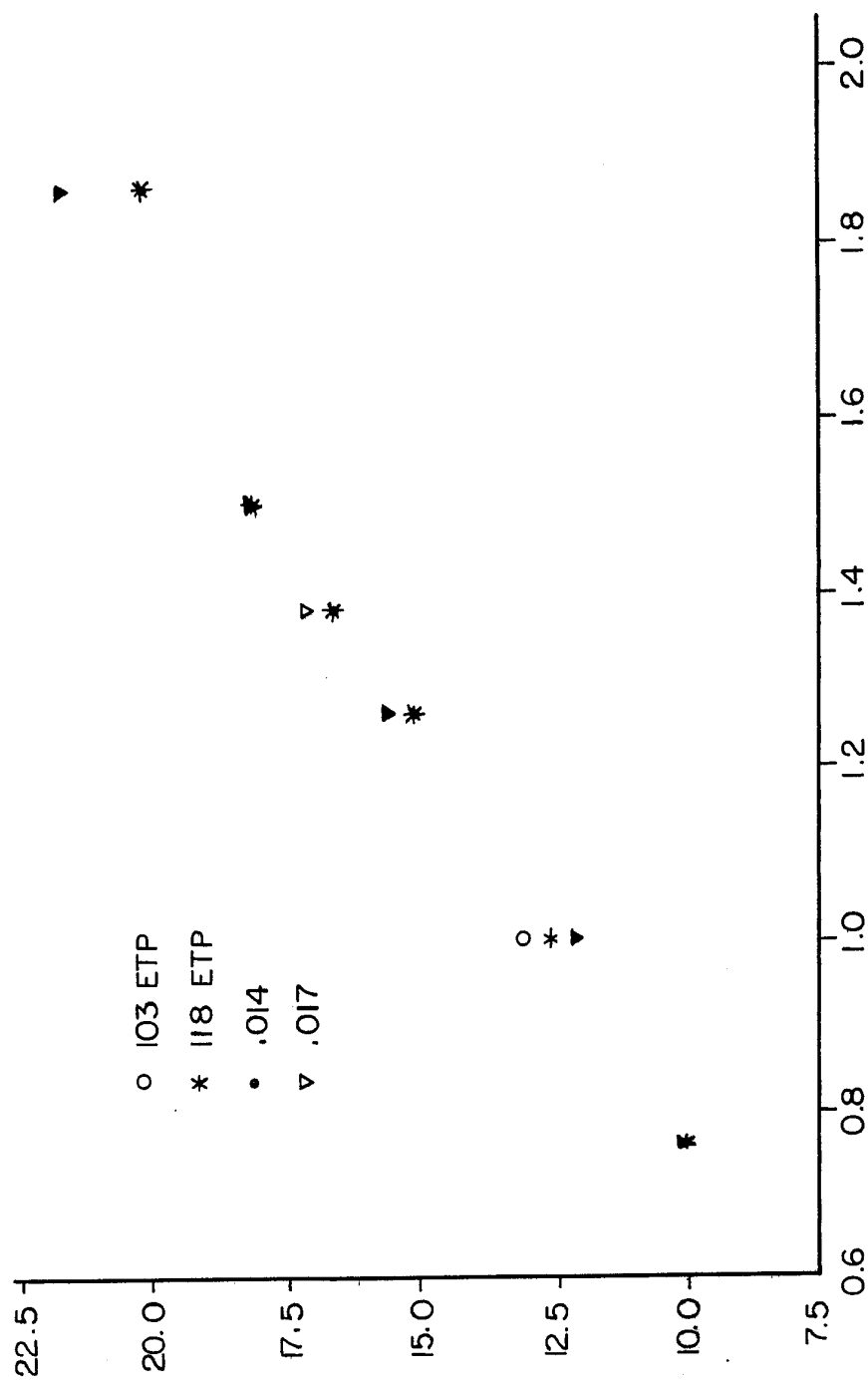


FIG. 17

FIG. 18

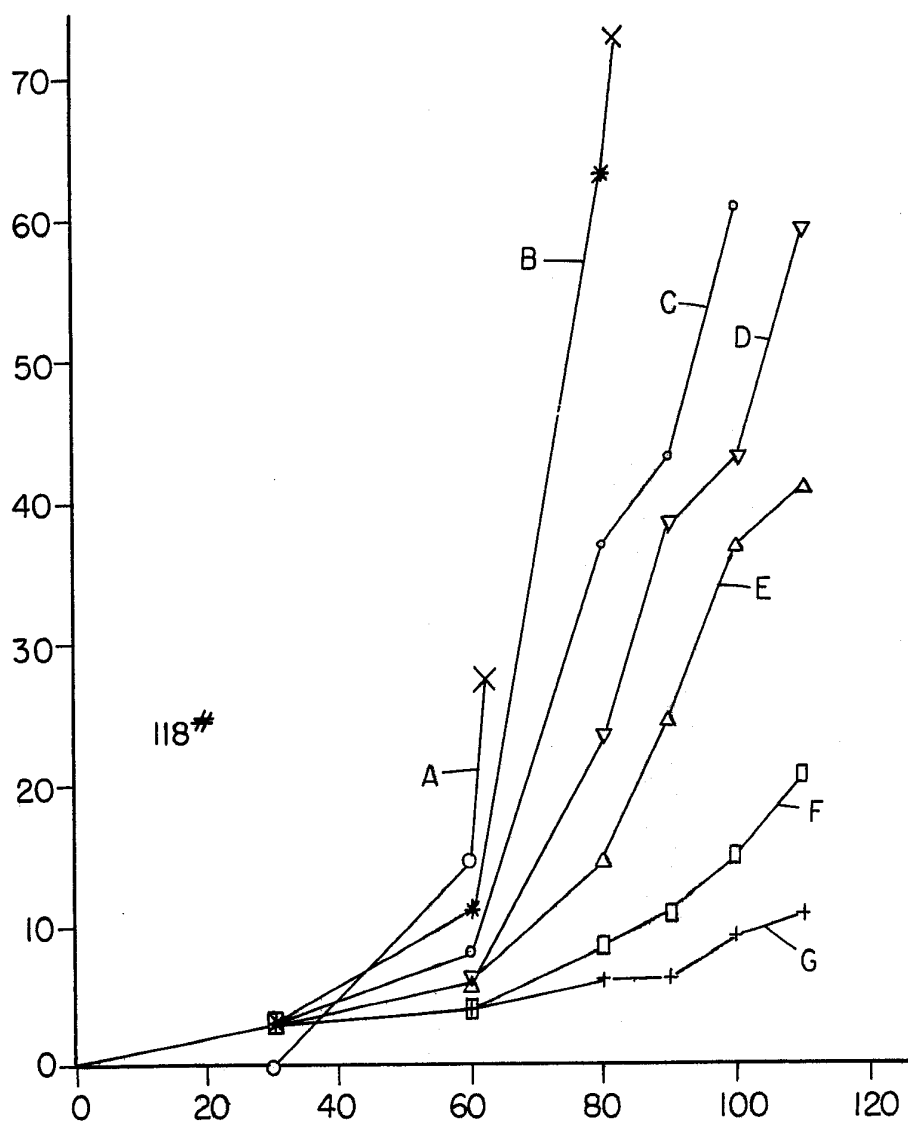


FIG. 19

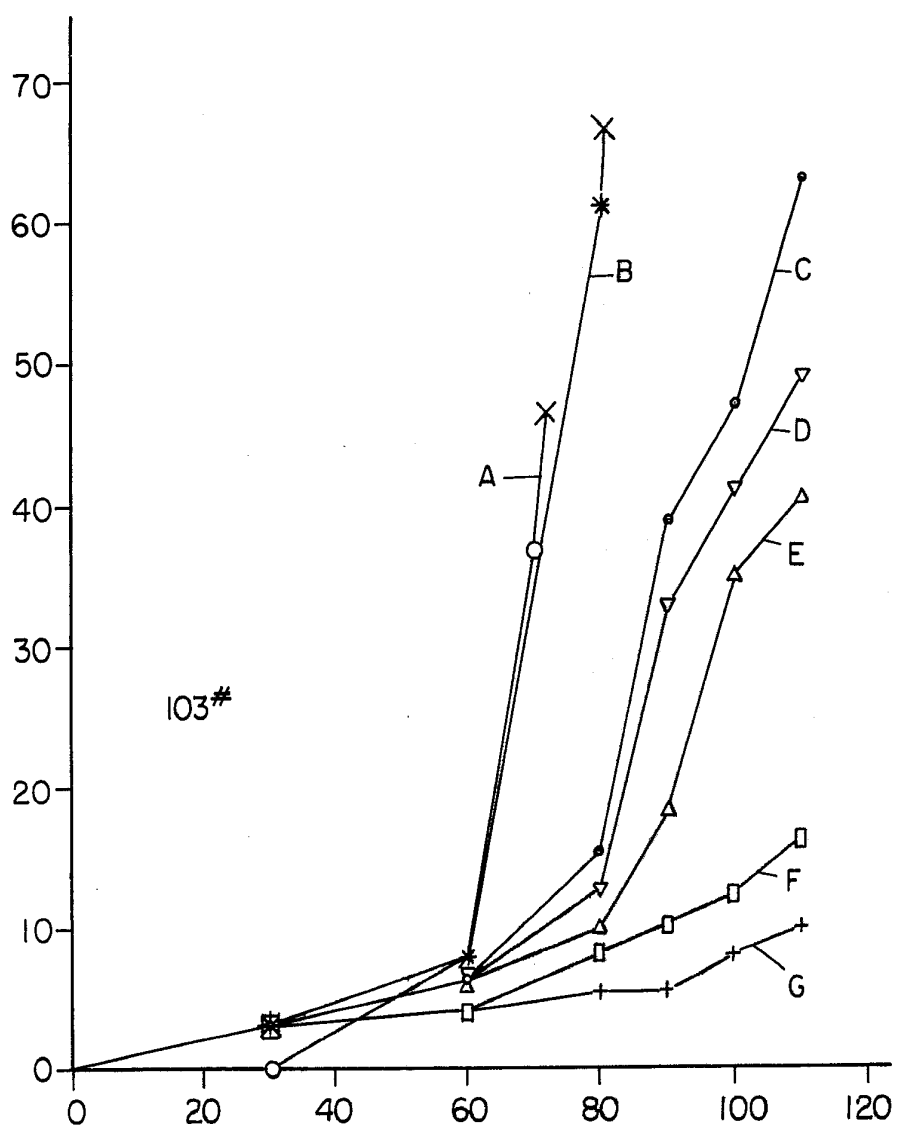


FIG. 20

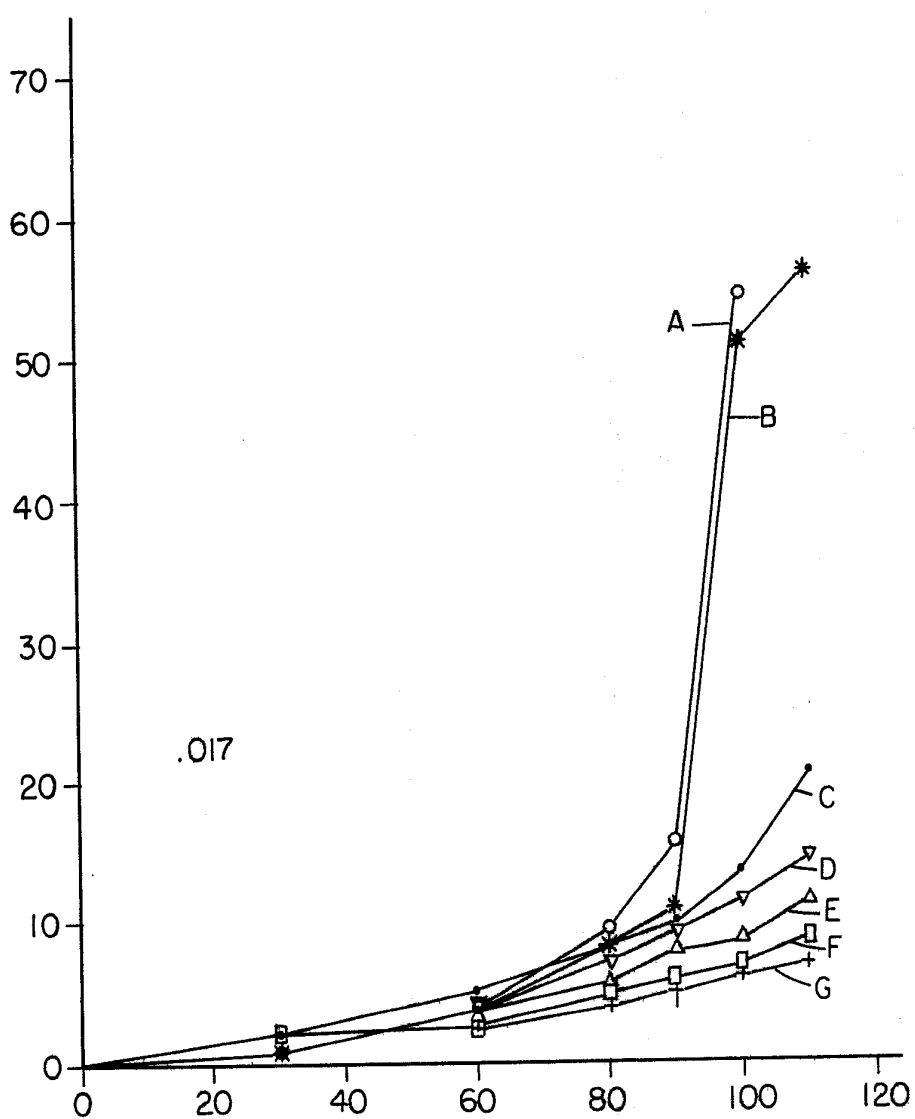


FIG. 21

