

ELJÁRÁS GÁZDIFFÚZIÓS ELEKTRÓDOK ELŐÁLLÍTÁSÁRA

5

K i v o n a t

A találmány tárgya eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, különö-
 10 sen elektrolízis cellákban történő alkalmazásra, amelynek során először a lega-
 lább egy katalizátort vagy katalizátor keveréket és egy kötőanyagot tartalmazó
 porkeverék hengerlése által egy lapos szerkezetet állítanak elő hengerpár segít-
 ségével, majd a lapos szerkezetet egy elektromosan vezető hordozóhoz kapcsol-
 ják hengerpárral történő hengerléssel, ahol a hengerek préselőerejét a 0,2-15
 15 kN/cm tartományban állandó értéken tartják és/vagy a hengerek átmérője egy-
 mástól függetlenül 8-15 cm és/vagy a hengerlési folyamatot 0,1-2 kN/cm szorí-
 tóerővel végzik.

20

jell. ábra: Ø
 jegy



5

ELJÁRÁS GÁZDIFFÚZIÓS ELEKTRÓDOK ELŐÁLLÍTÁSÁRA

A találmány tárgya eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, amelyek legalább egy elektromosan vezető katalizátor hordozóból és porkeverék henger-
10 lésével kapott lapos szerkezetből állnak. A porkeverék legalább egy katalizátort vagy katalizátor-keveréket és egy kötőanyagot tartalmaz.

A DE 3710168 számú német közrebocsátási iratban és az EP 297377 köz-
rebocsátási iratban gázdiffúziós elektródok száraz porkeverékek hengerlésével
történő előállítását ismertetik, ahol a porkeverék katalizátort, például ezüst(I)-
15 oxidot, és kötőanyagként politetrafluor-etilént (PTFE) tartalmaz. A porkeverék hengerlése után lapos szerkezetet kapnak, és az utóbbit viszik fel vagy hengerlik mechanikus hordozóra, amelyen keresztül tápáramot lehet szolgáltatni az elekt-
ród számára vagy az áram vezethető el rajta keresztül az elektródból. A mecha-
nikus hordozó lehet például egy fémháló, nem szövött fémáru, vagy szövött
20 fémáru, vagy szénháló, nem szövött szénáru vagy szövött szénáru. A lapos szerkezet mechanikus hordozóra történő felvitele például préseléssel vagy hengerléssel végezhető.

A porkeverékek hengerlésével kapott lapos szerkezetek tulajdonságai több paramétertől függnének. Magának a pornak a tulajdonságain felül a paraméte-
25 rek többek között a következők: a hengerek geometriai és felületi tulajdonságai, a hengerek sebessége, az alkalmazott csapágyazás pontossága, egyrészt a csapágyak futásának, másrészt a hengerek futásának pontossága, a hengerrés és a hengerek préselőereje. Ha például a hengerrés nagy mértékben változik a hengerlési folyamat során, akkor olyan lapos szerkezeteket kapunk, amelyeknek a
30 vastagsága és sűrűsége nem elegendően homogén. Másrészt, ha a hengerrés lé-

nyegében állandó a túlzottan erős préselőerő miatt, akkor az elektródok többek között aránytalan feszültség növekedést mutatnak, miközben a működésük során nő az áramsűrűség és gyenge az elektrokémiai aktivitás. Továbbá, a túl vastag és mechanikailag instabil lapos szerkezetek nem alkalmazhatók a további feldolgozás során. A műszaki kezelhetőség szempontjából, például a klór alkálifém-klorid vizes oldataiból történő elektrokémiai előállítására szolgáló gázdiffúziós elektródként történő alkalmazás esetében az ilyen lapos szerkezeteknek 2-3 méter hosszúnak és 30-40 cm szélesnek kell lenniük.

Stabilitási okokból a kereskedelemben kapható 40 cm széles hengerek átmérője 15 cm vagy nagyobb az alkalmazandó maximális préselőerőtől függően. Felismertük, hogy az ilyen hengerekkel előállított és gázdiffúziós elektródként alkalmazott lapos szerkezetek nem rendelkeznek megfelelő elektrokémiai aktivitással. Ez jelentősen növeli az elektrolízis cellák működési költségeit. Az elektrokémiai aktivitás elégtelen, például ha az elektród cellafeszültsége 2,5 V-val nagyobb 4 kA/m² áramsűrűség mellett.

A találmány tárgya eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, amelyek segítségével nagyon homogén sűrűségű és vastagságban kis eltérést mutató, elektrokémiaailag aktív, lapos szerkezetek állíthatók elő. A gázdiffúziós elektródnak továbbá jó elektrokémiai aktivitással és mechanikai aktivitással kell rendelkeznie. A hengerlési folyamat paramétereit úgy kell megválasztani, hogy a porkeverék lapos szerkezetet eredményező hengerlése során optimális elektrokémiai aktivitást kapjunk, és az említett aktivitás ne változzon károsan a lapos szerkezetnek katalizátor hordozóra hengerléssel történő felvitele során.

A találmánynak megfelelően a célt az 1. vagy 2. vagy 3. igénypontokban megadott jellemzőkkel érjük el.

A találmány szerinti eljárás első előnyös megvalósításában a lapos szerkezetet úgy állítjuk elő, hogy a legalább egy katalizátort vagy katalizátor keveréket és egy kötőanyagot tartalmazó porkeveréket hengereljük. A találmánynak megfelelően a hengerek közötti préselőerőt állandó értéken tartjuk, amelynek értéke a porkeverék hengerlési eljárása során 0,2 kN/cm-15 kN/cm között van.

Különösen előnyös a 0,2-10 kN/cm, előnyösen 0,2-5 kN/cm és előnyösebb a 0,2-2 kN/cm préselőerő alkalmazása. Különösen jó eredményeket kapunk, amikor a préselőerőt 0,3-0,6 kN/cm érték között tartjuk.

A préselőerő hidraulikusan és/vagy mechanikusan és/vagy pneumatikusan hozható létre. Ennek megvan az az előnye, hogy a préselőerő nagyon pontosan beállítható.

A találmány szerinti eljárás második előnyös megvalósításában olyan hengereket alkalmazunk, amelyek átmérője 8-15 cm közé esik, előnyösen 13 cm-nél kisebb és előnyösebben 11 cm-nél kisebb.

A találmány szerinti eljárás harmadik előnyös megvalósításában a hengerléssel előállított lapos szerkezetet hengerlés segítségével egy elektromosan vezető hordozóval is érintkezésbe hozzuk. A hengerlést 0,1-2 kN/cm szorítóerővel végezzük.

A találmány szerinti eljárás három előnyös megvalósításának kombinációja különösen előnyös.

A találmány lényeges alapeleme, hogy alacsonyabb préselőerőt kell alkalmazni a hengerlés során a kisebb átmérőjű hengerek esetében. Így csak egy konkrét működési tartomány létezik minden egyes hengerátmérő esetében a préselőerőt és a lapos szerkezet kapott vastagságát és sűrűségét illetően. Nem lehetséges például 13 cm-es átmérőjű henger és 1,5 kN/cm préselőerő alkalmazásával olyan lapos szerkezet előállítása, amelynek vastagsága 0,35 mm és sűrűsége 4,4 g/ml. Ez csak a kisebb hengerátmérő esetében lehetséges.

Meglepő módon felismertük, hogy a porkeverék hengerlése találmány szerinti körülmények között olyan lapos szerkezeteket eredményez, amelyekből elegendő mechanikai stabilitású és elektrokémiai aktivitású elektródok állíthatók elő.

A gázdiffúziós elektródokhoz használható, a találmány szerinti eljárás segítségével előállított lapos szerkezet nagy homogenitással rendelkezik. Különféle sűrűségek elérésére van lehetőség, amely sűrűség értékek a $\pm 0,2$ - $\pm 0,5$ g/m³ tartományba esnek. Ezen felül a találmány szerinti eljárás segítségével lehetőség

van olyan lapos szerkezetek előállítására, amelyeknek a vastagsága $\pm 0,05$ mm-
 $\pm 0,2$ mm tartományban változik.

Az elektród elektrokémiai aktivitása alatt a konkrét áramsűrűségnél mért
feszültségen felül a magasabb áramsűrűségeken mért feszültségváltozást és a
5 működés során a gáz és folyadék permeabilitásának változását is értjük. Jó elekt-
ród segítségével az elektrolízis magas áramsűrűségeken és alacsony feszültségen
működhet, miközben a feszültség növekedése és az áramsűrűség növekedése
csekély mértékű. Következésképpen például a nátrium-klorid-oldat elektrolízi-
se, ahol a klórgáz az anódon fejlődik és oxigén fogy, illetve nátrium-hidroxid-
10 oldat képződik a katódon, 4 kA/m^2 áramsűrűség és $2,5 \text{ V}$ -nál kisebb feszültség
mellett működhet. Ideális esetben az elektród nem teszi lehetővé gáz átjutását a
gáz oldalról a folyadéktérbe, illetve fordítva sem teszi lehetővé folyadék átjutá-
sát a gáztérbe.

A lapos szerkezet anyagához használható előnyös száraz porkeverék egy
15 kötőanyagból, például egy polimerből, így a politetrafluor-etilénből (PTFE), egy
katalizátorból vagy katalizátor keverékből állhat. A porkeverék egyik kompo-
nense szén vagy széntartalmú vegyület is lehet. A porkeverék adalékanyagokat,
például ammónium-bikarbonátot is tartalmazhat, amely többek között pórus-
képző anyag. A katalizátor vagy katalizátor-keverék például a katalizátort képe-
20 ző fém nem fémes vegyületeit vagy a fém keverékeit és a katalizátort képező
fém nem fémes vegyületeit tartalmazhatja. Különböző fémek vagy fémvegyüle-
tek, előnyösen nemesfémek alkalmazására is lehetőség van. Katalizátorként elő-
nyösen ezüst(I)-oxid vagy az ezüst(I)-oxid és fém ezüst keverékei alkalmazha-
tók. Előnyösen a DYNEON cégtől kapható 2053 típusú teflon por alkalmazható
25 kötőanyagként. A kötőanyag és a katalizátor vagy katalizátor keverék keverékét
például a DE 2941774 számú német közrebocsátási iratban ismertetettek szerint
öröljük dobléces gyorshengerson segítségével. A porkeverék nedvességtartalma
0,5 tömeg% vagy kisebb, előnyösen 0,3 tömeg% vagy kisebb.

A porkeverék hengerlése kereskedelembe kapható hengerköpeny segít-
30 ségével végezhető, amint azt az ilyen jellegű lapos szerkezetek előállításánál

vagy a porok sajtolásánál használják. Az egyes hengerek különböző átmérővel rendelkezhetnek. Lehetőség van a hengerek különböző sebességen történő működésére is. A hengerfelületek érdességének olyannak kell lennie, hogy a porkeverék húzható legyen állandó sebesség mellett. A cél homogén lapos szerkezet előállítása. A henger felületi érdessége a porkeverék tulajdonságának megfelelően állítható be. Előnyösen a sima felületek, azaz olyan felületek alkalmazhatók, amelyek nem rendelkeznek durva szerkezettel. A henger felületi érdessége Ra-számban mérve előnyösen 0,05-1,5 μm .

A porkeverék húzási viselkedését befolyásoló további paraméterek magának a porkeveréknek a tulajdonságain felül például a henger sebessége, vagy a hengerrés beállítása, vagy több paraméter kombinációja.

A száraz porkeverékek hengerlését oly módon végezzük, hogy a két henger egymás közötti távolságát egy konkrét értékre, például 0,2 mm-re állítjuk be a hengerlési folyamat előtt. A hengerrés beállítását a por jellemzőinek, a hengerek felületi érdességének, a henger sebességének és a henger átmérőjének megfelelően kell megválasztani oly módon, hogy az előállított lapos szerkezet 0,05-0,7 mm vastagságú legyen. A lapos szerkezet vastagsága előnyösen 0,15-0,6 mm. A portól és a por jellemzőitől függően az előző vastagságú lapos szerkezet elérése érdekében a hengerrés előnyösen 0-0,30 mm, előnyösebben 0,005-0,2 mm. Ezt követően a száraz porkeveréket bemérjük a hengerrésbe és a henger behúzza a port, majd lapos szerkezetté tömöríti azt. Mivel a találmánynak megfelelően a préselőerőt állandó értéken tartjuk a hengerlési folyamat során, az előre beállított hengerrés enyhén megnő a porkeverék behúzásakor és enyhén változik a hengerlési folyamat során, a behúzott poranyag jellemzőitől és mennyiségétől függően. A hengerrés $\pm 0,05$ - $\pm 0,2$ mm tartományban változik.

A találmány szerinti eljárás végrehajtásakor előnyös, ha a hengereket tartó csapágyak csapágyjátéka kicsi, azaz ha az alkalmazott csapágyak előnyösen 0,06 mm-nél kisebb csapágyjátékkal rendelkeznek, és a futás jósága 50 μm -nél kisebb, és ha a hengerek előnyösen egy olyan gyártósorból származnak, ahol az előállításuknál különösen nagy pontosságot biztosítottak. Ez nem csak az alkal-

mazott csapágyak és csapágyházak csapágyjátékára alkalmazható, hanem azokra a részekre is, amelyekhez a csapágy a hengerállványban kapcsolódik, amennyiben azok befolyásolják a hengerrést.

Ha a találmány szerinti eljárás segítségével a lapos szerkezet egy elektromosan vezető hordozóhoz kapcsolódik, egyrészt a lapos szerkezet olyan szilárdan kapcsolódik a hordozóhoz, hogy a köztük lévő kapcsolat kis ellenállású és a lapos szerkezet többé nem választható el a hordozótól, másrészt a lapos szerkezet pórusrendszere nem sérül meg annyira, hogy elegendő elektrokémiai aktivitást tudjon biztosítani. Az elektromosan vezető hordozó például egy fémháló, egy nem szövött fémáru, egy szövött fémáru vagy egy fémhab. Terpesztett fémhálók is alkalmazhatók. A hordozó előnyösen nikkelt vagy nikkelezett fémvegyületeket vagy nemfém-vegyületeket, például szenet tartalmazhatnak. A hordozó az áramelosztó feladatát is ellátja.

Az elektrokémiailag aktív lapos szerkezet elektromosan vezető hordozóra történő felvitele például préssel is végezhető. Azonban a hengerlésnek megvan az az előnye, hogy a gázdifúziós elektród folyamatos eljárásban állítható elő és a lemezekre ható erők egyenletesen oszlanak szét. A hengerlés során alkalmazott erő a hordozótól függ. Minél nagyobb a fémháló szemcsemérete és minél kisebb a fémhuzal vastagsága, annál kisebb erőre van szükség. Ugyanez elmondható a terpesztett fémhálóra is, ahol a szükséges erő a szemcseméret és a szemcsezélesség növekedésével, de a háló vastagságának csökkenésével csökken.

Egy előnyös megvalósításban az elektromosan vezető hordozó mechanikusan és elektromos vezetést biztosítva kapcsolódik egy gáz számára átjárható, fém alaplemezhez, hogy biztosítsuk a gázdifúziós elektróda mechanikai stabilitását. Az alaplemez nikkelből vagy nikkelötvözetből, például nikkel-ezüst ötvözetből áll. Az alaplemez a reakciógáz átjutása érdekében több nyílással, például réssel vagy lyukakkal rendelkezik. Minél stabilabb a hordozó vagy az alaplemez megerősített hordozó, annál nagyobb mértékben deformálódik a henger-

lési folyamat során. A deformáció megszüntethető vagy csökkenthető, ha előnyösen különböző kerületi sebességeket választunk a két henger esetében.

A lapos szerkezet és/vagy az elektromosan vezető katalizátor hordozó hőmérséklete a hengerlési folyamat során előnyösen 5-70°C. A megadott hőmérséklet-tartomány fenntartása érdekében előnyösen termosztálható hengerköpenyeket alkalmazunk. A hengerköpenyek üregesek a hűtő- vagy melegítőközeg áthaladása érdekében. Különösen előnyös, ha a hengereket hűtjük a hengerlési folyamat során, mivel a por tömörítése a súrlódási erők miatt felmelegíti a port. A hengerek adott esetben a hengerlési folyamat elején melegíthetők is, hogy elérjük a működési hőmérsékletet vagy magasabb hőmérsékleten termosztálhatók. Ha a hengerköpenyeket szilárd anyagból készítik és nem termosztálhatók, akkor a hengerléssel feldolgozni kívánt porkeveréket a kívánt hőmérsékletre kell melegíteni a hengerlési eljárás előtt.

A henger sebessége bizonyos tartományban szabadon megválasztható, azzal a feltétellel, hogy a port a hengereknek homogénen kell behúzniuk. Azonban különösen előnyösek a hengerek azon kerületi sebességei, amelyek a 0,05-19 m/perc, előnyösebben a 0,1-15 m/perc tartományban vannak.

A találmány szerinti eljárással előállított gázdiffúziós elektródok elektrolízis során, különösen nátrium-klorid vizes oldatának elektrolízise során alkalmazhatók.

A következő példáknak megfelelően előállított gázdiffúziós elektródhoz használható lapos szerkezeteket alkalmazzuk a klór-alkálifém elektrolízis során. E célból olyan cellát használunk, amely anódtérből és egy ioncserélő membránnal elválasztott katódtérből áll. Az anódtérben olyan nátrium-klorid oldatot alkalmazunk, amelynek a koncentrációja 200 g/l és a reakció során klórt eredményez a ruténium-oxiddal bevont titán-elektrodon. A katódteret a DuPont cégtől kapható Nafion® 982 típusú kationcserélő membránnal választjuk el az anódtértől. A gázdiffúziós elektród és a kationcserélő membrán között elektrolit rész van, ahol körülbelül 32% erősségű nátrium-hidroxid oldatot keringtetünk pumpa segítségével. A gázdiffúziós elektród mögött 99,9%-os tisztaságú oxigént veze-

tünk a cella azon felébe, ahol a katód helyezkedik el. Az anód felülete, a membrán felülete és a gázdiffúziós elektród felülete egyenként 100 cm^2 .

1. példa (Összehasonlító példa)

5 Ezüst(I)-oxid és PTFE 9:1 tömegarányú keverékét IKA cégtől kapható M20 típusú ütközéses gyorshengersonon őröljük minden esetben 15 másodperces időközönként hűtés mellett. A keveréket a Wetzeltől kapható hengermalomban hengereljük, amely két, 40 cm szélességű és 13 cm átmérőjű hengerköpenyt tartalmaz, és ahol a hengerrés 0,18 mm, a kapott szélesség 20 cm-nél nagyobb és az alkalmazott préselőerő 0,075 kN/cm. A kerületi sebesség 1,35 m/perc és a henger felületek érdessége Ra-számban kifejezve 25-30 μm . A hengerlési folyamat során a hőmérséklet értéke 22°C . A kapott lapos szerkezet vastagsága 1,1 mm és mechanikailag nagyon instabil. A lapos szerkezet nem vihető fel mechanikai hordozóra, például 0,14 mm vastagságú és 0,5 mm pórusméretű nikkel szálból álló nikkel hálóra anélkül, hogy ne sérülne meg. Következésképpen a gázdiffúziós elektród előállítása nem lehetséges.

2. példa (Összehasonlító példa)

20 Ezüst(I)-oxid és PTFE 9:1 tömegarányú keverékét IKA cégtől kapható M20 típusú ütközéses gyorshengersonon őröljük minden esetben 15 másodperces időközönként hűtés mellett. A keveréket a Wetzeltől kapható hengermalomban hengereljük, amely két, 40 cm szélességű és 13 cm átmérőjű hengerköpenyt tartalmaz, és ahol a hengerrés 0,18 mm, a kapott szélesség 20 cm-nél nagyobb és az alkalmazott préselőerő 18 kN/cm. A kerületi sebesség 1,35 m/perc és a henger felületek érdessége Ra-számban kifejezve 25-30 μm . A hengerlési folyamat során a hőmérséklet értéke 22°C . A kapott lapos szerkezet vastagsága 0,19 mm és mechanikailag stabil. A lapos szerkezet problémák nélkül vihető fel a mechanikai hordozóra, például 0,14 mm vastagságú és 0,5 mm pórusméretű nikkel szálból álló nikkel hálóra. Az elektrolízis cella feszültsége 2,45 V 4 kA/m² áramsűrűség mellett. A feszültség lényegében túl magas a műszaki alkalmazásokhoz.

3. példa

Ezüst(I)-oxid és PTFE 9:1 tömegarányú keverékét IKA cégtől kapható M20 típusú ütközésses gyorshengersonon őröljük minden esetben 15 másodperces időközönként hűtés mellett. A keveréket a Wetzel cégtől kapható hengermalomban hengereljük, amely két, 20 cm szélességű és 10,8 cm átmérőjű hengerköpenyt tartalmaz, és ahol a hengerrés 0,13 mm, a kapott szélesség 20 cm-nél nagyobb és az alkalmazott préselőerő 1,0 kN/cm. A kerületi sebesség 1,35 m/perc és a hengerfelületek érdessége Ra-számban kifejezve 25-30 μm . A hengerlési folyamat során a hőmérséklet értéke 22°C. A kapott lapos szerkezet vastagsága 0,35 mm és mechanikailag stabil. A lapos szerkezet problémák nélkül vihető fel a mechanikai hordozóra, például 0,14 mm vastagságú és 0,5 mm pórusméretű nikkal szálból álló nikkal hálóra. Az elektrolízis cella feszültsége 2,35 V 4 kA/m² áramsűrűség mellett.

4. példa

Ezüst(I)-oxid és PTFE 9:1 tömegarányú keverékét IKA cégtől kapható M20 típusú ütközésses gyorshengersonon őröljük minden esetben 15 másodperces időközönként hűtés mellett. A keveréket a Wetzel cégtől kapható hengermalomban hengereljük, amely két, 40 cm szélességű és 10,8 cm átmérőjű hengerköpenyt tartalmaz, és ahol a hengerrés 0 mm, a kapott szélesség 15 cm-nél nagyobb és az alkalmazott préselőerő 0,5 kN/cm. A kerületi sebesség 1,35 m/perc és a henger felületek érdessége Ra-számban kifejezve 25-30 μm . A hengerlési folyamat során a hőmérséklet értéke 22°C. A kapott lapos szerkezet vastagsága 0,35 mm és mechanikailag stabil. A lapos szerkezet problémák nélkül vihető fel a mechanikai hordozóra, például 0,14 mm vastagságú és 0,5 mm pórusméretű nikkal szálból álló nikkal hálóra. Az elektrolízis cella feszültsége 2,15 V 4 kA/m² áramsűrűség mellett.

5. példa

Ezüst(I)-oxid és PTFE 9:1 tömegarányú keverékét IKA cégtől kapható M20 típusú ütközéses gyorshengersonon öröljük minden esetben 15 másodperces időközönként hűtés mellett. A keveréket a Wetzel cégtől kapható hengermalomban hengereljük, amely két, 40 cm szélességű és 10,8 cm átmérőjű hengerköpenyt tartalmaz, és ahol a hengerrés 0 mm, a kapott szélesség 30 cm-nél nagyobb és az alkalmazott préselőerő 0,5 kN/cm. A kerületi sebesség 1,35 m/perc és a henger felületek érdessége Ra-számban kifejezve 25-30 μm . A hengerlési folyamat során a hőmérséklet értéke 22°C. A kapott lapos szerkezet vastagsága 0,42 mm és mechanikailag stabil. A lapos szerkezet problémák nélkül vihető fel a mechanikai hordozóra, például 0,5 mm pórusméretű és 0,14 mm szálvastagságú nikkel hálóra oly módon, hogy a kapott szorítóerő 1 kN/cm. Az elektrolízis cella feszültsége 2,28 V 4 kA/m² áramsűrűség mellett.

Szabadalmi igénypontok

1. Eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, különösen elektrolízis cellákban történő alkalmazásra, amelynek során először a legalább egy katalizátort vagy katalizátor keveréket és egy kötőanyagot tartalmazó porkeverék hengerlése által egy lapos szerkezetet állítunk elő hengerpár segítségével, majd a lapos szerkezetet egy elektromosan vezető hordozóhoz kapcsoljuk hengerpárral történő hengerléssel, **azzal jellemezve**, hogy a hengerek préselőerejét a 0,2-15 kN/cm tartományban állandó értéken tartjuk.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, különösen elektrolízis cellákban történő alkalmazásra, amelynek során először a legalább egy katalizátort vagy katalizátor keveréket és egy kötőanyagot tartalmazó porkeverék hengerlése által egy lapos szerkezetet állítunk elő hengerpár segítségével, majd a lapos szerkezetet egy elektromosan vezető hordozóhoz kapcsoljuk hengerpárral történő hengerléssel, **azzal jellemezve**, hogy a hengerlést egymástól függetlenül 8-15 cm átmérőjű hengerekkel végezzük.

3. Az 1. vagy 2. igénypontok bármelyike szerinti eljárás gázdiffúziós elektródok előállítására, különösen elektrolízis cellákban történő alkalmazásra, amelynek során először a legalább egy katalizátort vagy katalizátor keveréket és egy kötőanyagot tartalmazó porkeverék hengerlése által egy lapos szerkezetet állítunk elő hengerpár segítségével, majd a lapos szerkezetet egy elektromosan vezető hordozóhoz kapcsoljuk hengerpárral történő hengerléssel, ahol a lapos szerkezetet hengerléssel visszük fel a katalizátor hordozóra, **azzal jellemezve**, hogy a hengerlési folyamatot 0,1-2 kN/cm szorítóerővel végezzük.

4. Az 1-3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a hengereknél a porkeverék hengerlése során 0,2-10 kN/cm, előnyösen 0,2-5 kN/cm, előnyösebben 0,2-2 kN/cm préselőerőt alkalmazunk.



5. Az 1-4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy egymástól függetlenül 8-13 cm, előnyösen legfeljebb 11 cm átmérőjű hengereket alkalmazunk.

5 6. Az 1-5. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a hengerek kerületi sebességét a porkeverék hengerlése során, egymástól függetlenül 0,05-19 m/perc, előnyösen 0,1-15 m/perc értéken tartjuk.

10 7. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a hengerek kerületi sebességét a lapos szerkezetnek hordozóhoz történő kapcsolása során, egymástól függetlenül 0,1-12 m/perc, előnyösen 0,8-2 m/perc értéken tartjuk.

15 8. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a lapos szerkezet vastagságát 0,05-0,7 mm, előnyösen 0,15-0,6 mm értékre állítjuk.

20 9. Az 1-8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a lapos szerkezet és/vagy a katalizátor hordozó hőmérsékletét a hengerlési folyamatok során 5-70 °C trományban tartjuk.

25 10. Az 1-9. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy olyan hengereket alkalmazunk, amelyek felületi érdessége egymástól függetlenül 0,05-1,5 µm.

30 11. Az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy az elektromosan vezető katalizátor hordozót egy gáz számára átjárható fém alaplemezhez kapcsoljuk.

ábramócs, S
Jfy

A meghatalmazott:
DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.
dr. Molnár István
szabadalmi ügyvivő