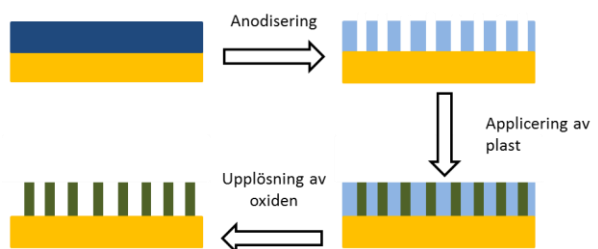
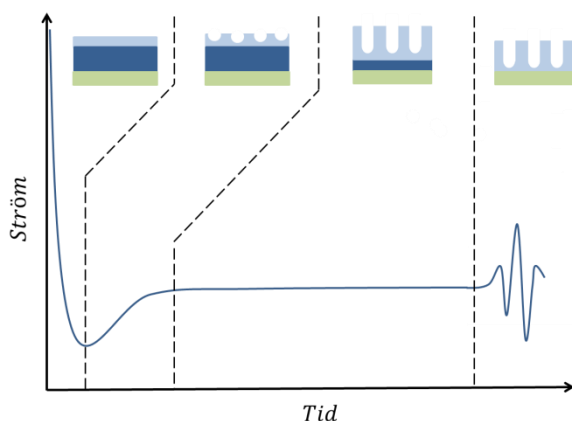


TILLVERKNING AV ETT PORÖST ALUMINUMOXIDMEMBRAN

I kroppen sköts information och kommunikation av nervceller. De finns både i hjärnan och i alla nerver och använder elektriska signaler för att förmedla sina budskap till varandra och till kroppens muskler. Genom att operera in ett implantat med elektroder i hjärnan som mäter förändringar i elektriska potentialer kan man få ett mått på aktiviteten hos nervcellerna. Ju mindre implantatet, och därmed dess upptagningsområde, är desto mer specifika blir mätningarna. En elektrod med liten yta ger dock signaler med mer brus än en med större yta. För att komma till rätta med det här problemet gäller det att förstora elektrodytan utan att göra implantatet större och en lösning är att strukturera ytan så att den inte är slät. Det finns flera olika sätt att göra det, men en intressant metod är att använda ett poröst membran som gjutform för en elektriskt ledande plast. När plasten kommit på plats kan membranet lösas upp och då står bara plastpinnar kvar på elektrodytan. Membranet tillverkas direkt på elektroden genom anodisering av aluminium, en teknik som går ut på att en elektrisk ström skickas genom ett aluminiumlager samtidigt som det är nedsänkt i en syra. Anodiseringen gör att aluminium oxiderar till aluminiumoxid samtidigt som en del av oxiden löser sig i syran, vilket gör att materialet blir poröst. Namnet anodisering kommer av att aluminiumet som anodiseras fungerar som anod, det vill säga den positiva elektroden i det här fallet. Den negativa elektroden, katoden, placeras också i syran.

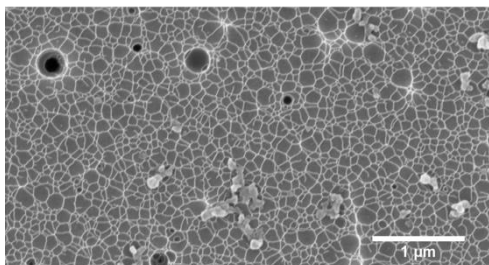
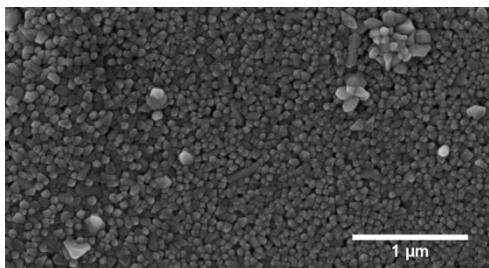


Ytan hos en elektrod förstoras genom att pinnar av en elektriskt ledande plast gjuts i ett poröst membran som tillverkas direkt på elektrodytan.



Strömmens beteende under anodiseringens olika faser.

Då anodisering utförs med hjälp av en konstant spänning över membranet kan den uppmätta strömmen i kretsen användas för att övervaka processen. Under de första sekunderna sjunker strömmen kraftigt för att ett elektriskt isolerande oxidlager växer sig tjockare på ytan som är i kontakt med syran. När porerna bildas stiger strömmen något och lägger sig på en stabil nivå tills hela aluminiumlagret omvandlats till porös aluminiumoxid. Då börjar strömmen förändras igen och det är dags att avbryta anodiseringen. Beroende på spänningen och syran som används blir porerna ca 30-200 nm i diameter. Efter anodiseringen kan porerna göras bredare genom att mer av oxiden löses upp, vanligtvis i fosforsyra. Behandlingen tar också bort oxidrester från porbottenarna.

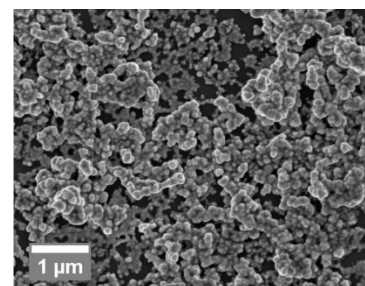
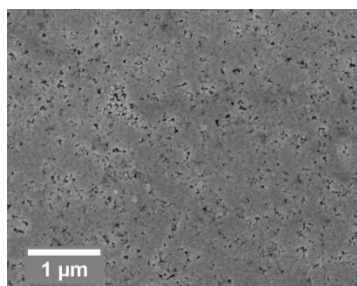


*Övre: Ursprunglig ytstruktur för aluminiumlagret.
Nedre: Aluminiumstruktur efter behandling med fosforsyra.*

För att undersöka om det här är en teknik som går att använda på hjärnimplantaten har den testats på testchip med guldelektroder gjorda ovanpå kisel. Ett 0,8 µm tjockt aluminiumlager lades på elektroderna och de anodiserades sedan i oxalsyra. Elektroderna tålde inte högre anodiseringsspänningar än 1 V, och flera av elektroderna förstördes helt under processen. Strömregistreringarna som gjordes på elektroderna som anodiserades vid 1 V tydde på att resistansen mycket riktigt ökade under de första sekunderna eftersom strömmen föll kraftigt, men det kom ingen efterföljande ökning av strömmen. Det gick inte heller att se några tecken på att porerna nått hela vägen genom aluminiumlagret, utan strömmen höll sig kvar på en stabil nivå. Vid anodiseringar som varade mer än 6-8 timmar verkar aluminiumlagret

ha lossnat från guldytan och flutit iväg. En tänkbar förklaring till det blev synlig då elektroderna undersöktes med svepelektronmikroskop, SEM. Det visade sig nämligen att aluminiumet på elektroderna från början var väldigt kornigt och inte ett homogent, sammanhängande lager. Troligen har kornigheten försvagat motståndskraften mot syran och det har gjort att aluminiumet inte klarat behandlingen. Anodiserade elektroder visade på samma ytstruktur då de undersöktes med SEM och det gick inte att se några porer. Behandling med fosforsyra, som skulle göra eventuella porer större, förändrade ytstrukturen hos aluminiumlagren, men det var oberoende av om elektroden anodiserats eller inte. Antagligen behövs högre anodiseringsspänningar än 1 V för att göra porösa aluminiumoxidmembran av aluminium, och för det krävs i sin tur tåligare elektroder. För att få bra resultat från anodiseringen behövs också ett homogent aluminiumlager som inte lossnar från elektroden när det utsätts för syraangrepp.

Även om inte försöken att framställa porös aluminiumoxid kan anses vara lyckade så har projektet gett idéer om en annan möjlighet för att öka elektrodytan. Efter att aluminiumlagret lossnat från elektroden har materialet under reagerat på anodisering genom att ändra sin ytstruktur. Det



Vänster: Obehandlat guld. Höger: Guldyta efter anodisering.

som har hänt skulle kunna vara anodisering av det underliggande guldmetallet och det kan vara en smidig lösning för hjärnimplantaten som skulle kräva färre tillverkningssteg än att gjuta plast i porös aluminiumoxid. Anodisering av guld gör guldmetallet poröst, men det är fortfarande rent guld i den porösa filmen. Innan tekniken tas i bruk måste det porösa guldets tålighet och elektriska egenskaper undersökas. Det är också väldigt viktigt att materialet och formen på elektroden passar bra ihop med vävnaden.