

## University of Groningen

### Metallic muscles

Detsi, Eric

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2012

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Detsi, E. (2012). *Metallic muscles: enhanced strain and electrolyte-free actuation*. s.n.

#### **Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### **Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Samenvatting

Kunstspieren veranderen van afmeting onder invloed van externe stimuli, zoals een elektrisch spanningsverschil. Populaire materialen die voor kunstspieren worden gebruikt zijn piëzokeramische materialen en electroactieve polymeren. Onlangs is er een nieuw soort kunstspier ontwikkeld, gemaakt uit nanoporeus metaal. Zulke metallische spieren, zoals ze worden genoemd, werken bij elektrische spanningen in de orde van 1 V, wat laag is vergeleken met piëzokeramische materialen die meer dan 100 V nodig hebben. Zulke metallische spieren hebben wel beperkingen veroorzaakt door de vloeistof (electrolyt) die nodig is om te kunnen functioneren. (1) De lage elektrische geleidbaarheid van de vloeistof beperkt de snelheid waarmee de spier kan bewegen. (2) In de vloeistof corrodeert het metaal als gevolg van de chemische reacties die plaatsvinden wanneer een elektrische spanning wordt aangelegd. (3) De vloeistof is niet handig voor een kunstspier, want veel toepassingen hebben een droge omgeving nodig.

Een belangrijke eigenschap van nanoporeuze metalen is hun hoge oppervlakte-volume verhouding. Wij beginnen dit proefschrift met het afleiden van een analytische uitdrukking om het specifieke oppervlak van nanoporeuze materialen te kunnen berekenen (*hoofdstuk 3*). Daarna wordt uitgelegd hoe verschillende typen nanoporeuze materialen gemaakt kunnen worden en hoe de afmetingen van de structuur zeer precies gereguleerd kan worden (*hoofdstuk 4*). Wij laten een nieuwe morfologie zien voor nanoporeus goud, waarbij de microstructuur afmetingen van twee verschillende groottes heeft. Dit nieuwe materiaal maakt grotere bewegingen van de kunstspier mogelijk, tot ~ 60x hoger dan gebruikelijk was (*hoofdstuk 5*).

We hebben laten zien dat de bovengenoemde problemen (1, 2 en 3) kunnen worden opgelost door de vloeibare electrolyt te vervangen door een vast polymeer. Metallische spieren in combinatie met een polymeer bewegen meer dan 1400 keer sneller dan in combinatie met een vloeibare electrolyt (*deel 1 van hoofdstuk 6*). Een interessante multifunctionele kunstspier kan worden gemaakt door de nanoporeus metal/polymeer composiet in een electrolyt te gebruiken: als een spanning wordt aangelegd over deze composiet, verandert het metaal van afmeting en tegelijkertijd verandert de polymeer van kleur (*deel 2 van hoofdstuk 6*).

## Samenvatting

Tot dusverre is nanoporeus metaal gebruikt om elektrische energie om te zetten in beweging. Het is bekend dat metalen nanodeeltjes, zogeheten nano-antennes, gebruikt kunnen worden om licht om te zetten in elektriciteit. Mogelijk kan nanoporeus metaal gebruikt worden om zulke optische antennes te maken. Als eerste stap op weg naar dat doel hebben wij de optische eigenschappen van nanoporeus goud onderzocht (*hoofdstuk 7*).

Het proefschrift zal leiden tot nieuwe toepassingen van metallische spieren. Patentaanvragen zijn in behandeling in de Verenigde Staten, Canada en Europa.