بسم الله الرحمن الرحيم

هندسة وتقنية التصنيع المصغر

تحرير

Yi Qin

ترجمة

أ.د. عبدالرحمن بن مشبب الأحمري

الأستاذ بقسم الهندسة الصناعية

كلية الهندسة– جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٦هـ (٢٠١٥م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كن، يي

هندسة وتقنية التصنيع المصغر/ كن يي؛ الأحمري، عبدالرحمن بن مشبب.- الرياض، ١٤٣٦هـ

٦٢٣ص؛ ٢١×٢٨سم

ردمك: ٢-٣٨٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- الهندسة الصناعية ٢- التصنيع أ. الأحمري، عبدالرحمن بن مشبب (مترجم)

ب. العنوان

ديوي ٦٧٠,٤٢ ١٤٣٦/٥٤٣٩

رقم الإيداع: ١٤٣٦/٥٤٣٩

ردمك: ٢-٣٨٨-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

هذه ترجمة عربية محكمة صادرة عن مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Micro-Manufacturing Engineering and Technology
By: Yi Qin
© 2010. Published by Elsevier Inc. All rights reserved
وقد وافق المجلس العلمي على نشرها في اجتماعه الثالث عشر للعام الدراسي ١٤٣٥/ ١٤٣٦هـ المعقود بتاريخ ١١/ ٥/ ١٤٣٦هـ الموافق ٢/ ٣/ ٢٠١٥م.

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يسمح بإعادة نشر أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر.

دار جامعة الملك سعود للنشر
KING SAUD UNIVERSITY PRESS

مقدمة المترجم

أدي التطور التقني السريع في مجالات هندسة ونظم التصنيع إلى ظهور تقنيات ومنظومات إنتاجية جديدة لها تطبيقات واسعة في مجالات الحياة المختلفة. ويعتبر التصنيع المايكرو (المصغر) والنانوي من أهم توجهات التطور التقني الحديث في مجالات التصنيع والتي أصبحت تقوم بدور مهم في الكثير من المنتجات الصناعية الحديثة. وحيث أن هذا التطور التقني كان بلغات الدول المتقدمة صناعياً مما أدى إلى عدم مواكبة المكتبة العربية لذلك التطور مما يستدعي زيادة الجهود الرامية إلى الإسهام في نقله إلى اللغة العربية. لذا دعت الحاجة إلى ترجمة هذا الكتاب القيم في مجال هندسة التصنيع المصغر.

يقدم هذا الكتاب الترجمة العربية لكتاب "هندسة وتقنية التصنيع المصغر" للمؤلف يي كن. يعتبر هذا الكتاب مرجعاً أساسيا لتطور التصنيع المصغر وتقنياته ومنظوماته ويشتمل على الكثير من المنتجات والابتكارات التي حققت نتائج حقيقية في عالم التصنيع المصغر وكان لها عائد اقتصادي. ومن مميزات هذا الكتاب أنه شارك في تأليفه عدد كبير من الخبراء والمختصين في تقنيات ونظم التصنيع المصغر في جامعات ومراكز عالمية مرموقة والذين تم اختيارهم بعناية من قبل المؤلف. ويقدم الكتاب المفاهيم الأساسية والمصطلحات العلمية الخاصة بالتصنيع المصغر وطريقة نشأته ويتضمن التوجهات البحثية الحديثة في هذا المجال. وتشمل موضوعات الكتاب التشغيل والتشكيل والتكرار المصغر والطباعة الحجرية وتقنية الأغشية الرقيقة وهندسة السطوح وعمليات الليزر والألياف المصغرة والنانوية والأدوات المصغرة والوصل/التجميع المصغر وكذلك المناولة المصغرة والروبوتات المصغرة والفحص والتشخيص ونظم تنفيذ التصنيع وكذلك تحليلات الميكانيكا المصغرة واستدامة تقنيات التصنيع المصغر.

ومما لاشك فيه أن هناك صعوبة كبيرة في الكثير من المصطلحات العلمية المتعلقة بهندسة ونظم التصنيع المصغر إلا أنه تم خلال هذه الترجمة اختيار أنسب المصطلحات وأوضحها وأقربها من المصطلح العلمي الأصل حتى يتمكن القارئ والباحث من فهم المادة العلمية بشكل مبسط. وقد تم في هذا الكتاب اختيار أقرب الكلمات

العربية لترجمة الكلمة مايكرو (Micro) وهي كلمة "مصغر" حيث أن هناك العديد من المعاني لهذه الكلمة مثل الصغير، والدقيق ومتناهي الصغر وغيرها.

أتمنى أن تسهم هذه الترجمة في إثراء المكتبة العربية وزيادة المحتوى المتخصص في منظومات وتقنيات التصنيع وأن يكون هذا الجهد وسيلة لإسهامات أخرى مستقبلية في ترجمة مصادر حديثة في مجالات التصنيع المتقدمة. وفي الختام أتقدم بالشكر والعرفان إلى مركز الترجمة بجامعة الملك سعود على دعم وتشجيع مشروع ترجمة هذا الكتاب.

المترجم

أ.د. عبدالرحمن بن مشبب الأحمري

تمهيد

أدى تزايد الطلب على النظم الكهروميكانيكية والمنتجات المصغرة الأخرى إلى تطور سريع في تقنيات التصنيع المصغر للأجزاء والنظم، والذي يتضمن عمليات التصنيع وأدواتها وتشغيلها. جمع هذا الكتاب بين طياته المعرفة المتعلقة بالتصنيع المصغر، والتي اكتسبها خبراء رواد في هذا المجال على مدى العقد الماضي، والتي لا يقتصر دورها على إثراء تقنيات التصنيع المصغر، بل يتعداه إلى تحفيز المزيد من الاهتمام بهذا المجال الذي يجلب الاستثمارات الكبيرة.

وبخلاف الكتب الأخرى، والتي يركز بعضها على عمليات التصنيع المصغر فقط، فإن هذا الكتاب يغطي سلاسل التصنيع وقضايا نظم التصنيع، مثل المناولة، والفحص، والروبوتات، والأتمتة.

عادة ما يجد ممارسو التصنيع صعوبة في اختيار التقنية المثلى المتعلقة بمنتج معين. ولهذا فإن هذا الكتاب يركز على التقنيات العملية، والأدوات الملائمة، والأجهزة، والاستخدام. قراء هذا الكتاب الذين لديهم خلفية أو خبرة في الميكانيكا، أو التصنيع، أو المواد، أو هندسة الإنتاج سوف يشعرون بارتياح كبير في التعامل مع مادة هذا الكتاب.

مجالات التصنيع المصغر والمنمنم التي يغطيها هذا الكتاب تتضمن ما يلي: التشغيل المصغر، والتشكيل المصغر، والتكرار المصغر، والطباعة الحجرية، وتقنية الأغشية الرقيقة، وهندسة السطوح، وعمليات الليزر، والألياف المصغرة والنانوية، والأدوات المصغرة، والوصل/التجميع المصغر، وكذلك المناولة المصغرة، والروبوتات المصغرة، والبحث، والفحص والتشخيص، ونظم تنفيذ التصنيع. كما يتضمن الكتاب تحليلات الميكانيكا المصغرة واستدامة تقنيات التصنيع المصغر. كل فصل من فصول الكتاب كتبه أساتذة رواد في مجالهم، أو مهندسون لديهم خبرة مرموقة أو باحثون في مجال له علاقة بالتصنيع المصغر. لقد تم انتقاء معظم المساهمين من شركاء قادة في المشاريع التي يدعمها الاتحاد الأوروبي، بما في ذلك مشروع تصنيع المنتجات المصغرة والمنمنمة بكميات كبيرة (MASMICRO) والذي يعد واحداً من أكبر مشروعات التصنيع المصغر/ النانوي المدعومة من الاتحاد الأوروبي.

أود، وبالأصالة عن كل المؤلفين، أن أعبر عن امتناني الخاص للأستاذ فرانك ترافيس على ملاحظاته القيمة على جميع مسودات الفصول ومراجعة المسودة النهاية للكتاب. كما أود أن أتقدم بالشكر للسيد كانرين زنج والذي أعد بعض التوضيحات والرسومات لبعض الفصول، وكذلك الدكتور باسكال مير الذي زودنا بالعمل الفني لغلاف الكتاب. وأخيراً اعبر عن شكري لكل المؤلفين لعملهم الجاد في إعداد هذا الكتاب، والذي لم يكن ممكنا بدون دعمهم.

البروفيسور يي كين

قسم التصميم والتصنيع والإدارة الهندسية

جامعة ستراثكلايد- جلاسكو- المملكة المتحدة

تلفون: 3130 548 141 0044 فاكس:7986 552 141 0044 بريد الكتروني:qin.yi@strath.ac.uk

المشاركون

موجنز ارنتوفت

الدكتور موجنز ارنتوفتظ، هو قائد فريق العمليات والتقنية المصغرة في أي بي يو في الدنمارك، يعمل في مجال الحدادة على البارد، المحاكاة العددية والفيزيائية، والتشكيل المصغر، لأكثر من ١٥ سنة. قام بالتنسيق والمشاركة في العديد من المشاريع الممولة من الاتحاد الأوروبي. الدكتور ارنتوفت هو رئيس فريق الحدادة على البارد الدنماركية وهو عضو في مجموعة الحدادة على البارد العالمية، جمعية الفلزات الدنماركية، ESAFORM، ومجموعة تشكيل الصفائح المعدنية. قام بنشر أكثر من ٥٠ ورقة علمية في مجلات عالمية محكمة.

جوليانو بيساكو

الدكتور جوليانو بيساكو أستاذ مساعد في هندسة التصنيع في جامعة بادوفا، عمل مساعد باحث (٢٠٠١ – ٢٠٠٤) وأستاذ مساعد (٢٠٠٥ –٢٠٠٧) في دي يو تي (DTU) بالدنمارك. تشتمل النشاطات البحثية لبيساكو على تصميم وتصنيع المكونات الميكانيكية المصغرة في المعادن، والبوليمرات، والسيراميك وتطوير وأمثلة عمليات التصنيع المصغر في إنتاج المكونات المصغرة التي تتميز بهندسة معقدة ثلاثية الأبعاد وتطوير سلسلة عمليات مبتكرة في تصنيع المكونات المصغرة، عمليات الأدوات، والآلات.

البريد الإلكتروني: giuliano.bissacco@unipd.it

اندرو بروكيت

تخرج السيد اندرو بروكيت في جامعة ستراثكلايد، وحصل على شهادة الماجستير في هندسة تصميم الإنتاج. وقد عمل أثناء دراسته في الجامعة وبعدها لمدة ثلاث سنوات كمساعد باحث في مشروع EU MASMICRO، كمسؤول عن تصميم الآلات والأدوات في تشكيل الصفائح المصغرة. وهو يعمل حالياً كمهندس مشروع في صناعة الطاقة.

البريد الإلكتروني: andrewbrockett@hotmail.co.uk

كاي شنغ

الأستاذ كاي شنغ، أستاذ كرسي في أنظمة التصنيع، رئيس قسم AMEE في جامعة برونل، أدار سلسلة من المشاريع المدعومة ونشر أكثر من ١٦٠ ورقة تقنية، خمسة كتب، وستة فصول في كتب. كاي عضو في IET و IMechE، والمحرر الأوروبي في المجلة العالمية لتقنية التصنيع المتقدمة وعضو مجلس التحرير في المجلة العالمية لتقنية التصنيع المتقدمة. تتضمن نشاطاته البحثية الحالية على تصميم آلات الدقة، التصنيع الرقمي، وتقنيات المشاريع.

البريد الإلكتروني: kai.cheng@brunel.ac.uk

ايونيس كروناكيس

الدكتور ايونيس كروناكيس أستاذ مشارك ومدير المشروع البحثي في سويريا بالسويد، كان في طليعة الباحثين في تطوير وتطبيقات المواد المصغرة/ النانوية وتقنيات تصنيعها. حاز على الدكتوراة في الكيمياء الفيزيائية من جامعة كرانفيلد، ثم عمل في جامعة لند بالسويد و INRA في فرنسا، ونشر أكثر من ٥٠ ورقة بحثية وفصول في كتب ومسجل ثلاث براءات اختراع في التقنية المصغرة النانوية.

البريد الإلكتروني: ioannis.chronakis@swerea.se

ارنود دي جريف

يحمل الدكتور ارنود دي جريف الماجستير في الهندسة الميكانيكية، والدكتوراة في الهندسة الصناعية، ويعمل كأستاذ مشارك في قسم الهندسة الميكانيكية بجامعة DTU بالدنمارك. اهتماماته البحثية تتضمن تصميم وتصنيع المنتجات المصغرة (بشكل رئيسي المعدن، البوليمر، وأساس السيراميك، بأبعاد ما دون الميليمتر)، وسلاسل العمليات الابتكارية المعقدة في تكرار المكونات على المستوى المصغر. كما أن له نشاطات في تقييم دورة الحياة للتقنيات المصغرة ويهتم بطرق التصميم السائب.

البريد الإلكتروني: adg@ipl.dtu.dk

راسموس سولمر اريكسن

السيد راسموس اريكسن فني متدرب وقد عمل في آلات الإنتاج الصناعي لسنوات عديدة. حاز على الماجستير في ٢٠٠٥ في الهندسة الكهربائية من جامعة دي تي يو بالدنمارك، ثم عمل بعد ذلك لسنة واحدة في أي بي يو كمهندس استشاري في قسم التطوير التقني. في سنة ٢٠٠٦ انضم راسموس إلى فريق التصنيع المصغر النانوي في دي تي يو

حيث عمل على الحصول على الدكتوراة. تركز بحثه على تصميم الأدوات للتشكيل السائب للمكونات المصغرة وكان جزءاً من فريق البحث الذي صمم مكنة أولية وظيفية للتشكيل السائب المصغر مع مشروع MASMICRO.

البريد الإلكتروني: rser@mek.dtu.dk

برتراند فيلون

الدكتور برتراند فيلون هو كبير التقنيين في CEA/LITEN لتقنيات الطاقة الجديدة، والمواد العضوية، الإلكترونية، والنانوية، في فرنسا، والرئيس العلمي لفريق البوليمر الفرنسي. وهو الذي ابتدأ منصة البوليمر بما في ذلك فرق البحث CEA ومختبرات CSEM السويسرية. ما بين ١٩٩٠ و ٢٠٠٣ عمل مع شركة باشنري للتغليف كمنسق لنشاطات البحث والتطوير في الشركة وكقائد لفريق خبراء البوليمر في الشركة.

البريد الإلكتروني: Bertrand.fillon@cea.fr

جنزالو فيونتس

الدكتور جنزالو فيونتس حصل على الدكتوراة في علم المواد والأغشية الرقيقة من جامعة اوتونوما في مدريد، ويبحث في الأنابيب النانوية غير المتجانسة والأنظمة الجزيئية الكبرى في ألمانيا. منذ سنة ٢٠٠٣ وهو مسؤول عن المشاريع العالمية في مركز هندسة السطح المتقدمة في أسبانيا. اشترك في خمسة مشاريع ممولة من الاتحاد الأوروبي وقام بتنسيق عدة مشاريع وطنية محلية. نشر ٤٥ ورقة علمية في مجلات محكمة.

البريد الإلكتروني: gfuentes@ain.es

استا جيجيكيت

الدكتور استا جيجيكيت مدير مشروع في نوفو نوردسك، ولديها خبرة احترافية في تناول وتجميع المنتجات المصغرة، بما في ذلك الفحص، التطوير، وأتمتة تجميع العمليات. حصلت على الدكتوراة ضمن برنامج الإنشاءات، الإنتاج، الهندسة المدنية، والنقل، ولديها ماجستير في علم المواد وبكالوريوس في الهندسة الصناعية.

البريد الإلكتروني: agek@novonordisk.com

ارنولد جلنر

درس الدكتور ارنولد جلنر الفيزياء في جامعة دارمستات وحصل على الدكتوراة في الهندسة الميكانيكية من RWTH سنة ١٩٩٤. وقد عمل منذ ١٩٨٥ كعالم في معهد فرنشوفر في تقنية الليزر. وبدءاً من ١٩٩٢ قام بتطوير قسم

التقنية المصغرة في ILT، والذي أصبح قسماً رائداً. وبالاشتراك مع ٢٠ عالماً قام بتطوير عملية ليزر صناعية في الوصل المصغر والتغليف، الإنشاء المصغر والنانوي، وتطبيقات البوليمر وفي علوم الحياة.

البريد الإلكتروني: Arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de

كولين هاريسون

الدكتور كولين هاريسون زميل بحث رئيسي، تخصص في العلوم الهندسية من جامعة ابردين سنة ١٩٨٤ وحاز على جائزة مكريغور في الهندسة، ثم عمل في صناعة النفط، قبل أن ينضم إلى جامعة دندي حيث عمل على محاكاة الأحداث المنفصلة وتصنيع الحاسوب التكاملي مع NCR. ثم انشأ مكتب استشارات قبل أن ينضم إلى جامعة ستراثكلايد لدراسة الماجستير ثم الدكتوراة، حيث تخصص في الميكاترونيك وأتمتة التصنيع. ثم عمل في التحكم والميكاترونيك لتطوير المكنات ضمن مشروع EU MASMICRO.

البريد الإلكتروني: c.harrison@strath.ac.uk

كرستوف هارتل

الدكتور كرستوف هارتل أستاذ في جامعة كولون للعلوم التطبيقية منذ ٢٠٠٢. عمل كمدير عام مسؤول عن مركز ابحاث وتطوير التهذيب في مصنع ألماني. وهو المدير الإداري لمعهد تقنية الإنتاج ومنظمة الإنتاج GmbH ورئيس جمعية التعليم التقني والعلمي في جامعة كولون. تركز أبحاثه الحالية على تقنية التهذيب المصغر، معالجة الليزر، ومحاكاة العمليات.

البريد الإلكتروني: christoph.hartl@fh-koeln.de

جنز هولتكامب

درس السيد جنز هولتكامب الهندسة الميكانيكية في جامعة آخن للتقنية. عمل مهندس ابحث منذ ٢٠٠٤ في معهد فرانهوفر لتقنية الليزر في آخن، مع قسم التقنية المصغرة. كما انه عضو في فريق الإنشاء المصغر ومجال بحثه الرئيسي هو عمليات التشكيل بمؤازرة الليزر.

البريد الإلكتروني: jens.holtkamp@ilt.fraunhoer

بترو لاريزا

الدكتور بترو لاريزا مسؤول قسم الأبحاث والتطوير في ماسمك، إيطاليا، حيث يقوم بالأبحاث الصناعية الموجهة إلى الروبوتية، الأتمتة، القياس، وتقنيات التصنيع المتقدمة. لقب خبير MIUR في مجال الإلكترونيات، قياسات الإلكترونيات، والتحكم الآلي. قام بنشر أوراق تقنية مختلفة وسجل براءات اختراع متعددة حول تقنيات التعريف ومعالجة الصور الطبية.

البريد الإلكتروني: piero.larizza@masmec.com

مالت لانغماك

درس السيد مالت لانمغماك الهندسة الميكانيكية مع التركيز على الهندسة المصغرة والدقة في جامعة برلين التقنية في ألمانيا. عمل منذ ٢٠٠٧ كمهندس باحث في مجال التشغي بالتفريغ الكهربائي المصغر في مركز تقنية الإنتاج المصغر في فرانهوفر.

البريد الإلكتروني: malte.langmack-projekt@ipk.fraunhofer.de

جينغو لن

الأستاذ جينغو لنغ رئيس قسم ميكانيكا المواد في الكلية الملكية بلندن، مشرف البحث في تصميم وأمثلة عمليات المواد ونمذجة العمليات، ونشر أكثر من ١٥٠ ورقة بحثية خلال العشرين سنة الماضية. عضو مجلس التحرير في خمس مجلات عالمية، وسجله حافل بخصوص الأبحاث الممولة من الاتحاد الأوروبي، EPSRC، DTI، والصناعة، ونظم العديد من المؤتمرات العالمية. يشرف حالياً على فريق بحثي مكون من ١٥ باحثاً يعملون على عمليات تشكيل المواد.

البريد الإلكتروني: jianguo.lin@imperial.ac.uk

رافا لوبيز

الدكتور رافائيل لوبيز يحمل درجة في هندسة الاتصالات. عمل في قسم الأبحاث والتطوير شركة آلثيا، أسبانيا، في سنة ٢٠٠٠. وفي سنة ٢٠٠١ تعاقد مع شركة IBM كمهندس نظم للشبكات الواسعة في مدريد وبرشلونا. وهو من المؤسسين لشركة Robotnik Automation سنة ٢٠٠٢ وقد عمل منذ ذلك الوقت كمدير للأبحاث والتطوير في الشركة.

البريد الإلكتروني: rlopez@robotnik.es

يانلنغ ما

حصلت الدكتورة يانلنغ ما على الدكتوراة ثم عملت كزميل باحث في جامعة ستراتشكلايد. لها خبرة في تطوير الأدوات/ المكنات في تشكيل المعادن والتشكيل المصغر. ساهمت في تصميم المكنات والأدوات في نظام التشغيل بالختم المصغر الذي تم تطويره في ستراتشكلايد. قبل أن تنضم إلى جامعة ستراتشكلايد عملت في الصناعة لمدة ١٠ سنوات. تعمل حالياً كمهندس مشروع رئيسي ومدير مشروع في معامل رذرفورد، ومجلس خدمات العلوم والتقنية في بريطانيا.

البريد الالكتروني: yanling.ma@stfc.ac.uk

ماثياس مير

السيد ماثياس مير مدير مشروع وباحث في قسم تقنية التنظيف الفائق والتصنيع المصغر في معهد فرانهوفر في التصنيع الهندسي والأتمتة في شتتغارت، ألمانيا. مجال بحثه الرئيسي في بيئة إنتاج تقنية المعلومات. السيد مير يحمل الماجستير في تقنية

المعلومات ودبلوم الهندسة الكهربائية من جامعة شتتغارت، ألمانيا.

البريد الإلكتروني: Matthias.meire@ipa.fraunhofer.de

باسكال مير

حصل الدكتور باسكال مير على الدكتوراة سنة ١٩٩٦ من جامعة فرانشي كومتي (جرعة النيوترون مع الكاشف النووي في الحالة الصلبة). بعد سنتين من عمله كأستاذ مساعد عمل كباحث في معهد تقنية التصنيع. تتضمن اهتماماته تحويل المنتجات المصغرة تجارياً، خاصة التي يتم إنتاجها وفق عملية LIGA وإنتاجها (التكرارية، الجودة، الموثوقية، الخ).

البريد الإلكتروني: pascal.meyer@kit.edu.

جوهان مشلر

حصل الدكتور جوهان مشلر في معهد الفدرالي السويسري للتقنية في مجال ميكانيكا الأغشية الرقيقة. عمل في EMPA منذ سنة ٢٠٠٠ ويرأس حالياً مختبر ميكانيكا المواد والبنية النانوية في EMPA. نشر أكثر من ١٠٠ ورقة علمية ومؤسس مشارك لشركتين في الآلات العلمية.

البريد الإلكتروني: johann.michler@empa.ch

الكسندر اولونسكي

درس الدكتور الكسندر الونسكي الهندسة الميكانيكية في جامعة آخن للتقنية، وانضم إلى معهد فرانهوفر في تقنية الليزر سنة ١٩٩٦ كمهندس مشروع في قسم التقنية المصغرة. حصل على الدكتوراة في ٢٠٠٢ في مجال التشكيل المصغر لشعاع الليزر. رأس منذ ٢٠٠١ فريق تقنية الوصل المصغر مع النشاطات المتعلقة بعمليات الوصل المصغر على أساس الليزر مثل اللحام، الربط، ولحام البوليمر.

البريد الإلكتروني: Alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de

ستغ أيرفنغ اولسن

حصل الدكتور ستغ ايرفنع اولسن على ماجستر العلوم (الحيوية) من جامعة كوبنهاغن والدكتوراة من جامعة الدنمارك التقنية. وهو أستاذ مشارك في الإنتاج المستدام، قسم هندسة الإدارة، DTU. عمل لأكثر من عشرين سنة في أبحاث البيئة. ركز بشكل خاص على وجوه التشابه بين LCA و RA مثلاً في إحلال وتطبيق LCA للإنتاج المستدام في الصناعة. وفي الآونة الأخيرة كان تقييم تقنية LCA مجال بحثه الرئيسي.

البريد الإلكتروني: siol@man.dtu.dk

لاتيشيا فيليب

حصلت الدكتورة لاتيشيا فيليب على الدكتوراة وأكملت أبحاثها في مجال العمليات الكهروكيميائية الموضعية واثر التشوهات الميكانيكية على خواص المواد النانوية المشكلة كهربائياً. وهي حاليا ترأس فريق بحث الإنشاء النانوي بالطرق الكهروكيميائية، في EMPA، بسويسرا. تتعلق أبحاثها بتركيب البنيات النانوية المعدنية، شبه الموصلة، والمركبة (الأسلاك والنقاط)، التلاعب بالخواص، والتشخيص الميكانيكي.

البريد الإلكتروني: laetitia.philippe@empa.ch

واي كين

الأستاذ واي كين مدير الخدمات ونائب مدير الأبحاث ورئيس الفريق البحثي في هندسة الدقة والتصنيع المصغر في جامعة ستراثكلايد. تتضمن اهتماماته البحثية التصنيع المصغر/ النانوي، التشكيل المصغر، التشكيل الدقيق، أنظمة التصنيع، والمحاكاة العددية. قام واي بتنظيم سلسلة من مشاريع RTD، بما في ذلك الإدارة العامة لمشروع EU FP6 Masmirco كمنسق مشروع. نشر أكثر من ١٢٠ ورقة تقنية، وعمل كمراجع للعدد من المجلات الرائدة والمؤتمرات، وعضو مجلس التحرير في IJMTM. القى واي العديد من الخطابات في أكثر من ٢٠ مؤتمراً وورشة عالمية.

البريد الإلكتروني: qin.yi@strath.ac.uk

اخطر رازالي

يعمل السيد اخطر رازالي على الدكتوراة في تقنية التصنيع المصغر في جامعة ستراثكلايد، بريطانيا. انخرط في العديد من المشاريع البحثية في التصنيع المصغر. يتركز بحثه على تطوير طرق التناول ومعدات تطبيقات التصنيع المصغر. عمل كمحاضر في إحدى الجامعات الشعبية المحلية في ماليزيا قبل دراسة الدكتوراة، حيث قام بتدريس مواضيع في النظم الميكانيكية والكهربائية.

البريد الإلكتروني: akhtar.akhtar@strath.ac.uk

ماركوس روهنر

درس السيد ماركوس روهنر الهندسة الميكانيكية في جامعة درسدن التقنية ثم عمل كمهندس عالم ونائب رئيس فريق بحث تقنية الإنتاج المصغر، معهد أدوات المكنات وإدارة المصانع، الجامعة التقنية في برلين (٢٠٠٥ – ٢٠٠٨). ومنذ ٢٠٠٨ عمل ماركوس كمهندس بحثي في معهد فرانهوفر، كما انه المسؤول عن الاستشارات التقنية والاستراتيجية في صناعات متعددة.

البريد الإلكتروني: markus.roehner@ipk.fraunhofer.de

كارولينا ماليسكا

حصلت الآنسة كارولينا ماليسكا على ماجستير الهندسة في جامعة وارسو للتقنية في مجال الميكانيكا المصغرة. ومنذ ٢٠٠٦ وهي تدرس الدكتوراة مركزة على السلوك الميكانيكي والاحتكاكي على المستوى المصغر والنانوي لأغشية السيراميك متعددة الطبقات في تطبيقات الأنظمة الكهروميكانيكية المصغرة في EMPA سويسرا.

البريد الإلكتروني: Karolina.rzepiejewska@empa.ch

فولكر سيل

فولكر سيل أستاذ الهندسة الميكانيكية في جامعة كارلسروهي في ألمانيا ويعمل أيضاً مدير معهد تقنية البنية المصغرة (IMT). يجمع المعهد ما بين معهد فرونشنغزنترم (المعروف حاليا بمعهد كارلسروهي للتقنية)، المختبر الوطني الألماني، وجامعة كارلسروهي. حصل الدكتور سيل على الدكتوراة في الفيزياء من جامعة لدويغ مازيمنليان في منخن سنة ١٩٧٦. تتركز أبحاث سيل على تقنية الأنظمة المصغرة وتتضمن التركيب النانوي والمصغر للمكونات وتطبيقاتها في البصريات، المائعيات، والتحليليات. كما انه يهتم بشكل خاص بتطبيقات إشعاع المسارعات في الطباعة الحجرية بأشعة اكس ومعدات أشعة اكس البصرية وأنظمتها.

البريد الإلكتروني: Volker.sail@kit.edu

فيليكس شميت

درس السيد فيليكس شميت الهندسة الميكانيكية في جامعة آخن للتقنية وأنهى دراسته بشهادة في تقنية الإنتاج المصغر هناك. ومنذ ٢٠٠٥ وهو يعمل كمنهدس أبحاث في معهد فرانهوفر لتقنية الليزر، آخن، مع قسم التقنية المصغرة. كما انه جزء من فريق تقنية الوصل المصغر. مجال بحثه الرئيسي هو اللحام المصغر بشعاع الليزر.

البريد الإلكتروني: felix.shmitt@ilt.franhofer.de

جوشيم شولز

حصل الدكتور جوشيم شولز على الدكتوراة في فيزياء الحالة الصلبة. ابتدأ أبحاثه كباحث ما بعد الدكتوراة في معهد تقنية البنية المصغرة كارلسروهي سنة ١٩٩١، حيث قاد فريق تقنية مجسات LIGA وقسم التقنية لعدة سنوات. بعد التركيز على تنفيذ خط الإنتاج الآلي لمنتجات LIGA، أسس شركة الأعمال المصغرة سنة ٢٠٠٧، والتي تركز على إنتاج الأجزاء عالية الدقة باستخدام تقنية LIGA بأشعة اكس.

البريد الإلكتروني: Joachim.schulz@kit.edu

باتريك شوالر

حصل الدكتور باتريك شوالر على الدكتوراة من جامعة زيورخ في مجال مطيافية الإلكترون الضوئي. عمل منذ ٢٠٠١ في EMPA (سويسرا) في مجال الميكانيكا المصغرة والنانوية مع التركيز على تقنيات التثليم الآلي. وهو أيضاً محاضر في جامعة بيرن للعلوم التطبيقية.

البريد الإلكتروني: Patrick.schwaller@empa.ch

انطونيو سانشيز

حصل الدكتور انطونيو سانشيز على الدكتوراة في علوم الحاسب الآلي في جامعة بوليتكنيك فالنسيا، إسبانيا، سنة ٢٠٠١. وهو أستاذ مشارك في نفس الجامعة، ويدرس في مجال الرؤية الصناعية والروبوتية. تتضمن أبحاثه برمجة الروبوت الذكي والرؤية النشطة. نشر العديد من الورقات التقنية في هذه المجال. الدكتور سانشيز عضو AERFAI منذ ١٩٩٩ وعضو CEA-IFAC أيضاً.

البريد الإلكتروني: asanchez@isa.upv.es

ديفيد سترفتر

درس الدكتور ديفيد سترفتر فيزياء الحالة الصلبة وشبه الموصلات في JKU في النمسا، وعمل في Profactor GmbH ثم في UAR GmbH حيث ركز على التصوير المقطعي التماسكي OCT في علم القياس وتشخيص المواد غير الإتلافية. يعمل حالياً كعالم رئيسي في مجال طرق التصوير التماسكي بالحقل الكامل والتقنيات البصرية غير الخطية المتقدمة في تشخيص السطوح والأغشية الرقيقة. وهو محكم في العديد من المجلات العلمية العالمية ومؤلف ومشارك في تأليف أكثر من ٧٠ ورقة علمية محكمة.

البريد الإلكتروني: david.stifter@jku.at

سيزهي سن

حصلت الدكتورة سيزهي سن على بكالوريوس وماجستير الهندسة الميكانيكية من معهد هاربن للتقنية، الصين، سنة ٢٠٠١ و ٢٠٠٣. ثم حصلت على الدكتوراة في ميكنة الدقة والتشغيل المصغر سنة ٢٠٠٩ في جامعة برونل. تتضمن اهتماماتها البحثية حالياً نمذجة ومحاكاة عمليات التصنيع المصغر وتصميم أدوات المكنات الدقة، بما في ذلك إعادة هيكلة أدوات المكنات في التصنيع المصغر. وقد نشرت أكثر من ١٠ ورقات تقنية في هذه المجالات.

البريد الإلكتروني: xizhi.sun@brunel.ac.uk

بيتر تانغ

الدكتور بيتر تانغ حاصل على الماجستير في الهندسة الكيميائية والدكتوراة في الهندسة الكهروكيميائية والتقنية المصغرة. عمل لأكثر من ١٥ سنة في الطلاء الكهربائي والكيمياء الكهربائية، ومدير للعديد من المشاريع الوطنية ومشاريع الاتحاد الاوروبي والمشاريع الصناعية. عمل بتير مؤخراً في الطلاء النبضي للنيكل، النحاس، الفضة، الزنك، وسبائك متنوعة في مجال التقنية المصغرة. نشر أكثر من ٦٥ ورقة علمية وله العديد من براءات الاختراع في مجال الكيمياء الكهربائية، التشكيل الكهربائي، الطلاء النبضي، والتعدين الانتقائي.

البريد الإلكتروني: tt@ipu.dk

جودو توسيلو

حصل الدكتور جودو توسيلو على الدكتوراة في هندسة التصنيع من جامعة DTU في الدنمارك، مع التركيز على التكرار المصغر/ النانوي للبوليمر. وهو أستاذ مساعد حالياً في نفس الجامعة ومسؤول عند عدة مشاريع مدعومة

من الاتحاد الأوروبي ووطنياً، خاصة في تقنية البوليمر وقولبة الحقن. ألف وشارك في تأليف أكثر من ٦٠ ورقة تقنية/ تقرير، وعمل كمحكم للعديد من المؤتمرات حول التصنيع المصغر/ النانوي وهندسة الدقة.

البريد الإلكتروني: guto@mek.dtu.dk

اكرت اولمان

عمل الأستاذ اكرت اولمان كمهندس باحث ومهندس مسؤول في IWF (١٩٨٦ – ١٩٩٤)، وتحمل مسؤوليات ادارية متنوعة في شركة هيرمز بهامبرغ (١٩٩٤-١٩٩٧)، منها نائب رئيس الشركة (١٩٩٥). أصبح الأستاذ اولمان مدير معهد فرانهوفر ومدير أدوات المكنات وتقنية التصنيع في IWF في برلين في مركز برلين لتقنية الإنتاج (١٩٩٧).

البريد الإلكتروني: eckart.uhlmann@ipk.fraunhofer.de

ماثياس وورجل

يعمل الدكتور ماثياس وورجل حالياً في معهد تقنية البنية المصغرة معهد كارلسروهي للتقنية، ألمانيا. حصل على درجة الهندسة الميكانيكية من جامعة كارلسروهي. وهو يرأس الفريق البحثي في المعهد منذ ٢٠٠٥ ورئيس قسم التكرارية منذ سنة ٢٠٠٨.

البريد الإلكتروني: Matthias.worgull@imt.fzk.de

جاي زهاو

حصلت الآنسة جاي زهاو على شهادتها الأولى في الميكاترونيك في جامعة زيان شياو في الصين سنة ٢٠٠٥، والماجستير في الميكاترونيك وهندسة الأتمتة من جامعة ستراثكلايد سنة ٢٠٠٦. وفي سنة ٢٠٠٧ بدأت البحث في التصنيع المصغر كمساعد باحث. عملها عبارة عن مزيج من الميكاترونيك، تطوير الأدوات/ المكنات، هندسة المتطلبات، وإدارة المشاريع. تحضر حالياً للدكتوراة في التصنيع المصغر.

البريد الإلكتروني: j.zhao@strath.ac.uk

المحتويات

مقدمة الترجمة ..... خ

تمهيد ..... ذ

المشاركون ..... ز

١. استعراض التصنيع المصغر ١

يي كن

٢. التشغيل المصغر والنانوي من خلال القطع الميكانيكي ٣٣

سيزهي سن، كاي شنغ

٣. التشغيل بالتفريغ الكهربائي المصغر ٥٥

ايكرت اولمان، ماركس رهنر، مالت لانغماك

٤. الإنشاء المصغر بالليزر ٨٧

ارنولد جلنر

٥. التحزيز الساخن ٩٩

ماثياس وورجل

٦. قولبة الحقن المصغر ١٢٩

جودو توسيلو، هانس نورجارد هانسن

٧. التشكيل السائب المصغر ١٥٩

موجنز ارنتوفت، راسموس اركسن، هانس نورجارد هانسن

٨. تشكيل مكونات الصفائح المعدنية المصغرة ١٨٣

يي كن، اندرو بروكيت، جاي زهاو، اخطر رازالي، يانلنج ما، كولين هاريسون

٩. التشكيل الهيدروليكي المصغر ٢٠٧

كرستوف هارتل

١٠. التشكيل المصغر المعزز بالليزر ٢٢٩
جنز هولتكامب
١١. التجميع الميكانيكي المصغر ٢٤٧
هانس هانسن، موجنز ارنتوفت، جودو توسيلو، آستا جيجيكيت
١٢. الوصل المصغر بشعاع الليزر ٢٦١
فيليكس شميت، الكساندر اولونسكي
١٣. الطباعة الحجرية العميقة بأشعة إكس ٢٨٥
باسكال ماير، جوشيم شولز، فولكر سيل
١٤. هندسة السطح والتصنيع المصغر ٣٠٩
جنزالو فيونتس
١٥. أغشية اللدائن الرقيقة – العمليات، والمعاملات، والتحكم في الخصائص ٣٣٥
برتراند فيلون
١٦. الألياف المصغرة/ النانوية بتقنية الغزل الكهربائي: التصنيع، الخواص، التطبيقات ٣٦٩
ايونيس كروناكيس
١٧. سلاسل عمليات الأدوات والمفاهيم ٣٩٩
هانس هانسن، موجنز ارنتوفت، بيتر تانغ، جوليانو بيساكو، جودو توسيلو
١٨. المناولة في التصنيع المصغر..... ٤١٥
انطونيو شافيز
١٩. الروبوتات في التصنيع المصغر والروبوتات المصغرة ٤٣٩
رافا لوبيز تارازون
٢٠. التصوير المقطعي البصري المترابط في توصيف الأجزاء والتركيبات المصغرة ٣٥٥
ديفيد ستفتر
٢١. اختبار الخواص الميكانيكية للمواد في الموقع ٤٦٥
فردريك استلاند، كارولينا مالسكا، لاتيشيا فيليب، باتريك شوالار، جوهان مشلر
٢٢. اختبار وتشخيص أنظمة التصنيع المصغر ٤٨٥
بيترو لاريزا
٢٣. نمذجة الميكانيكا المصغرة لعمليات التشكيل المصغرة ٥١٥
زيهوانغ، جي كاو، اس وانج، جيانجو لن

٢٤. أنظمة تنفيذ التصنيع في التصنيع المصغر ٥٣١
ماثياس ميلر
٢٥. استدامة تقنيات التصنيع المصغر ٥٥٥
ارنود دي جريف، ستغ اولسن، هانس هانسن، موجنز ارنتوفت
ثبت المصطلحات..... ٥٧١
(عربي – إنجليزي) ٥٧١
(إنجليزي – عربي) ٥٩٣
كشاف الموضوعات ٦١٥