تقنيات القياس الضوئي

ابتكارات للصناعة والعلوم الحياتية

تأليف

كاي–إريك بيبونن

ريستو ميلليلا

الكسندر ف.بريزهيف

ترجمة

د.سوسن حسن الصواف

أستاذ مساعد– قسم الفيزياء

كلية العلوم – جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٣هـ (٢٠١٢م)
Optical Measurement Techniques: Innovations for Industry and the Life Sciences
Kai-Erik Peiponen, Risto Myllylä and Alexander V. Priezzhev
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

اريك بيبونن، كاي
تقنيات القياس الضوئي : ابتكارات للصناعة والعلوم الحياتية . / كاي اريك بيبونن ؛ الكسندر ف بريز هيف ؛ سوسن حسن الصواف - الرياض، ١٤٣٣هـ
٢٨٠ص ؛ ١٧سم × ٢٤سم
ردمك : ٠- ٠٤٣- ٥٠٧- ٦٠٣ - ٩٧٨
١- الضوء ٢- الفيزياء أ- بريز هيف، .الكسندر ف (مؤلف مشارك)
ب - الصواف ، سوسن حسن (مترجم) جـ - العنوان
ديوي ، ٥٣٥ ١٤٣٣/٧١٧١

رقم الإيداع : ١٤٣٣/٧١٧١
ردمك : ٠- ٠٤٣- ٥٠٧- ٦٠٣- ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه الحادي والعشرين للعام الدراسي ١٤٣٣/١٤٣٢هـ، المعقود بتاريخ ١٤٣٣/٧/٢٠هـ، الموافق٢٠١٢/٦/١٠م

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٣هـ

سلسلة في العلوم البصرية

أسسها ف. ك. هـ. لوتش H.K.V. Lotsch

رئيس التحرير : ويليام ت. رودس William T. Rhodes, ، أطلانطا

مجلس التحرير :

أ. أديبي ، أطلانطا	A. Adibi, Atlanta
ت. أساكورا ، سابورو	T. Asakura, Sapporo
ت. ف. هِنش ، جارشينغ	T.W. Hänsch, Garching
ت.كاميا ، طوكيو	T. Kamiya, Tokyo
ف. كراوسز جارشينغ	F. Krausz, Garching
ب. مونيمار لينك أوبينغ	B. Monemar, Linköping
هـ. فينفهاوس ، برلين	H. Venghaus, Berlin
هـ. فبر، برلين	H.Weber, Berlin
هـ. فاينفورتر ، ميونخ	H.Weinfurter, Mùnchen

انطلاقاً من سلسلة شبرينغر في العلوم البصرية ، و رئيس التحرير رودس ت . ويليام William T. Rhodes يقدم معهد جورجيا للتقنية في الولايات المتحدة الأمريكية ، مجموعة مختارة من الدراسات البحثية الموسعة في جميع المجالات الرئيسية للبصريات : الليزر وبصريات الكم ، وظواهر فائقة السرعة ، و تقنيات التحليل الطيفي الضوئي ، والإلكترونيات البصرية ، و الكم المعلوماتي ، والبصريات المعلوماتية ، وتطبيقات تقنية الليزر ، والتطبيقات الصناعية ، وغيرها من الموضوعات ذات الاهتمام المعاصر. تقدَّم

هذه التغطية الواسعة من المواضيع ، وهذه السلسلة ليتمَّ استخدامها من قبل جميع الباحثين والمهندسين الذين يحتاجون إلى أحدث الكتب المرجعية.

ويتم تشجيع الكُتّاب والمحررين المحتملين لتقديم مخطوطاتهم في وقت مبكر كما ينبغي تقديم المخطوطات إلى رئيس التحرير أو أحد المحررين .انظر أيضا :

www.springer.com/series/624

رئيس التحرير:

William T. Rhodes

Georgia Institute of Technology
School of Electrical and Computer Engineering

Atlanta, GA 30332-0250, US

E-mail: bill.rhodes@ece.gatech.edu

رودس ت . ويليام

معهد جورجيا للتقنية
كلية الهندسة الكهربائية وهندسة الحاسب

أطلنطا ، GA 30332-0250, US

البريد الإلكتروني :

مجلس التحرير:

Ali Adibi
Georgia Institute of Technology
School of Electrical and Computer Engineering
Atlanta, GA 30332-0250, USA
E-mail: adibi@ee.gatech.edu

Toshimitsu Asakura
Hokkai-Gakuen University
Faculty of Engineering
1-1, Minami-26, Nishi 11, Chuo-ku
Sapporo, Hokkaido 064-0926, Japan
E-mail:asakura@eli.hokkai-s-u.ac.jp

Theodor W. H□nsch
e 1ßHans-Kopfermann- Stra
85748 Garching, Germany
E-mail: t.w.haensch@physik.uni-muenchen.de

Takeshi Kamiya
Ministry of Education, Culture, Sports
Science and Technology
National Institution for Academic Degrees
3-29-1 Otsuka, Bunkyo-ku
Tokyo 112-0012, Japan
E-mail: kamiyatk@niad.ac.jp

Ferenc Krausz
Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Experimentelle Physik
Am Coulombwall 1 85748 Garching, Germany

علي أديبي
معهد جورجيا للتقنية
كلية الهندسة الكهربائية و الحاسب
أطلنطا ، الولايات المتحدة الأمريكية
البريد الإلكتروني:

توشيميتسو أساكورا
هوكاي – جاكوين جامعة
كلية الهندسة
١–١ ميامي–٢٦، نيشي ١١، شو–كو
سابورو، هوكايدو– اليابان
البريد الإلكتروني:

ف.هِنش تيودور
شارع ١–هانس كوبفرمان
جارشينغ – ألمانيا85748
البريد الإلكتروني:

تاكيشي كاميا
وزارة التربية والتعليم والثقافة والرياضة
العلوم والتقنية
المؤسسة الوطنية للدرجات الأكاديمية
، بونكيو–كو أوستوكا1-3-29
طوكيو ١١٢–٠٠١٢ اليابان
البريد الإلكتروني: kamiyatk@niad.ac.jp

فِرينس كراوسز
جامعة ميونخ
أستاذ كرسي في الفيزياء التجريبية
عند جدار كولومب1 85748 جارشينغ ، ألمانيا

And Max-Planck-Institut für Quantenoptik
Hans-Kopfermann- Straße 1
85748 Garching, Germany
E-mail: ferenc.krausz@mpq.mpg.de

Bo Monemar
Department of Physics and Measurement Technology
Materials Science Division
Linköping University
58183 Linköping, Sweden
E-mail: bom@ifm.liu.se

Herbert Venghaus
Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik
Heinrich-Hertz-Institut
Einsteinufer 37
10587 Berlin, Germany
E-mail: venghaus@hhi.de

Horst Weber
Technische Universität Berlin Optisches Institut
Straße des 17. Juni 135
10623 Berlin, Germany
E-mail: weber@physik.tu-berlin.de

Harald Weinfurter
Ludwig-Maximilians-Universität München
Sektion Physik
Schelling Straße 4/III
80799 M□nchen, Germany
E-mail: harald.weinfurter@physik.uni-muenchen.de

و معهد ماكس بلانك لبصريات الكم
شارع ١ هانس كوبفرمان
جارشينغ ، ألمانيا
البريد الإلكتروني :

بو مونيمار
قسم الفيزياء وتقنية القياس
شعبة علم المواد
جامعة لينك أوبينغ
لينكوبنج ، السويد
البريد الإلكتروني :

هربرت فينفهاوس
معهد فراونهوفر لهندسة الإتصالات
معهد هاينريش هرتز
أينشتاينوفر ٣٧
برلين ، ألمانيا10587
البريد الإلكتروني : venghaus@hhi.de

فيبر هورست
جامعة برلين التقنية ، معهد البصريات
شارع ١٧ حزيران ١٣٥
برلين ، ألمانيا10623
البريد الإلكتروني :

فاينفورتر هاراد
جامعة ميونخ – قسم الفيزياء
شعبة الفيزياء
شارع شيلنغ4/III
ميونخ ، ألمانيا
البريد الإلكتروني :

مقدمة المترجم

بسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد :

يزداد اهتمام العالم اليوم في مختلف مجالات العلوم الفيزيائية عامة و في مجال تطبيقات الليزر خاصة ويزداد معها باطراد طلب الباحثين على المراجع بلغتهم الأم لتساعدهم على زيادة معرفتهم وتقدمهم.

لقد أولت الجامعة إهتماماً خاصاً للترجمة لما وجدته من حاجة المكتبة العربية الماسة إلى كتبٍ علمية متخصصة و لحاجة طلابنا الملّحة إلى مراجع علمية حديثة متطورة.

وانطلاقاً من هذا قمت بترجمة كتاب "تقنيات القياس الضوئية ابتكارات للصناعة والعلوم الحياتية" والذي اعتمد فيه على استخدام أشعة الليزر كمصدر ضوئي مهم في تقنيات القياس الضوئية الحديثة لما وجدت فيه من فائدة جمة في تعزيز مفاهيم تطبيقات الليزر في مجال القياسات في مختلف ميادين الحياة اليومية ، كما يمكن أن يعتبر مرجعاً مهماً للطلبة و الباحثين في مجال القياسات الضوئية. و قد اعتمدت في ترجمة هذا

الكتاب على المعجم الموحد للمصطلحات العلمية بالإضافة إلى الإجتهاد في وضع مصطلحات جديدة لم أجدها في المعجم .

وكلي أمل أن أكون بعون الله وفضله واحدة من بين المترجمين العرب الذين استطاعوا أن يقدموا شيئاً ما لرفع التحصيل العلمي للطلاب العرب في كل مكان وفي رفد المكتبة العربية بما يزيد من شأنها ويرفع من مكانتها والله ولي التوفيق.

الرياض، حزيران ٢٤، ٢٠١٢

المترجم

تمهيد

PREFACE

تعتبر تقنية القياس الضوئي ميدانا واسعا لإمكانية استخدام الظواهر الضوئية وخواص الضوء المختلفة للحصول على معلومات عن جسم ما. تتضمن الظواهر الضوئية عادة تفاعل الضوء مع الوسط. قد يكون التفاعل خطيا يتضمن امتصاص أو انتشار أوتشتت، أوتألقا أوتبعثرا للضوء. توفر لنا خصائص الضوء من سعة و طور و استقطاب و طول موجي و سرعة في وسط ما ،عالما غنياً بالمعلومات. أما في حالة الظواهر الضوئية غير الخطية فتكون الشدة المرتفعة للضوء هي العامل الأساسي.

نقدم في هذا الكتاب نظرة في تقنيات القياس الضوئية، من وجهة نظر مؤلفي هذا الكتاب، وخاصة في تطبيقاتها الصناعية وعلوم الحياة. إننا ندرك اتساع مجال هذا الموضوع. لذلك، لم نغط جميع المواضيع الممكنة ولكن تم التركيز على المواضيع التالية، والتي هي المطياف الضوئي التطبيقي و رؤية الآلة و مقياس السرعة الليزري و قياس جودة السطح، و الموضع، والمسافة، و الإزاحة.

يتأخر عادة التطبيق العملي لأحدث الاختراعات العلمية فيما يتعلق بالقياسات الصناعية الضوئية، حيث تفضل الأساليب التقليدية للقياس، ومع ذلك، شهدت تقنيات القياسات التقليدية الضوئية في الصناعة نهضة قوية بسبب تطوير مصادر الضوء، والكواشف الضوئية والعناصر الضوئية و كاميرات CCD .

لقد فتح التقدم المنجز في تقنية النانو مجالاً واسعاً لتوسع علوم الحياة نوعا ما وخاصة في مجالات جديدة مثل النانو الطبي والتصوير المقطعي الضوئي. سيزداد الطلب أكثر من أي وقت مضى لتطوير القياس الضوئي و تقنية التصوير لعلوم الحياة. قدمنا في هذا الكتاب تقريرا عن بعض تقنيات القياس الضوئي الشائعة في علوم الحياة.

يرغب المؤلفون في شكر أكاديمية فنلندا لتقديمهم الدعم المالي أثناء كتابة هذا الكتاب، و كذلك يقدمون الامتنان للدكتور ميكو جوتي على المساعدة التقنية والبيانات التي قدمها من أجل هذا الكتاب. و يثمِّنون المناقشات المثمرة مع الزملاء في مركز الليزر الدولي لومونوسوف جامعة موسكو الحكومية.

المؤلفون

أكتوبر ٢٠٠٨م

المحتويات
Contents

مقدمة المترجم ..... ط

تمهيد ..... ك

الفصل الأول: مقدمة ١

الفصل الثاني: المطياف الضوئي التطبيقي ٣

(٢,١) التحليل الطيفي للنفاذية ٦

(٢,٢) قياس عكر السوائل ١٣

(٢,٣) المطياف الضوئي للانعكاس الطيفي ١٦

(٢,٣,١) مقياس الانكسار ١٦

(٢,٣,٢) مقياس الانكسار بنمط المسح الموجي ١٨

مقياس طيف رنين البلازمون السطحي ٢٧

(٢,٤) قياس الانعكاس المنتشر من الأوساط المسامية ٣٣

(٢,٥) حول تقدير الثوابت الضوئية للأوساط المسامية ٣٦

(٢,٦) الأطياف الضوئية اللاخطية ٣٩

(٢,٧) خلاصة ونتائج ٤٣
الفصل الثالث: أنظمة الرؤية الآلية ٤٥
(٣,١) فحص الغطاء البلاستيكي للهاتف المحمول ٤٥
(٣,٢) مقياس رؤيا آلي يعتمد على حيود عنصر ضوئي لقياس سماكة الزجاج المصقول ٤٧
(٣,٢,١) عنصر ضوئي حيودي ٤٧
(٣,٢,٢) الزجاج المصقول ٤٨
(٣,٢,٣) DOE مقياس ثخانة مباشر للزجاج المصقول ٤٩
(٣,٣) نظام رؤيا آلي لمراقبة ورق مضغوط ٥٣
(٣,٤) التصوير الطيفي ٥٥
(٣,٥) خلاصة ونتائج ٥٨
الفصل الرابع: المراقبة الضوئية للخشونة السطحية واللمعان ٥٩
(٤,١) تعريف محددات الخشونة السطحية ٦٠
(٤,٢) المراقبة الضوئية لعلامات الإنهاء ٦٥
(٤,٣) قياس خشونة سطح باستخدام شعاع الليزر ٦٨
(٤,٤) قياس خشونة السطح باستخدام شعاع ليزري مُركَّز ٧٦
(٤,٥) حساس الاقتراب ذو الترابط التلقائي المنخفض لمراقبة الخشونة السطحية ٨٠
(٤,٦) مقياس التداخل ذو الترابط التلقائي المنخفض كمقياس للشكل الجانبي للأوساط المسامية ٨٣
(٤,٧) اللمعان البرَّاق ٨٥
(٤,٨) عنصر ضوئي حيودي يرتكز على مقياس اللّمعان ٨٩

(٤,٩) المحددات الإحصائية لتقييم اللمعان ٩٤
(٤,١٠) خلاصة ونتائج ٩٨
الفصل الخامس: قياس المواضع والمسافات والإزاحة ٩٩
(٥,١) قياس المسافة ١٠١
(٥,١,١) قياس المسافة اعتماداً على زمن الرحلة للنبضات الليزرية .. ١٠٩
التركيبات ١١٠
تأرجح التوقيت الناشئ عن الضجيج، و المسلك، و عدم الخطية، و الانجراف
ومصادر أخطاء أخرى ١١٣
تطبيقات جديدة واتجاهات التطوير ١١٦
(٥,٢) الرادار الليزري ١١٩
(٥,٣) التصوير المقاد ١٢٢
(٥,٤) قياس موضع الشعاع الضوئي باستخدام كاشف حساس الموضع .. ١٢٤
(٥,٤,١) التمايز والاضطراب ١٣٠
(٥,٥) التطبيقات ١٣٣
(٥,٥,١) تطبيقات مراقبة حركة المرور ١٣٣
(٥,٥,٢) التطبيقات الطبية ١٣٧
(٥,٥,٣) التطبيقات الصناعية ١٤٠
(٥,٥,٤) مراقبة الجسور ١٤٥
(٥,٥,٥) قياس مسار السكة الحديد وإرشادات آلة الدك ١٤٨
(٥,٥,٦) تدريب الرماية ١٥١
(٥,٦) خلاصة ونتائج ١٥٣

الفصل السادس: مقياس السرعة الليزري ١٥٥
(٦,١) قياس السرعة بالدوبلر الليزري (LDV) ١٥٧
(٦,٢) مقاييس السرعة بعيدة المدى و مقاييس سرعة الرياح الليزرية .. ١٦٣
(٦,٣) مجاهر دوبلر الليزرية ١٦٨
(٦,٤) جهاز دوبلر للتَّصْويرِ المَقْطعِيّ بالترابط الضوئي ١٧٦
(٦,٥) مقاييس التدفق دوبلر الليزري وتصوير التروية ١٩٠
(٦,٦) مقاييس السرعة بتصويرالجسيمات (بما في ذلك مجاهر الشعيرات الدموية وتصوير الأوعية الظليلي) ١٩٥
(٦,٧) خلاصة ونتائج ٢١١
المراجع ٢١٣
المختصرات ٢٢٩
ثبت المصطلحات ٢٣٧
أولاً: عربي- إنجليزي ٢٣٧
ثانياً: إنجليزي -عربي ٢٥٥
كشاف الموضوعات ٢٧٣