

平成 22 年 5 月 24 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19360330

研究課題名 (和文) 高温材料の内部温度プロファイルの非破壊モニタリングとその材料加工プロセスへの応用

研究課題名 (英文) Development of Nondestructive Evaluation Technique of Internal Temperature Profile in Heated Materials and its Application to Materials Process Monitoring

研究代表者

井原 郁夫 (IHARA IKUO)

長岡技術科学大学・工学部・准教授

研究者番号：80203280

研究成果の概要 (和文)：

本研究は、物体内部の温度プロファイルを計測・モニタリングするための新しい非破壊評価手法を開発・実用化するとともに、この手法を高温場の材料加工プロセスに適用し、その有効性を実証することを目的として行われた。3年間の研究により得られた主な成果は次のとおりである。

1. 温度プロファイルの定量的評価のための超音波逆解析手法の開発

研究代表者らがこれまでに培ってきた高温超音波計測技術をベースとして、これに逆問題解析手法を効果的に組み合わせることで、物体内部の温度分布を定量的かつリアルタイムでモニタリングする新しい手法を開発した。

2. 検証実験

開発した手法をダイカストなどの高温加工プロセスに使用されるSKD鋼の加熱・冷却実験に適用し、その有効性を実証した。

3. バッファード法の開発

開発した超音波法の実用化を想定して、高温場でのロバスト計測に最適な超音波バッファード法を用いた簡便な温度分布モニタリング手法を開発した。

4. 表面温度分布モニタリングに対する非接触計測手法の適用

本研究で開発した手法の実用化には、非接触超音波計測法の援用が極めて効果的であると考えられる。そこで、(i)レーザー干渉超音波計測システム、(ii)レーザードップラ式非接触振動計、(iii)空気超音波法、の3者の活用について理論的、実験的に検討した。

5. 低融点合金の凝固モニタリングへの適用

これまでの研究により開発した超音波法援用逆問題解析手法を、低融点合金の凝固プロセスに適用し、その有用性の実証を試みた。

6. レーザー超音波による非接触温度モニタリング法の創成

上述の手法の実用化への方策の一つとして、レーザー超音波法を駆使した非接触温度モニタリングの活用について検討し、鋼やアルミニウムの加熱実験によりその有用性を実証した。

研究成果の概要 (英文)：

In this project, new nondestructive evaluation techniques of internal temperature profile in heated materials have been developed and their application to materials process monitoring have been demonstrated. The method provides monitoring not only internal temperature gradient but also surface temperature gradient of heated materials. The principle of the method is based on the temperature dependence of the velocity of ultrasonic wave propagating through a material. An

effective analysis method coupled with a finite difference calculation is developed to determine one-dimensional temperature distributions in a heated material. To verify the practical feasibility of the method, some experiments have been demonstrated for some industrial materials such as carbon steel, aluminum and ceramics. A single side of a specimen of 30 mm thickness is heated by contacting with a heater and subsequently cooled down. Ultrasonic pulse-echo measurements are then performed for the specimen and the measured transit time of ultrasound across the specimen is used for the analysis to determine temperature distribution in the specimen. The temperature distribution and its transient variation determined by the ultrasonic method almost agree with those obtained using thermocouples or an infrared radiation camera. In addition, a laser ultrasound technique is employed to make a non-contact monitoring of surface temperature distributions of heated steels. Thus, it is verified that the ultrasonic method has a high potential for on-line or in-situ monitoring of temperature distributions in heated materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19年度	10300000	3090000	13390000
20年度	3500000	1050000	4550000
21年度	2100000	630000	2730000
年度			
年度			
総計	15900000	4770000	20670000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・材料加工・処理

キーワード：超音波、温度プロファイル、リアルタイムモニタリング、高温加工プロセス、レーザー超音波、非破壊計測

1. 研究開始当初の背景

工学、工業の幅広い分野において、物体内の温度プロファイルを非破壊・非接触で測定したいというニーズは多数ある。例えば、金属、プラスチック、セラミックなどの製造・加工プロセスの多くは高温場で行われているが、その品質管理のためには高精度の温度計測とそれに基づくプロセス制御が不可欠である。特に、アルミニウムのダイカストプロセスのように液相/固相プロセスが混在する高温成形加工においては、加工物（アルミニウム）はもちろんのこと型材（合金鋼）の内表面温度やその近傍の温度分布を定量的に把握することが、そのプロセスの最適制御を実現するためのキーポイントとなる。しかし、現状の温度計測手法（熱電対法、赤外線サーモグラフィ）では、内部の温度プロファイルをモニタリングすることは不可能であり、内側表面の温度の測定でさえも非常に困難な状況である。現在、それを可能にするような新しい温度計測法の実用化が切望されている。

2. 研究の目的

本研究は上述のニーズに応えるもので、超音波法を用いた革新的な温度計測手法を開発し、その実用化をはかるものである。すなわち、物体内部の温度プロファイルを計測・モニタリングするための新しい非破壊評価手法を開発・実用化するとともに、この手法を高温場の材料加工プロセスに適用し、その有効性を実証することを目的とする。このような革新的計測手法を開発することで、従来技術では成し得なかった高温材料中の温度分布の定量的モニタリングを実現し、当該分野のグレイゾーンに一石を投じる。具体的には次の2つを課題とする。

(i) 超音波を用いた温度プロファイルの定量的評価法の開発

研究代表者らがこれまでに培ってきた高温超音波計測技術と逆問題解析手法を効果的に組み合わせることで、物体内部の温度分布を定量的かつリアルタイムでモニタリングする手法を開発する。端面が 100°C~1000°C に過熱された金属厚板内の非定常状態の温度分布を、温度分解能 1.0°C、空間分解能 0.1 mm、時間分解能 0.1 秒以下で計測することを目標とする。

(ii) 材料加工プロセス（ダイカスト）への適用

上記の手法をアルミニウムのダイカストプロセスのモニタリングに適用する。第一目標として加熱過程における型材の温度分布変化を計測する。第二目標として、液相から凝固を経て固相に至る成型加工中のアルミニウム内部の温度分布変化を計測する。

3. 研究の方法

研究目的を達成するために次の4項目を遂行する：

- (i) 超音波速度を指標とした温度プロファイル同定の逆問題解析手法の確立
- (ii) 上記手法の実用可能性を検証するためのモデル実験
- (iii) 開発した手法の材料加工プロセスへの適用実験
- (iv) 実用化を目指した非接触測定および超高温測定に関する実験

本研究では、工業的に幅広く用いられているアルミニウム合金のダイカストプロセスの温度モニタリングを当面の目標とし、そのための解析モデリング、逆解析手法の構築、基礎実験、実用化実験を行う。これらを効率的に遂行するために、次の研究組織を構成した。鎌土（研究分担者）は軽金属材料の液相/固相加工プロセスの第一人者で、溶湯を用いた高温実験および材料加工の応用実験において本研究を支援する。S. C. Mukhopadhyay（海外研究協力者）は難計測場のインテリジェントセンシングに関する新進気鋭の研究者で、高温計測手法の基礎的検討および温度同定のための知的システムの構築という面から支援する。さらに、井原（研究代表者）の研究室に所属する2名の博士課程学生がそれぞれ逆問題の検証および高温計測に関する実験を支援する。

4. 研究成果

(1) 温度プロファイルの定量的評価のための超音波逆解析手法の開発

研究代表者らがこれまでに培ってきた高温超音波計測技術をベースとして、これに逆問題解析手法を効果的に組み合わせることで、物体内部の温度分布を定量的かつリアルタイムでモニタリングする新しい手法を開発した。この手法は一次元非定常熱伝導問題に対する差分解析法を効果的に活用したもので、加熱端面の温度境界条件が未知の場合でも、超音波パルスエコー計測により物体内部の温度勾配を精度よく同定することができるという長所を有する。

(2) 検証実験

開発した手法をダイカストなどの高温加工プロセスに使用されるSKD鋼の加熱・冷却実験に適用した。厚さ30mmの鋼板の片

面を700℃の溶融アルミニウムにて加熱するときの内部温度プロファイルのモニタリングを試みた。超音波法によるモニタリング結果は、熱電対による測定結果とほぼ一致するのみならず、時間応答性に優れていることが明らかとなった。（図1および図2参照）

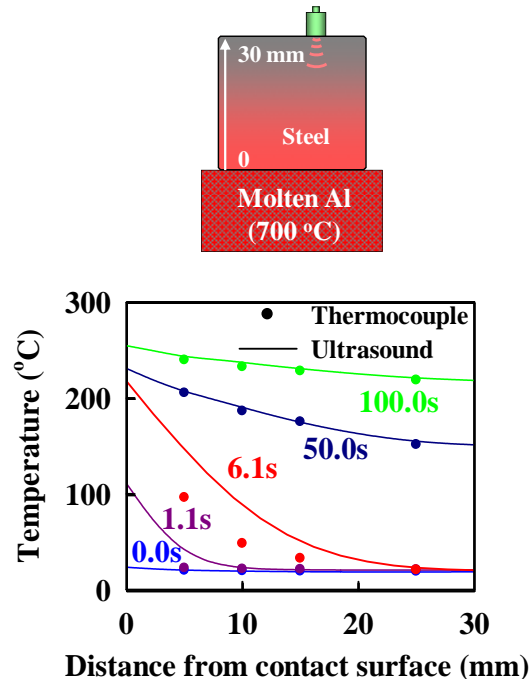


図1：溶融アルミニウムとの接触により急加熱される鋼内部の温度プロファイルのモニタリング結果

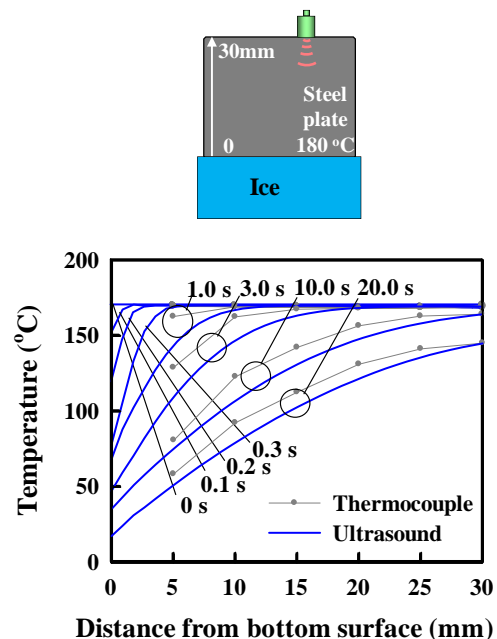


図2：氷との接触により急冷却される鋼内部の温度プロファイルのモニタリング結果

(3) バッファード法の開発

開発した超音波法の実用化を想定して、高温場でのロバスト計測に最適な超音波バッファード法を用いた簡便な温度分布モニタリング手法を開発した。本手法は逆解析などの複雑な計算を行うことなく温度分布の同定が可能であり、ダイカストマシンなどへの適用が期待される。

(4) 表面温度分布モニタリングに対する非接触計測手法の適用

本研究で開発した手法の実用化には、非接触超音波計測法の援用が極めて効果的であると考えられる。そこで、(i) レーザー干渉超音波計測システム、(ii) レーザードップラ式非接触振動計、(iii) 空気超音波法、の3者の活用について理論的、実験的に検討した。また、表面波を用いた物体表面の温度分布の定量的評価法を開発した。この手法の有効性を実証するためにレーザー干渉超音波計測システムを用いた加熱板(アルミニウムおよび鋼)表面の温度分布計測を試みた。測定結果は赤外線による結果とよく一致したことから本手法の有効性が実証された。

(5) 低融点合金の凝固モニタリングへの適用

これまでの研究により開発した超音波法援用逆問題解析手法を、低融点合金の凝固プロセスに適用し、その有用性の実証を試みた。具体的には、低融点合金(U-アロイ)の casting プロセスにおける型材(鋼厚板)内部の温度分布モニタリングを行うとともに、同時に凝固金属内の温度分布モニタリングを試みた。得られた結果は熱電対による結果とよく一致したことから、本研究で創成した温度モニタリング手法の有用性が実証された。また、同手法の高速化、高精度化をはかることでその実用性を向上させた。

(6) レーザー超音波による非接触温度モニタリング法の創成

上述の手法の実用化への方策の一つとして、レーザー超音波法を駆使した非接触温度モニタリングの活用について検討し、その有用性を実証した。具体的には、2光波混合合法に基づくレーザー干渉計とパルスレーザーを用いた非接触超音波計測(表面波およびバルク波)システムを構築し、鋼厚板の加熱過程における温度分布計測(表面および内部)を試みた。得られた結果は赤外線による結果とよく一致したことから同手法の有用性が実証された。この手法をさらに拡張するために、パルスレーザーの2次元スキニングによる汎用化を提案し、新たな展開に着手している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 27 件)

(1) Ikuo IHARA and Manabu TAKAHASHI Non-invasive Monitoring of Temperature Distribution inside Materials with Ultrasound Inversion Method

Int. J. Intelligent Systems Technologies and Applications, Vol. 7, No. 1, pp.80-91, (2009). 査読有

(2) Manabu TAKAHASHI and Ikuo IHARA Ultrasonic Determination of Temperature Distribution in Thick Plates during Single Sided Heating

Modern Physics Letters B, Vol. 22, No. 11, pp. 971-976, (2008). 査読有

(3) Manabu TAKAHASHI and Ikuo IHARA Ultrasonic Monitoring of Internal Temperature Distribution in a Heated Material

Japanese Journal of Applied Physics, Vol.47, No.5, pp.3894-3898, (2008). 査読有

(4) DEDEN DIAN SUKMANA, and IKUO IHARA

Quantitative Evaluation of Two Kinds of Surface Roughness Parameters Using Air-Coupled Ultrasound

Japanese Journal of Applied Physics, Vol.46, No.5B, pp.4508-4513, (2007) 査読有

(5) MORIYASU KANARI, HIROTAKA KAWAMATA, TAKASHI WAKAMATSU, IKUO IHARA,

Intermolecular Elastic and Plastic Characterization of Organic Phthalocyanine Thin Films Evaluated by Nanoindentation

Applied Physics Letters, 90, 061921-3 (2007). 査読有

(6) M.Kanari, M.Kunimoto, T.Wakamatsu, and I.Ihara

Critical Bending Radius and Electrical Behaviors of Organic Field Effect Transistors under Elastoplastic Bending Strain

Thin Solid Films, 518(2010)2764-2768 査読有

(7) Manabu TAKAHASHI and Ikuo IHARA Quantitative Evaluation of One-Dimensional Temperature Distribution on Material Surface Using Surface Acoustic Wave

Japanese Journal of Applied Physics, Vol.48, No.07, GB04, pp.1-5, (2009). 査読有

(8) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi Ultrasonic Thermometry for Monitoring Internal Temperature Gradient in Heated Material

IEEE International Ultrasonics Symposium Proceedings, September 20-23, 2009, Roma, Italy, pp.1199-1202. 査読無

(9) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Hiroyuki Yamada

A Non-Contact Temperature Sensing with Ultrasound and the Potential for Monitoring Heated Materials
IEEE Conference on Sensors Proceedings, 2009, Christchurch, New Zealand, pp.1709-1714. 査読有

(10) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi
A Novel Ultrasonic Thermometry for Monitoring Temperature Profiles in Materials
XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology, 2009, Lisbon, Portugal, pp.1519-1523. 査読有

(11) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi
A Novel Non-contact Thermometry with Laser Ultrasound for Monitoring Temperature Distributions of Materials
The 2nd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2009), June 1-3, 2009, Penang, Malaysia, pp.1-9. 査読無

(12) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara
An Improved Method for Ultrasonic On-line Monitoring of Temperature Distribution of Materials being Heated
The 2nd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2009), June 1-3, 2009, Penang, Malaysia. 査読無

(13) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Keisuke Katoh
Laser-Ultrasonic Sensing of Surface Temperature Distribution of a Material being Heated
Proc. The 3rd International Conference on Sensing Technology (ICST 2008), Tainan, Taiwan, November 30-December 3, pp.37-41, 2008. 査読有

(14) Ikuo Ihara and Manabu Takahashi
Laser-Ultrasonic Monitoring of Temperature Distribution of Material Surface during Heating
October issue of the NDT.net journal. 6pages
査読無

(15) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara
Ultrasonic In-situ Monitoring of Temperature Gradient inside Materials during Heating and Cooling
Proceeding of the 3rd JSME/ASME International Conference on Materials and Processing (ICM&P2008), October 7-10, 2008, Evanston, IL, U.S.A, MSEC_ICM&P-72455. 査読有

(16) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Futoshi Nishimura
Ultrasonic Monitoring of Transient Variation in Internal Temperature Distribution of Heated Materials
Proc. The 2nd International Conference on Sensing Technology (ICST 2007), Palmerston North, New Zealand, November 26-28, pp.557-561, 2007. 査読有

(17) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Futoshi

Nishimura
A Novel Ultrasonic Technique for Measuring Internal Temperature Distribution in Heated Materials
Malaysia-Japan International Symposium on Advanced Technology 2007 (MJISAT2007), Kuala Lumpur, Malaysia, Nov 12-15, MJISAT-87(5pages), 2007. 査読有

(18) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara
Ultrasonic Determination of Temperature Distribution in Thick Plates during Single Sided Heating
2nd International Conference on Advanced Nondestructive Evaluation, Busan, Korea, October 17-19, pp.100, 2007 査読有

(19) Ikuo IHARA and Manabu TAKAHASHI
Ultrasonic Method for Measuring Internal Temperature Profile in Heated Materials
Review of Quantitative Nondestructive Evaluation, Vol.27, ed. by D.O. Thompson and D.E. Chimenti, pp.1505-1511, 2008. 査読無

(20) Manabu TAKAHASHI and Ikuo IHARA
A New Ultrasonic Method for Measuring Internal Temperature Distribution in Heated Materials
International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics '07 (ATEM'07), Sept 12-14, Fukuoka, OS03-3-3(6 pages), 2007. 査読有

(21) Ikuo IHARA and Manabu TAKAHASHI
A New Method for Internal Temperature Profile Measurement by Ultrasound
IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (IMTC '07), Warsaw, POLAND, May 1-3, p.12(#7213), 2007. 査読有

(22) 井原郁夫、高橋学
超音波による新規な温度プロファイリング計測と制御、49-1、pp.26-30、2010 査読無

(23) 井原郁夫、デデン ディアン スクマナ
エアカップル超音波による材料表面の非接触トポグラフィ
精密工学会誌、74-7、pp.691-695、2008. 査読無

(24) 井原郁夫、高橋学
加熱材料内部の温度プロファイルの超音波モニタリング
超音波 TECHNO, 20-6, pp.92-97, 2008. 査読無

(25) 井原郁夫、金成守康、西村太志
ナノインデンテーションの最新事情
ニューダイヤモンド、24-2、pp.22-27、2008. 査読無

(26) 井原郁夫
超音波による高温加工プロセスのモニタリング
自動車技術、62-7、pp.104-109、2008. 査読無

(27) 井原郁夫、高橋学、デデン ディアン スクマナ

超音波を用いた新しい非破壊・非接触モニタリング手法
検査技術、13-3、pp.1-8、2008。査読無

〔学会発表〕(計 61 件)

(1) N.Tymiak, R. Nowak, I. Ihara, Y. Mutoh and K. Nilhara

Nanoscale evaluation of plasticity and fracture of Al₂O₃ surfaces

International Symposium on Multifunctional Ceramic Materials Based on Nanotechnology (ISMCN2010), March 6-8, 2010, Tokyo.

(2) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara

Development of a New Ultrasonic Method for in-situ Monitoring of Internal Temperature Profile of Materials

International Symposium on Global Multidisciplinary Engineering 2010 (S-GME2010), March 13-14, 2010, Nagaoka, pp.52.

(3) N. Tymiak, R. Nowak, T. Nakayama, O. Warren, I. Ihara, Y. Muto, and K. Nilhara

Acoustic Emission Monitoring of Contact-Induced Deformation of Nanoscale Ceramic Volumes

International Symposium on Global Multidisciplinary Engineering 2010 (S-GME2010), March 13-14, 2010, Nagaoka, pp.11.

(4) R. Nowak, T. Nakayama, I. Ihara, Y. Muto, and K. Nilhara

The Consequence of the Revised Approach to Nanoscale Plasticity: Erroneous Estimation of Elastic Properties Using Nanoindentation Unloading

International Symposium on Global Multidisciplinary Engineering 2010 (S-GME2010), March 13-14, 2010, Nagaoka, pp.10.

(5) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi

Ultrasound Thermometry for Monitoring Internal Temperature Gradient in Heated Material

2009 IEEE International Ultrasonics Symposium Proceedings, September 20-23, 2009, Roma, Italy, pp.1199-1202.

(6) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara

Application of Ultrasonic Inverse Method to Internal Temperature Monitoring of Metal Casting Process

The 13th Asia-Pacific Conference on Non-Destructive Testing
November 8-13, 2009, Yokohama, pp.116.

(7) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Hiroyuki Yamada

A Non-Contact Temperature Sensing with Ultrasound and the Potential for Monitoring

Heated Materials

The 8th IEEE Conference on Sensors, October 25-28, 2009, Christchurch, New Zealand, pp.1709-1714.

(8) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi

A Novel Ultrasonic Thermometry for Monitoring Temperature Profiles in Materials
XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology, September 6-11, 2009, Lisbon, Portugal, pp.1519-1523.

(9) Ikuo Ihara, and Manabu Takahashi

A Novel Non-contact Thermometry with Laser Ultrasound for Monitoring Temperature Distributions of Materials

The 2nd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2009), June 1-3, 2009, Penang, Malaysia, pp.1-9. (Invited)

(10) Manabu Takahashi and Ikuo Ihara

An Improved Method for Ultrasonic On-line Monitoring of Temperature Distribution of Materials being Heated

The 2nd Asian Symposium on Materials and Processing (ASMP2009), June 1-3, 2009, Penang, Malaysia.

(11) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Keisuke Katoh

Laser-Ultrasonic Sensing of Surface Temperature Distribution of a Material being Heated

Proc. The 3rd International Conference on Sensing Technology (ICST 2008), Tainan, Taiwan, November 30-December 3, pp.37-41, 2008.

(12) Ikuo Ihara and Manabu Takahashi

Temperature Distribution Measurement of Heated Materials by Ultrasound Inversion Method Combined with Finite Difference Calculation

The 35th Annual Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation (QNDE), Chicago, Illinois, July 20-25, 2008, pp.156.

(13) Ikuo Ihara, Futoshi Nishimura, Atsushi Sekikawa, Takanobu Matsumoto, Jun-ichi Uegaki, and Yoshikazu Shima

Microscopic Determination of Stress-Strain Curves by Continuous Multiple Loading with Spherical Nanoindentation

The 1st International Symposium on Hybrid Materials and Processing (HyMaP 2008), October 27-29, 2008, Busan, Korea, pp.36. (Invited)

(14) Ikuo Ihara and Manabu Takahashi

Laser-Ultrasonic Monitoring of Temperature Distribution of Material Surface during Heating

Laser-Ultrasonics: Science, Technology and

Applications (LU2008), July 16-18, 2008 Montreal, Canada, pp.82.

(15)Manabu Takahashi and Ikuo Ihara
Ultrasonic In-situ Monitoring of Temperature Gradient inside Materials during Heating and Cooling
Proceeding of the 3rd JSME/ASME International Conference on Materials and Processing (ICM&P2008), October 7-10, 2008, Evanston, IL, U.S.A, MSEC_ICM&P-72455.

(16)Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Futoshi Nishimura
Ultrasonic Monitoring of Transient Variation in Internal Temperature Distribution of Heated Materials
Proc. The 2nd International Conference on Sensing Technology (ICST 2007), Palmerston North, New Zealand, November 26-28, pp.557-561, 2007.

(17)Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, and Futoshi Nishimura
A Novel Ultrasonic Technique for Measuring Internal Temperature Distribution in Heated Materials
Malaysia-Japan International Symposium on Advanced Technology 2007 (MJISAT2007), Kuala Lumpur, Malaysia, Nov 12-15, MJISAT-87(5pages), 2007.

(18)Manabu Takahashi and Ikuo Ihara
Ultrasonic Determination of Temperature Distribution in Thick Plates during Single Sided Heating
2nd International Conference on Advanced Nondestructive Evaluation, Busan, Korea, October 17-19, pp.100, 2007

(19)Ikuo IHARA and Manabu TAKAHASHI
Ultrasonic Method for Measuring Internal Temperature Profile in Heated Materials
The 34th Annual Review of Progress in QNDE2007, Colorado, July 22-27, 2007, pp.51

(20)Manabu TAKAHASHI and Ikuo IHARA
A New Ultrasonic Method for Measuring Internal Temperature Distribution in Heated Materials

International Conference on Advanced Technology in Experimental Mechanics '07 (ATEM'07), Sept 12-14, Fukuaoka, OS03-3-3
(21)Ikuo IHARA and Manabu TAKAHASHI
A New Method for Internal Temperature Profile Measurement by Ultrasound
IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (IMTC '07), Warsaw, POLAND, May 1-3, 2007

(22)徐 晨艷、高橋 学、監崎 孔明、井原郁夫
スポット溶接部の非接触評価への空気超音波法の適用

日本機械学会北陸信越支部第 47 期総会講演会講演論文集、No. 107-1, pp. 289-290、新潟、2010. 3. 9.

(23)弓立隆博、矢島良胤、井原郁夫、上柿順一、島 義和
ナノインデンテーションによるスポット溶接部近傍の力学特性評価
日本機械学会北陸信越支部第 47 期総会講演会講演論文集、No. 107-1, pp. 301-302、新潟、2010. 3. 9.

(24)Cui Kai、井原郁夫
空気超音波による紙の弾性率評価の検討
日本機械学会北陸信越支部第 47 期総会講演会講演論文集、No. 107-1, pp. 299-300、新潟、2010. 3. 9.

(25)高橋学、井原郁夫
鋳造プロセスにおける金型および凝固材料の温度分布モニタリング
第 17 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp.87-88、東京、2010. 1. 28-29.

(26)山田浩之、高橋学、井原郁夫
レーザー超音波による加熱材料表面の 2 次元温度分布モニタリング
第 17 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp.89-90、東京、2010. 1. 28-29.

(27)井原郁夫
超音波を用いた新しい温度プロファイリング手法とその応用
第 18 回ソノケミストリー討論会、長岡、2009. 1023-24. , pp. 25-26. (特別講演)

(28)高橋学、井原郁夫
超音波法による材料凝固プロセスの温度モニタリングに関する基礎的検討
第 18 回ソノケミストリー討論会、長岡、2009. 1023-24. , pp. 79-80.

(29)高橋学、井原郁夫
金属凝固プロセスの超音波モニタリングに関するモデル実験
第 30 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集、Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics
Vol. 30, pp. 39-40、京都、2009. 11. 18-20.

(30)高橋学、井原郁夫
超音波による鋳造プロセスの温度モニタリングに関する検討
日本機械学会第 17 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2009) 講演論文集、2 pages、富山、2009. 11. 5-7.

(31)山田浩之、高橋学、井原郁夫
レーザー超音波による材料表面の 2 次元温度分布の非接触モニタリング
日本機械学会第 17 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2009) 講演論文集、2 pages、富山、2009. 11. 5-7.

- (32) 矢島良胤、井原郁夫、上柿順一、島 義和
球状圧子ナノインデンテーションによる降伏応力同定の高精度化に関する検討
日本機械学会第 17 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2009) 講演論文集、2 pages、富山、2009. 11. 5-7.
- (33) 徐 晨艷、高橋学、井原郁夫
空気超音波によるスポット溶接部の非接触評価に関する検討
日本機械学会第 17 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2009) 講演論文集、2 pages、富山、2009. 11. 5-7.
- (34) 高橋学、井原郁夫
超音波法による鑄造金型および凝固材料の温度分布モニタリングの基礎的検討
日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集、Vol. 6, No. 09-1, pp. 435-436、2009. 9. 14-16 (盛岡)
- (35) 山田浩之、高橋学、井原郁夫
レーザー超音波スキヤニングによる材料表面の 2 次元温度分布モニタリングに関する検討
日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集、Vol. 6, No. 09-1, pp. 437-438、2009. 9. 14-16 (盛岡)
- (37) 矢島良胤 松本隆伸、井原郁夫、上柿順一、島 義和
球状圧子ナノインデンテーションによる純鉄結晶粒の応力ひずみ計測
日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集、No. 09-1、2009. 9. 14-16 (盛岡)
- (38) 井原郁夫
ナノインデンテーションと超音波センシングに関する最近の研究
第 4 回シナジェティックデバイスフォーラム、長岡、2009. 2. 13.
- (39) 高橋学、井原郁夫
超音波を用いた温度分布解析における高速化の検討
第 16 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp. 39-40、東京、2009. 1. 29-30.
- (40) 山田浩之、高橋学、井原郁夫
レーザー超音波による非接触温度モニタリング
第 16 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp. 41-42、東京、2009. 1. 29-30.
- (41) Manabu Takahashi, and Ikuo Ihara
Ultrasonic Measurements of Temperature Distributions of the Inside and Surface of Materials 第 29 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集、Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics
Vol. 29, pp. 67-68、仙台、2008. 11. 11-13.
- (42) 高橋学、井原郁夫
超音波法と差分法を用いた材料内部の温度分布モニタリングの高精度化に関する検討
日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集、Vol. 1, No. 08-1, pp. 319-320、2008. 8. 3-7
- (43) 松本隆伸、関川篤、西村太志、井原郁夫、上柿順一、島義和
局所領域の応力ひずみ応答計測へのナノインデンテーション法の適用
日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集、Vol. 6, No. 08-1, pp. 281-282、2008. 8. 3-7
- (44) 川崎智則、高橋学、徐晨艷、井原郁夫
長い超音波導波棒を利用した温度勾配モニタリングに関する検討
日本機械学会 2008 年度年次大会講演論文集、Vol. 1, No. 08-1, pp. 321-322、2008. 8. 3-7
- (45) 高橋学、井原郁夫
差分法解析を援用した超音波法による厚板内部の温度勾配測定
第 15 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp. 87-88、2008
- (46) Manabu Takahashi, and Ikuo Ihara
Ultrasonic Monitoring of Transient Variation in Internal Temperature Profile of Heated Materials
第 28 回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集、Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics
Vol. 28, pp. 365-366、つくば、2007. 11. 14
- (47) 井原郁夫
超音波反射率スペクトロスコープの薄膜剥離検出への適用 (依頼講演)
界面の健全性評価技術に関する合同ワークショップ概要集、pp. 13-23、日本非破壊検査協会、東京、2007. 8. 30.
- (48) 井原郁夫
超音波による高温場の温度モニタリングとレーザー超音波 (依頼講演)
レーザー超音波・先端検査計測技術研究会報告書、pp. 60-61、日本非破壊検査協会、京都、2008. 3. 13.
- (49) 高橋学、井原郁夫、西村太志
差分法解析を利用した超音波法による物体温度分布モニタリング
日本機械学会第 15 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2007) 講演論文集、No. 07-63、pp. 71-72、2007
- (50) 加藤慧輔、井原郁夫
材料表面の非接触温度モニタリングへのレーザー超音波法の適用
日本機械学会第 15 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2007) 講演論文集、No. 07-63、pp. 73-74、2007
- (51) 関川篤、西村太志、井原郁夫
局所領域の降伏応力同定へのナノインデン

レーション法の適用

日本機械学会第 15 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2007) 講演論文集、No. 07-63、pp. 15-16、2007

(52) 松本隆伸、西村太志、井原郁夫

ナノインデンテーション試験における残留応力の影響に関する実験的検討

日本機械学会第 15 回機械材料・材料加工技術講演会 (M&P2007) 講演論文集、No. 07-63、pp. 17-18、2007

(53) 井原郁夫

超音波を用いた新規な非破壊・非接触モニタリング手法 (依頼講演)

長岡技術科学大学新技術説明会資料集、p. 35-39、2007 (東京)

(54) 井原郁夫

材料加工プロセスの知能化に資する先進超音波モニタリング

21世紀 COE プログラム (ハイブリッド超機能材料創成と国際拠点形成) 最終成果報告会概要集、p. 38-39、2007

(55) 高橋学、井原郁夫、

加熱材料内部の温度プロファイルの超音波モニタリング

日本機械学会 2007 年度年次大会講演論文集、Vol. 1、07-1、pp. 537-538、2007

(56) 栗山雄次、関川篤、西村太志、井原郁夫

ナノインデンテーションによる材料強度評価と異材界面近傍の力学特性マッピング

日本機械学会北陸信越支部第 44 期総会講演会、pp. 413-414、2007

(57) 高橋学、井原郁夫、

加熱材料内部の温度プロファイルの超音波モニタリング

日本機械学会 2007 年度年次大会講演論文集、Vol. 1、07-1、pp. 537-538、2007

(58) 井原郁夫、栗山雄次、西村太志、宮下幸雄 (依頼講演)

ナノインデンテーションによる複合薄膜および異材界面近傍の力学特性評価

日本学術振興会・将来加工技術第 132 委員会、第 18 回研究会 (合同研究会) 資料、H19. 2. 2 (東京)、pp. 17-24、2007

(59) 上柿順一、土田智之、吉野修司、篠塚聡哉、本目精吾、井原郁夫 (依頼講演)

収束イオンビームを利用した超高精度ナノ加工装置とその応用

日本学術振興会・荷電ビームの工業への応用第 132 委員会研究会、第 175 回研究会資料、H19. 1. 26 (東京)、pp. 17-24、2007

(60) 金成守康、国本充、若松孝、井原郁夫

低分子有機薄膜の曲げ強度—ナノインデンテーション試験結果の応用—

応用物理学関連連合講演会、Vol. 54、No. 3、PP. 1318、2007

(61) 高橋学、井原郁夫

超音波による厚板内部の温度分布計測に関

する検討

第 14 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、pp. 85-86、2007

〔図書〕 (計 3 件)

(1) Ikuo Ihara, Manabu Takahashi, Hiroyuki Yamada

Recent Advances in Sensing Technology (Lecture Notes in Electrical Engineering 49) edited by S. C. Mukhopadhyay, G. S. Gupta and R. Y. M. Huang, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2009), pp.75-90

(2) Ikuo Ihara

Sensors: Advancements in Modeling, Design Issues, Fabrication and Practical Applications” (Lecture Notes in Electrical Engineering 21) edited by S. C. Mukhopadhyay and R. Y. M. Huang, Springer (2008), Chapter V, pp.287-305

(3) 井原郁夫

「挑戦こそが成功の鍵」—科学者が問いかける先端工学の 31 の“なぜ”—

(株) 近代科学社、吉川、末松編 (2010)、第 6 章、pp172-178.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 4 件)

名称: 超音波探傷導波棒と超音波探傷装置

発明者: 井原郁夫、川崎智則

権利者: 長岡技術科学大学

種類: 特許

番号: 国際出願 PCT/JP2008/070348

出願年月日: 平成 20 年 11 月 7 日

国内外の別: 外国

名称: 超音波を用いた温度測定方法

発明者: 井原郁夫、高橋学、山田浩之

権利者: 長岡技術科学大学

種類: 特許

番号: 特願 2010-11605

出願年月日: 平成 22 年 1 月 22 日

国内外の別: 国内

名称: 超音波探傷導波棒および超音波プローブ並びにそれを用いた不純物検出方法および界面位置計測方法

発明者: 井原郁夫、森久和

権利者: 長岡技術科学大学、住友化学

種類: 特許

番号: 特願 2008-087861

出願年月日: 平成 20 年 3 月 28 日

国内外の別: 国内

名称: 超音波探傷導波棒と超音波探傷装置

発明者: 井原郁夫、川崎智則

権利者：長岡技術科学大学
種類：特許
番号：特願 2007-297307
出願年月日：平成 19 年 11 月 15 日
国内外の別：国内

[その他]

<http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/~ihara/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井原 郁夫 (IHARA IKUO)
長岡技術科学大学・工学部・准教授
研究者番号：8 0 2 0 3 2 8 0

(2) 研究分担者

鎌土 重晴 (KAMADO SHIGEHARU)
長岡技術科学大学・工学部・教授
研究者番号：3 0 1 5 2 8 4 6

(4) 海外研究協力者

S. C. Mukhopadhyay
Massey 大学・工学部・准教授