

JWRI, Osaka University
Smart Processing Research Center

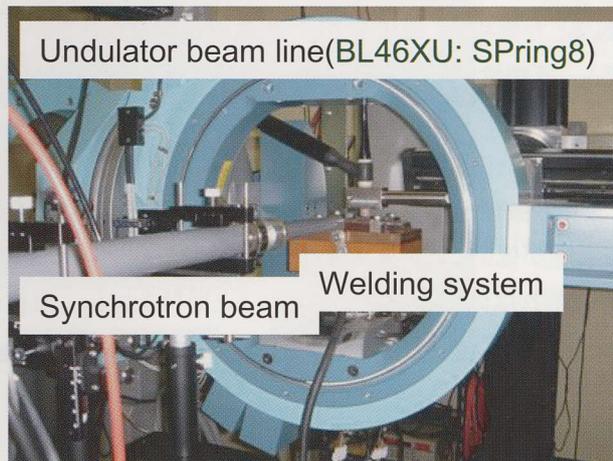
News Letter



大阪大学接合科学研究所 スマート プロセス研究センター

放射光を用いた熔融金属凝固過程の in-situ 観察

信頼性評価・評価予測システム学分野では、放射光を用いた熔融金属凝固過程の in-situ 観察技術を開発した。これにより、熔融金属の急凝固過程における相の経時変化を in-situ（その場）で観察することが可能となる。この強力なツールを用いて、ナノ粒子を核とした固相-固相変態挙動の解析とシミュレーション、晶析出物を利用した凝固組織制御、ナノ粒子を活用した超微細粒組織の生成（超微細粒鋼、超微細粒チタン合金）という研究テーマを推進中である。



Undulator beam line(BL46XU: SPring8)

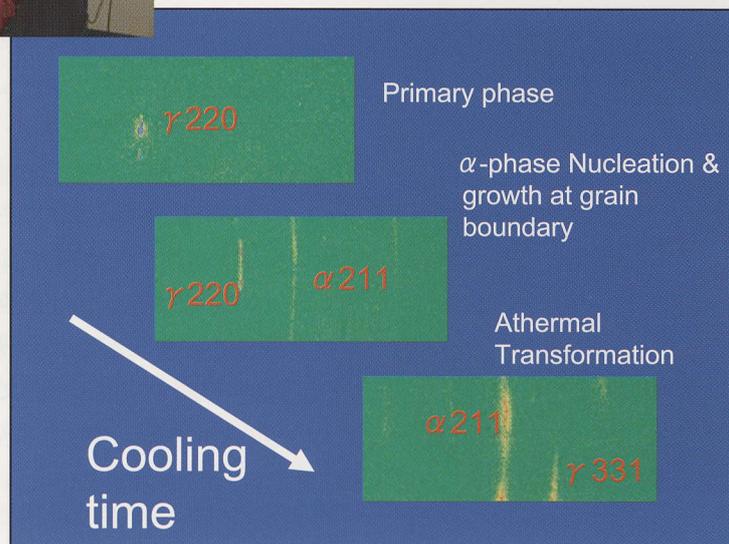
Synchrotron beam

Welding system

放射光を利用した In-situ実験光学系
(アンジュレータビームライン、SPring8)

高輝度のアンジュレータビームラインを用いることにより、高空間、時間分解能で相を同定する事が可能となる

溶接熱履歴(冷却時)に対応した回折ピーク
その場観察結果
(2次元検出器)



研究分野の紹介：信頼性評価・予測システム学分野

(小溝裕一教授、寺崎秀紀研究員) <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/~spc4/>

信頼性評価・予測システム学分野は次世代ものづくり技術を活かした新しい生産社会を構築するために、接合に関する信頼性評価、寿命予測、現象およびシステム化のシミュレーション、情報のデータベース化などに関する基礎および応用研究を推進いたします。材料のナノ構造を制御することにより、長寿命化対応材料や自動車などを対象とした超軽量高強度材料およびその接合技術を提案し、環境に優しい社会の実現を目指していきたいと考えています。

スマートプロセス豆知識

放射光

加速器中で高エネルギーの荷電粒子が磁場によってその軌道を曲げられる際に、軌道の接線方向に放出される電磁波。

アンジュレータ

極性が周期的に交番する磁石列からなる光源装置でこれに入射した電子ビームは蛇行軌道上を運動することによって放射光を繰り返し発生し、前方に単色性に優れた輝度の高い放射光を発生することができる。SPring8のような第3世代の大型放射光施設の設計はアンジュレータの性能が最大限に得られるべく最適化されている。

急冷凝固

強制固溶体・過飽和固溶体（平衡固溶限以上に溶質を固溶した固相）、準安定相、非晶出が形成される条件における凝固。系および凝固界面の化学ポテンシャルの勾配、連続性から、完全平衡、局所平衡、準安定平衡、非平衡に分類される。

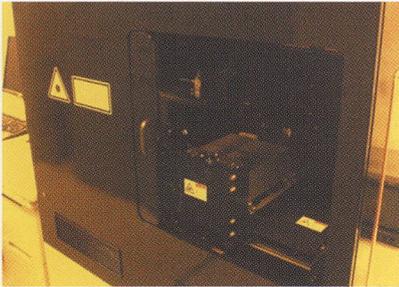
組織微細化

韌性を確保しながら強度を向上できる方法であり、1 μ mまでの微細組織材は著しく韌性が向上することが確認されている。例えば、従来から強度が高く延性ぜい性遷移温度が低いことが要求される低温用鋼にはNiが添加されてきた。Niを添加せずとも、結晶粒を微細化することができれば同等の効果がえられると期待される。母材の組織微細化技術は発展してきたが、溶接熱履歴により製造プロセスの履歴がクリアされてしまう問題が実用面において課題となっている。

新設備紹介



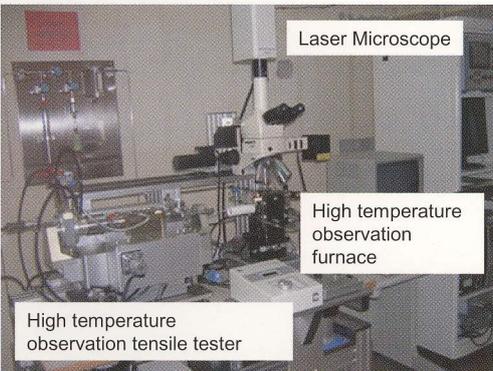
フェムト秒レーザ加工システム：フェムト秒レーザを用いて超精細加工を行うことができるシステムである。加工過程を以下に述べる。① 発振器より出力された波長 780 nm の光を再生増幅器に入射し、パルスエネルギー 1 mJ、パルス幅 150 fsec（半値全幅）のパルスを出力する。② 高調波発生ユニットを用いて第 2 及び第 3 高調波を発生することができる。③ 除振機構を装備した雰囲気制御型チャンバを用い、ガス雰囲気下及び、真空下において加工を行うことができる。④ チャンバ内のコンピュータ制御加工ステージのXYZAB 軸駆動をコンピュータで制御することで、超精細加工を可能とする。



三次元マイクロ造形装置：CAD/CAMによりマイクロメートルオーダーの三次元構造を高速成形できるスマートプロセッサである。造形工程を以下に述べる。① 紫外線照射により重合硬化する光硬化性の液体樹脂を造形用の素材として使用し、自動制御のナイフエッジを用いてガラスステージ上に厚さ $10\mu\text{m}$ で塗布する。② 半導体レーザより発振された波長 405nm の光を DMD (Digital Micromirror Device) モジュールに導入し、任意の画像を分解能 $2\mu\text{m}$ で樹脂液面に露光する。③ 二次元硬化層を積み重ねることで、複雑形状の三次元構造を得る。



テラヘルツ分光計測装置：マイクロメートルオーダーの波長を有するテラヘルツ波の透過特性や反射特性を精密に評価できるスマートアナライザである。測定原理を以下に述べる。① マイクロメートルオーダーの発振用ダイポールアンテナに電圧を印加し、パルス幅 100fs のフェムト秒レーザーを入射させる。② 電極よりテラヘルツ周波数を成分として含む電磁波パルスが発生するので、これを測定用サンプルに照射する。③ 反射波および透過波を受信用ダイポールアンテナに導き、信号強度の時間変化をフーリエ変換することでスペクトルを得る。



高温 in-situ 観察システム

本装置は He-Ne レーザを光源とした共焦点光学系、高温観察炉、高温引張、三点曲げ試験機からなるシステム（左図上段）である。観察中の熱履歴および力学的な条件を PC 上で設定し、観察映像を HD および DVD に記録する。

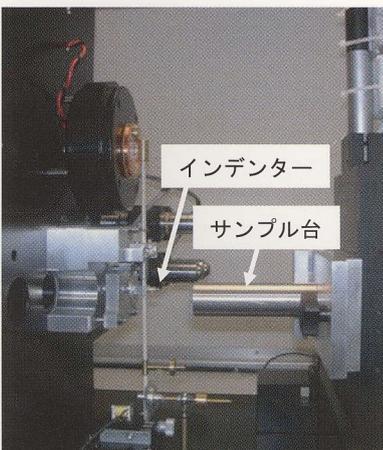
主な仕様は、以下のとおりである。

倍率：～ 2450 倍

最高加熱温度 1700°C

（引張試験時 1100°C 、三点曲げ試験時 800°C ）

引張荷重：Max 2 kN



ナノインデンテーション試験システム：超低負荷でのインデンテーション試験（押し込み試験）を高精度でおこなうことが可能であり、極表面や超微小領域における硬度などの機械的特性・物性の評価が可能である。さらには、スクラッチ試験やインパクト試験、ホットステージによる 500°C 以上の高温下でのインデンテーション試験が可能である。特に今回導入した装置の場合、インデンテーション部が左図に示すようにユニークな縦型の振り子設計となっており、高温下で試験をおこなった場合でも、試験片がサンプル台以外からの直接的な熱の放射や対流による影響を受けないため、高温下でも高精度な試験が可能である。今後、半導体デバイスから医療用マイクロマシンまで広範囲にわたる様々なアプリケーションの機械的信頼性評価に展開可能な技術のひとつとして期待できる

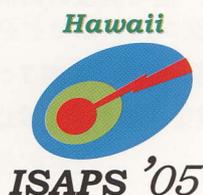
行事



International Symposium on Smart Processing Technology (ISMPPT)

主催 接合科学研究所
日時 2005年11月14日(月)～15日(火)
場所 大阪大学銀杏会館
発表申込 8月14日
アクセプト 9月14日
原稿〆切 11月14日
参加申込 <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/~conf/ismpt/index.html>
連絡先 塚本 雅裕 tukamoto@jwri.osaka-u.ac.jp

行事



The 5th International Symposium on Applied Plasma Science (ISAPS '05)

主催 プラズマ応用科学会
後援 JWRI 大阪大学, PSTI-UCLA, IRS-Univ. of Stuttgart, 大連理工大学, 応用物理学会
日時 2005年9月26日(月)～30日(金)
場所 ヒロハワイアンホテル(米国、ハワイ)
連絡先 小林 明 kobayasi@jwri.osaka-u.ac.jp

表彰

小林 明 (スマートコーティングプロセス学分野助教授)
プラズマ応用科学会第3回論文賞(プラズマ応用科学会)平成17年3月11日
小溝裕一 (信頼性評価・予測システム学分野教授)
ギマラエス賞(論文賞)((社)日本鉄鋼協会)平成17年3月29日
小溝裕一 (信頼性評価・予測システム学分野教授)
学術振興賞((社)溶接学会)平成17年4月20日

人事

定年退職 平成17年3月31日 スマートコーティングプロセス学分野 教授 大森 明
退任 平成17年3月31日 スマートコーティングプロセス学分野 特任研究員 叶 福興
着任 平成17年4月1日 スマートコーティングプロセス学分野 教授 内藤牧男
採用 平成17年4月1日 スマートコーティング学分野 事務補佐員 藤井奈穂