



高出力レーザー開発・応用工学部門

末松久幸

1. 研究目的

高出力レーザーおよびその応用装置の開発

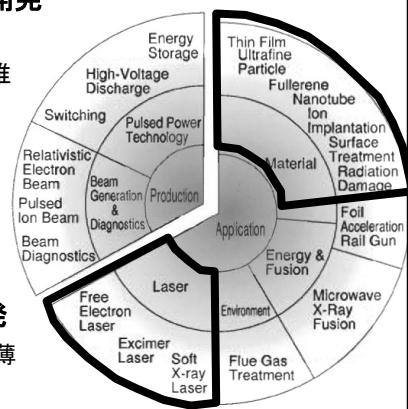
- 高速ガス中ガスレーザー → 今田助教
- 双ターゲット同時照射(SDA)パルスレーザー堆積装置開発とこれによる傾斜組成薄膜作製

レーザーを利用した材料の開発

- 酸窒化物硬質薄膜とその高硬度化機構
- 長残光性蛍光体

その他パルスパワーを応用した材料開発

- パルスイオンビーム蒸着法による高速結晶質薄膜作製技術
- パルス細線放電による有機物被覆超微粒子作製装置並びに方法開発
- 高温有機物センサー用酸化物ナノポアスポンジ



2. 研究体制

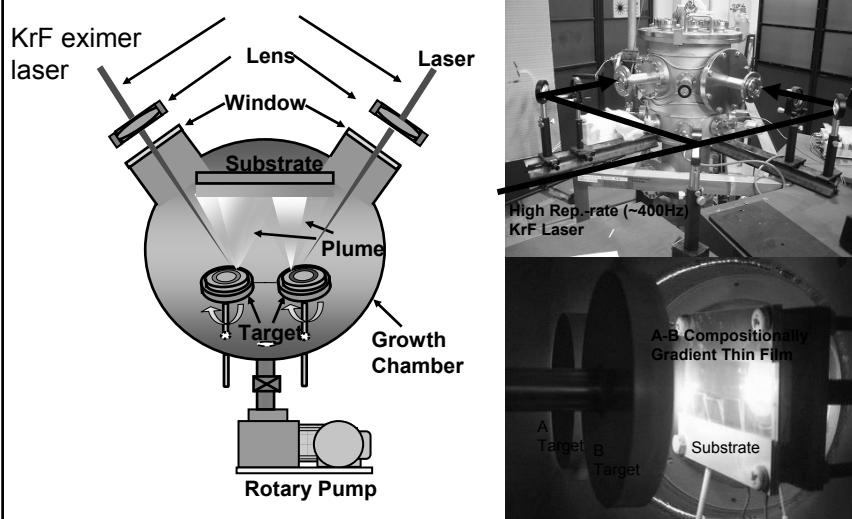
- 教授
 - 末松久幸(平成12年度～現在)
- 助教
 - 鈴木常生(平成11年度～現在)
- 研究機関研究員：
 - 杵鞭義明(平成11～13年度)
 - 楊城彩(平成12～13年度)
 - 平井誠(平成14～16年度)
 - 朱小鵬(平成15～16年度)
- COEポスドク
 - 朱小鵬(平成17年度)
 - 李鵬遠(平成16～17年度)
- 共同研究先(学内)
 - 機械系武田雅敏准教授
 - 物質・材料系井上泰宣 教授
- 共同研究先(学外)
 - 民間企業の客員教授：
 - 有門経敏(平成13～14年度、東芝他)
 - 湯之上隆(平成15年度～現在、日立他)
 - マコ一(株) 微粒子作製装置
 - ナミックス(株) 微粒子ペースト
 - 長岡化工機(有) 微粒子作製装置
 - ユニオンツール(株) 硬質薄膜
 - JFE精密(株) 硬質薄膜
 - 板垣金属(株) レーザー加工
 - 住友電工(株) 硬質薄膜

3. 研究成果 概要

- 定期刊行誌論文
 - H. Suematsu, K. Kitajima, T. Suzuki, W. Jiang, K. Yatsui, K. Kurashima and Y. Bando, "Preparation of Polycrystalline Boron Carbide Thin Films at Room Temperature by Pulsed Ion-Beam Evaporation", *Appl. Phys. Lett.*, **80**, (2002) 1153-1155.
 - X. P. Zhu, H. Suematsu, W. Jiang, K. Yatsui and M. K. Lei, "Pulsed-ion-beam Nitriding and Smoothing of Titanium Surface in a Vacuum", *Appl. Phys. Lett.*, **87** (2005) 093111.
- 他82編
- 招待、プレナリー講演
 - 13回
- 受賞
 - 日本セラミックス協会写真展 優秀賞他 2回
- 特許
 - 出願:12、成立:2
- 著書
 - 分担:3
- 新聞などマスメディアの記事
 - 2回

3. 研究成果・水準

3-1 高出力レーザーおよびその応用装置の開発



- 複雑高価なマスク制御無しに、傾斜組成薄膜作製する技法、装置開発

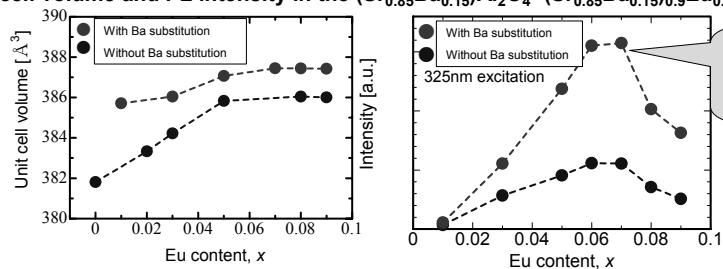
3-2 レーザーを利用した材料開発

(1) SDA法で作製した傾斜組成薄膜を用いた
 $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Eu})\text{Al}_2\text{O}_4$ 高輝度蛍光体探索

PL from $((\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.15})_{1-x}\text{Eu}_x)\text{Al}_2\text{O}_4$ compositionally gradient thin film



Unit cell volume and PL intensity in the $(\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.15})\text{Al}_2\text{O}_4 - (\text{Sr}_{0.85}\text{Ba}_{0.15})_{0.9}\text{Eu}_{0.1}\text{Al}_2\text{O}_4$ system

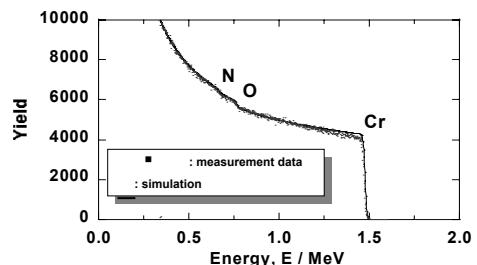
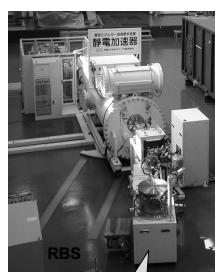


H. Suematsu et al., J. Luminescence, submitted.

(2) PLDによるCr(N,O) 硬質薄膜作製

Section III

RBSによるCr-N-O薄膜の組成精密測定



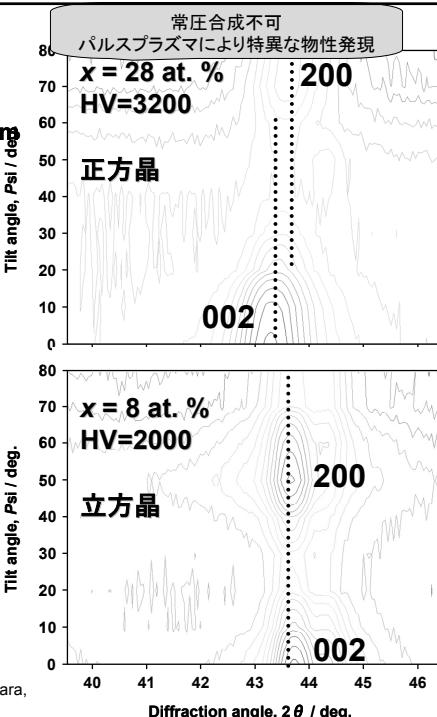
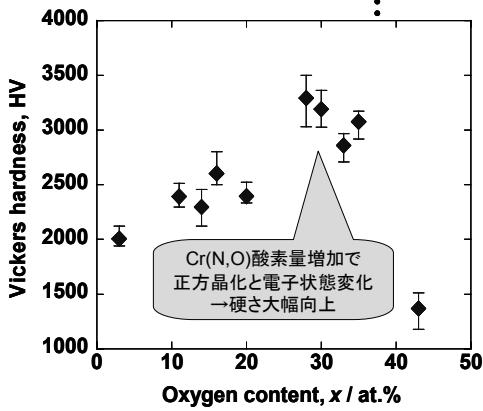
F J/cm ²	P_b Torr	P_{NH_3} Torr	P_{N_2} Torr	d_{TS} mm	T_s °C	Cr at. %	N at. %	O at. %
5	1×10^{-6}	0.8	-	15	500	53	44	3
1	8×10^{-7}	0.6	-	20	500	50	42	8
1	5×10^{-7}	0.6	-	20	500	50	40	10
5	1×10^{-5}	0.8	-	15	500	47	42	11
1	1×10^{-6}	0.6	-	20	500	50	36	14
1	1×10^{-6}	0.6	-	20	500	50	35	15
5	1×10^{-5}	0.3	-	15	500	47	37	16
1	2×10^{-6}	0.4	-	20	500	50	30	20
1	2×10^{-6}	0.2	-	20	500	50	22	28
1	2×10^{-6}	0.2	-	20	500	50	20	30
3	4×10^{-6}	0.2	-	20	500	45	22	33
3	4×10^{-6}	0.2	-	20	500	50	15	35
10	1×10^{-2}	-	0.05	10	400	44	13	43

T. Suzuki, J. Inoue, H. Saito, M. Hirai,
H. Suematsu, W. Jiang and K. Yatsui,
Jpn. J. Appl. Phys., 45 (2006), 2161-2166.

/0

立方晶-正方晶転移が引き起こす Cr(N,O) 薄膜の高硬度化

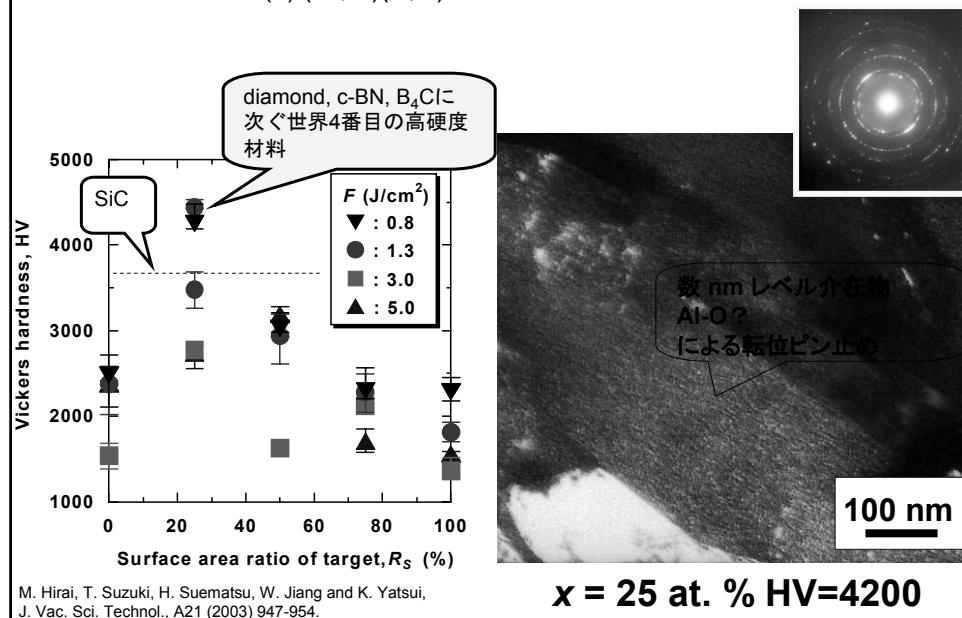
Cr(N,O)
NaCl
Cr₂O₃
Corundum



J. Inoue, T. Nakayama, T. Suzuki, H. Suematsu, W. Jiang and K. Niihara,
Materials Science Forum, 510-511 (2006) 1006-1009.

3-2 レーザーを利用した材料開発

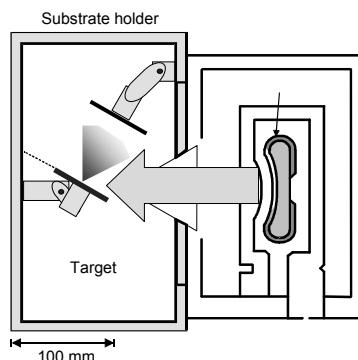
(3) (Cr,Al)(N,O) 硬質薄膜と高硬度化機構



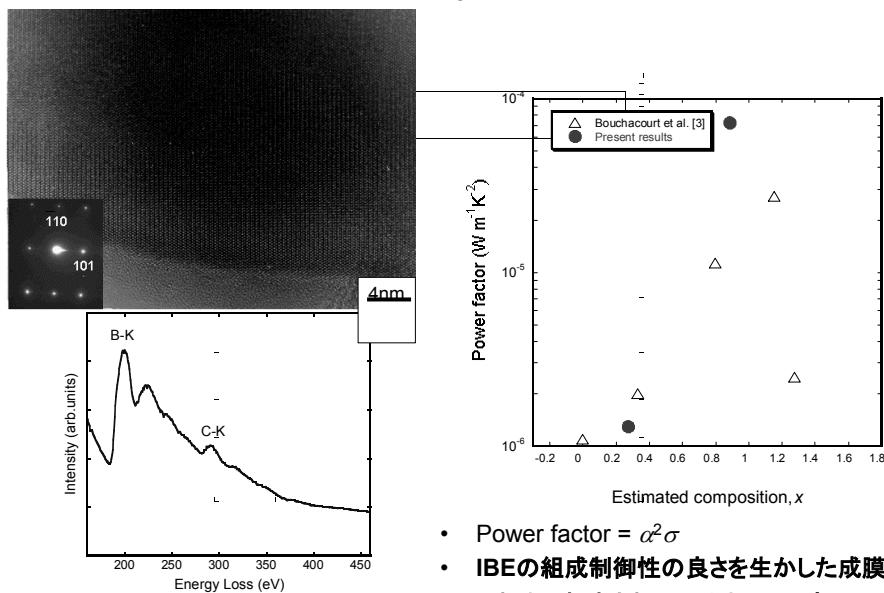
3-3 その他パルスパワーの応用 (1) パルスイオンビーム蒸着法



- 発光時間 66-72 μ s.
- 300 nm Y-123薄膜が1ショットで作製.
- 初期成膜速度 ~4 mm/s.
- 高密度プラズマ、平均自由行程短
→真空に逃げられない
- 良好な組成制御性と結晶化度



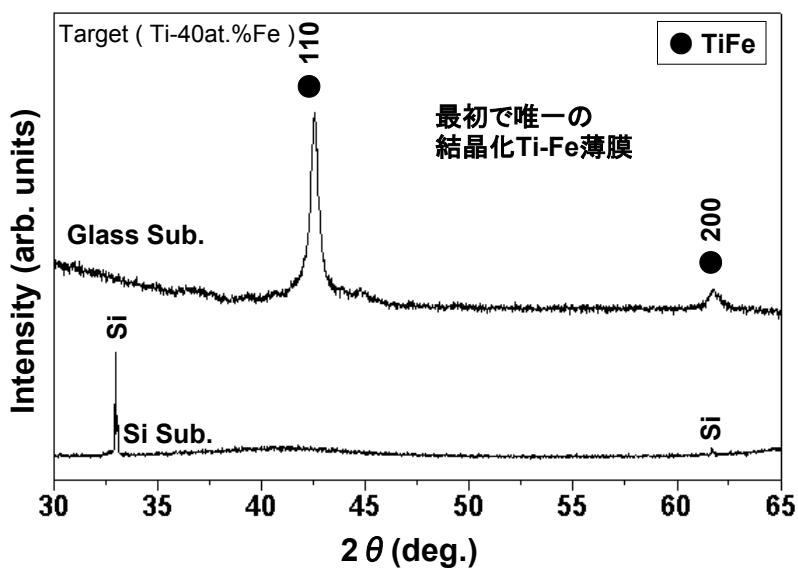
(1-1) IBE法で作製した $B_{12+x}C_{3-x}$ 薄膜の微構造と熱電特性



H. Suematsu, K. Kitajima, T. Suzuki, W. Jiang,
K. Yatsui, K. Kurashima and Y. Bando,
Appl. Phys. Lett., 80 (2002) 1153-1155.

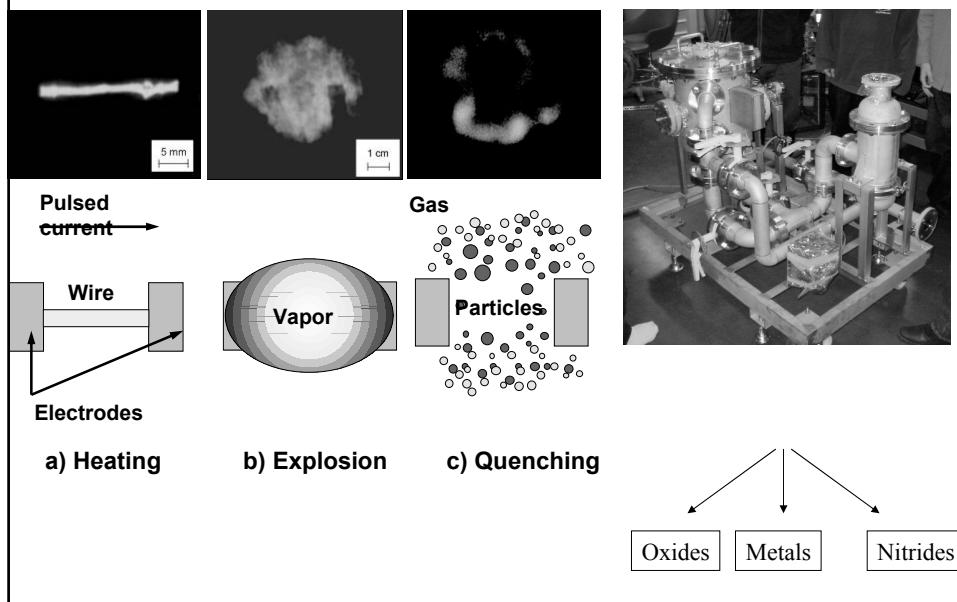
- Power factor = $\alpha^2 \sigma$
- IBEの組成制御性の良さを生かした成膜
- これまで報告されている中で、最高出力因子を有する B-C 試料を得た。

(1-2) IBEによる Ti-Fe 薄膜作製

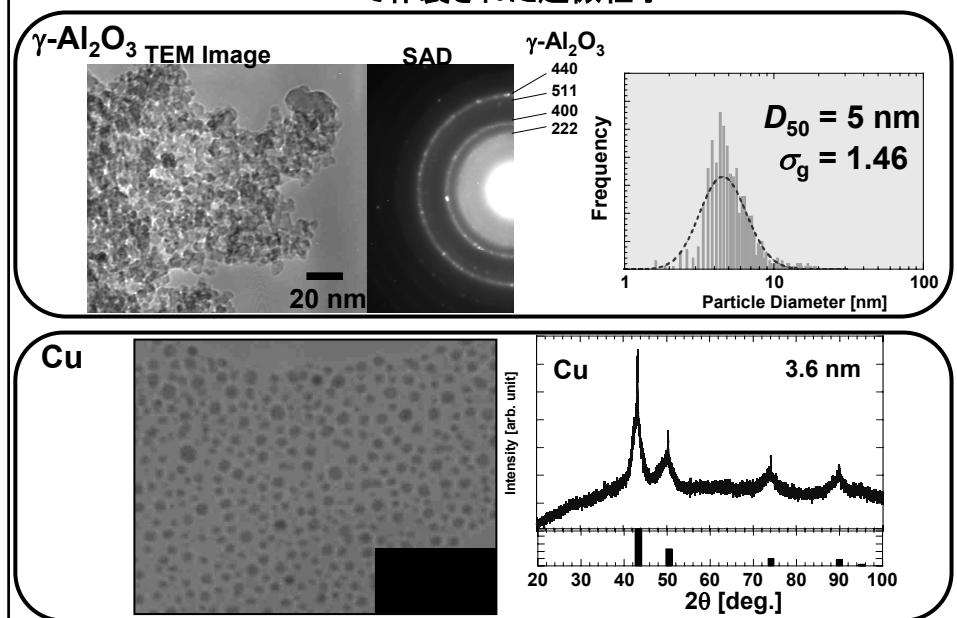


T. Suzuki, T. Saikusa, H. Suematsu, W. Jiang and K. Yatsui,
Surface Coating Technol., 169 (2003) 491-494.

3-3その他パルスパワーの応用
(2) パルス細線放電による超微粒子作製装置と方法開発

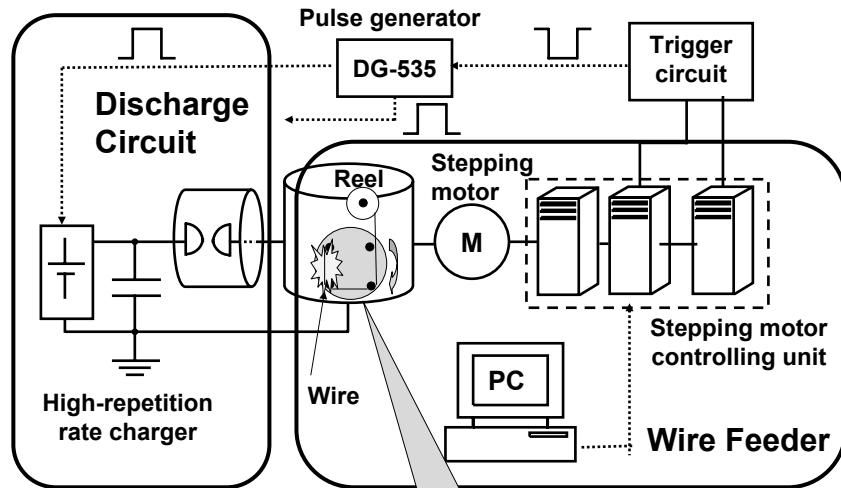


PWDで作製された超微粒子



Y. Tokoi, T. Suzuki, T. Nakayama, H. Suematsu,
W. Jiang, K. Yatsui and K. Niihara,
J. Jpn. Soc. Powder Powder Metal., 54 (2007) 180-185.

超微粒子量産用高繰り返しPWD装置開発

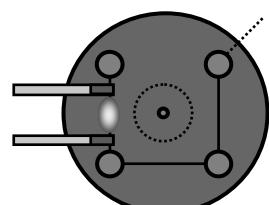


H. Suematsu, S. Nishimura, K. Murai, Y. Hayashi, T. Suzuki, T. Nakayama, W. Jiang, A. Yamazaki, K. Seki and K. Niihara, Rev. Sci. Inst., 78 (2007) 056105.

細線引っ張り型初
(細い細線使用可、
粒径分布向上)

EDI, Nagaoka University of Technology

高繰り返しPWD装置 1.4Hz運転テスト



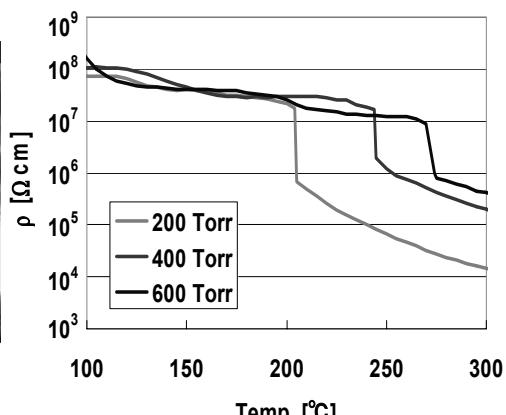
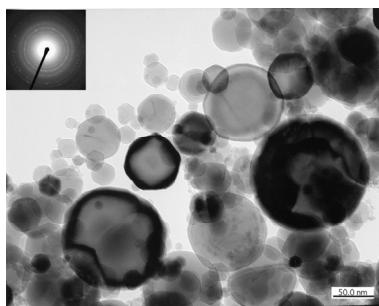
Pulsed Wire Discharge
1.4 Hz Operation

H. Suematsu, S. Nishimura, K. Murai, Y. Hayashi, T. Suzuki, T. Nakayama, W. Jiang, A. Yamazaki, K. Seki and K. Niihara, Rev. Sci. Inst., 78 (2007) 056105.

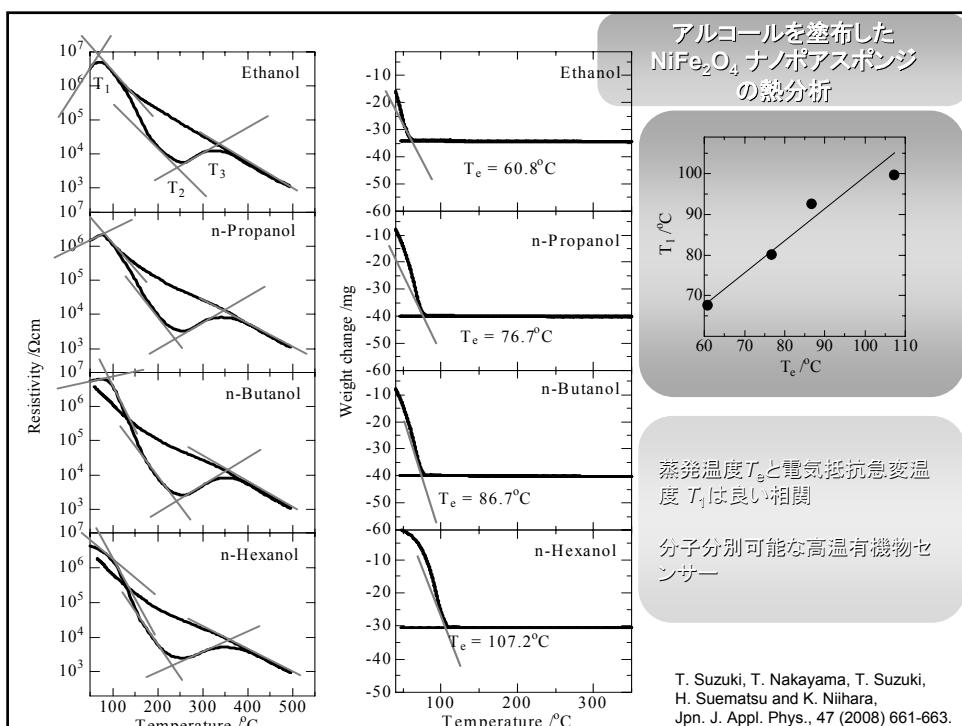
EDI, Nagaoka University of Technology

3-3その他パルスパワーの応用

(3) 高温高沸点有機物センサー用NiFe₂O₄ ナノポアスponジ



- Sintered NiFe₂O₄ nanosized powders at 600 °C in air for 1h to form “nano pore sponge”.
 - The highest critical temperature in known CTRs
- Suematsu et al., J. Mater. Res., 19 (2004) 1011-1014.



4. 教育活動

- 講義

末松

- 核エネルギー工学(学部4年)
- プラズマ物性工学
- 高電圧工学
- レーザー工学(分担、学部4年)
- 基礎電磁気学(分担、学部2年)
- 高温超伝導材料工学特論(隔年、修士)
- 電気技術英語
- PBP1
- 学生実験(学部2年)

鈴木

- 演習
- 学生実験(学部4年)

- 博士課程学生主査:

- 卒業:5名
- 在学中:4名(社会人1名)
- 進学希望:2名(社会人1名)

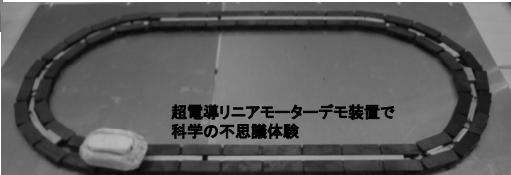
5. 社会貢献



- 啓蒙活動、社会貢献

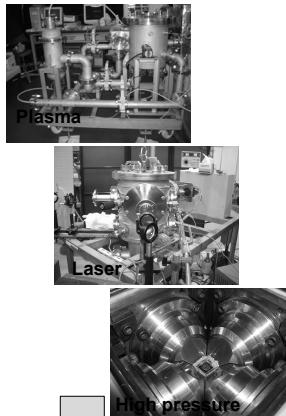
- 音楽と科学のふれあい広場
 - 科学にも右脳必要
 - 音楽を聴かせて右脳活性化
 - その後科学の出し物
- エルネットテレビ講義

- 新潟大学非常勤講師



6. 将来計画

センターで開発された様々な極端条件発生技術



科学と産業応用のための本学関連施設:
ながおか新産業想像センター
新物質、材料開発

- ・ パルスパワーのみでない種々の極端条件を活用した材料合成法開発
 - パルスレーザー堆積
 - 高圧下合成
 - パルス細線放電
- ・ 自製極端条件発生装置による新機能化合物合成
 - 高温超伝導と硬質酸窒化物の高圧下合成
- ・ 新材料のための物質ハイブリッド化技法開発
 - 酸窒化物硬質薄膜
- ・ 地域産業支援
 - 工具用硬質薄膜
 - プラスト、ペースト用パルス細線放電装置
 - ・ 産業界からの客員教授、研究員
- ・ 科学探究
 - 銅酸化物超伝導体、酸窒化物硬質材料、蛍光体
 - 高価数イオンを含むオーバードープ領域諸物性探索と物性発現機構解明
 - ・ 学内人事交流
- ・ インターネットでのデータ公開

