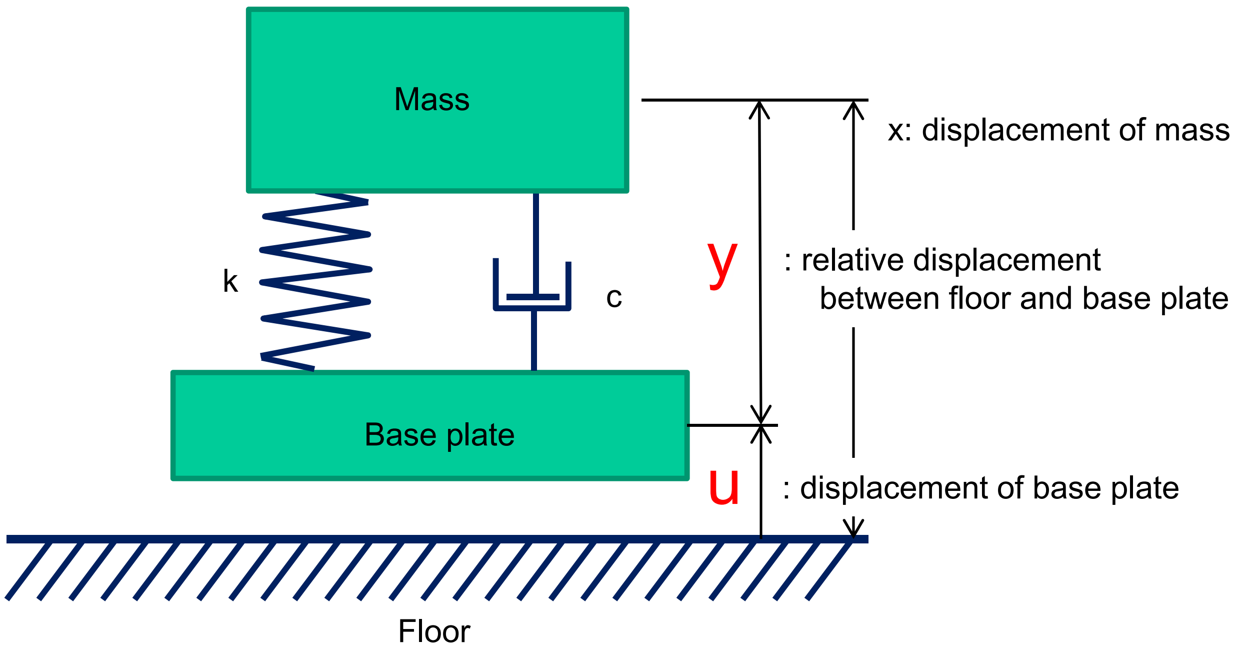
錘の共振

床の振動による錘の振動



運動方程式

$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = -u$

特異解

If u takes the below form,

$u = a \cos \omega t$

Unique solution is

$y = B \cos(\omega t - \phi)$

$$B = \frac{a(\omega/\omega_n)^2}{\{1-(\omega/\omega_n)^2\}^2 + (2\zeta\,\omega/\omega_n)^2}$$

$$\phi = \frac{2\zeta(\omega/\omega_n)^2}{1-(\omega/\omega_n)^2}$$

ζ: Damping factor

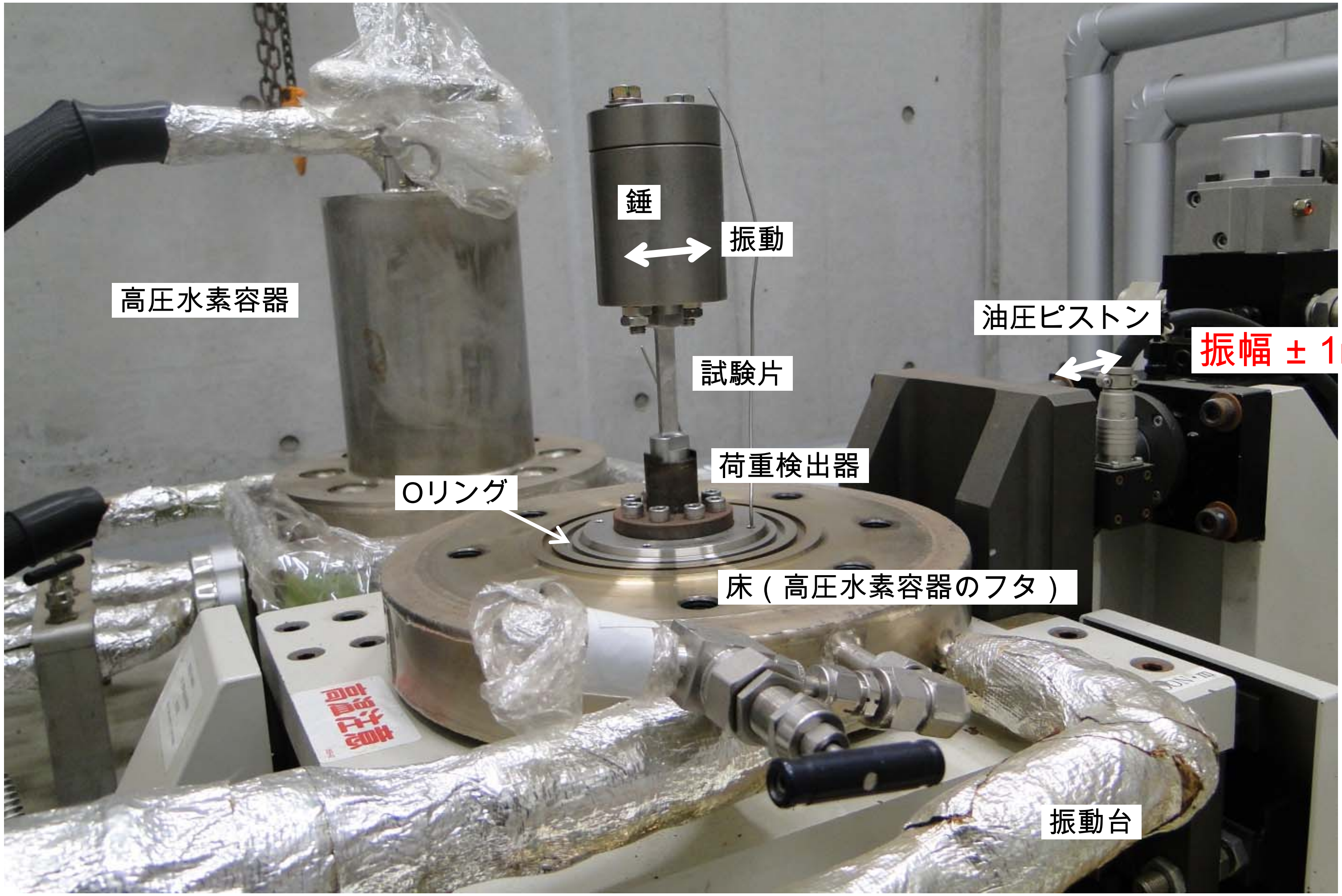
ω_n: Natural frequency

ω: Frequency of u

錘の振動は，台板の振動により制御できる．

Controllable parameter: u, ω, ω_n (mass, k, c)

10MPa高圧水素中・高サイクル疲労試験機



考案・ 基本設計
近藤良之・ 久保田祐信

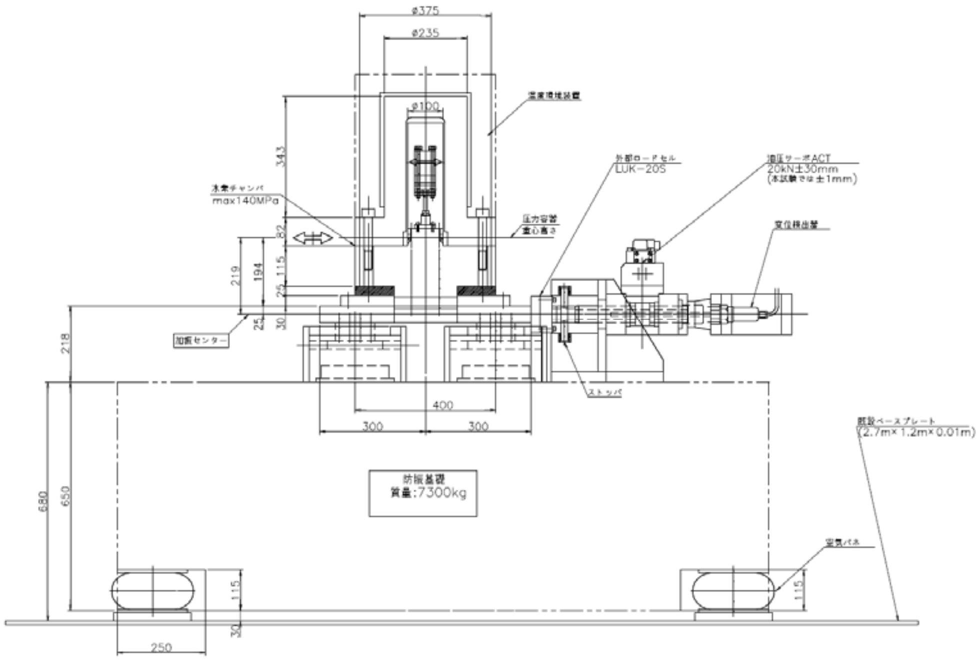
設計・ 製作

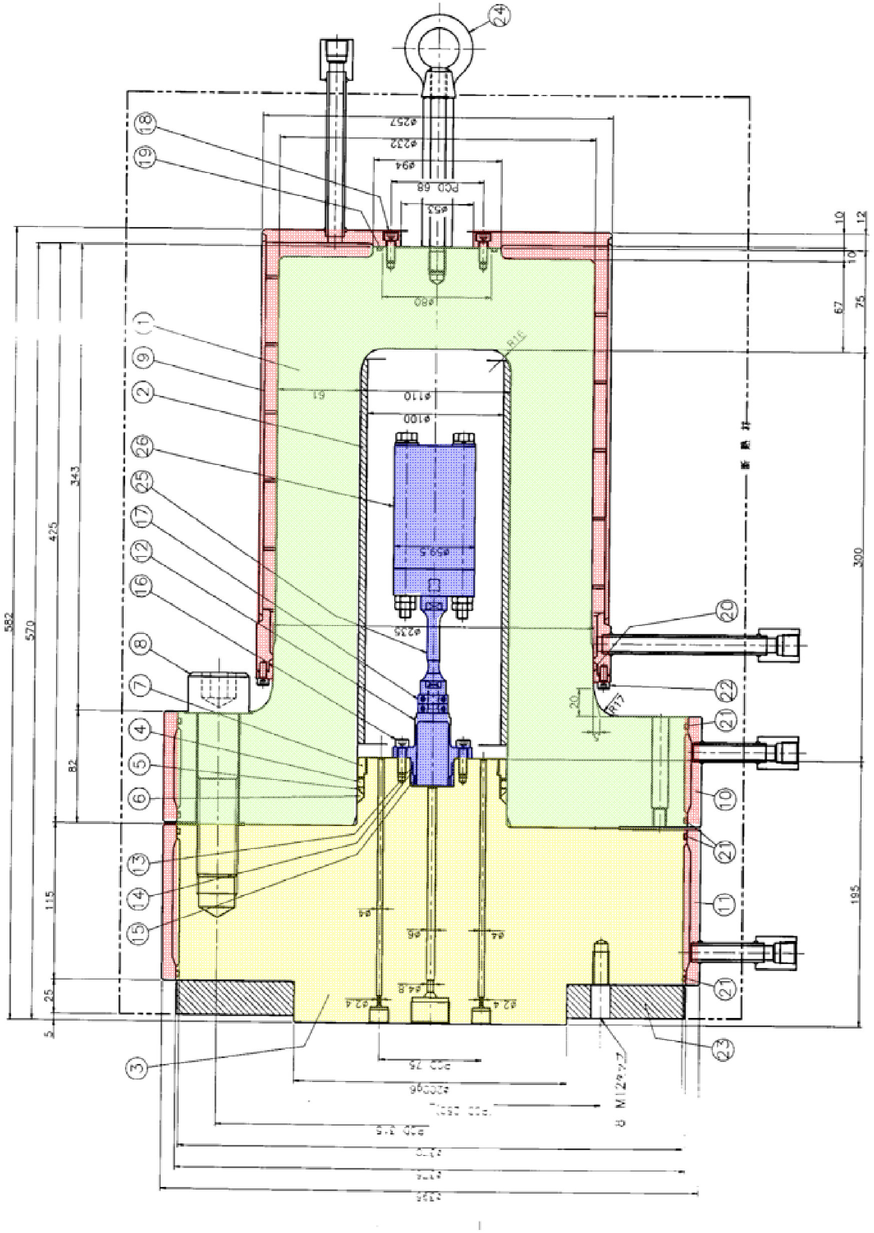
TOSHIN

SHIMADZU
Excellence in Science

140MPa準共振式疲労試験装置

＊形状寸法は暫定





- 容器圧力 140MPa
- 容器温度 -50～300℃
- 試験速度 Max.30Hz

PRETECH　SAGInoMIYA

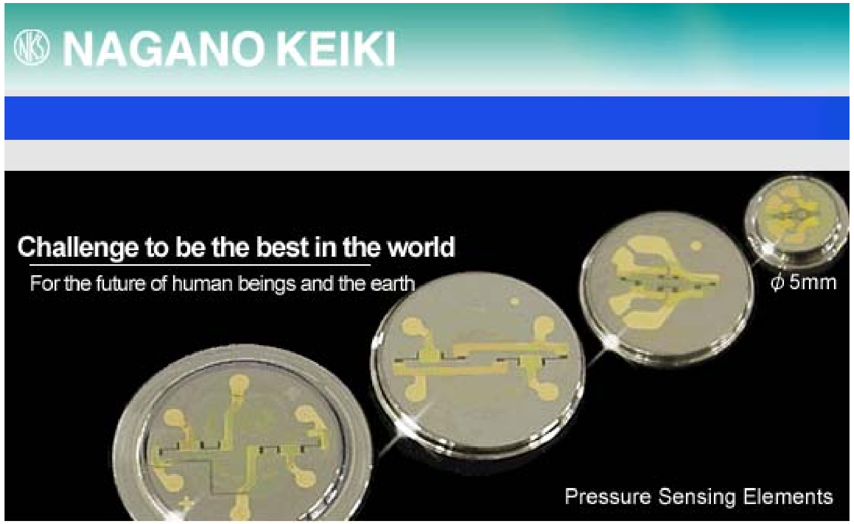
140MPa水素用圧力センサの開発

- 現状，140MPa水素用圧力センサは市場にない.
- 開発のために，長野計器と共同研究を実施中.
- 圧力そのものに問題はない.
- 水素の影響とセンサの溶接部が研究対象.

120MPa水素用圧力センサ

評価の内容

- 140MPa水素中での試験はできない.
- 水素チャージをして，
  使用中の温度・圧力における
  飽和水素濃度の圧力センサを作製
- ハイトレックにて，
  95MPa水素ガスの圧力サイクル試験
- 長野計器にて，
  150MPa油圧による圧力サイクル試験
  175MPa油圧による耐圧試験
- ハイドロジーニアスにて
  試験結果の解析



高圧水素･300℃ ひずみゲージ式センサの開発

確かな計測で、その先の未来へ

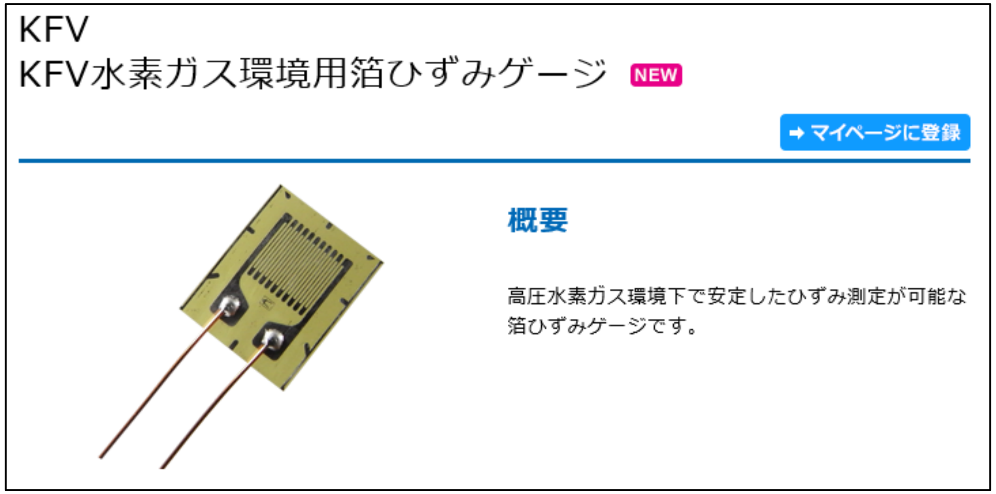
KYOWA

・試験片に加わる負荷を
測定するために必要不可欠.

・従来のセンサ:
水素中では値が狂ってしまう.

・世界初の高圧水素用
ひずみゲージを開発・販売.

・しかし，高温・高圧水素用は
開発が必要.



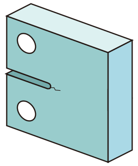
評価の内容

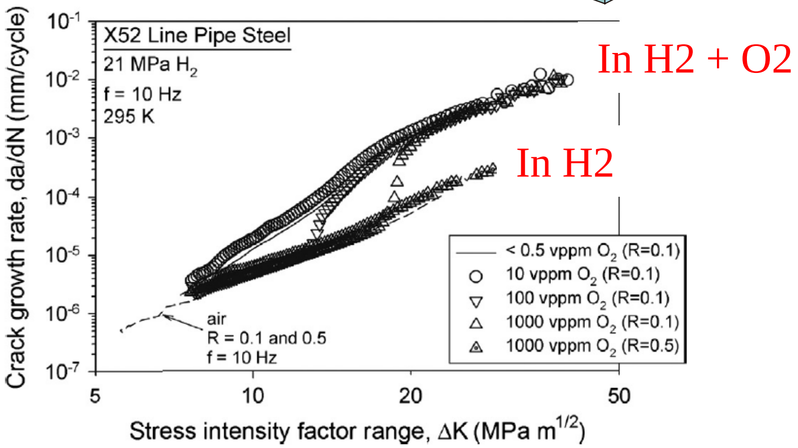
・高温・高圧の水素に適合する
センサ材質，コーティング，
接着剤を選定.

・300℃・120MPaの水素ガス中で
センサの安定性を試験.

水素中の微量不純物が与える影響

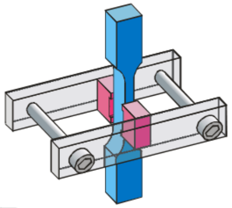
疲労き裂進展

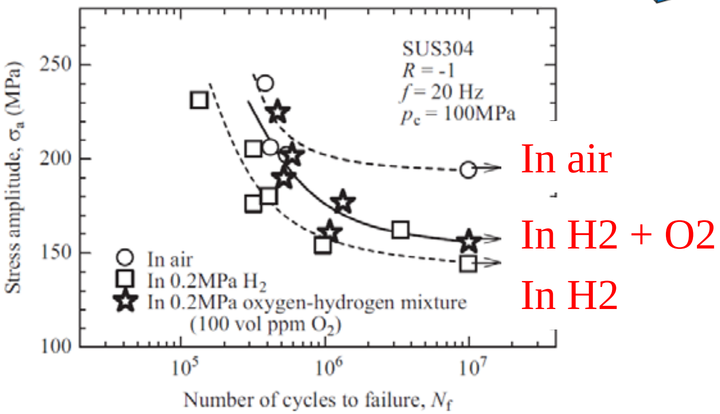




Somerday et al, 2013

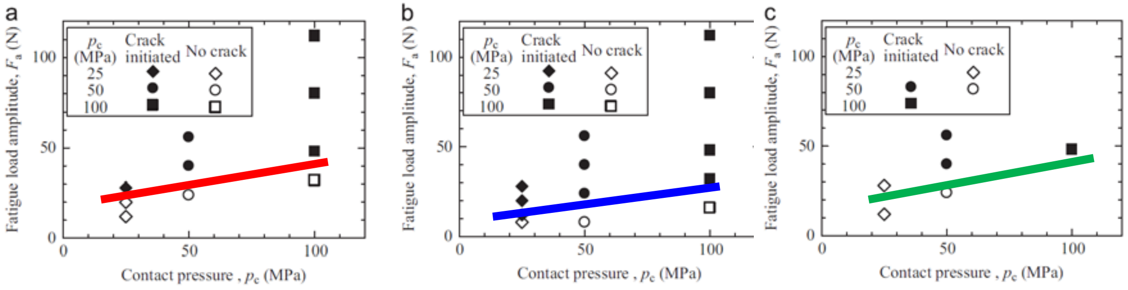
フレッティング疲労





Komoda et al, 2014

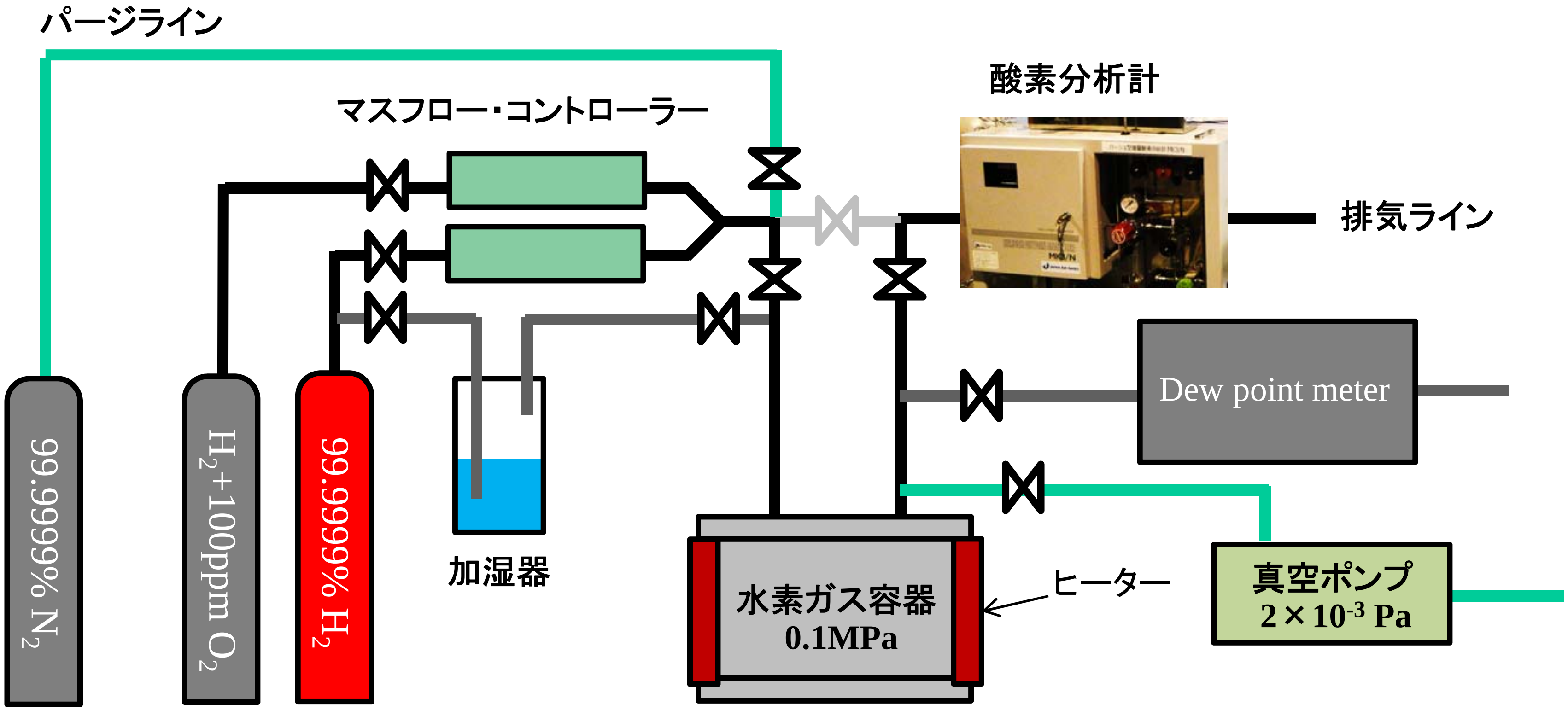
低サイクル疲労のき裂発生限度



In air　　In H2　　In H2 + 100ppm O2

Komoda et al, 2014

既存の疲労試験機で利用中 *NEDO事業外



特徴

・ppm レベルの酸素量を任意にコントロール可能.

AIR LIQUIDE

水素中不純物測定装置

PRETECH *HIGH PRESSURE TECHNOLOGY*

水 素 ガ ス 分 析 装 置 -Hydorogen gas analysis apparatus-

型式 H2ALSU

超高圧水素ガス雰囲気下材料試験機による試験データにおいて、超高圧ガス雰囲気に残存する水分量及び酸素量の影響により異なる結果が出る可能性を指摘されている事から、試験前後の水素供給ライン及び排気ラインの水分量および酸素量の測定をする事を目的とした分析装置です。

ガスサンプリング操作パネル

露点計

微量酸素分析計

データロガー

１．微量酸素分析計

方　　　式　：ハーシェ型ガルバニ電池式

測 定 範 囲　：0 ~ 0.5,　0 ~ 1,　0 ~ 10,　0 ~ 100ppm

再　現　性　：± 2.0 % F.S.

最小検出感度：10ppb

バランスガス：N_2、H_2、Ar or He

サンプルガス圧力：0.05 ~ 0.3MPaG

サンプルガス流量：133mL/min

サンプルガス温度：5 ~ 45 ℃

出 力 信 号　：DC4 - 20mA（非絶縁、負荷抵抗 300 Ω 以下）

２．静電容量式露点計

方　　　式　：静電容量式

センサタイプ：薄膜式酸化アルミニウム

精　　　度　：± 2 ℃（-65 ~ +20 ℃）

± 3 ℃（-80 ~ -66 ℃）

測 定 範 囲　：-110 ~ 20 ℃

入　　　力　：プローブからの水分信号

出 力 信 号　：DC4 - 20mA（絶縁、負荷抵抗 400 Ω 以下）

今年度，140MPa 300℃水素中・共振式疲労試験機が導入される予定.

導入にはいくつもの技術開発が必要であった.

それらの開発は各メーカーのご協力により達成されたものであり，ここに厚く御礼を申し上げる.

140MPa水素中の高サイクル疲労試験データを取得していく予定.

Thank you for your attention.