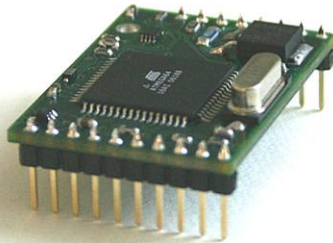
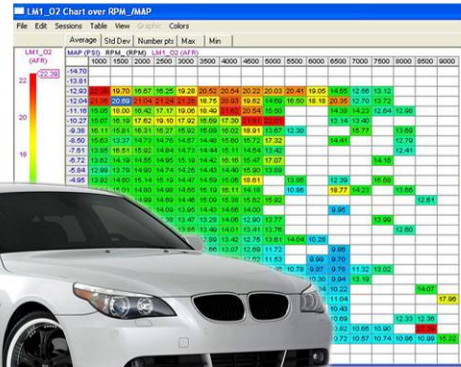
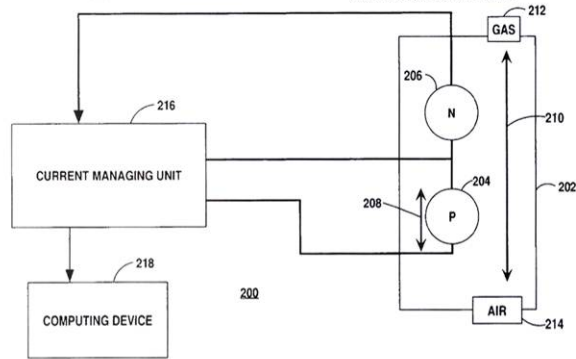


Innovate! Technology, Inc.

Making Engines Smarter.

(12) **United States Patent**
Allmendinger
 (73) Assignee: **Innovate! Technology, Inc., Irvine, CA (US)**
 (10) **Patent No.:** **US 6,978,655 B2**
 (45) **Date of Patent:** **Dec. 27, 2005**
 (54) **SYSTEM, APPARATUS, AND METHOD FOR MEASURING AN OXYGEN CONCENTRATION OF A GAS**



技術

従来のアナログ技術

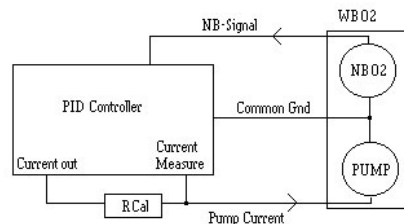
センサーは露出した1つの電極を持ち、固体電解質を消耗します。(構造は小型燃料電池に似ています)

セルは平衡を維持するために可変電流により動作され、センサーの「出力」はフィードバックコントロールループの結果です。

これは、トルクを測定するためにスロットルポジションを使用することに似ています。

欠点:

- フィードバックループのために遅い反応(2Hz)
- センサーは経年変化でカーブを描いて劣化します。
- 精度を維持するために頻繁なセンサー較正が要求されます。

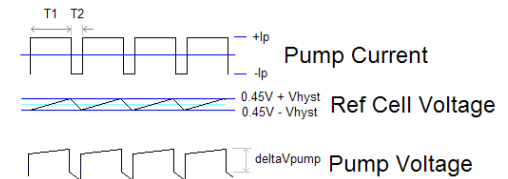


イノベート「ダイレクトデジタル」

ポンプセルは、狭い範囲の釣り合いのとれた状態で自己発振(逆極性下での定電流)します。ガス組成は、周波数、波形、デューティー比として、アナログからデジタルへダイレクトに変換されます。

利点:

- 個々のセンサーが高速動作します (500Hz)
- シンプルなセルフキャリブレーションによって、大気を利用した、センサー劣化に対応する較正や気圧較正を行います。
- 水晶振動子以外に精密部品を持たないために低価格です。



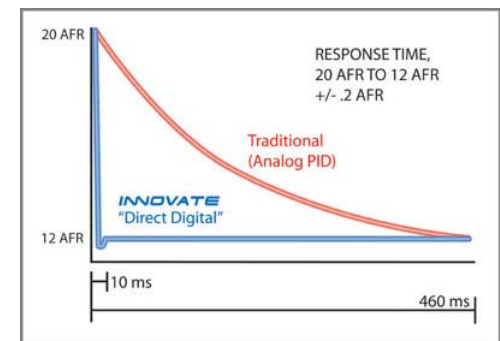
テクノロジー

● 利点:

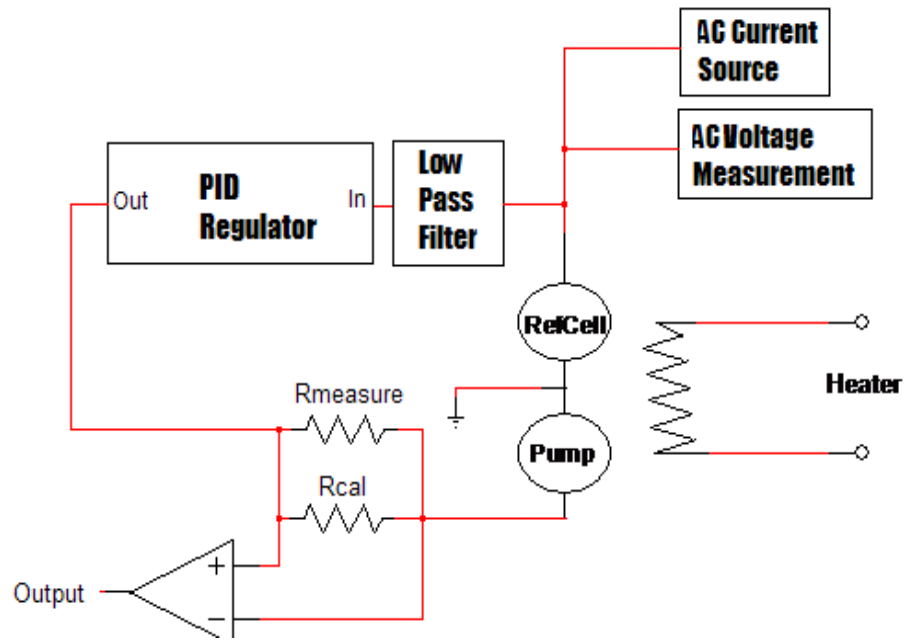
- より高い燃料効率により、低排出ガスを達成します。
 - フルタイムの空燃比 (A/R) ループフィードバック制御。
 - 個々のシリンダーA/R測定、およびコントロール。(シングルセンサーでも可能)
- デジタルデータが可能にする信頼性と精度、応用性とアナログでは不可能なセンサー変数:
 - グランドカップリング
 - 電極浸食
 - 拡散レート
 - 圧力と温度のオフセット
- アナログ構成部品を必要としないため、丈夫で低価格

● 解決された問題点:

- CARB、EPA、EUおよびCAFE基準に適合。
 - カリフォルニアAB32、AB1493など
- 高コストな車両検査が不要。
- 次世代の高性能エンジンを可能にし、フレックス燃料やマルチ燃料に低価格で対応。



従来のワイドバンドコントローラー

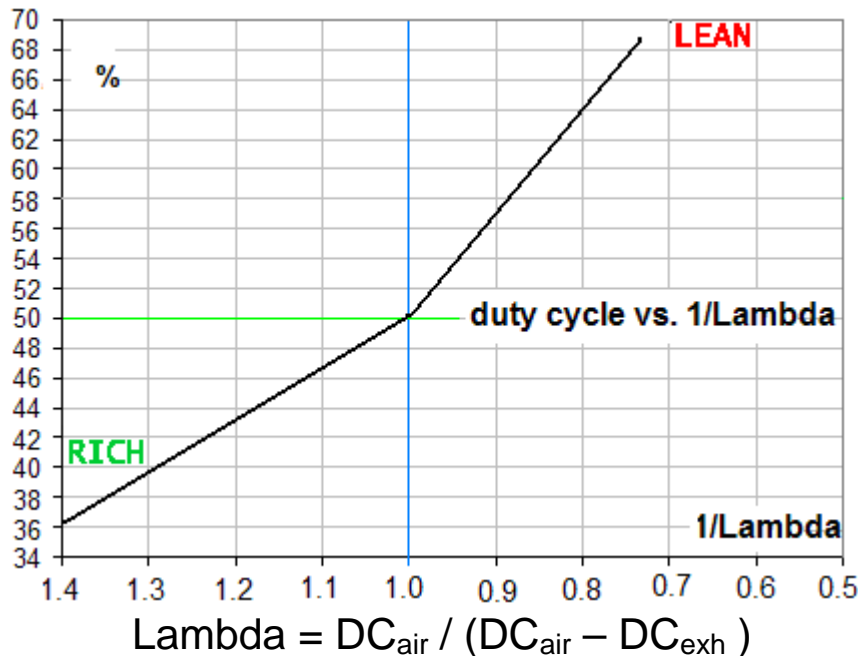


- RefCell RiのACインピダンス測定は複雑で、フィルタリングが必要です。
- ポンプセルの低電圧駆動は動作が遅くなります。またフィルターはループレスポンスの低下を招きます。
- 排気ガスおよびコントローラー出力間の位相遅れが生じます。
- ループレスポンスの帯域幅は一般的に2~15Hzにすることが必要です。
- グランド接地するとポンプセルとリファレンスセル間でエラーを引き起こす場合があります。

Innovate 広帯域コントローラー

特許による
デジタルデルタ / シグマコンバーター方式

Duty Cycle vs. Phi (1/Lambda)



利点:

- 非常に早い応答速度は個々のセンサーの内部速度によって決定されます。
- センサー劣化と無関係で、1/ラムダまで線形です。
- センサー劣化あるいは気圧補正には、大気中の空気を比較ガスとして使用します。
- 水晶振動子以外の精密部品が不要で低価格です。

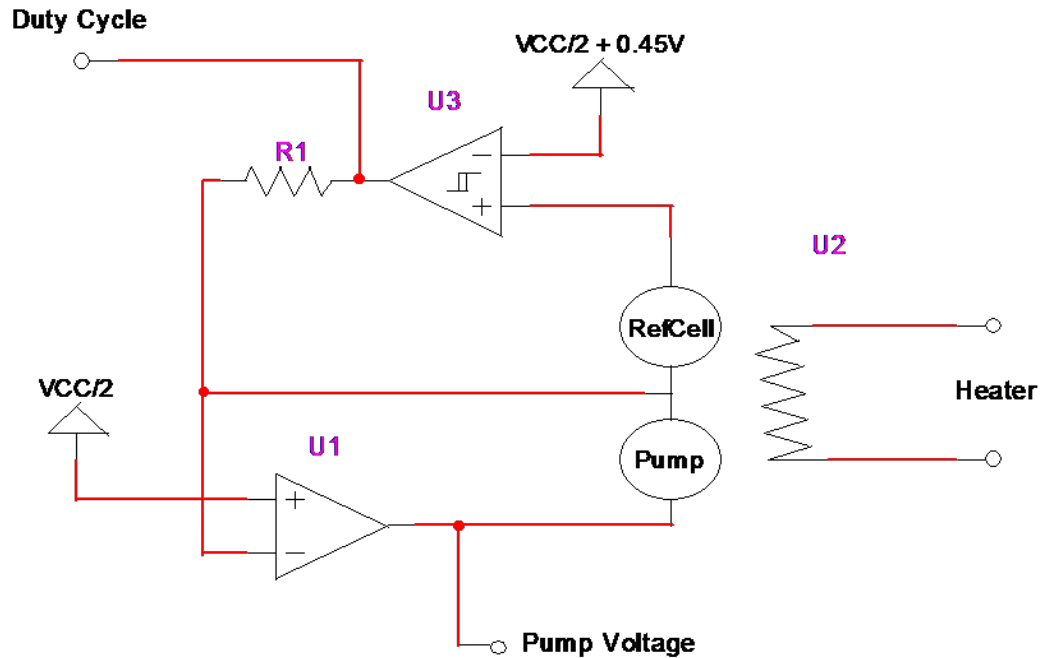
測定原理

- ポンプセルは、極性が変化する一定の電流で制御されます。
- 2ポイントレギュレーター設計です。
- センサーはオシレーターにより、デューティサイクルとして電圧を出力します。
- 電流/ラムダ検知のない、デジタル直接発電です。
- フィードバック・ループ時定数のない高速応答です。
- フィードバック制御ループレスポンスではなく、排気ガス合成を直接測定します。
- ラムダ1.0で、500Hz以上の帯域幅でループします。
- ラムダ1.0周辺のジッタはありません。

数式

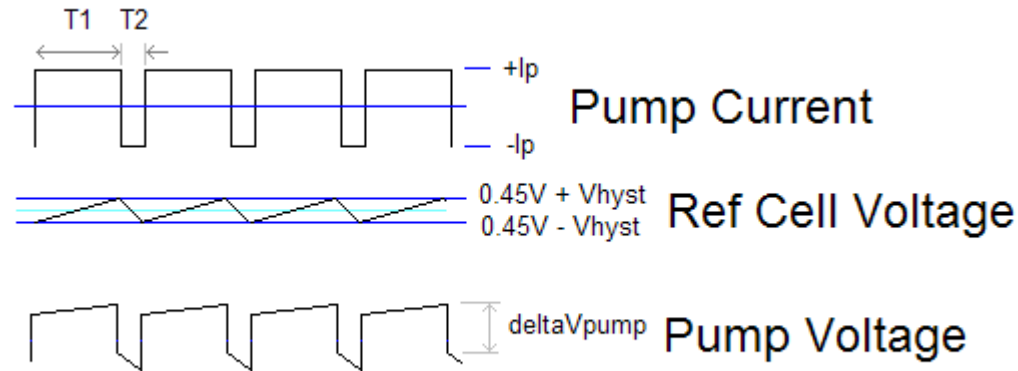
- デューティーサイクルPWM = $(t1 - t2) / (t1 + t2)$ (range +- 1)
- *flow out of the measurement chamber, and t2 is the time of O2 flow into the measurement chamber at constant +- Ip*
- Equivalent Diffusion O2 current Ix, expressed in Ip is PWM * Ip
- Free air Duty Cycle PWMair measured in free air is used for calibration
- Equivalent Diffusion Current for calibration gas (air) is PWMair * Ip
- Free air PWM Ratio is calculated with $R = PWM/PWMair$
- R is linearly proportional to O2 “charge” of exhaust gas
- Lambda (for Lambda >= 1) calculated with: $1 / (1 - R)$
- Lambda (for Lambda < 1) calculated with $(1 - K*R) / (1 - R)$ where K is a sensor-type dependent constant

原理回路 (デジタル広帯域コントローラー)



R1は I_p を決定します。

理想的なセンサー用波形



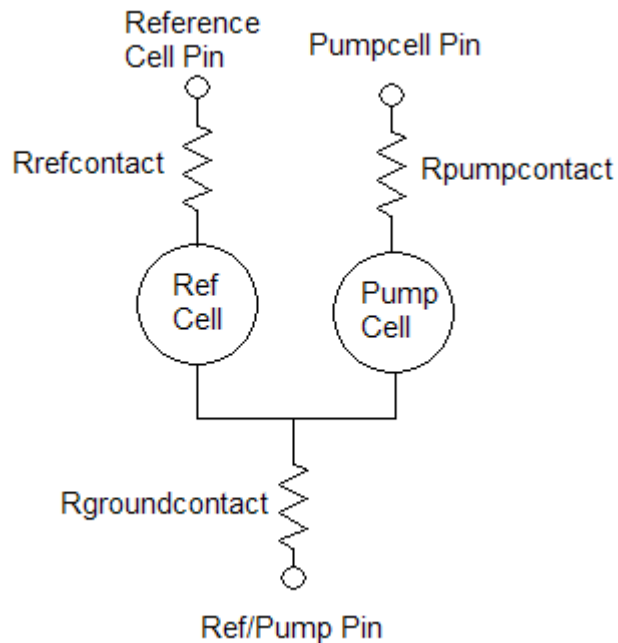
$$R_{pump} = \frac{1}{2} \Delta V_{pump} * |I_{pump}|$$

R_{pump} は、 R_{ref} より優れた温度調節に使用できます。

出力レートはディフュージョンギャップ温度に依存します。

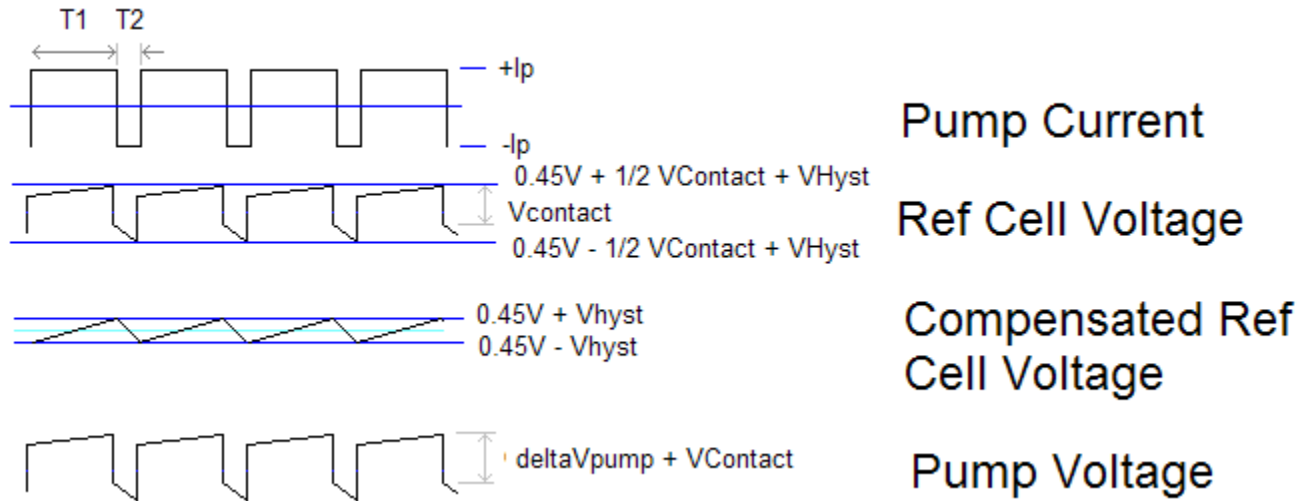
R_{pump} は、 R_{ref} より優れたディフュージョンギャップ温度を示します。

DCセンサーモデル



- 接触抵抗はポジティブな温度係数を持っています。一方でセルにはネガティブな係数があります。
- Rgroundcontact 接続は $V_{refout} = V_{ref} + I_p * R_{groundcontact}$ としてリファレンスセル出力に電流を流し込みます。

実際のセンサー波形



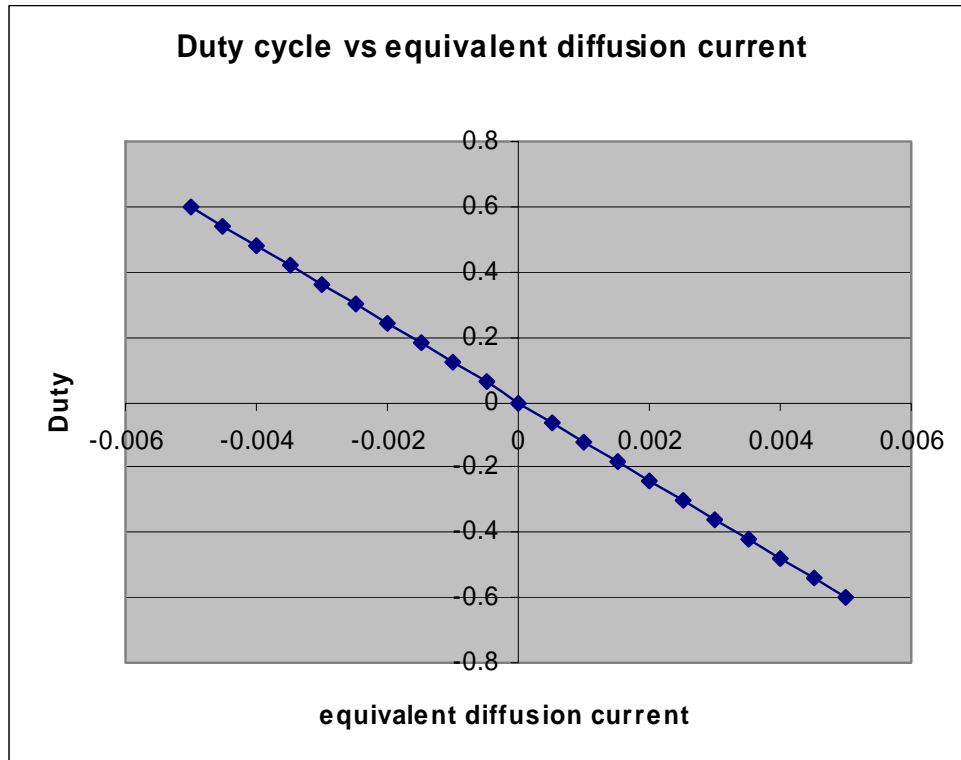
接地抵抗はポンプの流れによって、V_{contact}をRefセル電圧に加えます。
接地抵抗に対する補正を必要とします。

デジタル測定は、接地抵抗の測定および補正を考慮します。

$R_{pump} \text{ is } (\Delta V_{Pump} - V_{Contact}) * I_p$.

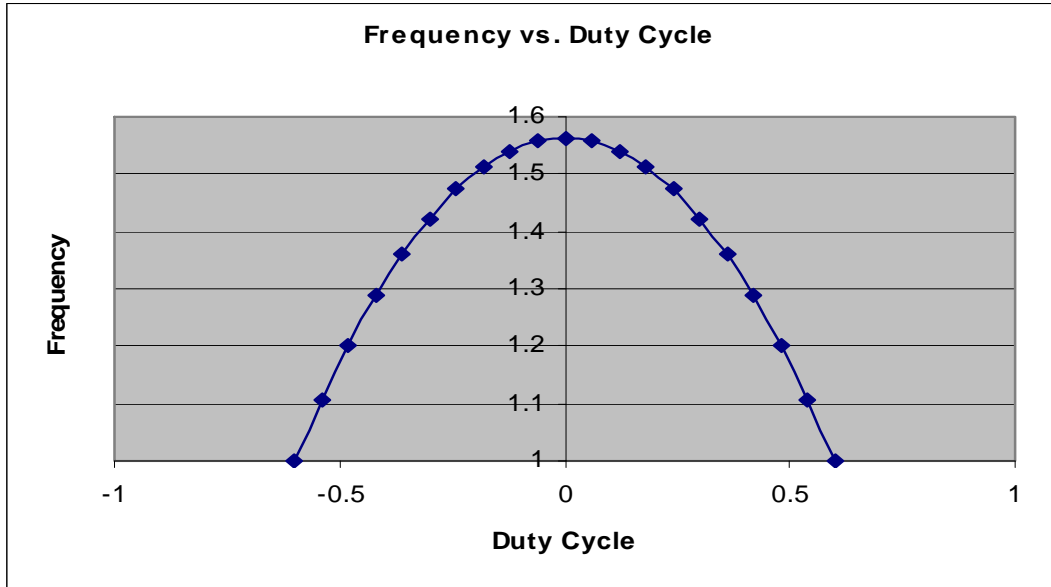
したがって、接触抵抗に対する補正は温度とともに変化します。

O₂の拡散流は デューティサイクルと等価です



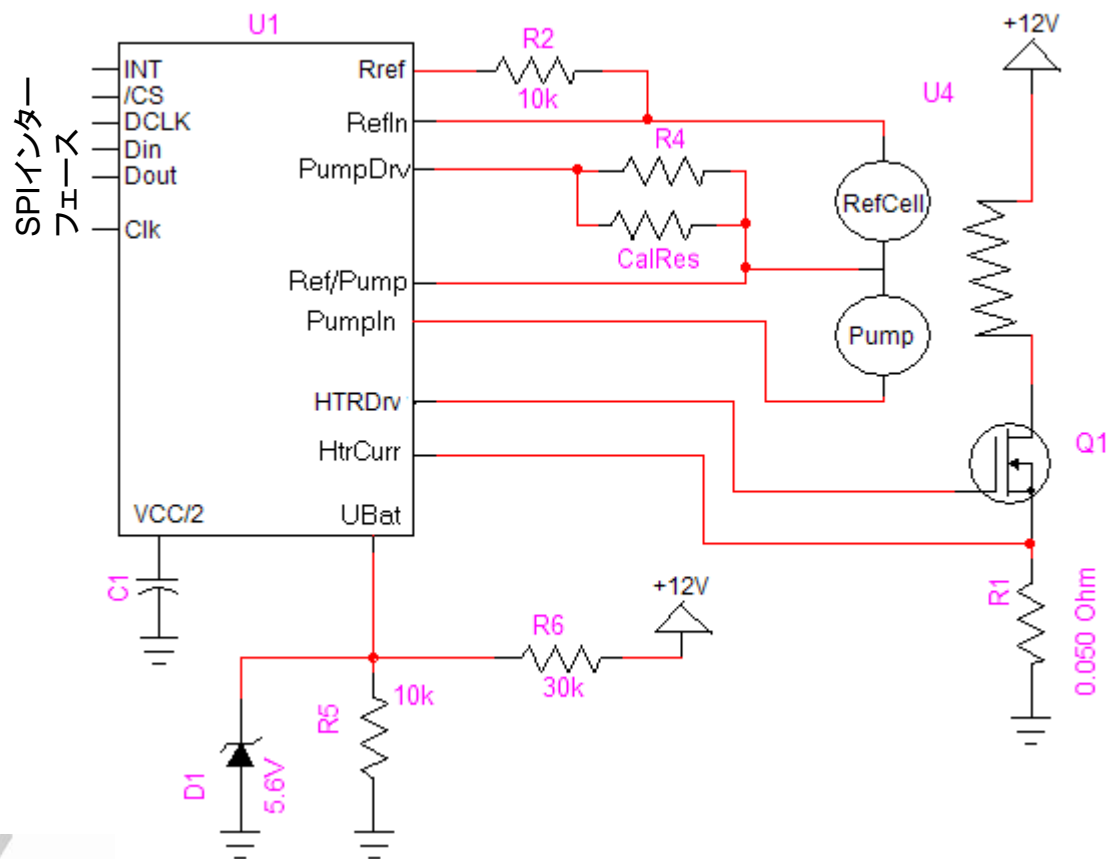
リニア特性

振動周波数対負荷サイクル



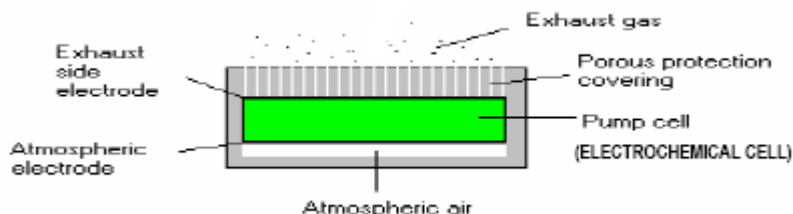
- 規格化された周波数は $f=K*(1-Duty^2)$ で予測することができます
- 周波数は理想的な温度下でのデューティーサイクルおよび温度偏差です。
- R_i によって、周波数による温度制御も可能です。
- 周波数による温度調節は、 R_i のみに基づいた調節より早く反応します。
(センサー寿命と無関係です)

混合信号ASIC



電流測定 of 広帯域センサー

(デジタルへの最適化)

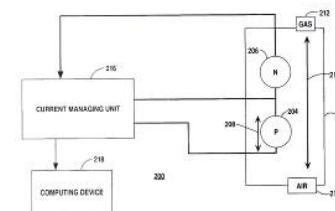


従来の 5 ワイヤータイプセンサーとの比較

- ポンプセルは、リファレンスセルと同時に動作します。
- 単純で廉価な構造(4ワイヤー)
- 高速 (測定チャンバーが不要で、ポンプへの到達遅れがありません)
- 単純なプロテクション(多孔プロテクションカバーリングは部分的な保護材として機能します)
- コントローラーへの変更なしでデジタルワイドバンドコントローラーとして機能します。
- セルは、固有の機能としてデジタルコントローラーからの過剰電圧から保護されます。

知的財産

- 「ガスの酸素濃度を測定する方法、システム、および装置」
 - 酸化ジルコニウムデルタ/シグマA/D測定原理
 - 6,978,655 2005/12/27
 - 7,089,811 2006/8/15
 - 7,249,489 2007/7/23
 - 11/767,489 ファイリング 2007/6/25 (CIP)
- 2008提出予定
「プログラム可能な車両限界装置のシステム、および方法」
- 新ファイリング:
 - 「ディーゼル・アルコール マルチ燃料機関」
 - 「PWM ワイドバンドイオンセンサー」
- IP 100万ドル以上の投資



活用ポイント

- 活用:
 - 「ダイレクトデジタル」は優れた信号のレスポンス、精度およびアナログPID技術により高信頼性を提供します。
 - 「ダイレクトデジタル」ASICは、現在の単一広帯域-ASIC供給を動的に変更します。
 - 最適化された「ダイレクトデジタル」シングルセル設計は、従来のデュアルセルデザインより優れています。
 - O₂-NO_xの「ダイレクトデジタル」設計は、NO_xのみのアプローチよりはるかに優れています。
 - 「ダイレクトデジタル」は、製作公差を広範囲に利用することができます。(市場に参入することを可能にします)



将来

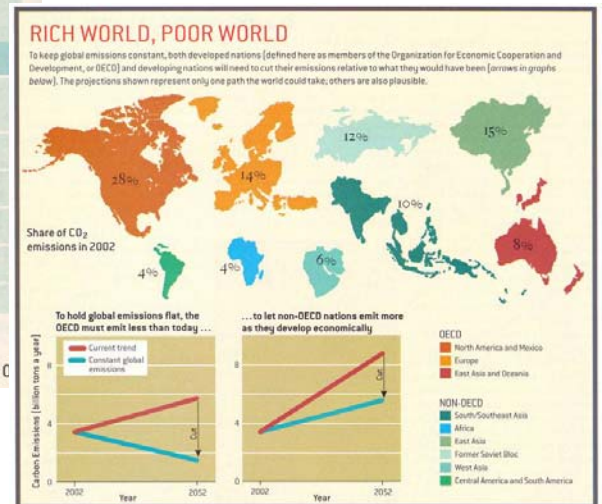
- 世界中の自動車、温水ヒーター、商用ボイラー、バイオ火力発電機から芝刈機まで、フルタイムクローズドループ制御により飛躍的な高効率化が計れ、同じ出力のままに圧倒的な省燃費を実現できます。
- 高効率化により、拡散物質の排出量をおよそ半分にできます。
(または、排出量はそのままに二倍の出力を得ることができます)
- 高効率化と再生燃料への対応は、地球環境、エネルギー、および気象の変動問題に対する最も実現可能な解決策です。

TIMESCALES FOR NEW TECHNOLOGIES

New designs for vehicles may eventually bring down overall energy consumption for transportation in the U.S., but they do not offer a quick fix. Estimates from M.I.T.'s Laboratory for Energy and the Environment indicate how long it might take for new technologies to have a significant impact.

VEHICLE TECHNOLOGY	IMPLEMENTATION PHASE			
	Market competitive vehicle	Penetration across new vehicle production*	Major fleet penetration†	Total time for impact
Turbocharged gasoline engine	5 years	10 years	10 years	20 years
Low-emissions diesel	5 years	15 years	10–15 years	30 years
Gasoline hybrid	5 years	20 years	10–15 years	35 years
Hydrogen fuel-cell hybrid	15 years	25 years	20 years	55 years

* More than one third of new vehicle production † More than one third of mileage driven



このプレゼンテーションは参考資料です

This presentation is reference data.

- この資料は Innovate! Technology ダイレクトデジタルセンサー技術の理解を容易にする目的で制作されています。
- 本プレゼンテーションには暫定的な要素も含まれており、内容のすべてを保証することはできません。
- ご採用の決定は、弊社との協議により、詳細な仕様をご確認のうえをお願いいたします。