



LCGTにoffset lockを 適用した場合の考察

2009/7/23(木) LCGT SPI特別作業部会
東京大学宇宙線研究所 宮川 治
国立天文台 辰巳大輔



Introduction

- E2Eでの計算により、ロック時のパワーは1kW以下、できれば数百W以下に抑えなければならない

Table 1: Important parameters of the interferometer.

T_{PRM}	0.23
T_{FM}	0.008
T_{EM}	10 ppm
Arm finesse	777
G_{arm}	$495 = 777 \times 2/\pi$
G_{PRC}	11
full power inside cavity	200 kW

- 上記パラメータだとインプットパワーを500分の1以下とかにしなければならない
- それは難しいので、LCGTにCaltech40m等で適用されているoffset lockを導入するとしたらどうなるかという話
- Offset lockとは $1/\sqrt{P_{\text{trans}}}$ +offsetという線形化された信号を使い、共振点から少し外れたところでロックする方法
- 最大で200kW x 10ppm = 2W程度透過光ポートに漏れてくる
- デジタル制御が前提



Power budget

- Full lockとoffset lockの透過光パワーの比

$$T_{PRM}/G_{PRC} = 0.23/11 \sim 1/50$$

- これはPRMをミスアラインした時の腕単体でのロックパワーと同等なパワーになるような位置にオフセットロックするため
- Offset lockだけだと腕内パワー4kWで、まだ大きすぎるので入射パワーも25分の1程度にしぼる必要がある
- ロックアクイジションのためのパワーとフルロックのパワーに大きな差があるのでダイナミックレンジを稼ぐため、PDをhigh gain, low gainと2つ用意、それぞれ透過光の10%、0.1%を受光
- low input power, offset lock → L+ offset 減少 → full input power という順序をとる

	Anti lock	Min. useful signal	Lock acquisition	L+ resonant	full power
Input power	5W	5W	5W	5W	75W
Intra cavity	350uW	1.6W	160W	8kW	200kW
High gain PD	350pW	1.6uW	160uW	8mW	200mW
Low gain PD	3.5pW	16nW	1.6uW	80uW	2mW
Factor	x4500	x100	x50	x25	max

- 160uW x10 / 1.6uW = 1000のダイナミックレンジが必要
 - 最大0.1Vrms, 10kHzの帯域幅をもつとすると1uV/rHzのノイズレベルが必要
- グリーンを使わないSPIの場合、恐らくオフセットロックは必須、その際Guidelock等のインテリジェントなロックにoffset lockが適用可能か検討、実験する必要がある



Offsetと透過光パワーの関係

