

National Cheng Kung University
Institute of Space and Plasma Sciences
109 Annual Report

研究生：郭名翔

指導教授：張博宇 博士

摘要

本報告的主要內容為建立可見光的影像系統，利用此系統拍攝電漿噴流在可見光範圍的影像。由於電漿噴流的存在時間大約在 100s ns ，所以需要配合脈衝功率系統的同步觸發來控制相機。此影像系統運用 LabVIEW 控制相機，並且配合外部訊號來觸發。目前觸發與相機架子皆已完成，但是在脈衝功率系統啟動時會造成相機無法運作的情況，此部分仍在改進中。最後，在未來會使用光電二極體與干涉儀來測量電漿噴流的速度與密度。

目錄

- 一、 緒論
- 二、 LabVIEW 程式控制
 - 2.1 相機設置
 - 2.2 觸發與影像矩陣
 - 2.3 存檔與關機
- 三、 觸發線材
- 四、 相機架
- 五、 未來工作
- 六、 總結
- 七、 附錄

一、緒論

我們建置了用於拍攝電漿噴流的可見光影像系統，此系統使用 Mightex SME-C050-U 相機。電漿噴流為脈衝功率系統產生存在約 100 ns，因此相機需配合脈衝功率系統進行同步觸發。用來控制相機的 LabVIEW 程式控制會在第二中節介紹；觸發相機用的線材在第三節中進行介紹；用來固定相機在真空腔的架子會在第四節中介紹；最後，會在第五節介紹未來將會進行的電漿噴流量測。

二、LabVIEW 控制程式

相機是使用 LabVIEW 程式中的應用程式介面 (Application Program Interface) API 來進行控制。程式分為三個階段(一) 相機設置、(二) 觸發與影像矩陣、(三) 影像存檔與停止。相機需配合脈衝功率使用 LabVIEW 進行同步觸發，圖 1 為脈衝功率系統的時間示意圖。從開始觸發到脈衝功率系統產生電漿噴流時間約為 1.25 ms，因此曝光時間設定為 1.5 ms。

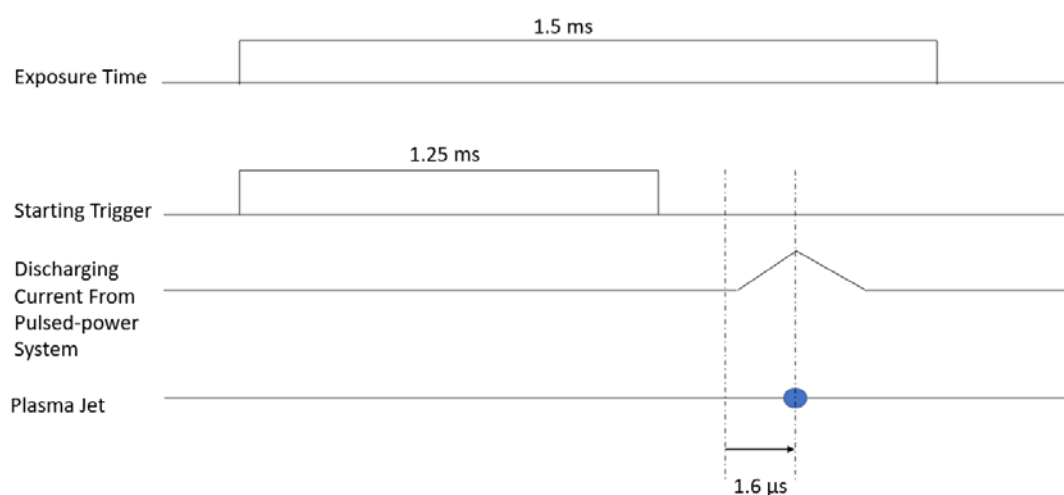


圖 1：脈衝功率系統時間示意圖

2.1 相機設置

首先對相機的參數做設置，曝光時間調整範圍為 50 μ s- 750ms，畫質最高解析度為 2560*1920，而圖像模式選擇 BMP 模式。在此部分的最後增加邏輯判定相機是否

正常運作。圖 2 為相機設置的指令，表 1.1 與表 1.2 為各指令的輸入值與輸出值。下面為相機設置的指令依序說明：

- (1) **InitDevice**：宣告相機在此程式的編號(DeviceID)，程式相機成功相連時會顯示 1 當作相機編號。
- (2) **AddDeviceToWorking**：讀取相機編號使相機啟動。
- (3) **GetModuleNoSerialNo**：獲取連線相機的型號(Module Number)以及序號(Serial Number)。
- (4) **StartCameraEngine**：啟動相機程序，使相機開始工作該指令必須在抓取影像前執行。
- (5) **SetCameraWorkMode**：設定相機工作模式，在正常模式(NORMAL)下會持續抓取影像，而在觸發模式(TRIGGER)下會等待外部觸發訊號再進行抓取影像。我們使用觸發模式。
- (6) **SetCustomizedResolution**：設置影像大小以及 Bin 值設定。我們設置行大小為 2560、列大小為 1920。
- (7) **SetExposureTime**：曝光時間調整範圍為 $50 \mu\text{s}$ - 750 ms 並且會以 $50 \mu\text{s}$ 一單位，在此設計數學運算即可直接輸入曝光時間。從觸發脈衝功率系統到產生電漿噴流

時間約為 1.25 ms，因此曝光時間設定為 1.5 ms(1500)。

(8) StartFrameGrab：使相機開始捕捉影像。

(9) InstallFrameHooker：設置圖片儲存格式為 BMP 檔。相機設置程式最後會有“Stayby”燈，當邏輯判定相機為正常“Stayby”會亮起。

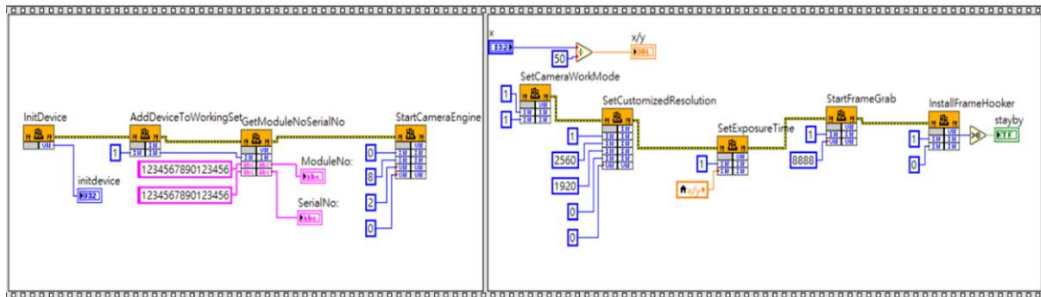


圖 2：LabVIEW 程式相機設置

表 1.1：相機設置輸入與輸出

API	INPUT	OUTPUT
InitDevice	none	相機編號：1
AddDeviceToWorking	none	none
	相機編號：1	回傳值：1
GetModuleNoSerialNo	none	none
	任意16字元	相機型號：SME-C050-U
	任意16字元	相機序號：13-190610-007
StartCameraEngine	視窗控制碼：0	none
	相機位元：8	none
	處理線程數：2	none
	回傳處理數：0	none
SetCameraWorkMode	none	none
	相機編號：1	none
	相機模式：1	none

表 1.2：相機設置輸入與輸出

API	INPUT	OUTPUT
SetCustomizedResolution	none	none
	相機編號：1	none
	行大小：2560	none
	列大小：1920	none
	取樣模式：0	none
	快速取樣：0	none
SetExposureTime	none	none
	相機編號：1	none
	曝光時間：1500	none
StartFrameGrab	none	none
	相機編號：1	none
	影格總數：8888	none
InstallFrameGrab	none	回傳值：1
	影像格式：1	none
	回傳程式：0	none

2.2 觸發與影像矩陣

相機設置完成後，需等待外部訊號進行觸發，相機觸發後會將影像存成矩陣。圖 3 為矩陣轉換程序圖，原先為一維的原始矩陣(Original Array)轉換成 3 個二維 RGB 矩陣。RGB 矩陣(RGB Array)透過虛擬儀器(Vi) RGB to Color 合併成彩色矩陣(Color Array)，最後彩色矩陣使用 IMAQ 的應用程式介面轉換成彩色影像。下面為相機觸發的指令依序的說明：

- (1) **GetCurrentFrame**：設置影像格式與輸出影像矩陣，其中三個輸入值依序為：**FrameType** 設置為 BMP 模式、相機編號 1、**FramePtr** 設置空矩陣以儲存影像，需要

大小為 $2560 \times 1920 + 256$ 總計 14745856。在此應用程式介面的輸出值在成功抓取影像後，會傳出大於 1 的值。利用此回傳值判定 case structure 是否有被觸發。

(2) MoveBlock：將相機擷取的影像填入空矩陣中，並形成如圖 3 中的初始矩陣(Original Array)。圖 4 為相機觸發與影像矩陣的指令，表 2 為各指令輸入值與輸出值。



圖 3：矩陣轉換程序圖

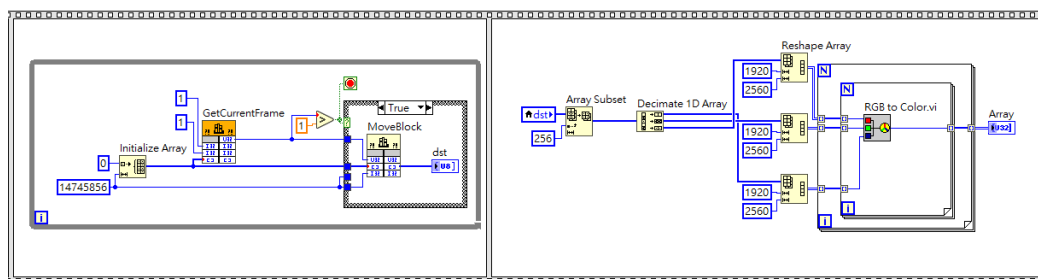


圖 4：LabVIEW 程式觸發階段

表 2：相機觸發輸入與輸出

API	INPUT	OUTPUT
GetCurrentFrame	none	輸出矩陣：690357168
	影像格式：1	none
	相機編號：1	none
	矩陣建立：null array	none
MoveBlock	輸出矩陣：6090357168	none
	矩陣建立：null array	影像矩陣：original array
	矩陣大小：14745856	none

2.3 影像存檔與停止

當相機完成影像捕捉，需要將彩色矩陣做轉換並且存檔，之後將相機程式做停止等待下一次的拍照。圖 5 為相機的存檔程式，指令如下：

- (1) IMAQ Create：建立影像格式，使用 RGB U32 格式。
- (2) ArrayToColorImage：將彩色矩陣轉換成彩色影像。
- (3) Write File2：存取影像，且使用拍攝時間作為檔名。
- (4) StopFrameGrab：使相機停止抓取影像。
- (5) StopCameraEngine：使相機停止。
- (6) RemoveDeviceFromWorkingSet：使相機完全停止。
- (7) UnInitDevice：將相機編號移除，完成這段指令後，程式會重置等待下次開啟。

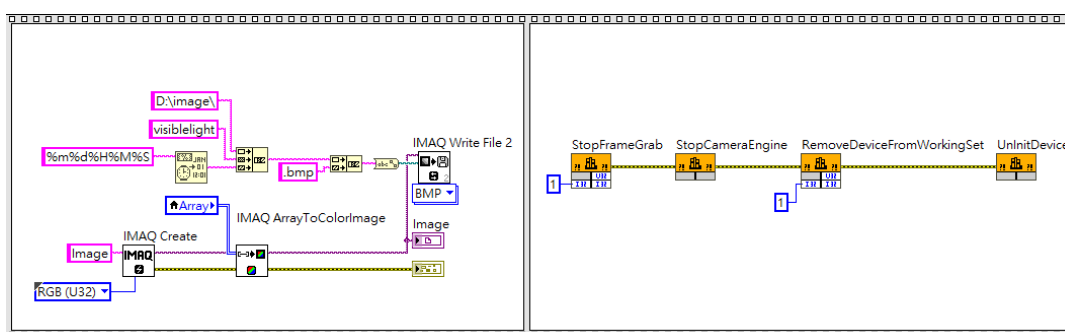


圖 5：LabVIEW 存檔與停止

三、外部觸發線材

為了將相機與脈衝功率系統同步觸發，需要使用外部觸發，目前實驗室提供觸發訊號的控制盒為 BNC 接口，而相機接口為 Din8 接頭，因此需製作線材連接 BNC 與 Din8 接頭。圖 6 為 Din8 接頭腳位配置，其中 Pin3 為訊號輸入腳位，Pin1 與 Pin2 為接地腳位。製作方法是將一端接有 BNC 接頭的同軸電纜的另一端切開，同軸電纜中間導線與 Din8 接頭中 Pin3 腳位焊接。同軸電纜的外圍電網與 Din8 接頭中 Pin1 與 Pin2 接地腳位做焊接。圖 7 觸發線材完成圖。

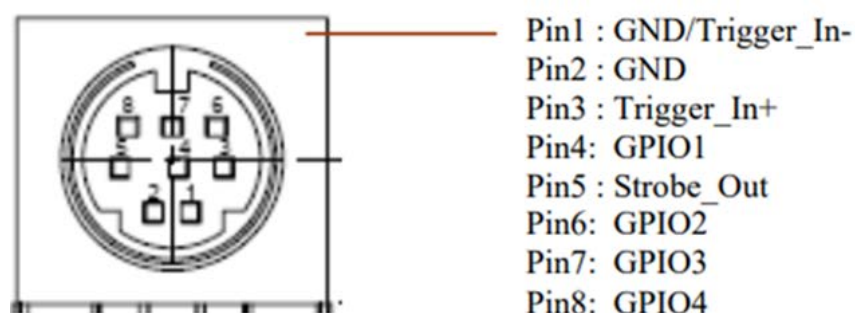


圖 6：Din8 腳位配置

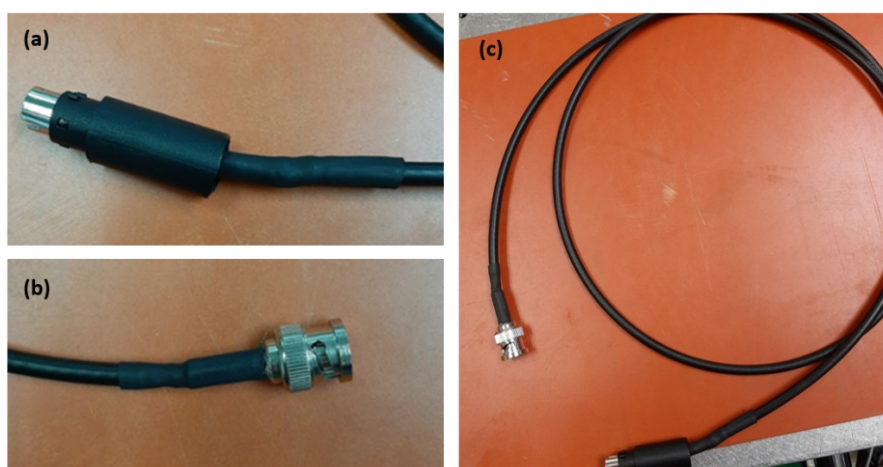


圖 7 (a) Din8 接頭 (b) BNC 接頭 (c) 觸發線材

四、相機架

相機透過相機架來固定在真空腔側邊 ISO100 的法蘭上，如圖 8 所示。圖 9 為真空腔上面的 ISO200 的法蘭，也可透過 ISO200-ISO100 轉接環將相機架固定在真空腔上面進行拍攝。工程圖見第七節附錄。

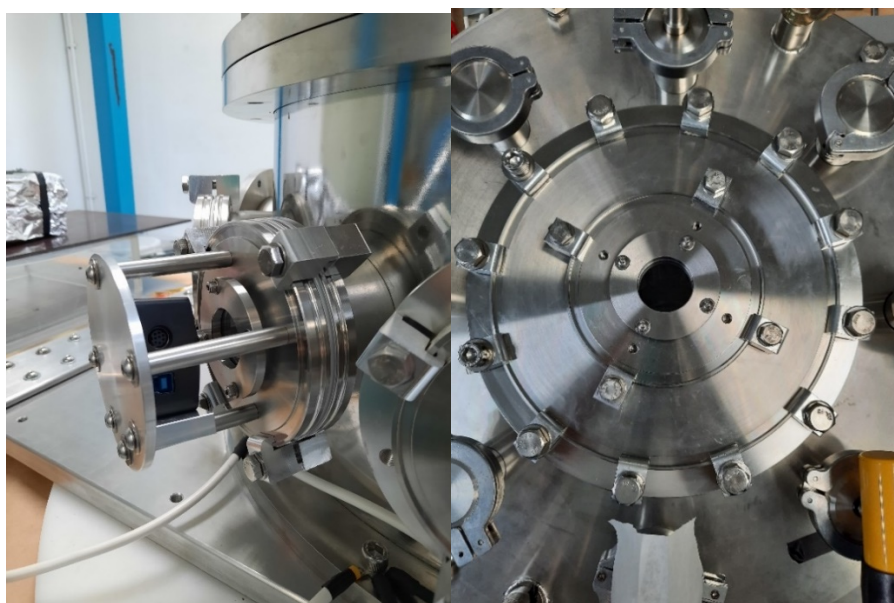


圖 8：相機架

圖 9：上層面板

五、未來工作

透過相機架中 ISO100 的視窗，我們可以運用光電二極體來測量電漿噴流的速度。圖 10 為電漿噴流與光電二極體測量的示意圖。其中將光纖分別放在透鏡成像的底部與頂部，計算其時間差便可得到速度。之後會架設雷射系統，運用干涉儀來計算電漿噴流的密度，透過這些儀器我們即可量化電漿噴的數值。

目前相機在脈衝功率系統上的觸發還是有困難的，脈衝功率系統未啟動前能順利觸發，但是只要系統開始充電，相機便會受到干擾而失去對相機的控制，此問題還需進行更深入的研究。

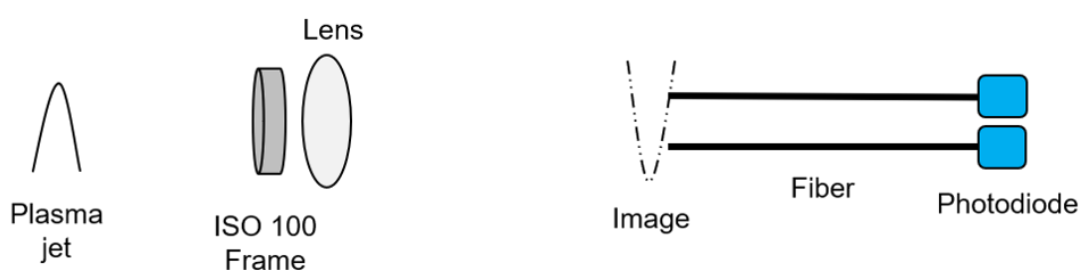
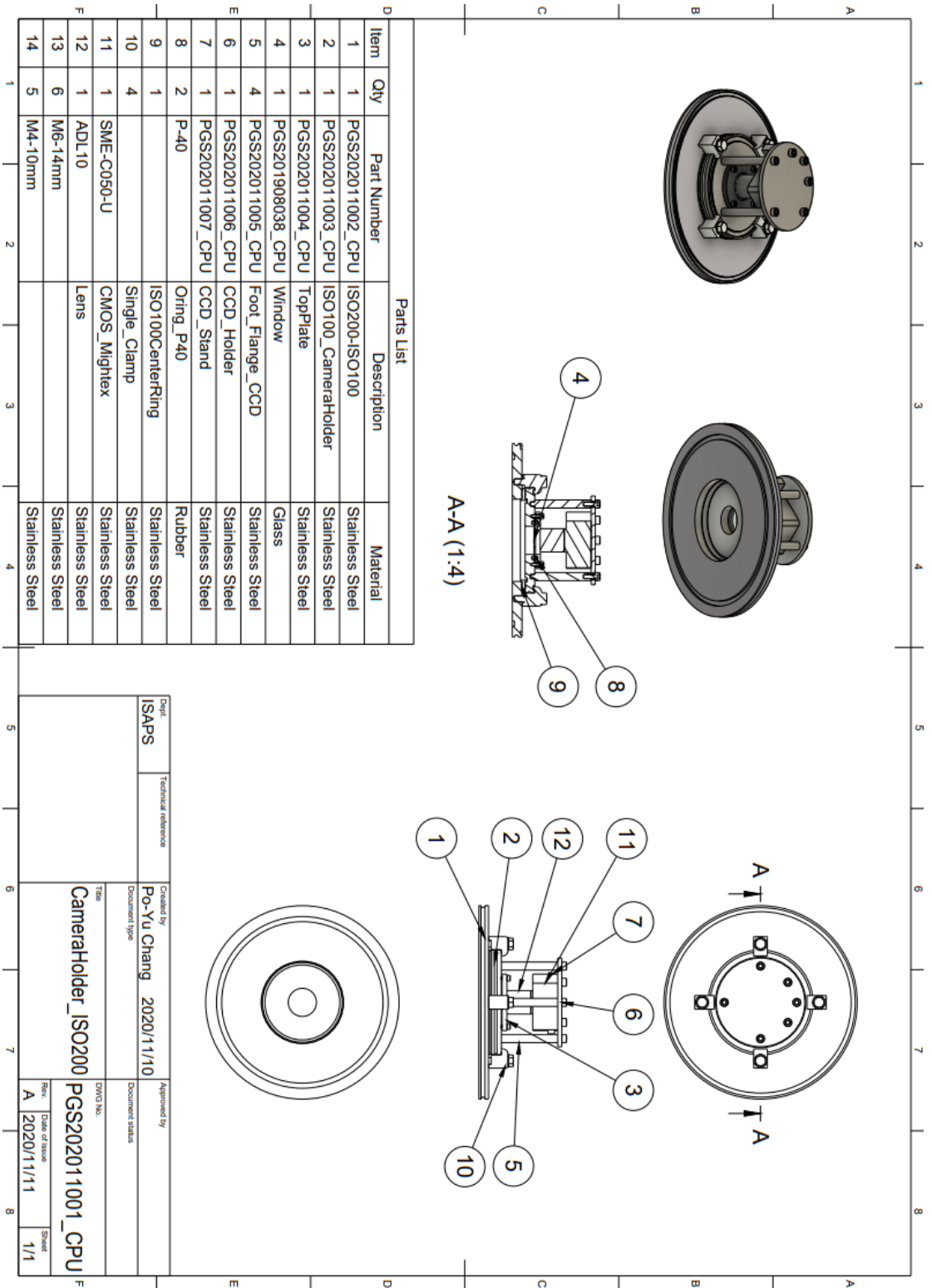


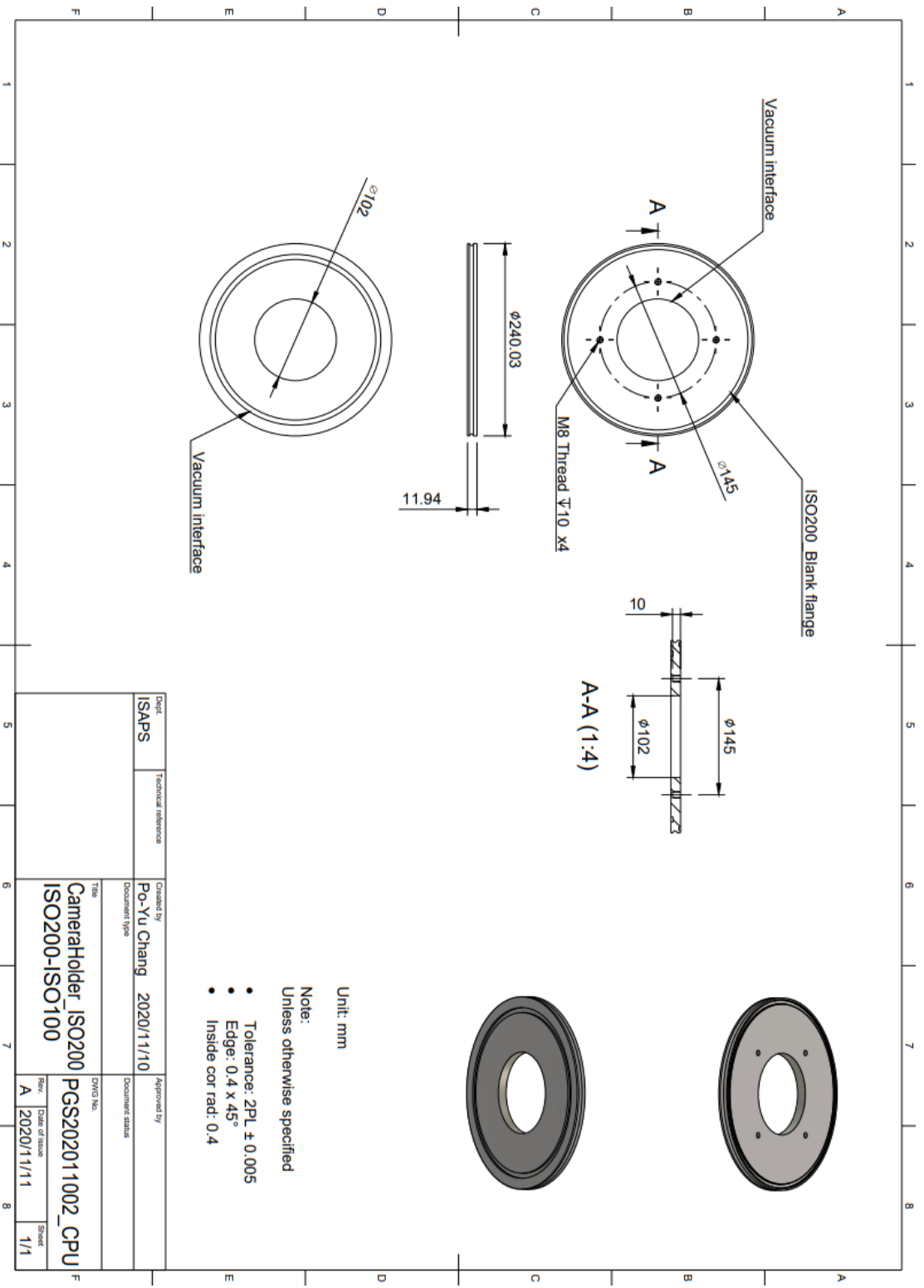
圖 10：光電二極體測量

六、總結

我們架設了可見光的影像系統，用於拍攝電漿噴流在可見光範圍的影像。此系統由 LabVIEW 程式控制相機，並且由外訊號做部觸發。LabVIEW 程式觸發與相機架子皆已完成，但在脈衝功率系統啟動時的電磁干擾造成相機無法使用的問題還未能解決。未來會利用光電二極體與干涉儀對電漿噴流進行定量分析。

七、附錄





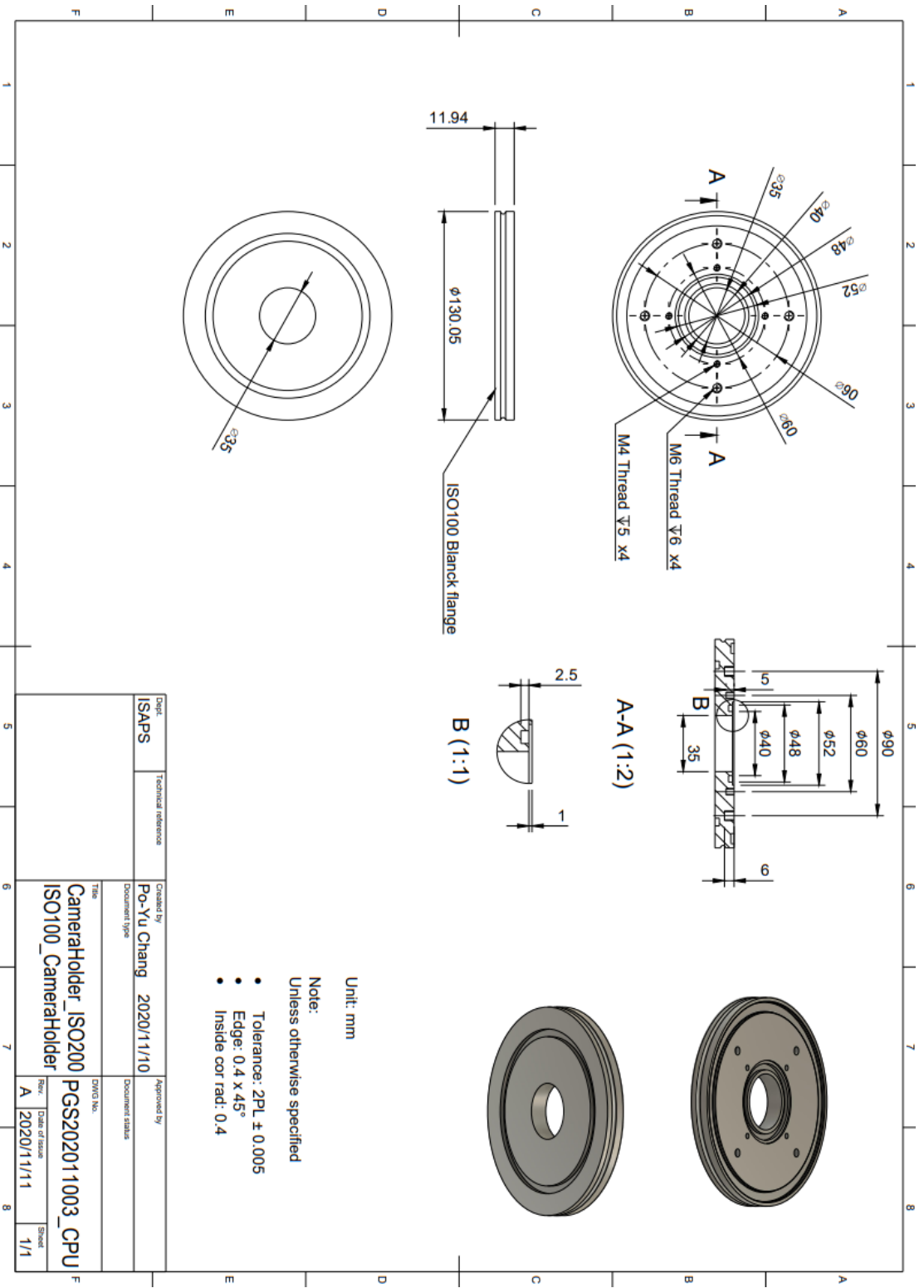
A-A (1:4)

Unit: mm

Note:
Unless otherwise specified

- Tolerance: 2PL ± 0.005
- Edge: 0.4 x 45°
- Inside cor rad: 0.4

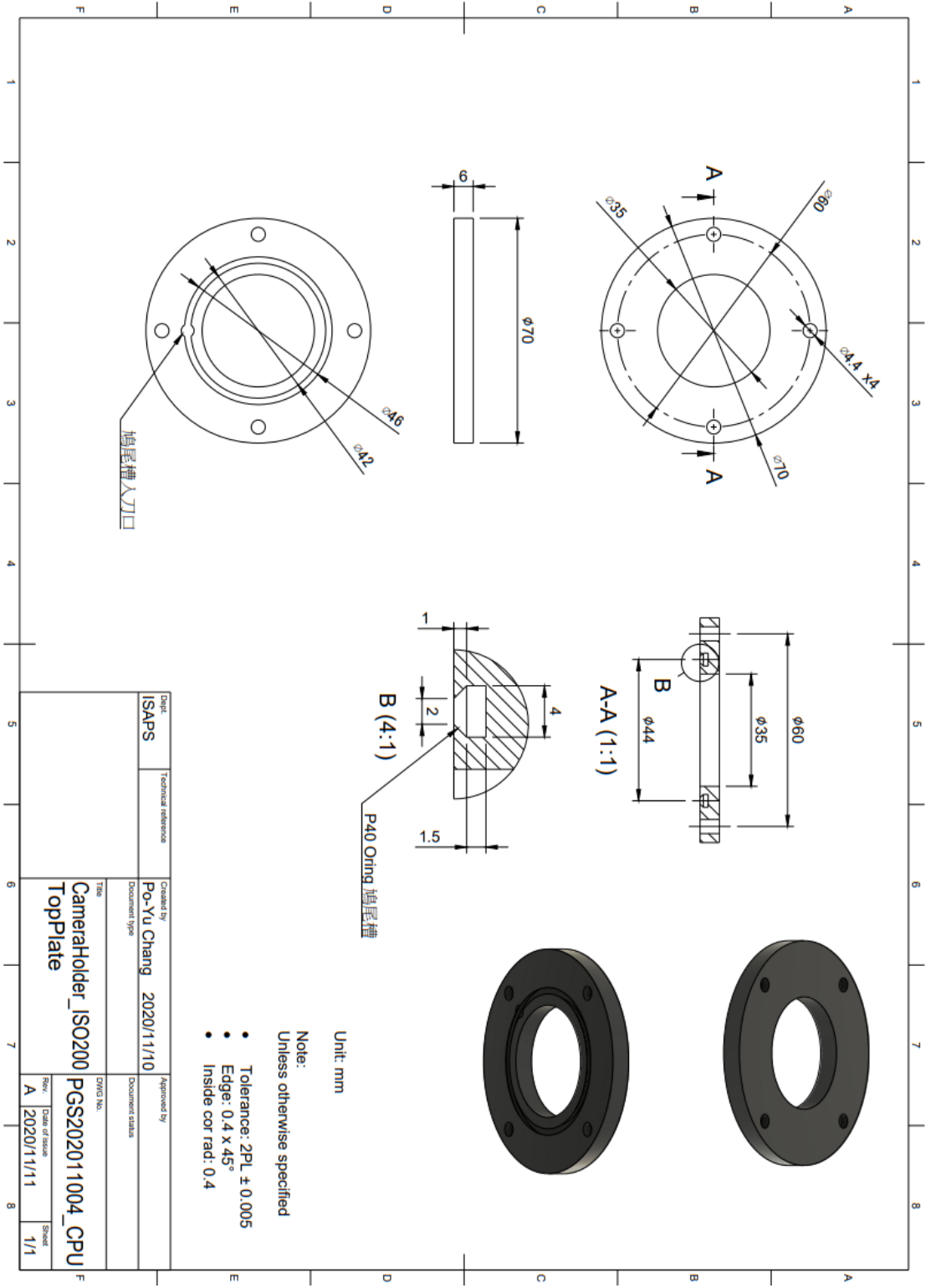
Dept: ISAPS		Technical reference		Created by Po-Yu Chang 2020/1/10		Approved by	
				Document type		Document status	
		Title		DWG No.			
		CameraHolder_ISO200 ISO200-ISO100		PGS202011002_CPU		Date of issue 2020/1/11	
				Rev: A		Sheet 1/1	



Unit: mm

- Note:
Unless otherwise specified
- Tolerance: 2PL ± 0.005
 - Edge: 0.4 x 45°
 - Inside cor rad: 0.4

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
ISAPS		Po-Yu Chang 2020/1/10	
	Document type	Document status	
	Title	DWG No.	
	CameraHolder_ISO200	PGS202011003_CPU	
	ISO100_CameraHolder		
	Rev.	Date of issue	Sheet
	A	2020/1/11	1/1

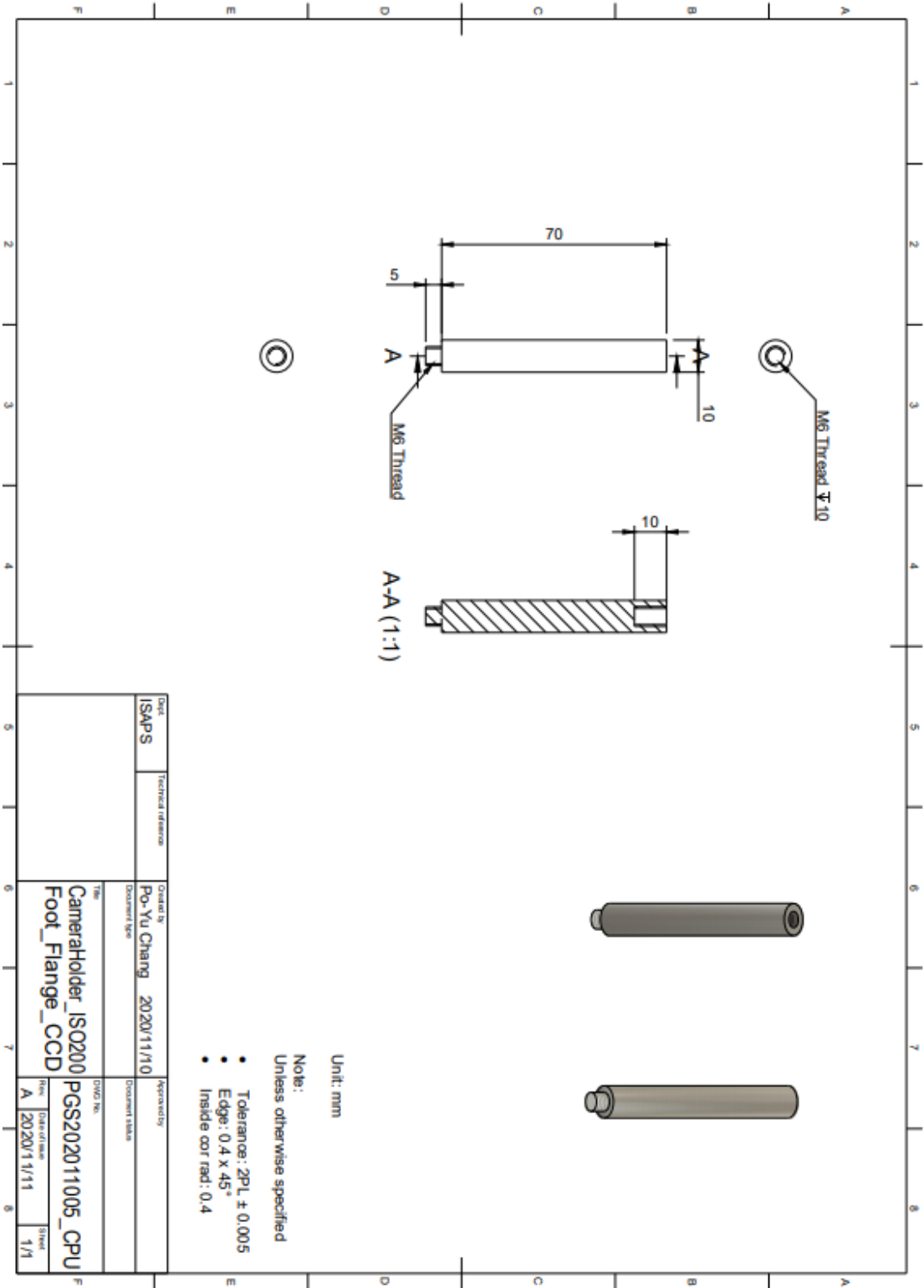


Unit: mm

Note:
 Unless otherwise specified

- Tolerance: 2PL ± 0.005
- Edge: 0.4 x 45°
- Inside cor rad: 0.4

Dept:	Technical reference	Created by	Approved by
ISAPS		Po-Yu Chang 2020/1/1/10	
	Document type	Title	Document status
		CameraHolder_ISO200 TopPlate	
		DWG No.	Sheet
		PGS202011004_CPU	1/1
		Rev:	Date of issue
		A	2020/1/1/11



M6 Thread ∇ 10

M6 Thread

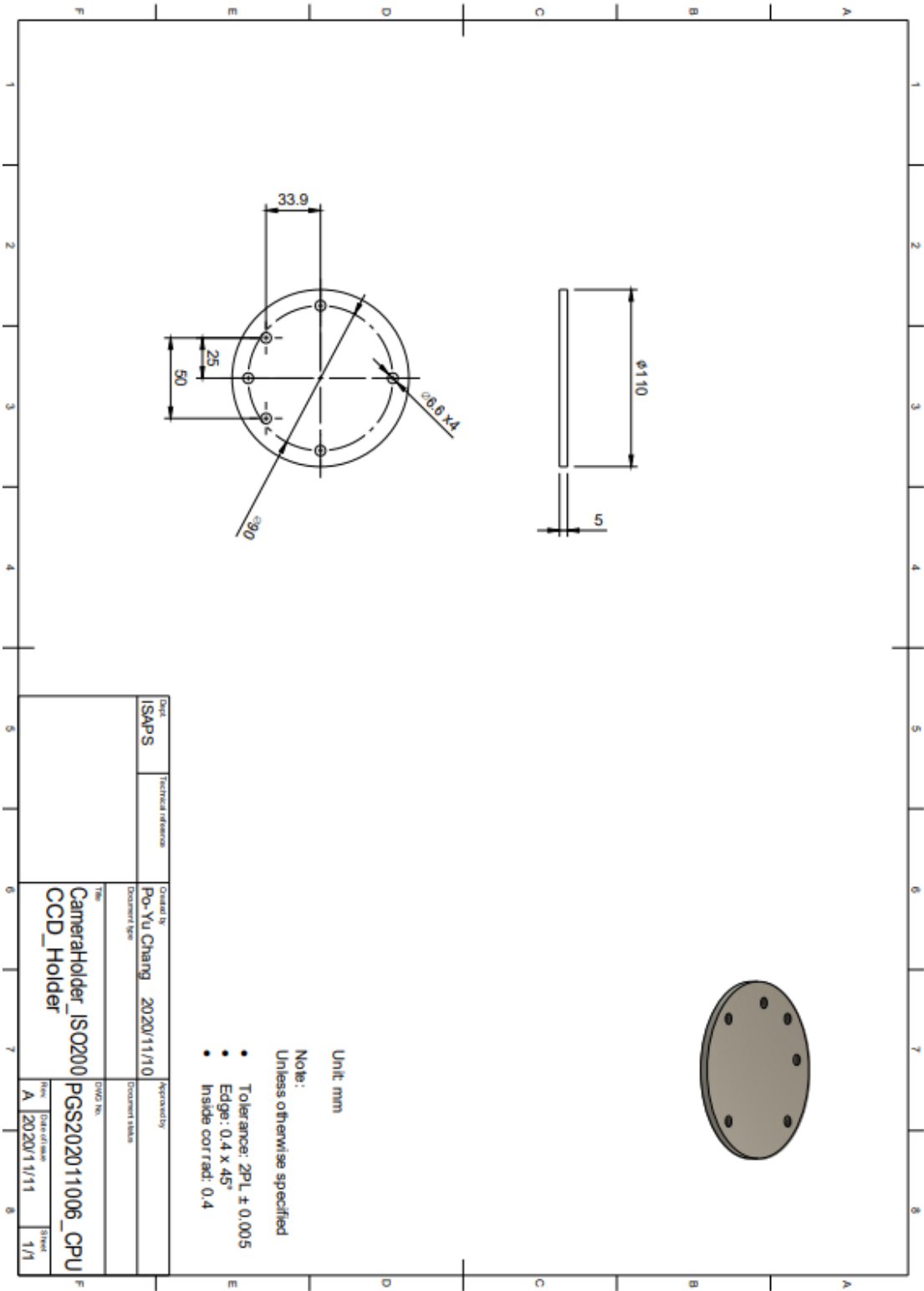
A-A (1:1)

Unit: mm

Note:

- Unless otherwise specified
- Tolerance: 2PL \pm 0.005
- Edge: 0.4 x 45°
- Inside cor rad: 0.4

Doc	Technical reference	Contact By	Approved
ISAPS		Po-Yu Chang 2020/11/10	
		Document No	Document status
		Type	DMG No.
		CameraHolder_ISO200	
		Foot_Flange_CCD	PGS202011005_CPU
		Rev	Date of issue
		A	2020/1/11
			Sheet
			1/1

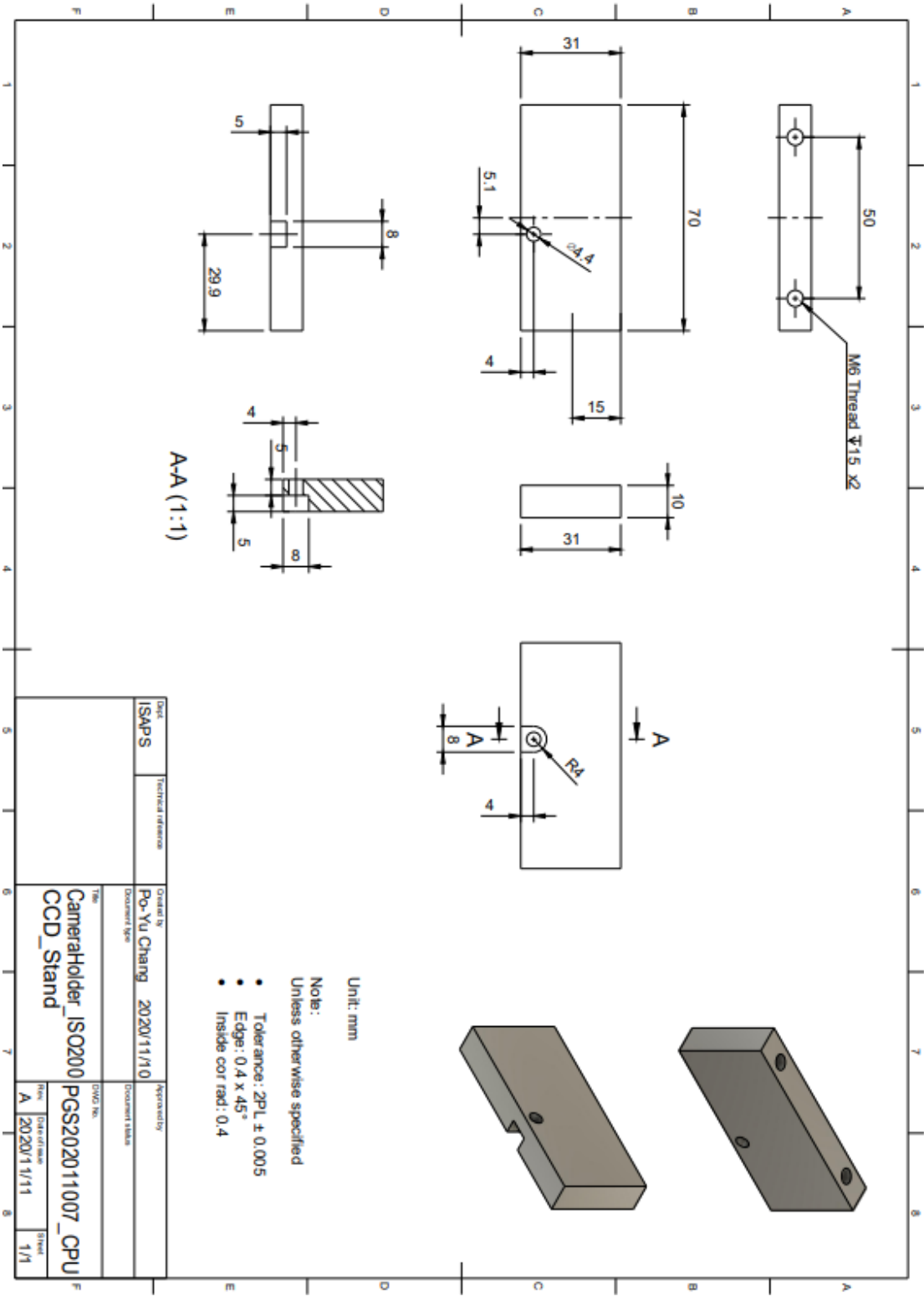


Unit: mm

Note:
Unless otherwise specified

- Tolerance: 2PL ± 0.005
- Edge: 0.4 x 45°
- Inside corrad: 0.4

Doc	Technical reference	Created by	Approved by
ISAPS		Po-Yu Chang	
	Document type	Document title	
	CameraHolder_ISO200	PGS202011006_CPU	
	CCD_Holder	Rev	Date of issue
		A	2020/1/11
		Sheet	1/1



Unit: mm
 Note:
 Unless otherwise specified

- Tolerance: 2PL ± 0.005
- Edges: 0.4 x 45°
- Inside cor rad: 0.4

Doc: ISAPS		Technical reference	
Created by: Po-Yu Chang		2020/11/10	
Doc: Cameraholder_ISO200		Document title	
Doc: CCD_Stand		2020/11/11	
Doc: PGS202011007_CPU		2020/11/11	
Doc: A		1/1	