

6506

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OSRODEK POMIAROW RUCHU I CZASU

074

A

Główny wykonawca inż. St. Pacholczak

Wykonawcy mgr inż. M. Fabrycy

tech. E. Lewicka

Konsultant

Nr zlecenia RP 60.2

Źujniki do budowy robotów przemysłowych i ich aplikacji

Temat: "Czujnik absolutnych przemieszczeń kątowych."

Zadanie Nr 5.1 Wykonanie 2 szt. prototypów.

Zleceńodawca CPBR 7.1

Pracę rozpoczęto dnia 89.05.01

zakończono dnia 90.10.30.

Główny Wykonawca
inż. St. Pacholczak

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki i Pomiarów
doc. dr. inż. T. Gałazka

Kierownik Ośrodka
mgr inż. A. Cybulski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 9

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OAR

fotografii

Egz. 3 SN

tabel

Egz. 4 ORC

tablic

Egz. 5

załączników 1

Egz. 6

Nr rejestr. 6506

Analiza deskryptorowa

CZUJNIK PRZEMIESZCZEŃ KĄTOWYCH. PROTOTYP

Analiza dokumentacyjna

Podano przebieg wykonania prototypów i trudności realizacyjne.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nr 5702 Czujniki do budowy robotów przemysłowych i ich aplikacji

Temat: Czujnik absolutnych przemieszczeń kątowych -
fotoelektryczny kodowy.

Zadanie 1.1 - Opracowanie założeń technicznych
i projekt wstępny.

Nr 6199 Czujniki do budowy robotów przemysłowych i ich aplikacji.

Temat: Czujnik absolutnych przemieszczeń kątowych.

Zadanie nr 3.1 - Opracowanie, wykonanie i badania
modeli. Podpisanie przedwstępnej
umowy wdrożeniowej.

UKD

PIAP 41/88 10000

Spis treści

Str.

1. WSTĘP.....	3
1.1 Przedmiot pracy.....	3
1.2 Podstawa wykonania pracy.....	3
1.3 Zakres pracy.....	3
2. WYNIKI PRACY.....	3
3. PODSUMOWANIE.....	8
4. WNIOSKI.....	9

1. WSTEP.

1.1 Przedmiot pracy.

Przedmiotem pracy było opracowanie czujnika absolutnych przemieszczeń kątowych przeznaczonego głównie do stosowania w robotach przemysłowych, z uwagi na tendencję do zwiększania dokładności pozycjonowania robotem.

Z tych powodów podjęto prace zmierzające do opracowania czujnika 15-bitowego /docelowo 16-bitowego/.

Zapotrzebowanie na tego typu czujniki występuje w przyrządach nawigacyjnych, warsztatowych przyrządach pomiarowych, obrabiarkach numerycznych, przyrządach geodezyjnych itp.

1.2 Podstawa wykonania pracy.

Praca była realizowana w ramach Centralnego Planu Badawczo-Rozwojowego nr 7.1 w celu Realizacyjnym RP 60. Temat RP 60.2 pt. "Czujnik absolutnych przemieszczeń kątowych".

1.3 Zakres pracy.

Zadanie 5.1 omawianej pracy obejmowało wykonanie 2 szt. prototypów.

2. WYNIKI PRACY.

Pozytywne rezultaty uzyskane w trakcie wykonania i badań laboratoryjnych modelu /sprawozdanie nr 6199/ były podstawą do opracowania dokumentacji dla wykonania prototypów czujnika absolutnych przemieszczeń kątowych o następujących parametrach:

- podział kąta pełnego na 30.480 działek elementarnych tj. w przybliżeniu podział 15-bitowy /podział 15-bitowy /wynosi dokładnie 32.768/,

- dokładność podziału ± 1 działka elementarna,
- opory ruchu wałka pomiarowego do 0,01 Nm,
- poprawność działania przy prędkości obrotowej wałka pomiarowego do 200 obr/min.
- wyjście pomiarowe binarne równoległe z otwartymi kolektorami,
- zasilanie własne z ogniwa 3,4 V o trwałości minimum 5 lat,
- zakres temperatur pracy $5 \pm 55^{\circ}\text{C}$,
- wymiary gabarytowe $\phi 90 \times 100$,
- średnica wałka pomiarowego $\phi 8 \text{h}6$.

Opracowana dokumentacja ma nr 4985.

Działanie czujnika oparto o zasadę pojemnościową sprawdzoną w modelu.

Czujnik o kształcie walca, o wymiarach $\phi 90 \times 100$ /w modelu $\phi 125 \times 105/$ i bardzo sztywnej konstrukcji składa się z następujących podstawowych zespołów: korpusu, wałka, elektrody ruchomej osadzonej na wałku i elektrody nieruchomej przytwierdzonej do korpusu. Do korpusu mocowane są również układy elektroniczne zrealizowane na płytkach drukowanych.

Na całość konstrukcji nasuwana jest osłona cylindryczna wykonana ze stopu aluminium.

W celu uzyskania czujnika odpornego na udary zdecydowano obydwie elektrody wykonać z płyty szklano-epoksydowej foliowanej miedzią, które następnie postanowiono przyklejać do płaskich tarcz metalowych.

Elektrody stanowią najtrudniejsze do wykonania elementy czujnika ponieważ wymagają bardzo precyzyjnych i nowoczesnych technologii.

Korzystając z doświadczeń uzyskanych przy budowie modelu w oparciu o sugestie specjalistów z Zakładu Produkcji Anten.

"ZANTEN" posiadających odpowiednie doświadczenie i oprzyrządowanie ustalono następującą technologię przy realizacji elektrod:

1. Elektrode ruchomą /tarcza kodowa/ wykonać z płyty szklano-epoksydowej jednostronnie foliowanej miedzią. Kształty pól elektrody uzyskać stosując fotolitografię, trawienie oraz korekcyjne napyłanie próżniowe.

2. Elektrode stałą /tarcza odczytowa/ wykonać z płyty szklano-epoksydowej dwustronnie foliowanej miedzią.

Kształty pól elektrody i fragmenty ścieżek przyłączeniowych /kończących pola/ usytuowane poza strefą działania oraz ścieżki przyłączeniowe na drugiej stronie płyty wykonać stosując fotolitografię i trawienie. Następnie dokonać korekty kształtu pól stosując napyłanie próżniowe. W związku z tym, że pola elektrody muszą być połączone elektrycznie w 8 grup wg odpowiedniego kodu i przyłączone do ścieżek po drugiej stronie elektrody należało wykonać otwory /usytuowane poza strefą działania / i dokonać ich metalizacji, a następnie nałożyć warstwę izolacyjną na ścieżki przyłączeniowe będące zakończeniem pól /nie izolować samych końcówek/ i napyłaniem próżniowym połączyć otwory z właściwymi ścieżkami. Technologia ta poprzez wprowadzenie połączeń wielowarstwowych napyłanych pozwala na zmniejszenie wymiarów czujnika oraz daje w przyszłości możliwości rozwojowe, zwiększania rozdzielczości i dalszą miniaturyzację czujnika. Po dokonaniu tych ustaleń przystąpiono do wykonania prototypów czujnika, podpisując równocześnie z Zakładami Produkcji Anten "ZANTEN" przedwstępną umowę wdrożeniową dla zagwarantowania pomocy w wykonaniu elektrod do prototypów i przygotowania technologii do produkcji seryjnej. Wszystkie części mechaniczne /poza elektrodami/ wykonano we własnym zakresie.

Następnie zmontowano je, przygotowując w ten sposób czujniki do wbudowania elektrod. Zbudowano również we własnym zakresie stanowisko do sprawdzania czujników. Stanowisko to pozwala na sprzęgnięcie czujnika z zakupionym Impulsowym Systemem Pomiarowym Kąta f-my Carl Zeiss Jena i umożliwia dokładne sprawdzenie badanego czujnika.

Wykonanie elektrod wymagające opisanych wcześniej technologii specjalnych zlecono spółce z.o.o "Solaris" zatrudniającej pracowników zakładu "ZANTEN" zajmującymi się tymi technologiami. Wykonawcy podjęli się wykonania obydwu elektrod /tj. tarczy kodowej i tarczy odczytowej/. Elektrody ruchome /tarcza kodowe/ zostały wykonane z wynikiem pozytywnym wg ustalonej technologii. Następnie tarcze kodowe zostały przyklejone do płaskiej płytki ze stopu aluminium i uzyskano zespół o żądanych wymaganiach. Realizacja tarcz odczytowych /trudniejszych do wykonania/ przebiegała następująco. Kształty pól o szerokość ok. 0,3mm w odstępach 0,1 mm a także fragmenty ścieżek przyłączeniowych /szerokość 0,15mm/ wykonano metodą fotolitografii i trawienia pocienionej warstwy miedzi. W kolejnej operacji wykonano otwory usytuowane poza polami w ścieżkach przyłączeniowych.

Do tego etapu realizacji tarcz nie wystąpiły większe trudności. Niespodziewane trudności pojawiły się z uzyskaniem warstwy izolacyjnej koniecznej do pokrycia tarczy operacją napyłania chromem. Za pomocą napyłania chromem zamierzano wykonać połączenia pól elektrody w grupy i przyłączenia ich do odpowiednich otworów. Wykonano wiele prób z różnymi izolatorami i nie uzyskano pozytywnego rezultatu. Jako izolatorów używano między innymi emulsji fotograficznej, krzemionki i różnych odmian lakieru epoksydowego. Uzyskiwane warstwy okazywały się niewłaściwe.

Występowało wnikanie napyłonego chromu z warstwy izolacji, co

powodowało niewłaściwe połączenia. W tej sytuacji z powodu, stwierdzenia przez wykonawców braku innych możliwości technologicznych przy znacznie przekroczonym czasie realizacji

/pismo "Solaris" z dnia 23.08.90 w załączeniu/ i nie znalezieniu innych wykonawców, którzy w 1990 r mogli wykonać tarcze, stwierdzono konieczność przerwania pracy.

Tarcze odczytowe, których realizacja przedłużała się /trzy aneksy przesuwające terminy wykonania/, stanowią jedyny brakujący element konieczny do zbudowania prototypów czujnika. Po otrzymaniu w lipcu br informacji podważającej pokładane nadzieje opanowania problemu przez "Solaris" przeprowadzono konsultacje ze specjalistami w Przemysłowym Instytucie Elektroniki, Naukowo-Produkcyjnym Centrum Półprzewodników, Centrum Naukowo-Produkcyjnym Materiałów Elektronicznych. Jednak bez efektów. Dopiero poszukiwania na Politechnice Warszawskiej doprowadziły nas do Instytutu Tworzyw Sztucznych w którym wskazano nam materiały izolacyjne, które spełnić mogą nasze wymagania /nowe opracowania na etapie badań/.

Powrócono także do rozpoznania możliwości metalizacji otworów o średnicy 0,2mm nawiązując do rozwiązania zastosowanego w modelu. Informacji zasięgnęliśmy u wielu producentów płytek drukowanych. Jednak stosowane w kraju urządzenia pozwalają na metalizację otworów o średnicy $\geq 0,4$ mm. Pewne nadzieje można wiązać z Instytutem Tele-Radiotechnicznym. Instytut dysponuje nową linią do produkcji obwodów drukowanych. Zadeklarował, że może podjąć się rozwiązanie problemu wiercenia i metalizacji tak małych otworów.

Zarówno próby w Instytucie Tworzyw Sztucznych jak i Instytucie Teleradiotechnicznym będą możliwe do przeprowadzenia w 1991r.

Brak tarcz odczytowych oraz perspektyw na ich uzyskanie

w najbliższym czasie powodują, że prototypów czujników nie wykonano w planowanych terminach. Dalsza realizacja pracy powinna nastąpić po przeprowadzeniu prób w wymienionych Instytutach.

3. PODSUMOWANIE.

Opracowanie małogabarytowego czujnika położenia kąтового o dużej rozdzielczości ma duże znaczenie dla rozwoju konstrukcji robotów ponieważ umożliwia umieszczenie czujników bezpośrednio w przegubach robota. W rozwiązaniach dotychczasowych czujnik położenia kąтового umieszczony jest przy silniku napędowym i przez przekładnie napędowe uzyskiwane jest zwiększenie jego rozdzielczości. Rozwiązanie takie wymusza niezwykle precyzyjne wykonanie wszystkich części robota, co ma wpływ na koszty produkcji i uzyskiwane dokładności pozycjonowania.

Koncepcja czujnika pojemnościowego jest zgodna z trendami światowymi, o czym świadczy duża ilość udzielonych patentów na rzecz przodujących firm. Metoda ta znalazła też powszechne zastosowanie w metrologii warsztatowej. Możliwości tej nie daje metoda fotoelektryczna zarówno w zakresie miniaturyzacji jak i uniezależnienie się od zasilania. Technologii zastosowanej w modelu nie można było zastosować w produkcji seryjnej ze względu na jej pracochłonność jak i niską trwałość jaką uzyskano. Wykonanie tarcz kodowych i odczytowych /będących elektrodami przetwornika/ zlecono wyspecjalizowanej firmie. Firma ta przy wykonaniu tarcz odczytowych napotkała na trudności w uzyskaniu izolacji pomiędzy napyłonymi próżniowo połączeniami minielektrod. Trudności te okazały się znacznie większe niż się spodziewano. Wiele prób /przy osobistym zaangażowaniu wykonawców/ mimo częściowych dobrych wyników dało ostatecznie wynik negatywny.

Dla ustalonego harmonogramu pracy wynik pracy, z powodu bariery technologicznej, należy uznać za negatywny na etapie niedokończonych prototypów.

Ze względu na zaawansowanie pracy /oceniane na 75% / oraz znaczenie tematu prowadzone było rozpoznanie możliwości wykonania tarcz odczytowych przy udziale innych podwykonawców. Działania te zostały podjęte i doprowadziły do znalezienia dwóch podwykonawców, którzy w roku 1991 deklarują się rozwiązać zaistniałe problemy technologiczne.

Jeden problem wykonania i metalizacji otworów o $\phi \leq 0,2\text{mm}$ /dla rozwiązania zastosowanego w modelu/ drugi w zakresie warstwy izolacyjnej dla wykonania połączeń wielowarstwowych metodą napyłania próżniowego /dla rozwiązania zastosowanego w prototypach/.

4. WNIOSKI:

- Pomimo uzyskania na obecnym etapie negatywnego wyniku wnioskuje się dokończenie pracy ze środków własnych wykonawcy. Uzasadnieniem dla dokończenia pracy są zarówno potrzeby takiego czujnika jak też zdobyta wiedza, doświadczenie, duże zaawansowanie tematu /75%/ oraz wyłaniające się nowe możliwości technologiczne.
- Dla minimalizacji ryzyka wnioskuje się równolegle wykonanie tarczy odczytowej według dwóch wyżej opisanych koncepcji rozwiązań.

"S O L A R I S" Sp. z o. o.
05-200 Wołomin
ul. Warszawska 17

S O L A R I S
Spółka z o.o.
05-200 Wołomin
ul. Warszawska 17

Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów "MERA-PIAP"
02-222 Warszawa, ul. Al. Jerozolimskie 202

dotyczy: umowy nr S/16/BC/89 z dn. 1989.12.29.

Uprzejmie informujemy, iż zgodnie ze stanowiskiem obu stron zakończyliśmy prace związane z realizacją umowy nr S/16/BC/89 z dn. 1989.12.29 na wykonanie tarcz kodowych i odczytowych wg dokumentacji nr 4985. Wynikiem wykonano 3 tarcze kodowe zgodnie z dokumentacją. Przy wykonywaniu tarcz odczytowych napotkaliśmy na trudności o niespodziewanym zakresie. Okazało się bowiem, iż nasze możliwości technologiczne nie wystarczyły do uzyskania technicznie pozytywnego wyniku zdawałoby się prostej i rozwojowej koncepcji konstrukcyjnej. Wykonano szereg prób /rzędu 50 sztuk /, w których wyniku uzyskano 1 sztukę o zbliżonych parametrach do wymaganych bez gwarancji powtarzalności wyniku. Było to powodem zmiany terminów i kosztów. Główne trudności technologiczne polegały na wykonaniu wielowarstwowych połączeń metodą napyłania próżniowego. Stąd nasza sugestia do powrotu do pierwotnej koncepcji, jakkolwiek mniej rozwojowej, wiercenia i metalizacji mikrootworów, co jednakże wiąże się również z pokonaniem szeregu barier technologicznych.

z poważaniem

S O L A R I S
Spółka z o.o.
PREZES ZARZĄDU
Tomasz Sołczak
tel. 25-58-53

